



## **LESARSKA ŠOLA MARIBOR**

Srednja lesarska in gozdarska šola Maribor

Lesarska ul. 2, 2000 Maribor

## **VOGALNE ZVEZE STARIH LESENIH HIŠ**

Raziskovalno področje: ETNOLOGIJA

Raziskovalna naloga

Mentorica:

Darja Krecenbaher, univ .dipl. inž. les.

Avtor:

Jernej Verhnjak

Maribor, 2021

# VSEBINA

2. POVZETEK .....	4
3. SUMMARY .....	5
4. ZAHVALA.....	6
5. UVOD .....	7
5.1 Opredelitev problema .....	7
5.2 Cilji in namen naloge.....	7
5.3 Hipoteze.....	7
6. LESENA GRADNJA SKOZI ČAS.....	8
7. IDENTITETA KOROŠKE ARHITEKTURE.....	12
7.1 Tipologija stanovanjskih hiš na Koroškem .....	13
7.2 ZNAČILNOSTI STANOVANJSKIH HIŠ .....	13
8. ZGODOVINA RAZVOJA LESNIH VEZI.....	20
8.1 Iznajdba orodja.....	20
8.2 Vrste lesnih vezi .....	20
8.3 Tesarske lesne vezi .....	20
9. ANALIZA VOGALNIH VEZI .....	24
9.1 Zveza tesanih brun s preklopom.....	24
9.2 Kladna zaobljena vez.....	25
9.3 Lastovičja vez.....	26
9.4 Lastovičja vez z enostranskim polkrogom .....	27
9.5 Lastovičja vez z dvostranskim polkrogom .....	28
9.6 Unikatne izdelave .....	29
10. SUROVINE.....	29
11. LES KOT GRADBENI MATERIAL .....	31
11.1 Lastnosti lesa .....	31
11.2 Mehanske lastnosti .....	34
12. UPORABLJEN LES ZA GRADNJO .....	36
12.1 SMREKOV LES .....	36
12.3 MACESNOV LES .....	37
13. PRAKTIČNI DEL.....	38
13.1 Skice in ideje .....	38
13.2 Proces izdelave.....	39
13.2.2 Zarisovanje vezi.....	40
13.2.3 Izdelava vezi.....	41
14. ZAKLJUČEK.....	45
15. VIRI IN LITERATURA .....	46

## KAZALO SLIK

Slika 1: Kolišča na Ljubljanskem barju.....	8
Slika 2: Žaganje desk .....	9
Slika 3: Žaga z vodnim pogonom.....	10
Slika 4: Umestitev koroške pokrajine.....	12
Slika 5: Razporeditev tipov hiš .....	12
Slika 6: Tipološka delitev stanovanjskih hiš v koroški pokrajini .....	13
Slika 7: Kašča.....	14
Slika 8: Oblika stanovanjskih stavb .....	14
Slika 9: Prikaz tlorisnih in fasadnih razmerij .....	15
Slika 10: Prikaz fasade kombinirane hiše.....	15
Slika 11: Strešna kritina .....	16
Slika 12: Prikaz rezanja celice.....	16
Slika 13: Prerez celice .....	17
Slika 14: Prikaz cepljenja.....	17
Slika 15: Prikaz prekrivanja .....	18
Slika 16: Čop .....	18
Slika 17: Okna.....	19
Slika 18: Stopnišče .....	19
Slika 19: Tesarsko orodje .....	21
Slika 20: Lesne zveze, najdene v zgodnjih stavbah .....	21
Slika 21: Uporaba lesenega klina .....	22
Slika 22: Kladna gradnja .....	22
Slika 23: Čep in luknja .....	23
Slika 24: Funkcionalnost in estetika.....	23
Slika 25:Skica zlaganja tesanih brun.....	24
Slika 26: Zveza tesanih brun s preklopom .....	24
Slika 27: Kladna zaobljena vez .....	25
Slika 28: Kladna zaobljena vez novo .....	25
Slika 29 Skica lastovičji rep .....	26
Slika 30: Zveza z lastovičjim repom .....	26
Slika 31: Lastovičja vez z enostranskim polkrogom.....	27
Slika 32: Lastovičja vez z dvostranskim polkrogom.....	28
Slika 33: Unikatna vez .....	29
Slika 34: Gozdnatost Slovenije .....	30
Slika 35: Celice lesa .....	32
Slika 36: Voda v lesu.....	33
Slika 37: Linearni skrčki lesa .....	33
Slika 38: Smrekov les.....	36
Slika: 39 Mikroskopska zgradba smrekovega lesa.....	36
Slika 40: Macesnov les.....	37
Slika 41: Mikroskopska zgradba macesnovega lesa.....	37
Slika 42: Skica 1.....	38
Slika 43: Skica 2.....	39
Slika 44: Kotno poravnavanje na poravnalnem skobelnem stroju .....	40
Slika 45: Zarisovanje rogelj .....	41
Slika 46: Fazna izdelava.....	42
Slika 47: Končana vezava .....	43
Slika 48: Končana vezava 2 .....	44

## **2. POVZETEK**

Za raziskovalno nalogo sem se odločil, ker se mi lesna kulturna dediščina zdi zelo zanimiva. Zanimivo je, da so v vogalne vezi lesenih hiš v preteklosti vlagali toliko truda in zamisli in sem mnenja, da je to dediščina, ki jo moramo ohraniti. Izdelal sem različne vogalne vezi z zanimanjem, koliko časa je potrebnega za izdelavo posamezne vezi ter kako težavno jo je izdelati. Izdelal sem vse dele, saj so le-ti v celoti leseni. V raziskovalni nalogi sem preučil zgodovino lesenih hiš, njihovo zasnovo ter podrobneje preučil vogalne lesne vezi pri stari leseni hiši. Prepričan sem, da bom prišel do zanimivih ugotovitev, ki jih bom pridobil s preučevanjem, načrtovanjem in kasneje tudi pri praktični izdelavi.

### **3. SUMMARY**

I decided to write this research paper because I find wooden culture heritage very interesting. It is fascinating, how much taugt and effort were put into making bond corners when building wooden houses in the past and I believe this is heritage, worth preserving. I made different bond corners myself, simply because I wondered how long they take to finish and how difficult it is. All parts were made out of wood. In this research paper I studied the history of wooden houses, their designs and focused on wooden bond corners used in building. I am certain I will come to some interesting findings in studying, planning, and production.

#### **4. ZAHVALA**

Zahvaljujem se svoji mentorici za ves trud in svetovanje, ki mi ga je ponudila. Hvala profesorici slovenščine za pomoč pri lektoriranju. Zahvaljujem se tudi očetu, saj mi brez njegovih nasvetov ne bi uspelo uspešno opraviti praktičnega dela raziskovalne naloge.

## **5. UVOD**

Lesene hiše nas že od nekdaj spremljajo, so prisotne v naših krajih, vaseh, redkeje tudi v mestih, so del zapuščine, ki nas spremlja. Poznamo različne stile gradnje, različne uporabljene materiale, vrste vogalnih zvez ... Leseni gradbeni del hiše je značilen za staro gradnjo na Koroškem. Les je material, ki se z lahkoto obdeluje, tako so lahko tesarski mojstri dokazovali svoje spretnosti pri izdelavi raznih vogalnih in drugih lesnih zvez med gradnjo.

Prav to je bil vzrok, da sem si izbral temo lesenih vogalnih zvez, saj menim, da so mlajše generacije premalo ozaveščene o vrednotah kulturne dediščine. V to področje spadajo leseni kozolci, skednji, kašče in lesene hiše. Lesne vezi rokodelskih tesarskih mojstrov so del te zapuščine in ne smemo dopustiti, da bi prišle v pozabo.

Pomembno je tudi omeniti dobro ozaveščenost sosednje države Avstrije o pomembnosti kulturne dediščine. V avstrijski deželi lahko opazimo veliko bolj zavestno ohranjanje kulturne dediščine kakor pa v Sloveniji. Ohranjenih je več starih lesenih objektov, v obnovo le-teh so vložili veliko truda in sredstev, zato jih zdaj predstavljajo s ponosom, saj se zavedajo, da je to del zapuščine njihovih prednikov.

Se pa trendi gradnje v stilu starega lesa vračajo. Staran les pridobiva vrednost in je tudi povpraševanje po njem večje. V okviru tega se restavrirajo starejši objekti, kot so kozolci, hiše in kašče. Objekte razstavijo, očistijo, ustrezno zaščitijo pred škodljivci ter zopet sestavijo.

Stari les se uporablja tudi za opremljanje interierjev, kot so okrasni tramovi in predelne stene.

### **5.1. Opredelitev problema**

Kot že rečeno, je največja težava starih lesenih hiš pomanjkanje ozaveščenosti o vrednotah kulturne dediščine. Lesene hiše vsebujejo mnoga bogastva, trud tesarskih mojstrov, ki se kaže v njihovih mojstrovinah. Takšna bogastva moramo ohraniti in jih predstavljati s ponosom.

### **5.2. Cilji in namen naloge**

Namen naloge je predstaviti zgodovino lesenih hiš na Koroškem, njihovo identiteto ter podrobneje preučiti nekaj lesih vezi na vogalih hiše. Osredotočil sem se tudi na izdelavo vogalnih vezav in dejavnike, ki so vplivali na izbiro lesa za gradnjo v preteklosti.

Ko bom izdelal modele vogalnih vezi pri stari leseni hiši, bom najprej potrdil ali ovrgel postavljene hipoteze. Meril bom čas izdelave modela vezi in poskušal približno ugotoviti čas izdelave vezi za celotno hišo. Ta je seveda odvisna od velikosti hiše in števila uporabljenih vogalnih vezi.

Model bo izdelan iz smrekovega lesa.

### **5.3. Hipoteze**

Na začetku sem si postavil nekaj hipotez, ki jih bom potrdil ali zavrgel:

- I. Zahtevnost tehnične izdelave vogalnih zvez vpliva na funkcionalnost in stabilnost.
- II. Potrebna je velika količina znanja za izdelavo tovrstnih vezi.
- III. Vogalne vezi imajo vpliv na videz hiše.

## 6. LESENA GRADNJA SKOZI ČAS

Že od prazgodovine je les predstavljal človeku pomembno vlogo kot gradbeni vir. Za zgradbe so uporabljali les v različnih oblikah, kole, hlode, lubje, veje itd., saj je tudi surovina, ki jo je najlažje obdeloval.

Prazgodovinske lesene zgradbe, izkopane v srednji Evropi, so se zaradi naravnih pojavov v močvirju dobro ohranile. Pomembna najdišča ob obalah švicarskih in avstrijskih jezer prikazujejo leseno gradnjo iz kamene dobe. Človek je hiše gradil z lesenimi rešetkami in koli.

V močvirju jezera Federsee najdemo lesene zgradbe, ki so se konzervirale zaradi blata in mulja v jezeru. Zgradbe prikazujejo gradnjo naselja koliščarjev iz bronaste dobe (2300 do 800 pred našim štetjem) ter celo lesne ostanke ob koncu zgodnje kamene dobe (2500 do 1800 let pred našim štetjem)

Iz obdobja neolitika, eneolitika in bronaste dobe (od 4500 do 1600 pred našim štetjem) pa so se ohranili ostanki zgradb tudi v Sloveniji. Podobna tako imenovana kolišča pa se nahajajo tudi na Ljubljanskem barju. Zaradi podobnih naravnih razmer kot v jezeru Federsee, zaradi katerih so se kolišča dobro konzervirala, so arheologi odkrili 40 koliščarskih naselbin na površini okoli 150 kvadratnih kilometrov.

Zaradi vseh teh najdišč imamo danes bolj podrobno predstavbo o načinu gradnje v zgodovini. Bivališča so bila majhna, z enim glavnim prostorom, izdelana so bila iz kolov, prepletenih s protjem, kasneje iz tesanih brun in polovičnih hlodov. Stike med koli in hlodi so zapolnili z glino ali mahom. Ostrešja so bila enostavna, povezana z vrvmi in pokrita s trsjem. Ker je bilo dno močvirja nestabilno, so kočje postavljali na rešetke, povezane iz kolov. Zgradbe so se zaradi take konstrukcije prilagajale višini gladine vode.

Rekonstrukcijo koliščarskega naselja na Ljubljanskem barju dobro prikazuje spodnja slika.



Slika 1: Kolišča na Ljubljanskem barju

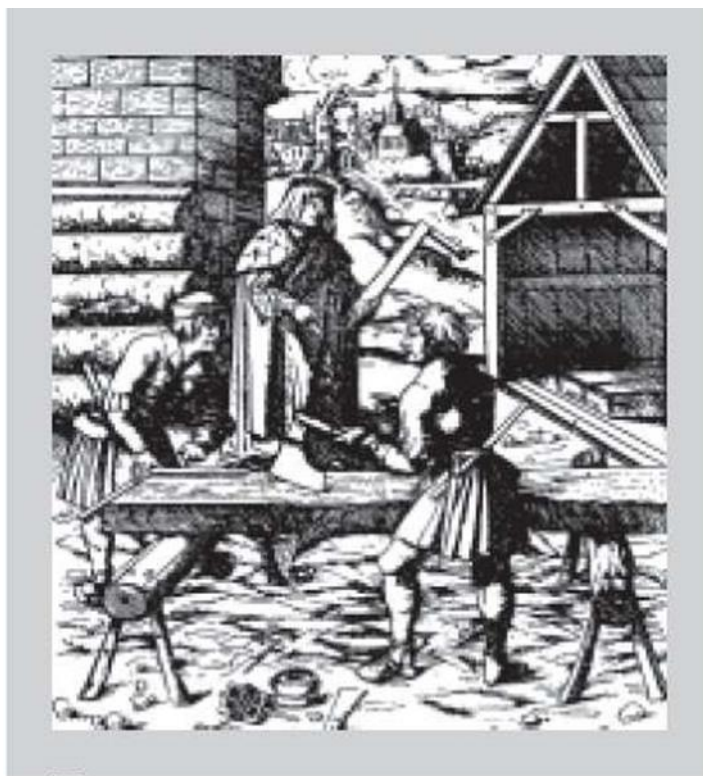
(vir slike: <http://www.ljubljanskobarje.si/unesco-na-ljubljanskem-barju/prazgodovinska-kolisca-okoli-alp>)



Iz zgodovinskih poročil lahko razberemo, da je bila lesna gradnja znana tudi antičnim narodom, vendar pa se nobena od teh zgradb ni ohranila.

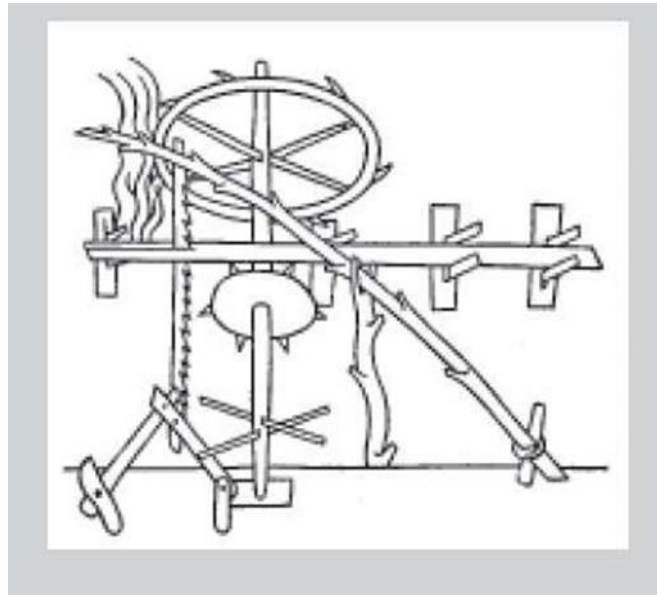
Prvi podrobnejši zapisi o lastnostih, zgrabi in uporabi lesa izvirajo iz stare Grčije. Tezo, da kvaliteta lesa nastaja med rastjo drevesa, je Grk Teofrast poudarjal že 372–287 pred našim štetjem. Že v takratnem času so poznali korelacijo med časom poseka in lesno vrsto, Teofrast povezuje tudi lunine mene s kvaliteto posekanega lesa. Najodpornejši na razkroj in najtrši naj bi bil les, posekan v mlaju.

Zaradi majhnega obsega zgodovinskih dokazov lahko le sklepamo, kakšna so bila bivališča med 6. in 10. stoletjem. Hiše so bile zgrajene iz lesenih brun, z enim velikim prostorom. Les je bil napriročnejši material za gradnjo. Proces izdelave brun in postavitve hiše sta se opravljal ročno, s sekirami in ročnimi žagami. Prelomnica obdelave hlodovine je bila predvidoma v 13. stoletju, takrat so izumili vodni žagalni stroj, ki je pocenil in pospešil razrez hlodovine. S tem se je tudi povečala uporaba desk v procesu gradnje.



Slika 2: Žaganje desk

(vir slike 2: Kušar, 2001)



Slika 3: Žaga z vodnim pogonom

(vir slike 3: Kušar, 2001)

Pri nas so se zidane zgradbe dokaj zgodaj pojavile na Krasu in na Primorskem, še vedno pa so bile redkost. Drugje so se zidane stavbe pojavile kasneje. Ločimo lesene iz zidane hiše, obstajal pa je tudi tretji tip gradnje, ki je imel polnilo, nosilna konstrukcija pa je bila iz lesa. Polnilo so sestavljale šibe, zamazane z ilovico ali pa je polnilo bila ilovica sama, streha pa je bila slamnata.

Največjo nevarnost za leseno gradnjo pa je predstavljal ogenj. Hiše so bile narejene iz vnetljivih materialov, kurilo pa se je na odprtem ognjišču. Zaradi te kombinacije je nemalokrat izbruhnil požar, ki se je hitro širil s hiše na hišo in velikokrat uničil cela mesta ali vasi.

Med letoma 1350 in 1800 je Ljubljano prizadelo okoli 25 požarov, zato so mestne oblasti spodbujale gradnjo hiš iz negorečih materialov .

V preteklosti se je način gradnje razlikoval zaradi pokrajine. Zaradi reliefnih in podnebnih razmer se je za določeno območje morala prilagoditi tudi arhitektura.

Zaradi težav z ognjem se je lesna gradnja umikala. Tudi revolucija v industriji je pospešila nadomeščanje naravnih materialov za umetna gradiva. Zadnjih nekaj desetletij pa se zaradi onesnaženja okolja spet uveljavlja gradnja z naravnimi surovinami. Umetna gradiva so še vedno cenejša in uporabnejša, vendar ima les veliko več pozitivnih vplivov na naravo in človeka kot umetne surovine.

Delež lesnih stanovanjskih objektov v zadnjem desetletju močno narašča, kot lahko razberemo tudi iz spodnje preglednice.

<b>DRŽAVA</b>	<b>Delež sodobnih lesenih stanovanjskih objektov</b>
Kanada	95 %
ZDA	65 %
Japonska	50 %
Skandinavija	70 %
Velika Britanija	10 %
Škotska	50 %
Nemčija (Bavarska)	7 % (30 %)
Avstrija	8 %
Češka	2 %
Južna Evropa	3 %

V razširjenosti lesne gradnje po svetu lahko opazimo velike razlike. Zaradi njihovih reliefnih in podnebnih razmer ter tudi kulturne dediščine veliko prednost lesni gradnji dajejo skandinavske države, saj je les odličen toplotni izolator.

## 7. IDENTITETA KOROŠKE ARHITEKTURE

Pokrajino Koroško povezuje tri doline, ki so jih ustvarile reke Meža, Drava in Mislinja. Za koroško regijo je značilen tudi unikaten tip stavbarstva, na arhitekturo so odločilno vplivale naravne danosti. Vendar pestrost koroške stavbe iz kulturne dediščine postopoma izginja, ohranjajo se le še stavbe na višje ležečih predelih regije.

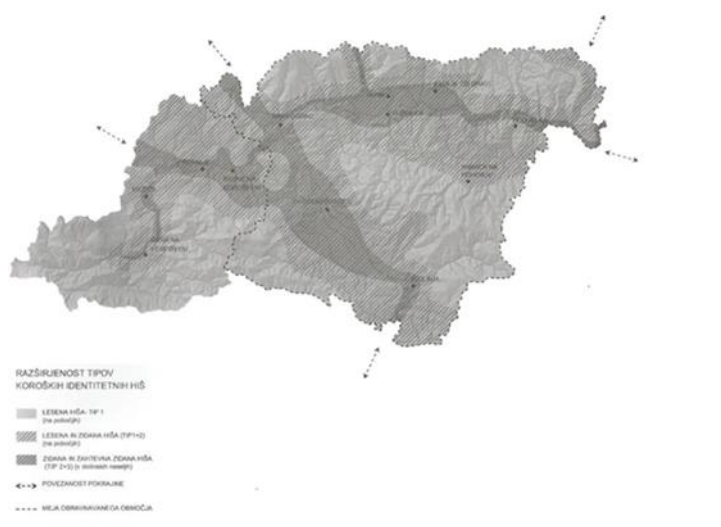


Slika 4: Umestitev koroške pokrajine

(vir slike 4: Deu, 2009)

Urbanizem in napredek močno vplivata na spreminjanje poselitvenega vzorca naselij v dolinah. Zaradi številnih negativnih posegov človeka v zadnjem desetletju, pa je tudi ogrožena identitetna arhitektura na višje ležečih predelih koroške kulturne krajine. Potrebno se je seznaniti s konstrukcijskimi, oblikovalskimi, kompozicijskimi in arhitekturnimi lastnostmi tega avtohtonega stavbarstva in ga konzervirati.

Pomembno je tudi ozaveščanje mladih rodov z vrednotami kulturne dediščine.



Slika 5: Razporeditev tipov hiš

(vir slike 5: Deu, 2009)

## 7.1. Tipologija stanovanjskih hiš na Koroškem

Snovanje skromnih stanovanjskih hiš je vezano na tradicijo in je izvorno ne glede na tuje vzore, ki so jih v dolinska naselja prinašali tovarnarji, lastniki rudnikov in gostinci.

Za dolinska naselja koroške pokrajine so identitetne nadstropne in pritlične zidane stavbe (tip 2 in tip 3) ter delno zidane in zidane stavbe ter vrhkletne stavbe, ki so delno zidane (tip 1 in tip 2). S številnimi oblikovnimi in funkcionalnimi elementi so vse močno povezane s tradicijo in izročilom. Objekt v tej raziskovalni nalogi spada v območje tipa 1, zato ga podrobneje predstavimo v nadaljevanju.



Primer lesene hiše, tip 1.



Primer zidane hiše, tip 2.



Primer nadstropne zidane hiše, tip 3.

Slika 6: Tipološka delitev stanovanjskih hiš v koroški pokrajini

(vir slike 6: Deu, 2009)

## 7.2 ZNAČILNOSTI STANOVANJSKIH HIŠ

### 7.2.1. Splošne značilnosti

Na Koroškem se je razvil značilen poselitveni vzorec, razlog za to so edinstvene naravne okoliščine. Najprej so se strnjena naselja oblikovala v dolinah, kasneje pa se je poselitev od tam prenesla na višjeležeče planote. Po hribovitem svetu so nastajala manjša naselja, ki so se prevesila v samotne kmetije. Oblika domačij in naselij je močno vezana na reliefno izoblikovanost kraja.

Stavbe zaznamujejo identitetno arhitekturo. Hiše so izdelane iz takrat najdostopnejšega gradiva – kamna in lesa. Gradnja je bila pretežno v tej kombinaciji, klet je bila zidana iz kamna, zgornji del hiše pa je bil v celoti lesen, v celoti zidan ali pa kombinacija obojega. V preteklosti so hiše, grajene v celoti iz kamna, predstavljale najbogatejše kmečke družine.



*Slika 7: Kašča*

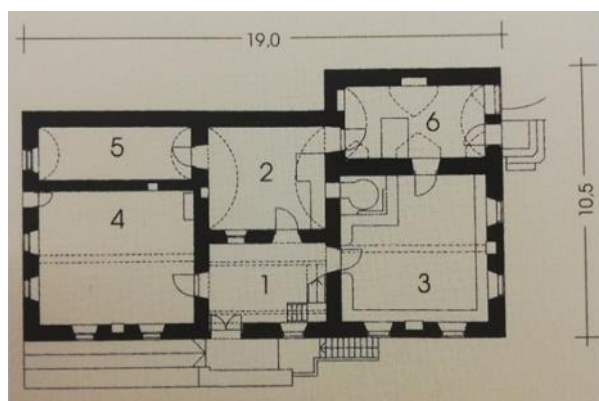
*(vir slike 7: Lastni)*

## 7.2.2. Oblika stanovanjskih stavb

Na obliko in položaj zgradbe odločilno vpliva reliefna izoblikovanost. Na izravnanim delu pobočja ali v pobočju morajo biti stavbe prilagojene terenu s podkletitvijo, gradnjo na podstavku ali delno vkopanostjo. Nagnjen teren lahko omogoča dostop na več nivojih.

Podolgovata oblika stanovanjskih stavb je značilna za lesene in tudi za zidane hiše. Veža največkrat poteka v vzdolžni osi objekta, nanjo je vezana tudi notranja razporeditev prostorov. Hiša je sestavljena iz več prostorov:

- podaljšek veže – »lopa« (1)
- največja soba – »stara hiša« ali »izba«
- soba na nasprotni strani veže – »velik štiblc« ali »nova hiša«
- vse druge sobe – »štiblc«

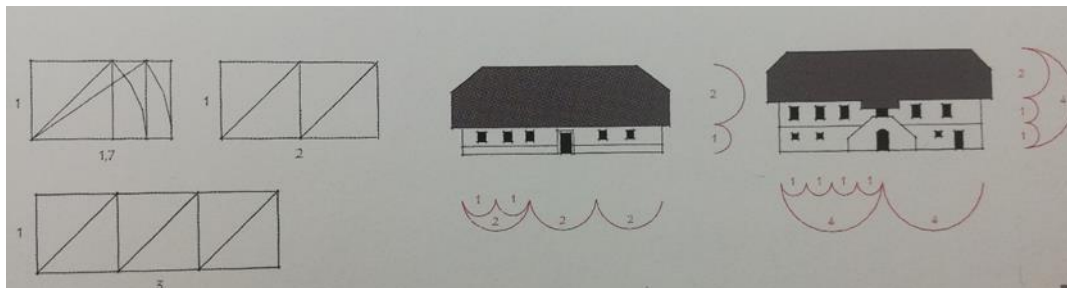


*Slika 8: Oblika stanovanjskih stavb*

*(vir slike 8: Juvanec, 2009)*

Tloris je podaljšan ali podolgovat. Nanaša se na del objekta, ki je vizualno izpostavljen in je v razmerju 1:2 – 1:3 oziroma 1:1,7 – 1:1,2. Na delih poslopja, ki niso vizualno izpostavljeni, najdemo dodatne tlorisne oblike.

Razgibanost terena omogoča tudi druge tlorisne zasnove, kot sta L in U oblika. Zasnova celotne hiše je zidan podstavek ali pa je hiša podkletena, sledita pritličje in streha. Razmerje kletnih zidov v višino v primerjavi s pritličjem in streho je 1 + 1:2.



Slika 9: Prikaz tlorisnih in fasadnih razmerij

(vir slike 9: Deu, 2009)

### 7.2.3. Fasade

Oblika fasade hiše izgleda navidezno simetrično. Glavno fasado deli nevidna os na dva glavna dela, vhodi in vhodne stopnice poudarjajo osnost. Okenske odprtine, vhod v klet in prezračevalne line poudarjajo osnost čelne fasade. Razporeditev odprtin ritem polno/ prazno je enakomerna in poudarja vodoravno smer. Delno zidane hiše ustvarjajo barvno kompozicijo temno: svetlo, ustvarjajo delitev na leseni in zidani del.



Slika 10: Prikaz fasade kombinirane hiše

(vir slike 10: Deu, 2009)

### 7.2.4. Strehe

Streha je najpomembnejši del lesene hiše, saj predstavlja odpornost proti vremenskim nevšečnostim. Je klasična oblika simetrične dvokapnice. Ima naklon 45° ali več. V tem naklonu je odtok vode odličen in tudi izvedba. Pri prekrivanju strehe so največ uporabljali škodle, cementne špičake, deske, kasneje tudi sodobnejše kritine v sivi barvi. Razne posebnosti so podaljšan nadstrešek v ozadju stavbe ali nad vhodnim stopniščem, oddušniki in napušči tudi do širine 1 metra. Ob vzdolžnih straneh stavbe so napušči daljši. Vezi strešne konstrukcije so izvedene z zarezovanjem, s peresom na utor in klinci.





*Slika 11: Strešna kritina*

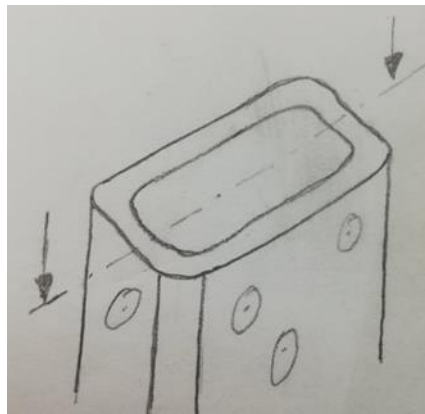
*(vir slike 11: Deu, 2009)*

Dolg napušč je bil skoraj obvezen del strehe, v dolžino je segal tudi do meter in pol. Njegova glavna funkcija je bila omogočanje spravila in sušenja drv in tudi kot kopna pot okoli hiše v zimskem času.

Napušč je nudil tudi ustrezno preventivno konstrukcijsko zaščito določenega dela hiš.

Na Koroškem so za strešno kritino najbolj značilne skodle (cepan les) ali deske.

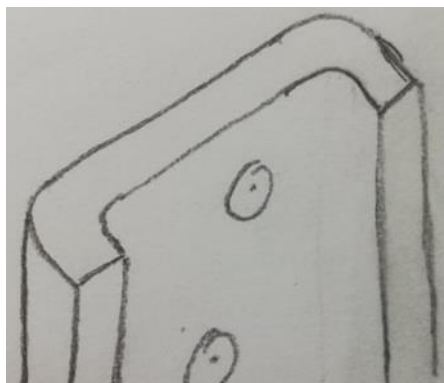
Deske so žagane, letnice tečejo vzdolžno in imajo krajšo življenjsko dobo zaradi pretrgane celične zgradbe lesa.



*Slika 12: Prikaz rezanja celice*

*(vir slike 12: Lastni)*

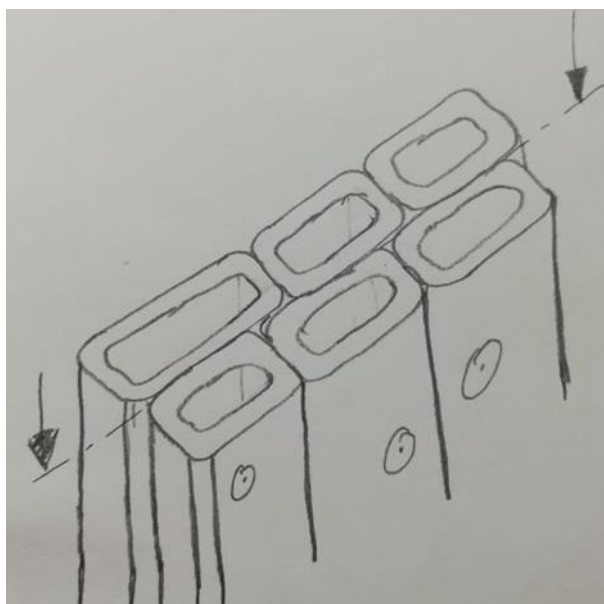




*Slika 13: Prerez celice*

*(vir slike 13: Lastni)*

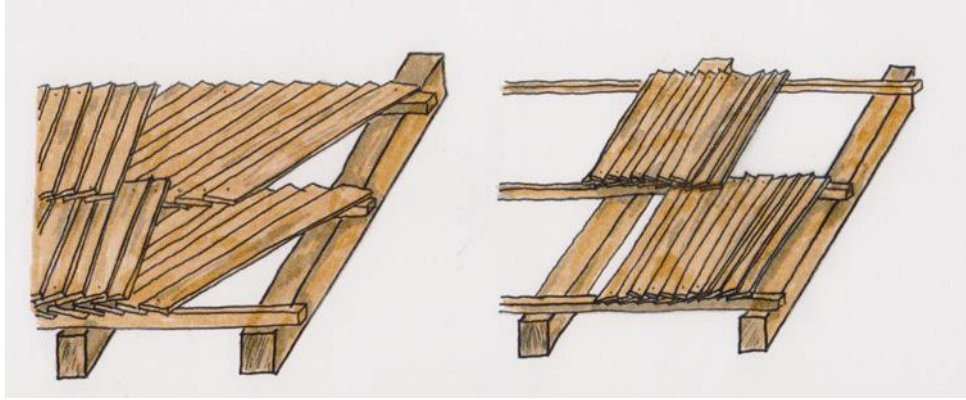
Skodle pa se izdelujejo s tehniko cepljenja in imajo bistveno daljšo življenjsko dobo. Celična stena ohrani svojo obliko, les se cepi ob celični steni. Ohranjena oblika celice prepreči vdor atmosferilij vode.



*Slika 14: Prikaz cepljenja*

*(vir slike 14: Lastni)*

Koroške skodle so v debelino merile le nekaj milimetrov, v dolžino pa le pol metra, medtem ko so skodle na Gorenjskem merile v debelino okoli centimeter in dosegale dolžino do metra in pol. Skodle so se na Koroškem polagale pod kotom in v dveh plasteh, na Gorenjskem pa vzporedno v ravnino.



*Slika 15: Prikaz prekrivanja*

*(vir slike 15: Deu, 2009)*

Zatrepi trikotne oblike je bistveni del lesene strešne konstrukcije. Le-ta je vedno lesena, ima vertikalno nabite deske in je brez zračnih odprtin. Glavna funkcija zatrepa je, da s svojo maso in dimenzijami povezuje ostalo konstrukcijo strehe. Vanj so pogosto izrezane prezračevalne line.

Čop strešne kritine je skoraj ključen del slovenske vernakularne arhitekture. To je ostanek štirikapne strehe, s tem so zmanjšali težave zatrepa. Čop deluje kot stranski zaključek oziroma zaščita vrha strehe.



*Slika 16: Čop*

*(vir slike 16: Lastni)*

### **7.2.5. Odprtine**

Velja, da so vhodna vrata obraz hiše, predstavljajo status domačije. Glavni material vrat in oken je bil les, večinoma macesen. Vrata so bila dvokrilna ali enokrilna. Običajno so bila izdelana s polnili, z različnimi okraski. Okna so bila majhna, prav tako tudi vrata. Okna v osemnajstem stoletju niso bila večja od dimenzij trideset krat štirideset centimetrov. Vgrajena so bila na zunanji rob odprtine, na notranji rob ali pa kombinacijo obojega. Gre za kombinacijo, posebej pri dvojnih okenskih vratih (notranjih in zunanjih + naoknice).

Okna so zastekljena na notranji strani, na zunanji strani pa imajo naoknice, ki so praviloma barvane v eni barvi. Naoknice imajo špranje, ki pod kotom prepuščajo nekaj svetlobe skozi steklo v prostor. Okna so običajno dvokrilna, s po tremi stekli na vsako krilo. Velikokrat je steklo vdelano naravnost v utor okvirja, brez kita, kot dodatek za pritrditev stekla pa so uporabljali kovinske zagozde. Takšna vgradnja stekla predstavlja velik problem pri njegovi menjavi, saj je potrebno celotno krilo razdreti.

Okna so vgrajevali zaradi dovoda svetlobe, prezračevanja in razgleda iz prostora. Okenski okvirji so imeli zunanjo obrobo, ki je dajala zaključen dekorativni videz celoti.



*Slika 17: Okna*

*(vir slike 17: Deu, 2009)*

### **7.2.6. Stopnišče**

Obvezen del stanovanjskih objektov, ki so imeli dvignjen vhod v bivalne prostore, je bilo zunanje stopnišče. Sestavljalo ga je dvojno ali enojno stopnišče z zunanjim podestom. Dvojno stopnišče je bilo oblikovano kot dominantna vzdolžne fasade. Praviloma je bilo postavljeno v sredino navidezne vzdolžne osi zgradbe. Stopnišče je lahko bilo zidano, zidano in oblečeno v les ali v celoti leseno. Pritlične hiše in kašče so imele le zunanji podest.



*Slika 18: Stopnišče*

*(vir slike 18: Deu, 2009)*

## **8. ZGODOVINA RAZVOJA LESNIH VEZI**

Stene kot gradbeni element lesenih hiš so največkrat narejene iz tesanih brun. Sestavljene so iz horizontalno sestavljenih elementov, ki so v vogalih povezani. Povezani so lahko z zahtevnejšim rogljičenjem ali pa preprostimi vezmi. Z različnimi okrasnimi in kompleksnimi vogalnimi vezmi so tesarski mojstri dokazovali svoje izjemne spretnosti in znanje ter s tem izdelku dodali tudi višjo estetsko vrednost.

### **8.1. Iznajdba orodja**

Razvoju lesenih zvez lahko sledimo skozi zgodovino orodja. Človek je začel proizvajati orodja za oblikovanje predmetov, ki jih je našel v naravi. Ta so bila narejena iz izbranih naravnih materialov (vej, bambusa, trave, živalskih snovi - kosti, rogovi) in obdelana z enostavnim brušenjem. Tako so nastale osti, noži, žage, igle, ki so najavile začetek tehničnega razvoja. Izboljšave orodij so vplivale na številne spremembe osnovnih lesenih zvez. Hkrati so iskali rešitev, kako narediti zveze bolj čvrste, močne in manj vidne. Zato so nastale različne lesene zveze, ki so ustrezale pogojem in zahtevam časa. (Kitek Kuzman, 2001).

### **8.2. Vrste lesenih vezi**

Ločimo dve vrsti lesenih zvez:

- mizarske lesne vezi ( uporabljajo se pri izdelavi stavbnega in masivnega pohištva in pri predelanem lesu),
- tesarske lesne vezi, ki se uporabljajo pri gradnji lesenih ostrešij in zgradb in so se razvijale v okviru obrti tesarstva.

V raziskovalni nalogi se bom osredotočil le na razstavljljive lesne vezi, ki so funkcionalne in sestavljene brez nelesnih elementov.

### **8.3. Tesarske lesne vezi**

Skozi zgodovino se je velik del razstavljljivih lesni vezi uporabljal in razvil prav v tesarstvu, saj so elementi, ki se uporabljajo v tesarstvu, največkrat velikih dimenzij in teže. V tesarstvu se skozi vso zgodovino in še danes s pridom izkorišča gravitacijsko silo in težo elementov, ki sestavljajo konstrukcijo.

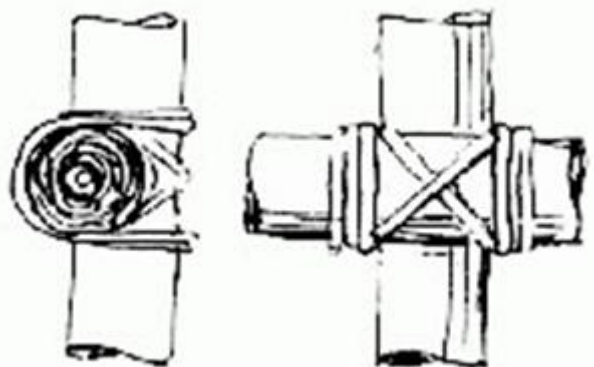
Tesarstvo se prične razvijati šele ob pridobitvi prvih železnih orodij za obdelavo lesa.



*Slika 19: Tesarsko orodje*

*(vir slike 19: Kitek Kuzman, 2001)*

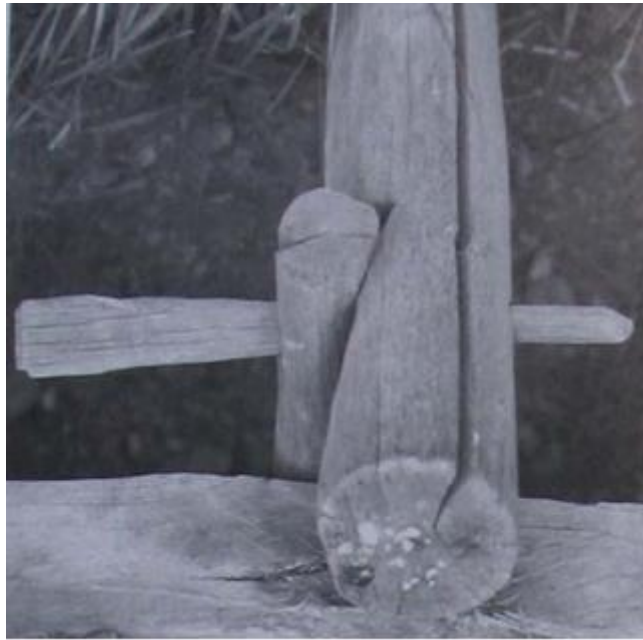
Tako prve kolibe ne kažejo tesarskih zvez, temveč so pletene. Za pletenje ni potrebno orodje: kol je zabiti v zemljo, stena ali streha je pletena iz šibja in premazana z glino ali prekrita s slamo. Poleg olupljenih prepletenih vej so za povezovanje sprva uporabljali tudi živalske kite ali usnjene trakove, ki so s svojo elastičnostjo dajali sestavljenim lesenim delom potrebno prožnost. Rogovilaste veje so služile kot zgled kasnejših lesnih zvez, vendar je šele človek omogočil stike, preklope in splete. Konstrukcija lesenih kolov je bila povezana med seboj s šibami in vrvmi, narejenimi iz vlaken rastlin, dokler je bil v uporabi les okroglega prereza. (Kitek Kuzman, 2001)



*Slika 20: Lesne zveze, najdene v zgodnjih stavbah*

*(vir slike 20: <http://www2.arnes.si/aa/2001/kite01cl.html>)*

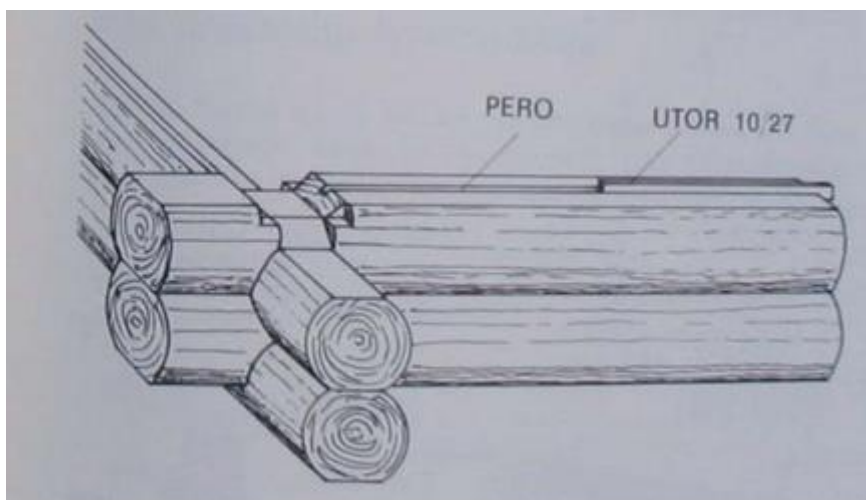
Pomembna prelomnica pričvrščevanja je bil lesen klin ali trn, ki je bil pogosto narejen iz bukovine in zabiti v sveži les. Klin je poleg vezenja zagotovil tudi prenos sil na vozlišča. (Kitek Kuzman, 2001)



*Slika 21: Uporaba lesenega klina*

*(vir slike 21: Gerner, 2000)*

Med prve hiše nedvomno sodijo lesene hiše. Ker je bila lesna surovina v bližini in je bilo na pretek, se je razvila kladna gradnja hiš. (Dekleva, 1976)



*Slika 22: Kladna gradnja*

*(vir slike 22: Dekleva, 1976)*

Prve konstrukcijske zveze so bile iz zveze dveh kosov lesa po principu čepa in peresa. Te zveze so se razvile, ko je bilo na razpolago orodje za izdelovanje lukenj. Na začetku so si pomagali z ognjem in prvimi kamnitimi orodji. (Kitek Kuzman, 2001)





*Slika 23: Čep in luknja*

*(vir slike 23: Gerner, 2000)*

Ko so iznašli kovinski sveder s spiralno obliko, so lesne vezi zaradi dodatne trdnosti pogosto učvrstili s klinom. Tesarskim vezem se je poleg trdnosti povečal tudi estetski videz. (Kitek Kuzman, 2001)



*Slika 24: Funkcionalnost in estetika*

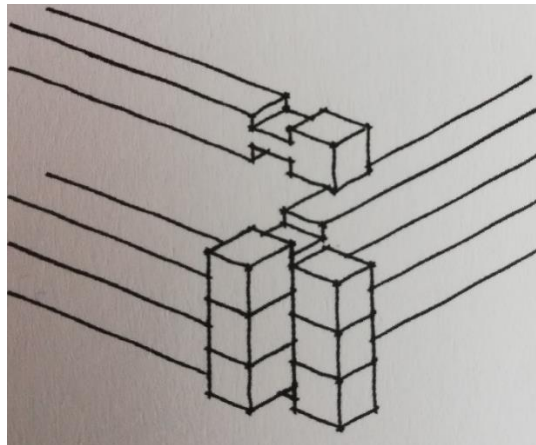
*(vir slike 24: Gerner, 2000)*

## 9. ANALIZA VOGALNIH VEZI

Obdelava lesa ima dolgo zgodovino. Industrijska proizvodnja, ki išče najrazličnejše poti do racionaliziranja izdelave, se je med lesnimi vezmi omejila le na nekaj osnovnih vezi, tako pri spajanju delov iz naravnega lesa kot pri spajanju delov predelanega lesa. Zamudne ročne izdelave ne srečujemo več niti v najskromnejših mizarskih delavnicah. Žal pa je s strojno izdelavo vezi izginilo precej domiselnih rešitev vezanja lesenih delov, ki so imele tudi poudarjen estetski videz. (Rozman, 1997)

### 9.1. Zveza tesanih brun s preklopom

Je najosnovnejša zveza, ki se teše iz že vnaprej pripravljenega tesarskega materiala, vogalni spoj pa je izjemno trden. Za izdelavo je kladna zveza oziroma preploščitvena vez izjemno enostavna. Običajno se zveza prekrije s slojem gline, saj je sicer nezaščiten pred zunanjimi vplivi in zamakanjem, zaradi česar les hitreje propade. Zvezo po trdnosti opredeljujemo med najtrdnejše vezi, istočasno pa med najenostavnejše za izdelavo. Vezava je nosilna oziroma trdna samo v primeru, kot je prikazan na spodnji sliki, če pa zveza nima ostanka mase oziroma dodatnega celega dela tesane brune, vezava ni nosilna.



Slika 25: Skica zlaganja tesanih brun

(vir slike 25: Juvanec, 2009)



Slika 26: Zveza tesanih brun s preklopom

(vir slike 26: Deu, 2009)



## 9.2. Kladna zaobljena vez

Iz te vezave bi lahko prepoznali prvine preploščitvene ali kladne vezi, saj če odstranimo zaobljenost roglja, nam ostane osnovna kladna zveza. V tem primeru opazimo stopnjevanje zahtevnosti izdelave, vendar vezavo še vedno opredeljujemo med relativno lahke vezi glede na zahtevnost izdelave. Po stopnji trdnosti jo uvrščamo med srednje trdne vezave.



*Slika 27: Kladna zaobljena vez*

*(vir slike 27: Lastni)*

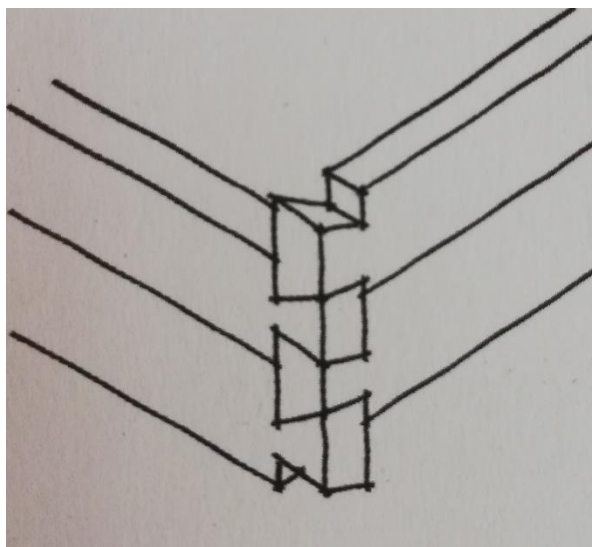


*Slika 28: Kladna zaobljena vez novo*

*(vir slike 28: Premrov, 2015)*

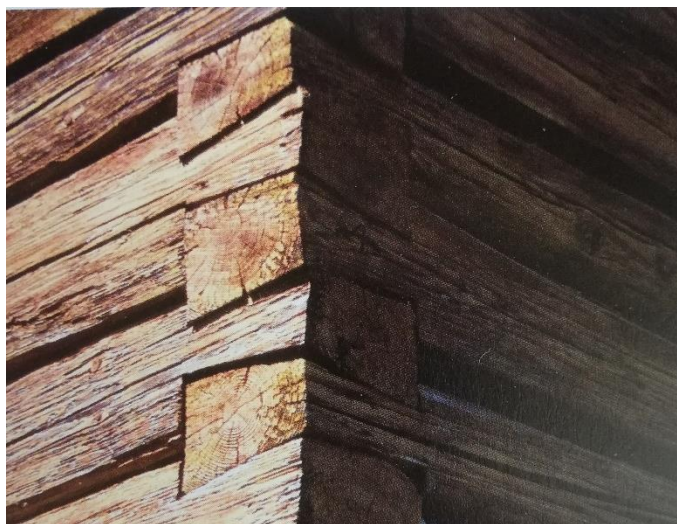
### 9.3. Lastovičja vez

Vez je zaprtega ali odprtega tipa, kot tudi druge vezi pa je tudi ta narejena iz tesanih plohov. Vez je tridimenzionalna, kjer ima vsaka naležna ploskev v prostoru različen kot. Prerez notranjosti spoja pa je vedno manjši od zaključne ploskve, ki je navzven vidna. Ker tramovi zaradi dejavnikov, kot so: slaba izdelava spoja ali pa fizikalnih lastnostnih lesa, kot je zvijanje in pokanje, vedno ne tesnijo popolnoma, kot tesnilno maso uporabimo glino. Zvezo opredeljujemo med relativno lahke vogalne vezi po stopnji zahtevnosti izdelave.



*Slika 29 Skica lastovičji rep*

*(vir slike 29: Juvanec 2009)*



*Slika 30: Zveza z lastovičjim repom*

*(vir slike 30: Deu, 2009)*

#### 9.4. Lastovičja vez z enostranskim polkrogom

Vogalna vez ima za osnovo klasično obliko lastovičjega repa, vendar so izdelovalci vez nadgradili z dodatnim polkrogom na eni strani. S tem so mojstri dodatno otežili izdelavo vezi, a so povišali njeno vrednost, tako estetsko kot strokovno. Zvezo po stopnji zahtevnosti za izdelavo uvrščamo med srednje zahtevne vezave, po trdnosti pa jo opredeljujemo kot trdnejšo vez od navadne vezave lastovičji rep.



*Slika 31: Lastovičja vez z enostranskim polkrogom*

*(vir slike 31: Lastni)*

## 9.5. Lastovičja vez z dvostranskim polkrogom

Lastovičja vez z dvostranskim polkrogom je nadgradnja prejšnje vezi, saj ima polkrožni spoj na obeh straneh, čelno in stransko. Z dodanim polkrogom so izdelovalci še dodatno otežili izdelavo vezi in podaljšali čas izdelave. Vendar z vsakim dodanim umetniškim elementom izdelku povečamo vrednost. Vezava, katere osnova je vez lastovičjega repa, spada med najtrdnejše vezave in v skupino srednje zahtevnih vezav za izdelavo.



*Slika 32: Lastovičja vez z dvostranskim polkrogom*

*(vir slike 32: Lastni)*

## 9.6. Unikatne izdelave

Posebno profilirano oblikovani roglji pričajo o bogatem poznavanju tesarske stroke. Hišam dajejo dodatno estetsko vrednost. Izdelava tovrstnih vezi je bistveno zapletenejša, dražja in zahteva več časa. V njih se kaže zapuščina starih tesarskih mojstrov. Na Koroškem beležimo le en obstoječ primer tovrstne vezave, lahko pa le ugibamo, ali je ta vez unikat ali jih je v preteklosti bilo več.

Vezavo uvrščamo po izdelavi med najzahtevnejše poznane vogalne zveze, po nosilnosti pa med najtrdnjše.



*Slika 33: Unikatna vez*

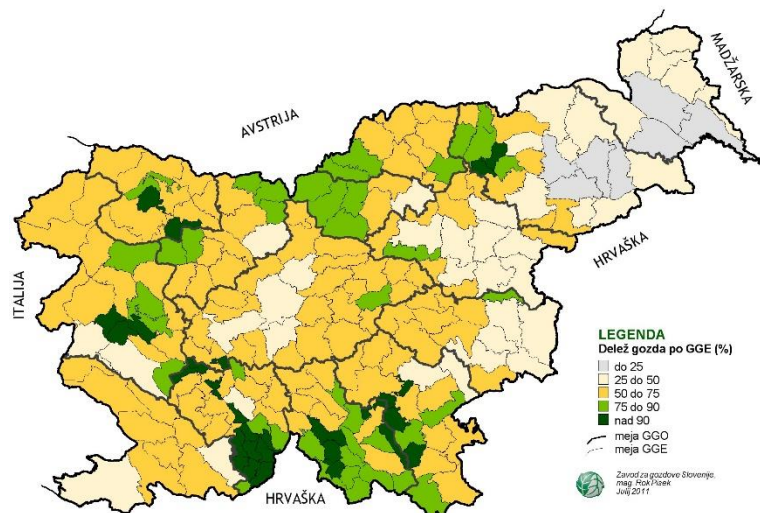
*(vir slike 33: Deu, 2009)*

## 10. SUROVINE

Enkratnost lesa izhaja iz variabilnosti njegove zgradbe in bogastva tekstur. Človek les izkorišča za svoje potrebe že od prazgodovine naprej, za kurjavo ali za gradnjo svojih bivališč.

Les je pomembna gospodarska dobrina. Slovenija spada med najbolj gozdnote države v Evropi, gozd pokriva več kot polovico državne površine – 1.180.281 hektarjev. Pretežni del slovenskih gozdov je v območju bukovih, jelovo-bukovih in bukovo-hrastovih gozdov, ki imajo razmeroma veliko proizvodno sposobnost. Letni prirastek znaša med tremi in štirimi odstotki prostorninskih metrov na hektar, vendar moramo upoštevati, da je povprečen čas rasti drevesa med 80 in 100 let. Ugotavljamo, da so gozdovi in les dolgotrajna naložba.





Slika 34: Gozdnatost Slovenije

(vir slike 33 : [http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/gozdovi\\_SLO/Karte/Gozdnatost\\_KO.jpg](http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/gozdovi_SLO/Karte/Gozdnatost_KO.jpg))

Posekan in posušen les se zaradi svojih konstrukcijskih lastnosti uporablja za različne namene. Skozi celotno zgodovino človeštva je imel les pomembno vlogo kot gradbeni material, to vlogo ima še danes. Les se zaradi svojih konstrukcijskih lastnosti, kot so natezna trdnost, tlačna trdnost in upogib, že od nekdaj uporablja kot gradbeni element ostrejši in tudi celotnih stanovanjskih objektov.

Zaradi pomanjkanja drugih gradbenih materialov za lastne gradbene potrebe so skozi zgodovino uporabljali materiale, ki so bili najdostopnejši. Uporabljali so materiale iz okolja, v katerem so bivali, se pravi, da so uporabljali »lokalne materiale«.

Pri nas za gradnjo največ uporabljamo les smreke, rdečega bora, jelke, macesna, bukve in hrasta. Za pravilno izbiro drevesne vrste moramo dobro poznati njene lastnosti, kot so gostota, trdnost, naravna trajnost, dimenzijska stabilnost, sušenje in cena lesa. V zgodovini pa so največkrat uporabljali les smreke in macesna.

Seveda pa zaradi dejstva, da je les naravni material, obstajajo tudi njegove številne slabosti. Izpostavljen je napadom številnih škodljivcev, je gorljiv in tudi anizotropen. To pa so največje pomanjkljivosti lesa kot konstrukcijskega materiala. Da se les čim bolj zaščiti pred škodljivci, ga moramo pred vgradnjo pravilno in dovolj osušiti. Dopustna vlažnost lesa je predpisana z ustreznimi evropskimi predpisi, glede na posamezne primere njegove uporabe. Velja pravilo, da je les posekan v času zimske sečnje (~ 21. decembra), takrat v stanju, ki mu omogoča, da je odpornejši na ogenj, določeni datumi sečnje pa omogočajo višjo stopnjo odpornosti na škodljivce

Zanimiva lastnost je tudi gorljivost lesa, saj, v nasprotju s pričakovanji, les v primerjavi z betonom in jeklom prevzema večje požarne obremenitve. Pri gorenju na svoji površini ustvarja zoglenelo plast kot neke vrste samozaščito.

Biološki in antibiološki vplivi povzročajo razne deformacije in poškodbe v lesni masi, ki se izkazujejo v odstopanjih od normalnega izgleda lesa. Vsa odstopanja, ki negativno vplivajo na lastnosti lesa, imenujemo napake lesa. Te delimo v šest osnovnih skupin:

- napake v obdobju rasti drevesa;

- napake pri sušenju lesa;
- napake zaradi nepravilne obdelave lesa;
- poškodbe lesa zaradi fizikalno-mehanskih poškodb drevesa;
- napake v barvi lesa;
- napake zaradi delovanja škodljivcev.

## **11. LES KOT GRADBENI MATERIAL**

### **11.1. Lastnosti lesa**

Lastnosti lesa se delijo na:

- fizikalne;
- estetske;
- mehanske;
- fizikalno-kemijske.

#### **11.1.1. Fizikalne lastnosti lesa**

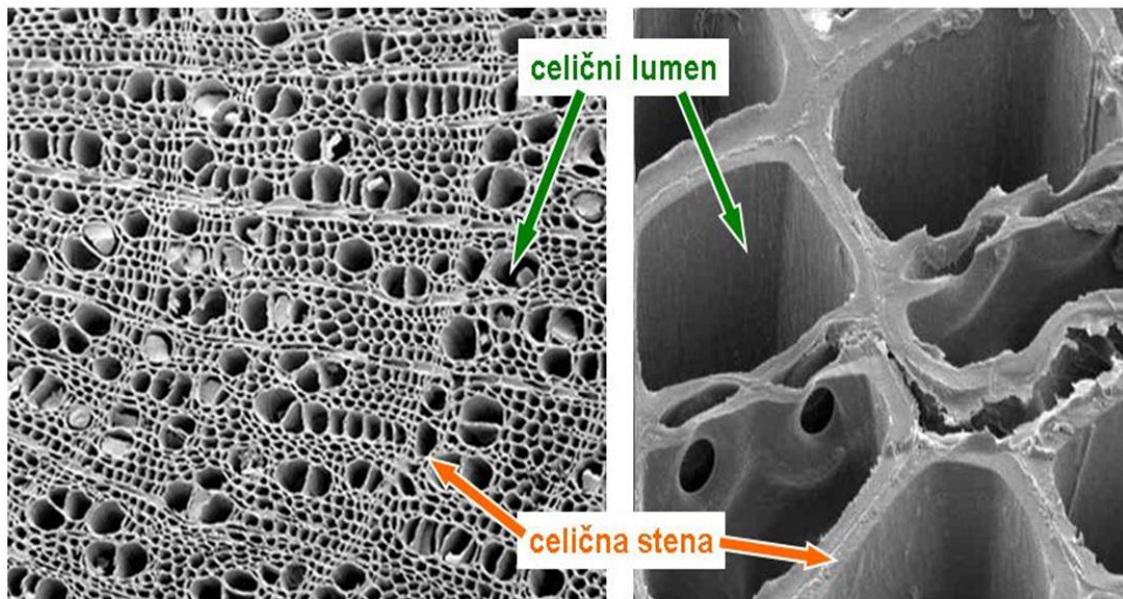
Fizikalne lastnosti lesa imajo velik pomen pri gradnji lesenih hiš in izbiri ustrezne drevesne vrste. So posledica njegove zgradbe in pridejo do izraza, kadar je les izpostavljen zunanjim naravnim silam (valovanje zvoka, gibanje vode, svetlobni žarki, toplotne spremembe ipd.). Največji pomen pa imajo te lastnosti pri uporabi in obdelavi lesa (npr. nabrekanje in krčenje lesa, vlažnost), druge pa uporabnost lesa opredeljujejo v gradbeništvu, pri izdelavi glasbil in opremljanju interierjev. (*Čermak 1998, str.51*)

Fizikalne lastnosti lesa so tudi:

- gostota;
  - luknjičavost in poroznost;
  - nabrekanje in krčenje;
  - vlažnost;
  - prevodnostne lastnosti.
- (*Čermak 1998, str. 65-67*)

#### **11.1.2. Luknjičavost ali poroznost**

Zaradi oblike celične zgradbe je les luknjičav material. V svoji zgradbi ima številne manjše in večje luknjice oziroma prostore, ki opravljajo pomembne naloge za življenje in rast drevesa, ko je les še živ. Te luknjice imajo podobno vlogo kot interni transport po drevesu, po njih se pretaka voda, v kateri so raztopljene rudninske snovi, skladiščijo se razne ekstraktivne snovi in rezervna hrana. Prazni prostori, ki vse omenjeno zagotavljajo, so celični lumni, medkristalitni prostori in medcelični prostori. Skupaj te prostore imenujemo poroznost lesa, ki ima pomembno vlogo tudi pri uporabi in obdelavi lesa.



Slika 35: Celice lesa

(vir slike 35:

[https://www.google.com/search?q=celi%C4%8Dni+lumni&rlz=1C1GCEA\\_enSI787SI787&sxsrf=ALeKk03GGf9mn7OjoDgMrjUzxMCM6TAMpw:1616691171674&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewiMy\\_7388yvAhUiIcUKHU5OARAQ\\_AUoAXoECAEOAw&biw=774&bih=746#imgrc=5w\\_MBw89Lj0LCM](https://www.google.com/search?q=celi%C4%8Dni+lumni&rlz=1C1GCEA_enSI787SI787&sxsrf=ALeKk03GGf9mn7OjoDgMrjUzxMCM6TAMpw:1616691171674&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKewiMy_7388yvAhUiIcUKHU5OARAQ_AUoAXoECAEOAw&biw=774&bih=746#imgrc=5w_MBw89Lj0LCM))

### 11.1.3. Gostota lesa

Pri določeni vlažnosti je gostota razmerje med volumnom danega telesa in maso. Formula za izračun mase:  $\text{gostota} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$ . Iz tega lahko sklepamo, da je gostota lesa odvisna od vsebnosti vode v njem. Razlikujemo:

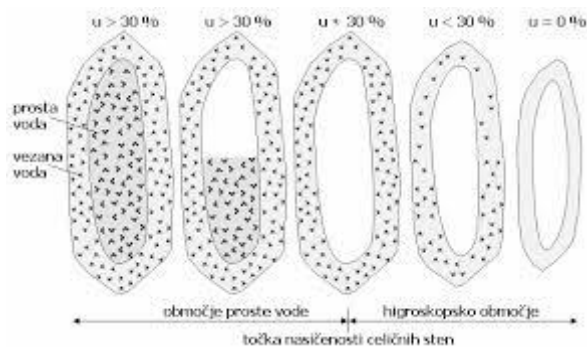
- gostoto sveže posekanega lesa;
- gostoto polsvežega lesa ( 25-35%);
- gostoto zračno suhega lesa ( 12-15%);
- gostoto absolutno suhega lesa ( 0%).

Gostota lesa ima tudi neposreden vpliv na mnoge druge lastnosti lesa, npr. na njegovo trajnost, kar je pri leseni gradnji ključen dejavnik. Gostota je pomembna tudi za kontroliranje in ugotavljanje lesne vlažnosti.

### 11.1.4. Vlažnost lesa

V živem drevesu voda opravlja transport organskih in rudninskih snovi po celem drevesu, kar je izjemno pomembna funkcija za življenje. Voda se giblje po drevesu navzgor in navzdol. V posekanem lesu ima voda direkten vpliv na tehnološke lastnosti, pri tem pa tudi vpliva na uporabo in obdelavo. V lesu vodo delimo na vezano oziroma higroskopsko, ki se nahaja v celičnih stenah, natančneje v medkristalnih prostorih, in pa prosto oziroma kapilarno vodo, ki se nahaja v celičnih lumnih. Vezana voda je na lesno snov vezana z velikimi molekularnimi silami, zato tudi težje izhlapeva in se počasneje giblje skozi les.





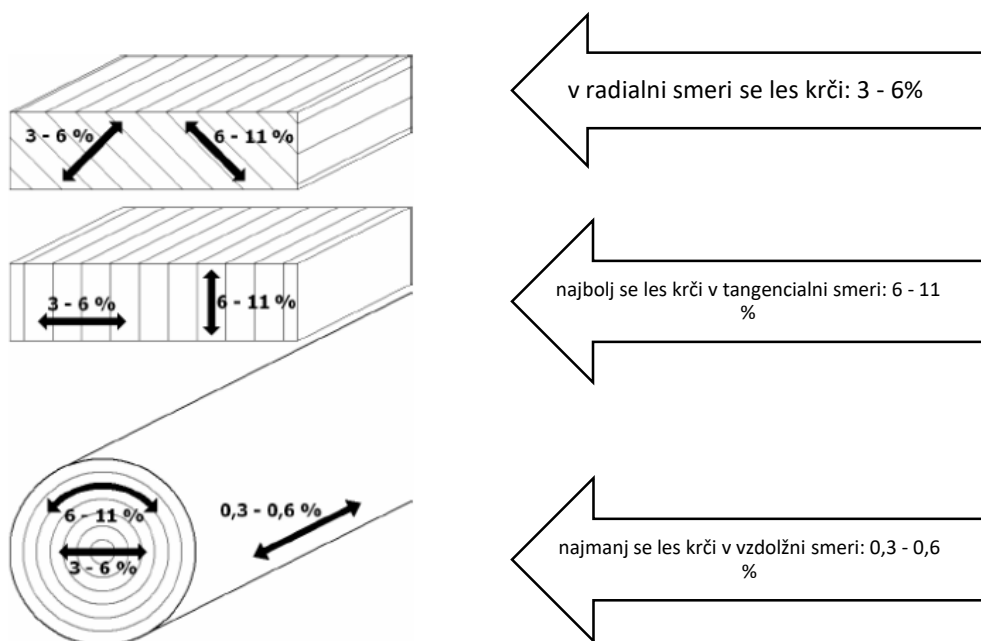
Slika 36: Voda v lesu

(vir slike 36: [https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES\\_LASTNOSTI.pdf](https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES_LASTNOSTI.pdf))

Proces sušenja lesa se prične takoj po poseku, ko celicam onemogočimo dovajanje sveže vode iz korenin. Iz lesa najprej izhlapi vsa kapilarna voda, šele nato higroskopska voda.

### 11.1.5. Nabrekanje in krčenje lesa

Pri izhlapevanju vode les postaja lažji, zmanjšuje se tudi volumen in njegove dimenzije. Pri procesu izhlapevanja kapilarne ali proste vode se les ne krči, zmanjša se mu le gostota. Krčenje, pokanje in zvijanje lesa pa nastopi, ko začne iz lesa izhlapevati tudi higroskopska ali vezana voda. Les se skrči volumensko in linearno, linearno se krči longitudinalno, tangencialno in radialno.



Slika 37: Linearni skrčki lesa

(vir slike 37: [https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES\\_LASTNOSTI.pdf](https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES_LASTNOSTI.pdf))

Ker je les higroskopičen material, vpija vlago iz ozračja in jo tudi oddaja. Kadar vpije vodo oziroma nabreka, se tudi povečajo njegove dimenzije, gostota, in volumen. Ko sprejema higroskopsko vodo, ki se sprejema le od stanja absolutno suhega lesa pa do točke zasičenosti celičnih sten (22 - 35% lesne

vlažnosti), les nabreka. Pri točki TNCS so interkristaltni prostori in celične stene napolnjene z vodo. Takrat se nabrekanje preneha, gostota lesa pa se še naprej povečuje. Nabrekanje poteka linearno oziroma v longitudinalni, tangencialni in radialni smeri. Nabreka tudi volumensko.

### 11.1.6. Prevodnostne lastnosti lesa

Les ima tako kot vsi drugi materiali določene prevodnostne lastnosti, ki so: toplota, elektrika in akustika.

#### 1. Toplotne lastnosti lesa

Les se počasi ohlaja in tudi počasi segreva, kar pomeni da je slab prevodnik toplote. Pri lesenih stavbah je lastnost lesne toplotne izolacije velika prednost. Prevodnost toplote pa ni pri vseh drevesnih vrstah enaka, narašča z vlažnostjo in gostoto lesa.

#### 2. Akustične lastnosti lesa

Lesna masa ima mnoge sposobnosti na področju akustične prevodnosti, ima sposobnost vpijanja in resonance zvoka. Les zelo dobro prevaja zvok. Po zračno suhem lesu se v smeri lesnih vlaken zvočno valovanje širi od 10 do 15-krat hitreje kot v zraku.

Iz tega razberemo, da je les slab zvočni izolator, na kar vpliva gostota lesne mase. Zvočna izolacija materiala je odvisna od poroznosti, debeline in vlažnosti, neposredno pa na to vpliva gostota.

#### 3. Električne lastnosti lesa

Suh les zaradi nizke vsebnosti vode zelo slabo prevaja električni tok, z višjo vlažnostjo pa izolativnost upada. Poleg vode v lesu na električno prevodnost vplivajo tudi gostota lesa, kemična sestava, smeri prevajanja in drevesne vrste.

## 11.2. Mehanske lastnosti

Mehanske lastnosti lesa lahko označimo tudi kot odpornost lesa proti zunanjim silam. Zunanje sile lahko na les delujejo le začasno ali trajno, povzročajo spremembe dimenzij lesa in različne deformacije. Sprememba prvotne oblike oziroma deformacija je odvisna od vrste, smeri in velikosti delovanja zunanje sile in tudi od drevesne vrste, oblike in dimenzij sortimenta, zgradbe lesa in pa drevesne vrste.

Les ima izredne mehanske lastnosti glede na svojo razmeroma majhno gostoto. Zato ima pomembno vlogo kot gradbeni element v gradbeništvu, ladjedelništvu in izdelavi različnih konstrukcij. (*Čermak 1998, str. 68*).

Ločimo naslednje mehanske lastnosti lesa: (*Boris Aberšek 1995, str. 26 – 27*)

- tdnost;
- trdoto;
- žilavost;
- cepljivost;
- elastičnost in prožnost.

### Biotični dejavniki

Biotični dejavniki, ki povzročajo propad lesa, so različni živi organizmi. Najpogostejši škodljivci so:

- insekti;
- glive;
- alge in bakterije.

Mahovi, alge in bakterije se lahko razvijejo na le lesni površini, ki je trajno izpostavljena visoki zračni vlagi, najpogosteje na senčni strani lesene hiše. Praviloma lesne mase ne razkrajajo, povzročijo le estetsko škodo na lesu.

Strukturne in barvne spremembe v vlažnem lesu pogosto nastanejo zaradi napada glivic. V ugodnih pogojih se lahko zelo hitro razvijejo.

Glive modrikavke in plesni lahko les različno obarvajo, nespremenjene pa ostanejo trdnostne lastnosti. Ločimo tudi glive razkrojevalke, ki razkrajajo lignin in celulozo in lahko povzročijo trohnobo lesa. Najprej se lesu spremeni barva, nato pa mu hitro začnejo upadati mehanske lastnosti.

Lesni insekti so še posebej nevarni, sej pred njimi ni varna nobena lesna vrsta. Ličinke, ki vrtajo rove, lahko les mehansko ošibijo in povzročijo razne poškodbe.

### Abiotski dejavniki

Abiotski dejavniki na les delujejo kemijsko, mehansko in fizično. Na prostem je les zaradi vremenskih vplivov izpostavljen številnim dejavnikom, ki povzročajo njegov propad. Da bi lesni konstrukciji podaljšali življenjsko dobo ali preprečili nezaželene spremembe lesa, uporabljamo razna zaščitna sredstva. Lesu damo estetski videz, hkrati pa mu podaljšamo trajnost.

Trajnost lesa je odvisna od izbranega zaščitnega sistema. Dejavniki, ki vplivajo na propad lesa:

#### 1. Vlaga

Ker je les higroskopen material, oddaja in sprejema vlago glede na relativno zračno vlažnost v okolju. To opazimo v spreminjanju dimenzij lesnega segmenta. Ponavljajoče se nabrekanje in krčenje lesa močno vpliva na propad lesne strukture.

Zaradi anizotropnosti lesa je pri procesu navlaževanja in sušenja les nagnjen k pokanju in zvijanju.

#### 2. Temperatura

Kombinacija nizkih temperatur in visoke vsebnosti vlage v lesu še posebej neugodno vpliva na lesne konstrukcije. Pri nizki temperaturi notranjost in površina lesa delujeta neenakomerno, kar povzroči njegovo pokanje.

Visoka temperatura pa povzroči postopno delovanje. Ob kratki izpostavitvi lesa na temperaturo do 100 °C se zmanjša le količina vlage, ostale lastnosti ostanejo nespremenjene. Ob daljši izpostavitvi lesa temperaturi od 60 do 100 °C pa se pojavijo spremembe na celulozi, les potemni in je nagnjen k lomljenju. Pri višjih temperaturah od 105 do 200 °C se iz lesa sproščajo plini, pri izpostavitvi pri temperaturi od 260 do 290°C pa se lesna masa vžge in pride do gorenja materiala.

#### 3. Svetloba

Ker les dobro absorbira svetlobo, so njegove površine izpostavljene kemični in fizikalni fotodegradaciji, ki odpira njegovo notranjost. Na ultravijolično svetlobo je od vseh glavnih lesnih sestavin najbolj občutlivejši lignin. Ta absorbira od 80 do 95 % UV- svetlobe, zato lignin razpade v nizkomolekularne produkte, ki se z vodo izpirajo z lahkoto.

#### 4. Kemijski vplivi

Na lesno površino mnoge kemijske poškodbe povzročajo tudi atmosferski kisik. Celuloza na površini oksidira, kar vpliva na estetske in tudi fizikalne lastnosti lesa. Razkrajanje celuloze povzročajo alkalije in razne kisline. Prve tudi povzročajo razkroj lignina, plin SO<sub>2</sub> pa povzroča lesno hidrolizo.

## 12. UPORABLJEN LES ZA GRADNJO

### 12.1. SMREKOV LES

Smreka (*latinsko: Picea abies*) je v slovenskih gozdovih iglavec, ki se pojavlja najpogosteje. Ta drevesna vrsta raste v mešanih gozdovih, srečujemo pa jo tudi v čistih sestojih. Najdemo jo na višjeležečih gozdovih, manj pogosto pa v nižinah.

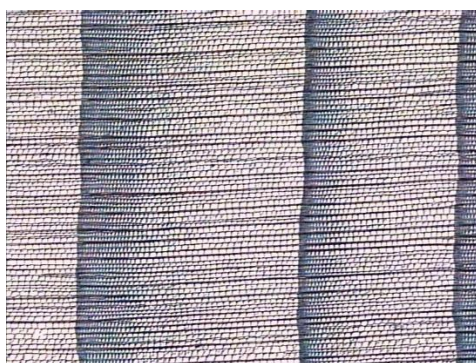
Smrekov les je belordečkaste barve. Njegova gostota je pri absolutni suhi vlažnosti 450 kg/m<sup>3</sup>. Je mehak les, srednje trd, žilav in vsebuje smolne žepe. Med sušenjem ni nagnjen k zvijanju in pokanju, je dimenzijsko stabilen in se z lahkoto posuši na zeleno lesno vlažnost.

Uporaba je vsestranska. Pogosto se uporablja kot gradbeni les, za stavbo pohištvo, obloge ter za opremljanje interierjev. Smrekov les se zaradi njegove enakomerne rasti in nizke gostote zelo enostavno obdeluje.



Slika 38: Smrekov les

(vir slike 36: <http://www2.arnes.si/~evelik1/les/smreka.htm>)



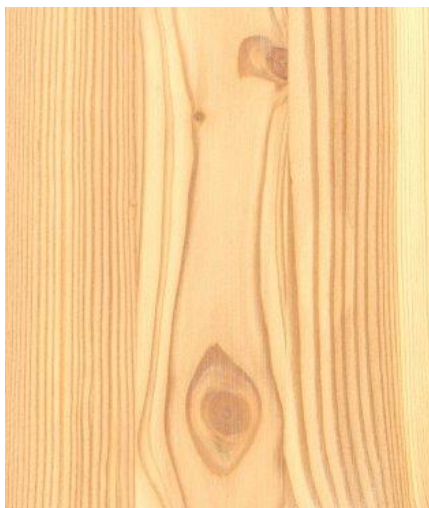
Slika: 39 Mikroskopska zgradba smrekovega lesa

(vir slike 37: [http://www2.arnes.si/~evelik1/les/smreka\\_mikro.html](http://www2.arnes.si/~evelik1/les/smreka_mikro.html))

### 12.3. MACESNOV LES

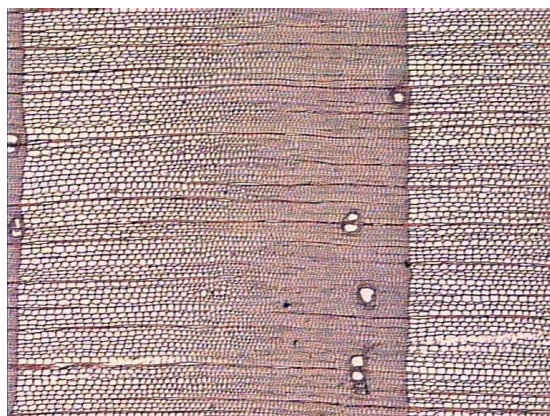
Macesen (*latinsko: Larix decidua*) je edini avtohtoni iglavec, ki med zimo odvrže iglice. Drevo zraste do višine 40 metrov in doseže premer do 1,5 metra. V mladosti je skorja gladka, v starejših letih pa aksialno razpokana. Deblo je ravno. Macesen raste od 200 do 2400 metrov nadmorske višine.

Macesnov les je zelo cenjen. Gostota absolutno suhega lesa znaša od 450 do 650 kg/m<sup>3</sup>. Jedrovina je rdečkaste barve, beljava pa rumenkaste. Les macesna se uporablja v gradbeništvu kot gradbeni les, za stavbno pohištvo in opremljanje interierjev. Les vsebuje veliko smole, zaradi česar je dobro odporen proti abiotskim dejavnikom, vendar pa to otežuje obdelavo.



Slika 40: Macesnov les

(vir slike 38: <http://www2.arnes.si/~evelik1/les/macesen.htm>)

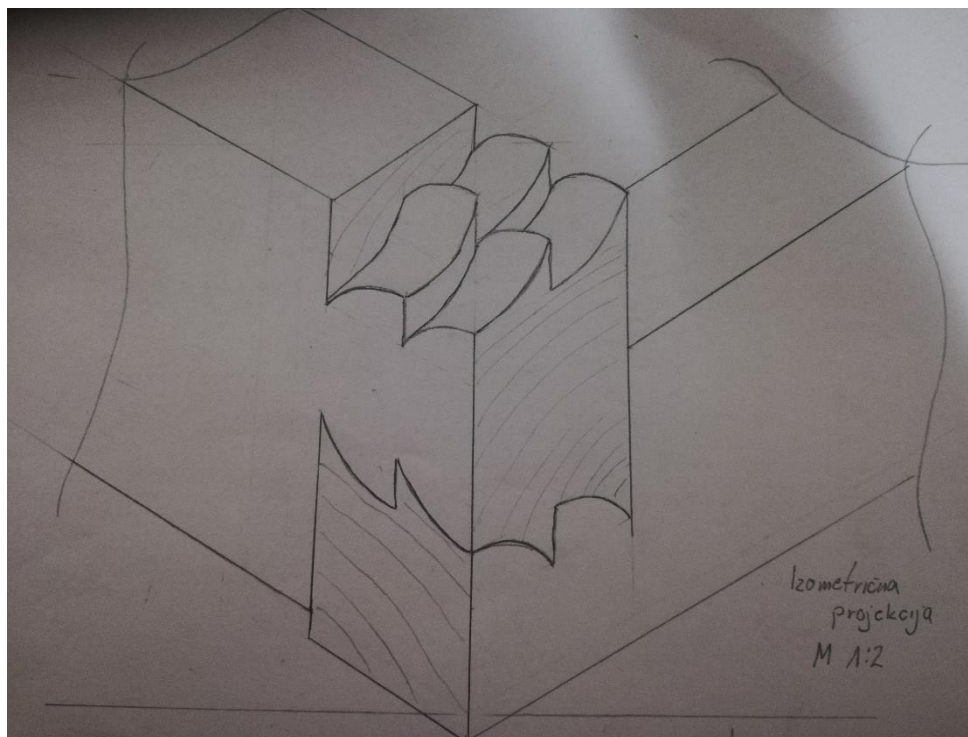


Slika 41: Mikroskopska zgradba macesnovega lesa

(vir slike 39: [http://www2.arnes.si/~evelik1/les/macesen\\_mikro.html](http://www2.arnes.si/~evelik1/les/macesen_mikro.html))

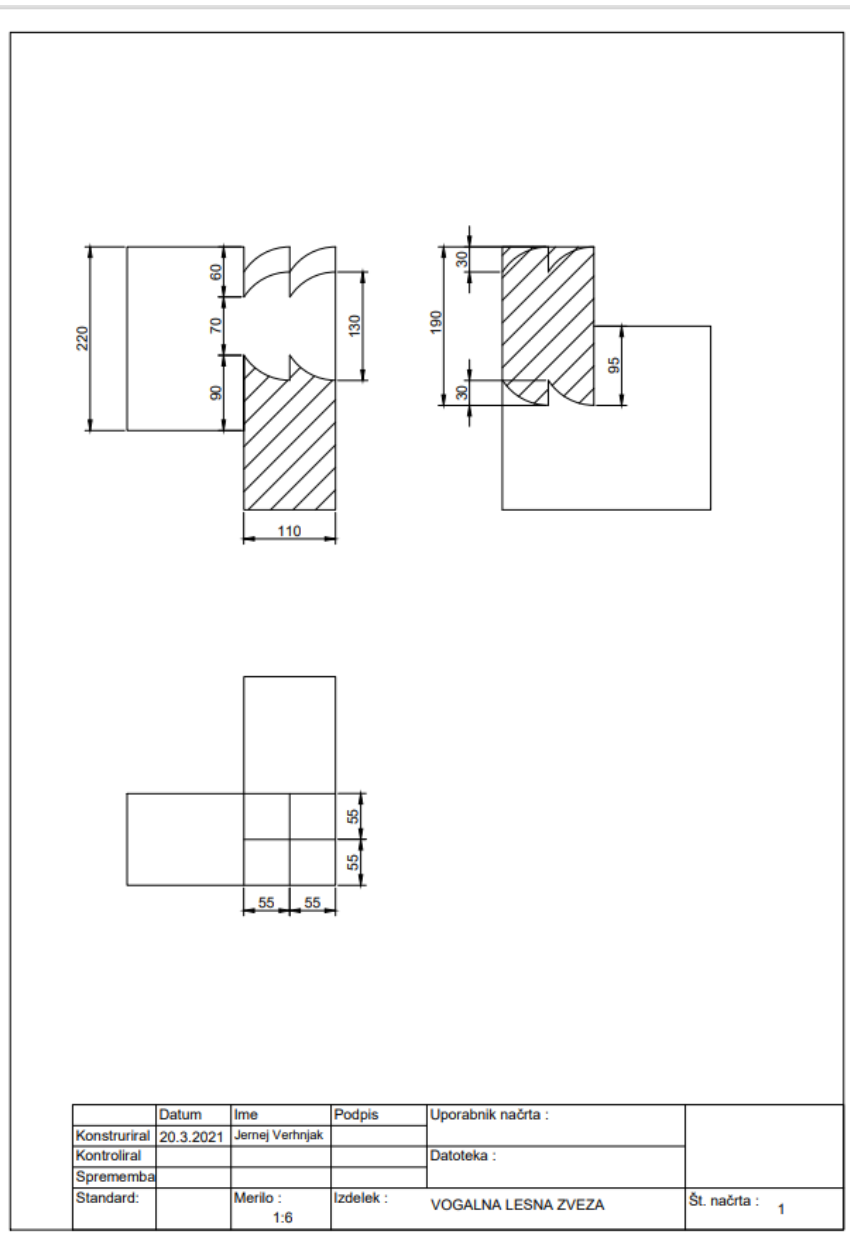
## 13. PRAKTIČNI DEL

### 13.1 Skice in ideje



*Slika 42: Skica 1*

*(vir slike 42: Lastni)*



Slika 43: Skica 2

(vir slike 43: Lastni)

## 13.2. Proces izdelave

Preden sem začel z izdelavo modelov rogljnih vezi, sem moral pripraviti dokumentacijo za izdelek. Izdelava raziskovalne naloge je potekala istočasno z izdelavo dokumentacije. Ko sem pripravil vso potrebno dokumentacijo, sem začel z risanjem skic, dimenzioniranjem in risanjem načrta, šele nato sem začel z izdelavo modela. Za izdelavo te vezi je potrebna dobra koncentracija in dobra prostorska predstava za vizualiziranje lesnih vezi. Model vezi, ki sem ga izdelal, je v celoti iz smrekovega lesa. Proces izdelave poteka v posameznih fazah. V prvi fazi sem začel z izdelavo tramov za model. Na obdelane trame sem nato zarisal obliko vezi in pričel z zarezovanjem in njenim dolbenjem. Vezi sem izdelal s pomočjo ročnih orodij (dleta, dolbila, lesenega bata in mizarske ročne žage). Zaključil sem z ročnim brušenjem lesne površine trama.



### 13.2.1 Izdelava tramov

Najprej sem tram z nadmero dolžinsko razrezal na čelilnem stroju, širinsko razžagovanje ni bilo potrebno, saj je bil tram že oblikovan z zelenimi nadmerami. Sledilo je kotno poravnavanje oziroma egaliziranje na poravnalnem skobeljnem stroju. V začetni fazi je bila izdelava trama edina stojna faza. Primarni stroji izdelave tramov so lahko polnojarmenik ali hlodovna tračna žaga, sekundarni pa poravnalni skobeljni stroj in kalibrirni skobeljni stroj.



*Slika 44: Kotno poravnavanje na poravnalnem skobeljnem stroju*

*(vir slike 44: Lastni)*

Naslednja faza obdelave je bilo debelinsko skobljanje oziroma kalibriranje sortimentov.

Po končanem procesu kalibriranja sem sortimente formatiral na končne dolžine na formatni krožni žagi. V tej fazi postopka izdelave so segmenti pripravljene na zarisovanje rogljev in izdelavo vezi.

### 13.2.2 Zarisovanje vezi

Žagarske sortimente-trame sem najprej pregledal in določil pozicijo roglja. Najprej sem si izdelal model krivulje, s pomočjo katerega sem jih na segment zarisal. Le tako so vse narisane krivulje identične. Z

uporabo narisanih skic ter kotnika, črtala in pribora za tehnično risanje sem na pet strani vsakega segmenta zarisal obliko vogalne vezi in določil odpad.



*Slika 45 Zarisovanje roglj*

*(vir slike 45: lasten)*

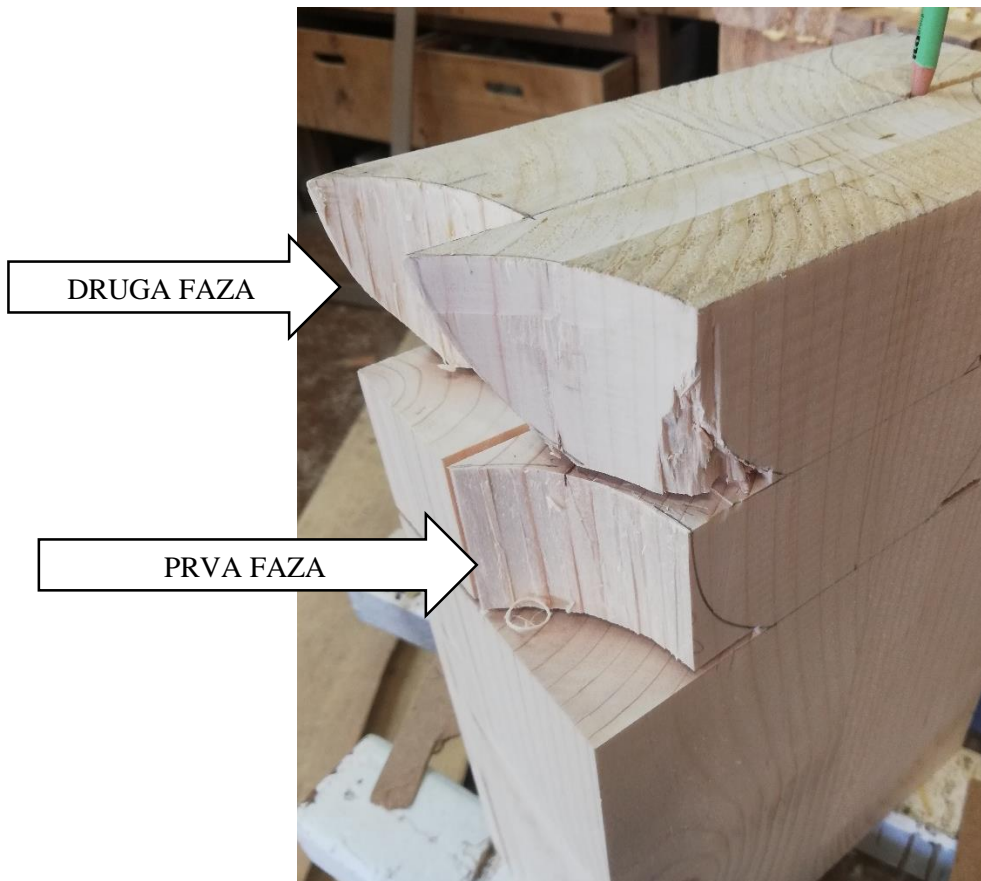
### **13.2.3. Izdelava vezi**

V tej fazi izdelave lahko pričnem z zarezovanjem in dolbenjem. Izdelava vezi je potekala brez pomoči mizarski strojev, kajti namen same izdelave je bil popolnoma ročen potek izdelave vezi. V začetni fazi je bila izdelava trama edina stojna faza. Primarni stroji izdelave tramov so lahko polnojarmenik ali hlodovna tračna žaga. Najprej sem z mizarsko ročno žago žagal v globino trama strani roglja. Dolbljenje z dleti in dolbili je potekalo v dveh fazah izdelave.

V prvi fazi sem izklesal čelno stran roglja, se pravi dve identični paralelni krivulji po celotni globini roglja.

V drugi fazi sem izdolbel krivulji, narisani na straneh trama. Krivulji sta identični, vendar na različnih višinah. Vse tri krivulje s čelne in stranske strani tvorijo zaobljeno površino.

V obeh fazah izdelave sem s prej omenjenim modelom krivulje preverjal pravilno obliko izklesane krivulje.



*Slika 46 Fazna izdelava*

*(vir slike 46: lasten)*

S pravilno geometrijo samih dlet in dolbil sem dosegel željeno obliko konstrukcijske vezi. Torej pravilna geometrija samega rezila je pogoj za dobro ostrino rezila. Na samo gladkost obdelane površine lesa odločilno vpliva tudi smer poteka lesnih vlaken. Le ta ima odločilno vlogo same gladkosti lesa po obdelavi. V nasprotnem primeru pride do lomljenja lesnih vlaken v sami zgradbi lesa, kar seveda pušča negativne posledice. Zaključil sem z brušenjem lesne površine vezi. Čas izdelave tovrstne vogalne vezi je trajal okrog 10 ur ročnega dela.



*Slika 47 Končana vezava*

*(vir slike 47: lasten)*



*Slika 48 Končana vezava 2*

*(vir slike 48: lasten)*

## 14. ZAKLJUČEK

Moja raziskovalna naloga mi je ponudila širok spekter znanja na področju samih tehnik izdelave lesnih vezi. Bil sem navdušen nad raziskavo tega področja. Ob zaključku raziskovanja sem si postavil nekaj vprašanj: Kaj sem se med raziskovanjem naučil in ali sem potrdil ali ovrgel svoje hipoteze?

Pri prvem vprašanju sem mnenja da je izdelava tovrstnih vezi zelo tehnično zahteven proces, ter je zanj potrebno veliko interdisciplinarnega znanja. Glede literarnega in drugega gradiva za teoretični del naloge, pa je problem ker je le malo napisanega specifično o lesnih vogalnih vezeh hiše. Sem tudi mnenja da sem se o izbrani tematiki ogromno naučil, saj mi to bilo predhodno še dokaj nepoznano področje.

Prvo hipotezo o funkcionalnosti in trdnosti zahtevnejših zvez sem ovrgel, saj večja trdnost ni osnovni namen zapletenih lesnih zvez. Če primerjamo najenostavnejšo kladno zvezo z najzahtevnejšo unikatno (ki sem jo tudi sam izdelal), lahko ugotovimo, da se razlikujeta le v estetskem izgledu.

Drugo hipotezo, ki potrjuje, da je potrebna velika mera znanja za izdelavo tovrstnih lesnih vezi sem potrdil. Za izdelavo vezi je potrebna velika količina strokovnega znanja in spretnosti. Potrebna je dobra prostorska predstava, za boljše vizualizacijo rogljev.

Tretjo hipotezo o vplivu oblike vogalnih vezi na estetski videz hiše sem potrdil. Zahtevnejše zveze so poseben dodatek k estetskemu videzu hiše, zato je vloženega veliko truda v njihovo izdelavo. Namen tega pa je predvsem dokazovanje mojstrskih spretnosti in povečanje estetske vrednosti hiše. Posledično pa dodajanje velike mere estetske vrednosti lesenim hišam.

Ugotovil sem, da so bili nekdanji mojstri na področju tesarstva, kot tudi mizarstva pravi skupek umetnostnih tehnik obdelave lesa. V njihovem delu se skriva kompleksnost znanj iz različnih področij poznavanja lesa, delovanja lesa, poznavanja orodja s katerim se les obdeluje. Ob zaključku njihovega ustvarjanja pa so seveda potrebovali še ogromno noto estetike, ob hkratnem upoštevanju same kulture bivanja na določenih geografskih legah.

## DRUŽBENA ODGOVORNOST

Gozdovi in drevesa nas spremljajo že od začetka obstoja človeka, torej nam je bil les kot material dan kot darilo narave. Pri njegovi obdelavi se ne ustvarja toplogrednih plinov in drugih okolju škodljivih snovi kot produkt ali stranski produkt predelave. Zato lahko rečemo, da je les res dar narave ljudem. Je naravni material, topel, diha s človekom in vpija izdihan CO<sub>2</sub>, zato je idealen za gradnjo zatočišč, hiš in drugih bivalnih objektov.

## 15. VIRI IN LITERATURA

- M. Premrov in P. Dobrila, Lesene konstrukcije, Maribor: Fakulteta za gradbeništvo, Univerza v Mariboru, 2008.
- K. Domen, Lesena gradnja in požari srednjeveških mest, "Les, Izv.6, pp. 196-201, 2001.
- Borut Juvanec, Arhitektura Slovenije, Vernakularna arhitektura, alpski del, Ljubljana: i2 Družba za založništvo, izobraževanje in raziskovanje d.o.o, 2009.
- Živa Deu, Identiteta hiš na Koroškem, Slovenj Gradec: LAS MDD, z. b. o., Slovenj Gradec, 2009
- J. Polanc in I. Leban, Les – zgradba in lastnosti, Ljubljana: Zveza lesarjev Slovenije, Lesarska založba, 2010.
- <http://www.ljubljanskobarje.si/unesco-na-ljubljanskem-barju/prazgodovinska-kolisca-okoli-alp>
- [https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES\\_LASTNOSTI.pdf](https://cpi.si/wp-content/uploads/2020/08/4-LES_LASTNOSTI.pdf)
- [http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti\\_dokumenti/Tvoriva\\_v\\_lesarstvu-Peserl.pdf](http://www.impletum.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Tvoriva_v_lesarstvu-Peserl.pdf)
-