

**»Mladi za napredek Maribora 2020«  
37. srečanje**

**MOJ GUGALNIK IZ KRIVLJENEGA IN LAMINIRANEGA LESA**

Raziskovalno področje : Lesarstvo

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: NEJC PUPAHER

Mentor: DARJA KRĀECENBAHER, VLADIMIR STEGNE

Šola: LESARSKA ŠOLA MARIBOR

Število točk: 160/ 170

**Maribor, februar 2020**

## KAZALO

<b>MOJ GUGALNIK IZ KRIVLJENEGA IN LAMINIRANEGA LESA</b> .....	1
1. POVZETEK .....	5
1.1 Izzivi .....	5
2. ZAHVALA.....	5
3. UVOD .....	6
3.1 Hipoteze .....	7
3.2 Cilji raziskovalne naloge .....	7
4. KRIVLJENJE LESA .....	8
5. STOL.....	9
5.1 Zgodovina gugalnika .....	9
6. IZDELAVA ŠABLON .....	10
6.1 Šablona za ohišje gugalnika.....	10
6.2 Šablona za sedalo gugalnika .....	14
7. TEHNIKE KRIVLJENJA.....	15
7.1 Parno krivljenje.....	15
7.1.1 Moje ugotovitve .....	16
7.2 Izdelava komor za parjenje.....	17
7.2.1 Moj poskus izdelave komore .....	18
7.3 Mokro krivljenje .....	19
7.3.1 Moje ugotovitve .....	19
7.4 Hladno krivljenje.....	20
7.4.1 Moje ugotovitve .....	20
8. Masiven Les .....	21
8.1 Smreka .....	22
8.1.1 Ugotovitve pri krivljenju .....	22
8.2 Bukev .....	24
8.2.1 Ugotovitve pri krivljenju .....	24
8.3 Jesen .....	25
8.3.1 Ugotovitve pri krivljenju .....	25
9. IZDELAVA LAMINIRANEGA LESA.....	27
10. PRIMERJAVA MATERIALOV .....	29
11. PRIMERJAVA TEHNIK .....	30
11.1 Slabosti .....	30
11.1.1 Slabosti parnega krivljenja.....	30
11.1.2 Slabosti mokrega krivljenja.....	31

11.1.3 Slabosti hladnega krivljenja .....	31
11.1.4 Slabosti laminiranega krivljenja.....	31
11.2 Prednosti .....	32
11.2.1 Prednosti parnega krivljenja .....	32
11.2.2 Prednosti mokrega krivljenja.....	32
11.2.3 Prednosti hladnega krivljenja .....	32
11.2.4 Prednosti laminiranega krivljenja.....	33
11.3 Končne ugotovitve primerjav med tehnikami .....	34
12. IZDELAVA GUGALNIKA.....	35
13. ODZIVNOST GOSTOV NA GUGALNIK .....	40
13.1 Mnenja in predlogi obiskovalcev.....	41
14. SPREMEMBE IZDELKA .....	42
15. UTEMELJITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZ .....	43
16. DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	44
17. ZAKLJUČEK .....	45
18. VIRI IN LITERATURA .....	46

## Kazalo slik:

Slika 1: Ročno narejena lesena skleda (vir: lasten).....	6
Slika 2: Prikaz tangencialnega (levo) in radialnega prereza lesa (desno) (vir: lasten).....	8
Slika 3: Rezanje in obdelovanje macesna za izdelavo šablone (vir: lasten).....	10
Slika 4: Izdelava desk iz vezane plošče za stabilizacijo šablone (vir: lasten) .....	11
Slika 5: Merjenje, risanje in vrtanje lukenj za čepe (vir: lasten) .....	11
Slika 6: Izdelava čepov za zagozditev lesa na šablono (vir: lasten).....	12
Slika 7: Vstavljanje čepov v šablono (vir: lasten).....	12
Slika 8: Dodatna opora za čepe in točka za lažje pritrjevanja lesa v šablono (vir: lasten) .....	13
Slika 9: Prikaz vstavljanja in zagozdenja lesa v šablono (vir: lasten) .....	13
Slika 10: Pritrditev deščic v šablono (vir: lasten) .....	14
Slika 11: Laminiran les, vzet iz šablone (vir: lasten) .....	14
Slika 12: Šablona za parno krivljenje (vir: <a href="https://www.woodmagazine.com">https://www.woodmagazine.com</a> ) (26. 11. 2019) .....	15
Slika 13: Postavitev lesa (bukev) v šablono (vir: lasten) .....	16
Slika 14: Posušen kos bukve, vzet iz šablone (vir: lasten) .....	16
Slika 15: Prikaz narejene komore za parjenje (vir: <a href="https://www.wikihow.com">https://www.wikihow.com</a> ) (4. 1. 2020) .....	17
Slika 16: Doma narejena "komora" za parjenje lesa (vir: lasten).....	18
Slika 17: Doma narejena "komora" za parjenje lesa iz druge perspektive (vir: lasten) .....	18
Slika 18: Les, ki se namaka v cevi, napolnjeni z vodo (vir: lasten) .....	19
Slika 19: Poskus hladnega krivljenja jesena, ki je že nameščen v šablono (vir: lasten) .....	20
Slika 20: Prikaz eksotičnih vrst lesa (vir: <a href="https://imgur.com">https://imgur.com</a> ) (4. 1. 2020).....	21
Slika 21: Vizualen primer smreke (vir: <a href="http://www2.arnes.si">http://www2.arnes.si</a> ) (4. 1. 2020).....	22
Slika 22: Prikaz tangencialnega in radialnega krivljenja lesa (vir: lasten).....	22
Slika 23: Prikaz šibkosti smreke ob krivljenju, kljub pravilni uporabi rasti (vir: lasten).....	23
Slika 24: Prikaz mehkosti smreke (vir: lasten) .....	23
Slika 25: Vizualen primer bukve (vir: <a href="http://www2.arnes.si">http://www2.arnes.si</a> ) (4. 1. 2020).....	24
Slika 26: Pogled primera krivljenja bukve od blizu (vir: lasten).....	24
Slika 27: Vizualen prikaz jesena (vir: <a href="https://hrovat.net/izdelki-storitve">https://hrovat.net/izdelki-storitve</a> ) (4. 1. 2020) .....	25
Slika 28: Kos mokrega jesena v šablono (vir: lasten).....	25
Slika 29: Vstavljanje jesena v šablono (vir: lasten).....	26
Slika 30: Hitro sušenje notranje strani jesena s posebnim fenom (vir: lasten).....	26
Slika 31: Izdelan laminiran kos v šablono (vir: lasten) .....	27
Slika 32: Stiskanje in fiksiranje obdelovanca v šablono (vir: lasten) .....	28
Slika 33: Posušen kos laminiranega lesa, ki je vzet iz šablone (vir: lasten) .....	28
Slika 34: Trije različni kosi jesena, ki so krivljeni na tri različne načine (vir: lasten) .....	29
Slika 35: Vrezane in že poravnane letvice za laminiranje (vir: lasten) .....	31
Slika 36: Rezanje in poravnavanje letvic za lepljenje v laminirane kose (vir: lasten).....	33
Slika 37: Prikaz rezultata mokrega krivljenja (vir: lasten).....	34
Slika 38: Obdelava lesa s strojčki za brušenje (vir: lasten) .....	35
Slika 39: Izdelava veznikov nog (vir: lasten) .....	36
Slika 40: Vezniki nog (vir: lasten).....	36
Slika 41: Grobo obdelani laminirani kosi za sedalo (vir: lasten) .....	37
Slika 42: Grobo obdelani laminirani kosi za sedalo (vir: lasten) .....	37
Slika 43: Lepljenje gugalnika (vir: lasten) .....	38
Slika 44: Brušenje gugalnika (vir: lasten) .....	38
Slika 45: Grobo obdelano sedalo (vir: lasten).....	39
Slika 46: Dokončan in polakiran gugalnik (vir: lasten).....	39
Slika 47: Primer bolj zapletene verzije gugalnika (vir: <a href="https://www.catawiki.com">https://www.catawiki.com</a> ) (13. 1. 2020) .....	42

# 1. POVZETEK

Za raziskovalno nalogo sem se odločil zato, ker me zanima kako se krivijo lesni materiali za izdelavo gugalnika. Poskusil ga bom narediti ergonomičnega ter estetskega. Posvetil se bom izdelavi šablone, na različne načine krivil les, uporabil različne tehnike, kar mi bo pomagalo pri odločitvi najbolj primerne načina izdelave. Zanima pa me tudi tržna vrednost stola in tudi presoja, če se tak izdelek splača narediti. Neverjetna je tudi celotna zamisel, da lahko lesu spremenimo mnoge lastnosti ter ga trajno ukriviti v določeno obliko. Še posebej zato, ker vem, da so danes vsi lesni izdelki bolj ali manj ravni in nimajo nekakšne 3D oblike. Kot pravijo mnogi strokovnjaki "Iz lesa se da narediti vse." Sam sicer nimam veliko praktičnih izkušenj, vendar sem si kljub temu izbral takšno tehniko, saj v praksi še nisem videl mnogo ukrivljenih izdelkov. Gugalnik, ki ga bom izdelal, bo namenjen mojemu očetu, kot darilo za ves njegov vložen trud v sam projekt.

## 1.1 Izzivi

Zadal sem si tudi razne izzive, ki bi jih rad preizkusil ter ugotovil, če držijo.

1. Doma bom poskusil ukriviti masiven les in laminiran les.
2. Uporabil bom več različnih tehnik krivljenja.
3. Gugalnik bom naredil praktičen oz. uporaben.
4. Gugalnik bom poskusil narediti na bolj zapleten način.
5. Izdelek bom poskusil estetsko oblikovati.

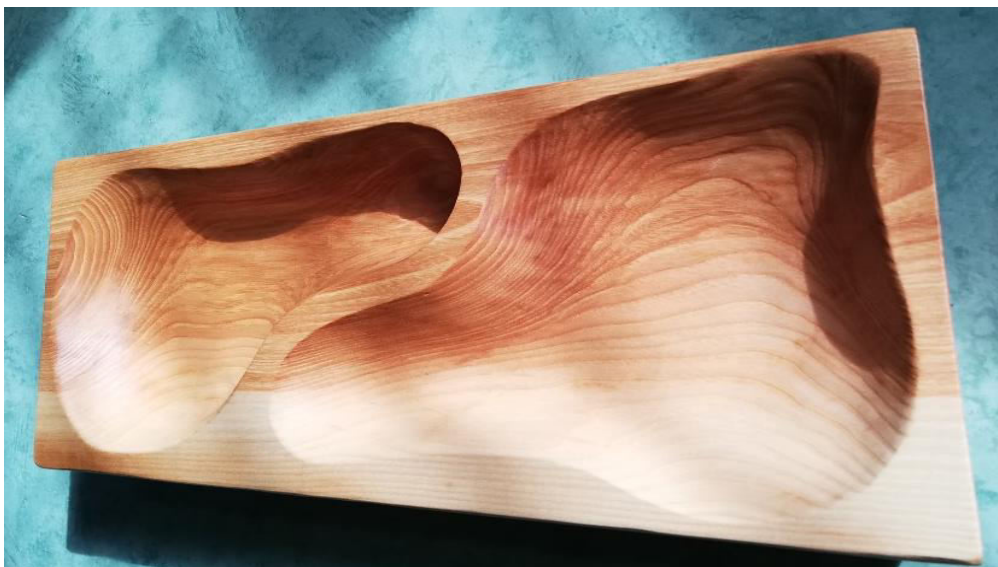
# 2. ZAHVALA

Zahvalil bi se svojim mentorjema, ki sta me vodila skozi pisni proces naloge, mi dajala strokovne nasvete ter me spodbujala pri raziskavi. Prav tako bi se rad zahvalil očetu, ki mi je pomagal pri izdelavi gugalnika in tudi stricu, ki mi je podaril les za izdelavo.

### 3. UVOD

Krivljenje lesa se je začelo s tehniko parjenja, ki so jo iznašli antični Egipčani in Grki. Ugotovili so, da se les ne bo ponovno zravnil, temveč bo ostal ukrivljen, dokler bo imel ob sebi sosednje dele. Tudi na Slovenskem se lahko najdejo dokazi o krivljenju izdelkov, kot so košare in koši. Skozi stoletja je tehnika dosegala nove stopnje. Že pred 1.svetovno vojno so izdelali prvi ukrivljen stol. Naredil ga je ameriški kmet, kasneje pa ga je izboljšal Michael Thonet in ga naredil nekoliko po svoje. Izdelal je svetovno znan Thonetov stol oz. stol št.14 (Thonet chair no.14). Tehnika je bila v teoriji zelo preprosta. Vzel je les, ki je bil prej parjen in stisnjen, ga pritrdil na železni lok določenega premera in ga nato s posebnimi sponkami ali s pomočjo svor fiksiral, kar je pomagalo, da je les ostal v določeni legi. S tem so les tudi ojačali, da se je lažje dalje krivil v ekstremne loke. Takoj je ugotovil, da se stružen oz. okrogel les da bolje kriviti, saj prenese večji napor in napetosti in da tako potrebuje dlje časa da poče. Ko je dobil zeleno obliko, je les pustil na šabloni, da se med sušenjem ne bi preveč spremenila dimenzija loka. Danes imamo seveda razne stroje, ki proces olajšajo in nam dajo možnost za upogibanje lesa večjih dimenzij. Imamo tudi več boljših in lažjih tehnik, s katerimi izdelamo enake ali še težje krivulje.

Že odkar se je človek razvil, je bil les temeljnega pomena. Najprej je služil kot orodje, nato kot orožje in sčasoma se ga začeli uporabljati tudi za izdelavo stavb. Poleg tega je les služil tudi za izdelavo pohištva in raznih izdelkov, ki se vse bolj razvijajo v industriji in v gospodarstvu. Vendar nas zanima predvsem pohištvo. Vemo, da so na začetku izdelovali preproste mize, police, omare, stole ipd. iz navadno obdelanega lesa. Vse več se uporabljajo moderni videzi lesa z raznimi okovji, ki dodajo praktično uporabnost ali funkcijo. Tudi na področju uporabe navadnih oz. osnovnih predmetov vsakdanjega življenja, od očal do torbic, metuljčkov, obeskov, obešalnikov, zavzema les vidno vlogo. Nek izdelek iz ukrivljenega lesa lahko mnogo bolj izstopa, saj ponuja povsem drugačen videz oblike pohištva, ki se ga ne da doseči z drugimi materiali iz lesarstva, kot so iverne plošče, določene vlaknene plošče ali vezane plošče.



Slika 1: Ročno narejena lesena skleda (vir: lasten)

### 3.1 Hipoteze

**Pri izdelavi raziskovalne naloge sem postavil naslednje hipoteze, ki jih bom na koncu potrdil ali zavrnil:**

- I. Za izdelavo gugalnika bo potrebno veliko znanja in spretnosti.
- II. Gugalnik bo zaradi lagodja primeren za vse naše obiskovalce.
- III. Menim, da bo najbolj uspešno mokro krivljenje.
- IV. Sedalo gugalnika je lahko narejeno iz laminiranega lesa.

### 3.2 Cilji raziskovalne naloge

Ugotoviti želim ali bi za izdelavo gugalnika bilo bolje uporabiti laminiran ali masivni les. Narisal bom več skic in se nato odločil, kateri bi bil na izgled najlepši in najprimernejši. Za gugalno podnožje bom uporabil tehniko laminiranega lesa in tako ugotovil kako bi teža vplivala nanj. Tu se zanašam na to, da les ne bo počil. Na isti način bom naredil sedalo, ki bo imelo primeren lok za lagodje pri sedenju. Ostale dele gugalnika pa bom paril ali namakal, tako da bo zgledal masiven. Rad bi tudi izvedel kakšno je mnenje drugih o tem gugalniku, še bolj pa kakšna je njegova funkcionalnost.

## 4. KRIVLJENJE LESA

Tehnološki postopek krivljenja lesa je zahtevna operacija, ki se prične s pravilno izbiro in pripravo lesa. Les mora imeti primerno strukturo, ustrezne fizikalne in mehanske lastnosti, ki vplivajo na uspešno izpeljan postopek. Teorija je dokaj preprosta, ko pa pride do praktičnega dela s krivljenjem, pa se pojavijo mnogi zapleti in vprašanja na to temo. Odgovore lahko dobimo samo tako, da krivljenje poskusimo izpeljati sami ali pa vprašamo koga, ki se s tem ukvarja. Poznati moremo tudi razne tehnike obdelave, ki so primerne in so nam tudi dostopne. Mednje štejemo parno, mokro in hladno krivljenje. Les pa lahko tudi kuhamo ali laminiramo. Pomembna je tudi vrsta lesa, zgradba oz. rast, ali ima les napake (grče, notranje in zunanje razpoke - v tem primeru les ni primeren). Les mora biti radialnega prereza, kar pomeni, da se iz čelne strani vidijo ravne letnice. To je zelo pomembno, saj bi ob izbiri napačne rasti les prehitro počil. Ko pa pride do same izbire tehnike, je potrebno vedeti, koliko časa je potrebno za določen postopek, kakšna sredstva potrebujemo, čas sušenja, obdelava ipd. Primerneje je uporabiti les, ki je naravno sušen, saj ima v mikroskopski zgradbi, t.i. lignin, ki je med celuloznimi verigami. Ta pa vpliva na moč oz. trdnost lesa. Če se lignin prehitro suši, torej kadar les sušimo v sušilnici, postane šibak in ob krivljenju ne prenese velikega naprezanja. To je zato, ker smo vlažen les hitro posušili, nato pa mu ponovno dvignili vlažnost in ga nato ponovno posušili, kar vpliva na samo trdnost in kakovost lignina. Temu se lahko izognemo na dva načina. Prvi je izbira lesa, ki je naravno sušen (postopek, ki traja več mesecev ali let), drugi pa, da izberemo les, ki je še svež oz. je bil pred kratkim posekan in do neke stopnje obdelan. Naravno sušen les na lignin ne vpliva slabo, saj je ta imel "naravni" čas, da se je posušil in uravnovesil. Svež les pa že ima visoko vlažnost in je nasploh bolj elastičen ter primernejši za krivljenje. Naredimo si tudi šablono, na katero bomo pritrdili les, da dobimo želen lok. Na koncu sledi še stabilizacija lesa, ki se doseže s sušenjem, kar pa ni nujno, da je naravno. Ob primeru razpok, zlomov, paranja ali "eksploziji" lesa tak kos zavrremo in ga ne uporabimo.



Slika 2: Prikaz tangencialnega (levo) in radialnega prereza lesa (desno) (vir: lasten)



## 5. STOL

Stol sodi med začetna poimenovanja vseh predmetov, na katerega je lahko človek sedel oz. ga uporabil za počitek ali razkazovanje moči. Skozi zgodovinska obdobja se je spreminjala oblika stola, funkcije, lastnosti, dodatki ipd. Začenjal je tudi dobivati osnovno obliko in tipične sestavne dele, kot so sedalo, naslonjalo, noge, vezniki in mostišča. Ti se vse hitreje spreminjajo, od števila nog do same strukture naslonjala in sedala. V svetu stolov so prevzeli veliko vlogo tudi različni materiali in se med seboj začeli mešati oz. kombinirati. Prav tako se je spreminjala tudi sama funkcija, saj ni več samo kos pohištva za sedenje. Lahko ima razne dodatke, kot so držala za pijačo, daljinec za televizijo, masaža, nekateri pa se lahko spremenijo v ležalnik. Predvsem pa se je spreminjala zunanja oblika stola, še posebej, ko pogledamo noge stolov. Nekateri imajo samo eno, nekateri več. Prve razlike pa so se začele že takrat, ko je stol dobil ukrivljene noge, katerih namen je bil, da se je stol zibal. To so bili tako imenovani gugalniki.

### 5.1 Zgodovina gugalnika

Gugalnik je vrsta stola, ki ima na manjših nogah ukrivljen del, ki mu omogoča gaganje. Po navadi ima 2 taka dela, enega na vsaki strani, ki omogočata, da se stol ziblje naprej in nazaj. Sprva so mislili, da je idejni vodja Benjamin Franklin, znani ameriški znanstvenik in politik. Kasneje pa so ugotovili, da stol izhaja že iz začetka 18. stol. ko je bil Franklin še otrok. Uporabljali so jih predvsem kmetje na vrtovih, kot pripomoček za počitek in lažje delo pred naporom za predklon. Sredi 18. stoletja pa so se začeli pojavljati v Angliji, kar je bil začetek novega dosežka glede stolov. Bili so zelo cenjeni zaradi preproste ideje, ki pa je vseeno zahtevala dosti znanja pri oblikovanju lesa. Vendar je šele v 19. stoletju Michael Thonet naredil prvi gugalnik iz krivljenega lesa, ki je bil tudi zelo lahek in inteligentno oblikovan iz okroglih palic. Izstopal je tudi glede samega izgleda, saj je Thonet izbral med raznimi umetninami starih Grkov in Rimljanov. Gugalniku je dodal razne oblike, s katerimi je dosegel izgled, ki je bil očesu privlačen in ga je bilo skoraj nemogoče narediti. Edina slabost teh primerkov je bil prostor, ki ga je gugalnik zavzel. Čez približno 60 let pa se je vrnila tipična oblika tega stola, z dodatkom, da je bil tudi zločljiv. Svetovno znani so postali zelo vzdržljivi in praktični stoli, ki jih je izdeloval Sam Maloof. Kupovali so jih po vsej Evropi in Ameriki, nakar se je sam predsednik ZDA, John F. Kennedy odločil, da bo odprl svoje lastno podjetje, P & P Chair Company. Leta 1955 se je predsedniku poslabšalo zdravstveno stanje njegove hrbtenice, saj je trpel močne bolečine. Zdravniki so mu svetovali, da mora čim več plavati in uporabljati gugalnik, ki bo bolj vplival na njegov hrbet. Ta je bil tako navdušen nad idejo, da je stol imel tudi na letalu Air Force One in z njim potoval po celem kontinentu. Gugalnike je uporabljal kot darila za mnoge člane svoje družine in tudi za marsikoga drugega. Izdeloval pa jih je iz še svežega lesa z uporabo železnih šablon.

## 6. IZDELAVA ŠABLON

Praden sem se lotil dela s krivljenjem, sem za uporabo moral narediti šablono. Izdelava šablon je lahko poljubna, ni določenih predpisov ali pravil kako in s čim jo narediti. Odvisno je samo od tega, kaj hočemo kriviti in kako. Paziti moramo samo, da je funkcionalna in natančno narejena. Sam sem naredil 2 šabloni, eno sem uporabil za mokro, hladno in parno krivljenje, drugo pa za laminirano krivljenje. Nekoč in tudi še danes so šablone delali iz zvitega železja, saj so lahko kos kar na njej segrevali in sušili. Tudi pritrditev in stiskanje kosa je bilo lažje. Danes pa se vse bolj uporablja šablona, ki s pomočjo vakuuma stisne kos v dano obliko. Ta je zelo natančna in učinkovita, saj dobro stisne kos v dani lok, uporablja pa se predvsem za plošče širših dimenzij. Sam sem začel z izdelavo šablon za vse dele gugalnika.

### 6.1 Šablona za ohišje gugalnika

Vzel sem kos macesnovega lesa, dimenzije 50x70x1850 mm, ga poravnal, zbrusil in širinsko zlepil skupaj. Nastala je plošča 45x460x18000mm. Na spodnji strani sem dodal deske vezane plošče 18x70x450mm, ki so bile pravokotno na smer letnic macesna, s tem sem plošči preprečil zvijanje. Sledilo je risanje in označevanje lukenj na površini, ki so služile za zagozde. Iz ene strani sem izmeril 90mm, iz druge pa 130mm, razdalja med njima je bila 1000mm. Tukaj sem narisal lok, ki sem ga želel doseči. Na stružnici sem naredil "čepe"  $\phi$  20x90, ki sem jih vstavil v luknje na plošči, kot grobi lok. Vzel sem tudi nekaj kosov lesa in jih na šablono pritrdil s tesarskimi vijaki 5,0x120. S tem sem utrdil dele grobega loka, ki sem jih nato zapolnil z zagozdami. Nekatero dele sem tudi ojačal, da ne bi čepi počili. Sledilo je vstavljanje lesa, ki sem ga pred tem obdelal in pripravil za krivljenje. Les sem s pomočjo svor pritrdil in stisnil na šablono.



Slika 3: Rezanje in obdelovanje macesna za izdelavo šablone (vir: lasten)

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



Slika 4: Izdelava desk iz vezane plošče za stabilizacijo šablone (vir: lasten)



Slika 5: Merjenje, risanje in vrtanje lukenj za čepe (vir: lasten)

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 6: Izdelava čepov za zagostitev lesa na šabloni (vir: lasten)*



*Slika 7: Vstavljanje čepov v šablono (vir: lasten)*

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 8: Dodatna opora za čepe in točka za lažje pritrdjevanja lesa v šablono (vir: lasten)*



*Slika 9: Prikaz vstavljanja in zagozdenja lesa v šablono (vir: lasten)*

## 6.2 Šablona za sedalo gugalnika

Za izdelavo te šablone sem preprosto vzela že obstoječo šablono in jo nato preuredil za sedalo gugalnika. Ko sem jo očistil, sem na ploščo narisal približen stranski izgled sedala. Nato sem vzel smrekov les 50x350x2000 in odrezal kos 50x350x600. Iz njega sem izrezal poljuben lok, podoben tistemu na šabloni. Ostanke tega kosa pa sem porabil za spodnji in zgornji lok sedala. Oba loka sta bila samo za izgled, ne pa za funkcionalnost. Kose sem nato s tesarskimi vijaki 5,0x120 pritrdil na ploščo. Ponekod sem kose lesa tudi pritrdil na ploščo, da sem lažje uporabil svore za stiskanje laminiranega lesa. Ker sem te kose moral zalepiti, sem tudi na ploščo nalepil trak, s tem sem preprečil, da bi se les zalepil na šablono. Ko sem vstavil po tri kose lesa skupaj, sem jih pritrdil s svorami in počakal, da se je lepilo posušilo.



Slika 10: Pritrditev deščic v šablono (vir: lasten)

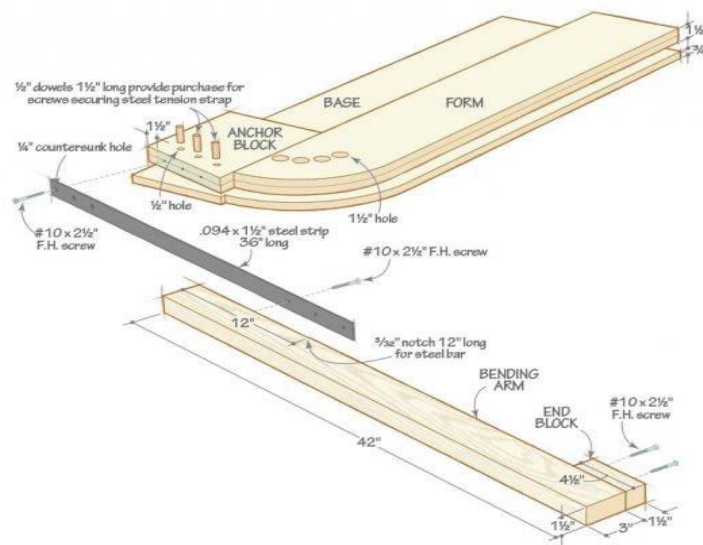


Slika 11: Laminiran les, vzeta iz šablone (vir: lasten)

## 7. TEHNIKE KRIVLJENJA

### 7.1 Parno krivljenje

Parno krivljenje sodi med prve tehnike, ki so jih iznašli Egipčani. Ščasoma se je tehnika spreminjala oz. izboljševala, vrhunec pa je bil začetek Thonetove industrije. Sam postopek krivljenja je izpopolnil tako, da je naredil posebne svore in železne modele ali t.i. šablone, na katere je pritrdil parjen kos lesa. Šablona je bila iz železa z namenom, da se je lahko segrevala in s tem sušila obdelovanec. Zaradi tega je bila onemogočena vrnitev na prejšnje stanje, kar pomeni, da je kos ostal ukrivljen v zaželenem loku. Pomagal si je tudi s stiskanjem lesa tako, da les ni izgubil mehanskih lastnosti. Les zaradi tega ni počil in je prenesel večje obremenitve, pri čemer so pomagale tudi smeri letnic. Edina težava tehnike parjenja je cena in materialna vrednost vseh elementov in dodatkov za krivljenje. Potrebujemo komoro, ki jo lahko naredimo tudi doma, ta pa mora doseči temperaturo do minimalno 100°C, vlažnost lesa pa naj bi bila med 25 in 30%. Priporoča se les, ki je naravno sušen in ni eksotičen ali mehak. Potrebujemo tudi posebne šablone, na katerih se les stisne. Šablone so lahko iz lesa ali MDF plošč. Te morajo biti natančno narejene, po navadi na CNC strojih, obliko pa si lahko izmislimo sami. Ko namestimo že parjen les v šablono, ga moremo pritrčiti, da nastane zaželen lok. Zaradi ukrivljenja pride na notranji strani do nabrekanja, na zunanji pa raztezanja, kar pomeni, da se les želi vrniti v prvotno stanje. Parjenje pa mehča lignin v lesu, kar sprosti te napetosti, da les ne počil. Po končanem sušenju se lignin ponovno strdi in ohrani les v dani obliki. Seveda obstajajo tudi druge možnosti izdelave šablon, ki so bolj učinkovite, sploh pa če želimo obliko z dvema ali več loki, ki gredo v več smeri (levo in desno). Takrat govorimo o šabloni iz 1 kosa lesa ali MDF plošče, ta pa je prerezana na pol v nekakšni vijugi. Pozorni pa moramo biti tudi na to, da les, ki je sušen v sušilnici, ne prenese velikega loka, saj se je lignin že pred parjenjem hitro strdil. Les, ki je naravno sušen pa nima te slabosti, saj je lignin rabil dlje časa da se je strdil, zato prenese večji lok, ne da bi počil. Pozorni moramo biti na debelino lesa, saj debelejšše deske ne prenesejo takšnega napora kot tanjše, zato moramo upoštevati tudi ta faktor.



Slika 12: Šablona za parno krivljenje (vir: <https://www.woodmagazine.com>) (26. 11. 2019)

### 7.1.1 Moje ugotovitve

Tudi sam sem les poskusil parno kriviti z doma narejenim "parnim strojem". Les sem zložil v cev, prižgal ogenj in počakal, da se je začela ustvarjati para. Ugotovil sem, da se les v 1 uri spari za približno 25 mm svoje debeline. Tako sem lahko približno izračunal, kako dolgo bom moral pustiti les v cevi, da se pravilno napije pare. Ker sem imel kose 40x50 mm, sem predvideval, da bo to trajalo približno 3 ure, preden bi jih lahko vzel iz cevi. Les je bil zelo vroč, zato sem uporabil rokavice, tudi kadilo se je iz njega. Odnesel sem ga v delavnico, kjer sem ga vstavil v šablono, ga pritrдил in počakal, da se je posušil. Za ta poskus sem uporabil jesen in bukev. Sicer sta bili obe vrsti lesa uspešni, vendar se je bukev preveč obarvala, oz. posivela, kar je pomenilo, da sem jo predolgo paril. Kljub temu sta se obe vrsti lesa lepo krivili in tudi ostali v loku šablone.



Slika 13: Postavitev lesa (bukve) v šablono (vir: lasten)



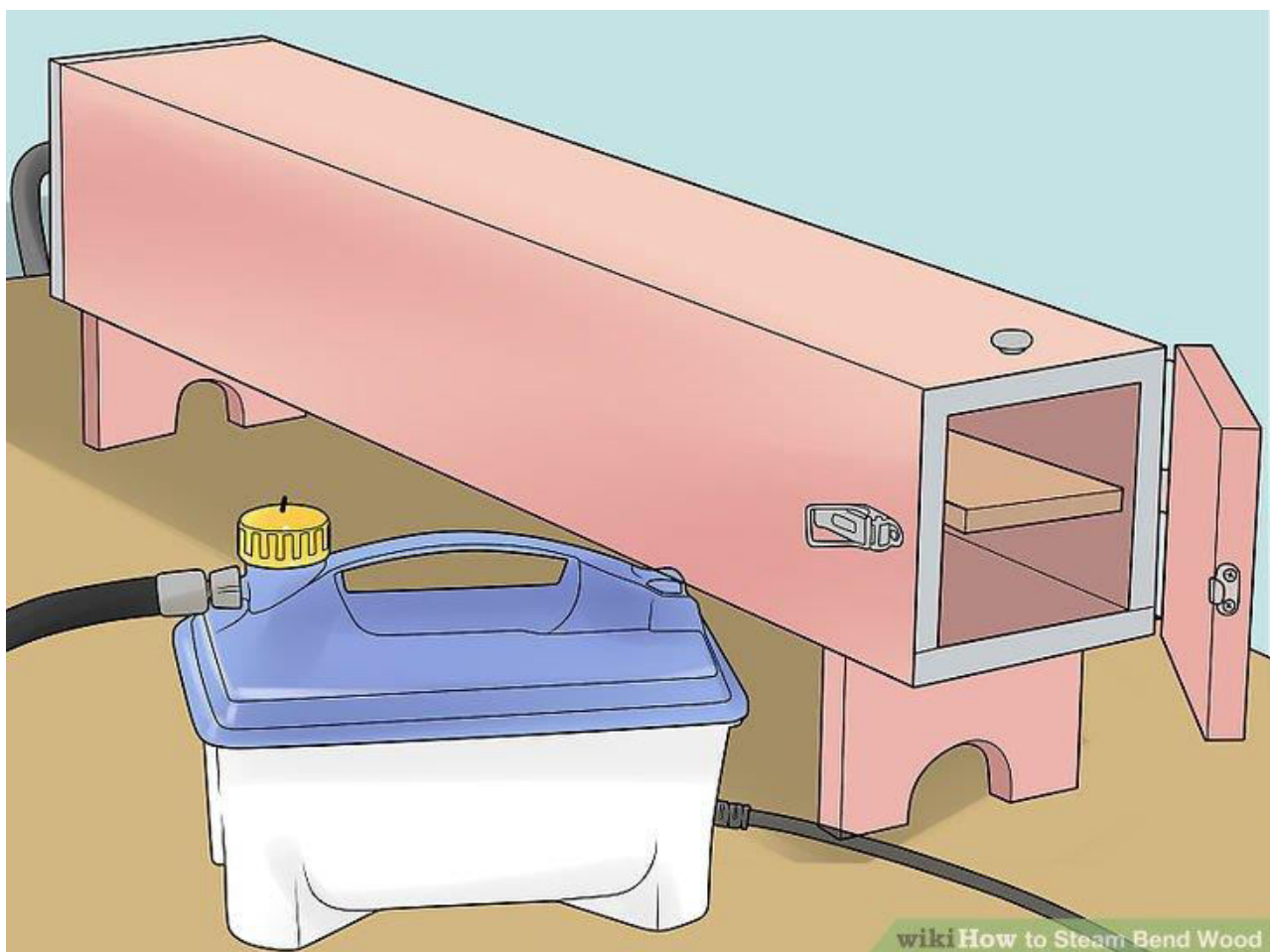
Slika 14: Posušen kos bukve, vzet iz šablone (vir: lasten)



## 7.2 Izdelava komor za parjenje

Ko pride do izdelave komor, je možnosti nešteto. Vsak ima svoj način, tukaj ni nekih pravil glede postopka ali načina izdelave. Pomembno je le to, da lahko v njej dosežemo vsaj 100°C in je les varno navlažen ne da bi se pri tem opekli ali poškodovali. Ključni materiali so:

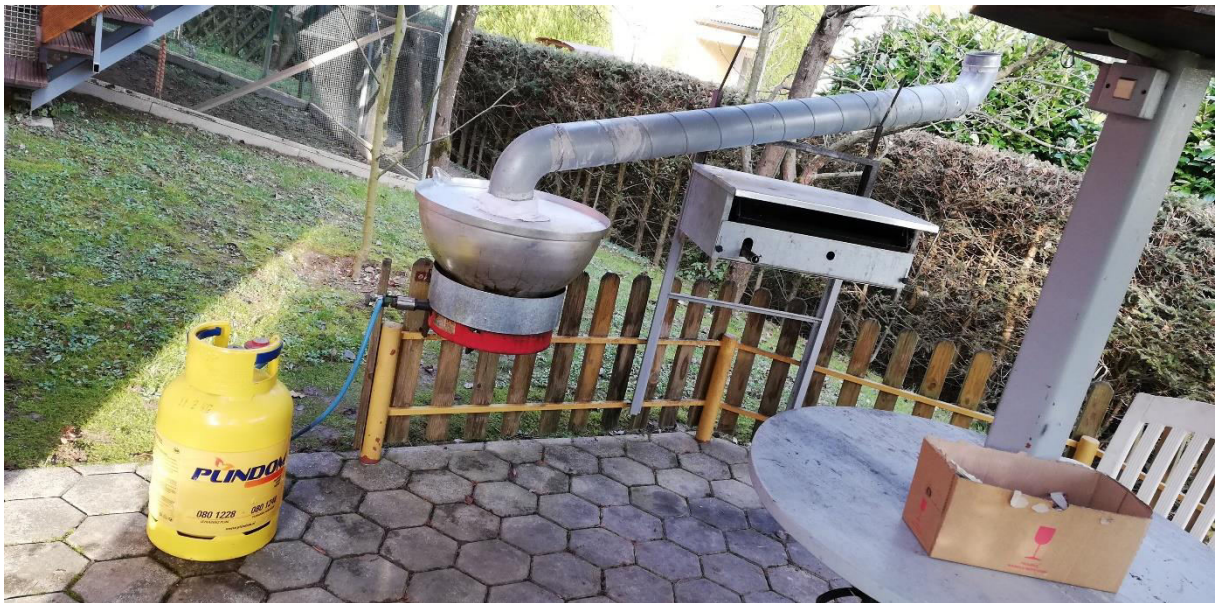
Vir pare - lonec vroče vode na indukcijski plošči, plinska bomba s paro, parni stroji ipd. Sledi zaščita za les oziroma "prostor" kamor bomo dali les – posebna plastična vreča, PP cev za vodovod, les z izolacijo itd. Če imamo dva člena, ju povežemo z nekim prevodnikom. Nato pa pred začetkom parjenja preverimo, če kje pušča voda. Pametno je tudi imeti pripomočke: merilec temperature, sponke ali vrv, da lahko zatesnimo vrečo, pokrov za cev, rokavice...



Slika 15: Prikaz narejene komore za parjenje (vir: <https://www.wikihow.com>) (4. 1. 2020)

## 7.2.1 Moj poskus izdelave komore

Izdelava "parne komore" ni bila zahtevna, bila pa je tudi zelo učinkovita, saj se je les lepo navlažil. Vzel sem železno cev, ki sem jo pritrdil na lonec, kjer je bila voda. Ta lonec je bil pritrjen na žar, ki je gorel s pomočjo plina. Cev sem dodatno zatesnil s silikonom in krpo ter jo s pomočjo cevnih kolen postavil pod kotom, da se je para lahko povzpela po cevi. Na koncu sem cev zaprl s pokrovom, da ni para uhajala. Ko sem se prepričal, da je vse pravilno zatesnjeno, sem prižgal žar in počakal, da je les vpil paro. Na koncu je bila komora uspešna, para ni uhajala in se je enakomerno vpila v les. Tudi sam se nisem poškodoval, sploh ker vem, da je bilo v cevi približno 100°C.



Slika 16: Doma narejena "komora" za parjenje lesa (vir:lasten)



Slika 17: Doma narejena "komora" za parjenje lesa iz druge perspektive (vir: lasten)

### 7.3 Mokro krivljenje

Mokro krivljenje se je razvilo iz parnega, le da les damo v vodo, komore pa ne potrebujemo. Na nek način se enako zgodi kot pri parnem krivljenju, le da je ta proces cenejši in lažji, žal pa tudi bolj dolgotrajen. Izvedba pa je zelo enostavna. Izbran kos lesa damo v vročo vodo, ga tam pustimo vsaj 1 dan, dokler les ne dobi med 22 in 25% vlažnosti. Kos lesa moramo pustiti v šabloni in ga šele nato segrevati in hladiti, v nasprotnem primeru bi se zravnal. Šablona bi načeloma morala biti železna, lahko pa je tudi lesena ali iz MDF plošče. Po končanem procesu ostane les v želeni obliki, vendar pa je od vode rahlo obarvan in kosmat. Zaradi tega bi se naj ponovno obdelal, kar pa ni obvezno.

#### 7.3.1 Moje ugotovitve

Tudi sam sem poskusil kriviti moker les. Za izvedbo sem uporabil 2000mm x 50mm pp vodno cev. Na eni strani sem jo zaprl s pokrovom 50mm, tesnilom za cevi, silikonom in vijaki. Vanjo sem vlil vodo, ki je segala skoraj do konca cevi. V cev sem vstavil po 1 kos lesa, dolžine 1700 mm in ga tam pustil vsaj 1 dan, da je vpil vodo. Cev sem postavil na sonce, da je voda ostala topla. Naslednji dan sem navlažen les vstavil v šablono in mu izmeril vlažnost, ki je bila med 22 in 26%. Nato sem ga na notranji strani loka segreval s posebnim fenom, da je dobil 14% vlažnost in ga pustil v šabloni še vsaj 1 dan. Sledila je odstranitev zagozd, ki je razkrila končni izdelek. Les je ostal dokaj v obliki loka, poravnal se je le za par centimetrov ali stopinj. Te kose sem uporabil pri izdelavi, saj so bili popolni za krivljen gugalnik.



Slika 18: Les, ki se namaka v cevi, napolnjeni z vodo (vir: lasten)

## 7.4 Hladno krivljenje

Hladno krivljenje je tehnika, kjer je pomembno, da je les naravno sušen (postopek traja od nekaj mesecev do nekaj let), manjših dimenzij in dobre kakovosti. Po sušenju les plastificiramo in damo v posebno komoro, kjer se pari pod pritiskom. Sledi vstavljanje v kompresijsko komoro, ki je namenjena stiskanju po dolžini. Ta stroj stiska v obliki črke "V", saj se les stisne v vse štiri strani. S tem se les skrajša za približno 20% svoje prvotne dolžine, ne spreminja pa širine ali debeline. Zaradi tega postopka se je spremenila celična zgradba, saj v tem primeru stene drsijo vase (so stisnjene skupaj), kar pa omogoča mehansko prednost. Tako se ob krivljenju les skrči samo na eni strani, na drugi pa ostane enak. S tem se prepreči pokanje in možnost večstranskega in bolj zapletenega krivljenja. Ko ga odstranimo iz stiskalnice, les med postopkom povrne približno 5-10 % svoje prvotne, obrezane dolžine. Les, dokler je vlažen, po stiskanju in mirovanju ohrani neverjetno prožnost, zaradi česar je primeren za krivljenje v mrazu, tudi ročno. Stiskanje omogoča, da se les razteza na zunanji strani krivulje (nekaj, česar les sicer ne more narediti) in se še dodatno stisne na notranji strani krivulje, ne da bi pri tem privijali trakove, dodajali toploto ali paro. Les je fleksibilen, dokler se ne posuši, zato ga je mogoče, ko je moker, upogniti na ali nad njim, nato pa se posuši, da ostane v obliki. Posušen les je trden in je enak prvotnemu lesu, le da je do takrat verjetno dobil že novo, hladno obliko. Približno 5 do 10% prvotne trdnosti lesa se lahko izgubi, kar je po večini nepomembno in je običajno boljše od drugih načinov oblikovanja, kot so parno, laminiranje in žaganje.

### 7.4.1 Moje ugotovitve

Sam žal nisem mogel popolno oz. pravilno izpeljati te tehnike, saj nisem imel na voljo teh strojev. Sem pa vseeno poskusil kriviti les, ne da bi ga pravilno pripravil. Ugotovil sem, da se navaden radialen kos da hladno kriviti, vendar dokaj hitro počí. Zaradi tega sem vzel debelejši kos, ki se je težje ukrivil, vseeno je tudi počil in ni ostal v dani obliki. Spoznal pa sem, da moram lok samo zmanjšati, ker s tem lahko tudi zmanjšam napetost na les. Ta pa se je vseeno nekoliko zravnil nazaj. S to tehniko nisem bil najbolj zadovoljen, sem pa videl, da je, ob pravilni obdelavi zelo uspešna in zanimiva. Kljub temu sem poskusne dele uporabil pri izdelavi gugalnika.



Slika 19: Poskus hladnega krivljenja jesena, ki je že nameščen v šabloni (vir: lasten)

## 8. Masiven Les

Kot že vemo, je les pomemben in cenjen material v našem življenju, že od jamskega človeka naprej. Ta ga je uporabljal kot orodje, orožje, vir ognja, za prenočišče, ipd. Kasneje pa tudi za razne namene, ki niso temeljni za preživetje. Izkoristil je njegove prednosti (od izgleda do vonja, akustike, strukture, uporabnosti), začel ugotavljati, kaj vpliva na izdelavo izdelkov (vrste, starost, tekstura, prevodnosti, ipd.) in tudi razmišljal v ekološkem smislu, da je naravnega izvora in ne izloča velike količine CO<sub>2</sub>. To je tudi največji in najbolj konkurenčen razlog za uporabo lesa, kjer tudi 'odpad', kot je žagovina, lubje ali manjši kosi ne vplivajo na okolje na škodljiv način. Sploh pa v primerjavi z betonom, ki vsebuje veliko CO<sub>2</sub> in ga ob uničenju izpusti še do 3x več, kot pa ga zadrži. Les izpusti enako količino, kot pa ga zadrži, vendar pa je to opravičljivo, saj se lahko tudi razgradi, medtem ko beton nima te zmožnosti. Ne samo to, lesni prah NI škodljiv tako kot betonski prah, ki škodi našemu zdravju in tudi okolju. To pa ponovno vpliva na globalno segrevanje, širjenju bakterij, bolezni ipd. Pri uporabi lesa pa moremo paziti na vlažnost, idealna za izdelavo pohištva mora biti med 8 in 14%. Šele takrat ga lahko uporabimo za vse, kar si človek lahko zamisli.

Po ugotovitvah med primerne vrste lesa za krivljenje spadajo predvsem listavci. Tropske vrste lesa in les iglavcev pa ne, saj po navadi nimajo takega modula elastičnosti. Za pohištvo se največ uporabljata hrast in bukev, saj spadata med značilne in lažje dostopne vrste. Za športno opremo je najbolj primeren jesen, saj ima visoko udarno žilavost. Medtem, ko se za sodarstvo, poleg hrasta, uporabljata češnja in robinija. Dobro se krivijo tudi javor, brest in oreh. Sam sem si izbral nekaj vrst lesa, ki so primerne za krivljenje in jim z različnimi tehnikami poskusil spremeniti lok. Bil sem zelo pozoren, da les ni imel grč ali kakršnih koli drugih napak in da je imel radialni prerez. Izbral sem naslednje vrste lesa.



Slika 20: Prikaz eksotičnih vrst lesa (vir: <https://imgur.com>) (4. 1. 2020)

## 8.1 Smreka

Smreka (*picea abies*) spada med iglavce in sodi med mehke vrste lesa. Tlačna trdnost je srednja, upogibna pa nizka, torej je modul elastičnosti tudi nizek. Ni odporen na glive ali insekte, je pa delno odporen na vremenske vplive, če ni neposredno v stiku z zemljo. Presenetljivo pa je dimenzijsko stabilen, ko je posušen na končno vlažnost. Je svetlejša barva, prevladuje rumenkasto bela barva z odtenki rdeče. Pogosto se uporablja za furnir, vezane plošče, celulozo, v gradbeništvu ipd.



Slika 21: Vizualen primer smreke (vir: <http://www2.arnes.si>) (4. 1. 2020)

### 8.1.1 Ugotovitve pri krivljenju

Smreko sem poskusil kriviti s tehniko namakanja lesa oz. mokrim krivljenjem. Ugotovil sem, da se da dokaj v redu kriviti, dokler ne pride do manjšega loka, ko les nenadoma počí. Čeprav sem že prej ugotovil, da se tangencialna stran ne more kriviti, sem vseeno poskusil. Moj prvi kos je bil namreč smrekov kos, ki se je takoj zlomil po dolžini, že po majhnem premiku. Les je iz strani popolnoma "razneslo". Radialna stran je vzdržala večji premik v lok, vendar je po smeri letnic les počil. Razpoka je bila od začetka loka, vse do konca prekinitve radialne letnice. Ko pa sem les iz strani zunanjega loka podložil, je zaradi izdelane šablone prišlo do vdrtega lesa. Tako se je tudi potrdilo, da ta les **NI** primeren za krivljenje, še posebej pa ne v večjih dimenzijah. Druga slabost je tudi ta, da je smreka po navadi zelo grčasta in ima dosti smole. To zelo oslabi možnosti za popolno in uspešno krivljenje.



Slika 22: Prikaz tangencialnega in radialnega krivljenja lesa (vir: lasten)



*Slika 23: Prikaz šibkosti smreke ob krivljenju, kljub pravilni uporabi rasti (vir: lasten)*



*Slika 24: Prikaz mehкости smreke (vir: lasten)*

## 8.2 Bukev

Bukev (*Fagus silvatica*) spada med listavce in sodi med trde lesove. Zanj je značilna rumenkasto bela barva, ki potemni v rumenkasto rjavo barvo. Mnogokrat pride do diskoloriranega lesa, ali do "rdečega srca". Vmes pa se pojavijo fini trakovi, ki se bleščijo. Ima visoko tlačno in upogibno vrednost, kar pomeni da ima visok modul elastičnosti. Ni odporen proti vremenskim vplivom, niti proti glivam ali insektom. Posušen les ni najbolj dimenzijsko stabilen, prah je koži dokaj škodljiv in les med sušenjem lahko tudi počni. Uporablja se za celulozo, papir, ročaje, pohištvo, stopnice...



Slika 25: Vizualen primer bukve (vir: <http://www2.arnes.si>) (4. 1. 2020)

### 8.2.1 Ugotovitve pri krivljenju

Bukev sem poskusil kriviti s tehniko parjenja, ki je najpogostejša in bi naj bila tudi najbolj učinkovita. Ugotovil sem, da to drži, ampak bukev ima žal to slabost, da ni najbolj stabilna, ko se suši. Čeprav sem imel les s svorami pritrjen na šablono kar nekaj dni, se je ta kos zvil tudi glede ravnine. To sicer ni bilo tako hudo, bolj me je motilo to, da je les med sušenjem spremenil barvo. Postal je bled in ni več imel značilne rumenkasto rjave barve, spremenila se je samo v rumenkasto belo. Ker sem izdelek delal sam, sem bukev zaradi same estetike raje zavrnil kot neprimeren les za izdelavo stola. Je pa kljub temu odličen za krivljenje.



Slika 26: Pogled primera krivljenja bukve od blizu (vir: lasten)



### 8.3 Jesen

Jesen (*Acer pseudoplatanus*) spada med listavce in sodi med trde lesove. Zanj je značilna rumenkasto bela barva, če pa je svež, je lahko tudi rdečkast. Zanj je značilno "rjavo srce" oz. diskoloriran les. Mnogokrat se pojavi fini trak, ki ima bleščice, sploh na radialnem prerezu. Les pa hitreje posivi, če je predolgo izpostavljen soncu. Ima dokaj veliko gostoto, zanimivost pa je, da ima jesen zelo nizek modul elastičnosti, kljub temu pa je primeren za krivljenje. Trajnost lesa je majhna, tudi v vodi in tudi ni odporen proti glivam ali insektom. Dobro se suši, čeprav je lahko prisotno pokanje. Zelo je primeren za struženje, lepljenje in rezbarjenje. Uporablja pa se za rezan furnir, pohištvo, glasbila, intarzije ipd.



Slika 27: Vizualen prikaz jesena (vir: <https://hrovat.net/izdelki-storitve>) (4. 1. 2020)

#### 8.3.1 Ugotovitve pri krivljenju

Jesen je bil prvi les, ki sem ga poskusil kriviti in sicer s tehniko namakanja, kar se je dobro obneslo. Ko sem les vzel iz šablone, je ostal v skoraj popolnem loku. Ker je bil sušen s posebnim fenom, ni bil poškodovan ali zaradi vode ponovno kosmat. Barva se je sicer malo spremenila in to v sivo. S tem je les zgledal starejši, a je kljub temu imel dele, ki so ostali rumeni. To mi je bilo še posebej všeč, saj sem hotel narediti izdelek, ki je namenjen starejši osebi in že sam stil stola spada med starejše.



Slika 28: Kos mokrega jesena v šabloni (vir: lasten)

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 29: Vstavljanje jesena v šablono (vir: lasten)*



*Slika 30: Hitro sušenje notranje strani jesena s posebnim fenom (vir: lasten)*

## 9. IZDELAVA LAMINIRANEGA LESA

Laminiran les ali t.i. lepljenec je tehnika debelinskega ali širinskega lepljenja lesa, ki je lahko različnih dimenzij. Lahko se uporablja za razne garažne strehe, stopnišča, igrače, stole ipd. Namen pa je izdelava večjih delov, ki so dimenzijsko stabilnejši in večji glede debeline, širine in dolžine. Vlakna gredo vedno v isto smer (vzdolžno), torej se ne križajo, za razliko od vezane plošče. Zanimivo pri laminiranju je to, da se les lažje krivi, saj mu dimenzijska debelina to omogoča ter tudi olajša. Tudi sile se lažje porazdelijo in medsebojno izenačijo. Edina slabost je dolgotrajna obdelava ter lepljenje. Les mora biti tudi enake debeline in vrste. Če mešamo oz. kombiniramo različne vrste lesa, lahko pride do težav pri lepljenju, sušenju in pri mehanskih lastnostih. Različne debeline pa so kritične samo pri krivljenju, saj se lamele med seboj težje sprimejo in tako ostanejo. Težava je lahko tudi lepilo, saj se po navadi uporabljajo lepila na podlagi fenol-rezocinskih in melaminskih smol.

Moj namen uporabe te tehnike pa je malo drugačen. Sicer sem les debelinsko lepil, vendar sem ga hotel tudi ukriviti. Najprej sem poskusil to z nogami gugalnika, saj morata biti obe popolnoma identični. Na koncu pa tudi za sedalo, ki je bilo zelo učinkovito in estetsko, stolu pa tako daje tudi dodatno vrednost in obliko. Pričel sem tako, da sem vzel kos lesa (v tem primeru jesen), ki je bil radialen. Na mizarski krožni žagi sem nastavil debelino vreza 7mm. Les sem večkrat spustil skozi, da so nastali tanki trakovi. Te sem nato odebelil na 5 mm, kar je bila tudi končna mera traku. Na že pripravljeno šablono, ki je bila v obliki sedala, sem še dodatno zalepil trak, da ne bi lepilo ostalo na šablono. Vzel sem po 3 trakove, jih suho poskusil vstaviti v šablono, s tem sem preveril, ali bo les počil. Ko je bilo to uspešno narejeno, sem s čopičem namazal sredinski trak z belim Mekol lepilom D3, ki je vodoodporno. Sledila je ponovna vstavitev vseh treh trakov v šablono. Da pa je bilo vse stisnjeno in na svojem mestu, sem uporabil razne svore (od 12 do 15 svor). Lepljenec sem pustil v šablono vsaj en dan, preden sem ga vzel ven. Ta postopek sem ponovil še 8x, vse dokler nisem imel dovolj kosov za celotno sedalo. Nato sem jih vse očistil, poravnal, odebelil na širino 3,3 cm, jih zbrusil in spihal. Na koncu sem jih na letvice pritržil z vijaki 3x35 in s tem dokončal sedalo za gugalnik. Sledilo je 3x lakiranje s "Prisma color acryl" lakom in končnim brušenjem sedala.



Slika 31: Izdelan laminiran kos v šablono (vir: lasten)

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



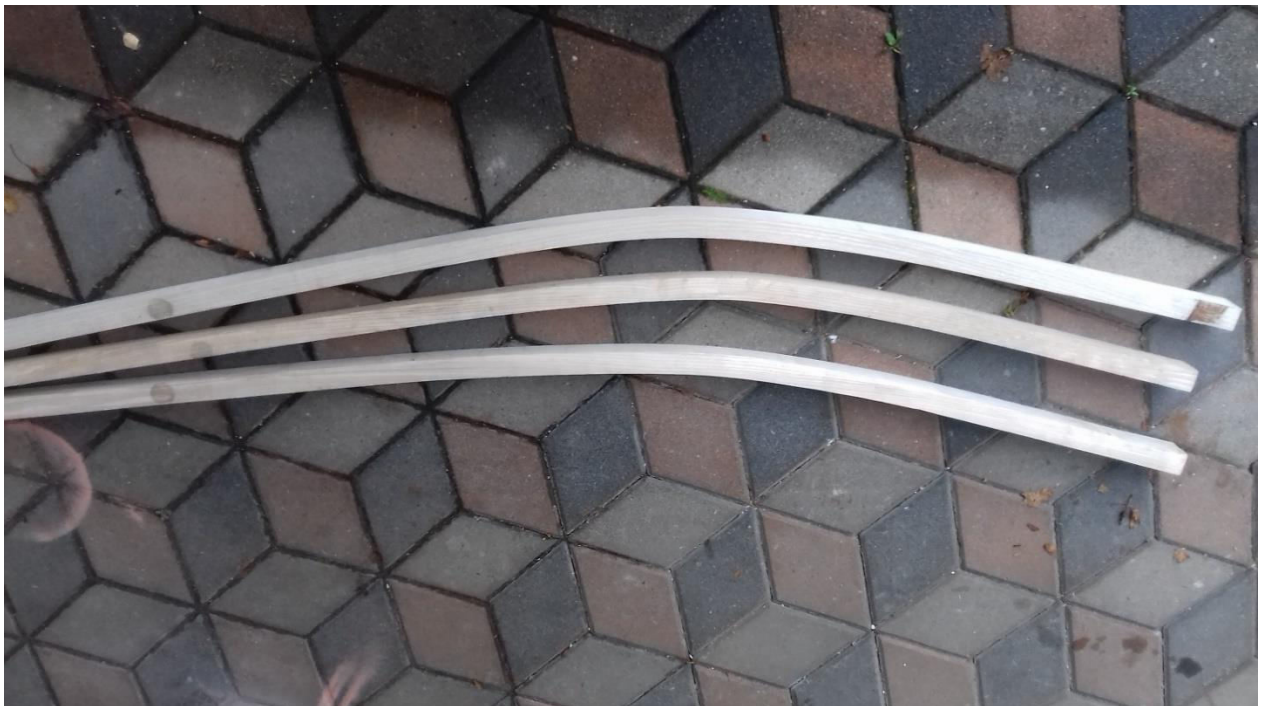
*Slika 32: Stiskanje in fiksiranje obdelovanca v šablono (vir: lasten)*



*Slika 33: Posušen kos laminiranega lesa, ki je vzet iz šablone (vir: lasten)*

## 10. PRIMERJAVA MATERIALOV

Na koncu vseh poskusov z različnimi vrstami lesa in tehnikami krivljenja sem ugotovil, da mi je bil najbolj naklonjen jesen. Bil je najbolj uspešno ukrivljen, estetsko zelo lep in imel sem ga dovolj na razpolago za izdelavo gugalnika. Prednost je bila tudi to, da je jesen namenjen izdelavi krivljenih izdelkov, ki se uporabljajo pri športu, torej je zelo žilav les. Glede obdelave nima posebnosti, se ne trga ali poka, je zelo stabilen in enostaven za uporabo. Iz njega sem tudi naredil laminiran les, ki je bil zelo uspešno uporabljen za noge in sedalo gugalnika. Bukev je bila druga najbolj uspešna vrsta, ima zelo dosti dobrih lastnosti za krivljenje, lep izgled, ni težav pri obdelavi ali končnem lakiranju. Motilo me je samo to, da je kos posivel in bi stol zgledal zelo neestetsko. Tudi na zalogi nisem imel dovolj bukovega lesa, saj je bil večina grčast ali pa že zvit. Če pa je les predebel se ponekod "sesuje" vase, sploh če je rast manj primerna. Morda je bil vzrok oster kot, vendar se je to zgodilo samo pri debelih kosih, pri tanjših pa ne. Na notranji strani loka so nastale male udrtime, ki so bile dokaj globoke in jih z obdelavo ne bi bilo z lahkoto odstraniti, sploh pa zato ne, ker je les v loku. Smreka je bila najmanj uspešna, sploh zaradi smole in mehke zgradbe. Les ni prenesel veliko sile ali napetosti, več kosov je tudi počilo. Bile so vidne udrtime, ki so bile posledica napake na šabloni. So pa nastale ob manjših silah, torej bi se v vsakem primeru nekaj poznalo pri krivljenju.



Slika 34: Trije različni kosi jesena, ki so krivljeni na tri različne načine (vir: lasten)

## 11. PRIMERJAVA TEHNIK

Pri poskusu krivljenja več različnih vrst lesa z več različnimi tehnikami sem ugotovil, da so vse zelo učinkovite in praktične. Pri vseh sem opazil prednosti in slabosti, sploh glede vpliva na obdelavo in izgled lesa. Morda bi glede uporabe tehnik lahko kaj spremenil, vendar se mi zdi, da sem bil pri svojem prvem poskusu s krivljenjem dokaj uspešen. Ugotovil sem, da sta si mokro in parno krivljenje dokaj podobna, oba imata lastnost omehčanja lesa, ki postane moker in vlažen in se tudi lažje preoblikuje. Potrebujeta pa dalj časa, sploh glede sušenja, razen če je to umetno. Podobno velja za hladno krivljenje in laminiranje lesa. Tehniki sta si dokaj podobni, pri obeh se uporabi lastnost samih vlaken, ki niso omehčane, pozna pa se pri izbiri lesa, sploh glede rasti in vrste. Razlika je le v tem, da je laminiran les rezan in ponovno lepljen, hladen pa ostane v enem kosu, ki je stisnjen. Za lažjo primerjavo sem opisal prednosti in slabosti vseh tehnik z različnimi vrstami lesa.

### 11.1 Slabosti

Vsaka tehnika je imela nekaj slabih lastnosti, ki so vplivale na krivljenje in to od priprave do končnega produkta. Nekaj sem jih naštel za lažjo odločitev in izbiro najboljše izmed njih. Upošteval sem celoten proces, tako je tudi sama priprava materiala imela veliko vlogo pri moji izbiri. Za uporabo in izvajanje tehnike se prav tako upošteva dodatno delo.

#### 11.1.1 Slabosti parnega krivljenja

Prvi les, ki sem ga paril je bila bukev. Les se je nekoliko obarval oz. je posivel in je dobil izgled postaranja. Njegova površina je zgledala kot siva patina. To je sicer naravna zaščita lesa, ampak deluje le, če je les zunaj in izpostavljen vremenskim vplivom. Ker pa sem izdeloval gugalnik, nisem potreboval takšne zaščite. Ščasoma sem ugotovil, da sem glede na dimenzijo lesa, bukev predolgo paril in zato je bil rezultat takšen. Tudi pomanjkanje samega materiala je bil eden izmed razlogov za zavrnitev lesa. Jesen je bil drugi les, ki sem ga parno krivil. Ugotovil sem, da se les bolj "napihne" in postane ponovno kosmat. S tem sem si podaljšal čas obdelave in sušenja kljub temu, da sem uporabljal poseben fen. Kar pa ni bilo tako moteče in tudi na zalogi sem ga imel dovolj. Bolj me je odvrnil proces izdelave komore, ki je zahteval kar nekaj časa. Ne samo to, komora bi morala tudi pravilno delovati in doseči določene standarde, kot so zaželeno temperatura, cenovno primeren in praktičen prostor za postavitve, da bi se les dejansko uspešno paril. Kar je ponovno bila slabost, komora je bila zelo vroča, tako kot tudi les. Moral sem uporabiti debele rokavice in tudi očala. Ker pa mi je, če gledamo na dolgi rok, izdelava kar hitro uspela, bi se to mogoče kdaj tudi splačalo izdelati.

### 11.1.2 Slabosti mokrega krivljenja

Kot sem že omenil, je mokro krivljenje dokaj podobno parnemu. Le da se tukaj les še bolj "napihne" in postane kosmat, tako da je za gladko površino potrebno še več obdelave. Vsaj tako je bilo z jesenom. Tudi čas sušenja se lahko zelo zavleče, sploh če se ne uporabijo železne šablone, ki se lahko grejejo. Moker les sem v šablono pustil tudi do 3 dni, se pa je z uporabo posebnega fena vseeno hitro posušil. Les se ne cepi, razen smreke, pri jesenu pa nisem imel takšnih težav. Glede obarvanja je jesen malo potemnel, je pa vseeno imel lepši izgled kot bukev, sčasoma pa je postal spet svetel. Izdelava "komore" z vodo sicer ni bila prevelika ovira, je pa vseeno potrebno dodatno delo in tudi uspešna mora biti.

### 11.1.3 Slabosti hladnega krivljenja

Že sam postopek hladnega krivljenja ne bi mogel biti najbolj natančen, saj za tak poskus nisem imel primernih pripomočkov oz. strojev. Sem pa vseeno vstavil navaden radialen kos jesena v šablono, ne da ga bi prej paril, močil ipd. V šablono sem ga pustil vsaj 2 do 3 dni. Kos je vseeno povrnil svojo obliko, oz. je zgledal, kot da se je sam naravno zvil. Sem pa ga vseeno uporabil pri izdelku, kot sprednji nosilec sedala in ročajev.

### 11.1.4 Slabosti laminiranega krivljenja

Laminiranje lesa je postopek, ki zahteva največ obdelave, saj sem moral kos lesa rezati na manjše kose (širine 7mm). Enako bi lahko naredil s furnirjem, ampak je predrag. Te kose pa sem nato poravnal z debelinko (na približno 5mm), podobno bi lahko naredil s kontaktnim brusilnim strojem, ampak ga žal nimam doma. S tem se je zelo zavlekel postopek, tudi glede sušenja je neugodno, saj se lepilo dolgo suši (tudi do 24ur preden lahko izdelek obdelujemo). Če vmes na letvicah nastanejo vdrtine, kar je posledica slabe obdelave, se vidijo luknje, ki jih lepilo ne zakrije. Tudi šablona mora biti natančno narejena in zaščitena pred lepilom.



Slika 35: Vrezane in že poravnane letvice za laminiranje (vir: lasten)

## 11.2 Prednosti

Vsaka stvar ima, kljub slabostim, tudi kakšne prednosti. To sem ugotovil pri uporabi vseh tehnik, saj so bile na koncu vse uspešne. Imele so slabosti, imele pa so tudi dobre lastnosti in kot že večkrat prej, sem ponovno upošteval celoten proces krivljenja. Če pa bi gledal na dolgi rok, bi lahko rekel, da ima vsak postopek mnogo dobrih lastnosti, saj se je les v vsakem primeru krivil.

### 11.2.1 Prednosti parnega krivljenja

Ker sem naredil uspešno komoro, sem že zato bil dokaj zadovoljen z izbiro te tehnike. Les je potreboval manj časa za pripravo, ki je bila odvisna od debeline lesa. Ker sem imel dokaj debele kose jesena (4,5 do 5 cm), je postopek trajal malo več kot 2 uri, preden se je les sparil. S samo obdelavo ni bilo dosti dela, les ni bil "napihnjnjen", niti kosmat, se pa je vseeno spremenila njegova površina. Les je postal dokaj elastičen, hitro se je dal kriviti in ni potreboval preveč časa, da se je posušil. Bukev se je nekoliko obarvala, jesen pa ne. Tudi pri uporabi za gugalnik se je ta tehnika dobro obnesla, saj je les ostal v obliki zaželenega loka, le za par stopinj se je povrnil v prvotno stanje. S to tehniko sem bil zelo zadovoljen, tako kot tudi s končnim rezultatom. Lak se je na lesu dobro obdržal, tako da je tudi to bilo uspešno.

### 11.2.2 Prednosti mokrega krivljenja

Pri tej tehniki sem bil zelo zadovoljen s končnim izidom, saj je les ostal lepo ukrivljen, sploh bukev in jesen. Bil je zelo elastičen in gibljiv, sploh zaradi mokrih tkiv, ki so z lahkoto omogočila krivljenje v določen lok. Četudi je bil les moker, se je vseeno lepo obdeloval, tudi z rezkanjem ni bilo veliko težav, razen pravilnega obračanja, da ročni rezkar ni nasedel. Les se je malo obarval, kar ga je dejansko polepšalo, nekateri deli pa so se posušili in obarvali v prvotno barvo. To je sicer trajalo dlje časa, ampak me to ni motilo. Tudi cepil se ni, dosegel je dokaj oster lok, ni počil, vsaj jesen ali bukev ne. Če sem sušenje nekoliko pospešil s fenom, se je les hitreje in bolje posušil. Postopek namakanja in izdelave te "komore" ni bil preveč zapleten, niti dolgotrajen, kljub temu, da sem les vsaj 1 dan pustil v vodi. Tehnika je bila uspešna, ukrivljen les sem lahko uporabil pri izdelku, torej sem s to tehniko dosegel svoj cilj. Lepo se ga je dalo lakirati.

### 11.2.3 Prednosti hladnega krivljenja

Postopek je bil zelo hiter, vsaj v mojem primeru, ker sem obdelan les samo vstavil v šablono. Ni bilo potrebno, da sem ga pred in po uporabi krivljenja prej posebej obdeloval. Prav tako ni bilo potrebno izdelati kakšnih posebnih komor. Les je sicer za nekaj časa ostal v nekem loku, se ni obarval, ni izgledal poškodovan od šablone in je bil še vedno trd. Potreboval je samo 2



do 3 dni v šabloni, preden je vsaj malo spremenil obliko. Sem pa kljub temu uporabil primerne postopke in dokazal, da je ta tehnika zelo uspešna.

#### 11.2.4 Prednosti laminiranega krivljenja

Laminiranje lesa me je najbolj presenetilo, saj lahko s to tehniko dosežemo dokaj zapletene in ostre loke. Čeprav je proces izdelave dokaj dolg, je po mojem mnenju ta izbira zelo primerna in zanimiva, saj se tako pokaže, kako močan je les, ki se lepi v sloje. Sedalo sem iz laminiranih kosov izdelal ravno zaradi tega, ker je videti bolj estetsko, kot pa z uporabo ostalih tehnik. Potrebno je bilo uporabiti les, ki bi ne bil tako težak, vendar bi naj vseeno zdržal težo človeka ob sedenju. V primerjavi z ostalimi ga je bilo tudi lažje kriviti, saj se lahko oz. se mora uporabljati tanjši material. Sicer bi lahko ostale lesove poravnal v to debelino, vendar mislim, da ne bi zdržali dovolj teže. Prednost je tudi sama medsebojna opora letvic. Lahko se uporabijo šibkejši deli lesa, ponekod tudi grče. Vsega skupaj sem porabil 30 letvic, od tega jih je počilo samo šest. Tri od teh niso bile prave rasti, štiri so imele grčo, kljub temu sta počili samo dve, ena pa je bila preveč napeta na šabloni. Tudi lepila nisem porabil kaj dosti, tako da je takšen proces dokaj poceni. Postopek izdelave sedala in nog je bil prav tako uspešen, saj oboje zdrži in prenese večje breme, tudi sile se porazdelijo po celotnem gugalniku. Barva se ni spremenila, proces sušenja je trajal vsaj en dan, les se je lepo obdeloval, poravnaval, odebelil in se dal lepo zbrusiti. Lakiranje je bilo prav tako uspešno.



Slika 36: Rezanje in poravnavanje letvic za lepljenje v laminirane kose (vir: lasten)

### 11.3 Končne ugotovitve primerjav med tehnikami

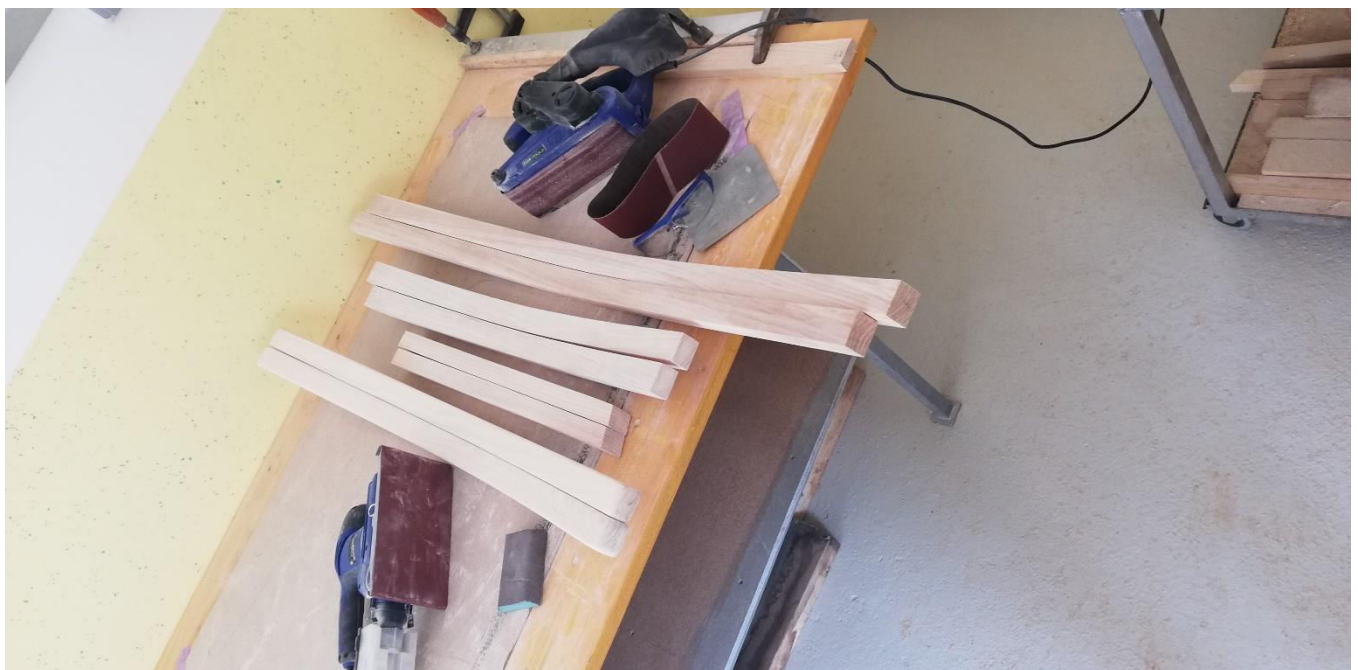
Po vseh poskusih z različnimi lesovi in tehnikami, primerjavami med njimi, pregledu slabosti in prednosti, sem ugotovil, da sta bili med tehnikami najbolj uspešni mokro krivljenje in laminiranje. Sicer so bile uspešne vse tehnike, vendar je bilo z nekaterimi lažje doseči cilj kot z drugimi. Dober primer je tehnika mokrega krivljenja oz. namakanja lesa, saj bi bila zelo uspešna za ta izdelek. Že sama priprava ni bila nič posebnega v primerjavi s parjenjem lesa, kjer sem moral narediti posebno komoro, pri tej tehniki pa sem samo napolnil cev z vodo. Postopek sušenja me ni oviral, sploh zato, ker sem les vmes sušil, kar je pospešilo postopek. Pri obdelavi in izdelavi stola se je les obnašal normalno, ni se spreminjal, krčil, ravnal ipd. Tudi cenovni vidik je ugodnejši, saj me cev in voda staneta veliko manj, kot doma narejena komora, ki deluje na plin. Laminiranje lesa pa je pokazalo, kako močan je lahko tanek sloj lesa, če se lepi na ploskovni način. Že sam lok sedala me je presenetil, sploh zato, ker je lok ostal identičen šabloni, prenesel je velike sile, tudi teža na sedalu se je lepo porazdelila, kar tudi kaže na pametno izbiro konstrukcije. Parno in hladno krivljenje sta se tudi dokaj dobro obnesla, vendar pa me je izdelava komore nekako odvrnila od izbire te tehnike, četudi je proces nekoliko hitrejši od mokrega. Hladno krivljenje sicer ni bilo natančno, kar je tudi razlog, da se ni najbolje izkazalo. Če bi uporabil prave stroje, ki mi pa niso bili dostopni, bi po moje bila ta tehnika najbolj idealna, ampak sam sem les poskusil kriviti doma in ne v profesionalnem okolju. Res pa je, da so vse tehnike uspešne in uporabne. Če pa gledamo z vidika doma narejenih izdelkov, se mokro krivljenje obnese najboljše, tako cenovno kot glede izbire prostora. Enako velja za laminiranje lesa, kjer je lažje delati ostrejše loke ne da bi les počil.



Slika 37: Prikaz rezultata mokrega krivljenja (vir: lasten)

## 12. IZDELAVA GUGALNIKA

Izdelani sta bili 2 šabloni, z določenima lokoma, kamor so bili vstavljeni vsi kosi lesa za ohišje in sedalo. Iz njiju dobimo 2 kosa po 1200x45x30mm, ki sta za zadnji del ohišja, 2 kosa po 500x45x30mm za nosilca sedala, 2 držali za roke 800x45x30mm in 2 nogi 120x45x35mm. Noge držijo 3 palice 620/φ22 mm. Za sedišče je bilo uporabljeno 8 kosov laminiranega lesa, 1550x40x15mm kjer so po 3 deščice lepljene skupaj (1 deščica je 0.5 mm). Njih pa držijo 3 kosi po 500x40x30mm. Sedalo je pritrjeno na 3 veznike 530x40x30mm. Les je očiščen, zbrušen, poravnan na končno debelino in obrezan na grobe mere. Uporabljena je bila šablona navadnega stola, ki določi višino, dolžino in širino gugalnika. Na nalepljenem kosu kartona je narisana oblika in središče bodočega izdelka. Na mizarski krožni žagi so bili vrezani kosi lesa na določene dimenzije, ki bi naj ustrezale višini in dolžini izdelka. Širina je bila določena šele takrat, ko sta bili narejeni obe stranici. Noge imajo vrezan utor s pomočjo lisičjega repa, kamor sta pritrjena sprednji in zadnji del stranice. Napake so odstranjene z dletom in končno zbrušene. Za močnejšo pritrnitev je bilo uporabljeno lepilo Mekol D4 in tesarski vijaki 4,0x70, ki so skriti pod moznikom lesa. Ob pritrditvi držal za roke je vrezan kot, pod katerim držalo sedi na sprednjem kosu. Obe stranici sta pritrjeni na širino 580mm in to je dovolj prostora za pritrnitev sedala. Sedalo je iz 8 kosov, ki imajo med seboj 23mm prostora, pritrjeni pa so s pomočjo vijakov 4,0x35, s tremi vezniki. S pomočjo teh veznikov je stol pritrjen in fiksno nastavljen na ohišje. Končna dimenzija gugalnika je 1100x1190x580mm. Vsi kosi lesa so ročno in strojno zbrušeni z brusnim papirjem granulacije 80, 120, 180 in 500, robovi so rezkani. Za zaščito je stol polakiran z nitroceluloznim lakom, kar prepreči lesu dihanje in nudi zaščito pred vlago.



Slika 38: Obdelava lesa s strojčki za brušenje (vir: lasten)



*Slika 39: Izdelava veznikov nog (vir: lasten)*



*Slika 40: Vezniki nog (vir: lasten)*

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 41: Grobo obdelani laminirani kosi za sedalo (vir: lasten)*



*Slika 42: Grobo obdelani laminirani kosi za sedalo (vir: lasten)*

## Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 43: Lepljenje gugalnika (vir: lasten)*



*Slika 44: Brušenje gugalnika (vir: lasten)*

Moj gugalnik iz krivljenega in laminiranega lesa



*Slika 45: Grobo obdelano sedalo (vir: lasten)*



*Slika 46: Dokončan in polakiran gugalnik (vir: lasten)*

## 13. ODZIVNOST GOSTOV NA GUGALNIK

Naredil sem kratek vprašalnik, kjer sem hotel izvedeti, kako se našim gostom zdi doma narejen gugalnik. Vsak obiskovalec je dobil 5 vprašanj glede izdelka. Zanimalo me je predvsem to, ali je gugalnik dovolj udoben in ergonomično primeren za njih. Tukaj nisem upošteval pravih anket, saj me je samo okvirno zanimalo, kakšno mnenje imajo naši obiskovalci.

Anketiral sem 43 obiskovalcev (21 žensk in 22 moških).

### VPRAŠANJA:

1. Ali se vam gugalnik zdi estetsko oblikovan?
2. Kako udobno vam je sedenje na gugalniku?
3. Ali je sedalo za vas dovolj ergonomično?
4. Ali bi rajši sedeli na stolu ali gugalniku?
5. Ali bi pri tem izdelku kaj spremenili?



### 13.1 Mnenja in predlogi obiskovalcev

1. Pri prvem vprašanju me je zanimalo, kakšen je prvi vtis ob pogledu na gugalnik.

Njihova mnenja: Vsakemu od njih se je zdel gugalnik lep, estetski, privlačen in vreden pohvale. Niso imeli nobenih pripomb glede izgleda, niti grča na sedalu jih ni motila. Sama zgradba jih je zelo presenetila, tudi barva jim je ugajala, saj deluje zelo pomirjujoče.

2. Pri drugem vprašanju sem želel ugotoviti, ali je sam izgled skladen z ugodnostjo.

Njihova menja: Skoraj vsem se je zdelo, da je gugalnik preveč nagnjen naprej. Njihovo mnenje je, da težišče ni na sredini, kar je razlog za manj lagodno guganje. Le dveh obiskovalcev to ni motilo, ker sta nekoliko nižje postave in tudi lažja, zanju je bilo težišče popolno.

3. Pri tretjem vprašanju me je zanimala samo ugodnost samega sedala.

Njihova mnenja: Vsi, razen treh, so potrdili, da jim je laminirano sedalo ugodno za sedenje, saj je lok naslonjala popoln za njihov hrbet. Tudi oster lok se jim zdi zelo primeren, saj ne povzroča nelagodja. Trem pa se je zdelo, da jim je sedišče nekoliko predolgo.

4. Pri četrtem vprašanju me je zanimalo, ali se ljudje bolje počutijo na gugalniku, ki ima neko funkcijo, kot pa na navadnem stolu, ki se ne guga.

Njihova mnenja: Vsi razen petih so priznali, da raje sedijo na gugalniku, predvsem, ker jih mnogo bolj sprosti kot sedenje na stolu. Vsem pa se zdi stol bolj praktičen, saj ne zavzame toliko prostora kot gugalnik. Tudi uporabnost jih je motila, saj je težje sedeti pri mizi na gugalniku kot na stolu.

5. Pri petem in zadnjem vprašanju pa me je zanimalo, ali ima kdo od njih kakšno idejo ali mnenje za spremembo izdelka.

Njihova mnenja: Samo trije obiskovalci so odgovorili pritrdilno. Prvi bi dodal masažno ploščad iz lesenih valjčkov, kjer bi si lahko masirali podplate. Drugi je predlagal držalo za pijačo, v katerem se le-ta ne bi mogla razliti. Nekdo pa je šaljivo omenil možnost avtomatskega guganja, torej da bi se gugalnik sam od sebe gugal.

## 14. SPREMEMBE IZDELKA

Po pridobljenih odgovorih in z lastno presojo sem ugotovil, da bi gugalniku lahko spremenil nekaj lastnosti. Ena izmed njih je zagotovo ta, da bi moral prestaviti središče, kjer lahko izbiram med tremi možnostmi. Prva je ta, da bi na zadnji strani pri vrhu sedala dodal svinčeno palico. S tem bi obtežil zadnjo stran in tako bi se po moje gugalniku spremenilo težišče. Druga možnost je ta, da bi skrajšal dolžino zadnjih kosov ohišja, ki držita sedalo. Tako bi se avtomatsko celotno sedišče nagnilo nazaj, kar bi omogočilo bolj udobno sedenje. Tretja možnost je, da bi celotno ohišje, skupaj s sedalom, premaknil za vsaj 50mm nazaj. Nato bi nekoliko skrajšal ukrivljene noge in naredil nove utore za celotno ohišje. Med drugim bi lahko sledile tudi spremembe dimenzij, kar pa je odvisno od posameznika in njegove strukture. Razmišljal sem tudi o tem, da bi bil celoten izdelek masiven. Mešal bi lahko lesne vrste, kar bi spremenilo tudi barvni izgled gugalnika, morda bi dodal tudi nekatere kose, ki so iz okroglega lesa in krivljeni na drugačen način.



Slika 47: Primer bolj zapletene verzije gugalnika (vir: <https://www.catawiki.com>) (13. 1. 2020)

## 15. UTEMELJITEV ALI ZAVRNITEV HIPOTEZ

Z metodo eksperimentiranja in izdelave gugalnika sem pridobil odgovore na vse hipoteze in tudi dosegel vse cilje, ki sem si jih zastavil ob pričetku raziskovalne naloge. Doma sem na več možnih načinov poskusil kriviti različne lesove, krivil sem tudi laminiran les. Sam izdelek je bil po večini uporaben, nasploh pa estetski, saj je narejen na bolj zapleten način, še posebej sedalo. Pridobil sem tudi veliko praktičnega in teoretičnega znanja, kar mi je pomagalo pri poskusih in izdelavi gugalnika.

### HIPOTEZE:

#### 1. Za izdelavo gugalnika bo potrebno veliko znanja in spretnosti.

To hipotezo sem potrdil, saj je že samo krivljenje bilo dokaj zahtevno in zamudno, tudi izdelava parne komore je zahtevala veliko potrpljenja in znanja, sam gugalnik pa je zahteval veliko natančnosti in poskušanj, preden je bil uspešno narejen.

#### 2. Gugalnik bo zaradi lagodja primeren za vse naše obiskovalce.

To hipotezo sem zavrnil, saj sem iz odgovorov obiskovalcev in iz lastnih izkušenj pridobil podatke, da sedišče ni v težišču, kar ni nudilo dovolj lagodja za obiskovalce.

#### 3. Menim, da bo najbolj uspešno mokro krivljenje.

To hipotezo sem potrdil, saj sem iz lastnih ugotovitev, primerjav in uspešnosti izdelka videl, da je mokro krivljenje najboljše, tudi cenovno in časovno je bilo zelo uspešno.

#### 4. Sedalo gugalnika je lahko narejeno iz laminiranega lesa.

To hipotezo sem potrdil, saj sem celotno sedalo naredil s tehniko laminiranja, pri sedenju ni prišlo do pokanja ali propada oz. loma lesa, torej je sedalo uspešno, prenese pa tudi dovolj veliko breme.

## 16. DRUŽBENA ODGOVORNOST

Z uporabo lesa pri izdelavi gugalnika sem pripomogel k trajnostnem razvoju, saj je les naraven material, ki je razgradljiv in večnamenski. Znano je tudi, da v sebi zadrži veliko CO<sub>2</sub> (približno 1.000 kg na kubični meter) in ga enako količino tudi izpusti ob poružitvi, za razliko od nenaravnih in umetnih materialov, ki izpustijo mnogo več CO<sub>2</sub>, kot pa ga zadržujejo. Uporabil sem vse dele lesa, tudi tiste, ki sem jih odrezal, kar pomeni, da je bil izkoristek vsega lesa vsaj 90%. Odpadni material sem podaril znancu, ki ostanke, kot sta žagovina in kosi lesa, uporabi kot konjsko steljo in za kurjenje, s čimer veliko prihrani pri stroških nasploh. Sam izdelek bi lahko bil gospodarsko zanimiv, saj je mnogim všečen in koristen. Poleg tega ima funkcijo guganja, kar pripomore k večjemu gibanju kot samo sedenje na stolu. Uporabljen les je 100% slovenski, pridelan v domačih gozdovih, za katere skrbi moj stric. Na ta način tudi podpiram tako svojega strica kot tudi druge kmete, gozdarje in žage, ki obdelujejo in gojijo naraven les, brez dodatkov umetnih kemikalij.

## 17. ZAKLJUČEK

Z zaključkom svoje raziskovalne naloge sem zelo zadovoljen. Zanimalo me je, katera tehnika je najbolj primerna za krivljenje lesa doma. Pri raziskovanju sem ugotavljal ali je možno doma narediti lesen gugalnik, kjer bi se uporabljale različne tehnike krivljenja. Želel sem ga narediti ergonomičnega in primerne za guganje, za kar je ključnega pomena sama konstrukcija izdelka. Ugotovil sem tudi, da sta izgled in uporaba materiala mnogim zelo všeč. Med postopki izdelave sem veliko izvedel o lesu, sploh o tem kako deluje, kako lahko na delovanje vplivamo mi in kako mu trajno spremenimo obliko. Ob sami izdelavi gugalnika sem se tudi veliko naučil o konstrukciji, o iskanja težišča in uporabi krivljenega lesa. Načeloma bi lahko naredil več gugalnikov, kjer bi uporabil drugačne lesove ali tehnike, lahko pa bi izdelal tudi popolnoma drugačen izdelek. Ugotovil sem, da bom s pridobljenim znanjem tudi v prihodnosti izdeloval izdelke, ki bi bili krivljeni, imeli bi dodano vrednost in morda tudi funkcijo. Mogoče bi se povečal tudi dobiček in lahko bi bila dobra tržna niša za take izdelke, saj niso nekaj vsakdanjega in imajo poseben učinek, ki lahko zelo ugodno vpliva na prostor, kjer se izdelek nahaja.

## 18. VIRI IN LITERATURA

- 1) *Catawiki*, slika gugalnika, dostopno na URL: <https://www.catawiki.com/> (13. 1. 2020)
- 2) *Compwood*, podatki in gradivo o hladnem krivljenju lesa, dostopno na URL: <http://compwood.com/> (9. 1. 2020)
- 3) *Digitalna knjižnica Slovenije*, podatki in gradivo o krivljenja lesa nasploh, dostopno na URL: <https://www.dlib.si/> (12. 11. 2019)
- 4) *Domače lesene vrste*, I. Leban, slike in podatki o lesnih vrstah, dostopno na URL: [http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo\\_tapetnistvo/7-DOMA\\_LESNE\\_VRSTE.pdf](http://www.cpi.si/files/cpi/userfiles/Lesarstvo_tapetnistvo/7-DOMA_LESNE_VRSTE.pdf) (4. 1. 2020)
- 5) *Imgur*, slika eksotičnih lesnih vrst, dostopno na URL: <https://imgur.com/> (4. 1. 2020)
- 6) *Lepljen les*, podatki in gradiva o lepljenju lesa, dostopno na URL: [http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/KMLK/Drago/PNKSI/PNKSI\\_2017\\_2018/Lepljen%20les%20-%20teorija\\_DS.pdf](http://fgg-web.fgg.uni-lj.si/KMLK/Drago/PNKSI/PNKSI_2017_2018/Lepljen%20les%20-%20teorija_DS.pdf) (9. 1. 2020)
- 7) *Puretimber*, podatki in gradivo o hladnem krivljenju lesa, dostopno na <http://www.puretimber.com/> (9. 1. 2020)
- 8) *Tomraffield*, podatki in gradivo o parnem krivljenju lesa, dostopno na URL: <https://www.tomraffield.com/> (26. 11. 2019)
- 9) *Wikihow*, podatki in gradivo ter slika o parnem krivljenju lesa, dostopno na URL: <https://www.wikihow.com/> (26. 11. 2019)
- 10) *Wikipedia*, podatki in gradivo o parnem krivljenju lesa, dostopno na URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Steam\\_bending](https://en.wikipedia.org/wiki/Steam_bending) (26. 11. 2019)
- 11) *Wikipedia*, podatki in gradivo o gugalnikih, dostopno na URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Rocking\\_chair](https://en.wikipedia.org/wiki/Rocking_chair) (23. 11. 2019)
- 12) *Woodmagazine*, slika ter podatki in gradivo o parnem krivljenju lesa, dostopno na URL: <https://www.woodmagazine.com/> (26. 11. 2019)