

Tehnološki proces proizvodnje drvene pergole

Babić, Borna

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:108:204656>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-06**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ

DRVNA TEHNOLOGIJA

BORNA BABIĆ

TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE DRVENE PERGOLE

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN, 2024

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

**TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE DRVENE
PERGOLE**

ZAVRŠNI RAD

Prijediplomski studij:	Drvena tehnologija
Predmet:	Tehnologija finalne obrade drva
Mentor	prof. dr. sc. Goran Mihulja
Student:	Borna Babić
JMBAG:	0068239399
Datum odobrenja teme:	26. 4. 2024.
Datum predaje rada:	17. 9. 2024.
Datum obrane rada:	25. 9. 2024.

ZAGREB, RUJAN, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov:	Tehnološki proces proizvodnje drvene pergole
Autor:	Borna Babić
Adresa autora:	Ulica Antuna Arbanasa 3, Hrašće Turopoljsko
Mjesto izradbe:	Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
Vrsta objave:	Završni rad
Mentor:	prof. dr. sc. Goran Mihulja
Izradu rada pomogao:	Tomislav Gržan, mag.ing.techn.lign.
Godina objave:	2024.
Opseg:	21 str., 18 slika, 7 tablica i 5 navoda literature
Ključne riječi:	drvena pergola, konstrukcije drva, tehnološki proces
Sažetak:	<p>Pergole su se kao konstrukcije od početka proizvodile od drva iz razloga što je drvo jednostavniji materijal za obradu te nije bilo potrebe za visokom tehnologijom. Iako je drvo kao materijal jednostavniji za obradu od drugih materijala kao što su kamen i željezo, procesi obrade drva trebaju biti pažljivo odabrani kako bi se postigla pravilna izvedba te isključila mogućnost naknadnih pojava grešaka na gotovoj konstrukciji. Za pravilnu izvedbu konstrukcije pergole bitno je znati njenu namjenu te kako bih je krajnji korisnik koristio. Po vrsti pergole, kupac može birati između različitih materijala poput, različitih kovina, kamena i drva te po njezinoj namjeni i stupnju zaštite od atmosferskih utjecaja. Ukoliko se odabere izrada konstrukcije pergole od drva, potrebno je pomno odabrati vrstu drva koja bi bila ugrađena. Na odabir vrste drva utječu dostupnost standardne drvene građe u potrebnim dimenzijama te sama anatomska struktura, kemijski sadržaj te fizikalna svojstva koja diktiraju postojanost drva pri uvjetima u upotrebi. Pri izradi konstrukcije drvene pergole se mogu koristiti i razni nedrvni materijali poput metalnih poveznika i vijaka. Dizajniranje i konstruiranje drvene pergole je usko vezano uz zahtjeve kupca u pogledu namjene te odabrane vrste drva. Pri konstruiranju se je najbitnije osvrnuti na zaštitu drva od svih atmosferskih utjecaja, a ponajviše od utjecaja vode. Kako bih se kvalitetno konstruirana konstrukcija mogla proizvesti potrebno je postaviti tehnološke procese proizvodnje tako da se efikasno mogu obavljati radnje te da se kao rezultat dobiju elementi zadovoljavajuće kvalitete koje će se pri montaži moći ugraditi bez nepotrebnih problema. Sama montaža drvene pergole nosi veliku važnost kod ispunjenja kvalitete finalnog proizvoda iz razloga što se konstruiranje oslanja na ispravnu montažu.</p>

BASIC DOCUMENTATION CARD

Title:	Technological Process of Wooden Pergola Production
Author:	Borna Babić
Adress of Author:	Ulica Antuna Arbanasa 3, Hrašće Turopoljsko
Thesis performed at:	University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Science
Publication Type:	Undergraduate thesis
Supervisor:	Prof. Goran Mihulja, Phd
Preparation Assistant:	Tomislav Gržan, MSc. Eng
Publication year:	2024
Volume:	21 pages, 7 tables, 18 figures and 5 references
Key words:	Wooden pergola, wooden constructions, tehnological processes
Abstract:	<p>Pergolas have traditionally been constructed from wood, as it is a material that is easier to work with and doesn't require advanced technology. Although wood is simpler to process compared to other materials like stone and iron, the woodworking processes must be carefully chosen to ensure proper construction and avoid potential defects in the finished product. For the correct construction of a pergola, it is important to understand its intended purpose and how the end user will utilize it. Depending on the type of pergola, the buyer can choose between different materials such as various metals, stone, and wood, considering its function and level of protection from weather elements. If the pergola is to be made from wood, careful selection of the wood type is essential. This decision is influenced by the availability of standard wood materials in the required dimensions, as well as the anatomical structure, chemical content, and physical properties of the wood, which determine its durability under usage conditions. In the construction of wooden pergolas, various non-wood materials, such as metal connectors and screws, can also be used. The design and construction of a wooden pergola are closely tied to the customer's requirements in terms of its purpose and the chosen type of wood. The most important factor during construction is ensuring the protection of the wood from all atmospheric elements, especially water. For the structure to be well-constructed and of high quality, it is necessary to set up the technological production processes in a way that allows for efficient execution of tasks and results in elements of satisfactory quality that can be installed without unnecessary problems. The assembly of the wooden pergola is crucial for achieving the quality of the final product because the construction relies on proper installation.</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, 25. 9. 2024. godine

vlastoručni potpis

Borna Babić

SADRŽAJ

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA	I
BASIC DOCUMENTATION CARD	II
POPIS SLIKA	V
POPIS TABLICA	VI
ZAHVALA	VII
1 UVOD	1
2 CILJ RADA	1
3 OPĆENITO O PERGOLAMA	1
3.1 Definicija i namjena pergola	1
3.2 Povijest pergola	1
3.3 Vrste pergola	1
4 MATERIJALI ZA IZRADU DRVENIH PERGOLA	5
4.1 Drvni materijali	5
4.2 Nedrvni materijali	10
5 KONSTRUKCIJA DRVENE PERGOLE	12
6 TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE	14
7 MONTAŽA	18
8 ZAKLJUČAK	21
LITERATURA	22

POPIS SLIKA

<i>Slika 1. Primjer pergole sa kamenim stupovima.....</i>	<i>1</i>
<i>Slika 2. Primjer aluminijske pergole.....</i>	<i>2</i>
<i>Slika 3. Primjer drvene pergole na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije</i>	<i>2</i>
<i>Slika 4. Pergola sa nikakvom zaštitom od atmosferskih utjecaja</i>	<i>3</i>
<i>Slika 5. Pergola sa niskom do srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja.....</i>	<i>4</i>
<i>Slika 6. Pergola sa srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja</i>	<i>4</i>
<i>Slika 7. Primjer metalne stope koja se upotrebljava za postavljanje drvenih stupova pergole</i>	<i>10</i>
<i>Slika 8. Primjer metalnih veznih elemenata proizvođača Toja Grid (lijevo) te primjer njihove primjene (desno)</i>	<i>11</i>
<i>Slika 9. Primjer postavljanja metalne stope te drvenog stupa.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 10. Primjer konstrukcijskog rješenja skošavanja čelnih presjeka radi lakšeg oticanja vode i rješenje pokrivnog lima.....</i>	<i>13</i>
<i>Slika 11. Višelisna kružna pila za uzdužno krojenje Lestroj MRS 300 A</i>	<i>15</i>
<i>Slika 12. Četverostrana blanjalica Weinig Profimat 50</i>	<i>15</i>
<i>Slika 13. Protočna kružna pila za poprečno rezanje Salvador SuperPush 250</i>	<i>16</i>
<i>Slika 14. Tankoslojna lazura Belinka Impregnant Active</i>	<i>17</i>
<i>Slika 15. Podizna zglobna platforma (lijevo) i škarasta podizna platforma (desno)</i>	<i>19</i>
<i>Slika 16. Kamion sa kranom i aktivnim bočnim stabilizatorima</i>	<i>19</i>
<i>Slika 17. Primjer postavljenih metalnih stopa u betonskom temelju.....</i>	<i>20</i>
<i>Slika 18. Primjer kutnog poveznika za učvršćivanje konstrukcije.....</i>	<i>20</i>

POPIS TABLICA

<i>Tablica 1. Postojanost drva na pročeljima zgrada (prilagođeno prema Turkulin, 2002.)</i>	5
<i>Tablica 2. Razred opasnost od štetnih atmosferskih utjecaja (Hasan, prezentacija Određivanje prirodne otpornosti drva)</i>	8
<i>Tablica 3. Prikaz preporučene uporabe drva podijeljenog prema oznakama trajnosti za određene razrede opasnosti (Hasan prezentacija Određivanje prirodne otpornosti drva)</i>	8
<i>Tablica 4. Indikatori upojnosti za vodu, dimenzijske stabilnosti i otpornosti na gljive najčešće korištenih vrsta drva za gradnju (Turkulin, 2014)</i>	9
<i>Tablica 5. Normativna i iskustvena trajnost odabranih vrsta drva u građevnim uvjetima (Turkulin, 2014)</i>	9
<i>Tablica 6. Prikaz preporučenih operacija za proizvodnju drvenih pergola</i>	17
<i>Tablica 7. Prikaz preporučenih operacija montaže drvene pergole uz pomoć metalnih poveznika</i>	20

ZAHVALA

Na pomoći pri izradi ovog završnog rada najprije bih se zahvalio mentoru izv.prof.dr.sc. Goranu Mihulji i komentoru mag.ing.techn.lign. Tomislavu Gržanu koji su mi svojim prijedlozima i ažurnim odgovorima na sva pitanja uvelike pomogli u pisanju te svladavanju svih prepreka oko izvedbe završnog rada. Zahvaljujem se na svoj omogućenoj literaturi i otvorenoj komunikaciji.

Posebno se zahvaljujem svojoj zaručnici Amalki koja me pratila kroz cijeli preddiplomski studij i bila mi moralna podrška u svim izazovnim razdobljima te svojim kolegama Leonu Marijanu i Tari Crnković na kolegijalnosti koja se rijetko viđa.

1 UVOD

Drvo se kao konstrukcijski materijal koristi još od najstarije čovjekove povijesti radi visokog stupnja dostupnosti i obnovljivosti, te lakše prerade od drugih dostupnih materijala (kamena, željeza...). Od početka uporabe drvo se koristilo kao građevinski materijal u svrhu natkrivanja životnog prostora, te se razvojem tehnologije kroz povijest razvio i proces obrade drva kako bi ga se moglo primijeniti u građevinarstvu.

U pogledu uporabe drva u konstrukcijske svrhe bitno je poznavati drvo kao materijal, odnosno razumjeti njegova ograničenja vezana za fizikalna i mehanička svojstva, te uzeti u obzir uvjete u kojima će se drvo nalaziti u upotrebi. Uz navedeno, svaka vrsta drva ima drugačija fizikalna i mehanička svojstva zbog svoje različite anatomske strukture i kemijskog sastava pa su tako i svojstva poput otpornosti na gljive i insekte, prirodna postojanost, stabilnosti dimenzije i oblika, vodoupojnosti različita kod svake vrste drva. Uz određivanje vrste drva kojom će se graditi bitno je pravilno odabrati i tehnološke procese proizvodnje elemenata koji će se sklapati u finalnu konstrukciju.

Pod tehnološke procese u proizvodnji nekog proizvoda se mogu svrstati svi procesi koji doprinose funkcionalnosti i uporabljivosti finalnog proizvoda. Govoreći o pergolama, koje u današnje vrijeme mogu biti proizvede od različitih vrsta materijala, te njihovih kombinacija, kompletno proizvedene pergole od drva moraju proći niz tehnoloških procesa kako bi zadovoljile univerzalne zahtjeve svoje uporabe, kao što su stabilnost, dugotrajnost s obzirom na atmosferske uvjete te konstantna estetska svojstva bez česte potrebe za obnovom. Sama pergola je jednostavna konstrukcija kojoj je općenita svrha fizički ograditi prostor kako bih se estetski naglasila svrha toga prostora.

Pergole su u većini slučajeva pravokutne konstrukcije bez konstrukcije krovništva te služe za uređivanje površine u svrhu prostora za blagovanje ili općenitog sjedenja na otvorenom ili povremena parkirališta. Kako pergola gotovo nikada nije glavni prostor za blagovanje, provođenje vremena ili mjesto za zaštitu vozila, u konstruiranju nije potrebno razmišljati o izvedbi krovništva, te se ovisno o potrebama krajnjeg korisnika za određeni stupanj zaštite od Sunčeve svjetlosti i ostalim atmosferskim utjecajima mogu u osnovnu konstrukciju pergole ukomponirati različiti sustavi sjenila ili vertikalnih pregrada koje bi štatile od utjecaja vjetrova, te dodavale vrijednost na estetskom dojmu konstrukcijske izvedbe drvene pergole.

2 CILJ RADA

Drvena pergola i pergola općenito je konstrukcija koja vizualno i fizički odvaja određenu površinu, koja može biti široke primjene kao što su prostori za vanjsku terasu, parkirališta itd. Ukoliko se proizvode od drva, osim samog konstrukcijskog rješenja potrebno je utoliko pomno pripremiti tehnološki proces proizvodnje, pri čemu je bitno uzeti u obzir vrstu drva sa odgovarajućim karakteristikama za građu u takvoj primijeni, zatim odabir alata i strojeva za postizanje zadovoljavajuće točnosti tijekom prerade u elemente i odgovarajuću površinsku zaštitu što bi osiguralo da završni proizvod u primijeni bude dugotrajan, funkcionalan i održiv.

Stoga će ovaj rad pružiti sveobuhvatan pregled tehnoloških procesa izrade drvenih pergola, s naglaskom na ključne faktore za postizanje visokih standarda trajnosti, estetike i funkcionalnosti. Dakle, kroz analizu materijala, konstrukcijskih rješenja, alata i strojeva, tehnoloških operacija te površinske zaštite, istraživanje će doprinijeti kvalitetnijoj izradi drvenih pergola, ali i njihovoj većoj primjeni u oblikovanju vanjskih prostora.

Dakle, cilj ovog istraživanja je detaljno analizirati i optimizirati tehnološki proces proizvodnje drvene pergole, s fokusom na izbor materijala, tehničke postupke i završnu obradu. Istraživanje će obuhvatiti identifikaciju najprikladnijih vrsta drva u pogledu trajnosti, otpornosti na vanjske utjecaje i lakoće obrade, kao i optimalne tehnološke metode za povećanje stabilnosti konstrukcije.

3 OPĆENITO O PERGOLAMA

3.1 Definicija i namjena pergola

Naziv pergole potječe iz latinske riječi pergula, što označava balkon te je uobičajen element vrtno arhitekture još od renesanse u zemljama Sredozemlja, a što se Hrvatske tiče najviše ih se nalazi u jadranskom pojasu. U vrtnoj arhitekturi se najviše istječe kao otvorena sjenica sastavljena od niza usporednih stupova koji su povezani međusobno drvenim gredama. Uobičajeno je da pergole služe kao oslonac biljkama penjačicama, u većini slučajeva u jadranskom pojasu je to vinova loza. U funkcionalističkoj arhitekturi su pergole zastupljene i kao elementi krovne terase gdje se ponovno mogu koristiti i kao oslonac za biljke penjačice. Samim time što se konstrukcija pergole može koristiti za oslonac biljkama penjačicama, njezina namjena može dobiti šire značenje u smislu pružanja hladna te vizualno ograđenog prostora koji onda može služiti za različita druženja (Hrvatska enciklopedija, 2013.-2024.)

3.2 Povijest pergola

Pergole su se prvotno pojavile u Italiji gdje su bile korištene za podupiranje vinove loze, od kud se popularnost pergole u te svrhe proširila po Francuskoj i Španjolskoj. Naknadno se pergola razvijala u smislu konstrukcije i uporabnih svojstava kao što su uporaba za boravljenje i blagovanje na otvorenom prostoru.

3.3 Vrste pergola

Pergole se mogu podijeliti po njihovoj funkciji te materijalu od kojeg su izrađene. Pergole mogu biti izrađene tako da su neki elementi izrađeni od kamena (slika 1), od aluminijske (slika 2) te mogu biti izrađene od drva (slika 3), čija će proizvodnja biti obrađena u ovome radu. Naravno zbog razvoja tehnologije te sve šire dostupnosti različitih materijala, u konstrukciji pergole se mogu kombinirati razni različiti materijali.



Slika 1. Primjer pergole sa kamenim stupovima

Izvor: <https://ihome.htgetrid.com/hr/landshaft/pergoly-v-landshaftnom-dizajne> (Pristupljeno 19.9.2024.)

3. OPĆENITO O PERGOLAMA



Slika 2. Primjer aluminijske pergole

Izvor: <https://aluk.hr/proizvodaci-i-izvodaci/sustavi-zastite-od-sunca/bioklimatske-pergole/> (Pristupljeno 19.9.2024.)



Slika 3. Primjer drvene pergole na Fakultetu šumarstva i drvne tehnologije

Izvor: osobna galerija

Funkcija pergole je u osnovi jednoznačna, a to je pružanje djelomične zaštite od Sunčeve svjetlosti i vjetra te vizualno određivanje prostora. Ovisno o izvedbi konstrukcije pergole, ona može imati više funkcija te drugačije oblikovati prostor. Termin pergole se u današnjici slobodnije koristi te se različite izvedbe konstrukcija mogu smatrati pergolom; iako su konstrukcijski detalji različiti, tlocrtni oblik pergole se smatra kvadratom ili pravokutnikom. Po potrebi se pergole mogu montirati na već izgrađeni objekt (kuću) ili kao samostojeći objekt. Iako je funkcija svake pergole podjednaka, njezinom konstrukcijskom izvedbom i mjestom gdje se nalazi se postiže bolje isticanje zahtjeva koje je kupac imao te zamisao kako će se ta pergola koristiti. Tako je i sama konstrukcija te izvedba detalja ovisna o tome kako je bilo zamišljeno koristiti pergolu. Pergole koje su zamišljene kao vizualni dodatak nekome objektu ili površini većinom su izvedene kao nenatkrivene konstrukcije s niskom zaštitom od

3. OPĆENITO O PERGOLAMA

vjetra i sunčeve svjetlosti, naravno svaka takva pergola se uz dodavanje jednostavnih konstrukcijskih detalja može svrstati pod pergolu s funkcijom srednje zaštite od vjetra i sunčeve svjetlosti. Kako bi se pergola mogla smatrati takvom bilo bi potrebno svrstati stropne letve u konstrukcijske elemente koje bi određeni dio dana štatile od Sunčeve svjetlosti te ugraditi neku vrstu bočnih panela koji bi djelomično štitali od vjetra. Zaključno bi se pergole po funkciji mogle podijeliti po razini zaštite od atmosferskih utjecaja (sunčeva svjetlost, vjetar, oborine). Tako bi predložio podjelu pergola po funkciji na; pergole s nikakvom zaštitom od atmosferskih utjecaja (slika 4), pergole s niskom do srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja (slika 5) te na pergole s srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja (slika 6). Razlog što nisam pridodao podjeli pergola po funkciji stavku pergola sa visokom zaštitom od atmosferskih utjecaja je to što se takva konstrukcija više ne bih mogla nazivati pergolom te bih se svrstavala pod sjenicu, paviljon ili zimski vrt, što je naravno ovisno o izvedbi konstrukcije.



Slika 4. Pergola sa nikakvom zaštitom od atmosferskih utjecaja

Izvor: White Glove Complete Assembly Service (foreverredwood.com) (Pristupljeno 19.9.2024.)

3. OPĆENITO O PERGOLAMA



Slika 5. Pergola sa niskom do srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja
Izvor: White Glove Complete Assembly Service (foreverredwood.com) (Pristupljeno 19.9.2024.)



Slika 6. Pergola sa srednjom zaštitom od atmosferskih utjecaja
Izvor: <https://winsol.eu/en/aluminium-pergola/decorative-walls> (Pristupljeno 19.9.2024.)

4 MATERIJALI ZA IZRADU DRVENIH PERGOLA

4.1 Drvni materijali

Odabiru materijala treba pristupiti pažljivo, primarno razmišljajući o zahtjevima kupca te u skladu s njima odabrati materijale potrebne za izgradnju pergole. Potrebe i zahtjevi kupca mogu ići u smjeru cijene, kvalitete, dugotrajnosti konstrukcije prije obnove, veličine same konstrukcije te estetike. Ovisno o svakom od ovih zahtjeva potrebno je pomno razmotriti, kada govorimo o drvenim pergolama, pozitivne i negativne strane korištenja određene vrste drva za gradnju. Razmatrajući koja vrsta drva bi bila odgovarajuća za gradnju, ovisno o zahtjevima kupca, potrebno je sagledati svojstva drva kao što su prirodna otpornost drva na biološku razgradnju, upojnost drva, stabilnost dimenzija i oblika, otpornost na djelovanje gljiva i insekata te sama mogućnost impregnacije. (Turkulin i Sell, 2002.). U tablici 1. su prikazane neke vrste drva, u ovom slučaju listača, te njihova svojstva. Razmatranje navedenih svojstava omogućuje optimalan odabir za vrstu građevine gdje bi drvo bilo ugrađeno.

Tablica 1. Postojanost drva na pročeljima zgrada (prilagođeno prema Turkulin, 2002.)

VRSTA DRVA WOOD SPECIES	PRIRODNA TRAJNOST NATURAL DURABILITY	UPOJNOST ZA VODU LIQUID WATER UPTAKE	STABILNOST DIMENZIJA I OBLIKA DIMENSIONAL STABILITY	OTPORNOST NA DJELOVANJE GLJIVA I INSEKATA RESISTANCE AGAINST FUNGI INSECTS	MOGUĆNOST IMPREGNACIJE SUITABILITY FOR IMPREGNATION	PRIMJENE APPLICATIONS
Jelovina – Fir	Mala - small	srednja do velika medium to larg	Srednja - medium	Mala small	Srednja - medium	Vanjske (impregnirane!) i unutarnje konstrukcije, prozori i vrata
Smrekovina – Spruce	Mala - small	Mala - small	Srednja - medium	Mala small	Bjeljika umjereno, srž slabo - Sapwood moderately good, heartwood poor	Najvažnije srednjeevropsko građevno drvo za sve masivne i lamelirane elemente Most important Central-European species for building purposes, for solid and laminated components
Borovina – srčevina Scots pine – heartwood	Umjerena - moderate	Mala - small	Srednja - medium	Mala ili Umjerena Small to moderate	Umjerena - Moderate	Kvalitetno građevno drvo za vanjske konstrukcije, prozore i vrata – Quality species for exterior building components, windows and doors

4. MATERIJALI ZA IZRADU PERGOLA

Ariševina – Larch	Dobra - good	Mala - small	Srednja - medium	Bjeljika slabo, srčevina umjereno Sapwood poor, heartwood moderate	Bjeljika umjereno, srčevina slabo Sapwood moderate, heartwood poor	Ekskluzivno drvo za kuće, prozore i vrata, podove, masivne konstrukcije Exquisite material for houses, joinery, flooring, solid wood structures
Duglazijevina – Douglas fir	Umjerena - moderate	vrlo mala – very small	Srednja - medium	Srednja Medium	Bjeljika umjereno, srčevina slabo Sapwood moderate, heartwood poor	Vanjske i unutarnje konstrukcije, podovi zidne obloge. Ne uvozi se u Hrvatsku. Exterior and interior structures, flooring, cladding
Hemlok – Hemlock	Mala - small	Srednja - medium	Srednja - medium	Srednja Medium MalaSmall	Slaba - Very poor	Isto kao Duglazijevina. Moderately exposed structures, saunas, packaging, cladding, joinery
Tujovina – Western Red cedar	Dobra - good	mala do srednja small to medium	Velika - large	Srčevina jako otporna Heartwood very resistant	Slaba - Poor	Najpostojanija sjevernoamerička vrsta u vanjskim uvjetima: šindra, vanjski podovi, dimenzionalno stabilne konstrukcije Most durable North American species for exterior applications (schingles, decking, dimensionally stable structures
Bukovina – Beech	Nikakva – non durable	Vrlo velika – very large	Mala - small	Vrlo mala Very small	Vrlo velika – Very good	Sva unutarnja uporaba uključujući podove, vani samo impregnirana All interior uses including flooring, exterior use limited (only impregnated)
Kestenovina – Chestnut	Velika - good	Mala - small	Srednja - medium	Vrlo postojana- Very resistant	Umjerena – Moderate	Problemi sa sušenjem, inače odlično građevno drvo za sve vanjske i unutarnje primjene Problematic drying; otherwise perfect material

4. MATERIJALI ZA IZRADU PERGOLA

						for exterior and interior applications
Hrastovina – Oak	Velika - good	Mala - small	Srednja - medium	Srč vrlo postojana Heartwood very resistant	Bjeljika dobro, srčevina slabo Sapwood good, heartwood poo	Najvažnija listača za gradnju, svi vidovi unutarnje i vanjske uporabe Most important broadleaved species for all interior and exterior building components
Jasenovina – Ash	Nikakva – non durable	Velika - large	Mala - small	Mala - small	Slaba – Poor	Unutarnja primjena (vrata, stubišta, podovi itd) Interior applications (doors, stairways, flooring etc.)
Bagremovina – Robinia	Vrlo velika – very good	Vrlo mala – very small	Srednja - medium	Izuzetno postojana – Extraordinary resistant	Vrlo slaba – Very poor	Najkvalitetnije građevno drvo, teško za obradu Superb building material, difficult woodworking

Naravno, potrebno je obratiti pažnju o dostupnosti drvene građe u standardnim dimenzijama potrebnim za gradnju kako se cijena konstrukcije ne bi nepotrebno povećala. U konstrukcije je preporučeno ugrađivati građu koja je označena ili ima prateću dokumentaciju koja osigurava deklariranu čvrstoću. Vrste drvene građe koje zadovoljavaju taj uvjet su konstrukcijsko puno drvo (KVH), slijepljene grede s pomoću tupog sljuba od dvije ili tri daske (DUO ili TRIO) te lamelirani lijepljeni elementi (Čizmar i Volarić, 2018). Ovisno o izvedbi konstrukcije pergole neki drveni elementi mogu biti više, a neki manje izloženi atmosferskim utjecajima, ali se uglavnom njihovo mjesto uporabe može svrstati u razred opasnosti 3 koji se u tablici 2. definira kao mjesto koje je na otvorenom prostoru, odignuto od tla, ali nenatkriveno. Na takvom mjestu uporabe, ugrađeno drvo je u potpunosti izloženo atmosferskim utjecajima što predstavlja izazove vezane za površinsku zaštitu koja treba biti postojana uzastopni niz godina.

4. MATERIJALI ZA IZRADU PERGOLA

Tablica 2. Razred opasnost od štetnih atmosferskih utjecaja (Hasan, prezentacija Određivanje prirodne otpornosti drva)

Razred opasnosti	Mjesto uporabe	Izloženost vlaženju	Pojava bioloških razarača				Primjer
			gljive	insekti	termiti	morski štetnici	
1	u zatvorenom prostoru	nema	-	U	L	-	unutarnja građevna stolarija, obloge, stube
2	na otvorenom prostoru iznad tla, natkriveno	ponekad	U	U	L	-	drvena krovšta
3	na otvorenom prostoru iznad tla, otkriveno	često	U	U	L	-	vanjska građevna stolarija, vanjske obloge, ograde, stupovi na betonskim nosačima
4	na otvorenom prostoru u dodiru s tlom, otkriveno	stalno	U	U	L	-	stupovi ugrađeni u tlo, željeznički pragovi
5	u slanoj vodi	stalno	-	-	-	U	morski piloti, drveni gatovi

Tumačenje:

U - univerzalno postojanje na području Europe

L - lokalno postojanje na području Europe

Prema podacima iz tablice 3. može se iščitati kako je za razred 3 opasnosti optimalno koristiti samo vrste drva od 1 do 3 razreda trajnosti te je za razrede trajnosti potrebno adekvatno provesti površinsku zaštitu.

Tablica 3. Prikaz preporučene uporabe drva podijeljenog prema oznakama trajnosti za određene razrede opasnosti (Hasan, prezentacija Određivanje prirodne otpornosti drva)

Razred opasnosti	Razred trajnosti				
	1 vrlo trajno	2 trajno	3 srednje trajno	4 slabo trajno	5 izrazito slabo trajno
1	o	o	o	o	o
2	o	o	o	(o)	(o)
3	o	o	o	o-x	o-x
4	o	(o)	(x)	x	x
5	o	(x)	(x)	x	x

*Legenda:

o – odobrava se uporaba

(o) – odobrava se upotreba uz adekvatnu dubinsku zaštitu

o-x – odobrava se upotreba uz adekvatnu površinsku zaštitu

(x) = x – upotreba se nikako ne odobrava

Prema podacima iz tablice 3. može se iščitati kako je za razred 3 opasnosti optimalno koristiti samo vrste drva od 1 do 3 razreda trajnosti. Time možemo zaključiti kako su vrste drva koje spadaju pod razrede trajnosti od 1 do 3 vrste koje je najmanje potrebno zaštićivati te će imati najveću trajnost bez ikakve površinske zaštite, međutim takav pristup nije preporučljiv zato što će u svakom slučaju, bez obzira koliko je određeno drvo postojano na vremenske uvjete, nakon određenog vremena početi propadati zbog fotodegradacije i utjecaja vjetera te je i sama dimenzijska stabilnost

4. MATERIJALI ZA IZRADU PERGOLA

narušena ako je površina drva sasvim otvorena za razmjenu vlage s okolnim prostorom, a pogotovo ako nije dimenzijski stabilno. Stoga se iz tablice 5. koja prikazuje iskustvenu trajnost nekih vrsta drva u građevnim uvjetima može odabrati više vrsta drva koje bi bile pogodne za gradnju pergole.

Hrast i bagrem se potpuno uklapaju u zahtjeve gradnje pergole pri uvjetima gdje će biti otkriveni atmosferskim utjecajima. Vrste drva poput ariša, bora i duglazije bi se u skladu s tablicom 3. trebale adekvatno površinski zaštititi kako bi bile upotrebljive za gradnju pergola. U tablici 4. se mogu isčitati vrijednosti diferencijalnog utezanja određenih vrsta drva. Tu informaciju je bitno znati kod konstruiranja sa odabranom vrstom drva kako bih se mogla pretpostaviti eventualna promjena dimenzija kod promjene sadržaja vode unutar drva te eliminirati pojavu greški na finalnom proizvodu u upotrebi.

Tablica 4. Indikatori upojnosti za vodu, dimenzijske stabilnosti i otpornosti na gljive najčešće korištenih vrsta drva za gradnju (Turkulin, 2014)

VRSTA DRVA	Diferencijalno utezanje (promjene dimenzija po 1 % promjene sadržaja vode)	GUSTOĆA Kg/m ³	RAZRED PRIRODNE TRAJNOSTI	BRZINA IZMJENE VLAGE
	q srednje - %/%			
BAGREMOVINA	0,30	740	VRLO TRAJNO	SPORA
HRASTOVINA	0,26	710	TRAJNO	SPORA
BUKOVINA	0,31	710	NIJE TRAJNO	BRZA
BOROVINA	0,28	540	SREDNJE	SPORA
JELOVINA	0,21	460	SLABO TRJANO	BRZA
JASENOVINA	0,32	640	NIJE TRAJNO	BRZA

Tablica 5. Normativna i iskustvena trajnost odabranih vrsta drva u građevnim uvjetima (Turkulin, 2014)

VRSTA DRVA	RAZRED TRJNOSTI PREMA HRN EN 350-2	ISKUSTVENA TRAJNOST VANJSKIH GRAĐEVNIH DIJELOVA	
		IZLOŽENIH POD STREHOM	IZRAVNO IZLOŽENIH
Duglazija	3-4	120	65
Smreka/jela	4	60	55
Bor (srž)	3-4	100	60
Ariš	3-4	120	65
Bukva	5	50	30
Hrast	2	150	100
Jasen	5	50	30
bagrem	1-2	200	150

4.2 Nedrvni materijali

Ovisno o odabiru izvedbe konstrukcije, u konstrukciju se mogu ukomponirati i metalni kutnici, vijci te metalne stope radi jednostavnijeg rješenja stabilnosti konstrukcije te samog povezivanja elemenata. Korištenjem metalnih veznih spojeva olakšava se konstruiranje drvene pergole u pogledu eliminiranja lijepljenih spojeva za koje bi se inače moralo paziti da ne budu direktno podložni djelovanju atmosferskih uvjeta. Upotrebom metalnih elemenata smanjuje se opterećenje na samu konstrukcijsku zaštitu te potrebu da se drveni elementi moraju oblikom prilagođavati mjestu upotrebe i s time olakšavaju sami proces proizvodnje pergola. Metalne stope su najčešći nedrvni element u konstruiranju drvene pergole iz razloga što omogućava jednostavno postavljanje nosivih stupova, a u isto vrijeme ih odiže od tla te štiti od vlage tla i prskanja prilikom padanja kiše (slika 7).

U novije vrijeme su se počele koristiti i specijalno pripremljeni vezni elementi koji omogućuju spajanje drvenih elemenata vijcima bez izrade ikakvog veznog spoja (slika 8).



*Slika 7. Primjer metalne stope koja se upotrebljava za postavljanje drvenih stupova pergole
Izvor: White Glove Complete Assembly Service (foreverredwood.com)(Pristupljeno 19.9.2024.)*

4. MATERIJALI ZA IZRADU PERGOLA



Slika 8. Primjer metalnih veznih elemenata proizvođača Toja Grid (lijevo) te primjer njihove primjene (desno)
Izvor: <https://tojagrid.com/collections/brackets-6-x-6>; <https://tojagrid.com/collections/single-pergola-kits> (Pristupljeno 19.9.2024)

5 KONSTRUKCIJA DRVENE PERGOLE

Prilikom razmatranja kako dizajnirati konstrukciju prema određenim zahtjevima kupca vrlo je bitno uzeti u obzir lokaciju gdje bi se nalazila pergola zato što ovisno lokaciji, konstrukcija može biti više ili manje izložena utjecaju Sunca, vjetra i kiše te bi ovisno o tome trebalo prilagoditi izvedbu konstrukcije. Vezano za konstruiranje drvnih konstrukcija koje se nalaze na otvorenom postoje određena pravila struke koja služe konstrukcijskoj zaštiti te osiguravaju trajnost ugrađenog drva (Turkulin i Sell, 2002). Takva osnovna pravila su sljedeća:

- potrebno je spriječiti prodiranje vode u drvo te njeno dulje zadržavanje (pravilo struke dopušta takvo prodiranje najdulje dva tjedna);
- čelni presjeci moraju biti prekriveni, zabrtvljeni ili premazani odgovarajućim premaznim sredstvom jer drvo uzduž vlakanca upija vodu oko četrdeset puta brže nego okomito na vlakanca;
- utori, rupe, zazori, reške i sljubnice se trebaju izbjegavati kako se voda ne bi nakupljala i prodirala u drvo;
- izbjegavati pozicioniranje slijepljenih spojeva tako da budu na udaru sunca i kiše;
- izbjegavati vodoravne plohe kako ne bi došlo do zadržavanja vode već bi bilo prikladnije skošavanje ploha pod kutom od 13-15 stupnjeva
- drvo je potrebno zaštititi od oborinskih voda odizanjem od tla.

Provođenjem ovakvih pravila konstruiranja ne postiže se samo viša trajnost ugrađenog drva nego se i postiže niža potrebna frekvencija obnavljanja te se samim time i smanjuje cijena po godini upotrebe vezano za obnovu. Takav pristup konstruiranju ostvaruje optimalno rješenje te u konačnici zadovoljnog korisnika. Ako se ne pridržavamo ovih osnovnih pravila konstruiranja drvenih konstrukcija koje se nalaze na otvorenom prostoru, definitivno će doći do puno niže trajnosti nego što bi bilo očekivano uz sve zaštitne detalje te će svaki pokušaj obnove te građe biti nepotreban dodatni trošak. Pošto su pergole relativno jednostavnije konstrukcije, osobno bih istaknuo tri osnovna detalja koja su bitna kod dizajniranja pergola kako ne bih došlo do smanjenja moguće trajnosti konstrukcije. Osnovni detalj koji je potrebno poduzeti je taj da noseći stupovi nisu u kontaktu s tlom, što se može postići ugradnjom metalnih stopa u betonski temelj na kojem je predviđeno graditi pergolu kao što se može vidjeti na slici 9.

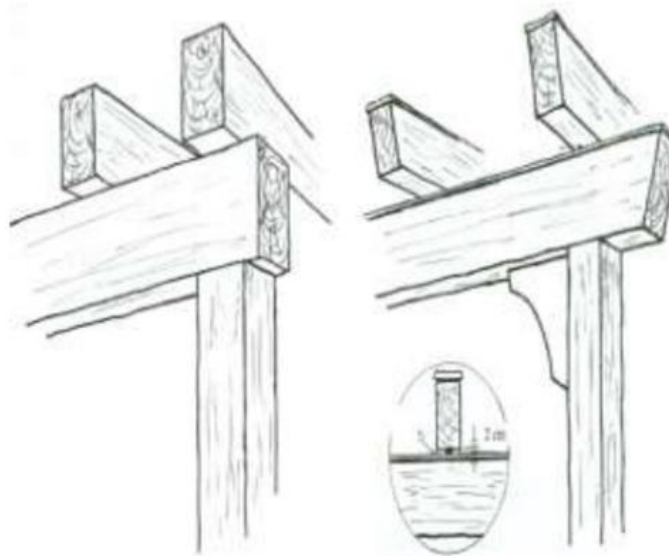
Zatim bi istaknuo bitnost skošenja čelnih presjeka na elementima krovnih greda, što omogućuje lakše otjecanje vode (slika 10). Taj detalj je važan zato što drvo upija vodu uzduž vlakanca četrdeset puta brže nego što upija okomito na vlakanca (Turkulin i Sell, 2002.). Ako je moguće, bilo bi dobro rješenje za odvodnju vode sa površina krovnih greda kada bi se i samo „krovište“ nagnulo 13-15 stupnjeva. Ukoliko to nije moguće konstrukcijski izvesti ili se kupac ne slaže sa takvom izvedbom, bilo bi potrebno postaviti pokrivni lim koji bi štiti horizontalne površine od vode. U tom slučaju je potrebno postaviti odstoynice između greda kako bih se omogućila ventilacija te

5. KONSTRUKCIJA DRVENE PERGOLE

izbjeglo zaostajanje i nakupljanje vode na gredama što bi posljedično uzrokovalo povećanje sadržaja vode u drvenim gredama te pojavu optimalnih uvjeta za razvoj gljiva.



Slika 9. Primjer postavljanja metalne stope te drvenog stupa
Izvor: White Glove Complete Assembly Service (foreverredwood.com) (Pristupljeno 19.9.2024.)



Slika 10. Primjer konstrukcijskog rješenja skošavanja čelnih presjeka radi lakšeg oticanja vode i rješenje pokrivnog lima

Izvor: <https://www.scribd.com/doc/255340950/Pro-Holz> (Pristupljeno 18.9.2024.)

6 TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE

Pod tehnološki proces proizvodnje drvenih pergola, ako se piljenice ne kupuju u već standardnim dimenzijama, podrazumijevaju se procesi uzdužnog i poprečnog krojenja, blanjanja na četverostranoj blanjalici, eventualnog brušenja na širokotračnoj brusilici te površinske obrade. U ovom slučaju bit će obrađeni tehnološki procesi kada se elementi drvene pergole međusobno spajaju metalnim poveznicama i vijcima. Ukoliko bi se drveni elementi spajali klasičnim veznim spojevima poput utora i čepa bilo bi potrebno pod tehnološke procese proizvodnje navesti i procese izrade utora i čepova. Za kvalitetnu provedbu tehnoloških procesa proizvodnje potrebno je pomno odabrati strojeve te parametre obrade na tim strojevima kako bi sama proizvodnja bila efikasna te rezultirala kvalitetnim finalnim proizvodom.

Proizvodnja drvene pergole kreće s uzdužnim krojenjem masivnog drva iz piljenica odgovarajuće debljine te se tako dobiveni elementi šalju dalje na obradu na četverostranu blanjalicu na kojoj će otkloniti dodatak za obradu te će se postići gotove dimenzije poprečnog presjeka. Sljedeći proces u kojem će elementi biti obrađeni je poprečno krojenje kako bih se dobili elementi željene dužine. Ako je površinska hrapavost prevelika potrebno je obraditi elemente na širokotračnoj brusilici koja će osigurati odgovarajuću površinsku hrapavost te će omogućiti kvalitetno prijanjanje površinskog premaza. Svaki od ovih procesa nosi svoje određene zahtjeve kako postići zadovoljavajuću kvalitetu te ih se je potrebno pridržavati, a detaljniji prikaz redoslijeda operacija se može vidjeti u tablici 6. Kako bi se omogućila optimalna brzina i protočnost proizvodnje potrebno je odabrati odgovarajuće strojeve za svaki od procesa. Kako bi se ispunili svi potrebni zahtjevi potrebno je odabrati strojeve koji bi omogućili njihovo ispunjenje. Prije odabira strojeva koji bi se koristili u proizvodnji potrebno je znati njihove mogućnosti, odnosno granice vezane za dimenziju obradaka ili brzine obrade i protočnosti. Za potrebe ovog rada biti će odabrani strojevi koji bi u upotrebi bili optimalni za proizvodnju drvenih pergola. Prvi proces u proizvodnji drvenih pergola je uzdužno raspiljivanje piljenica. Pri tom procesu se dobivaju elementi jednake širine. Ovaj proces je optimalno odrađivati na višelisnoj kružnoj pili zato što takav tip kružne pile omogućuje veću efikasnost raspiljivanja piljenica, odnosno bržu izradu elemenata iste širine nego na jednostavnijim tipovima kružne pile. Za odabir višelisne kružne pile koja bi se koristila za raspiljivanje piljenica koje bi se koristile za izradu elemenata drvenih pergola bitno je znati mogućnosti radne širine reza, visinu reza te mogućnost regulacije posmične brzine. Ovi detalji o višelisnim kružnim pilama su bitni za proces uzdužnog krojenja zato što je potrebno moći izraditi elemente sa određenim nadmjerama. Ovakve zahtjeve ispunjava višelisna kružna pila Lestroj MRS 300 A, koja ima radnu širinu reza 300 mm i visine reza 120 mm te regulaciju posmične brzine do 30 m/min (slika 11). Mogućnost rezanja debljine elemenata do 120 mm omogućava proizvodnju greda zadovoljavajućih dimenzija za veliku većinu drvenih pergola.



Slika 11. Višelisna kružna pila za uzdužno krojenje Lestroj MRS 300 A

Izvor: <https://www.lestroj.si/hr/viselisna-pila/1597-viselisni-cirkular-mrs-300-a.html> (Pristupljeno 19.9.2024.)

Nakon uzdužnog piljenja, izrađeni elementi dolaze na obradu na četverostranoj blanjalici gdje elementi dobivaju jednak poprečni presjek po dužini te se iz elemenata uklanja odstojanje od centralne osi, odnosno bilo kakva vrsta savijenosti elemenata. Nakon obrade na četverostranoj blanjalici svi elementi imaju sve četiri površine paralelne ili okomite međusobno. Obrada na četverostranoj blanjalici osigurava bazne površine koje pri daljnim procesima proizvodnje smanjuju mogućnost pojave grešaka zbog netočnosti pozicije na stroju. U svrhu proizvodnje drvenih pergola te tehničkim zahtjevima koje ona nosi, četverostrana blanjalica koja bi bila optimalna za korištenje je Weinig Profimat 50 (slika 12). Ta četverostrana blanjalica donosi mogućnost obrade elemenata maksimalne visine od 160 mm te širine 230 mm, a posmična brzina se može regulirati u rasponima od 5 do 30 m/min. Ovakve tehničke specifikacije su zadovoljavajuće za proizvodnju drvenih pergola zato što mogu obrađivati elemente koji su dimenzija potrebnih za kvalitetnu izvedbu konstrukcije pergole.



Slika 12. Četverostrana blanjalica Weinig Profimat 50

Izvor: <https://www.intercet.si/hr/strojevi-za-blanjanje/cetverostrane-blanjalice/weinig-profimat-50> (Pristupljeno 19.9.2024.)

6. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE

Nakon što elementi prođu obradu na četverostranoj blanjalici te dobiju bazne površine koje omogućuju točnost pri daljnoj obradi, slijedeći proces obrade je poprečno krojenje, odnosno krojenje na dužinu. Kako bi taj proces bio što efikasniji, preporuča se korištenje protočne kružne pile. Takve kružne pile u današnje vrijeme, uz pomoć umjetne inteligencije, imaju mogućnost prepoznavanja grešaka te njihovog uklanjanja iz elemenata. Prednost takvih kružnih pila je smanjenje grešaka koje bi se mogle naći u finalnom proizvodu drvene pergole te štetići čvrstoći tih elemenata ili samoj konstrukciji. Obrada na tehnološki naprednijim protočnim kružnim pilama daje i mogućnost zadavanja ukupnog popisa potrebnih elemenata sa njihovim dimenzijama te onda stroj softverski riješava redoslijed rezanja po dužini ovisno o dimenzijama elementa koji se nalazi na prihvatnom stolu. Protočna kružna pila koja bi ispunila dimenzijske zahtjeve pri proizvodnji elemenata za drvene pergole je Salvador SuperPush 250 (slika 13). Ovaj stroj ima maksimalni kapacitet rezanja elementa dimenzija poprečnog presjeka 270x120 mm ili 300x95 mm što zadovoljava potrebne dimenzije poprečnog presjeka elemenata koji se koriste za proizvodnju drvenih pergola.



Slika 13. Protočna kružna pila za poprečno rezanje Salvador SuperPush 250

Izvor: <https://www.salvadmachines.com/en/product/superpush-250> (Pristupljeno 19.9.2024.)

Pod pretpostavkom da se dobila potrebna površinska hrapavost koja je povoljna za nanošenje impregnacijskog premaza veći pri obradi na četverostranoj blanjalici, slijedeći korak u proizvodnji drvenih pergola bi bio nanos impregnacijskog premaza koji bih štiti drvo od atmosferskih utjecaja te produžio njegov vijek trajanja. Jedno od mogućih impregnacijskih premaza je Belinka Impregnant Active (slika 14) što je premaz koji štiti drvo od insekata, gljiva te vremenskih uvjeta. Ovaj premaz se može koristiti samostalno ili kao prvi premaz. Nanosi se u intervalima od 12 sati te se preporuča nanijeti barem 2 sloja kako bih zaštita bila najefektivnija. Ukoliko se svi od ovih procesa provedu pravilno, finalni proizvod drvene pergole bi trebao biti obnavljan samo u slučaju promjene boje površine.



Slika 14. Tankoslojna lazura Belinka Impregnant Active

Izvor: <https://www.belinka.com/hr/proizvodi/impregnant-hr/> (Pristupljeno 19.9.2024.)

Sami proces nanošenja impregnacijskog premaza se može odraditi na više načina. Načini nanošenja impregnacijskog premaza na elemente drvene pergole koji bi omogućio efikasan i kvalitetan nanos premaza je nanošenje raspršivanjem. Nanošenje raspršivanjem u ovom slučaju bi se izvodilo zračnim štrcanjem sa niskim tlakom zato što takva metoda pruža viši stupanj efikasnosti u odnosu na ostale konvencionalne načine nanošenja premaza poput nanošenja valjkom ili kistom te veću uštedu premaza od ostalih načina štrcanja. Nakon što su svi elementi prošli kroz svaki od preporučenih procesa obrade, slijedeći korak je montaža istih elemenata što će biti detaljnije razrađeno u slijedećem poglavlju.

Tablica 6. Prikaz preporučenih operacija za proizvodnju drvenih pergola

Rd. br operacije	Opis operacije	Stroj/alat	Element na kojem se obavlja operacija
1.	Uzdužno krojenje	Višeliska kružna pila	Neobrađena piljenica
2.	Blanjanje radi dobivanja jednakog poprečnog presjeka	Četverostrana blanjalica	Svi elementi
3.	Poprečno krojenje	Protočna kružna pila	Svi elementi
4.	Površinska obrada štrcanjem	Uređaj za štrcanje	Svi elementi

7 MONTAŽA

Prethodno montaži drvene pergole, vrlo je bitno imati pripremljenu podlogu (temelje) na koju će se ugraditi pergola. Iz razloga što je drvo higroskopian materijal, iako se impregniranjem smanjuje ta pojava, potrebno je temeljne vertikalne stupove ugraditi tako da nisu u kontaktu sa tlom, a još bolje da ti stupovi budu odignuti od tla toliko da ne dolazi do prskanja prilikom jakih kiša koje bi se moglo raspršivati od tla. Taj problem se može riješiti postavljanjem metalnih stopa koje bi idealno bile u sklopu temelja kako bi bile stabilnije već da su postavljene naknadno na temelj. Tijekom montaže pergola potrebno je imati tim ljudi od minimalno dvije osobe kako bi se ugradnja mogla provesti optimalno brzo. Ovisno o dimenzijama same pergole i njenih elemenata, prilikom montaže je potrebno imati i neku vrstu podiznog sistema kako bi se izbjegla mogućnost od pada elemenata sa visina te moguće ozljede radnika. Neki od podiznih sistema koji bi došli u obzir za montiranje pergole su viličar, samohodne podizne platforme koje mogu biti zglobne ili samo sa vertikalnim pomakom (slika 15) te ako je moguće pristupiti mjestu ugradnje kamionom, koristio bi i kamion sa kranom (slika 16). Naravno, pri montaži se mogu koristiti i montažne skele ako sami elementi nisu preteški za ručno dizanje na potrebnu visinu. Svaki od ovih rješenja ima svoje prednosti i nedostatke te je bitno poznavati teren na kojem će se ugrađivati pergola. Detalje koje je bitno poznavati o terenu na kojem će se ugrađivati pergola su nagib terena i vrsta podloge. Razlog zbog kojeg je bitno znati ove dvije stavke je taj što podizne platforme imaju ograničenja vezana za nagib te ne mogu biti u pogonu pri većim nagibima iz sigurnosnih razloga. Vrsta podloge diktira mogućnost kretanja podizne platforme te ukoliko je podloga šljunčana ili mekano tlo neće biti u mogućnosti se kretati. Ako je tlo šljunčano, ali ravno, koristio bih se viličar, a ako je prisutan nagib bilo bi potrebno prilagoditi način dizanja elemenata tako da se na vilice postave gurtne koje bi omogućile da element pri dizanju ostane u horizontalnom položaju. Kada je prisutan nagib i mekano tlo za viličara tada je potrebno dizanje obavljati sa kamionom koji ima ugrađen podizni kran iz razloga što se kamion može fiksirati na neravnom terenu sa bočnom stabilizatorima.



Slika 15. Podizna zglobna platforma (lijevo) i škarasta podizna platforma (desno)
Izvor: <https://www.rival.com/hr/najam/platforma-za-rad-na-visini/> (Pristupljeno 19.9.2024.)



Slika 16. Kamion sa kranom i aktivnim bočnim stabilizatorima
Izvor: <https://www.truck1.hr/kamioni/kamioni-s-kranom/man-tga-26-440-6x4x4-h-pm-35527-fly-jib-crane-kran-a8204029.html> (Pristupljeno 19.9.2024.)

Uspješnost montaže drvene pergole, ovisi još od postavljanja temelja. Temelji mogu biti izvedeni u obliku betonske ploče koja će definirati površinu iznad koje će se postaviti pergola ili mogu biti izvedeni samo kao betonske kocke koje će služiti kao element stabilnosti konstrukcije te kao pozicija na koju će se postavljati stupovi. Proces montaže same pergole kreće sa postavljanjem stupova na metalne stope koji trebaju biti prijevremeno postavljene (slika 17), zatim postavljanja horizontalnih poveznika na koje će okomito zatim učvrstiti krovni povezni elementi. U tablici 7. su navedene preporučene operacije montaže drvene pergole uz pomoć metalnih poveznika koji uvelike olakšavaju i ubrzavaju sami proces montaže te se učvršćivanje konstrukcije može lakše postići kutnim povezniciama koji se mogu vidjeti na slici 18.

7. MONTAŽA

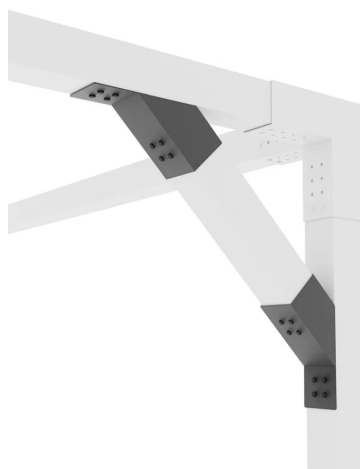
Tablica 7. Prikaz preporučениh operacija montaže drvene pergole uz pomoć metalnih poveznika

Rd. br operacije	Opis operacije	Alat/stroj	Element na kojem se obavlja operacija
1.	Postavljanje stupova na	Šesterokutni nasadni ključ te pripadajuća drška	Nosivi stup
2.	Postavljanje metalnih poveznika na horizontalne elemente	Ručna bušilica sa križnim nastavkom za vijke	Horizontalne nosive grede
3.	Postavljanje metalnih držača za okomite horizontalne elemente	Ručna bušilica sa križnim nastavkom za vijke	Horizontalne nosive grede
4.	Postavljanje okomitih horizontalnih greda	Ručna bušilica sa križnim nastavkom za vijke	Horizontalne okomite grede
5.	Postavljanje metalnih poveznika za kutno učvršćivanje	Ručna bušilica sa križnim nastavkom za vijke	Stupovi i horizontalne nosive grede



Slika 17. Primjer postavljenih metalnih stopa u betonskom temelju

Izvor: <https://kamionskevage.com/ugradnja-kolske-vage-i-gradjevinski-radovi/postavljanje-anker-ploce/>
(Pristupljeno 19.9.2024.)



Slika 18. Primjer kutnog poveznika za učvršćivanje konstrukcije

Izvor: <https://tojagrid.com/collections/structures> (Pristupljeno 19.9.2024.)

8 ZAKLJUČAK

Kako bi se izvela kvalitetna konstrukcija drvene pergole potrebno je sagledati sve zahtjeve koje takav zahvat zahtijeva te se usredotočiti prvobitno na odabir drvene građe iz razloga što ona najviše diktira trajnost konstrukcije te njezinu potrebu za obnavljanjem. Sami tehnološki procesi proizvodnje drvene pergole se ne razlikuju previše od ostalih drvenih konstrukcija te je po pitanju toga dovoljno slijediti uobičajena pravila struke po pitanju obrade površine i njezine zaštite. Svaki materijal od kojeg bi se pergole mogle proizvesti ima svoje prednosti i mane, ali je drvo po pitanju obnovljivosti te sa ekološke strane sigurno na prvome mjestu.

Konstrukcija drvene pergole sa sobom nosi i estetski efekt na prostor u kojem se nalazi te tako daje prostoru prirodniji doživljaj. Jedini nedostatak drvenih pergola, ako se to može uopće zvati nedostatkom, je potreba za konstrukcijskim rješenjem odvoda vode, odnosno, potrebno je konstruirati pergolu tako da ne bude u kontaktu sa oborinskim vodama te da se na samoj konstrukciji ne nakuplja voda. Smatram da je drvo najbolji materijal za proizvodnju pergola iz razloga što se u današnje vrijeme lakše dolazi do elemenata s kojima bih se lakše riješilo pitanje stabilnosti poput metalnih poveznika te su i sami sustavi površinske zaštite razvijeniji i mnogo dostupniji nego u prošlosti što omogućava jednostavniju proizvodnju te montažu drvene pergole.

LITERATURA

1. Jirouš-Rajković V., Turkulin H., Sell J. (2002.) Postojanost drva na pročeljima. Interna skripta 2. Dio
2. Turkulin H. (2014.) Zaštita drva. ProHoltz, Zagreb. 1- 54
3. Turkulin H. I Sell J. (2002.) Postojanost drva na pročeljima. Interna skripta 1. Dio
4. Varvoda L. (2018.) Površinska obrada drvenih pročelja. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet
5. Čižmar D., Volarić I. (2018.) Drvene konstrukcije, priručnik za vježbe. Tehničko Veleučilište u Zagrebu