Odabrane metode rada u identifikaciji drva

Željković, Dominik

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:852218

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

DRVNOTEHNOLOŠKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

DRVNA TEHNOLOGIJA

DOMINIK ŽELJKOVIĆ

ODABRANE METODE RADA U IDENTIFIKACIJI DRVA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, rujan 2018.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

AUTOR:	Dominik Željković 02. rujna 1993. 0068217863
NASLOV:	Odabrane metode rada u identifikaciji drva
PREDMET:	Anatomija drva
MENTOR:	Izv.prof.dr.sc. Bogoslav Šefc
IZRADU RADA JE POMOGAO:	Dr.sc. Iva Ištok
RAD JE IZRAĐEN:	Sveučilište u Zagrebu - Šumarski fakultet Zavod za znanost o drvu
AKAD. GOD.:	2017./18.
DATUM OBRANE:	21.09.2018.
RAD SADRŽI:	Stranica: 43 + VI Slika: 20 Navoda literature: 7

SAŽETAK:

Kao proizvod živog organizma, stabla, drvo je materijal koji ima višestruku primjenu u mnogim životnim aspektima. Nehomogene je građe što znači da se njegova anatomska, kemijska, fizička i mehanička svojstva razlikuju od roda do roda, pa čak i od vrste do vrste. Ovisno o navedenim svojstvima ono pronalazi svoju upotrebu u određenim uvjetima. Kao materijal razlikuje se po rodovima (npr. hrastovina, bukovina, jelovina itd) te je za njihovo raspoznavanje potrebna identifikacija drva. Cilj identifikacije drva je prepoznati i odrediti o kojem se rodu ili vrsti drva radi. Mnoge vrste drva mogu se identificirati običnim okom i uz pomoć povećala, dok je kod identifikacije pojedinih rodova potrebna mikroskopska identifikacija ograničena skupom laboratorijskom opremom i procesima kroz koje uzorak drva mora proći prije samog postavljanja pod leće mikroskopa. U ovom radu prikazane su metode rada u identifikaciji drva te specifičnosti svake pojedine, isto tako i svojstva drva koja su ključna u identifikaciji.

	1. IZJAVA O IZVORNOSTI RADA	**OB ŠF 05 07**
		Revizija: 1
		Datum: 28.6.2017.

Izjavljujem da je moj *završni rad* izvorni rezultat mojega rada te da se u izradi istoga nisam *koristio* drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“

vlastoručni potpis

Dominik Željković

U Zagrebu, *27.8.2018*

Sadržaj

1. IZJAVA O IZVORNOSTI RADA III
2. UVOD 1
3. OPĆENITO O DRVU 2
3.1 Drvo kao materijal *2*
3.2 Sistematska podjela *3*
3.3 Upotrebljivost drva *4*
3.4 Osnovni elementi građe drva *5*
3.4.1. Četinjače 5
3.4.2. Listače 7
4. MAKROSKOPSKI IZGLED DRVA 10
4.1. Osnovni presjeci drva *10*
4.2 Srčika, drvo i kora *11*
4.3 Godišnji prirast drva *13*
4.3.1. God 13
4.3.2. Granica goda 14
4.3.3.Širina goda 15
4.4.Bjeljika i srž *16*
4.5.Tekstura i žica drva *16*
5. MAKROSKOPSKA SVOJSTVA U IDENTIFIKACIJI DRVA 19
5.1.Najčešće makroskopske značajke drva četinjača *19*
5.2.Najčešće makroskopske značajke drva difuzno – poroznih listača *21*
5.3. Najčešće makroskopske značajke prstenasto – poroznih listača *23*
6. MIKROSKOPSKA SVOJSTVA U IDENTIFIKACIJI DRVA 25
6.1.Mikroskopske značajke drva četinjača *25*
6.2. Mikroskopske značajke drva listača *26*
7. MIKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA DRVA 28
7.1.Priprema drva *28*
7.2.Maceracija *29*

7.3.Rezanje.....30

7.4.Priprema mikroskopskih preparata.....32

7.4.1.Izrada privremenih preparata.....32

7.4.2.Izrada trajnih preparata.....34

8. MIKROSKOPIRANJE.....35

8.1.Svjetlosni mikroskop.....35

8.2.Polarizirajući mikroskop.....36

8.3.Elektronski mikroskop.....37

9. POSTUPCI IDENTIFIKACIJE DRVA.....39

9.1.Identifikacija drva usporedbom.....39

9.2.Identifikacija drva pomoću dihotomskih ključeva.....39

9.3.Identifikacija drva pomoću računala.....40

10. ZAKLJUČCI.....42

11. LITERATURA.....43

Popis slika

Slika 1: Radijalni presjek borovine pod mikroskopom (Pinus spp.) 6
Slika 2: Modifikacije ograđenih jažica 7
Slika 3: Raspored traheja ranog i kasnog drva u prstenastno-poroznom drvu na poprečnom presjeku 8
Slika 4: Raspored traheja ranog i kasnog drva u difuzno-poroznom drvu na poprečnom presjeku 9
Slika 5: Makroskopski izgled drva 10
Slika 6: Osnovni presjeci drva 11
Slika 7: Srčika, drvo i kora 12
Slika 8: Godovi na poprečnom presjeku debla 14
Slika 9: Različite širine godova kod jelovine i hrastovine (*Abies spp.; Quercus spp.)* 15
Slika 10: Poprečni presjek debla s bjeljikom i srži 16
Slika 11: Radijalna tekstura ariševine (*Larix spp.*) 17
Slika 12: Tangencijalna tekstura javorovine s uočavanjem valovitosti godova (*Acer spp.*) 17
Slika 13: Poprečni presjek borovine (*Pinus spp*.) uvećan 10 puta (drvo sa smolenicama) 20
Slika 14: Poprečni presjek jelovine (*Abies spp*.) uvećan 10 puta (drvo bez smolenica) ... 20
Slika 15: Orahovina (*Juglans spp*.) na poprečnom presjeku uvećana 10 puta, na tangentnom presjeku u prirodnoj veličini 22
Slika 16: Poprečni presjek kestenovine (*Castanea spp*.) uvećan 10 puta 24
Slika 17: Macerirano drvo lipe (*Tillia spp*.), članak traheje s pločom perforacije i spiralnim zadebljanjima 30
Slika 18: Mikrotom 31
Slika 19: Dijelovi svjetlosnog mikroskopa 35
Slika 20: Shematski prikaz mikroskopiranja pod polarizirajućim svjetlom 37

2. UVOD

Kao grana anatomije drva, znanosti koja se bavi građom drva, identifikacija drva je neophodna kada je u pitanju razlikovanje materijala.

To nam govori da drvo kao materijal ima i određena anatomska, kemijska, fizička i mehanička svojstva koja se razlikuju po rodovima drva, te ta svojstva variraju s obzirom na to od kojih je elemenata drvo građeno, kakav je raspored, oblik, tip, kemizam i mnoge druge karakteristike građevnih elemenata.

Kako je u ovom podneblju relativno mali broj vrsta koje se komercijalno obrađuju te čija je identifikacija i raspoznavanje itekako bitna, u literaturi i ključevima nalaze se karakteristike komercijalnih vrsta i rodova drva kojima se dolazi do utvrđivanja identiteta određene vrste ili roda drva. Prije same identifikacije vrste drva drvo se raznim metodama rada priprema kao uzorak na kojem će se, prema njegovim karakteristikama, doći do rezultata kojem se rodu ili vrsti radi.

Metode rada u identifikaciji drva koje su u ovom radu obrađene usmjerene su prema razlikovanju i utvrđivanju značajki i karakteristika rodova drva kao zasebne cjeline da bi se sa sigurnošću odredila namjena drva kao materijala te gdje će se ono upotrijebiti. Kao ekvivalent utvrđivanju identiteta u svrhu upotrebljivosti, drvo se identificira i u gotovim proizvodima, čak i u onima gdje je usitnjeno do te mjere da ga se mora identificirati po pojedinim elementima građe, kao što je to kod maceracije. Najčešće metode rada su makroskopska i mikroskopska identifikacija drva koje se razlikuju po razini uvećanja pod kojim se promatra uzorak drva, a samim time i pripremom drva za određenu identifikaciju. Makroskopska identifikacija drva je puno jednostavnija te za nju nije potrebna skupa laboratorijska oprema, kao i mnogo postupaka koji prethode mikroskopskoj identifikaciji. Na temelju makroskopskih karakteristika drva, izrađeno je mnogo anatomskih atlasa slika i dijagnostičkih ključeva pomoću kojih se dolazi do traženog identiteta drva. Suvremenijim metodama i preko računalnih baza podataka dolazimo do istog. Baze podataka sadrže informacije i značajke rodova drva u vidu traženih karakteristika koje se nalaze u ključevima, ilustriranim sadržajem te raznim aplikacijama koje povezuju skupine rodova ili porodica drva sličnih karakteristika. Svi navedeni podaci prikupljeni su na raznim Sveučilištima i od raznih autora, te su za svaku pojedinu regiju izrađeni ključevi koji sadrže rodove drva karakterističnih za nju. U ovom radu obradit će se karatkteristike vrsta i rodova drva eurosibirsko-sjevernoameričke vegetacijske zone potrebne za identifikaciju, isto tako i metode rada kojima se dolazi do utvrđivanja identiteta drva, kao i postupci same identifikacije drva.

3. OPĆENITO O DRVU

3.1 Drvo kao materijal

Riječ „drvo“ u hrvatskom jeziku ima dva značenja:

- **1. značenje:** Drvo je živi biljni organizam, koji raste u fitocenozama ili izvan njih. Njemu se često daje ime stablo i ističe razlika između drveta i grma. Ovom biološkom pojmu drveta odgovaraju sljedeći pojmovi u stranim jezicima: lat. *arbor*, grč. *déndron*, franc. *arbre*, tal. *albero*, engl. *tree*, njem. *Baum*. Za ovaj pojam u hrvatskom jeziku postoji i skupno ime: drveće.
- **2. značenje:** Riječ drvo upotrebljava se i kao pojam za oznaku mrtve tvari, koja potječe od živog biljnog organizma stabla. Ovom tehnološkom pojmu drva odgovaraju sljedeći pojmovi u stranim jezicima: lat. *lignum*, grč. *xylon*, franc. *bois*, tal. *legno*, engl. *wood*, njem. *Holz.* Za ovaj pojam postoji u hrvatskom jeziku i skupno ime: drvlje. Uzrok ovom dualizmu termina drvo treba tražiti u činjenici da granica između života i smrti u drvetu kao biljnom organizmu nije tako izrazita kao u životinjskim organizmima. Taj se dualizam osjeća i u ruskom jeziku, gdje riječ *derevo* može značiti i jedan i drugi pojam. Ipak i u ruskom jeziku postoji riječ *drevesina* za oznaku tehnološkoga pojma drveta. U hrvatskom se jeziku ta distinkcija osjeća u genitivu. Drvo (gen. drveta) neki autori upotrebljavaju za označavanje biološkoga pojma, a drvo (gen. drva) za oznaku tehnološkog pojma.“

Riječ **"drvo"** označava mrtvu tvar ili proizvod drveta, riječi najčešće zamijenjene rječju "**stabla**". Stoga se prema tom tehnološkom pojmu pridodaju riječi koje označavaju neki proces, kao što je sušenje drva, obrada drva, tehnologija drva koje tako upotpunjuju značenje riječi kao mrtve tvari, tj. materijala koji se upotrebljava u mnoge svrhe.

Riječ **"drveta"** u tom je slučaju kao primarni sudionik u proizvodnji tog polimernog materijala, živi organizam čijim se djeljenjem stanica u područjima gdje se navedeni proces odvija proizvodi drvo. Drvetom se stoga bavi primarna djelatnost, šumarstvo, a drvom sekundarna djelatnost poznata kao drvna tehnologija.

Mala **gustoća** s obzirom na **čvrstoću** svojstva su drva zbog kojih je ono pronašlo upotrebu u širokom spektru životnih aspekata, uglavnom usmjerenih svakodnevnom čovjekovom životu i predmetima s kojima je čovjek konstantno u kontaktu. Navedena **fizička i mehanička** svojstva su produkt **anatomskih i kemijskih** svojstava drva zbog kojih je ono takvoga karaktera. U usporedbi s relativno malom gustoćom, čvrstoća je itekako zadovoljavajuća budući da se radi o polimernom materijalu, **nehomogene građe i anizotropnosti** što podrazumjeva podložnost drva **biotskim i abiotskim** čimbenicima.

Kao materijal, drvo je vrlo porozno, tj. unutar njega se odvija transport fluida, koji je bitan faktor kod nekih tehnologija drva kao što je sušenje, oblikovanje i druge tehnologije vezane za navedeni proces. Najčešći fluid, kao i najveći sudionik od samog rasta i razvoja živog organizma, stabla, pa do njenog odstranjivanja prilagođavanjem klime u sušionicama jest **voda**. Na temelju toga možemo reći da je drvo i **higroskopan materijal** jer se ponaša u skladu s varijacijama njegovog sadržaja vode, što direktno utječe na njegova fizikalna i mehanička svojstva.

Unutar svojih pora, staničnih i mnogih drugih šupljina drvo sadrži vodu koja čini veliki postotak njegove ukupne mase. Kako se voda veže za lance polisaharida kao što je celuloza, glavna i udjelom najveća kemijska komponenta drva, ona je vezana i u stanične stijenke koje čine osnovni gradbeni element drva. Tu do izražaja dolazi anizotropnost drva, jer je vezanje kao i raskid molekula vode sa lancima celuloze direktan faktor u promjeni fizikalnih i mehaničkih svojstava. Zbog svega navedenoga, drvoprerađivačka djelatnost sa svim svojim procesima i obilježjima pronalazi veliki udio među svim djelatnostima jer je drvo kao materijal nezamjenjivo u mnogim situacijama i uvjetima, te je i bitan energent kao bio-masa koja se dobiva od **lignoceluloze**.

„Drvnu tvar ili lignocelulozu proizvode samo žive biljke, te za sada nije poznat postupak za sintetsku proizvodnju lignoceluloze.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

Lignoceluloza je prirodan derivat te se nalazi u gotovo svim biljkama. Ona sadrži **celulozu, hemiceluloze i lignin**. Stanične stijenke drva, njihovi slojevi te vlakna od kojih su one građene sastoje se od celuloznih lanaca koji se preko elementarnih fibrila sastavljaju u mikrofibrile te čini snop celuloznih vlakana koji se uvijaju pod različitim kutevima te tako čine stijenku stanice, koje su međusobno povezane ligninom koji je glavni element središnje lamele, međustaničnog sloja čija je uloga držati stanice na okupu te ih kao temelj povezivati. Lignin daje i krutost i čvrstoću stijenkama stanica unutar kojih se nalazi i dolazi kao punilo, tj. armartura.

3.2 Sistematska podjela

Danas su za proizvodnju drva od praktičnog značenja stabla iz dvije dominantne botaničke skupine: golosjemenjače (*Gymnospermae*) i kritosjemenjače (*Angiospermae, tj. Magnoliophyta*).

Iako su sve golosjemenjače tipično odrvenjele biljke, drvo za komercijalne svrhe i preradu proizvodi samo red četinjača (*Coniferae, tj. Pinophyta*).

Četinjače, malobrojne po porodicama, rodovima i vrstama (oko 700), od najveće su važnosti za proizvodnju čamovine ili drva četinjača, koje se u praksi zove i ne uvijek primjerenim nazivom meko drvo (engl. softwood). Ukupna svjetska produkcija drva četinjača ne stoji ni u kakvom razmjeru s brojem vrsta koje ga proizvode, a ograničena je uglavnom na umjereno podneblje.

Drvo **listača**, koje se ponekad neprimjereno zove i tvrdo drvo (engl. hardwood), proizvode kritosjemenjače - dvosupnice (*Angiospermae - Dicotyledonae*, tj. *Magnoliophyta - Magnoliatae*). Poznato je oko nekoliko tisuća vrsta drva listača od komercijalne važnosti. Pretežni je broj vrsta listača ograničen na tropska područja. U umjerenim klimatskim zonama relativno mali broj vrsta listača proizvodi veliku masu drva.

Relativno mali broj biljnih vrsta proizvodi stabljike dovoljno debele za izradu trupaca i piljenica. Za iskorištavanje ne dolaze u obzir ni vrste drveća koje proizvode drvo slabe kvalitete.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

Dvije dominantne botaničke skupine, poznate kao golosjemenjače ili četinjače, te kritosjemenjače ili listače proizvode drvo koje je pogodno za preradu. Njihove

porodice i rodovi sadrže relativno mali broj vrsta čije su dimenzije pogodne za proizvodnju piljenica. To nam govori da samo neke zone u Svijetu pružaju kvalitetno tehničko drvo koje je pogodno za obradu i izradu proizvoda koji su nam potrebni u svakodnevnom životu. Karakteristike drva navedenih botaničkih skupina koje su bitne u identifikaciji, biti će detaljnije razrađene u narednim poglavljima.

3.3 Upotrebljivost drva

„Drvo koje koristimo u drvnoj tehnologiji proizvodi više vaskularno (lat. vascularis: žilni, provodan, žilno) bilje čiju središnju osnovu valjkastog oblika čini višegodišnja trajna stabljika ili biljna os. Biljna os se sastoji od:

- nadzemnoga dijela – stabljike (deblo i grane)
- podzemnoga dijela – korijena

Za primjenu u drvno-industrijskoj obradi prvenstveno je interesantan nadzemni dio stabljike odgovarajuće debljine – deblo, te u nekim posebnim slučajevima i grane.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

Deblo ili trupac je dio biljne osi najvećih dimenzija, promjera (debljine), i visine. Navedena fizikalna svojstva su jasni pokazatelj kako je upravo deblo najzanimljivije po pitanju neke prerade, isto tako kao što je i sirovina u preradi. Njegove nominalne dimenzije nisu prikladne za upotrebu, te ga je potrebno mehanički razarati, tj. rastaviti u elemente manjih dimenzija, čime se bavi primarna ili pilanska obrada čiji je cilj proizvesti drvne elemente prikladnih dimenzija koje će pronaći svoje mjesto u upotrebi na lakši način nakon što prođe kroz navedeni proces. Drvo je prije svega potrebno zaštititi, bilo ono u obliku sirovine, proizvoda ili poluproizvoda, čak i sklopa te je zaštita drva prateća djelatnost kroz sve procese redom, jer kako je drvo prirodni polimer osjetljivo je na čimbenike žive i nežive prirode te u svakom trenutku može biti izloženo opasnosti od navedenih čimbenika.

Postoje i drugi oblici iskorištenja debla, na primjer proizvodnja furnira i furnirskih ploča gdje se trupac prvo raspili na krupnije djelove, hidrotermički obradi pa se reže, ili ljušti cilindričnim rezanjem prije kojeg trupac u prirodnom obliku prolazi kroz hidrotermičku obradu. U navedenoj djelatnosti svoju upotrebu pronalaze i grane, pa čak i korijen nekih vrsta drva, ponajprije zbog estetskih razloga. Iz svega proizlazi da se drvnotehnološka djelatnost bazira na mehaničkoj obradi drva. Ona može biti primarna, što se tiče obrade sirovine te njene transformacije u proizvode i poluproizvode, sekundarna što uključuje hidrotermičku obradu koja je fizikalni način obrade drva te tercijarna ili finalna obrada gdje se proizvodi i poluproizvodi sastavljaju u sklopove, te se površinski obrađuju, dodatno zaštite uz ugrađivanje nedrvnih materijala u sklopove te tako postaju proizvodi nužni u svakodnevnom životu. Također, grane i korijen, uz naravno, deblo svoje mjesto u uporabi pronalaze ispod noževa iverača trupaca koji djelove biljne osi pretvara u iverje, drvne elemente vrlo malih dimenzija, između ≤1 – 200 mm. Iverač trupaca tako usitnjava deblovinu, granjevinu, panjevinu… I proizvodi iverje za ploče od usitnjenog drva koja se daljnjim slijepljivanjem i lijepljenjem, prešanjem i djelovanjem vodene pare na ljepilo, istim time i formiranjem debljine, širine i dužine ploča koje su propisane europskim normama koje su sve više prihvačene u RH koje isto tako uključuju i mehanička svojstva istih pod normama, proizvode

ploče iverice koje imaju veliku globalnu zastupljenost. **Ploče iverice** najzastupljenije su ploče od usitnjenog drva u strukturi pločastih materijala na svijetu.“(Jambreković, 2004.). U njima se nalazi čak i kora koja se uglavnom smatra kao krupni pilanski ostatak. Sitni pilanski ostatak zbog premalih dimenzija, naročito debljine ne predstavlja neki čvrsti element koji bi bio dovoljno otporan da čini konstrukciju ploče s vodoravnim ili okomitim položajem iverja, obložene (oplemenjene) softmorming ili postforming postupkom ukoliko za to dođe potreba. Tu se dolazi do zaključka da svi djelovi biljne osi nalaze svoje mjesto u uporabi te je jedno stablo 100% upotrebljivo, izuzev lišća te pojedinih grana koje se odstranjuju u fazi I. iskorištavanja šuma kao sporedna djelatnost. Drvne mase kao sirovine, tj. masivnog drva je sve manje i manje, te se zbog toga primjenjuju nove tehnologije i proizvodnja elemenata na bazi drva, naročito ploče iverice i vlaknatice.

Tehničko drvo stvaraju četinjače (*Gymnospermae-Coniferae*), listače (*Angiospermae-Dicotyledonae*) i palme (*Angiospermae-Monocotyledonae*). Drvo četinjača i listača pripada istom tipu sekundarnog ksilema te se razlikuje samo po detaljima građe. Odrvenjele stabljike palma, po načinu postanka, anatomskoj građi i po izgledu, bitno se razlikuju od sekundarnog ksilema. One proizvode odrvenjelu biljnu tvar, koja je po strukturi, izgledu i fizičko-tehničkim svojstvima potpuno različita od drva (Trajković,i Šefc, 2017.).

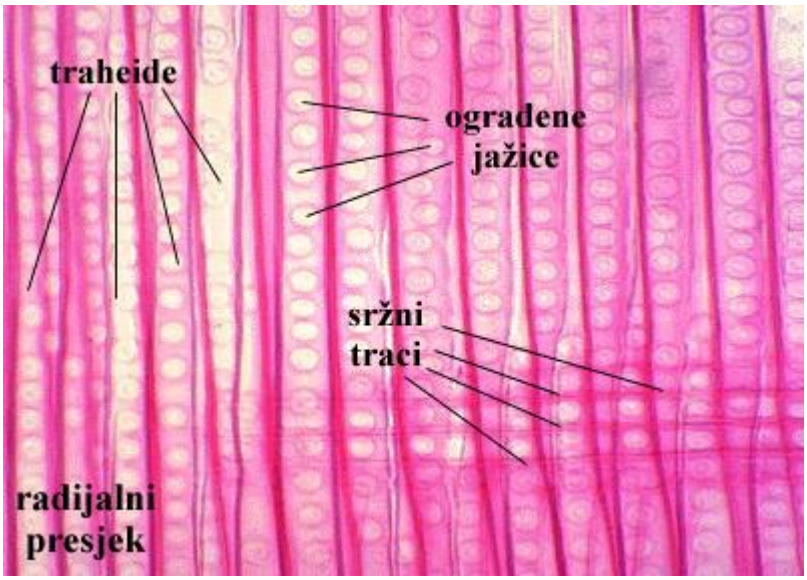
Kako je i ranije navedeno, četinjače i listače dvosupnice proizvode tehničko drvo koje se daljnjim procesima prerađuje, obrađuje i kemijski dezintegrira. Iako su navedene i listače jednosupnice – palme, koje se po tipu celuloznog i lignificiranog staničja razlikuju od četinjača i listača po anatomskim, kemijskim, fizikalnim i mehaničkim svojstvima, daljnjom razradom u "elemente" njima se nećemo baviti jer je njihovo drvo iskoristivo samo u područjima koja oskudjevaju drvom uglavnom za primitivne građevinske konstrukcije. Četinjače i listače dvosupnice kao zasebne skupine imaju i karakterističnu anatomsku građu koja je prvi i osnovni pokazatelj u razlici između pojedinih rodova i vrsta iz te dvije botaničke skupine, te osnovno mjerilo u identifikaciji drva temeljem njegove anatomske građe.

3.4 Osnovni elementi građe drva

3.4.1. Četinjače

„**Drvo četinjača** izgrađeno je u uzdužnom smjeru uglavnom samo od traheida. Jednolikost u građi utječe i na makroskopski izgled. Stanice, tj. vlakanaca, drva četinjača uglavnom su manjega promjera što znači i drvo finije žice, odnosno teksture i homogenije građe od drva listača. Traheida je osnovni element građe drva iz kojeg se filogenetski izvode svi ostali tipovi provodnih elemenata drva. U funkcionalnom smislu traheida je primarno provodni element koji obavlja i mehaničku funkciju.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

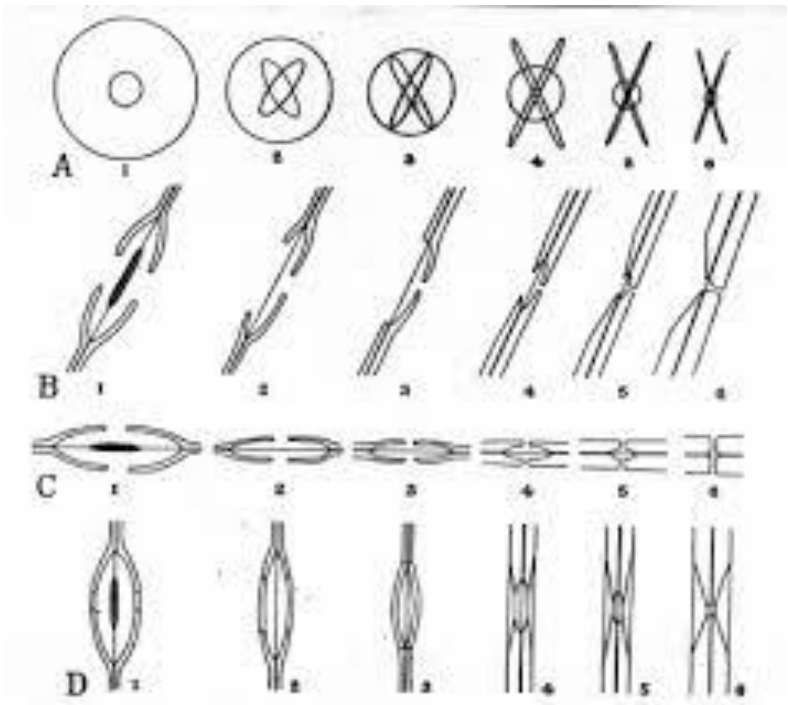
Kako su traheide jedni od najosnovnijih tipova stanica koje izgrađuju drvo, od njih dalje proizlaze svi ostali oblici i modifikacije provodnih elemenata drva. To je vrsta stanica koja je po obliku prozenhimatska, što znači da joj dužina i debljina nisu iste već se dosta razlikuju. Izduženog su oblika što znači da je dominantna dimenzija duljina stanice, koja je izgledom ušiljena na krajevima. Na poprečnom presjeku mogu biti okrugle ili poligonalne. Same traheide nemaju toliku identifikacijsku važnost kao naprimjer njihove modifikacije koje predvode **jažice.**



Slika 1: Radijalni presjek borovine pod mikroskopom (Pinus spp.)

Preuzeto sa: www.botanic.hr/praktikum/Pinus_sp15.htm 06.08.2018.

To su modifikacije u sekundarnom sloju **stanične stijenke** čija je glavna funkcija komunikacija između stanica ili element protoka vode iz stanice u stanicu, budući se sav transport vode u drvu odvija upravo preko jažica, jer su provodne stanice na vrhovima zatvorene te vodonepropusne. Jažice se po svojoj građi, obliku, veličini, broju i rasporedu razlikuju te su ograničene na određena područja staničnih stijenki. Tip jažice za svaku stanicu je od dijagnostičke važnosti te se kod mikroskopske identifikacije drva velika pažnja posvećuje jažicama, naročito kod porodice *Pinaceae* gdje se pojavljuju u svakakvim različitim formama i oblicima (Slika 2.), ovisno o smještaju i elementima građe čije **lumene** (stanične otvore) povezuju. Jažice se također nalaze i u drvu listača, u kojem obavljaju istu funkciju kao i u drvu četinjača, ali u drugačijim tipovima i oblicima, kao i veličinama i rasporedu po staničnoj stijenki.



Slika 2: Modifikacije ograđenih jažica

(Atlas slika uz predavanja iz predmeta Anatomija drva) 06.09.2018.

Zone ranoga i kasnoga drva u godu drva četinjača nastaju zbog razlika u debljini stijenki i lumena iste vrste elemenata. Svi uzdužni elementi građe poredani su u pravilne radijalne nizove između kojih se protežu tanki i ravni traci. Drvo četinjača nema trahejate se običnim okom ne zamjećuju pore za razliku od mnogih listača. Jednoliki histološki sastav uvjetuje i jednoliku teksturu. Markantni su samo godovi s pravilnim zonama ranoga i kasnoga drva te bjeljika i srž. Traci se u pravilu ne vide običnim okom. Na potpuno glatkom poprečnom presjeku pod povećalom se razabiru radijalni nizovi traheida. U drvu nekih rodova vide se pod povećalom i lumeni traheida ranoga drva (*Larix, Pseudotsuga, Sequoia*), koji mogu biti i veći od sitnih pora listača (Trajković i Šefc, 2017.).

U ovom ulomku dan je pregled osnovnih svojstava drva četinjača važnih za identifikaciju. Već je utvrđeno da su četinjače finije i homogenije građe nego listače. Razlog tomu je prvenstveno manji broj elemenata anatomske građe, jednoliki raspored elemenata građe traheida te bolja organizacija protočnih elemenata iz čega proizlazi i veća permeabilnost četinjača. U pravilu su manje gustoće nego listače te im se zbog toga i dodaje naziv *softwood* (meko drvo) iako je i to mehaničko svojstvo koje zna značajno varirati.

3.4.2. Listače

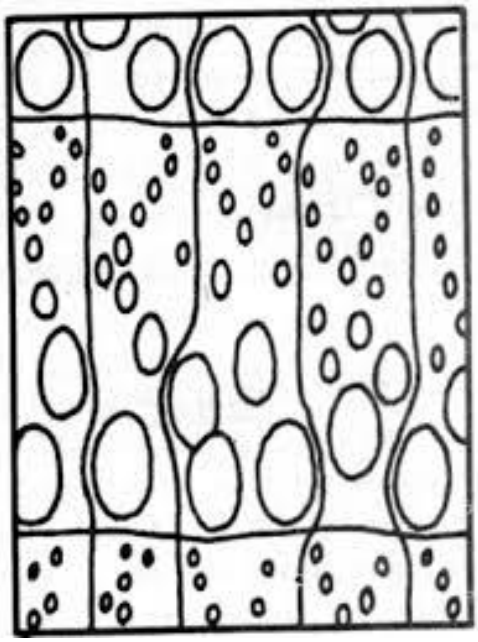
Drvo listača izgrađeno je u uzdužnom smjeru od **traheja**, **traheida**, **drvnih vlakanaca i parenhima**. Nehomogenost u građi s obzirom na tip, veličinu i raspored elemenata građe odražava se i na makroskopskom izgledu drva listača. Na poprečnom je presjeku drvo listača izrazito porozno. Ono je sastavljeno dobrim dijelom od traheja, koje se vide običnim okom bez povećala ili sa povećalom. **Traheje** su nizovi provodnih mrtvih elemenata drva listača. Po građi i po načinu provođenja vode traheje se bitno razlikuju od traheida i vlaknastih traheida. Traheja ili trahealni niz sastoji se od aksijalnog niza članaka koji izgrađuju cjevastu

tvorevinu određene duljine. Članak traheje je pojedinačna stanica trahealnog niza“ (Trajković i Šefc, 2017.).

Traheje ili pore osnovna su identifikacijska karaktristika drva listača. Njihov raspored i položaj na poprečnom presjeku i unutar godova, veličina i grananje u nizove dijeli drvo listača u dvije skupine:

- difuzno-porozno
- prstenasto-porozno

Prstenasto-porozno drvo ima na početku goda vijenac krupnijih pora. One se vide pojedinačno običnim okom (*Castanea, Quercus, Ulmus*) ili su uočljive samo s povećalom (*Prunus communis, Syringa, Sambucus, Viburnum*). Krupne pore u pravilnom kružnom rasporedu izgrađuju svjetliju zonu poroznijeg drva. Takav raspored pora odlično je vidljiv običnim okom. On uvjetuje formiranje nehomogenog drva s najmarkantnijim godovima, pogotovo ako su pore ranog drva vrlo krupne. Sitne pore u **semi-prstenasto poroznom** rasporedu izgrađuju usku, svjetliju zonu ranoga drva. Pojedinačno se mogu uočiti samo s povećalom na glatkom poprečnom presjeku. Takav raspored pora zove se i lažno prstenasto porozni (Trajković i Šefc, 2017.).

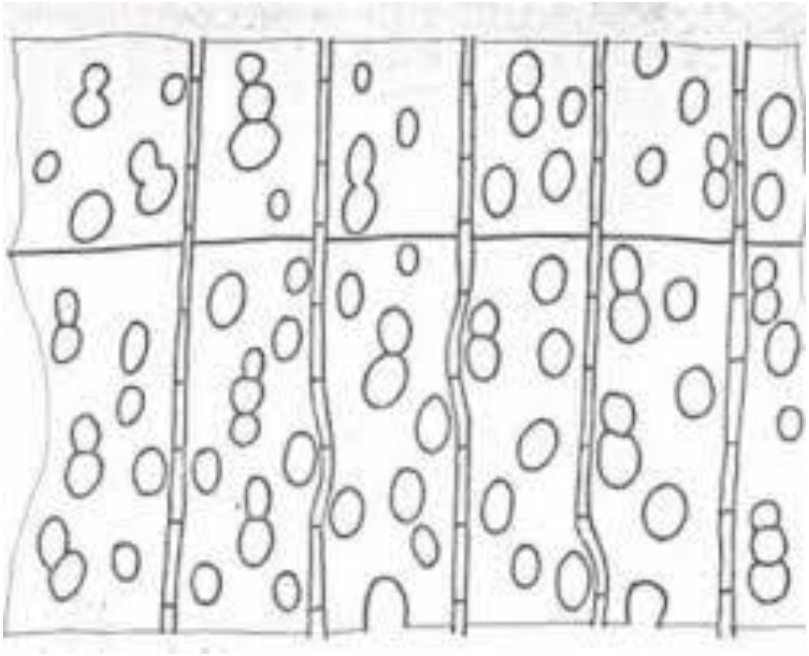


Slika 3: Raspored traheja ranog i kasnog drva u prstenastno-poroznom drvu na poprečnom presjeku

Preuzeto sa: https://dlscrib.com/anatomija-drva-priprema-za-kolokvij-1_58b706176454a7a169b1e8d0_doc.html 06.08.2018.

Difuzno-porozno tj. rastresito porozno drvo ima traheje po čitavoj širini goda približno jednake veličine i jednake gustoće. Samo neke difuzno-porozne vrste drva umjerene zone imaju krupne pore dobro vidljive običnim okom (*Juglans, Hedera, Vitis*), ili jedva uočljive običnim okom (*Betula, Ceratonia*). U ostalih difuzno-poroznih vrsta drva umjerene zone pore su vrlo sitne i nevidljive običnim okom (*Populus, Fagus, Acer*). Difuznoporozni raspored pora uvjetuje u pravilu

homogeniju građu drva s malim razlikama unutar goda i slabo uočljivom granicom goda. Toj skupini pripada i sitno prstenasto porozno drvo listača. U sitno prstenasto poroznom drvu, u početnoj zoni goda, pore su brojnije i gušće, obično i nešto veće od pora u kasnijem dijelu goda. Takav raspored pora uvjetuje porozniju i svjetliju početnu zonu goda koja se dobro vidi običnim okom, iako se pojedinačne pore ne mogu uočiti (*Prunus avium, Ligustrum, Hippophae*)(Trajkovići Šefc, 2017.).



Slika 4: Raspored traheja ranog i kasnog drva u difuzno-poroznom drvu na poprečnom presjeku

Preuzeto sa: https://dlscrib.com/anatomija-drva-priprema-za-kolokvij-1_58b706176454a7a169b1e8d0_doc.html 06.08.2018.

Drvo listača i njegova identifikacija temelje se uglavnom na makroskopskoj identifikaciji, budući da je veoma nehomogene građe koja varira od roda do roda. Samo neki rodovi su toliko slični gledajući ih golim okom da je potrebna i mikroskopska identifikacija. Mikroskopskom identifikacijom tako se pažnja obraća na jažice, spiralna ili prstenasta zadebljanja na staničnoj stijenkite perforacije stijenki stanica (dodirna mjesta članaka traheja). Po boji drva, rasporedu traheja ili pora, stanica parenhima i drugog, drvo listača selako identificira povećalom povećanja od 5 do 20 puta. Razlog boljoj podložnosti za makroskopsku identifikaciju drva listača je i u veličini gradbenih elemenata koji su u većini slučajeva većih dimenzija nego oni kod četinjačate se lakše uočavaju i obrađuju. U našem je podneblju puno veći broj listača nego četinjačate zbog toga rodovi i vrste listača zauzimaju više mjesta u identifikacijskim ključevima i u literaturi nego četinjače, a kako je navedeno i zbog nehomogenije građe potrebno je za listače navesti više karakteristika i više podjela u grupe vezane jednom ili više dijagnostičkih karakteristika.

4. MAKROSKOPSKI IZGLED DRVA

Slika 5: Makroskopski izgled drva

Preuzeto sa: http://mendthegap.agr.hr/wp-content/uploads/2017/09/Prezentacija-drvo-radionica.pdf 06.08.2018.

„Makroskopske karakteristike drva su one koje zapažamo običnim okom ili uz pomoć povećala do približnih povećanja od 20 puta. Makroskopske karakteristike drva nastaju zbog nehomogene i različite građe drva u histološkom smislu.

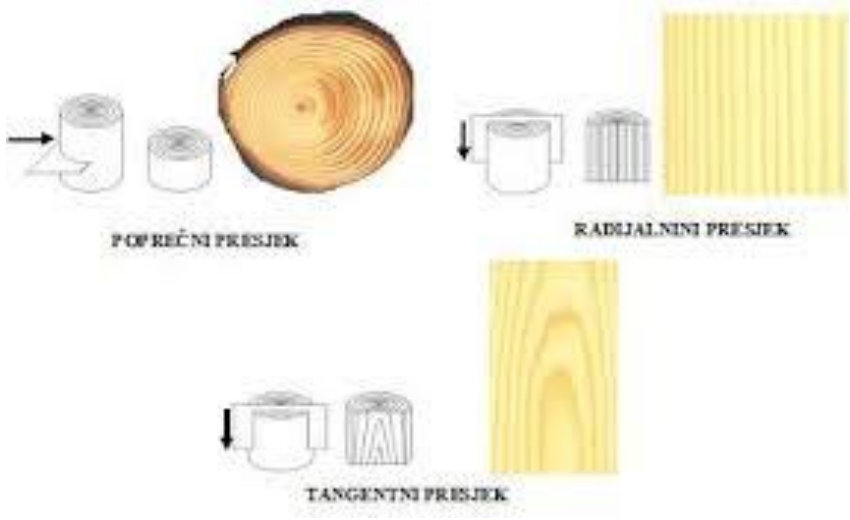
Histologija je znanstvena disciplina u kojoj se proučavaju tkiva, odnosno staničja. Naziv potječe od od grč. *Histos* = tkivo, staničje.

Za identifikaciju pojedinih vrsta, rodova ili porodica mnogo su značajnije razlike u histološkoj građi, nego razlike u fizičkim svojstvima drva.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

4.1. Osnovni presjeci drva

„Makroskopska građa drva može se uočiti na svakoj njegovoj površini bez obzira na orijentaciju reza i način obrade. Budući da se stvaranjem drva u stablu oblikuje valjkasto (točnije stožasto) tijelo s centralnom uzdužnom osi simetrije, za potpuno upoznavanje građe drva potrebne su tri međusobno okomite površine tj. tri međusobno okomita presjeka:

- poprečni (p)
- tangentni (t)
- radijalni (r)



-

Slika 6: Osnovni presjeci drva

Preuzeto sa: https://bib.irb.hr/datoteka/771226.Radmanovic_Kristijan_disertacija.pdf 27.05.2018.

Poprečni presjek je okomit na smjer protezanja uzdužne osi debla i grane → debla i grane oblikom sliče valjcima i stošcima.

Tangentni i radijalni presjeci paralelni su sa smjerom protezanja osi:

- Tangentni presjek → dodiruje plašt valjka (točnije stošca), odnosno plašt debla ili grane.“
- Radijalni presjek → prolazi kroz centralnu uzdužnu os u smjeru polumjera kako mu i ime govori (radijus)

„Drvo je staničje u kojemu su stanice više ili manje specijalizirane za jednu od tri funkcije u stablu:

- provođenje vode
- provođenje i spremanje hrane
- podupiranje stabla.

Zato su sve stanice drva više ili manje izdužene. Zbog velike izduženosti zovemo ih općenito **vlakanca**. Najveći broj i obujam stanica drva izduženo je u smjeru provođenja vode, a to je **aksijalni, tj. uzdužni (longitudinalni) smjer** u drvu. Manji dio stanica drva je izdužen u smjeru provođenja hrane, a to je **radijalni smjer** u drvu.“ (Trajković 2017.) U drvu postoji još jedan smjer, **tangentni** koji ide u smjeru kružnice (po obodu) koju formiraju godovi. Tangentni i radijalni smjer se protežu okomito na smjer vlakanaca.

Po smjerovima i presjecima variraju i svojstva drva te se na temelju smjerova i presjeka posebno određuju veličine odgovarajućeg djelovanja u određenom smjeru i na presjeku.

4.2 Srčika, drvo i kora

„Na poprečnom i radijalnom presjeku debla stabla uočavaju se tri različite zone. To su:

- srčika
- drvo
- kora.

Središnja **srčika** obično je slabo vidljiva i za cijelog života stabla ostaje jednake veličine. Valjak drva oko srčike može biti različitog promjera, što ovisi o:

- starosti stabla
- brzini rasta

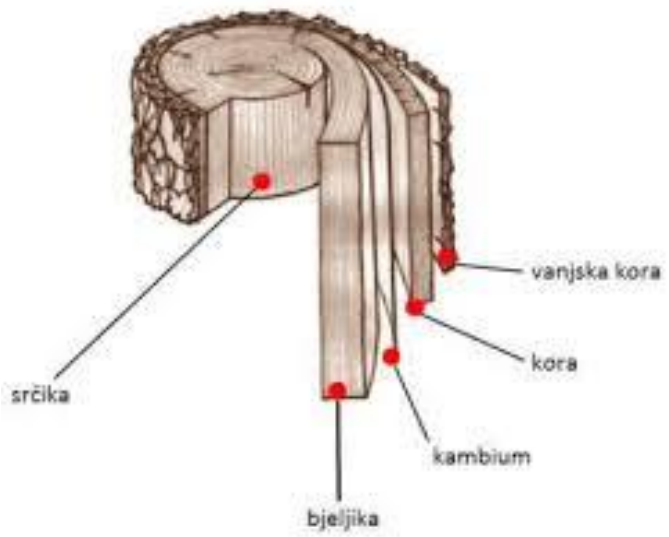
Drvo prvenstveno služi stablu za:

- provođenje vode od korijena do lišća
- da u posebnom staničju sprema hranu
- da mehanički podupire čitavo stablo

U plaštu **kore** razlikujemo dva sloja:

- obično svjetliju unutarnju koru (floem) koja provodi asimilate silazno i
- obično tamniju vanjsku koru (lila, lub, ritidoma) koja služi kao zaštitni omotač žilnog sustava

Stablo svake godine proizvede sloj novog drva i unutarnje kore zahvaljujući aktivnosti **kambija.**



Slika 7: Srčika, drvo i kora

Preuzeto sa: http://mendthegap.agr.hr/wp-content/uploads/2017/09/Prezentacija-drvo-radionica.pdf 06.08.2018.

Kambij je sloj meristemskih stanica, tj. stanica koje se dijele. Nalazi se između unutarnje kore (floema) i bjeljike (ksilema).

Proizvodnja kore je relativno mala u usporedbi s proizvodnjom drva. Uz to, kora se neprestano odbacuje prema vanjskoj strani debla, tako da u starijem drveću najveći volumen debla čini drvo. Kako se novo drvo dodaje s vanjske strane postojećega, najstarije drvo je ono uz srčiku, a najnovije je blizu kore. Jednako tako, drvo uz srčiku proizvod je mlađega stabla, odnosno kambija, u usporedbi s drvom bliže kambiju koje je proizvod starijega stabla, odnosno kambija.

U određenim vrstama drva na poprečnom presjeku su vidljive i fine radijalne pruge. To su **drvni traci** koji provode hranu iz floema u drvo.

Drvne trakove ima svako stablo, a njihova je uočljivost ovisna o vrsti drva.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

4.3 Godišnji prirast drva

„Najuočljivija posljedica nehomogenosti građe drva na poprečnom presjeku jest **god** i **granica goda**.“ (Trajković i Šefc 2017.)

4.3.1. God

God ili godišnji prirast drva je sloj drva koji se formira po čitavu stablu u toku jedne vegetacijske periode.

Pojam god nema isto značenje u području kontinentalne i tropske klime. U jednoj godini u tropskim zonama može biti i više vegetacijskih perioda u kojima stablo proizvede i određeni broj prstena prirasta, koji svi zajedno daju godišnji prirast drva. U umjerenoj zoni sjeverne hemisfere pojam goda poklapa se s pojmom godišnjeg prirasta i s godišnjim prstenom prirasta. Svaki god je izgrađen od cilindričnog (točnije stožastog) plašta drva koji se grana u sve podzemne i nadzemne dijelove stabla u sekundarnom rastu.

Na poprečnom presjeku debla, odnosno trupca godovi ili prsteni prirasta izgledaju kao koncentrični kružni vijenci (Slika 8.), a svaki od njih sastavljen je u pravilu od svjetlije zone **ranoga** drva i tamnije zone **kasnoga** drva.

- Rano drvo je u proljeće nastali dio goda kojega tvore stanice sa širim lumenom i tankim stijenkama čija je uloga u drvu pretežno provodna.
- Kasno drvo je ujesen nastali dio goda koji tvore stanice s uskim lumenom i debelim stijenkama čija je uloga pretežno potporna.

Slika 8: Godovi na poprečnom presjeku debla

Preuzeto sa: www.feedyeti.com 14.06.2018.

Na cilindričnom presjeku koji se dobiva ljuštenjem drva ne uočava se granica goda. Spiralno tangentni presjeci daju složene teksture godova koje ovise o padu promjera, ekscentričnosti trupca i ravnini ljuštenja. Na takvim presjecima godovi se vide kao nepravilne V ili U zone. Na radijalnom presjeku godovi se vide kao manje ili više paralelne dobro uočljive uzdužne zone/pruge.

Vidljivost ili uočljivost godova na bilo kojem presjeku drva ovisi o razlikama u histološkoj građi početnog i završnog dijela svakog goda. Nehomogenost unutar jednoga goda posljedica je različite građe ranoga i kasnoga drva.

4.3.2. Granica goda

Susjedne godove dijeli **granica goda**.

To je površina između kasnog drva jednog goda i ranog drva idućeg goda. Veća ili manja uočljivost granice goda ovisi o razlikama u građi, gustoći i boji završnog dijela kasnog drva jednog goda i početnog dijela ranoga drva idućega goda.

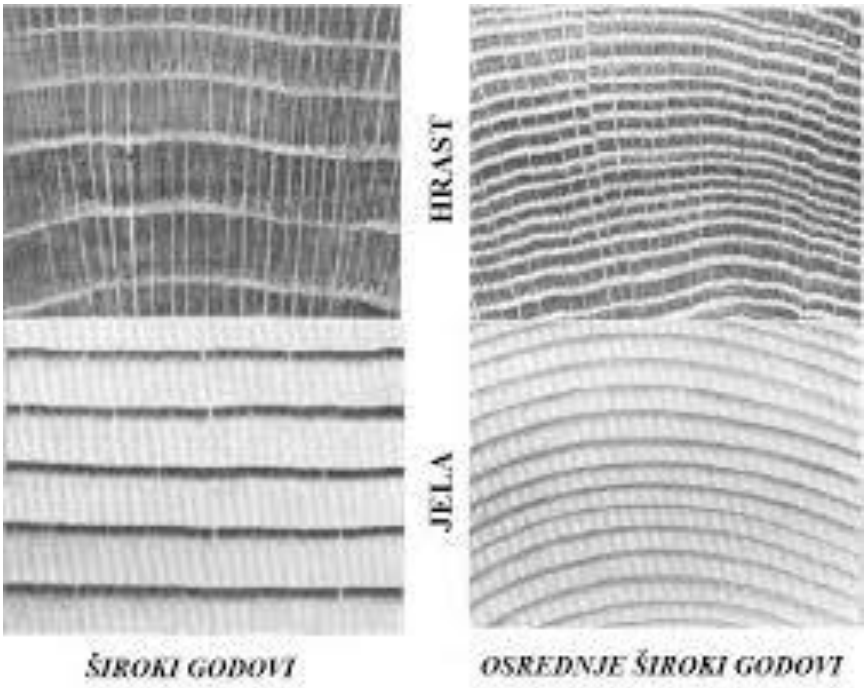
Granica goda najbolje se vidi u prstenasto poroznom drvu listača umjerene zone (*Quercus, Ulmus, Fraxinus, Ailanthus*), te u drvu četinjača s velikom razlikom u gustoći i boji ranoga i kasnoga drva. (*Larix, Pseudotsuga*).

Slabije uočljivu granicu goda ima rastresito porozno drvo listača (*Fagus, Acer, Populus*) i četinjače s malom razlikom u gustoći i boji ranoga i kasnoga drva (meki borovi – *Pinus peuce, P. cembra, P. strobus*).

Neke rastresito porozne vrste listača umjerene kontientalne zone i mediterana toliko su homogene građe, da se granica goda jedva uočava običnim okom ili povećalom (*Aesculus, Buxus, Arbutus, Myrtus*). Mnoge tropske vrste drveća imaju slabo uočljive ili nevidljive godove (*Swietenia, Diospyros, Aucoumea*).“ (Trajković 2017.)

4.3.3.Širina goda

Širina goda ovisi o unutarnjim (nasljedna svojstva) i vanjskim čimbenicima (klima i stanište). Brzorastuće vrste drva proizvode **široke** godove, dok spororastuće proizvode **uske** godove.



Slika 9: Različite širine godova kod jelovine i hrastovine (*Abies spp.; Quercus spp.)*

Preuzeto sa: http://repozitorij.fsb.hr/7789/1/Trupina_2017_diplomski.pdf 11.08.2018.

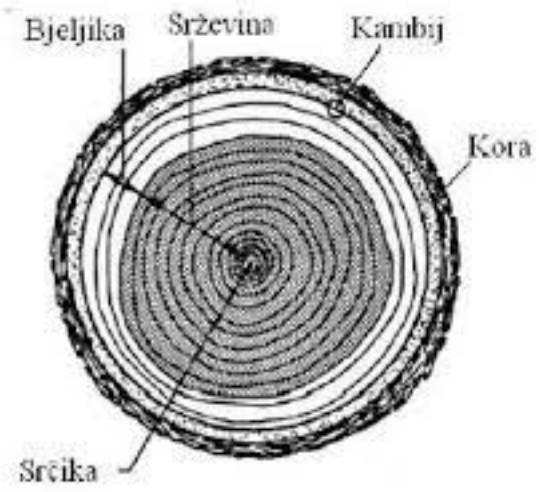
Na širinu godova direktno utječu:

- gubitak lišća, grana ili korijenja
- promjena u vlazi tla, količini i rasporedu svjetlosti
- jak urod sjemena

Promjene u širini godova bilježe pojedine razvojne faze i čitavu prošlost stabla. Proučavanjem širine godova i klime bavi se dendrokronologija.

Razni poremećaji u djelovanju kambija uvjetuju formiranje abnormalnih godova. Abnormalni godovi histološki se razlikuju od normalno građenoga drva, no takve greške su ograničeno rasprostranjene i u pravilu ne utječu u znatnijoj mjeri na teksturu i tehnička svojstva drva.“ (Trajković, 2017.)

4.4.Bjeljika i srž



Slika 10: Poprečni presjek debla s bjeljikom i srži

Preuzeto sa: http://repozitorij.fsb.hr/8455/1/Gojanovi%C4%87-Raki%C4%87_2018_zavrsni_preddiplomski.pdf 06.08.2018.

„Jedna od glavnih funkcija drva je provodnja vode od korijenja prema lišću. No, drvo ne obavlja tu funkciju beskonačno. Provodne stanice drva se u određenoj životnoj dobi stabla začepe zračnim mjehurićima, drugim stanicama, ili drugim tvarima koje se u njih odlažu, te prestanu provoditi.

- Dio drva koji u živom stablu provodi vodu i u živim stanicama sprema hranu zauzima vanjske, ili zadnje proizvedene godove. Taj dio drva zovemo **bjeljika**. **Bjeljika** je obično bijela, odnosno svijetla, zato je tako i zovemo.
- Dio drva koji u živom stablu više ne provodi vodu, i u kojemu su sve stanice odumrle zauzima središnji dio debla i zovemo ga **srž**.

Svake godine stablo proizvede novo drvo, najstariji unutrašnji slojevi bjeljike prestaju provoditi vodu tako da se vanjska granica srži stalno pomiče prema van. U stablu se održava približna ravnoteža između proizvodnje novoga drva i prijelaza bjeljike u srž tako da uvijek postoji odgovarajuće provodno staničje.“ (Trajković iŠefc, 2017.)

4.5.Tekstura i žica drva

„Izgled drva na obrađenoj površini zove se **tekstura**.

- Teksturu drva određuju dimenzije, oblik i smjer nizanja elemenata građe, tj. stanica drva, te postotni udjel i raspored pojedinih elemenata u građi drva, ravnine rezanja drva, tj. kut pod kojim su elementi građe presječeni.
- Neki autori smatraju da je tekstura drva samo funkcija veličine i kvalitete elemenata građe drva. Po tom tumačenju, drvo fine teksture je jednolike građe na svim presjecima (*Juniperus, Tilia, Buxus*), a drvo grube teksture

pokazuje velike razlike u građi ranog i kasnog dijela goda (*Larix, Quercus, Fraxinus*).

Slika 11: Radijalna tekstura ariševine (*Larix spp.*)

Preuzeto sa: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=16354 06.08.2018.

Slika 12: Tangencijalna tekstura javorovine s uočavanjem valovitosti godova (*Acer spp.*)

Preuzeto sa: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=16354 06.08.2018.

Žica drva je smjer uzdužnih elemenata građe drva s obzirom na anatomsku ili uzdužnu os piljene građe.

Iako se žica drva odražava u makroskopskom izgledu svakog presjeka, najbolje se uočava na neobrađenoj površini uzdužnog procjepa.

U drvu ravne žice aksijalni elementi su raspoređeni paralelno s anatomskom osi drvnog valjka.

U drvu usukane tj. spiralne žice aksijalni elementi se uvijaju pod određenim kutem s obzirom na smjer protezanja osi. Taj kut može biti konstantan ili se mijenja tijekom formiranja novih godova. Ova pojava zove se **jednosmjerna usukanost** žice. Mnoge tropske vrste drva (*Swietenia, Jacaranda, Aucumea*) a katkada i neke vrste umjerene zone imaju **dvosmjernu usukanost** žice (*Platanus, Liquidambar*). U stablu dvosmjerno usukane žice smjer i kut uvijanja žice postupno se mijenja više puta od centra do periferije stabla. Zbog različitog odraza svjetla s površine drva na kojoj su vlakanca presječena pod različitim kutom dvosmjerna usukanost uzrokuje izgled uzdužnih pruga na radijalnom presjeku drva. Pojava dvosmjerne usukanosti važna je karakteristika i specifično estetsko svojstvo mnogih tropskih vrsta.

Valovitost godova uvjetuje specifične teksture samo na poprečnom presjeku drva. Ikričavost drva nastaje uslijed skretanja elemenata anatomske građe oko radijalno usmjerenih žilnih svežnjeva spavajućeg pupa. Žile spavajućih pupova sadrže mnogo parenhima i strukturno se razlikuju od normalne građe drva.

Ikričavost je estetsko svojstvo mnogih vrsta drva. Može biti ograničena na pojedinačna stabla ili na prizemne dijelove debla (*Acer, Populus, Betula*). Dolazi do izražaja jedino na tagnentno-spiralnim ili tangentno- koničnim furnirima koje dobivamo ljuštenjem drva. Radijalne teksture ikričavog drva ružne su i ne koriste se u proizvodnji namještaja. Ikričavost još zovemo i kovrčavost, dževeravost, upredenost, čičkavost ili mazer, te cvjetavost.“ (Trajković, 2017.)

5. MAKROSKOPSKA SVOJSTVA U IDENTIFIKACIJI DRVA

Običnim okom i povećalom povećanja od 5 do 10 puta makroskopski se identificiraju rodovi drva. Na poprečnom presjeku drva oštrim nožićem se napravi rez koji je toliko fin da se na njemu daju raspoznavati elementi građe drva te po njihovoj veličini, obliku i rasporedu dođemo do zaključka o kojem je rodu drva riječ. U narednim poglavljima dane su smjernice po kojima se dolazi do utvrđivanja identiteta drva pomoću njegovih makroskopskih karakteristika. Obrađene su tri najdominantnije skupine naše vegetacijske zone.

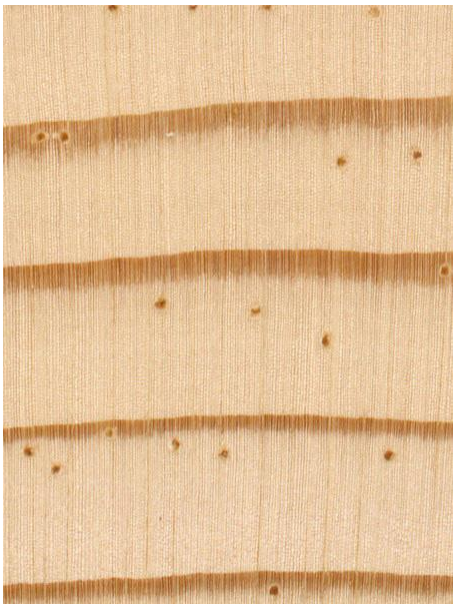
5.1.Najčešće makroskopske značajke drva četinjača

Popis značajki prema Čufar i Zupančić (2009.):

- „Srž: obojena/neobojena
- Bjeljika: uska/široka/umjereno široka
- Boja drva: žuta; blijedo-žuta; smeđa; smeđe-žuta; blijedo-crvena; smeđe-ljubičasta; smeđe-svilenkasti sjaj
- Miris: izrazito aromatičan/neugodan/bez mirisa
- Granica goda: izražena/slabo vidiljiva/valovita
- Godovi: široki/uski/izraženi
- Prijelaz iz ranog u kasno drvo: postepen/nagao/iz postepenog u nagao
- Širina kasnog drva veća od polovice širine goda: varijabilna/manja od polovice goda
- Drvni traci na poprečnom presjeku vidljivi samo povećalom
- Drvni traci na radijalnom presjeku teško uočljivi
- Smolenice : prisutne/neprisutne
- Smolenice : male/velike
- Smolenice: odvojene (mjestimične)/brojne
- Smolenice u kratkim tangentnim nizovima
- Smolne vrečice: prisutne/neprisutne
- Traumatske smolenice: prisutne/neprisutne
- Tvrdoća drva: meko/umjereno tvrdo/tvrdo
- Gustoća: mala/srednja/velika“

Rodovi koji pripadaju četinjačama:

- Bor (*Pinus spp.)*
- Jela (*Abies spp.*)
- Smreka (*Picea spp.*)
- Duglazija (*Pseudotchuga spp.*)
- Ariš (*Larix spp.*)
- Cedar (*Cedrus spp.*)
- Čempres (*Cupressus spp.*)
- Borovica (*Juniperus spp.*)



Slika 13: Poprečni presjek borovine (*Pinus spp*.) uvećan 10 puta (drvo sa smolenicama)
Preuzeto sa: https://www.wood-database.com/wood-articles/softwood-anatomy/ 11.08.2018.

Slika 14: Poprečni presjek jelovine (*Abies spp*.) uvećan 10 puta (drvo bez smolenica)
Preuzeto sa: https://www.wood-database.com/european-silver-fir/ 11.08.2018.

5.2. Najčešće makroskopske značajke drva difuzno – poroznih listača

Popis značajki prema Čufar i Zupančić (2009.):

- „Difuzno - porozno drvo
- Srž: obojena/neobojena; prisutno/neprisutno
- Bjeljika i srž /nema razlike u boji
- Boja drva: bijela; blijedo - siva; žuta; blijedo-žuta, smeđa; svjetlosmeđa; tamnosmeđa; crvenkasto-smeđa; crvenkasto-siva; crvenkasto-bijela; crvenkasto-žuta, naranđasto-crvena, svilenkasti sjaj
- Miris: specifičan/nespecifičan
- Granica goda: izražena/slabo vidiljiva/valovita
- Godovi: uski/široki/izraženi
- Drvni traci na poprečnom presjeku: uočljivi/slabo uočljivi/vidljivi jedino povećalom
- Drvni traci na tangentnom presjeku: široki/uski/srednje široki/široki i uski
- Širina drvnih trakova: različite veličine
- Drvni traci na poprečnom presjeku vidljivi kao: sjajna ogledalca/manji tamniji pravokutnici/slabo uočljivi
- Produženi traci na granicama goda
- Na tangentnom presjeku traci se vide kao izražajne kratke crne linije
- Skupina trakova: prisutna/neprisutna
- Mjesta parenhima: prisutna/neprisutna
- Pore na poprečnom presjeku: uočljive/vidljive povećalom/neuočljive/u grupama/odvojene
- Pore na tangentnom presjeku vidljive kao: ogrebotine/fine ogrebotine
- Tile: prisutne/neprisutne
- Drvo je na dodir: glatko/hrapavo/masno
- Tvrdoća drva: meko/srednje tvrdo/tvrdo/vrlo tvrdo
- Gustoća drva: gusto/srednje gusto/male gustoće“

Rodovi koji pripadaju difuzno-poroznim listačama:

- Voćkarice (*Prunus spp.; Sorbus spp.; Arbutus spp.*)
- Bukva (*Fagus spp.*)
- Joha (*Alnus spp*.)
- Orah (*Juglans spp*.)
- Platana (*Platanus spp*.)
- Javor (*Acer spp*.)
- Lipa (*Tillia spp*.)
- Breza (*Betula spp*.)
- Vrba (*Salix spp*.)
- Topola (*Populus spp*.)
- Maslina (*Olea spp*.)

Slika 15: Orahovina (*Juglans spp*.) na poprečnom presjeku uvećana 10 puta, na tangentnom presjeku u prirodnoj velićini

Preuzeto sa: http://www.delta-intkey.com/wood/en/www/jugjureg.htm 11.08.2018.

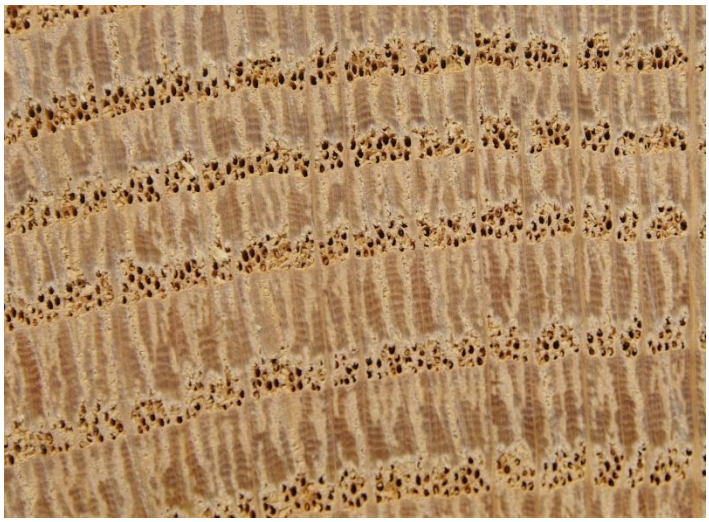
5.3. Najčešće makroskopske značajke prstenasto – poroznih listača

Popis značajki prema Čufar i Zupančić (2009.):

- „Prstenasto – porozno drvo
- Srž: obojena/neobojena; prisutno/neprisutno
- Bjeljika i srž /nema razlike u boji
- Boja drva: bijela: žuta; blijedo-žuta; svjetlo žuta; tamno smeđa; svjetlo smeđa; žuto-smeđa; sivo-smeđa; zeleno-smeđa/maslinasta; sivo-žuta; crvenkasto-smeđa
- Miris: specifićan/nespecifićan
- Granica goda izražena
- Godovi: široki/uski/izraženi
- Prijelaz iz ranoga u kasno drvo je izražen i oštar
- Drvni traci na poprečnom presjeku: uočljivi/slabo uočljivi
- Drvni traci na poprečnom presjeku: široki/uski/neizraženi/u nejednolikim intervalima
- Drvni traci na radijalnom presjeku vidljivi kao: svjetleća ogledalca/tamni pravokutnici
- Drvni traci na tangentnom presjeku vidljivi kao vretena
- Aksijalni parenhim vidljiv jedino povećalom/u tangentnim trakama
- Pore na poprečnom presjeku: vrlo velike u ranom drvu/male u kasnom drvu
- Pore kasnog drva: u radijalnim grupama/grupirane u pojedinačnim ili višestrukim tangentnim trakama/široke tangentne grupe/kose ili tangentno orijentirane grupe/kutni oblik/kružni oblik/tankih stijenki/debelih stijenki/vidljive kao svijetle točkice
- Pore na uzdužnim presjecima uočljive kao: grube ogrebotine u ranom drvu/fine ogrebotine u kasnom drvu
- Tile: prisutne/neprisutne
- Drvo je na dodir vrlo hrapavo
- Tvrdoća drva: tvrdo/vrlo tvrdo
- Gustoća drva: gusto/srednje gusto“

Rodovi koji pripadaju prstenasto – poroznim listačama:

- Hrast (*Quercus spp*.)
- Jasen (*Fraxinus spp*.)
- Kesten (*Castanea spp*.)
- Bagrem (*Robinia pseudoacacia*)
- Brijest (*Ulmus spp*.)



Slika 16: Poprečni presjek kestenovine (*Castanea spp*.) uvećan 10 puta

Preuzeto sa: https://workingbyhand.files.wordpress.com/2017/05/chestnutsample1.jpg 11.08.2018.

6. MIKROSKOPSKA SVOJSTVA U IDENTIFIKACIJI DRVA

6.1.Mikroskopske značajke drva četinjača

(Gasson i ostali, 2011.)

IAWA popis mikroskopskih značajki za identifikaciju drva četinjača (meko drvo) iz 1989. Sadrži sljedeće anatomske karakteristike:

- Granica goda: izražena/neizražena ili odustna
- Prijelaz iz ranoga u kasno drvo: postepen/nagao
- Traheide: uređenje; grupiranje; smjer nizanja od ranog prema kasnom drvu; prisutnost organskih naslaga u sržnim traheidama; prisutnost intercelularnih prostora kroz drvo; Debljine stijenki stanica: tanke (dvostruki iznos debljine manji od promjera lumena u radijalnom smjeru), debele (dvostruki iznos debljine veći od promjera lumena u radijalnom smjeru), jažice, oblik intervaskularnog jažičenja, oblik torusa, prisutnost ograđenih jažica
  Spiralna zadebljanja: pristnost ili odsutnost na traheidama u longitudinalnom smjeru, prisutnost u ranom ili kasnom drvu, pojedinačna ili grupna zadebljanja, usko ili široko raspoređena zadebljanja
  Aksijalni parenhim: uređenje, poprečne završne stijenke (glatke/nepravilno zadebljane, nodularne)
- Drvni trakovi: traheide trakova (prisutne/neprisutne), unutarnje stijenke stanica trakova (glatke/nazubljene/mrežaste), završetci stanica drvnih trakova (glatki, izrazito nazubljeni)
- Jažice polja ukrštanja (Fenestiformne, Pinoidne, Piceoidne, Kupresoidne, Taksodioidne)
- Smolenice: prisutne/neprisutne; aksijalne/radijalne/traumatske, epitel smolenice (debelostjeni/tankostjeni)
- Mineralne tvari: oblici mineralnih tvari, njihov smještaj (drvni trakovi, aksijalni parenhim, interstanični prostori)

6.2. Mikroskopske značajke drva listača

(Wheeler i Bass, 1998.)

„IAWA popis mikroskopskih značajki za identifikaciju tvrdog drva listača (IAWA Komisija, 1989) bio je namjera da bude sažet popis značajki korisnih za identifikaciju tvrdog drva listača i kako bi se smanjila nejasnoća u opisu anatomske osobine. Anatomska obilježja na ovom popisu su:

- Godovi: izraženi/nejasni
- Poroznost: prstenasto-porozno/difuzno-porozno/semi-prstenasto-porozno
- Traheje: uređenje; grupiranje; otklon pojedinačnih traheja; oblik ploče perforacije; uređenje i veličina jažica; prisutnost ili odsutnost ograđenih jažica; tip jažica polja ukrštanja; prisutnost ili odsutnost spiralnih zadebljanja; promjer lumena stanice; broj traheja po 1 mm²; duljina članaka traheje; prisutnost ili odsutnost tila te njihov smještaj u trahejama;
- Prisutnost ili odsutnost vaskularnih ili vazicentričnih traheida
- Tip šupljina unutar stijenke vlakanaca
- Prisutnost ili odsutnost pregrađenih vlakanaca
- Debljina stijenke vlakanaca
- Duljina vlakanaca
- Aksijalni raspored parenhima (drvnih trakova)
- Broj stanica u niti parenhima
- Širina drvnog traka
- Prisutnost ili odsutnost višerednih trakova
- Jesu li prisutni drvni trakovi različitih veličina
- Oblik stanica drvnih trakova (poligonalan, uspravan, kvadratičan)
- Prisutnost ili odsutnost omotanih stanica
- Prisutnost ili odsutnost pločastih stanica
- Prisutnost ili odustnost perforiranih ili rastavljenih stanica trakova
- Broj drvnih trakova po milimetru
- Prisutnost ili odsutnost uljnih / sluznih stanica
- Prisutnost ili odsutnost međustaničnih kanala (radijalnih ili aksijalnih)
- Prisutnost ili odsutnost laticiferskih ili taninskih cijevi

- Prisutnost ili odsutnost prizmatičnih kristala, silika tijela ili drugih kristaličnih oblika te njihov stanični smještaj (u radijalnom ili aksijalnom parenhimu)“

7. MIKROSKOPSKA IDENTIFIKACIJA DRVA

Ograničena na laboratorije i skupu opremu, literaturu i pomagala (mikroskope), mikroskopska identifikacija služi za upoznavanje elemenata građe drva. Ova vrsta identifikacije ograničena je na vrste drva četinjača i neke rodove iz difuzno-poroznih listača koje se makroskopski jedva ili nikako ne mogu razlikovati te je potreba za mikroskopskom identifikacijom uglavnom iznimna za potrebe prakse. Neophodna je za strane rodove drva te u identifikaciji usitnjenoga i maceriranoga drva, dok je identifikacija kemijski dezintegriranog drva nemoguća zbog raspadanja staničnih stijenki, čime je nemoguće doći do traženih elemenata potrebnih da bi se drvo identificiralo.

7.1.Priprema drva

Prije nego što se stablo obori, na njemu se označi sjeverna strana te se stablo numerira. Na prsnoj visini (1,3 m od tla) izreže se kolut debljine oko 50 mm. Iz istog se koluta izrežu radijalni segmenti širine oko 50 mm te se na svakom označe strane svijeta. Površina poprečnog presjeka izbrusi se brusnim papirom fine granulacije da bi godovi bili vidljivi. Svaki god isječe se u obliku pravokutne probe dimenzija 10 (R→) x 10 (T→) x 20 (L→) mmte se označi radi lakšeg raspoznavanja. Osim izrezivanja uzoraka na potrebne dimenzije, priprema drva uključuje i **omekšavanje** drva.

Drvo se omekšava kuhanjem, močenjem ili kemijskim postupcima. Prosušeno drvo teško se reže pa je stoga ovaj proces potreban.

Najjednostavnija je metoda močenje drva u hladnoj vodi uz dodatak alkohola, formaldefida, fenola ili bilo kojeg sredstva za konzerviranje. Tom metodom se močenjem od nekoliko dana ili tjedana omekšavaju gotovo sve vrste drva umjerene zone te su spremne za izradu histoloških presjeka.

Prikladnija metoda je močenje u smjesi 50%-tnog alkohola i glicerina u omjeru 1:1. Tom metodom omekšaju i tvrde vrste drva nakon duljega močenja te je preporučljiva za izradu preparata u glicerin želatini.

Najtvrđe vrste drva mogu omekšati samo nakon dugotrajnog kuhanja. U radu s tvrdim vrstama drva, drvo se kuha 3 sata u destiliranoj vodi ili alkoholu pod tlakom od nekoliko atmosfera. Ukoliko takav materijal sadrži razne kristale (karbonat, oksalat, slikat…) potrebno ga je močiti dulje vrijeme u koncentriranoj solnoj i flourovodičnoj kiselini. Tim postupkom omekšavaju i ekstremno tvrde vrste drva. Korozivna ili otrovna sredstva dalje se uklanjaju naknadnim ispiranjem i neutralizacijom. Najtvrđe tropske vrste drva omekšavaju se opreznim kuhanjem u mješavini koncentriranoga vodikovoga peroksida i dehidrirane octene kiseline s povratnim hladilom u omjeru 1:1.

Omekšani uzorci zatim se pohrane u označene staklenke s destiliranom vodom i malo 96%-tnog etilnog alkohola.Tako pripremljeni uzorci spremni su za daljnju obradu.

Dimenzije blokova za rezanje su navedene ranije te iznose 1x1x2 cm, a kod tvrdih vrsta drva presjek se može suziti na 1x0,5 cm, da je širina bar jedan god te da je

veća dimenzija orijentirana u radijalnom, a manja u tangentnom smjeru. (Šefc 2017.)

7.2.Maceracija

„Maceracija je kemijski postupak rastavljanja drva u elemente građe - stanice. Kemijska sredstva za maceraciju djeluju na pravu središnju lamelu, tj. na intercelularnu tvar, a stijenke stanica treba što bolje sačuvati od bubrenja i kemijskih promjena.

Postupak maceracije:

1. Drvo za maceraciju usitni se kalanjem duž žice na veličinu drvca šibice ili na nešto veće komade.

2. Usitnjeno drvo stavi se u epruvetu.

Ukoliko je potreban materijal iz određenoga gođa (juvenilno ili zrelo drvo), ili iz dijela goda (rano ili kasno drvo) postupi se na jednak način, vodeći računa o položaju uzoraka unutar goda

3. Iveri drva preliju se u epruveti mješavinom koncentrirane octene kiseline (acidum aceticum glaciale) i 30% vodikovog peroksida u omjeru 1:1.

4. Epruveta se lagano začepi parafiniranim čepom ili pamukom i stavi u sušionik s termostatom na temperaturu od 650 °C.

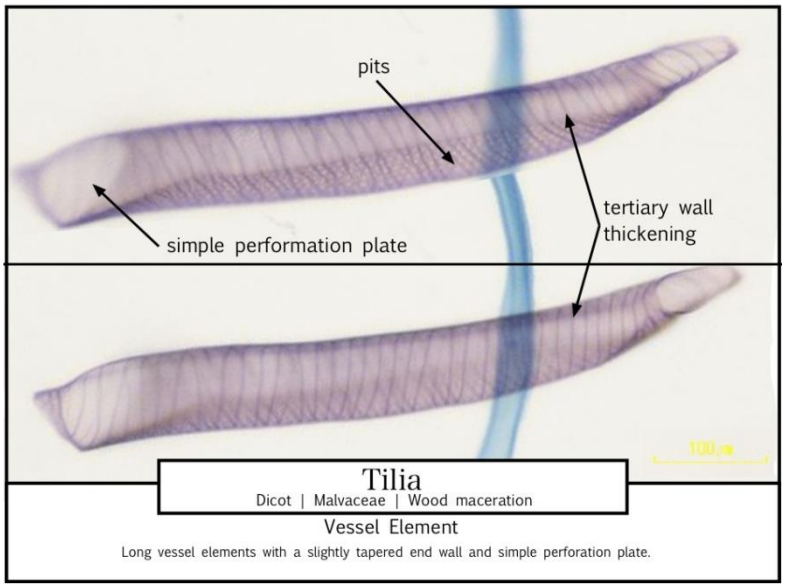
Na toj temperaturi maceracija traje 24 do 48 sati, a na sobnoj temperaturi nekoliko dana.

Postupak je dovršen kada se iveri drva pod slabim pritiskom raspadaju. Nakon dovršenoga postupka slijede sljedeće radnje:

1. sredstvo za maceraciju se odlije, a macerat ispire nekoliko puta destiliranom vodom i 96%-tnom etilnom alkoholu (pet puta u destiliranoj vodi i pet puta u 96%-tnom etilnom alkoholu, kako bi se u potpunosti odstranio reagens za maceriranje).

2. Nakon ispiranja, u epruvetu se doda bojilo astra-blue i ostavi djelovati 10 minuta.

3. Obojani macerirani materijal prebaci se na predmetno staklo, dodatno se razvlakni i uklopi u glicerin-želatinu



Slika 17: Macerirano drvo lipe (*Tillia spp*.), članak traheje s pločom perforacije i spiralnim zadebljanjima

Preuzeto sa:
http://picssr.com/photos/botanicalvoyeur/interesting/page6?nsid=81082794@N06
11.08.2018.

Starija sredstva za maceraciju, kao što je Schultzeov reagens (kristali kalijevog klorata u koncentriranoj dušičnoj kiselini) i Jeffreyeva mješevina (10% kromna kiselina + 10 % dušična kiselina u omjeru 1:1) izazivaju jaka bubrenja stijenki stanica i deformacije jažica.“ (Šefc)

7.3.Rezanje

„Za rezanje drva potrebna je sljedeća laboratorijska oprema:

- anatomski nož s priborom za oštrenje (ili žilete ili tapetarski nožići)
- igla za prepariranje
- skalpel srednje veličine
- pinceta šiljata sa zavinutim vršcima
- tikvica za ispiranje,
- mali plamenik
- staklena ploča s brušenim rubovima veličine 20 x 10 cm s crnobijelom podlogom za pripremu mikroskopskih preparata
- nekoliko pipetnih bočica od 50 ml s kapalicama
- nekoliko kemijskih čaša veličine 100 - 300 ml
- petrijeve posude promjera 5 cm
- plitke posude (embrio-šalice) ili porculanske tavice (za parafinske blokove) s poklopcima od običnog stakla
- papir za filtriranje.

Mikroskopski presjeci drva režu se:

- anatomskim nožem (mikrotomom)
- žiletom

- tapetarskim nožićem.

Za vrijeme rezanja ruke se ne smiju nasloniti na stol ili grudni koš.

Za priprernu tankih preparata velike površine potreban je **mikrotom** (Slika 17.).

U pravilu treba izraditi poprečni, tangentni i radijalni presjek drva. Poprečni presjek treba obuhvaćati barem jedan kompletni god, a njegova minimalna širina ovisi o razmaku i tipu trakovate o rasporedu elemenata unutar goda.

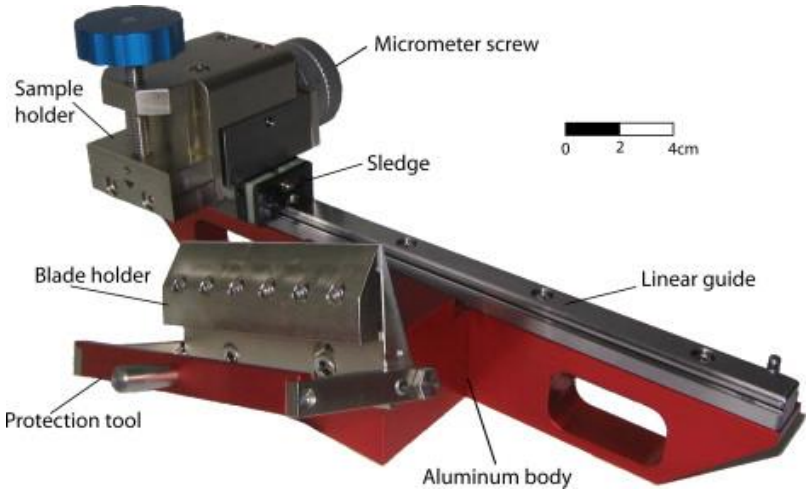
Postupak rezanja:

1. Površina presjeka zagladi se oštrim nožem bez zubaca i navlaži vodom ili alkoholom.
2. Uzastopnim rezovima skidaju se tanki presjeci, od kojih se iskoriste samo najbolji.
3. Presjeci se prenose iglom za prepariranje ili finim kistom u mješavinu 96% alkohola i glicerina u omjeru 1:1.“ (Šefc)

„Postupak rezanja na mikrotomu:

1. Uzorak drva, pričvršćen na nosač objekta, mehanički se pomoću navojnog vretena primiče oštrici noža, kližući po kosoj klinastoj vodilici
2. Nož sa držačem noža pomiče se i klizi po horizontalnoj klinastoj vodilici prema objektu i reže drvo.

Debljina odrezaka, koja se može postići rezanjem na mikrotomu, može iznositi nekoliko mikrometara. Debljine odrezaka do 25 mikrometara zadovoljavaju optičku mikroskopiju drva.“ (Trajković i Šefc, 2017.)



Slika 18: Mikrotom

Preuzeto sa: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1125786513000751 10.08.2018.

Tanki i veliki poprečni presjeci tvrdih vrsta drva teško se režu rukom. Tangentni i radijalni presjeci lako se pripremaju. Da se ne raspadnu prigodom rezanja, debljina im mora biti veća od promjera lumena najkrupnijih aksijalnih elemenata drva.

7.4.Priprema mikroskopskih preparata

„Za pripremu mikroskopskih preparata potrebna su mikroskopska stakalca standardne veličine i debljine.

Predmetnice ili objektna stakalca imaju dimenzije 25 x 76 mm (1" x 3") a najprikladnije pokrovnice su veličine 20 x 20 mm, debljine 0,15 mm.

Za izradu preparata velike površine služe pokrovnice specijalnih dimenzija i kvalitete.

Preparati se označavaju naljepnicama sa specijalnim, vrlo adhezivnim ljepilom ili se označuju na brušenom dijelu predmetnog stakalca.“ (Šefc)

7.4.1.Izrada privremenih preparata

„Za izradu privremenih preparata u **glicerinu ili glicerin želatini** potrebne su sljedeće kemikalije:

- destilirana voda
- etilni alkohol 96%
- glicerin
- safranin
- glicerin želatina za uklapanje mikroskopskih presjeka.

Glicerin želatina se može lako pripremiti i u laboratoriju prema receptima botaničko-mikrotehničkih priručnika.

Da bi se pojačali kontrasti i bolje uočili histološki detalji građe drva, preporuča se sredstvo za uklapanje obojiti. U tu se svrhu glicerin želatina ugrije u vodenoj kupelji i doda nekoliko kapi 1% vodene otopine safranina.

Glicerin želatinu za uklapanje macerata treba u pravilu jače obojiti od one, koja služi za pripremu histoloških preparata. Količinu bojila najbolje je odrediti pokusom.

Privremeni mikroskopski preparati pripremaju se u **glicerinu** ili **glicerin želatini**.

Preparati uklopljeni u glicerinu nisu trajni, jer glicerin s vremenom iscuri.

Izrada mikroskopskih preparata u glicerinu vrlo je jednostavna:

1. U sredini predmetnice kapalicom se nanese 1 do 3 kapi glicerina
2. Glicerin se iglom za prepariranje rasporedi na nešto manju površinu nego što je pokrovnica
3. Iglom za prepariranje prenese se malo maceriranoga materijala
4. Macerat se razdijeli po čitavoj površini glicerina

5. Histološki presjeci obrežu se skalpelom na staklenoj ploči, a iglom i kistom se prenesu na predmetnicu
6. Uklopljeni materijal pokrije se pokrovnim stakalcem koje se smjesti na preparat i predmetnicu pincetom i iglom za prepariranje
7. Pokrovno stakalce polaže se na predmetnicu u kosom položaju tako, da najprije dođe u kontakt s glicerinom s jedne strane
8. Pokrovnica se polagano spušta na preparat, a glicerin istisne pretežni dio zraka koji je preostao ispod stakalca
9. Preostali mjehurići uklone se opreznim zagrijavanjem predmetnice

Količinu glicerina za uklapanje treba odrediti pokusom.

Ako je premalo glicerina, ispod pokrovnice preostaju mjehurići zraka.Ako je glicerina previše, iscuri preko ruba pokrovnog stakalca i uprlja preparat.

Preparati, izrađeni na opisani način u pravilu se **ne boje**.

Nakon etiketiranja spremni su za mikroskopiranje.

Postupak za pripremu preparata u glicerin želatini uglavnom je sličan postupku pripreme preparata u glicerinu:

1. Budući daje glicerin želatina na sobnoj temperaturi kruta, treba ju prije upotrebe ugrijati u vodenoj kupelji.

U daljnjem postupku, glicerin želatina upotrebljava se kao i glicerin.

Za pripremu pojedinačnih preparata bolje je na predmetnicu staviti mali komadić krute glicerin želatine.

2. Grijanjem predmetnice na malom plamenu rastali se glicerin želatina i rasporedi po površini stakalca na jednak način kao i glicerin
3. Macerat, a naročito presjeci, oboje se nakon uklapanja u obojenu glicerin želatinu tek nakon nekog vremena
4. Gotovi preparati stave se u horizontalni položaj na hladno mjesto i opterete malim olovnim valjcima, utezima ili kvačicama

Na taj način izravna se macerat ili histološki preparat, a suvišno sredstvo za uklapanje istisne se ispod ruba pokrovnice.

Privremeni preparati u glicerin želatini mogu se održati mnogo godina, ako se **sredstvo za uklapanje zaštiti od sušenja i gubitka vode**. To se postiže sljedećim postupkom:

1. Skalpelom ili britvicom ukloni se oprezno višak sredstava za uklapanje, a preparat se oprezno obriše čistom krpo umočenom u destiliranu vodu.

2. Suhi preparati premažu se po rubu pokrovnice asfaltnim lakom, kanada balzamom ili kojim drugim sredstvom za zatvaranje mikroskopskih preparata.

3. Rubovi pokrovnica lakiraju se dva puta u razmaku od nekoliko dana. Oštećeni premaz treba obnoviti da se preparati ne isuše.

Dobre etikete se ne odljepljuju od stakla, a danas se mogu nabaviti u svakoj veličini, pa otpada priprerna specijalnog ljepila. Preparate treba čuvati spremljene na hladnom mjestu u horizontalnom položaju.

7.4.2.Izrada trajnih preparata

„Postupak bojenja mikroskopskih preparata:

1. Izrezani listići pohranjuju se u petrijeve posude.
2. Neposredno prije bojanja, isperu se tri puta u destiliranoj vodi.
3. Izrezani listići oba presjeka oboje se prvo bojilom safranin (0,5% alkoholna mješavina) u trajanju od pet minuta te isperu tri puta u 70%-tnom etilnom alkoholu i tri puta u 96%-tnom etilnom alkoholu.
4. Oboje se bojilom astra-blue (0,5% alkoholna mješavina) također u trajanju od pet minuta, uz ispiranje tri puta u 70%-tnom etilnom alkoholu i tri puta u 96%-tnom etilnom alkoholu.

Moguće je napraviti i mješavinu bojila prema receptu, te se vremenski postupak time smanjuje za pola.

Postupak izrade trajnih preparata**:**

1. Nakon bojanja, listići se radi dehidracije ostavljaju u petrijevoj posudici u 96%-tnom etilnom alkoholu do uklapanja.
2. Uklapaju se u sintetskom (umjetne smole) mediju Euparal (sporije otvrdnjava, topiv u vodi) ili Eukitt (brzootvrdnjava, nije topiv u vodi) na mikroskopskim stakalcima pomoću pokrovnih stakalaca, uz istiskivanje mjehurića zraka. Za pripremu trajnih preparata u kanadskom balzamu potrebna je specijalna oprema, a upute se mogu naći u stručnoj literaturi.
3. Na izrađene mikroskopske preparate stavljaju su utezi kako bi se istisnuli zaostali mjehurići zraka te su ostavljaju da se dobro osuše (48 h).
4. Listići se na predmetno stakalce obično slažu redosljedom poprečni, tangentni, radijalni.

8. MIKROSKOPIRANJE

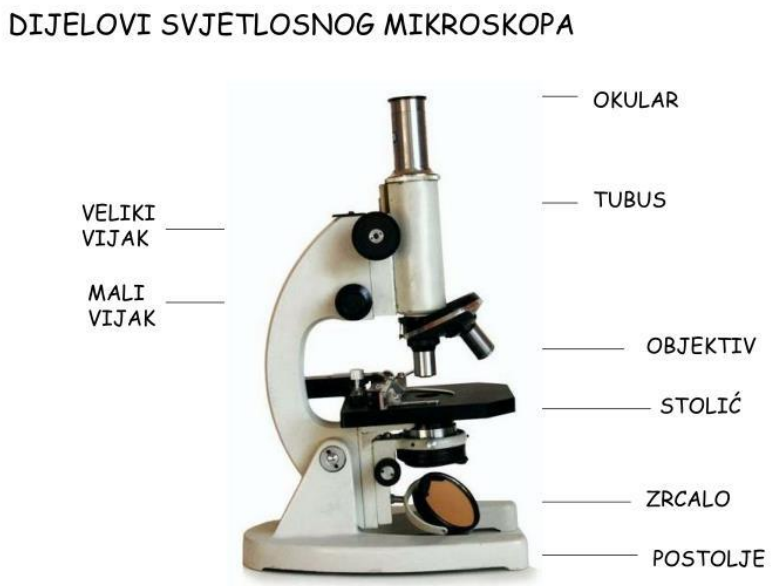
Mikroskopiranje je metoda istraživanja anatomske građe materijala. Za ove potrebe, istraživanje drva pomoću mikroskopa, sprave koja omogućuje različita uvećanja dovoljno velika da se na promatranom predmetu daju razlikovati tražene karakteristike bitne za doći do nekoga zaključka. U ovom radu opisana su tri tipa mikroskopa, samim time i različite vrste mikroskopije:

- Svjetlosni mikroskop (svjetlosna mikroskopija)
- Polarizirajući mikroskop (svjetlosna mikroskopija)
- Elektronski mikroskop (elektronska mikroskopija)

8.1.Svjetlosni mikroskop

„Mikroskop je sprava koja omogućuje promatranje predmeta pod širokim vidnim kutom, tj. kao da je maksimalno približen oku, a da istodobno njegova slika ostane oštra i jasna. Takav se učinak u manjoj mjeri postiže povećalom, tj. jakom sabirnom lećom ili sustavom leća, kojemu je žarišna daljina veća od 10 mm. Za mikroskop je žarišna daljina, a time i udaljenost predmeta od objektiva, redovito manja od 10 mm.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

Pomoću sustava leća mikroskop pruža korisnicima ono što oni od njega očekuju, a to je jasna i oštra slika predmeta uvećanog određeni broj puta. U ovom slučaju, za svjetlosni mikroskop najčešće se koristi **bijelo svjetlo** kojim je moguće osvijetliti preparat da se mogu razaznati elementi veličine od 300 nm naviše uz povećanje od 1500 puta. Kao takav, svjetlosni mikroskop se koristi za promatranje stanica i staničja drva na različitim presjecima, kao i u mikroskopskoj identifikaciji drva za koju je prema svemu navedenom neophodan.



Slika 19: Dijelovi svjetlosnog mikroskopa

Preuzeto sa: https://www.slideserve.com/liliha/spoznavanje-prirode 11.08.2018.

„Tipični biološki mikroskop na svakom kraju metalne cijevi (tubusa) ima po jedan sustav leća: na donjem kraju, iznad predmeta koji se promatra, **objektiv**, a na gornjem kraju **okular**.

Objektiv je u suvremenim mikroskopima sastavljen od više leća malene žarišne duljine, koje djeluju kao jedinstvena konveksna leća. Kako bi se dobila što jasnija slika, u takvim su sustavima korigirane pogreške leća (kromatska i sferna aberacija, zakrivljenost ravnine slike).

S obzirom na način upotrebe objektivi mikroskopa mogu biti:

- suhi, za mala i srednja povećanja
- imerzijski, radi dovođenja predmeta što bliže objektivu i povećanja indeksa loma za velika povećanja

Prednja leća imerzijskih objektiva uranja se pri upotrebi u cedrovo ulje (koje ima jednak indeks loma kao i staklo), čime se povećava moć razlučivanja mikroskopa.

Većina suvremenih optičkih mikroskopa ima po nekoliko različitih objektiva koji se mogu lako mijenjati.

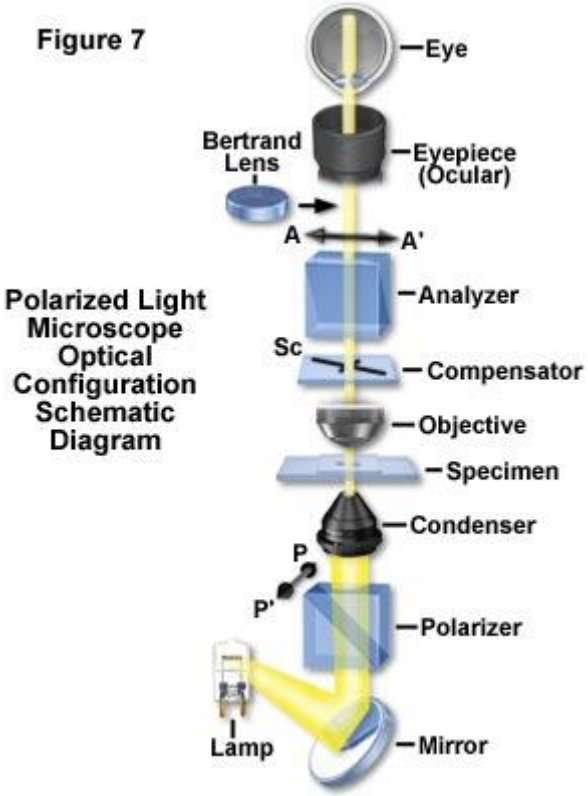
Okular je obično složen od dviju ili više jednostavnih leća koje djeluju kao jedna konveksna leća. Upotrebljavaju se i mikroskopi s dvama okularima (binokularni mikroskopi), s pomoću kojih se objekt može istodobno promatrati s oba oka.

Predmet koji se promatra nalazi se na **stoliću** mikroskopa. Tanki i prozirni predmeti osvjetljuju se odozdo, po potrebi s pomoću **zrcala** i **kondenzora**, dok se pojedinosti na ravnoj neprozirnoj površini predmeta promatraju osvijetljene odozgo. Objektiv iznad predmeta stvara njegovu uvećanu sliku. Ta se slika promatra okularom, koji ju ponovno uvećava, tako da je konačno uvećanje umnožak uvećanjâ dobivenih objektivom i okularom.“ (Trajković iŠefc, 2017.)

8.2.Polarizirajući mikroskop

Polarizirajući mirkoskop po svojoj se konstrukciji gotovo nimalo ne razlikuje od svjetlosnog mikroskopa, jedino što su mu ugrađeni uređaji za proizvodnju polariziranog svijetla. Između izvora svjetlosti i kondenzora ugradi se **polarizacijski filter (polarizator),** te se pravokutno na njega postavi **filter nad objektivom (analizator)** te prekrivanjem tih dvaju filtra kroz mikroskop ne prolazi svijetlo, osim ako objekt između filtera ne sadrži optički aktivnu tvar koja je djelomično zaokrenuta ili odbija ravninu polariziranog svjetla te dopušta da nešto svijetla prođe kroz analizator. U tom slučaju vidimo objekt iz optički aktivne tvari kao svijetli objekt na tamnoj pozadini(Prislan i ostali, 2009.)

„U anatomiji drva se mikroskopija u polariziranom svjetlu uglavnom koristi za studiranje kuta mikrofibrila (MFA-micro fibril angle) u stanicama drva i vlaknima.“ (Trajković i Šefc, 2017)



Slika 20: Shematski prikaz mikroskopiranja pod polarizirajućim svjetlom

Preuzeto sa:
http://micro.magnet.fsu.edu/primer/techniques/polarized/biologicalparttwo.html
11.08.2018.

8.3.Elektronski mikroskop

Umjesto svjetlosti, elektronski mikroskopi pomoću elektronskog topa stvaraju povećanu sliku promatranog predmeta. Prvi elektronski mikroskopi izrađeni su 1930-ih godina te su u načelu vrlo slični svjetlosnim mikroskopima. Kao i svjetlosni mikroskop, elektronski mikroskop čine kondenzor, objektiv i projektor. Ta tri elementa u ovom su slučaju umjesto leća elektromagnetske zavojnice koje djelovanjem svojih magnetskih polja reguliraju smjer prolaza elektrona kao što leće to rade u svjetlosnom mikroskopu.

„Preciznijim izvedbama elektronskih mikroskopa mogu se promatrati objekti skoro 1000 puta manji od objekata uočljivih svjetlosnim mikroskopom, tj. objekti dimenzija oko 0,3 nm.“ (Trajković i Šefc, 2017.)

S granicom razlučivanja od 0,1 nm uz uvećanje slike od 1,5 milijuna puta elektronski se mikroskopi koriste uglavnom za promatranje submikroskopske strukture stijenke stanica drva isto kao i proučavanjem atoma unutar molekula i kristala.

„Razlikujemo dva osnovna tipa elektronskih mikroskopa

- transmisijski elektronski mikroskop (TEM)

- skenirajući (pretražni) elektronski mikroskop (SEM)

U **transmisijskoj elektronskoj mikorskopiji** pri izlaganju uzorka snopu elektrona nastaju dvije osnovne pojave koje su važne za nastanak slike:

- elektroni prolaze kroz uzorak (zbog toga uzorak mora biti vrlo tanak)
- na njemu se raspršuju u različitim smjerovima

Dijelovi uzorka koji su deblji ili veće gustoće općenito će raspršiti više elektrona nego tanji uzorci ili uzorci manje gustoće. Ova pojava raspršenja snopa elektrona na uzorku omogućava stvaranje kontrasta na elektronsko-mikroskopskoj slici. Biološki uzorci su slabo kontrastni budući da sadrže uglavnom atome lakih elemenata kao što su ugljik, vodik, kisik, dušik itd. Zbog toga, da bi se povećao njihov kontrast, u uzorak se moraju uvesti atomi teških elemenata kao što je to primjerice olovo.

U **skenirajučoj elektronskoj mikroskopiji na** uzorak se projicira uzak snop elektrona koji se pomiče (pretražuje) po njegovoj površini. Pri tome može doći do raspršivanja elektrona na uzorku ili stvaranja tzv. sekundarnih elektrona (elektroni koji se emitiraju s površine uzorka). Ovi raspršeni i sekundarni elektroni se zatim sakupljaju i detektiraju pomoću posebnog elektroničkog uređaja. Pri tome svakom pretraženom dijelu uzorka odgovara jedna točka na ekranu; što veći broj elektrona uređaj detektira, točka je svjetlija. Kako snop elektrona prelazi preko uzorka, na ekranu se stvara slika predmeta sastavljena od mnoštva točaka.“ (Trajković iŠefc, 2017.)

9. POSTUPCI IDENTIFIKACIJE DRVA

9.1.Identifikacija drva usporedbom

Postupak identifikacije drva usporedbom uzorka drva sa slikom iz takozvanih anatomskih atlasa drva jedan je od najčeščih postupaka identifikacije. Anatomski atlasi tako su u identifikaciji kao ekvivalent terenskim vodičima.

Atlasi s dobrim fotografijama korišteni su tako dugi niz godina. Oni izrađeni 1920-ih i 1930-ih još su se koristili 1990-ih. Zadnjih 10 godina porastao je broj novoizrađenih atlasa u odnosu na prošle godine i desetljeća.

Osobito vrijedan atlas je CSIRO Atlas listača koji sadrži preko 1800 različitih vrsta drva sa sva tri presjeka: poprečni, tangentni i radijalni, te mu je namjena bila prijenosna anatomska kolekcija. Sadrži isključivo slike

Podaci u tabličnom obliku naročito su vrijedni za kombinacije značajki korisnih za razlikovanje male skupine blisko povezanih rodova drva te rodove drva koji su slični. (Wheeler i Bass, 1998.)

9.2.Identifikacija drva pomoću dihotomskih ključeva

Dijagnostički ključevi se koriste dugi niz stoljeća u biološkoj identifikaciji. Oni sadržavaju sve bitne karakteristike roda drva koje su bitne u identifikacijite se korisnik njima za vrijeme promatranja odabranog uzorka drva služi kako bi došao do zaključka o kojoj je vrsti, rodu ili porodiciriječ. Polazna točka i redoslijed kojim se značajke iz ključa upotrebljavaju ovise o autoru dihotomskog ključa, tj. predodređeni su njime. Nepoznate činjenice o drvu moraju odgovarati u potpunosti opisanim karakteristikama u ključu jer je to jedini put do identifikacije drva.

Najvažnije obilježje ključa je "konstrukcija" opisanih karakteristika drva pomoću kojih dolazimo do identifikacije. Dobro konstruiran ključ može dovesti do brze identifikacije.

Mnoga nedavna sustavna djela sadrže dihotomske ključeve za identifikaciju drva.

Mnogi stručnjaci koji će prepoznati da je neko drvo pripadnik određene obitelji ili roda će se pozvati na ove ključeve u njihovoj identifikaciji(Wheeler iBass, 1998.)

Ključevi za identifikaciju sadrže karakteristike vrsta i rodova drva sažete u skupine. Pomoću njih se do identifikacije drva dolazi koristeći se danim značajkama u ključu te uspoređujući sa karakteristikama uzorka drva koji promatramo. Neke od karakteristika iz ključeva povezuju skupine rodova te ih čine prepoznatljivima po njima, kao što su smolenice kod četinjača i npr. tile kod listača. Navedene karakteristike obilježje su samo nekih rodova te imaju veliku dijagnostičku važnost. Ostali podaci kojima se dolazi do identiteta drva opisani su uglavnom pojedinačno za svaki rod te se na njima bazira postupak identifikacije. Kao i kod atlasa slika, baze podataka sadrže podatke i iz ključeva te se u računalnom programu unosom značajki i njihovom usporedbom s podacima u bazi podataka također pokušava determinirati promatrani uzorak drva.

9.3.Identifikacija drva pomoću računala

U prvim raspravama o dodiru identifikacije drva s računalom pomognutim programima, bilo je predviđeno da će anatom pristupati velikom računalu s potrebnim bazama podataka na određenome mjestu. Kako je danas upotreba računala svakodnevica, već su organizirani razni projekti za razvoj računalno pomognutim programima identifikacije drva te su mnogi od njih uspjeli. Baze podataka najčešće obuhvaćaju drvo karakteristično za neku regijute podatke uglavnom prema takvoj podjeli i sortiradijeli ih preko papira, diskete ili na internetu.

Dva tipa računalnih projekta identifikacije drva bili su snažno usmjereni podacima korištenjem postojećih ključnih kartica. Jedan je projekt započeo s podacima iz Oxford kartica prikupljenih od Chalk tijekom pripreme 'Anatomije dvosupnica' (Metcalfe i Chalk, 1950) i zabilježeno na marginalno perforiranim karticama koje je razvio Clarke (1938) te se naziva **GUESS program**. Drugi se temelji na višestrukim ključevima koje su razvili Ingle i Dadswell u CSIRO-u, te se prema tome naziva **CSIROID program**.

GUESS program funkcionira kao skupni zadatak, jer se unosi popis stanja znakova**. Neusklađenost je dopuštena**, tako da ne treba biti prepiska 1:1 u znakovima nepoznatog i unosa u bazi podataka. Ako se nazočnost ili odsutnost određene osobine smatra važnim ili nedvosmislenim, prisutnost ili odsutnost te značajke može biti potrebna kao karakteristika predloženih podudaranja iz baze podataka. Ovaj je program koristan za izradu popisa drva koje imaju određeni skup značajki i korisno je za naznačivanje koje se obitelji ili roda može povezati s nepoznatom. Početni "RUN" može (i često) rezultirati dugačkim popisom drva s sličnim značajkama kao što je opisano za nepoznato, ili u bilo kojem podudarnom obliku. Tada je potrebno vratiti se i urediti opis nepoznatog; ako je popis dugačak. tada se mogu dodati još mogućnosti, ili ako nije bilo podudaranja, više se neusklađenosti mogu dopustiti ili se značajke brišu. Program GUESS namjeravao je skratiti proces komparativne identifikacije i usmjeriti korisnika na relevantnu literaturu, bilo to izdanje o određenoj skupini drva ili regionalnih atlasa. GUESS program i OPCN baze podataka korisni su za 'teško identificirati' ili neuobičajeno drvo, npr. drvo čiji je geografski izvor nepoznat ili geološki drevno drvo gdje je prepiska 1:1 neuobičajena vjerojatno zbog evolucijske razlike između fosilnih i postojeće biljke. Međutim, za zajedničko komercijalno drvo u Europi i Sjevernoj Americi, vjerojatno je brže koristiti ključeve u udžbenicima ili usporediti nepoznate ilustracije i opise u atlasima. OPCN baza podataka je najveća te sadrži preko 5000 zapisa o svim značajkama kodiranih istim skupom brojeva značajki potrebnih za identifikaciju drva. Uključuje karakteristike drva iz cijelog svijeta. Postoje i priručnici koji ilustriraju i opisuju navedene značajke, dajunjihovu učestalost u bazama podataka i prijedloge o tome kako koristiti značajke, te priručnik koji opisuje identifikacijski program.

CSIROID program je interaktivan te se istodobno može unijeti jedna ili više značajki. Omogućuje da se može predložiti "najbolja naknadna značajka" koja ukazuje na mogućnosti koje bi mogle biti korisne za uklanjanje karakteristika drva koje su u tom slučaju kao višak informacija te otvoriti brži put prema utvrđivanju identiteta promatranog uzorka drva. Ono što se za ovaj program čini posebno korisnim je i opcija "značajke pomoći" pruža definicije teksta na naslovu značajki, s planiom unošenja slika. Popratne publikacije za CSIRO ključeve su dobro

ilustrirane. Jedan od glavnih problema ovog programa je "učenje značajki" koje se nalaze u ključu, te stoga CSIRO knjige ilustriraju i opisuju ključne značajke do kojih treba doći da bi se drvo identificiralo, dok opcija pomoći na zaslonu rješava taj problem "učenja" za ove ključeve. Program CSIROID **ne dopušta** neusklađenost i tako nema potrebnu odsutnost ili potrebnu prisutnost. To odražava različite razine povjerenja u baze podataka i nešto drugačije ciljeve od GUESS programa. (Wheeler i Bass, 1998.)

Računalni programi za identifikaciju drva sadrže podatke iz atlasa slika i dijagnostičkih ključeva sažete u jednu cjelinu. Unošenjem značajki koje se na nepoznatom drvu uočavaju, u programu se slažu popisi drva vezanih navedenom značajkom, te se tu teže dolazi do identifikacije. Što je broj vrsta drva veći, identifikacija je otežana. U tom slučaju potrebno je navoditi i druge značajke koje će dalje eliminirati vrste drva jer se s njihovim karakteristikama ne podudaraju, te tako "očistiti" popis drva. Za identifikaciju komercijalnih vrsta i rodova bolje se služiti atlasima i ključevima pošto baze podataka sadrže jako puno vrsta drva, samim time i puno informacija. Računalni programi su korisni za drvo koje se teško identificira drugim pomagalima, te za drevno drvo, čije karakteristike se ne podudraju sa današnjim.

10. ZAKLJUČCI

Kako je cilj identifikacije drva što brže i točnije utvrditi o kojoj se vrsti, rodu ili porodici drva radi, potrebno je odrediti kojim metodama rada je to najbolje postići. Proces pripreme uzoraka drva za makroksopsku identifikaciju manje je zahtjevan i brže se provodi. Za nju je dovoljno zarezati malu površinu poprečnog presjeka drva, širine barem jednog goda te na temelju vidljivoga običnim okom ili povećalom po karakteristikama promatranog presjeka, te pomagalima u obliku atlasa slika ili dijagnostičkog ključa doći do identifikacije drva. Mikroskopska identifikacija zahtjeva složeniju opremu. Proces pripreme uzoraka za takvu identifikaciju dogotrajniji je i zahtjeva veću pažnju i preciznost. Suvremenim postupcima, drvo se može identificirati i pomoću računala čije baze podataka sadrže dijagnostičke karakteristike i ilustracije drva određenih zona i regija, no ispostavilo se da je ipak lakši put do identifikacije drva onaj pomoću atlasa slika i dijagnostičkih ključeva.

Na temelju svega moglo bi se zaključiti kako je makroskopska identifikacija češće odabrana vrsta identifikacije, upravo zbog svoje jednostavnosti i primjene. Ta se identifikacija može izvršiti bilo gdje jer su za nju potrebni samo nožić te povećalo ili mjerna lupa uvećanja od 5 do 10 puta.

Mikroskopska identifikacija odabire se samo kod vrsta drva koje su na temelju makroskopskih karakteristika gotovo identične te se samo velikim uvećanjima između njih mogu pronaći karakteristike koje će odrediti kojem rodu, vrsti ili porodici pripada promatrani drvni uzorak drva. Ona se primjenjuje i na uzorke drva na kojima je nemoguće pouzdano makroskopski utvrditi vrstu drva. Primjeri toga mogu se pronaći u identifikaciji drva kulturne baštine (stare drvene kuće, slike, oltari, kipovi i dr.), arheološkog drva, vrste drva u proizvodu od drva (stare drvene grede, vrata, prozori, podovi i sl.). Važno je i istaknuti da je identifikacija drva pomoću mikroskopa najpouzdanija.

11. LITERATURA

1. Čufar K., Zupančić M., 2009: WOOD ANATOMY – INSTRUCTIONS FOR LABORATORY WORK, University of Ljubljana Biotehnical Faculty Depeartment of Wood Science and Technology, ISBN 978-961-6144-27-8

2. Gasson P., Bass P., Wheeler E., 2011: Wood anatomy of CITES-listed tree species, Znanstveni članak, IAWA časopis 155-198-32-1
URL:
https://www.researchgate.net/publication/289168684_Wood_anatomy_of_CITES-listed_tree_species (31.08.2018.)

3. Jambreković V., 2004: Drvne ploče i emisija formaldehida, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb

4. Metcalfe, C.R., L. Chalk. 1950: Anatomy of the dicotyledons. 2 Vol. Clarendon Press, Oxford

5. Prislan P., Čufar K., Krže L., Merela M., Zupančić M. 2009: Uporaba izbranih svetlobno mikroskopskih tehnik za raziskave lesa in skorje, Znanstveni članak, Raziskave in razvoj, Ljubljana

6. Trajković J., Šefc B. 2017: Anatomija drva, Skripta za studente sveučilišnog preddiplomskog studija Drvne tehnologije Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb

7. Wheeler E., Bass P. 1998: Wood Identification – A reviev, Znanstveni članak, IAWA časopis