

# Makroskopske in mikroskopske značilnosti lesa

## BREST (*Ulmus* spp.)

dr. Jožica Gričar ([jozica.gricar@gozdis.si](mailto:jozica.gricar@gozdis.si)), dr. Peter Prislán ([peter.prislán@gozdis.si](mailto:peter.prislán@gozdis.si))  
Gozdarski inštitut Slovenije

Od vseh treh vrst brestov, ki rastejo v Sloveniji (to so: dolgopecljati brest (*Ulmus laevis* Pallas), poljski brest (*Ulmus minor* Mill.) in gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.)), je gorski najbolj razširjen. Razen Istre in Primorja se raztreseno pojavlja povsod po Sloveniji, od nižin do gorskega pasu, najpogostejši pa je na nadmorskih višinah od 500 do 600 m. Glede tal je precej zahteven, saj potrebuje stalno zračno in talno vlago ter z mineralnimi snovmi bogata tla. Pogostejši je na apnenčasti kamninski podlagi, izogiba pa se zelo zbitih kislih tal. Prištevamo ga med polsencovzdržne do polsvetloljubne drevesne vrste. Odporen je proti pozni pozebi, občutljiv pa je za zgodnjo jesensko slano.

Brest je značilna vrsta združb gozdov plemenitih listavcev, kamor poleg gorskega bresta prištevamo še gorski javor, ostrolistni javor, divjo češnjo, oreh, veliki jesen in lipo. Les naštetih vrst ima posebne estetske ali tehnične lastnosti, zato lahko na trgu dosega zelo visoke cene. V takih sestojih je brest redko dominantna vrsta, pogostejši je le kot primes dominantnemu javorju ali jesenu. Kot primes se pogosto pojavlja še v bukovih in jelovo-bukovih gozdovih gorskega in predgorskega pasu, redkejši je v drugih tipih gozdov (npr. belogabrovja, združbe sive jelše, združbe sive vrbe ter termofilne združbe). Bresti skupaj zavzemajo dober odstotek slovenske lesne zaloge.

V zadnjih letih se je njegov delež zmanjšal zaradi holandske brestove bolezni, ki vse vrste brestov zelo ogroža že več kot sto let in je z nekaj izjemami razširjena v vsej Evropi. Holandsko bolezen brestov povzročajo tri glive (*Ophiostoma ulmi*, *Ophiostoma himal-ulmi* in *Ophiostoma novo-ulmi*), zaradi česar se pojavlja množično odmiranje dreves. Bolezen s prizadetih dreves na zdrava brestova drevesa v okolici širita brestova beljavarja.

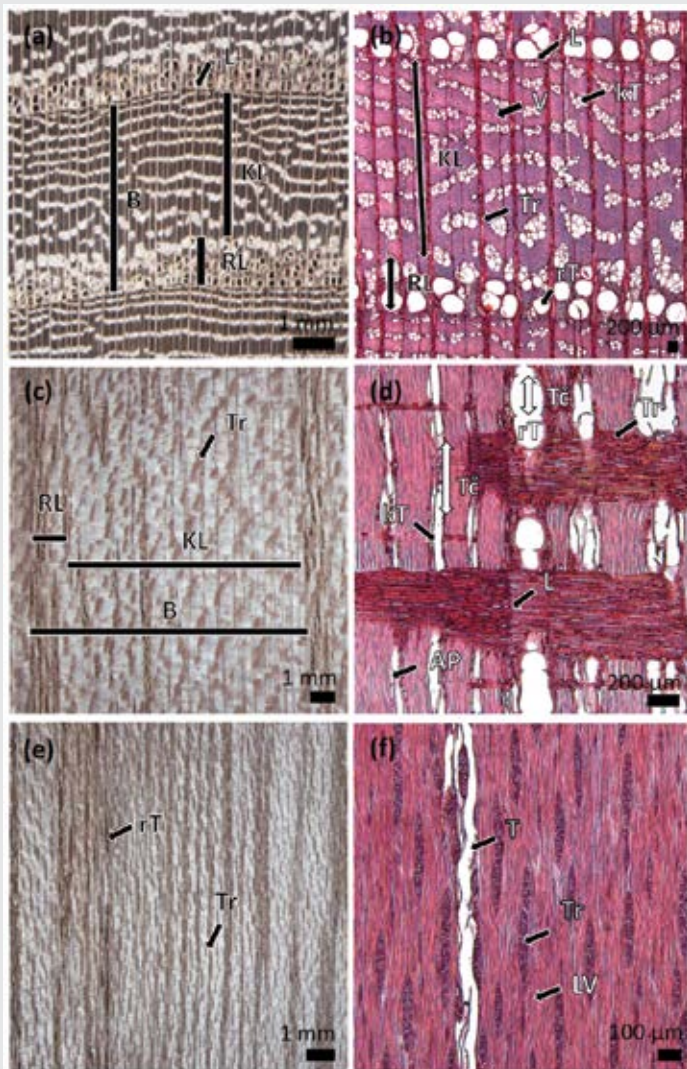
Brestov les je trd in srednje gost do gost (gostota absolutno suhega lesa  $\rho_0 = 440\text{--}640\text{--}820\text{ kg/m}^3$ ). Gostota je zelo variabilna. Glede na botanično vrsto in rastne razmere se lahko, tako kot pri drugih venčasto poroznih vrstah, lastnosti brestovega lesa

zelo spreminjajo. Z večanjem širine branik se delež kasnega lesa povečuje in posledično se večja gostota. Les dolgopecljatega bresta je redkejši.

Na trgu je naprodaj predvsem les gorskega in poljskega bresta, in sicer kot rezan furnir in žagan les. Les se zmerno krči, stabilnost je dobra. Obdeluje se dobro do težavno. Sušenje poteka zmerno dobro in počasi. Les je nagnjen k pokanju in zvijanju. Lepi se dobro. Parjen les je mogoče kriviti. Površinska obdelava je dobra. Lahko ga je tudi lužiti. Za hlode so značilne naslednje rastne posebnosti: zvitost, necentričnost, razsohano deblo, spiralen potek aksialnih elementov, sekundarni poganjki iz spečih popkov, nepopolna ojedritev (t.i. lunini obroči), obarvanje ob stiku z železom in vodo, razpokanost, kolesivost, trohnoba ter rovi insektov. Beljava je netrajna, les jedrovine pa je dokaj trajen, zlasti pod vodo in zemljo. Ni odporen proti atmosferilijam. Les je značilnega neprijetnega vonja. Glede na naravno odpornost jedrovine ga uvrščamo v razred 4 po standardu EN 350-2. Brestovina se uporablja za vodne konstrukcije, ladjedelnštvo, zunanje in notranje konstrukcije, pode, opaže, parket, rezbarske izdelke, vagone, karoserijo, pohištvo, predvsem dekorativni rezani furnir ter v strojogradnji za orodja, tudi športna.

### MAKROSKOPSKI OPIS LESA

Pri brestih je beljava široka in vrstno specifična. Obarvana jedrovina ali črnjava je svetlo do čokoladno rjave barve in se med vrstami nekoliko razlikuje. Pri dolgopecljatem brestu je črnjava blede svetlosiva do rumenkasto rjava. Pri poljskem brestu je črnjava sivo do rdečkasto rjava, delno tudi temno do čokoladno rjava, na meji z beljavo včasih progasta. Pod vplivom svetlobe še potemni. Pri gorskem brestu je barva črnjave podobna kot pri poljskem brestu, le nekoliko svetlejša. Brest prištevamo med venčasto porozne listavce, za katere je značilno, da so traheje ranega lesa razporejene v venci in so znatno večje od trahej kasnega lesa. Branike so različne, prehod med ranim in kasnim lesom je oster. Premer traheje ranega lesa je od 95  $\mu\text{m}$  do 200  $\mu\text{m}$  (v povprečju 150  $\mu\text{m}$ ), zato



**Slika 1:** Makroskopska (a, c, e) in mikroskopska (b, d, f) zgradba brestovega lesa. (a) Brest je venčasto porozna vrsta z različnimi prirastnimi plastmi ali branikami (B). S prostim očesom je viden rani les (RL) z vencem trahej ranega lesa. V kasnem lesu (KL) so traheje v skupkih in razporejene v tangencialnih pasovih. Letnice (L) so izrazite zaradi razlik v velikosti por med RL in KL. (b) Traheje ranega lesa (rT) premera okrog 150  $\mu\text{m}$  so razporejene v eno do večrednih vencih. Traheje kasnega lesa (KT) imajo povprečni premer 35  $\mu\text{m}$  in so v skupkih ter razporejene v valovitih tangencialnih skupkih. Trak (Tr) je največkrat eno- do sedemredni. V lesu so so libriformska vlakna s srednje debelo celično steno. Aksialni paratrahealni parenhim je pičel in le delno obdaja traheje. Apotrahealni aksialni parenhim je večinoma ob letnici. (c) Zaradi izrazitih trahej ranega lesa (rT) so tudi na radialnem prerezu s prostim očesom dobro vidne branike (B) in letnice (L). Trak (Tr) je viden kot številčna temnejša zrcala. (d) Pod mikroskopom lahko na radialnem prerezu opazimo relativno kratke trahejne člene (Tč) ranega lesa (rT). Trahejni členi kasnega lesa so daljši, s helikalnimi odebelitvami celičnih sten. Trak (Tr) je homogen. (e) Podobno kot na radialnem prerezu so tudi na tangencialnem markantne traheje ranega lesa (rT). S prostim očesom so vidna tudi drobna vretena traku (Tr). (f) Pod mikroskopom je razvidno, da so trakovi (Tr) relativno visoki in eno- do sedemredni. (Foto: G. Skoberne, P. Prislan)

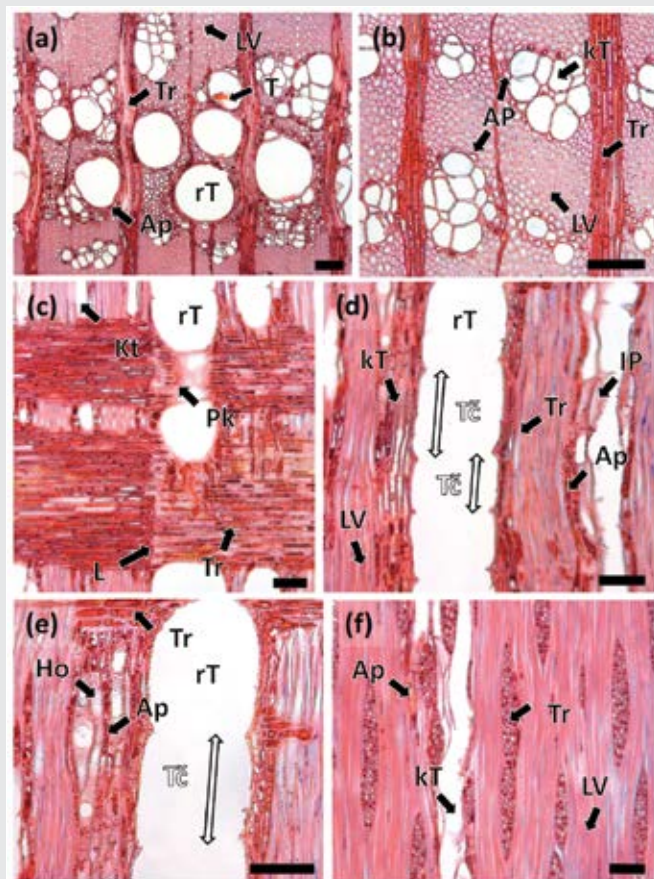
so vidne s prostim očesom. Premer trahej kasnega lesa je okoli 35  $\mu\text{m}$ . Razporeditev trahej kasnega lesa je vrstno specifična; pri brestu so razporejene v večrednih valovitih tangencialnih pasovih (t.i. kasni les s tangencialno valovito teksturo).

V starejših branikah oz. prirastnih plasteh so traheje ranega lesa šibko zatiljene, kar je zlasti značilno za jedrovino. Tile so vrastki sosednjih trakovnih, redkeje aksialnih parenhimskih celic skozi piknje v lumne traheje, s čimer lahko deloma ali povsem blokirajo pretok vode. V radialnem prerezu so vidne proge s trahejami ranega lesa in trakovi kot temnejša zrcala. Na tangencialnem prerezu grob rani les in kasni les tvorita fine, nazobčane plamene.

## MIKROSKOPSKI OPIS LESA

Pri venčasto poroznih brestih so traheje ranega lesa razporejene v eno- do večrednih vencih, odvisno od širine branike. Traheje kasnega lesa so razporejene v valovitih tangencialnih pasovih. Pri gorskem brestu so tangencialni pasovi trahej kasnega lesa valoviti, večinoma sklenjeni in ožji od vmesnih vlaknenih con. Pri dolgopecljatem brestu so tangencialni pasovi trahej kasnega lesa sklenjeni, štiri- do petredni in so praviloma širši od vmesnih vlaknenih con. Pri poljskem brestu so dva- do triredni tangencialni pasovi trahej kasnega lesa često prekinjeni in ožji od vmesnih vlaknenih con. Na trahejnih členih, ki sestavljajo traheje, so enostavne perforacije v končnih stenah (t. j. ena odprtina v perforirani ploščici). Za traheje so





Slika 2: Mikroskopska zgradba brestovega lesa. (a) Prečni prerez s trahejami ranega lesa (rT) premera do 200  $\mu\text{m}$ . Osnovno tkivo so libriformska vlakna (LV) s srednje debelo celično steno. Paratrahealni aksialni parenhim (Ap) je pičel in le delno obdaja traheje. Trakovno tkivo (Tr) je eno- do sedemredno. V lumnih trahejah so redko tudi tankostene tile (T). (b) Traheje kasnega lesa (kT) so v skupkih, njihov premer pa je od 20  $\mu\text{m}$  do 60  $\mu\text{m}$  (povprečno 35  $\mu\text{m}$ ), obdajajo jih aksialne parenhimske celice (Ap). (c) Na prečnem prerezu je vidno homogeno trakovno tkivo (Tr) s trakovnimi celicami enake oblike in velikosti. Na fotografiji je v traku izrazita meja med kasnim in ranim lesom. Vidna je tudi letnica (L). Med trakom (Tr) in trahejo so piknje v križnem polju, ki so po velikosti podobne intervaskularnim piknjam (IP). (d, e) Na radialnem prerezu so dobro vidni kratki posamezni trahejni členi (Tč) v ranem lesu (rT) z enostavnimi perforacijami. Traheje kasnega lesa (kT) so daljše s helikalnimi odebelitvami celične stene. (Ho). Intervaskularne piknje (IP) so izmenjujoče s povprečnim premerom od 7  $\mu\text{m}$  do 10  $\mu\text{m}$ . Ob trahejah so vidne relativno kratke in tankostene aksialne parenhimske celice (Ap). (f) Trak (Tr) na tangencialnem prerezu je visok od 160  $\mu\text{m}$  do 990  $\mu\text{m}$ . (Foto: P. Prislan)

značilne helikalne odebelitve. Intervaskularne piknje, ki so v bočnih stenah trahej in povezujejo sosednje traheje med seboj, so izmenične (alternirajoče).

Trakovi so na splošno visoki več kot en milimeter in eno- do sedemredni (prečni ali tangencialni prerez). Trakovno tkivo je homogeno, sestavljeno le iz ležečih parenhimskih celic (radialni ali tangencialni prerez). Piknje med trakovi in trahejami so redkeje velike in okrogle, pretežno pa so majhne (radialni prerez). Aksialni parenhim je večinoma v stiku s trahejami, t. i. paratrahealni aksialni parenhim, natančneje paratrahealni pičli aksialni parenhim, ki le deloma obdaja traheje. Aksialni parenhim je tudi ob letnici, t. i. marginalni ali robni aksialni parenhim, ki ni v stiku s trahejami (apotrahealni). V predeljenih oziroma kamrastih celicah so romboidni kristali kalcijevega oksalata. Za brest sta značilna dva tipa vlaken, in sicer libriformska vlakna s srednje debelo celično steno, ki opravljajo izključno mehansko funkcijo, ter vazicentrične traheide, ki pomagajo trahejam pri prevajanju vode.

## LOČEVANJE BRESTOVINE OD DRUGIH VRST LISTAVCEV

Dostopnost lesa evropskih brestov (t. j. dolgopecljati brest (*Ulmus laevis* Pallas), poljski brest (*Ulmus minor* Mill.) in gorski brest (*Ulmus glabra* Huds.)) je zaradi holandske brestove bolezni omejena. Podobno je z nekaterimi ameriškimi vrstami, kot so *Ulmus americana* L., *Ulmus rubra* Muhl. ali *Ulmus thomasi* Sarg. Na evropski trg večina brestovega lesa prihaja s Kitajske (npr. *Ulmus davidiana* Planch.).

Brest je relativno preprosto razlikovati od drugih domačih veččasto poroznih vrst. Med pomembnejšimi razlikovalnimi znaki je razporeditev trahej v kasnem lesu. Pri brestu so traheje kasnega lesa razporejene v valovitih tangencialnih nizih, pri hrastu ali kostanju v radialnih nizih, pri robinji so posamične in gnezdasto razporejene, pri jesenu pa so izključno posamične oz. niso razporejene v specifičnem vzorcu.





Slika 3: Radialna (a) in tangencialna (b) tekstura brestovega lesa. (Foto: P. Prislan, G. Skoberne)



Slika 4: Med pomembnejšimi razlikovalnimi znaki domačih venčasto poroznih vrst je razporeditev trahej v kasnem lesu; pri brestu so razporejene v valovitih tangencialnih nizih (a), pri hrastu (*Quercus robur* L.) v radialnih nizih (b), pri jesenu (*Fraxinus excelsior* L.) (c) pa so traheje kasnega lesa posamične in razporejene difuzno. (Foto: G. Skoberne, P. Prislan)

## Viri

- Collin E. 2003. Tehnične smernice EUFORGEN za ohranjanje in rabo genskih virov: dolgopecljati brest ali vez (*Ulmus laevis*). International Plant Genetic Resources Institute, Rim, Italija. 6 str.
- Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Univerzitetni učbenik. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.
- 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.
- Jurc D., Košir P., Brus R., Božič G. 2011. Tehnične smernice za ohranjanje in rabo genskih virov: Dolgopecljati, poljski in gorski brest (*Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Ulmus glabra*). Slovenija. Zveza gozdarskih društev Slovenije in Silva Slovenica, Ljubljana, Slovenija, 8 str.
- Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Slovenska matica v Ljubljani, Ljubljana.
- 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 H.G., Oelker M., Koch G. 2018. macroHOLZdata: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English and German. Version: 07-2018. delta-intkey.com.
- Wheeler E.A., Baas P., Gasson P.E. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. IAWA Bulletin 10: 219–332.
- Schweingruber F.H. 1990. Microscopic wood anatomy. Mikroskopische Holzanatomie. Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Birmensdorf.
- Skudnik M., Jevšenak J., Krajnc L., Kušar G., Pintar A.M. 2023. Stanje slovenskih gozdov. Poročilo o rezultatih nacionalne gozdne inventure 2021. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana.
- Torelli N. 1990. Les in skorja. Slovar strokovnih izrazov. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.
- Torelli N. 1991. Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa (ključi). Univerza v Ljubljani, 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.
- Zlahtič Zupanc M. 2017. Vpliv izbranih okoljskih dejavnikov na dinamiko vžajenja lesa : doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana.

## Zahvala

Preparati so bili pripravljivi v Laboratoriju za lesno anatomijo na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Za podporo v laboratoriju se zahvaljujemo Gregorju Skobernetu, Poloni Hafner in Luki Krajncu. Pripravo prispevka so omogočili Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), raziskovalni program P4-0430 in projekti: V4-2017, V4-2016, V4-2222, J4-2541 in J4-4541.

