

**MAŠINSKI FAKULTET
UNIVERZITET U ZENICI**

**SEMINARSKI RAD IZ PREDMETA
«MATERIJALI U PROIZVODNJI»
prof. dr. Nađija Haračić**

**NAUKA O DRVETU
I NJEGOVA PRIMJENA U MAŠINSTVU**

Zenica, decembar 2007.

student: Lučić Mirko

1. UVOD

Iako su uvijek imali veliki značaj u izradi proizvoda materijali su danas često kamen temeljac za uspješan proizvod u našem modernom svijetu visoke tehnologije. Gotovo da se može reći da su materijali kritični limitirajući faktor za postizanje visokih performansi i pouzdanosti koje se zahtijevaju od današnjih proizvoda.

U progresu građevinske tehnike, građevinski materijal se sve više zamjenjuje novim materijalom, ali ipak drvo je zbog svojih dobrih osobina zadržalo važnu ulogu i mjesto i među novim materijalima, te dokazalo svoju sposobnost za upotrebu u mnogim novim savremenim konstrukcijama. Pojedine loše osobine drveta mogu se savremenim sredstvima kakvih u prošlosti nije bilo ukloniti i spriječiti, pa je zbog toga drvo prihvaćeno i kao savremeni građevinski materijal. Drvo je prirodni materijal koji se u tvorevinama građevinske tehnike upotrebljavao od pradavnih vremena do danas, a vjerovatno će se upotrebljavati i u budućnosti.

1.1. Općenito o nauci o drvetu

U disciplini nauka o drvetu svrstana su ona znanja teoretskog i praktičnog znanja o drvetu koja su potrebna da bi se drvo što bolje upoznalo kao supstanca i kao materijal za preradu i upotrebu. Nauka o drvetu sagledava karakteristike drveta putem upoznavanja njegove građe, njegovih osobina, grešaka i upotrebljivosti.

Sam naziv « Nauka o drvetu» je unekoliko nov i on obuhvata gradivo koje se ranije pojavljivalo pod nazivom «Tehnologija i anatomija drveta». Anatomija drveta skraćena je na najmanji obim, koji omogućava pristup i razumijevanje oblasti prepoznavanja drveta i ispitivanja njegovih osobina. naziv « tehnologija drveta» često upotrebljavaju sljedeći autori: A. Ugrenović, F. Kollmann, L. Vorreiter, Tiemann, Brown-Panshin, Lexa- Nečesany i dr.

1.2. Razvoj discipline

Šume predstavljaju značajan faktor u razvoju čovjeka i ljudskog društva uopšte. Slobodno možemo reći da je od postojanja šuma uveliko zavisio i opstanak i napredak ljudskog društva od najdalje prošlosti do danas. Drvo je jedan od prvih materijala za stvaranje upotrebnih predmeta za svakidašnje potrebe. Moglo bi se pretpostaviti da je prije starog kamenog doba bilo «drveno doba», što bi bilo logično s obzirom na jednostavniju upotrebljivost drveta, ali, s obzirom na relativno malu trajnost drveta, nisu se mogli održati dokazi iz tog doba koji bi to potvrdili. Od prvih susreta sa drvetom pračovjek se susreće i sa tehničkim osobinama drveta. Najprije upoznaje izgled i uzrast stabla i osobine krošnje, te se upoznaje sa jačinom i žilavošću grana i sa savitljivošću

odnosno krutošću. Paralelno sa tim upoznaje se sa vrstama drveta i njegovim glavnim osobinama. Sama namjena drveta zahtijevala je i razlikovanje njegovih osobina, tj. koje će se drvo za koje svrhe primjenjivati.

Razvoj zanatstva, a posebno industrije, već je toliko izdiferencirao karakteristike drveta, da se tačno znalo koje vrste ili dijelovi drveta dolaze u obzir da bi se zadovoljile osobine predmeta upotrebe. Znalo se koje su vrste drveta trajnije u upotrebi, koje su vrste dobre za pojedine građevinske svrhe, za zanatstvo, te kako se pojedine vrste ponašaju prilikom prerade, obrade i upotrebe.

Porastom potrebe za drvenim materijalima, dolazilo je s druge strane do sve veće nestašice drveta. tako da je nauka morala da uskladi odnos između mogućnosti šuma, sa zadovoljenjem potreba za drvetom. Prvi pisani naučni i stručni radovi nastaju još u 17. i 18. vijeku. Među poznatim stranim istraživačima možemo spomenuti: N. Grew (1682.), P. Bogner (1861.), H. D. Tiemann (1906.), R. Trendelenburg (1931.), F. Kollmann (1932.), Pereligin (1934.), L. Vorreiter (1943.), Giordano (1951.) i mnogi drugi. A što se tiče domaćih istraživača možemo spomenuti: A. Ugrenović, I. Horvat, J. Hamanović, M. Knežović, R. Benić, A. Karahasanović i dr.

Prva razvojna faza istraživanja trpjela je od nesistematičnosti rada i od različitih metoda istraživanja, što je rezultiralo poteškoćama da se izvršena istraživanja primjenjuju i upoređuju s novim rezultatima. Zbog toga je 1906. u Briselu održan prvi kongres, koji je imao zadatak da unificira metodologiju tehnoloških istraživanja o drvetu. Iste godine je osnovana i Laboratorija za šumske proizvode (Forest Products Laboratory u Medisonu-USA), koja otpočinje svestrana istraživanja standardnih metoda za ispitivanje osobina drveta, a 1930. u Cirihi se formira «Internacionalni savez za ispitivanje materijala» koji radi na unificiranju metodike iz oblasti tehnologije drveta. Sav taj napor koji je uložen na istraživanju metoda za ispitivanje drveta, pokazuje od kolikog je značaja ispravno ocijeniti i kategorisati drvo da bi njegova upotreba i trajnost bili što ekonomičniji i da bi se uz to u najvećoj mjeri ostvarila štednja, racionalizacija i funkcionalnost primjene drveta.

1.3. Cilj, značaj i metod rada nauke o drvetu

Zadatak nauke o drvetu je da nam što temeljitije predstavi drvo sa svim njegovim karakteristikama kako bi ga kao osnovnu sirovinu što potpunije upoznali. Poznavanje svih osobina drveta omogućava nam da se koristimo dobrim i pozitivnim osobinama drveta, a da izbjegnemo, ili ako je moguće eliminiramo negativne osobine

Upoznavajući osobine i greške drveta i poznavajući opšte principe upotrebljivosti drveta u razne svrhe, u mogućnosti smo da preciznije donosimo sud o kvalitetu sastojina čiju masu procjenjujemo prije iskorištavanja. Također, ispitivanje osobina drveta daje putokaz genetičarima i uzgajivačima da vrše pravilan izbor metoda za uzgoj šuma, te da forsiraju rasplodni materijal od onih biljaka koje imaju najbolje tehničke osobine.

Nauka o drvetu ostvaruje svoj zadatak izučavanjem postanka i razvoja vrsta, spoljašnosti stabla, sastava i građe drveta, grešaka drveta i tehničkih osobina drveta. Ova nauka nam također daje upute kako se naučno i praktično ispituje drvo kao materijal da bi se izvršila precizna ocjena njegove vrijednosti i osobina, te da bi se mogla provoditi kontrola kvaliteta drveta i njegovih proizvoda koju nužno traži savremena proizvodnja i industrijska prerada drveta. Još možemo spomenuti da nas ova nauka uči koje su to osobine svrstane pod naziv «tehničke osobine», kako se te osobine razvrstavaju, kako se ocjenjuju ili izražavaju, te od čega zavise pojedine osobine. Rezimirajući tako sva saznanja o drvetu, ova nauka nam pokazuje karakteristike po kojima cijenimo kojoj namjeni pojedina vrsta drveta najbolje odgovara.

Najvažnija savremena djela u užoj i široj oblasti tehnologije drveta i njihovi autori imaju različite poglede na sadržaj, obim i raspored gradiva za ovu disciplinu. Pojedini autori čisto tehnički posmatraju i proučavaju drvo, dok drugi to rade čisto biološki. Zbog toga ćemo dati primjere kakav je raspored gradiva tehnologije drveta kod nekih važnijih savremenih autora:

F. Kollmann: Technologie des Holzes – Berlin 1951.

- *anatomija i patologija drveta,*
- *hemijski sastav drveta,*
- *fizičke osobine drveta,*
- *elastičnost i čvrstoća drveta i proizvoda od drveta.*

L. Vorreiter: Holztechnologisches Handbuch – Wien 1949.

- *anatomska građa drveta,*
- *izgled i spoljašnje osobine drveta,*
- *fizičke osobine drveta,*
- *osobine čvrstoće drveta,*
- *hemijski sastav i osobine drveta,*
- *trajnost i štetnici drveta.*

R. Trendelenburg: Das Holz als Rohstoff – München 1955.

- *drvo kao biljno tkivo,*
- *sastav drveta,*
- *drvo kao porozno tijelo,*
- *volumna težina drveta,*
- *godovi i građa drveta.*

Pereljgin L. M.: Drevesinovedenie. Goslesbumizdat 1963.

- *mikroskopska građa drveta i kore,*
- *hemijske, fizičke i mehaničke osobine drveta,*
- *uticaj raznih faktora na fizičko-mehaničke osobine drveta,*
- *greške drveta,*
- *trajnost i zaštita drveta,*
- *osobine i upotrebljivost drveta šumskih vrsta bivše SSSR*

A. Ugrenović: Tehnologija drveta – Zagreb 1950.

- *spoljašnjost stabla,*
- *unutrašnjost drveta,*
- *kemizam drveta,*
- *tehnička svojstva drveta,*
- *greške drveta,*
- *kvalitet sastojina,*
- *naučna istraživanja tehničkih svojstava drveta,*
- *vrste drveta i njihova upotreba.*

Posmatranje drveta sa tehničkog stanovišta je posmatranje i ispitivanje tehničkih osobina drveta kao građevinskog materijala, bez ulaženja u osvjetljavanje uzročnosti između osobina i građe. Predstavnik tehničkog posmatranja drveta je F. Kollmann i donekle Vorreiter, dok se Trendelenburg pretežno orijentisao na biološko proučavanje drveta. Za A. Ugrenovića bi mogli reći da tretira drvo kao supstancu sa biološko-tehničkog stajališta. Ovo stajalište proučava drvo kao materijal i sirovinu tehničkim metodama, uz osvjetljavanje uzročne veze između građe drveta kao proizvoda, cijelog spleta činilaca – zakona nasljeđivanja, staništa, klime, fizioloških, bioloških i mehaničkih upliva itd.

2. ŠUME I DRVEĆE KAO IZVORI SIROVINA

2.1. Klasifikacija drveća

Pod drvenim rastinjem podrazumijevamo one odrvenjele biljke koje rastinjem i odrvenjavanjem formiraju stabla ili grmove. Od dosad poznatih preko 300.000 vrsta biljaka, detaljnije je obrađeno oko 60.000 vrsta, a taj se broj svakodnevno dopunjava i povećava. U ovladavanju ovim znanjima značajnu ulogu ima sistematika, koja kao nauka treba da nam pruži najprihvatljiviji pregled biljnih vrsta, grupisanih po određenim karakteristikama i srodnostima. Danas se biljni svijet najčešće dijeli na dvije grupe: Thallophyta ili niže biljke i Cormophyta ili više biljke odnosno stablašice. Za nas je značajnija ova druga grupa, koja se dijeli na Gymnospermae i Angiospermae.

- **Gymnospermae** (golosjemenjače) – u ovu skupinu pripada za nas veoma zanimljiva klasa Coniferae (četinari). Oni stvaraju drveće i grmlje najčešće zelenih listova čije je drvo izgrađeno iz jasnih godišnjih prirasta, koje nazivamo godovima. Četinari su nastali još u permu i glavni su sastojak fosilne flore – proste građe i sastavljeno je pretežno iz jedne vrste ćelija – traheida, koje služe i kao mehanički i kao proizvodni elementi građe. Danas živi nekoliko stotina vrsta četinara, uglavnom u umjerenoj i hladnoj zoni sjeverne hemisfere. Drvo četinara je veoma široke primjene.

- **Angiospermae** (skrivenosjemenjače) – ova skupina je mnogo mlađeg porijekla, čija je građa komplikovanija, jer su se kod njih razvijali specijalizovani elementi građe drveta. One su nastale u mlađim geološkim periodima, i to prvo Monocotyledonae, a kasnije u kredi i terciju Dicotyledonae.

Monocotyledonae (jednosupnice) koje ne izgrađuju drvo u našem smislu riječi, jer njihova provodna tkiva nisu prstenasto raspoređena po godovima, već se nalaze nepravilno raspoređena po poprečnom presjeku. One nisu bogate vrstama. Poznati su bambusi, koji u bešumnim regijama zamjenjuju drvo, i palme, čije je drvo veoma teško za preradu.

Dicotyledonae (dvosupnice) su grupacija u koju spada obilje vrsta lišćara u umjerenoj i tropskoj zoni. One kao i četinari prirastaju putem tvornog tkiva kambijuma, koji na unutrašnjoj strani stvara drvo, a na vanjskoj živu koru – liko. Lišćari imaju pljosnato lišće koje je uglavnom listopadno, ali ima i onih vrsta koje su uvijek zelene.

2.2. Prva pojava drveća na zemlji

Drvo je najizrazitiji predstavnik kopnene flore i ono se pojavljuje već u najstarijoj prošlosti naše zemlje u obliku drvolikih paprati. Tokom geoloških perioda koji su bili pod raznim klimatskim uslovima, pojavljivali su se i nestajali mnogi rodovi i vrste drveća.

Četinari se javljaju na kraju paleozoika, a najveći uspon dostižu u mezozoiku. Posljednji period u razvijanju biljnog svijeta označen je intenzivnom pojavom skrivenosjemenjača, koje se javljaju u tercijaru. U ovom razdoblju u Evropi su vladale znatno povoljnije klimatske prilike, te je zbog toga velik broj našeg listopadnog drveća dopirao i u polarne krajeve, dok su u našim područjima rasli predstavnici tropskih i suptropskih šuma. Sa postepenim zahlađivanjem i pogoršanjem vremenskih uslova dolazi i do mijenjanja biljnog pokrivača. Kada je na kraju tercijara došlo do jakog zahlađenja, tj. do pojave ledenog doba početkom kvartara, vrste drveća koje su bile prilagođene toplijoj klimi počele su uzmicati prema jugu, gdje su još mogle naći uslove života.

2.3. Geografska slika drveća na zemlji

Rasprostranjenost drveća na zemlji rezultat je velikog broja uticaja istorijske i ekološke prirode. Danas su velike površine zemlje pogodne za rast drveća, ali izvan tih površina skoro da i nema šuma ili se pojavljuju veoma malo, tj. tamo gdje mogu naći uslove za svoj rast (npr. oaze u pustinjama). Velike količine šuma su nestale pod uticajem čovjeka, sjećom, da bi dobio pašnjake, poljoprivredne površine i prostor za naselja. Postoje tri značajne klimatske granice iznad kojih se ne razvija drveće, a to su:

1. **Polarna granica** – uvjetovana je kratkim vegetacionim periodom, niskim godišnjim temperaturama, te niskim temperaturama u toku vegetacionog perioda. Ova granica u znatnoj mjeri ovisi i od okeanskog i kontinentalnog karaktera klime. Polarnu granicu šume sačinjava crnogorica, a od lišćara prisutni su breza i neke vrbe.

2. **Planinska ili alpska granica** – također je uvjetovana kratkim vegetacionim periodima i niskim temperaturama. I ovu granicu čine uglavnom četinari. U Evropi, planinska granica šume je najviše u centralnim Alpama, a na masivima sjeverne i Južne Amerike ova granica se nalazi između 3000 i 5000 metara.

3. **Pustinjsko-stepska granica** – ova granica uvjetovana je suhom kontinentalnom klimom. Javlja se u tropima i u umjerenim krajevima, gdje je godišnja količina oborina ispod minimuma potrebnog za rast drveća. U pustinjama i stepama drveće će se naći u oazama, dolinama rijeka i visokim planinama, ili samo u obliku specifičnog rastinja.

Razne oblike šuma možemo svrstati u sljedećih pet glavnih skupina:

1. Tropske i suptropske šume

Zovu se još i kišne šume, jer rastu u područjima koja obiluju padalinama tokom cijele godine, gotovo svakodnevno. Te padaline se kreću između 2000 i 4000 mm godišnje, a u nekim područjima one dostižu i 10000 mm (Kamerun, Havaji). Relativna vlažnost u ovim područjima je veoma visoka, a srednje godišnje temperature se kreću između 20 i 25° C. Tropske šume su najbujniji vegetacioni tip na zemlji i obiluju raznim vrstama drveća, čiji broj dostiže i nekoliko stotina. Karakteristike ovih formacija su

uvijek zeleni lišćari, lijane i bogato raslinje. Na većim prostranstvima javljaju se u Africi, Centralnoj i Južnoj Americi. Veliki broj vrsta drveća ovih šuma je slabo cijenjen u industriji, ali ipak tu se nalaze neke dragocjene vrste iz kojih se izrađuju plemeniti furniri (mahagonij, ebanovina, palisander, te drvo balza koje je neobično lako). Najvažnije vrste drveta su: eukaliptus, cedrovi, palisander, ebanovina, mahagonij, makore.

2. Monsunske šume

Ove šume se prostiru u područjima koja se nalaze pod uticajem vjetrova monsun. Još se zovu i *zimi zelene šume*. Ova područja imaju dva karakteristična godišnja doba, od kojih je prvi ljetni, suhi period, u kojem zbog nedostatka vlage, drvo odbacuje list. Drugi period je kišni, odnosno zimski. U ovom periodu drveće je ozelenjeno i vegetacija je iznimno bogata. Posebna karakteristika ovih formacija je pojava palmi i bambusa. Ove šume nalaze se u džunglama Burme, Laosa, Tajlanda, Vijetnama i u Indoneziji. Najvažnije vrste drveta su: tikovina, palisander, akacije, limba, palma, borovi.

3. Lovorove šume

Ovaj oblik šuma nalazi se u područjima koja se odlikuju vrućim i suhim ljetima i blagim zimama koje su bogate padalinama. Najveća rasprostranjenost ovog tipa šuma nalazi se u obalnom području Sredozemnog mora, Australiji, Kaliforniji i Čileu. Najvažnije vrste su: lovor, čempres, maslina, borovi, eukaliptus itd.

4. Ljeti zelene šume lišćara

U područjima koja se odlikuju hladnim zimama koje obiluju oborinama, te umjereno toplim ljetima, nalazimo šume lišćara. One su ljeti zelene, a zimi im opadne list zbog niskih temperatura u kojima se ne može odvijati proces transpiracije, tj. uzimanja vode sa mineralnim supstancama iz tla. Ovaj proces se ne može odvijati iz razloga što je veoma hladno i voda je u čvrstom stanju u tlu. Ljetne temperature se kreću između 15 i 25° C, a zimi dostižu i do -5° C. Godišnje količine padalina se kreću između 600 i 1300 mm. Ove šume se uglavnom nalaze u sjevernoj hemisferi i najpoznatije vrste su: hrast, bukva, javor, jesen, brijest, breza, kesten, lipa itd.

5. Šume četinara

Četinari su rasprostranjeni uglavnom na hladnim područjima sjeverne hemisfere, a kod nas se javljaju na većim nadmorskim visinama, koje se odlikuju izrazito hladnim zimama. Najveće područje ovih šuma nalazi se u sibirskim tajgama (dužinom od 5000 km i širinom od 1000 km). Najznačajnije vrste ovih šuma u sjevernim predjelima su smrča, sibirski ariš, bijeli bor, evropski ariš, limba, dok na jugu, na većim nadmorskim visinama nalazimo jelu.

3. DRVO KAO ŽIVA I MRTVA SUPSTANCA

Drvo u našem jeziku je zajednički termin za mnoge pojmove i stanja drvenaste supstance, čak i za one koje u stranim zemljama imaju poseban termin. Drvenaste biljke su vaskularne, one su trajne i sastoje se iz podzemnog i nadzemnog dijela. Drveće raste u dva smjera, i to uzdužno (visinski rast) i poprečno (debljanjem). Drvenaste biljke možemo svrstati u tri skupine:

a) *drvenaste povijuše* – oblik biljaka čije stabljike ne mogu samostalno stajati nego se povijaju oko drugih nosača (lijane, vinova loza).

b) *grmovi* – biljke koje ne stvaraju deblo kao centralni nosač već iz korijena pružaju više stabljika koje najčešće stvaraju prizemnu krošnju.

c) *drveće* – pravo drveće u tehnološkom smislu su drvenaste biljke koje počevši od korijena stvaraju centralni stub, tj. deblo kao nosač krošnje.

3.1. Stablo

Kompletna jedinka iz bilo koje grupacije drveća se u struci označava kao stablo. Stablo je uži termin za stojeće drvo sa svim svojim podzemnim i nadzemnim dijelovima. Izgled stabla je uslovljen naročito karakteristikama debla, krošnje i kore, po čemu se često može određivati i vrsta drveta. Uzimajući u obzir uslove života stabala, možemo izdvojiti dva tipična izgleda, bez obzira o kojim se vrstama radilo.

Prvi tipičan izgled stabla nastaje ako ono raste iz gustog sklopa visoke jednodobne šume. Ovakvo stablo je dobivalo neophodnu svjetlost odozgor i samim tim je težilo visokom rastu, razvijajući tako malu i visokonasađenu krošnju. Zbog međusobne zaszene i zaštite ova stabla nisu imali naročite potrebe za razvijanjem žilišta, a grane na nižim regijama debla nisu imale uslove za razvoj. Ova stabla spadaju u elitnu grupu, koja u svojoj zrelosti daju najveći udio i najkvalitetniju drvenu masu debla.

Drugi tipičan izgled imaju stabla sa osamica. Suprotan je izgledu stabala prvog tipa. Ona su morala razvijati žilište, jer su izložena stalnim nasrtajima vjetra, a velika količina svjetlosti sa svih strana razlog je jakom razvoju krošnje, koja je zbog toga spuštena nisko na deblu.

Sve naše važnije vrste drveća mogu se grupisati u četiri kategorije:

I kategorija - od 30-40 m visine: smrča, jela, ariš, bor obični, hrast lužnjak, hrast kitnjak, bukva, brijest, jasen, javor, lipa i topola.

II kategorija – od 20-30 m visine: omorika, bor crni, hrast sladun, kesten, grab, breza, joha, jasika, bagrem i vrba.

III kategorija – od 10-20 m visine: munika, jabuka, kruška, trešnja, hrast medunac, oskoruša, brekinja, jarebika, sremza, klen, koprivić i tisa.

IV kategorija – 5-10 m visine: borovnica, medvjeda lijeska, mukinja, rašeljka, negnjil i crni jasen, a ispod 5 m su stabalca i grmovi.

Također možemo spomenuti i neke zanimljive podatke koji su poznati iz literature, a to su najveće starosti, najveće visine i promjeri drveća. Pa tako najveću starost ima cedar (7000 godina), baobab (5000 godina), čempres (4000 godina), najveću poznatu visinu ima eukaliptus (120 m), mamutovac (120m), jela (70 m), a što se tiče promjera možemo spomenuti čempres (12 m), mamutovac (11 m), baobab (9,5 m), lipa (9 m).

Stablo se sastoji iz podzemnog i nadzemnog dijela. Podzemni dio stabla je korijen sa žilama i žilicama, dok nadzemni dio čini panj, žilište, deblo, krošnja i kora. Svaki od ovih dijelova ima svoje funkcije u životu stabla.

Korijen

Korijen sa žilama i žilicama je podzemni dio stabla koji služi mehaničkim i fiziološkim funkcijama, tj. učvršćenju stabla u tlu i crpljenju vode i minerala iz tla. Neke vrste drveta razvijaju površinsko korijenje, dok druge vrste pružaju duboko žilu. Korijen nema veliki značaj za preradu, te se uglavnom ostavlja u tlu zajedno sa panjem da prirodno propadnu. Jedino se iskorištavaju dijelovi korijena nekih vrsta, npr. korijen starijih orahovih stabala u furnirskim trupcima i korijen borovih stabala za ekstrakciju smole. Također u nekim područjima korijen se vadi i kao ogrjevni materijal. U drvnoj masi stabla korijen zauzima oko 10-20% zapremine.

Panj

Panj je donji dio debla koji čini prijelaz između korijena i debla, koji nakon sječe stabla ostaje na zemlji. Iako je drvo panja približno iste građe kao i ostalo drvo, ipak su mu u pravilu osobine manje povoljne za preradu i obradu. Za iskorištavanje panja vrijedi isto što je rečeno i za korijen.

Žilište

Žilište je donji dio debla koji predstavlja prijelaz između korijena i debla, ali za razliku od panja ono je sastavni dio prvog trupca. Anatomski gledano nema bitnih razlika između žilišta i ostalog dijela debla, pa se i ne može postaviti precizna granica između njih. Zbog svoje teksture i nepravilnog toka vlakanaca, taj dio u sastavu trupca može da ima veću ili manju vrijednost od ostalog dijela trupca, što i standardi uzimaju u obzir.

Deblo

Deblo je centralni nosač na kome se formira krošnja. Uglavnom je cilindričnog oblika, ali sa nizom osobina i karakteristika. Sa tehnološko-komercijalnog stanovišta deblo je i po ukupnoj masi i po kvalitetu najvažniji dio stabla. Kvalitet debla se može utvrđivati na razne načine, ali najčešće se to radi putem određivanja njegove tri osobine:

a) Čistoća debla – granica do koje se mjeri čisto deblo je dužina od prereza na panju pa do prve jače žive grane koja je u sastavu krošnje. Ova dužina daje apsolutnu dužinu izraženu u metrima i decimetrima (Hč). Za opšta ocjenjivanja ove osobine služi mjera koja se naziva koeficijent čistoće (Kč). Izračunava se odnosom između dužine čistog debla i totalne visine stabla (Hs). Čistoća debla je veoma značajna osobina za kvalitet proizvoda.

b) Jedrina - osobina debla da je što sličnije obliku cilindra naziva se jedrina ili punodrvnost. Ovu osobina nije jednako izražena na svim njegovim dijelovima u cjelini. Najveća jedrina je na srednjim dijelovima, a smanjuje se na nižim i višim dijelovima. Što je jedrina trupca bolja to ima manje otpadaka i proizvod je kvalitetniji.

c) Pravnost – osobina debla da njegova geometrijska osovina bude što bliža pravoj liniji naziva se pravnost. Drvo u prirodi veoma rijetko zadovoljava ovaj uslov, te je ono uglavnom zakrivljeno (u jednoj ravni) ili krivo (u više ravni). Zakrivljenost je ujedno i manja greška, dok je krivost može totalno onemogućiti preradu.

Od navedenih osobina zavisi i usmjeravanje i prerada sirovine (npr. furnir, pragovi, rezanje). Izrađeni sortimenti iz debla nazivaju se zajedničkim izrazom deblovina.

Krošnja

Krošnjom nazivamo kompleks živih grana i grančica koje su izrasle iz debla i čine jednu cjelinu. Pojedinačne grane na deblu koje nisu u sastavu cjeline, ne spadaju u krošnju. Krošnja je od posebnog značaja za fiziološke funkcije, dok tehnološki gledano od značaja su samo krupnije grane. Karakteristična je po debljini grana, po kutu inercije grana i po njihovom razmještaju.

Kora

Kora je vanjski zaštitni omotač oko drveta. Ona se sastoji iz unutrašnjeg, živog sloja (lika) i vanjskog, mrtvog sloja (lub). Kora može biti specifična po boji, reljefu, ljuspanju, tvrdoći i debljini. Kod nekih vrsta kora se iskorištava u industrijske svrhe (npr. izrada pluta od hrasta plutnjaka). Debljina kore se povećava sa starošću. Specifično je još da neke vrste zadržavaju duže vrijeme glatku koru (grab, bukva, jasen, breza), dok se ona kod nekih vrsta već u ranoj mladosti brazda (ariš, bagrem, hrast).

3.2. Modifikacije vida stabla

Pod modifikacijama vida stabla podrazumijevamo sva odstupanja od normalnog izgleda stabla. Modifikacije su izazvane vanjskim uticajima sredine u kojoj stablo živi, ali ima i onih nasljednih ili stečenih osobina. Najčešći i najznačajniji su uticaji prirodnih činilaca, a zatim dolaze oštećenja od čovjeka i od životinja (stoke i dr.).

Među najvažnije prirodne uticaje ubrajamo djelovanje staništa kojemu je podložna svaka vrsta drveta. Pa tako možemo spomenuti da na velikim nadmorskim visinama uslijed djelovanja vjetra i pod pritiskom snijega dolazi do modifikacije koju nazivamo *klekovina*. Tipičan predstavnik ovakve modifikacije je bor krivulj, nazvan i klekovina. Također možemo spomenuti i djelovanje vjetra na morskim obalama, koji nosi čestice pijeska i soli i tako djeluje na mlade biljke, izazivajući tako modifikaciju *zmijastog* vida. Vjetrovi velike snage djeluju na grane tako da ih zakrive u pravcu djelovanja ili ih čak lome, uslijed čega dolazi do modifikacije zvane *barjak*. Što se tiče svjetlosti, ona omogućava jači razvoj grana na strani koja je osvjetljena. Modifikacije se također javljaju uslijed djelovanja snijega koji pod svojom težinom lomi krošnje ili pak na strmim padinama on svojim klizanjem izaziva modifikaciju zvanu *saoničast* rast. Još možemo spomenuti i led koji u poplavnim područjima obuhvati mlada stabla.

Djelovanjem čovjeka na stablo, recimo kada mu je potrebno tanko šibljie ili odsijecanjem vrha, javljaju se modifikacije zvane *šubarak* ili *bajonet*. Stoka djeluje na stabla brstjenjem na pašnjacima i tako onemogućava rast i stvara se grm.

Također možemo spomenuti još neke promjene na stablu, kao što je uvijenost, što je posljedica usamljenosti drveta izloženog vremenskim nepogodama. Ovakvo drvo nije za građevinsku upotrebu. Uslijed izloženosti suncu javljaju se su sunčane pukotine, tj. na sunčanoj strani iz drveta voda ispari pa se ono skuplja i puca. Ove pukotine su poduže i pružaju se sve do jezgre. Još se javljaju i pukotine od mraza koje nastaju od zaleđene vode u stablu. Led se širi i dolazi do pucanja. Pukotine također nastaju i od naglog sušenja i one se pružaju od jezgre prema kori. Od promjena na stablu možemo spomenuti i urasline koje se javljaju kao posljedica udara, zasijecanja, životinjskim glodanjem i sl., što izaziva trulenje. Do truleži dolazi i djelovanjem gljivica, što dovodi do potpune truleži.

3.3. Oblici sirovina

Posmatrajući bilo koje stablo sa njegovim podzemnim i nadzemnim dijelovima, možemo uočiti više različitih vrsta sirovina koje su u njemu sadržane: korijen, panjevina, deblovina, krupna i sitna granjevina. Sirovine koje se nakon sječe i izrade pojavljuju na tržištu dolaze u raznim oblicima, koji se nazivaju sortimenti šumskih proizvoda. Ovi sortimenti imaju niz karakteristika: vrsta drveta, oblik poprečnog presjeka, dimenzije, način izrade, kvalitet. Oblik poprečnog presjeka može biti krug (oblo drvo), pravougaonik (tesano drvo), mnogougaonik (pragovi), kao i drugi oblici (flič, planson, veslo). Po načinu izrade imamo tri grupe: oblo drvo, tesano drvo i cijepano drvo. Dok prema namjeni možemo izdvojiti neke glavne grupacije: tehničko drvo, drvo za hemijsku preradu i drvo za toplinsku energiju.

Oblo drvo - drvo koje se izrađuje iz oborenih stabala samo poprečnim prerezivanjem i odsijecanjem grana. Kod nekih sortimenata dolazi do skidanja kore (kod četinarara), kod nekih do prstenovanja (radi mjerenja promjera), a neki ostaju sa korom (uglavnom lišćari). Oblo drvo može služiti za dalju preradu (trupci za furnir, trupci za ljuštenje, za rezanje, trupci za šibice, za rezonans drvo, za pragove ili trupci za olovke) ili za neposrednu upotrebu (jarboli, piloti, stupovi za vodovode, rudničko drvo, obla kriva brodska građa, štapovi, motke).

Tesano drvo – ono se tehnikom tesanja oslobađa potpuno ili djelomično prirodne obline i dobiva razne oblike poprečnog presjeka. Glavni sortimenti ovog drveta su: greda i gredice; flič, planson i vančes; poligonalno tesano drvo; željeznički pragovi i skretnička građa; tesana građa za brodove; vesla i dr.

Cijepano drvo – dobiva se tehnikom cijepanja, te se direktno koristi ili se doraduje. Među glavne cijepane sortimente spadaju: dužice za bačve; šindra i šimla za krovove; cjepanice – tehničke, celulozne i ogrjevno drvo.

4. GRAĐA I SASTAV DRVETA

Drveće koje nastanjuje naša područja raste u visinu i debljinu. Taj istovremeni rast u visinu i debljinu, za razliku od palmi, bambusa i jednogodišnjih biljaka, najbolje se može okarakterisati formiranjem kompletno novog sloja drveta, kao omotača oko cijelog stabla zajedno sa granama, kojeg nazivamo godišnji prirast ili god. Na osnovu ovakvog mehanizma rasta, moguće je na presjeku drveta, brojanjem godova odrediti približnu starost stabla, dok je po karakteristikama godova moguće zaključiti o uslovima života u određenoj dobi i približno o osobinama drveta. S obzirom na ovakav tok života i rasta, kod debla imamo karakteristične smjerove i presjeke, a to su:

- aksijalni ili longitudinalni smjer – ravan koja okomito presijeca ovaj smjer daje poprečni (čeonni ili frontalni) presjek.
- radijalni smjer – ravan koja deblo siječe aksijalno u radijalnom smjeru, daje radijalni presjek.
- tangencijalni smjer – ravan koja deblo siječe aksijalno u tangencijalnom smjeru, daje tangencijalni presjek.

Građu drveta možemo podijeliti na makroskopsku građu, mikroskopsku i submikroskopsku građu drveta.

- **Makroskopska** građa drveta – ovdje svrstavamo one karakteristike koje su vidljive golim okom, a manifestacija su unutrašnje građe drveta. Makroskopske karakteristike drveta nam služe za determinaciju vrsta drveta, te za ocjenjivanje i određivanje određenih osobina drveta. Presijecanjem drveta poprečnim, radijalnim ili tangencijalnim presjekom otvaramo njegovu unutrašnjost i time na presjecima uočavamo veći ili manji broj različitih dijelova drveta. Najvažniji karakteristični dijelovi su:

- Godovi – svake godine starosti izgrađuju se na ranije stvorene godove. Vide se kao koncentrični krugovi na poprečnom presjeku, na radijalnom presjeku su kao aksijalne paralelne linije, dok su na tangencijalnom presjeku vide kao parabole.
- Srčika i bjeljika – pojava da neke vrste drveta imaju unutrašnji (stariji) dio drveta tamnije boje – srž, jedro, a periferni (mlađi) dio svjetlije boje – bjel, bakulja.
- Drvni traci – su poprečna tkiva koja živu koru spajaju sa godom u kome su nastali.

- **Mikroskopska** građa drveta – svaka biljka ne samo da se obrazuje od ćelije nego se i u svim svojim dijelovima sastoji iz ćelija koje se po određenim procesima množe, slažu, metamorfoziraju i poprimaju razne oblike i funkcije u jednom složenom organizmu. Osnovni element građe drveta, tj. ćeliju, direktno ili indirektno proizvodi kambij. Primarne ćelije su uglavnom nepravilnog rasporeda, dok su sekundarne pravilno raspoređene. Elementi građe drveta su: parenhim, traheje, traheide, vlaknaste traheide i vlakanca, te razne modifikacije i prelazni oblici između parenhima, vlakanca i traheida.

Drvo četinara je jednostavnije građe i sastoji se uglavnom iz traheida (specijalni oblik izduženih ćelija) i parenhima (imaju oblik cigle), dok je drvo lišćara kompleksnije izgrađeno, i u njemu su barem tri vrste ćelija.

Elementi građe drveta formiraju skupove funkcionalno izgrađenih sistema koje nazivamo tkivima. Po smjerovima protezanja tkiva dijelimo na aksijalni (uzdužni) sistem i radijalni (poprečni) sistem. Postoje razne vrste tkiva, kao što su: sprovodna tkiva (sprovode vodu, biljni sok i asimilate), mehanička tkiva (služe pri izgradnji čvrstoće drveta), tkiva za skladištenje rezervnih tvari, tkiva za lučenje, zaštitna tkiva i dr.

- **Submikroskopska** građa drveta – struktura samih membrana, odnosno zidova ćelija, u stvari, predstavlja prijelaz i kombinaciju hemizma i mikroskopski vidljivih sastavnih dijelova drveta. Ova submikroskopska građa, kako je danas nauka vidi, rezultat je dugotrajnih istraživanja biohemijskim metodama, hemijskim, rendgenospektroskopskim i polarizaciono-optičkim metodama.

4.1. Hemijski sastav drveta

Drvo je organska supstanca, koja se stvara životnom aktivnošću biljke tokom veoma dugog vremenskog perioda. Tokom ovog perioda drvo se nalazi pod raznim uticajima sredine, koji se ogledaju u sastavu građe drveta i rezultiraju kao specifičnosti svake pojedine vrste drveta.

Drvo koje se koristi u građevinarstvu (posječeno drvo) u najvećim se procentima sastoji od celuloze, a to je visokomolekularni ugljik čiji se sastav može prikazati formulom $(C_6H_{10}O_5)_n$, a koja se odlikuje vrlo složenom građom makromolekula. Pored celuloze u sastav drveta ulaze i druge supstance kao što su: lingnin, smole, ulja, škrob, tanin, voda i dr. Zastupljenost navedenih supstanci je približno sljedeća: celuloza i lingnin do 80%, voda (hemijskim vezama) oko 17%, dok su smole, ulja, škrob i tanin otprilike 3%. Prosječan sadržaj pojedinih hemijskih elemenata u apsolutno suhom drvetu svih vrsta je sljedeći: ugljik 49%, kisik i dušik 44%, vodik 6%, i kalcijum u obliku mineralnih soli 1%.

5. TEHNIČKE OSOBINE DRVETA

Tehničke osobine drveta su pokazatelji koji karakterišu drvo kao materijal za preradu, obradu, i upotrebu. Drvo nije moguće jednostavno kategorisati, niti prostim mjerilima prikazati njegove osobine, nego je nužno, širim prikazom osobina, davati njegove karakteristike. Izražena potreba kategorisanja drveta radi njegove raznovrsne primjene iziskuje vrlo različito ispitivanje velikog broja osobina. Za normalnu široku upotrebu, drvo karakterišemo na osnovu četiri glavne grupe osobina: estetske, fizičke, mehaničke i upotrebne osobine.

Estetske osobine

Osobine koje su zapažene vidom, dodirrom i mirisom. U ove osobine spadaju; *boja* ona je prirodni ton drveta, vidljiva je prilikom obrade i zavisi od anatomske građe drveta i hemijskog sastava; *tekstura* – izgled obrađene površine drveta, zavisi od načina obrade i da li je drvo glatko, fino ili hrapavo; *sjaj* – osobina odbijanja svjetlosti, a zavisi od obrade i građe drveta; *miris* – ova osobina zavisi od teksture, što je drvo homogenije to je i finije. Prirodne estetske osobine drveta zadržavaju visoko cijenjeno mjesto u umjetnosti, npr. u tokarstvu, u izrađivanju intarzija i u kiparstvu. Međutim u širokoj i masovnoj upotrebi prirodne estetske osobine sve više gube pravi značaj jer ih zamjenjuju uspješne tehničke intervencije površinske obrade.

Fizičke osobine

U fizičke osobine drveta se ubrajaju one koje karakterišu drvo kao fizičko tijelo, a dolaze do izražaja u njegovoj interakciji sa okolinom. Ove osobine su zavisne od prirodnih sila (zemljine teže, protoka vode kroz drvo, zrak, toplota, elektricitet, svjetlost i dr.). Neke od glavnih fizičkih osobina za drvo su zapreminska masa, poroznost i vlažnost drveta.

a) Zapreminska masa – pod ovom masom drveta podrazumijeva se masa jedinice zapremine drveta sa porama. JUS D.A1.044/79 predviđa utvrđivanje zapreminskih masa drveta u prosušenom i suhom stanju, te nazivnu zapreminsku masu, što je opravdano za komercijalne potrebe i praksu. Na formiranje zapreminske mase drveta djelovali su razni uticaji koji su uslovljavali izgradnju zbijenijeg ili rastresitijeg drveta, koji su stvarali debelozidne ili tankozidne anatomske elemente drveta, šire ili uže godove, te ako se tome dodaju greške drveta i fiziološke pojave osržavanja i zasmoljavanja, dolazimo do raznih uticajnih faktora koji rezultiraju određenom zapreminskom masom drveta. Zbog uticaja vlage, zapreminska masa drveta se određuje u stanju suhoće ili stanju standarde vlažnosti (po JUS-u 12%). Također još možemo spomenuti i određivanje zapreminske mase kod čiste drvene supstance, kod prirodnog drveta sa porama, kod napojenog drveta, kod prosušenog, sirovog i provelog (drvo koje nakon sječe neko vrijeme odleži u šumi) drveta.

b) Poroznost drveta – osobina da razne vrste drveta pa i razni dijelovi jednog istog drveta imaju u strukturi različit udio šupljina, a time i različitu gustoću, čini drvo specifičnom supstancom i dovodi do velikih međusobnih razlika kod raznih vrsta drveta. Ovom osobinom se drvo bitno razlikuje od homogenih materijala (metal, staklo i sl.). Poroznost je drvetu neophodna, jer se drvo u toku svog života izgrađuje kao živa supstanca u kojoj svuda moraju postojati prostori i šupljine radi njegovih životnih funkcija. Poroznost je odnos između ukupne zapremine pora prema zapremini drveta. Izražena je u procentima i čini oko 55-75% zapremine drveta.

c) Vlažnost drveta – veoma je promjenljiva i ima velik uticaj na mehaničke osobine drveta. Izražena je u procentima, a izračunava se pomoću formule $n = (G_0 - G) / G \times 100\%$, gdje je G_0 težina drveta prije sušenja, a G je težina poslije sušenja. Uzima se prosjek iz tri kontrole mjerenja i to na svakih 20 m³ primjene građe. Imamo četiri vrste vlažnosti: svježe odsječeno (neograničena vlažnost), polusuho (sa max. 30% vlage), vazdušno suho (sa max. 20% vlage) i suho (sa max. 17% vlage). Možemo spomenuti da se za krovne konstrukcije koristi drvo sa 13-17% vlage, sušeno na vazduhu, ili 10-12% vlage, sušeno vještački.

Osim ovih glavnih osobina drveta možemo još spomenuti i neke druge osobine:

- *skupljanje drveta* - što je posljedica sušenja drveta u pravcu vlakana 0,1- 0,35%, zatim radijalno 2-8,5% i tangencijalno od 4-14%, ukupno smanjenje se kreće od 7-21%.
- *provodljivost toplote* – drvo je slab provodnik toplote, tj. dobar je izolator, zavisi od procenta vlažnosti i pravca provodnosti od pravca vlakana. koeficijent provodnosti četinaru je 0,15%.
- *težina drveta* – zavisi od specifične težine, zapremine i šupljina, te uslova rasta.

Mehaničke osobine

Mehaničke osobine drveta su njegove najvažnije osobine, pošto ono mora pri raznim načinima upotrebe da izdrži razna mehanička opterećenja. Drvo je nehomogen materijal, te ono nema iste osobine u svim smjerovima. Pri ispitivanju mehaničkih osobina drveta treba voditi računa da li se ispitivanje vrši uzduž vlakana, radijalno ili tangencijalno. Najbolje je ispitivanje vršiti pod uslovima koji odgovaraju uslovima sredine u kojima će drvo biti upotrebljavano.

Čvrstoća – je otpor dejstvu vanjskih sila, koje stvaraju: pritisak, zatezanje, savijanje i smicanje. Čvrstoća zavisi od vrste i klase drveta, od vlažnosti, od presjeka u rastu drveta, od načina obrade i dr.

- Čvrstoća na pritisak – pritisak može biti u odnosu na smjer vlakana, i to paralelno sa vlaknima – sila djeluje paralelno sa vlaknima, radijalni pritisak – kada je sila pritiska upravna na pravac vlakana i sila može djelovati pod uglom na pravac vlakana.

- Čvrstoća na smicanje – javlja se kada je pravac sile pritiska paralelan vlaknima, pa je smičuća ravan paralelna vlaknima- tangencionalno smicanje.

- Čvrstoća na zatezanje – javlja se u tri vida, kao i kod pritiska. To je naprezanje koje proizvodi max. zatezna sila prije nastupanja loma na jedinicu površine prvobitnog

presjeka epruvete. ispitivanje se vrši na mašini kidalici prema JUS-u D.A1.048/79. za čvrstoću paralelno sa vlaknima i JUS D.A1.052/1958. za čvrstoću okomito na vlakna.

- Čvrstoća na savijanje – drvo je u najviše slučajeva izloženo trajnim ili promjenljivim opterećenjima na savijanje, te je zbog toga ovo ispitivanje jedno od najznačajnijih. Epruveta za ispitivanje jačine na savijanje je gređica dimenzija 20x20x320 mm.

- Koeficijent sigurnosti (n) – predstavlja odnos između naprezanja pri lomu i dozvoljenih naprezanja. Kreće se $n = 3-10$, a za krovne konstrukcije $n = 3$.

- Modul elastičnosti – ovo je osobina drveta da se po prestanku djelovanja sile vrati u prvobitni položaj. Čvorasto drvo ima malu elastičnost i koristi se samo kod pritisnutih proizvoda.

Tvrdoća – je otpornost drveta pri prodiranju kroz vlastitu masu. Suho drvo je tvrđe od vlažnog, ljetno ili kasno drvo je tvrđe od ranog drveta, a donji dio je tvrđi od gornjeg drveta, te su lišćari tvrđi od četinara.

Od ostalih osobina vrijedno je spomenuti još i savitljivost i žilavost drveta, čvrstoća uvijanja (torzija), otpornost na habanje (abrazija), čvrstoća držanja eksera i vijaka i trajnost drveta.

6. PRIMJENA DRVETA U MAŠINSTVU

Drvo je prvi materijal koji je čovjek sa razvojem svoje svijesti počeo koristiti za razne potrebe. Moglo bi se tvrditi da je prije najstarijeg kamenog doba postojalo drveno doba koje je postojalo paralelno sa kamenim dobom. Mnoge vrste drveta, po svojim osobinama, univerzalne su upotrebe, dok pojedine vrste imaju usku namjenu. Za pojedine domene upotrebe presudna je samo jedna ključna osobina, dok se kod nekih vidova upotrebe zahtjeva zadovoljavanje više osobina (estetske, mehaničke, fizičke, trajnost).

Mašinska industrija, pored redovite potrošnje drveta za zgrade, barake, namještaj svih vrsta i drugo, troši drvo za izvjesne specifične namjene (drvena kaldrma, drveni kalupi kao modeli za odlivke), te za izvjesne mašinske dijelove (ležajevi, zupčanici, remenice, kočnice, držala i sl.).

- **drvena kaldrma** – u proizvodnim halama mašinske industrije je trajnija, otpornija na habanje od drugih materijala, sprečava ili umanjuje buku i oštećenja od eventualnog pada obradaka ili gotovih proizvoda. Radi se uglavnom od kocki stranice 100 mm iz drveta hrasta, bora ili impregnirane bukve i graba. Postavlja se aksijalno u bitumen i zalijeva bitumenom.

- **kalupi** - ili modeli za odlivke, rade se iz grabovine, lipovine, johovine, jovorovine, orahovine i kruškovine.

- **podloge mašina** – izrađuju se radi smanjivanja buke i amortizacije vibracija. Rade se iz borovine, hrastovine i impregnirane bukovine i grabovine.

- **zupčanici** – koriste se u mašinstvu i izrađeni su iz najtvrdih vrsta: ebanovine, gajakovine i drenovine.

- **klizajući ležaji** – koriste se posebno za osovine mješača u bazenima sa kiselim i bazičnim tekućinama. Rade se iz tikovine koja sadrži ulje koje štiti od korozije, a vrši i tzv. samopodmazivanje.

- **palete** – koriste se pri mehanizovanom transportu, a izrađuju se iz manje vrijednih rezanih sortimenata smrčevine, jelovine, bukovine, topolovine i vrbovine.

- **drveni grubi sanduci** – koriste se za pakovanje raznih vrsta proizvoda (vijci, matice, ekseri), dok se za dragocjenije proizvode uzima specijalna drvena ambalaža kod koje je sanduk od čvrstog drveta, a unutrašnjost mu je obložena balzovinom, radi smanjenja ribanja ili udaraca tokom transporta. Za pakovanje se također koristi i drvena vuna iz smrče, jele, topole ili vrbe, radi zaštite prilikom transporta.

POPIS LITERATURE

📖 Alija Karahasanović, Nauka o drvetu, Svjetlost, Sarajevo 1988.

📖 Enciklopedija Jugoslavenskog leksikografskog zavoda, Zagreb 1967.

📖 <http://www.drvo.hr>

📖 <http://www.gradimo.hr>

📖 <http://www.korak.com.hr>