



**TURUN
YLIOPISTO**

Klassisen kitaran yksinkertaistetun tuottamisprosessin kehittäminen

Joosua Mustajärvi ja Topi Wendelius

Käsityökasvatuksen
pro gradu -tutkielma

Kevätlukukausi 2023
Opettajankoulutuslaitos
Turun yliopisto

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

Pro gradu -tutkielma

Oppiaine: Käsityökasvatus

Tekijä(t): Joo­sua Mustajärvi & Topi Wendelius

Otsikko: Klassisen kitaran yksinkertaistetun tuottamisprosessin kehittäminen

Ohjaaja(t): yliopistonlehtori Mikko Huhtala

Sivumäärä: 63 sivua

Päivämäärä: 31.1.2022

Tämän tutkielman tarkoituksena on paikantaa kitaranrakennusprosessin haastavimmat työvaiheet, suunnitella niiden toteutus yksinkertaistettuna ja luoda näin yksinkertaistetulla prosessilla valmistetulle klassiselle kitaralle laatutavoiteteoreema. Tarve yksinkertaisemman kitaranvalmistusprosessin kehittämiseen tuli haastavan, mutta inspiroivan, projektin yhteensovittamisesta mahdollisesti tulevassa työssä toteutettavaksi projektiksi. Yksinkertaistetun prosessin laatutavoiteteoreeman todistamiseksi valmistettiin tuote sekä suoritettiin tuotetestaus.

Tutkielma on laadullinen tutkimus, joka on tuotettu tutkivan tuottamisen metodilla.

Tutkimuskysymykset jakautuvat kahteen teoreettiseen kysymykseen: Mitkä kitaranvalmistusprosessin työvaiheet ovat haastavia, eli vaativat erikoistyökaluja ja/tai erityistä käsityötaitoa? sekä: Miten ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä valittuja kitaranvalmistusprosessin haastavia työvaiheita voisi yksinkertaistaa? Teoreettisten tutkimuskysymysten lisäksi tutkimuksessa on yksi empiirinen tutkimuskysymys: Täyttääkö yksinkertaistetuilla työmenetelmillä valmistettu akustinen kitara sille asetetut laatutavoitteet?

Tutkielman tuloksena tuotettiin osittain yksinkertaistetulla valmistusprosessilla klassinen kitara.

Valmistettu kitara saavutti laatutavoiteteoreemassa luodun taulukon mukaisessa testauksessa neljätoista pistettä kahdeksastatoista pisteestä. Erittäin kuivista valmistusolosuhteista kitaran pohjaan tuli ei-toivottuja halkeamia. Valmistettu kitara on kuitenkin soitto-ominaisuuksiltaan laatutavoitteiden mukainen. Jatkotutkimusta vaatisi aiheesta haastavien työvaiheiden tarkempi tarkastelu sekä rohkeampi työvaiheiden yksinkertaistaminen useilla eri prototyypeillä. Laskenut suhteellinen ilmankosteus oppimis- ja työympäristössä aiheutti kitaran pohjaan halkeamia. Yksi tutkimuksen löydös olikin olosuhteiden odotettua suurempi merkitys soittinrakentamisessa.

Avainsanat: Tutkiva tuottaminen, Laadullinen tutkimus, Soittinrakennus, Klassinen kitara, Käsityöprosessi, Oppimis- ja työympäristö

Sisällysluettelo

1	Johdanto	5
2	Tutkimusmenetelmät	8
2.1	Laadullinen tutkimus	8
2.2	Tutkiva tuottaminen	9
3	Määrittelyteoreettinen osa	12
3.1	Taustateorian määrittely	12
3.1.1	Tutkimuskohteen rajaus/käsityöhankkeen riski- ja arvoanalyysit	12
3.1.2	Klassinen kitara	14
3.1.3	Näppäiltävän kielisoittimen akustiikka	17
3.1.4	Estetiikka	20
3.1.5	Motoriikka ja silmä-käsi koordinaatio	21
3.1.6	Kompetenssi ja innovaatiokompetenssi	23
3.1.7	Käsityö ja koulukäsityö	24
3.1.8	Käsityö vapaassa sivistystyössä	25
3.1.9	Tyypillinen käsityön oppimis- ja työympäristö	25
3.2	Akustisen kitaran eksistenssiehtojen määrittely	26
3.2.1	Käyttäjäperusta	27
3.2.2	Käyttökohteen perusta	27
3.2.3	Käsityöperusta ja työperusta	28
3.2.4	Materiaaliperusta	30
3.2.5	Muotoperusta	31
3.2.6	Rakenneperusta	32
3.2.7	Turvallisuusperusta	33
3.2.8	Ekologinen perusta	34
3.3	Laatutavoitteiden määrittely	36
3.4	Tutkimuskysymykset	41
3.5	Tutkimusmittarien operationalisointi	41
4	Todistamisteoreettinen osa	42
4.1	Yksinkertaistetun akustisen kitaran valmistusprosessin suunnittelu	42
4.1.1	Haastavan työvaiheen määritelmä	42
4.1.2	Haastavimpien työvaiheiden valikointi	43
4.1.3	Haastavimpien työvaiheiden yksinkertaistaminen	44
4.2	Yksinkertaistetun akustisen kitaran valmistusprosessi	45

4.2.1	Materiaalien valinta	45
4.2.2	Mallineiden ja muottien valmistus	47
4.2.3	Pohjan ja kannen valmistus	50
4.2.4	Sivujen valmistus	52
4.2.5	Kaulan ja lavan valmistus	53
4.2.6	Kokoonpano	55
4.2.7	Hienosäätö	58
4.2.8	Pintakäsittely	58
4.2.9	Virittäminen	59
4.2.10	Oppimis- ja työympäristön olosuhteet	59
4.3	Laatutavoiteteoreeman testaus	60
4.3.1	Mittauskoe	61
4.3.2	Esteettinen arviointi	61
4.3.3	Käyttökoe	61
4.3.4	Laatutavoiteteoreeman toteutuminen	62
5	Luotettavuusteoreettinen osa	64
5.1	Yksinkertaistettujen työvaiheiden toteutuminen	64
5.1.1	Valmiiden osien ostaminen	64
5.1.2	Kaulaliitos	64
5.1.3	Tallan liimaus	64
5.1.4	Sapluunoiden käyttö	64
5.2	Tutkimuksen luotettavuuden arviointi	65
5.3	Tutkimuksen johtopäätökset	65
6	Lähteet	69
Liitteet		77
Liite 1.	Käyttöoikeustaulukko peruskoulun käsityön oppimis- ja työympäristön laitteiden käytöstä.	77
Liite 2.	Piirustukset	78

1 Johdanto

Tämä tutkielma ”Klassisen kitaran yksinkertaistetun valmistusprosessin kehittäminen” on jatkoa kandidaatin tutkielmalle ”Soitinrakentajien näkemyksiä akustisen kitaran sointiin yhteydessä olevista tekijöistä”. Kandidaatin tutkielmassa tutkijat tutustuivat akustisen kitaran rakenteeseen, materiaaliratkaisuihin ja sointiin; aikaisemman kirjallisuuden ja tutkimusten, sekä soitinrakentajien haastattelujen perusteella. Tämä tutkimus pyrkii löytämään kitaran valmistusprosessista erityistä kokemusta, taitoa ja tarkkuutta vaativat työvaiheet. Työvaiheet etsitään opaskirjoista arvioiden hienomotorisia vaatimuksia aiempaan tutkimustietoon perustuen. Tutkimuksessa pyritään löytämään hieman matalammalla taitotasolla toteutettavat menetelmät näihin kyseisiin työvaiheisiin. Yksinkertaistetuista työvaiheista kitaranrakennusprojektissa voisi hyötyä peruskoulun käsityönopettajat, kansalaisopiston soitinrakennuspiirit sekä soitinrakentamista aloittavat harrastajat.

Aihe valikoitui molempien tutkijoiden kiinnostuksesta akustisiin kitaroihin, niiden rakenteeseen ja sointiin. Kitaran valmistus on molemmille ollut pitkäaikainen haave, ja tutkimuksellinen lähestyminen antaa vielä pelkkää käsityötekemistä syvempää tietämystä aiheesta. Tutkijat mieltävät kitaran valmistuksen haastavaksi, kuitenkin toteutettavissa olevaksi projektiksi, sillä akustisia kitaroita valmistetaan kansalaisopiston opetuksessa vuosittain soitinrakennuskursseilla. Liikanen oli kertomansa mukaan valmistanut vain vasaranvarren kansakoulussa ennen ensimmäisen kitaran valmistamista, mikä lisäsi tutkijoiden rohkeutta aloittaa valmistusprosessi. (Mustajärvi & Remes 2020, 14–15.) Yksinkertaistettujen työvaiheiden määrittely, valikoimisen suunnittelun lisäksi tutkijat pyrkivät laatimaan prosessin aikana valmistuvalle akustiselle kitaralle laatutavoiteteoreeman, joka haastaa tutkijoita ulosmittaamaan osaamistaan prosessissa. Tarkoituksena on luoda kitara, jonka soittaminen on molempien tutkijoiden mielestä helppoa ja miellyttävää, sekä arvioida sen eri osa-alueiden toteutumista verraten sitä tutkijoiden käsityötaito ja -tietoperustaan ja aiempaan tutkimukseen.

Tämän tutkimuksen tavoitteena ei ole kehittää klassista kitaraa paremmaksi, vaan keskittyä valmistusprosessiin ja sen haastavuuteen. Tavoitteena on siis paikantaa kitaranvalmistusprosessin haastavimpia työvaiheita, etsiä niihin yksinkertaistuksia siten, että valmis lopputuote on kuitenkin toimiva klassinen kitara.

Tutkimusongelmana on: ”Klassisen kitaran yksinkertaistetun tuottamisprosessin kehittäminen.” Tutkimus toteutetaan laadullisena tutkimuksena tutkivan tuottamisen metodilla. Tutkivalla tuottamisella tarkoitetaan uuden tuottamista ohjaavan tiedon rakentamista ja todistamista tuottamalla ja tuottamistulosta käyttökohteessa arvioimalla. Tutkivan tuottamisen mukaiset laatutavoitteet määritellään sekä tuotteelle, että prosessille. (Metsärinne & Kallio 2011, 17–21.) Tuottamisprosessi koostuu suunnittelusta ja valmistuksesta, joka tapahtuu epistemologisesti, eli tietoon perustuen. Tutkimuksen teoreettisessa osassa tutustutaan aiempaan tutkimukseen aiheesta, sekä määritellään kitaran eksistenssiehdot sekä toteutettavan kitaran laatutavoiteteoreema tutkivan tuottamisen keinoja hyödyntäen.

Tutkimuksen rakenne perustuu tutkivan tuottamisen menetelmään. Tästä syystä on päädytty esittelemään tutkimusmenetelmät ennen tärkeimpiä käsitteitä. Tutkimusmenetelmien esittelyn jälkeinen tutkimus jakautuu kolmeen pääosaan: määrittelyteoreettiseen, todistamisteoreettiseen ja luotettavuusteoreettiseen osaan. Määrittelyteoreettisessa osassa käsitellään tutkimuskohteen rajauksen ja riskiarvion lisäksi tärkeimmät käsitteet, joiden perusteella voidaan luoda kohdetuotteen eksistenssiehdot sekä laatutavoiteteoreema. Laatutavoiteteoreemassa määritellään kohdetuotteelle laatutavoitedimensiot ja operationalisoidaan niiden mittarit. Todistamisteoreettisessa osassa käsitellään yksinkertaistetun prosessin suunnittelua ja sen toteuttamista käytännössä. Lopuksi luotettavuusteoreettisessa osassa arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta, sekä tarkastellaan tutkimusta kokonaisuutena, ja tehdään siitä johtopäätökset ja mahdolliset jatkotutkimusaiheehdotukset. (Metsärinne & Kallio 2011, 34–53.)

Tutkijat arvioivat valmistusprosessin aikaisia valintoja ja päätöksiä autoetnografian menetelmiä mukaillen. Suunnittelu- ja valmistusprosessi dokumentoidaan päiväkirjamaisesti, johon kirjataan ylös tehdyt työvaiheet, mietteet, oivallukset ja erheet kuva- ja tekstimuodossa. Tästä päiväkirjasta koostetaan valmistusprosessin kuvaus. (ks. Luku [4.2](#))

Tutkielman luotettavuusteoreettisessa osiossa arvioidaan valmistusprosessin soveltuvuutta perusopetuksen tai vapaan sivistystyön osaksi. Ruokosen ja kumppanien tapaustutkimuksessa oppilaat pitivät kanteleen valmistamista koulukäsityön projektina motivoivana ja mielenkiintoisena. (Ruokonen, Sepp, Moilanen, Autio & Ruismäki 2014, 84–85). Kitaran vahvan populaarikulttuurisen aseman vuoksi tutkijat olettavat sen motivoivan oppilaita tai opiskelijoita vielä kanteleen tekoa enemmän.

Tutkijoiden käsityöperusta on käsityöharrastuksessa, sekä käsityön aineenopettajakoulutuksessa saadussa käsityötekniikan koulutuksessa. Toinen tutkijoista on lisäksi suorittanut puusepän ammattitutkinnon. Tutkijoiden oman arvion mukaan kandidaatin tutkielmassa saatu teoreettinen ymmärrys akustisen kitaran sointiin yhteydessä olevista tekijöistä on soitinrakennusta harrastavan tietotasoon verrattavissa. Kumpikaan tutkijoista ei ole tehnyt aiemmin kielisoitinta, joten käytännön kokemusta soitinrakennukseen liittyvistä erikoistekniikoista kummallakaan tutkijoista ei ole ennen tutkimuksen tekemistä.

2 Tutkimusmenetelmät

2.1 Laadullinen tutkimus

Tämä valmistusprosessin kehittäminen on laadullinen tutkimus, joka toteutetaan tutkivan tuottamisen metodilla. Teoriapohja muodostuu taustateoriasta, aiemmista tutkimuksista, kandidaatin tutkielmasta hyödynnettävästä tiedosta sekä erilaisista oppaista. Luomme tutkielmaamme varten oman teorian, jossa sovellamme eri teorioiden osa-alueita, jotta voimme määritellä laatutavoitteet.

Koska tutkimuksemme kohteena on kitaranrakennusprosessin kehittäminen yksinkertaisempaan suuntaan, jota mitataan tutkimuksessa valmistetun kitaran, sekä päiväkirjan kautta, tutkimuksemme ei pyri yleistettävyyteen kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen avulla. Näin ollen laadullinen tutkimus on tutkimukselle luonnollinen vaihtoehto.

Laadullisessa eli kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään kuvailemaan ja ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tutkimuksessa mitattavat asiat ovat ihmisten elämäntodellisuudessa esiintyviä ilmiöitä, kuten tunnetiloja tai kokemuksia. Niiden mittaaminen määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimuksen keinoin olisi vaikeaa tai mahdotonta. Laadullisen tutkimuksen aineistoa kerätään laadullisten tutkimusmetodien avulla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015, 161,164.) Ominaista laadulliselle tutkimukselle on perustella tulkintoja muilla tavoin kuin muuttujien määrällisillä suhteilla. Laadullisen tutkimuksen tutkimusaineisto kerätään havaintoina yhdestä tai useammasta tapauksesta. Lisäksi ne analysoidaan laadullisen tutkimuksen analyysimetodein. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 73, Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 1997, 164.)

Laadullisen tutkimuksen erilaisista tutkimussuuntauksista kitaran valmistamiseen ja päiväkirjan analysointiin valikoitui fenomenologia. Fenomenologia pyrkii kuvaamaan ihmisten kokemuksia, mutta sen tarkoituksena ei ole ainoastaan luetella ja kuvata inhimillisiä kokemuksia vaan erotella ja ymmärtää syvällisemmin tutkittavaa todellisuutta kokemusten yleisten rakenteiden selvittämiseksi (Tuomi & Sarajärvi 2009, 14; Miettinen, Pulkkinen & Taipale 2010, 11; Grönfors 1982, 21). Fenomenologinen tutkimusote yhdistettynä tutkivaan tuottamiseen sopii tähän tutkimukseen erityisesti, kun pitää selvittää kitaran valmistusprosessin eri vaiheiden onnistumista, sekä siihen, kun analysoidaan

valmistusprosessin yhteydessä syntyneitä päiväkirjaa. Fenomenologia määrittyy yksilön subjektiivisesta kokemuksesta eli ensimmäisen persoonan suhteesta ympäröivään todellisuuteen ja se pyrkii selvittämään todellisuuden rakentumista subjektin intentionaalisessa ja aktiivisessa suhteessa todellisuuteen ja maailmaan (Miettinen ym. 2010, 151). Fenomenologinen tutkimus siis mahdollistaa kaiken sen kokemuksen ja tiedon näkyväksi ja tietoiseksi tuomisen, joita yksilöllä on. Jokaisella yksilöllä on oma kokemusmaailmansa ja fenomenologia pyrkii selvittämään todellisuuden ilmenemistä ihmisen omassa kokemusmaailmassaan. Tässä tutkimuksessa kokemus ja tieto on käsityötaju, joka ohjaa tuottamistoimintaa. Tämän tiedon ja kokemuksen olemassaolo on saattanut tottumuksen myötä muuttua itsestäänselvyudeksi tai yksilö voi olla vielä toistaiseksi tietämätön tiedon olemassaolosta eli tieto on tiedostamatonta hiljaista tietoa. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 35.) Fenomenologinen tutkimus pyrkii tutkimusaiheensa kaikenkattavan itsestäänselvyuden muuttamiseen ymmärrettäväksi selvyudeksi (Miettinen ym. 2010; 29,31). Käsityötajua käsittelemme tarkemmin määrittelyteoreettisessa osassa, sen alaluvussa 3.2.

2.2 Tutkiva tuottaminen

Tutkimuksen metodiksi valikoitui laadullisen tutkimuksen metodi, tutkiva tuottaminen. Tutkiva tuottaminen soveltuu tutkijoiden rajaaman tuottamisprosessin kehittämiseen, sillä tutkijat eivät löytäneet aikaisempaa tutkimustietoa kitaran rakenteiden yksinkertaistamisesta, sekä tämänkaltaisen prosessin soveltuvuudesta eri koulutustasoille tai harrastajalle. Kitaran ominaisuuksia ja niiden eroja on tutkittu, mutta juuri tähän tutkimuskohteeseen liittyvää aiempaa tutkimusta ei ole, mikä sulkee useat muut kehittämiseen suunnitellut tutkimusmenetelmät pois niiden edellyttäessä aiempaa tutkimusta. Kitaran valmistamiseen liittyviä laadukkaita rakennusoppaita ja muuta kirjallisuutta on kattavasti saatavilla, jotka auttoivat valmistusprosessin suunnittelussa sekä haastavimpien työvaiheiden määrittelyssä. Tutkimuksessa toteutettu kitaran valmistusprosessi pohjautui pitkälti Cumpianon (1993) sekä Doubtfiren (1981) kitaranrakennusoppaisiin.

Tutkiva tuottaminen on tutkimusote, jonka tarkoituksena on rakentaa uuden tuottamista ohjaavaa tietola ja sen todistamista. Tutkivalla tuottamisella on tärkeä rooli käsityökasvatuksen tutkimuksessa, sillä se yhdistää käytännön tuottamistoiminnan tutkimukselliseen ajatteluun. Tutkivaan tuottamiseen liittyy olennaisena osana myös opettajuuteen liittyvät elementit, tarkemmin oppisisältöön liittyvä pedagogiikka ja

opetusmenetelmiin liittyvä didaktiikka. Tutkivaa tuottamista on käytetty käsityökasvatuksen tutkimuksessa käsityön pedagogisen ja didaktisen tutkimuksen menetelmänä, johon se soveltuu hyvin teorian, käytännön ja opettajuuden tutkimisen vuoksi. (Metsärinne & Kallio 2011, 17–20).

Tutkivan tuottamisen prosessi jakautuu kolmeen osaan, joita ovat määrittelyteoreettinen, todistamisteoreettinen ja arviointiteoreettinen osa (Metsärinne & Kallio 2011, 21).

Kuvailemme tuotteemme tuotekriteerit, joiden avulla määrittelemme tuotteen laatutavoitteet ja testausteorian. Testausteoria ja laatutavoitteet toimivat apuna tutkimuksen viimeisessä vaiheessa, jossa testaamme ja arvioimme tuotteelle asetettuja tavoitteita.

Määrittelyteoreettisessa osassa keskitytään kuvailemaan käsityöhankkeen arvo- ja riskianalyysia, eli kuvailemme hankkeen kohteen ja tutkimuksen tarpeellisuuden mahdollisimman hyvin. Kuvailun perusteella syntyvät tuotteen eksistenssiehdot. Eksistenssiehto toimii tuotteen olemassaolon perustana ja tuotteen kaikki laatutavoitteet määräytyvät siitä. Tuotteen suunnittelulle asetettuja tavoitteita kutsutaan laatutavoitteiksi. Laatutavoitteiden määrittelyssä keskitytään ainoastaan luomaan tuotteen suunnittelua ohjaavat kehykset, eikä niinkään keskityä suunnittelemaan tavoitteeseen pääsyä. Laatutavoitteet taas määrittelevät laatutavoiteteoreeman. Se toimii laatutavoitteiden teoreettisena pohjana ja sen avulla saamme vastaukset varsinaisiin tutkimuskysymyksiin. Määrittelyteoreettisessa osassa määrittelemme ja käymme läpi myös testiteoreeman, joka ohjaa laatutavoitteiden testausta. Arviointitieto testausteoriaan koostuu laatutavoiteteoreeman määrittelyn yhteydessä syntyneestä tiedosta; kuinka laatutavoitteet olisi täytyttävä. (Metsärinne & Kallio 2011, 21–39.)

Todistamisteoreettiseen osaan sisältyvät toteutettavan tuotteen suunnittelu ja valmistus määrittelyteoreettisessa osassa määriteltujen ehtojen ja tavoitteiden pohjalta, sekä tuotteen arviointi. Todistamisteoreettisessa osassa etsitään vastausta varsinaiseen tutkimusongelmaan, joka on esitetty määrittelyteoreettisen osan lopussa. Määrittelyteoreettisessa osiossa luotu laatutavoiteteoreema testataan tuottamalla teoreemassa määritelty tuote ja sijoittamalla sen käyttökohteeseensa. Tuotteen välinearvo mitataan arvioimalla sitä käyttökohteessaan. Lopuksi arviointidataa verrataan ennalta määriteltyyn välinearvoon. Näin saadaan kokonaiskuva tuotteen toimivuudesta käyttökohteessaan. Näin saadaan tietää täyttääkö tuote sille asetetut tavoitteet.

Lopuksi luotettavuusteoreettisessa osassa arvioidaan tutkimuksen luotettavuutta, sekä tarkastellaan tutkimusta kokonaisuutena ja tehdään siitä johtopäätökset ja mahdolliset jatkotutkimusaihe-ehdotukset.

3 Määrittelyteoreettinen osa

3.1 Taustateorian määrittely

Tutkimuksen kannalta tärkeät taustateoriat ja muut tutkimukset käsitellään tässä luvussa. Ensimmäinen osio käsittelee sitä, miten tutkimusaihe on rajattu sekä mitkä ovat tutkimuksen kannalta potentiaalisia riskejä ja toisaalta mitä lisäarvoa tutkimuksella on mahdollista saavuttaa.

3.1.1 Tutkimuskohteen rajaaminen/käsityshankkeen riski- ja arvoanalyysit

Tutkimuskohteen rajaaminen, eli käsityshankkeen riski- ja arvoanalyysit tapahtuvat tutkimusaihetta mietittäessä aivan tutkimuksen alussa (Metsärinne & Kallio 2011, 41). Ensimmäisessä vaiheessa päätettiin, että Pro Gradu-tutkielma tulee jatkamaan kandidaatin tutkielmassa aloitettua tutkijoiden tiedonkeruuta akustisen kitaran sointiin liittyvistä tekijöistä. Hermeneuttinen kehä on prosessi, jossa ymmärretyt merkitykset ovat osa kokonaisuutta, jotka määrittelevät taas merkityksiä. Ymmärretty merkitys siis on pohjana seuraaville merkityksille (Leppälahti 2004.) Tutkijoiden ymmärrys akustisen kitaran soinnista ja rakenteesta rakentuu musiikkiharrastuksen, kirjastoista ja internetistä etsityn tiedon, soitinrakentajien kanssa käytyjen keskustelujen ja kandidaatin tutkielman päällekkäin asettuvien merkitysten kokonaisuudeksi.

Tutkijoiden oli luontevaa valita kitaran valmistusprosessi tutkimuksen yhdeksi osa-alueeksi kitaranvalmistuksen ollessa molempien tutkijoiden toistaiseksi toteutumaton haave. Tutkijat kokevat merkitykselliseksi kitaran valmistusprosessin, siis kokemuksen siitä, että on itse voinut valmistaa soivan akustisen kitaran. Tutkimuksessa toteutetaan akustisen kitaran valmistusprosessi yksinkertaistetusti, sillä tutkijat haluavat rakennusvaiheilta kerätyn päiväkirjan päätyvän yhteiseen jakoon, suunnittelun tueksi eri koulutustasoille, tai aloitteleville kitaranrakentajille. Vaikka emme tuota varsinaista opasta yksinkertaistetun kitaran valmistamisesta, se voi alentaa lukijan kynnystä aloittaa tämänkaltaisia käsityöprojekteja.

Kitaran käyttökohteet ovat helppo ymmärtää ja sillä on itsessään arvo artefaktina, mutta tämän tutkimuksen painopiste on pelkän tuotteen valmistamisen sijaan sen tuottamisprosessin kehittämisessä yksinkertaisemmaksi ja prosessin dokumentoinnin analysoinnissa.

Tutkimuksemme tutkimuksellinen arvo on siinä, ettei tämänkaltaisen prosessin

dokumentointia ole vielä kaiken kansan saatavilla, sekä siitä voisi olla hyötyä yleisemminkin opetuslalla, harrastajien keskuudessa ja jopa kitaranvalmistuksen liittyvässä kaupallisessa kontekstissa.

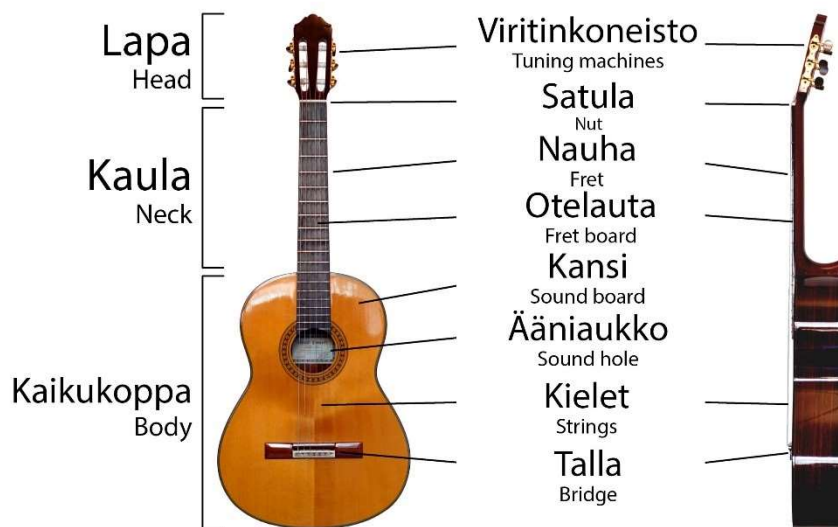
Jotta tutkimuskohdetta, eli akustista kitaraa voidaan lähestyä todellisuusperustaisesti, tässä tutkimuksessa käytetään systeemiajattelun periaatteita, jossa vuorovaikutuksessa keskenään olevista asioista, piirteistä tai ominaisuuksista kehittyy vähitellen teoreettinen kokonaisuus (Metsärinne & Kallio 2011, 45). Alun perin Popperin luoma jako kolmeen eri todellisuuteen ovat I aineellinen todellisuus, II ajattelun todellisuus ja III ihmisen luomat todellisuudet. (Popper 1978, 143–145). Kitara on artefaktina hyvä esimerkki eri todellisuuksista.

Aineellisesti kitara on materiaalien konstruktio, eli puuta, nailonia, messinkiä ja terästä oikeaan muotoon muokattuna ja tietyllä tavalla yhteen liitettynä. Ajattelun todellisuuteen liittyy kitarassa paljon mielikuvia, ja kokemuksia siitä, miten kitara soi. Ja lopulta ihmisten luoma todellisuus kitaran suhteen on esimerkiksi musiikkityylit, joihin kitara linkitetään.

Metsärinteen ja Kallion (2011) mukaan tutkivan tuottamisen keinoin tehty tutkimus perustuu tutkijoilla olevaan välineettömyyden tunteeseen, jonka tutkijat ovat määrittäneet todellisuuden tilaksi, johon tuottaminen kohdistuu. Tavoitteena on siis parantaa tuottamisen kohdetta jollakin uudella tuotteella, joka poistaisi välineettömydentunteen. Tässä tutkimuksessa voimme ajatella välineettömydentunteen olevan tutkijoiden tarve ja halu tuottaa yksinkertaistettu kitaranrakennusprosessi. Todellisuuden tila, johon tuottaminen kohdistuu, on taas tutkijoiden tietoisuus siitä, että tämän kaltainen tutkimus vielä puuttuu ja että sille voisi alan tekijöiden keskuudessa olla kysyntää. Tutkimus voisi olla avuksi käsityönaineenopettajille, jotka haluaisivat ohjata kitaranrakennusprosessin koulussaan, mutta se täytyisi tehdä yksinkertaistettuna ehkäpä puutteellisten työvälineiden tai opetettavien tuntien vähäisen määrän vuoksi.

Akustisen kitaran valmistuksesta löytyy opaskirjallisuutta, sekä valmistussarjoja ja ohjeita. Akustisten kitaroiden ominaisuuksista ja akustiikasta on tehty tutkimusta. Tähän viitaten tutkimuskohde rajautuu epistemologisesti eli tieto-opillisesti. Opaskirjallisuudesta valitaan erityisen haastavat työvaiheet, joihin pyritään löytämään yksinkertaistettuja ratkaisuja lopputuloksen liikaa siitä kärsimättä.

3.1.2 Klassinen kitara

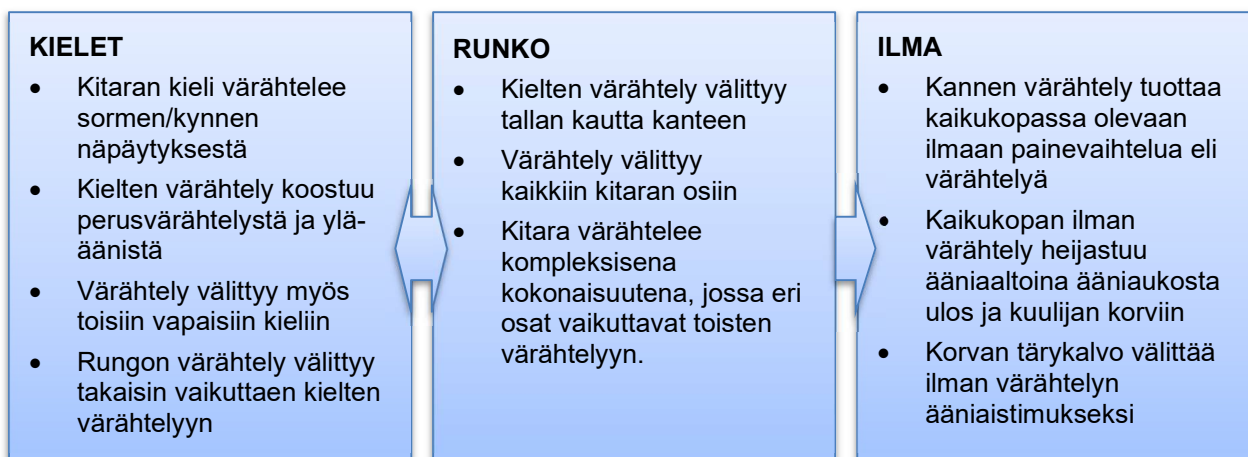


Kuvio 1. Klassisen kitaran osat suomeksi ja englanniksi (Wikimedia - suomennettu)

Klassinen kitara on *näppäiltävä kielisoitin (chordophone)*, jossa sormen ja kynnen näppäyksellä aiheutettu kielen (*string*) värähtely johdetaan tallaluun (*saddle*) ja tallan (*bridge*) kautta kanteen (*sound board*). Kannen värähtely aiheuttaa kaikukopan sisäisessä ilmassassa värähtelyä eli ääntä. Kitaran kovera pohja heijastaa näin muodostuneen äänen ääniaukosta ulos kuulijan korviin. (ks. Kuvio 1.)

(Cumpiano & Natelson, 1993, 15.)

Tämän äänenmuodostusketjun Jansson (1983, 37) yksinkertaistaa kielten, rungon ja ilman värähtelyyn. Karkeaa äänenmuodostuksen mallia tarkennettaessa kielten värähtely alkaa sormen ja kynnen näppäytyksestä, jossa sormi virittää kieltä ja päästää sen vapaasti värähtelemään. Värähtely koostuu perusvärähtelystä ja ylä-äänistä (ks. Luku 3.1.3.) Värähtely välittyy myös toisiin kieliin, mikäli kielen resonanssitaajuus vastaa näppäilyyn kielen perusaallon tai ylä-äänien taajuutta, alkaa kieli soida. Kielet välittävät värähtelyn runkoon tallan kautta. Värähtely tapahtuu pääasiallisesti kannessa, mutta värähtely välittyy kaikkiin kitaran osiin, jotka vaikuttavat värähtelyllään kannen ja kielten värähtelyyn. Kannen värähtely aiheuttaa kaikukopan sisälle painevaihtelua, joka purkautuu ilman värähtelynä ääniaukosta ulos. Värähtely etenee ilman kautta kuulijan korvaan, jossa tärykalvo välittää ilman värähtelyn aivoille ääniaistimukseksi. Ilmassa kulkeva värähtely muokkaantuu vielä soittajan sijainnin ja tilan, sekä tilassa olevan materiaalin mukaan. Tätä tilan akustiikkaa emme käsittele tässä tutkimuksessa tarkemmin. (Photinos 2017, 84–87.) (kuvio 2.)



Kuvio 2. Kitaran äänenmuodostuksen ketju, jossa näppäilystä kielestä värähtely siirtyy rungon ja ilman kautta kuulijan korvaan ja muuttuu ääniaistimukseksi (Jansson 1983, 37).

Kandidaatin tutkielmassa ”Soitinrakentajien näkemyksiä akustisen kitaran sointiin yhteydessä olevista tekijöistä” kävi ilmi kitaran soinninmuodostuksen monisyisyys, kaikki vaikuttaa kaikkeen. Soitinrakentaja Liikasen mukaan mekaniikan, akustiikan ja resonanssien ymmärtäminen on oleellisen tärkeää, jotta materiaalien ominaisuudet osattaisiin suhteuttaa rakenteellisiin ratkaisuihin. (Mustajärvi & Remes 2020, 15.)

Aikuisille tarkoitettussa, eli täysikokoisessa (4/4) klassisessa kitarassa tallan ja satulan välinen etäisyys toisiinsa nähden on 610–660 mm. Tätä väliä kutsutaan mensuuriksi (scale length). Pienikokoiselle soittajalle, esimerkiksi lapselle, tarkoitettussa 2/4 koon kitarassa taas mensuuri on 535–545 mm. Tallaluuta ja satulaluuta hiomalla tai korottamalla saadaan säädettyä kielten korkeutta. Mitä matalammat kielet ovat, sitä kevyempi niitä on soittaa, mutta sitä herkempiä ne ovat särähtelemään nauhoja vasten. Korkeammat kielet mahdollistavat voimakkaammat äänet, mutta sävelten valitseminen vaatii enemmän voimaa. (Photinos 2017, 147.)

Kitarassa on kuusi kieltä, jotka ovat yleisimmin perusvirityksellä ($A_4 = 440$ Hz) viritetty siten, että paksuin, viritystaajuudeltaan matalin, E2 kieli on viritetty taajuuteen 82,4 Hz ja ohuin, viritystaajuudeltaan korkein, E4 kieli on viritetty taajuuteen 328,6 Hz. (ks. Taulukko 1.) (Photinos 2017, 148.)

Taulukko 1. Akustisen kitaran perusviritys ja kielten numeroinnit, kun A4 = 440 Hz (Photinos 2017, 148).

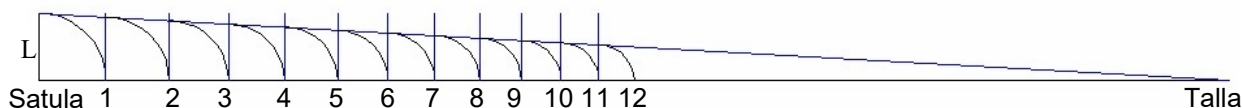
<i>Kieli</i>	<i>E2 (6.)</i>	<i>A2 (5.)</i>	<i>D3 (4.)</i>	<i>G3 (3.)</i>	<i>B/H3 (2.)</i>	<i>E4 (1.)</i>
<i>Taajuus (Hz)</i>	82,4	110	146,8	196	246,9	329,6

Kitaran kielten numeroinnissa on huomionarvoista, että numerointi menee sointitaajuudeltaan korkeimmasta kielestä taajuudeltaan matalimpaan numeroituna yhdestä kuuteen. Kitara viritetään useimmiten ylhäältä alaspäin järjestyksessä 6, 5, 4, ... (ks. Kuvio 3.)



Kuvio 3. Kitaran kielten numeroinnit (Photinos 2017, s. 148)

Kitaran otelaudalla on nauhoja, joiden etäisyys toisistaan on puoli sävelaskelta. Mitta ei pysy vakiona, sillä mitä korkeampi ääni on kyseessä, puoli sävelaskelta on lyhempi matka nauhojen välisenä etäisyytenä. Nauhojen on oltava tarkasti oikeilla paikoillaan, sekä etäisyyksien tulee olla tarkalleen kitaran mensuuriin sopivat. Nauhan paikat voidaan määrittellä geometrisesti. Suorakulmainen kolmio piirretään siten, että pohja on mensuurin pituinen, pystysivu $L = \frac{\text{mensuuri}}{17,817}$. Näin korkeuden mukaisella säteellä ympyrän kaaret näyttävät aina nauhojen paikan. Menetelmän kanssa on oltava hyvin tarkkana, sillä alussa tehty virhe kertautuu nauhojen myötä. (ks. Kuvio 4.) (Doubtfire 1986, 269). Näin saadut nauhojen paikat ovat myös taulukoituna alla. (ks. Taulukko 2.)



Kuvio 4. Geometrinen malli kitaran otelaudan nauhan paikoista, jossa suorakulmaisen kolmion vasen pystysivu on satulan kohdalla ja kolmion oikea kärki tallan kohdalla. Näin ympyrän kaari, joka kohtaa vaakaviivan osoittaa aina nauhan paikan. (Doubtfire 1986, 269).

Taulukko 2. Tässä tutkimuksessa tuotettavan kitaran mensuurin mukainen taulukko, jossa näkyy etäisyydet satulasta jokaiseen nauhaan.

Mensuuri: 652 mm

Etäisyys satulasta	mm	Etäisyys satulasta	mm
1. nauhaan	36,5	11. nauhaan	305,7
2. nauhaan	70,9	12. nauhaan	325,0
3. nauhaan	103,4	13. nauhaan	343,2
4. nauhaan	134,1	14. nauhaan	360,4
5. nauhaan	164,0	15. nauhaan	376,7
6. nauhaan	190,4	16. nauhaan	392,0
7. nauhaan	216,2	17. nauhaan	406,5
8. nauhaan	240,5	18. nauhaan	420,2
9. nauhaan	263,5	19. nauhaan	433,1
10. nauhaan	285,2		

Kielten korkeus nauhoista määräytyy kitaran käyttökohteen, sekä soittajan mieltymyksen mukaan. Mitä voimakkaammin kitaralla halutaan soittaa, sitä korkeammalla kielet tulee olla, jos taas haetaan nopeita sointuvalintoja, kielet pyritään tuomaan mahdollisimman alas.

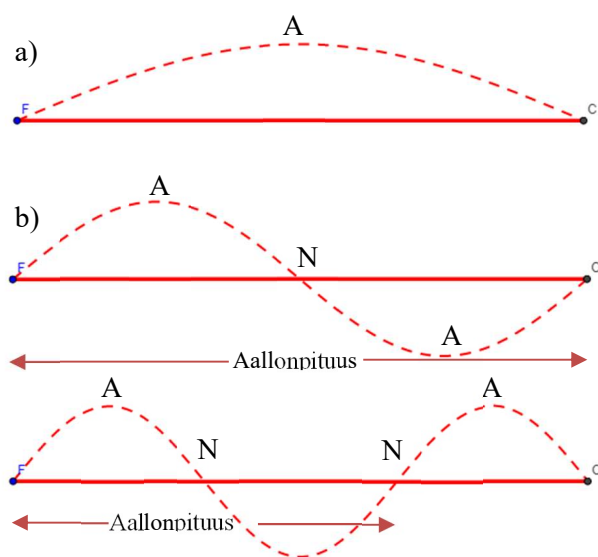
Opaskirjallisuuden mukaan klassisen kitaran kielet tulisi säädettynä satulan ja tallan korkeudella siten, että etäisyys ensimmäisen nauhan päältä kielen alareunaan on 1 millimetri. Kahdennentoista nauhan kohdalta mitattuna 6. kielen korkeus tulisi olla 4 millimetriä ja 1. kielen korkeus 3 millimetriä. (Doubtfire 1986, 107)

3.1.3 Näppäiltävän kielisoittimen akustiikka

Akustiikalla tarkoitetaan väliaineessa tapahtuvan värähtelyn aistimista äänenä, sekä siihen liittyviä fysikaalisia ja psykologisia ilmiöitä. Ääni on väliaineessa tapahtuvaa värähtelyä. Soittimen värähtelyn avulla tuotettu ilmassa tapahtuva ilman tihtyminen ja harventuminen

tietyllä aallonpituudella välittyy korvan kautta ääniaistimukseksi. Akustisen kitaran kaikukoppa toimii ikään kuin äänen vahvistimena. Mitä lyhyempi aallonpituus, eli taajuus on, sitä korkeammalta ääni kuulostaa. Äänenvoimakkuus määräytyy taas aallonkorkeuden, eli painevaihtelun voimakkuuden mukaan. Näin ollen mitä suurempi aallonkorkeus eli painevaihtelu on, sitä kovemmalta ääni kuulostaa. (Rossing, ym. 2007, 11–22.)

Seisova aalto on aaltoliikettä väliaineessa, joka on molemmista päistä kiinteästi kiinni. Seisovan aallon aallonpituus on värähtelevän väliaineen, esimerkiksi kitaran kielen, pituuden puolikkaan monikerta. Kielen pituuteen mahtuu siis $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, ... aallonpituutta. Puolikas aallonpituus on perusaalto, eli se äänenkorkeus, jonka kuulemme pääasiallisesti soitinta soittaessa. Puolikkaan aallonpituuden muut monikerrat muodostavat ylä-äänit, jotka antavat kitaran soinnille sen ”värin” ja soittimelle tunnusomaisen äänen. Ylä-ääniä voidaan hyödyntää myös ”huiluäänissä”, jolloin sormella sammutetaan perusaallon värähtely jostain ylä-äänien solmukohdasta täten antaen vain ylä-äänien soida. (ks. Kuvio 5.) (Rossing, ym., 2007, 11–22.)



Kuvio 5. Seisovan aallon malli kitaran kielen tapauksessa, jossa näppäiltäessä kieli värähtelee yhtäaikaaisesti koko kielen matkalta tuottaen perusaallon lisäksi ylä-ääniä.

- a) Perusaalto ($\frac{1}{2}$ aallonpituus) b) Ensimmäinen ylä-ääni (1 aallonpituus)
 c) Toinen ylä-ääni ($1\frac{1}{2}$ aallonpituutta), N=node(solmukohta) A=antinode(kupu) (Rossing, ym. 2007, kuvio luotu GeoGebralla)

Kitaran värähtelyä voidaan mitata etsimällä kitaran ominaisresonansseja altistamalla aaltoliikkeelle tallan kohtaa kannessa, joko äänen muodossa tai mekaanisella värähtelijällä. Ääni voidaan tuottaa helpoimmin kaiuttimella, sekä puhelinapplikaatiolla, jossa säädetään siniaallon taajuus. Samanaikaisesti värähtelyn aiheuttamia resonanssimuotoja voidaan tutkia siten, että kannen päälle sirotellaan pientä raetta, kuten suolaa, joka pakenee kannen värähdellessä kupukohdilta ja asettuu solmukohtiin muodostaen erilaisia raitoja kitaran kannelle. Kielten värähtely on sammutettava mittauksen ajaksi asettamalla kielten ja otelaudan väliin esimerkiksi kangasta. (ks. Kuva 2.) (Stanciu, Rosca, Mihălcică & Bucur 2022, 1003–1005.)

Ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus on matalin taajuus, jota kitaran kannelle altistettaessa aiheuttaa voimakasta värähtelyä kitaran kannessa. Tutkimusta varten mitattiin kolme eri soitinrakentajan rakentamaa kitaraa, joiden ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus oli 204 Hz, 203 Hz ja 217 Hz. Mittaus toteutettiin kaiuttimella ja suolarakeilla. Suolarakeet näyttivät myös ensimmäisen ominaisresonanssitaajuuden värähtelykuvion, eli aaltoliikkeen solmukohdan N kitaran kannen tasossa. (ks. Kuva 2.)

Ominaisresonansseja tutkittaessa on huomattu kitaran materiaalien olevan erityisesti matalien taajuuksien resonanssikuvioihin yhteydessä. Korkeampien taajuuksien resonanssikuviot ovat monisyisempiä, eikä niiden erittely materiaalien mukaan ole järkevää. Kannen symmetria on tärkeässä roolissa soinnin värähtelyn herkkyyden suhteen. Kitaran ulkonäkö ja suorituskyky linkittyvät täten, ehkä yllättävästikin, toisiinsa hyvin läheisesti. (Stanciu, ym. 2022, 1009–1010.)



Kuva 1. Vas. Kitaran kantta altistetaan kaiuttimen tuottamalle siniaallolle. Mitattavan vertailukitaran ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus on 204 Hz. Oik. Liikasen mittauslaitteisto, vertailukitaran ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus on 203 Hz. Suolarakeiden muodostama kaari näyttää värähtelyn solmukohdan **N**, kaaren keskellä, tallan kohdalla on kupukohta **A**. (Kuvat, Wendelius & Mustajärvi 2020).

3.1.4 Estetiikka

Estetiikka (vapaiden taitojen teoria, alempi tieto-oppi, kauniin ajattelun taito, järkiajattelulle analoginen havaitsemisen taito, ars analogi rationis) on aistinvaraista tietämistä tutkiva tiede (Baumgarten 1763, 4).

Estetiikka on fenomenologinen, kokemukseen perustuva tiede. Filosofin Baumgartenin aloittaa kirjansa Estetiikka (1763) kertomalla, että estetiikka on tiede, joka tutkii aistinvaraista tietämistä. Baumgartenin näkemys on pohjana sanan nykymerkitykselle, sillä monet filosofit Baumgartenin jälkeen ovat luonnehtineet estetiikkaa samoin, joskin tarkemmin esimerkiksi kokemuksen läheisyyteen (Haapala 2006, 20–25) tai vuorovaikutuksellisuuteen (Gadamer 1986, 10–15) liittyen.

Tässä tutkielmassa käsittelemme estetiikkaa kokemuksellisesti, keskittyen aistillisiin kokemuksiin, sekä niiden herättämiin ajatuksiin. Estetiikkaan liittyvät kysymykset, joita tutkimuksessamme hyödynnetään ovat:

- Miltä tuote näyttää?
- Miltä tuote tuntuu?
- Miltä tuote tuoksuu?
- Miltä tuote kuulostaa?

Kitaran ominaisuudet voidaan siis määritellä estetiikan tieteeseen perustuen hyvin kokonaisvaltaisesti: artefaktina, joka on moniaistillisesti vuorovaikutuksessa soittajan tai kuulijan kanssa. Vanhan kitaran tuoksu voi olla ummehtuneempi, kuin vasta soitinrakentajan verstaalta tullut, ruusupuulle tuoksuva uusi kitara. Toisaalta ajan patina on voinut antaa vanhan kitaran väriin sekä sointiin syvyyttä, joka uudesta ”sisään ajamattomasta” kitarasta uupuu. Ominaisuudet, kuten tuoksu ja ulkonäkö ovat hyvin subjektiivisia, joten ne eivät ole yleistettäviä. Kuitenkin myös niiden ominaisuuksien olemassaolo on kuitenkin hyvä tiedostaa kitaran laatutavoiteteoreemaa luotaessa.

Akustisten kitaroiden esteettisiä ominaisuuksia on tutkittu etno-estetiikan (vapaa suomennos sanasta *ethnoaesthetics*) menetelmällä, jossa soitinrakentajat arvioivat sanallisesti esimerkkikitaroiden materiaaleja, rakenteita, ulkoasua ja sointia. Vastauksia analysoidessa selvisi, että materiaalien ja rakenteen suhteen soitinrakentajilla oli yhteneväisiä näkemyksiä, mutta soinnin ja ulkoasun miellyttävyyden suhteen mielipiteissä oli enemmän eroavaisuuksia. Soinnin suhteen käsin tehdyt kitarat kuitenkin menestyivät tehdaskitaroita paremmin. (Kies 2008, 189–190.) Ulkoasuun ja sointiin liittyvät ominaisuudet ovatkin hankalammin mitattavissa, sillä arvioijan mieltymykset ohjaavat arvioinnin keskittymään tiettyihin ominaisuuksiin.

Kun kokenut soitinrakentaja arvioi visuaalisesti soitinta, kiinnittää hän erityistä huomiota tiettyihin yksityiskohtiin soittimissa. Tätä on tutkittu viulunrakentajien silmän liikkeitä seuraamalla, kun he tarkastelevat viulujen kuvia. Viulussa soitinrakentajien huomion kiinnitti erityisesti ääniaukkojen laidat ja kaikukopan terävät nurkkaukset. (Dondi, Lombardi, L., Porta, M., Rovetta, T., Invernizzi, C., & Malagodi, M. 2019.) Kitaroiden osalta vastaavaa tutkimusta ei löytynyt.

3.1.5 Motoriikka ja silmä-käsi koordinaatio

Motoriikka, silmä-käsi koordinaatio ja motorinen oppiminen ovat teorioita, joita hyödynnetään tässä tutkimuksessa käsityövaiheen haastavuuden arvioinnin osana.

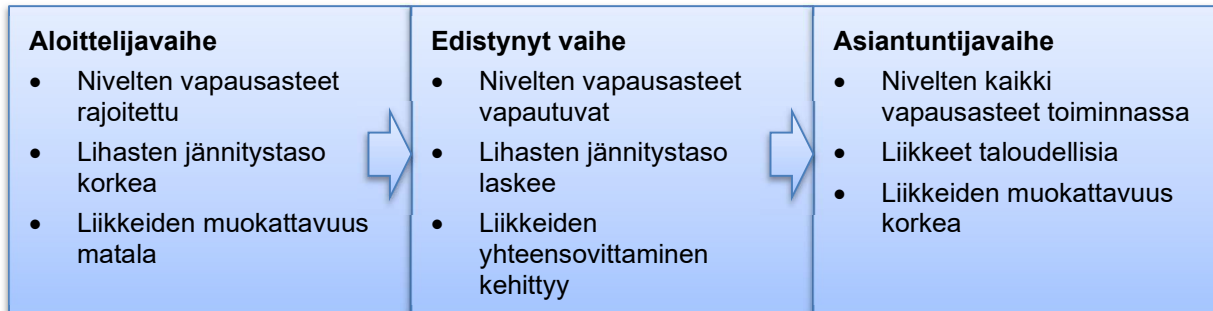
Motoriikka voidaan jakaa kolmeen osaan. Karkeamotoriikalla tarkoitetaan suurten lihasryhmien hallintaa, sekä liikkumiseen tarvittavien lihasten hallintaa. Tällaisia ovat esimerkiksi juoksu ja hyppääminen. (Karling ym. 2009.) Hienomotoriset taidot kehittyvät karkeamotoristen taitojen jälkeen. Hienomotoriikalla tarkoitetaan sormen ja käsien tarkkoja,

täsmällisiä ja hallittuja liikkeitä (Karvonen, 2000). Esimerkiksi rusetin solmiminen, tai hyvä saksien käyttö vaativat kehittyneempiä hienomotorisia taitoja (Goodway ym. 2019). Hienomotoriikka on ranteen ja sormien näppäryyttä, tarkkuutta, sekä hyvää silmä-käsi-koordinaatiota (Jaakkola, 2010).

Silmä-käsi-koordinaatio on käsityöläisen kannalta tärkeä motorinen ominaisuus, jossa käsien hienomotorisia liikkeitä säädellään näkökyvyn antaman näköpalautteen avulla (Kauranen & Tiainen 2011, 235–244). Esimerkiksi sahauksen aloituksessa sahaa pidetään piirretyn viivan mukaisesti suorassa, pyritään aloittamaan sahaus siten, että saha pysyy piirretyn viivan vieressä halutulla tavalla sahaa vedettäessä. Kun aloitus on saatu tehtyä, katseella seurataan sahan asentoa, sahauksen etenemistä ja kappaleessa olevaa piirrettyä viivaa sekä tehdään hienomotorisia säätöjä sahaotteessa, jotta sahaus seuraisi mahdollisimman hyvin haluttua linjaa. Sahauksen suuntaa säädellään siis näkökyvyn antaman näköpalautteen ja sensorisen, tuntoaistiin liittyvän, palautteen avulla hienomotorisesti. Säätelyä tapahtuu sekä proaktiivisesti että reaktiivisesti. Proaktiivisessa, ennakoivassa, säätelyssä näkökyvyn antaman näköpalautteen merkitys on korostuneempi, kun taas reaktiivisessa, korjaavassa, säätelyssä sensorinen palaute on tärkeämmässä roolissa (Kauranen & Tiainen 2011, 235.)

Uuden motorisen taidon oppimisen teoreettiseksi malliksi on esitetty erilaisia motorisen oppimisen malleja. Yksi systeemipohjainen motorisen oppimisen malli on kolmen vaiheen teoria, jonka kehittänyt venäläinen neurofysiologi Nikolai Bernstein (1896–1966). Sittemmin sitä on jatkokehitetty erityisesti norjalainen liikuntatutkija Beatrix Vereijken. Kolmen vaiheen malli koostuu aloittelijavaiheesta, edistyneestä vaiheesta ja asiantuntijavaiheesta. Aloittelijavaiheessa harjoittelija yksinkertaistaa vaadittavia liikkeitä nostamalla lihasjännitystasoa ja rajoittamalla nivelten vapausasteita. Näin saavutetaan vakaa liike, mutta liikkeen muokattavuus laskee. Edistyneessä vaiheessa harjoittelija alkaa laskea jännitystasoa näin vapauttaen nivelten vapausasteita. Liikkeiden muokattavuus ja yhteensovittaminen kehittyy. Viimeisessä harjaantumisen vaiheessa, asiantuntijavaiheessa, ylimääräistä lihasjännitystä ei ole, nivelten kaikki vapausasteet ovat käytössä ja harjoittelija pystyy

adaptoimaan liikettä helposti hyödyntäen tehokkaasti biomekaanisia ominaisuuksia. (ks. Kuvio 6.) (Kauranen & Tiainen 2011, 314–315.)



Kuvio 6. Beatrix Vereijkenin esittelemä systeemipohjainen malli kolmeen vaiheeseen jakautuvasta motorisesta oppimisesta (Kauranen & Tiainen 2011, 315).

Koska kitaranvalmistusprosessissa on paljon työvaiheita, joissa virhemarginaalit ovat pieniä, voidaan prosessia pitää kokonaisuutena motorisesti haastavana ja tarkkaa silmä-käsi-koordinaatiota vaativana. Opaskirjoista olemme kuitenkin pyrkineet löytämään kitaran soinnin kannalta kriittisimmät työvaiheet, joihin etsimme vaihtoehtoisen työmenetelmän, jonka suorittaminen onnistuu aloittelija- tai edistyneen vaiheen käsityöläiseltä. (ks. Luku [4.1.2](#)) Aiheesta ei ole tarkempaa tutkimusta, minkä mukaan luokittelut voisi työvaiheen haastavuuden mukaan tehdä, joten tutkijat joutuivat arvioimaan omaan kokemukseen perustuen työvaiheita, niiden sallittavissa olevia virhemarginaaleja ja työmenetelmän haastavuutta.

3.1.6 Kompetenssi ja innovaatiokompetenssi

Käsityöllinen valmistusprosessi ei vaadi kuitenkaan ainoastaan motorisia kykyjä ja silmä-käsi-koordinaatiota. Valmistusprosessi vaatii myös kompetenssia. Kompetenssilla tarkoitetaan kokonaisuutta, johon kuuluu tieto, taito sekä asennoituminen annettuun ohjeistukseen tai konkreettiseen tehtävään (Hero 2019, 75). Motoriikka ja silmä-käsi-koordinaatio ovat tärkeitä selittäviä tekijöitä taidon suhteen. (ks. Luku [3.1.5](#)) Tieto rakentuu faktojen ja virallisten konseptien lisäksi taidoista, tunteista ja uskomuksista (Markauskaite, Goodyear 2013, 237–238). Asennoituminen tehtävään sen sijaan on riippuvainen motivaatiosta, jonka kehitymissuuntaan on ohjauksella suuri merkitys (Salmela-Aro 2018, 166–167). Itse käsityöllinen valmistusprosessi siis vaatii motorista taitoa ja kompetenssia. Tämän

tutkimuksen kaltainen valmistusprosessin kehittäminen ulosmittaa tutkijoiden innovaatiokompetenssia, jota tarvitaan uusien tuotteiden, ratkaisuiden ja palveluiden kehittämisessä (Hero, Lindfors & Taatila, 2017, 103–104).

3.1.7 Käsityö ja koulukäsityö

Käsityöllä tarkoitetaan tuotteen valmistusprosessia, valmista tuotetta tai ammattia (Luutonen 1997, 69). Tämän tutkimuksen kannalta merkittävät näkökulmat liittyvät valmiin tuotteen lisäksi valmistusprosessiin, jonka haastavuutta peilataan tutkimuksen lopulla erilaisille mahdollisille käyttäjille, muun muassa esimerkiksi peruskoulussa tapahtuvaan käsityön opetukseen.

Koulukäsityö-termillä tarkoitetaan peruskoulussa ja toisen asteen koulutuksessa tapahtuvia käsityön oppiaineen sisältöjä (Nygren-Landgårds 2000, 19). Käsityö on otettu Suomessa, ensimmäisenä maailmassa, kasvatuksen välineeksi vuonna 1866 annetussa kansakouluasetuksessa. Asetuksen luomisessa oli Uno Cygnaeuksella tärkeä rooli. Cygnaeus korosti käsityön tärkeyttä osana kasvatusta ja sen asemaa kouluissa. (Lepistö 2004, 53.) Käsityön oppiaine sisältää sekä teknisen työn että tekstiilityön sisältöjä (Lepistö, Rönkkö & Tuikkanen, 2013, 103).

Perusopetuksen valinnaisten opintojen yhteisenä tehtävänä on syventää oppimista, laajentaa opintoja ja vahvistaa jatko-opintovalmiuksia. Valinnaiset opinnot tarjoavat oppilaille mahdollisuuden kehittää osaamistaan kiinnostuksensa suunnassa. Valinnaisuus tukee opiskelumotivaatiota ja kartuttaa valintojen tekemisen taitoja. (POPS 2014, 95)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (2014) määrittelee käsityön oppiaineen tehtäväksi oppilaiden ohjaamisen kokonaiseen käsityöprosessin hallintaan. Prosessiin sisältyy tuotteen suunnittelu itsenäisesti tai yhteisöllisesti, sekä valmistus ja käsityöprosessin arviointi (POPS 2014, 270). Peruskoulussa käsitöiden minimimäärä on 1–2 luokilla 4 vuosiviikkotuntia, 3–6 luokilla 5 vuosiviikkotuntia ja 7–9 luokilla 2 vuosiviikkotuntia. Valinnaisaineiden tehtävä on syventää oppimista, laajentaa opintoja ja vahvistaa jatko-opintovalmiuksia, sekä mahdollisuus kehittää oppilaan osaamista hänen kiinnostuksensa suunnassa (POPS 2014, 95). Peruskouluopetuksessa yksi lukuvuosi on 38 viikkoa, jolloin yläkoulussa tapahtuva käsitöiden opetuksen minimimäärä on 76 tuntia vuodessa. Jos oppilas saa

3.1.8 Käsityö vapaassa sivistystyössä

Vapaa sivistystyö on koulutusta, joka ei ole tutkintoperusteista eikä lainsäädännöllä säädellyä opetussisältöä. Nimensä mukaan vapaa sivistystyö perustuu kurssilaisten vapaaehtoisuuteen ja omaan haluun kouluttautua tai kehittää omia taitojaan. Toiminta perustuu koulutettavan omiin mielenkiinnon kohteisiin ja toiminnan suuntautumiseen sen mukaan. (Opetus- ja koulutusministeriö.) Vapaan sivistystyön käsityön aihealueeseen liittyvää koulutusta järjestää pääasiallisesti kansalaisopistot, mutta myös kansanopistojen koulutustarjonnassa on käsityöhön painottuvia koulutuskokonaisuuksia.

Suomessa on 177 kansalaisopistoa, joissa järjestetään kädentaitojen kursseja useimmissa mukaan lukien soitinrakennukseen keskittyviä kursseja. Soitinrakennuskursseilla on mahdollista valmistaa erilaisia soittimia, kuten sähkökitaroita, kanteleita ja akustisia kitaroita sekä viuluja (Kansalaisopistot.fi).

3.1.9 Tyypillinen käsityön oppimis- ja työympäristö

Tyypillinen käsityön oppimis- ja työympäristö on peruskoulun käsityöluokka. Samoja tiloja käytetään usein myös kansalaisopiston kurssien oppimis- ja työympäristöinä. Rauman kansalaisopiston 2022–2023 kurssiohjelmassa oli 13 puutyö- tai tekninen työ -nimikkeellisiä kursseja, joista 9 toteutettiin peruskoulun käsityötiloissa (Rauman kansalaisopisto 2022, 79–81).

Tilojen laite- ja käsityökalukannoissa on paikallisia eroja, etenkin erikoistyökalujen osalta.

Useimmista käsityön oppimis- ja työympäristöistä löytyy suurin osa käsityön työturvallisuusoppaan käyttöoikeustaulukossa mainituista laitteista. (ks. Liite 1.)

Käsityökalujen osalta eri tilojen varusteluissa on paljonkin eroja, mutta perustyökalut löytyvät jokaisesta tilasta. Perustyökaluilla tarkoitetaan esimerkiksi sahojen osalta timpurin sahaa, selkäsahaa ja kuviosahaa. Erikoistyökaluja ovat esimerkiksi tarkkuus- tai vetosahat, joita löytyy joistain oppimis- ja työympäristöistä. (ks. Kuva 3.)



Kuva 2. Esimerkki peruskoulun käsityön oppimis- ja työympäristöstä löytyvistä käsityökaluista. (Kuva, STEP-systems, lupa kuvan käyttöön kysytty 28.9.22).

3.2 Akustisen kitaran eksistenssiehtojen määrittely

Eksistenssiehdoilla tarkoitetaan tuotteen olemassaolon ehtoja. Jokaisella tuotteella on perustat, jotka ovat avattuina jokainen omassa luvussaan. Perustoja ovat käyttäjäperusta (3.2.1), käyttökohteen perusta (3.2.2), käsityöperusta ja työperusta (3.2.3), materiaaliperusta (3.2.4), muotoperusta (3.2.5), rakenneperusta (3.2.6), turvallisuusperusta (3.2.7) ja ekologinen perusta (3.2.8). Ehdot ovat vuorovaikutuksessa keskenään, joten yhtä ehtoa ei voi määrittää täydellisesti käsittelemättä muita ehtoja. (Metsärinne & Kallio 2011, 83–85.)

Samalla kun hahmotellaan kohdetta, määritellään sen muotoon, rakenteeseen ja materiaaleihin liittyvät ehdot. Tässä vaiheessa ei vielä kuvata varsinaista tuotetta, vaan vasta sen ehtoja. Esimerkkinä voimme ajatella kitaran virituskoneiston olevan yksi ehdoista. Kitarassa täytyy siis olla jonkinlainen mekanismi, jolla käyttäjän onnistuu kiristää tai löysentää kieliä, jotta kitaran kielet saadaan viritettyä soimaan oikealta taajuudelta.

Kitaran tulee kestää kielten aiheuttama jännite. Kitaran on tuotettava ääntä kieltä näppäiltäessä ja äänenkorkeutta on pystyttävä vaihtamaan painamalla kieltä otelautaa vasten. Otelaudan eri kohdista soittaessa on soinnin pysyttävä vireessä ilman sivuääniä. Kitaran tulee olla visuaalisesti ja haptisesti arvioiden valmiin ja viimeistellyn tuotteen näköinen, muotoinen ja tuntoinen.

3.2.1 Käyttäjäperusta

Molemmat tutkijat harrastavat kitaransoittoa ja ovat itse näin ollen tuotteen käyttäjiä. Käyttäjillä on tuotteelle tiettyjä vaatimuksia, jotka avaamme tarkemmin niille kuuluvissa luvuissa. Käyttäjille on tärkeää, että kitarasta tulisi kestävä, kevyt, ääneltään hyvä ja esteettisesti silmää miellyttävä. Käyttäjät harrastavat kitaransoittoa ja osaavat näin ollen käyttää kitaraa asiaankuuluvalla tavalla.

Käyttäjänä voi myös olla tutkimuksen lukija, joka päättää tehdä kitaran itse tai opettaa soitinrakennusta esimerkiksi kansalaisopistossa tai pitää yläkoulussa käsityön valinnaiskurssin soitinrakennuksesta tai kitaranvalmistuksesta.

3.2.2 Käyttökohteen perusta

Tuotteen välinearvot määrittävät käyttökohteen perustan. Välinearvolla tarkoitetaan, mitä arvoa tuotteen käytöllä tai vain sen olemassaololla on, kun se sijoitetaan käyttökohteeseensa. (Metsärinne & Kallio, 2011, 48-52.)

Määrittelimme kitaran välinearvot seuraavasti. Klassinen kitara itsessään tuotteena, sijoitettuna esimerkiksi olohuoneen nurkkaan, voi herättää sen katsojassa erilaisia tunteita. Jos katsojalla on positiivisia mielikuvia klassisen kitaran soinnista, jo kitaran olemisen huoneen nurkassa voi rauhoittaa häntä. Kitaran käyttäjä voi saada näppäiltyä kitarasta ulos erilaisia melodioita eli sävelmiä, kappaleita, teoksia, yksittäisiä sointuja tai säveliä, jotka vaikuttavat kuulijoihin monella tavalla positiivisesti. Harmonisella musiikilla on todettu olevan stressiä lieventäviä ja rauhoittavia vaikutuksia. (Soinila, Sihvonen & Leo 2015.) Tutkijoiden omat

kokemukset klassisen musiikin kuuntelusta tai soittamisesta ovat aiemmin mainitun väitteen mukaisia.

Välinearvoja on aina vähintään yhtä monta erilaista kuin on käyttökohteitakin, ja ne yhdessä muodostavat käyttökohteen perustan. Käyttökohde on puolestaan sidoksissa käyttäjään eli käyttäjäperustaan (Metsärinne & Kallio 2011, 84.)

Jotta klassista kitaraa voidaan sanoa klassiseksi kitaraksi, on sen täytettävä taustateoria - osiossa määritellyt kriteerit. Kitarassa on oltava kuusi kieltä, jotka ovat viritettynä taustateoriassa määritellysti. Täysikokoisen (4/4) kitaran otelaudan mensuuri tulee olla 610–660 mm, sekä otelaudan nauhojen tulee olla tarkasti oikeilla paikoillaan, jotta sävelten oikea korkeus on saavutettavissa ilman kielen venyttämistä säveltä valittaessa. (ks. Luku [3.1.2](#))

Klassista kitaraa käytetään siten, että oikeakätisen soittajan vasen käsi on kaulalla, sormet painavat kieltä otelautaa vasten nauhan yläpuolelta valiten sävelen ja soinnun. Vasemman käden sormella on mahdollista tuottaa vibratoa, eli sormen keinuttamisella pientä äänenkorkeuden vaihtelua soinnissa. Oikean käden sormet näppäilevät kieliä siten, että sormen iho tai kynsi virittävät kieltä ja päästävät sen värähtelemään. Soittajat yleisesti suosivat kynnen käyttöä pelkän sormen ihon sijaan sen tuottaman terävämmän äänen vuoksi. Oikean käden sormilla on kaksi pääasiallista näppäilytekniikkaa, *Apuyando*, jossa sormi laskeutuu seuraavaa kieltä vasten näpäytettyään edellistä, sekä *tirando*, jossa sormi nousee kieliltä pois näpäytettyään kieltä. Termit ovat espanjaa klassisen kitaran espanjalaisten juurien vuoksi. Kitaraa on mahdollista soittaa myös pelkällä vasemmalla kädellä, tekniikassa sormi isketään voimakkaasti otelautaa vasten, jonka seurauksena kieli jää soimaan valitulta sävelkorkeudelta. (Greated 2004, 305.)

3.2.3 Käsityöperusta ja työperusta

Käsityö- ja työperustat muodostuvat aiotun tuotteen tuottamisedellytysten arvioinnista. Aiotun tuotteen tuottamismahdollisuuksien on oltava suuremmat kuin mahdollisuudet epäonnistua tai ainakin on arvioitava tätä suhdetta esimerkiksi panos - tuotos -arvioinnilla. Arviointi koskee myös ajallista ulottuvuutta: tuottamishankkeella on rajat, joissa se on toteutettava, tai se jää toteutumatta.

Toteutettava kitara valmistetaan opettajankoulutuslaitoksen käsityön oppimis- ja työympäristössä, jossa työkalu- ja konekanta on hieman monipuolisempi verrattuna tutkijoiden aikaisempiin kokemuksiin erilaisista peruskoulun käsityön oppimis- ja työympäristöistä. (ks. Luku [3.1.8](#))

Kitaran rakentaminen pitää sisällään erilaisia työvaiheita, joista osa saattaa olla hyvin haastavia. Niissä vaiheissa olisi eduksi, jos kitaraa rakentavan käsityötaju pitäisi sisällään teoreettisen tietämyksen lisäksi myös konkreettisen käsillä tekemisen, prosessin arvioinnin ja ongelmanratkaisun kautta saatua tietämystä. Käsityötajun kehittyminen perustuu tuotteiden valmistamiseen ja tuottamisprosessin arviointiin (Virta, Metsärinne & Kallio 2013, 50).

Kitaran valmistuksessa tarvitaan paljon erilaisia käsityökaluja. Osa työkaluista on korvattavissa käsityökoneilla, mutta kaikki työvaiheet onnistuvat myös käsityökaluilla. Tarvittavia työkaluja ovat erikokoiset höylät, kavahöylä, talttoja, sikli, pyöreä ja tasainen raspi, viiloja sekä neulaviiloja, hiomapaperia ja tasainen ja pyöreä hiomatuki, sahoja, pylväsporakone sekä akkuporakone tai käsivintilä, poranteriä, vasara, puuvasara, ruuvimeisselit, katkoteräveitsi, sivuleikkurit, harpit, suorakulma, kääntökulma, teräsviivain, rullamitta, suuntaispiirrin, höyläpenkki, ruuvipenkki, liimapuristimia, *reunauraleikkuri kitaranrakentajan puristimia, paksuusmittari, ympyräleikkuri, taivutusrauta*.¹ (Doubtfire Tässä tutkimuksessa valmistettiin jigejä ja muotteja, työkaluista reunauraleikkuri täytyi valmistaa itse, sillä sellaista ei löytynyt käsityön oppimis- ja työympäristön työkaluista. (ks. Kuva 4.)



Kuva 3. Tämän tutkimuksen valmistusprosessin aikana valmistettu reunauraleikkuri. (Kuva, Mustajärvi 2022)

¹ Kursivoidut työkalut on mahdollista valmistaa itse

Kitaran valmistuksessa tarvitsee myös muotteja ja jigejä, joiden valmistamiseen menee aikaa, huomionarvoista näiden osalta on se, että niitä ei tarvitse valmistaa kuin kerran. Samaa muottia voi jatkossa käyttää samanlaisten kitaroiden valmistuksessa. Muoteista on myös olemassa kaupallisia versioita.

Kitaran valmistukseen kokonaisuudessaan kuuluu ammattimaisesti kitaroita valmistavalla saksalaisella kitaranrakentaja Katrin Hauserilla 150–240 tuntia. (guitarparadiso.com) Oletettavasti ammattimaisesti tekevällä tekijällä on muotit ja jigit valmiina, eikä tuntimäärään sisälly muottien ja jigien valmistamista. Vertailukohtana suomalainen teknologiateollisuuden alan työntekijä tekee keskimäärin 37,5 viikkotuntia töitä, joka tekee keskimäärin 1702 työtuntia vuodessa. (teknologiateollisuus.fi) Täyttä työpäivää tekevä kitaranrakentaja valmistaisi siis vuodessa laskennallisesti noin kahdeksan kitaraa. Valmistusprosessia nopeuttaa valmiiden osien käyttö, sekä koneellisesti tuotetut liitokset. Toisaalta prosessia hidastaa yksityiskohtaisten koristeluiden tekeminen käsin. Prosessin nopeuteen vaikuttaa myös tekijän taitotaso.

3.2.4 Materiaaliperusta

Kitaran valmistuksessa käytetään yleisesti vakioituneita materiaaleja. Puumateriaalien osalta kannet ovat yleisesti ottaen joko suora- ja tiheäsyistä kuusta, setriä, hieman harvemmin mahonkia tai koa-akaasiaa. Materiaalien akustisilla ominaisuuksilla on vaikutusta soittimen sointiväriin, sen ylä-ääniin ja soinnin jatkuvuuteen. Esimerkiksi otelaudassa kova eebenpuu antaa kirkkaamman äänen kitaran sointiin, kuin jokin pehmeämpi puulaji. (Gerken ym., 2003, 40–46.) Yksi tapa tarkastella materiaalin akustisia ominaisuuksia on tutkia sitä äänennopeuden perusteella. (ks. Kaava 1.) Äänennopeus c on kimmokerroin E jaettuna tiheydellä ρ neliöjuuri. Äänennopeuden perusteella on mahdollista luokitella sopiiko materiaali soittimen kanteen, pohjaan vai esimerkiksi viulun jousen materiaaliksi (Wegst 2006, 1441).

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Kaava 1. Äänennopeus c on kimmokerroin E jaettuna tiheydellä ρ neliöjuuri. (Wegst 2006, 1441).

Materiaalin merkitys äänenmuodostuksesta riippuu soitintyyppistä. Kielisoittimet, kuten viulu tai kitara muodostavat äänen soittimen rungon värähtelyn avulla, jolloin materiaalin

ominaisuudet ovat merkittävässä roolissa. Toisessa ääripäässä on klarinetti, jossa ainoastaan rungon muodolla säädetään ilmapatsaan muotoa ja ääntä. Klarinetin rungon materiaalilla on täten kitaran materiaaleja huomattavasti pienempi merkitys äänenmuodostuksessa. (Zappas 2007, 13–14.)

Taulukko 3. Yleisimmät puumateriaalit akustisen kitaran eri osissa (Bennett 2016, 52). Taulukko on luotu keräämällä data yleisimpien kitaranrakentajien ja kitaranvalmistajien nettisivuilta ja katalogeista.

Osa	Materiaali
<i>Pohja ja sivut</i>	Ruusupuu, mahonki, vaahtera, koa-akaasia
<i>Kansi</i>	Kuusi, setri, mahonki, koa-akaasia
<i>Kaula</i>	Mahonki, vaahtera, ruusupuu, espanjan setri
<i>Otelauta</i>	Eebenpuu, ruusupuu
<i>Tukirimoitus</i>	Kuusi (usein samaa materiaalia kannen kanssa)
<i>Talla</i>	Eebenpuu, ruusupuu
<i>Lapa</i>	Ruusupuu, mahonki, vaahtera

Kitaran valmistamisen myötä tuli ilmi tärkeä materiaaliperustan ominaisuus, joka jäi prosessin aikana vähemmälle huomiolle, on puun alttius olosuhteiden muutoksille, erityisesti suhteellisen ilmankosteuden muutoksille. Suhteellisen ilmankosteuden putoaminen 45 prosentista 30 prosenttiin vaikuttaa esimerkiksi säteittäin sahatun kirsikkapuuta olevan kitaran pohjan osalta, jonka leveys on 360 mm seuraavan kosteuselämiskertoimen mukaan $C^R = 0.00126$. $\Delta D = 360 \text{ mm} [0.00126(30-45)] = -6,804 \text{ mm}$. Eli kitaran pohja pyrkii kutistumaan 6,804 millimetriä 15 prosentin kosteuden laskun myötä. (ks. Kaava 2) (U.S. Department of Agriculture, 12–15.)

$$\Delta D = D_1 [C^R (M_F - M_1)]$$

Kaava 2. Puun kosteuselämisestä johtuvan mitan muutoksen ΔD laskukaava, jossa D_1 on materiaalin mitta, C^R on kosteuselämiskerroin ja M_1 on puun kosteusprosentti lähtötilanteessa ja M_F on puun kosteusprosentti lopputilanteessa (U.S. Department of Agriculture, 12–15).

3.2.5 Muotoperusta

Kitaramme muotoperusta pohjautuu perinteisen klassisen kitaran muotoihin. Klassinen kitara on muotoutunut pitkällisen kehitysprosessin tuloksena soinnillisten ja soittoergonomisten syiden vuoksi sellaiseksi, kuin se on (Jansson 1983, 55). Suurempaa äänenvoimakkuutta on

haettu jättämällä tiimalasimaisen muodon soittimesta pois ja sijoittamalla ääniaukon kitaran kannen etureunaan. Tällaiset prototyypit eivät ole kuitenkaan saavuttaneet suosiota, ja kehitystyö on prototyyppivaiheessa. (Schile 2011, 38–41.) Tässä tutkimuksessa valmistettava kitara on täysikokoinen (4/4) klassinen kitara. Kitara perustuu muodoiltaan ja mitoiltaan, sekä rakenteeltaan L. Legeayn vapaasti saatavilla olevaan piirustukseen. (ks. [Liite 2.](#)) Lupa piirustusten käyttöön tutkimuksessa kysyttiin sähköpostiviestillä.

Tässä tutkimuksessa emme yksinkertaista muotoperustaa, vaan pyrimme löytämään työvaiheisiin yksinkertaistuksia, joita seuraava kappale käsittelee. Tämän lisäksi kummankin tutkijan mielestä klassisen kitaran muotokieli on esteettisesti ajateltuna kaunis ja ajaton, joten sen halusimme säilyttää ilman muokkauksia. Muotoperustan yksinkertaistaminen voisi tarkoittaa esimerkiksi sikarilaatikkokitaran valmistamista, jolloin kaikukopan muodot yksinkertaistetaan laatikoksi, kielet vaihdetaan teräskieliin ja käytetään vain kolmea kieltä.

3.2.6 Rakenneperusta

Käyttäjille on tärkeää, että kitarasta tulisi kestävä, kevyt, ääneltään hyvä ja esteettisesti silmää miellyttävä. Kestävyys ehtona on tärkeä, sillä käyttäjät haluavat valmistaa kitaran, jolla on pitkä elinkaari. Lisäksi kestävyys on yksi eksistenssiehdoista, sillä tuotteen on kestävä kielten aiheuttaman vedon rasitus ilman taipumista tai rikkoutumista. Varjopuolena kestävyudessa saattaa olla liian paksut materiaalivahvuudet ja liitokset, sekä liian painavat materiaalit, jotka ovat yhteydessä soinninmuodostukseen. Tunnistaen riskit kitaran mahdollisesta painavuudesta, käyttäjät haluavat määritellä yhdeksi olemassaolon ehdoksi keveyden. 59 espanjalaisen klassisen kitaran kokoelmassa kitaroiden painot vaihtelivat 1070 gramman ja 2240 gramman välillä (Ulrik 2015). Asetimme kitaramme lopulliseksi tavoitepainoksi alle 2300 grammaa.

Kitaroiden valmistuksessa on perinteisesti käytetty eläinproteiinista valmistettua nahkaliimaa. Nahkaliimaa on saatu valmistettua keittämällä, kuivamalla ja valkaisemalla eläinperäistä proteiinia. Liiman raaka-aineeksi käytettiin parkitsemisjätteet, kuten eläinten karvat ja nahkapalaset, suutarin tuottama nahkasilppu ja puru, luut, sarvet ja sisäelimet. Näin valmistettu kiinteä hiutalemainen liima muuttuu lämmitettäessä nestemäiseksi, ja jäähtyessään kovettuu, joka on sen etu verrattuna moniin muihin liimoihin. Liimasauma voidaan lämmittämällä tai kosteudelle altistamalla aukaista korjaustoimenpiteitä varten. (Chimie 1814, 175–181.) Nahkaliimasta on tuotettu myös valmiiksi nestemäistä versiota, jota ei tarvitse

lämmittää ennen käyttöä, mutta liimasauman voi purkaa altistamalla sitä kosteudelle ja lämmölle. Liimassa on lisäaineita, jotka mahdollistavat kyseisen ominaisuuden.

Rakenteellisissa ratkaisuissa määrittelevänä tekijänä on rakenteen valmistusprosessin haastavuus. Haastavimmat työvaiheet pyrimme vaihtamaan yksinkertaisempiin, helpommin toteutettaviin vaihtoehtoihin. Hyvä ääni yhtenä olemassaolon ehtona tarkoittaa, että valmiin tuotteen ääni miellyttää käyttäjiä, sekä on helposti havaittavissa esimerkiksi voimakkuudeltaan ja soinnin pituudeltaan yhtä hyväksi kuin mitä normaalissa tehdasvalmisteisessa akustisessa kitarassa. Tämä saattaa luoda ehtoja myös materiaalivalintoihin. Esteettisyys arvioidaan tutkijoiden oman subjektiivisen mielipiteiden mukaan.

3.2.7 Turvallisuusperusta

Työvaiheiden kehittämisessä tulee miettiä työturvallisuutta olennaisena osana prosessin kehittämistä. Käsityössä käytettävien koneiden ja käsityökalujen käytössä on huomioitava turvallisuus olennaisena osana tekemistä. Kehitettävät työvaiheet arvioidaan myös turvallisuuden kannalta, eikä ne tule aiheuttaa ylimääräisiä riskitekijöitä valmistusprosessin aikana. Turvallisuuden osalta on huomioitava, onko valmistajana peruskoulun oppilas vai esimerkiksi kansalaisopiston kurssilainen. Toiminnan tulee molemmissa tapauksissa olla turvallista, mutta peruskoulun oppilaan toimintaan käsityön oppimis- ja työympäristössä liittyy työturvallisuuteen liittyviä rajoitteita, jotka ohjaavan opettajan on huomioitava toiminnasta. Esimerkiksi joitain laitteita peruskoulun oppilas saa käyttää vain opettajan välittömässä valvonnassa. (ks. [Liite 1.](#)) Samoja laitteita voi käyttää kansalaisopiston kurssilainen perehdytyksen saatuaan.

Opetuksen järjestäjän velvoittaa huolehtimaan opettavien työturvallisuudesta sekä Perusopetuslaki (628/1998), Pelastuslaki (379/2011) että Työturvallisuuslaki (738/2002). Opetettavat tulee perehdyttää käsityön oppimis- ja työympäristöstä löytyviin koneisiin, laitteisiin ja työkaluihin. Jotta työskentely olisi turvallista tulee opettavien ymmärtää turvallisen työskentelyn periaatteet ja olla perehdytetty tilojen turvallisuuskulttuuriin. (Inki, Lindfors & Sohlo, 2011, 9, 44.)

Kitaran tulee kestää käyttöä rikkoontumatta, sillä särkyessään jännityksessä olevat kielet voivat mahdollisesti aiheuttaa käyttäjälleen vammoja.

3.2.8 Ekologinen perusta

Kitara ja sen valmistusprosessi voivat tuntua lähtökohtaisesti hyvinkin kestävä kehityksen mukaisilta. Käytetäänhän siinä suurimmilta osin uusiutuvia materiaaleja, ja soittimen pitkä käyttöikä sekä korjattavuus puoltavat tätä yhteyttä. Kestävä kehityksen käsittelyä osana tutkimusta voidaan perustella materiaalivalintoihin liittyvin seikoin. Kitaran valmistuksessa käytetään edelleen puulajeja, jotka ovat uhanalaisia tai ominaisuuksiltaan katoava luonnonvara hitaan kasvun vuoksi.

Kestävä kehityksen määritelmiä on paljon, mutta yksinkertaistettuna kestävä kehitys tarkoittaa kehitystä, joka on mahdollista myös tulevaisuudessa. Kestävä kehitys on ymmärrettävä kokonaisuutena, johon liittyy sosiaalinen, poliittinen, tutkimuksellinen, taloudellinen ja luonnonvarojen ympäristö. Kestävä kehityksen ajatuksena on löytää luonnonvarojen käytössä tasapaino, joka mahdollistaisi tulevien sukupolvien kehityksen. (Elliott 2012, 16–19.) Yksi kestävä kehityksen tärkeä osa on biodiversiteetin, luonnon monimuotoisuuden, suojeleminen. Sademetsät ovat biodiversiteetin kannalta erityisen tärkeässä asemassa, sillä koko maapallon lajeista vähintään kaksi kolmasosaa elää sademetsissä. (Staff & Wilson 1988, 119–122.) Madagaskarin sademetsissä tapahtuva ruusupuun kaataminen on yksi maailman suurimmista paikallista biodiversiteettiä uhkaavista tapahtumista. Ruusupuun on haluttu materiaali erityisesti huonekaluteollisuudessa ja soittinrakennuksessa sen kauniin värin ja syykuvion sekä hyvien akustisten ominaisuuksien vuoksi. Ruusupuuta on käytetty kitaroiden sivujen ja pohjien materiaalina edellä mainituista syistä. CITES lajisuojelumääritelmän mukaisesti kaikesta Madagaskarin ruusupuun viennistä tulisi olla CITES-todiste ja valtion hallinnon toimia laittoman kaatamisen estämiseksi on kehoitettu lisäämään (Barrett 2010, 1109–1110). Ruusupuulle on etsitty vaihtoehtoisia materiaaleja elinvoimaisista puulajeista, joiden akustisia ominaisuuksia on pyritty parantamaan esimerkiksi lämpökäsittelyn avulla. Soitinpuun lämpökäsittelyä on tutkittu Suomessa vuodesta 1996. Lämpökäsittelyä on kehitetty siten, että prosessista voidaan käyttää termiä ”vanhentaminen”, sillä oikein lämpökäsittely puu vastaa vuosikymmeniä vanhenneen puun akustisia ominaisuuksia. (Nieminen R. & Nieminen P. 2020.)

Kestävä kehitys voidaan ajatella laajana, lähes kaikkeen toimintaan ja valintoihin liittyvänä toimintana. Kestävän kehityksen ajatus käsitöissä on läsnä monella eri tapaa. Käsitöitä tekevä pohtimaan kestäen kehityksen osuutta esimerkiksi materiaalivalinnoissa. Valittavana voi olla esimerkiksi kierrätysmateriaali, fossiilisesta materiaalista jalostettu komposiittimateriaali, uhanalaisesta puulajista saatu materiaali tai nopeasti uusiutuvasta puulajista saatu materiaali. Kitaran valmistuksessa kestävä kehityksen ajatusta lienee ajavat enemmän taloudelliset kuin ympäristöekologiset syyt. Hukkamateriaalin minimointi valmistusprosessissa vaikuttaa positiivisesti tuotteen taloudelliseen kannattavuuteen, sekä soittimien korjaaminen työllistää soitinrakentajia valmistustöiden ohessa. Toisaalta kitaroita voidaan pitää verrattain pitkäikäisinä tuotteina, jotka oikein säilytettynä ja käytettynä voivat olla käytössä satoja vuosia soinnin parantuessa tuhansien soittotuntien kertyessä. Valtaosa soitinrakentajista ovat yksimielisiä siitä, että kielisoittimen sointi paranee etenkin ensimmäisten vuosikymmenien soittamisen aikana. (Carlier, Brémaud & Gril 2009.)

Kitaranrakennuksessa yleisesti parhaana materiaalina kanteen pidetään joko hitaasti kasvanutta, suorasyistä ja oksatonta kuusta, tai samat kriteerit täyttävää setriä. Puumateriaalin tulee olla säteittäin sahattua, jolloin vuosirenkaat kulkevat 90:n asteen kulmassa ja kulkevat mahdollisimman lähekkäin. Sivuihin ja pohjaan taasen suositaan ruusupuuta, mahonkia tai vaahteraa. Otelaudassa voidaan käyttää myös eebenpuuta. Huomionarvoista on se, että kaikki mainitut puulajit eivät itsessään ole uhanalaisia, mutta niiltä vaaditut ominaisuudet täytyvät yleensä hitaasti kasvaneissa ja vanhoissa puuyksilöissä, jotka ovat tarpeeseen nähden katoava luonnonvara juuri hitaan kasvamisen vuoksi. (French, Handy & Jackson 2009.)

Biokomposiitin käyttöä kansimateriaalina on tutkittu pienimuotoisesti ukulele soittimien kansissa. Tutkimus antaa lupaavaa näyttöä biokomposiitin mahdollisuuksista, mutta ei vielä ole tarpeeksi kehittynyttä puun korvaajaksi soinnillisesti. (Philips 2009, 76–77.)

3.3 Laatutavoitteiden määrittely

Laatutavoiteteoreema rakennetaan aietuotteen eksistenssiehdoista eli perusehdoista ja niistä johdetuista laatutavoitteista. Laatutavoitekriteereillä tarkoitetaan aietuotteelle asetettavia ehtoja eli kriteerejä. (Metsärinne & Kallio 2011, 49.) Tässä tutkimuksessa eksistenssiehdoista (ks. Luku 3.2) johdettu laatutavoiteteoreema koostuu kolmesta laatutavoitekriteeristä: rakenne, käytettävyys ja esteettisyys. Nämä laatutavoitekriteerit ovat yhteydessä kaikkiin eksistenssiehtoihin, joten laatutavoitteiden täyttymistä täytyy mitata jakamalla laatutavoite pienempiin mitattaviin osiin, joita kutsutaan dimensioiksi. Laatutavoitekriteereille on määriteltävä odotusarvot eli dimensiot, joiden avulla voidaan arvioida laatutavoiteteoreeman toteutumista. (Metsärinne & Kallio 2011, 50.) Laatutavoitekriteereistä on johdettu laatutavoitedimensioita, jotka ovat mitattavia kitaran ominaisuuksia. Eksistenssiehdoista johdetut dimensiot ovat kitaran kielten jännitysvoiman sietokyky, kielten korkeus, kaulan muoto, sointi, mittatarkkuus ja viimeistely. (ks. Taulukko 4.)

Laatutavoitedimensio on siis mitattava aihe, ja mittauksen mahdolliset lopputulemat on eritelty arviointikohteiden operationalisointi -kohdassa. Kokonaisuuden hahmottamisen helpottamiseksi lopputulemat on pisteytetty nollassa kahteen pisteeseen kriteerien täyttymisen mukaan. Eri kohtia ollessa kahdeksan, laatutavoiteteoreeman täytyminen jokaiselta osa-alueeltaan antaa mittaustulosten yhteenlasketuksi tulokseksi 18 pistettä. Kun taas kitara, joka ei kestä kielten aiheuttamaa vetoa tallan ja satulan välillä katketen kahteen osaan, saa 0 pistettä. Kahdessa osassa oleva soittokelvoton kitara ei ole kitara tässä tutkimuksessa esitettyjen eksistenssiehtojen mukaan.

0 p. Tarkoittaa, että dimensio ei täytä laatutavoitekriteeriä eikä eksistenssiehtoa.

1 p. Tarkoittaa mittaustuloksen täyttävän kohtalaisesti sille asetetut laatutavoitekriteerit ja eksistenssiehdon, mutta mittaustulos ei ole asetetun tavoitteen mukainen.

2 p. Tarkoittaa laatutavoitedimension täyttävän kaikki sille asetetut tavoitteet.

Ensimmäisenä kitaran laatutavoitedimensiona on kitaran kielten jännitysvoiman sietokyky. Tämä on kitaran koko toiminnalle ja olemassaololle tärkeä ehto, sillä mikäli kitara ei kestä kielten aiheuttamaa painetta katkeamatta, eikä sillä näin ollen voida soittaa, onko se kitara alkuunkaan? Tämä laatutavoitedimensio mitataan visuaalisesti. Mikäli kitarassa ei näy merkkejä liiallisesta taipumisesta tai murtumista, saumat kestävät, eikä ylimääräisiä rakoja

näy, dimensiosta annetaan täydet kaksi pistettä. Mikäli kitarassa näkyy ylimääräistä taipumista tai kielten jännityksen aiheuttama esteettinen vika, kuten pieni halkeama, dimensiosta annetaan yksi piste. Nolla pistettä saa kitara, joka ei kestä kielten sille aiheuttamaa painetta.

Toisena dimensiona on kielten korkeus, joka mitataan käyttökokeella sekä työntömitalla tai rakotulkilla. Täydet kaksi pistettä dimensiosta kitara saa, mikäli soittaminen on vaivatonta ja kielten korkeus kahdennentoista nauhan kohdalta mitattuna on $\pm 0,5$ mm viitearvon sisällä. Viitearvot 6. kielellä 4,0 mm ja 1. kielellä 3,0 mm. Ensimmäisen nauhan kohdalta mitattuna kielten korkeus tulisi olla 1,0 mm. Yhden pisteen dimensiosta saa, mikäli kitaraa soittaessa tuntuu hieman ylimääräistä hankaluutta tai voimakkaasti soittaessa jossain otelaudan kohdassa kuuluu kielten särinää nauhaa vasten tai kielten korkeus ylittää tai alittaa $\pm 0,5$ mm viitearvon kahdennentoista nauhan päältä kielen alapintaan mitattuna. (6. kielellä 4,0 mm ja 1. kielellä 3,0 mm). Nolla pistettä dimensiosta saa, mikäli vapaita kieliä soittaessa kielet särisevät nauhoja vasten tai/ja kielten painaminen otelautaa vasten ja puhtaan äänen muodostaminen on erityisen haastavaa tai mahdotonta.

Kolmas dimensio on kaulan muoto, joka mitataan käyttökokeella, sekä kopiokammalla. Mikäli kaula on poikkileikkaussapluunan muotoinen, sekä tuntuu käytettäessä miellyttävältä, saa dimensiosta kaksi pistettä. Jos taas kaulan muoto poikkeaa poikkileikkaussapluunasta ja/tai tuntuu soittaessa hieman epämiellyttävältä, mutta kaikki soinnut ovat soitettavissa, saa dimensiosta yhden pisteen. Mikäli kaulan muoto estää sointujen muodostamisen ja kitaran käytön, saa dimensiosta nolla pistettä.

Neljäntenä dimensiona on sointi, joka mitataan käyttökokeella sekä viritysmittarilla. Mikäli kitara soi koko otelaudan alueelta ilman sivuääniä ja viritys säilyy koko otelaudan alueella soittaessa, saa kitara dimensiosta täydet kaksi pistettä. Jos jossain otelaudan kohdassa soittaessa kuuluu sivuääniä ja/tai viritys ei säily koko otelaudan alueella, saa dimensiosta yhden pisteen. Mikäli soittaessa vapaita kieliä kuuluu sivuääniä, viritys ei pysy tai soittaminen on mahdotonta, saa dimensiosta nolla pistettä.

Viidentenä dimensiona on kitaran ominaisresonanssitaajuus, joka mitataan kaiuttimen avulla. (ks. Luku [3.1.3](#)) Mikäli ominaisresonanssitaajuus on vertailukitaroiden mukainen 203–217 Hz, saa kitara dimensiosta kaksi pistettä. Jos ominaisresonanssitaajuus poikkeaa vertailukitaroiden ominaisresonanssitaajuudesta maksimissaan 10 Hz, eli on 193 Hz – 227 Hz välillä, saa dimensiosta yhden pisteen. Nolla pistettä saa, jos ominaisresonanssitaajuus

poikkeaa vertailukitaroiden ominaisresonanssitaajuudesta yli 10 Hz, eli on joko alle 192 Hz, tai yli 228 Hz.

Kuudentena dimensiona on mittatarkkuus, joka mitataan käsityön oppimis- ja työympäristöstä löytyvillä mittavälineillä, kuten työntömitalla, kopiokammalla ja rakotulkilla. Kaksi pistettä saa, jos kitara on suunnitelmien mukainen, satulan ja tallan välinen etäisyys on millin kymmenyksen tarkkuudella. Muuten rakenne saa olla $\pm 0,7$ mm viitearvossa. Jos kitara ei ole täysin suunnitelmien mukainen, eli ylittää viitearvon, mutta käytettävyys ei kärsi merkittävästi, dimensiosta saa yhden pisteen. Nolla pistettä dimensiosta saa, mikäli kitara poikkeaa piirustuksista niin paljon, että se ei toimi käyttötarkoituksessaan.

Seitsemäntenä dimensiona on kitaran massa, joka mitataan vaa'alla. Dimensiosta saa kaksi pistettä, mikäli kitaran massa on 1070 gramman ja 2240 gramman välillä. (Ulrik 2015) Yhden pisteen saa, mikäli kitaran massa ylittää 2240 grammaa, mutta on alle 2300 grammaa. Nolla pistettä dimensiosta saa, jos kitaran massa on yli 2300 grammaa tai alle 1000 grammaa.

Viimeisenä, kahdeksantena, dimensiona on viimeistely, joka mitataan visuaalisesti ja haptisesti, eli tuntoaistiin perustuen. Kaksi pistettä dimensiosta saa, jos kitara on viimeistellyn näköinen ja tuntuinen, eikä kitarassa ole havaittavissa visuaalisesti työvirheitä metrin etäisyydeltä tarkasteltuna. Yhden pisteen dimensiosta saa, mikäli kitaran viimeistelyssä on nähtävissä metrin päästä tarkasteltuna virheitä, tai tunnettavissa sitä käsiteltäessä virheitä, jotka eivät vaikuta käytettävyyteen merkittävästi. Nolla pistettä dimensiosta saa, mikäli viimeistelyn virheet vaikuttavat merkittävästi käytettävyyteen, esimerkiksi nauhan reuna raapii ihoa tai soitettaessa tulee tikkuja ihoon.

Laatutavoiteteoreeman havainnollistamiseksi edellä mainitut dimensiot sekä niiden operationalisoinnit ovat taulukoituna. Taulukossa on vasemmalla laatutavoitekriteeri, joka on kaikissa dimensioissa toisistaan erottamatta rakenne, käytettävyys ja esteettisyys. Keskisarakkeessa on laatutavoitedimensiot, sekä niiden mittaustavat. Oikeanpuoleisessa sarakkeessa on jaoteltuna arviointikohteiden operationalisointi pisteytettynä dimension toteutumisen mukaan. (ks. Taulukko 4.)

Taulukko 4. Laatutavoiteteoreema taulukoituna. Taulukossa arviointikohteet on operationalisoitu pisteyttäen mahdollisia mittaustuloksia laatutavoitteen täyttymisen mukaan. Kaikki laatutavoitedimensiot on johdettu kaikista laatutavoitekriteereistä.

Laatutavoitekriteeri	Laatutavoitedimensio	Arviointikohteiden operationalisointi
Rakenne, käytettävyys ja esteettisyys linkittyvät kaikissa laatutavoite-dimensioissa toisiinsa.	1. Kitaran kielten jännitysvoiman sietokyky, mitataan visuaalisesti.	2 p. Kitarassa ei näy merkkejä liiallisesta taipumisesta tai murtumista. Saumat kestävät. Ylimääräisiä rakoja ei näy.
		1 p. Kitarassa näkyy hieman ylimääräistä taipumista tai pieni esteettinen vika, kuten hiushalkeama.
		0 p. Kitara ei kestä kielten aiheuttamaa kuormaa ja särkyä kielten virityksessä tai soitettaessa.
	2. Kielten korkeus, mitataan käyttökokeella sekä työntömitalla tai rakotulkilla.	2 p. Kitaran soittaminen on vaivatonta ja kielten korkeus kahdennentoista nauhan kohdalta mitattuna on $\pm 0,5$ mm viitearvon sisällä (Viitearvot 6. kielellä 4,0 mm ja 1. kielellä 3,0 mm) sekä kielten korkeus ensimmäisen nauhan kohdalta mitattuna on 1 millimetri.
		1 p. Kitaran soittamisessa tuntuu hieman ylimääräistä hankaluutta tai voimakkaasti soitettaessa jossain otelaudan kohdassa kuuluu kielten särinää nauhaa vasten. Kielten korkeus ylittää tai alittaa $\pm 0,5$ mm viitearvon. (4,0 mm ja 3,0 mm)
		0 p. Vapaita kieliä soitettaessa kielet särisevät nauhoja vasten. Kielten painaminen otelautaa vasten ja puhtaan äänen muodostaminen on erityisen haastavaa tai mahdotonta.
3. Kaulan muoto, mitataan käyttökokeella, sekä poikkileikkaussapluunalla	2 p. Kaula on poikkileikkaussapluunan muotoinen, sekä tuntuu käytettäessä miellyttävältä	
	1 p. Kaulan muoto poikkeaa poikkileikkaussapluunasta ja/tai tuntuu soitettaessa hieman epämiellyttävältä, mutta kaikki soinnut ovat soitettavissa.	
	0 p. Kaulan muoto ei vastaa poikkileikkaussapluunaa, muoto estää sointujen muodostamisen ja kitaran normaalin käytön.	

	4. Sointi , mitataan käyttökokeella sekä viritysmittarilla	2 p. Kitara soi koko otelaudan alueelta ilman sivuääniä ja viritys säilyy koko otelaudan alueella soitettaessa.
		1 p. Jossain otelaudan kohdassa soitettaessa kuuluu sivuääniä ja/tai viritys ei säily koko otelaudan alueella.
		0 p. Soitettaessa vapaita kieliä kuuluu sivuääniä, viritys ei pysy tai soittaminen on mahdotonta.
	5. Ominaisresonanssitaajuus , mitataan kaiuttimen avulla. (ks. Luku 3.1.3)	2 p. Ominaisresonanssitaajuus on vertailukitaroiden mukainen 203–217 Hz.
		1 p. Ominaisresonanssitaajuus poikkeaa vertailukitaroiden ominaisresonanssitaajuudesta maksimissaan 10 Hz.
		0 p. Ominaisresonanssitaajuus poikkeaa vertailukitaroiden ominaisresonanssitaajuudesta yli 10 Hz.
	6. Mittatarkkuus , mitataan eri mittaustyökaluilla	2 p. Kitara on suunnitelmien mukainen, satulan ja tallan välinen etäisyys on millin kymmenyksen tarkkuudella. Muuten rakenne on $\pm 0,7$ mm viitearvossa.
		1 p. Kitara ei ole täysin suunnitelmien mukainen, viitearvot ylittyvät käytettävyyden kärsimättä.
		0 p. Kitara ei vastaa piirustuksia, eikä se toimi käyttötarkoituksessaan.
	7. Massa , mitataan vaa'alla.	2 p. Kitaran massa on 1070 gramman ja 2240 gramman välillä. (Ulrik 2015)
		1 p. Kitaran massa ylittää 2240 grammaa, mutta on alle 2300 grammaa.
		0 p. Kitaran massa on yli 2300 grammaa tai alle 1000 grammaa
	8. Viimeistely , mitataan visuaalisesti ja haptisesti, eli tuntoaistiin perustuen	2 p. Kitara on viimeistellyn näköinen ja tuntuinen, kitarassa ei ole havaittavissa visuaalisesti työvirheitä metrin etäisyydeltä tarkasteltuna.
		1 p. Kitaran viimeistelyssä on nähtävissä tai tuntuu virhe, joka ei vaikuta käytettävyyteen merkittävästi.
		0 p. Kitaran viimeistelyssä on virheitä, jotka vaikuttavat merkittävästi käytettävyyteen, esimerkiksi nauhan reuna raapii ihoa tai soitettaessa tulee tikkuja ihoon.

3.4 Tutkimuskysymykset

Tutkimusongelmana on: ”Akustisen kitaran yksinkertaistetun käsityö-/valmistusprosessin kehittäminen.” Tutkimusongelmaan etsitään vastausta seuraavien tutkimuskysymysten perusteella:

1. Mitkä kitaranvalmistusprosessin työvaiheet ovat haastavia, eli vaativat erikoistyökaluja ja/tai erityistä käsityötaitoa?
2. Miten ensimmäisessä kysymyksessä valittuja kitaranvalmistusprosessin haastavia työvaiheita voisi yksinkertaistaa?
3. Täyttääkö yksinkertaistetuilla työmenetelmillä valmistettu akustinen kitara sille asetetut laatutavoitteet?

3.5 Tutkimusmittarien operationalisointi

Valmistetun tuotteen laatutavoiteteoreeman täyttyminen arvioidaan kolmen pääasiallisen mittaustavan avulla; esteettinen mittaus tunto- ja näköaistiin perustuen, mitalla mitaten tai käyttökokeellisesti arvioiden. Mittaustilanne tapahtuu sekä esteettisesti, että mitalla mitattavien kriteerien osalta samassa oppimis- ja työympäristössä, missä kitara on valmistettu käyttäen tilasta löytyviä mittalaitteita. Käyttökoe tapahtuu lopullisessa käyttökohteessa kotona, soittajan omalla soittopaikalla. Mitattavat aihealueet ovat eriteltynä edellä taulukossa 4. (ks. Luku [3.3](#)) Kitaran ensimmäistä ominaisresonanssitaajuutta verrataan vertailukitaroihin, joissa ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus on 203 Hz ja 204 Hz. (ks. Luku [3.1.3](#))

Arviointikriteerien operationalisoinnit johdettiin teoriaosuudesta. Tavoitteita asetettaessa otettiin huomioon se, että soittimen soinnin tutkiminen on oma tutkimusaiheensa kitaran soinnin kompleksisuuden vuoksi, sen lisäksi soinnin tutkiminen vaatii hyvät mittauslaitteet joita ei ollut saatavilla. Tutkimuksessa päätettiin suhteuttaa arviointikriteerien operationalisoinnit tarkkuuteen, joka on mahdollista mitata käsityön oppimis- ja työympäristössä sekä kitaran lopullisessa käyttökohteessa toisen tutkijan kotona. Kuten laatutavoiteteoreemasta selviää, täysin laatutavoiteteoreeman täyttävä kitara on etäältä tarkasteltuna lähes virheetön ja toimii käyttötarkoituksessaan, kitaralla voi soittaa niin kuin vertailukitaralla.

4 Todistamisteoreettinen osa

4.1 Yksinkertaistetun akustisen kitaran valmistusprosessin suunnittelu

Tässä kappaleessa vastaamme ensimmäiseen tutkimuskysymykseen: ”Mitkä kitaranvalmistusprosessin työvaiheet ovat haastavia, eli vaativat erikoistyökaluja ja/tai erityistä käsityötaitoa?” Jotta työvaiheen haastavuus voidaan todeta, on haastava työvaihe määriteltävä ensin itsessään (ks. Luku [4.1.1](#)) Kun on määritelty haastava työvaihe, voidaan valikoida opaskirjoista haastavimmat työvaiheet. (ks. Luku [4.1.2](#)) Valikoituihin työvaiheisiin suunnitellaan yksinkertaistuksia, jonka tavoitteena on vastata toiseen tutkimuskysymykseen: ”Miten ensimmäisessä kysymyksessä valittuja kitaranvalmistusprosessin haastavia työvaiheita voisi yksinkertaistaa?” (ks. Luku [4.1.3](#)) Työvaiheiden yksinkertaistamisen onnistumista arvioidaan lopulta luotettavuusteoreettisessa osiossa. (ks. Luku [5.1](#))

Tämän tutkimuksen tarkoituksena ei ole suunnitella tai kehittää kitaraa, vaan pureutua haastaviin työvaiheisiin, sekä pyrkiä yksinkertaistamaan niitä. Tavoitteena on siis valmistaa piirustusten mukainen kitara, joka toimii mahdollisimman hyvin käyttökohteessaan ja täyttää sille asetetut laatuvaatimukset, mutta valmistusprosessin haastavissa vaiheissa on käytetty yksinkertaistuksia. Aluksi on siis määriteltävä, mitä tarkoittaa haastava työvaihe kitaran valmistuksessa, jonka jälkeen voidaan valikoida kitaranvalmistusprosessista haastavimmat työvaiheet, joihin pyritään löytämään keinoja yksinkertaistaa tai helpottaa niitä. Helpottamisen tai yksinkertaistamisen keinoja voivat olla esimerkiksi erityisen virheherkän tai haastavan osan ostaminen valmiina tai sen valmistusprosessiin liittyvän apuvälineen kehittäminen, jonka avulla työvaiheen onnistumisen mahdollisuuksia parannetaan.

4.1.1 Haastavan työvaiheen määritelmä

Haastava työvaihe määritellään tässä tutkimuksessa kahden päätekijän mukaan, jotka ovat hienomotoriseen vaativuuteen sekä oppimis- ja työympäristön työkalu- tai laitekantaan liittyvät tekijät. Työvaihe, jossa virhemarginaalit ovat pieniä ja työn epäonnistuminen todennäköistä ilman edistyneempiä motorisia taitoja käsityökalujen käytössä voidaan pitää hienomotorisesti haastavana. Toisaalta työvaihe, jonka toteuttamiseen tarvitaan erikoistyökaluja, jotka ei ole järkevästi itse valmistettavissa, eikä niitä löydy yleisesti

puuteknologian oppimis- tai työympäristöstä ovat valmistusprosessin organisoinnin kannalta haastavia.

Arvio toteutetaan ennen varsinaista valmistusprosessia kitaran valmistusoppaita tutkimalla ja työvaiheiden haastavuuden arvioimalla motorisen oppimisen kolmivaiheisen teorian mukaan (ks. Luku [3.1.5](#)), sekä tutkijoiden kokemukseen eri puuteknologian oppimis- ja työympäristöistä ja työympäristöstä, jossa valmistusprosessi tapahtuu. Työvaiheet luokitellaan työvaiheeseen liittyvän koko työn epäonnistumisen riskin ja virhemarginaalien mukaan. Mikäli työvaiheessa on suuret virhemarginaalit ja työstövirhe ei aiheuta koko työstettävän osan tai kitaran uudelleen valmistamista, määritellään se aloittelijavaiheen käsityöläiselle hyvin toteutettavissa olevaksi.

4.1.2 Haastavimpien työvaiheiden valikointi

Opaskirjoja tutkimalla otelaudan valmistus on yksi työvaihe, jossa vaaditaan erityistä tarkkuutta virhemarginaalien ollessa pieniä. Mikäli otelaudan nauha on hiemankaan väärässä kohdassa, aiheuttaa se kyseisen nauhan kohdalta väärässä vireessä olevan soinnin. Nauhojen sijainnit ilmoitetaan piirustuksessa millin kymmenyksen tarkkuudella (ks. [Liite 2](#)). Nauhojen etäisyydet toisistaan muuttuvat mitä lähemmäksi ääniaukkoa tullaan, sekä etäisyydet riippuvat kitaran mensuurista. (ks. Luku [3.1.2](#)) Doubtfire mainitsee opaskirjassaan nauhaurien sahauksen vaativan suurta tarkkuutta (Doubtfire 1981, 93.)

Kaulaliitos on mahdollista tehdä joko lohenpyrstöliitoksena, jossa kaikukopan sisälle liimataan vastakappale eli kaulablokki, tai espanjalaisena liitoksena, jossa sivut kiinnittyvät kaulassa oleviin, niitä varten tehtyihin sahausuriin. Opaskirjojen perusteella lohenpyrstöliitosta suositetaan massatuotannossa sen tuotannollisen tehokkuuden vuoksi, mutta sen onnistuminen vaatii todella tarkkoja jigejä ja tarkkaa esivalmistelua. (Doubtfire 1981, 42.)

Kaulan muotojen veistäminen on haastavaa, sillä kaulan muoto on koko matkalta erilainen. Kaulan muodon pitäisi olla soittoergonomian kannalta oikeanlainen, eikä kaula saa ohentua työstettäessä liikaa, sillä kaulaan kohdistuu kielten jännityksen aiheuttama voimakas vääntö ja puristus. (Doubtfire 1981, 45–49)

Kannen ja pohjan tukilistat sivuihin liimaamista varten tehdään listasta, joka muotoillaan ja siihen sahataan 7 mm välein 7 mm syvyinen ura. Näitä sahauksia tulee paljon, joten tällaisen

listan valmistamiseen tehokkaasti ja tarkasti vaaditaan jigi. Sahausten voi tehdä sekä vannesahalla, että sahaustuen avulla selkäsahalla käsin. (Doubtfire 1981, 54–55)

4.1.3 Haastavimpien työvaiheiden yksinkertaistaminen

Valmiina kitaraan päätettiin ostaa otelauta, talla sekä rosette. Otelaudan tekeminen päädyttiin jättämään prosessista pois, sillä kuten aiemmassa luvussa todettiin, on se todella kriittinen kitaran toimivuuden kannalta virhemarginaalien ollessa todella pieniä. Valmiita otelautoja mensuurin mukaan saa ostettua kohtuulliseen hintaan. Eräässä suomalaisessa nettikaupassa valmis ruusupuinen 652 mm mensuurisen kitaran otelauta nauhoineen maksaa 20 € (landola.fi). Valmista otelautaa käyttämällä kitara soi oikeilta korkeuksilta, mikäli mensuuri on onnistuttu pitämään piirustusten mukaisena, sekä kitara kestää rakenteellisesti kielten aiheuttaman jännitteen. Tallan valmistaminen on otelaudan tapaan pieniä virhemarginaaleja sisältävä prosessi. Talla on myös hyvin halpa yksittäinen osa, joka on standardikokoinen klassisissa kitaroissa. Talla päätettiin siis myös ostaa valmiina. Roseten rooli kitarassa on halkeamisen eston lisäksi lähinnä kosmeettinen. Pienistä viilupaloista kasattu mosaiikkilista, josta rosette tehtäisiin käsin, veisi paljon aikaa ja vaatisi tarkkaa tekemistä. Tällä työpanoksella ei olisi suoraa vaikutusta kitaran toimintaan, jonka vuoksi myös rosette päädyttiin ostamaan valmiina.

Kaulaliitos päätettiin tehdä espanjalaiseen tyyliin, jolloin pieni epätarkkuus sahausessa on mahdollista säätää vielä liimausvaiheessa kohdalleen. ”guitar AND neck AND joint” - hakusanalla utuvolter -tietokannasta haettuna löytyi 120 patenttia, joista kymmenen liittyi kaulaliitoksen jyrsimiseen jyrsimellä. (utuvolter.fi) Tästä voimme päätellä, että kaulaliitokseen liittyvät työvaiheet ja niiden tehostaminen tai helpottaminen on aihe, joka on askarruttanut myös muita.

Tallan liimaaminen vaatii erikoispuristimia, joissa on ääniaukon sisään ulottuva pitkä leuka. Tutkimuksen prosessissa päädyttiin suunnittelemaan kitaran sisälle tulevat liimaustuet, jotka mahdollistavat puristimien käytön kitaran ympäriltä.

Kitaran kaulan muoto muuttuu tasaisesti ensimmäiseltä nauhalta aina nauhalle 12 asti. Kaulan muotojen sekä lavan muotojen työstämisen avuksi päädyttiin laserleikkaamaan vaneriset sapluunat. Laserleikatut sapluunat ja mallineet auttavat monessa prosessin vaiheessa, sillä lasertyöstöasemalla on mahdollista tehdä todella mittatarkkoja kappaleita, joita voi hyödyntää

prosessin eri vaiheissa. Hyvä sapluuna auttaa tekijää hahmottamaan työstettävää muotoa paremmin, mikä taas auttaa ehkäisemään esimerkiksi liian voimakasta materiaalin poistoa.

4.2 Yksinkertaistetun akustisen kitaran valmistusprosessi

4.2.1 Materiaalien valinta

Materiaalien valinnassa on otettava huomioon puun syykulku, sekä puulajin ominaisuudet. Valmistettavaan kitaraan valikoitui materiaalit saatavuuden, hinnan ja ominaisuuksien perusteella. Kaulan, pohjan ja sivujen materiaaliksi valitsimme kirsikkapuun, kansi kuusesta, otelauta ja talla ruusupuusta, kitaran lavan koristeviilut saarnesta ja ebenpuusta, sekä talla ja satula poron sarvesta.

Halachan ym (2014) selvittivät fysikaalis-akustisessa tutkimuksessaan, voisiko jousisoittimissa (lähinnä akustisen kitaran kannessa tai viulussa) käyttää jotain muita puulajeja, kuin kuusta. Tutkimuksessa keskityttiin erilaisiin makeahedelmäpuihin, kuten kirsikka-, makeakirsikka-, päärynä-, omena-, pähkinä- ja luumupuuhun. Saadut tulokset osoittivat, että näiden lajien puuaines ei sovellu kanteen akustisilta, eikä fysikaalis-mekaanisilta ominaisuuksiltaan. Muihin osiin, kuten tallaan, sivuihin ja pohjaan puut sopivat hyvin. Tulosten mukaan makeakirsikkapuu oli kiinnostavin soitinrakennusta ajatellen, sillä sen akustiset arvot olivat samat tai lähes samat kuin vaahteralla, joka on suuresti arvostettu soitinpuu. Makeakirsikkaa siis voinee käyttää jousisoittimien valmistamisessa.

Kaulan, pohjan ja sivujen materiaaliksi valitsimme kirsikan ennen kaikkea sen helpon saatavuuden vuoksi. Kirsikkalauta oli myös säteittäin sahattu, eli tarpeisiimme juuri oikeanlainen. Se ei ollut myöskään kovin kallis, joten se sopi hyvin budjettiimme. Se auttoi myös omalta osaltaan valinnassa. Lisäksi tiesimme, että kirsikkaa on käytetty soitinrakennuksessa, sen verrattain suuren tiheyden (689–897 kg/m³) ja kovapuuluokitelman vuoksi. Vrt. Gonzalezin (1990) mukaan Engelmann-kuusen, uunikuiva tiheys on 385 kg/m³. (Nocetti ym, 2012.) Kitaran muissa osissa, kantta lukuun ottamatta, käytetään mahdollisimman tiheitä ja kovia puita, sillä kova puuaines värähtelee ja johtaa ääntä paremmin kuin pehmeä puuaines. Käytetty puulaji on siis aina yhteydessä äänen muodostumiseen hyvin merkitsevällä tavalla. Tiheyden ja kimmokertoimen vaihteluiden vuoksi jokaisella puulla on hieman omanlaisensa sointi. Goren (2011) mukaan takaosaan

käytetyn puun pitäisi olla tiheydeltään 550–800 kg/m³. Sitä kovempia puulajeja pitäisi ohentaa ohuemmiksi, jotta ne saataisiin värähtelemään herkemmin. Rakenteiden ohentaminen taas heikentää kitaran kestävyyttä, joka on epätoivottua. Pehmeämpiä puita käytettäessä materiaalivahvuus olisi oltava suurempi, jotta rakenteet kestävät. Paksumpi materiaalivahvuus taas vaikuttaa sointiin epätoivotulla tavalla. Väärää tiheyttä Goren (2011) luokittelun mukaan olevat puulajit ovat yhteydessä epätoivottuun materiaalivahvuuteen, kestävyteen ja sointiin. Valitsemamme kirsikkapuu on tiheydeltään 610–680 kg/m³, eli tiheys edellisen luokittelun mukaisesti viitearvoissa, joten sen pitäisi sopia käyttötarkoitukseensa hyvin.

Kitaran kannessa taas tulisi olla pehmeää puuta. Yleisimmin käytetty kansimateriaali on kuusi, mutta myös tiettyjä seetrilajeja käytetään. Farjon (2010) määritelmän mukaan kuusen eri lajeja on 38. Kitaranrakennuksessa arvostetuimmat lajit ovat sitka (*Picea sitchensis*), engelmänn (*Picea engelmannii*), ja eurooppalainen kuusi (*Picea abies*) (Bennett, 2016). Valitsimme kitaran kansimateriaaliksi engelmännin kuusen, eritoten sen helpon saatavuuden vuoksi. Se oli tosin aika kallis, mutta saimme muut kitaran osat edullisesti, joten ne kompensoivat kokonaisuutta sopivasti. Kokonaiskustannuksia ajatellen hinta pysyi siis maltillisena

Sekä otelauta, että talla tulivat ruusupuusta. Ostimme ne valmiina, sillä ne olivat kriittisiä osia tutkimuksen kannalta, sillä halusimme kitaran soivan mahdollisimman puhtaasti vireessä. Ruusupuuta käytetään kitaran osissa, joissa tarvitaan lujuutta, hyvää äänenvärähtelykykyä tai kulutuskestävyyttä. Otelauta on kovalla kulutuksella jatkuvan näppäilyn vuoksi, ja siksi kovat puut, kuten tässä tapauksessa ruusupuun, ovat luonnollinen valinta siihen. (Bennett, 2016.)

Satulassa ja tallassa on perinteisesti käytetty norsunluuta. Muita yleisesti käytettyjä materiaaleja on muiden eläinte messinki tai muovi. Luuta suositaan erityisesti sen akustisten ominaisuuksien vuoksi, mutta myös sen hienokiilloitusominaisuuksien ja tasalaatuisen valkoisen sävyn vuoksi. Jotta kielet pääsisivät liikkumaan mahdollisimman esteettömästi kieliurissa, urien täytyisi olla todella hienoksi kiilloitettu. Hienoksi kiilloitettu luu toimii myös akustiikan kannalta paremmin. (Cumpiano & Natelson 1993, 358.)

Koristeviilut valittiin puhtaasti esteettisistä syistä. Alle valitsimme vaalean saarniviilun ja päälle valitsimme tumman ebenpuun. Halusimme luoda kitaran ehkä näkyvimmän osan – lavan – koristelusta näyttävän, koristeviilujen keskinäisen suuren kontrastin avulla.

Koska tutkimuksessa keskitytään tuottamaan kitara yksinkertaistuksin, niin kielten, sekä viritinkoneiston valinnoilla ei ollut merkittävää tai lainkaan merkitystä. Kielinä käytimme klassisen kitaran yleisintä nylonkielisettiä, jossa bassokielissä on hopeoitu messinkipunos ja diskanttikielet ovat nylonkieliä. Viritinkoneisto on valmistettu messingistä, teräksestä ja muovista.

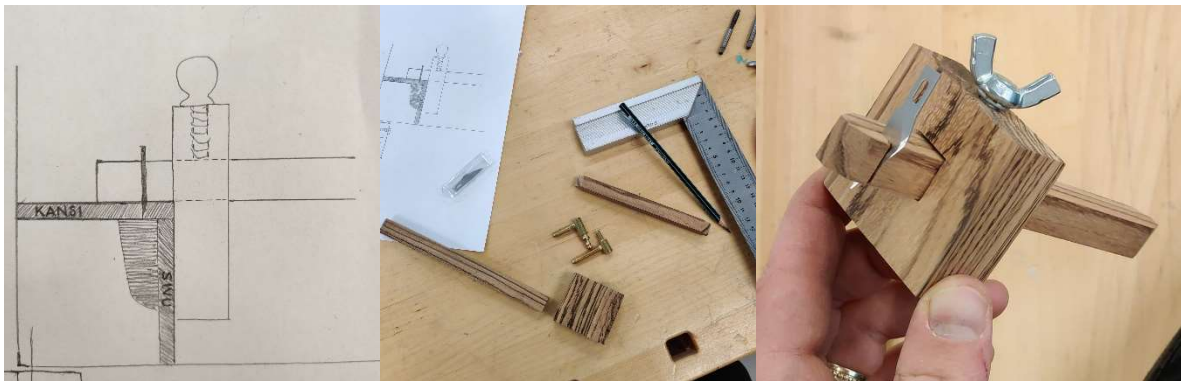
4.2.2 Mallineiden ja muottien valmistus

Kitaran valmistus alkaa huolellisella mallineiden ja muottien valmistuksella. Kitara on valmistusprosessin aikana hyvin heikkorakenteinen ennen varsinaista kokoonpanoa. Siksi valmistamisessa on järkevää käyttää apuna muotteja, jotka tukevat esimerkiksi sivujen muotoa haluttuun muotoon liimausta varten. Ilman muottia valmistus on todella haastavaa, vain kokeneimmat kitaranrakentajat pystyvät rakentamaan kitaran ilman muottia (Doubtfire 1981, 25–26).

Muotin valmistusta varten tarvitaan tarkat piirustukset kitarasta. Käytimme L. Legeayn vapaasti internetistä löytyvää piirustusta, josta tuotimme vektorigrafiikan CorelDRAW - tietokoneohjelmalla. (lupa piirustusten käyttöön kysytty 11.10.2022) Vektorigrafiikan avulla saimme tulostettua suurkuvatulostimella 1:1 tulosteen piirustuksista, sekä valikoitua muotoja, jotka leikkasimme laser-työstöasemalla laservanerista. Vaikka käytimme tulostamiseen suurkuvatulostinta, jouduimme kokoamaan piirustukset kahdesta kappaleesta, sillä tulostinrullan leveys ei riittänyt yhdellä kerralla tulostamiseen. Piirustuksista oli myös saatavilla A4 -kokoiset kuvat, jotka yhteen teippaamalla olisi saanut 1:1 piirustuksen tehtyä.

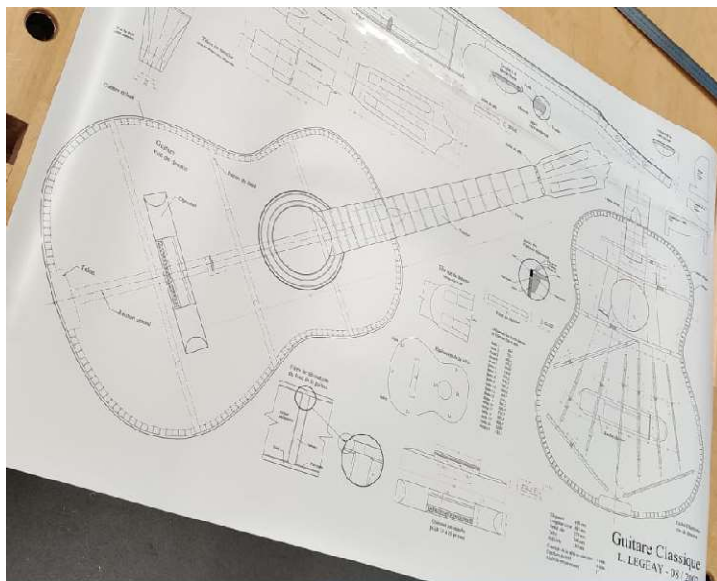
Skaalaukseen tuli 0,2 mm heitto, sillä ohjelmassa ei ollut täysin portaaton skaalaustoimintoa. (ks. [Liite 2](#). ja Kuva 6.)

Prosessin aikana tuotettiin myös piirustuksia erilaisten jigien ja työkalujen valmistamisesta. Käsitönn oppimis- ja työympäristöstä ei löytynyt reuna-aleikkuria, joten sellainen täytyi valmistaa itse. (ks. Kuva 5.)



Kuva 4. Vas. Reuna-aleikkurin toimintaa kuvaava havainnekuva ja suunnitelma. Kesk. Kappaleet sahattuina muotoonsa. Oik. Valmis työkalu. (Kuvat, Mustajärvi 2022)

Kaikukopan ulkomittojen piirustukset on mahdollista myös tehdä valmiista kitarasta mallina käyttäen. Suositus on kuitenkin hankkia hyvät piirustukset, jotka auttavat valmistusprosessia monessa vaiheessa sen sisältäen mittoja ja sapluunoita myös sellaisista osista, jotka ovat valmiista kitarasta vaikeampi mitata. (Cumpiano & Natelson 1993, 32.)



Kuva 5. Kitaran piirustukset 1:1 suurkuvatulosteena. (Kuva, Mustajärvi & Wendelius 2022)

Laserleikattuja malleja käyttämällä saimme jyrstyä pöytäjyrsimen laakeriohjauksellista kopioterää hyödyntäen lastulevyihin tarkasti piirustusten mukaiset muodot. Lastulevyistä liimattiin kierretankoja hyväksi käyttäen muotin puolikkaat, joiden kohdistaminen toisiinsa varmistettiin salvalla ja saumansuuntaisella puutapilla liitoskohdassa. Yhteen muotin puolikkaaseen liimasimme kuusi lastulevystä jyrstyä muotin muodon puolikasta päällekkäin. Liimauksessa puristimet asetettiin kiristyskahva vuoroin toiselle puolen pakkaa minimoiden näin puristimien aiheuttama sivusuuntainen vääntö. Kappaleet liimattiin toisiinsa B3 kosteudenkestävällä PVA-liimalla. (ks. Kuva 7.)



Kuva 6. Vas. Ensimmäisten muottikappaleiden leikkaaminen vannesahalla. Kesk. Kappaleiden liimaus. Liimauksessa puristimien kiristyskahvat vuorotellen toisella puolen pakkaa. Oik. Muotin muodon tarkistaminen laserleikatun kansimallineen avulla. (Kuvat, Mustajärvi & Wendelius 2021)

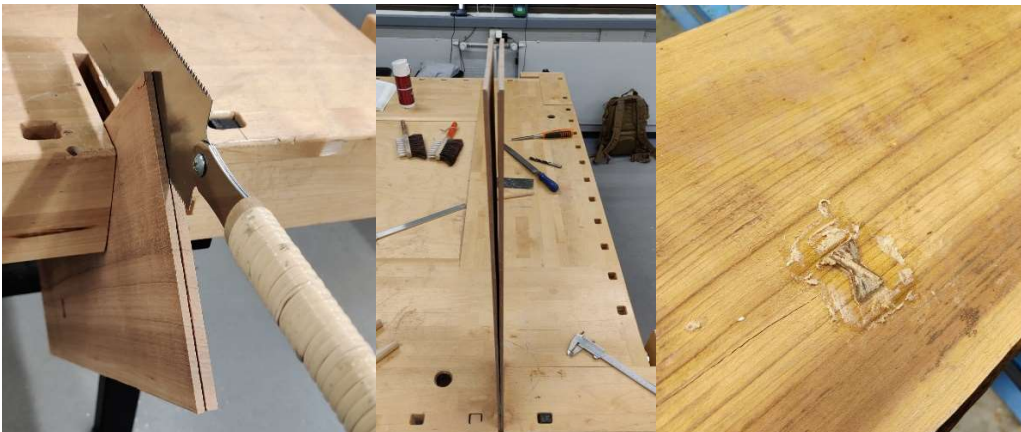
Lavan ja kaulan muotoilun avuksi valmistettiin piirustuksista vektorigrafiikan avulla viisi laservanerista sapluunaa. Lavan muotoilu suunniteltiin käsin piirtämällä, jonka perusteella luotiin vektorigrafiikka. Vektorigrafiikan avulla saatiin myös lavan malli lasertyöstöasemalla leikattua laservanerista. Lavan mallinetta käytettiin lavan muotojen piirtämisen apuna. (ks. Kuva 8.)



Kuva 7. Laserleikattuja sapluunoita, joista viisi vasemmanpuoleista sapluunaa on kaulan muotoilun avuksi ja oikealla laserleikattu lavan malline on lavan muotoilun avuksi.

4.2.3 Pohjan ja kannen valmistus

Pohjan valmistus aloitettiin sahaamalla pohjaan käytettävä materiaali halki kahteen osaan. Näin halkaistuna kannen puolikkaat avataan sahauspinnasta kirjan lailla, jolloin liimasauman molemmat puolet ovat syykulultaan lähestulkoon identtiset. Tämä työvaihe todettiin hienomotorisesti erittäin haastavaksi. Onnistuimme kuitenkin sahaamaan riittävällä tarkkuudella siten, että ainevahvuus säilyi riittävänä. Huomasimme materiaalissa olevan pienen halkeaman, jonka eteneminen päätettiin pysäyttää ruseteilla. Molempiin puolikkaisiin valmistettiin samasta puusta rusetit, sekä tehtiin puuhun rusetille sopiva reikä, johon rusetti liimattiin. (ks. Kuva 9.)



Kuva 8. Vas. ja kesk. Pohjapuun halkaisusahaus vetosahan avulla. Oik. Puussa olleen halkeaman jatkumisen estävä rusetti liimattuna. (Kuvat, Mustajärvi & Wendelius 2022)

Seuraavaksi mainitut työvaiheet ovat yhtenevät sekä kannen, että pohjan valmistuksessa. Puolikkaat höylättiin ja hiottiin samaan paksuuteen, jonka jälkeen liimapinta täytyi saada täysin yhteneväksi. Liimauksen onnistumisen kannalta on tärkeää, että liimattava pinta on

suora, ja valo ei saa läpäistä saumaa niitä yhteen painettaessa. Tähän pääsemiseksi liimattavat puolikkaat on kiinnitettävä höyläystukeen yhtäaikaisesti ja höylää on pidettävä suoraa pöytälevyä vasten 90-asteen kulmassa. Näin yhtäaikaisesti höylätessä pieni höylän virheasento ei haittaa, sillä oikein päin aseteltuna ja kappaleet vastakkain laitettuna höylätyt pinnat istuvat toisiinsa, vaikka höylä ei olisi ollut täysin suorassa kulmassa. Höylätessä on oltava erityisen varovainen, että kappaleiden päätyjä ei höylää muuta kappaletta enempää.

Kun liimapinnat ovat suorat ja valon avulla todetut toisiinsa istuviksi, täytyy liimausta varten valmistaa ja valmistella puristuksessa käytettävät kiilat ja aluspuut. Pohjan tai kannen liimaukseen tarvitaan kolme suoraa ja hieman aihiota pidempää puuta, kuusi puista kiilaa, sekä köyttä. Liimauksessa on viisasta tehdä koepuristus ilman liimaa, jotta puristimien käyttö onnistuu varmasti liiman kanssa, eikä mitään osia puuta liiman kuivuessa työskentelyajan ollessa rajallinen. Liimauksessa käytettiin Titebond Hide Glue nahkaliimaa. Aluspuut teipattiin, että liima ei tarttuisi aluspuuhun. Aluspuut asetellaan tasaisin välimatkoin aihion alle, jonka jälkeen köyttä pyöritetään kahdeksikkoja aina kolme kierrosta yhtä aluspuuta kohti. Lopuksi kiilat naputellaan köyden ja aihion väliin vastakkaisista suunnista. Tällä tavoin tehty puristus varmistaa, että viilut pysyvät linjassa, sekä kiilojen avulla saadaan tuotettua riittävä liimasaumaan kohdistuva puristusvoima. Tämän tekniikan tutkijat oppivat käydessään espanjalaisen kitaranrakentajamestarin Antonio Moralesin luona Mallorcalla. Menetelmä on helppo ja nopea valmistella, eivätkä materiaalit ole kalliita. (ks. Kuva 10.)



Kuva 9. Vas. Pohjaviilujen liimapintojen samanaikainen höyläys, jolla varmistetaan liimapintojen yhdensuuntaisuus. Kesk. ja oik. Pohjan puolikkaiden liimaaminen perinteisellä köysi-kiilapuristimella. (Kuvat, Mustajärvi 2022)

Kun pohja-aihion puolikkaat on liimattu yhteen, piirretään aihioon mallineen avulla pohjan muoto. Piirtäessä on varmistuttava, että liimasauma kulkee mallineen keskilinjan mukaisesti. Pohjan muoto sahataan piirretyn viivan reunasta siten, että varmuusvaraa jää vähintään viisi

millimetriä. Kun pohja on sahattu ja hiottu muotoon, tulee paksuus hakea siklillä ja tarvittaessa käsihöylällä todella pientä lastua ottaen. Piirustuksissa oli merkitty pohjaan eri paksuuksia eri kohtiin pohjaa, joten ne oli haettava siklin avulla pieni määrä kerrallaan poistaen. Työskentelyn lomassa kädellä tunnustellen saa hyvän tuntuman siitä, ettei mitään suurempia epätasaisuuksia jää kappaleeseen, paksuutta on tarkkailtava aika ajoin länkiharpin avulla.

Pohjan ollessa piirustusten mukaisessa paksuudessa valmistettiin pohjan tukirimoitus. Rimat valmistettiin valitsemalla ensin suorasyinen kuusipala. Hyödynsimme samaa palaa myös kannen tukirimoituksissa. Aluksi kappale höylättiin kahdelta sivulta suoraksi, jonka jälkeen se sahattiin rimoiksi. Rimat valmistettiin suorasyisestä kuusesta, jossa syyt kuljivat diagonaalisesti. Rima-aihiot liimattiin ensin pohjaan kiinni, jonka jälkeen ne höylättiin ja taltattiin muotoonsa. (ks. Kuva 11.)

Rimojen liimauksessa hyödynnettiin höyläpenkin alatasoa, jossa höyläpenkin pöytätason alapuoli toimi ”katonna” jota vasten hieman alatason ja höyläpenkin alapuolen välistä etäisyyttä pidempiä vanerisuikaleita väännettiin painamaan rimaa. Etenkin kannessa on paljon tukirimoja, joita on haastava saada puristettua ilman, että kansi vääntyilisi.



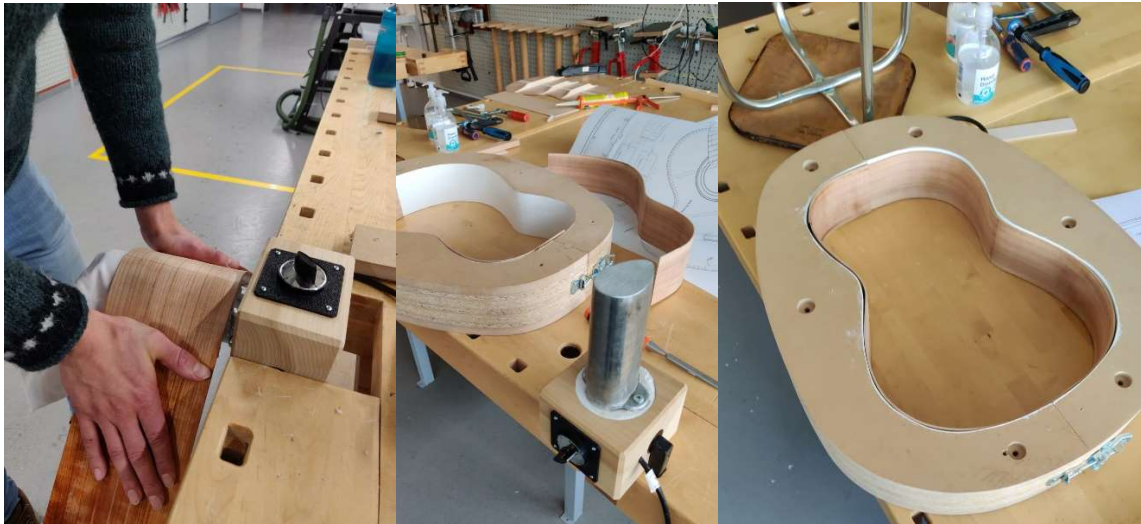
Kuva 10. Vas. Pohjan ohentaminen siklillä. Kesk. Pohjan tukirimoitus liimattuna ja muotoon veistettynä. Oik. Kannen tukirimoitus liimattuna ja sivut, sekä kaula kanteen liimattuna. (Kuvat, Mustajärvi 2022)

4.2.4 Sivujen valmistus

Sivut valmistettiin samasta materiaalista pohjan kanssa. Sivuaihiot halkaistiin samaa menetelmää käyttäen, kuin pohja- ja kansiaihoiden halkaisussa aiemmassa luvussa. (ks. Luku [4.2.3](#))

Taivuttaminen on yksi työvaihe, joka vaatii erityistyökalun, taivutusraudan. Kokeilimme ennen taivutusraudan käyttöä koekappaleilla taivuttaa hanakuumassa vedessä liotettuja sivuaihioita. Totesimme tekniikan riittämättömäksi, joten sivujen taivuttaminen vaatii taivutusraudan. Toinen sivujen valmistamisessa käytetty vaihtoehto on sivujen tekeminen ohuista viiluista, jotka höyrytetään muottiin, annetaan kuivaa ja liimataan lopulta muotissa yhteen. Jätimme tämän menetelmän kokeilun pois aikataulullisten syiden vuoksi.

Sivut höylättiin ja hiottiin oikeaan paksuuteen ja taivutettiin muotin mukaiseen muotoon. Taivuttamista varten aihiot kasteltiin vedellä, ja taivutettiin taivutusraudalla haluttuun muotoon. Sivut jätettiin muottiin puristuksiin kuivamaan, että muoto pysyisi mahdollisimman hyvin kuivamisprosessin ajan. (ks. Kuva 12.)

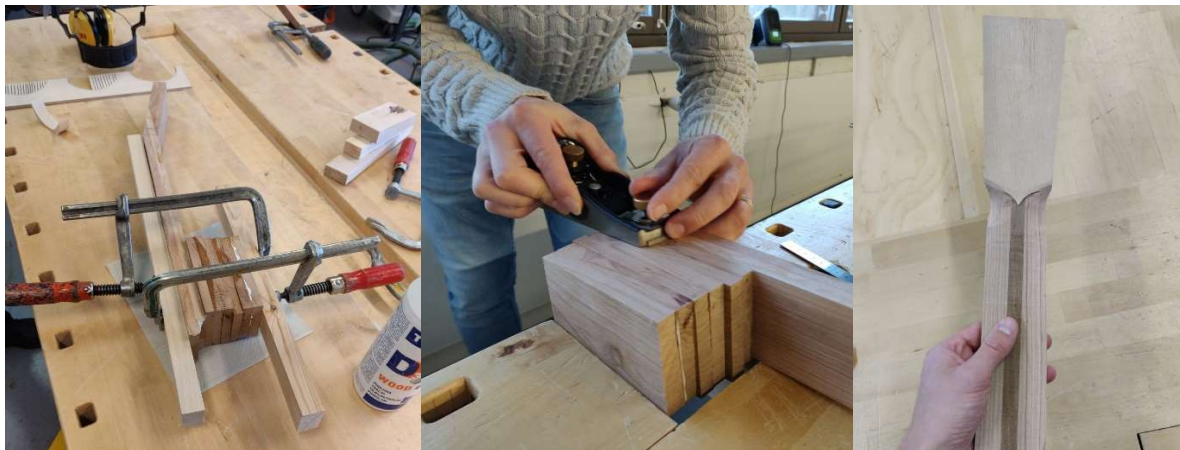


Kuva 11. Vas. Sivujen taivutus taivutusraudan avulla. Kesk ja oik. Sivujen muodon tarkastaminen muotissa. (Kuvat, Mustajärvi 2022)

4.2.5 Kaulan ja lavan valmistus

Kaula-aihiot tehtiin samasta kirsikkapuusta pohjan ja sivujen kanssa. Kaula kokonaisuudessaan koostui pitkästä kaulakappaleesta, johon liimattiin lapa kahdesta kappaleesta, sekä kaikukopan sisälle jäävä kanta (*heel*), johon sivut kiinnittyvät, liimattiin viidestä kappaleesta. Liimauksessa materiaalin syykulkuun kiinnitettiin huomiota ja pyrittiin asettamaan kappaleet aina vuorotellen toisin päin, jotta kosteuselämisen aiheuttamat vääristymiset minimoituisivat.

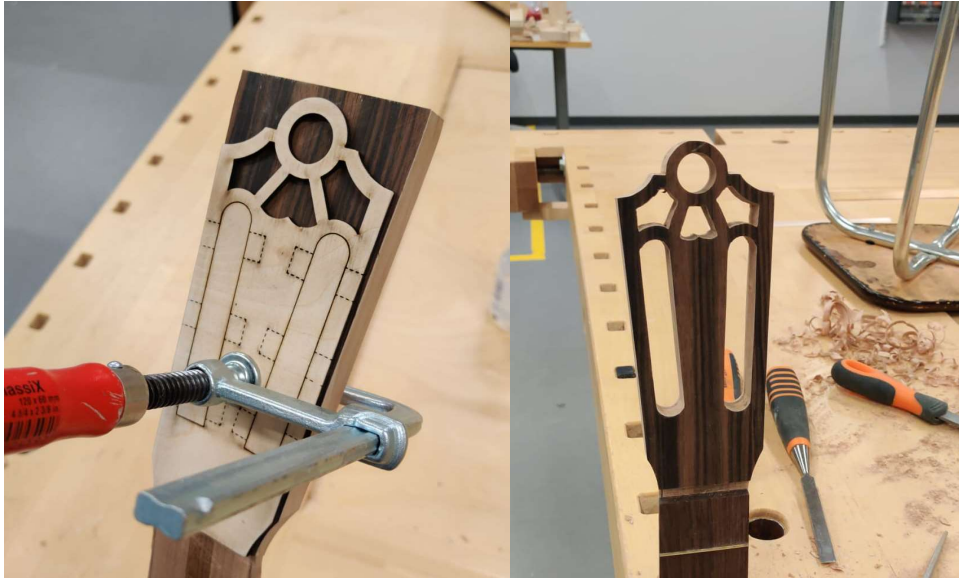
Aihio sahattiin halki ja väliin liimattiin tiikkirima tuomaan kokonaisuuteen jäykkyyttä, sekä kontrastia. Kun kaula-aihio oli liimattu kasaan, täytyi lapa vielä ohentaa lopulliseen paksuuteensa. Lavan takaosan joutui ohentamaan jyrsimellä, sillä lavan kulman vuoksi höylääminen sieltä oli mahdotonta. Lapa-aihio olisi ollut viisasta ohentaa lopullisiin mittoihin ennen kaulaan liittämistä. (ks. Kuva 13.)



Kuva 12. Vas. Kaulan kantakappaleiden liimaus. Kesk. Kaulan kannan höylääminen. Oik. Kaulassa keskellä tiikkirima ja lapa puuviilulla peitetty. (Kuvat, Mustajärvi & Wendelius 2022)

Kaulaliitos päädyttiin tekemään espanjalaiseen tyyliin, jossa sivut upotetaan kaulan ”kantaan”. Sahan tekemä ura oli hieman sivua kapeampi, jonka vuoksi uraa levennettiin siten, että sahattuun uraan laitettiin puuviilu pitämään sahan samassa linjassa sahatun uran kanssa ja tehtiin toinen sahaus edellisen rinnalle.

Lavan muotoilu on yksi keino, jolla soitinrakentajat erottautuvat muiden valmistajien kitaroista. Jokaisella kitaranrakentajalla on oma tyylinsä, ellei halua tehdä jonkin vanhan soitinrakentajan, kuten Santos Hernandezin tyylin mukaista lapa. Oman muotoilun käyttäminen lavassa antaa kitaralle helposti toisista kitaroista erottuvan kauemmaksikin näkyvän ominaisuuden. Lavan muotoilulle suunniteltiin erilaisia muotoiluja ruutupaperille piirtäen, kun muotoilu miellytti, tulostettiin laservanerista malline helpottamaan työstämistä. (ks. Kuva 14.)



Kuva 13. Vas. Lavan muotoilu laservanerilla. Oik. Lapa karkeasti muotoiltuna. (Kuvat, Mustajärvi 2022.)

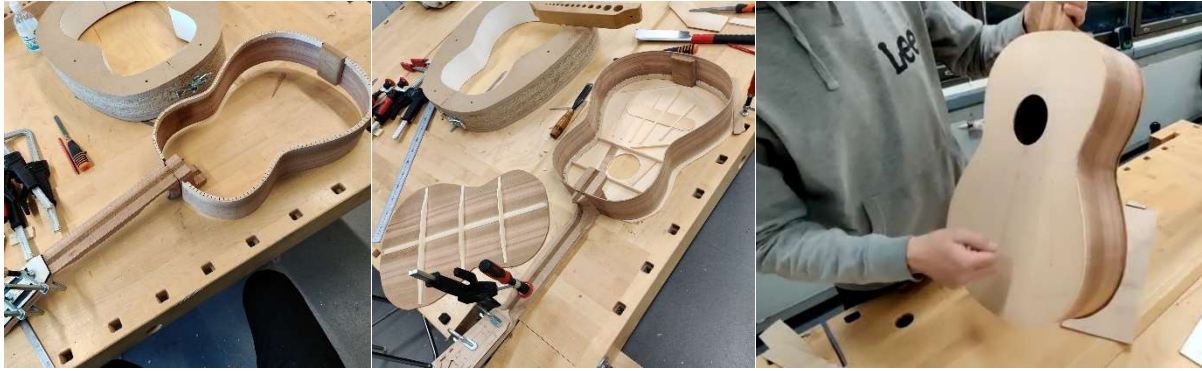
4.2.6 Kokoonpano

Kokoonpano aloitettiin liimaamalla sivut yhteen kitaran alaosaan sisälle liimattavalla palikalla (*tail block*). Sen jälkeen sivuihin liimattiin lovetut listat (*kerfing*). Listojen tarkoituksena on lisätä liitoksen liimapinta-alaa. Listat liimattiin sivujen ollessa muotittuina, jotta muoto pysyisi halutunlaisena.

Seuraavaksi lakattiin kaulan kaikukopan sisälle jäävä osio (*heel block*). Tämän tarkoituksena on sulkea kaulan päätyisyys, jotta kaulan kosteuseläminen olisi yhdenaikaista muiden kitaran osien kanssa. Lakattu kappale kitaran sisällä esittelee arvokkaasti espanjalaiseen tyyliin tehdyn kaulaliitoksen katsojalle.

Kaula, sivut sekä kansi liimattiin seuraavaksi yhteen. Tässä työvaiheessa on kiinnitettävä erityistä tarkkuutta siihen, että kaula tulee suoraan linjaan kitaran keskilinjan kanssa. Liimauksessa tukena käytettiin laserleikattuja kansimallineita jakamaan puristimien voimaa tasaisesti koko sivujen matkalle.

Jokaisen liimausvaiheen jälkeen sormella koputtelemalla ja kappaleen sointia kuuntelemalla pysyy kartalla siitä, millainen ääni soittimessa missäkin vaiheessa on, sekä mahdollisten huonojen liimasaumojen särinän voi kuulla värähtelyn ansiosta. (ks. Kuva 15)



Kuva 14. Vas. Sivut liimattuna yhteen takakappaleella. Kesk. Kansi liimattuna sivuihin ja kaulaan. Oik. Kaula, kansi, sivut sekä pohja liimattuna. Kaikukopan tuottamaa ääntä kokeillaan koputtelemalla kaikukoppaa kädellä. Ylimääräisiä särinöitä ei kuulu. (kuvat, Mustajärvi & Wendelius 2022)

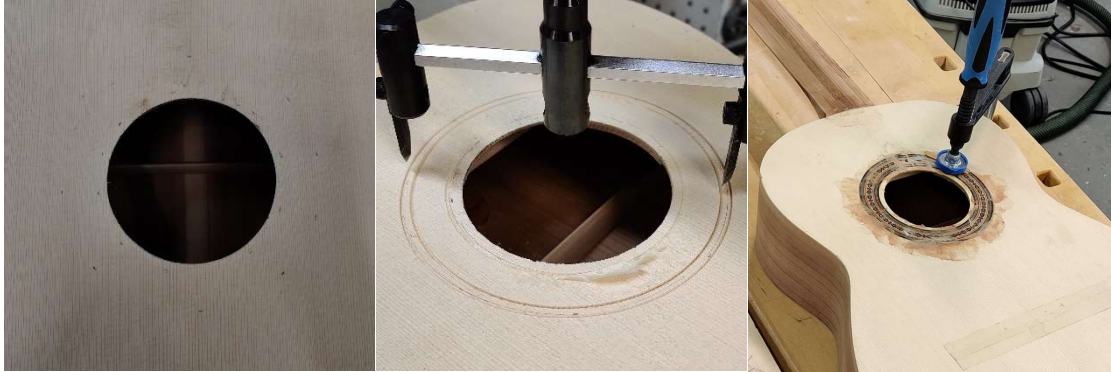
Kaikukopan reunat ovat alttiita kolhuille, sekä niissä on puun päätysyys näkyvillä, joka altistaa kantta ja pohjaa nopeille kosteuselämisille. Kitaroihin yleensä valmistetaan reunoja suojaamaan ja koristamaan koristelistat, sekä mahdollista kosteuselämisen aiheuttamaa ääniaukosta alkavaa halkeamaa estämään useimmiten koristeellinen mosaiikkimainen rosette. Roseten valmistaminen on aikaa vievää ja tarkkuutta vaativaa työtä. Prosessin yksinkertaistamiseksi rosette tilattiin valmiina samalla muiden osien kanssa Espanjasta. Hintakin oli kohtuulliset viisi euroa. Koristelistat päätettiin tehdä myös pohjan ja sivujen takasaumaan, sillä takasaumassa oli liimauksen jäljiltä hieman rakoa, joka saatiin tällä tavoin peitettyä ja rakenteellisesti vahvistettua. (ks. Kuva 16.)



Kuva 15. Vas. Koristelista-aiho, jossa tummaksi petsattu saarniviilu on liimattu kahden vaaleaksi jätetyn saarniviulun väliin. Kesk. Uran talttaamista koristelistaa varten. Oik. Koristelista paikallaan keskisaumoissa. Välissä on tiikkilista ja reunoilla on ensimmäisessä kuvassa kuvatuunlaiset kontrastiviilut. (Kuvat Mustajärvi 2022)

Rosetelle veistettiin uran reunat ääniaukon ympärille pylväsporakoneeseen kiinnitettävän ympyräleikkurin avulla. Tämän jälkeen välissä oleva puuainne taltattiin pois, jotta rosette

saadaan upotettua kanteen. Rosette liimattiin taltattuun uraan, pienet epätasaisuudet täytettiin puukitillä. (ks. Kuva 17.)



Kuva 16. Vas. Roseten ura mitattuna ja merkittynä. Kesk. Roseten uran laitojen leikkaus. Oik. Rosette liimattuna ja kitattuna. (Kuvat, Mustajärvi 2022)

Otelauta liimattiin tässä vaiheessa paikalleen. Otelauta jättää roseten alleen, joten se oli luontevaa tehdä roseten laitton jälkeen. Otelaudan ja lavan väliin täytyi jättää satulaluulle juuri oikean kokoinen väli, joten otelauta oli tuettava hyvin paikoilleen, ettei se pääse kiinnittymään väärään kohtaan.

Tallan liimaaminen voidaan ajatella käytettävyyden ja vireen kannalta kriittisimpänä vaiheena. Tallan on oltava kohdallaan kielten pituussuunnassa, jotta kitara soi vireisesti sekä vapaana, että otelaudalta soitettaessa. Lisäksi tallan on oltava kitaran keskilinjaan nähden keskellä, jotta 1. kielestä ja 6. kielestä otelaudan reunaan on saman verran (n.2mm). Jos talla ei olisi keskilinjaan nähden suorassa, reunakielistä ulompana oleva saattaisi soitettaessa tippua otelaudan ulkopuolelle.

Talla liimataan ohjeiden mukaan erityisellä pitkäleukaisella soitinrakentajan puristimella, mutta käsityötilojen normaaliin varusteluun ei semmoista kuulu, niin tätä työvaihetta yksinkertaistettiin laittamalla kitaran sisälle sopivat tukikappaleet ja puristus suoritettiin suoraan kitaran päältä normaalikokoisilla puristimilla. (ks. Kuva 18)



Kuva 17. Vas. Tallan liimaus puristimilla. Oik. Liimaustuet kitaran sisällä. (Kuvat, Mustajärvi 2022.)

4.2.7 Hienosäätö

Satula- ja tallaluun hionta juuri oikeaan muotoon ovat sekä vireen, että soitettavuuden kannalta todella tarkkoja vaiheita. Satulaluun tulee olla juuri oikean korkuinen ennen kieliurien tekemistä, sillä kielten on oltava satulaluuhun upoksissa niiden puoleen väliin asti. Kielitukat eivät saa olla liian ylhäällä, eikä liian alhaalla. Kielten ollessa vähänkään liian alhaalla, ne alkavat resonoida nauhoja vasten, joka tuottaa epätoivotun särinän. Kitaralla, jonka kielet ovat liian ylhäällä, soittaminen on taas todella haasteellista, sillä kielen painaminen otelautaa vasten vaatii sitä enemmän voimaa, mitä korkeammalla kielet ovat. Satula- ja tallaluun on oltava oikean korkuiset myös toisiinsa nähden, jotta kielet kulkevat oikeassa linjassa koko otelaudan matkalta. (Cumpiano & Natelson, 1993, 358-362.)

4.2.8 Pintakäsittely

Kitaran ulkopinta hiottiin kahteen otteeseen ennen lakkausta. Hiontojen välissä pinnat kasteltiin syiden nostamiseksi. Ensimmäinen pohjahionta toteutettiin 180 grit -hiomapaperilla, toiseen pohjahiontaan käytettiin 320 grit -hiomapaperia. Kitara lakattiin alkydilakalla ruiskuttamalla. Lakkausten välissä suoritettiin kaksi välihiontaa. Tässä vaiheessa otelautaa eikä tallaa ole kiinnitetty kitaraan, vaan niiden sijat on suojattu maalarinteipillä, jotta lakkaaminen ei hankaloittaisi liimaamista. (ks. Kuva 19.)

Pintakäsittelyvaiheen aikana kitaran pohja halkesi useasta kohdasta sen ollessa vetokaapissa kuivamassa lakkauksen jäljiltä. Päätelimme halkeamien johtuvan kuivuneesta huoneilmasta kiristyneiden pakkasten ja lisääntyneen lämmityksen vuoksi. Puun kuivuminen oli

huomattavaa verrattuna liimaushetkeen, joka tapahtui syksyllä, vallitsevan ilmankosteuden ollessa suurempi. Kitaran kaikukoppaa koputella ylimääräisiä särinöitä ei kuulunut, joten kitara päätettiin tehdä loppuun ajanpuutteen vuoksi korjaamatta pohjan halkeamia. Halkeamat on mahdollista korjata myös jälkikäteen nahkaliiman ja kitaran sisälle tulevan paikkalapun avulla.



Kuva 18. Vas. Lakattu kitara edestä, otelauta ja tallan sija on teipattu maalarinteipillä. Kesk. Lakattu kitara takaa. Oik. Lakattu kitaran lapa. (Kuvat, Mustajärvi 2022.)

4.2.9 Virittäminen

Kitaran kielet kiinnitettiin virityskoneistoon ja tallaan, ne viritettiin viritysmittarin avulla oikeaan vireyteen ja kielten annettiin venyä, jonka jälkeen viritys toteutettiin uudestaan. Hienovire testattiin vielä tässä vaiheessa viritysmittarin avulla siten, että vapaalla kielellä soitettu ääni on samassa vireessä kahdennentoista nauhan kohdalta soitetun äänen kanssa. Tämän jälkeen kitara on valmis laatutavoiteteoreeman testaamiseen ja soittamiseen.

4.2.10 Oppimis- ja työympäristön olosuhteet

Kitara tehtiin käsityön oppimis- ja työympäristössä, jota ei ole suunniteltu soittinrakentamista silmällä pitäen. Tämä ilmeni pintakäsittelyvaiheessa tapahtuneessa pohjan halkeamisessa. Kitaran pohja kutistui kuivamisen vuoksi, mikä aiheutti pohjaan halkeamia.



Kuva 20. Vas. pohjan halkeama kaikukopan aukolta kuvattuna, Oik. Halkeama pohjasta pain kuvattuna. (Kuvat, Mustajärvi 2022.)

Oppimis- ja työympäristön suhteellinen ilmankosteus oli n. 30 % halkeamishetkellä. Kitaran valmistamisen kannalta erään soitinrakennustarvikkeita myyvän liikkeen mukaan ideaali suhteellinen ilmankosteus olisi tasainen 45 % (genone-luthier-supply.com). Kitaran valmistusprosessin aiemmissa vaiheissa tilojen ilmankosteutta ei tarkasteltu, eikä kirjattu ylös päiväkirjaan. Todennäköisesti syksyllä ennen talvipakkasia, kun kokoonpano tapahtui, tilan suhteellinen ilmankosteus oli merkittävästi korkeampi.

Mikäli suhteellinen ilmankosteus oli kitaran kokoonpanohetkellä 45 % ja halkeamishetkellä 30 %, on kitaran pohjassa tapahtunut materiaaliperustassa (ks. Luku [3.2.4](#)) lasketun esimerkin mukaan n. 6,8 millimetrin kutistuminen, joka on aiheuttanut halkeamisen. Laskenta on suoritettu pohjan leveimmän kohdan mukaan. Laskennassa on käytetty kosteuselämiskerrointa $C^R = 0.00126$ (U.S. Department of Agriculture, 12–15.)

4.3 Laatuvoiteteoreeman testaus

Aineisto kerättiin valmistusprosessin dokumentoinnin sekä valmiin tuotteen laatuvoiteteoreeman täyttymisen testaamisen avulla. Valmistusprosessin päiväkirjan avulla voimme arvioida onnistuiko prosessin yksinkertaistaminen, sekä valmista tuotetta testattaessa testiteoreeman mukaisesti voimme arvioida oliko valmistusprosessi onnistunut.

Laatutavoiteteoreema -osiossa määriteltiin kitaran eri ominaisuuksille laatutavoitedimensioita, jotka pisteytettiin osion onnistumisen mukaan. (ks. Luku [3.3](#))

Valmistusprosessin aikana kirjoitettiin päiväkirjaa, sekä otettiin valokuvia ja videoita työskentelystä. Päiväkirja ja kuvat olivat prosessikuvauksen kirjoittamisen apuna. Osa valokuvista on liitettynä luvun 4.2 tekstin yhteyteen.

4.3.1 Mittauskoe

Mittauskoe toteutettiin kitaran valmistuttua käsityön työ- ja oppimisympäristössä, jossa kitara myös valmistettiin, sieltä löytyvin mittausvälinein. Mittausvälineinä käytettiin työntömittaa, teräsviivainta, rakotulkkeja, kopiokampaa ja kaiutinta.

Mittauskoe aloitettiin vertaamalla piirustusten mittoja valmistuneen kitaran mittoihin. Kopiokampaa käytettiin erityisesti kaulan muodon tutkimiseen. Kaulan muoto saatiin kopiokamman avulla otettua kaksiulotteiseksi muodoksi valmiista kitarasta, jonka jälkeen kammalle muodostunutta muotoa oli mahdollista verrata piirustukseen.

Kaulan leveys mitattiin työntömitalla, mensuuri pitkällä teräsviivaimella. Rakotulkkeja käytettiin kielen korkeuden mittaamiseen. Kaiuttimella ja sokeri/suolarakeilla tutkittiin kitaran ominaisresonanssia tuottamalla kitaran kanteen kaiuttimen avulla siniaaltoja, jonka hertsimäärää säädettiin puhelinaaplikaation avulla. (ks. Luku 3.1.3)

4.3.2 Esteettinen arviointi

Esteettinen arviointi toteutettiin kitaran lopullisessa käyttökohteessa tutkijan kotona, jolloin valaistusolosuhteet antavat todellisen kuvan kitaran estetiikasta sen lopullisessa käyttöympäristössään. Kitaran esteettistä ilmettä arvioitiin sen ollessa huoneessa kitaratelineessä, sekä tarkemmin kitaraa käsiteltäessä.

4.3.3 Käyttökoe

Käyttökoe suoritettiin esteettisen arvioinnin tavoin tutkijan kotona, jolloin akustiset olosuhteet vastasivat kitaran lopullista käyttöympäristöään mahdollisimman hyvin. Käyttökokeessa todettiin kitaran toimivuus käyttökohteessaan ja kaulan muotoon liittyvä laatutavoitedimensio.

4.3.4 Laatutavoiteteoreeman toteutuminen

Laatutavoiteteoreeman laatutavoitedimensiot toteutuivat valmistetussa kitarassa toteutettujen kokeiden perusteella seuraavasti:

Kitaran kielten jännitysvoiman sietokyky todettiin kitaran virittämisen jälkeen. Kitarassa ei näkynyt merkkejä liiallisesta taipumisesta tai kielten jännityksen aiheuttamista murtumisista tai halkeamista. Saumat kestävät kielten jännitysvoiman. Ylimääräisiä rakoja ei näy. **2/2 p.**

Kielten korkeus ensimmäisen nauhan kohalta on 2,3 millimetriä ja kahdennentoista nauhan kohdalla sekä ensimmäisen, että kuudennen kielen korkeus on 3,8 millimetriä. Korkeudet poikkeavat asetetusta 0,5 mm viitearvosta. **1/2 p.**

Kaulan muoto poikkeaa poikkileikkaussapluunasta, mutta ei tunnu soitettaessa erityisen paksulta. 1,7 mm ylitystä piirustuksista. **1/2 p.**

Sointi. Kitara soi koko otelaudan alueelta ilman sivuääniä ja viritys säilyy koko otelaudan alueella. **2/2 p.**

Mittatarkkuus. Kitara ei ole täysin suunnitelmien mukainen, mutta käytettävyys ei kärsi merkittävästi. Satulan ja tallan välinen etäisyys, eli mensuuri on millin kymmenyksen tarkkuudella piirustusten mukainen. **1/2 p.**

Massa. Kitaran massa on 1070 gramman ja 2240 gramman välillä. Mittaustulos keittiövaa'alla oli 1800 grammaa. Kitara asetettiin vaa'alle eri asentoihin, sekä sen massa mitattiin jokaisessa asennossa kahteen kertaan. Vaa'an mittatarkkuus todettiin punnitsemalla kappaleita, joiden massa tunnettiin ennalta, kuten puhelin ja käsihöylä. **2/2 p.**

Viimeistely. Kitarassa on havaittavissa työstön jälkiä metrin etäisyydeltä tarkasteltuna.

Kitaran lapa on hieman kitaran keskilinjaan verrattuna vinossa oikealle, tämä ei ole yhteydessä merkittävästi kitaran sointiin tai käytettävyyteen. Kitaran pohjassa on halkeamia, jotka tuntuvat kitaraa käsiteltäessä. Nauhojen päitä ei ole viilattu, joten ne tuntuvat soitettaessa terävinä sormia vasten. Tikkuja ei tule käytettäessä. **1/2 p.**

Ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus 212 Hz, vertailukitaroissa ensimmäinen ominaisresonanssitaajuus oli 203 Hz ja 204 Hz ja 217 Hz. Ominaisresonanssitaajuus on siis samansuuntainen soitinrakentajien valmistamien kitaroiden kanssa. **2/2 p.**

Yhteenlasketuksi pistemääräksi **14/18 p.**

Valmis kitara on käyttökohteessaan toimiva ja täyttää kitaran eksistenssiehdot, neljässä dimensiossa kitara ei täyttänyt kaikkia sille asetettuja tavoitteita ja sai yhden pisteen. Neljässä muussa dimensiossa kitara täytti kaikki sille asetetut tavoitteet ja sai täydet kaksi pistettä. Kitaralla voi siis soittaa kappaleita, joita vertailukitaroillakin voi soittaa.

5 Luotettavuusteoreettinen osa

5.1 Yksinkertaistettujen työvaiheiden toteutuminen

5.1.1 Valmiiden osien ostaminen

Kitaran valmistusprosessia yksinkertaistettiin ostamalla valmiina kitaraan rosette, talle sekä valmiiksi nauhoitettu 19-nauhainen otelauta. Tämä menettely todettiin toimivaksi, sillä kuten kitaran laatutavoiteteoreeman toteutumisesta käy ilmi, kitaran sointi ja hienovire olivat halutunlaiset. (ks. Luku [4.3.4](#)) Vaikka osat olivatkin mittatarkat, täytyi valmistusprosessissa noudattaa erityistä tarkkuutta liimauksen suhteen. Virheelliseen paikkaan liimattu otelauta tai talle vaikuttaa kitaran mensuuriin, joka taas vaikuttaisi otelaudan nauhojen optimaalisiin sijainteihin. (Photinos 2017, 147.)

5.1.2 Kaulaliitos

Kaulaliitos päädyttiin tekemään espanjalaiseen tyyliin, sillä liimausvaiheessa pieni sahausessa tapahtunut virhe on mahdollista korjata jigien ja tarvittaessa täyteviilujen avulla. Työvaihe oli aikaa vievä, mutta totesimme prosessin aikana sen yksinkertaisemmaksi toteuttaa verrattuna sekä suoraan liitokseen, että lohenpyrstöliitokseen. Totesimme lohenpyrstöliitoksen vaativan erityisen hyvät jigit, jotta se onnistuisi kerralla ja tarkasti. Hieman vinoon tehty lohenpyrstöliitos on hankala korjata. Kaula joudutaan pahimmassa tapauksessa tekemään uudestaan. Espanjalainen liitos todettiin toimivaksi yksinkertaistukseksi.

5.1.3 Tallan liimaus

Tallan liimauksessa käytettiin kitaran sisälle laitettavia liimaustukia, jotka mahdollistivat kitaran päältä puristamisen höyläpenkin pintaa vasten. Vaihtoehtona olisi ollut ostaa tai valmistaa erityiset pitkäleukaiset soitinrakentajan puristimet. (ks. Luku [3.2.3](#)) Kitaran sisälle laitettava liimaustuki on mahdollista tehdä yksinkertaisilla puuntyöstövälineillä ja -koneilla, mikä yksinkertaistaa prosessia, mikäli saatavilla ei ole soitinrakentajan puristimia.

5.1.4 Sapluunoiden käyttö

Pohjan, kannen ja kaulan muotoilussa hyödynnettiin laserleikattuja mittatarkkoja sapluunoita. Sapluunat olivat työskentelyn eri vaiheissa hyviä apuvälineitä, sillä ne autoivat

hahmottamaan muotoja paperikuvaa paremmin. Vaikka sapluunat olivat käytössä, kaikista muodoista kaulassa ei kuitenkaan tullut täysin piirustusten mukaiset. Työstäminen vaatii silti tarkkuutta tekijältä.

5.2 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Tutkimus ei ole määrällinen, eikä pyri yleistettävyyteen. Tutkimuksen tarkoituksena on löytää monimutkaiseen kitaranvalmistusprosessiin yksinkertaistuksia, joita lukija voi halutessaan hyödyntää omassa kitaranvalmistusprosessissaan, tai sen ohjauksessa. Itse valmistusprosessin pituudesta, sekä tutkijoiden itselleen asettamien aikataulujen takia osa prosessin kehittämisen ideoista jouduttiin hylkäämään.

Tutkivan tuottamisen ajatuksena on luoda käsityötuottamiseen tietoa tuottava ja näin tuotetta jollain tapaa kehittävä prosessi. (Metsärinne & Kallio 2011, 10) Tässä tutkimuksessa tuotettu kitara ei ole artefaktina uutta tietoa tuottava. Tieto tässä tapauksessa perustuu prosessin työvaiheisiin ja tärkeisiin huomioitaviin asioihin kitaraa valmistettaessa. Tämä tutkimus voi antaa lukijalle ”sytykkeitä” tutkittavan aiheen tarkempaan tarkasteluun ja ihmettelyyn, mutta ratkaisujen todellinen yksinkertaistaminen ja tämän todentaminen vaatisi asian yksityiskohtaisempaa ja tarkempaa tutkimusta.

Tieteellinen perusta haastaviin työvaiheisiin liittyvälle päätöksenteolle oli paikoitellen hatara, sillä opaskirjallisuuden työvaiheiden haastavuuden luokittelu pelkästään kirjan kirjoittajan sanavalintoihin perustuen ei ole täysin luotettava. Toisaalta tutkijoiden oma hypoteesi työvaiheen haastavuudesta vain siitä lukemisen jälkeen on vaikea tuoda näkyväksi. Jotta haastavimmat työvaiheet saataisiin määriteltyä luotettavasti, tulisi esimerkiksi kansalaisopiston soitinrakennuskurssilaisia haastatella aiheesta ja näin määrällisesti havainnoida suurimmat haasteiden paikat. Resurssien puutteessa tämä toiminta ei ollut tutkimuksemme liittyen mahdollinen, joten se jää seuraavien tutkimusten aiheeksi.

5.3 Tutkimuksen johtopäätökset

Tutkimuksen tutkimuskysymykset olivat:

1. Mitkä kitaranvalmistusprosessin työvaiheet ovat haastavia, eli vaativat erikoistyökaluja ja/tai erityistä käsityötaitoa?
2. Miten ensimmäisessä kysymyksessä valittuja kitaranvalmistusprosessin haastavia työvaiheita voisi yksinkertaistaa?
3. Täyttääkö yksinkertaistetuilla työmenetelmillä valmistettu akustinen kitara sille asetetut laatutavoitteet?

Ensimmäiseen kysymykseen saimme valikoitua muutamia työvaiheita perustuen motoriikan teoriaan ja opaskirjallisuudessa löytyviin mainintoihin työvaiheen haastavuudesta, sekä tutkijoiden oman käsityöperustan mukaiseen hypoteesiin työstövaiheiden haastavuudesta. Otelaudan nauhojen sijainti sekä tallan sijainti kannella ovat kiistatta asioita, joissa vaaditaan tarkkuutta, marginaalien ollessa pieniä. Väärään paikkaan sijoitettu nauha tai tallalla pilaavat helposti kitaran soitettavuuden. Näiden valikointi haastavimmiksi työvaiheiksi on perusteltua.

Toinen tutkimuskysymys valikoitujen haastavien työvaiheiden yksinkertaistamisesta on hieman helpommin todennettavissa. Kriittisimmät työvaiheet voidaan perustella mittatarkkuuden ja pienten virhemarginaalien mukaan. Hyvin perusteltu ja toimiva yksinkertaistus prosessissa on otelaudan ja tallan ostaminen valmiina tekemisen sijaan. Otelautaan ja tallaan liittyvät yksinkertaistukset ovatkin hyvin perusteltuja ja prosessissa toimiviksi todettuja.

Kolmantena tutkimuskysymyksenä oli: ”Täyttääkö yksinkertaistetuilla työmenetelmillä valmistettu akustinen kitara sille asetetut laatutavoitteet?” Tässä tutkimuskysymyksessä pyrittiin toteamaan lopullisen tuotteen onnistumista valmiina tuotteena käyttökohteessaan. Kitara sai laatutavoiteteoreemassa luodusta kahdeksasta dimensiosta neljätoista täydestä kahdeksastatoista pisteestä. Neljä osa-aluetta eivät täysin täyttäneet asetettuja laatutavoitteita ja neljä taas täyttivät kaikki niille asetetut tavoitteet. Kitarassa on miellyttävä ääni ja sen soittaminen on verrattavissa soitinrakentajien vertailukitaroihin.

Kitaran valmistuksessa on paljon huomioon otettavia seikkoja. Tässä tutkimuksessa tuotetussa valmistusprosessissa ei otettu huomioon työtilojen ilmankosteutta, mikä kostautui pohjan halkeiluna. Pohjan materiaalissa oli alkujaankin herkkyyttä halkeilulle, jonka vuoksi pohjaan veistettiin rusetit estämään halkeaman jatkumista. Mikäli kitara olisi valmistettu tasaisissa olosuhteissa, olisi todennäköisesti vältetty näiltä halkeamilta. Kitaran säilytys kotelossa kitarankostuttimen kera olisi mahdollisesti estänyt halkeilut myös käyttökohteessaan.

Soveltuisiko kitaranvalmistusprosessi peruskoulussa toteutettavaksi esimerkiksi kahdeksannen tai yhdeksannen luokan valinnaisen käsityön projektiksi? Soitinrakennuksen mielekkyyttä kouluprojektina on tutkittu kanteleen valmistamisen tapauksessa, ja oppilaat olivat tutkimuksen mukaan motivoituneita työhön (Ruokonen, Sepp, Moilanen, Autio & Ruismäki 2014, 84–85). Tutkimuksen perusteella hypotesimme on, että koulumaailmassa voisi olla kysyntää kitaran valmistukselle. Huolimatta tutkimuksessa suunnitelluista yksinkertaistuksista, kitaranvalmistus vaatii paljon aikaa. Ammatikseen kitaroita valmistavalla saksalaisella kitaranrakentaja Katrin Hauserilla 150–240 tuntia. (guitarparadiso.com) Tutkimuksessa valmistetun kitaran tekoon kului noin 300 tuntia. Peruskoulussa vastaavan tuntimäärän kokoaminen yhtä projektia varten on haastavaa. Mikäli työ tehtäisiin erillisessä kerhossa koko yläkoulun ajan, olisi projekti ehkä mahdollinen. Yhtenä vaihtoehtona kitaralle voisi olla Yhdysvalloissa suosiota saanut sikarilaatikkokitara. Sikarilaatikkokitara on todella paljon yksinkertaistettu kitara, joka voisi sen puolesta soveltua hyvin peruskoulussa toteutettavaksi soitinrakennusprojektiksi. Sikarilaatikkokitarat ovat Yhdysvalloissa saavuttaneet oman käyttäjä- ja kuulijakuntansa, sikarilaatikkokitaroissa arvostetaan karkeutta ja rouheutta äänessä sekä ulkonäössä (Atkinson 2018, 140–141).

Kansalaisopistossa soitinrakennuskurssilla toteutettavaan kitaraan tutkimuksessamme esitetyt yksinkertaistukset voisivat sopia hyvin. Kansalaisopiston soitinrakennuskurssin opettaja voi kohdata tilanteen, jossa kurssilainen ei välttämättä ole hienomotorisesti niin taitava, että kykenisi esimerkiksi sahaamaan tarkasti otelautaan nauhojen urat oikeille paikoilleen. Sellaisessa tilanteessa voi olla järkevää yksinkertaistaa valmistusprosessia käyttämällä valmista otelautaa, vaihtoehtoisesti opettaja voi valmistaa aihion kurssilaiselle.

Soitinrakentajan tulisi muistaa huomioida olosuhteet, joissa soitintaan rakentaa. Tutkimuksessa oppi tuli kantapään kautta, sillä pohja halkesi useasta kohtaa ilman kuivumisen vuoksi. Ilmankosteus on aihe, joka tuottaa haasteita tyypillisissä käsityön oppimis- ja työympäristöissä toteutettaviin soitinrakennusprojekteihin. Kyseinen aihe vaatisi tarkempaa tarkastelua. Miten ilmankosteus saataisiin vakioitua työtilassa? Mikä ilmankosteus olisi ideaali Suomessa rakennetulle ja Suomessa käytettävälle kitaralle?

Kuten aikaisemmin todettiin, kitara on erittäin monimutkainen kokonaisuus, jonka syvä ymmärtäminen vaatii paljon paneutumista. Tämä tutkimus ei anna suoria ratkaisuja, vaan pikemminkin suuntaehdotuksia, joita jatkokehittämällä jokainen soitinrakentaja voi etsiä

omasta valmistusprosessistaan kipukohtia, joihin voisi löytää ratkaisuja tietoa keräämällä ja käytännössä kokeilemalla.

6 Lähteet

- Aadeli, S., Inki, J., Lindfors, E., Sohlo, J. & Bläuer, H. (2011). *Käsityön työturvallisuusopas: Perusopetuksen teknisen työn ja tekstiilityön opetukseen* (6. uud. p.). Helsinki: Opetushallitus.
- Achilles, D. (2000) *Tensions of Guitar Strings*, Physics 398 EMI
https://courses.physics.illinois.edu/phys406/sp2017/Student_Projects/Fall00/DAchilles/Guitar_String_Tension_Experiment.pdf, luettu 17.2.2021
- Atkinson, P. (2018). *Hairy Guys in Sheds: The Rough and Ready World of DIY Cigar Box Guitar Makers*. *Design and Culture*, 10(2), 139–168.
<https://doi.org/10.1080/17547075.2018.1467724>, luettu 5.2.2021
- Barrett, B. (2010). *CITES Designation for Endangered Rosewood in Madagascar*. *Science* (American Association for the Advancement of Science), 328(5982), 1109–1110.
<https://doi.org/10.1126/science.1187740>, luettu 30.9.2021
- Baumgarten, A. G. (1763). *Aesthetica*. impens. Ioannis Christiani Kleyb.
- Bennett Jr., W., Morrison, A., & Holland, C. (2018). *The Science of Musical Sound: Volume 1: Stringed Instruments, Pipe Organs, and the Human Voice*. Springer International Publishing AG.
- Bennett. (2016). *The Sound of Trees: Wood Selection in Guitars and Other Chordophones*. *Economic Botany*, 70(1), 49–63. <https://doi.org/10.1007/s12231-016-9336-0>
- Carlier C., Brémaud I., Gril, J. (2015) *The role of tonewood selection and aging in instrument "quality" as viewed by violin makers*. 2nd Annual Conference COST FP1302 WoodMusICK, Effects of Playing on Early and Modern Musical Instruments, London, United Kingdom. 24-25. fhal-01960085f
- Chimie, A. (1814) *The repertory of arts, manufactures, and agriculture*: 25. Nr. 145 - 150 consisting of original communications, specifications of patent inventions, practical

and interesting papers, selected from the philosophical transactions and scientific journals of all nations. London: Nichols.

Cumpiano, W. R. & Natelson, J. D. (1993). *Guitarmaking: Tradition and technology : a complete reference for the design & construction of the steel-string folk guitar & the classical guitar*. Crronicle Books.

Dondi, Lombardi, L., Porta, M., Rovetta, T., Invernizzi, C., & Malagodi, M. (2019). *What do luthiers look at? An eye tracking study on the identification of meaningful areas in historical violins*. *Multimedia Tools and Applications*, 78(14), 19115–19139.
<https://doi.org/10.1007/s11042-019-7276-2>

Doubtfire, S. (1981). *Make Your Own Classical Guitar*. Victor Gollancz LTD, Lontoo

European Enviromental Agency: Waste generation assessment.

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/waste-generation-4/assessment>,
haettu 1.2.2021

Elliott, J. (2012). An Introduction to Sustainable Development. In *An Introduction to Sustainable Development*. Taylor & Francis Group.

Evans, T. M A. (1977). *From the Renaissance to Rock*. Paddington Press Ltdv

Farjon, A. (2010). *A Handbook of the World's Conifers* (2 vols.) (Vol. 1). Brill.

FINLEX® – Valtion säädöstietopankki. TtL 738/2002, VNa 577/2003 ja VNa 475/2006.
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>, luettu 8.2.2021

French, M., Handy, R., & Jackson, M. (2009). *Manufacturing sustainability and life cycle management in the production of acoustic guitars*. *Int. J. Computational Materials Science and Surface Engineering*, Vol. 2, No. 1/2, 2009

Gao, Y., Fu, Z., Zhou, Y., Gao, X., Zhou, F., & Cao, H. (2022). *Moisture-Related Shrinkage Behavior of Wood at Macroscale and Cellular Level*. *Polymers*, 14(22), 5045–.

<https://doi.org/10.3390/polym14225045>

Gadamer, H (1986) *The Relevance of the Beautiful. Art as Play, Symbol, and Festival*. The Relevance of the Beautiful and Other Essays. Cambridge University Press, Cambridge.

Genone-luthier-supply.com: *Humidity in the shop*

<https://genone-luthier-supply.com/blogs/news/humidity-in-the-shop>, haettu

14.12.2022

Gerken, T., Johnston T., Ford F., & Simmons M. (2003). *Acoustic Guitars: The composition, construction, and evolution of one of the world's most beloved instruments*. Hal Leonard Corporation, Milwaukee, WI.

Gonzalez, J. (1990). *Wood density of Canadian tree species. Information Rept. NOR-X-315*. Forestry Canada, Edmonton, AB, Canada.

Goodway, J.D., Ozmun, J.C. & Gallahue, D.L. (2019). *Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults*. Burlington, MA: Jones & Bartlett Learning.

Gore, T. (2011). *Wood for guitars*. In *Proceedings of Meetings on Acoustics 161ASA* (Vol. 12, No. 1, p. 035001). Acoustical Society of America.

Greated, C., Myers, A., & Campbell, M. (2004). *Musical Instruments: History, Technology, and Performance of Instruments of Western Music*. Oxford: Oxford University Press.

<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198165040.001.0001>

Guitarparadiso.com: *2018(2015) Kathrin Hauser 'Special Edition Model'*.

<http://www.guitarparadiso.com/guitars/20182015-kathrin-hauser-special-edition-model-spruce-madagascar-and-maple/>, haettu 12.10.2022.

- Haapala, A. (2006) *Aesthetic Intimacy: Experiencing Literature and Art*. Visions of Value and Truth. Understanding Philosophy and Literature. Acta Philosophica Fennica, Vol. 79. The Philosophical Society of Finland, Helsinki.
- Halachan, P., Spisiak, D (2014). *Physical-acoustical characteristics of chosen fruitwoods*. In: *Proceedings of the 5th International Symposium of Regional Coordination Council on Wood Sci. "The Structure, Quality, Properties of Wood, 22-25*
- Hero, L.-M. (2019). *Learning to develop innovations : individual competence, multidisciplinary activity systems and student experience*. Turku: University of Turku. https://www.utupub.fi/bitstream/handle/10024/147038/Hero_PhD_dissertation_FIN_FIN.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Hero, L.-M., Lindfors, E., & Taatila, V. (2017). *Individual Innovation Competence: A Systematic Review and Future Research Agenda*. International Journal of Higher Education, 6(5), 103–. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v6n5p103>
- Inki, J., Lindfors, E. & Sohlo, J. 2011. *Käsityön työturvallisuusopas: perusopetuksen teknisen työn ja tekstiilityön opetukseen* (7. p.). Opetushallitus.
- Jaakkola, T. (2010). *Liikuntataitojen oppiminen ja taitoharjoittelu*. Jyväskylä: PSkustannus.
- Jahnel, F. (2000). *Manual of Guitar Technology. The History and Technology of Plucked String Instruments*. Westport, USA: The Bold Strummer Ltd
- Júlio, A. (2015). *The History of the Guitar: Its Origins and Evolution*. Huntington: Marshall University
- Jyu.fi: Uno Gygnaeus. <https://www.jyu.fi/tdk/museo/uno.html>, haettu 15.1.2021.
- Kansalaisopistot.fi: *Kansalaisopistot pähkinänkuoressa*. <https://kansalaisopistot.fi/kansalaisopistot-pahkinankuoressa/>, haettu 15.1.2021.

Kansalaisopistot.fi: *Kädentaidot*

<https://kansalaisopistot.fi/kurssit/kadentaidot/>, haettu 21.9.2022

Karling, M., Ritmala, M., Ojanen, T., Sivén, T., Vihunen R. & Vilén, M. (2009). *Lapsen aika*. Helsinki: WSOY Pro Oy.

Karvonen, P. (2000). *Hyppää pois!: lapsen motoriiikan arviointi ja kehittäminen*. Helsinki: Tammi.

Kauranen, & Tiainen, T. (2011). *Motoriikan säätely ja motorinen oppiminen*. Liikuntatieteellinen seura.

Kasha, M. (1968). *A new look at the history of the classic guitar*. Society of the Classic Guitar New York: Society of the Classic Guitar

Kies. (2008). *Aesthetic Judgements of Luthiers: A Case Study of Mexican Guitar-Makers*. The Galpin Society Journal, 61, 177–191.

King, Burgess. “Reducing Waste: Repair, Recondition, Remanufacture or Recycle?” *Sustainable development* (Bradford, West Yorkshire, England) 14.4 (2006): 257–267.

Kokko, S. (2008). *Sitkeästi sukupuolittunut käsityönopeus*. Kasvatus, 39(4)

Koli, H & Silander, P. *Oppimisprosessin suunnittelu ja ohjaus*. Hämeenlinna: Hämeen ammattikorkeakoulu, 2002. Print.

Käsityökasvatus.utu.fi: *Tutkimusalueet ja julkaisut*.

<https://www.kasityokasvatus.utu.fi/tutkimus/tutkimusalueet-ja-julkaisut-research-themes-and-articles/>, haettu 1.4.2021.

Landola.fi: *Otelauta klassinen 6-kielinen Ruusupuu*.

<https://landola.fi/fi/verkkokauppa/otelauta-klassinen-6-kielinen-ruusupuu-2/> , haettu 28.10.2022

- Lepistö, J. (2004). *Käsityö kasvatuksen välineenä: Seurantatutkimus opiskelijoiden käsityötä koskevien käsitysten jäsentyneisyydestä ennen luokanopettajakoulutuksen käsityön peruskurssin opintoja ja niiden jälkeen*. Turku: Turun yliopisto
- Leppälahti, M. (2004). *Hans-Georg Gadamer: Hermeneutiikka*. Elore, 11(2).
<https://doi.org/10.30666/elore.78480>, haettu 16.10.2021.
- Luutonen, M. (1997). *Kansanomainen tuote merkityksenkantajana. Tutkimus suomalaisesta villapaidasta*. Artefakta 3. Helsinki: Akatiimi.
- Markauskaite, L., & Goodyear, P. (2014). *Tapping into the mental resources of teachers' working knowledge: Insights into the generative power of intuitive pedagogy*. Learning, Culture and Social Interaction, 3(4), 237–251.
<https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2014.01.001>
- Metsärinne, M., & Kallio, M. (2011). *Johdatus tutkivaan tuottamiseen*. NordFo.
- Manninen, J., Karttunen, A., Meriläinen, M., Jetsu, A., & Vartiainen, A. K. (2019). *Hyvinvointia ja sosiaalista pääomaa–kansalaisopiston hyödyt osallistujille, kaupungille ja alueelle*. Kunnallisan alan kehittämissäätöön Julkaisu, 23.
- Nelson, N. J., LaBat, K. L., & Williams, G. M. (2002). *Contemporary Irish Textile Artists: Exploring Experiences of Gender, Culture, and Artistic Medium*. Clothing and Textiles Research Journal, 20(1), 15–25.
<https://doi.org/10.1177/0887302X0202000102>, haettu 13.4.2021.
- Nocetti, M., Brunetti, M., Ducci, F., Romagnoli, M., Rozenberg, P., & Santi, F. (2012). *Phenotypic correlations among wood properties and growth in wild cherry plantations*. BioResources, 7(3), 3160-3174.
- Nygren-Landgärds, C. (2000). *Educational and Teaching Ideologies in Sloyd Teacher Education*. Åbo Akademi University Press.

- Opetushallitus 2014: *Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014*. Helsinki.
<https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetussuunnitelman-perusteet#3a55edd4>, haettu 10.2.2021.
- Opetus- ja Koulutusministeriö: Vapaa sivistystyö. <https://okm.fi/vapaa-sivistystyo>, haettu 10.9.2022
- Philips, S. (2009). *Bio-Composite Material Applications to Musical Instruments*. McGill University
- Photinos. (2017). *Musical sound, instruments, and equipment*. Morgan & Claypool Publishers.
- Popper, K. (1978) *The Tanner Lecture On Human Values: Three Worlds*. The University of Michigan. https://tannerlectures.utah.edu/_resources/documents/a-to-z/p/popper80.pdf, haettu 10.9.2022.
- Rauma.fi: *Kansalaisopiston opinto-ohjelma 2022–2023*.
<https://www.rauma.fi/kansalaisopisto/opiskelu/opinto-ohjelma/>, haettu 28.9.2022
- Rossing, Dunn, F., Hartmann, W., Campbell, D. M., & Fletcher, N. H. (2007). *Springer Handbook of Acoustics*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-30425-0>
- Rossing, T. D. (2010). *The Science of String Instruments*. Lontoo: Springer New York Dordrecht Heidelberg
- Ruokonen, I., Sepp, A., Moilanen, V., Autio, O., & Ruismäki, H. (2014). *The finnish five-string kantele: Sustainably designed for musical joy*. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 16(1), 76–88. <https://doi.org/10.2478/jtes-2014-0004>, haettu 10.9.2022.
- Sachs, C (1940). *The History of Musical Instruments*. Norton, New York
- Rantanen, J. (2019). *Motivaatiokin vaatii ohjaamista*. *Aikuiskasvatus*, 39(2), 166–167.
<https://doi.org/10.33336/aik.82992>

Schile, R. (2011). *Engineering a better guitar: Dynamic Systems and Control*. Mechanical Engineering (New York, N.Y. 1919), 133(2), 38–41.

Small. (2018). *Spain and the Guitar*. *Acoustic Guitar*, 29(3), 34–39.

Staff, S., & Wilson, E. (1988). *Biodiversity*. National Academies Press.

Stanciu, M. D., Rosca, I. C., Mihălcică, M., & Bucur, V. (2022). *Dynamic response of wooden plates in different stages of guitar manufacturing*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 80(4), 997–1013. <https://doi.org/10.1007/s00107-022-01817-3>

Soinila, S., Sihvonen, A. & Leo, V. (2015) *Musiikki vaikuttaa vahvasti aivoissa*. Aivoliitto. https://www.aivoliitto.fi/aivoterveyslehti/aivoterveys/musiikki_vaikuttaa_vahvasti_aivoissa, haettu 3.4.2021.

Teknologiaeollisuus.fi: *TYÖNTEKIJÖIDEN TYÖAIKA 2019–2021*. https://teknologiaeollisuus.fi/sites/default/files/2020-01/Vuosity%C3%B6aika_2019-2021_2.pdf, haettu 12.10.2022

Wood handbook wood as an engineering material. (1999). USA: U S Department of Agriculture.

Utuvolter.fi: hakusana: ”*guitar AND neck AND joint*”, ”*Guitar AND neck AND joint AND rout**” www.utuvolter.fi, haettu 13.12.2022

Wegst, U. G. K. (2006). *Wood for sound*. *American Journal of Botany*, 93(10), 1439–1448. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.10.1439>

Zappas. (2007). *The science of sound: Examining the role of materials in musical instruments*. *JOM* (1989), 59(8), 13–17. <https://doi.org/10.1007/s11837-007-0098-0>

Liitteet

Liite 1. Käyttöoikeustaulukko peruskoulun käsityön oppimis- ja työympäristön laitteiden käytöstä.

KÄYTTÖOIKEUSTAULUKKO		
Kone tai laite	vuosiluokat 1-6	Vuosiluokat 7-9
Käsityökoneet (sähkökäyttöiset)		
akkuporakone	x	x
kulmahiomakone (100-125 mm)	-	(x)
kuviosaha, heiluripistasaha	(x)	x
porakone	(x)	x
tasohiomakone	x	x
paineilmakäyttöiset käsityökoneet	-	(x)
Muut koneet ja laitteet		
ahjo	x	x
CNC-jyrsin	(x)	x
hallinnosturi	-	x
hydraulinen puristin	-	(x)
kaarisakset	(x)	(x)
konesaha (metalli)	-	x
kuviroleikkuri (metalli)	(x)	x
alajyrsin pöytäyhdistelmä	-	(x)
konelehtisaha	x	x
metallisorvi	-	(x)
muotorautaleikuri	(x)	x
nauha-, lautas- ja karahiomakone (puu)	x	x
nauhahiomakone (metalli)	(x)	x
nestekaasukuumenuslaitteet	(x)	x
kaasuhihtaus- ja leikkauslaitteet	-	(x)
oikohöylä	-	(x)
oikohöylä (ASL)	-	x
penkkihiomakone	(x)	x
pistehihtauslaite tai -pihti	(x)	x
plasmaleikkuri	-	(x)
pylväs- ja pöytäporakone (ei TKKS)	-	(x)
pylväs- ja pöytäporakone (TKKS)	x	x
puusorvi (TKLS)	x	x
puusorvi (ei TKLS)	(x)	x
pyörösaha	-	(x)
talttaporakone	-	x
tasohöylä	-	x
vannesaha	-	(x)
valokaarihihtauslaite	-	x

Lyhenne TKKS = toimintaan kytketyllä karasuojalla

Lyhenne TKLS = toimintaan kytketyllä lastensuojalla

Lyhenne ASL = automaattisella syöttölaitteella varustettuna

- = ei saa käyttää

x = saa käyttää opetuksen ja harjoittelun jälkeen silmälläpidon alaisena (ei opeteta välttämättä kaikille oppilaille)

(x) = saa käyttää opetuksen ja harjoittelun jälkeen vain opettajan välittömän valvonnan alaisena (ei opeteta välttämättä kaikille oppilaille)

(Inki, Lindfors, E., Sohlo, J., Aadel, S., & Bläuer, H. 2011)

