

# Makroskopske in mikroskopske značilnosti lesa

## GRADEN (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in DOB (*Quercus robur* L.)

dr. Jožica Gričar (jozica.gricar@gozdis.si), dr. Peter Prislan (peter.prislan@gozdis.si)  
Gozdarski inštitut Slovenije

Hrasti predstavljata okoli 7 % slovenske lesne zaloge. Najpogostejši in gospodarsko najpomembnejši vrsti hrastov v Sloveniji sta graden (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) in dob (*Quercus robur* L.), prisotni pa so še cer (*Quercus cerris* L.), puhasti hrast (*Quercus pubescens* Willd.) in črničevje (*Quercus ilex* L.). V hrastovih sestojih se v zadnjih letih pojavljajo številne spremembe, ki se kažejo v propadanju oziroma sušenju dreves, kar je zlasti značilno za nižinske dobove sestoje. Ti sestoji spadajo med najbolj spremenjene

ekosisteme v Sloveniji, saj so bile v preteklosti velike površine spremenjene bodisi v kmetijsko rabo ali v urbane namene. Propadanje hrastov je povezano s številnimi dejavniki, kot so podnebne spremembe, spremenjene hidrološke razmere (odtočni kanali), onesnaženje in bolezni. V zadnjem času sta v tem kontekstu še posebej izpostavljeni hrastova pepelovka ali hrastova pepelasta plesen (*Erysiphe alphitoides*) in invazivna tujerodna žuželka hrastova čipkarka (*Corythucha arcuata*).

### MAKROSKOPSKI OPIS

Dob in graden imata podobno strukturo, spadata v skupino t.i. belih hrastov, zato jih je anatomsko nemogoče zanesljivo ločiti. Beljava pri hrastovini je večinoma ozka (2 do 8 cm), belo-rumena do belo-siva. Sveža jedrovina je svetlo rjava oz. rumenkasto rjava in sčasoma potemni. V nekaterih primerih ima jedrovina lahko tudi rdečkast ton. Ojedritev je genetsko voden proces, ki je povezan s staranjem drevesa, postopnim odmiranjem parenhimskih celic in nastajanjem jedrovinskih snovi. Te snovi so najpogosteje različni nizkomolekularni polifenoli, ki se vgradijo v celično steno, in prispevajo k večji dimenzijski stabilnosti lesa ter večji biološki odpornosti na lesne škodljivce. Zaradi tega ima jedrovina visoko cenovno vrednost. Pri hrastu ojedritev nastopi že v prvih desetletjih rasti. Jedrovina predstavlja notranje plasti lesa v rastočem drevesu in je pri hrastu obarvana, zato se imenuje tudi črnjava. Jedrovina lahko predstavlja težave v procesu obdelave in predelave hrastovine, saj lahko zaradi otiljenih trahej znatno upočasni sušenje lesa. Poleg tega jedrovinske snovi pogosto reagirajo z lepili ali sredstvi za površinsko obdelavo lesa. Jedrovina belih hrastov je relativno dobro odporna na razkroj gliv; naravna odpornost se uvršča v razred 2 (-4) po standardu EN 350-2. Rdeči hrast je le delno naravno odporen in zato brez ustrezne zaščite ni uporaben na prostem.

Izraz močvirski hrast se nanaša na hrastov les, ki se je v mokrih tleh pod določenimi kemičnimi pogoji in z odsotnostjo kisika po daljšem časovnem obdobju obarval popolnoma črno. Pri tem so se trdnostne lastnosti lesa le minimalno spremenile.

Hrast prištevamo med venčasto porozne listavce, za katere je značilno, da so traheje ranega lesa razporejene v vencih in znatno večje od trahej kasnega lesa. Traheje v prečnem prerezu imenujemo tudi pore. Njihov premer je preko 200  $\mu\text{m}$ , zato so zelo dobro vidne s prostim očesom. Premer trahej kasnega lesa je precej manjši (okoli 50  $\mu\text{m}$ ), s prostim očesom jih ni mogoče zaznati, njihova razporeditev pa je vrstno specifična. Pri hrastu so razporejene v radialnih nizih, kar se na prečnem prerezu kaže kot plamenasta struktura. Branike so razločne, prehod med ranim in kasnim lesom je oster. Široki in visoki trakovi so zelo markantni, v radialnem prerezu vidni kot zrcala, v kasnem pa kot dolga in temna vretena. Les je trd in gost, gostota je zelo variabilna (gostota absolutno shega lesa  $\rho_0 = 390\text{-}650\text{-}930 \text{ kg/m}^3$ ) zaradi velikih razlik v gostoti ranega in kasnega lesa (razmerje približno 1 : 2,5). Z večanjem širine branik se delež kasnega lesa povečuje in gostota narašča.



**Slika 1:** Makroskopska (a, c, e) in mikroskopska (b, d, f) zgradba lesa hrasta: (a) Na prečnem prerezu so dobro vidne letne prirastne plasti ali branike (B). Zaradi razlik med ranim (RL) in kasnim lesom (KL) so letnice (L) različne. S prostim očesom so zelo dobro vidni široki trakovi (sTr); (b) Pod mikroskopom lahko opazimo, da rane (rT) in kasne traheje (kT) obdajajo tankostene vazicentrične traheide (VT). Dobro so vidna tudi debelostena libriformska vlakna (LV). Skupki kasnih trahej (kT) ter vazicentričnih traheid (VT) tvorijo svetleša plamena, ki jih obdaja temnejše tkivo iz libriformskih vlaken. (c) Na radialnem prerezu so letne prirastne plasti nekoliko slabše vidne, široke trakove na radialnem prerezu opazimo kot markantna temnejša zrcala, dobro so vidne tudi traheje ranega lesa (rT). (d) Pod mikroskopom lahko na radialnem prerezu opazimo relativno kratke trahejne člene (TC). Dobro so vidne tudi kratke in tankostene aksialne parenhimske celice (Ap). (e) Na tangencialnem prerezu so trakovi vidni kot izrazita vretena, vidne pa so tudi traheje ranega lesa. (f) Pod mikroskopom so dobro vidne razlike v velikosti širokega (sTr) in enorednega traku (cTr) (Foto: G. Skoberne, P. Prislan).



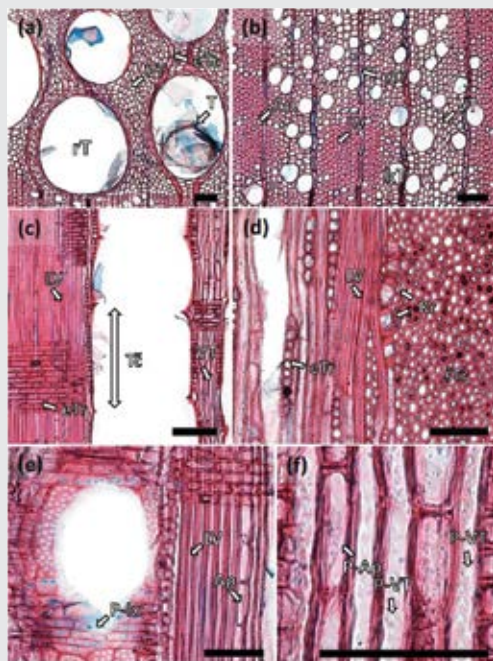
## MIKROSKOPSKI OPIS

Hrast spada med evlucijsko srednje razvito lesno vrsto. To se odraža v krajših trahejnih členih kot pri bukvi, enostavnih perforacijah in vlaknih, ki sestojijo iz vazicentričnih traheid in libriformskih vlaken. Aksialni parenhim ni v stiku s trahejami in je dokaj redek.

Kot že omenjeno, so velike traheje ranega lesa razporejene v značilnih venci, praviloma pa jih obdajajo vazicentrične traheide, ki pomagajo pri prevajanju vode. Proces otiljenja trahej ranega lesa se začne eno do dve leti po njihovem nastanku. Tile so vrastki sosednjih trakovnih, redkeje aksialnih parenhimskih celic skozi piknje v lumen traheje, s čimer lahko deloma ali povsem blokirajo pretok vode skozi lumne trahej. Traheje kasnega lesa so posamezne in skupaj z vazicentričnimi traheidami, ki jih obdajajo, tvorijo značilne radialno usmerjene plamene. Perforacije so

enostavne, tj. ena odprtina v perforirani ploščici na končnih stenah trahejnih členov, kar je vidno v vzdolžnem prerezu. Intervaskularne piknje, ki se nahajajo v bočnih stenah trahej in povezujejo sosednje traheje med seboj, so izmenične (alternirajoče).

Osnovno tkivo je sestavljeno iz skupkov vazicentričnih traheid, ki še sodelujejo pri prevajanju vode, ter skupkov libriformskih vlaken, ki opravljajo izključno mehansko funkcijo. Libriformska vlakna praviloma niso v stiku s trahejami. Libriformska vlakna imajo v primerjavi z vazicentričnimi traheidami debelejšje celične stene in močno reducirane obokane piknje. Povezava prevodnega sistema preko letnic naj bi potekala preko vazicentričnih traheid.



**Slika 2:** Mikroskopske značilnosti hrastovine. (a) Prečni prerez ranega lesa s trahejami (rT) premera nad 200 µm, ki jih obdajajo tankostene vazicentrične traheide (VT). Lumne trahej pri hrastu pogosto zapolnjujejo tile (T). Enoredni trakovi (eTr) se v ranem lesu zaradi velikosti trahej odklonijo. (b) Prečni prerez kasnega lesa s trahejami (kT) velikosti okoli 50 µm, ki jih obdajajo tankostene vazicentrične traheide. Dobro so vidni skupki debelostenih libriformskih vlaken (LV). Aksialne parenhimske celice (Ap) so najbolj vidne med skupki debelostenih libriformskih vlaken, saj imajo značilno ovalno obliko in tanko celično steno. (c) Na radialnem prerezu so dobro vidni posamezni trahejni členi (Tc), ki sestavljajo trahejo. Dobro je viden homogen trak (eTr), s trakovnimi parenhimskimi celicami enake oblike in velikosti. (d) Širok (šTr) in enoredni trak (eTr) na tangencialnem prerezu. V trakovnih parenhimskih celicah so prisotni romboidni kristali (Kr) kalcijevega oksalata. (e) Piknje med trakovi in trahejami vidne na radialnem prerezu so velike in okrogle. (f) Piknje v vazicentričnih traheidah (P-VT), ki pomagajo pri prevajanju vode, ter piknje v relativno kratkih aksialnih parenhimskih celicah (P-Ap) vidne na radialnem prerezu (Foto: P. Prislan).



**Slika 3:** Prečni prerez debla hrasta, kjer lahko na perifernem delu opazimo svetlo beljavo, v notranjosti debla pa temnejšo jedrovino ali črnjavo (Foto: P. Prislan).



**Slika 4:** Širina branik močno vpliva na lastnosti hrastovine. V širših branikah je delež debelostenih libriformskih vlaken večji, zaradi česar je gostota večja in posledično mehanske lastnosti boljše. Les hrasta z ozkimi branikami je sestavljen pretežno iz ranega lesa, kjer prevladujejo traheje in tankostene vazicentrične traheide. Za takšen les je značilna nizka gostota in slabše mehanske lastnosti (Foto: J. Gričar).

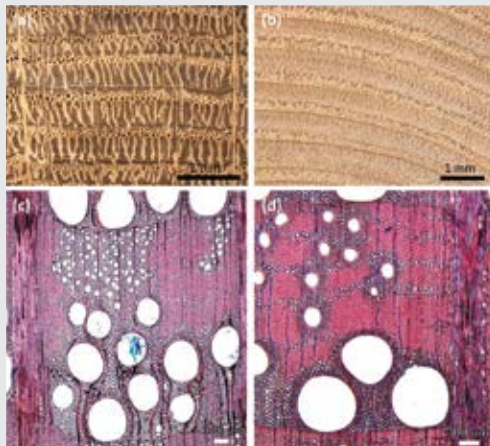
Hrast ima dve vrsti trakov: 1-redne in nizke ter nad 10-redne in nad 1mm visoke. Trakovno tkivo je homogeno, tj. sestavljeno le iz ležerih parenhimskih celic. Piknje med trakovi in trahejami so velike in ovalne (režaste) ali velike in okrogle. V parenhim-

skih celicah trakov so čestokrat prisotni romboidni kristali kalcijevega oksalata. Aksialni parenhim ni v stiku s trahejami (t.i. apotrahealen). Prisoten je tudi v enorednih tangencialnih nizih, dobro vidnih v kompleksih libriformskih vlaknen.

## LOČEVANJE HRASTOVINE OD DRUGIH VRST LISTAVCEV

Bele hraste, kamor prištevamo graden in dob, po lesu ni mogoče zanesljivo ločiti, razlikovati pa jih je mogoče od cera in ameriškega rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.), ki spadata v skupino t.i. rdečih hrastov. Najbolj očitni razpoznavni znak so traheje kasnega lesa. Pri belih hrastih so traheje kasnega lesa majhne, številčne in tankostene, pri rdečih hrastih pa velike posamezne in debelostene. Poleg tega so za bele hraste značilne tile v trahejah ranega lesa, ki so pri rdečih hrastih redke.

Hrastovina je zelo podobna lesu domačega kostanja, pri čemer ima slednji le enoredne trakove, ki jih s prostim očesom ni mogoče videti in je pomemben razločevalni znak med vrstama.



**Slika 5:** Makroskopsko (a) hrast in (b) domači kostanj ločimo po širokih trakovih, ki pri domačem kostanju niso prisotni. Zato tudi na tangencialnih in radialnih površinah niso prisotna markantna zrcala in vretena kot pri hrastu. Beli hrast (a) in rdeči hrast (b) zagotovo ločimo mikroskopsko; kasne traheje pri belih hrastih so majhne, številčne in tankostene pri rdečih hrastih pa relativno velike, posamezne in debelostene (Foto: G. Skoberne, P. Prisljan).

## Viri

Čufar K (2006) Anatomija lesa. Biotehnoška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.  
 Ducoussou A, Bordacs S (2010) EUFORGEN Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov: Dob in graden (*Quercus robur/Quercus petraea*). Prevod: Westergren M. Zveza gozdarskih društev Slovenije in Silva Slovenica. Ljubljana, Slovenija, 6 str.  
 Gričar J, De Luis M, Hafner P, Levanič T (2013) Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 27:1669–1680. doi: 10.1007/s00468-013-0914-9.  
 Grosser D (1977) Die Hölzer Mitteleuropas - Ein mikrophotographischer Lehratlas. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.  
 IAWA Committee (1989) IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin* n.s. 10: 219–322.  
 Kadunc A (2010) Kakovost, vrednostne značilnosti in produktivna sposobnost sestojev doba in gradna v Sloveniji. *Gozdarski vestnik* 4: 217–240.

Mrak T, Gričar J (2016) Atlas of woody plant roots. Morphology and anatomy with special emphasis on fine roots. 1st edition. The Silva Slovenica Publishing Centre, Ljubljana  
 Richter HG, Oelker M, Koch G (2018). macroHOLZdata: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English and German. Version: 07-2018. delta-intkey.com.  
 Wheeler EA, Baas P, Gasson PE (1989) IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*. 10:219-332.  
 Schweingruber FH (1990) Microscopic wood anatomy, Mikroskopische Holzanatomie. Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.  
 Torelli N (1990) Les in skorja. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.  
 Torelli N (1991) Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa (ključi). Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.  
 Varstvo gozdov Slovenije. <https://www.zdravgozd.si/>  
 Wagenführ R. 1996. Holzatlas. 4. neuarbeitete Auflage. Fachbuchverlag Leipzig. Carl Hanser Verlag, München Wien: 688 str.

## Zahvala

Preparati so bili pripravljeni v Laboratoriju za lesno anatomijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Za podporo v laboratoriju se zahvaljujemo Gregorju Skobernetu in Luki Krajncu. Pripravo prispevka so omogočili Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), raziskovalni program P4-0107 in projekti: V4-2017, V4-2016, J4-2541 in J4-9297.

