

# Površinska obrada žičanih instrumenata

---

**Križanac, Mirko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:317460>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-30**



*Repository / Repozitorij:*

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

POVRŠINSKA OBRADA DRVA

MIRKO KRIŽANAC

**POVRŠINSKA OBRADA ŽIČANIH  
INSTRUMENATA**

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE  
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK  
ZAVOD ZA NAMJEŠTAJ I DRVNE PROIZVODE

**POVRŠINSKA OBRADA ŽIČANIH  
INSTRUMENATA**

ZAVRŠNI RAD

Predmet: Površinska obrada drva  
Studij: Preddiplomski studij Drvna tehnologija  
Mentor: prof. dr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković  
Student/ica: Mirko Križanac, 0068237123  
Akademska godina: 2022./2023.

Zagreb, rujan, 2023.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Površinska obrada žičanih instrumenata
Autor:	Mirko Križanac
JMBAG:	0068237123
Mjesto izradbe:	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave:	Završni rad
Mentor:	Prof.dr.sc. Vlatka Jirouš-Rajković
Izradu rada pomogao:	
Godina objave:	2023.
Obujam:	25 str., 10 slika, 15 navoda literature
Ključne riječi:	Žičani instrumenti, lakovi, ulja, smole
Sažetak:	<p>U ovom radu analizirani su materijali koji su se nekada koristili za površinsku obradu žičanih instrumenata i oni koji se koriste danas. Opisane su tradicionalne i suvremene tehnike površinske obrade, kao i strojna obrada koja karakterizira današnju industriju. Istražen je i utjecaj površinske obrade na zvuk.</p>

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Title:	Surface treatment of stringed instruments
Author:	Mirko Križanac
JMBAG:	0068237123
Thesis performed at:	Faculty of Forestry and Wood Science, University of Zagreb
Publication Type:	Undergraduate thesis
Supervisor:	Prof.dr.sc. Vlatka Jirouš-Rajković
Preparation Assistant:	
Publication year:	2023.
Volume:	25 pages, 10 figures and 15 references
Key words:	Stringed instruments, varnishes, oils, resins
Abstract:	<p>In this paper, materials that were once used for the surface treatment of stringed instruments and those used today have been analyzed. Traditional and modern surface treatment techniques have been described, as well as the machine processing that characterizes today's industry. The impact of surface treatment on sound has also been investigated.</p>



# IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

OB FŠDT 05 07

Revizija: 2

Datum: 29.04.2021.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 27.9.2023. godine

---

*vlastoručni potpis*

Mirko Križanac

**SADRŽAJ**

<b>SADRŽAJ</b> .....	<b>VI</b>
<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. <i>Uvod u temu</i> .....	1
1.2. <i>Ciljevi i svrha istraživanja</i> .....	1
<b>2. POVIJEST ŽIČANIH INSTRUMENATA</b> .....	<b>1</b>
<b>3. POVIJEST POVRŠINSKE OBRAD</b> .....	<b>4</b>
3.1. <i>Općenito</i> .....	4
3.2. <i>Kremonski graditelji violina</i> .....	5
<b>4. MATERIJALI</b> .....	<b>8</b>
4.1. <i>Materijali koji su se u prošlosti koristili</i> .....	8
4.2. <i>Materijali koji se danas koriste</i> .....	12
<b>5. TEHNIKE POVRŠINSKE OBRAD</b> .....	<b>16</b>
5.1. <i>Kako se nekad radilo</i> .....	17
5.2. <i>Kako se danas radi</i> .....	18
<b>6. UTJECAJ POVRŠINSKE OBRAD NA ZVUK</b> .....	<b>21</b>
<b>7. ZAKLJUČAK</b> .....	<b>23</b>
<b>LITERATURA</b> .....	<b>24</b>

## 1. UVOD

### 1.1. Uvod u temu

Već stoljećima žičani su instrumenti cijenjeni i upotrebljavani kao sredstva umjetničkoga izraza sposobna za stvaranje ocharavajućih melodija. To je skupina instrumenata koja uključuje violinu, violončelo, harfu, gitaru, klavir i mnoge druge instrumente koji proizvode zvuk vibracijom žica. Ti se instrumenti razlikuju po svom obliku, broju žica i materijalu od kojih su žice izrađene. Svaki od tih instrumenata ima svoj karakterističan zvuk koji u najvećoj mjeri ovisi o obliku instrumenta. Među činitelje koji utječu na iznimnu kvalitetu tih instrumenata svrstava se površinska obrada njihovih drvenih dijelova, koja je ključan element u očuvanju, izgledu i poboljšanju njihovih zvučnih karakteristika.

Površinska obrada obuhvaća niz tehnika i postupaka primijenjenih na vanjski sloj instrumenta, ponajprije na drvo. Površinska obrada ne samo da štiti instrument od vanjskih utjecaja, nego pridonosi i njegovoj vizualnoj privlačnosti, što svaki instrument na neki način čini umjetničkim djelom.

### 1.2. Ciljevi i svrha istraživanja

U ovom istraživanju površinske obrade žičanih drvenih instrumenata dublje ćemo se upustiti u bogatu povijest, metodologiju i značaj toga zanata. Svaki korak u procesu obrade površine instrumenta pridonosi jedinstvenomu karakteru instrumenta. Istražujući i dublje razumijevajući te tehnike, možemo dobiti uvid u stoljetne tradicije izrade instrumenata koje se primjenjuju do današnjega dana.

Ispitat ćemo povijesnu evoluciju tih tehnika, osvrnuti se na materijale i metode koje se primjenjuju i istražiti njihov duboki utjecaj na zvuk i estetiku instrumenata. Razmotrit ćemo prilike koje pružaju moderni napredci.

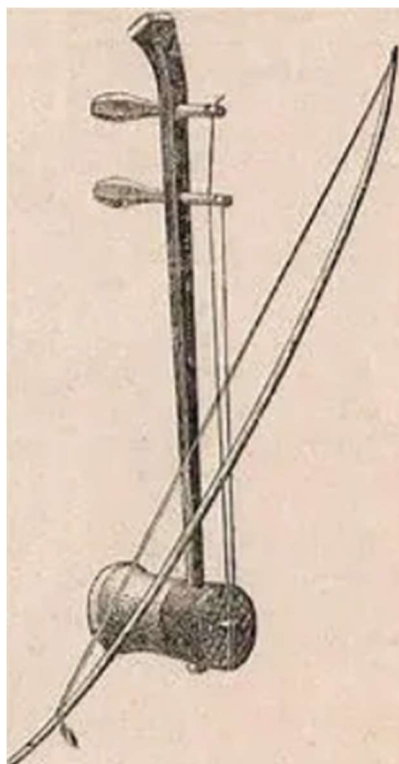
Cilj je ovoga istraživanja osvijetliti ulogu površinske obrade u stvaranju, očuvanju i razvoju tih glazbenih instrumenata.



## 2. POVIJEST ŽIČANIH INSTRUMENATA

Tijekom 6. stoljeća pr. Kr. Pitagora, čije se djelovanje ističe u razvoju matematike u grčkoj kulturi, temeljito se posvetio proučavanju vibrirajućih žica i zvukova glazbe. Legenda kaže da je otkrio kako podjela duljine vibrirajuće žice na jednostavne razmjere rezultira harmoničnim glazbenim intervalima. Galileo Galilei bavio se istraživanjem odnosa između visine tona žice i njezine duljine pri vibracijama te je uspostavio vezu između broja vibracija u određenom vremenu i visine tona. Brook Taylor, engleski matematičar, razvio je dinamičko rješenje za frekvenciju vibrirajuće žice koristeći se pretpostavljenom krivuljom oblika žice tijekom njezina temeljnoga vibracijskoga načina. Daniel Bernoulli je postavio parcijalnu diferencijalnu jednadžbu za vibrirajuću žicu, a njezina je rješenja d'Alembert tumačio kao valove koji se šire u oba smjera duž žice (Rossing, 2010).

Ravanata je instrument koji je pronađen na Šri Lanki prije 2500 godina (slika 1), a smatra se pretečom violine i najvjerojatnije je najstariji žičani instrument u povijesti (Tonara, 2023).



Slika 1. Ravanata ( Tonara, 2023)

Iz toga razdoblja pronađene su i tri lire s područja Iraka, kao i mnoge harfe. U 8. stoljeću dolazi do pojave rebaba. Rebab je instrument koji se sastoji od okrugloga tijela ili tijela oblika kruške, a žice su bile napravljene od svile. Početkom 11. stoljeća u Europi nastaje fidula, instrument sličan liri, nakon koje nastaje i citola koja postaje popularna u srednjem vijeku. Renesansna viola pojavljuje se u 14. stoljeću kao prepoznatljiv rođak današnjih modernih violina (Tonara, 2023).

Tijekom 16. stoljeća razvijene su dvije obitelji violina: viola da gamba, također poznata kao "viola na nozi," i viola da braccio ili "viola na ruci". Violine su se razvijale kroz 16. i 17. stoljeće, a vrhunac su doživjele u 18. stoljeću s graditeljima iz Cremona.

Jedan od najpopularnijih instrumenata u Europi kroz 16. i 17. stoljeće je bila lutnja, koja je nastala na Bliskom istoku. Instrument se rabio u dvorskim i imućnijim krugovima.

Gitara kakvu danas poznajemo pojavila se tek u 19. stoljeću, a riječ potječe od grčkoga izraza "kithara". Električne su gitare postale jedan od najpopularnijih instrumenata na svijetu. Nastale su tridesetih godina 20. st. u Sjedinjenim Američkim Državama. Tvorac toga instrumenta je Adolph Rickenbacker.

Klavir je nastao početkom 18. stoljeća (slika 2), a njegov izumitelj je Bartolomeo Cristofori. Njegov mehanizam tipki usvojili su i ostali proizvođači klavira. Najstariji klavir čuva se u Metropolitanskom muzeju u New Yorku, a izgradio ga je Cristofori 1721. godine (Rossing, 2010).



Slika 2. Prvi glasovir (<https://www.britannica.com/biography/Bartolomeo-Cristofori>)

Klavir je doživio svoj procvat krajem stoljeća, a nastavio se razvijati do današnjeg dana.

Najpoznatiji električni žičani instrumenti su gitare, ali i električne violine. Za projekciju tona koriste pick-upove koji titraje žice prikupljaju i pretvaraju u signali, te ih šalju u električno pojačalo i zvučnik (Rossing, 2010).

### 3. POVIJEST POVRŠINSKE OBRADE

#### 3.1. Općenito

Kroz dugu povijest žičanih instrumenata nemamo mnogo zapisa o njihovoj površinskoj obradi. Podatke drevnih civilizacija pronalazimo u njihovoj ikonografiji (Tonara, 2023).

Većina izvora površinske obrade žičanih instrumenata dolazi iz perioda velikih majstora violina, poput Antonija Stradivarija i Andree Amatija.

U 17. stoljeću lakovi za violine i lutnje smatrani su neodvojivim dijelom instrumenta i kao rezultat toga većina starih violina sadržava bar dio svojega originalnoga laka. Znanstvena istraživanja provedena na velikom broju instrumenata donijela su zanimljiva otkrića (Soulier, 2014).

Istraživanja su se uglavnom usmjerila na lakove za gudačke instrumente i gitare, a premazi na klavirima i drvenim puhačkim instrumentima manje su istraživani. Ranije se vjerovalo da lakovi na glazbenim instrumentima moraju imati poseban sastav koji utječe na zvuk instrumenta, ali ta pretpostavka nije potvrđena. Umjesto toga izvori sugeriraju da su lakovi služili ponajprije za estetski izgled, zaštitu drva i pružanje sjaja. Do 18. stoljeća zvučne ploče instrumenata, poput lutnji, gitara i čembala, obično su ostavljane nenamazane. Postoji čak i mogućnost da su graditelji instrumenata do toga vremena smatrali da lakovi imaju negativan utjecaj na akustiku, posebno na instrumente s trzalicama i crijevnim žicama.

Prirodni znakovi starenja na gudačkim instrumentima doveli su do toga da su stariji gudački instrumenti bili cjenjeniji od novih. Tamnjenje, pucanje ili trošenje instrumenta pridonosilo je njihovoj autentičnosti. Većina starih violina sadrži dio svojega originalnoga laka, što nam omogućuje prepoznavanje lakova iz svakoga centra za izradu (Soulier, 2014).

Od kraja 17. stoljeća sačuvano je mnogo pisanih izvora iz zemalja njemačkoga govornoga područja. Podatci su uglavnom anonimnoga podrijetla, zbog čega nisu relevantni, ali izvori iz druge polovice 18. stoljeća potječu od samih graditelja violina koji govore o postupcima lakiranja i izradi laka. U tom su razdoblju mnogi graditelji pokušavali imitirati tajne talijanskih majstora i njihove lakove. Neki od tih majstora, posebno u Njemačkoj i Francuskoj, postigli su znatan uspjeh u izradi violina i razvijali su vlastite tehnike i sastave lakova koji su postali prepoznatljivi. Tako je europska izrada violina postala jedinstvena i raznolika. Tek se u novije vrijeme počelo smatrati da procesi površinske obrade i sastavi lakova netalijanskoga podrijetla trebaju biti cijenjeni i uzeti u obzir u općem povijesnom pregledu (Meyer, 2006). Slika 3 prikazuje odsjek za lakiranje u tvornici violina u Njemačkoj 1873. godine.



Slika 3. Odsjek za lakiranje tvornice violina John F. Stratton u Gohlisu blizu Leipziga. (Meyer, 2006)

Pisani izvori o suvremenoj izradi glazbenih instrumenata rijetki su sve do početka 19. stoljeća. Veoma je važno usporediti tehnike proizvodnje instrumenata u Cremoni s tehnikama koje su primjenjivali suvremeni graditelji violina u drugim glavnim europskim proizvodnim centrima, posebno u Italiji, Njemačkoj ili Francuskoj (Echard i sur, 2009).

### 3.2. Kremonski graditelji violina

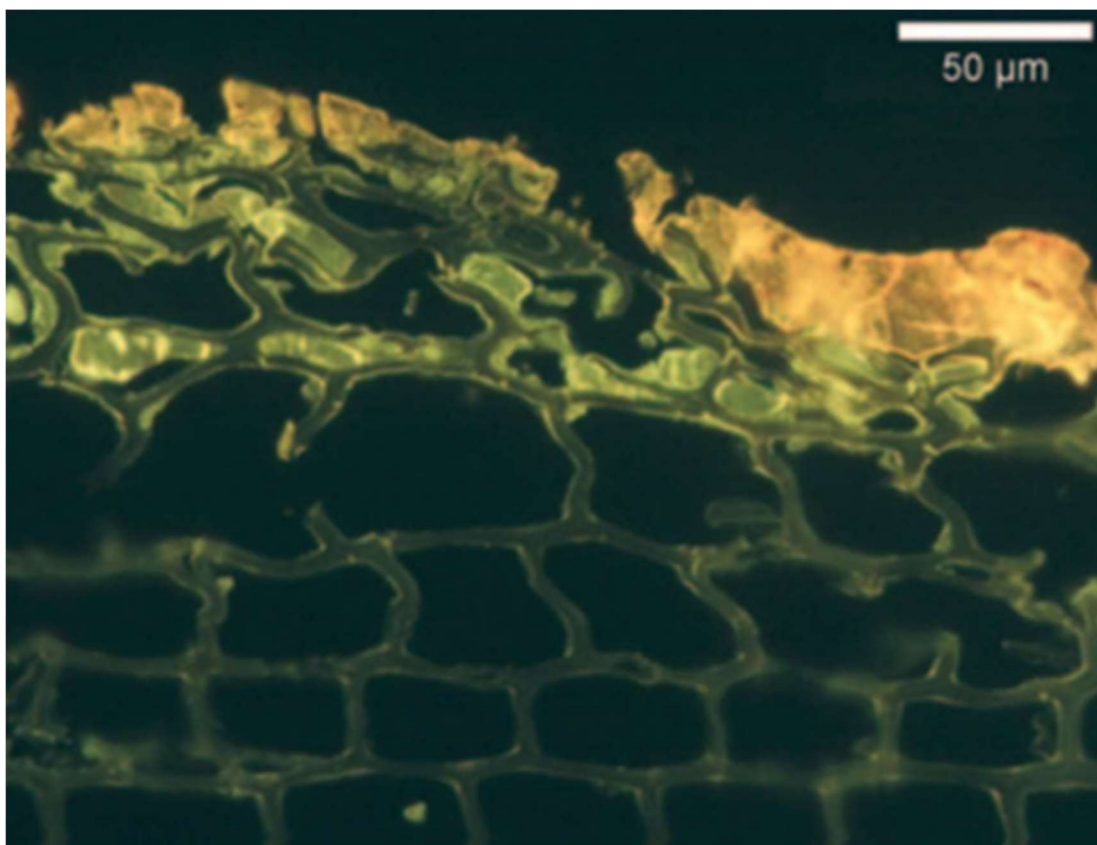
Graditelji violina iz Cremona tijekom povijesti stvorili su neke od najpoznatijih instrumenata na svijetu, uključujući violine Stradivarija, Guarnerija i Amatija. Njihova velika usredotočenost na detalje, vjernost tradicionalnim tehnikama i predanost očuvanju naslijeđa njihovih prethodnika rezultiraju instrumentima koje cijene glazbenici i kolekcionari diljem svijeta. Talijanski graditelji violina svjetski su priznati po svojoj izvanrednoj vještini i posvećenosti umjetnosti izrade violina. Violine iz Cremona prava su umjetnička djela koja i dalje očaravaju svojim iznimnim zvukom i ljepotom.

Andrea Amati poznat je kao otac violine. Zaslužan je za izradu oblika violine koji danas poznajemo. Njegov je osnovni dizajn kasnije preuredio većinom Stradivari, ali u biti forma violine ostala je nepromijenjena do današnjega dana.

Giuseppe Guarneri del Gesù jedno je od najprepoznatljivijih imena u svijetu izrade violina. Postavio se uz bok s jednim od najvećih majstora izrade violina Antonijem

Stradivarijem, čime je stekao neizbrisivu poziciju u svijetu lutnjaštva. Njegovi instrumenti, poznati kao violine "del Gesù", ubrajaju se među najcjenjenije violine na svijetu. Danas u svijetu postoji manje od 200 njegovih instrumenata, ali unatoč tomu ostavio je golem trag u izradi glazbenih instrumenata.

Antonio Stradivari vjerojatno je najpoznatiji kremonski graditelj glazbenih instrumenata. Poznat je po svojim violinama koje je izrađivao od 1665. pa sve do svoje smrti 1737. godine. Posebno je površinska obrada njegovih violina očarala glazbenike, graditelje violina, povjesničare i kemičare. Do današnjega dana ne mogu se jasno razumjeti njegovi postupci završne obrade. Većina današnjih graditelja violina ugleda se na toga velemajestora. Iako su mnogi pokušavali replicirati njegove instrumente, ni jedan graditelj nije uspio postići tu kvalitetu zvuka i izrade. Stradivari je iza sebe ostavio na stotine primjeraka violina, koje su preživjele do današnjega dana i ostale cijenjene u očima mnogih kolekcionara i glazbenika.



Slika 4. Prikaz poprečnog presjeka Stradivarijevog laka na "Provigny" violini iz 1716. godine (Echard u sur, 2009)

Mikroskopska analiza Stradivarijeva laka može se opisati kao dvoslojni sustav u kojem donji sloj ispunjava i gornje stanice drva, a gornji sloj leži iznad (slika 4) drva. Taj lak kod smrekovih rezonantnih ploča prodire do dubine od oko 10 do 30 μm, a kod javorovih rezonantnih ploča prodire na dubinu od 30 do 100 μm (Echard i sur, 2009).

Za razliku od talijanskih graditelja instrumenata sa sjevera Alpa, koji su bojili crvene lakirane površine visoko zagrijanim smolama, kremonski su graditelji rabili vrlo fine pigmente crvene boje. Tim bi načinom dobili izrazito živopisan vizualni efekt (Soulier, 2014).

Lakiranje violina zahtijeva stručnost i pažljivu primjenu. Kremonski graditelji violina vjekovima su razvijali svoje tehnike i tajne recepture kako bi postigli željeni izgled i zvuk svojih violina. Svaki graditelj ima svoje tehnike za nanošenje i obrađivanje laka, što pridonosi jedinstvenosti i individualnosti svake izrađene violine.

## 4. MATERIJALI

### 4.1. Materijali koji su se u prošlosti koristili

Originalni lakovi na lutnjama, violama i violinama bili su vrlo cijenjeni i smatrani su neizostavnim dijelom autentičnosti tih glazbenih instrumenata već u ranim fazama njihove povijesti. Ta iznimna važnost koju su lakovima pridavali graditelji violina glavni je razlog zašto su povijesni lakovi preživjeli na tim instrumentima kroz stoljeća. Za razliku od drugih predmeta poput namještaja, gdje su lakovi često smatrani slojevima zaštite koji se s vremenom troše i obnavljaju, kod glazbenih instrumenata očuvanje originalnoga laka postalo je prioritet kako bi se sačuvala autentičnost i vrijednost tih instrumenata (Zumbühl i sur, 2021).

Povijesni lakovi obično su pravljani od prirodnih organskih tvari poput smola, ulja i boja te manjih količina anorganskih dodataka poput sušila, punila i pigmenata. Izvori utvrđuju da su lakove za glazbene žičane instrumente izrađivali i nanosili sami graditelji instrumenata. U lutnjačkoj izradi pojam "lak" često se odnosi na cijeli sustav premaza, od temeljnoga do gornjega sloja (Soulier, 2014).

Na površini talijanskih instrumenata od 16. stoljeća pa sve do doba Stradivarija otkriveni su slojevi na bazi ulja i smole. Osnovni sloj instrumenata izrađenih na području sjeverno od Alpa upućuje na prisutnost premaznoga sloja na bazi ljepila.

Taj sloj na bazi ulja i smole, koji je tipičan za talijanske instrumente, pružao je završnu obradu koja je istodobno naglašavala estetiku i štitila drvene površine. Upotreba ljepila kao osnovnoga sloja na instrumentima sjeverno od Alpa sugerira različit pristup površinskoj obradi i odražava regionalne razlike u tradicijama izrade violina (Soulier, 2014).

Graditelji glazbenih instrumenata rabili su uobičajena i lako dostupna ulja i smole te se vjerojatno nisu oslanjali na tajne sastojke, što je zaključak koji se može izvući iz analize Stradivarijeva laka (Zumbühl i sur, 2021).

Prema nekim su se izvorima od renesanse rabila dva tipa lakova: crveni i prozirni. Za dobivanje crvenog laka Stradivari je koristio crveni pigment, koji je dobivao od kermes insekata. Miješao ga je s fino samljevenim crvenim željezovim oksidom ili s česticama cinobera. Venecijanski graditelj instrumenata Moise Tieffenbrucker opisuje izum novoga tipa laka, što uz crvene lakove dokazuje i postojanje zelenih lakova. Crveni su lakovi bili intenzivno rabljeni u bogatim centrima za izradu instrumenata, kao što su Venecija, Cremona, Nürnberg i Salzburg. U manje ekskluzivnim proizvodnim centrima kao što su Milano, Napulj, Mirecourt, Neukirchen i Mittenwald prozirni i zlatni lakovi bili su uobičajeni. Također na suvremenim slikama gudački su instrumenti bili prikazivani bijeli ili blijedozlatni, iz čega se može pretpostaviti da su crveni lakovi bili mnogo manje zastupljeni od bezbojnih (Soulier, 2014).

Znanstveno istraživanje provedeno na lakovima koji datiraju iz doba prije 18. stoljeća pokazalo je prisutnost određenih anorganskih komponenti. Glavna je komponenta svih uzoraka alkalijski silikat kombiniran s kalcijevim fosfatom (Stefan Zumbühl i sur, 2021).



Kao sredstva za sušenje ulja u razdoblju od 15. pa sve do 19. stoljeća spominju se plovuće i koštani pepeo. Iz dokumenta koji potječe iz 15. stoljeća doznajemo o pripremi ulja. U dokumentu se navodi upotreba lanenoga, konopljina ili pak orahova ulja pomiješana s koštanim pepelom i puno plovuće, koje treba ostaviti da proključa. Ta se tehnika spominje u nekoliko starih priručnika. U većini bi slučajeva dodatci za sušila trebala ostati u laku, ali u pojedinim izvorima nalazimo da se filtriraju nakon kuhanja (Zumbühl i sur, 2021).

Jacob August Otto, njemački graditelj violina opisao je kompletan proces površinske obrade violina u Njemačkoj 1828. godine na sljedeći način:

1. Instrument se fino brusi preslicom.
2. Bojenje žutom ili crvenom bojom.
3. Nakon sušenja slijedi ponovo brušenje (zaglađivanje) preslicom.
4. Nanošenje laka kistom. Najbolji je jantarni uljni lak jer sprječava ulazak vlage u drvo, no postoje i dobri špiritni (alkoholni) lakovi.
5. Poliranje jantarnog uljnog laka kamenom plovućem i vodom, a zatim poliranje s tripoli – prahom i vodom. Za alkoholni lak koristite laneno ulje umjesto vode.

Alkohol je u 19. stoljeću u Njemačkoj igrao glavnu ulogu kao otapalo za lakove, što se da zaključiti iz nekoliko pouzdanih izvora. Hans Caspar Reichelt, njemački graditelj violina, kuhao je violinsku lak-boju na štednjaku. Nakon što je odložio lonac na hladan pod, kravlji mjehur kojim je lonac bio vezan se raspisnuo, a lak je zahvatio vatru i spalio ljude koji su promatrali. Životinjski se mjehur u prošlosti rabio kako bi se spriječilo isparavanje visokohlapljivih otapala. S tim u vezi da se pretpostaviti da je Reicheltov lak bio na alkoholnoj bazi.

Upotreba alkoholnoga laka u prošlosti proizvodnji glazbenih instrumenata u Markneukirchenu, malom saksonskom gradiću u blizini granice s Češkom bila je toliko nužna u 18. i 19. stoljeću da se ni jedan instrument nije mogao dovršiti bez njegove upotrebe. Njemački graditelji instrumenata trošili su goleme količine alkohola kako bi lakirali svoje violine i kontrabase. Čak su krajem 19. stoljeća graditelji violina tražili od vlade da ih oslobodi od poreza na čisti denaturirani alkohol jer su smatrali da daje sjaj laku (Meyer, 2006).

Gustav Adolph Wettengel i Otto Bachmann pružaju sveobuhvatne informacije o pripremi lakova, postupku poliranja, pigmentima i potrebnim sirovinama za izradu instrumenata. Za njih je poboljšanje vanjskoga izgleda instrumenta bilo najvažnije. Svi dijelovi instrumenata kojima nije trebao sloj laka bili su polirani pomoću lanenoga ulja, krede, tripoli-praha ili plovuće.

Važno je napomenuti da su izrađivači violina iz Markneukirchena u to vrijeme rabili tri glavne vrste lakova: špiritni lak, jantarno-uljni lak i sušivo ulje bez smolastih komponenti. Sušivo ulje rabilo se za obradu jeftinih violina. Špiritni je lak bio čest izbor za gitare, a kvalitetna su gudala bila obrađivana špiritnim lakom, takozvanom "engleskom politurom" i lanenim uljem (Meyer, 2006).

Adolph Gustav Wettengel u svojoj knjizi navodi sljedeće recepte koje su koristili graditelji violina u Markneukirchenu:

- Recept za sušivo ulje: 11,67 kg lanenog ulja pomiješati sa 233,5 g klorovodične kiseline, dobro promiješati i ostaviti da se razbistri.
- Recept za uobičajeni lak za izradu violina: 60 g sandaraka, 60 g šelaka, 7,5 g mastiksa, 2 g kolofonija i 0,6 L alkohola (špirita).
  - Šelak je smola dobivena rafiniranjem izlučevina insekata (*Laccifera lacca*) koji su nastanjeni na granama drveća u Indiji i Tajlandu.
  - Sandarak je smola koja se dobiva zasijecanjem kore drveta iz porodice čempresa.
  - Mastiks je smola mediteranskoga grma *Pistacia lentiscus* L. Topljiva je u alkoholu, svjetle je boje i žuti prilikom uporabe.
  - Kolofonij je smola dobivena iz bora postupkom ekstrakcije njegova korijena (Ljuljka i Jirouš-Rajković, 2006).
- Recept za bijeli lak za rezonantne ploče gitare: Zajedno se rastopi 90 g sandarka i 90 g terpentina. Smjesu ostaviti da se ohladi otopiti je u 480 g alkohola. Drugi recept je da se 90 g sandaraka otopi u 460 g špirita i onda doda 45 g terpentina.
  - Terpentin je smolna izlučevina crnogoričnoga drveća koja se sastoji se od hlapljivoga terpentinskog ulja (terpentin u užem smislu) i od nehlapljivih smolnih kiselina, koje tvore glavnu masu kolofonija (Ljuljka i Jirouš-Rajković, 2006).
- Recept za pripremu engleske politure za gudala instrumenata (za svijetle vrste): 60 g šelaka i 15 g kopala. Nakon što se pomiješaju te dvije smole, smjesi se dodaje 240 g špirita. Za tamne vrste drva dodati 15 g zmajeve krvi i smjesa se nastavlja miješati.
  - Kopal je naziv za više prirodnih smola, većinom fosilnih, ali i smola tropskoga drveća. Za razliku od kopala, šelak je smola životinjskoga podrijetla, dobivena od izlučina insekata koji žive na granama drveća u jugozapadnoj Aziji (Ljuljka i Jirouš-Rajković, 2006).
  - Zmajeva krv je tamnocrvena neprozirna smola s plodova palme penjačice; upotrebljava se u proizvodnji lakova (Proleksis, 2012).Englesku polituru treba nanositi krpom od pamuka namočenom u laneno ulje.
- Recept za jantarni uljni lak: 120 g jantara treba otopiti na vatri i zatim mu dodavati terpentinsko ulje dok ne postigne konzistenciju sirupa. Na kraju smjesi dodati 60 g kuhanog lanenog ulja (Meyer, 2006).
  - Jantar je smjesa različitih fosilnih smola (Ljuljka i Jirouš-Rajković, 2006).



**Slika 5. Bakrena boca za pripremu laka, pripada je Martinu Stožu (Meyer, 2006)**

Stari klaviri su bili površinski obrađivani šelakom ili prirodnim lakom. Međutim, u 1960-ima došlo je do značajne promjene u načinu površinske obrade klavira kada su uvedeni poliesterski i poliuretanski premazi. Ovi moderni premazi brzo su postali popularni zbog svoje izuzetne trajnosti i sjaja kojeg pružaju klavirskom kućištu. Završni izgled klavira je toliko raskošan da su se i ovi premazi postupno počeli koristiti i na drugim proizvodima poput stolnih setova i ostalog namještaja. Postizanje dubokog i blistavog premaza nije jednostavan zadatak, a napor uloženi u stvaranje ovog estetskog izgleda osigurao je klavirskom laku položaj kao proizvodu više klase. Ovaj privlačan izgled privlači uglavnom kupce koji cijene visoku kvalitetu i estetiku proizvoda (Huff, 2001).

Bitno je istaknuti da su to povijesni recepti za lakove i mogu se razlikovati od suvremenih praksa. Također, manipulacija kemikalijama kao što je solna kiselina i upotreba

zapaljivih tvari poput alkohola zahtijeva velik oprez i pridržavanje sigurnosnih uputa (Meyer, 2006).

## 4.2. Materijali koji se danas koriste

Današnji materijali koji se rabe za površinsku obradu žičanih instrumenata spoj su tradicionalnih metoda i suvremene tehnologije kako bi se postigao što bolji estetski dojam, akustika i na kraju trajnost instrumenta.

Dvije osnovne vrste lakova koji se danas rabe za obradu instrumenata uljni su i špiritni lakovi. Uljni se lakovi rabe već stoljećima, a dobiveni su iz prirodnih smola i ulja, poput lanena ili orahova. Ti su lakovi poznati po svojoj trajnosti i dubokoj boji, naglašavajući prirodnu ljepotu drva. Za razliku od špiritnih lakova, uljni se lakovi sporije suše.

Špiritni su lakovi izrađeni od smola koje su otopljene u nekom otapalu, najčešće alkoholu. Praktičniji su za rad u usporedbi s uljnim lakovima, upravo zato što se brže suše (MyLuthier, 2023).

Materijali koji se danas koriste za površinsku obradu gitara su (Richardson, 2020):

- Ulja i smole - najstariji su materijali za površinsku obradu gitara. Danas su postali manje popularni zbog nedostatka zaštite od vanjskih utjecaja. Obično se koristi pčelinji vosak i ulje prirodnog podrijetla. Ulja i voskovi se mogu koristiti u kombinaciji na način da se prvo nanese ulje, a nakon što se ulje osuši nanosi se završni sloj voska.
- Šelak - odličan je odabir za klasične instrumente iz razloga što ne utječe previše na ton gitare. Jednostavan je za nanositi, ali mu je potrebno tjedan dana da se osuši. Izdržljiviji je od ulja i voskova.
- Nitrocelulozni lak - najčešći je premaz na gitarama. Aktivno se koristi na gitarama još od 1960-ih. Što se tiče zaštite od vanjskih utjecaja, nije izdržljiv kao poliuretan ili poliester. Toksičan je za ljude i okoliš, ali njegova pozitivna strana je ta što se može lako popraviti na stranama gdje je oštećen.
- Poliuretan - postao je uspješniji na tržištu od nitroceluloznog laka iz razloga što je jeftiniji, sigurniji i lakši za obradu. Daje sjajni premaz gitari i pruža više zaštite od svih do sad spomenutih premaznih materijala.
- Poliester - obično se nanosi u debljem sloju kako bi zaštitio instrument. Nije toksičan kao nitrocelulozni lak i jeftiniji je od ostalih lakova (Richardson, 2020).

Materijali za površinsku obradu klavira:

Kao podloga za površinsku obradu klavira najčešće se rabe javor, orah, jasen, cedar i palisandar. Palisandar ima izrazito duboku crvenu boju te je stoga popularan za izradu klavira.

Zbog svoje prirodne crvene boje nakon lakiranja ne zahtijeva bojenje. Močila (bajčevi) u boji palisandra nanose se na klavire izrađene od drugih vrsta drva kako bi se postigao bolji izgled.

Za površinsku obradu klavira danas se najčešće upotrebljavaju tri vrste premaza i to celulozni lakovi, poliuretanski i poliesterski (Kunst & Kultur, 2009).

- Celulozni lakovi: Otapanjem nitroceluloze u prikladnim otapalima dobivaju se bezbojni lakovi. Nanose se obično štrcanjem ili ručno klupkom tkanine. Suše se samo isparavanjem otapala. Filmovi laka su tanki i elastični, ali njihova tvrdoća i otpornost na habanje nisu jako visoki, no mogu se postići atraktivne površine od mat do svilenkastog sjaja na relativno jednostavan način. Ovisno o temeljnom premazu i strukturi filma, može se dobiti efekt otvorenih ili zatvorenih pora (slika 6). Nitrocelulozni lak nije otporan na vodu ili alkohol. Film laka se može jednostavno otopiti i zbog toga manji popravci oštećenih područja nisu problem.



Slika 6. Površina obradena tankim slojem laka (<https://www.musicalhow.com/piano-finish-types/>)

- Poliuretanski lak: Dvokomponentne lakovi koji otvrdnjavaju kemijskom reakcijom imaju bolju otpornost na vanjske utjecaje. Poliuretanski lakovi često se nazivaju DD lakovi prema trgovačkim nazivima sirovina za lakove Desmophen i Desmodur. Lakovi se obično nanose štrcanjem, daju površine s različitim stupnjem sjaja koje mogu biti otvorenih ili zatvorenih pora, ovisno o strukturi sustava lakiranja. Lakovi mogu biti transparentni i pokrivni i otporni su na ogrebotine i habanje te su iznimno elastični i dobro otporni na tekućine. Transparentni lakovi nisu preporučljivi za svijetle vrste drva zbog mogućeg žućenja.
- Poliesterski lak: Vezivo ovom laku su nezasićene poliesterske smole. Taj se lak (slika 7) smatra najizdržljivijim od svih, ali u slučaju oštećenja vrlo je težak za popravljavanje. Tvrd je i nije podložan ogrebotinama.



Slika 7. Površina obrađena poliesterskim lakom (<https://www.musicalhow.com/piano-finish-types/>)

Klaviri se lakiraju s različitim stupnjevima sjaja, najčešće mat, svilenkasti sjaj (saten) i visoki sjaj.



Slika 8. Saten završetak (<https://www.musicalhow.com/piano-finish-types/>)

- Svilenkasti sjaj površine (slika 8) – ovaj način ima 35 - 40 % sjaja. Daje prirodan izgled instrumentu i ne reflektira svjetlo izravno, što znači da se ogrebotine neće zamjećivati kao na drugim površinama.
- Mat - završetak vrsta je svilenkastog sjaja, a reflektira od 5 do 10 % sjaja.



Slika 9. Visoki sjaj (<https://www.musicalhow.com/piano-finish-types/>)

- Visokosjajne površine (slika 9) - Da bi instrument imao visoki sjaj, površina mu mora biti ravna i glatka. Pore prisutne u drvu ispunjavaju se sredstvom za ispunjavanje pora, koje je danas najčešće na bazi vode. Kada se sloj osuši, površina se brusi i polira.

Kod izrade klavira postupak za dobivanje visokoga sjaja sastoji se od nanosa laka, a zatim poliranja. Postupak se ponavlja čak do 16 slojeva laka, a debljina sloja laka može biti do 1,5 mm. Upotreba manje slojeva laka ima prednost u smislu manjega cjenovnog ranga proizvoda, s druge strane manje slojeva laka rezultira manjim sjajem instrumenta (Bradley, 2021).

## 5. TEHNIKE POVRŠINSKE OBRADE

Za ostvarivanje kvalitetne površinske obrade dobro je brušenje jedan od neizostavnih koraka. Brušenjem drva prije površinske obrade smanjujemo hrapavost na površini. Iako u posljednje vrijeme dolazi do razvoja velikoga broja strojeva za brušenje, problem brušenja drva i dalje je prisutan. Kvaliteta brušene površine može se odrediti na osnovi stanja hrapavosti i čistoće površine.

Kada je riječ o metodama nanošenja premaznoga materijala, generalno ih možemo podijeliti na dvije velike skupine:

- ručno nanošenje
- strojno nanošenje.

Ručno nanošenje rezultira nižom kvalitetom i manjom produktivnošću rada. Strojno nanošenje rezultira većom točnošću i boljom produktivnošću rada.

- Nanošenje četkom - najstariji način nanošenja premaznoga materijala. Najbitnije svojstvo kod te je metode to što omogućava dobro prodiranje premaza u šupljine na površini. Kod toga načina nanošenja najbitnija je tehnika nanošenja premaznoga materijala.
- Nanošenje tamponom – tampon je vuna oko koje je omotano platno, a prije se rabila za nanošenje politura i nitroceluloznoga laka.
- Nanošenje lopaticom – većinom se nanose kitovi, ali se mogu nanositi i lakovi.
- Nanošenje ručnim valjkom - jedna od ekonomičnijih tehnika. Pogodna je za ravnomjerno nanošenje na ravnim površinama. Nedostatak je što se može rabiti samo za glatke površine te lošije kvasi površinu.
- Nanošenje štrcanjem - način nanošenja danas široko primijenjen. Većinom se primjenjuje u manjim zanatskim radionicama, koje imaju manju količinu proizvoda, ali se primjenjuje i u industrijskim pogonima za obradu proizvoda kod kojih nije moguće primijeniti druge postupke. Taj način nanošenja premaznoga materijala ima velike gubitke.
- Nanošenje nalijevanjem – kod toga se načina nanošenja proizvodi kreću na transportnoj traci kroz zavjesu premaza. Iskoristivost premaznoga materija kod te je metode vrlo visoka.
- Nanošenje oblijevanjem – proizvodi se kreću tako što vise na transporteru pod malim kutom. Po ulasku u kabinu mlazovi laka oblijevaju proizvod sa svih strana. Iskoristivost je toga nanosa također velika.
- Nanošenje provlačenjem – obradak prolazi kroz posudu s lakom u kojoj je na početku i na kraju brtva koja otklanja suvišan lak.



- Nanošenje uranjanjem – najjednostavniji postupak nanošenja. Obradak se uroni u posudu s lakom i zatim se polagano izvlači van. Djelotvornost je velika.
- Nanošenje strojno valjcima – primjenjuje se za obradu ravnih površina. Tim načinom nanose se temeljni slojevi, međuslojevi i završni slojevi (Jaić i Živanović-Trbojević, 2000).

Tri načina postizanja visokoga sjaja na površinama obrađenim lakom:

- poliranje premaza pomoću pasti za poliranje
- izravnavanjem premaza pomoću tečnosti
- izravnavanje premaza sredstvom koje omekšava površinu

## 5.1. Kako se nekad radilo

O tehnikama površinske obrade možemo mnogo naučiti još iz doba starih graditelja violina, koji su svoje tehnike lakiranja, brušenja i poliranja usavršavali tijekom vremena. Svojim metodama su oblikovali ne samo izgled instrumenta već i njihovu trajnost i zvuk.

Iz 19. stoljeća dolazi iznimno vrijedan izvor informacija o povijesnim tehnikama površinske obrade, s posebnim naglaskom na graditelje violina.

Njemački graditelj violina Jacob August Otto bio je stručnjak koji je svoj interes usmjerio prema talijanskim majstorima izrade violina. Pretpostavlja se da su njegove tehnike bile orijentirane prema imitaciji talijanskih metoda izrade violina.

Tijekom procesa lakiranja svojih violina Otto je slijedio precizne korake. Prvo je rabio alat za brušenje instrumenata kako bi postigao ravnu i glatku površinu. Nakon toga bi obojio površinu violine žutom ili crvenom bojom. Kada bi se boja osušila, slijedio je postupak nježnoga ponovnoga brušenja površine. Nakon brušenja nanosio je jantarni uljni lak. Jantarni lak smatrao je najboljim jer je sprječavao ulazak vlage u drvo, iako je napomenuo da to može negativno utjecati na ton instrumenta. Naveo je da je jantarni lak najbolji, ali da postoje i dobri špiritni lakovi.

Za nanošenje premaza na instrumente najčešće su se rabile četke, spužve i krpe, a ponekad i prsti kako bi se nježno razmazao premaz po površini.

Nakon nanošenja jantarnoga laka slijedilo je poliranje pomoću plovuća. Plovuće su stijene vulkanskoga podrijetla s karakterističnom spužvastom strukturom. Poliranje se obavljalo vodom i plovućem. Nakon toga slijedilo je poliranje tripoli-prahom i vodom. U slučaju upotrebe špiritnoga laka Otto je preporučivao upotrebu lanenoga ulja umjesto vode. Ti

detaljni koraci činili su važan dio procesa površinske obrade violina u njegovo vrijeme, pridonoseći konačnom izgledu i zvuku tih glazbenih instrumenata (Meyer, 2006).

## 5.2. Kako se danas radi

Danas su tehnike koje se primjenjuju u izradi žičanih instrumenata postale tehnološki napredne i upotreba sofisticiranih strojeva postala je sve veća kako bi se postigla visoka razina kvalitete. Ručne tehnike obrade također su ostale neizostavan korak u postizanju rezultata, pogotovo kad je riječ o samostalnim graditeljima instrumenata.

Moderne tehnike površinske obrade slične su onima u prošlosti te se većina današnjih samostalnih graditelja violina ugleda na stare graditelje. Postupak se sastoji od sljedećih koraka:

- pripreme površine za obradu
- nanosa temeljnoga sloja
- nanosa obojenih slojeva laka
- završnoga postupka.

Prije lakiranja lutnjar brusi instrument kako bi postigao glatku površinu za ravnomjeran nanos. Drvo se zatim premaže tankim slojem sredstva poput ljepila na bazi proteina. Taj sloj sprječava prodiranje laka duboko u drvo. Na taj se sloj nanosi temelj, kako bi se istaknula tekstura drva i prirodne boje drva. Temelj se sastoji obično od prozirne ili lagano pigmentirane tvari, poput smjese ulja i smola, a služi kao osnova za nadolazeće slojeve laka. Nakon temeljnoga sloja na površinu se nanosi više slojeva obojenoga laka. Svaki sloj koji se nanese treba ostaviti da se osuši prije nanosa idućega. Graditelj može primjenjivati razne kombinacije poteza kistom, trljanja ili tehnike tapkanja kako bi dobio željenu teksturu. Nakon što su nanoseni svi slojevi laka, na instrument može doći završni sloj u obliku prozirnoga laka ili poliranja, čime se dobiva određen sjaj i izgled obrađivane površine (MyLuthier, 2023).

Primjer suvremenog postupka je rad s UV-otvrdnjavajućim lakovima. To su lakovi koji otvrdnjavaju pomoću ultraljubičastih zraka. Kemijsko otvrdnjavanje laka postiže se putem fotoinicijatora i ultraljubičastih zraka. Kada ultraljubičaste zrake prođu kroz lak, aktiviraju fotoinicijator unutar laka, što pokreće kemijsku reakciju otvrdnjavanja. Ova reakcija zahtijeva malu količinu energije i djeluje isključivo na fotoinicijator, ne uzrokujući zagrijavanje površine ili slične efekte. Štoviše, brzina otvrdnjavanja je izuzetno visoka (Ljuljka i Jirouš-Rajković, 2006).

Postupak lakiranja UV lakovima:

- Nanijeti izolacijski temeljni sloj koji poboljšava adheziju četkom ili krpom, uklanjajući višak materijala. Dopustiti da se potpuno osuši tako da bude suho na dodir.
- Pomoću krpe nanijeti zapunjač pora
- UV otvrdnjivanje
- Lagano brušenje brusnim papirom granulacije 220
- Nanos tankog sloja premaza štrcanjem
- UV otvrdnjivanje
- Lagano brušenje s brusnim papirom granulacije 220
- Nanos tankog sloja (za veće debljine)
- UV otvrdnjivanje
- Brušenje i poliranje (URL 2).

Prednosti lakiranja gitara UV lakovima:

- Lako upravljanje svjetlosnim sustavom
- Za sušenje slojeva premaza potrebno je tek nekoliko sekundi
- Nema oštećenja od topline
- Tanak sloj premaza
- Otpornost na ogrebotine
- 100 % suha tvar (URL 3).

Za brušenje drvenih dijelova instrumenta danas imamo razne tipove brusilica:

- ručne brusilice
- brusilice za ravne površine
- brusilice za profile
- specijalne brusilice.

U površinskoj obradi žičanih instrumenata premazni materijal najčešće se nanosi štrcanjem, četkom, uranjanjem i tamponom. Odabir određene tehnike ovisi o vrsti premaza i željenu izgledu.

Primjer suvremenog postupka lakiranja klavira:

Postizanje savršenog klavirskog sjaja na površini zahtijeva precizan proces. Površinska obrada klavira nije vezana u velikoj mjeri o nanošenju savršenog premaza u okruženju bez prašine, već više za egalizaciju i poliranje poliuretanskog laka do savršenstva.

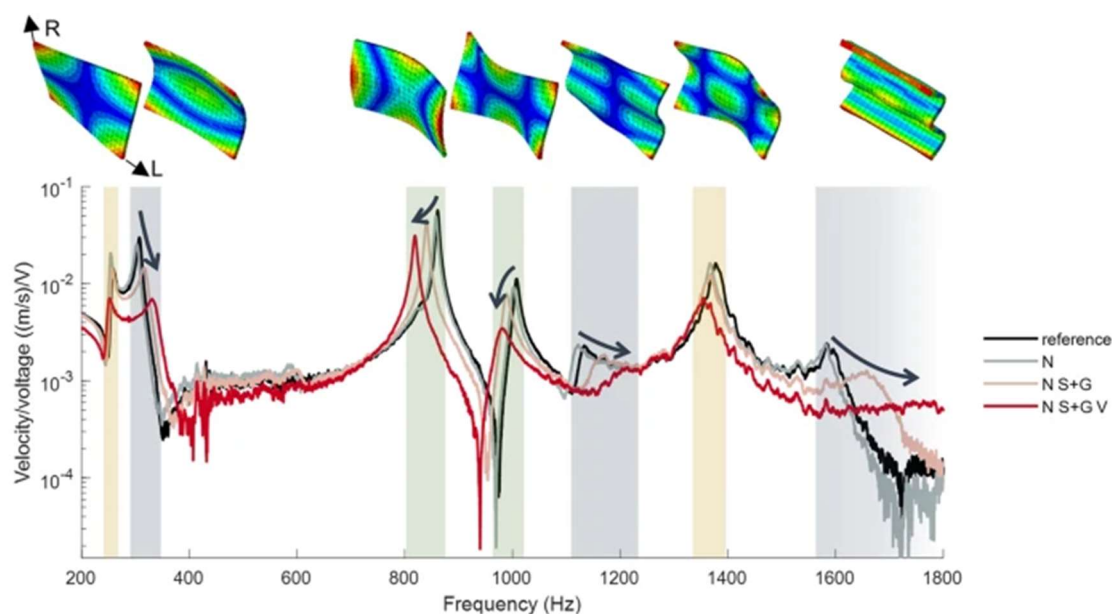
Koraci u procesu:

- Priprema podloge: Prvi korak u postizanju savršenog sjaja površine klavira je brušenje. Svi dijelovi klavira moraju biti izuzetno glatki, bez obzira o kojem materijalu je riječ. Ako na površini ostanu udubljenja ili ogrebotine, lako će se primijetiti nakon nanošenja premaza.
- Nanošenje slojeva poliuretana štrcanjem: Pomoću pištolja za štrcanje nanosi se temeljni premaz i iza njega crni poliuretanski završni premaz. Slojevi se nanose jedan za drugim, te tako završni sloj postaje sve deblji. Naneseni slojevi dodatno će se brusiti radi postizanja sjajne površine.
- Egalizacija slojeva: Na površini na kojoj su naneseni slojevi premaza postoje nepravilnosti koje su nastale procesom nanošenja premaza i sušenja. Premaz koji je bio raspršen direktno iz pištolja bit će sjajan, ali neće biti gladak kao ogledalo. Jedini način da se svjetlo savršeno reflektira je brušenje slojeva dok ne postanu glatki. Da bi se površina mogla izravnati koriste se različite vrste brusnog papira.
- Poliranje: Veliki strojevi za poliranje se koriste kako bi se postigli dosljedni rezultati, ali i ručna obrada također daje isti krajnji rezultat. Proces poliranja postao je efikasniji zahvaljujući napretku alata za poliranje, ali i ručno poliranje je i dalje prisutno kada je riječ o poliranju uglova i teže dostupnih mjesta. Za razvoj sjaja u finalnim fazama koriste se polirne četke (URL 1).

## 6. UTJECAJ POVRŠINSKE OBRADE NA ZVUK

Kvaliteta zvuka žičanih instrumenata ponajviše ovisi o njenom obliku i vibracijskom odazivu. Rezonantna frekvencija zvuka instrumenta je frekvencija koja najbolje odgovara prirodnoj vibraciji instrumenta. To je frekvencija koja uzrokuje maksimalno pojačanje zvuka. Svaki instrument ima svoje specifične rezonantne frekvencije koje ovise o njenim fizičkim karakteristikama, kao što je oblik. Ali osim oblikovnih karakteristika velik utjecaj na odaziv zvuka ima površinska obrada (Rossing, 2010).

Određeni sastav premaza utječe na vibracijska svojstva instrumenata, ali utjecaj na kvalitetu zvuka još do kraja nije razjašnjen. Dokazano je da primjena laka povećava prigušenje violine. Slika 10 prikazuje frekvencijski odzivni profil smrekove drvene ploče tijekom različitih procesa lakiranja. Crna krivulja odnosi se na nelakiranu površinu. Oznake N prikazuje površinu obrađenu natrijevim nitratom, N S + G označava površinu nakon brtvljenja i nanosa temelja, a oznaka N S + G V odnosi se na površinu obrađenu s četiri sloja uljnog laka.



**Slika 10. Frekvencijski odzivni profili smrekove drvene ploče tijekom različitih procesa lakiranja. Radijalni načini savijanja označeni su sivom, uzdužni načini savijanja zelenom, a torzijski načini savijanja žutom bojom, redom. (Lämmlein i sur, 2019)**

Iz analize dobivene pomoću laserskog vibrometra izmjerene su promjene vibracijskih svojstava na smrekovoj ploči violine nakon nanosa premaza. Slojevi laka na violinama igraju veliku ulogu u zaštiti drvenog materijala od vlage. Ova stavka je bitna za glazbenike koji sviraju žičane instrumente u koncertnim dvoranama, gdje se suočavaju s promjenama vlažnosti zraka. Ustanovljeno je da jako istrošena područja (bez laka) ne mogu ispuniti funkciju učinkovite barijere za vlagu, što može predstavljati rizik za često svirane ili stare gudačke instrumente. Apsorpcija vlage u drvo može biti opasna jer utječe na dimenzijske promjene instrumenta koje mogu dovesti do pucanja. Ovo ozbiljno utječe na mehaničko i vibracijsko ponašanje. Zbog ovih razloga povoljno bi bilo primijeniti deblje slojeve premaza, kako bi se ostvarilo bolje brtvljenje (bolja zaštita od vlage). S obzirom na to, potrebno je paziti na broj slojeva koji se nanose, kako ne bi promijenili vibracijska svojstva instrumenta. Također se smatra da višeslojni sustav premaza ima utjecaj na vibracijska svojstva instrumenta, što može oštetiti kvalitetu zvuka. Na kraju se može utvrditi da bi premaz trebao pružiti učinkovitu zaštitu s minimalnim brojem slojeva premaza kako se ne bi naštetila vibracijska svojstva (Lämmle i sur, 2019).

## 7. ZAKLJUČAK

Površinska obrada ima velik utjecaj na estetiku, trajnost i samu akustiku instrumenta. Povijesni izvori su nam ostavili trajan utjecaj na tehniku i upotrebu materijala. Materijali koji se danas koriste u površinskoj obradi žičanih instrumenata razvijali su se tijekom vremena. Tehnike obrade također su evoluirale, pri čemu su suvremeni graditelji instrumenata usvojili naprednije metode kako bi postigli visoku kvalitetu i izdržljivost. Utjecaj površinske obrade na zvuk instrumenata ostaje složeno pitanje, ali je općenito prihvaćeno da površinska obrada može utjecati na vibracijske osobine drva, što ima posredan utjecaj na zvuk. U konačnici, izbor površinske obrade ovisit će o željama svirača i svrsi instrumenta. Važno je uzeti u obzir estetiku, trajnost i zvučni karakter prilikom odabira odgovarajuće obrade za žičani instrument.

## LITERATURA

1. Bertrand L., Robinet L., Cohen S. X., Sandt C., Le Hô A. S., Soulier B., Lattuati-Derieux A., Echard J. P., Identification of the finishing technique of an early eighteenth century musical instrument using FTIR spectromicroscopy, 2010.  
[https://www.academia.edu/14669658/Identification\\_of\\_the\\_finishing\\_technique\\_of\\_an\\_early\\_eighteenth\\_century\\_musical\\_instrument\\_using\\_FTIR\\_spectromicroscopy](https://www.academia.edu/14669658/Identification_of_the_finishing_technique_of_an_early_eighteenth_century_musical_instrument_using_FTIR_spectromicroscopy) (11.9.2023.)
2. Bradley, 2021: Different Types of Piano Finishes  
<https://www.musicalhow.com/piano-finish-types/> (15.9.2023)
3. Echard J. P., Bertrand L., von Bohlen A., Le Ho A. S., Paris C., Bellot-Gurlet L., Soulier B., Lattuati-Derieux A., Thao S., Robinet L., Lavedrine B., Vaiedelich S.; The Nature of the Extraordinary Finish of Stradivari Instruments, 2009.  
[https://www.researchgate.net/publication/237981673\\_The\\_Nature\\_of\\_the\\_Extraordinary\\_Finish\\_of\\_Stradivari's\\_Instruments](https://www.researchgate.net/publication/237981673_The_Nature_of_the_Extraordinary_Finish_of_Stradivari's_Instruments) (11.9.2023.)
4. Huff K., A Change of Tune: Piano-Finished Items,  
<https://www.engraversjournal.com/legacyarticles/1942/> (16.9.2023)
5. Jaić M., Živanović-Trbojević R. 2000: Površinska obrada drveta. Narodna biblioteka Srbije, Beograd,
6. Kunst & Kultur, Oberflächen und Finish bei Klavier und Flügel,  
<https://www.openpr.de/news/317623/Oberflaechen-und-Finish-bei-Klavier-und-Fluegel.html>  
(16.9.2023)
7. Lämmlein S. L., Mannes D., Van Damme B., Schwarze F., Burgert I.; The influence of multi-layered varnishes on moisture protection and vibrational properties of violin wood, 2019  
<https://www.nature.com/articles/s41598-019-54991-5> (16.9.2023)
8. Ljuljka, B., Jirouš-Rajković, V. 2006: Osnove površinske obrade drva. Šumarski fakultet, Sand, 2006.
9. Meyer F., The 19th century German Tradition: Ancient Recipes and Experimental Reconstitutions // LES VERNIS DE VIOLON : ACTES DE LA JOURNÉE D'ÉTUDE DU 17 JUIN 2006, MUSÉE DE LA MUSIQUE, 2006., 25-36 str.
10. MyLuthier: Exploring the Craft: Wood Types, Materials, and Construction Methods in Fine String Instruments.  
<https://www.myluthier.co/post/wood-types-materials-and-construction-methods-in-fine-string-instruments> (11.9.2023)
11. Proleksis, 2012: Zmajeva krv.  
<https://proleksis.lzmk.hr/51058/> (11.9.2023)
12. Richardson, G.: Types of Guitar Finishes – Which is the Best?  
<https://zinginstruments.com/types-of-guitar-finishes/> (16.9.2023)



13. Soulier B.: VARNISHES CHARACTERISATION FOR THE IDENTIFICATION OF STRINGED INSTRUMENTS? POSSIBILITIES AND LIMITS, 2014.  
[https://www.academia.edu/34071771/VARNISHES\\_CHARACTERISATION\\_FOR\\_THE\\_IDENTIFICATION\\_OF\\_STRINGED\\_INSTRUMENTS\\_POSSIBILITIES\\_AND\\_LIMITS](https://www.academia.edu/34071771/VARNISHES_CHARACTERISATION_FOR_THE_IDENTIFICATION_OF_STRINGED_INSTRUMENTS_POSSIBILITIES_AND_LIMITS) (11.9.2023)
  14. Tonara 2023: A Short History of Stringed Instruments,  
<https://www.tonara.com/blog/the-history-of-stringed-instruments/>, (10.9.2023)
  15. Zumbühl S., Soulier B., Zindel C.; Varnish technology during the 16th–18th century: The use of pumice and bone ash as solid driers, 2021  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1296207420304696> (13.9.2023)
- URL 1:  
<https://pianopricepoint.com/making-the-perfect-piano-black/> (18.9.2023)
- URL 2:  
<https://cdn.shopify.com/s/files/1/1343/9763/files/UV-Guitar-Finishing-Frequently-Asked-Questions.pdf?5848454237656998976> (18.9.2023)
- URL 3:  
[https://www.cureuv.com/collections/uv-guitar-finishes-coatings-uv-gels-and-curing-systems/item-type\\_uv-guitar-finishing](https://www.cureuv.com/collections/uv-guitar-finishes-coatings-uv-gels-and-curing-systems/item-type_uv-guitar-finishing) (18.9.2023)