



Utjecaj strukture na teksturu uzdužnih presjeka odabranih vrsta drva

Iva Ištok Pandur, Dinko Baričević, Gordana Orešković, Zdravko Pandur

Nacrtač – Abstract

Pri uporabi, ali i pri identificiranju neke vrste drva potrebno je poznavati i razumjeti mikroskopsku i makroskopsku građu. U radu su analizirane te slikama prikazane karakteristike anatomske građe odabranih dviju vrsta drva četinjača i četiriju vrsta drva listača na dvjema razinama, mikroskopskoj i makroskopskoj. Nadalje, pojašnjeno je jedno od estetskih svojstava drva – tekstura. Detaljno je opisan utjecaj strukture na teksturu za svih šest vrsta drva. Kod odabranih vrsta drva uočena je razlika između fine (topolovo drvo) i grube (hrastovo drvo) teksture drva, a na temelju analize ostalih vrsta drva i gradacije stupnjeva finoće teksture. Zaključno, potvrdeno je da jedinstvene karakteristike strukture drva četinjača i listača uvelike utječu na njihovu teksturu, estetski dojam i na praktičnu primjenu.

Ključne riječi: makroskopska građa drva, mikroskopska građa drva, međuovisnost strukture i teksture drva, tekstura drva

1. Uvod – Introduction

Drvo je peti najvažniji proizvod u svjetskoj trgovini (Plomion i dr. 2001). Štoviše, isti autori ističu da se značajne količine stabala sijeku kako bi se osiguralo drvo za različite namjene poput goriva, vlakna (za celulozu, proizvode od papira i ploče) i piljenu građu (za namještaj, graditeljstvo, proizvode posebne namjene i sl.). Ono je u prvom redu biološki materijal s inherentnim estetskim svojstvima koja konačnom proizvodu mogu dati konkurentsku prednost u odnosu na drugi materijal (Broman 2000). U današnje vrijeme drvo je i dalje sirovina konkurentna drugim vrstama materijala poput metala, cementa, plastike i sl., koji su sve više dostupni i traženi na tržištu.

Drvo je svojstveno varijabilna materija jer je proizvod metabolizma živoga stabla. Osnovni građevni element strukture drva je stanica. Struktura ili anatomska građa drva opisana je ovim anatomskim svojstvima drva: izgled, veličina, udjeli, raspored, organizacija, sastav i međusobni odnosi staničja, stanica i staničnih stijenka u drvu (Jirouš-Rajković i dr. 2018). Prema Tsoumisu (1991) struktura je drva njegovu »arhitektonska organizacija«, odnosno priroda i raspored njegovih fizičkih (osobito makro-

skopskih i mikroskopskih, ali i submikroskopskih) i kemijskih građevnih komponenti.

Makroskopske karakteristike drva zapažaju se običnim okom ili uz pomoć vrlo maloga povećanja, uglavnom povećala. One nastaju zbog nehomogene i različite građe drva u histološkom smislu (građe staničja drva) (Trajković i Šefc 2017). Poznavanjem strukture drva općenito moguće je pretpostaviti kako će izgledati unutrašnjost drva na nekoj od obrađenih površina. Upravo je tekstura drva definirana kao izgled anatomske građe na mehanički obrađenoj površini drva vidljiv običnim okom (Jirouš-Rajković i dr. 2018). Teksturu drva određuju dimenzije, oblik i smjer nizanjanja elemenata građe, tj. stanica drva te postotni udio i raspored pojedinih elemenata u građi drva, ravnine rezanja drva, tj. kut pod kojim su elementi građe presječeni (Trajković i Šefc 2017). Ugrenović (1950) definira teksturu drva kao pravilnu i nepravilnu. Pravilna tekstura drva nastaje presijecanjem debla pravilnoga oblika i pravilne unutarnje građe i različita je prema ravnini presjeka, dok se kod nepravilne teksture drva govori o abnormalnoj unutarnjoj građi, bez obzira na pravilnost oblika debla. Anormalne teksturne karakteristike mogu se prepoznati u obliku poprečnih rebara, valova, pruga, čvorića, ikrice i drugih slič-

nih formacija. Često su prisutne i visoko cijenjene kod vrsta poput javora, jasena, brijesta i oraha, dok su kod četinjača te karakteristike relativno rijetke. Ključni elementi pravilne makroskopske strukture drva analiziraju se na trima međusobno okomitim presjecima: poprečnom, tangentnom i radijalnom. U ovom radu analizirat će se isključivo uzorci pravilne unutarnje građe i pravilne teksture.

Tehničko drvo namijenjeno tehničkoj uporabi većinom proizvode četinjače i listače. Upravo pojedini elementi građe drva imaju veliko značenje za makroskopska svojstva drva, a time i teksturu drva različitih presjeka. Drvo četinjača smatra se onim jednostavnije i pravilnije građe jer je u uzdužnom smjeru izgrađeno uglavnom samo od traheida (imaju provodnu i potpornu ulogu). S druge strane, drvo listača ima složeniju i nehomogeniju građu, a na poprečnom presjeku drva vidljivo je da je izrazito porozno. Izgled drva karakteriziraju upravo njegova boja i tekstura (Shamaev i dr. 2021). U skladu s tim, iskustveno je poznato da drvo zbog svojih karakteristika može utjecati na osjećaj udobnosti kod ljudi (Ikei i dr. 2017). Uz pojam teksture drva Ugrenović (1950) ističe sjaj i finoću drva te ih usko povezuje s anatomskom građom drva. Pri tome navodi da je sjaj drva čista estetska vrijednost, a finoća drva i estetska i tehnička vrijednost. Poput teksture drva finoću je drva u praksi moguće gradirati prema stupnjevima od vrlo fine do grube.

U literaturi su dostupna istraživanja teksture i estetskih svojstava drva, u kojima naglasak nije izravno na njihovoj povezanosti sa strukturom drva. Od raznih autora Laina i dr. (2017) ipak utvrđuju utjecaj anatomske građe na površinsku hrapavost drva pri obradi, što utječe i na teksturu drva. Međutim, da bi se bolje razumio utjecaj strukture na teksturu drva, potrebno je temu obraditi i potkrijepiti konkretnim primjerima vrsta drva i njihovih karakterističnih presjeka. Vrste drva koje proizvode stabla dviju glavnih botaničkih skupina drveća razlikuju se prema njihovoj anatomskoj građi. Upravo pojedini elementi građe drva imaju osobito značenje za makroskopska svojstva drva, a time i teksturu njihova drva različitih presjeka. Naglasak u ovom radu stavljen je na definiranje anatomske građe odabranih vrsta drva četinjača i listača te interpretaciju njezina utjecaja na teksturu njihova drva. Ciljevi su ovoga rada: a) definirati čimbenike teksture drva i b) detaljno okarakterizirati dijagnostičku i estetsku važnost teksture odabranih vrsta drva, koristeći se samostalno napravljenim, kao i iz literature dostupnim fotografijama mikroskopskih i makroskopskih presjeka.

2. Materijal i metode – *Material and methods*

2.1 Odabir vrsta drva – *Selection of wood species*

Za potrebe ovoga rada odabrane su po dvije vrste drva četinjača i po dvije prstenasto porozne te dvije rastresito porozne vrste listača. Osnovni kriterij za odabir vrsta drva bio je specifičnost i različitost njihove strukture i teksture, uz njihovo komercijalno značenje. Ukupno je odabrano šest vrsta drva različite strukture i teksture. Unutar skupine četinjača odabrano je drvo obične jele (*Abies alba* Mill.) i drvo europskoga ariša (*Larix decidua* Mill.), a unutar skupine listača drvo hrasta lužnjaka/hrasta kitnjaka (*Quercus robur* L./*Quercus petraea* (Mill.) Liebl.), drvo običnoga jasena (*Fraxinus excelsior* L.), drvo obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) i drvo topole (*Populus* spp.).

Uzorci za izradu histoloških preparata i fotografiranje mikroskopskih presjeka te većinom za skeniranje makroskopskih presjeka drva preuzeti su iz Ksiloteke Zavoda za znanost o drvu, Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Zbog izostanka uzoraka s odgovarajućim makroskopskim karakterističnim presjecima ostatak fotografija preuzet je iz dostupne relevantne literature (Richter i Dallwitz 2000, Wägenfuhr 2007, The Wood Database 2024).

2.2. Izrada histoloških preparata i fotografiranje uzoraka – *Preparation of histological specimens and sample photography*

Histološki preparati poprečnoga, tangentnoga i radijalnoga presjeka izrađeni su za potrebe fotografiranja mikroskopske građe svake od odabranih vrsta drva. Izrada histoloških preparata cjelovit je proces koji je uključivao nekoliko faza prema Gärtneru i Schweingruberu (2013).

Svjetlosnim mikroskopom Leica i na njega postavljenom digitalnom kamerom (Dino Lite) rezolucije pet megapiksela snimljena je po jedna fotografija različitih presjeka povećana 64 puta.

2.3. Mikroskopske karakteristike i fotografije presjeka odabranih vrsta drva – *Microscopic characteristics and photographs of selected wood species*

Podaci o mikroskopskim karakteristikama odabranih vrsta drva četinjača i listača preuzeti su iz atlasa drva prema Wägenfuhru (2007).

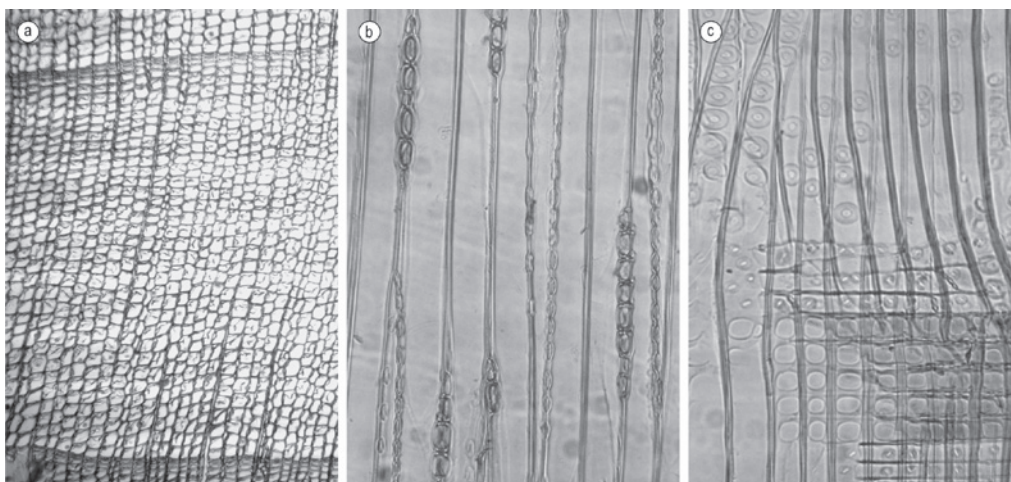
2.3.1 Drvo četinjača – *Softwood*

2.3.1.1. Drvo obične jele (*Abies alba* Mill.) – *European silver fir wood* (*Abies alba* Mill.)

U strukturi jelova drva traheide se pravilno nižu jedna na drugu u radijalnim nizovima (slika 1a). Jelovo drvo ne sadrži smolenice. Lumeni traheida ranoga drva široki su između 21,1 i 52,4 μm , a dvostruka debljina njihovih stijenki iznosi od 2,2 do 5,1 μm . Lumeni traheida kasnoga drva široki su između 6,8 i 24,6 μm , a dvostruka debljina njihovih stijenki iznosi od 6,6 do 12,3 μm . Traheide ranoga i kasnoga drva duljine su između 3,4 i 4,6 mm (slika 1c). Njihov volumni udio u drvu iznosi od 88,0 do 91,6 %. Od ostalih osnovnih elemenata građe drva drvni su traci isključivo jednoredni i homocelularni, visoki od 10 do 25 stanica te volumnoga udjela od 8,4 do 12 % (slika 1b).

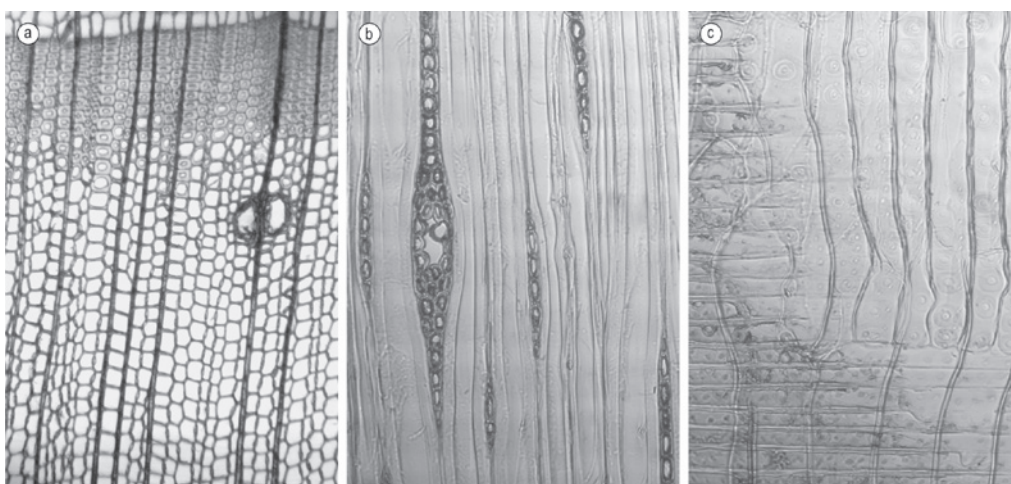
2.3.1.2. Drvo europskoga ariša (*Larix decidua* Mill.) – *European larch wood* (*Larix decidua* Mill.)

U strukturi ariševa drva traheide se pravilno nižu jedna na drugu u radijalnim nizovima poput onih u drvu obične jele (slika 2a). Drvo europskoga ariša sadrži smolenice, debelostijenoga su epitela, na poprečnom presjeku uzdužne se smolenice uglavnom nalaze u kasnom drvu. Lumeni traheida ranoga drva široki su između 35,5 i 55,0 μm , a dvostruka debljina njihovih stijenki iznosi od 3,4 do 8,2 μm . Lumeni traheida kasnoga drva široki su između 4,6 i 21,4 μm , a dvostruka debljina njihovih stijenki iznosi od 6,7 do 11,4 μm . Traheide ranoga i kasnoga drva duljine su između 2,3 i 4,3 mm (slika 2c). Njihov volumni udio u drvu iznosi od 89,0 do 93,0 %. Volumni udio drvnih trakova je od 7,0 do 11,0 %, 7



Slika 1. Mikroskopski prikaz drva obične jele: a) poprečni, b) tangenti i c) radijalni presjek

Fig. 1 Microscopic view of European silver fir wood: a) transverse, b) tangential and c) radial



Slika 2. Mikroskopski prikaz drva europskoga ariša: a) poprečni, b) tangenti i c) radijalni presjek

Fig. 2 Microscopic view of European larch wood: a) transverse, b) tangential and c) radial section

do 20 stanica su visoki, a oni su u strukturi ariševa drva jednoredni i višeredni s uklopljenom smolenicom (slika 2b).

2.3.2 Drvo listača – *Hardwood*

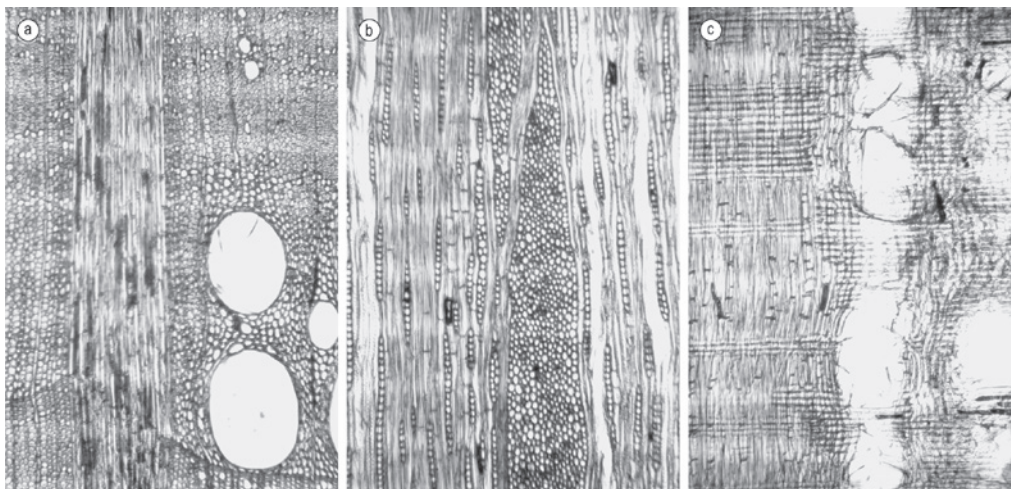
2.3.2.1 Drvo hrasta lužnjaka/kitnjaka (*Quercus robur* L./*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) – *Pedunculate oak/sessile oak wood* (*Quercus robur* L./*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)

Hrast lužnjak i hrast kitnjak ne razlikuju se prema anatomskoj građi te se zato zajedno opisuju. Obje vrste hrasta pripadaju u skupinu prstenasto poroznoga drva. U strukturi hrastova drva traheje (pore) ranoga drva vrlo su velike i bačvastoga su oblika, promjera od 150 do 350 μm i volumnoga udjela u građi ranoga drva od 40 % (slika 3a). Traheje (pore) kasnoga drva cjevastoga su oblika, promjera od 30 do 140 μm i volumnoga

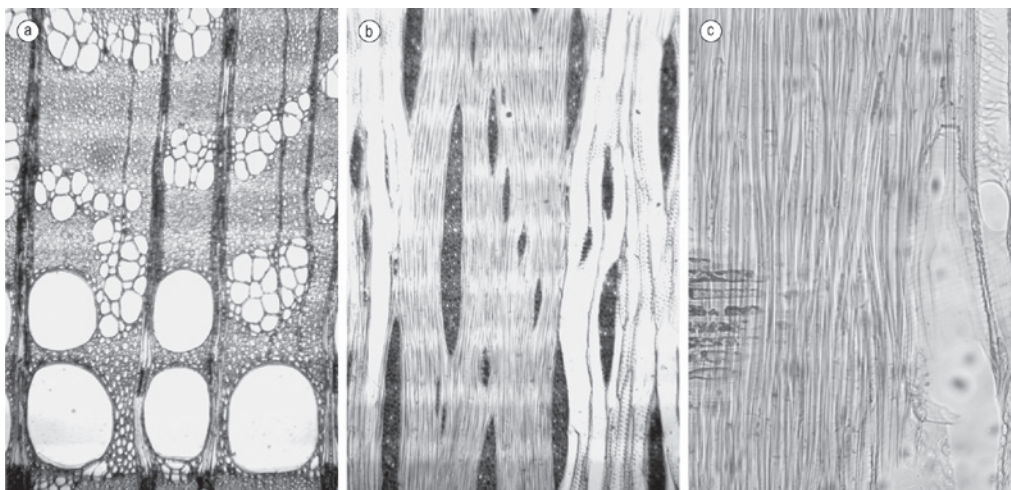
udjela u građi kasnoga drva od 8 % (slika 3a). Volumni udio drvnih trakova iznosi između 15 i 30 %, a oni su homocelularni te mogu biti jednoredni i višeredni krupni. Širina je jednorednih drvnih trakova oko 15 μm , a visina od 0,1 do 0,25 mm (slika 3b). Širina je višerednih krupnih drvnih trakova 0,5 do 1 mm, a visina od 10 do 80 mm (slika 3b). Od ostalih osnovnih elemenata građe prisutna su drvena libriformska vlaknanca, vlaknaste i vazicentrične traheide promjera između 10 i 28 μm , a duljine od 0,30 do 0,60 mm (slika 3c).

2.3.2.2 Drvo običnoga jasena (*Fraxinus excelsior* L.) – *European ash wood* (*Fraxinus excelsior* L.)

Drvo običnoga jasena je prstenasto porozno. U strukturi drva običnoga jasena traheje (pore) ranoga drva krupne su i ovalnoga su oblika, tangentsnoga promjera do 350 μm , a traheje (pore) kasnoga drva sitne,



Slika 3. Mikroskopski prikaz drva hrasta lužnjaka/kitnjaka: a) poprečni, b) tangentsni i c) radijalni presjek
Fig. 3 Microscopic view of pedunculate /sessile oak wood: a) transverse, b) tangential and c) radial section



Slika 4. Mikroskopski prikaz drva običnoga jasena: a) poprečni, b) tangentsni i c) radijalni presjek
Fig. 4 Microscopic view of European ash wood: a) transverse, b) tangential and c) radial section

tangentnoga promjera oko 50 μm , najčešće se nalaze pojedinačno i rijetko su raspoređene (slika 4a). Volumni udio traheja (pora) u građi je drva između 4,7 i 21,3 %. Volumni udio drvnih trakova iznosi između 14 i 16 %, homogeni su, najčešće dvoredni i troredni. Prosječna visina drvnih trakova iznosi 10 stanica (slika 4b). Od ostalih osnovnih elemenata građe prisutna su drvena libriformska vlakanca promjera lumena od 5,3 do 24 μm i duljine između 0,15 i 1,6 mm te volumnoga udjela u građi od 50,5 do 72,4 % (slika 4a i 4c).

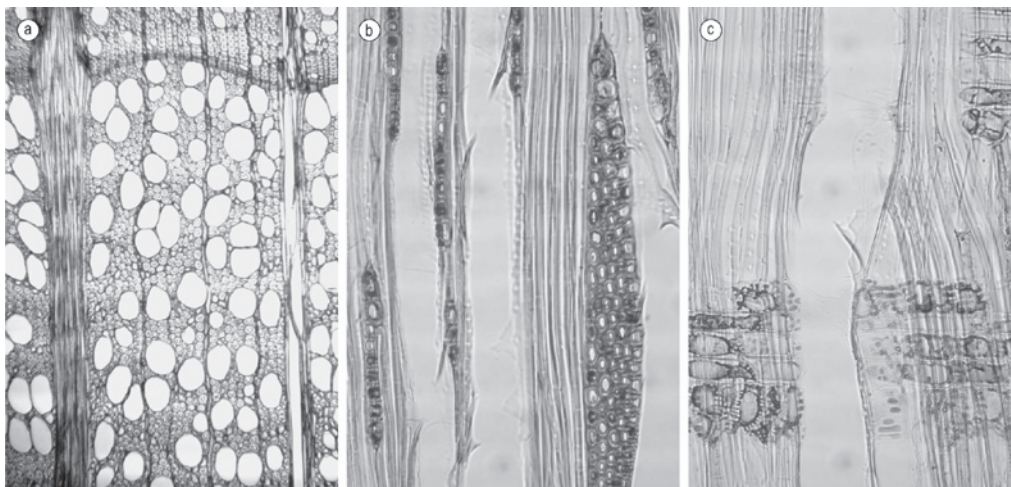
2.3.2.3 Drvo obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) – European beech wood (*Fagus sylvatica* L.)

Drvo obične bukve je rastresito porozno. U njegovoj su strukturi traheje (pore) gotovo jednake veličine kroz čitav god, brojne su, mogu biti pojedinačne i u skupinama. Njihova se veličina prema kasnom drvu ipak postupno smanjuje. Volumni udio traheja

(pora) u građi drva iznosi od 22,2 do 37,8 %, a njihov promjer od 30 do 100 μm (slika 5a). Volumni udio drvnih trakova iznosi od 22,5 do 30 %. Drvni su traci homogeni, mogu biti jednorodni i mnogoredni (široki). Široki drvni traci na poprečnom su presjeku rijetko raspoređeni (slika 5a), visoki su od 0,5 do 4 mm, a široki od 0,02 do 0,06 mm (slika 5b). Uski jednorodni drvni traci visoki su između 0,06 i 1 mm, a široki između 0,02 do 0,06 mm (slika 5b). Od ostalih osnovnih elemenata građe prisutna su drvena libriformska vlakanca, vlaknaste i vaskularne traheide promjera od 5,3 do 16,4 μm , duljine od 0,6 do 1,3 mm te volumnoga udjela u građi od 34,5 do 43,6 % (slika 5c).

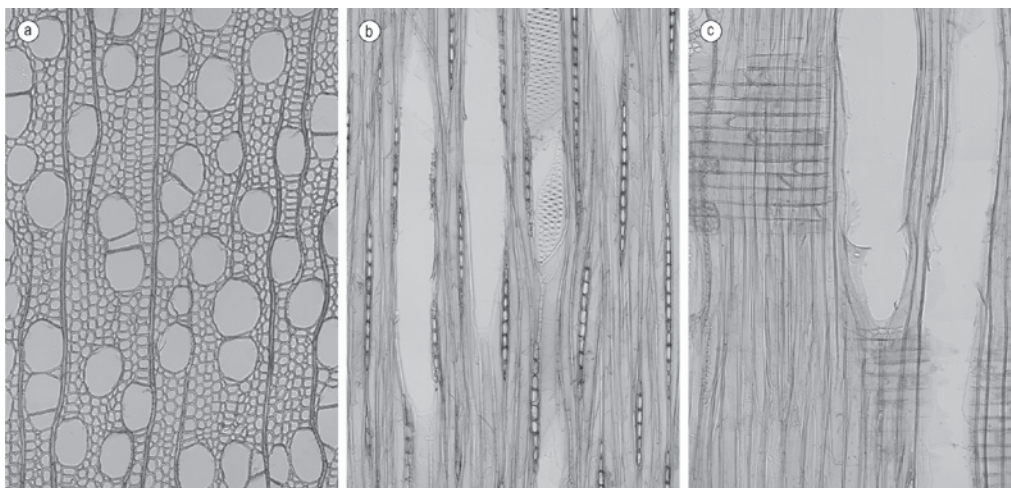
2.3.2.4 Drvo topole (*Populus* spp.) – Poplar wood (*Populus* spp.)

Topolovo drvo na tržište uglavnom ne dolazi po pojedinim vrstama pa sljedeća svojstva odgovaraju



Slika 5. Mikroskopski prikaz drva obične bukve: a) poprečni, b) tangentni i c) radijalni presjek

Fig. 5 Microscopic view of European beech wood: a) transverse, b) tangential and c) radial section



Slika 6. Mikroskopski prikaz topolova drva: a) poprečni, b) tangentni i c) radijalni presjek

Fig. 6 Microscopic view of poplar wood: a) transverse, b) tangential and c) radial section

svim vrstama topola. Rastresito je porozno drvo. U njegovoj su strukturi traheje (pore) gotovo jednake veličine kroz čitav god, sitne su, brojne i guste, raspoređene pojedinačno, u skupinama i u kratkim radijalnim nizovima. Volumni udio traheja (pora) u građi drva iznosi od 22 do 44 %, a njihov promjer od 80 do 100 μm (slika 6a). Volumni udio drvnih trakova iznosi od 10 do 14 %. Drvni su traci homogeni i jednoredni, visoki između 10 i 15 stanica (slika 6b). Od ostalih osnovnih elemenata građe prisutna su drvena libriformska vlakanca promjera lumena od 11,5 do 23,5 μm , duljine od 0,3 do 2,1 mm te volumnoga udjela u građi od 56 do 63 % (slika 6c).

2.4 Makroskopske karakteristike i fotografije presjeka odabranih vrsta drva – *Macroscopic characteristics and photographs of selected wood species*

Podaci o makroskopskim karakteristikama odabranih vrsta drva četinjača i listača preuzeti su iz atlasa drva prema Wägenfuhr (2007).

2.4.1 Drvo četinjača – *Softwood*

2.4.1.1 Drvo obične jele (*Abies alba* Mill.) – *European silver fir wood (Abies alba* Mill.)

Drvo obične jele je žućkastobijele do crvenkasto bijele boje, bez sjaja i s neobojenom srži. Na poprečnom presjeku godovi i granica goda su uočljivi, s postupnim prijelazom ranoga u kasno drvo (vidljivo i na tangentsnom i radijalnom presjeku). Kasno je

drvo blago crvenkaste boje, a njegov je udio u godu malen. Karakteristike tangentsnoga i radijalnoga presjeka slične su onima uobičajenoga poprečnoga presjeka (slika 7a i 7b).

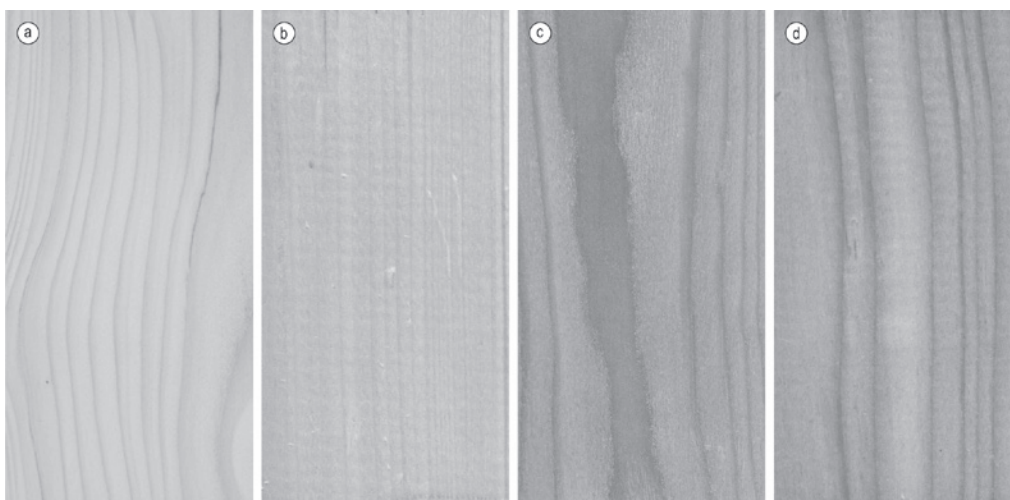
2.4.1.2 Drvo europskoga ariša (*Larix decidua* Mill.) – *European larch wood (Larix decidua* Mill.)

Drvo europskoga ariša crvenkaste je do crvenkasto smeđe srži, a bjeljika je žućkasto bijela do crvenkasto bijela (širine od 1 do 3 cm). Na poprečnom presjeku vidljive su smolenice kao svijetle točkice u zoni kasnoga drva. Prijelaz ranoga u kasno drvo je oštar, kasno drvo je izrazito tamno, a godovi i granica goda su markantni. Karakteristike tangentsnoga i radijalnoga presjeka slične su onima uobičajenoga poprečnoga presjeka (slika 7c i 7d).

2.4.2 Drvo listača – *Hardwood*

2.4.2.1 Drvo hrasta lužnjaka/kitnjaka (*Quercus robur* L./*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) – *Pedunculate oak/sessile oak wood (Quercus robur* L./*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.)

Drvo hrasta lužnjaka i kitnjaka je jedričavo, bjeljika je žućkasto bijela i široka između 10 i 15 godova, a srž svijetlo smeđa do žućkasto smeđa. Na poprečnom presjeku traheje (pore) ranoga drva krupne su i dobro vidljive običnim okom, u srži su ispunjene tilama. Traheje (pore) kasnoga drva vidljive su isključivo pod povećanjem, u radijalnom su rasporedu između drvnih trakova. Krupni drvni traci dobro



Slika 7. Makroskopski prikaz drva obične jele: a) tangentsni (izvor: The Wood Database 2024) i b) radijalni presjek, i drva europskoga ariša: c) tangentsni (izvor: Wägenfuhr 2007) i d) radijalni presjek

Fig. 7 Macroscopic view of European silver fir wood: a) tangential (source: The Wood Database 2024) and b) radial section, and of European larch wood: c) tangential (source: Wägenfuhr 2007) and d) radial section

su vidljivi običnim okom, a jednoredni su vidljivi isključivo pod povećanjem. Na tangentskom i radijalnom presjeku vide se krupne pore ranoga drva i krupni drvni traci (slika 8a i 8b).

2.4.2.2 Drvo običnoga jasena (*Fraxinus excelsior* L.) – *European ash wood* (*Fraxinus excelsior* L.)

Drvo običnoga jasena je bakuljavo, bjeljika je bjelkaste do žučkaste boje. Na poprečnom su presjeku traheje (pore) ranoga drva krupne i formiraju se u prstenu uz granicu goda. Traheje (pore) kasnoga drva vidljive su isključivo pod povećanjem, a najčešće se nalaze u pojedinačnom rasporedu. Drvni su traci uski i vidljivi isključivo pod povećanjem. Na

tangentskom i radijalnom presjeku vide se krupne pore ranoga drva (slika 8c i 8d).

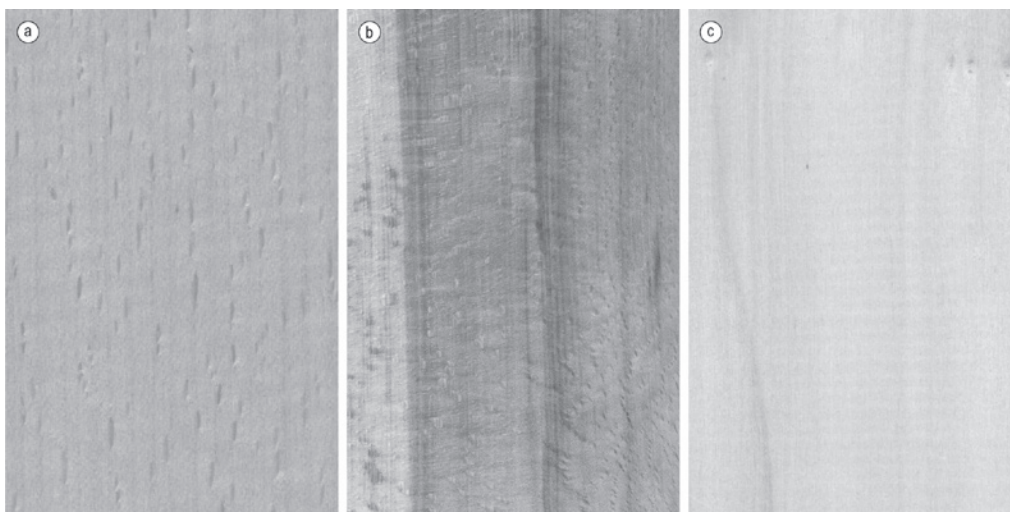
2.4.2.3 Drvo obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) – *European beech wood* (*Fagus sylvatica* L.)

Drvo obične bukve je bakuljavo, boja mu je bjelkasto do blijedo smeđa, a na zraku potamni do crvenkasto smeđe boje. Na poprečnom presjeku godovi i granica goda su uočljivi golim okom, a traheje (pore) sitne su i brojne te se vide isključivo pod povećanjem. Neki su drvni traci široki, sjajni i vidljivi golim okom, a između njih se nalaze uski drvni traci vidljivi pod povećanjem. Na tangentskom i radijalnom presjeku vide se široki drvni traci (slika 9a i 9b).



Slika 8. Makroskopski prikaz drva hrasta lužnjaka/kitnjaka: a) tangentski i b) radijalni presjek, i drva običnoga jasena: c) tangentski (izvor: Richter i Dallwitz 2000) i d) radijalni presjek

Fig. 8 Macroscopic view of pedunculate/sessile oak wood: a) tangential and b) radial section), and of European ash wood: c) tangential and (source: Richter and Dallwitz 2000) and d) radial section



Slika 9. Makroskopski prikaz drva obične bukve: a) tangentski i b) radijalni presjek, i drva topole: c) tangentski presjek

Fig. 9 Macroscopic view of European beech wood: a) tangential and b) radial section, and of poplar wood: c) tangential section

2.4.2.4 Drvo topole (*Populus spp.*) – Poplar wood (*Populus spp.*)

Što se tiče makroskopskih karakteristika drva postoje određene razlike kod pojedinih vrsta topola uglavnom u boji. Bakuljavo drvo, prljavo bijele do žućkasto bijele boje, drvo je trepetljike, dok je drvo crne topole jedričavo sa svijetlo smeđom do svijetlo zelenkasto smeđom srži, a ono bijele topole sa žutosmeđom srži. Na poprečnom presjeku godovi i granica goda slabo su uočljivi do uočljivi (ovisno o vrsti), a traheje (pore) sitne su te, poput uskih drvnih trakova, dobro vidljive tek pod povećanjem i na tangentnom presjeku (slika 9c).

3. Rezultati i rasprava – Results and discussion

Na temelju fotografija mikroskopskih i makroskopskih presjeka odabranih vrsta drva analizirana je njihova tekstura te je opisno prikazana u tablici 1. Za svaku vrstu drva četinjača i listača naveden je uzdužni presjek prikazan na makroskopskim fotografijama u prethodnom poglavlju te je ukratko opisana tekstura drva tih presjeka. Kod svih odabranih vrsta drva, osim kod topolova drva, analizirani su i tangentni i radijalni presjek. S obzirom na iznimno jednoličnu teksturu topolova drva i na nedostatak dostupnih fotografija obaju presjeka, prikazan je i opisan izgled samo tangentnoga presjeka. Uzdužni presjeci drva najvidljiviji su u proizvodima od drva, dok se površina poprečnoga presjeka najčešće analizira u postupku identifikacije vrsta drva te iz toga razloga nije ovdje uključena.

Iz rezultata je vidljivo da upravo jednolikost građe drva četinjača i nehomogenost građe drva listača utječu na njihov makroskopski izgled i na teksturu. Za sve odabrane vrste drva Wägenfuhr (2007) ističe da uglavnom imaju ravnu žicu bez nepravilnosti, što pridonosi pravilnoj teksturi njihova drva. Tekstura drva obiju vrsta četinjača opisana je kao srednje gruba do fina, pri čemu se razlike mogu objasniti prijelazom ranoga u kasno drvo koji je u jelovu drvu postupan, a u ariševu drvu oštar. Izraženija razlika u boji ranoga i kasnoga ariševa drva, uobičajeno nazvana markantnost godova, dobro je vidljiva na fotografijama obaju presjeka te pridonosi njegovoj vrlo dekorativnoj teksturi. Na slici 7a i 7c uočljivo je da je tekstura tangentnih presjeka obiju vrsta nešto manje jednolična, s obzirom na to da ju karakterizira izgled godova kao dijelova parabole. Drvni traci u drvu četinjača iznimno su uski i nisu uočljivi te ne pridonose teksturi njihova drva. Desch i Dinwoodie (1996) ističu da zapravo sve vrste četinjača imaju relativno finu teksturu.

Tablica 1. Opis teksture uzdužnih presjeka odabranih vrsta drva

Table 1 Description of longitudinal sections texture of selected wood species

Vrsta drva <i>Wood species</i>	Uzdužni presjek <i>Longitudinal section</i>	Opis teksture drva <i>Description of wood texture</i>
Obična jela <i>European silver fir</i>	T, R	srednje gruba do fina i jednolična, manje dekorativna <i>medium-coarse to fine and uniform, less decorative</i>
Europski ariš <i>European larch</i>	T, R	srednje gruba do fina, prugasta (R), dekorativna <i>medium-coarse to fine, striped (R), decorative</i>
Hrast lužnjak/ kitnjak <i>Pedunculated/ sessile oak</i>	T, R	gruba, hrapava, prugasta i sjajna (blistava) (R) dekorativna <i>coarse, granulated (T), striped and shiny (bright) (R), decorative</i>
Obični jasen <i>European ash</i>	T, R	srednja do gruba, hrapava <i>medium to coarse, rough</i>
Obična bukva <i>European beech</i>	T, R	srednje gruba do fina i jednolična, blago prugasta (T i R) <i>medium-coarse to fine and uniform, mildly striped (T and R)</i>
Topola <i>Poplar</i>	T	fina i jednolična <i>fine and uniform</i>

T – tangentni presjek (*tangential section*)

R – radijalni presjek (*radial section*)

Tekstura prstenasto poroznoga drva, ovdje drva hrasta lužnjaka/kitnjaka i drva jasena detaljno se može analizirati promatrajući strukturu drva sva tri mikroskopska presjeka (slike 3 i 4). Osnovna karakteristika anatomske građe prstenasto poroznoga drva jest izražena razlika u veličini traheja (pora) ranoga i kasnoga drva. Krupne pore ranoga drva vidljive običnim okom na poprečnom presjeku pridonose grubljoj teksturi uzdužnih presjeka obiju vrsta drva. Na njihovim tangentnim i radijalnim presjecima (slika 8a, b, c i d) krupne pore uzdužno su presječene te na pogled izgledaju kao žljebovi, a tekstura je zbog toga hrapava na dodir. Uz to hrastovo drvo zbog krupnih i širokih drvnih trakova ima nešto izraženiju teksturu obaju presjeka u usporedbi s jasenovim drvom. Krupni drvni traci na tangentnom presjeku vide se kao tamnije linije visine čak i preko 3 cm, a na radijalnom presjeku izražen je njihov sjaj (blistavost). Upravo je sjaj tih svijetlih drvnih trakova vidljivih na radijalnom presjeku hrastova drva možda najkarakterističnije obilježje njegove teksture (blistavi drvni traci – piljenica blistača) (slika 8b), korisno i u prepoznavanju te vrste drva. Izgled godova kao dijelova parabole (slika 8c) moguće je uo-

čiti i na tangentnom presjeku prstenasto poroznoga drva jasena, dok su na radijalnom presjeku jasenova drva (slika 8d) uski drvni traci znatno manje uočljivi. Međutim, izgled tipične teksture tangentnoga reza izrazitiji je kod drva četinjača nego kod listača (Ugrenović 1950, Panshin i De Zeeuw 1980).

I kod nekih rastresito poroznih vrsta, poput bukova drva, vidljivost drvnih trakova može pridonijeti izraženijoj teksturi. Široki, sjajni drvni traci u bukovu drvu zauzimaju gotovo 1/10 površine poprečnoga presjeka te su odrednica teksture obaju uzdužnih presjeka. Njihov ujednačen raspored i uočljivost na tangentnom presjeku (slika 9a) kao gustih tamnih linija te na radijalnom presjeku kojemu daju svilenkast sjaj (znatno je manje prugast i dekorativan u usporedbi s hrastovim drvom) (slika 9b) opisuje teksturu uglavnom kao srednje grubu i jednoličnu.

Najmanje izraženu teksturu od svih odabranih vrsta drva ima topolovo drvo. Upravo sitne traheje (pore) kroz čitav god i uski, jedva uočljivi drvni traci određuju teksturu te vrste kao fine i jednolične. Na prikazanom tangentnom presjeku golim okom ne vide se specifični elementi građe drva (slika 9c).

Teksturu drva općenito je teško jednoznačno opisati. Gradiranje teksture drva od fine do izrazito grube ponekad je stvar osobne percepcije promatrača. Prirodu teksture drva određuje i odabir orijentacije reza na površinu drvu (Shamaev i dr. 2021) s obzirom na to da se mehaničko obrađivanje drva (npr. piljenje) obično radi u ravninama (Ugrenović 1950). Time se objašnjava i razlika između teksture tangentnoga i radijalnoga presjeka i kod drva četinjača i kod drva listača. Neke vrste drva, poput hrasta i bukve, cijenjene su upravo zbog teksture svojih tangentnih (bukva) i radijalnih (hrast) presjeka. Postavlja se pitanje mogu li se stupanj homogenosti strukture drva i nemogućnost uočavanja pojedinosti teksture drva povezati s finoćom drva, ili finoća drva izravno ovisi o poroznosti drva i njegovoj gustoći. Odgovor na to pitanje zasigurno ovisi o činjenici analizira li se drvo četinjača ili drvo listača s obzirom na razlike u njihovoj anatomskoj građi.

Čimbenici teksture drva su unutarnji i vanjski, pri čemu je najvažniji unutarnji čimbenik zasigurno anatomska građa drva. Od vanjskih je čimbenika osobito važan način obrade. Tekstura je drva izražena što je neka obrađena površina glada. Zbog toga piljene površine daju manje izraženiju teksturu drva od onih blanjanah, a razlika je vidljiva i kod poliranih i nepoliranih površina. Uzorci korišteni u ovom radu prethodno su pripremljeni piljenjem i brušenjem, a ti su postupci utjecali u određenoj mje-

ri i na njihovu teksturu. Priprema površine važna je i u identifikaciji vrsta drva, jer ona otkiva ne samo teksturu drva već i čini vidljivim ključne karakteristike građe drva.

U literaturi se ne govori dovoljno o značenju karakteristika drva poput njegove strukture i teksture i njihove povezanosti. Zhang (2003) navodi anatomske karakteristike drva i izgled (teksturu) kao značajne attribute kvalitete drva koji utječu na njegovu krajnju uporabu. Većina istraživanja primarno procjenjuje vizualan dojam određenih vrsta drva, najčešće s greškama, potencijalnih korisnika i kupaca proizvoda od drva (Broman 2001, Ramanantantoandro i dr. 2013, Breinig i dr. 2015).

Za ovu temu mogu se spomenuti i estetske vrijednosti drva poput njegova sjaja, koji dolazi do izražaja promatranjem zajedno s teksturom i bojom drva. Chernyh i dr. (2013) zaključuju da kombinacije boje drva, uzorak teksture i njezin kontrast imaju najveće značenje za dekorativnost drva. Na vizualnu percepciju izgleda različitih drvenih površina uvelike utječu njihove značajke poput teksture, boje, sjaja te žice drva (Wan i dr. 2021, Dai i dr. 2023). Sjaj drva ima određenu praktičnu važnost jer može olakšati i makroskopsko prepoznavanje pogotovo srodnih vrsta drva (Ugrenović 1950). Jedna od karakteristika bukova drva jest umjeren prirodni sjaj, dok je on kod topolova drva slab (Wägenfuhr 2007). Najizrazitiji je sjaj prethodno spomenutih radijalnih površina hrastova drva. Na sjaj drva i na teksturu također se može utjecati i obradom površine drva. Tako je vrstama drva bez izražene teksture površinskom obradom moguće promijeniti izgled i vizualan dojam.

4. Zaključci – *Conclusions*

Analizom fotografija mikroskopskih i makroskopskih presjeka šest odabranih vrsta drva utvrđena je izrazita i značajna razlika u teksturi uzdužnih presjeka između vrsta drva četinjača i listača, kao i između pojedinih vrsta unutar skupine četinjača i listača. Prema teksturi drva ističu se drvo hrasta lužnjaka i kitnjaka te drvo topole, prvo zbog izraženo grube, a drugo zbog izrazito fine teksture. Uz razlike u teksturi drva potrebno je uzeti u obzir da se navedene dvije vrste značajno razlikuju i prema ostalim svojstvima drva (npr. gustoći drva, čvrstoći i tvrdoći drva) i samoj uporabi sirovine.

Struktura drva izravno utječe i opisuje teksturu drva pojedinih presjeka svih odabranih vrsta drva. Slijedom navedenoga za bolje razumijevanje teksture drva potrebno je poznavati njegovu struk-

turu. Tekstura drva ima značajan estetski utjecaj jer mu pruža posebnu slikovitost, neponovljivost i jedinstven izgled, što se osobito cijeni u proizvodnji furnira, izradi namještaja, parketa, intarzija i sličnih proizvoda. Uz isti stupanj brušenja i zaglađivanja površine, različite vrste drva mogu se doživljavati različito, neke će vrste drva zadržati meku i grubu površinu, dok će druge biti vrlo glatke i staklaste.

Osim biološkoga interesa poznavanje i razumijevanje strukture drva te njezina utjecaja na teksturu drva ima višestruku praktičnu važnost: objašnjava ponašanje drva kao materijala, zbog bliskoga odnosa strukture, svojstava i korištenja drva kao materijala, te pomaže u identifikaciji i odabiru raznih vrsta drva, što je nužno od interesa za trgovinu drvom, industriju prerade drva i za inženjerstvo različitih povezanih struka u cjelini.

Zahvala – Acknowledgements

Ovaj je rad rezultat istraživanja za završni rad studenta Dinka Baričevića koji je 2024. godine obranjen pod mentorstvom doc. dr. sc. Ive Ištok Pandur.

5. Literatura – References

- Baričević, Dinko, 2024: Utjecaj strukture na teksturu odabranih vrsta drva. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije, Zagreb.
- Breinig, L., R. Leonhart, O. Broman, A. Manuel, F. Brücher, G. Becker, 2015: Classification of wood surfaces according to visual appearance by multivariate analysis of wood feature data. *Journal of Wood Science*, 61: 89–112. <https://doi.org/10.1007/s10086-014-1410-6>
- Broman, N. O., 2000: Means to measure the aesthetic properties of wood. Dissertation, Skellefteå Campus, Division of Wood Technology, Luleå tekniska universitet, 121 str.
- Broman, N. O., 2001: Aesthetic properties in knotty wood surfaces and their connection with people's preferences. *Journal of Wood Science*, 47: 192–198. <https://doi.org/10.1007/BF01171221>
- Chernyh, M., E. Kargashina, V. Štollmann, 2013: Assessing the impact of aesthetic properties characteristics on wood decorativeness. *Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen*, 55(1): 21–26.
- Dai, Z., J. Xue, S. Wang, 2023: Effects of wood texture and color on aesthetic pleasure: two experimental studies. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems (IJRES)*, 12(1): 125–134. <http://doi.org/10.11591/ijres.v12.i1.pp125-134>
- Desch, H. E., J. M. Dinwoodie, 1996: Appearance of Wood. U: *Timber Structure, Properties, Conversion and Use*. Palgrave, London, 69–76. https://doi.org/10.1007/978-1-349-13427-4_7
- Gärtner, H., F. H. Schweingruber, 2013: *Microscopic Preparation Techniques for Plant Stem Analysis*. Verlag Dr. Kessel, Remagen-Oberwinter, Germany, 41 str.
- Ikei, H., C. Song, Y. Miyazaki, 2017: Physiological effects of wood on humans: a review. *Journal of Wood Science*, 63: 1–23. <https://doi.org/10.1007/s10086-016-1597-9>
- Jirouš-Rajković, V., S. Runjaić, B. Štebih Golub (ur.), 2018: *Pojmovnik hrvatskoga drvnotehnološkog nazivlja*. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu – Institut za hrvatski jezik i jezikoslovlje, Zagreb, 424 str.
- Laina, R., A. Sanz-Lobera, A. Villasante, P. López-Espí, J. A. Martínez-Rojas, J. Alpuente, R. Sánchez-Montero, S. Vignote, 2017: Effect of the anatomical structure, wood properties and machining conditions on surface roughness of wood. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 19(2): 203–212. <https://doi.org/10.4067/S0718-221X2017005000018>
- Plomion, C., G. Leprovost, A. Stokes, 2001: Wood formation in trees. *Plant Physiology*, 127(4): 1513–1523. <https://doi.org/10.1104/pp.010816>
- Panshin, A. J., C. De Zeeuw, 1980: *Textbook of Wood Technology: Structure, Identification, Properties, and Uses of the Commercial Woods of the United States and Canada*. McGraw-Hill: New York, NY, USA, 127–161.
- Richter, H. G., M. J. Dallwitz, 2000: Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. <https://www.delta-intkey.com/wood/en/index.htm>
- Shamaev, V. A., I. N. Medvedev, D. A. Parinov, 2021: Changing wood texture with combination of selective treatment and pressing. *Proceeding of the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Tangerang, Indonesia 875, 012057, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/875/1/012057>
- Ramanantoandro, T., M. F. Ramanakoto, A. H. Rajemison, F. Eyma, 2013: Relationship between density and aesthetic attributes of wood and preference of Malagasy consumers. *Annals of Forest Science*, 70: 649–658. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0299-3>
- The Wood Database, 2024: <https://www.wood-database.com/european-silver-fir/>
- Trajković, J., B. Šefc, 2017: *Anatomija drva – skripta za studente sveučilišnog preddiplomskog studija Drvne tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu*, Zagreb, 1–9.
- Tsoumis, G., 1991: *Science and technology of wood: structure, properties, utilization*. Chapman&Hall, New York, USA, 3–13.
- Ugrenović, A., 1950: *Tehnologija drveta*. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb, 98–111.

Wagenführ, R., C. Scheiber, 2007: HOLZATLAS. VEB Fchbuchverlag, Leipzig, Germany.

Wan, Q., X. Li, Y. Zhang, S. Song, Q. Ke, 2021: Visual perception of different wood surfaces: an event-related

potentials study. *Annals of Forest Science*, 78, 25: 1–18. <https://doi.org/10.1007/s13595-021-01026-7>

Zhang, S. Y., 2003: Wood quality attributes and their impacts on wood utilization. *Proceedings of the XII World Forestry Congress*, FAO, Quebec City Canada. <https://www.fao.org/4/XII/0674-B1.htm#fn1>

Abstract

The Influence of Wood Structure on Longitudinal Section Texture of Selected Wood Species

In both use and identification of a specific wood species, it is necessary to know and understand both the microscopic and macroscopic structure. The paper analyzes in detail and shows the characteristics of the anatomical structure of two selected softwood species and four hardwood species on two levels, microscopic and macroscopic. Furthermore, one of the aesthetic properties of wood – texture – is explained. The influence of wood structure on wood texture of all six wood species is described in detail. With the selected wood species, a difference was observed between fine (poplar wood) and coarse (oak wood) wood texture, as well as gradations of degrees of texture fineness, all based on the analysis of the remaining wood species. In conclusion, it has been confirmed that the unique characteristics of wood structure of softwoods and hardwoods greatly affect their texture, aesthetic impression and practical application.

Keywords: macroscopic wood structure, microscopic wood structure, wood structure and texture interdependence, wood texture

Adrese autorâ – *Authors' addresses:*

Doc. dr. sc. Iva Ištok Pandur*
e-pošta: iistok@sumfak.unizg.hr
Gordana Orešković, mag. ing. techn. lign.
e-pošta: goreskov@sumfak.unizg.hr
Izv. prof. dr. sc. Zdravko Pandur
e-pošta: zpandur@sumfak.unizg.hr
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet šumarstva i drvne tehnologije
Svetošimunska cesta 23
10000 Zagreb
HRVATSKA
Dinko Baričević, univ. bacc. ing. silv.
e-pošta: baricevicdinko96@gmail.com
Ulica Željka Baričevića 8
31500 Brezik Našički
HRVATSKA

Primljeno (*Received*): 24. 9. 2024.
Prihvaćeno (*Accepted*): 17. 10. 2024.
Stručni rad – *Professional paper*

*Glavni autor – *Corresponding author*