

**Money for nothing, laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran  
valmistus koivusta ja männystä**

Henri Bister ja Valteri Pulkkinen

Käsityökasvatuksen pro gradu-tutkielma

Kevätlukukausi 2022

Opettajankoulutuslaitos

Turun yliopisto

Pro gradu -tutkielma

**Oppiaine:** Käsityökasvatus

**Tekijä(t):** Henri Bister & Valtteri Pulkkinen

**Otsikko:** Money for nothing, laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistaminen koivusta ja männystä

**Ohjaaja(t):** Yliopistotutkija Jaana Lepistö

**Sivumäärä:** 62 sivua

**Päivämäärä:** 25.3.2022

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli valmistaa ja luoda sekä testata laatutavoiteteoreema männystä ja koivusta valmistetulle sähkökitaralle. Tuotteen valmistuksen idea lähti tutkijoiden henkilökohtaisesta tarpeesta ja mielenkiinnosta teemaa kohtaan, sillä haluttuja ominaisuuksia sisältävää sähkökitaraa ei ollut saatavilla eikä sellaisesta ollut vastaavaa tutkimusta. Tutkimuksen suurimpana motivaattorina oli intohimo käsitöitä sekä soitinrakennusta kohtaan. Valmistuksen päätöstä kannusti myös suurilta osin hinta, vastaavat instrumentit ovat yksittäisenä käsityönä valmistettuna erittäin kalliita, jolloin tuotteen valmistaminen itse oli opiskelijabudjetilla ainoa hyväksyttävä metodi.

Tutkimuksessa luodaan tuotteella laatutavoitekriteeristö ja tuota laatutavoitekriteeristöä verrataan valmiiseen tuotokseen. Tutkimus on laadullinen tutkimus, joka toteutetaan tutkivan tuottamisen metodeilla. Tutkimukselle määriteltiin erikseen teoreettinen ja empiirinen tutkimuskysymys. Teoreettinen tutkimuskysymys on johdettu tutkijoiden omasta mielenkiinnosta soitinrakennusta kohtaan. Teoreettinen tutkimuskysymys on: Miten laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus onnistuu koivusta ja männystä? Empiirinen tutkimuskysymys on: Miten laatutavoitteiston mukainen koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan?

Tutkimusainestoa on kerätty keräämällä objektiivisia arvioita laatutavoitteiston mukaisen koivusta ja männystä valmistetun sähkökitaran käyttäjiltä eli tutkijoilta itseltään.

Tutkimuksen tuloksena tuotettiin laatutavoitteiston mukainen koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara. Kitaralle asetetuista laatutavoitteista pitkäikäisyyden, painon sekä soitettavuuden laatutavoitteet täyttyivät, mutta hinnan laatutavoite jäi saavuttamatta. Teoreettisen tutkimuskysymyksen vastaus on, että laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus koivusta ja männystä onnistuu hyvin, kunhan otetaan huomioon puumateriaalien tyypilliset ominaisuudet sekä niiden vaatimat erilaiset työstötekniikat verrattain tavanomaiseen soitinrakennusprosessiin. Empiirisen tutkimuskysymyksen vastaus on, että koivusta ja männystä valmistettu laatutavoitteiston mukainen sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan hyvin.

**Avainsanat:** Tutkiva tuottaminen, Laadullinen tutkimus, Kotimaiset materiaalit, Ekologisuus, Soitinrakennus

# SISÄLTÖ

<b>1. JOHDANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. MÄÄRITTELYTEOREETTINEN OSA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Tutkimusmenetelmä .....	6
2.2 Sähkökitaran teoriaa .....	9
2.2.1 Soitinrakennusmateriaalit.....	10
2.3 Koivun käyttö soitinrakennuksessa .....	13
2.4 Sähkökitaran määrittely .....	14
2.4.1 Sähkökitaran rakenne .....	15
2.5 Tuottamiskohteen laatutavoiteteoreeman määrittely.....	17
2.5.1 Tuotteen laatutavoitteiden määrittely .....	20
2.6 Laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely ja laatutavoitteiden arviointikohteiden operationalisointi .....	20
<b>3 TODISTAMISTEOREETTINEN OSA.....</b>	<b>23</b>
3.1 Tuotteen ja sen valmistuksen suunnittelun teoretisointi.....	23
3.1.1 Tuotteen suunnittelun teoretisointi.....	23
3.1.2 Tuotteen valmistuksen teoretisointi.....	25
3.2 Kitaran suunnittelun testaus valmistamalla.....	33
3.2.1 Rungon valmistus .....	33
3.2.2 Kaulan valmistus.....	36
3.2.3 Hionta ja pintakäsittely .....	42
3.2.4 Elektroniikka .....	45
3.2.5 Kokoonpano .....	45
3.3 Laatutavoiteteoreeman testaus .....	48
3.3.2 Tutkimusaineiston kerääminen ja analyysi.....	48
3.3.3 Laatutavoitteiden vertaaminen arviointitietoon.....	48
3.4 Vastaus teoreettiseen tutkimuskysymykseen.....	50
3.5 Vastaus empiiriseen tutkimuskysymykseen .....	51
<b>4 LUOTETTAVUUSTEOREETTINEN OSA.....</b>	<b>52</b>
4.1 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi.....	52
4.2 Tuotteen elinkaaren ennakointi .....	53

4.3 Tutkimuksen johtopäätökset.....	54
4.4 Laatutavoitteiden asettelun ja täyttymisen pohdintaa .....	54
4.5 Prosessin suhde opettajuuteen.....	55
4.6 Pohdintaa.....	56
<b>LÄHTEET.....</b>	<b>58</b>

# 1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa sekä testata laatutavoiteteoreema sähkökitaralle, joka valmistetaan männystä ja koivusta. Tuotteen valmistuksen idea lähti tutkijoiden henkilökohtaisesta tarpeesta ja mielenkiinnosta asiaa kohtaan. Vierestä olemme seuranneet montaa kiivasta keskustelua siitä kuinka paljon sähkökitaran puumateriaali vaikuttaa kitaran ääneen, soitettavuuteen ja yleiseen toimintaan. Kuitenkin olemme todenneet, että keskustelut puumateriaalin sopivuudesta soitinrakennukseen perustuvat hyvin usein vain mielipiteille, tieteellisen faktan sijaan. Halusimme tutkia asiaa ilman ennakoasetelmia ja ennen kaikkea testata kuinka ns. halvemmat puumateriaalit soveltuvat soitinrakennukseen. Tutkimuksen tavoitteena on todistaa, että sähkökitaran valmistus onnistuu halvemmilla puumateriaaleilla sekä kyseisistä materiaaleista valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan kalliimpien kitaroiden tapaan. Kalliimpiin kitariin viittaamme siitä syystä, että kalliimmat instrumentit ovat usein rakenteellisesti, soitettavuudeltaan sekä viimeistelyltään erittäin laadukkaita. Pyrimme samanlaiseen lopputulemaan kitaran valmistuksessa. Tutkimuksen keskeisenä kohtana materiaalien lisäksi on koivun taivutuslujuuden lisääminen ja koivun kosteuselämisen minimoiminen kitaran kaulan rakenteellisilla muutoksilla. Saatua tutkimustietoa voidaan soveltaa peruskouluun muun muassa hyödyntämällä tietoa projektin eri vaiheista, kuin myös lopullisen tuotteen onnistumisesta. Muodostimme teoreettisen ja empirisen tutkimuskysymyksen.

Teoreettinen tutkimuskysymys: Miten laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus onnistuu koivusta ja männystä?

Empiirinen tutkimuskysymys: Miten laatutavoitteiston mukainen koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan?

Teoreettisessa tutkimuskysymyksessä painotamme valmistusprosessia. Erityisesti sitä miten soitinrakennukseen tavallisesti sopimattomat puumateriaalit soveltuvat kitaran rakennusprosessien eri vaiheisiin. Tarkastelemme erityisesti koivusta valmistettavaa kaulaa ja sitä, kuinka sen ominaisuuksia saataisiin parannettua. Empiirisessä tutkimuskysymyksessä painotamme valmiin tuotteen testausta. Miten koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan ja miten valmistuksen yhteydessä tehdyt puumateriaalien ominaisuuksien parannuksen näkyvät ja kuuluvat lopullisessa tuotteessa.

## 2. MÄÄRITTELYTEOREETTINEN OSA

### 2.1 Tutkimusmenetelmä

Koivusta ja männystä tuotetun sähkökitaran valmistuksen ja testauksen tutkimus on laadullinen tutkimus, joka toteutetaan tutkivan tuottamisen metodeilla. Laadullisessa eli kvalitatiivisessa tutkimuksessa pyritään kuvailemaan ja ymmärtämään tutkittavaa ilmiötä mahdollisimman kokonaisvaltaisesti. Tutkimuksen aiheina ovat ihmisten elämäntodellisuudessa esiintyvät ilmiöt, joita ei voi mitata määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimuksen keinoin. Laadullisen tutkimuksen aineistoa kerätään laadullisten tutkimusmetodien avulla. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2015; 161,164.) Käytettävien tiedonhankinnan menetelmien tavoitteena on mahdollistaa erilaisten merkitysten ja näkökulmien esiin nostaminen aineistosta ja laadullinen tutkimus pyrkii ymmärtämään ihmisten ilmiölle antamia merkityssuhteita (Brannen 2007, 282).

Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana on kuvata todellista elämää. Todellisuudesta on mahdollista löytää suhteita moniin suuntiin, sillä tapahtuvat vaikuttavat toinen toisiinsa. Pyrkimyksenä on löytää tai paljastaa tosiasioita, ja tulokset ovat aina sekä tutkijaan, tutkittavaan, aikaan ja paikkaan sidonnaisia ja siten objektiivisuutta ei ole perinteisessä mielessä mahdollista saavuttaa (Hirsjärvi ym. 2009, 161).

Laadullinen tutkimus perustuu havaintojen teoriapitoisuudelle, joka tarkoittaa sitä, että tutkimuksen tuloksiin vaikuttavat yksilön käsitys tutkittavasta ilmiöstä, tutkittavalle ilmiölle annettavat merkitykset ja tutkimuksessa käytettävät välineet. Tutkimustulokset ja käyttäjä tai havaintomenetelmät eivät ole toisistaan irrallisia. (Tuomi & Sarajärvi 2009, 20.) Keskeistä laadullisessa tutkimuksessa on asioiden ymmärtäminen sekä siinä mielessä, miten tutkija ymmärtää tutkimuskohdettaan, että miten tutkijan laatimaa tutkimusraporttia ymmärretään (Tuomi & Sarajärvi 2009, 69).

Fenomenologia sopii laadullisen tutkimuksen tutkimussuuntauksista tutkimukseemme parhaalla tavalla, sillä se korostaa tutkimuskohteessa tapahtuvaa ymmärryksen muodostumista kokemuksen ja aistihavaintojen kautta. Suuntaus tämän tutkimuksen tapauksessa painottuu tutkijoiden omien kokemusten ja ymmärryksen muodostumisen tarkkailuun, joiden avulla pyritään löytämään tutkimus-

kohteen keskeinen olemus. (Smith 2018) Fenomenologiassa tutkimusprosessin aikana muodostuneiden kokemusten analysoinnin ja kuvaamisen avulla kuvataan tutkimuksen kohdetta. (Miettinen, Pulkkinen & Taipale 2010, 12)

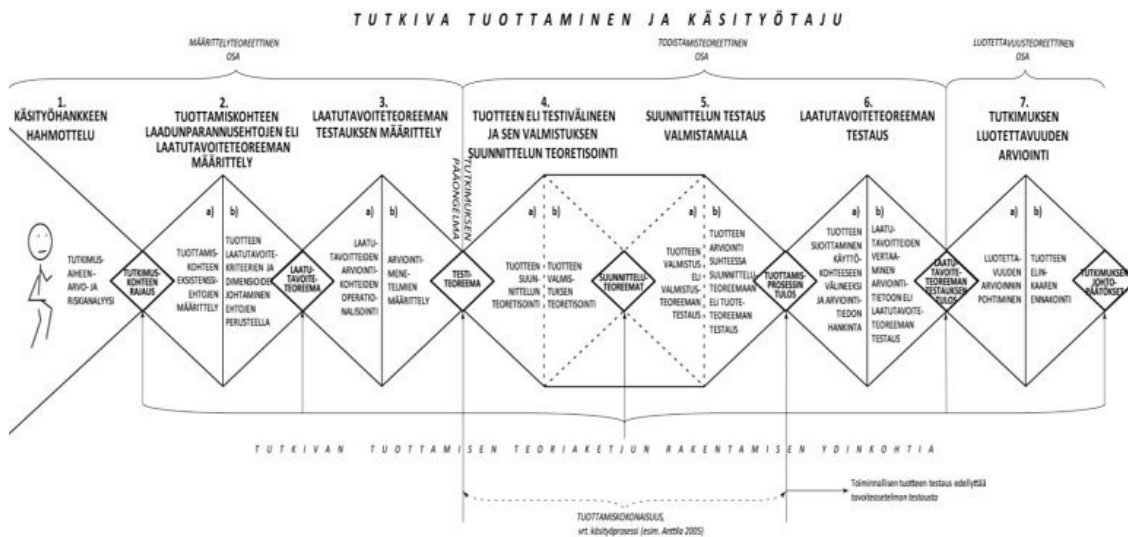
Tutkiva tuottaminen on uuden tuottamista ohjaavan tiedon rakentamista ja todistamista tuottamalla ja arvioimalla tuottamistulosta käyttökohteessa. Metodia lähestytään deduktiivisesti ja strategisesti. Tutkiva tuottaminen rakentuu kolmesta osasta. Näitä ovat määrittely-, todistamis- ja luotettavuusteoreettinen osa. (Metsärinne & Kallio 2011, 21.)

Tutkivan tuottamisen perustana on ajatus siitä, että ennen kuin tuote on saatu valmiiksi, eli tuottaminen on tapahtunut, ei käsityön tuottamisen kohteena olevasta tuotteen soveltuvuudesta ja toiminnasta voi saada varmaa tietoa. (Metsärinne & Kallio 2011, 21.)

Määrittelyteoreettisessa osassa kuvaillaan tuottamisen kohdetta, joka tämän tutkimuksen tapauksessa on koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara. Määrittelyteoreettisessa osassa laaditaan myös laatutavoiteteoreema, jonka laatutavoitekriteereineen ja –dimensioineen ohjaa tuottamista. (Metsärinne & Kallio 2011, 36.) Osassa määritellään siis mikä tekee sähkökitarasta sähkökitaran, sekä mitä ominaisuuksia sen tulee sisältää ollakseen laadukas tuote. Tässä osassa määritellään myös tutkimuksen mittareiden operationalisointi, jossa laatutavoitteet muutetaan mitattavaan muotoon.

Todistamisteoreettisessa osassa teoretisoidaan tuote ja sen valmistus, eli suunnitellaan aietuote tuottamista varten. Tästä luodaan teoria, jossa suunnitellaan sekä tuote, että sen valmistus. Valmista tuotetta verrataan tähän suunnitteluteoriaan. Tuotteen valmistus käydään myös läpi todistamisteoreettisessa osassa. Valmiin tuotteen onnistumista verrataan suhteessa suunnitteluvaiheeseen sekä määrittelyteoreettisen osan laatutavoiteteoreemaan. (Metsärinne & Kallio 2011, 36) Vaiheessa käydään siis läpi, miten tuote suunniteltiin valmistettavaksi, miten se valmistettiin sekä miten se on onnistunut vertaamalla tuotetta määrittelyteoreettisessa osassa määriteltyihin kriteereihin.

Luotettavuusteoreettisessa osassa arvioidaan koko tutkimuksen luotettavuus. Koko tutkimushanke testataan luotettavuudenarviointiteorialla. Tämä tehdään vertaamalla määrittelyteoria todistamisteoriaan, arvioimalla tuloksien merkitystä ja luotettavuutta tutkimustehtävään nähden sekä kytkemällä todistamisen teoria testaukseen. Vaiheessa arvioidaan myös käytettyjen analyysi- ja tiedonhankintamenetelmien luotettavuus niiden edellyttämällä tavalla. (Metsärinne & Kallio 2011, 36) Alla oleva kuvio kuvastaa tutkivan tuottamisen metodin kulkua ja sen eri osa-alueita.



Kuvio 1: Tutkiva tuottaminen ja käsityötaju. (Metsärinne & Kallio, 2011)

Metsärinteen ja Kallion (2011, 88) mukaan suunnittelu alkaa pohdinnalla siitä, miten se liittyy laatutavoitteisiin. Oman käsityksemme ja kokemuksemme mukaan laatutavoitekriteerejä ei ole tarpeen painottaa erityisesti suunnitteluvaiheen aloittamisessa, sillä ne muodostuvat suunnittelun ja valmistuksen edetessä.

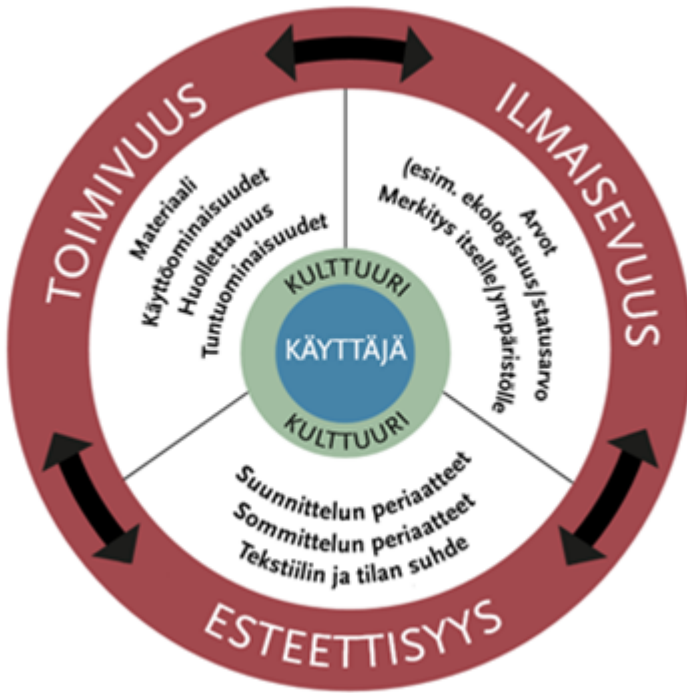
Koska toinen tutkimuksen tekijöistä tulee olemaan tuotteen käyttäjä, on käyttäjälähtöinen suunnittelu ratkaisuna luonteva, sillä tutkijat tietävät itse mitä tuotteelta haluavat. Tämän takia käytämme suunnittelussa Räisäsen, Kouhian ja Kärnä-Behmin (2014) käyttäjälähtöistä sisustustekstiilin suunnittelumallia. Käytämme mallia sovelletusti, sillä malli on sisustustekstiilien suunnitteluun. Kuvio 2 kuvastaa käyttäjälähtöisen sisustustekstiilin suunnittelumallia. Tästä huolimatta muidenkin käsityötuotteiden suunnitteluun on mahdollista soveltaa siitä viitteitä.

Räisäsen ja kollegoiden (2014) mallissa kiinnitetään huomioita materiaalin käyttöominaisuuksiin, sen huollettavuuteen ja sen sopivuuteen käyttökohteessa. Suunnitteluprosessin tutkiva ote säilyy, vaikka valmiin teknisen piirustuksen käyttäminen on lähellä ositettua käsityötä (Pöllänen & Kröger 2006, 91). Käytämme työssämme vuoden 2009 Fender Telecasterin teknisiä piirustuksia soittimen valmistuksessa, sillä omassa työssämme ja sen suunnittelusta on oleellista juuri käyttökohteeseen sopivuus.

Tuotteen ilmaisevuuden akseli koostuu tekijän itseilmaisusta ja tuotteen vuorovaikutuksesta ympäristönsä kanssa. Tuote voi kertoa myös käyttäjänsä arvoista. (Räisänen ym. 2014, 54) Arvostuksemme harrastusta ja itse kitaroita kohtaan ohjasikin suunnitteluamme. Haluamme kunnioittaa pe-



rinteitä tuotetta valmistaessa, mutta samalla tuoda oman kädenjälkemme tuotteeseen ja ilmaista itseämme. Pidämme tärkeänä myös materiaalien ekologisuutta ja kotimaisuutta, jotka tukivat materiaalivalintojamme, jotka olivat koivu ja mänty.



Kuvio 2: käyttäjälähtöisen sisustustekstiilin suunnittelumalli. (Räisänen, 2014)

## 2.2 Sähkökitaran teoriaa

Perinteisen akustisen kitaran ja sähkökitaran suurimpana erona on mekanismi, jolla soittamisen ääni vahvistetaan. Akustinen kitara perustuu puumateriaalin sekä kielten resonointiin, jotka vahvistuvat ja säteilevät ulospäin kitaran ontton rungon ansioista (Hall 1980, 23-28). Näin ollen käytettävän puumateriaalin akustiset ominaisuudet vaikuttavat suoraan äänenlaatuun. Kuitenkin sähkökitaran toimintaperiaate perustuu kitarassa olevien mikrofonien muodostamaan magneettikenttään, jonka sisällä kitaran metalliset kielet värähtelevät. Kielten värähtely saa aikaan mikrofonien magneettikentän värähtelyä, joka muodostaa kitaramikrofonin kelaan heikon sähkövirran eli ns. signaalin. Signaali lähtee kitarasta vahvistimelle, jossa se toistetaan kaiuttimen kautta (Wheeler 1978, 56). Puumateriaalin ei siis tarvitse resonoida, jotta kielet muodostaisivat sähkövirran mikrofonin kelaan.

Kuitenkin ajatus siitä, että sähkökitaran puumateriaali vaikuttaisi äänenlaatuun on hyvin yleinen mielipide, jota media ja julkaisut tukevat (Sweetwater, 2013., Wormoth custom guitars & bass parts, 2016). Vuonna 2012 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että kokeeseen osallistuneet ihmiset eivät pystyneet erottamaan puusta valmistettua ja polymeereistä valmistettua akustista kitaraa toisistaan pelkästään äänen perusteella (Pedgley & Norman 2012, 17-24). Jos akustisen kitaran rakennusmateriaali on lähes mahdotonta tunnistaa pelkästään äänen perusteella, uskallamme väittää, ettei sähkökitaran kohdalla ns. instrumentin valmistukseen sopimattomilla puulajeilla ole kuin marginaalinen vaikutus kitaran soitettavuuteen ja lopulliseen äänenlaatuun.

Koivua ei ole perinteisesti käytetty kitaroiden kaulamateriaalina sen suuren kosteuselämisen sekä taivutuslujuuden puutteen takia. Teoksessaan Sähkökitaran rakentaminen 2010, Nuutinen toteaa, että koivu ei ole läheskään yhtä jäykkää puuta kuin vaahtera ja koivun kosteuseläminen on huomattavasti suurempaa kuin vaahteran. Hänen mukaansa on parempi ottaa varman päälle ja käyttää parhaimpia mahdollisia materiaaleja (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 15). Lopullisen tuotteen kokonaiskustannuksia laskettaessa panostus laadukkaampaan materiaaliin on vain marginaalinen. Uskomme, että kaulamateriaalin fyysisellä muokkaamisella saamme kaulan elämisen ja taivutuslujuuden tarvittavalle tasolle. Sen sijaan, että kaula-aiho valmistetaan yhdestä kappaleesta, työstimme kaulan ohuista rimoista, joiden syykuviot ovat vastakkain toisiaan kohden. Puun suuri eläminen ei tällä tavalla ole mahdollista, yksittäiseen kappaleeseen verrattuna. Vastakkaissyys suunnitellut ohuet rimat vahvistavat kaulan rakennetta tuoden kaulalle huomattavasti paljon enemmän taivutuslujuutta. Seuraavaksi käymme läpi useimmiten soitinrakennuksessa käytettyjä puulajeja.

### **2.2.1 Soitinrakennusmateriaalit**

Leppä on pehmeä lehtipuu, jota käytetään soitinten rungoissa. Leppää on helppo työstää ja se lastuaa ja leikkaantuu hyvin. Suomessa kasvaa kahta leppälajia, tervaleppää ja harmaaleppää. Tervaleppä on kuitenkin käytetympi materiaali soitinrakennuksen runkomateriaalina verrattuna keveämpään ja pehmeämpään harmaaleppään. Kotimaisen tervaleppän huonoja puolia ovat runkojen pienenus, oksaisuus ja värin epätasaisuus. Puun hukkaprocentti on siksi valitettavan suuri. Kookkaita ja virheittämiä lankkuja löytyy tästä syystä hyvin harvoin ja tästä syystä leppää tuodaan maahan muun muassa Amerikasta. Tuontileppän etuna on tasalaatuisuus, vaikka se onkin huomattavasti kotimaista kalliimpaa. Lepän etu soitinrakennusmateriaalina on sen akustiset ominaisuudet. Leppä pysyy hyvin torjumaan kiertoa eli ns. feedbackäntä, mutta tarvittaessa voidaan saavuttaa haluttua

kiertoa nostamalla instrumentin sekä vahvistinjärjestelmän volyymia (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 36-37).

Saarni on hyvin yleinen soitinrakennus runkomateriaali. Saarnen yleiset ominaisuudet ovat kestävyys, sitkeys, hyvät taivutusominaisuudet, kosteuden hylkivyyt sekä huonosti lohkeava rakenne. Kuitenkin saarnen ongelmina ovat avoin huokosrakenne, mikä hankaloittaa pintakäsittelyä, sekä paino – saarni on yleensä huomattavan raskas puulaji. Saarnessa on kuitenkin suurta painonvaihtelua jopa samasta lankusta sahattujen kappaleiden välillä. Saarnen kevyempi versio suosaarni on erinomainen runkopuu, mutta esiintyvyydeltään harvinaisempi ja hinnaltaan melko kallis (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 36-37).

Lehmus on hyvin samankaltainen puulaji kuin leppä, eli pehmeä, helposti työstettävä lehtipuu. Suomessakin kasvaa jonkin verran lehmusta, mutta tšekäläiset rungot ovat yleensä pienikokoisia ja ytimeltään värivikaisia. Lehmusta tuodaan maahan muun muassa Amerikasta, ja tuontimateriaali on paremmin soitinrakennukseen soveltuvaa (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 36-37).

Mahonki on hieman harvinaisempi soitinten runkomateriaalina käytetty puulaji. Yleisimpiä lajeja ovat afrikkalaiset khaya ja sapeli. Mahongin ongelmina ovat avoin huokosrakenne, painonvaihtelu ja kallis hinta. Soitinrakennukseen mahongista soveltuu kevyt ja vaalea materiaali, joka soveltuu soitinrakennukseen hyvin. (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 36-37).

Vaahtera on kova lehtipuu, jota käytetään erityisen paljon kaulamateriaalina. Vaahtera on todella jäykkä ja kova puulaji ja tästä syystä ihanteellinen materiaali kielten rasittamaan kaulaan. Vaahteran työstäminen on hankalaa ja vaatii omat tekniikkansa. Sen kosteuseläminen on vähäistä, siksi siitä saa tehtyä stabiilin kaulan. Vaahteraa on myynnissä monilla eri kauppanimillä, mutta järkeviin jakoihin on eurooppalaiseen ja amerikkalaiseen vaahteraan. Eurooppalainen on väriltään vaaleampaa, hieman pehmeää ja veltompaa. Amerikkalainen vaahtera on hieman laadukkaampaa, mutta molemmat soveltuvat hyvin soittimen kaulamateriaaleiksi. Kotimaisen metsävaahteran ongelma on se, että puu on hyvin pensasmaisen eikä riittävän isoja runkoja tahdo löytyä. Kotimaisessa vaahterassa on myös paljon värivikaa, varsinkin ydinpuussa. Kotimainen vaahtera toimii kaulamateriaalina, jos löytyy

tarvittavan iso ja suora runkoinen yksilö. Vaahteraa, jossa syiden poikki kulkee aaltoileva liekinomainen kuvio, kutsutaan loimuvaahteraksi. Toinen selittämätön vaahteran ilmiö on linnunsilmävaahtera, jossa syykuvioiden seassa on linnunsilmiä muistuttavia tummentumia (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 36-37).

Yllä mainitut puulajit ovat useimmiten soitinrakennuksessa käytettyjä, mutta ovat myös todella kalliita hankkia suomesta. Tämä yksinään jo sulkee mahdollisuuksia käyttää puumateriaaleja peruskoulussa, jossa harvoin on käytettävänä rahaa riittävästi kalliimpien puumateriaalien ostoon. Tämä rajoittaa soitinrakennusprojekteja huomattavasti. Haluammekin tutkia, onko soitinrakennusprojekti mahdollista toteuttaa halvemmilla materiaaleilla, jolloin se olisi peruskoulussa käytettynä lähestyttävämpi konsepti. Tämä toki vaatii myös sen, että materiaaleista huolimatta laadusta ei tingitä. Tutkimuksen tarkoituksena on käyttää seuraavia puumateriaaleja:

Mänty on verrattain edullinen ja kevyt puulaji. Ominaisuuksiltaan mänty on kohtalaisen lahonkestävää ja puuaines on melko kova. Kovuuteen vaikuttaa merkittävästi puun kasvunopeus. Laadukkaan männyn puuaines on tasaista ja paras laatuinen mänty on hidas- ja tasakasvuista tyvilankkua. Mänty ei ole kovin taipuisaa ja se murtuu helposti, mutta se kestää kosteuden vaihteluita hyvin halkeilematta. Hyvin monipuolisten käyttöominaisuuksiensa takia mäntyä käytetään muun muassa sisustukseen, puusepäntuotteisiin, veneenrakennukseen, hirsi-, rakennus- ja pakkausteollisuuden raaka-aineeksi (Puuproffa, 2021)

Koivu on edullinen, melko kova, taipuisa ja hyvin liikkuva puumateriaali. Puuaines on vaaleaa ja syykuvio melko heikkoa. Koivu vaatii huolellisen kuivatuksen, koska se reagoi kosteustasapainon muutoksiin melko helposti ja näin ollen on helposti lahoavaa. Koivua suositaan puusepänteollisuudessa ja sitä käytetään huonekaluissa, vanerinvalmistuksessa, soittimissa, sorvaamoissa sekä paperinvalmistuksessa (Puuproffa, 2021)

Kuutiohinnat puulajeittain eräältä sahalta ovat alla. (Virkkalan Jalopuun hinnasto)

Puulaji	Laatuluokitus A	Laatuluokitus B	Laatuluokitus C
Vaahtera	1000	550	350
Terveleppä	600	350	220
Saarni	1100	600	350
Lehmus	1100	600	350
Mahonki	1500	1000	600
Mänty	450	350	220
Koivu	600	350	220

Hinnat mitataan euroissa. Hinnoista huomataan tervalepän olevan samanhintaista, kun koivu, mutta tervaleppää käytetään rungon valmistukseen. Suuria määriä käytettäessä on tämäkin hintaero huomattava. Koivu on hieman kalliimpaa kuin mänty, mutta sitä käytetään vain kaulan rakennukseen, johon mänty ei sovi pehmeämmän rakenteensa vuoksi.

## 2.3 Koivun käyttö soitinrakennuksessa

Jukka Kokkonen on tehnyt metsätalouden koulutusohjelman opinnäytetyönä 2016 tutkimuksen koivun soveltuvuudesta soittimien valmistukseen. Kokkosen haastatteleminen kokeneiden soitinrakentajien Helasen ja Ruokankaan mukaan soitinpuina on aiemmin käytetty pääasiassa helposti saatavilla olevia ja paikallisia raaka-aineita. Suomessa ja Euroopassa on käytetty paikallisia puulajeja vuosisatoja ja erityisesti koivua on käytetty Suomessa jo 1950–1960 luvuilla Landolan sekä Jaakko Noson toimesta (Kokkonen 2016, 11-14). Kitaroiden kauloissa on perinteisesti käytetty vaahteraa, mutta koivua ovat käyttäneet edellä mainitut Landola ja Noso.

Kuten aikaisemmin olemme todenneet, koivua ei ole pidetty yhtä hyvänä ja luotettavana kitaran kaulapuuna kuin vaahteraa. Tämä koskee erityisesti lämpökäsittelmätöntä koivua. Lämpökäsitelty koivu toimii Ruokankaan haastattelun mukaan yhtä hyvin kuin vaahtera (Kokkonen 2016, 14-18). Kokkonen tutkimuksesta selviää, että lämpökäsiteltyä koivua käytetään kasvavissa määrin soitinten rakennukseen. Koivun lämpökäsittely perustuu sen fyysisten ominaisuuksien muokkaamiseen vanhentamalla puumateriaalia korkeassa lämpötilassa. Lämpökäsittelyllä saavutetaan useita etuja tavalliseen puumateriaalin verrattuna. Merkittävin etu on puun vakauden paraneminen. Puu muuttuu erittäin vakaaksi, jolloin sen työstäminen on helpompaa ja sen kestävyys lisääntyy (Kokkonen 2016, 16). Näin esimerkiksi kaulamateriaalina käytettävä koivu toimii käyttötarkoituksessaan paremmin.

Lämpökäsittelmättömän koivun käytöstä ja sen ominaisuuksien muokkaamisesta esimerkiksi kaulan rakenteen muokkaamisella ei Kokkonen tutkimuksessa ole tietoa. Vastaavaa tutkimusta lämpökäsittelmättömän koivun käytöstä soitinrakennuksessa ei ole tarjolla.

## **2.4 Sähkökitaran määrittely**

Kitara perustuu tiettyyn sävelkorkeuteen viritettyjen kielten värähtelyn tuottamaan energiaan ja ääniaaltoihin. Akustisissa kitaroissa kieltä soittaessa kitaran ontto runko resonoi kielen värähtelyyn ja vahvistaa syntyvää liike- ja äänienergiaa siten, että se on selkeästi kuultavissa. Akustisista kitaroista eteenpäin kehitetty sähkökitara eroaa toimintaperiaatteeltaan akustisesta kitarasta niin, että sen runko ei toimi kitaran ääntä vahvistavana elementtinä. Sähkökitarassa kielten värähtely muuttuu sähköenergiaksi, jota voidaan vahvistaa sähköisesti. Sähkökitarassa on kaikukopan sijaan kielten alla magneettiset mikrofonit. Mikrofonit muodostavat ympärilleen magneettisen kentän, jonka läpi kitaran teräksiset kielet kulkevat. Kieliä soitattaessa ne alkavat värähdellä magneettikentässä ja mikrofonisiin muodostuu pieni sähköinen varaus. Tämä vaihtovirtainen sähkösignaali johdetaan instrumenttikaapelia pitkin vahvistimeen, jossa signaalia voidaan vahvistaa. Vahvistuksen määrää ja äänen sävyä voidaan säätää vahvistimessa halutun mukaiseksi. Vahvistettu signaali kulkee kaiuttimeen, joka muuttaa sähköisen signaalin kuultaviksi ääniaalloiksi (Brosnac 1983, 14)

### 2.4.1 Sähkökitaran rakenne

Kitaran runko on aikojen saatossa muuttunut melko paljon sillä, ensimmäiset sähkökitarat olivat rakenteeltaan periaatteessa akustisia kitaroita, joihin oli asennettu sähkömagneettinen mikrofoni. Myöhemmin tämän rakenteen on syrjäyttänyt vakiintunut valmistusmetodi, jossa runko on kokonaan umpinainen. Umpirunkoisen sähkökitaran runko ei toimi ääntä vahvistavana tekijänä, joten tämä ei rajoita kitaran muotoilua eikä käytettäviä materiaaleja. Mikäli mikrofoni on asennettu vakaasti paikoilleen ja kitaran runko pitää sisällään kaikki kitaran toiminnalle tarvittavat komponentit, on kitaran muoto hyvin pitkälti riippuvainen suunnittelijan tai rakentajan omasta mielikuvituksesta (Denyer 1982, 50).

Kitaralla voidaan soittaa eri säveliä ja se on kaulan ansiota. Kitaran kieltä painettaessa kaulan otelaudalla olevien metallinauhojen päällä olevan kielen vapaana oleva soiva pituus lyhenee. Lyhyempi kieli värähtelee suuremmalla taajuudella ja tästä seuraa korkeampi ääni (Hiscock 1986, 10). Kaulojen valmistusmateriaaleina käytetään yleisimmin mahonkia tai vaahteraa niiden hyvän vakauden ja taivutuslujuuden takia.

Kaulan päässä olevaan lapaan kiinnitetään virityskoneisto, jossa on viritin jokaista kieltä varten. Virittimiä voi olla kolme kullakin puolella lapaa tai virittimet voivat olla myös rivissä lavan samalla puolella kuten yleensä Fenderin valmistamissa kitaroissa on tapana. Virityskoneiston avulla kitaran kielet saadaan viritettyä haluttuun vireeseen ja jännitykseen ja näin soimaan halutulla sävelkorkeudella (Wilde 2019).

Lavan ja otelaudan välissä olevan satulan tarkoituksena on pitää kielet paikallaan kitaran kaulalla. Satulasta alkaa vapaan kielen värähtely. Satulaan on työstetty jokaista kieltä varten oma ura, jonka kautta kielet kulkevat virityskoneistolle. Urien tulee sopia eri paksuisiin kieliin muotonsa ja halkaisijansa puolesta. Satulan korkeus ja urien sopivuus vaikuttavat merkittävästi kitaran soitettavuuteen. Yleensä satula valmistetaan muovista tai luusta (Wacker 2007).

Kitaran otelauta on kitaran kaulan etupuolelle liimattu puuviilu. Otelauta ei ole välttämätön osa kaulaa ja usein kaula valmistetaan yhdestä puukappaleesta ilman erillistä otelautaa. Otelauta valmistetaan yleensä ruusupuusta, eebenpuusta tai jostakin muusta kestävästä ja kovasta lehtipuulajista (Marquart 2020).

Sähkökitaran rungon ja kaulan välinen liitos voidaan toteuttaa kolmella tavalla. Liimatussa kaulassa kaulan pää on muotoiltu sopimaan runkoon työstettyyn koloon ja liitos liimataan kiinni pysyväksi rakenteeksi. Pulttikaulassa kaula kiinnitetään runkoon sitä varten jyrskittyyn koloon ruuveilla. Kaula läpi rungon vaihtoehdossa kaula ja runko ovat yksi yhtenäinen kappale ja rungon sivuihin lisätään lisää materiaalia rungon leventämiseksi (Wilde 2019).

Kitaran otelaudan ja nauhojen tulee olla kitaran toimivuuden kannalta vaakasuorassa. Kun kitaraan laitetaan kielet ja se viritetään, kielten jännite pyrkii vääntämään kitaran kaulaa kaarelle. Mitä paksumpia kieliä kitarassa käytetään, sitä suuremmalla voimalla kielet pyrkivät taivuttamaan kaulaa. Jotta kitaran kaulan asento saadaan kielten paksuudesta riippumatta säädettyä oikeaoppiseksi, on kehitetty kaulan sisälle asennettava kaularauta. Kaularaudalla voidaan myös kompensoida kaulan elämistä lämpötilan ja ilmankosteudesta johtuen. Kaularautaa kiristämällä tai löysäämällä voidaan säätää kaulan kulmaa suhteessa kitaran runkoon (Griffith 2019).

Kitaran kielen synnyttämän äänen korkeus riippuu kolmesta eri tekijästä. Kielen jännityksestä, kielen värähtelevän osan pituudesta sekä kielen massasta. Useimmissa sähkökitaroissa on kuusi kieltä, joista jokainen on eri paksuinen ja viritetty eri sävelkorkeuteen. Sähkökitaran kielten on oltava magneettisesti herkkiä, joten ne valmistetaan yleensä metalliseoksista (Guitar Lessons, 2019)

Talla on kitaran osa, jonka avulla kielet kiinnittyvät kitaran runkoon. Sähkökitaroissa tallat valmistetaan yleensä metallista ja ne asennetaan kiinteästi kitaran runkoon. Kitaran tallalla on huomattava vaikutus kitaran sointiväriin. Tähän vaikuttavat tallan massa, materiaali ja tapa, jolla se on kiinnitetty runkoon. Lähes kaikissa sähkökitaran talloissa on mekanismi, jolla voidaan säätää tallan korkeutta ja samalla kielten korkeutta suhteessa otelautaan ja mikrofoneihin (Ruokangas 2021)

Mikrofonit, äänenväriin ja äänenvoimakkuuden säätimet sekä elektroniset kytkennät muodostavat sähkökitaran äänen ytimen. Kaikkein yksinkertaisin toteutus magneettiselle mikrofonille on kesto-magneetti, jonka päälle on käämitty useita tuhansia kierroksia eristettyä kuparilankaa. Magneetti muodostaa ympärilleen magneettikentän. Mikrofonit on asennettu kitaran kielten alle siten että kielet kulkevat magneettikentän läpi. Sähkökitaran kielet ovat terästä tai muuta metalliseosta ja ne värähdellessään häiritsevät mikrofonin magneettikenttää muodostaen sähköisen varauksen (The Anatomy Of Single Coil Pickups 2015., Springer-Verlag 1991)



## 2.5 Tuottamiskohteen laatutavoiteteoreeman määrittely

Kuten Metsärinteen ja Kallion kirjassa mainitaan, on jokaisella tuotteella määriteltävissä ainakin kuviossa 3 mainittavat perustat (Metsärinne, M & Kallio, M, 2011, 83). Määrittelemällä suunnittelulle syitä sekä valmistukselle seurauksia ja asettamalla tuotteen suunnittelulle ja valmistukselle hypoteeseja, voidaan ennustaa tuotteen suunnittelua ja valmistusta. Tuotteen valmistamiseen mahdollisimman hyvin käsityönä vaikuttaa tuoteongelmasta johdettujen ja määritettyjen suunnittelun tavoitteiden ja tuotteen valmistuksen kriteerien määrittäminen (Metsärinne, M & Kallio, M, 2011, 32–33).



Kuvio 3. Tuotteen määriteltävät perustat. (Bister & Pulkkinen, 2021)

### Kehityskerusta

Kitaran perusidea on sovellettavissa muun mallisiin kitaroihin. Soitinrakennuksessa on tiettyjä lainalaisuuksia, jotka tulee olla samanlaisia kitarasta riippumatta. Muotoon, kokoon, elektroniikkaan voi vapaasti soveltaa omaa suunnittelua.

## Työperusta

Prosessi kokonaisuudessaan opettaa tekijöilleen monipuolisesti suunnittelu- ja käsityötaitoja tulevaa ammattia varten kuten myös soitinrakennustaitoja. Prosessin kohdalla perehdytään erityisesti soitinrakennustaitoihin ja syvennetään jo olemassa olevia käsityötaitoja.

## Materiaaliperusta

Kitara valmistetaan kotimaisista ja ekologisista materiaaleista. Koivu ja mänty ovat perinteisiä suomalaisia käsityömateriaaleja. Kitaran materiaalit on valittu ottaen huomioon hinta, kestävyys sekä esteettisyys. Tuotteen runko valmistetaan männystä ja kaula koivusta.

## Muotoperusta

Kitaran on Leo Fenderin suunnitteleman Telecaster-mallin mukainen ja hyvin uskollinen alkuperäiselle kitaramallille. Telecaster julkaistiin ensimmäisen kerran vuoden 1951 alkupuolella. Tähän aikaan tuote oli ensimmäisiä massatuotettuja kiinteärunkoisia espanjalaistyyllisiä sähkökitaroita. (History of Telecaster, 2021)

## Rakenneperusta

Tuotteen tulee kestää tavallisen kitaran tapaan päivittäinen käyttö ja rasitus. Erityisen huomion kohteena on koivusta valmistettu kaula, jonka taivutuslujuuteen ja kosteuselämiseen tulee kiinnittää huomioita tuotteen valmistuksen yhteydessä.

## Käyttökohteen perusta

Tuotteen tehtävä on toimia sähkökitarana.

## Käyttäjäperusta

Tuotteen itselleen ottava ryhmän jäsen on asettanut tuotteelle tarkat kriteerit, mitat ja tavoitteet, joiden puitteissa tuote suunnitellaan ja valmistetaan.

## Käsityöperusta

Työn valmistuksessa käytetään paljon erilaisia työkaluja ja työmenetelmiä. Monimateriaalinen työ; puuta, muovia, puuta, metallia sekä elektroniikkaa. Valmistuksessa käytetään erilaisia käsityökaluja, työstökoneita, hionta- sekä pintakäsittelymetodeja.

## Ekologinen perusta

Tuote pystytään uudelleen kierrättämään puu-, muovi-, elektroniikka- ja metallimateriaaliksi. Tuotteen valmistukseen käytetään kotimaisia puulajeja.

## Turvallisuusperusta

Valmistuksen aikana on huomioitu työturvallisuus erityisen tarkasti. Puun työstössä huomioidaan työstölaitteiden rajoitukset. Elektroniikka työt hoidetaan oikeaoppisesti.

Koivusta ja männystä valmistetun sähkökitaran perusedellytyksenä on, että se toimii käyttökohteessaan normaalin sähkökitaran tavoin. Suunniteltavalla tuotteella on muotoperusta, rakenneperusta, käyttökohteen, käyttäjäperusta, käsityöperusta, työperusta, ekologinen perusta ja turvallisuusperusta, joihin olemme perehtyneet edellä taustateorian yhteydessä (Metsärinne & Kallio 2011,83–84) Taustateorian yhteydessä esitetyistä tuotteen vaatimuksista johdetaan seuraavat laatutavoitteet:

1. Kitaran valmistuskustannukset tulevat olla alle 500 euroa.
2. Kitaran paino tulee olla alle 4 Kg
3. Kitaran tulee olla kestävä ja pitkäikäinen.
4. Kitaran tulee soida puhtaasti, pysyä vireessä sekä hienovireessä
5. Kitaran tulee olla helposti soitettava

Kitaran valmistuskustannukset tulee olla alle 500 euroa siitä syystä, että arvioimme valmistuskustannuksien valitsemistamme materiaaleista pysyvän alle 500 euron kustannuksissa. Koska koivusta ja männystä valmistetun kitaran prosessissa täytyy ottaa enemmän asioita huomioon, kuin esimerkiksi vaahterasta ja lepästä valmistetun kitaran suhteen, ei olisi tarkoituksenmukaista, että kitaran

valmistuskustannukset olisivat samankaltaiset. Kitaran paino ei ole soitettavuuden kannalta merkittävä tekijä, ellei se ole huomattavasti liian painava. Tästä syystä laatutavoitteena on alle 4Kg paino. Loput laatutavoitteet ovat onnistuneen tuotteen perusominaisuuksia.

### **2.5.1 Tuotteen laatutavoitteiden määrittely**

Yllä olevista laatutavoitteista voidaan muodostaa neljä osa-alueita. Näitä ovat:

#### Paino

- Painon tulee olla alle 4 Kg

#### Soitettavuus

- Kitara pysyy vireessä sekä hienovireessä
- Kitaran viimeistely sekä säädöt mahdollistavat helpon soitettavuuden
- Kitaran sähkötyöt on tehty oikeaoppisesti

#### Pitkäikäisyys

- Tuotteessa käytetyt materiaalit ovat kestäviä sekä pitkäikäisiä.
- Tuotteessa käytettävien liitosten tulee olla kestäviä.
- Kitaran työstötavoissa on erityisesti huomioitu kestävyys sekä tuotteen pitkäikäisyys sekä materiaalien työstötavat ja niiden vaikutus lopulliseen tuotteeseen on huomioitu.
- Pintakäsittely on valittu materiaaliakohtaisesti parhaiten sopivaksi, kestävimmän lopputuloksen takaamiseksi.

#### Hinta

- Kitaran tulee pysyä ennalta määrättyjen kustannusarvioiden rajoissa

## **2.6 Laatutavoiteteoreeman testauksen määrittely ja laatutavoitteiden arviointikohteiden operationalisointi**

Operationalisoinnin tarkoitus on määrittää, miten ja millä arvoilla valmista tuotetta arvioidaan laatutavoitteiston mukaisesti. Minkälaisia asioita valmiin kitaran arvioinnissa otetaan huomioon ja arvioidaan.

Paino muodostuu valmiin kitaran punnitusta painosta. Kitara punnitaan vasta pintakäsittelyn ja viimeistelyn jälkeen, jotta punnituksen tulos on todenmukainen valmiin kitaran kanssa. Punnituksessa käytetään kahta eri vaakaa, jotta tuloksesta voidaan olla varmoja.

Soitinrakentajamestari Juha Lottonen toteaa, että erinomainen soitettavuus on laadukkaan soittimen tärkeimpiä yksittäisiä ominaisuuksia (Lottonen Handmade Guitars 2021). Kitaran soitettavuuteen vaikuttavat monet tekijät kuten esimerkiksi otelaudan leveys ja kaarevuus, vireys ja hienovireys, kaulan paksuus, kielten etäisyys toisistaan ja otelaudasta, kielten paksuus ja jäykkyys, elektroniikan toiminta sekä muotoilu (Minkälainen kitara kannattaa ostaa 2017). Soittajat saattavat kokea nämä tekijät eri lailla, joten kyse on siis osittain subjektiivisesta kokemuksesta, jonka pystyy selvittämään vain itse eri soittimia kokeilemalla. Kaulan paksuus, kitaran muoto sekä pintakäsittely, kitaran elektroniikka sekä kielet ovat hyvin pitkälti soittajien preferenssien varassa, joten jätämme sen soitettavuuden arvioinnista pois. Kiinnitämme erityistä huomiota soittimen yleisvireyteen, vireyden pitävyyteen sekä hienovireeseen. Lisäksi kitaran viimeistelyyn, nauhojen tasalaatuisuuteen ja hiontaan sekä instrumentin painoon.

Tuotteena materiaalien tulee olla siistejä ja miellyttäviä. Puutavaran korkein laatuluokka on A, joka sisältää tuotannosta lankeavan osuuden laatuja A1 – A4 (Puutuotteiden ostajan opas, 2018). Pyrimme valmistamaan tuotteen A1- A4 luokan puumateriaalista, tasaisuuden sekä oksattomuuden takaamiseksi. Puutavaraa työstettäessä tulee käyttää erityistä varovaisuutta sekä huomiota ettei työstövaiheissa pääse tapahtumaan sellaisia asioita tai virheitä, joita ei jälkeinpäin voi korjata.

Sähkökitaran työstössä raakalaudasta viimeistellyksi tuotteeksi tulee huomioida puun syysuunnat, oikeaoppiset työvaiheet ja työmenetelmät, sopivat työstökoneet ja huolellinen säilytys. Järjestelmällinen ja huolellinen hionta ennen pintakäsittelyä on ehdottoman tärkeää hyvän lopputuleman saavuttamiseksi. Pintakäsittelyn tärkeänä tehtävänä puupinnan suojelun lisäksi on puun ja kitaran lopullisen ilmeen muuttaminen haluttuun suuntaan (Scott, 2004, 202).

Puutavaran laatuluokitus huomioidaan esteettisyyden laatuavoite osion lisäksi pitkäikäisyyden laatuavoitteena, sillä ne limittyvät hyvin läheisesti toisiinsa. Pitkäikäisyyden takaamiseksi kitara valmistetaan A1 – A4 laatuluokan puutavarasta. Puun työstöön sekä sen pitkäikäisyyteen vaikuttavia puun kasvusta johtuvia säännöttömyyksiä ovat mm. Rungon mutkaisuus ja lenkous, reaktiopuu, oksaisuus, suuret värierot, kierteisyys sekä eliöiden aiheuttamat viat (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg, 2008, 13). Puun kasvusta johtuvat säännöttömyydet on huomioitava puumateriaalin valinnassa sekä työstössä. Kitaran runko ja meidän tutkimuksessamme kaula on valmistettu lii-

malevystä, jonka rakenteellisen kestävyuden edellytyksenä on hyvä liimasauma. Kestävän liimasauman edellytyksenä on tarkasti työstetyt ja höylätyt puukappaleet, joiden syysuunnat on huomioitu valmiissa liimalevyssä (Scott, 2004, 92).

Pintakäsittely metodiksi olemme valinneet maalauksen ja lakkauksen. Kaulan kohdalla käytämme pelkästään lakkausta. Useiden pintakäsittelyaineiden päämääräinen tarkoitus on estää rasvan, pölyn ja muun lian tarttuminen niihin sekä muodostaa iskunkestävä pinta tuotteelle. Nitroselluloosalakat ovat pitkään säilyviä ja ne antavat riittävän kosteussuojan sekä kulutussuojan kaikenlaisille puutuotteille.

Hinta muodostuu kitaran käytettyjen materiaalien summasta. Mahdollisten tarvittavien työkalujen ostohintaa ei sisällytetä, koska niitä käytetään myös muuhun tarkoitukseen kuin kitaran valmistukseen. Hintaan ei myöskään sisällytetä pelkästään kitaran valmistukseen tarkoitettujen työkalujen ja apulaitteiden kustannuksia, sillä ne eivät ole kertakäyttöisiä, ja esimerkiksi yhden oppilaitoksen tarvitsisi ostaa ne vain kertaalleen.

## 3. TODISTAMISTEOREETTINEN OSA

### 3.1 Tuotteen ja sen valmistuksen suunnittelun teoretisointi

Tuotteen suunnitteluvaihe on erittäin tärkeä, sillä tuotteen käytön tarkoituksenmukaisuuden sekä käytön sujuvuuden edellytykset luodaan suunnitteluvaiheessa (Launis 1999, 32). Käyttäjän ja tuotteen välisen vuorovaikutuksen sekä sen tuloksena olevan toiminnon laatu määrittävät käyttäjäkokemuksen laadun. Tuotesuunnittelun tavoitteena on kehittää myönteisen käyttökokemuksen tarjoava tuote. (Cagan & Vogel 2003, 262) Käytettävyyssuunnittelussa on oleellista tuotteen käyttäjien tarpeiden ja toiminnan selvittäminen sekä tuotteen käytettävyyden testaaminen koko suunnitteluprosessin aikana. Käytännön tason keinoja tällaiseen toimintaan ovat esimerkiksi käyttötilanteiden ja tuotteen rakenteen reflektointi, vastaavien tuotteiden rakenteen ja toiminnan tutkiminen sekä tietokonemallinteiden tutkiminen. (Launis 1999; 32, 35)

#### 3.1.1 Tuotteen suunnittelun teoretisointi

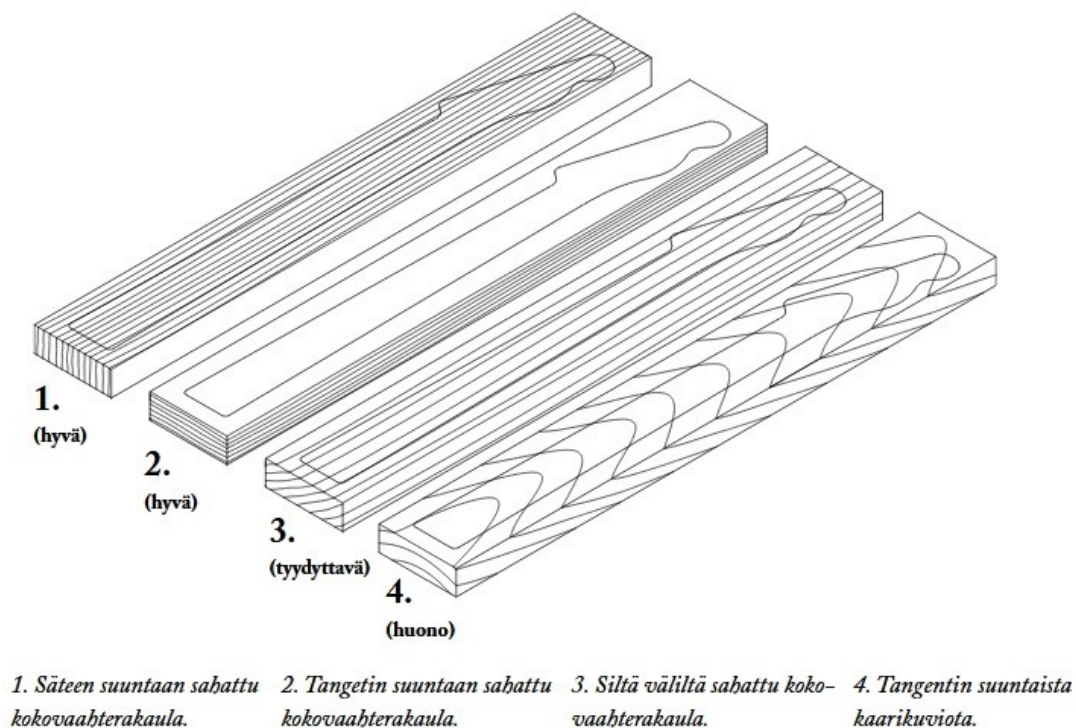


Kuvio 4. Tuotteen suunnittelun teoretisointi. (Bister & Pulkkinen 2021)

Tuotteen suunnittelu alkoi tarpeesta valmistaa sähkökitara. Inspiraation sekä tiedonhaun yhteydessä kävi nopeasti selväksi, että haluamme valmistaa jo klassikoksi muodostuneen Fender Telecaster-mallisen kitaran. Kuviossa 4 tuotteen suunnittelun teoretisointia.

Korpi-Instrumentsilta hankitut piirustukset sekä rakennuksessa käytettävät sabluunat määrittävät tuotteen dimensiot. Materiaalien suunnittelu sekä niihin perehtyminen olivat edellytys onnistuneelle tuotteelle. Perehdyimme huolellisesti tuotteessa käytettäviin materiaaleihin selvittääksemme materiaalien ominaisuudet sekä niiden tarjoamat mahdollisuudet. Syvensimme aikaisempaa tietoaamme perehtymällä materiaaleista tarjolla olevaan tietokirjallisuuteen.

Työvaiheiden aikataulutuksessa sekä kustannusarvion suunnittelussa nojaamme vahvasti aikaisempaan koulutukseemme. Tutkijoilla on puu- ja materiaalitekniikan koulutusosalta puusepän ammattiin valmistavat tutkinnot. Lukuisista projekteista olemme saaneet kattavan kokemuksen moniin erilaisiin puusepän tehtäviin. Työvaiheiden aikataulutukseen sekä kustannusarvion suunnitteluun vaikuttaa merkittävästi aikaisempi kokemuksemme tehdyistä töistä. Tarkan kustannusarvion saamiseksi huomioimme kaikki käytettävät materiaalit, mahdolliset työstön yhteydessä tapahtuvat korjaukset, hukkamateriaalit sekä itsestä riippumattomat poikkeamat esimerkiksi työstettävän puumateriaalin laadussa. Aikataulutuksen runkona toimii hyvin selkeä kuva siitä, kuinka kauanko kussakin työvaiheessa kestää. Kitaran työstämisen aikana aikataulutukseen sekä suunnitelmiin tehdään tarvittaessa muutoksia laadukkaan ja aikataulussa valmistuvan tuotteen takaamiseksi.



Kuvio 5. Kaulan syykuvion havainnointi. Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010



Suunnittelun alkuvaiheessa tiesimme, että koivu ei olisi yhtä kestävää kaulamateriaalia kuin soittorakennuksessa perinteisesti käytetty vaahtera. Koivun kosteuselämisen minimoiminen ja taivutuslujuuden vahvistaminen määritteli erityisesti kaulan suunnittelua alusta alkaen. Tavallisesti sähkökitaran kaula valmistetaan yhdestä tangentin suuntaan sahatusta, syysuunnaltaan levollisesta kappaleesta (kuvassa numero 2). Totesimme, että tällä perinteisellä valmistustavalla emme saavuttaisi kaulan toiminnalle vaadittuja kriteerejä. Kaula valmistetaan ohuista rimoista rakenteen jäykistämiseksi. Vastakkaisuusuuntaiset ohuet rimat vahvistavat kaulan rakennetta tuoden kaulalle huomattavasti paljon enemmän taivutuslujuutta (kuvassa numero 1).

### 3.1.2 Tuotteen valmistuksen teoretisointi



Kuvio 6. Tuotteen valmistuksen teoretisointi. (Bister & Pulkkinen, 2021)

Kuviossa 6 esitellään suunnitelma siitä, kuinka kitara valmistetaan. Toisin sanoen tuotteen valmistuksen teoretisointi.

#### Kitaran runko

Kitaran rungon työstö alkaa puumateriaalin katkaisusta. Puutavarasta pyritään saamaan maksimaalinen hyöty jo katkaisussa tarkalla mittauksella ja asettelulla. Käytännössä tämä ilmenee mahdollisimman pienenä jätepätkien määränä (Loukola, 2001, s.69–70). Tavallisesti kitaran runko valmistetaan kahdesta tai kolmesta kappaleesta. Puuntyöstöä jatketaan höyläämällä kappaleiden lapepinnat oikohöylällä. Oikohöylällä saadaan höylättyä puun vääristymät ja kieroudet pois. Oikohöylässä

höylääjä työntää kappaletta hitaasti käsin tai apukahvan avustuksella, pyörivän vetotelan läpi, jolloin kutterin ulkokehälle kiinnitetyt terät höyläävät kappaleen alapuolelta (Loukola, 2001, s.83). Kappaleista höylätään yleensä 0,5–1,5 millimetriä kerrallaan, mutta ei missään nimessä enempää kuin 3 millimetriä (Jackson, Day, 1996, s.180–181). Kun lapepinnat on saatu höylättyä, voidaan höylätä särmät kappaleen molemmilta puolilta. Tasohöylällä höylätään oikohöyläämisen jälkeen kappaleiden toiset lapepinnat, jolloin kappaleista tulee tasapaksuja. Tasohöylässä kappaleet asetetaan höylätty pinta alaspäin höylän ylös-alassuunnassa liikuteltavalle pinnalle, jolloin terä leikkaa kappaleiden yläpuolelta. Vetotelat ja rullat vetävät kappaleet höylän läpi. Höyläämisen yhteydessä tulee jättää työstövaraa liimauksen jälkeen tapahtuvaa höyläystä sekä hiontaa varten (Loukola, 2001, s.83). Puutavara on valmiina jatkotyöstöön eli liimaukseen.

Liimaus on puusepänteollisuuden sekä koulumaailman eniten käytetty liittämistapa. Liimaus tarjoaa muihin liittämistapoihin verrattuna huomattavia etuja, kuten liimalla on mahdollista liittää pinta-alaltaan laajoja kappaleita, jolloin rakenteesta saadaan kevyt ja ulkonäöltään miellyttävä. Liimaus on nopea ja varsin edullinen liittämistapa sekä lähes kaikkia aineita on mahdollista liimata (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg, 2008, s.111). Rakenteellisesti kestävä liimalevyn edellytyksenä on onnistunut liimasauma. Puuaineksen ja liiman kiinnipitovoima muodostuu kahdesta tekijästä. Liima kiinnittyy mekaanisesti puupinnan halkeamiin ja avoimiin tiloihin. Toisena tekijänä ovat puun ainesosien, erityisesti selluloosan, hemiselluloosan ja ligniinin, ja liima-aineen välillä vaikuttavat, pääasiassa molekyylipolaarisuudesta johtuvat sekundääriset voimat, jotka osaltaan aiheuttavat liimasauman lujuuden (Isomäki, Koponen, Nummela ja Suomi-Lindberg, 2008, s.112–113)

Tarkasti höylätyt kappaleet asetetaan kiskopuristimille ja tehdään niin sanottu testi puristus. Ennen liiman levittämistä on hyvä asettaa kiskopuristimet sopiville paikoille, jolloin liiman levityksen jälkeen itse puristus vaihe käy nopeasti. Kovettumisvaiheessa kappaleiden pintojen tulee olla riittävän lähellä toisiaan. Tämä on mahdollista vain, jos kappaleet puristuvat toisiaan vasten. Puristuspaheen suuruus riippuu lähinnä liimatyyppistä, kovettumistavasta ja puulajista (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg, 2008, s.119). Käytämme rungon valmistuksessa perinteistä PVA- eli polyvinyyliasetaattiliimaa, joka on hyvin paljon käytetty huonekalu- ja puusepänteollisuudessa. Parhaan mahdollisen liimaustuloksen aikaansaaminen edellyttää, että liiman tulee olla nestemäisessä olotilassa hetkellä, jolloin liima tunkeutuu puun solukkoon ja sauman muodostuminen alkaa (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg, 2008, s.112–113). Ennen liiman levitystä ja puristusta tulee huomioida kappaleiden syysuunnat. Puristusajan määrittelee käytettävä liima sekä ilmankosteus.

Kitaran rungon työstöä jatketaan kaulataskun, mikrofonikolojen ja kontrollikolon esiporauksella ja jyrtsinnällä. Usein soitinrakennuksessa käytetään runko, kaula ja muotosabluunoita työstön apuna sillä ne takaavat muotojen tasalaatuisuuden sekä symmetrisyyden. Sabluunan avulla runkoaihioon piirretään rungon muoto sekä edellä mainitut kolot. Sabluuna poistetaan ja pylväsporakoneella porataan suurin osa puusta pois. Tämä toimenpide säästää kalliita jyrtsinteriä sekä aikaa huomattavasti. Esiporauksessa tulee huomioida, että porauksista ei tule liian syviä. Kontrollikolon syvyys on valmiina 39–40 mm, mikrofonikolojen syvyys 16–20 mm ja kaulataskun syvyys 16–17 mm. Esiporausten tulee olla näitä mittoja pienempiä. Erityisen tarkka mitta on kaulataskun kohdalla, jonka tulee osua 16–17 mm väliin, jotta kielet tulevat oikealla korkeudella kitaran tallalle (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen ja Reinikka, 2010, 84). Rungon jyrtsinnät tehdään terällä, jossa on ohjauslaakeri terän yläpuolella. Sabluuna kiinnitetään runkoaihioon ruuveilla ja kolot jyrtsitään yläpuolelta. Jyrtsinnän perussääntö on, että jyrtsintä tehdään aina terän leikkuuta ja pyörimissuuntaa vastaan. Yläpuolelta jyrtsittäessä konetta kuljetetaan siis myötäpäivään. Ensimmäisellä jyrtsintäkierroksella kaikki kolot jyrtsitään noin 10 mm syvyyteen sabluunan avulla, tämän jälkeen sabluuna voidaan poistaa ja jatkaa jyrtsintää lopulliseen syvyyteen.

Kitara rungon ulkomuodon viimeistelyyn on kaksi vaihtoehtoista työstötapaa, jyrsiminen tai hiominen. Muodon työstö aloitetaan sahaamalla ylimääräinen runkomateriaali pois vannesahalla. Sahaamisessa on tärkeää, ettei jätetä liikaa työstövaraa myöhempää jyrtsintää varten. Sahaus on hyvä, kun piirretyn muodon lyijykynän viiva jää juuri ja juuri näkyviin (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 86). Muodon viimeistely aloitetaan kiinnittämällä sabluuna runkoaihioon. Sabluuna voidaan kiinnittää aihioon monella tavalla. Nykyiset kaksipuoliset teipit pitävät yleensä sabluunan paikallaan varsin väkevästi. Kaikki teipit eivät kuitenkaan ole yhtä laadukkaita, joten teipin pitävyys tulee varmistaa ennen työstön aloitusta. Kaikkein tärkeintä on se, että sabluuna ei liiku yhtään työstön aikana. Soitinrakentajilla on ollut tapana jyrtsiä aihio lopulliseen muotoon pitkällä kopiojyrtsinterällä eli ns. leskenteijällä. Työstö tehdään pöytään kiinnitetyllä käsijyrsimellä. Leskenteijällä jyrsiminen on työturvallisuuden kannalta erityisen huomioitava työskentely vaihe, jossa tulee käyttää erityistä varovaisuutta. Ylimääräistä jyrtsittävää puuta saa olla vain lyijykynän viivan verran. Lisäksi tulee huomioida jyrtsinnän perussääntö: kappaletta kuljetetaan terän pyörimissuuntaa ja leikkuuta vastaan tukevalla ja rauhallisella otteella, pieniä pätkiä kerrallaan. Kädet on pidettävä mahdollisimman kaukana terästä, kuitenkin niin että ote on tukeva. Liian hidas liike tekee polttojälkeä etenkin päätypuuhun. Liika nopeus taas saattaa lohkaista puun pahoissa paikoissa. Jyrsimen terä repäisee puuta varmasti, jos terän laakeri irtoaa sabluunasta kesken työstön (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen,

Reinikka, 2010, 88). Lopullisen muodon jyrsimisen jälkeen jyrsitään rungon pyöristykset. R 3,2 tai R 5 mm:n pyöristysterä kiinnitetään pöytään kiinnitettyyn jyrtimeen ja kokeillaan pyöristystä höylättyyn testikappaleeseen. Pyöristys on hyvä, kun terä jättää testikappaleeseen aivan pienen piirto jäljen. Kun asete on paikallaan, voidaan pyöristys jyrsiä runkoon. Pyöristys on valmis, kun mainittu piirto jälki on näkyvissä koko jyrinnän alueella. Pyöristys tulee kansipuolelle, joka kohtaan, mutta pohjan puolella kaulataskun alue jätetään pyöristämättä (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 90). Seuraavaksi on rungon mallista riippumatta vuorossa mikrofonien johdotusreikien poraaminen. Se tapahtuu pitkällä 5 tai 6 mm:n puuporanterällä. Kaulamikrofonin johdonreikä voidaan porata kaulataskun puolelta, sillä se jää piiloon. Tallamikrofonin johdonreiän kohdalla porauksen tulee olla niin loiva kuin mahdollista jotta ei porata vahingossa pohjasta läpi.

### Kitaran kaula

Kaulan valmistus alkaa puutavaran valinnalla. Lankkuun piirretään kaulasabluunalla kuva ja lankku katkaistaan sopivalta kohdalta. Aihio sahataan suurpiirteisesti ulos vannesahalla. Kaulan työstöä jatketaan ohentamalla aihio otelaudan puolelta tasohöylällä 20 mm paksuuteen. Kun aihio on oikean paksuinen, piirretään terävällä lyijykynällä sabluunan kanssa kaulan kuva aihioon. Kaula-aihio sahataan muotoon siten, että lyijykynän viiva jää näkyviin. Kaulasabluuna kiinnitetään sahatun aihion takapuolelle uppokantaisilla ruuveilla. Tämän jälkeen kaulan lopullinen muoto voidaan työstää ns. leskentekijällä, pöytään kiinnitettyllä jyrtimeellä. Kaulan jyrsimiseen pätevät edellä mainitut samat jyrinnän perussäännöt. Muodon työstämisen jälkeen voidaan porata virituskoneiston reiät. Virittimien reikien paikat merkitään siten, että asetetaan viivain bassopuolelle täsmälleen kaulan sivua pitkin ja piirretään lyijykynällä viiva kitaran lapaan. Lapaan piirretään suora viiva 12 mm etäisyydestä reunasta. Ensimmäinen virittimen paikka on viivojen leikkauspisteessä. Virittimen virallinen jako on 23,8 mm, mutta se usein pyöristetään 24 mm. Reiät porataan pylväsporakoneella. Poraamiseen suositellaan vasteen ja viimaimen käyttöä (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 124).

Kaulan kosteuselämisen sekä kielten vetolujuuden vastustamiseksi kaulaan asennetaan kaksitoimen kaularauta. Rauta tulee kaulaan siten että kun rautaa kiristetään myötöpäivään, raudan yläpinta menee kaarelle ja kun rautaa löysätään, yläpinta menee notkolle. Raudan toiminta tulee testata ennen asennusta. Eripaksuisten kaularautojen takia valitaan jyrtimeelle oikean kokoinen terä ja vasteiden avulla jyrsitään otelaudan puolelle ura. Uran tulee olla täysin kaulan keskellä ja kaularaudan tulee

istua uraan napakasti resonoinnin välttämiseksi. Kaularaudan säätöruuvien poraus tehdään kaulan takapäähän. Reiän koon määrittelee käytettävä kaularauta. Kun säätömutterin reikä on porattu, voidaan rautaa sovittaa uraan. Raudan tulee olla täsmälleen kaulan pinnan tasalla ja säätömutterin pään millin tai kahden kaulan pään sisällä (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 126).

Otelaudallisen kaulan otelauta valmistetaan yleensä ruusupuusta, pähkinäpuusta, loimukoivusta tai jostakin muusta kovasta ja kestävästä lehtipuulajista. Ennen otelaudan jatkotyöstöä, otelauta aihio höylätään 6 mm paksuuteen tasohöylällä (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 126). Otelauta liimataan paikalleen tasaisen pinnan päällä kaulan otelautapuoli alaspäin. Tavallisesti höyläpenkin pää on hyvä liimaus alusta. Puristimia tulee asettaa vierä vieräen sik-sak-kuvioon, näin puristusaine jakaantuu tasaisesti. Kun otelauta on liimaantunut vähintään 20 minuuttia, sahataan otelaudan ylimääräinen materiaali pois vannesahalla. Sahauksen jälkeen otelautaan jäänyt ohut puumateriaali jyrsitään pois pöytään kiinnitetyllä jyrsimellä ja ohjauslaakerilla varustetulla terällä. Otelaudan nauhaurien sahauksessa voidaan käyttää esimerkiksi kampasabluunaa ja ohutteräistä tarkistuspyörösahaa, sahausjigiä ja japaninsahaa, CNC-työstökoneita tai jo valmiiksi uritettua otelautaa (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 129).

Otelaudan sahauksien jälkeen voidaan työstää satulaura. Satulaura jyrsitään 3 mm pohjaleikkuisella urajyrksinterillä 4 mm syvyyteen jyrshintäohjuria apuna käyttäen. Jyrsinän yhteydessä tulee varoa puumateriaalin repeämistä työstämällä vain vähän puumateriaalia kerrallaan. Kaulan lapa voidaan ohentaa vannesahalla lähelle valmista mitta. Lavan yläsivuun piirretään kaulan pituussuuntainen viiva 14–15 mm:n kohdalle selkäpuolelta mitattuna. Lapa sahataan etupuolelta siten, että kappaleeseen jää 2–3 mm työstövaraa (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 130). Tämän jälkeen lapa hiotaan lopulliseen paksuuteen. Helpoin ja ammattimaisin tapa on hioa nauhahiomakoneen päätyrullalla, joka saa olla halkaisijaltaan enintään 70 mm. Mikäli rulla on isompi, ei ensimmäinen viritin tule tasaiselle pinnalle. Seuraavaksi voidaan hioa otelaudan radius. Otelaudan radiusen hionnalla tarkoitetaan otelautapinnan hiomista kaarevaksi. Loiva radius otelaudassa on otollinen muun muassa silloin kun kieltä venytetään soitettaessa (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 132). Radiusen hionnan voi tehdä kokonaan nauhahiomakoneella tai käsin. Tärkeää on kummassakin metodissa tarkkailla otelauta materiaalin tasapaksuutta, kaulan suoruutta sekä radiusen määrää. Otelautaan voidaan radiusen hiomisen jälkeen lisätä otelauta merkit. Otelautaan merkitään keskilinja ja sen mukaan keskikohdat 3, 5, 7, 9, 12, 15, 17, 19 ja 21 nauhaväliin merkkien

paikoiksi. Merkkien paikoille painetaan jäljet purasimella ja reiät porataan kärkipiikki terällä. Aidosta helmiäisestä valmistetut abalone- tai mother of pearl otelautamerkit liimataan paikalleen ja hiotaan otelaudan tasalle. Otelaudan sivumerkit merkitän, liimataan ja hiotaan samaan tapaan.

Otelautapinnan hiomisen jälkeen voidaan kaula nauhoittaa. Nauhaurat puhdistetaan hiomapölystä ja nauhamateriaali taivutetaan kaarelle joko taivutusmankelilla tai käsin päätyleikkureita apuna käyttäen. Nauhamateriaalin radius tulisi olla hyvin lähellä otelaudan radiusta, jotta asennus olisi helppoa. Nauhamateriaali naputellaan kevyesti kiinni uraan muovipäisellä vasaralla ja ylimääräinen materiaali katkaistaan. Nauha lyödään lopullisesti paikalleen nauhameistillä. Kun kaikki nauhat ovat paikoillaan, niiden päät voidaan leikata päätyleikkureilla otelaudan reunan kanssa tasan. Nauhojen päät viilataan yksihakuisella viilalla otelaudan reunan kanssa tasaan suorassa kulmassa. Samanlainen viilaus tehdään noin. 35 asteen kulmassa siten että myös otelaudan terävä kulma viilautuu pois (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 137). Nauhojen tasaisuus tarkistetaan nauhatulkillä ja nauhojen selät hiotaan tasaiseksi. Lopuksi nauhat pyöristetään nauhanpyöristysviilalla ja kiillotetaan.

Kaulan muotoilun kohdalla on monta erilaista koulukuntaa, ja vuosien saatossa Fenderin kitaroissa on ollut monenlaisia kaulaprofiileja (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 138). Mikäli halutaan jäljentää jonkin tietyn soittimen kaulaprofiili, se onnistuu muotokamman avulla. Muotokammalta muoto voidaan helposti siirtää vanerille, josta työstetään muotosabluuna, jonka avulla kaulan muotoa voidaan työstää oikeaan suuntaan. Kaulan paksuus kannattaa mitata työntömitalla aikakin 1. ja 14. Nauhojen kohdalta. Telecaster-mallisen kitaran kaula voi ohuimmillaan olla 20 mm 1. nauhan kohdalta ja 22 mm 14. nauhan kohdalta. Nämä ovat ehdottomat minimimitat. Paksuimmillaan vastaavat mitat ovat 23 ja 25 mm (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 139). Kaula asetetaan rungon kaulataskuun ja rungon muoto piirretään kaulan ja rungon liitokseen. Tämän viivan taakse ei saa mennä, mutta viivaan asti saa työstää. Ammattilaisilla on tapana tehdä kaulan muotoilu kokonaan nauhahiomakoneella, mutta myös käsityökaluja voi muodon työstössä käyttää.

## Hionta

Hionta on tärkein esikäsitteilytoimenpide ennen pintakäsittelyä. Hyvä hionta ei pelkästään takaa hyvää pintakäsittelyn laatua, vaan se voi myös vähentää pintakäsittelyssä käytettävän lakan kulutusta

jopa 30 % (Isomäki, Koponen, Nummela, Suomi-Lindberg, 2008, 100). Puun pinnat hiotaan järjestelmällisesti käsin tai koneellisesti. Hionta aloitetaan karkealla 60-paperilla ja jatketaan hienoon 220-paperiin. Hiontakarkeuksien välissä on hyvä hieman kostuttaa puupintaa, jotta puusyyt nousisivat pystyyn hionnan aikana ja näin ollen lakkaus ei nosta puunsyitä ylös. Pintakäsittelyn edetessä lakkaukseen, tehdään välihionta kaikille pinnoille 220–400 papereilla. Tarvittaessa voidaan jatkaa jopa 800 asti. Lakkausten välissä suoritetaan edellä mainittu välihionta ja jatketaan lakkausta, kunnes haluttu lopputulos on saavutettu.

## Pintakäsittely

Rungon ja kaulan kohdalla pintakäsittely on hyvin pitkälti tekijästään kiinni, mutta muutamia lainalaisuuksia kitaroiden pintakäsittelyyn on olemassa. Päädytään minkälaiseen värimaailmaan tai lakkaukseen tahansa, tulee rungon kaulatasku ja kaulan otelauta suojata maalaukselta ja lakkaukselta.

### Kitaran rungon pintakäsittely tiivistettynä

1. Päivä
  - Pohjalakka
2. Päivä
  - Välihionta P320 ja P600
  - Väritys ja suojalakka tai pelkkä pohjalakka
3. Päivä
  - Kevyt välihionta P320
  - Pintalakka

Kuvio 7. Kitaran rungon pintakäsittely tiivistettynä. (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010)

### Kitaran kaulan pintakäsittely tiivistettynä

1. Päivä
  - Pohjalakka
2. Päivä
  - Välihiointa P320
  - Mahdollisen logon asennus
  - Pohjalakka
3. Päivä
  - Välihiointa 320
  - Pintalakka

Kuvio 8. Kitaran kaulan pintakäsittely tiivistettynä. (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010)

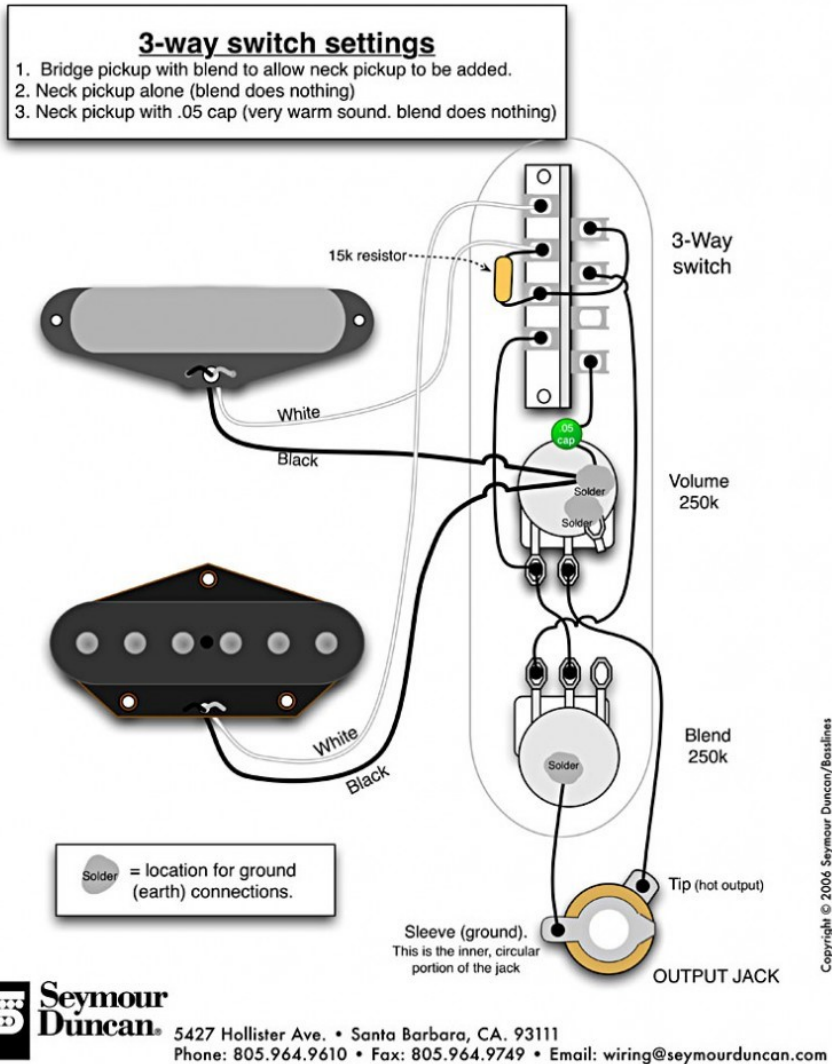
Pintakäsittelyn jälkeen pinnat voidaan kiillottaa. Pinnan kiillottamisen tarkoituksena on tasoittaa lakkapinnan oikaisussa aiheutetut pienet naarmut ja saada aikaan kiiltävä lopputulos. Kiillotuksessa voidaan käyttää flanellilaikkaa, joka nopeuttaa työskentelyä huomattavasti. Kiillotuksen yhteydessä on syytä muistaa, että kiillotus tapahtuu aina keskeltä reunoihin päin, reunoissa kannattaa olla erityisen varoivainen, ettei polta lakkapintaa puhki, nopeasti pyörivä flanellilaikka nappaa soittimen helposti käsistä ja flanellilaikan sopiva pyörimisnopeus on noin 800 kierrosta minuutissa (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 190)

### Sähkötyöt

Juotostöissä käytettävä tina on myrkyllistä ja juottamisen yhteydessä syntyvät tinahöyryt ovat haitallisia hengitykselle. Juottaminen on syytä tehdä paikassa, jossa on hyvä ilmanvaihto. Myös erillisiä tinahöyryimureita on saatavilla. Edullisin tapa on käyttää juotostöissä hengityssuojainta. Juottimen kärjen lämpötila tulee olla noin 300–450°C, joten palavalle alustalle joutuessaan se aiheuttaa välittömän tulipalovaaran. Kuumaa juotinta tulee aina säilyttää asianmukaisessa kaatumattomassa telineessä (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen, Reinikka, 2010, 43). Telecaster-mallisen kitaran kytkennät (kuvio 9) ovat melko yksinkertaiset, mutta juottamisen yhteydessä on syytä seurata oikeaoppista kytkentäkaaviota.



## Broadcaster with Blend



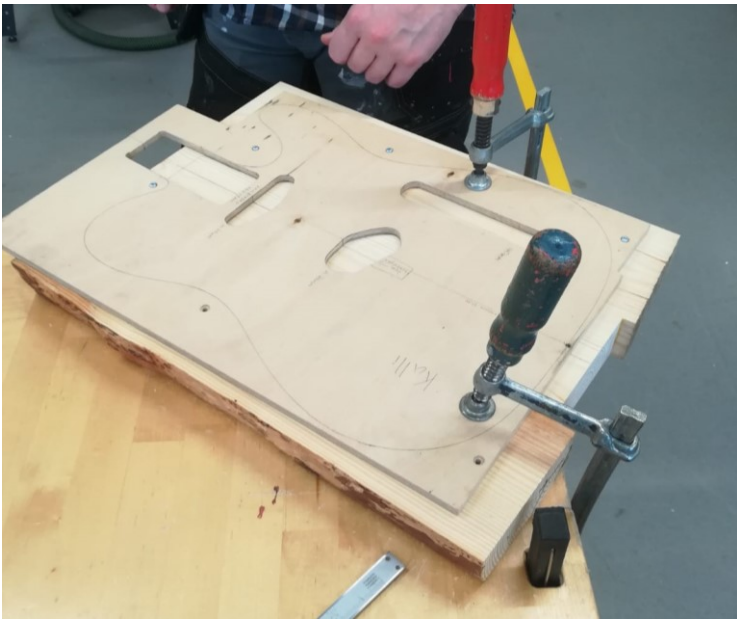
Kuvio 9. Kitaran elektroniikan kytkentäkaavio. (Seymour Duncan 2012)

## 3.2 Kitaran suunnittelun testaus valmistamalla

### 3.2.1 Rungon valmistus

Rungon työstö aloitettiin valitsemalla mäntylankuista sellaiset palat, joissa oli mahdollisimman vähän oksia ja halkeamia. Sopivien palojen löytäminen oli tärkeää, sillä rungon paksuus oli melko iso, eikä saatavilla olevista mäntylankuista jäänyt kovin paljon työvaraa. Valitsimme kolme lankun palaa, joissa oli mahdollisimman vähän oksia ja mahdollisimman paljon työvaraa. Lankun palat katkaistiin katkaisusirkkelillä sopivaan mittaan ja höylättiin oikohöylällä. Höyläämällä ensin lankun lappeen, ja käyttämällä sitä oikohöylän vastetta vasten syrjää höylätessä, saimme aikaan yhdeksänkymmenen asteen kulman. Tämän avulla höyläsimme osien toisen syrjän tasohöylällä. Liimasimme

kolme osaa yhteen kiskopuristimien avulla ja käytimme polyvinyylisetaattiliimaa kappaleiden liimaamiseen. Kappaleet asetettiin runkopuristimien päälle, jossa ne saivat puristua 24 tuntia. Ylimääräiset liimat kaavittiin liimasiklillä pois, jotta ne eivät vahingoittaisi tasohöylän terää. Tämän jälkeen kappale höylättiin oikeaan paksuuteensa. Kuvassa 1, kappaleen päälle asetettiin sabluuna, jonka avulla kappaleeseen piirrettiin ensin rungon ulkomuoto, ja sitten paikat jysynnöille.



Kuva 1. Jysintäsabluunan kiinnitys runkoaihioon.

Tarvittavat jysinnät vaativat ensin suurimman materiaaliosan poistoa, joten kohtiin porattiin oksaporalla useaan kertaan. Näin jysittäessä poistettavaa materiaalia on huomattavasti vähemmän, joka säästää sekä aikaa että jysinterää. Kuvassa 2, reiät porattiin pylväsporakoneella syvyysvastetta käyttäen, sillä tarvittava porauksen syvyys oli jokaiselle jysinkohdalle eri ja näin saatiin yhteen kohtaan monta porausta täysin samaan syvyyteen. Porauksessa käytettiin 15-30millimetrin teriä, kohdan muodosta riippuen.



Kuva 2. Turhan puumateriaalin poistaminen ennen jysintää.

Rungon muotosabluuna kiinnitettiin runkoon kaksipuolisella teipillä. Raakatyöstetyt mikrofonikotot työstettiin viimeisiin mittoihin käsijyrsimen avulla. Runko jysittiin muotoonsa muotosabluunan ja pöytäjyrsimen avulla. Jysimellä käytettiin laakeriterää, joka kopioi muodon muotosabluunasta. Mikrofonien sekä kontrollilevyn elektroniikan läpiviennit porattiin runkoon pitkällä 6 mm poranterällä. Instrumenttijakin paikka porattiin 22 mm terällä tarkasti keskelle runkoa. Kaulataskun reunat viimeisteltiin taltalla sekä viilalla pyöreän sekä kaulan muotoa mukailevan muodon saavuttamiseksi.

Rungossa oleva oksakohta paikattiin poraamalla 20 millimetrin terällä oksa pois, jonka jälkeen toisesta männynpalasta porattiin oksaporalla 20 millimetrin pala, joka liimattiin poratun oksan paikalle. Tämän jälkeen ylimääräinen osa paikasta sahattiin japanisahalla pois ja tasoitettiin hiomalla. Rungon epätasaisuuksia paikattiin kittaamalla muutamia pieniä reikiä ja muita epätasaisuuksia. Kittä levitettiin lastalla reikien sisään ja ohut kerros muiden epätasaisuuksien päälle. Kittä ei levitetty etupuolelle, sillä tutkijat tekivät päätöksen, ettei etupuolta maalata. Kun kitti oli kuivunut, se tasoitettiin hiomalla. Hiottu ja muotoon työstetty runko, kuvassa 3.



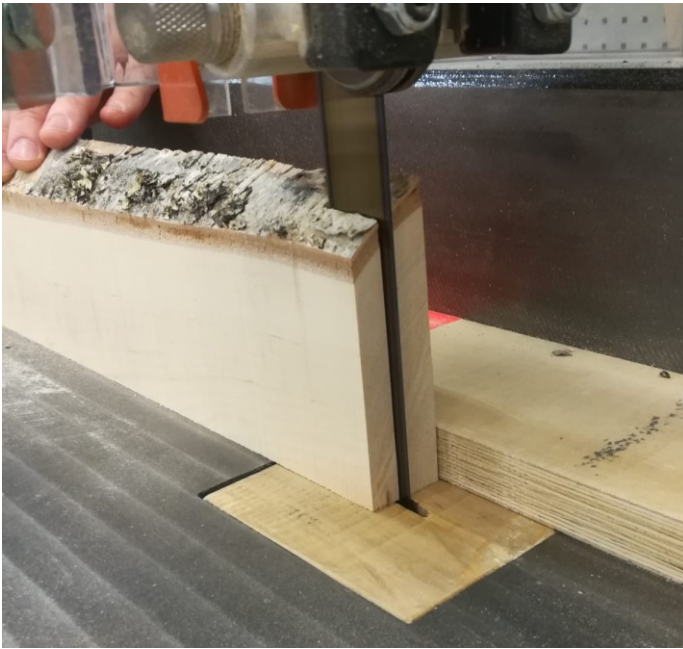
Kuva 3. Muotoonsa työstetty ja jyrstetty runkoaihio.

### 3.2.2 Kaulan valmistus

Kaulaan valittiin myös mahdollisimman oksatonta koivua, kuvassa 4. Valitut lankut katkaisiin oikean mittaiseksi katkaisusirkkelillä ja halkaistiin soiroiksi tarkistuspyörösaahalla. Soirot halkaistiin pystysuuntaan vannesahalla, kuvassa 5.



Kuva 4. Kaulaan valittuja lankkuja.



Kuva 5. Soirojen halkaisu pystysuuntaan.

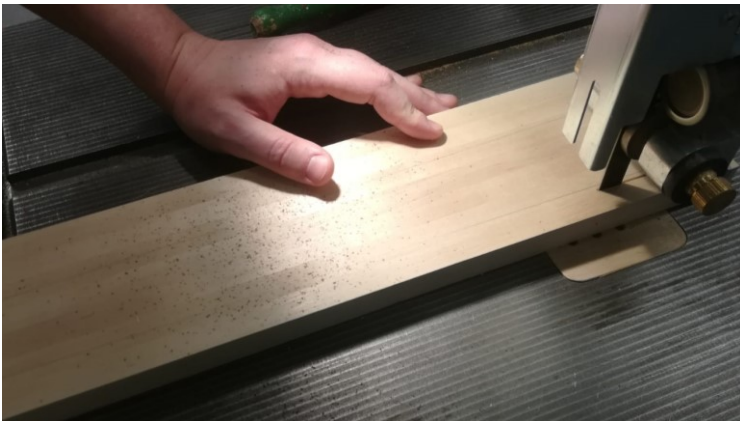
Soirot höylättiin tasohöylällä tasaisiksi. Oikohöylää ei tarvinnut käyttää, sillä kaulan soirot liimataan yhteen lappeet vastakkain. Ennen liimausta soiroista valittiin vielä parhaat kappaleet ja esimerkiksi oksalliset kappaleet jätettiin pois. Soirot liimattiin syysunnat vastakkain koivun luonnollisen kasvun minimoimiseksi. Kuten rakenneperustassa mainitsimme, tulee kosteuselämiseen kiinnittää erityistä huomiota tuotteen valmistuksen yhteydessä. Käytimme polyvinyylisetaattiliimaa ja liimasimme soirot yhteen lappeet vastakkain kiskopuristimien avulla. Kappale oli puristuksissa 24 tuntia, kuva 6. Sen jälkeen kappale otettiin puristuksesta pois, ylimääräiset liimat poistettiin liimasiklillä, ja kappale höylättiin. Höyläys tapahtui tasohöylällä ja kappale höylättiin sen lopulliseen paksuuteen.





Kuva 6. Kaula-aihion liimaus.

Kappaleen päälle asetettiin sabluuna, jonka avulla kappaleeseen piirrettiin kaulan ulkomuoto. Sabluuna irrotettiin, ja kappale sahattiin karkeasti muotoonsa vannesahan avulla, kuvassa 7. Sahatessa yritimme sahata mahdollisimman läheltä viivaa, jotta jyrshintään jäisi mahdollisimman vähän puutavaraa.



Kuva 7. Kaulan sahaus karkeaan muotoon.

Olimme kuitenkin erityisen varovaisia, ettei sahaus mene viivan yli. Sahauksen jälkeen kiinnitimme sabluunan uudestaan kappaleeseen, sillä jyrsimme sen avulla kaulan muotoonsa, kuva 8. Jyrsinässä käytimme pöytäjyrtimeen kiinnitettyä kopiojyrshintä, joka säädettiin niin, että terän yläpuolella oleva laakeri oli sabluunan korkeudella, jolloin jyrshintäessä kaulasta tulee sabluunan muotoinen. Jyrshintäen vaikein osa oli päätypuun jyrshintä, sillä kaulan yläosassa oleva päätypuu on kaulan kovinta puuta, ja se vaati useamman läpikäynnin jyrshintä.



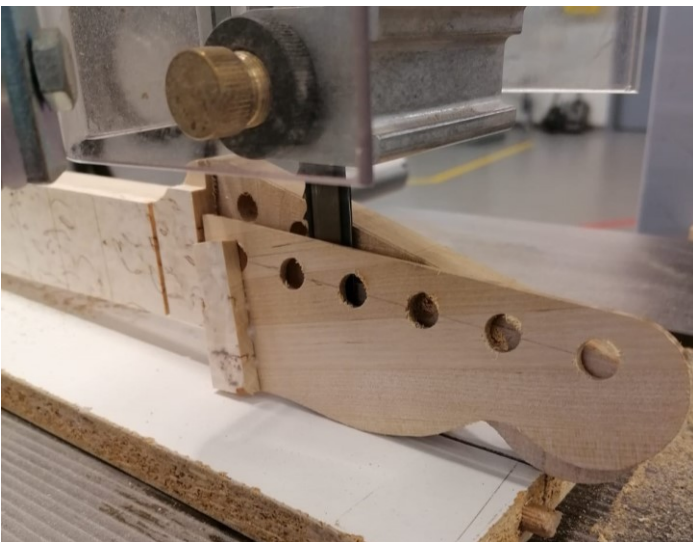
Kuva 8. Kaulan jysintä muotoon.

Jysynnän jälkeen sabluuna irrotettiin, ja reiät virityskoneistolle mitattiin. Reikien paikkojen mittaaminen oli tarkinta ja tärkeintä työtä tähän mennessä, sillä pienikin heitto paikassa vaikuttaa suuresti kitaran toimintaan. Käytimme mittaukseen tarkkoja ohjeita ja monia työkaluja. Reikien välit mitattiin työntömitalla ja niille tehtiin alkureikä purasimella. Merkkauksen jälkeen reiät porattiin kaulasta läpi pylväsporakoneella. Porauksessa käytettiin 10 millimetrin terää. Kaulan keskelle jysyttiin pitkittäissuunnassa ura kaksitoimiselle kaularaudalle. Uran keskiosa jysyttiin 8 millimetrin jysynterällä, ja uran alapäähän uraa levennettiin 10 millimetrin jysynterällä. Kaulan alalaitaan porattiin reikä, joka päättyi kaularaudan uraan. Uraa ja porattua reikää hienosäädettiin niin, että kaularaudan kiristysmutteri osui reikään ja kaularauta mahtui uraan. Sahautimme otelaudan oikeisiin mittoihin. Otelauta liimattiin tarkasti kaulan päälle, jotta otelaudan paikat ovat oikeilla paikoillaan, kuvassa 9.



Kuva 9. Otelaudan liimaus.

Seuraavaksi otelautu työstettiin samaan leveyteen kaulan kanssa. Tämä toteutettiin sahaamalla suurimman osan hukkamateriaalista pois ja sen jälkeen jyrsimällä otelautu samaan mittaan alajyrsimen sabluunaterän avulla. Kaulan yläosan lapa ohennettiin ensin sahaamalla lapa lähelle lopullista mitta vannesahalla, kuvassa 10. Seuraavaksi lapa hiottiin lopulliseen mittaan nauhahiomakoneella, asettamalla vaste lapan lopulliseen paksuuteen ja hiomalla lapa sen avulla loppuun.



Kuva 10. Lavan ohennus.

Otelautaan mitattiin tämän jälkeen paikat otelautamerkeille. Tarkan mittauksen jälkeen otelautaan porattiin päälipuoleen 6 millimetrin reiät 1 millimetrin syvyyteen, ja otelaudan sivuun samaan syvyyteen 2 millimetrin reiät. Otelautamerkit liimattiin pikaliimalla paikoilleen kuvassa 11.





Kuva 11. Paikallaan olevat otelautamerkit.

Tämän jälkeen aloitettiin kaulan radiuksen hionta radiuksen hiontablokin avulla. Hiontablokilla kaulaan saatiin sopiva 9,5 tuuman kaarevuus. Otenauhojen uria tuli hionnan jälkeen syventää yksihakuisella japaninsahalla. Sahaan kiinnitimme ohjurin, joka esti sahausta liian syväälle. Seuraavaksi otelautanauhat kiinnitettiin niille tehtyihin uriin. Tätä varten valmistettiin puusta löyntityökalu, jossa oli sopiva kaarevuus kaulaan nähden. Tämän avulla jo valmiiksi leikatut otenauhat lyötiin paikalleen. Ylijäävä osa leikattiin sivuleikkureilla pois, ja nauhoja hiottiin tasaisesti kaulan sivuun nähden. Tämän jälkeen nauhojen päät viilattiin 35 asteen kulmassa. Nauhat hiottiin päältä hiontablokin avulla eriasteisilla hiomapapereilla. Nauhat tasoitettiin ensin vaakatasoon toisiinsa nähden ja tämän jälkeen nauhan pyöreä muoto työstettiin varta vasten suunnitellulla nauhanpyöritysviilalla, kuva 12.

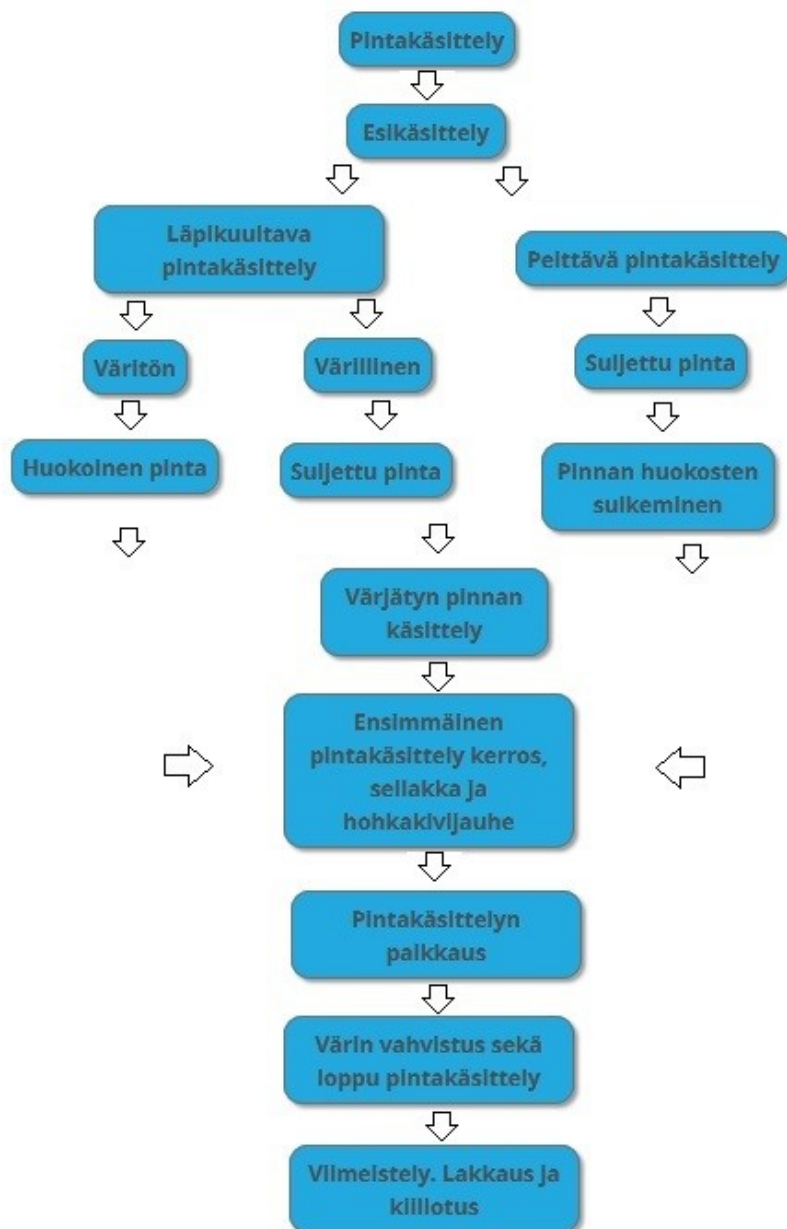


Kuva 12. Viimeistellyt otelautanauhat.

Kaulan takaosa työstettiin pyöreäksi ensin nauhahiomakoneella. Sitten muotoa työstettiin kava-  
höylällä, raspilla ja hiomapaperilla, kunnes muoto oli omaan käteen sopiva. Kaulan muoto on pit-  
kälti soittajan omien preferenssien varassa, joten kyseisen instrumentin kaula valmistettiin soittajan  
omien speksien mukaisesti.

### 3.2.3 Hionta ja pintakäsittely

Kuviossa 10 esitellään pintakäsittelyn vaiheet. Kaula ja runko hiottiin järjestelmällisesti 80-karkeu-  
den hiomapaperista 320-karkeuteen asti. Ennen hienompia hiomapapereita kaulan sekä rungon pinta  
kostutettiin kostealla liinalla puusyiden ylös nostamiseksi. Jos tämä vaihe jätettäisiin välistä, nousi-  
sivat puunsytyt vasta pintakäsittelyn aikana ylös, joka vaikuttaisi lopullisen pintakäsittelyn laatuun.  
Tavoitteena on saada mahdollisimman tasalaatuinen pohjapinta, jonka päälle on helppo rakentaa  
kestävää ja kaunista pintakäsittelyä. Pintakäsittelyksi valitsimme alkuperäisestä suunnitelmasta  
poikkeavasti haastavan, mutta palkitsevan sellakka käsittelyn.



Kuvio 10. Pintakäsittelyn havainnointikaavio. (Bister & Pulkkinen, 2021)

Sellakka on orgaaninen polymeeri ja hartsi, joka saadaan *Kerria Lacca* nimisen hyönteisen munakoteloista. Sellakka käsittely on läpikuultava pintakäsittely, jossa huokoinen pinta tulee sulkea ennen värjäystä, pintakäsittelyä ja viimeistelyä (Scott 2004, 84). Rungon hiottu pinta poltettiin kauttaaltaan asetyleenihappipolttimella, jonka jälkeen pinnan sulkeminen voitiin aloittaa sellakalla sekä hohkakivijauheella. Hohkakivijauheen hierominen poltettua puupintaa vasten sai aikaan hienoa puupölyjauhetta, joka sekoittuessaan sellakkaan muodosti hienojakoisen tahnan. Hienojakoinen

tahna täytti mikroskooppisen pienet poikkeamat ja virheet hiotussa puupinnassa sekä syyrakenteessa ja täytti esimerkiksi oksien läheisyydessä olevat epämuodostumat.



Kuva 13. Rungon pintakäsittelyn aloitus.

Pohjakäsittelyn jälkeen pinta hiottiin uudelleen tasaiseksi, jonka jälkeen aloitettiin itse pintakäsittely, kuva 13 ja 14. Rungon pinta poltettiin uudelleen ja vasta tämän jälkeen voitiin aloittaa pinnan sellakkakäsittely. Sellakkakäsittely vaatii useita ohuita kerroksia, jotka hierotaan puupintaan puuvillaliinan avulla. Itse sellakkapintakäsittely oli pitkäkestoinen ja haastava prosessi, jonka näimme tarpeelliseksi kitaran visuaalisen ulkoasun toteuttamiseksi. Lopullinen pintakäsittely kuvassa 15.



Kuva 14. Hohkakivijauheen levittämistä rungon pintaan.



Kuva 15. Pintakäsittelyt kitaran osat.

### 3.2.4 Elektroniikka

Tilasimme ja asensimme kitaraan valmiin elektroniikkapaketin, josta löytyivät kaikki tarvitsemamme elektroniikkaosat kitaran viimeistelyyn. Osat asennettiin niiden oikeille paikoilleen, elektroniikkaosat juotettiin yhteen ja rungon maadoitus yhdistettiin metalliseen tallapalaan häiriöäänien välttämiseksi. Mikrofonien upotukset suojasimme alumiiniteipillä vähentääksemme entisestään yksikelaisista mikrofoneista syntyvää huminaa ja häiriöääntä. Teimme ns. Faradein häkin (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen & Reinikka 2010, 157)

### 3.2.5 Kokoonpano

Valmiit elektroniikkakomponentit asennettiin runkoon ja liitokset juotettiin paikalleen. Huomioimme oikeaoppiset työstötavat elektroniikan kohdalla sekä esimerkiksi elektroniikan toimivuuden kannalta välttämättömien liitosten tekemisen, esim. mikrofonien maadoitus runkoon ja näin ollen



maahan. Kaulan suoruus tarkistettiin ennen sen liittämistä runkoon suoralla metalliviivaimella. Tarvittavat säädöt kaulan suoruuteen tehtiin säätämällä kaulan sisälle asennettua kaularautaa. Kaulan, tallapalan, kontrollilevyn, instrumenttikaapelipaikan, sekä virityskoneiston asennuksen jälkeen aloitimme kitaran viimeiset hienosäädöt. Kitaraan asennettiin tilapäiset ns. säätökielet, joiden avulla voitiin kitara asettaa parhaaseen mahdolliseen toimintakuntoon ennen uusien kielten asennusta. Kielten laittamisen jälkeen pystyimme työstämään hirvenluusta satulan, jonka korkeus ja uransyvyys oli mahdollista määrittää vasta tässä työstövaiheessa. Nuutisen mukaan, hienosäätövaihe on kärsivällisyyttä ja pitkäjänteistä työskentelyä vaativa vaihe, jonka onnistuminen on edellytys kitaran laadukkaalle soinnille sekä hyvälle soitettavuudelle (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen & Reinikka 2010, 117). Kitara voitiin tämän jälkeen virittää ja aloittaa hienovireen säätäminen. Nuutisen mukaan, Hienovireellä tarkoitetaan sitä, että kieli on koko kaulan pituudella täysin vireessä. Esimerkkinä paksuin A-kieli soi ollessaan vireessä 440-hertsin taajuudella ja kun kielen 12-väliä painetaan, soi A-kieli oktaavia korkeampaa, mutta tällöin täysin vireessä 440-hertsin taajuudella (Nuutinen, Eriksson, Jaakkonen & Reinikka 2010, 118). Kuvassa 16 ja 17 soittimen vireyden ja hienovireyden tarkistus. Hienovireen säätämisessä käytimme viritysmittaria, jonka avulla saimme absoluuttisen totuuden siihen, onko kieli vireessä ja pysykö kieli vireessä koko kaulan matkalta. Hienovireen säätämisen jälkeen suoritimme koesoiton, jonka aikana kitaran eri komponenttien toimintaa tarkkailtiin sekä arvioitiin kitaran kokonaisvaltaista soitettavuutta sekä soivuutta. Tarvittavat korjaukset tehtiin välittömästi parhaan mahdollisen tuloksen saavuttamiseksi. Valmistunut soitin kuvassa 18.



Kuva 16. Vapaa A-kieli soi 440 Hz vireessä



Kuva 17. A-kielen 12-väli soi 440 Hz vireessä, joten soittimen intonaatio on kohdillaan koko kaulan matkalta.



Kuva 18. Valmis soitin.

Aikaisemmin määritellyt perustat sitoutuvat tuotteen valmistukseen erittäin vahvasti ja ne ohjasivat työskentelyä. Esimerkiksi turvallisuusperustassa mainittu työstölaitteiden rajoitusten huomiointi sekä käsityöperustassa mainitut erilaiset työkalut ja työmenetelmät.

### **3.3 Laatuavoiteteoreeman testaus**

#### **3.3.2 Tutkimusaineiston kerääminen ja analyysi**

Tuotteen valmistuttua tutkijat testasivat ja analysoivat valmista tuotetta jo aikaisemmin määriteltujen testauskriteerien mukaisesti (luku 3.3, 21-23). Tuottamiskohteen laatuavoiteteoreeman määrittelyn yhteydessä päätetyt ja määritellyt kriteerit olivat: paino, soitettavuus, pitkäikäisyys sekä hinta. Nämä ennalta määritellyt kohteet määrittivät täysin sen, onko tuotteen valmistamisprosessissa onnistuttu. Kitara punnittiin käyttämällä tarkkuusvaakaa. Hinta määriteltiin laskemalla yhteen valmistukseen käytetyt materiaalit ja muut tarvikkeet, uudelleen käytettävät työkalut pois lukien. Pitkäikäisyys arvioitiin analysoimalla mahdollista tähän mennessä tapahtunutta kosteuselämistä, sekä puumateriaalien ja käytettyjen työvaiheiden laadukkuutta. Soitettavuutta arvioitiin tarkistamalla, että kielten korkeus suhteessa kaulaan on oikean korkuinen, että kaularauta on oikein säädetty ja että otenauhat ovat viimeistelyjä. Kitaran vireyttä ja hienovireyttä testattiin viritysmittarin avulla. Kitaran vireys ja hienovireys on soitettavuuden kannalta merkittävässä osassa tuotteen onnistumisen kannalta. Vireyden pysymistä testattiin virittämällä kitara, soittamalla sillä hetken aikaa, ja mittaamalla vireys uudestaan.

#### **3.3.3 Laatuavoitteiden vertaaminen arviointitietoon**

Kitaran painon laatuavoite asetettiin alle 4 kilon painoon. Valmis tuote punnittiin tarkkuusvaalla, jonka tarkkuus varmistettiin punnitsemalla tarkalleen kilon paino ennen testaustapahtumaa. Näin pystyimme varmistumaan, että vaaka pitää paikkansa ja näyttää kitaran todellisen painon. Valmiin kitaran lopullinen paino oli 3,1 kiloa, joten painolle asetettu laatuavoite täyttyi. Testi toistettiin toisella tarkkuusvaalla, jotta saimme varmuuden siitä, että tuote todellakin painaa 3,1 Kg eli alle asettamamme laatuavoitekriteerin.



Hinnalle asetettu laatutavoite testattiin laskemalla yhteen käytetyt materiaalit ja muut kitaran osat, mutta laskuista jätettiin pois uudelleen käytettävät työkalut, sillä työkalujen osalta hankinta täytyy tehdä vain kerran, eikä se vastaa silloin vain kitaran lopullista hintaa. Kitaran hinnan laatutavoite asetettiin alle 500 euron hintaan. Kitaran lopulliseksi hinnaksi laskettiin noin 550 euroa, joten hinnalle asetettu laatutavoite ei täytynyt. Kokonaishintaan pystyy vaikuttamaan huomattavasti omilla materiaali ja elektroniikka valinnoilla, jotka soittaja määrittelee itse. Olisimme pystyneet tekemään kitaran alle 500 eurolla, mutta valitsimme kalliimpia ja hienompia materiaaleja, jotka nostivat kokonaisprojektin hintaa.

Pitkäikäisyyden laatutavoitetta analysoitiin refleктоimalla käytettyjä materiaaleja ja työstötapoja, sekä observoimalla kitaran kosteuselämistä prosessin aikana ja sen jälkeen. Puolentoista vuoden tutkimusprosessin aikana, jolloin kitaran kaula oli kasassa, ei se näyttänyt suurempia merkkejä kosteuselämisestä, joten uskomme vahvasti, että kaula on onnistuttu stabiloimaan. Suurimpaan testiin kitarankaula joutui kesän aikana, jolloin kaula oli suurimman suhteellisen ilmankosteuden vallitessa puuntyöstötilassa säilössä. Kitaran kaulan kosteuseläminen on merkittävin tekijä tuotteen pitkäikäisyyden kannalta ja tutkimuksen valmistuksen aikana ja sen välittömässä tulevaisuudessa emme ole havainneet kaulassa minkäänlaista muutosta. Tuotteen pitkäikäisyydestä saamme lisää tietoa, kun suhteellinen ilmankosteus laskee talven aikana hyvinkin alas. Mahdolliset muutokset kitaran kaulassa voimme korjata kitaran kaulaan asennetulla kaularaudalla. Kitaran valmistuksessa käytetyt materiaalit olivat hyvälaatuisia ja käytetyt menetelmät oikeaoppisia. Pitkäikäisyyden laatutavoite on kitaran rakennusprojektissa siis täytynyt. Kitaran kasaamisen jälkeen on huomattu pientä kosteuselämistä erityisesti kitaran kaulassa. Tämän kaltainen pienimuotoinen kaulan eläminen on tavanomaista mille tahansa kitaralle. Kaularaudan kompensatiolla tuo tavanomaisen instrumentin kosteuseläminen on pystytty korjaamaan.

Soitettavuuden laatutavoite muodostuu kitaran soitettavuudesta. Kitaran kaula oli viimeistelty sen ansaitsemalla tavalla ja kaulan ergonomia oli huomioitu valmistusprosessin kaikkien vaiheiden aikana. Otenauhojen hionnat ja säädöt oli tehty oikeaoppisesti, joten ne eivät tuottaneet epämiellyttäviä tuntemuksia soiton aikana. Otenauhojenpäät eivät olleet teräviä tai muuten haitallisia soiton kannalta. Kitara pysyi standardissa 440 hertsin vireessä ja pysyi kauttaaltaan hienovireessä koko kaulan matkalta oikeaoppisten hienoviresäätöjen ansiosta. Hienovire testattiin useaan otteeseen ja sitä säädettiin havaintojen perusteella. Viritysmittarin tuoma absoluuttinen vireys ohjasi hienovireen säätämistöitä alusta loppuun. Vireys ja hienovireys testattiin lopuksi kahdella eri mittarilla, joilla

todettiin, että kitara on ja pysyy vireessä ankarasta soitosta huolimatta. Kitaran elektroniikka oli asennettu ja asemoitu oikeaoppisesti sekä juotokset oli tehty parhaalla mahdollisella tavalla. Elektroniikan maadoitus oli ehdottoman tärkeä vaihe kitaran puhtaasti soivuuden sekä turvallisen käytön vuoksi. Nämä asiat oli otettu huomioon suurella tarkkuudella ja viimeistelty asianmukaisella tavalla. Soitettavuuden laatutavoite on siis täytynyt.

### **3.4 Vastaus teoreettiseen tutkimuskysymykseen**

Miten laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus onnistuu koivusta ja männystä?

Teoreettisena tutkimusongelmana oli, miten laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus onnistuu koivusta ja männystä. Tutkimusongelman vastaus on saatu refleктоimalla tuotteen suunnittelu- ja valmistusvaiheita. Miten koivun ja männyn käyttäminen on vaikuttanut kitaranrakennusprosessiin kokonaisuutena? Materiaaliset ominaisuudet ovat osaltaan olleet kokonaisprosessin kannalta haastavimmat ongelmat. Männystä valmistettu kitaran runko ei ole mitään poikkeuksellista, mutta työstövaiheita on jouduttu uudelleen miettimään ja sovittamaan juuri materiaalista johtuvien ominaisuuksien vuoksi. Jos verrataan prosessia “tavanomaisiin” kitaranrakennus materiaaleihin kuten: vaahteraan, saarneen tai leppään niin on työstövaiheiden erilaisuus selvää. Jouduimme soveltamaan perinteisiä kitaranrakennus prosesseja meidän valitseman materiaalin mukaisiksi. Mäntyrunгон raakatyöstössä huomioitiin materiaalin pehmeys. Sahaukset, höyläykset, hionta, huokoisen pintamateriaalin täyttö ennen pintakäsittelyvaiheen aloittamista sekä yleinen materiaalin käsittelyä ja säilytys, ovat kaikki olleet erityisen tarkkailun alaisena.

Myös kaulamateriaalin kohdalla olemme joutuneet poikkeamaan perinteisistä kitaranrakennus työvaiheista. Kuten Nuutinen teoksessaan mainitsee, kaula valmistetaan yleensä säteensuuntaan sahausta yhdestä yksittäisestä kaulamateriaali aihioista (Nuutinen, A., Eriksson, T., Jaakkonen, P., Reinikka, T. 2010, 28). Koivusta valmistetun kaulan kohdalla jouduimme heti poikkeamaan alan standardeista ja muokkaamaan kaulan fyysistä rakennetta, vakauttaaksemme kaulan kosteuselämisestä johtuvat muutokset. Ns. Liimalevytekniikalla valmistettu lämpökäsittlemätön koivukaulamateriaali vakautettiin kaulan sisälle asennetulla kaularaudalla. Kaulan valmistuksessa käytetyt ohuet puuri-mat vakauttivat kaulan rakennetta huomattavasti enemmän verrattuna tavanomaiseen yhteen yksittäiseen lämpökäsittlemättömään koivuaihioon. Ohuempien puurimojen suhteellinen kosteuseläminen on merkittävästi pienempää kuin esimerkiksi massiivikoivusta valmistetun puisen yhden yksittäisen levyn kosteuseläminen. Tämä on ollut merkityksellistä kitaranrakennus prosessille siksi, että

esimerkiksi kaulan kosteuseläminen voi tehdä kitaran soitettavuudesta erittäin epämieluisia. Soitinrakentajamestari Juha Lottonen toteaa, että erinomainen soitettavuus on laadukkaan soittimen tärkeimpiä yksittäisiä ominaisuuksia (Lottonen Handmade Guitars 2021). Puumateriaalien huomattava kosteuseläminen tuotteen valmistumisen jälkeen on ongelma, joka tulee huomioida jokaisen puuntyöstöä sisältävän prosessin yhteydessä.

Laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus koivusta ja männystä onnistuu hyvin, kunhan otetaan huomioon puumateriaalien tyypilliset ominaisuudet sekä niiden vaatimat erilaiset työstötekniikat verrattain tavanomaiseen soitinrakennusprosessiin. Erityisesti valmistamamme kitaran kohdalla painottui runkomateriaalina käytetyn männyn pehmeä rakenne, joka tuli huomioida jokaisessa työvaiheessa ylimääräisen työtaakan ja korjailun välttämiseksi. Koivukaulan rakenteellisilla muutoksilla onnistuimme vakauttamaan kaulamateriaalin, joka oli kyseisen tutkimuksen tärkeimpiä tavoitteita.

### **3.5 Vastaus empiiriseen tutkimuskysymykseen**

Miten laatutavoitteiston mukainen koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan?

Empiirisenä tutkimusongelmana oli: Miten laatutavoitteiston mukainen koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan? Vastaamme ongelmaan laatutavoiteteoreemaan testauksen tulosten avulla, jotka löytyvät luvusta 4.3.2. Koivusta ja männystä valmistettu laatutavoitteiston mukainen sähkökitara toimii hyvin käyttötarkoituksessaan. Arvioimalla laatutavoitteita ja niiden täyttymistä, voidaan todeta, että sähkökitara toimii käyttötarkoituksessaan. Kolme neljästä laatutavoitteesta täyttyi. Hinta oli ainoa laatutavoite, joka ei täyttynyt. Tämäkin olisi ollut mahdollista täyttää käyttämällä hieman halvempia materiaaleja esimerkiksi otelaudan valmistuksessa. Laatutavoitteen täyttyminen siis riippuu paljon kitaran tekijän omista mieltymyksistä ja vaatimuksista. Totesimme kuitenkin verratessa pelkästään raakamateriaalin hintaa tavanomaisiin kitaranrakennusmateriaaleihin, että säästö on jopa sadan euron luokkaa, joka on noin kymmenkertainen suhteutettuna halvemmista materiaaleista toteutettuun kitaraan. Painon ja soitettavuuden laatutavoitteet täyttyivät. Pitkäikäisyyden laatutavoite täyttyi, joskin on huomioitava, että pitkäikäisyyttä tarkasteltiin materiaalin ominaisuuksien kannalta, siinä ajassa, jossa tuote suunniteltiin ja valmistettiin.

Hyvin toimivan sähkökitaran valmistus halvemmista puumateriaaleista on siis täysin mahdollista.

## 4 LUOTETTAVUUSTEOREETTINEN OSA

### 4.1 Tutkimuksen luotettavuuden arviointi

Suomalaiseen opettajankoulutukseen kuuluu ainehallinnallisen osaamisen ja pedagogiikan lisäksi myös tieteellistä osaamista. Maisterivaiheen opiskelijat toteuttavat yksin tai pareina pro gradututkielman. Tieteelliselle tutkimukselle on asetettu eettisiä sääntöjä ja vaatimuksia, joita tutkielman tulee noudattaa. Tutkimuksen tekeminen on tieteellisen tutkimusetiikan mukaisesti täsmällistä, järjestelmällistä ja kurinalaista. (Vilkkä 2015, 30–31)

Tasaisten tuloksien antaminen on yksi tieteellisen tutkimuksen luotettavuuden mittareita (Hirsjärvi ym. 2015, 231–232). Mutta koska tutkimuksen toistaminen on tutkivan tuottamisen avulla toteutetussa tutkimuksessa ongelmallista, ei tämä mittari sovi tähän tiettyyn tutkimukseen. Tutkimuksen toistava henkilö todennäköisesti asettaisi esimerkiksi tuotteelle erilaiset laatutavoitteet. Luotettavuutta tarkastellessa on syytä huomioda se, että tuotteen arvioivat sen tekijät. Tästä ei kuitenkaan muodostu suurta ongelmaa, sillä kaikki merkittävät laatutavoitteet ovat mitattavissa täysin subjektiivisesti. Tutkimuksen uudelleen toteuttavalla henkilöllä on myös todennäköisesti erilainen tietotaitosaaminen, kuin tämän tutkimuksen tekijöillä. Mikäli tutkimuksen toteuttaisi täysin uudelleen, olisi se silti ongelmallista, sillä toteuttaminen uudelleen olisi enemmänkin mallioppimista. Tämä saattaisi poistaa syvempää ymmärrystä prosessista, joka vaikuttaa lopputulokseen.

Teoreettisen tutkimusongelman vastaus ei ole sovellettavissa kaikkiin sähkökitaroihin, vaan se on enemmänkin tapauskohtainen. Kitaran osalta tutkimustietoa ei voi suoraan soveltaa peruskouluun, sillä jokainen tekijä toteuttaa tiettyjä osia tuotteesta omien mieltymyksiensä mukaisesti. Tuloksia voidaan kuitenkin soveltaa peruskouluun käsityötajun kautta joko kokonaisuutena tai yksittäisinä työvaiheina. Teoreettisen tutkimusongelman vastaukseen vaikuttaa myös hiljainen tieto. Hiljaista tietoa on vaikea määritellä, perinteisesti sillä tarkoitetaan taitoa, jota ei verbaalisesti voi kuvata. (Koivunen, 1997, 78) Tämä käsite kuvaa tutkijoiden aikaisempaa tiedostamatonta kokemusta.

Tutkimuksen luotettavuuteen vaikuttaa hieman se, että tutkijat arvioivat lopullista tuotetta itse. Laatutavoitteet ovat kuitenkin täysin objektiivisia, ja kuten Hirsjärvi (2015, 232) kuvailee: Laadullisen tutkimuksen luotettavuutta kohentaa tutkijan tarkka selostus toteutuksesta. Tarkan selostuksen li-

säksi tutkijoilla on tutkimuksen luotettavuuden arvioinnissa apuna valtava määrä kirjoitettua ja hillaista tietoa soitinrakennuksen absoluuttisista määreistä. Tutkijoiden lopullisen tuotteen arviointi, eteenkin kun valmis tuote tulee toiselle tutkijoista käyttöön, kuitenkin vaikuttaa väistämättä luotettavuuteen. Tuotteen vertaisarviointia lomakkeen avulla pohdittiin, mutta koska tuotetta arvioidaan vain objektiivisista näkökulmista, ei tämä olisi tuonut juurikaan lisäarvoa tutkimukselle. Luotettavuuteen kuitenkin vaikuttaa se, että subjektiivisia laatutavoitteita ei otettu tutkimukseen mukaan. Näiden arviointi vaatisikin tuotteen arviointia muilta, kuin tutkijoilta itseltään. Kuitenkaan subjektiivisiin arviointikohteisiin ei liity tutkimamme materiaaliratkaisut.

Soitin on rakennettu länsimaalaiseen 12-säveleen perustuvaan sävelasteikkoon sopivaksi ja sen viritys perustuu yleiseksi muodostuneeseen 440hz taajuuteen. Tuote on valmistettu edellä mainittujen kriteerien mukaisesti, joten sen arviointi onnistuu tutkijoilta, joilla on perustavan laatuinen käsitys siitä, minkälainen on länsimaalaiseen musiikkikulttuuriin sopiva soitin, ja mitkä ovat länsimaalaiseen soitinkulttuuriin sopivan soittimen kriteerit. Kummankin tutkijan aikaisempi koulutus tukee lopullisen tuotteen itsearvioinnin luotettavuutta. Kummallakin tutkijalla on puuartesaanin koulutus sekä laaja kokemus puuartesaanin töistä sekä soitinrakennuksesta. Aikaisemman koulutuksen merkitys korostuu huomattavasti tuotteen arvioinnissa. Pitkäikäisyyden luotettavuutta laskee se, että tutkimusprosessi kestää noin puolitoista vuotta, joten pitkäikäisyyttä voidaan vain ennakoida, eikä todeta varmaksi.

## **4.2 Tuotteen elinkaaren ennakointi**

Tuotteen pitkäikäisyyttä on ennakoitava, sillä tutkimuksen aikataulutukseen ei mahdu tuotteen pitkäikäinen testaus. Kitara on valmistettu hyväluokkaisista materiaaleista ja valmistuksen ajan pitkäikäisyyttä on pidetty mielessä niin materiaalin valinnoissa, kun käytetyissä tekniikoissa. Pintakäsittely on valittu niin, että se suojaa tuotetta mahdollisimman pitkään. Rungon materiaali on pehmeää, mutta sähkökitarassa tällä ei kulumisen suhteen ole juurikaan merkitystä. Pehmeä runkomateriaali on kuitenkin huomioitu pintakäsittelyprosessissa, jotta nämä soittimelle epämiellyttävät ominaisuudet saatiin poistettua lopullisesta tuotteesta. Suurin tekijä pitkäikäisyyden kannalta on kaulan rakenne. Valmistimme tarkoituksella kaulan aihion mahdollisimman pian, jotta kerkeäisimme tarkailemaan sen kosteuselämistä mahdollisimman pitkään. Tutkimuksen puolentoista vuoden keston aikana kaula ei osoittanut kosteuselämistä ollenkaan. Pintakäsittelyprosessissa kaulan vakaus ja

kosteuselämättömyys huomioitiin suurella tarkkuudella. Voidaan siis olettaa, että materiaali on onnistuttu stabiloimaan, eikä se osoita merkkejä kosteuselämisestä jatkossakaan. Tuotteen elinkaaresta voidaan siis ennakoida hyvin pitkä, mikäli sen käyttö ja huolto ovat oikeaoppisia.

### **4.3 Tutkimuksen johtopäätökset**

Tutkimus osoittaa, että käyttötarkoitukseen sopivan koivusta ja männystä valmistetun sähkökitaran valmistus on mahdollista. Valmistusprosessin aikana tulee ottaa huomioon, että materiaalit vaativat epätavanomaisia työtekniikoita soittinrakennuksen piirissä. Koivusta ja männystä valmistettu sähkökitara on riittävän kevyt ja pitkäikäinen. Materiaalivalinnat, omista heikkouksistaan huolimatta eivät vaikuta kitaran soittavuuteen. Sähkökitaran hinta on paljon kiinni kunkin tekijän omista valinnoista esimerkiksi pintakäsittelyn suhteen, mutta koivusta ja männystä valmistetun kitaran raakamateriaalien hinta verrattuna tavanomaisiin soittinrakennusmateriaaleihin voi olla jopa noin sata euroa, joka voi olla jopa kymmenkertainen säästö raakamateriaaleissa.

### **4.4 Laatutavoitteiden asettelun ja täyttymisen pohdintaa**

Sähkökitaran laatutavoitteiden asettelu ja niitä seuraavat laatutavoitteiden täyttymisen vertailu sekä arviointi ovat hyvin pitkälti laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistajasta kiinni. Jokainen sähkökitaran rakentaja asettaa tuotteelle omat laatutavoitteensa suhteessa omiin tämänhetkisiin kykyihin ja taitoihinsa. Laatutavoitteiden tulee olla hyvin realistiset, jotta tuotteen valmistusprosessia ja sitä seurannutta tuotetta voidaan arvioida realistisella tasolla. Asettamamme laatutavoitteet ovat suhteelliset aikaisempaan koulutukseemme, omiin intresseihimme, tavoitteisiimme ja käsityöidentiteettiimme. Peruskoulun käsityötunnilla oleva oppilas asettaa soittimelle omaan taitotasoonsa sopivat tavoitteet ja näin ollen tekee oman tasoisen tuotteen.

Tutkimuksen tulokset osoittavat, että laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistus halvemmista puumateriaaleista on mahdollista. Emme kuitenkaan täyttäneet hinnan laatutavoitetta, vaikka todistimme, että säästö voi raakamateriaaleissa olla jopa sadan euron luokkaa. Tähän vaikutti paljon ratkaisumme valita esimerkiksi valmis elektroniikkapaketti ja otelauta. Jatkotutkimuksena

voisikin olla, että kuinka halvalla vastaavan tuotteen pystyisi valmistamaan, esimerkiksi valmistamalla sähköosia ja otelaudan itse. Tällä tavalla pystyttäisiin arvioimaan, kuinka halvalla kokonainen sähkökitara pystyttäisiin valmistamaan.

Mahdollinen jatkotutkimuskohde olisi myös koivusta valmistetun kaulan stabilointi erilaisella tavalla kuin tässä tutkimuksessa, esimerkiksi lämpökäsittämällä.

Jatkotutkimuskohde olisi myös prosessin sovellutus peruskouluun, ja jonkinlainen selvitys siitä, toteutetaanko vastaavia soitinrakennusprojekteja peruskoulussa. Jos ei, niin mistä se johtuu ja jos toteutetaan, niin miten? Näihin kysymyksiin vastauksen saaminen toisi mahdollisesti lisää arvoa tällekin tutkimukselle, mikäli esimerkiksi soitinrakennusprojektien puuttuminen johtuu hinnasta.

## **4.5 Prosessin suhde opettajuuteen**

Kuinka laatutavoitteiston mukaista sähkökitaran valmistusprosessia voidaan soveltaa esimerkiksi peruskoulun valinnaiseen käsityöhön? Kokonaisprosessia voidaan toteuttaa mielestämme harvoin, mutta tämäkin on kiinni vain ja ainoastaan oppilaan sekä opettajan omista haluista ja motivaatiosta. Emme näe minkäänlaista estettä sille, että asiasta kiinnostuneet oppilaat eivät voisi opettajan ohjauksella ja avustuksella toteuttaa laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran kokonaisvaltaista valmistusprosessia. Kokonaisprosessin lisäksi laatutavoitteiston mukaisen sähkökitaran valmistusprosessista voidaan irrottaa yksittäisiä tai useampia työvaiheita ja tekniikoita, jotka soveltuvat peruskoulun käsityötunnille. Erilaiset työvaiheet tukevat kokonaisvaltaista käsityöprosessia sekä niistä saatu tieto ja uudet taidot ovat sovellettavissa, muokattavissa sekä kehitettävissä mihinkä tahansa muuhun puuntyöstön kokonaisvaltaiseen prosessiin. Näin ollen sähkökitaran valmistusprosessi tulee kokonaisvaltaista käsityötaidon kehittymistä kokonaisprosessina tai yksittäisinä työstövaiheina tai tekniikoina.

Peruskoulussa yleensä käytettävät puumateriaalit: koivu sekä mänty soveltuvat soitinrakennusprosessiin, kun huomioidaan puumateriaalien ominaisuudet sekä niiden vaatimat erilaiset työstötekniikat verrattain tavanomaiseen soitinrakennusprosessiin. Näin ollen kokonaisprosessi tai sen osat soveltuvat peruskoulun käsityötunnille erittäin hyvin. Peruskoulun käsityötunnilla yleensä käsitellään koivua sekä mäntyä, joten juuri näiden puumateriaalien käsittely ei tule oppilaille eikä edes opettajalle mitenkään yllätyksenä.

## 4.6 Pohdintaa

Tuotteen valmistuksessa käytetyt kotimaiset materiaalit nousivat perinteisiin soitinrakennusmateriaaleihin verrattuna suureen arvoon. Tutkimuksen aikana ja sen välittömässä läheisyydessä tutkijat ovat kyseenalaistaneet jo vakiintuneita soitinrakennuksen standardeja, jotka tukevat eksoottisten, yleensä ulkolaisten lehtipuumateriaalien käyttöä. Vaikka kotimaisilla puumateriaaleilla on omat heikkoutensa, on niiden käyttöä mielestämme väheksytty erityisesti soitinrakennuksen piireissä. Historia on osoittanut, että kotimaisia puumateriaaleja on käytetty huomattavasti soitinrakennuksen kentällä, mutta niiden käyttö on vähentynyt globaalissa markkinakentässä. Mielestämme kotimaisten materiaalien käyttö edesauttaa ekologista ja kestävästä soitinrakennusta ja luo omalta osaltaan tietoisuutta kotimaisten puumateriaalien käyttömahdollisuuksista, niiden hyvistä ominaisuuksista, saatavuudesta ja hinnasta. Vaikka kotimainen puumateriaali lähtökohtaisesti olisi heikompi ominaisuuksiltaan, sen työstö ja lopulliseksi tuotteeksi valmistaminen vaatii ennen kaikkea harjoitusta ja ammattitaitoa. Tämä harjoitus ja ammattitaidon kehittäminen välittyvät kaikkiin muihin puuntyöstön osa-alueisiin ja tukee esimerkiksi tulevaisuudessa tehtäviä soitinrakennusprojekteja, vaikka kyseessä olisikin jossakin tapauksessa eksoottinen, nykyisen soitinrakennuskentän standardin mukainen materiaali.

Pintakäsittelyn merkitys korostui tässä tutkimuksessa erityisen suureksi. Runkomateriaalina käytetty mänty on ominaisuuksiltaan pehmeää, joten se tuli huomioida työstön erilaisissa vaiheissa, mutta erityisesti pintakäsittelyn kohdalla. Puumateriaalin pinnan koventaminen tapahtui useiden erilaisten vaiheiden kautta, jossa perinteisten, jossain määrin unohdettujen tekniikoiden käyttö korostui. Puumateriaalin pinnan polttaminen on ollut vuosituhansia pintakäsittelymetodi, jossa saadaan aikaan pinta, joka luonnollisesti kestää kosteutta, lahoa ja erilaisia homeita. Tämä luonnonmukainen, ekologinen tapa on hyvin pitkälti kadonnut kaupallisten lahonsuoja-aineiden tultua puuntyöstö ja pintakäsittely markkinoille. Perinteisten metodien käyttö oli jossain määrin tiedostettua, mutta niiden valintaa ohjasi ennen kaikkea halu tutustua ja hallita uusia pintakäsittelytekniikoita. Tämä harjoitus, niistä saatu tietotaito on siirrettävissä tuleviin puuntyöstöprojekteihin ja näin ollen lisää kokonaisvaltaisen käsityöprosessin hallintaa, sen historiaa ja sen tulevaisuutta.

Tutkimuksemme kohdalla jatkuvan harjoittelun merkitys kokonaisvaltaisen käsityöprosessin hallinnan kannalta korostuu. Tutkimusta on ohjannut alusta alkaen pyrkimys kehittää jo olemassa olevia taitoja, syventää jo hallussa olevia tekniikoita sekä hankkia tietoa uusista työstötavoista. Jatkuvan



harjoittelun merkitys korostuu käsityöläisidentiteetin rakentumisessa sekä erityisesti käsityönopeettajan ammatissa. Ymmärrys siitä, että viiden vuoden akateeminen koulutus ei takaa ammatin harjoittamisen kannalta välttämättömien taitojen hallintaa vaan niiden kehittäminen jatkuu koulutuksen jälkeen. Kuinka suuren painoarvon tälle jatkuvalla koulutukselle ja kouluttautumiselle antaa, on jokaisesta käsityöntekijästä itsestään kiinni.

Soitinrakennusprojektin toteuttaminen peruskoulumaailmassa herättää tutkijoissa monenlaisia tunteita. Mielestämme jokaiselle oppilaalle tulisi sosioekonomisesta taustasta huolimatta tarjota mahdollisuus toteuttaa omia käsityöprojekteja ja näin ollen mahdollisuus toteuttaa itseään. Tutkimuksemme tarkoitus on osoittaa, että jokaisella on mahdollisuus toteuttaa itseään esimerkiksi soitinrakennuksen kentällä. Instrumentit ovat kalliita, soitinharrastus maksaa, mutta sen ei tulisi olla kenellekään itse ilmaisun esteenä. Opettajan merkitys korostuu siinä, että oppilaat ymmärtävät itse, että he ovat aktiivisia toimijoita oman tulevaisuutensa kehittämisen kentällä. Sosioekonominen tausta ei määrittele ketään, se ei aseta ketään tiettyyn muottiin, tiettyyn työhön tai tiettyyn sosiaaliseen asemaan. Harjoittelulla, itsensä kehittämisellä ja päämäärätietoisella työskentelyllä voidaan saavuttaa tuloksia, jotka eivät korreloidu tekijän lähtötilanteeseen tai valitsevaan tulotasoon ja ympäristöön. Ymmärrys omien taitojen kehittämisen tärkeydestä ja muiden kehittymisen tukemisesta luo peruskoulumaailmaan oppimisen harmonisen kehdon, jossa kokonainen käsityöprosessi toteutuu sille suunnitellulla tavalla ja tukee elinikäisen oppimisen prosessia.

## LÄHTEET

- Brannen, J. (2004). Working qualitatively and quantitatively. Teoksessa Seale, C., Gobo, G.,
- Gubrium, J.F. & Silverman, D. *Qualitative Research Practice*. Lontoo: Sage Publications.
- Brosnac, Donald. (1983). *Guitar electronics for musicians*. London. Wise Publications.
- Cagan, J. & Vogel, C.M. (2003). *Kehitä kärkituote. Ideasta innovaatioksi*. Helsinki: Talentum.
- Denyer, Ralph. (1982). *The guitar handbook*. London. Pan Books Limited.
- Fletcher, Neville H., Rossing, Thomas D. (1991). *The physics of musical instruments*. Springer-Verlag
- Griffith, Colin. (2019). 'What Does a Guitar Truss Rod Do? - Taylor Guitars'. Taylor Guitars Blog, Viitattu 13.1.2021 <https://blog.taylorguitars.com/buyers-resources/what-does-a-guitars-truss-rod-do>
- Guitar Lessons. All About Guitar Strings. Viitattu 8.2.2021. <https://www.guitarlessons.com/guitar-lessons/beginner-lessons/about-guitar-strings/>.
- Hall, Donald. E. (1980). *Musical acoustics: an introduction*. Wadsworth publishing company
- History of Telecaster. Viitattu 8.2.2021 <https://www.fender.com/articles/gear/the-one-that-started-it-all-a-telecaster-history>.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2004). *Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. (2015). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.
- Hiscock, Melvyn. (1986). *Make your own electric guitar*. New York. Starling Publishing Co.

Isomäki, O., Koponen, H., Nummela, A., Suomi-Lindberg, L. (2008). *Puutuoteteollisuus 2, raaka-aineet ja aihiot*. Helsinki opetushallitus.

Jackson, A., Day, D. (1996). *Complete woodworkers manual*. 1996.

Koivunen, H. (1997). *Hiljainen tieto*. Otava. Helsinki.

Kokkonen, J. (2016). *Koivu soitinmateriaalina*. Hämeen ammattikorkeakoulu.  
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110625/Kokkonen+Jukka.pdf;jsessionid=EF0236216196F8E5DBEF2F4E59BCA291?sequence=1>.

”Käsinvalmistetut akustiset soittimet, huollot ja varaosat”. Lottonen Handmade Guitars, Viitattu 15.1.2021 <http://lottonen.com/fi/>.

Launis, M. (1999). Toimivuutta ja käytettävyyttä osallistuvalla suunnittelulla. Teoksessa Nygård, C-H., Seppälä, P., Luopajarvi, T. & Louhevaara, V. *Ergonomia ensi vuosituhannele*. Helsinki: Suomen ergonomiayhdistys ry

Loukola, S. (2001). *Puusta pitkään*. Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä.

Marquart, Scott. (2020). *Guitar Fretboard Woods: The Ultimate Guide*. Viitattu 27.3.2021  
<https://stringjoy.com/guitar-fretboard-woods/>.

Metsärinne, M. & Kallio, M. (2011). Johdatus tutkivaan tuottamiseen. *Techne Series. Research in Sloyd Education and Craft Science*. B: 16/2011. NordFo.

Miettinen, T., Pulkkinen, S. & Taipale, J. (2010). *Fenomeologian ydinkysymyksiä*. Gaudeamus Helsinki university press

Minkäläinen kitara kannattaa ostaa? - Samulin vinkit. Rockway Blog, 13. joulukuuta 2017. Viitattu 2.5.2021 <https://blog.rockway.fi/samulin-blogi-kitaran-osto-opas-aloittelijalle-akustisen-ja-sahkokitaran-erot/>.

Nuutinen, A., Eriksson, T., Jaakkonen, P., Reinikka, T. (2010). *Sähkökitaran rakentaminen*. Korpi Instruments, 1. painos

Pedgley, Owain., Eddie, Norman. (2012). Materials innovation in acoustic guitars: challenging the tonal superiority of wood. *Leonardo music journal Volume 22 – 2012* p. 17-24

Puutuotteiden ostajan opas, puuinfo, (2018). Viitattu 9.11.2021

[https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/PUUTUOTTEIDEN%20OSTAJAN%20OPAS\\_2018.pdf](https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/PUUTUOTTEIDEN%20OSTAJAN%20OPAS_2018.pdf).

Puuproffa. Koivu. Viitattu 4.2.2021

<https://puuproffa.fi/puutieto/yleista-puista/rauduskoivu/> .

Puuproffa. Mänty. Viitattu 4.2.2021

<https://puuproffa.fi/puutieto/yleista-puista/manty-2/> .

Pöllänen, S. & Kröger, T. (2006). Kokonainen ja ositettu käsityö paradigmamaailmoina: näkökulmia ja tulevaisuudensuuntia. Teoksessa. L. Kaukinen & M. Collanus (toim.) *Tekstejä ja kangastuksia. Puheenvuoroja käsityöstä ja sen tulevaisuudesta*. Hamina: AKATIIMI, 86–96.

Ruokangas, Juha. (2021). Talk - Addressing the Abysmal Swamp of Myths about Guitar Bridges?. Ruokangas Guitars. Viitattu 18.9.2021. <https://ruokangas.com/specifications/bridge-talk/>.

Räisänen, R., Kouhia, A. & Kärnä-Behm, J. (2014). Kestävyys ja käytettävyys käsityön suunnittelussa. Teoksessa A. Nuutinen, P. Fernström, S. Kokko, & H. Lahti (toim.) *Suunnittelusta käsin: Käsityön tutkimuksen ja opetuksen vuoropuhelua. Kotitalous- ja käsityötieteiden julkaisuja 36*. Helsinki: Helsingin yliopisto, opettajankoulutuslaitos, 52–64.

Scott, E. (2004). *Suuri puutyökirja*. Tammi

Seymour Duncan, Three cool alternate wiring schemes for telecaster. Viitattu 3.12.2021.

<https://www.seymourduncan.com/blog/tips-and-tricks/three-cool-alternate-wiring-schemes-for-telecaster>.

Smith, D. (2018). "Phenomenology", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy (Summer 2018 Edition)*, Edward N. Zalta (ed.). Viitattu 3.3.2022 <https://plato.stanford.edu/archives/sum2018/entries/phenomenology>.

Sweetwater. Electric guitar buying guide. Viitattu 12.4.2021  
<https://www.sweetwater.com/insync/electric-guitar-buying-guide/>.

The Anatomy of Single Coil Pickups. (2015). Guitar Pickups, Bass Pickups, Pedals, Viitattu 17.6.2021 <https://www.seymourduncan.com/blog/latest-updates/the-anatomy-of-single-coil-pickups>.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2009). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

United States Department of Agriculture Forest Service, Forest Products Laboratory. (2010). Wood handbook - Wood as an engineering material. Viitattu 3.3.2021  
[https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgr/fpl\\_gtr190.pdf](https://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgr/fpl_gtr190.pdf).

Vilkkä, H. (2015). *Tutki ja kehitä*. Jyväskylä: PS-kustannus.

Virkkalan Jalopuun Hinnasto. Viitattu 26.10.2021 <http://virkkalanjalopuu.com/Hinnasto.htm>.

Wacker, D. (2007). Going Nuts. Viitattu 8.9.2021  
<https://www.premierguitar.com/articles/going-nuts-1>. Luettu 9/2021

Wegst, U. G. K. (2006). Wood for sound. *American journal of botany Vol.93* Viitattu 1.5.2021  
<https://bsapubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.3732/ajb.93.10.1439>.

Wheeler, T. (1978). *The guitar book: a handbook for electric and acoustic guitars*. Harper & Row

Wilde, R. Machine Head Types? ALL [Tuners] Explained for Guitar! - Guitar Skills Planet. Viitattu 15.4.2021 <https://guitarskillsplanet.com/types-of-machine-heads/>.

Wilde, R. Guitar Neck Joint Types? The THREE Methods Explained! - Guitar Skills Planet. Viitattu 15.4.2021 <https://guitarskillsplanet.com/guitar-neck-joint-types/>.

Wormoth custom guitar & bass parts. Body wood options. Viitattu 12.2.2022  
<https://www.warmoth.com/guitar/bodies/options/bodywoodoptions.aspx>.