

Anatomska i morfološka obilježja drva komercijalnih vrsta drveća

Hofer, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:744965>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Matea Hofer

Anatomska i morfološka obilježja drva komercijalnih vrsta drveća

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

Ovaj rad je izrađen u Laboratoriju za izradu mikroskopskih preparata drva na Zavodu za znanost o drvu Šumarskog fakulteta u Zagrebu te na Botaničkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Bogoslava Šefca te doc. dr. Sare Essert. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra edukacije biologije i kemije.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

ANATOMSKA I MORFOLOŠKA OBILJEŽJA DRVA KOMERCIJALNIH VRSTA DRVEĆA

Matea Hofer

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Drvo ima ključnu ulogu u životu ljudi i koristi se od davnina do današnjih dana kao materijal za gradnju i ogrjev. Vrlo je važno poznavati mikro i makrostrukturu drva različitih svojti, jer one nam pomažu u determinaciji vrsta i rodova te direktno ili indirektno utječu na njegova fizikalna i mehanička svojstva.

U ovom radu istraživano je ukupno 29 komercijalnih vrsta drva; 7 vrsta četinjača te 22 vrste listača. Za potrebe ovog diplomskog rada napravljena je ksiloteka koja se sastoji od 29 daščica te njihovih mikroskopskih preparata izrađenih u tri karakteristična presjeka. Novonastale zbirke prve su takve na Biološkom odsjeku PMF-a i poslužit će kao materijal za učenje te kao komparativne zbirke kod determinacije uzoraka drva. Također se očekuje da zbirke posluže u budućnosti kao baza za nadopunjavanje novim vrstama.

U radu je načinjena također i fotodokumentacija svih mikroskopskih preparata te ksiloteke. Uz svaku drvenastu vrstu napisan je detaljan opis anatomske i morfološke građe drva te je vidljivo da postoje jasne razlike u građi drva između četinjača i listača, kao i među pojedinim vrstama/rodovima.

U diplomskom radu priložen je i izrađeni determinacijski ključ koji se koristi uz ksiloteku te omogućuje da se svaki uzorak determinira do razine vrste ili roda.

(124 stranice, 213 slika, 2 tablice, 95 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Ključne riječi: drvo, četinjače, listače, mikrostruktura, makrostruktura, mikroskopski preparati, ksiloteka

Voditelj: izv. prof. dr. sc. Bogoslav Šefc

Suvoditelj: doc. dr. Sara Essert

Ocjenitelji: doc. dr. Sara Essert; izv. prof. dr. sc. Ines Radanović; izv. prof. dr. sc. Vesna Petrović Peroković

Rad prihvaćen: 23. rujna 2019.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb

Faculty of Science

Division of Biology

Graduation Thesis

ANATOMICAL AND MORPHOLOGICAL WOOD CHARACTERISTICS OF COMMERCIALY IMPORTANT TREE SPECIES

Matea Hofer

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Wood plays a very important role in people's lives and has been used since ancient times as a building material and firewood. It is very important to know the micro and macrostructure of wood of different taxa, because it helps us to determine wood species/genera and it directly or indirectly affects wood's physical and mechanical properties.

A total of 29 commercially important wood species were investigated in this paper; 7 conifers and 22 deciduous species. For the purpose of this thesis a collection of wood blocks (xylarium) was made. It consists of 29 wooden blocks together with microscopic slides for each wood species, which were done in three characteristic sections. These collections are the first of their kind at the Department of Biology, Faculty of Science and will serve as a learning material and as a comparative collections for the determination of wood samples. Collections are also expected to be supplemented with new species in the future.

The paper contains a photo documentation of all microscopic slides and wood blocks from xylarium. A detailed description of the anatomical and morphological structure of the wood has been written for each wood species, and it is evident that there are clear differences in the structure of conifers and deciduous trees, as well as among individual species/genera.

The paper also contains a determination key, which can be used for identification of each species or genus studied in this paper.

(124 pages, 213 figures, 2 tables, 95 references, original in: Croatian)

Thesis deposited in the Central Biological Library

Key words: wood, conifer, deciduous, microstructure, macrostructure, microscopic slides, xylarium

Supervisor: Dr. Bogoslav Šefc, Assoc. Prof

Cosupervisor: Dr. Sara Essert, Asst. Prof.

Reviewers: Dr. Sara Essert, Asst. Prof.; Dr. Ines Radanović, Assoc. Prof; Dr. Vesna Petrović Peroković, Assoc. Prof

Thesis accepted: 23 September 2019

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1.-12.
1.1. OPĆENITI PODATCI O DRVENASTIM BILJNIM VRSTAMA.....	1.
1.2. UPOTREBA DRVA KROZ POVIJEST.....	1.-2.
1.3. MORFOLOŠKA OBILJEŽJA DRVENASTIH STABLJICA.....	2.-3.
1.4. KEMIJSKI SASTAV STIJENKI DRVNIH STANICA.....	3.-4.
1.5. ANATOMSKA GRAĐA DRVA ČETINJAČA.....	4.-6.
1.6. ANATOMSKA GRAĐA DRVA LISTAČA.....	6.-8.
1.7. IDENTIFIKACIJA DRVENASTIH BILJNIH TAKSONA NA OSNOVI ANATOMSKE I MORFOLOŠKE GRAĐE DRVA.....	9.
1.8. TRAJNOST DRVA.....	9.-11.
1.9. KSILOTEKA.....	11-12.
1.10. VAŽNOST PROUČAVANJA ANATOMSKIH I MORFOLOŠKIH OBILJEŽJA DRVA.....	12.
2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	12.
3. MATERIJALI I METODE.....	12.-17.
3.1. IZRADA KSILOTEKE I OPIS MORFOLOŠKIH OBILJEŽJA.....	12.-13.
3.2. IZRADA TRAJNIH MIKROSKOPSKIH PREPARATA I OPIS ANATOMSKIH OBILJEŽJA DRVA.....	13.-17.
3.3. IZRADA DETERMINACIJSKOG KLJUČA.....	17.
4. REZULTATI.....	17.-119.
4.1. FOTODOKUMENTACIJA I OPIS MAKROSKOPSKIH I MIKROSKOPSKIH OBILJEŽJA ISTRAŽIVANIH DRVENASTIH VRSTA.....	18.- 112.
4.2. DETERMINACIJSKI KLJUČ ZA ISTRAŽIVANE DRVENASTE VRSTE.....	113.-119.
5. RASPRAVA.....	119.-122.
6. ZAKLJUČAK.....	122-123.
7. LITERATURA.....	123-124.

1. UVOD

1.1. OPĆENITI PODATCI O DRVENASTIM BILJNIM VRSTAMA

Drvenaste vrste biljaka čine monofiletsku evolucijsku liniju kopnenih biljaka, a razvile su sposobnost stvaranja kore i drva (Nikolić, 2013). Karakteristika drvenastih vrsta biljaka je sekundarni rast u debljinu. Osnovna građevna jedinica koja izgrađuje drvo je stanica, a stanice koje izgrađuju drvo nastaju diobom staničja kambija (sekundarno meristemsko staničje). Neke od novonastalih stanica ostaju žive godinama te imaju spremišnu ulogu, dok neke vrlo brzo odumiru i preuzimaju potpurnu i provodnu ulogu (Hoadley, 1990; Trajković & Šefc, 2017). U drvenaste vrste biljaka spada drveće, grmlje i vinova loza. Drvenaste vrste biljaka koje imaju dominantnu jednu stabljiku i u odraslom su stadiju više od 6 m nazivaju se drvećem, a one niže od 6 m grmljem. Grmlje može imati jednu ili više dominantnih drvenastih stabljika. Vinova loza ima jednu produženu drvenastu stabljiku, penjačica je te kao potporanj za penjanje ima drugu biljku ili strukturu (Hoadley, 1990). Smatra se da su se prve prave drvenaste vrste biljaka pojavile već u kasnom devonu, a spadale su u skupinu papratnjača. Drvo u njima bilo je lošije kvalitete te puno šupljina. U današnje se vrijeme drvo od komercijalnog značaja dobiva od drvenastih vrsta biljaka iz skupina golosjemenjača, red četinjača i skupine kritosjemenjača. Drvo biljaka iz skupine kristosjemenjača jednim se imenom naziva drvo listača. Poznato je nekoliko tisuća vrsta drvenastih biljaka iz skupine listača koje imaju komercijalnu važnost. Najveći broj komercijalno važnih drvenastih biljaka ograničen je na rast u tropskim područjima. Brojne vrste drva ne mogu se pomoću mikroskopskih preparata drva niti pomoću daščica determinirati do razine vrste nego samo do razine roda pa na tržište dolaze pod zajedničkim nazivom (bukovina, hrastovina, topolovina). Neki od poznatijih komercijalno važnih rodova drva u Hrvatskoj su smrekovina, borovina, hrastovina, bukovina, javorovina, dok su u svijetu od komercijalnog značaja i mahagonijevina, tikovina, palisandrovina. Uvođenjem suvremenih metoda pomoću kojih se drvo inače lošije kvalitete (joha, divlji kesten, vrba) impregnira i oplemenjuje te time dobiva na kvaliteti, broj se drvenastih vrsta od komercijalnog značaja povećao (Trajković & Šefc, 2017).

1.2. UPOTREBA DRVA KROZ POVIJEST

Drvo spada u najstariji materijal za gradnju nastambi, mostova, plovila, izradu oružja i oruđa te namještaja (Baker, 2018). Koristi se još od vremena paleolitika. U vremenu između 10. i 18. stoljeća svoju ulogu najviše pronalazi u gradnji, izradi oruđa, strojeva, bačvi, vodenica, obuće. Od drveta je izrađen i prvi tiskarski stroj. Drvo je u prošlosti imalo važnu ulogu i u prijevozu

ljudi i stvari (Youngs, 2009). Svoju ulogu pronalazi i kao materijal za izradu prozorskih okvira, vrata i podova te za proizvodnju papira (Rametsteiner i sur., 2007). Već tisućama godina koristi se za ogrjev i proizvodnju energije. Mnoge drvenaste biljke sade se u svrhu zaštite od erozije i vjetra (Nikolić, 2013).

1.3. MORFOLOŠKA OBILJEŽJA DRVENASTIH STABLJICA

Karakteristike debla drvenastih vrsta proučavaju se na tri specifična presjeka, poprečnom, tangentsnom i radijalnom. Poprečni presjek okomit je na smjer rasta debla i grana. Tangentsni i radijalni presjek paralelni su na smjer rasta debla i grana, pri čemu tangentsni presjek dodiruje plašt debla i grane, a radijalni prolazi kroz uzdužnu centralnu os (Trajković & Šefc, 2017; Hather, 2000). Na poprečnom i radijalnom presjeku debla vidljiva su područja srčike, drva i kore, dok se na tangentsnom presjeku uočavaju područja kore i drva. Plašt kore može se podijeliti na unutarnju i vanjsku koru. Unutarnja kora (floem) provodi asimilate, a vanjska kora ima zaštitnu ulogu. Srčika je izgrađena od stanica parenhima, a smještena je u središtu drvenaste stabljike. U mladom stablu, srčika je fiziološki aktivna, a uloga joj je skladištenje masti i škroba. Srčika vrlo rano odumire te gubi fiziološku funkciju (Trajković & Šefc, 2017).

Drvo je građeno od srži i bjeljike. Srž čine unutarnji slojevi drva koji ne sadrže žive stanice, dok bjeljiku čine vanjski slojevi drva koji provode vodu i u živim stanicama skladište hranjive tvari. Srž je uglavnom tamnije obojena od bjeljike.

Staničje kore i drva nastaje aktivnošću kambija (sloj meristemskih stanica koje se aktivno dijele, a nalazi se između unutrašnje kore i drva). Kambij svake godine proizvodi novi sloj stanica, prema vanjskoj strani proizvodi stanice kore, a prema unutarnjoj strani stanice drva (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009). Sloj stanica drva nastao u jednoj vegetacijskoj sezoni naziva se god. Kako drvo stari broj godina se povećava na način da se najstariji dio drva nalazi uz srčiku, a najmlađi uz koru. Najstariji dijelovi stabla gube fiziološku funkciju (provodnja vode i akumulacija hrane), a njihovu funkciju preuzimaju novonastali dijelovi stabla. Takav proces naziva se osržavanje i starenjem stabla zahvaća sve veći dio godina. U umjerenim klimatskim zonama pojam goda podudara se s pojmom godišnjeg prirasta, ali u tropima tijekom jedne godine može biti i više vegetacijskih sezona u kojima se formiraju godovi pa tako više od jednog goda određuje godišnji prirast debla. Granice goda su kod različitih drvenastih vrsta biljaka više ili manje uočljive. Granice godina na poprečnom su presjeku debla vidljive kao koncentrične kružnice, svaki god sastavljen je od svijetlije i tamnije zone. Svijetlija zona određuje rano drvo, odnosno dio goda nastao u proljeće. Stanice ranog drva imaju tanke stanične stijenke i široke

lumene, a uloga ranog drva uglavnom je provodna. Tamnija zona određuje kasno drvo, odnosno dio goda nastao u jesen (Trajković & Šefc, 2017). Stanice kasnog drva imaju debele stanične stijenske i uzak lumen, a im uloga je uglavnom potporna. Zone ranog i kasnog drva kod nekih se drvenastih vrsta jasno uočavaju, a kod nekih nisu jasno uočljive (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009). Godovi su na tangentnom presjeku uočljivi kao zone u obliku slova U ili V, a na radijalnom su presjeku vidljivi kao uzdužne zone (Trajković & Šefc, 2017).

Na poprečnom presjeku nekih drvenastih vrsta uočavaju se drvni traci, odnosno zrakasto raspoređene linije koje se pružaju od srčike prema kori, a okomite su na granice godova. Drvni traci provode hranjive tvari iz floema u drvo te vodu iz drva u floem, ima ih svaka drvenasta vrsta, ali u nekih su vrsta uočljiviji, a u nekih manje uočljivi (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009).

Drvo četinjača i listača razlikuje se svojom građom, ali i drvo četinjača i drvo listača izgrađuje sekundarni ksilem za razliku od odrvenjele stabljike palmi. Stabljika palme građena je od odrvenjele biljne tvari koja se razlikuje od drva strukturom, izgledom i fizičko-tehničkim svojstvima. Drvenasta stabljika palmi nema godove, a nastaje djelovanjem sekundarnog meristema koji se značajno razlikuje od kambija četinjača i listača (Trajković & Šefc, 2017).

1.4. KEMIJSKI SASTAV STIJENKI DRVNIH STANICA

U proučavanju anatomije drva ključne su stanične stijenske pošto one opstaju i nakon odumiranja drva, odnosno stanica koje izgrađuju drvo. Stanične stijenske drvenastih vrsta sastavljene su od različitih anorganskih i organskih spojeva. Udio anorganskih i organskih spojeva stanične stijenske varira od vrste do vrste (Trajković & Šefc, 2017). Drvo izgrađuju ugljik, kisik i vodik. Ugljik zauzima oko 49% ukupne mase drva, dok kisik čini oko 44%. Preostalih oko 7% ukupne mase drva izgrađuje vodik, a nešto malo i dušik te metalni ioni (Youngs, 2009).

Navedeni elementi grade spojeve, a najveći dio spojeva koji izgrađuju stanične stijenske otpada na polimere, celulozu i hemicelulozu. Celuloza spada u skupinu ugljikohidrata, polisaharida, a nastaje polimerizacijom molekula glukoze. Celulozu čine dugački ravni lanci, sačinjeni od vrlo velikog broja molekula glukoze. U staničnim stijenkama drvnih stanica polimeri celuloze sačinjeni su od oko 10 000 molekula glukoze. U staničnoj stijenci drvenastih vrsta celuloza je prisutna u kristalnoj formi, a zauzima između 40 i 50% ukupnog sastava stanične stijenske (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009). Celuloza staničnim stijankama daje gipkost i elastičnost, a može se dokazati vodenom otopinom cinkovog klorida, joda i kalijevog jodida pri

čemu u prisutnosti celuloznih staničnih stijenki nastaje modro-ljubičasto obojenje. Kao otapalo za dokazivanje celuloze koristi se i Schweizerov reagens, odnosno otopina bakrovog hidroksida u koncentriranoj otopini amonijaka. Nadalje, za dokazivanje celuloze u staničnim stijenkama koristi se i koncentrirana sumporna kiselina s otopinom joda pri čemu nastaje modro obojenje (Miličić 1969). Hemicelulozu čine linearni polimerni lanci od kojih se odvajaju postrani lanci. Polimeri hemiceluloze sačinjeni su od 10 do 200 monomernih podjedinica što je znatno manji broj u odnosu na polimere celuloze, a tvore ih polisaharidi manana, glukana, galaktana, ksilana i arabana te njihovih kombinacija. Hemiceluloza staničnih stijenki drva četinjača ponešto se razlikuje u svom sastavu od hemiceluloze u staničnim stijenkama drva listača. Hemiceluloza drva četinjača uglavnom se sastoji od arabinoksilana i galaktoglukomanana, a hemiceluloza drva listača od ksilana i glukomanana. U staničnim stijenkama stanica drva hemiceluloza povećava čvrstoću staničnih stijenki, a zauzima 20 do 35% ukupnog sastava. Hemiceluloza je topljiva u lužinama (Trajković & Šefc, 2017). Za dokazivanje hemiceluloze u staničnim se stijenkama koristi jod pri čemu nastaje modro obojenje (Miličić 1969). U sastav stanične stijenke stanica drva ulazi i lignin koji zauzima 15 do 35% ukupnog sastava. Lignin je polimer fenilpropana, nastaje promjenama u celuloznoj staničnoj stijenci, a ugrađuje se u međuprostore celuloznog skeleta pri čemu se povećava čvrstoća i krutost staničnih stijenki (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009). Lignin je karakterističan za drvenaste vrste, a njegova prisutnost u drvu povećava biološku trajnost drva, jer djeluje toksično na neke, za drvo štetne organizme (Trajković & Šefc, 2017). Lignin se u staničnim stijenkama može dokazati smjesom alkoholne otopine fluoroglucina i koncentrirane klorovodične kiseline pri čemu nastaje crveno obojenje te anilinsulfatom pri čemu nastaje intenzivno žuto obojenje. Iz stanične stijenke lignin se može odstraniti kuhanjem u kalcijevom bisulfidu i natrijevoj lužini (Miličić 1969). Stanične stijenske drvnih stanica, u manjoj mjeri mogu sadržavati i tanine, ulja i hlapive spojeve, gumu, lateks i druge organske spojeve u koje spadaju i boje. Prisutnost takvih spojeva povećava otpornost na gljive i određene insekte (Trajković & Šefc, 2017).

1.5. ANATOMSKA GRAĐA DRVA ČETINJAČA

Drvo četinjača građeno je od uzdužno položenih traheida koje imaju provodnu i mehaničku ulogu i od parenhimskih stanica drvnih trakova. Uzdužno raspoređen parenhim u četinjača iznimno je rijedak, a uloga mu je skladištenje hranjivih tvari. Traheide različitih vrsta četinjača različitih su dimenzija u tangencnom promjeru pa ta karakteristika ima važnu ulogu u determinaciji (Hoadley, 1990). Traheide ranog drva neke drvenaste vrste većeg su radijalnog

promjera i tanjih stijenki od traheida kasnog drva te iste drvenaste vrste kako bi u najaktivnijem dijelu vegetacijske sezone, odnosno tijekom proljeća i ljeta, što uspješnije provodile vodu od korijena do listova (Trajković & Šefc, 2017; Hather, 2000). Na stijenkama traheida četinjača iz rodova *Taxus* i *Pseudotsuga* pronađena su spiralna zadebljanja, stoga su spiralna zadebljanja na stijenkama traheida važno determinacijsko svojstvo.

Jažice su otvori u sekundarnom sloju stijenke stanica drva, a uloga im je povezivanje drvnih stanica kako bi bio omogućen prijelaz vode i mineralnih tvari iz jedne stanice u drugu. Prema lumenu stanice jažice su otvorene, dok su prema susjednoj stanici omeđene propusnom membranom. Jažice nasuprotnih stanica položene su jedna nasuprot druge te tvore par jažica. Jažice mogu biti jednostavne ili ograđene. Jednostavne jažice čine kružni otvori u sekundarnom sloju stanične stijenke, a povezuju uzdužno položene stanice parenhima te stanice parenhima drvnih trakova. Ograđene jažice imaju uzdignute dijelove sekundarnog sloja stijenki koji u središtu imaju otvor, uglavnom povezuju traheide, a smještene su duž radijalnih stijenki traheida. Jažice traheida ranog drva na radijalnim stijenkama mogu biti položene u jednom redu te u više redova što je važna karakteristika prilikom determinacije drvenastih vrsta četinjača (Hoadley, 1990; Trajković & Šefc, 2017).

Drvni traci protežu se radijalno između uzdužnih elemenata drva, povezuju drvo sa sekundarnim floemom te omogućuju prijelaz vode iz drva u sekundarni floem te hranjivih tvari iz sekundarnog floema u kambij i drvo (Trajković & Šefc, 2017). Drvni traci mogu biti izgrađeni samo iz stanica radijalnog parenhima (homocelularan drvni trak) ili iz stanica radijalnog parenhima i traheida traka (heterocelularan drvni trak). Traheide drvnih trakova mogu imati manje ili više nazubljene stijenke što je važno svojstvo u determinaciji drva četinjača (Trajković & Šefc, 2017; Hather, 2000). Jažice traheida drvnih trakova su ograđene kao i jažice uzdužno položenih traheida, ali su manjih dimenzija te se prema tome traheide drvnih trakova razlikuju od parenhimskih stanica drvnih trakova. Drvni se traci razlikuju po visini i širini. Drvni traci koji sadrže po jedan red stanica nazivaju se jednorednim, a oni koji sadrže dva ili više redova stanica nazivaju se višerednim (Trajković & Šefc, 2017). Parovi jažica u poljima križanja uzdužnih traheida ranog drva i parenhima drvnih trakova važna su karakteristika u determinaciji drva četinjača. Jažice polja križanja mogu biti fenestriformne, pinoidne, piceoidne, kupresoidne i taksodiodne. Navedeni tipovi jažica javljaju se u poljima križanja križanja uzdužnih traheida i stanica parenhima drvnog traka (Trajković & Šefc, 2017; Hather, 2000).

Drvo nekih vrsta četinjača sadrži i smolenice. Smolenice čine međustanični prostori i kanali omeđeni epitelnim parenhimskim stanicama koje proizvode smolu. Neki rodovi četinjača (*Pinus*, *Picea*, *Larix*) tijekom cijelog života posjeduju smolenice. (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009; Hather 2000). U nekim rodovima četinjača (*Abies*) kao rezultat povrede drva nastaju i traumatske smolenice (Trajković & Šefc, 2017).

1.6. ANATOMSKA GRAĐA DRVA LISTAČA

Drvo listača složenije je građe u odnosu na drvo četinjača, a čine ga članci traheje, traheide, vlaknaste traheide, libriformska vlakanca, parenhim, prijelazni oblici između traheida, libriformskih vlakanca i parenhima (Trajković & Šefc, 2017; Youngs 2009; Hather, 2000). Traheide i traheje, u mrtvom obliku provode vodu i mineralne tvari. Traheide su neperforirane, produljene stanice, međusobno odvojene poprečnim stijenkama s jažicama (Nikolić, 2017). Traheje čini velik broj stanica koje se nadovezuju jedna na drugu, a čije su poprečne stijenke perforirane tako da čine više ili manje kontinuiranu cijev (Nikolić, 2017; Čufar, 2006). Za traheje na poprečnom presjeku koristi se naziv pora (Hoadley, 1990; Hather, 2000; Čufar, 2006). Za determinaciju drva listača važan je raspored i veličina pora na poprečnome presjeku. Drvo je prstenasto porozno ukoliko su pore ranog drva znatno većeg promjera od pora kasnog drva. Pore u ranom drvu mogu biti položene u jednom ili u više redova. Prema veličini pora može se odrediti položaj ranog i kasnog drva unutar jednog goda. Granica gdje rano drvo prelazi u kasno jasno je određena. Drvo je semi-prstenasto porozno ukoliko su pore ranog drva većeg promjera od pora kasnog drva, ali promjer pora unutar goda povećava se postupno te se ne može jasno odrediti granica gdje rano drvo prelazi u kasno. Ukoliko su pore manje-više istog promjera duž cijelu dužinu goda govori se o difuzno poroznom drvu. Difuzno poroznom drvu teže je odrediti granicu gdje rano drvo prelazi u kasno (Hoadley, 1990; Hather, 2000). Neke vrste drva imaju takav položaj i veličinu pora da se ne mogu svrstati niti u jednu od navedenih kategorija pošto je njihov položaj i veličina pora nešto između dvije kategorije. Pojedine vrste drva mogu biti prstenasto porozne do semi-prstenasto porozne (pekan orah) ili semi-prstenasto porozne do difuzno porozne (lipa, trešnja). Pore mogu biti ili pojedinačno smještene ili mogu biti grupirane u radijalne nizove u kojima se nastavljaju jedna na drugu ili mogu biti grupirane u grozdaste nakupine. Pojedinačne ili grupirane pore mogu biti položene tako da tvore tangentne vrpce koje su okomite na smjer pružanja drvnih trakova, mogu biti položene dijagonalno ili radijalno te razgranato.

Za determinaciju drva listača važan je i tip ploče perforacije na završnim stijenkama članaka traheja koja se razaznaje na uzdužnim presjecima. Poprečne stijenke koje odvajaju članke

traheja jednog niza perforirane su na četiri osnovna načina te čine četiri tipa ploča perforacije. Razlikuje se jednostavna, ljestvičasta, mrežasta i kružna ploča perforacije. Jednostavnu ploču perforacije čini otvor koji zauzima gotovo cijelu ploču perforacije. Ljestvičastu ploču perforacije čini više manjih paralelnih otvora smještenih između pregrada. Mrežastu ploču perforacije čine otvori odvojeni uskim pregradama dok je kružna odvojena kružnim otvorima (Hoadley, 1990; Čufar, 2006).

Kao i u drvu četinjača postoje jednostavne i ograđene jažice koje povezuju stijenke stanica u kontaktu. Ograđene jažice drva listača manjih su dimenzija u odnosu na jažice drva četinjača (Trajković & Šefc, 2017). Važnu ulogu prilikom determinacije drvenastih vrsta listača imaju i različiti tipovi jažica na stijenkama traheja u kontaktu. Tipovi jažičenja su naizmjenično, nasuprotno te ljestvičasto. Jažice mogu biti gusto položene tako da tvore dijagonalan ili nepravilan razmještaj. Takav tip jažičenja naziva se naizmjenično jažičenje. Horizontalno položene pravokutne ili okrugle jažice čine nasuprotno jažičenje. Ljestvičasto jažičenje čine izdužene jažice paralelno poredane jedna iznad druge.

Stijenke traheja nekih vrsta drva imaju spiralna zadebljanja (Hoadley, 1990; Čufar, 2006). Traheje mnogih drvenastih vrsta listača ispunjene su tiloznim uklopinama (Trajković & Šefc, 2017; Youngs 2009; Čufar, 2006). Tile su mjehuraste izrasline parenhimskih stanica koje kroz jažice prodiru u susjedne traheje ili rjeđe traheide. Tile mogu biti mjehuraste i malobrojne, poligonalno-spljoštene i tankostjene ili debelostjene i sklerificirane. Pojava tila normalna je prilikom starenja i osrživljanja mnogih vrsta drva. U nekih vrsta drva tilozne su uklopine obilne, a u drugih vrsta su malobrojne ili ih uopće nema (Trajković & Šefc, 2017; Čufar, 2006).

Parenhimske stanice svoju ulogu obavljaju u živom obliku, a u drvenastih biljaka uloga im je uglavnom spremišna i provodna (Nikolić, 2017). Parenhimske stanice imaju uske stanične stijenke, a lumen im može biti zapunjen tvarima ili može biti prazan (Trajković & Šefc, 2017; Youngs, 2009). Parenhimske stanice na poprečnim stijenkama mogu sadržavati jednostavne jažice. Drvni parenhim se dijeli na uzdužni parenhim koji je paralelan s ostalim uzdužnim drvnim elementima, radijalni parenhim drvnih trakova te epitelni parenhim. Volumni udio uzdužno raspoređenog parenhima, u drvenastim vrstama listača umjerene zone, kreće se od 1 do 18%, a u tropskim vrstama čak do 50% (Trajković & Šefc, 2017). Uzdužno raspoređen parenhim može biti apotrahealan i paratrahealan. Apotrahealan parenhim nije u vezi s trahejama, dok paratrahealan parenhim je u kontaktu s trahejama i vaskularnim traheidama. Apotrahealan parenhim može se javiti na granici goda ili unutar goda (Trajković & Šefc, 2017; Hoadley, 1990; Hather, 2000; Čufar, 2006). Epitelni parenhim ima sekretornu funkciju, u vezi

je sa sekrecijskim staničjem uzdužnog i radijalnog sustava građe drva (uljani kanali, mliječne cijevi i uljane vrećice) (Trajković & Šefc, 2017; Hoadley, 1990; Čufar, 2006).

Drvena vlakanca su uske, ravne, izduljene stanice koje su pri krajevima sužene. Drvena vlakna imaju relativno debelu staničnu stijenkicu po čemu se na poprečnom presjeku i mogu razlikovati od parenhimskih stanica. Ipak, drvena vlakna nekih drvenastih vrsta kao što su topola i balsa imaju relativno tanke stijenke (Hoadley, 1990). U drvena vlakanca spadaju traheide, vlaknaste traheide i libriformska vlakanca (Hoadley, 1990; Čufar, 2006). Traheide imaju tanje stanične stijenke od vlaknastih traheida i od libriformskih vlakanaca. Vlaknaste traheide imaju ograđene jažice, dok libriformska vlakna imaju jednostavne jažice. Prema navedenim se karakteristikama pojedine vrste drvnih vlakanaca mogu međusobno razlikovati, premda je to izuzetno teško koristeći samo običan svjetlosni mikroskop (Hoadley, 1990). Kao i kod četinjača drvni traci protežu se radijalno između uzdužnih elemenata drva, povezuju drvo sa sekundarnim floemom te omogućuju prijelaz vode iz drva u sekundarni floem te hranjivih tvari iz sekundarnog floema u kambij i drvo. Na poprečnom su presjeku vidljivi kao zrakasto raspoređene linije koje se pružaju od srčike prema kori, a presječeni su po širini. Na tangentalnom su presjeku presječeni poprečno na smjer pružanja, dok su na radijalnom presjeku presječeni uzdužno po visini (Trajković & Šefc, 2017). Drvni traci različitih vrsta listača razlikuju se po visini i širini. Širina i gustoća drvnih trakova važna je karakteristika pri determinaciji drva listača. Drvni traci mogu biti široki samo jedan red stanica i tada su to jednoredni drvni traci, a mogu biti široki dva ili više redova stanica pa se tada nazivaju višeredni drvni traci. Staničje drvnih trakova može biti homogeno ili heterogeno. Homogeno se sastoji od radijalno produljenih, kvadratičnih ili uspravnih stanica parenhima, a heterogeno od radijalno produljenih, kvadratičnih i uspravnih stanica parenhima. Rubne stanice heterogenog drvnog traka listača uvijek su parenhimske te su uglavnom uspravno orijentirane za razliku od unutrašnjih parenhimskih stanica drvnih trakova koje su polegnute (Trajković & Šefc, 2017; Hather 2000; Čufar, 2006). Rubne stanice drvnih trakova sadrže velike jažice posebnog tipa. Jažice rubnih stanica drvnih trakova dobro se uočavaju na mjestima gdje su stijenke parenhima drvnog traka i traheje u kontaktu (Trajković & Šefc, 2017). Rubne stanice drvnih trakova često sadrže kristale. Kristali su građeni od anorganskih spojeva, prvenstveno kalcijevog oksalata, a najčešće su kubičnog ili romboidnog oblika. Kristali mogu biti skupljeni i u velikim agregatima, a mogu biti i pločasti ili štapićasti (Trajković & Šefc, 2017; Čufar, 2006). Drvni traci nekih drvenastih rodova (*Alnus*, *Corylus*, *Carpinus*) mogu se udruživati u agregate (Hather, 2000).

1.7. IDENTIFIKACIJA DRVENASTIH BILJNIH TAKSONA NA OSNOVI ANATOMSKE I MORFOLOŠKE GRAĐE DRVA

Identifikacija drvenaste svojte do roda, a ponekad i vrste moguća je pomoću proučavanja mikroskopskih i makroskopskih svojstava karakterističnih za određeni rod ili vrstu drva.

Identifikacija drva temeljena na makroskopskim svojstvima proučava se na poprečnom presjeku golim okom ili pod povećanjem od 5 do 10 puta. Poprečni presjek mora biti širine minimalno jednog goda. Identifikacija drva temelji se na ključevima za identifikaciju. Drvo koje je potrebno identificirati na temelju makroskopskih svojstava ispili se u manje komade željenih dimenzija, tako da je poprečni presjek što glađi. Poprečni presjek mora biti što glađi kako bi se karakteristike potrebne za determinaciju mogle što bolje uočiti i protumačiti. Za pripremu dovoljno glatkog poprečnog presjeka potreban je oštar nož, skalpel ili žilet kojima se površina drva dodatno zaglađuje. Karakteristike vidljive na poprečnom presjeku prvo se promatraju golim okom, a zatim povećalom (lupom). U identifikaciji drva koriste se i neke karakteristike vidljive na tangentskom i radijalnom presjeku, a kao što su boja, širina, visina i gustoća drvnih trakova. Površina drva na tangentskom i radijalnom presjeku ne mora se nakon cijepanja dodatno obrađivati niti zaglađivati za potrebe identifikacije. Za makroskopsku identifikaciju drva četinjača važno je obratiti pažnju na prisustvo smolenica te boju bjeljike i srži drva. Za makroskopsku identifikaciju drva listača, uz boju srži i bjeljike, ključna karakteristika je veličina i raspored pora te gustoća drvnih trakova.

Za mikroskopsku identifikaciju drva potrebna je oprema za izradu mikroskopskih preparata te mikroskop za proučavanje karakteristika. Za potrebe mikroskopske identifikacije izrađuju se tri specifična presjeka (poprečni, tangentski i radijalni) na kojima se pomoću mikroskopa promatraju specifične karakteristike koje omogućuju identifikaciju drva, a koje su prethodno opisane u poglavljima *Anatomska građa drva četinjača* i *Anatomska građa drva listača* (Trajković & Šefc, 2017).

1.8. TRAJNOST DRVA

Za komercijalne vrste drva, uz ostale karakteristike kao što su manja ili veća jednostavnost obrade te estetska obilježja, važna je i trajnost drva te mogućnost povećanja prirodne trajnosti. Trajnost drva može se definirati kao prirodna otpornost drva na djelovanje različitih organizama kao što su gljive, bakterije, morski organizmi te različiti kukci (najviše termiti) koji na drvu žive i njime se hrane. Trajnost pojedinih vrsta drva odnosi se na trajnost srži, dok je trajnost bjeljike uglavnom loša. Neke su vrste drva trajnije, a neke su manje trajne. Trajnost drva ovisi

i o uvjetima u kojima se drvo nalazi. Iako brojne vrste drva imaju lošu prirodnu trajnost, ona se može povećati tretiranjem različitim kemijskim sredstvima. Neke drvenaste vrste tretiraju se lako, dok je neke vrste vrlo teško tretirati. Mogućnost tretiranja pojedine vrste drva ovisi o sposobnosti upijanja zaštitnog kemijskog sredstva. Drvo se tretira pod tlakom kako bi se poboljšalo prodiranje zaštitnog sredstva. Zaštitno sredstvo vrlo malo prodire u drvo vrsta koje se teško tretiraju. Mogućnost korištenja različitih vrsta drva u određene svrhe (gradnja, izrada prozora, podova, namještaja) u unutarnjim ili vanjskim prostorima ovisi o prirodnoj trajnosti drva te o mogućnostima tretiranja u svrhu poboljšanja trajnosti. Trajnost pojedinih vrsta drva određena je pomoću iskustva, laboratorijskih testova te drugih informacija (United States Department of Agriculture, 2010). U tablici 1. navedena je trajnost drvenastih vrsta opisanih u ovom radu (United States Department of Agriculture, 2010; Mihael Finger (ur.), 2016).

Tablica 1. Popis opisanih drvenastih vrsta s navedenom prirodnom trajnošću za svaku pojedinu vrstu.

Drvenasta vrsta	Prirodna trajnost
ČETINJACE	
PORODICA: Cupressaceae	
<i>Juniperus communis</i> L. – obična borovica	dobra
PORODICA: Pinaceae	
<i>Abies alba</i> Miller – obična jela	umjerena do loša
<i>Larix decidua</i> Miller – europski ariš	prilično dobra
<i>Picea abies</i> (L.) Karsten – obična smreka	umjerena do loša
<i>Pinus nigra</i> L. – crni bor	umjerena do loša
<i>Pinus sylvestris</i> L. – bijeli bor	prilično dobra
<i>Pinus strobus</i> L. – američki borovac	umjerena do loša
LISTAČE	
PORODICA: Aceraceae	
<i>Acer pseudoplatanus</i> L. – gorski javor	loša
PORODICA: Betulaceae	
<i>Alnus sp.</i> – joha	loša
<i>Betula pendula</i> Roth. – obična breza	loša
<i>Carpinus betulus.</i> – obični grab	loša
<i>Corylus avellana</i> L. – obična lijeska	loša
<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop. – crni grab	loša

PORODICA: Fabaceae	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. – obični bagrem	jako dobra
PORODICA: Fagaceae	
<i>Castanea sativa</i> Mill. – europski pitomi kesten	dobra
<i>Fagus sylvatica</i> L. – obična bukva	loša
<i>Quercus</i> sp. – hrast	prilično dobra do dobra
PORODICA: Lauraceae	
<i>Laurus nobilis</i> L. – pravi lovor	loša
PORODICA: Meliaceae	
<i>Swietenia macrophylla</i> King. – američki mahagonij	dobra
PORODICA: Moraceae	
<i>Chlorophora exelsa</i> Benth. et Hook.f. – iroko	jako dobra
<i>Ficus carica</i> L. – obična smokva	loša
<i>Morus nigra</i> L. – crni dud	jako dobra
PORODICA: Oleaceae	
<i>Fraxinus excelsior</i> L. – bijeli jasen	loša
PORODICA: Rosaceae	
<i>Prunus avium</i> L. – divlja trešnja	dobra
<i>Pyrus communis</i> L. – pitoma kruška	loša
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz. – obična mukinja	loša
PORODICA: Salicaceae	
<i>Populus</i> sp. – topola	loša
PORODICA: Tiliaceae	
<i>Tilia</i> sp. – lipa	loša
PORODICA: Viburnaceae	
<i>Sambucus nigra</i> L. – crna bazga	umjerena do loša

1.9. KSILOTEKA

Ksiloteka je sistematski uređena zbirka daščica različitih vrsta drva pouzdanog botaničkog izvora. Ime ksiloteka dolazi od grčke riječi xylon što znači drvo. Prvi uzorci drva počeli su se sakupljati već u 17. stoljeću. Osim daščica, za određenu drvenastu vrstu počeli su se sakupljati i listovi, sjemenke te kora. Jedna od najstarijih ksiloteka u svijetu je ona na Lenjigradskom sveučilištu, osnovana je 1823. godine. Najveći broj prikupljenih daščica (98 000) ima ksiloteka u Madisonu, u Sjedinjenim Američkim državama. Kraljevski muzej Centralne Afrike u Belgiji broji 57 000 daščica, Thunen institut u Hamburgu 37 000 daščica, a kraljevski botanički vrt

Kew garden u Londonu 34 000 daščica. Ksiloteka Šumarskog fakulteta u Zagrebu osnovana je polovicom prošlog stoljeća i broji oko 3000 daščica. Osim daščica, ksiloteka Šumarskog fakulteta u Zagrebu posjeduje i mikroskopske preparate pojedinih vrsta drva. Uzorci daščica ksiloteke pronašli su svoju primjenu pri identifikaciji vrsta drva. Uz pomoć daščica moguće je proučavati makrostrukturu drva.

1.10. VAŽNOST PROUČAVANJA ANATOMSKIH I MORFOLOŠKIH OBILJEŽJA DRVA

Anatomska građa drva važno je poznavati zbog determinacije recentnog i arheološkog drva te zbog utjecaja mikrostrukture drva na mehanička, fizička i tribološka svojstva. Mikroskopski preparati drva također se mogu koristiti kao dio nastavnog materijala u osnovnim i srednjim školama u svrhu demonstracije osnovnih anatomskih obilježja drvenastih stabljika u redovnoj nastavi biologije i u izbornim predmetima.

Morfološku građu drva također je važno poznavati zbog mogućnosti determinacije drvenastih vrsta, ali i zbog estetskih obilježja vezanih uz izradu namještaja, nakita, skulptura. Morfološku građu drva također je važno poznavati i zbog mogućnosti korištenja u nastavi za obradu nastavnih jedinica, za pokazivanje biološke raznolikosti te kao materijal u izbornim predmetima.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Glavni ciljevi ovog rada mogu se sažeti u 4 stavke:

1. Napraviti ksiloteku drva koja se sastoji od uzoraka daščica drva i mikroskopskih preparata s tri karakteristična presjeka za svaku istraživanu vrsta drva četinjača i listača
2. Opisati makroskopska i mikroskopska obilježja, te trajnost istraživanih vrsta drva
3. Napraviti fotodokumentaciju daščica i mikroskopskih preparata, te izraditi pripadajući popis svih istraživanih porodica i vrsta
4. Napraviti determinacijski ključ pomoću kojega će se istraživane vrste drva moći međusobno razlikovati

3. MATERIJALI I METODE

Za ovaj rad prikupljeni su uzorci drva 7 vrsta četinjača i 22 vrste listača.

3.1. IZRADA KSILOTEKE I OPIS MORFOLOŠKIH OBILJEŽJA

Za izradu ksiloteke, uzorci drva ispiljeni su u daščice dimenzija 120 x 70 x 20 mm, daščice su numerirane, označene i imenovane pomoću Flora Croatica Database (FCD baze) te knjige Holzatlas (Wagenfuhr, 2006). Daščice koje nisu bile prethodno obrađene, slagane su jedne uz druge s malim razmakom između daščica te jedne na druge s tankim letvicama između svakog reda daščica. Tako složene daščice opterećene su teretom te su na takav način prešane i sušene u vremenskom periodu od približno 2 mjeseca.

Napravljena je fotodokumentacija daščica uz pomoć fotoaparata Nikon DSLR 3400 te popis svih porodica i vrsta drva. Daščice su opisane pomoću opažanja uočenih golim okom te pomoću lupe, a zatim su opažanja uspoređena s literaturnim navodima (Schweingruber, 1978; Wagenfuhr, 2006).

3.2. IZRADA TRAJNIH MIKROSKOPSKIH PREPARATA I OPIS ANATOMSKIH OBILJEŽJA DRVA

Manji komadi uzoraka drva dimenzija 10 x 10 x 20 mm omekšani su kuhanjem u destiliranoj vodi.



Slika 1. Prikaz omekšavanja drva kuhanjem u destiliranoj vodi



Slika 2. Prikaz omekšavanja drva kuhanjem u destiliranoj vodi

Omekšani uzorci pohranjeni su u staklenke s vodenom otopinom etanola ($c = 1.25 \text{ mol dm}^{-3}$)



Slika 3. Prikaz uzoraka drva uronjenih u vodenu otopinu etanola

Histološki presjeci izrezani su na mikrotomu Reichert Wien, Nr. 13 142, Shandon.



Slika 4. Mikrotom

Za svaku vrstu drva izrađen je poprečni, tangenti i radijalni presjek. Presjeci su preneseni u petrijeve zdjelice, u mješavinu 96%-tnog etanola i glicerola u omjeru 1:1. Prije bojanja, presjeci su isprani tri puta u destiliranoj vodi i tri puta u 96%-tnom etanolu. Presjeci su zatim obojeni mješavinom organskog bojila safranina i astra blue u trajanju od 10 min.

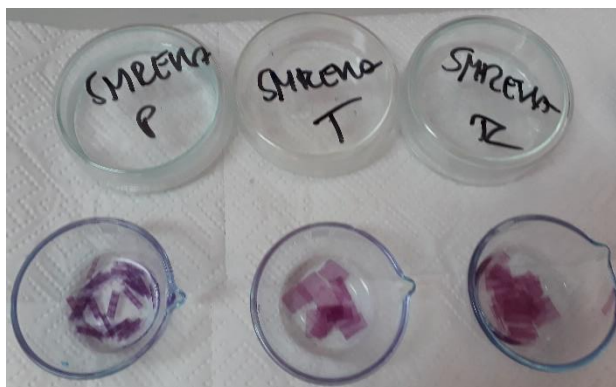


Slika 5. Mješavina organskog bojila safranina i astra blue



Slika 6. Prikaz bojenja presjeka drva

Nakon bojanja presjeci su isprani tri puta u 70%-tnom etanolu i i tri puta u 96%-tnom etanolu. Presjeci su ostavljeni u petrijevim zdjelicama u 96%-tnom etanolu do uklapanja.



Slika 7. Prikaz presjeka drva nakon bojenja

Uklapanje/izrada histoloških preparata izvršena je u nekoliko faza. Presjeci (poprečni, tangentialni, radijalni) redom su složeni na označeno predmetno stakalce. Na svaki presjek kapnuta je kap sintetskog medija Euparal.

Izrađeni mikroskopski preparati proučavani su pomoću mikroskopa, a njihova je građa detaljno opisana uz pomoć opažanja koja su uspoređena s literaturnim navodima (Hoadley, 1990; Hather, 2000; Schweingruber, 1978; Wagenfuhr, 2006) za svaku pojedinu vrstu drva. Za sve vrste drva napravljena je fotodokumentacija mikroskopskih preparata uz pomoć računalnog programa i kamere „Toup Cam“.

3.3. IZRADA DETERMINACIJSKOG KLJUČA

Nakon analize mikroskopskih i makroskopskih obilježja istraživanih vrsta, napravljen je determinacijski ključ pomoću kojega se istraživane vrste drva mogu međusobno razlikovati.

4. REZULTATI

4.1. FOTODOKUMENTACIJA I OPIS MAKROSKOPSKIH I MIKROSKOPSKIH OBILJEŽJA ISTRAŽIVANIH DRVENASTIH VRSTA

U ovom radu načinjena je ksiloteka daščica i zbirka trajnih mikroskopskih preparata u tri karakteristična presjeka za 29 drvenastih vrsta.

Popis proučavanih drvenastih vrsta prikazan je u tablici 2. Vrste su u tablici i prilikom opisivanja makroskopskih i mikroskopskih obilježja podijeljene u grupu četinjača i listača, a unutar tih grupa su poredane abecedno po porodicama i vrstama.

Tablica 2. Popis porodica i vrsta drva opisanih u radu

Broj	Četinjače /Listače	Porodica	Latinski naziv	Hrvatski naziv
1.	Četinjače	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus communis</i> L.	obična borovica
2.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Abies alba</i> Miller	obična jela
3.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Larix decidua</i> Miller	europski ariš
4.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Picea abies</i> (L.) Karsten	obična smreka
5.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus nigra</i> L.	crni bor
6.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus sylvestris</i> L.	bijeli bor
7.	Četinjače	<i>Pinaceae</i>	<i>Pinus strobus</i> L.	američki borovac
8.	Listače	<i>Aceraceae</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	gorski javor
9.	Listače	<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus</i> sp.	joha
10.	Listače	<i>Betulaceae</i>	<i>Betula pendula</i> Roth	obična breza
11.	Listače	<i>Betulaceae</i>	<i>Carpinus betulus</i> L.	obični grab
12.	Listače	<i>Betulaceae</i>	<i>Corylus avellana</i> L.	obična lijeska

13.	Listače	<i>Betulaceae</i>	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	crni grab
14.	Listače	<i>Fabaceae</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	obični bagrem
15.	Listače	<i>Fagaceae</i>	<i>Castanea sativa</i> Mill.	europski pitomi kesten
16.	Listače	<i>Fagaceae</i>	<i>Fagus sylvatica</i> L.	obična bukva
17.	Listače	<i>Fagaceae</i>	<i>Quercus</i> sp.	hrast
18.	Listače	<i>Lauraceae</i>	<i>Laurus nobilis</i> L.	pravi lovor
19.	Listače	<i>Meliaceae</i>	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	američki mahagonij
20.	Listače	<i>Moraceae</i>	<i>Chlorophora exelsa</i> Benth. et Hook.f.	iroko
21.	Listače	<i>Moraceae</i>	<i>Ficus carica</i> L.	obična smokva
22.	Listače	<i>Moraceae</i>	<i>Morus nigra</i> L.	crni dud
23.	Listače	<i>Oleaceae</i>	<i>Fraxinus exelsior</i> L.	bijeli jasen
24.	Listače	<i>Rosaceae</i>	<i>Prunus avium</i> L.	divlja trešnja
25.	Listače	<i>Rosaceae</i>	<i>Pyrus communis</i> L.	pitoma kruška
26.	Listače	<i>Rosaceae</i>	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz.	obična mukinja
27.	Listače	<i>Salicaceae</i>	<i>Populus</i> sp.	topola
28.	Listače	<i>Tiliaceae</i>	<i>Tilia</i> sp.	lipa
29.	Listače	<i>Viburnaceae</i>	<i>Sambucus nigra</i> L.	crna bazga

ČETINJAČE

PORODICA: *Cupressaceae*

1. *Juniperus communis* L. – obična borovica

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 1. Poprečni presjek
drva obične borovice**



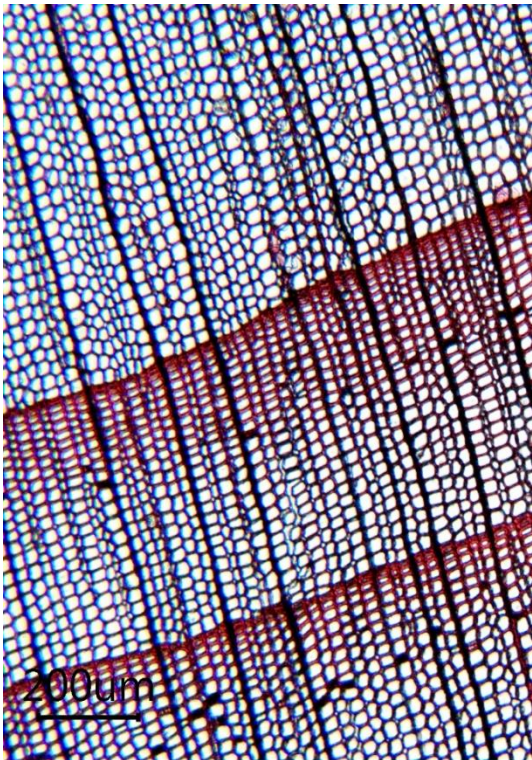
**Slika 2. Tangentni presjek
drva obične borovice**



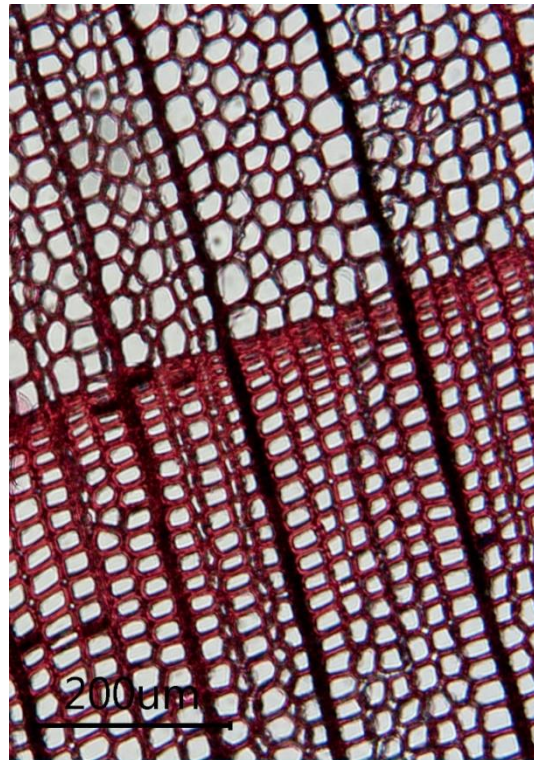
**Slika 3. Radijalni presjek
drva obične borovice**

Drvo borovice je žućkasto do svijetlo smeđe, ima karakterističan miris. Srž se jasno razlučuje od bjeljike, srž je tamno smeđe obojena. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Poprečno presječene traheide nisu vidljive. Drvni traci nisu uočljivi. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova. Na tangentnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

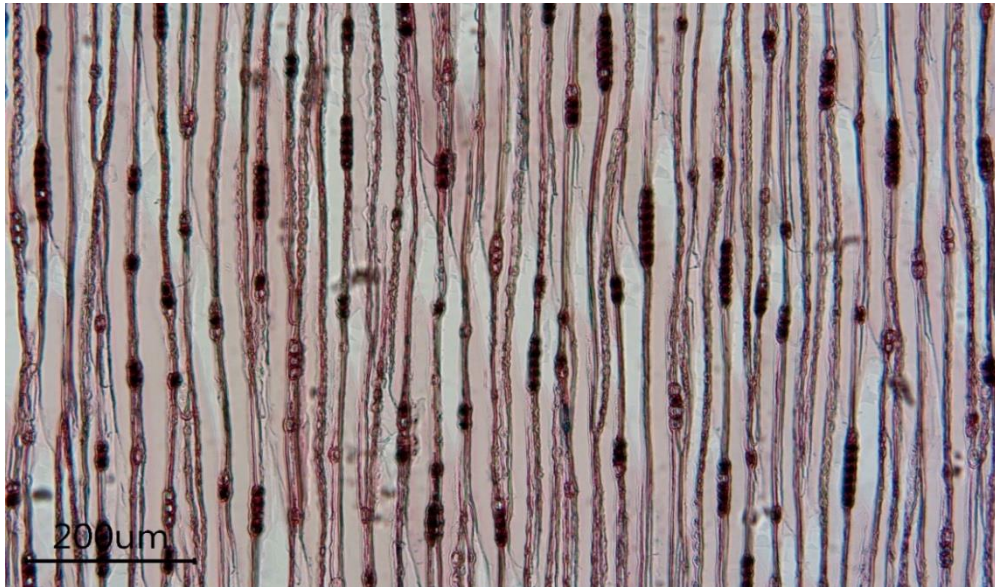


Slika 4. Poprečni presjek drva obične borovice, povećanje objektiva 5X



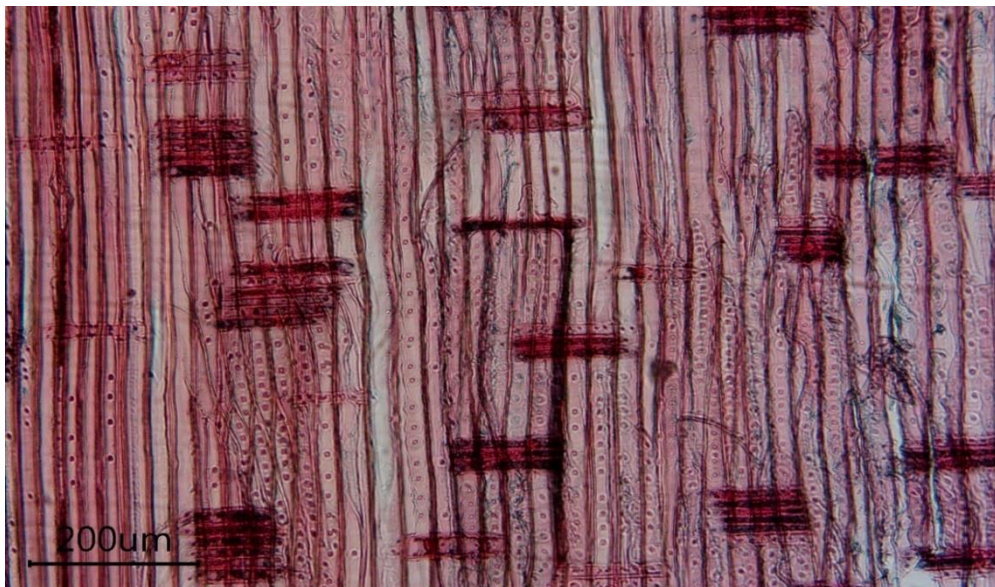
Slika 5. Poprečni presjek drva obične borovice, povećanje objektiva 10X

Drvo obične borovice (*Juniperus communis* L.) ima jasno uočljivu granicu goda, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Traheide ranog drva imaju tanje stijenke od traheida kasnog drva. Traheide kasnog drva blizu granice goda imaju deblje stijenke od onih koje su udaljenije od granice goda. Vidljivi su jednoredni drvni traci te stanice parenhima ispunjene uzdužnim uklopinama koje su difuzno razmještene te ih ima više u kasnom drvu.



Slika 6. Tangentni presjek drva obične borovice

Drvni traci su jednoredni, razlikuju se po visini, ali svi su relativno kratki. Uočavaju se traheide povezane ograđenim jažicama.



Slika 7. Radijalni presjek drva obične borovice

Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo. Uočavaju se uzdužno položene traheide s pojedinačnim ograđenim jažicama. Drvni traci su homocelularni, izgrađeni samo od parenhimskih stanica. Parenhimske stanice drvnih trakova horizontalno imaju uglavnom glatke stijenke, a vertikalno stijenke imaju udubine i izbočine. Jažice na polju križanja su kupresoidne.

PORODICA: *Pinaceae*

2. *Abies alba* Mill. – obična jela

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 8. Poprečni presjek
drva obične jele**



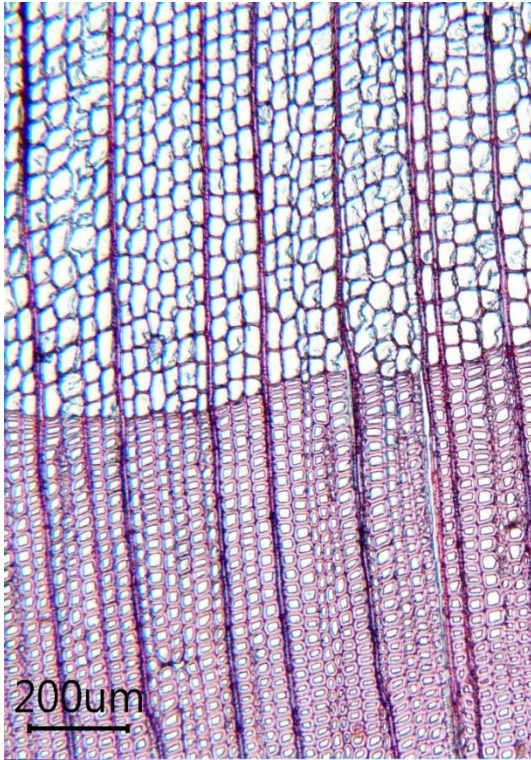
**Slika 9. Tangentni presjek drva
obične jele**



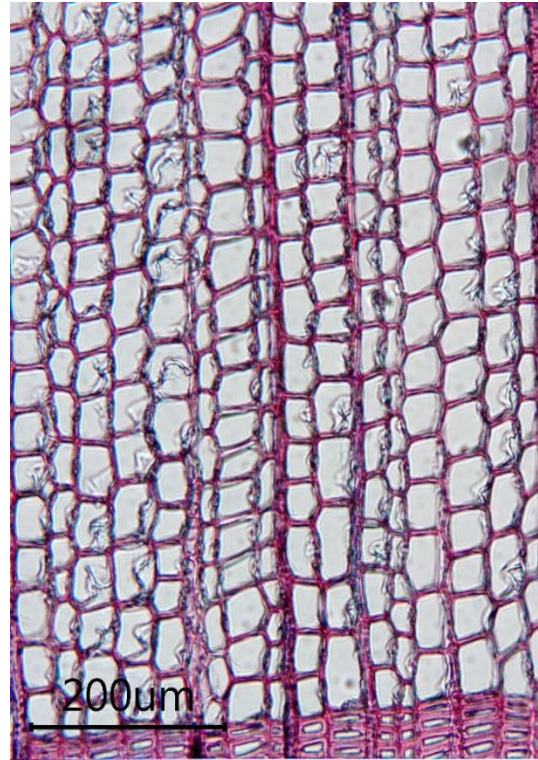
**Slika 10. Radijalni
presjek drva obične jele**

Drvo obične jele je bjelkasto, nema karakterističan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno vidljivim granicama godova. Razlikuje se zona ranog i kasnog drva u jednom godu, rano drvo je bjelkasto, a kasno crvenkasto. Prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Uočavaju se poprečno presječne traheide. Drvo nema smolenica. Drvni traci nisu uočljivi. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

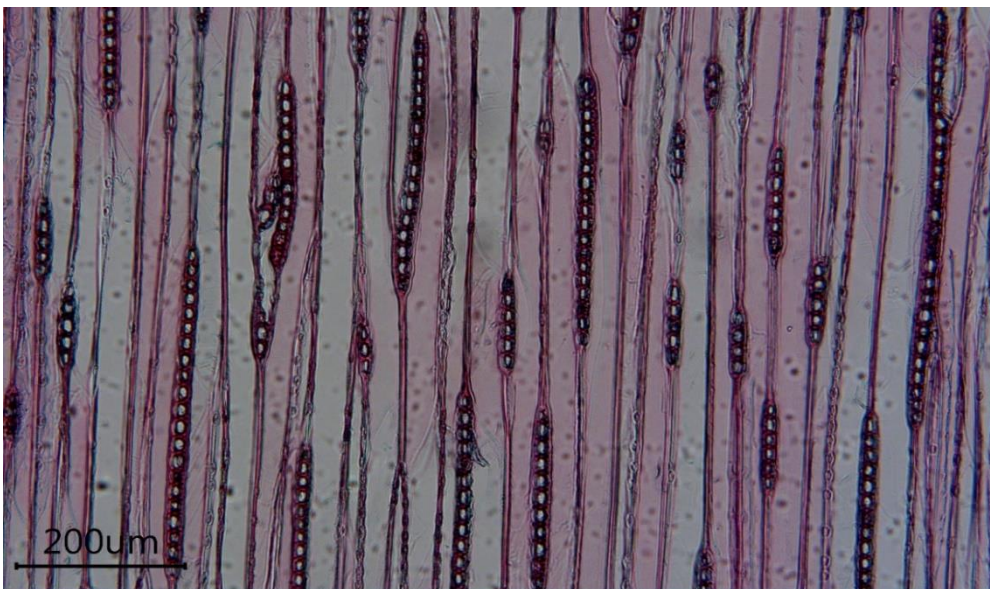


Slika 11. Poprečni presjek drva obične jele, povećanje objektivna 5X



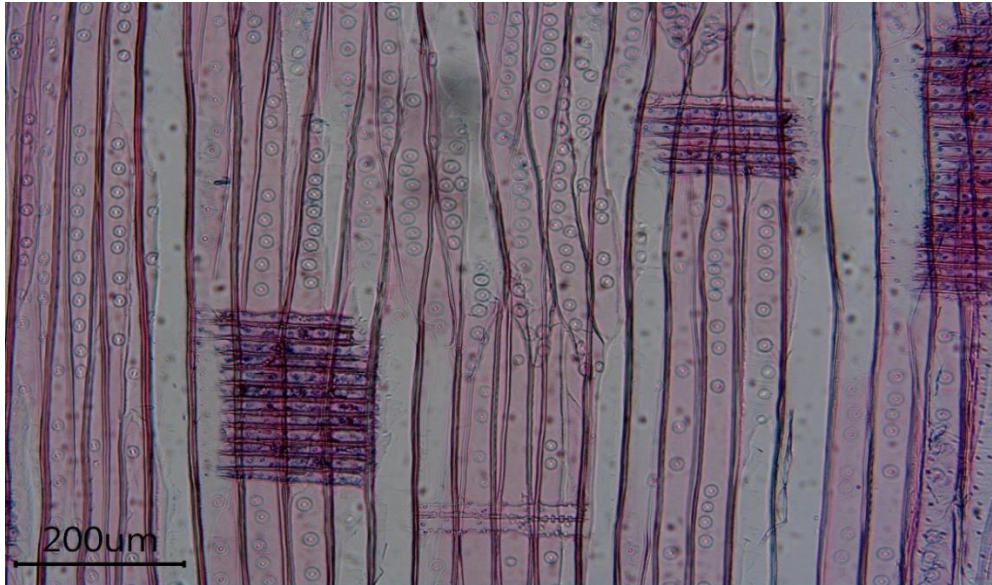
Slika 12. Poprečni presjek drva obične jele, povećanje objektivna 10X

Drvo obične jele (*Abies alba* Mill.) ima jasno uočljivu granicu goda. Traheide ranog drva imaju znatno tanje stijenke od traheida kasnog drva. Između traheida ranog drva uočavaju se ograđene jažice. Vidljivi su jednoredni drvni traci. Nema uzdužnih smolenica.



Slika 13. Tangentni presjek drva obične jele

Drvni traci su jednoredni, različitih su visina. Vidljive su uzdužne traheide povezane jažicama.



Slika 14. Radijalni presjek drva obične jele

Vidljive su uzdužno položene traheide s jednorednim, ograđenim jažicama. Na mjestima se uočavaju i jažice u paru. Drvni traci su homocelularni, sadrže samo parenhimske stanice. Parenhimske stanice drvnih trakova horizontalno imaju uglavnom glatke stijenke, a mjestimice i nazubljene stijenke dok okomito stijenke imaju blage udubine i izbočine. Stijenke parenhimskih stanica drvnih trakova imaju debele stijenke na mjestima gdje se nastavljaju jedna na drugu, dok su stijenke marginalnih parenhimskih stanica tanje. Polja križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova sadrže taksodiodne jažice.

3. *Larix decidua* Mill. – europski ariš

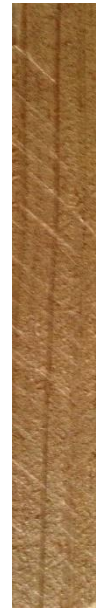
MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA



**Slika 15. Poprečni presjek
drva europskog ariša**



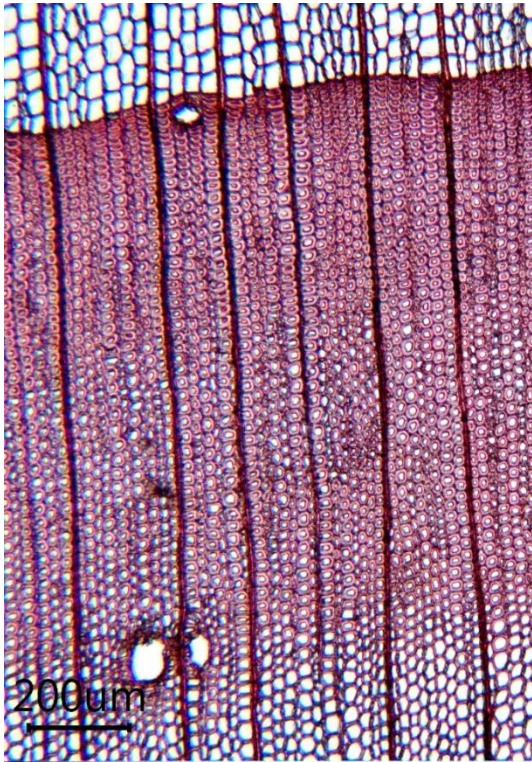
**Slika 16. Tangentni presjek
drva europskog ariša**



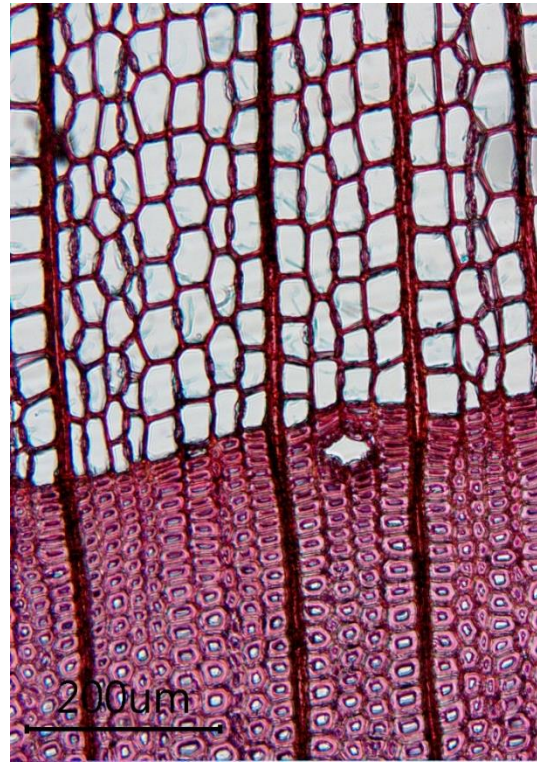
**Slika 17. Radijalni presjek
drva europskog ariša**

Drvo europskog ariša je crvenkasto-smeđe, nema karakterističan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno vidljivim granicama godova. Vidljiv je nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Kasno drvo je tamnije boje od ranog drva. Uočavaju se poprečno presječene traheide i malobrojne smolenice. Drvni traci nisu uočljivi. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

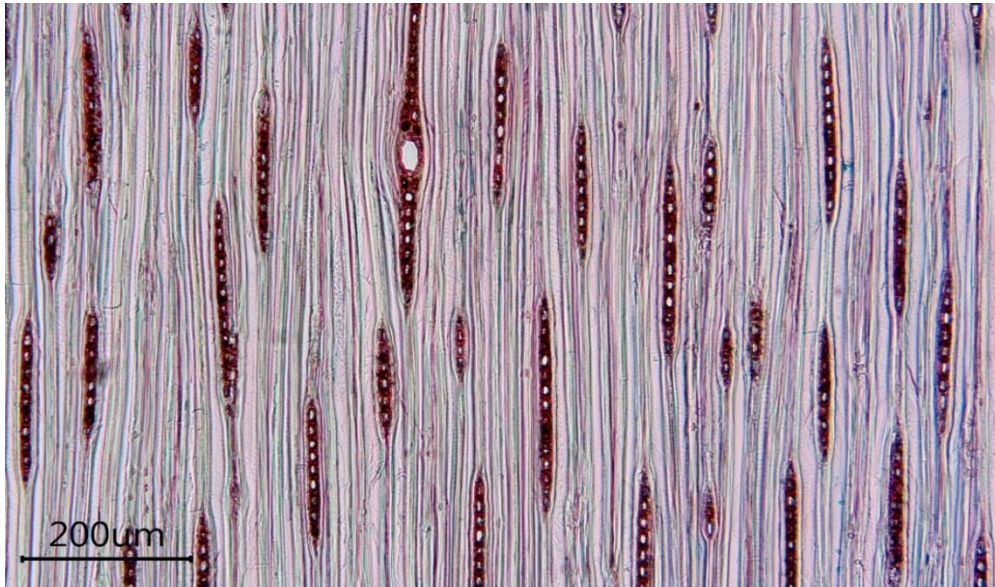


Slika 18. Poprečni presjek drva europskog ariša, povećanje objektiva 5X



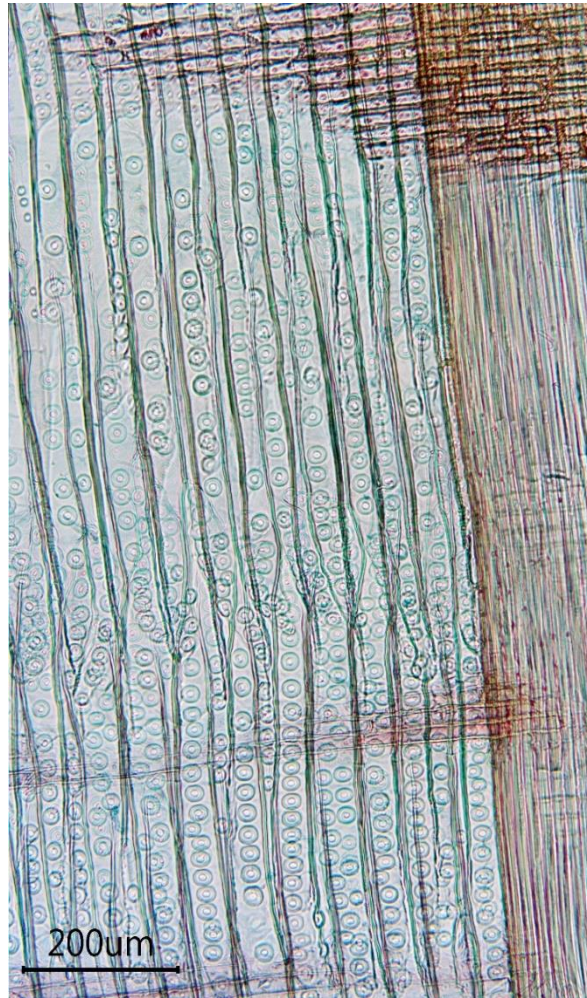
Slika 19. Poprečni presjek drva europskog ariša, povećanje objektiva 10X

Drvo europskog ariša (*Larix decidua* Mill.) ima jasno uočljivu granicu goda te nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Traheide ranog drva imaju znatno tanje stijenke od traheida kasnog drva. Traheide kasnog drva koje su bliže granici goda imaju deblju stijenku od onih koje su udaljenije od granice goda. Između traheida ranog drva uočavaju se ograđene jažice. Vidljivi su drvni traci i uzdužne smolenice s parenhimskim stanicama debljih stijenki.



Slika 20. Tangentni presjek drva europskog ariša

Drvni traci su jednoredni, različitih su visina te sadrže radijalne smolenice. Vidljive su trahide, a na mjestima su vidljive i jažice koje povezuju stijenke susjednih traheida.



Slika 21. Radijalni presjek drva europskog ariša

Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo. Vidljive su traheide s jednorednim i dvorednim, ograđenim jažicama. Drvni traci su heterocelularni, sadrže parenhimske stanice i traheide traka. Parenhimske stanice drvnih trakova horizontalno imaju uglavnom glatke stijenke, a vertikalno stijenke imaju blage udubine i izbočine. Stijenke parenhimskih stanica imaju debele stijenke. Polja križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova sadrže piceoidne jažice. U stanicama drvnih trakova su prisutni kristali.

4. *Picea abies* (L.) Karsten – obična smreka

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA



**Slika 22. Poprečni presjek
drva obične smreke**



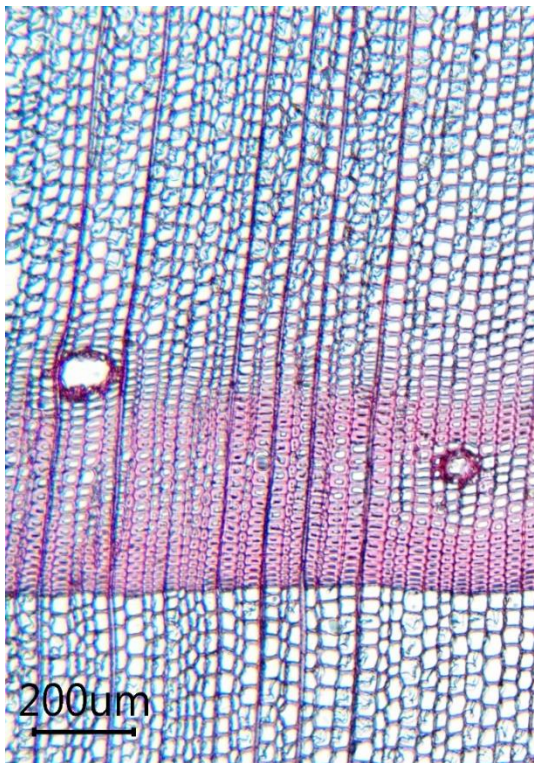
**Slika 23. Tangentni presjek
drva obične smreke**



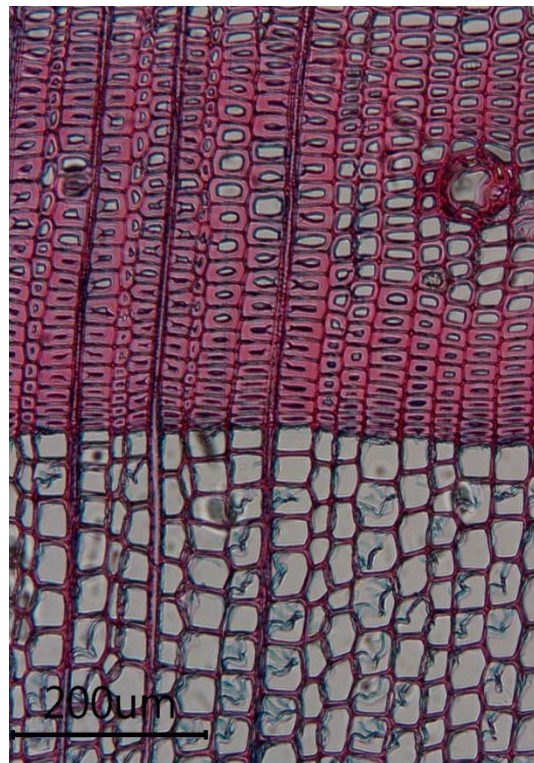
**Slika 24. Radijalni presjek
drva obične smreke**

Drvo obične smreke je žućkasto-bijelo, nema karakterističan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama godova. Jasno se uočava kasno i rano drvo. Kasno drvo je crvenkaste boje, a rano drvo je bjelkaste boje. Prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Uočavaju se poprečno presječene traheide i smolenice. Drvni traci nisu uočljivi. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

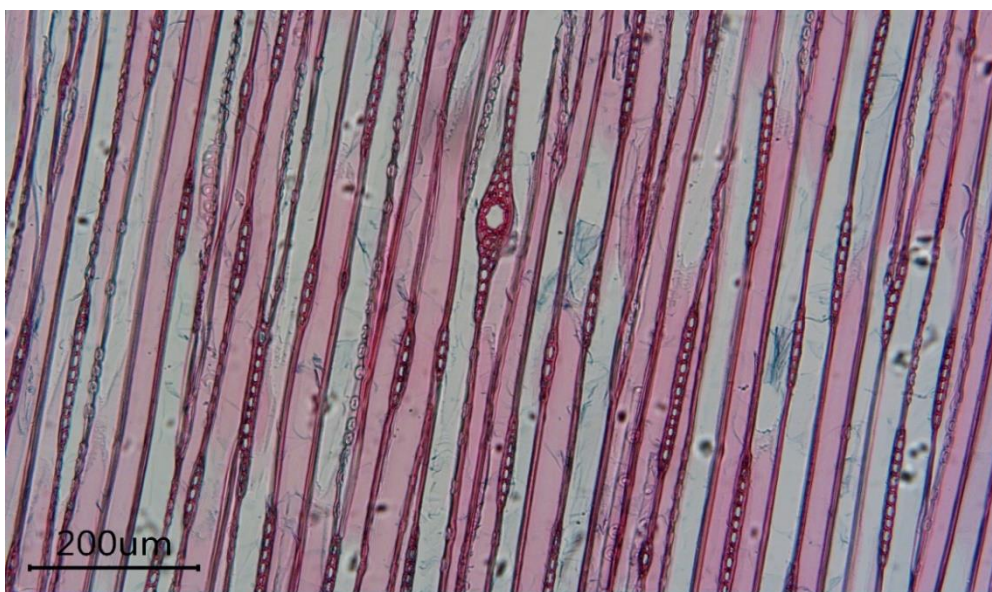


Slika 25. Poprečni presjek drva obične smreke, povećanje 5X



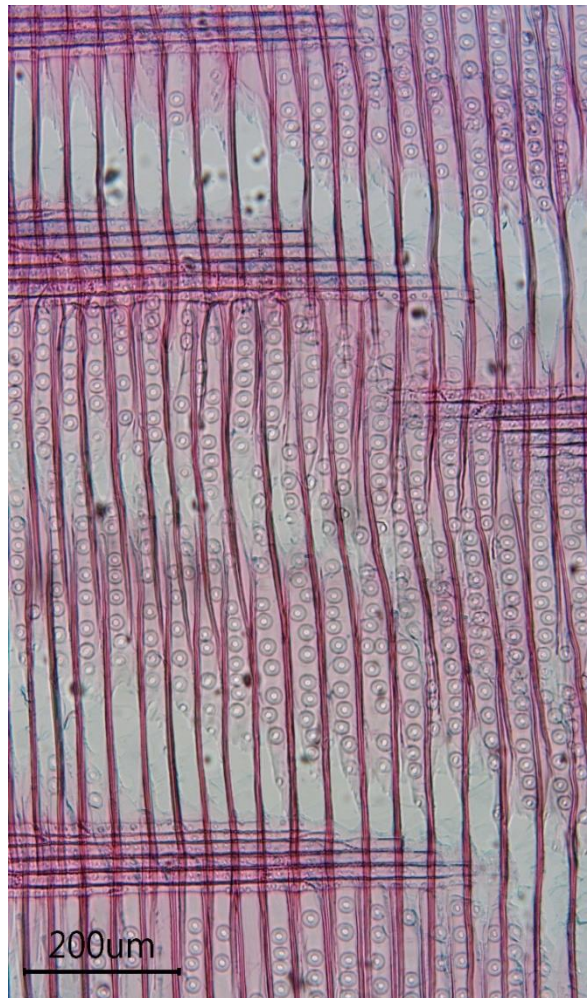
Slika 26. Poprečni presjek drva obične smreke, povećanje 10X

Drvo obične smreke (*Picea abies* (L.) Karsten) ima jasno uočljivu granicu goda, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Traheide ranog drva imaju znatno tanje stijenke od traheida kasnog drva. Između traheida ranog drva uočavaju se jažice. Vidljivi su jednoredni drvni traci i smolenice okružene epitelnim stanicama.



Slika 27. Tangentni presjek drva obične smreke

Drvni traci su jednoredni i višeredni sa radijalnim smolenicama. Vidljive su traheide povezane jažicama.



Slika 28. Radijalni presjek drva obične smreke

Vidljive su traheide s jednorednim, ograđenim jažicama. Rijetko se uočavaju i jažice u paru. Drvni traci su heterocelularni, sadrže parenhimske stanice i traheide traka. Traheide drvnih trakova imaju glatke i blago valovite stijenke. Polja križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova sadrže piceoidne jažice.

5. *Pinus nigra* L. – crni bor

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA



**Slika 29. Poprečni presjek
drva crnog bora**



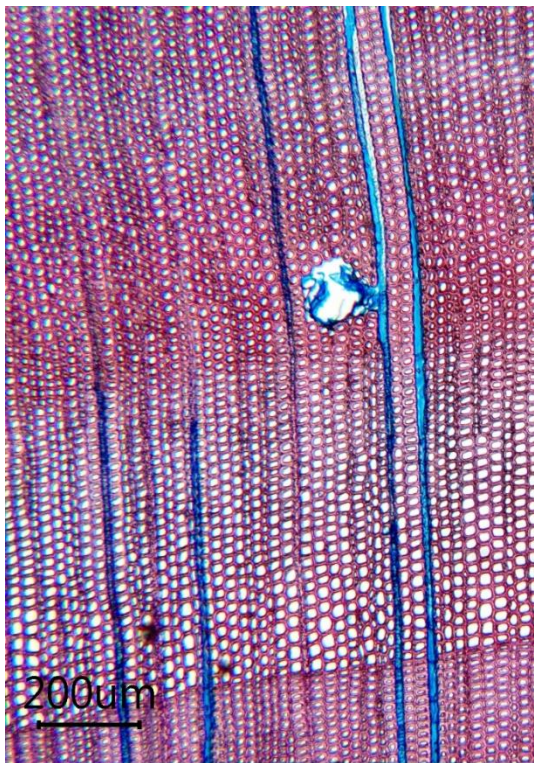
**Slika 30. Tangentni presjek
drva crnog bora**



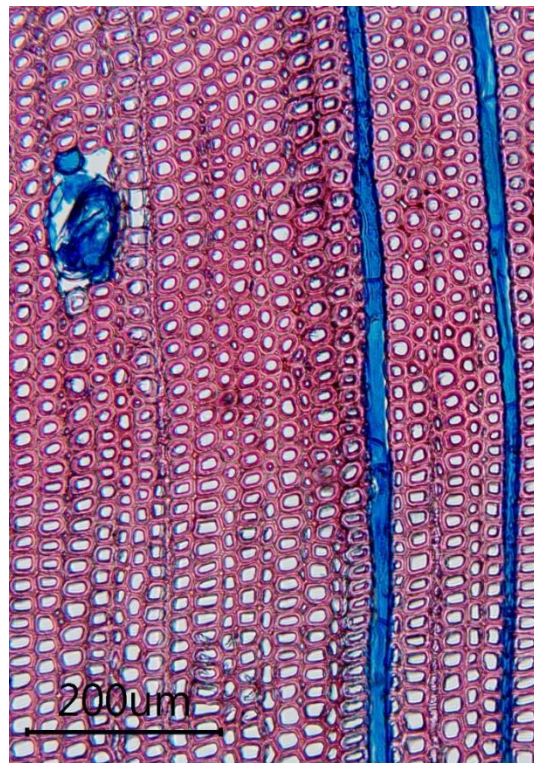
**Slika 31. Radijalni presjek
drva crnog bora**

Drvo crnog bora je crvenkasto-smeđe, karakterističnog je mirisa. Srž drva je tamnije obojena od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama godova. Uočljiv je nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Rano drvo je svijetlije obojeno od kasnog drva. Uočavaju se poprečno presječene traheide i smolenice. Drvni traci su uočljivi golim okom. Na tangentnom i radijalnom presjeku se uočavaju granice godova.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

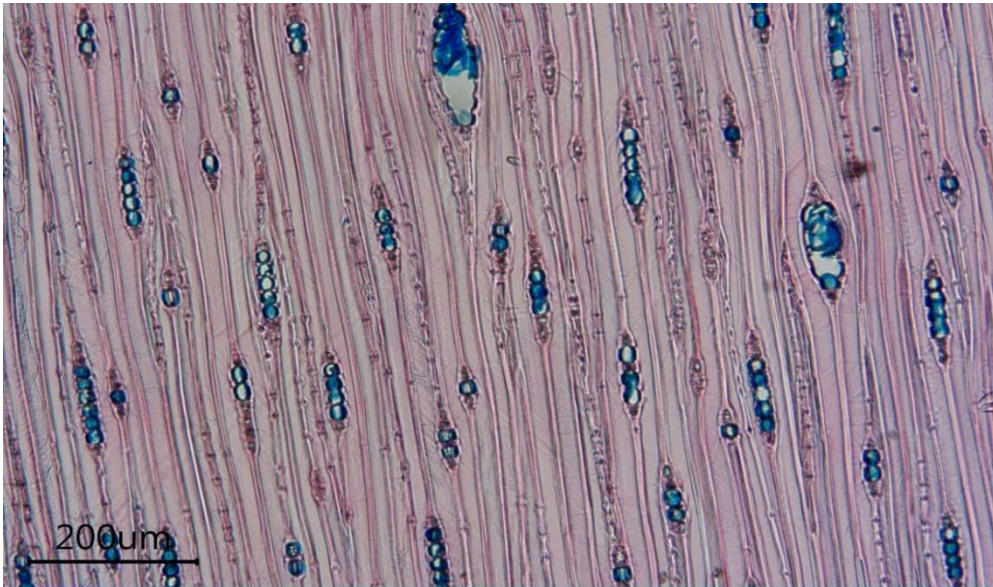


Slika 32. Poprečni presjek drva crnog bora,
povećanje 5X



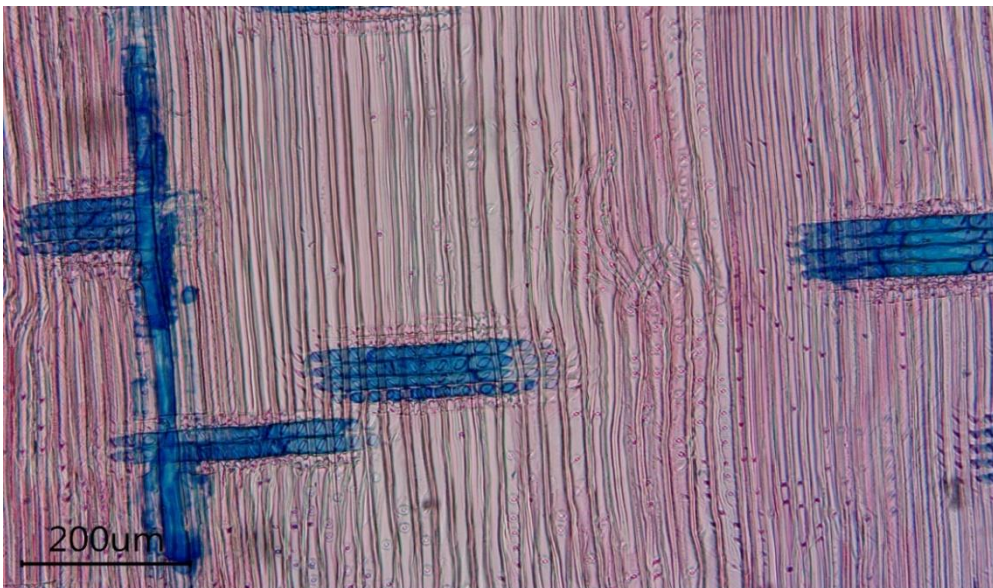
Slika 33. Poprečni presjek drva crnog bora,
povećanje 10X

Drvo crnog bora (*Pinus nigra* L.) ima jasno vidljivu granicu goda te nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Traheide ranog drva imaju veći lumen od traheida kasnog drva. Traheide kasnog drva imaju izrazito debele stijenke. Traheide kasnog drva koje su bliže granici goda imaju deblju stijenku od onih koje su udaljenije od granice goda. Vidljivi su jednoredni drvni traci te uzdužne smolenice omeđene parenhimskim stanicama tankih stijenki.



Slika 34. Tangentni presjek drva crnog bora

Drvni traci su jednoredni i višeredni s centralno smještenim radijalnim smolenicama. Vidljive su uzdužne traheide povezane ograđenim jažicama.



Slika 35. Radijalni presjek drva crnog bora

Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo. Uzdužne traheide sadrže ograđene jažice koje su položene u jednom nizu. Drvni traci su heterocelularni, sadrže parenhimske stanice i horizontalne traheide traka s nazubljenim stijenkama. Polja križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova sadrže po jednu fenestriformnu jažicu, na određenim poljima križanja uočava se i po jedna piceoidna jažica.

6. *Pinus strobus* L. – američki borovac

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 36. Poprečni presjek
drva američkog borovca**



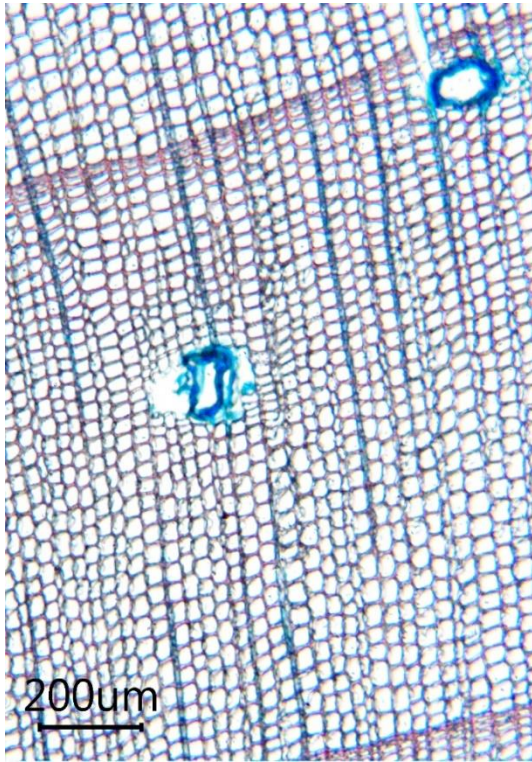
**Slika 37. Tangentni presjek
drva američkog borovca**



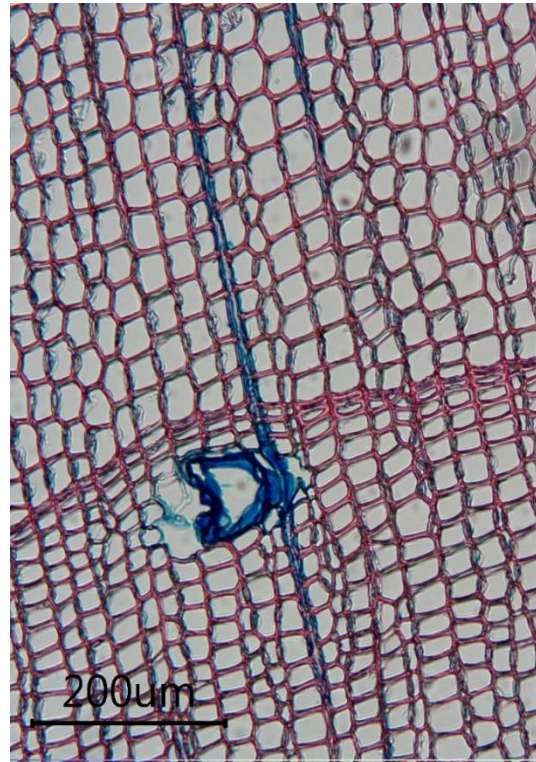
**Slika 38. Radijalni presjek
drva američkog borovca**

Drvo američkog borovca je bijelo do svijetlo smeđe, srž drva je crvenkasto-smeđa, karakterističnog je mirisa. Srž drva je tamnije obojena od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama godova. Prijelaz ranog u kasno drvo je postupan. Kasno drvo zauzima izrazito uski dio goda. Uočavaju se poprečno presječene traheide i smolenice. Drvni traci nisu uočljivi. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova. Granice godova su bolje uočljive na tangentnom presjeku. Na tangentnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova V, a na radijalnom su paralelne.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

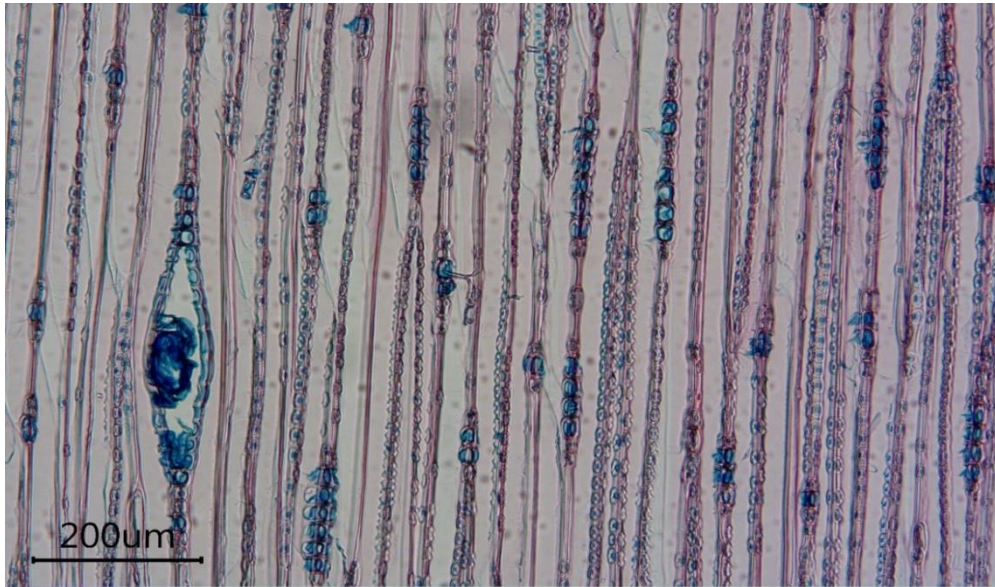


Slika 39. Poprečni presjek drva američkog borovca, povećanje 5X



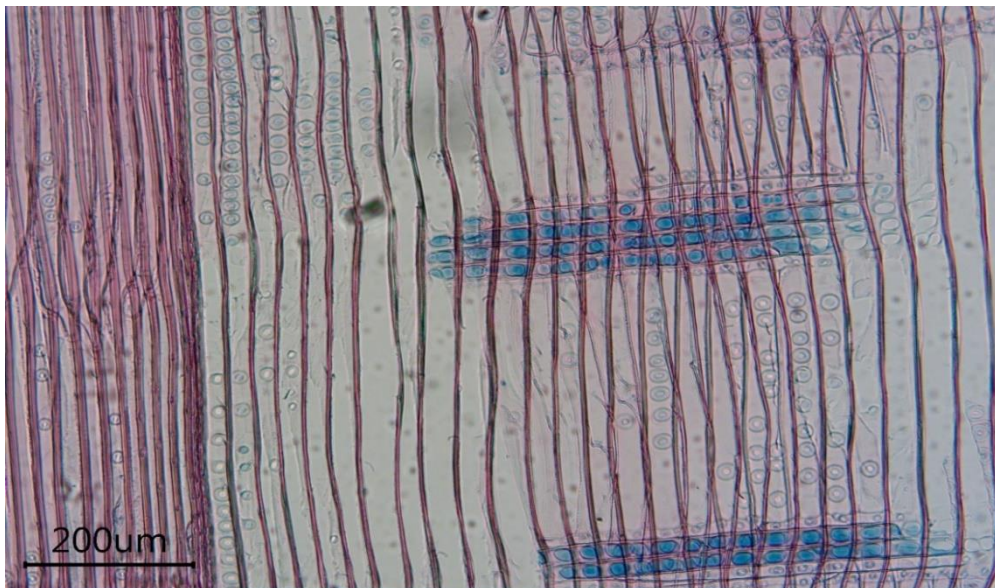
Slika 40. Poprečni presjek drva američkog borovca, povećanje 10X

Drvo američkog borovca (*Pinus strobus* L.) nema jasno vidljivu granicu goda, prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Traheide imaju relativno tanke stijenke. Traheide kasnog drva imaju malo deblje stijenke od traheida ranog drva, a kasno drvo zauzima vrlo uski dio goda. Između traheida se uočavaju jažice. Vidljivi su jednoredni drvni traci te uzdužne smolenice s parenhimskim stanicama tankih stijenki. Drvo nema uzdužni parenhim.



Slika 41. Tangentni presjek drva američkog borovca

Drvni traci su jednoredni s centralno smještenim radijalnim smolenicama. Vidljive su traheide povezane brojnim ograđenim jažicama.

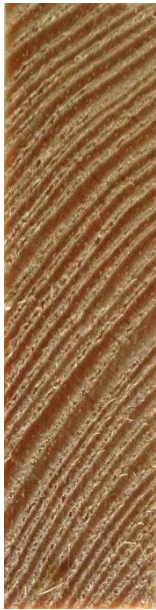


Slika 42. Radijalni presjek drva američkog borovca

Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo. Vidljive su uzdužno položene traheide s jednorednim, ograđenim jažicama. Drvni traci su heterocelularni, sadrže parenhimske stanice i horizontalno položene traheide traka s glatkim i relativno tankim stijenkama. Polja križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova sadrže 1-2 velike fenestriformne jažice.

7. *Pinus sylvestris* L. – bijeli bor

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 43. Poprečni presjek
drva bijelog bora**



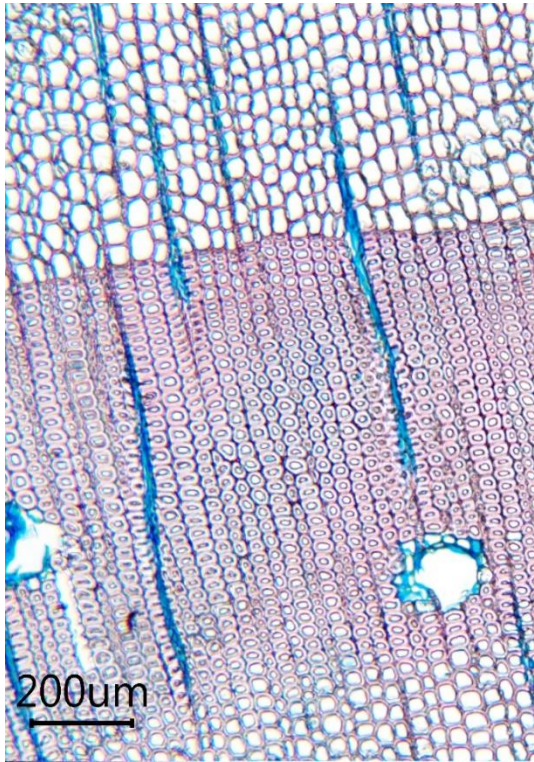
**Slika 44. Tangentni presjek
drva bijelog bora**



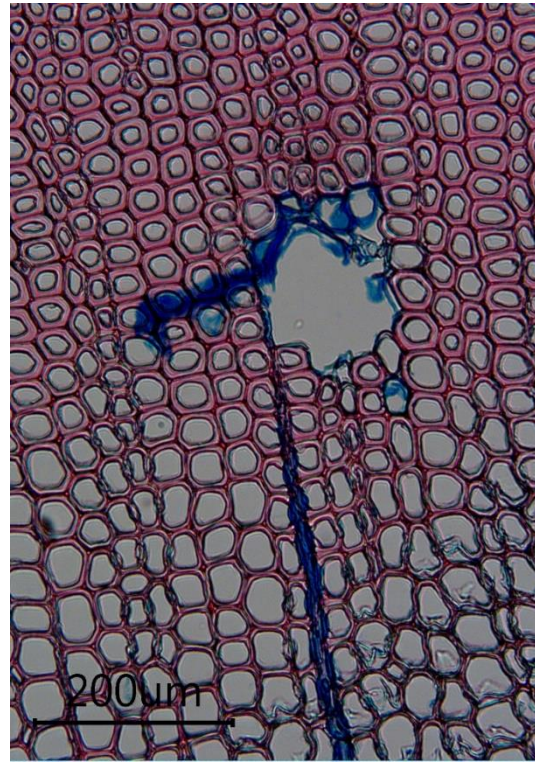
**Slika 45. Radijalni presjek
drva bijelog bora**

Drvo bijelog bora je crvenkasto-smeđe, karakterističnog je mirisa. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno vidljivim granicama godova. Uočljiv je nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Kasno drvo znatno je tamnije od ranog drva. Uočavaju se poprečno presječene traheide i smolenice. Drvni traci su uočljivi pod lupom. Na tangentnom i radijalnom presjeku uočavaju se granice godova.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

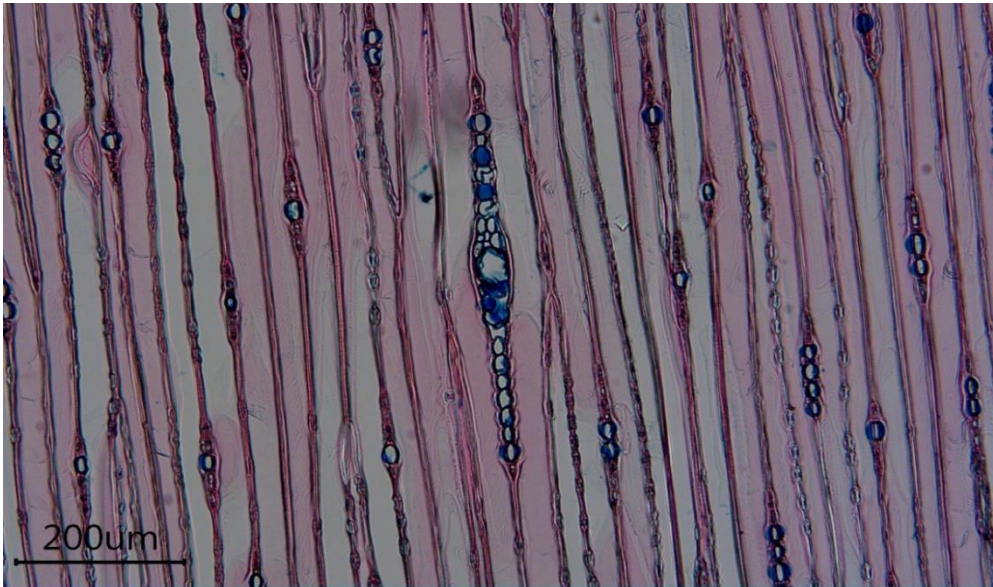


Slika 46. Poprečni presjek drva bijelog bora, povećanje objektiva 5X



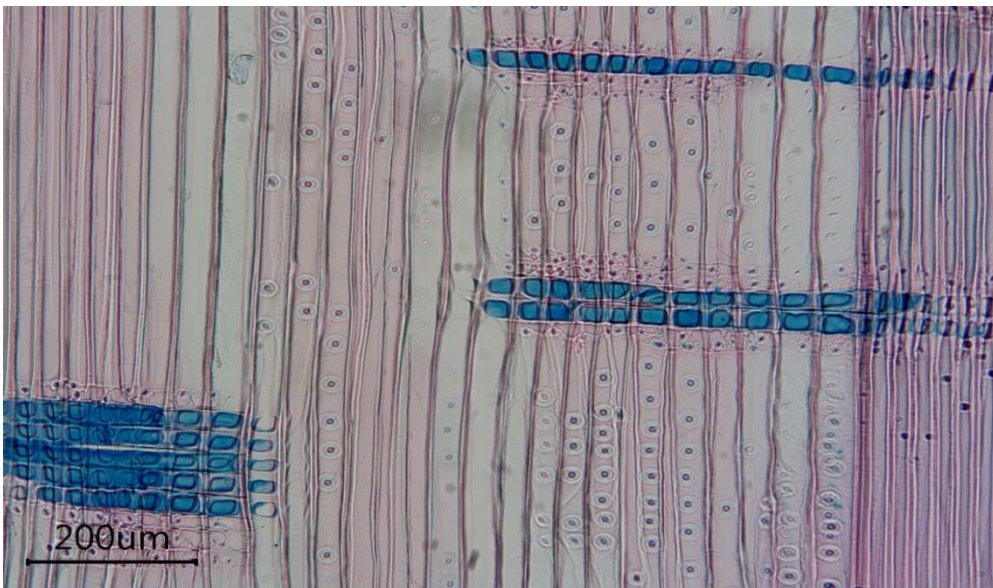
Slika 47. Poprečni presjek drva bijelog bora, povećanje objektiva 10X

Drvo bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) ima jasno vidljivu granicu goda te nagli prijelaz iz ranog u kasno drvo. Traheide ranog drva imaju veći lumen od traheida kasnog drva. Traheide kasnog drva koje su bliže granici goda imaju deblju stijenku od onih koje su udaljenije od granice goda. Na radijalnim stijenkama susjednih traheida ranog drva nalaze se velike ograđene jažice. Vidljivi su drvni traci te uzdužne smolenice omeđene parenhimskim stanicama tankih stijenki.



Slika 48. Tangentni presjek drva bijelog bora

Drvni traci su jednoredni s centralno smještenim radijalnim smolenicama. Vidljive su traheide povezane ograđenim jažicama.



Slika 49. Radijalni presjek drva bijelog bora

Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo. Uzdužne traheide sadrže ograđene jažice koje su položene u jednom nizu. Drvni traci su heterocelularni, sadrže parenhimske stanice i horizontalne traheide traka koje imaju nazubljene stijenke. Na polju križanja uzdužno postavljenih traheida i parenhimskih stanica drvnih trakova vidljiva je velika fenestriformna jažica.

LISTAČE:

PORODICA: *Aceraceae*

8. *Acer pseudoplatanus* L. – gorski javor

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 50. Poprečni presjek
drva gorskog javora**



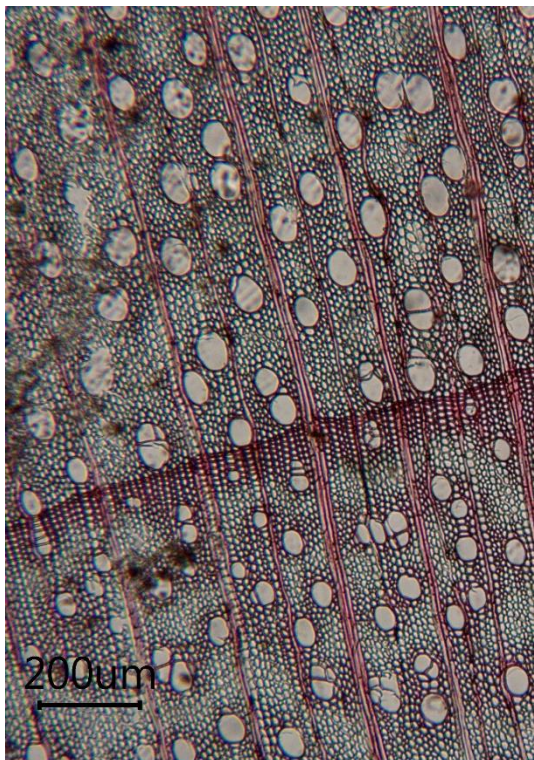
**Slika 51. Tangentni presjek
drva gorskog javora**



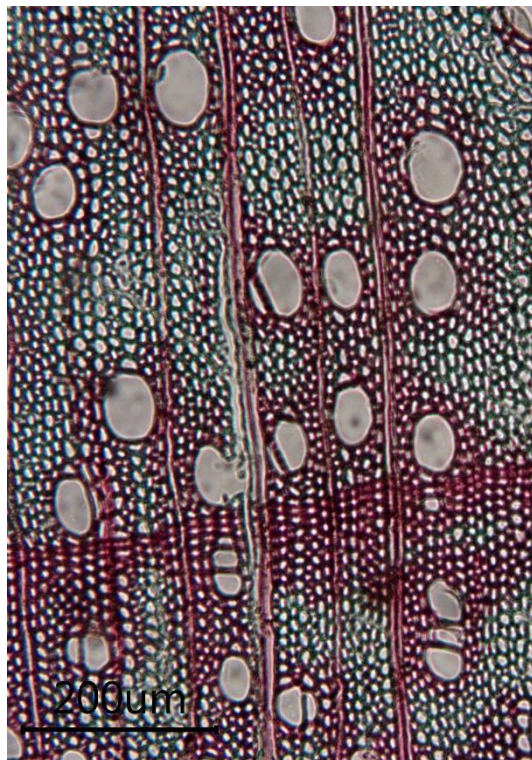
**Slika 52. Radijalni presjek
drva gorskog javora**

Drvo gorskog javora je bijelo do svijetlo smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom, vidljive su pod lupom. Drvni traci su uski i vidljivi golim okom, gusto su raspoređeni. Na tangentnom presjeku uočavaju se granice godova, vidljive kao zone u obliku slova U. Na radijalnom su presjeku granice godova uočljive.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

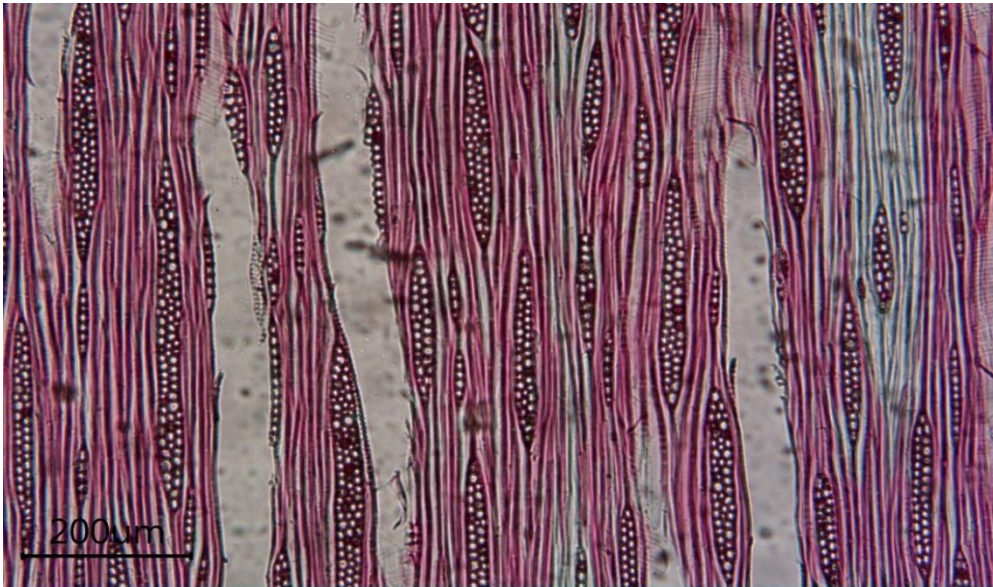


Slika 53. Poprečni presjek drva gorskog javora, povećanje objektivna 5X



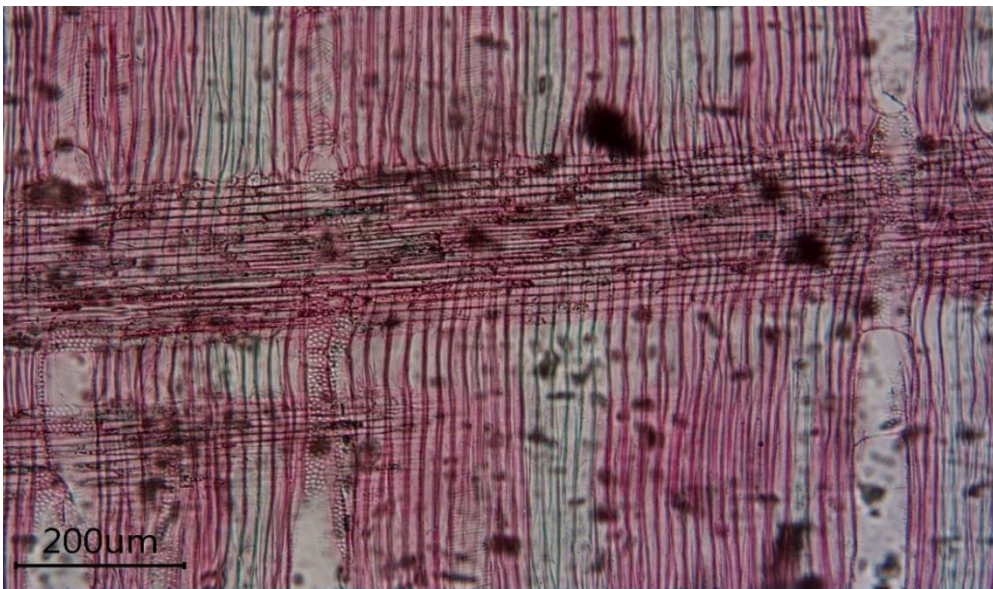
Slika 54. Poprečni presjek drva gorskog javora, povećanje objektivna 10X

Drvo gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.) difuzno je porozno. Pore ranog i kasnog drva ne razlikuju se u promjeru. Pore su malobrojne, pojedinačne te u grupama. Granica goda je vidljiva, prepoznaje se zbog prisustva nekoliko redova spljoštenih stanica drvnih vlaknaca koje su tangentno položene. Vidljivi su drvni traci različitih širina te drvena vlakanca tanjih i debljih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su malobrojne te difuzno razmještene, na dijelovima je parenhim i paratrahealan.



Slika 54. Tangentni presjek drva gorskog javora

Drvni traci su višeredni, rijetko 1 redni. Različitih su širina i visina. Vidljive su traheje s jažicama na uzdužnim stijenkama. Jažice su omeđene, okruglog do blago ovalnog oblika. Traheje imaju spiralna zadebljanja. Vidljiva su drvena vlakanca.



Slika 55. Radijalni presjek drva gorskog javora

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama. Traheje sadrže spiralna zadebljanja. Vidljiva su drvena vlakanca.

PORODICA: *Betulaceae*

9. *Alnus sp.* – joha

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 56. Poprečni presjek
drva joha**



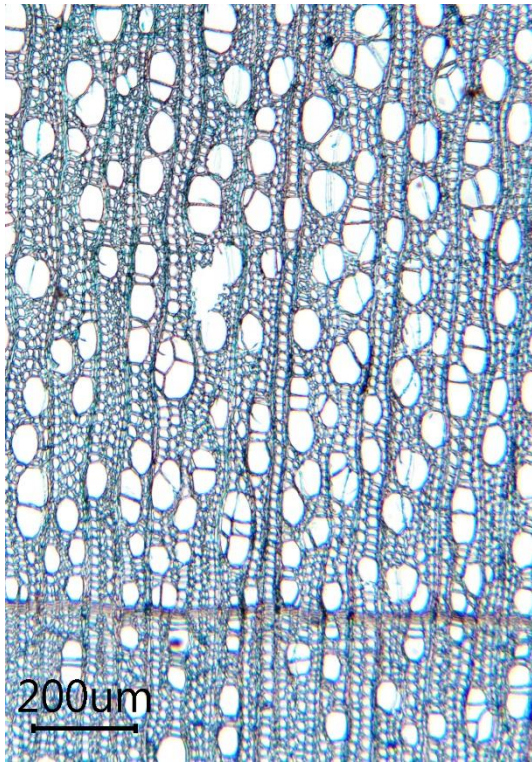
**Slika 57. Tangentni presjek
drva joha**



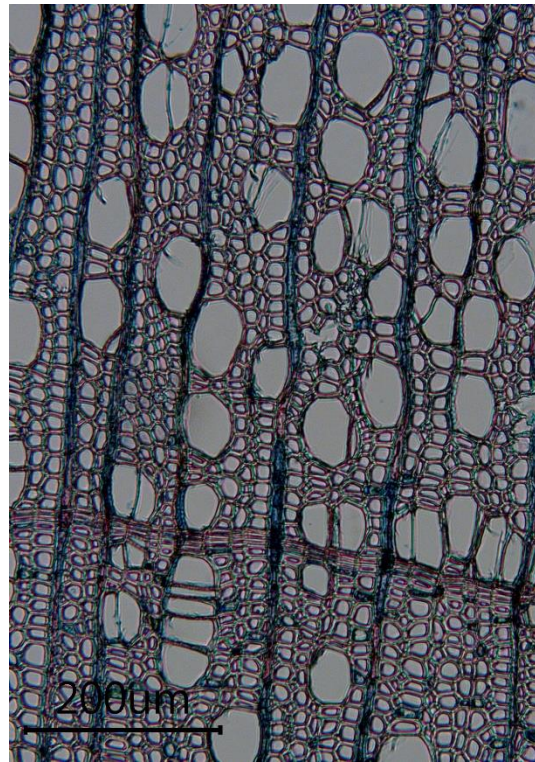
**Slika 58. Radijalni presjek
drva joha**

Drvo joha je bijelo do žućkasto-smeđe te nema izražen miris. Granice godova na poprečnom su presjeku slabo uočljive. Pore su uočljive golim okom. Drvni traci se uočavaju golim okom, ali su bolje vidljivi pod lupom. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočavaju se granice godova te drvni traci. Uzdužno presječene traheje na radijalnom i tangentnom presjeku slabo su uočljive.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

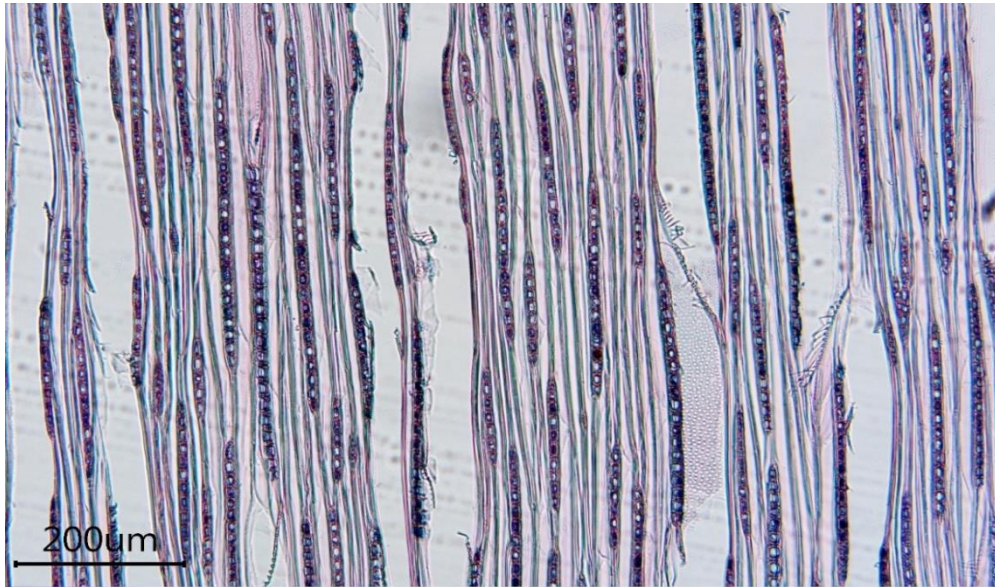


Slika 59. Poprečni presjek drva johe,
povećanje objektiva 5X



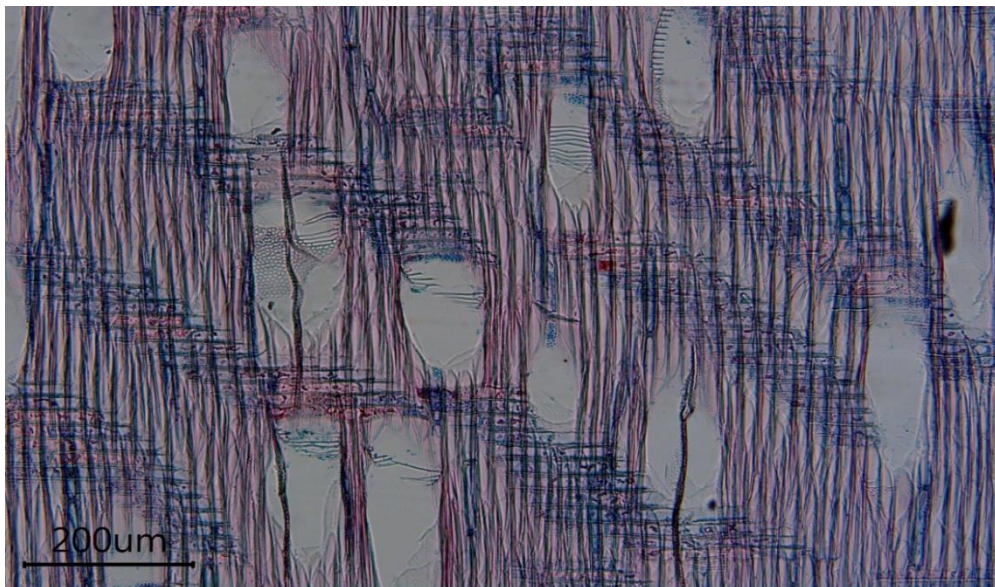
Slika 60. Poprečni presjek drva johe,
povećanje objektiva 10X

Drvo johe (*Alnus spp.*) difuzno je porozno. Promjeri pora ranog i kasnog drva ne razlikuju se. Pore su brojne, pojedinačne te grupirane, položene su radijalno. Granica goda je manje-više dobro uočljiva, na pojedinim je mjestima blago valovita. Vidljivi su jednoredni drvni traci, a drvena vlakanca su relativno tankih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su difuzno razmještene.



Slika 61. Tangentni presjek drva joha

Drvni traci su 1 redni, različitih su visina, često skupljeni u agregate. Vidljive su traheje s jažicama na stjenkama. Jažice su okruglog oblika te relativno malih dimenzija. Vidljiva su drvena vlakanca relativno tankih stijenki.



Slika 62. Radijalni presjek drva joha

Ploča perforacije je ljestvičasta. Drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje s jažicama na stjenkama. Jažice su okruglog oblika te relativno malih dimenzija. Jažice drvnih trakova su manjih dimenzija od jažica na stjenkama traheja. Vidljiva su drvena vlakanca relativno tankih stijenki te stanice parenhima.

10. *Betula pendula* Roth. – obična breza

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 63. Poprečni presjek
drva obične breze**



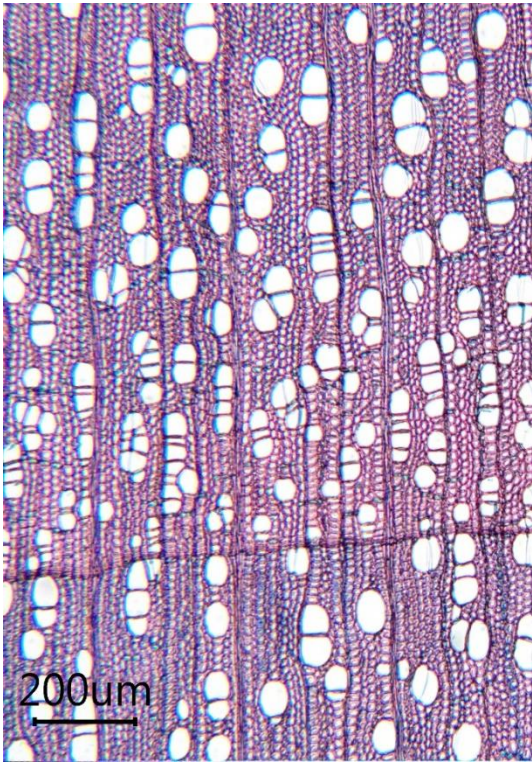
**Slika 64. Tangentni presjek
drva obične breze**



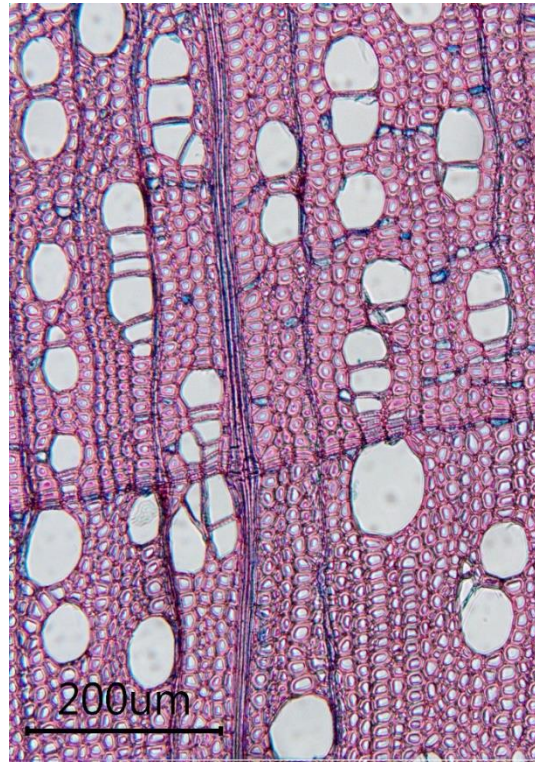
**Slika 65. Radijalni presjek
drva obične breze**

Drvo obične breze je blago žućkasto do smeđe, nema specifičan miris. Srž nije jasno razlučiva. Na poprečnom se presjeku drva manje-više uočavaju godovi i granice godova. Pore su golim okom slabo vidljive, a uočavaju se pod lupom. Drvni traci su vidljivi pod lupom. Na radijalnom i tangentnom presjeku loše se raspoznaju godovi te granice godova. Uzdužno presječene traheje i drvni traci uočljivi tek pod lupom.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

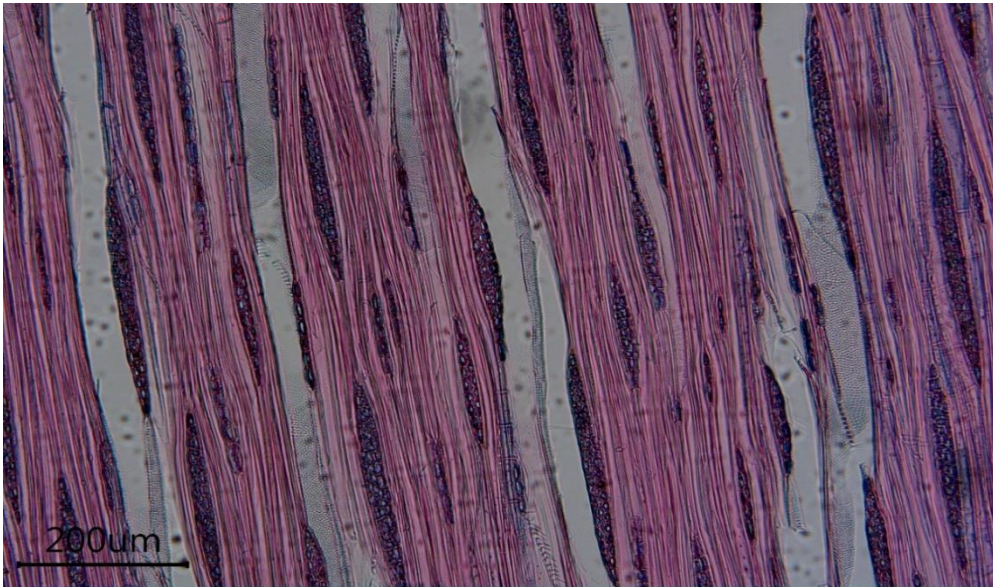


Slika 66. Poprečni presjek drva obične breze, povećanje objektiva 5X



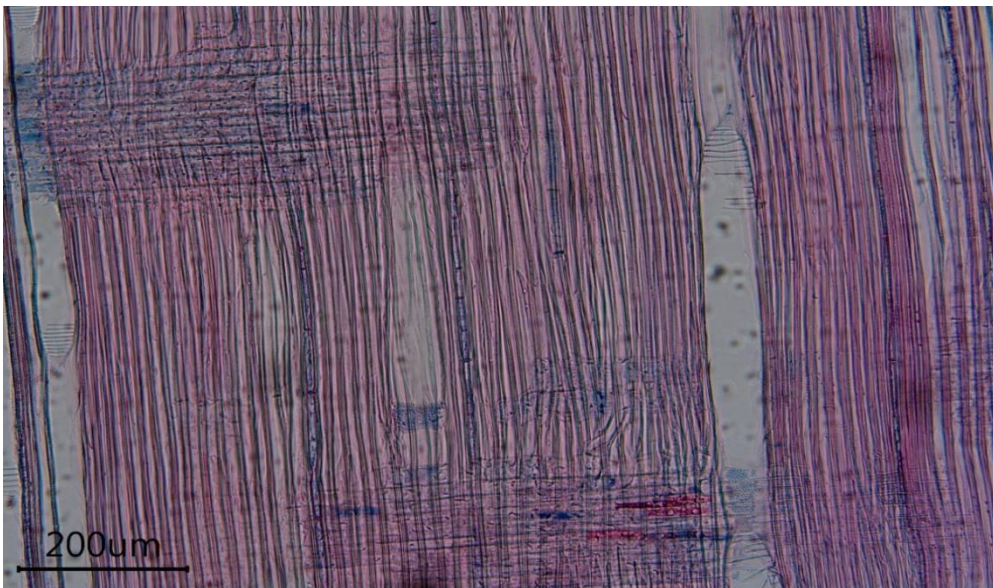
Slika 67. Poprečni presjek drva obične breze, povećanje objektiva 10X

Drvo obične breze (*Betula pendula* Roth.) je difuzno porozno. Promjer pora ranog i kasnog drva značajno se ne razlikuje. Uočavaju se i pojedinačne i grupirane pore, radijalno su položene. Granica goda manje-više je dobro uočljiva. Vidljivi su relativno uski drvni traci te drvena vlakanca. Parenhim je apotrahealan. Vidljive su pojedinačne stanice parenhima, difuzno razmještene te stanice parenhima tangentno grupirane.



Slika 68. Tangentni presjek drva obične breze

Drvni traci su 1-4 redni, različitih su visina i širina. Vidljive su traheje s jažicama, relativno malih dimenzija na stijenkama te drvena vlakanca.



Slika 69. Radijalni presjek drva obične breze

Ploča perforacije je ljestvičasta. Drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje te drvena vlakanca i stanice parenhima. Jažice na stijenkama parenhimskih stanica drvnog traka su brojne te relativno malih dimenzija.

11. *Carpinus betulus* L. – obični grab

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 70. Poprečni presjek
drva običnog graba**



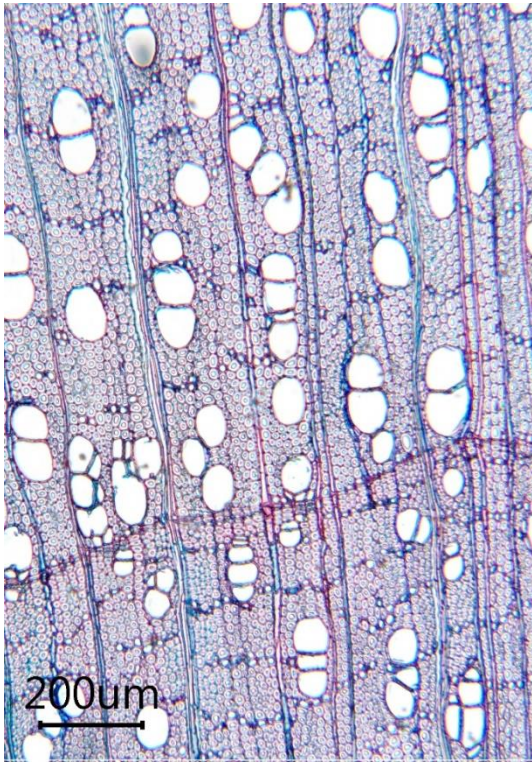
**Slika 71. Tangentni presjek
drva običnog graba**



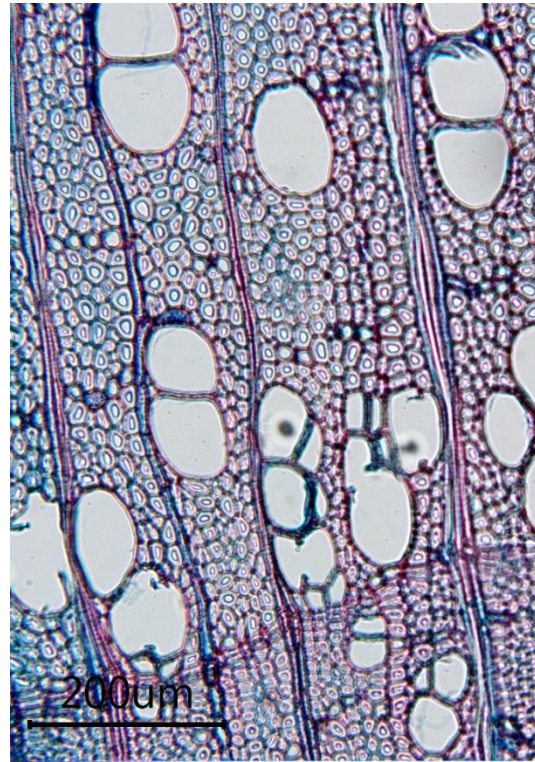
**Slika 72. Radijalni presjek
drva običnog graba**

Drvo običnog graba je sivo-smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva manjeviše se uočavaju godovi s blago valovitim granicama goda. Pore nisu uočljive golim okom, pod lupom se uočavaju. Drvni traci su blijedi i vidljivi golim okom. Na tangentnom se presjeku uočavaju granice godova te uzdužno presječene traheje. Na radijalnom su presjeku slabo uočljive granice godova, ali se uočavaju uzdužno presječene traheje.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

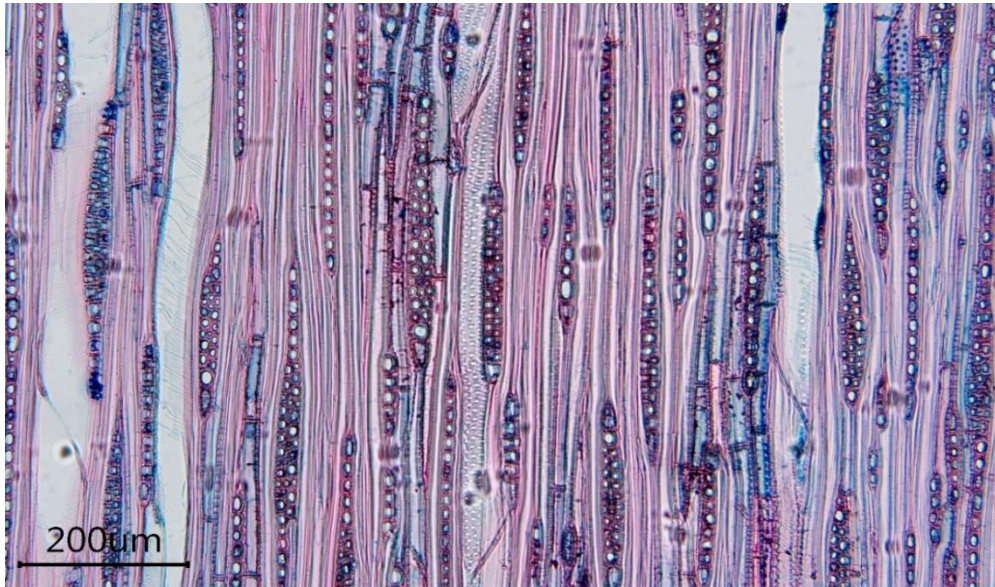


Slika 73. Poprečni presjek drva običnog graba, povećanje objektiva 5X



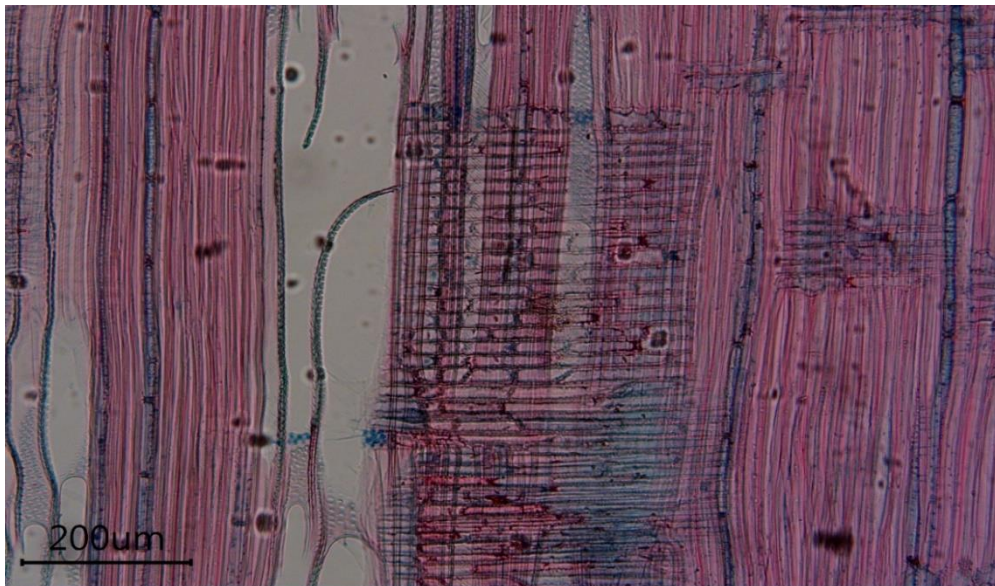
Slika 73. Poprečni presjek drva običnog graba, povećanje objektiva 10X

Drvo običnog graba (*Carpinus betulus* L.) je difuzno porozno. Pore ranog drva su neznatno većeg promjera od pora kasnog drva. Pore su pojedinačne te grupirane u radijalne nizove. Granica goda je manje-više uočljiva. Vidljivi su relativno uski drvni traci te drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su razmještene difuzno, na mjestima i u tangentskim vrpčama.



Slika 74. Tangentni presjek drva običnog graba

Drvni traci su 1-2 redni, različitih su širina i visina. Pojedini drvni traci su grupirani u agregate. Vidljive su traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene. U trahejama su prisutna spiralna zadebljanja. Vidljive su stanice parenhima te drvena vlakanca.



Slika 75. Radijalni presjek drva običnog graba

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni te heterogeni s 1-2 reda marginalnih uspravnih kvadratnih stanica. Vidljive su traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su uglavnom ovalnog oblika, horizontalno su položene te su relativno malih dimenzija. Spiralna zadebljanja u trahejama slabo su uočljiva. Vidljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima.

12. *Corylus avellana* L. – obična lijeska

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 76. Poprečni presjek
drva obične lijeske**



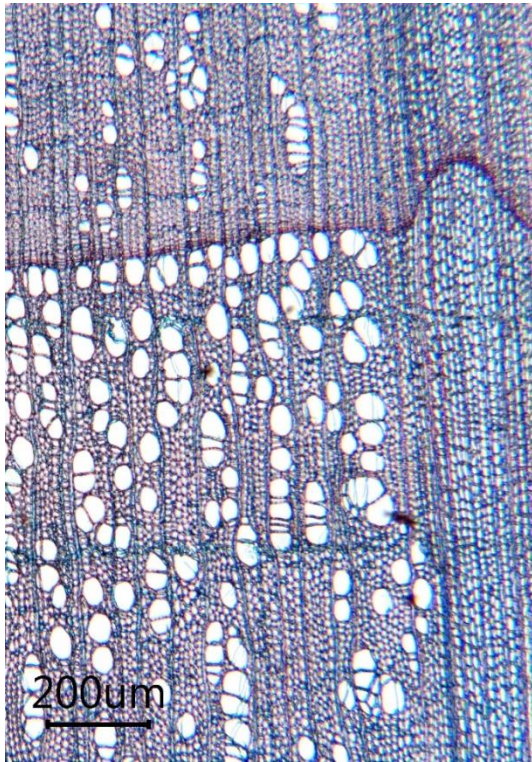
**Slika 77. Tangentni presjek
drva obične lijeske**



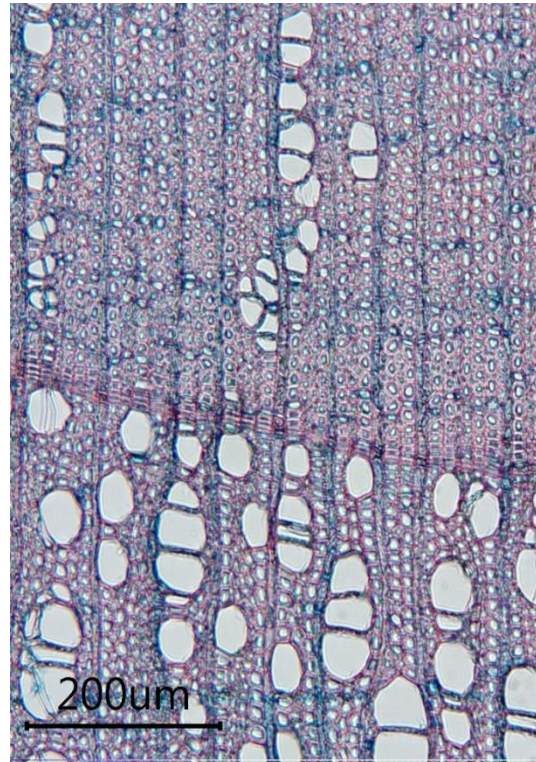
**Slika 78. Radijalni presjek
drva obične lijeske**

Drvo obične lijeske je bijelo do svijetlo smeđe, nema izražen miris. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom, vidljive su pod lupom. Drvni traci su jasno vidljivi golim okom. Na radijalnom i tangentsnom presjeku uočljive su granice godova te uzdužno presječene traheje. Na tangentsnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

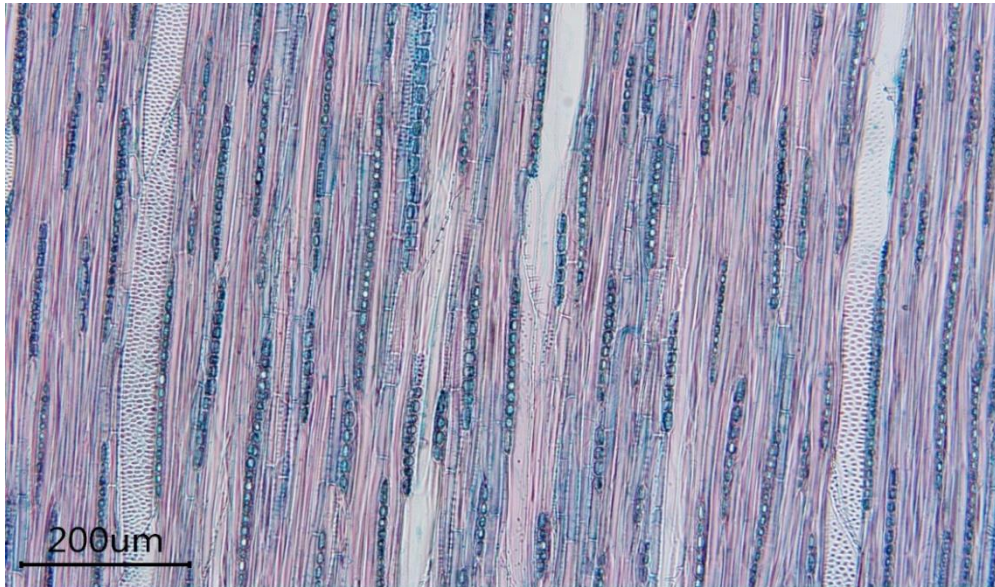


**Slika 79. Poprečni presjek drva obične
lijeske, povećanje objektiva 5X**



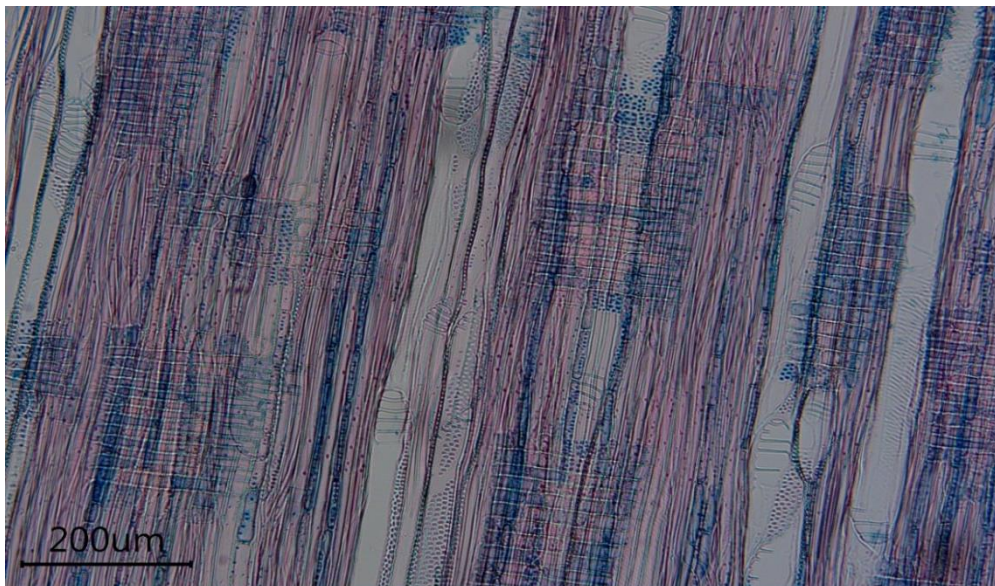
**Slika 80. Poprečni presjek drva obične
lijeske, povećanje objektiva 10X**

Drvo obične lijekse (*Corylus avellana* L.) difuzno je porozno do semiprstenasto porozno. Pore ranog drva su neznatno većeg promjera od pora kasnog drva, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su uglavnom grupirane te su smještene radijalno. Granica goda je manje-više dobro uočljiva. Granica goda na mjestu šireg drvnog traka je uvučena. Vidljivi su drvni traci različitih širina. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice apotrahealnog parenhima. Stanice parenhima uglavnom su pojedinačne, difuzno raspoređene, rjeđe u tangentno raspoređenim grupama.



Slika 81. Tangentni presjek drva obične lijeske

Drvni traci su 1 redni, često udruženi u agregate. Uočavaju se traheje s jažicama ovalnog oblika na stijenkama. Jažice su postavljene horizontalno, relativno su velikih dimenzija. Uočavaju se drvena vlakanca i stanice parenhima.



Slika 82. Radijalni presjek drva obične lijeske

Ploča perforacije je ljestvičasta. Drvni traci su heterogeni s 1-2 reda marginalnih uspravnih četvrtastih stanica. Uočavaju se traheje s ovalnim, horizontalno položenim jažicama, relativno su velikih dimenzija. Traheje ponekad imaju spiralna zadebljanja. Jažice drvnih trakova često su uvećane. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima.

13. *Ostrya carpinifolia* Scop. – crni grab

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 83. Poprečni presjek
drva crnog graba**



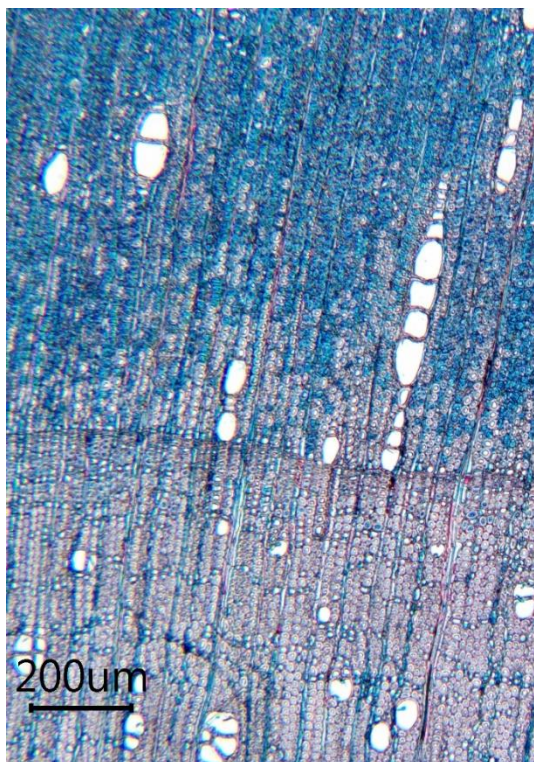
**Slika 84. Tangentni presjek
drva crnog graba**



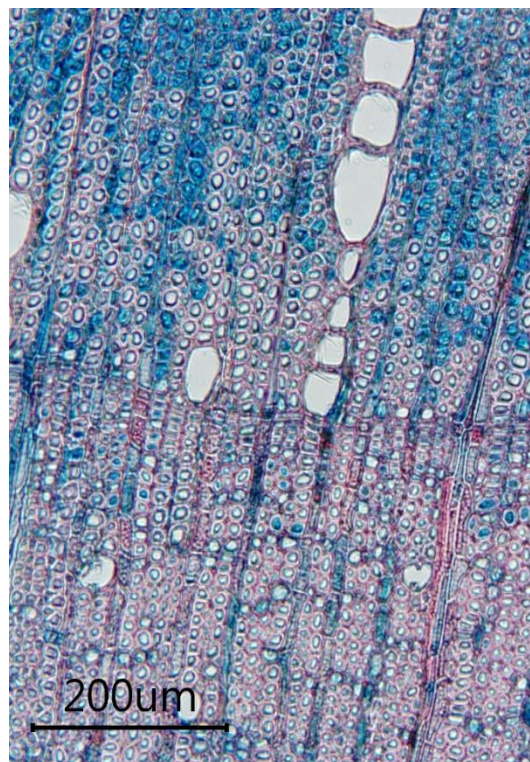
**Slika 85. Radijalni presjek
drva crnog graba**

Drvo crnog graba je bijelo do svijetlo smeđe, nema specifičan miris. Boja srži se ne razlikuje od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva manje-više uočavaju se godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom, ali uočljive su pod lupom. Drvni traci nisu uočljivi. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočavaju se granice godova. Na tangentnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

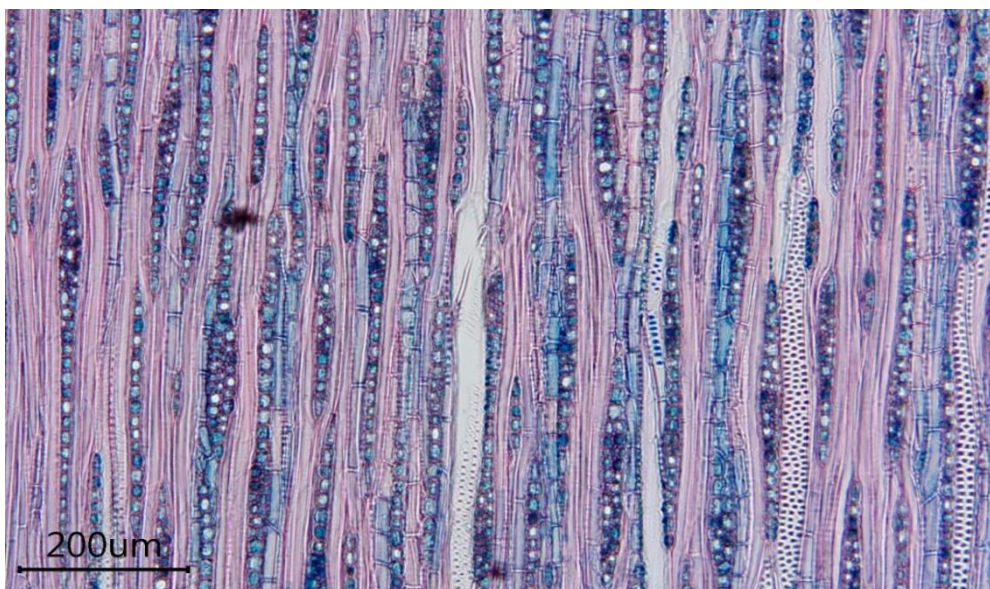


Slika 86. Poprečni presjek drva crnog graba, povećanje objektiva 5X



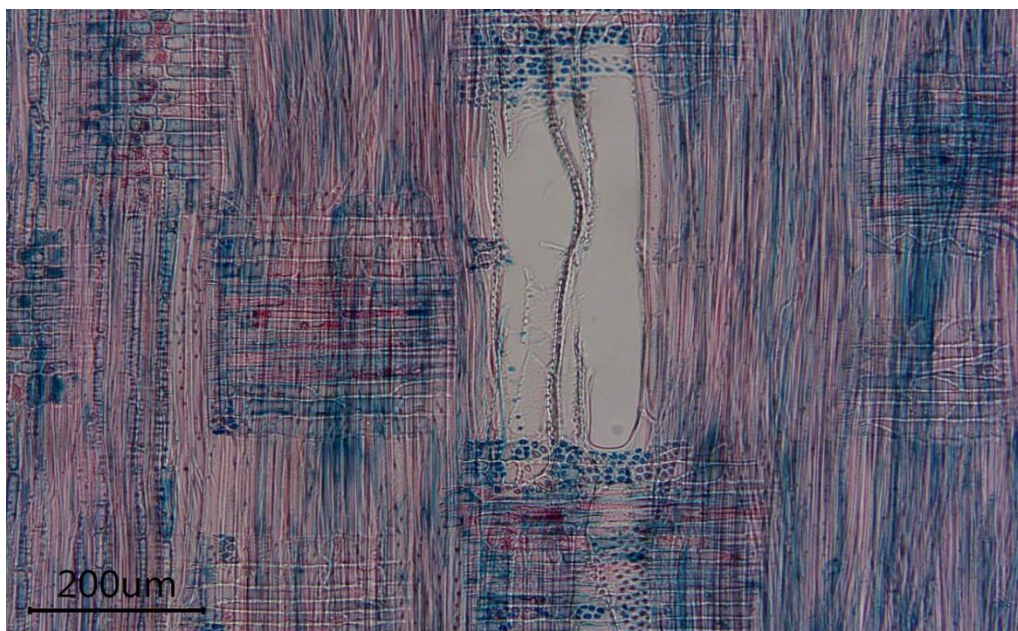
Slika 87. Poprečni presjek drva crnog graba, povećanje objektiva 10X

Drvo crnog graba (*Ostrya carpinifolia* Scop.) difuzno je porozno. Pore ranog drva promjerom se ne razlikuju od pora kasnog drva. Pore su malobrojne, pojedinačno raspoređene ili grupirane u radijalne nizove te grozdaste nakupine. Granica goda je loše uočljiva, na mjestima blago valovita. Drvni traci su uski te loše uočljivi. Prisutna su drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice parenhima su difuzno raspoređene, a uočavaju se i stanice parenhima tangentno položene.



Slika 88. Tangentni presjek drva crnog graba

Drvni traci su 1-3 redni, različitih su širina i visina. Stanice drvnih trakova u presjeku relativno su velikih dimenzija. Vidljive su traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su omeđene, uglavnom ovalnog oblika, horizontalno položene, relativno su velikih dimenzija. Vidljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima.



Slika 89. Radijalni presjek drva crnog graba

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su heterogeni s jednim do 3 reda kvadratnih uspravnih stanica. Pojedini drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje sa spiralnim zadebljanjima. Na stijenkama traheja uočavaju se jažice. Jažice drvnih trakova su brojne,

blago su ovalnog oblika te su horizontalno položene, većih su dimenzija od jažica prisutnih na stijenkama traheja. Vidljiva su drvena vlakanca te stanice parenhima. Prisutni su kristali u stanicama drvnih trakova.

PORODICA: *Fabaceae*

14. *Robinia pseudoacacia* L. – obični bagrem

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 90. Poprečni presjek
drva običnog bagrema**



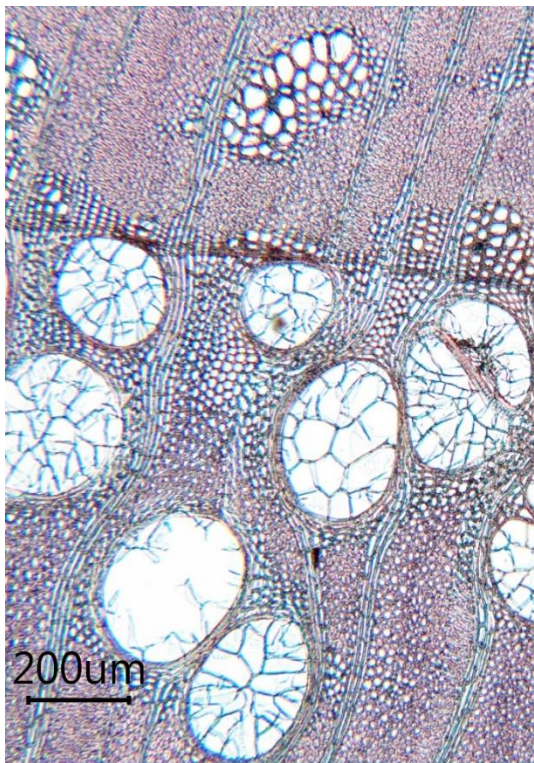
**Slika 91. Tangentni presjek drva
običnog bagrema**



**Slika 92. Radijalni
presjek drva običnog
bagrema**

Drvo običnog bagrema je smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno vidljivim granicama. Golim se okom uočavaju pore ranog drva koje su većeg promjera od pora kasnog drva. Golim se okom uočavaju i pore kasnog drva. Uočava se prijelaz iz ranog u kasno drvo. Drvni traci nisu uočljivi golim okom. Na tangentnom se presjeku uočavaju granice godova te uzdužno presječene traheje. Granice godova na tangentnom su presjeku vidljive kao zone u obliku slova U. Na radijalnom su presjeku granice godova lošije uočljive nego na tangentnom presjeku te su paralelne jedna u odnosu na drugu. Uzdužno presječene traheje su uočljive i na radijalnom presjeku.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

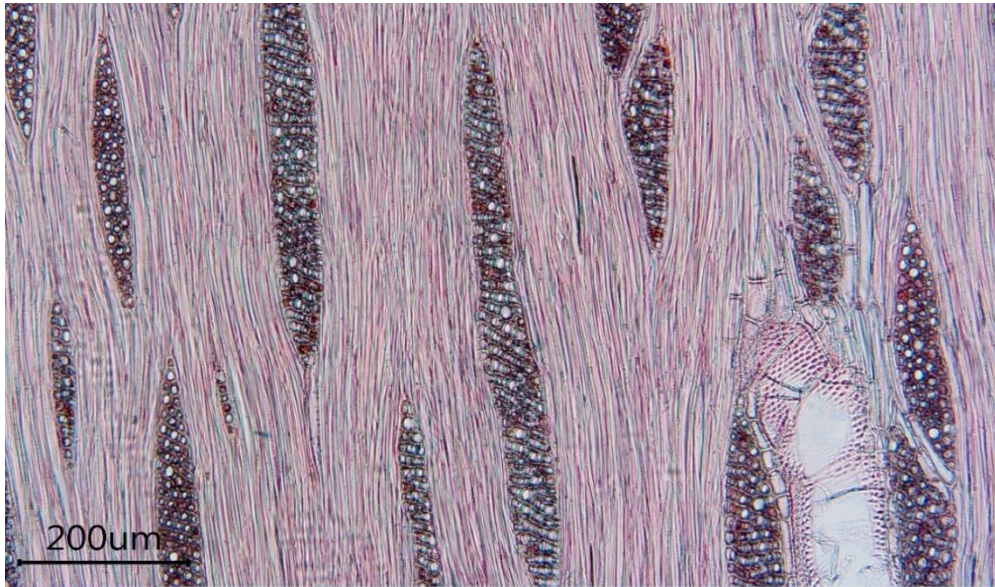


Slika 93. Poprečni presjek drva običnog bagrema, povećanje objektiva 5X



Slika 94. Poprečni presjek drva običnog bagrema, povećanje objektiva 10X

Drvo običnog bagrema (*Robinia pseudoacacia* L.) prstenasto je porozno drvo. Pore ranog drva su znatno većeg promjera od pora kasnog drva. Pore ranog drva uglavnom su pojedinačne te su položene u tangencijalnom smjeru u 2-3 reda, dok su pore kasnog drva nepravilno grupirane. Pore ranog drva ispunjene su tiloznim uklopinama. Granica goda jasno je prepoznatljiva. Vidljivi su drveni traci različitih širina te drvena vlakanca. Parenhim je paratrahealan, u ranom drvu brojniji nego u kasnom.



Slika 95. Tangentni presjek drva običnog bagrema

Drvni traci su 3-4 redni, ponekad 1-2 redni, vrlo rijetko 5-6 redni. Različitih su širina i visina, a pojedni su drvni traci odvojeni drvnim vlakancima i agregatno raspoređeni. Vidljiva su drvena vlakanca te traheja s jažicama na stijenkama te stanicama parenhima oko stijenki.



Slika 96. Radijalni presjek drva običnog bagrema

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni, rijetko se uočavaju marginalne kvadratne stanice. Uočava se traheja ispunjena tiloznim uklopinama te traheje s okruglim jažicama na stijenkama. Oko traheja su vidljive stanice parenhima. Vidljiva su drvena vlakanca. U stanicama drvnih trakova su prisutni prizmantični kristali, a u stanicama parenhima lančasti kristali.

PORODICA: *Fagaceae*

15. *Castanea sativa* Mill. – europski pitomi kesten

MAKROSKOPKSA OBILJEŽJA:



**Slika 97. Poprečni presjek
drva europskog pitomog
kestena**



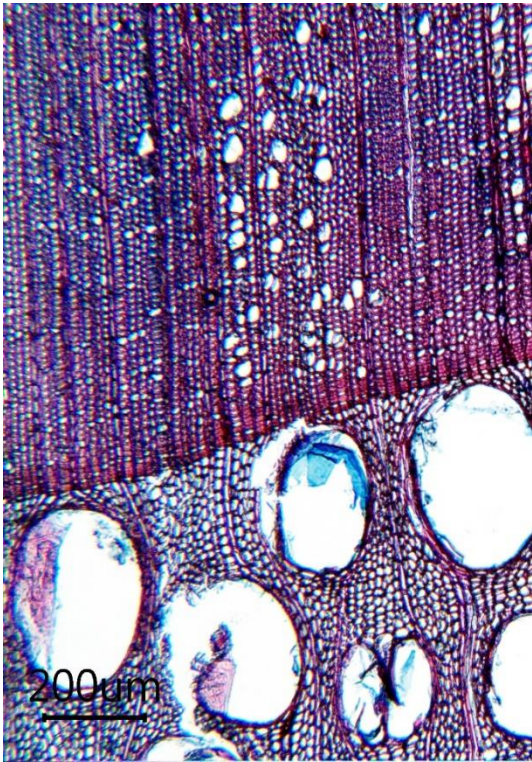
**Slika 98. Tangentni presjek
drva europskog pitomog
kestena**



**Slika 99. Radijalni presjek
drva europskog pitomog
kestena**

Drvo europskog pitomog kestena je smeđe te nema izražen miris. Granice godova na poprečnom su presjeku jasno vidljive. Uočava se prijelaz iz ranog u kasno drvo. Pore ranog drva uočljive su golim okom dok se pore kasnog drva uočavaju tek pod lupom. Drvni traci nisu vidljivi golim okom, vidljivi su pod lupom. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočavaju se granice godova, te uzdužno presječene traheje. Na tangentnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

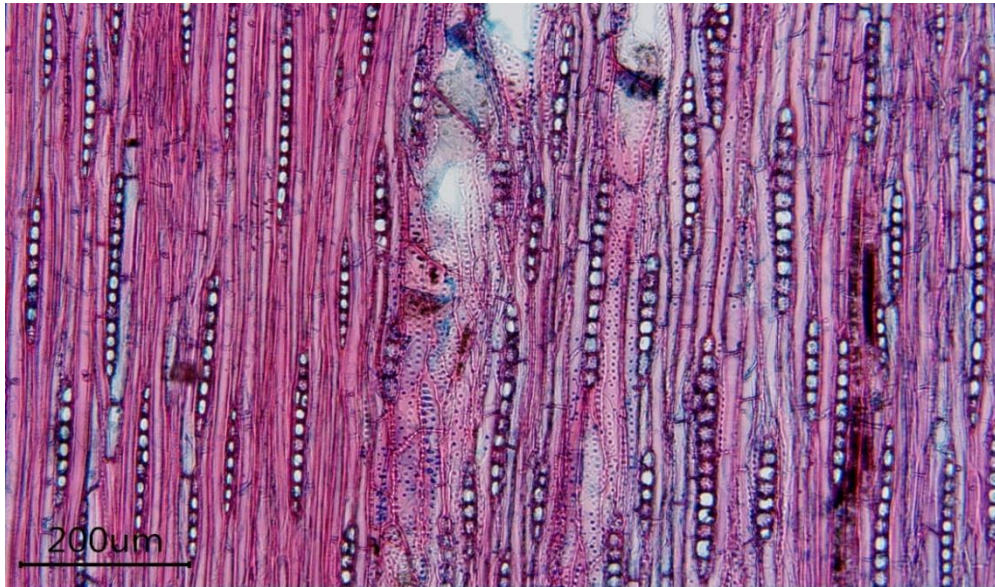


Slika 100. Poprečni presjek drva europskog pitomog kestena, povećanje objektiva 5X



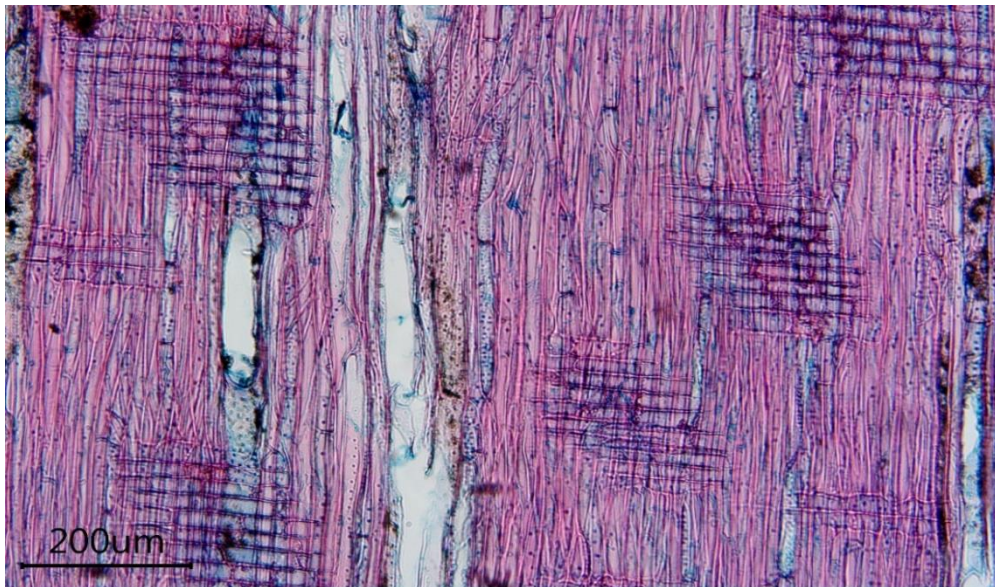
Slika 101. Poprečni presjek drva europskog pitomog kestena, povećanje objektiva 10X

Drvo europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) prstenasto je porozno. Pore ranog drva znatno su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore ranog drva uglavnom su pojedinačne te su raspoređene tangentno te blago ukoso. Pore kasnog drva su pojedinačne te grupirane. Pore ranog drva sadrže tilozne uklopine. Granica goda je jasno uočljiva. Vidljivi su relativno uski drvni traci te drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je apotrahealan, raspoređen difuzno te u kratkim tangentnim vrpčama, a na mjestima je i paratrahealan.



Slika 102. Tangentni presjek drva europskog pitomog kestena

Drvni traci su 1 redni, rijetko 2 redni. Vidljive su traheje s omeđenim jažicama na stijenkama. Jažice su okruglog do blago ovalnog oblika. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima.



Slika 103. Radijalni presjek drva europskog pitomog kestena

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Uočavaju se traheje s jažicama na stijenkama. Vidljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima.

16. *Fagus sylvatica* L. – obična bukva

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 104. Poprečni presjek
drva obične bukve**



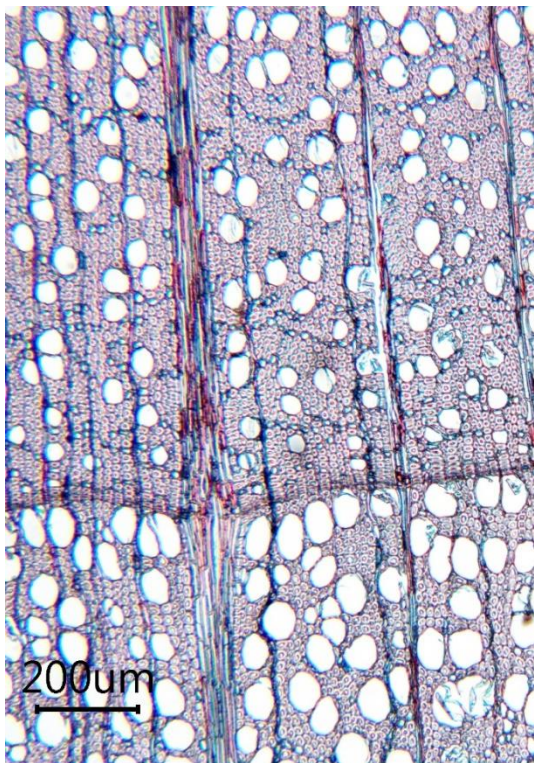
**Slika 105. Tangentni presjek
drva obične bukve**



**Slika 106. Radijalni presjek
drva obične bukve**

Drvo obične bukve je crvenkasto-smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama. Golim se okom uočavaju pore ranog drva koje su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore kasnog drva ne uočavaju se golim okom, vidljive su pod lupom. Neki drvni traci su vrlo dobro vidljivi golim okom, rijetko su raspoređeni. Ostali drvni traci vidljivi su pod lupom. Na tangentsnom presjeku uočavaju se granice godova te drvni traci. Godovi su na tangentsnom presjeku vidljivi kao zone u obliku slova U. Na radijalnom su presjeku granice godova slabo uočljive, ali su drvni traci jasno vidljivi.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

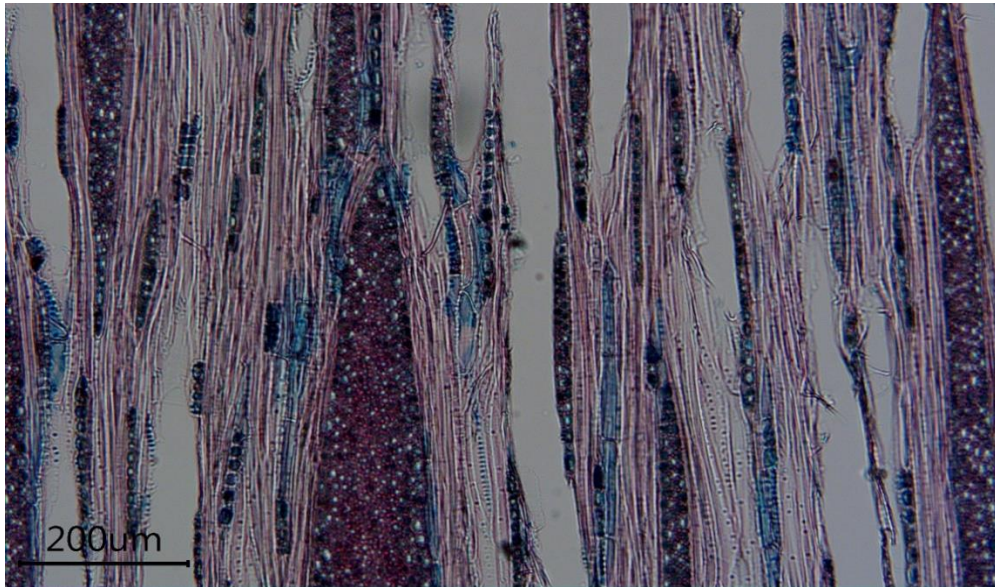


Slika 107. Poprečni presjek drva obične bukve, povećanje objektiva 5X



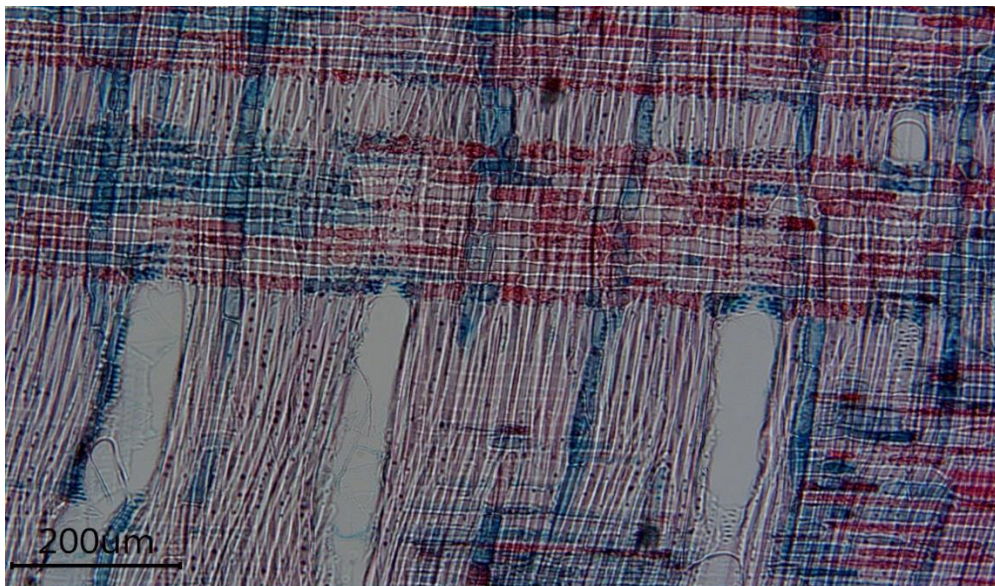
Slika 108. Poprečni presjek drva obične bukve, povećanje objektiva 10X

Drvo obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) je difuzno porozno. Pore ranog drva su neznatno većeg promjera od pora kasnog drva, a prijelaz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su u ranom drvu uglavnom grupirane, dok su u kasnom drvu pojedinačne. Pore su brojne. Pore ranog drva ponekad sadržavaju gumozne uklopine. Granica goda je manje-više dobro uočljiva, ponekad na području šireg drvnog traka uvučena. Vidljivi su drvni traci različitih širina, na području granice goda širi su drvni traci dodatno prošireni. Uočljiva su drvena vlakanca debelih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice parenhima su pojedinačne, difuzno razmještene ili su tangentno grupirane.



Slika 109. Tangentni presjek drva obične bukve

Drvni traci su 1-više redni, razlikuju se i u širini i u visini. Stanice više rednih drvnih trakova su okruglog oblika u presjeku, dok su stanice manje rednih trakova blago ovalnog oblika, vertikalno položene. Vidljive su traheje, drvena vlakanca i stanice parenhima.



Slika 110. Radijalni presjek drva obične bukve

Ploča perforacije je jednostavna, rjeđe ljestvičasta. Drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje s gumoznim uklopinama. Na stijenci traheje vidljive su jažice. Česti su prijelazi omeđenih jažica u ljestvičaste otvore. Jažice u drvnim tracima su ovalne i horizontalno položene. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima.

17. *Quercus sp.* – hrast

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 111. Poprečni presjek
drva hrasta**



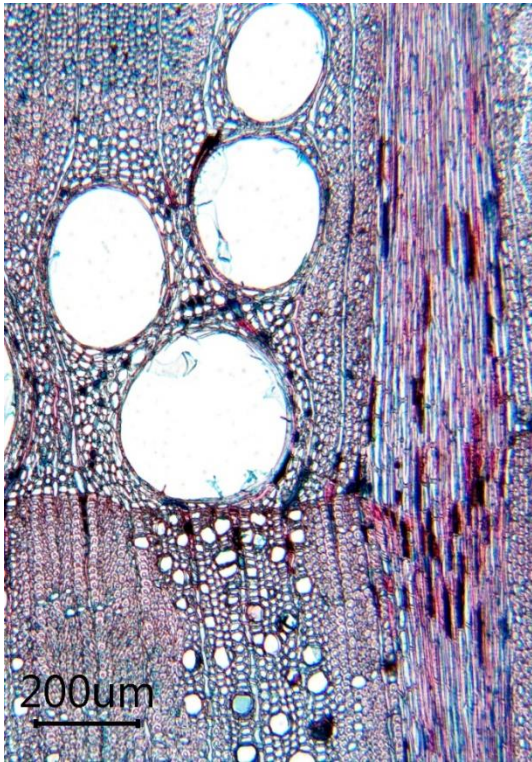
**Slika 112. Tangentni presjek
drva hrasta**



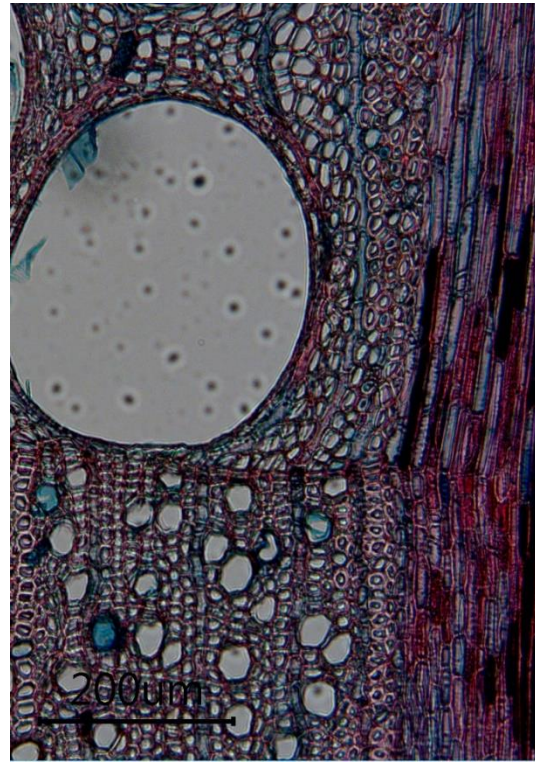
**Slika 113. Radijalni presjek
drva hrasta**

Drvo hrasta je svijetlo smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama. Jasno je uočljiv prijelaz ranog u kasno drvo. Golim okom se uočavaju pore ranog drva koje su mnogo većeg promjera od pora kasnog drva. Pore kasnog drva uočavaju se tek pod lupom. Jasno su vidljivi drvni traci. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočavaju se granice godova, drvni traci te uzdužno presječene traheje.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

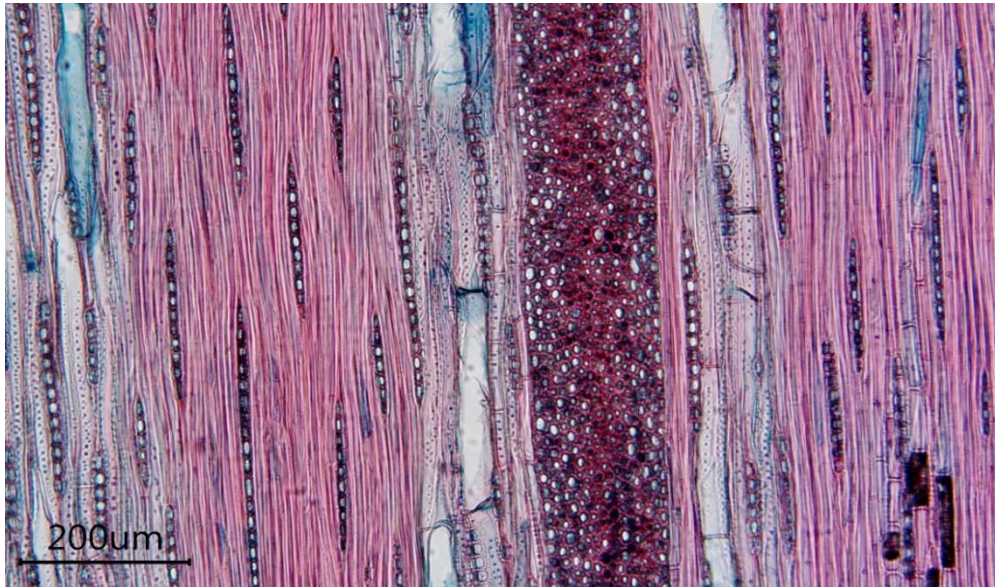


Slika 114. Poprečni presjek drva hrasta,
povećanje objektiva 5X



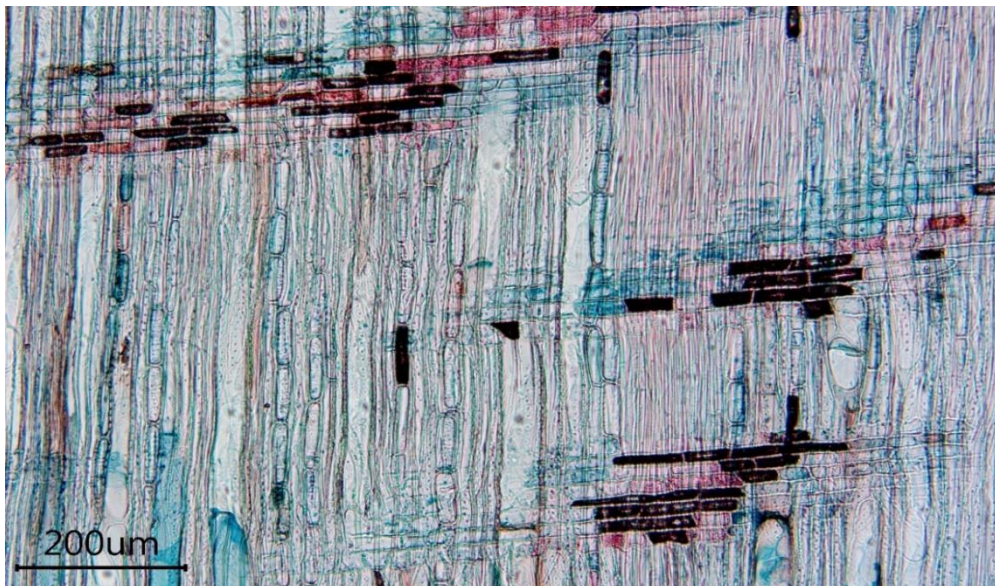
Slika 115. Poprečni presjek drva hrasta,
povećanje objektiva 10X

Drvo hrasta (*Quercus sp.*) prstenasto je porozno. Pore ranog drva znatno su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore ranog drva relativno su velikih dimenzija, položene u 2-3 reda. Pore kasnog drva radijalno su položene. Pore ranog drva sadrže tilozne uklopine. Granica goda je jasno uočljiva, na mjestima blago valovita. Vidljiv je široki drvni trak, na granici goda blago proširen. Uočavaju se drvena vlakanca debelih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su difuzno razmještene, a na mjestima je i paratrahealan.



Slika 116. Tangentni presjek drva hrasta

Drvni traci su 1-više redni, razlikuju se širinom i visinom. Pojedini drvni traci su izrazito široki i visoki. Vidljive su traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su omeđene, uglavnom okruglog oblika. Vidljiva su drvena vlakanca te stanice parenhima.



Slika 117. Radijalni presjek drva hrasta

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Vidljive su traheje s omeđenim, uglavnom okruglim jažicama. Vidljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima. U stanicama drvnih trakova i u stanicama parenhima prisutni su kristali.

PORODICA: Lauraceae

18. *Laurus nobilis* L. – pravi lovor

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 118. Poprečni presjek
drva pravog lovora**



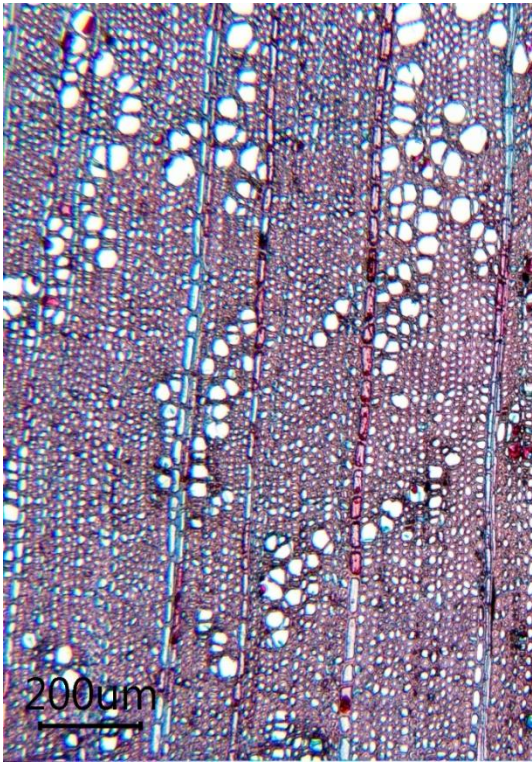
**Slika 119. Tangentni presjek
drva pravog lovora**



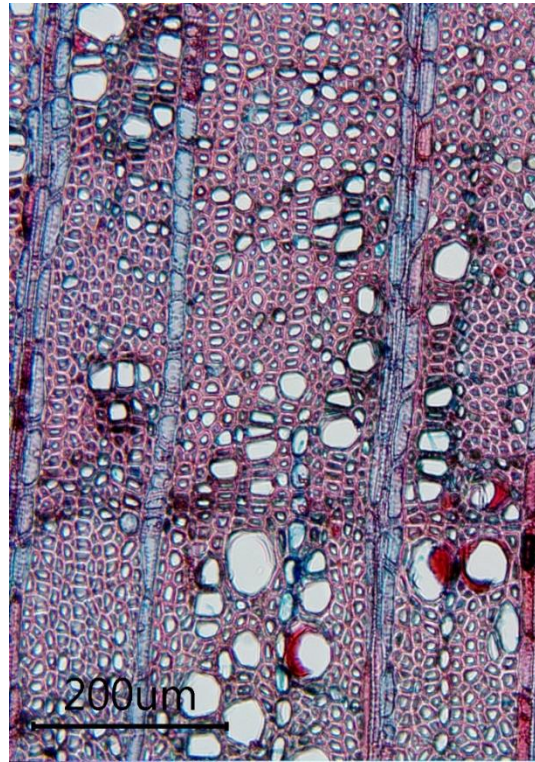
**Slika 120. Radijalni presjek
drva pravog lovora**

Drvo pravog lovora je crvenakasto do tamno smeđe u području oko srži dok je prema vanjskom dijelu drva boja žućkasto-smeđa, ima izražen miris. Na poprečnom presjeku drva manje-više uočavaju se godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom, vidljive su pod lupom. Drvni traci nisu uočljivi golim okom. Na radijalnom i tangentskom presjeku slabo su uočljive granice godova te uzdužno presječene traheje. Na tangentskom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu te su slabije uočljive nego na tangentskom presjeku.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

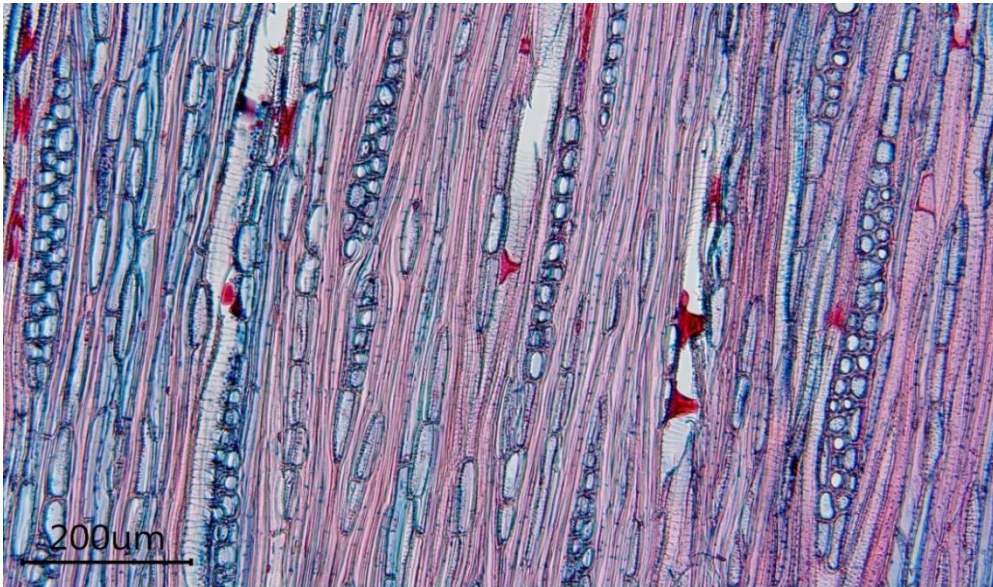


Slika 121. Poprečni presjek drva pravog lovora, povećanje objektiva 5X



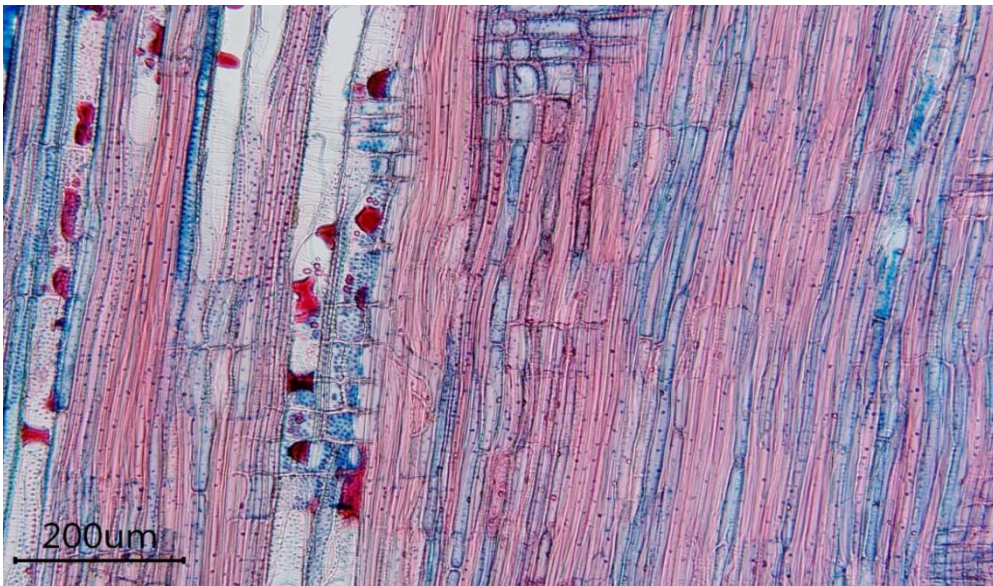
Slika 122. Poprečni presjek drva pravog lovora, povećanje objektiva 10X

Drvo pravog lovora (*Laurus nobilis* L.) difuzno je porozno do semiprstenasto porozno. Pore ranog drva neznatno su veće od pora kasnog drva, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su grupirane u radijalnom smjeru, rjeđe su pojedinačne. Granica goda je loše uočljiva. Vidljive su relativno velike stanice drvnih trakova te vlakna tankih stijenki. Parenhim je paratrahealan.



Slika 123. Tangentni presjek drva pravog lovora

Drvni traci su 1-2 redni, različitih su širina i visina. Stanice drvnih trakova relativno su velikih dimenzija. Vidljive su traheje s jažicama blago ovalnog oblika, horizontalno položenih. Traheje sadrže spiralna zadebljanja. Uočavaju se stanice parenhima te drvna vlakanca. Prisutne su uljne stanice.



Slika 124. Radijalni presjek drva pravog lovora

Ploča perforacije je jednostavna, rjeđe ljestvičasta. Drvni traci su heterogeni s 1-2 reda marginalnih uspravnih kvadratnih stanica. Uočavaju se traheje s spiralnim zadebljanjima te jažicama na stijenkama. Jažice su okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno postavljene. Jažice drvnih trakova uglavnom su okruglog oblika te često uvećanih dimenzija. Uočavaju se

stanice parenhima te drvena vlakanca. Prisutne su uljne stanice. U stanicama drvnih trakova prisutni su kristali.

PORODICA: *Meliaceae*

19. *Swietenia macrophylla* King. – američki mahagonij

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 125. Poprečni presjek
drva američkog mahagonija**



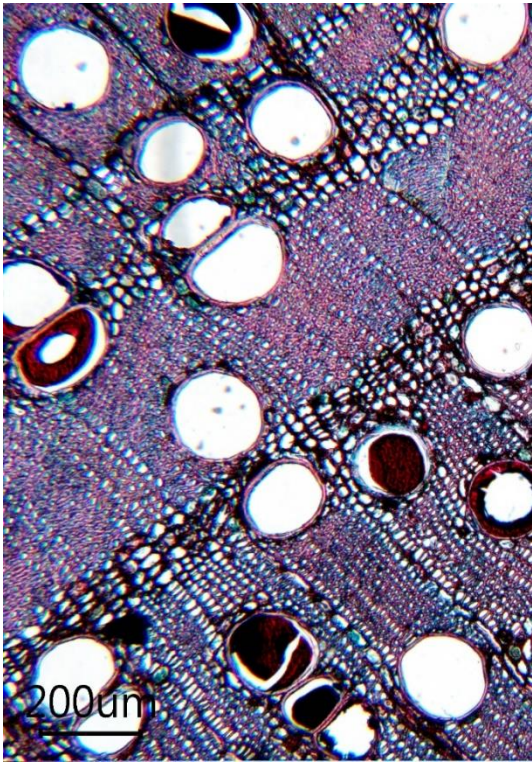
**Slika 126. Tangentni presjek
drva američkog mahagonija**



**Slika 127. Radijalni presjek
drva američkog mahagonija**

Drvo američkog mahagonija je tamno smeđe, nema izražen miris. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Pore se uočavaju golim okom. Drvni traci se uočavaju golim okom, ali su bolje vidljivi su pod lupom. Na radijalnom i tangentsnom presjeku slabo se uočavaju granice godova, ali su jasno vidljive uzdužno presječene traheje.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

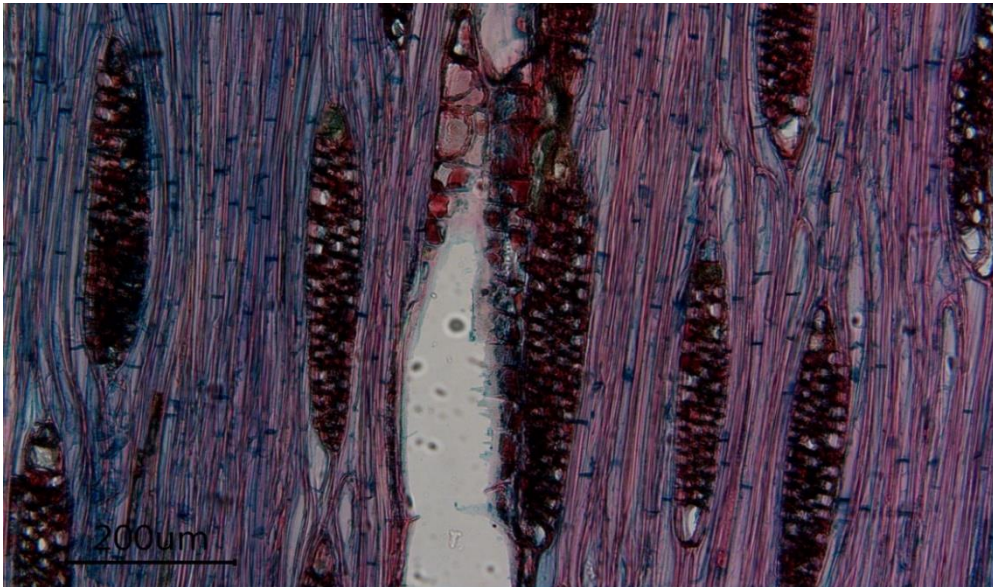


Slika 128. Poprečni presjek drva američkog mahagonija, povećanje objektiva 5X



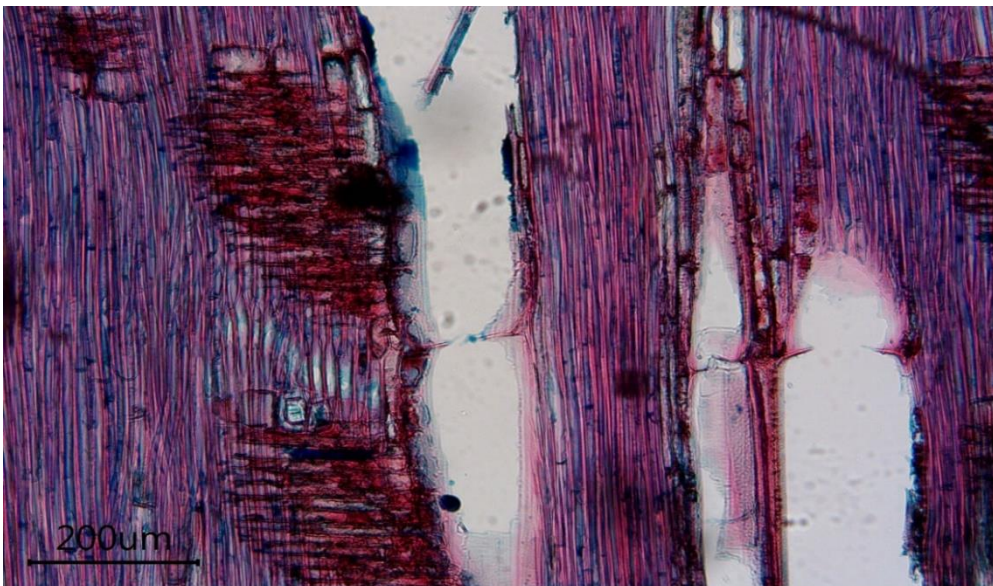
Slika 129. Poprečni presjek drva američkog mahagonija, povećanje objektiva 10X

Drvo američkog mahagonija (*Swietenia macrophylla* King) difuzno je porozno. Pore se ne razlikuju promjerom. Pore su pojedinačne ili grupirane u radialne nizove. Pore sadrže tamne i svijetle uklopine. Granica goda nije uočljiva. Vidljivi su drvni traci te drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je apotrahealan, a na dijelovima je i paratrahealan.



Slika 130. Uzdužni presjek drva američkog mahagonija

Drvni traci su više redni, različitih su širina i visina te su heterogeni. Uočavaju se marginalne stanice većih dimenzija od dimenzija unutarnjih stanica drvnih trakova. Vidljiva je traheja. Uočavaju se drvena vlakanca i stanice parenhima. U stanicama drvnih trakova prisutni su kristali.



Slika 131. Radijalni presjek drva američkog mahagonija

Perforacijska ploča je jednostavna. Drvni traci su heterogeni s redom uspravnih kvadratnih stanica. Vidljive su traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno su položene te su relativno malih dimenzija. Uočavaju se drvena vlakanca i stanice parenhima. U stanicama drvnih trakova prisutni su kristali.

PORODICA: *Moraceae*

20. *Chlorophora excelsa* Benth. et Hook.f. – iroko

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 132. Poprečni presjek
drva iroka**



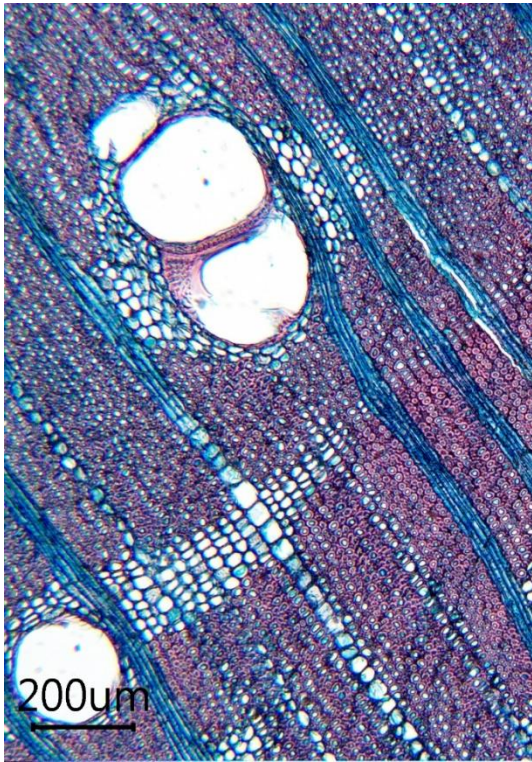
**Slika 133. Tangentni presjek
drva iroka**



**Slika 134. Radijalni presjek
drva iroka**

Drvo iroka tamno je smeđe, nema izražen miris. Na poprečnom se presjeku ne uočavaju godovi niti granice godova. Pore su jasno uočljive golim okom, relativno su velikog promjera. Drvni traci su vidljivi golim okom, ali se bolje uočavaju pod lupom. Na tangentnom i radijalnom se presjeku uočavaju uzdužno presječene traheje.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

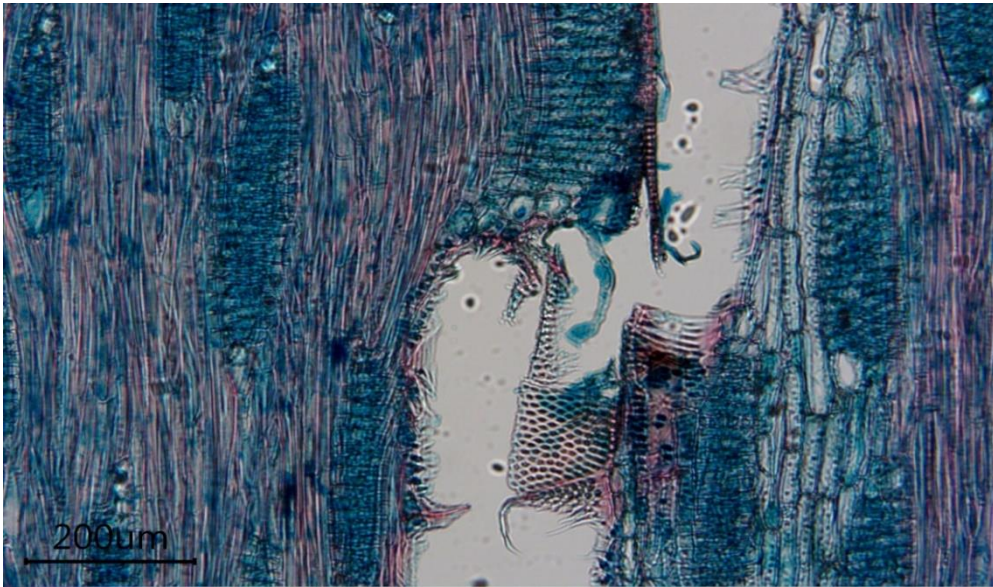


Slika 135. Poprečni presjek drva iroka,
povećanje objektiva 5X



Slika 136. Poprečni presjek drva iroka,
povećanje objektiva 10X

Drvo iroka (*Chlorophora exelsa* Benth. et Hook.f.) difuzno je porozno. Pore su relativno velikih dimenzija, malobrojne su, pojedinačne ili grupirane u radijalne nizove. Pore sadrže tilozne uklopine. Granica goda se ne uočava. Vidljivi su relativno široki drvni traci te drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je paratrahealan.



Slika 137. Uzdužni presjek drva iroka

Drvni traci su više redni, različitih su širina i visina te su heterogeni. Vidljive su traheje relativno velikih dimenzija s jažicama uglavnom ovalnog oblika. Prisutna su spiralna zadebljanja u trahejama. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima. U stanicama parenhima i drvnih trakova prisutni su kristali.

21. *Ficus carica* L. – obična smokva

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 138. Poprečni presjek
drva obične smokve**



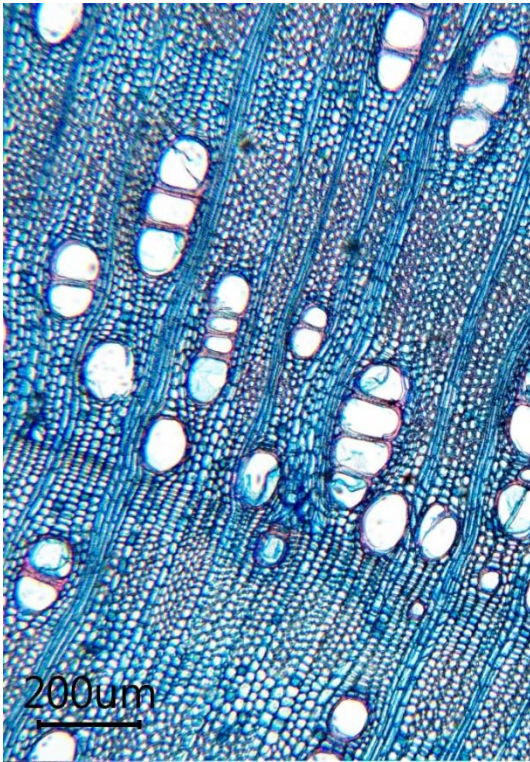
**Slika 139. Tangentni presjek
drva obične smokve**



**Slika 140. Radijalni presjek
drva obične smokve**

Drvo obične smokve je žućkasto-zelenkasto, ima izražen miris. Uočava se srčika, sačinjava je spužvasto tkivo. Srž se razlikuje od bjeljike, srž je tamnija od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom. Drvni traci nisu vidljivi. Na radijalnom i tangentskom presjeku uočljive su granice godova te uzdužno presječene traheje. Granice godova su bolje uočljive na tangentskom presjeku nego na radijalnom. Na tangentskom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

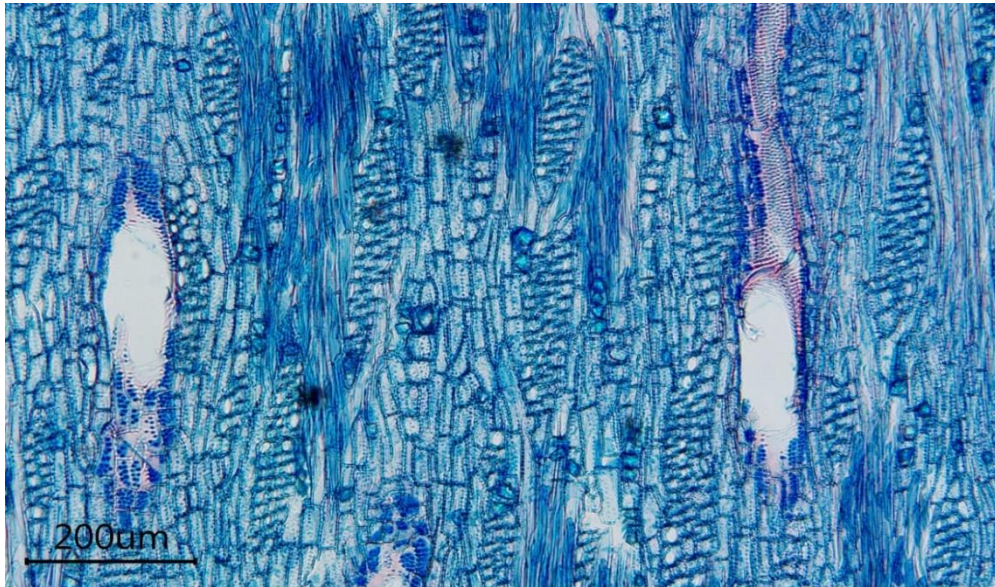


Slika 141. Poprečni presjek drva obične smokve, povećanje objektiva 5X



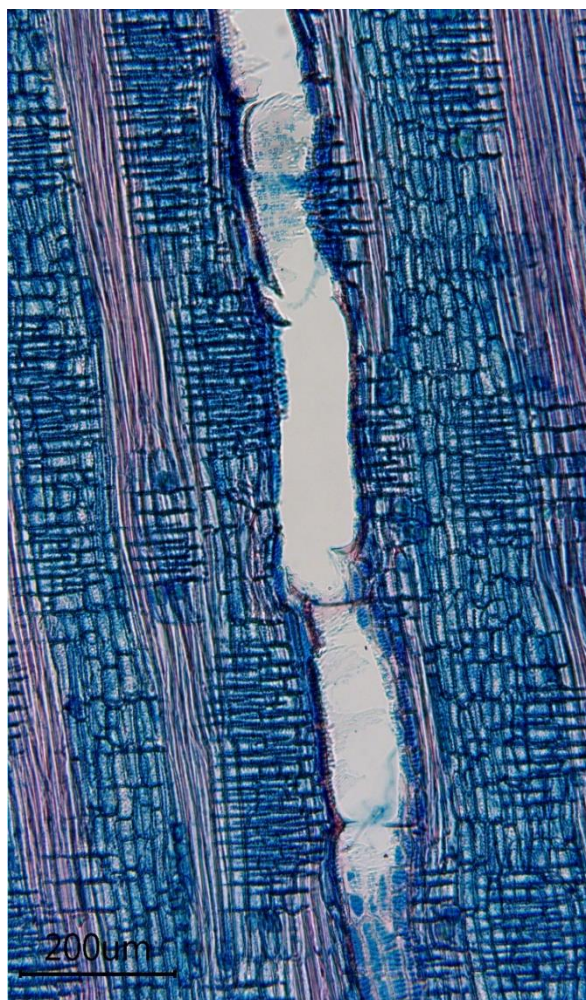
Slika 142. Poprečni presjek drva obične smokve, povećanje objektiva 10X

Drvo obične smokve (*Ficus carica* L.) difuzno je porozno. Pore ranog drva i pore kasnog drva ne razlikuju se promjerom. Pore su malobrojne, pojedinačne ili u grupirane u radijalne nizove. U porama se uočavaju tilozne uklopine. Granica goda je loše uočljiva. Uočavaju se drvni traci različitih širina. Vidljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima.



Slika 143. Uzdužni presjek drva obične smokve

Drvni traci su 3-4 redni, različitih su širina i visina. Uočavaju se traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su brojne, okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene. Uočavaju se stanice parenhima te drvna vlakanca.



Slika 144. Radijalni presjek drva obične smokve

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su heterogeni s 1-2 reda uspravnih kvadratnih stanica. Jažice drvnih trakova su brojne, okruglog oblika, a neke su i nepravilnog oblika. Uočavaju se traheje s jažicama na stijenkama, jažice su brojne, relativno malih dimenzija te okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene. Vidljiva su drvena vlakanca te stanice parenhima. U marginalnim stanicama drvnih trakova te u stanicama parenhima prisutni su kristali.

22. *Morus nigra* L. – crni dud

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 145. Poprečni presjek
drva crnog dudu**



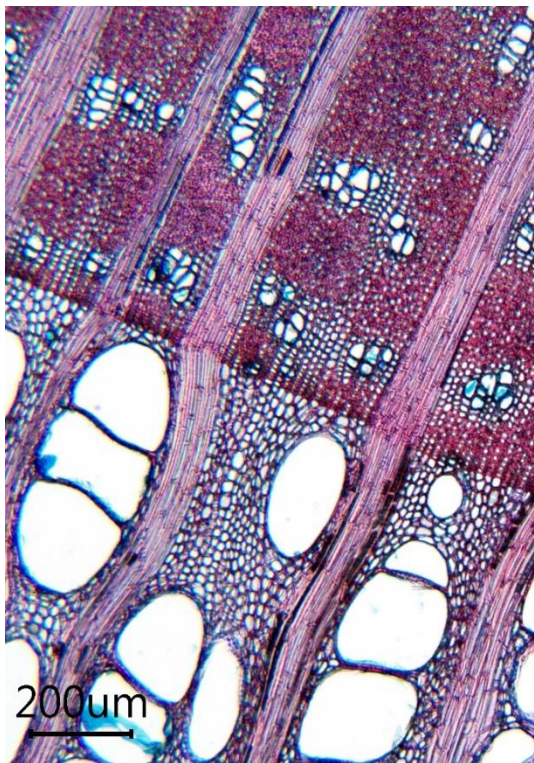
**Slika 146. Tangentni presjek
drva crnog dudu**



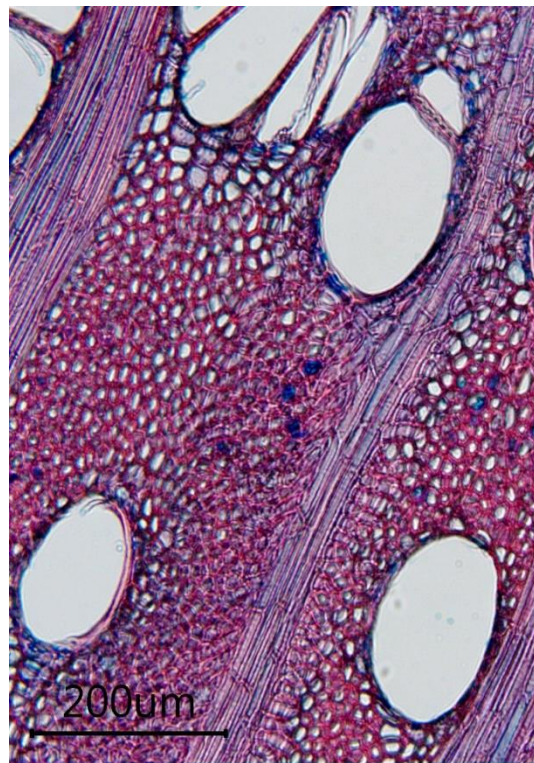
**Slika 147. Radijalni presjek
drva crnog dudu**

Srž drva crnog dudu je žućkasto – narančasto do tamno smeđe, nema specifičan miris. Na poprečnom presjeku drva uočavaju se godovi s jasno razlučenim granicama. Jasno je uočljiv prijelaz iz ranog u kasno drvo. Izrazito se dobro uočavaju pore. Pore ranog drva su većeg promjera od pora kasnog drva, ali i pore kasnog drva su vidljive golim okom. Slabo se uočavaju drvni traci. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočavaju se granice godova te uzdužno presječene traheje. Vidljiv je prijelaz iz ranog u kasno drvo i na tangentnom i na radijalnom presjeku.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

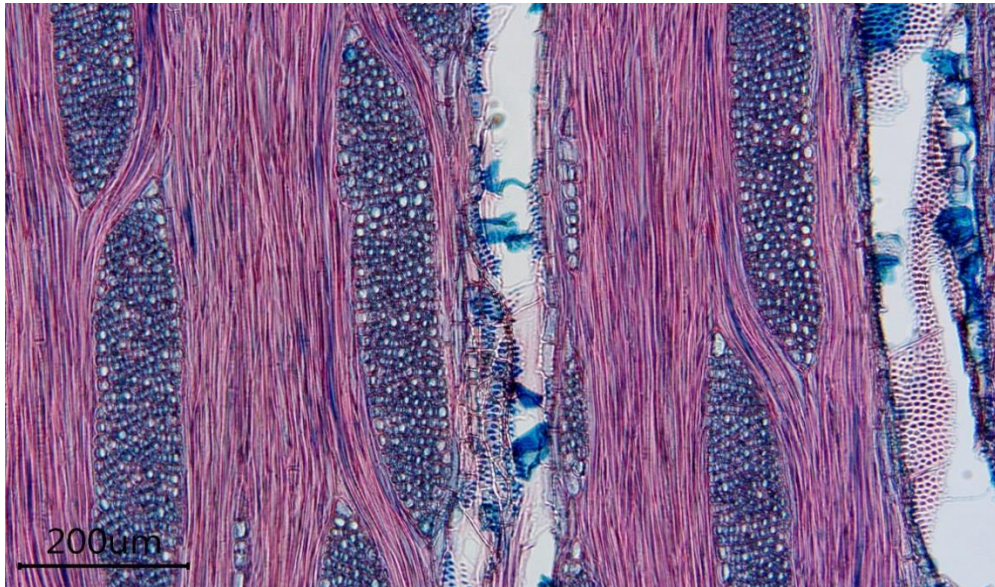


Slika 148. Poprečni presjek drva crnog duda, povećanje objektiva 5X



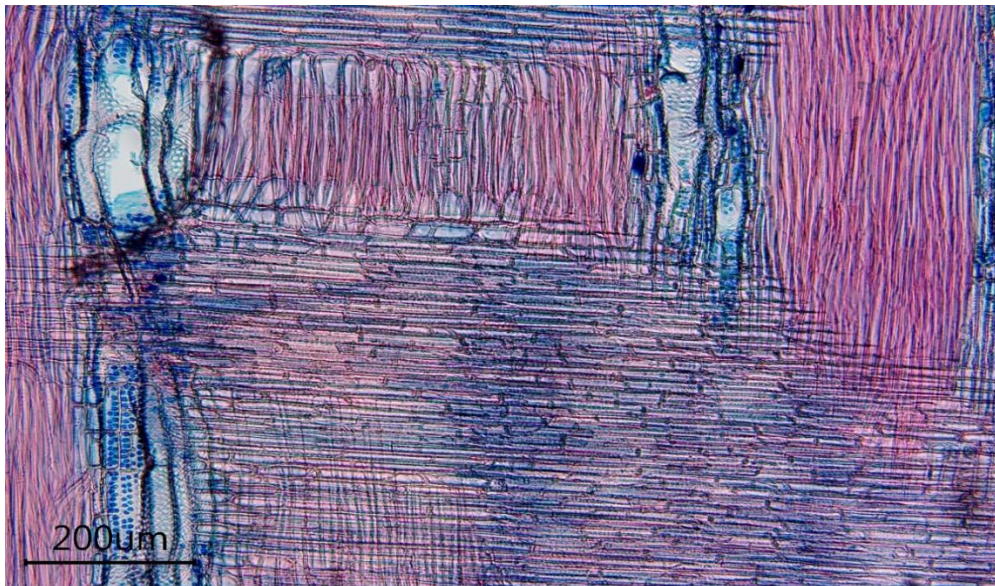
Slika 149. Poprečni presjek drva crnog duda, povećanje objektiva 10X

Drvo crnog duda (*Morus nigra* L.) prstenasto je porozno. Pore ranog drva znatno su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore ranog drva su raspoređene pojedinačno ili u radijalno orijentiranim grupama, dok su pore kasnog drva položene u nepravilno raspoređenim grupama. Pore kasnog drva najčešće su grupirane s vaskularnim traheidama. Pore ranog drva su gusto zbijene, uglavnom u 2-5 redova, a mjestimice sadrže tilozne uklopine. Granica goda je dobro uočljiva. Vidljivi su drvni traci različitih širina. U kasnom drvu drvni su traci širi nego u ranom drvu. Vidljiva su i drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je paratrahealan.



Slika 150. Tangentni presjek drva crnog duda

Drvni traci su 4-7 redni. Razlikuju se i širinom i visinom. Pojedini drvni traci skupljeni su u agregate. Stanice drvnih trakova relativno su malih dimenzija. Vidljive su traheje s ovalnim, horizontalno položenim jažicama na stijenkama te s tiloznim uklopinama. Jažice su relativno velikih dimenzija. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima uz traheje.



Slika 152. Radijalni presjek drva crnog duda

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni su traci heterogeni s 1-2 reda marginalnih uspravnih stanica. Vidljive su traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama na stijenkama. Jažice su relativno velikih dimenzija. Na stijenkama traheja prisutna su spiralna

zadebljanja. Vidljiva su drvena vlakanca te stanice parenhima uz stijenke traheja. U marginalnim stanicama trakova prisutni su prizmatični kristali.

PORODICA: *Oleaceae*

23. *Fraxinus excelsior* L. – bijeli jasen

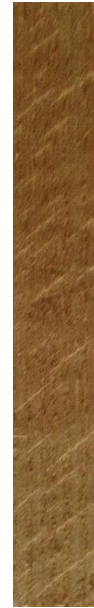
MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 153. Poprečni presjek
drva bijelog jasena**



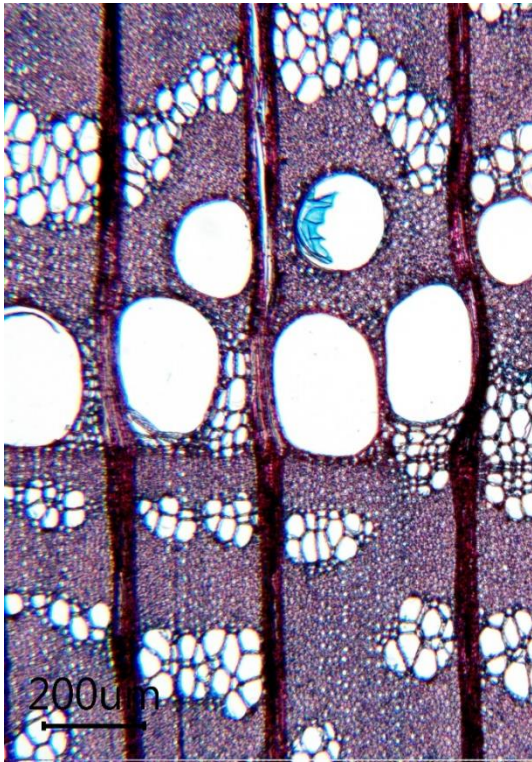
**Slika 154. Tangentni presjek
drva bijelog jasena**



**Slika 155. Radijalni presjek
drva bijelog jasena**

Drvo bijelog jasena je smeđe te nema izražen miris. Granice godova na poprečnom su presjeku jasno vidljive. Jasno je vidljiv prijelaz iz ranog u kasno drvo. Pore ranog drva uočljive su golim okom dok se pore kasnog drva uočavaju tek pod lupom. Drvni traci su slabo uočljivi, vidljivi tek pod lupom. Na radijalnom i tangentsnom presjeku uočavaju se granice godova, te uzdužno presječene traheje. Na tangentsnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

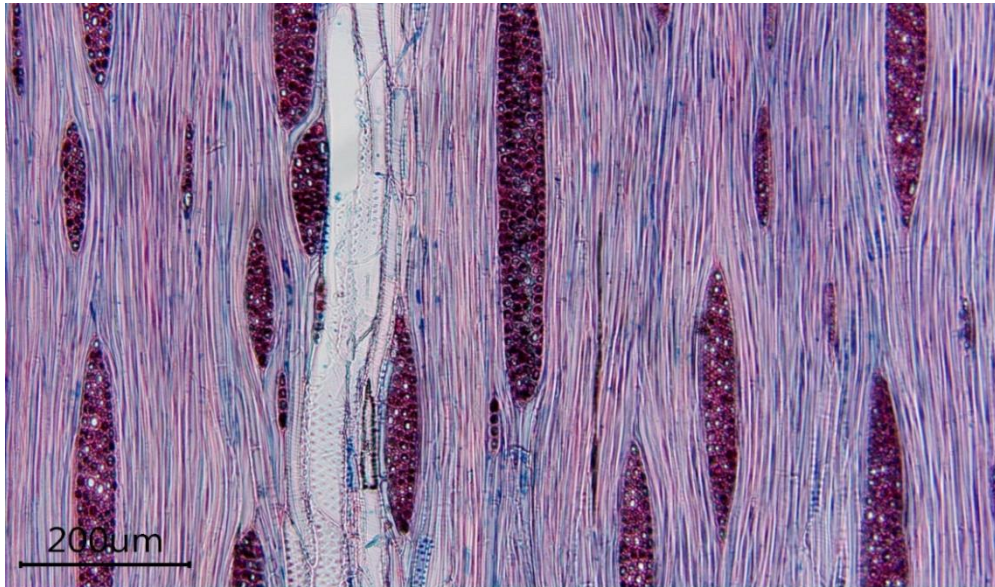


Slika 156. Poprečni presjek drva bijelog jasena, povećanje objektiva 5X



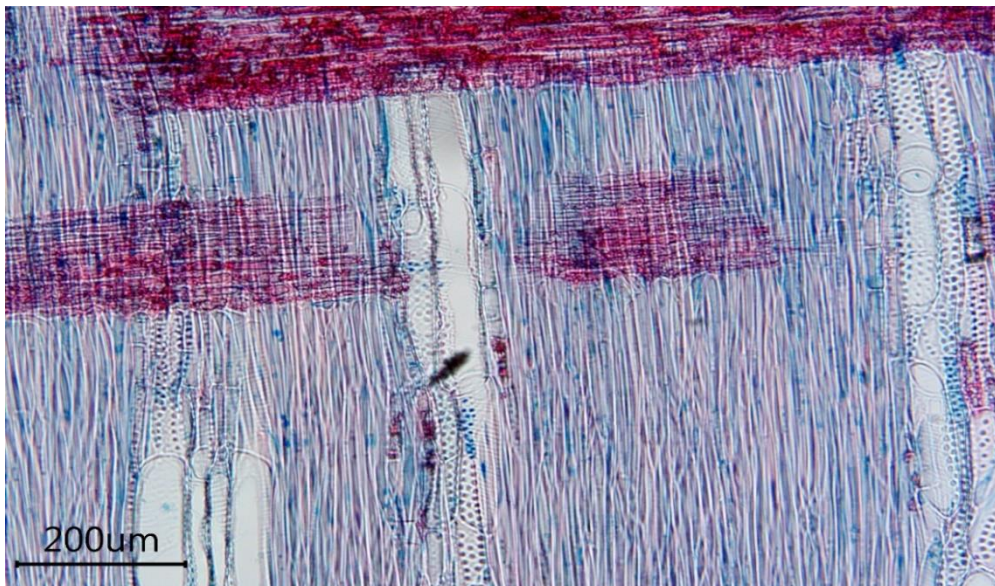
Slika 157. Poprečni presjek drva bijelog jasena, povećanje objektiva 10X

Drvo bijelog jasena (*Fraxinus excelsior* L.) prstenasto je porozno. Pore ranog drva puno su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore ranog drva su pojedinačne, tangентno razmještene u 2-3 reda. Pore kasnog drva imaju debele stijeneke, a grupirane su nepravilno. Granica goda je jasno uočljiva. Uočljivi su drveni traci te drvena vlakanca različitih debljina stijenki. Parenhim je paratrahealan, oko pora kasnog drva manje prisutan nego oko pora ranog drva.



Slika 158. Tangentni presjek drva bijelog jasena

Drvni traci su 1-4 redni, različitih su širina i visina. Drvni traci na mjestima su udruženi u agregate. Uočavaju se traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su omeđene i uglavnom okruglog oblika. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima oko traheja.



Slika 159. Radijalni presjek drva bijelog jasena

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Uočavaju se traheje s uglavnom okruglim, omeđenim jažicama na stijenkama. Uočavaju se spiralna zadebljanja traheja. Uočavaju se drvena vlakanca i stanice parenhima. U stanicama drvnih trakova prisutni su prizmatični kristali.

PORODICA: *Rosaceae*

24. *Prunus avium* L. – divlja trešnja

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 160. Poprečni presjek
drva divlje trešnje**



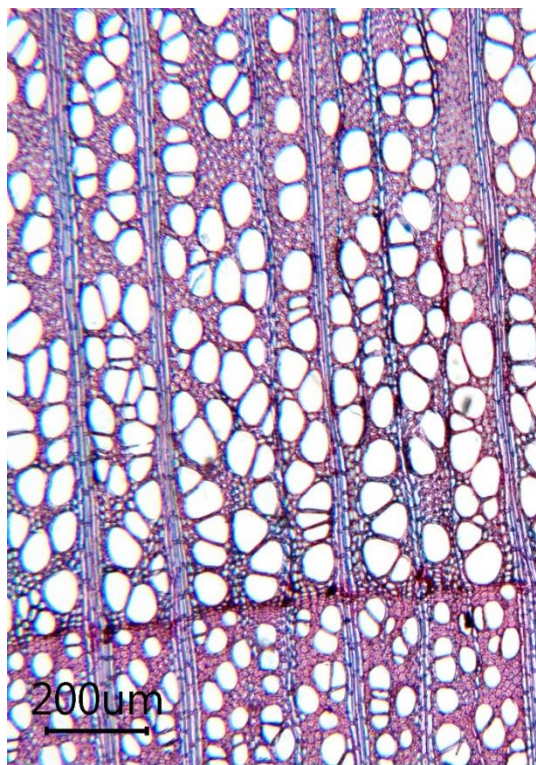
**Slika 161. Tangentni presjek
drva divlje trešnje**



**Slika 162. Radijalni presjek
drva divlje trešnje**

Drvo divlje trešnje je crvenkasto-smeđe, nema izražen miris. Na poprečnom presjeku drva manje-više uočavaju se godovi i granice godova. Pore se uočavaju golim okom, u ranom drvu su gušće raspoređene nego u kasnom. Drvni traci su vidljivi golim okom. Na radijalnom i tangentnom presjeku uočljive su granice godova, uzdužno presječene traheje te drvni traci.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

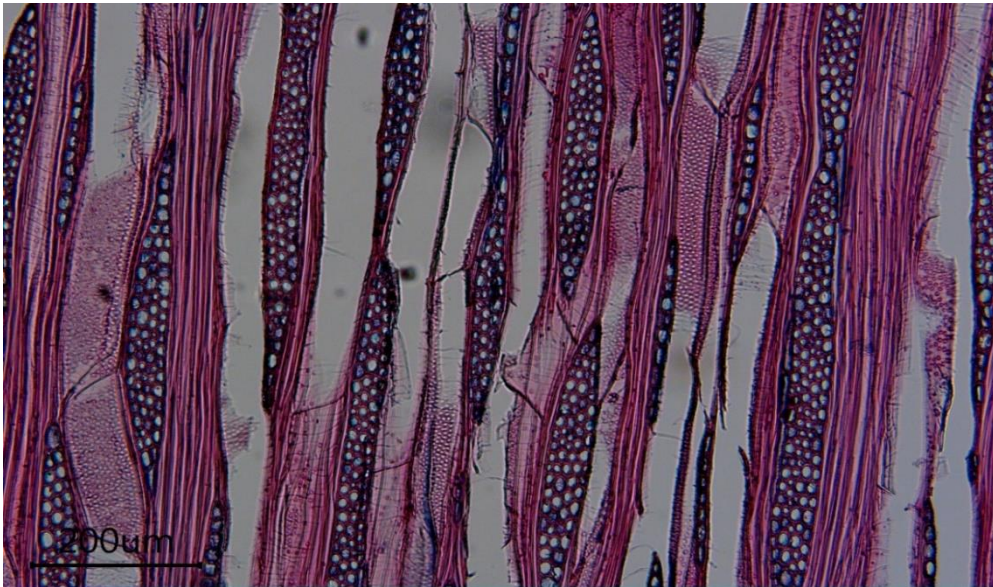


Slika 163. Poprečni presjek drva divlje trešnje, povećanje objektiva 5X



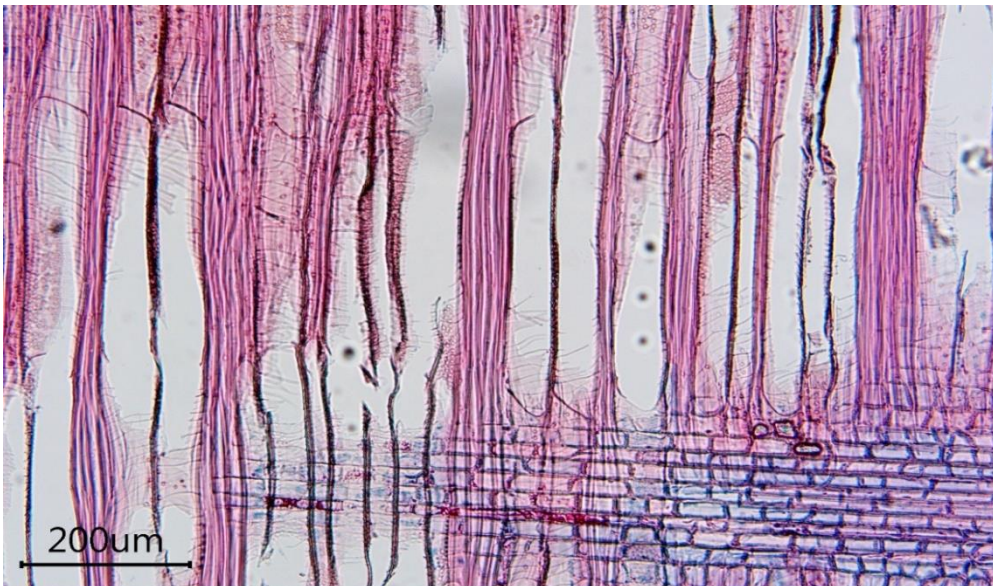
Slika 164. Poprečni presjek drva divlje trešnje, povećanje objektiva 10X

Drvo divlje trešnje (*Prunus avium* L.) semiprstenasto je porozno do difuzno porozno. Pore ranog drva malo su većeg promjera od pora kasnog drva, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su brojne, poneke pojedinačne, a češće grupirane, orijentirane radijalno i dijagonalno. Granica goda je dobro uočljiva. Uočavaju se drvni traci različitih širina, uglavnom širi u kasnom drvu. Vidljiva su i drvena vlakanca relativno debelih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su malobrojne te razmještene difuzno.



Slika 165. Tangentni presjek drva divlje trešnje

Drvni traci su 1-4 redni, različitih su širina i visina. Vidljive su traheje s brojnim jažicama na stijenjkama. Jažice su brojne, relativno malih dimenzija te okruglog do blago ovalnog oblika, položene horizontalno. U trahejama su prisutna spiralna zadebljanja. Vidljiva su drvena vlakanca debelih stijenki.



Slika 166. Radijalni presjek drva divlje trešnje

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su heterogeni s 2 reda marginalnih uspravnih kvadratnih stanica. Na stijenjkama nekih traheja vidljive su jažice. Jažice su brojne, okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene te relativno malih dimenzija. U trahejama su

uočljiva spiralna zadebljanja. Vidljiva su drvena vlakanca relativno debelih stijenki. Kristali su prisutni u stanicama drvnih trakova.

25. *Pyrus communis* L. – pitoma kruška

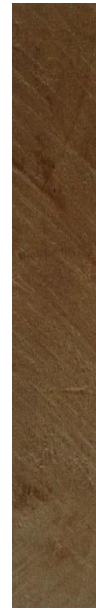
MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 167. Poprečni presjek
drva pitome kruške**



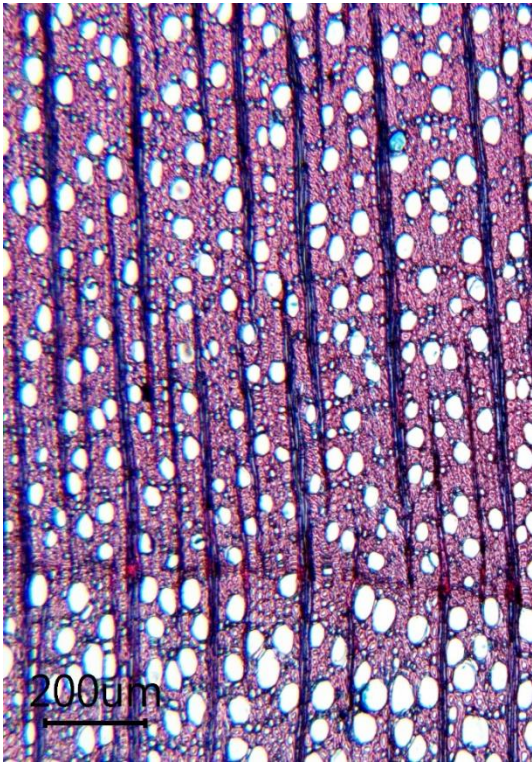
**Slika 168. Tangentni presjek
drva pitome kruške**



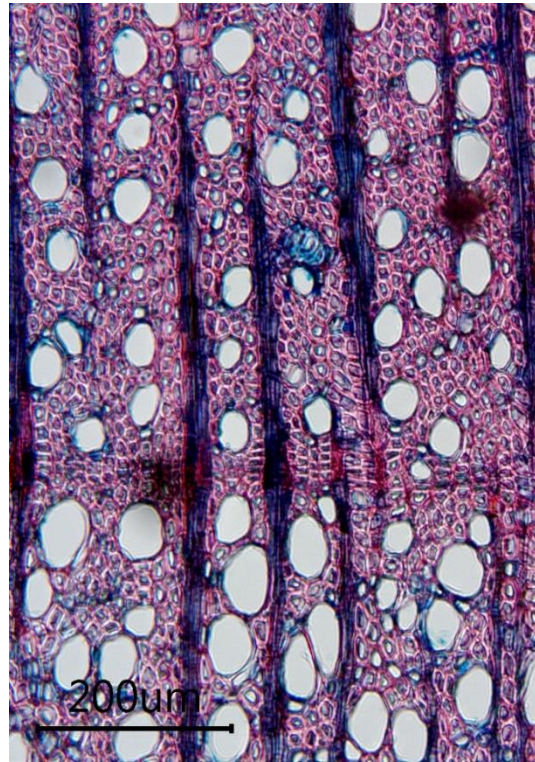
**Slika 169. Radijalni presjek
drva pitome kruške**

Drvo pitome kruške je crvenkasto-smeđe te nema izražen miris. Granice godova na poprečnom su presjeku manje-više vidljive. Pore su slabo uočljive golim okom, vidljive su pod lupom. Drvni traci su slabo uočljivi, vidljivi tek pod lupom. Na radijalnom i tangentskom presjeku uočavaju se granice godova, uzdužno presječene traheje se ne uočavaju.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

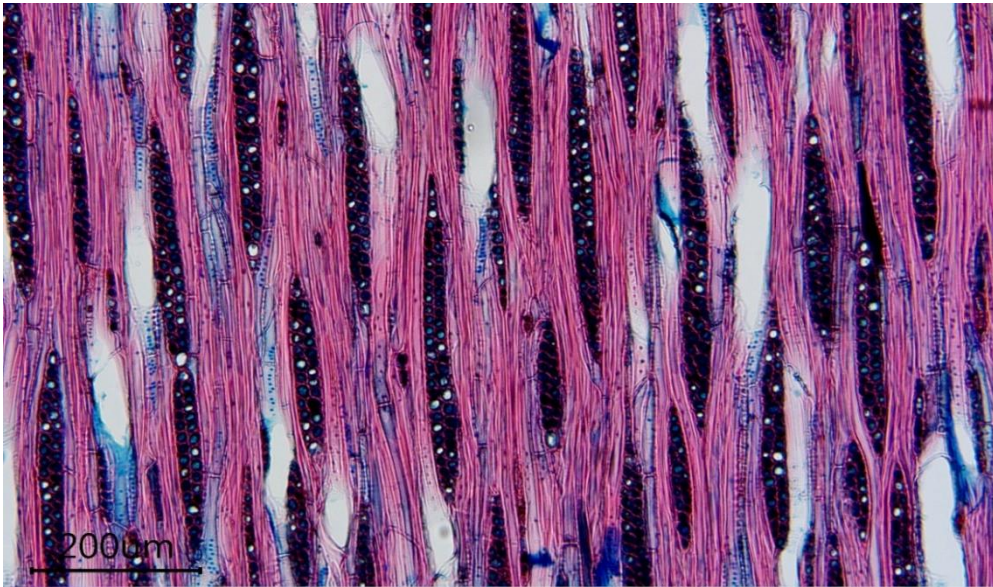


Slika 170. Poprečni presjek drva pitome kruške, povećanje objektiva 5X



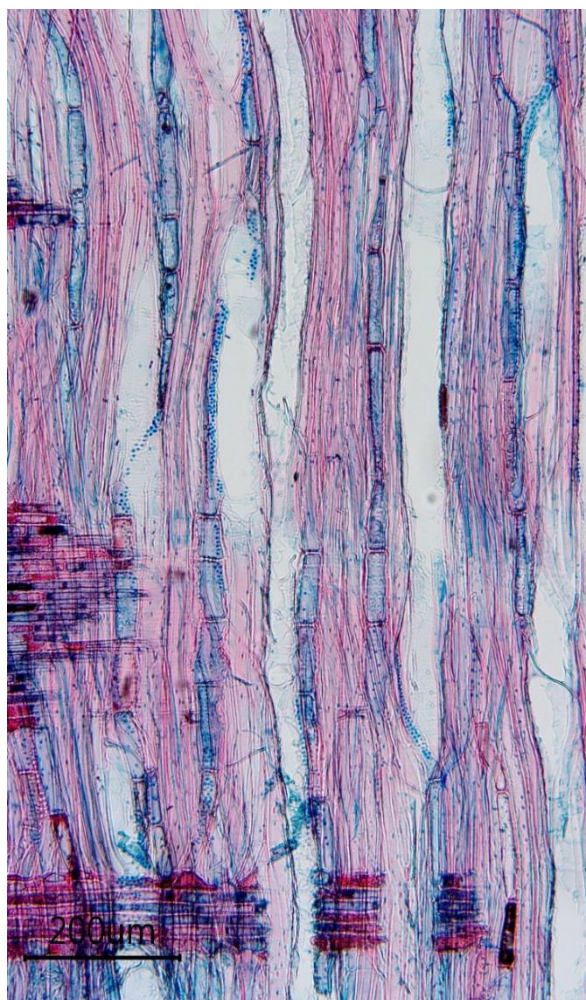
Slika 171. Poprečni presjek drva pitome kruške, povećanje objektiva 10X

Drvo pitome kruške (*Pyrus communis* L.) difuzno je porozno do semiprstenasto porozno. Pore ranog drva neznatno su većeg promjera od pora kasnog drva, a prijelaz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su brojne te pojedinačne, radijalno su orijentirane. Granica goda je loše uočljiva. Vidljivi su drvni traci te drvena vlakanca relativno debelih stijenki. Parenhim je apotrahealan, stanice su pojedinačne, difuzno orijentirane, javljaju se i tangentno grupirane stanice.



Slika 172. Tangentni presjek drva pitome kruške

Drvni su traci uglavnom 2 redni, rijetko se uočavaju 1 redni drvni traci. Drvni traci su različitih širina i visina. Uočavaju se traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama na stijenkama. Uočavaju se spiralna zadebljanja na rubovima traheja. Vidljiva su drvna vlakanca i stanice parenhima.



Slika 173. Radijalni presjek drva pitome kruške

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Uočavaju se traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama. Vidljiva su spiralana zadebljanja u trahejama. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima. Prizmatični kristali prisutni su u stanicama drvnih trakova i parenhimskim stanicama.

26. *Sorbus aria* (L.) Crantz. – obična muginja

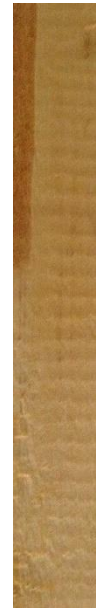
MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 174. Poprečni presjek
drva obične muginje**



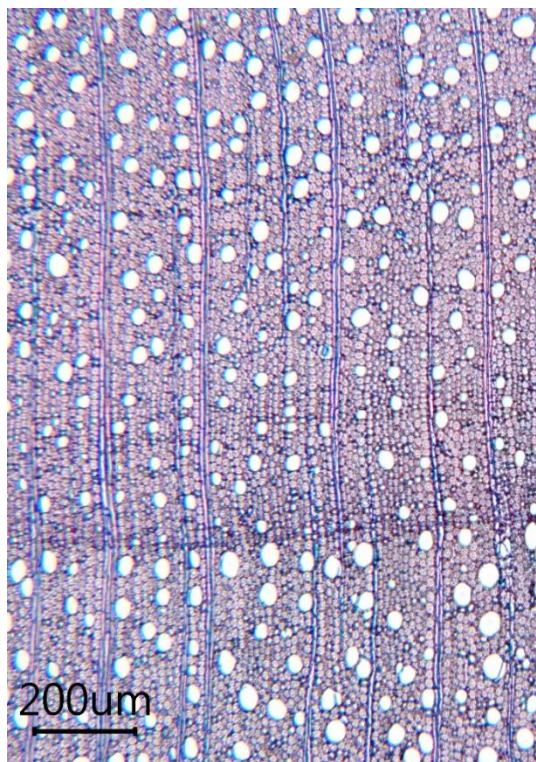
**Slika 175. Tangentni presjek
drva obične muginje**



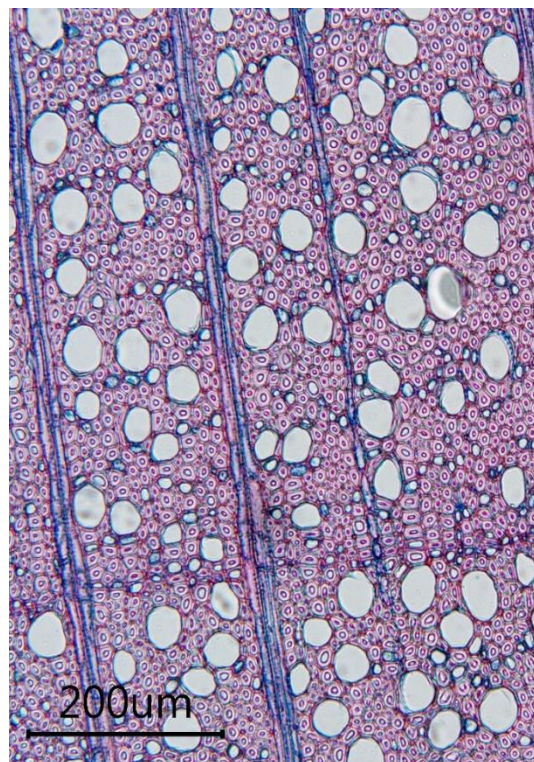
**Slika 176. Radijalni presjek
drva obične muginje**

Drvo obične muginje je svijetlo smeđe, nema miris. Srž se ne razlikuje od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva manje-više uočavaju se godovi i granice godova. Pore se ne uočavaju golim okom, vidljive su pod lupom. Drvni traci su slabo uočljivi golim okom. Na radijalnom i tangentnom presjeku manje-više se uočavaju granice godova, uzdužno presječene traheje nisu vidljive golim okom. Na tangentnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu. Na tangentnom su presjeku jasno uočljivi drvni traci.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

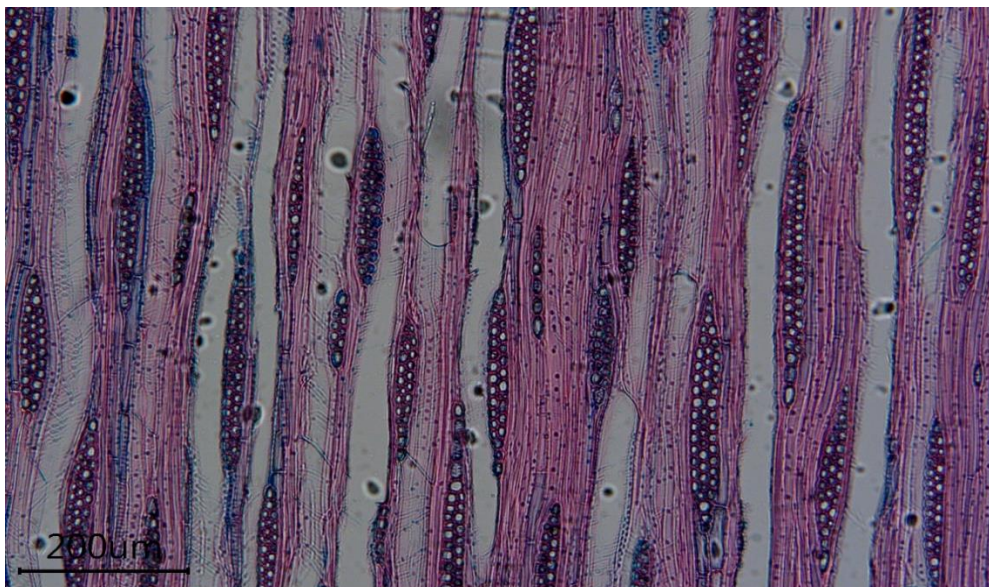


Slika 177. Poprečni presjek drva obične muginje, povećanje objektiva 5X



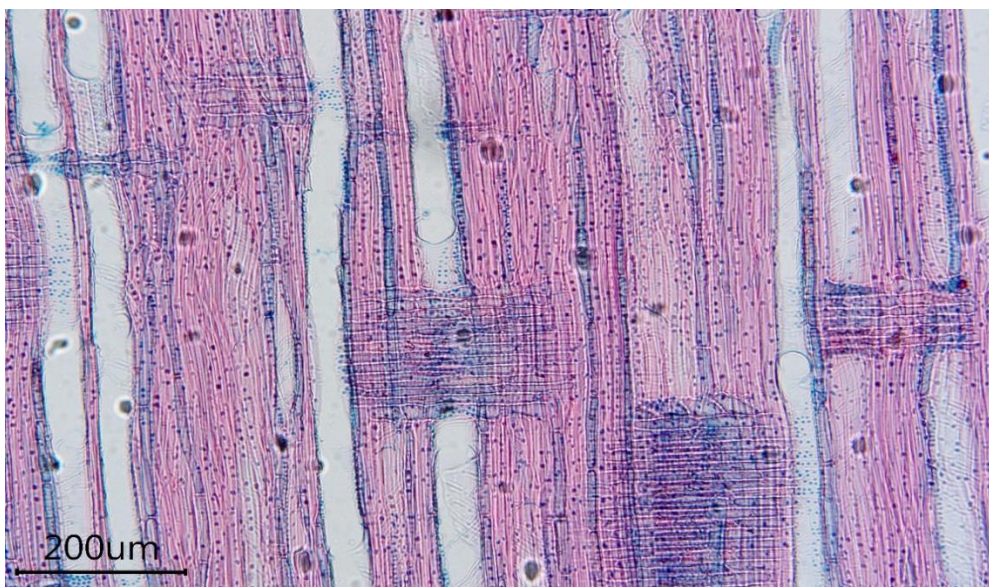
Slika 178. Poprečni presjek drva obične muginje, povećanje objektiva 10X

Drvo obične muginje (*Sorbus aria* (L.) Crantz.) difuzno je porozno do semiprstenasto porozno. Pore ranog drva neznatno su većeg promjera od pora kasnog drva. Pore su mnogobrojne, pojedinačne te radijalno orijentirane. Granica goda je loše uočljiva. Vidljivi su relativno uski drvni traci te drvna vlakanca debelih stijenki. Parenhim je apotrahealan, difuzno raspoređen.



Slika 179. Tangentni presjek obične mukinje

Drvni traci su 2-3 redni, rjeđe 4 redni, različitih su širina i visina. Uočavaju se traheje s jažicama okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene. Neke traheje imaju spiralna zadebljanja. Uočavaju se drvena vlakanca te stanice parenhima.



Slika 180. Radijalni presjek drva obične mukinje

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni su traci homogeni, rijetko s 1-2 reda uspravnih kvadratnih stanica. Uočavaju se traheje s okruglim omeđenim jažicama na stijenkama. Traheje imaju spiralna zadebljanja, često samo na krajevima. Vidljiva su drvena vlakanca te stanice parenhima. U stanicama drvnih trakova te u parenhimskim stanicama prisutni su prizmatični kristali.

PORODICA: *Salicaceae*

27. *Populus sp.* – topola

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 181. Poprečni presjek
drva topole**



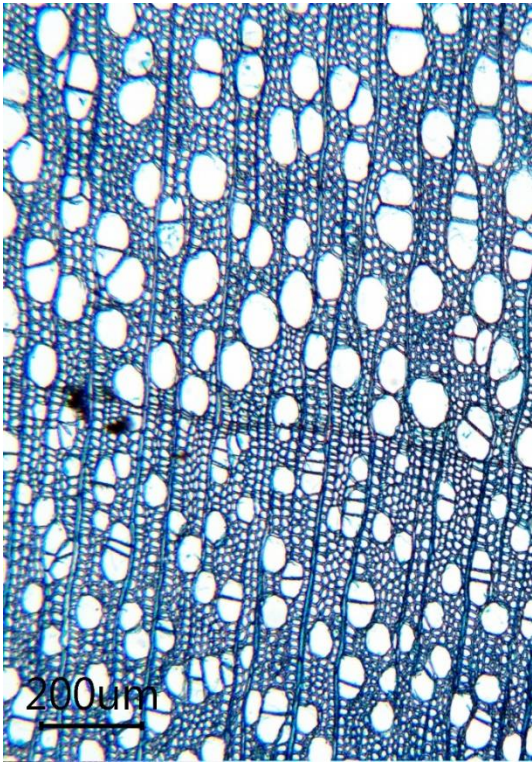
**Slika 182. Tangentni presjek
drva topole**



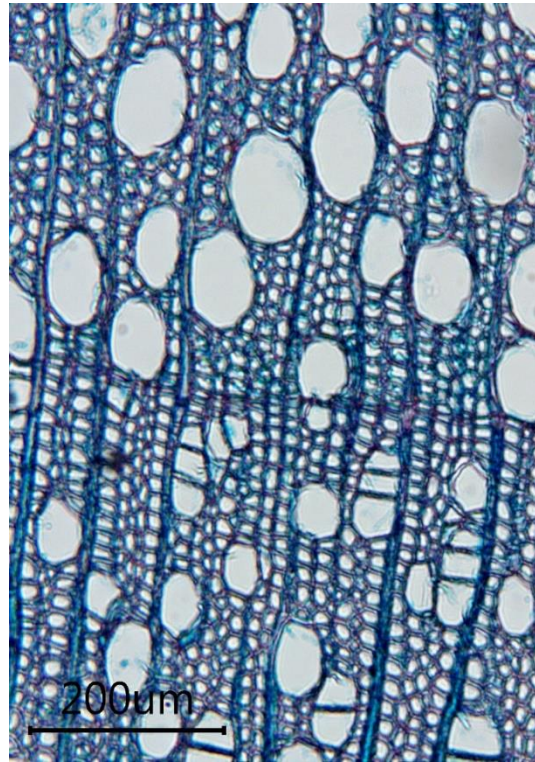
**Slika 183. Radijalni presjek
drva topole**

Drvo topole je svijetlo smeđe do sivo, nema izražen miris, izrazito je lagano. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Pore se uočavaju golim okom. Drvni traci nisu vidljivi. Na radijalnom i tangentsnom presjeku uočljive su granice godova te uzdužno presječene traheje. Granice godova su bolje uočljive na tangentsnom presjeku nego na radijalnom. Na tangentsnom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

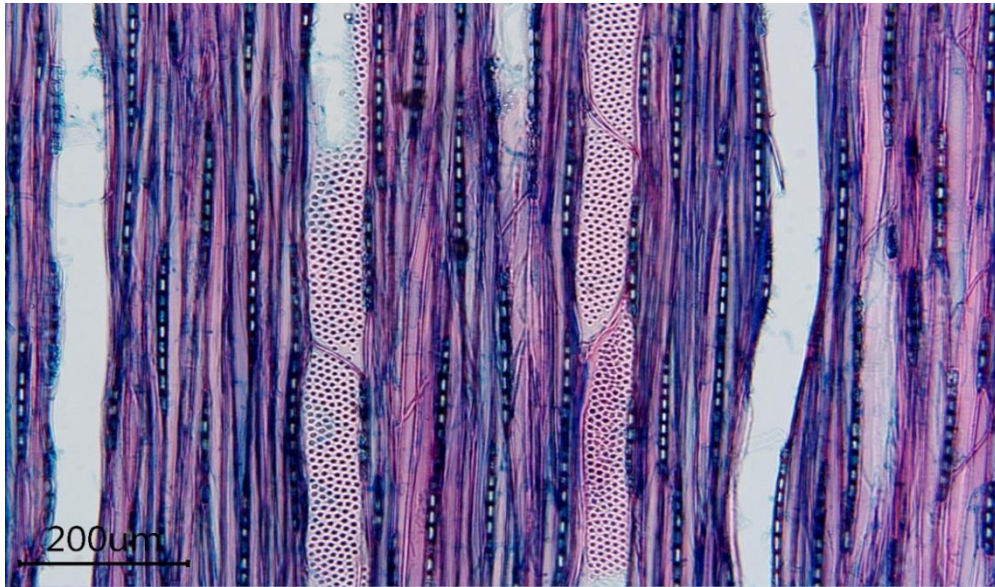


Slika 184. Poprečni presjek drva topole,
povećanje objektiva 5X



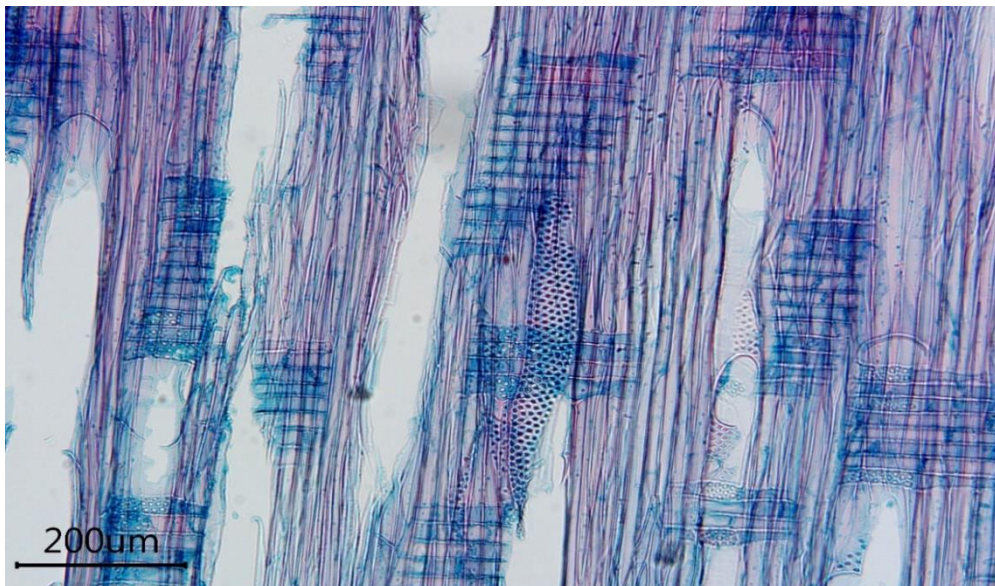
Slika 185. Poprečni presjek drva topole,
povećanje objektiva 10X

Drvo topole (*Populus sp.*) difuzno je porozno. Pore ranog drva neznatno su većeg promjera od pora kasnog drva, a prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su brojne, pojedinačne ili grupirane, a raspoređene su radijalno. Granica goda je loše uočljiva. Uočljivi su relativno uski drvni traci te drvna vlakanca relativno tankih stijenki. Parenhim je apotrahealan te difuzno raspoređen. Stanice parenhima su malobrojne.



Slika 186. Tangentni presjek drva topole

Drvni traci su 1 redni, različitih su visina. Uočavaju se traheje s jažicama na stijenkama. Jažice su omeđene, okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene te su relativno velikih dimenzija. Uočljiva su drvena vlakanca.



Slika 187. Radijalni presjek drva topole

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su heterogeni s 1-2 reda marginalnih uspravnih kvadratnih stanica. Vidljive su traheje s omeđenim, okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama. Jažice drvnih trakova su relativno velikih dimenzija, jednostavne su te okruglog do blago ovalnog oblika, horizontalno položene. Vidljiva su drvena vlakanca.

PORODICA: *Tiliaceae*

28. *Tilia* sp. – lipa

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 188. Poprečni presjek
drva lipa**



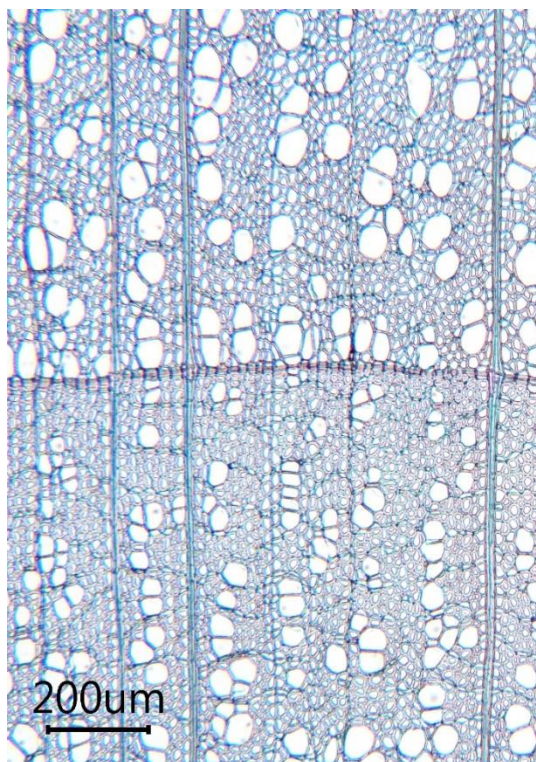
**Slika 189. Tangentni presjek
drva lipa**



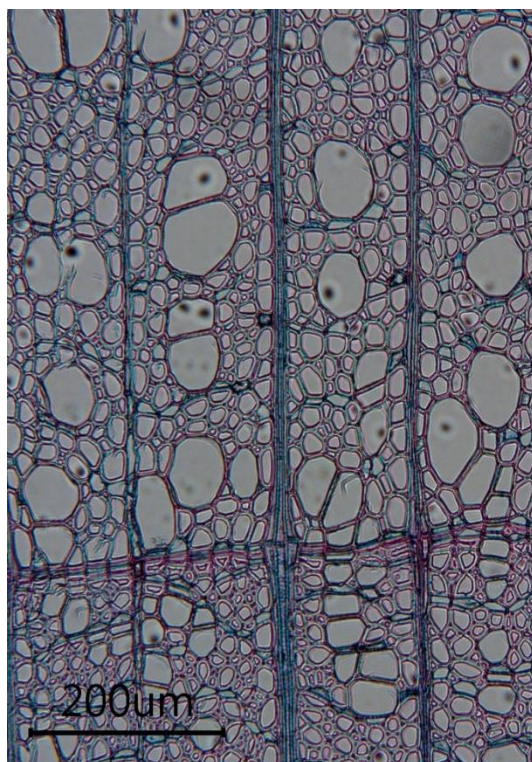
**Slika 190. Radijalni presjek
drva lipa**

Drvo lipa je žućkasto do svijetlo smeđe, nema specifičan miris. Drvo je izrazito lagano. Srž se ne razlikuje od bjeljike. Na poprečnom presjeku drva manje-više se uočavaju godovi i granice godova. Golim okom se uočavaju pore. Drvni traci nisu uočljivi golim okom, vidljivi su pod lupom. Na radijalnom i tangentskom presjeku uočavaju se granice godova te uzdužno presječene traheje. Na tangentskom su presjeku granice godova vidljive kao zone u obliku slova U, a na radijalnom su paralelne jedna u odnosu na drugu.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

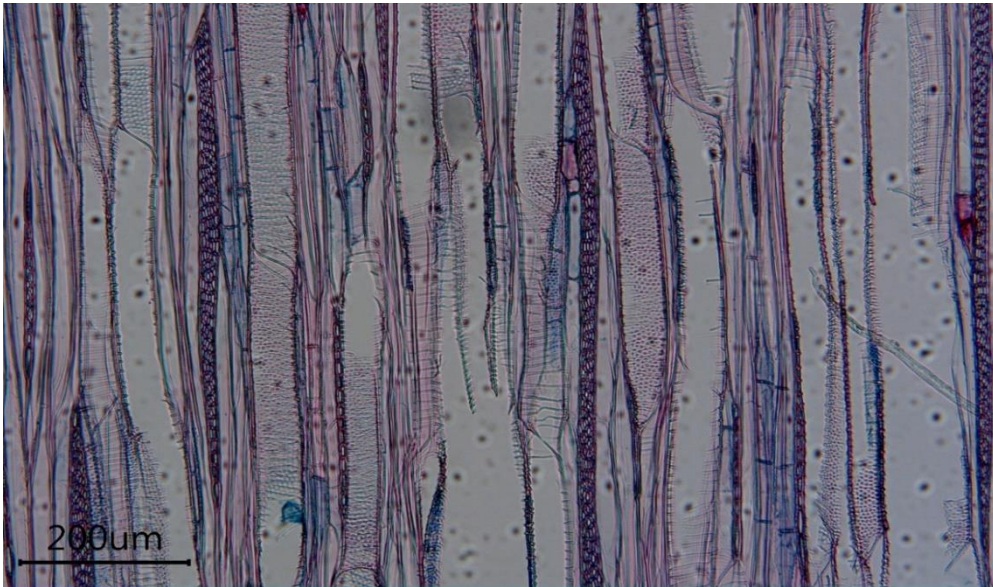


Slika 191. Poprečni presjek drva lipe,
povećanje objektiva 5X



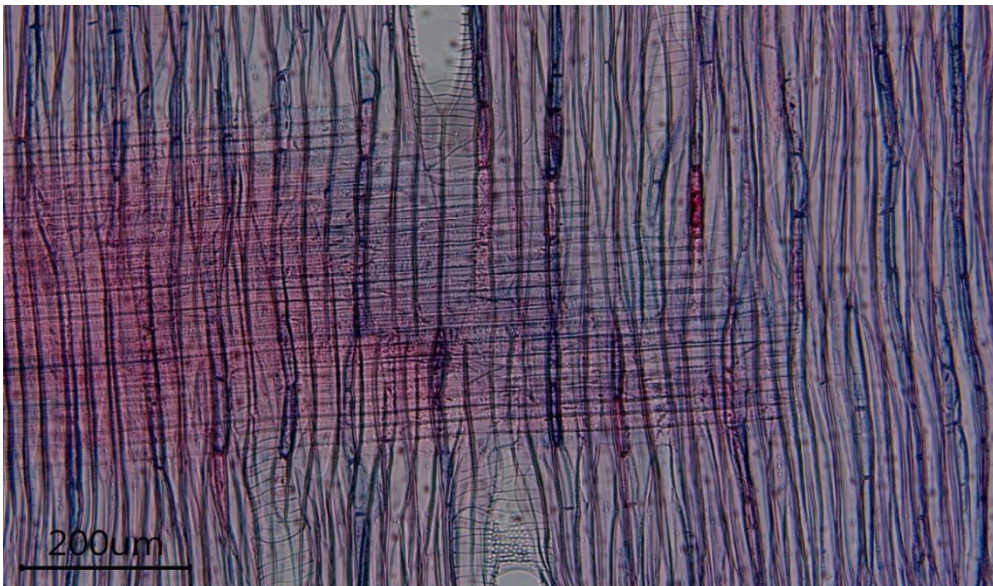
Slika 192. Poprečni presjek drva lipe,
povećanje objektiva 10X

Drvo lipe (*Tilia* sp.) difuzno je do semiprstenasto porozno. Pore ranog drva neznatno su većeg promjera od pora kasnog drva. Prijelaz ranog u kasno drvo je postupan. Pore su uglavnom grupirane u radijalnom smjeru. Granica goda je jasno uočljiva. Granica goda je prepoznatljiva po spljoštenim stanicama relativno debelih stijenki. Vidljivi su drveni traci različitih širina, u kasnom drvu širi nego u ranom drvu. Uočavaju se drvena vlakanca tankih stijenki. Parenhim je apotrahealan, a stanice su uglavnom grupirane u tangentne vrpce.



Slika 193. Tangentni presjek drva lipe

Drvni traci su 2-4 redni, različitih širina te relativno visoki. Stanice drvnih trakova relativno su malih dimenzija. Uočavaju se traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama na stjenkama. Neke traheje imaju spiralana zadebljanja. Uočavaju se drvena vlakanca i stanice parenhima.



Slika 194. Radijalni presjek drva lipe

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su homogeni. Uočavaju se traheje s okruglim do blago ovalnim, horizontalno položenim jažicama na stjenkama. Traheje imaju jasno uočljiva spiralna zadebljanja. Jažice drvnih trakova su brojne te relativno malih dimenzija. Uočljiva su drvena vlakanca i stanice parenhima.

PORODICA: *Viburnaceae*

29. *Sambucus nigra* L. – crna bazga

MAKROSKOPSKA OBILJEŽJA:



**Slika 195. Poprečni presjek
drva crne bazge**



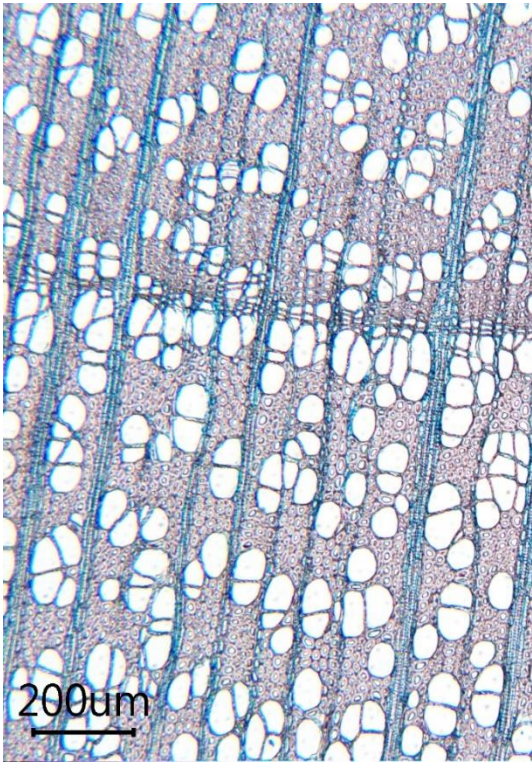
**Slika 196. Tangentni presjek
drva crne bazge**



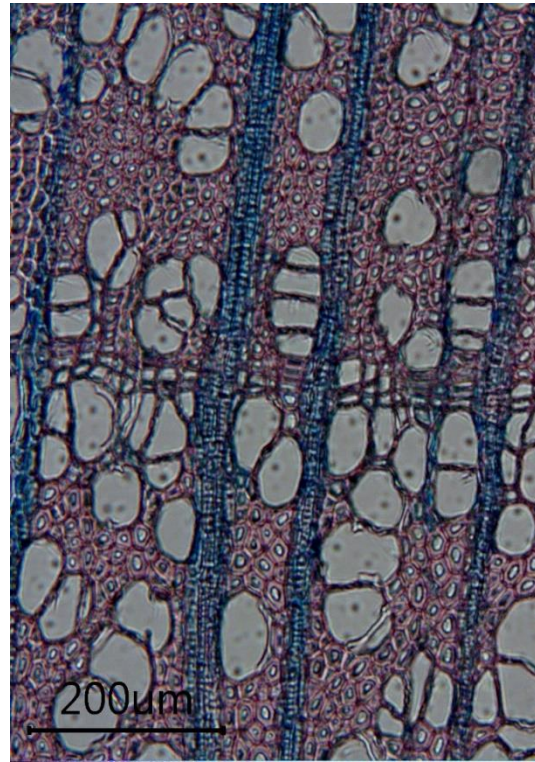
**Slika 197. Radijalni presjek
drva crne bazge**

Drvo crne bazge je bijelo do svijetlo smeđe, nema izražen miris. Uočava se srčika. Srčiku sačinjava spužvasto tkivo. Srž i bjeljika se ne razlikuju. Godovi i granice godova na poprečnom su presjeku loše uočljivi. Pore se ne uočavaju golim okom, pod lupom se uočavaju. Drvni traci nisu vidljivi golim okom, pod lupom se uočavaju. Na radijalnom se i tangentnom presjeku slabo uočavaju granice godova te uzdužno presječene traheje.

MIKROSKOPSKA OBILJEŽJA:

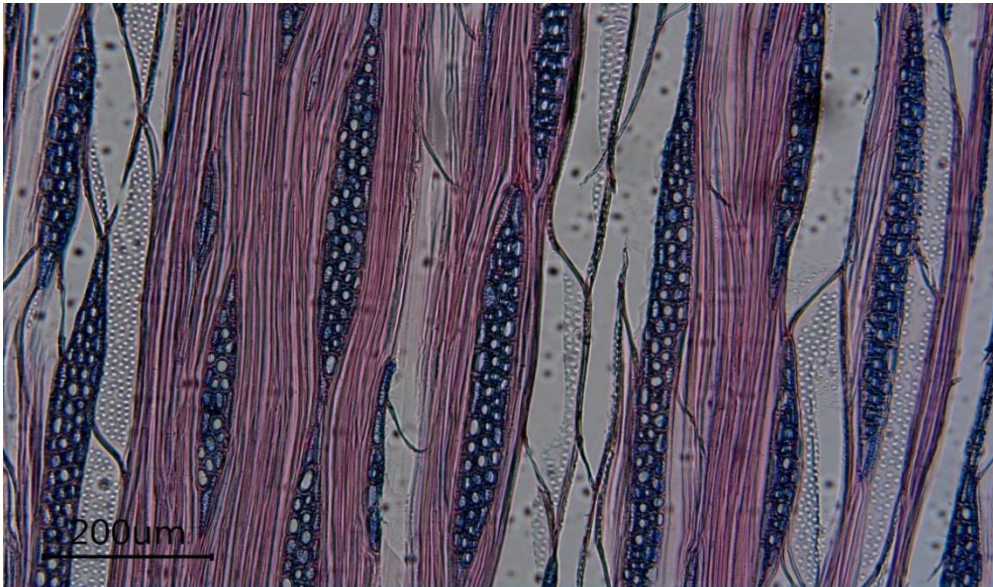


Slika 198. Poprečni presjek drva crne bazge, povećanje objektiva 5X



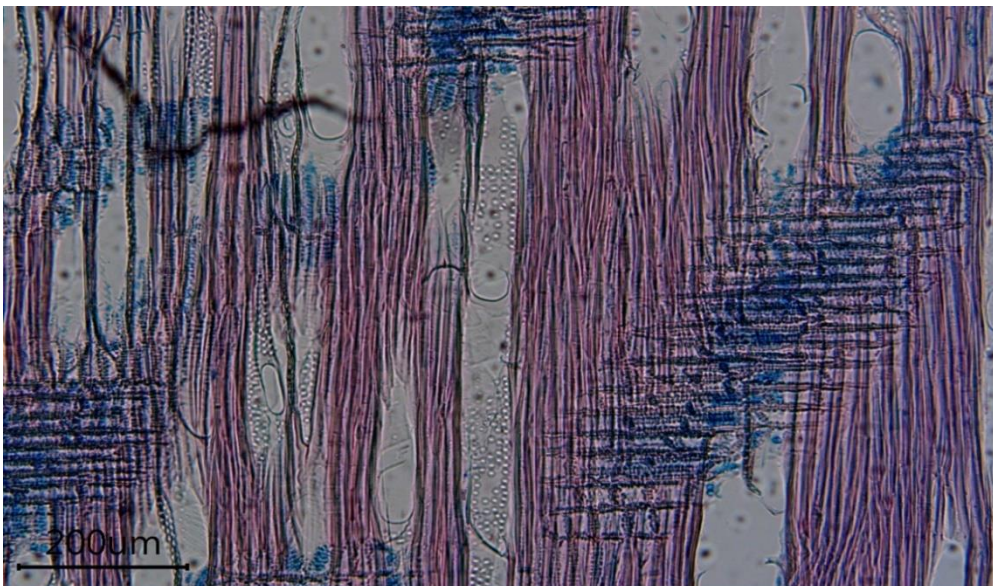
Slika 199. Poprečni presjek drva crne bazge, povećanje objektiva 10X

Drvo crne bazge (*Sambucus nigra* L.) je semiprstenasto porozno do difuzno porozno. Pore ranog drva uglavnom su većeg promjera od pora kasnog drva, ali prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan. Pore imaju relativno tanke stijenke te su grupirane između dijagonalnog i tangentnog položaja. Uočava se vrlo malo pojedinačnih pora. Granica goda je jasno prepoznatljiva. Uočavaju se drvni traci, različitih su širina. Vidljive su marginalne tankostijene vaskularne traheide. Parenhim je apotrahealan.



Slika 200. Tangentni presjek drva crne bazge

Uočavaju se drvni traci koji su uglavnom 2-4 redni. Drvni traci se razlikuju i u širini i u visini. Vidljivi su članci traheja koji se nastavljaju jedna na drugu u uzdužnom smjeru. Na stijenkama traheja uočavaju se okrugle jažice.



Slika 201. Radijalni presjek drva crne bazge

Ploča perforacije je jednostavna. Drvni traci su heterogreni obično s 1 do 2 reda kvadratnih uspravnih stanica. Vidljive su traheje s okruglim jažicama. Jažice drvnih trakova su veće od onih na stijenkama traheja te su ovalnog oblika. Uočavaju se drvena vlakanca.

4.2. DETERMINACIJSKI KLJUČ ZA ISTRAŽIVANE DRVENASTE VRSTE

U sklopu izrade ovog diplomskog rada napravljen je determinacijski ključ uz koji je moguće pomoću izrađene ksiloteke i mikroskopskih preparata odrediti navedene vrste drva.

Ključ se koristi na način da se promatra uzorak drva kojem se želi odrediti vrsta te se uz pomoć odabiranja prisutne varijante određene anatomske i/ili morfološke osobine, odlazi na iduće grananje o sljedećoj osobini. Postupak se ponavlja, sve dok se u konačnici ne dođe do odgovora o kojoj se vrsti/rodu drva radi.

KLJUČ ZA ODREĐIVANJE PROUČAVANIH DRVENASTIH VRSTA UZ POMOĆ ZBIRKE DAŠČICA I MIKROSKOPSKIH PREPARATA

Navodi u ovom ključu odnose se na proučavanje karakteristika na makroskopskoj razini (golim okom ili pomoću lupe), izuzev kada je navedeno da se određeni navod odnosi na karakteristike uočljive jedino na mikroskopskom preparatu.

1. Drvo je jednolike i pravilne građe bez traheja. Izgrađeno je uglavnom od traheida poredanih u pravilne radijalne nizove koji se vide samo pod lupom.

ČETINJAČE (str.114)

2. Drvo je nepravilne i nejednolike građe sa trahejama.

LISTAČE (str. 115)

ČETINJAČE

Drvo ima smolenice.

- a) Prijelaz iz ranog u kasno drvo je postupan.
1. Drvo je žućkasto-bijelo, kasni dio goda crvenkasto obojen. Smolenice jedva uočljive golim okom na poprečnome presjeku. Drvni traci uočljivi samo pod lupom. → **obična smreka (*Picea abies*)**
 2. Drvo je izrazito lagano, srž je crvenkasto-smeđa dok je bjeljika bijela do svijetlo smeđa, zona kasnog drva jednog goda izrazito je uska. Smolenice vidljive golim okom. → **američki borovac (*Pinus strobus*)**
- b) Prijelaz iz ranog u kasno drvo je nagao.
1. Drvo je crvenkasto-smeđe, kasni dio goda relativno je širok, crvenkasto obojen, rani dio drva svijetlo smeđe obojen. Smolenice su brojne i dobro vidljive okom na poprečnome presjeku. → **crni i bijeli bor (*Pinus nigra*; *Pinus sylvestris*)**
 2. Drvo je crvenkasto-smeđe, smolenice su malobrojne. Smolenice su tamne i dobro vidljive okom. Traheide ranog drva u ranom drvu uočljive okom. Kasno drvo znatno je tamnije. → **europski ariš (*Larix decidua*)**

Drvo nema smolenice.

- a) Drvni traci nisu vidljivi golim okom. Područje srži smeđe obojeno, područje bjeljike žućkasto obojeno. Traheide ranog drva pod lupom jedva uočljive. Granica goda blago do jako valovita. → **obična borovica (*Juniperus communis*)**
- b) Drvni traci nisu vidljivi golim okom. Drvo je izrazito svijetlo obojeno, kasno drvo je znatno tamnije u odnosu na rano. Traheide ranog jedva uočljive. Granica goda je pravilna kružna. → **obična jela (*Abies alba*)**

LISTAČE

Pore ranog drva veće su od pora kasnog drva, u pravilu dobro vidljive golim okom. → PRSTENASTO POROZNO DRVO (str. 116)

Pore ranog drva neznatno su veće u odnosu na pore kasnog drva → SEMI-PRSTENASTO POROZNO (str 117.)

Pore ranog i kasnog drva jednolike su veličine i gusto raspoređene po godu. → RASTRESITO POROZNO ILI DIFUZNO POROZNO DRVO LISTAČE (str 117.)

PRSTENASTO POROZNO DRVO

a) Drvni traci vidljivi golim okom.

Drvo je svijetlo smeđe do sivo, pore sadrže tilozne uklopine, neki drvni traci su vrlo dobro vidljivi golim okom, široki, rijetko raspoređeni, svi ostali drvni traci uočljivi su lupom. Na tangentnom presjeku drvni traci vidljivi kao crne crtice. Pore kasnog drva su u radijalnom rasporedu. → **hrast** (*Quercus sp.*)

b) Traci nevidljivi ili jedva uočljivi golim okom.

1. Drvni traci nisu uočljivi, drvo je smeđe, granice godova blago valovite. Pore kasnog drva u skupinama i vrlo nepravilnim, isprekidanim, tangentnim nizovima. Na mikroskopskom preparatu jasno vidljive tilozne uklopine i višeredni drvni traci. → **obični bagrem** (*Robinia pseudoacacia*)
2. Drvo je žućkasto-narančasto do smeđe, godovi su izrazito široki, pore ponekad sadrže tilozne uklopine jasno vidljive na mikroskopskom preparatu, drvni traci vidljivi kao gusto postavljene uske linije. Na mikroskopskom preparatu su uočljivi višeredni drvni traci. → **crni dud** (*Morus nigra*)
3. Drvo je smeđe. Pore kasnog drva pojedinačne i u malim skupinama, u širokim godovima u koso tangentnim linijama. Drvni traci jedva uočljivi okom. Na mikroskopskom preparatu uočljivi 1-4 redni drvni traci. → **bijeli jasen** (*Fraxinus excelsior*)
4. Drvo je smeđe, pore vaskularnog sustava kasnog drva izrazito malog promjera u radijalnom rasporedu, često sadrže tilozne uklopine vidljive na mikroskopskom preparatu. Drvni traci jedva uočljivi okom. Na mikroskopskom preparatu vidljivi jednoredni drvni traci. → **europski pitomi kesten** (*Castanea sativa*)

RASTRESITO POROZNO I SEMI-PRSTENASTO POROZNO DRVO

a) Drvni traci vidljivi golim okom.

1. Drvo je crvenkasto-smeđe, drvni traci su vrlo uski i gusto raspoređeni, godovi su realativno široki, pore vaskularnog sustava vidljive golim okom, pore ranog drva neznatno su veće od pora kasnog drva. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 1-4 redni drvni traci. → **divlja trešnja (*Prunus avium*)**
2. Pore vidljive golim okom, drvo je crvenkasto-smeđe, pojedini drvni traci širi su od ostalih, sjajni i jasno vidljivi golim okom, dok ostali drvni traci nisu vidljivi golim okom, na tangentnom i radijalnom presjeku drvni traci vidljivi kao ravne crtice. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 1-više redni drvni traci. → **obična bukva (*Fagus sylvatica*)**
3. Drvo je bijelo do žućkasto-smeđe, granice godova su slabo uočljive. Pore ranog i kasnog drva uočjive. Pojedini drvni traci širi su od ostalih, blijedi i vidljivi golim okom, na mikroskopskom preparatu vidljivi jednoređni drvni traci. → **joha (*Alnus sp.*)**
4. Drvo je sivo-smeđe, granice godova su na mjestima valovito položene. Pore su nevidljive okom. Pojedini drvni traci širi su od ostalih, blijedi i vidljivi golim okom. Na mikroskopskom preparatu uočljivi 1-2 redni drvni traci. → **obični grab (*Carpinus betulus*)**
5. Drvo je bijelo do svijetlo smeđe. Gotovo svi drvni traci su uski i vidljivi okom, gusto raspoređeni. Drvni traci široki ili jednako veliki kao pore ranog drva. Na mikroskopskom preparatu vidljivi vrlo uski i gusto raspoređeni te višeredni drvni traci. Pore se uočavaju pod lupom. → **javor (*Acer pseudoplatanus*)**
6. Drvo je žućkasto do svijetlo smeđe, izrazito je lagano. Gotovo svi drvni traci su uski i vidljivi okom, gusto raspoređeni. Drvni traci su uži od pora ranog drva. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 2-4 redni drvni traci. → **lipa (*Tilia sp.*)**
7. Drvo je bijelo do svijetlo smeđe, drvni traci su vidljivi, rijetko su položeni, granice godova, na mjestima gdje se sijeku s drvnim tracima blago uvučene prema unutra. Na mikroskopskom preparatu vidljivi jednoređni drvni traci. → **obična lijeska (*Corylus avellana*)**
8. Drvo je crvenkasto do tamno smeđe, granice godova su slabo uočljive, na mjestima su valovite. Pore i drvni traci okom su vidljivi. Na mikroskopskom preparatu

vidljive pore ispunjene svijetlim i tamnim uklopinama te višeredni drvni traci. → **američki mahagonij (*Swietenia macrophylla*)**

9. Drvo je tamno smeđe, granice godova su uočljive, pore su dobro uočljive, relativno većih promjera, parenhim oko pora svijetlo smeđe do narančaste boje, na mikroskopskom preparatu vidljivi pore koje sadrže tilozne uklopine te višeredni drvni traci. → **iroko (*Chlorophora exelsa*)**

b) Drvni traci nevidljivi ili jedva uočljivi golim okom.

1. Drvo je blago žućkasto, granice godova se gotovo ne raspoznaju. Pore ranog i kasnog drva jedva su uočljive običnim okom, gotovo sve šire od drvnih trakova. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 1-4 redni drvni traci. → **obična breza (*Betula pendula*)**
2. Drvo je svijetlo smeđe do sivo, izrazito je lagano. Godovi su relativno široki. Pore ranog drva pod lupom uočljive, vrlo guste, sve šire od drvnih trakova. Na mikroskopskom preparatu vidljivi jednoredni drvni traci. → **topola (*Populus sp*)**
3. Drvo je bijelo do svijetlo smeđe, granice godova nisu jasno izražene, na mikroskopskom preparatu uočljivi 1-3 redni drvni traci. Pore ranog drva pod lupom jedva uočljive u radijalnom rasporedu. Neki traci dobro vidljivi pod lupom, ostali jedva uočljivi, uski do vrlo gusti. Granica goda fino valovita. → **crni grab (*Ostrya carpinifolia*)**
4. Drvo je crvenkasto-smeđe, granice godova dobro uočljive. Pore ranog drva pod lupom su dobro vidljive, ekstremno guste, pore kasnog drva pod lupom su jedva uočljive, jednako široke ili malo šire od drvnih trakova. Drvni traci vidljivi pod lupom. Na mikroskopskom preparatu vidljivi vrlo uski te dvoredni drvni traci. → **divlja kruška (*Pyrus communis*)**
5. Drvo je žućkasto-zelenkasto, uočava se područje srčike koje sačinjava spužvasto tkivo, granice godova su slabo izražene. Na mikroskopskom preparatu vidljivi višeredni drvni traci. → **obična smokva (*Ficus carica*)**
6. Drvo je crvenkasto do tamno smeđe u području oko srži, dok je boja drva prema vanjskom dijelu žućkasta, granice godova su slabo uočljive. Na mikroskopskom presjeku vidljivi 1-2 redni drvni traci. → **pravi lovor (*Laurus nobilis*)**
7. Drvo je svijetlo smeđe, drvni traci su vrlo uski, granice godova u području srži uočljive, na mjestima su blago valovite, granice godova u području bjeljike nisu

jasno uočljive. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 2-3 redni drvni traci. → **obična mukinja** (*Sorbus aria*)

8. Drvo je bijelo do svijetlo smeđe, razaznaje se područje srčike koju sačinjava spužvasto tkivo, granice godova dobro uočljive. Na mikroskopskom preparatu vidljivi 2-4 redni drvni traci. → **crna bazga** (*Sambucus nigra*)

5. RASPRAVA

Izrađeni mikroskopski preparati i daščice drva u ovom su radu opisani pomoću opažanja, a opažanja su uspoređena s literaturnim podacima (Hoadley, 1990; Hather, 2000; Schweingruber, 1978; Wagenfuhr, 2006). Opis mikroskopskih preparata pomoću opažanja za neke je vrste opširniji nego u literaturi, u kojoj su te vrste dosta sažeto opisane.

Daščice pojedinih drvenastih vrsta ispiljene su, kad god je to bilo moguće, tako da sadrže i bjeljiku. Međutim neke su daščice ispiljene iz već obrađenih dasaka koje čini samo srž drva, tako da za određene drvenaste vrste nije bilo moguće usporediti boju srži i bjeljike te taj podatak usporediti s literaturnim navodima.

Drvo pojedinih drvenastih vrsta istog roda vrlo je slično te se na temelju njihovih anatomskih i morfoloških obilježja ne mogu determinirati do razine vrste stoga su neki od opisanih uzoraka drva determinirani samo do razine roda. U ovom radu 4 uzorka drva (joha, hrast, topola i lipa) nisu mogla biti determinirana do razine vrste nego samo do razine roda.

Većina opažanja podudara se s literaturnim navodima, no kod nekih vrsta dolazi do manjih odstupanja. Opis vrste *Juniperus communis* L. uglavnom se podudara s opisom navedenim u literaturi, no u literaturi se spominje i pojava isprekidanih godova što na mikroskopskom preparatu nije uočeno. Opisi vrsta *Abies alba* Mill., *Larix decidua* Mill., *Picea abies* (L.) Karsten, *Pinus strobus* L. podudaraju se s opisom u literaturi. Vrste *Pinus sylvestris* L. i *Pinus nigra* L. vrlo su slične te se njihovi opisi gotovo ne razlikuju. Opis vrste *Pinus nigra* ponešto se razlikuje od literaturnih navoda. U literaturi se spominje kako su na radijalnom presjeku vidljive veće jažice kasnog drva u odnosu na jažice ranog drva, no na mikroskopskom preparatu nije uočena značajna razlika u veličini jažica ranog i kasnog drva. Na radijalnom presjeku vrste *Pinus nigra* uočavaju se, uz fenestriformne jažice, u poljima križanja i piceoidne jažice, dok se u literaturi piceoidne jažice za navedenu vrstu ne spominju. Kao i kod vrste *Pinus nigra*, niti kod vrste *Pinus sylvestris* nije uočena značajnija razlika u jažicama ranog i kasnog drva na

radijalnom presjeku, dok se u literaturi navodi kako su jažice kasnog drva relativno velikih dimenzija. Ostala obilježja vrste *Pinus sylvestris* uočena na mikroskopskom preparatu podudaraju se s literaturom. Drvo listača složenije je građe od drva četinjača pa je prilikom opisa bilo potrebno obratiti pažnju na veći broj karakteristika nego kod opisa drva četinjača. U literaturi se za mnoge drvenaste vrste navodi prisustvo samo jedne vrste drvnih vlakana, ali na mikroskopskim je preparatima izrazito teško razlikovati vrste drvnih vlakana pa se one jednim imenom navode samo kao drvena vlakna. Isto tako, literatura za mnoge vrste drva listača navodi kako su jažice drvnih trakova, vidljive na radijalnom presjeku blago uvećane što je na mikroskopskim preparatima određenih vrsta primijećeno, no na mikroskopskim preparatima određenih vrsta nije primijećeno (*Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Castanea sativa*, *Fagus sylvatica*, *Quercus sp.*). Na poprečnom presjeku daščice roda *Alnus* golim se okom uočavaju pore, iako se u literaturi spominje kako se pore uočavaju tek pod lupom. Na mikroskopskom preparatu, na poprečnom presjeku vrste *Betula pendula* uočavaju se i stanice parenhima koje su grupirane u kratke tangentne vrpce što se u literaturi ne spominje. U literaturi se za navedenu vrstu na poprečnom presjeku spominje i postojanje ovalnih jažica i jažica nepravilnog oblika, ali jažice na mikroskopskom preparatu nisu uočljive na poprečnom presjeku. Na tangentnom presjeku vrste *Betula pendula*, uz mnogoredne drvene trake, uočavaju se i 1-redni drvni traci što se u literaturi ne spominje. Na poprečnom presjeku mikroskopskog preparata vrste *Ostrya carpinifolia*, uz radijalno grupirane pore na mjestima vidljive su i pore grupirane u grozdaste nakupine, a u literaturi se spominju samo radijalno grupirane pore. Nadalje, literatura za navedenu vrstu spominje i radijalno položene spljoštene stanice koje obilježavaju granicu goda, no na mikroskopskom preparatu te stanice nisu jasno uočljive. Na tangentnim mikroskopskim presjecima vrsta *Robinia pseudoacacia*, *Morus nigra* i *Fraxinus excelsior* uočavaju se drvni traci koji su grupirani u agregate, a u literaturi se za navedene vrste ne spominje postojanje agregata drvnih trakova. Literatura spominje kako su pore vrste *Castanea sativa* položene u nepravilnom uzorku te blago ukoso, a na poprečnom presjeku mikroskopskog preparata uočavaju se i pore ranog drva koje su položene tangentno. Parenhimske stanice vidljive na poprečnom presjeku mikroskopskog preparata navedene vrste na mjestima su položene i u kratkim tangentnim vrpčama, a u literaturi se spominju samo nepravilno raspoređene parenhimske stanice. Na poprečnom presjeku daščice vrste *Fagus sylvatica* golim su okom uočljive pore ranog drva, iako se u literaturi navodi kako su pore vidljive tek pod lupom. Na poprečnom presjeku mikroskopskog preparata roda *Quercus* na granici goda primijećeno je blago proširenje širokog drvnog traka što se ne spominje u literaturi. Područje srži drva vrste *Laurus nobilis* tamnije je obojeno od ostatka daščice, no u literaturi se

spominje kako se srž drva navedene vrste ne razlikuje od bjeljike. Na mikroskopskom preparatu navedene vrste, na tangentsnom i radijalnom presjeku uočavaju se traheje sa spiralnim zadebljanjima što se ne spominje u literaturi. U literaturi je za vrstu *Swietenia macrophylla* navedeno kako pore na poprečnom presjeku daščice nisu vidljive golim okom nego tek pomoću lupe, ali pojedine pore se ipak na uzorku drva mogu uočiti golim okom. Stanice koje bi trebale biti jasno vidljive na tangentsnom presjeku mikroskopskog preparata, a kao što su pojedinačne stanice drvnih trakova, kod vrste *Swietenia macrophylla* ne uočavaju se potpuno jasno jer uzorak drva nije prerezan tako da se dobije tangentsni presjek. Uzorak drva prerezan je uzdužno, ali nije dobiven niti posve tangentsni presjek, a niti radijalni. Ipak, na mikroskopskom presjeku uočavaju se drvni traci, stanice parenhima, drvena vlakanca te traheja što se i očekuje uočiti na tangentsnom presjeku. Za vrstu drva *Chlorophora exelsa* nije bilo moguće izraditi i tangentsni i radijalni presjek pošto je to tropska vrsta drva kao i vrsta *Swietenia macrophylla*. Njihova je karakteristika izuzetna tvrdoća te je uzorak drva bilo vrlo teško uzdužno prerezati tako da se dobije i tangentsni i radijalni presjek. Ipak, na uzdužnom presjeku drva vrste *Swietenia macrophylla* vidljive su sve strukture izuzev pojedinačnih stanica drvnih trakova te ploče perforacije. Drvo vrste *Ficus carica* nije prerezano tako da se dobije tangentsni i radijalni presjek nego su dobivena dva uzdužna presjeka od kojih jedan više nalikuje tangentsnom, a drugi radijalnom. Ipak, sve mikroskopske karakteristike koje se trebaju uočiti na tangentsnom i radijalnom presjeku uočljive su i na dva uzdužna presjeka. Izuzetak su samo pojedinačne stanice drvnih trakova koje nisu toliko jasno uočljive kako bi bile na tangentsnom i radijalnom presjeku. Na radijalnom mikroskopskom presjeku vrste *Fraxinus excelsior* uočavaju se spiralna zadebljanja traheja što se u literaturi ne navodi. Na poprečnom presjeku daščice vrste *Prunus avium* golim se okom uočavaju pore, no u literaturi se navodi kako su pore vidljive tek pod lupom. Mikroskopske karakteristike vrsta *Pyrus communis* i *Sorbus aria* vrlo su slične pošto obje vrste spadaju u porodicu *Rosaceae*. Na poprečnom presjeku daščica roda *Populus* i *Tilia* golim se okom uočavaju pore, iako se u literaturi navodi kako su pore vidljive tek pod lupom. Sve ostale uočene mikroskopske i makroskopske karakteristike drva listača, izuzev ranije navedenih, podudaraju se s literaturnim navodima.

Do nepodudaranja literaturnih navoda i opažanja moglo je doći zbog neprofesionalnog obrađivanja daščica pa stoga nisu uočene neke karakteristike koje bi trebale biti uočene ili su uočene neke karakteristike koje se golim okom na pravilno obrađenoj površini daščice ne bi trebale uočiti. Do odstupanja u karakteristikama pojedinih drvenastih vrsta vidljivih na mikroskopskim preparatima moglo je doći zbog toga što je proučavan relativno mali dio drvnog

presjeka na kojem se očekivane karakteristike nisu uočile dok bi se na većem dijelu uzorka trebale uočiti sve karakteristike koje se za pojedinu vrstu navode u literaturi. Opisi drva u literaturi nastali su proučavanjem više uzoraka iste vrste drva pa se moglo uočiti i više karakteristika. U budućim radovima ovakvog tipa bilo bi dobro proučavati mikroskopske karakteristike na većem dijelu drvnog presjeka kako bi bilo moguće uočiti čim više specifičnih karakteristika za određenu drvenastu vrstu.

Bilo bi poželjno nadopunjavati ovu zbirku daščica i trajnih mikroskopskih preparata novim uzorcima drvenastih vrsta. Proširenje zbirke kao i opisivanje iste moglo bi biti od koristi za nove generacije studenata i znanstvenika koji imaju potrebu saznati i naučiti više o morfološkim i/ili anatomskim obilježjima drva.

6. ZAKLJUČAK

Izrada ksiloteke daščica i mikroskopskih preparata drva omogućuje nam upoznavanje anatomske i morfološke građe drva. Tako izrađene ksiloteke i zbirke mikroskopskih preparata također služe kao komparativne zbirke, koje pomažu u determinaciji drvenastih svojti.

Drvo četinjača i listača jasno se razlikuje na makroskopskoj i mikroskopskoj razini. Drvo četinjača na makroskopskoj razini ima jasnije vidljive granice godova te zone ranog i kasnog drva u odnosu na drvo listača. Ako su listače prstenasto porozne, područje ranog i kasnog drva jednog goda može se prepoznati prema veličini pora, jer su pore ranog drva relativno velikog promjera pa su jasno vidljive golim okom za razliku od pora kasnog drva koje se golim okom slabo uočavaju. Od ukupno 22 opisane vrste listača prstenasto poroznih je svega 5. Ostale opisane vrste drva listača najvećim su dijelom difuzno porozne te se kod takvih vrsta granica goda ne uočava pošto su pore kroz cijelu dužinu goda istog promjera. Preostalih 7 opisanih vrsta drva listača semiprstenasto je porozno do difuzno porozno, a kod takvih se vrsta na makroskopskoj i mikroskopskoj razini teže se može odrediti granica goda pošto se pore ranog i kasnog drva promjerom značajno ne razlikuju.

Osim pora, golim okom mogu biti manje ili više vidljivi i drvni traci. Kod drva četinjača drvni se traci uglavnom ne uočavaju golim okom za razliku od drva listača, gdje su kod nekih vrsta oni vidljivi. Na mikroskopskoj razini drvni traci mogu biti jednoredni i višeredni. Sve opisane vrste četinjača imaju jednoredne drvene trake, a mogu biti izgrađeni samo od parenhimskih stanica ili od parenhimskih stanica i traheida traka. Drvni traci listača izgrađeni su samo od

parenhimskih stanica i nikad ne sadržavaju traheide traka. Neke od opisanih vrsta listača imaju jednoredne drvene trake, neke imaju i jednoredne i višeredne, dok neke vrste imaju samo višeredne drvene trake.

Osim provodnih elemenata (traheja kod listača i traheida kod četinjača) te drvnih trakova, za mikroskopsko prepoznavanje drva četinjača važan je i izgled jažica te prisustvo ili odsustvo smolenica. Za mikroskopsko prepoznavanje drva listača važan je izgled jažica i drvnih vlakana, prisustvo ili odsustvo tiloznih uklopina i spiralnih zadebljanja te izgled ploče perforacije.

U makroskopskoj identifikaciji vrsta drva treba uzeti u obzir i boju drva te miris.

Identifikacijski ključevi za ksiloteke daščica i zbirke mikroskopskih preparata drvenastih vrsta od velike su koristi prije svega za studente, jer se korištenjem takvih ključeva osobe koje tek uče kako identificirati drvo vježbaju u prepoznavanju i uočavanju karakterističnih obilježja pojedinih drvenastih vrsta na mikroskopskoj i/ili makroskopskoj razini.

7. LITERATURA:

1. Baker I. 2018. Fifty Materials That Make the World. 1. izdanje, Springer International Publishing, New York, str. 255.
2. Čufar K. 2006. Anatomija lesa, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo
3. Finger M. (ur.) 2016. Holzwurm. (URL <http://www.holzwurm-page.de/holzarten/vorwort.htm>), [pristupljeno 6. srpnja 2019.]
4. Hather J. G. 2000. The Identification of the Northern European Woods – A guide for archaeologists and conservators. Archetype Publications Ltd, New York.
5. Hoadley R.B. 1990. Identifying wood. Accurate results with simple tools, 1. izdanje, Taunton Press, Newtown
6. Nikolić T. 2013. Sistematska botanika. Raznolikost i evolucija biljnog svijeta. 1. izdanje, ALFA, Zagreb, str. 19., 264.
7. Nikolić T. 2017. Morfologija biljaka. Razvoj, građa i uloga biljnih tkiva, organa i organskih sustava. 1. izdanje, ALFA, Zagreb, str. 61-71.
8. Nikolić T. (ur.) 2004. Flora Croatica Database (URL <http://hirc.botanic.hr/fcd>), [pristupljeno 1.-6. srpnja 2019.]

9. Miličić D. 1969. Anatomija bilja, skripta, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, 2. izdanje, Zagreb
10. Rametsteiner E., Oberwimmer R., Gschwandt. 2007. Europeans and wood. What Do Europeans Think About Wood and its Uses? A Review of Consumer and Business Surveys in Europe, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Liaison Unit Warsaw, str. 18-32.
11. Trajković J., Šefc, B. 2017. Recenzirana predavanja iz Anatomije drva, Preddiplomski studij Drvne tehnologije, web stranica Šumarskog fakulteta u Zagrebu.
12. Youngs R.L., 2009. History, nature and products of wood. Forests and forest plants, II, str. 131-141.
13. Schweingruber, F.H. 1978. Mikroskopische Holzanatomie, Zurcher 14, Zug.
14. Wagenfuhr R. 2006. Holzatlas. 6. izdanje, VEB Fachbuchverlag, Leipzig
15. United States Department of Agriculture, 2010. Wood Handbook, Wood as an Engineering Material

ŽIVOTOPIS

Rođena sam 4. travnja 1995. godine u Zagrebu. Osnovnu školu „Ljubo Babić“ u Jastrebarskom završavam 2010. godine, a opću gimnaziju (Srednja škola Jastrebarsko) 2014. godine. Tijekom osnovne škole sudjelovala sam na županijskim natjecanjima iz biologije (2009. i 2010. godine) te na državnom natjecanju iz biologije (2009. godine). Tijekom srednje škole sudjelovala sam na županijskom natjecanju iz biologije (2012. godine). 2014. godine upisujem Prirodoslovno-matematički fakultet u Zagrebu, integrirani preddiplomski i diplomski studij biologije i kemije.