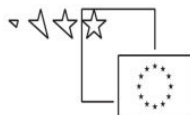




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski socialni sklad

TVORIVA V LESARSTVU

ANDREJA PESERL

Višješolski strokovni program: Lesarstvo
Učbenik: Tvoriva v lesarstvu
Gradivo za 1. letnik

Avtorica:

Andreja Peserl, univ. dipl. inž. les.
LESARSKA ŠOLA MARIBOR
Višja strokovna šola



Strokovna recenzentka:

Metoda Vranjek, univ. dipl. inž. les.

Lektorica:

Helga Mihelač, prof. slov. j.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

657(075.8)(0.034.2)

PESERL, Andreja

Tvoriva v lesarstvu [Elektronski vir] : gradivo za 1. letnik /
Andreja Peserl. - El. knjiga. - Ljubljana : Zavod IRC, 2008. -
(Višješolski strokovni program Lesarstvo / Zavod IRC)

Način dostopa (URL): http://www.zavod-irc.si/docs/Skriti_dokumenti/Tvoriva_v_lesarstvu-Peserl.pdf. - Projekt Impletum

ISBN 978-961-6824-12-5
249774336

Izdajatelj: Konzorcij višjih strokovnih šol za izvedbo projekta IMPLETUM
Založnik: Zavod IRC, Ljubljana.
Ljubljana, 2008

Strokovni svet RS za poklicno in strokovno izobraževanje je na svoji 120. seji dne 10. 12. 2009 na podlagi 26. člena Zakona o organizaciji in financiranju vzgoje in izobraževanja (Ur. l. RS, št. 16/07-ZOFVI-UPB5, 36/08 in 58/09) sprejel sklep št. 01301-6/2009 / 11-3 o potrditvi tega učbenika za uporabo v višješolskem izobraževanju.

© Avtorske pravice ima Ministrstvo za šolstvo in šport Republike Slovenije.

Gradivo je sofinancirano iz sredstev projekta Impletum 'Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008-11'.

Projekt oz. operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007-2013, razvojne prioritete 'Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja' in prednostne usmeritve 'Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja'.

Vsebina tega dokumenta v nobenem primeru ne odraža mnenja Evropske unije. Odgovornost za vsebino dokumenta nosi avtor.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	3
2	LESNATE RASTLINE – GOZD	4
2.1	RAZPOREDITEV GOZDOV NA ZEMLJI	4
2.2	GOZDOVI V SLOVENIJI	7
2.2.1	Površina gozdov	7
2.2.2	Drevesna sestava gozdov	7
2.2.3	Lesna masa	8
3	MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA.....	10
3.1	PREČNI PREREZ LESA	12
3.2	RADIALNI PREREZ LESA	13
3.3	TANGENCIALNI PREREZ LESA.....	14
3.4	BRANIKA, LETNICA	15
3.5	RAZTRESENO-POROZNE IN VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE.....	18
4	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA	20
4.1	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV	21
4.1.1	Traheide	22
4.1.2	Aksialni (osni) parenhim	24
4.1.3	Trakovni parenhim – trakovi	24
4.1.4	Piknje	25
4.1.5	Smolni kanali	26
4.1.6	Opisi lesov iglavcev	28
4.2	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA LISTAVCEV	30
4.2.1	Vlakna.....	30
4.2.2	Traheje	32
4.2.3	Trakovi	35
4.2.4	Aksialni parenhim	37
4.2.5	Opisi lesov listavcev	37
5	JEDROVINA, BELJAVA, DISKOLORIRAN LES	40
5.1	JEDROVINA	40
5.2	BELJAVA.....	41
5.3	DISKOLORIRAN LES	42
6	REAKCIJSKI LES.....	45
7	ZAKLJUČEK	49
8	LITERATURA	50

KAZALO SLIK

Slika 1: Področje tundre	4
Slika 2: Področje mešanih listopadnih gozdov	5
Slika 3: Področje Mediterana	5
Slika 4: Področje savane	6
Slika 5: Letna prirastna plast – branika (1) in letnica (2).....	11
Slika 6: Značilni prerezi lesa.....	11
Slika 7: Prečni prerez lesa	12
Slika 8: Prečni prerez lesa z vidno beljavo in jedrovino	13
Slika 9: Radialni prerez lesa.....	13
Slika 10: Vzorec lesa v radialnem prerezu.....	14
Slika 11: Tangencialni prerez lesa	14
Slika 12: Diferenciacija lesa v rani in kasni les	15
Slika 13: Branike pri lesu smreke	16
Slika 14: Prikaz nastanka prehodnega in kasnega lesa	16
Slika 15: Prečni prerez lesa smreke z ozkimi (A) in širokimi branikami (B).....	17
Slika 16: Les hrasta z branikami in dobro vidnimi trahejami v ranem lesu.....	18
Slika 17: Branike pri lesu bukve (raztreseno-porozni listavec)	18
Slika 18: Anatomijski elementi lesa.....	20
Slika 19: Prikaz mikroskopske zgradbe lesa iglavcev	21
Slika 20: Tridimenzionalni izgled lesa bora posnet z vrstičnim elektronskim mikroskopom.....	22
Slika 21: Traheide ranega lesa (levo) in traheide kasnega lesa (desno).....	22
Slika 22: Traheide v prečnem, radialnem in tangencialnem prerezu	23
Slika 23: Razporejenost traheid v radialnem nizu	23
Slika 24: a/ homocelularni trak v radialnem prerezu b/ heterocelularni trak v radialnem prerezu.....	24
Slika 25: a/ gladke trakovne traheide b/ nazobljene trakovne traheide	24
Slika 26: Pknje	25
Slika 27: Pknje v celični steni	25
Slika 28: Obokane pknje v radialnih in tangencialnih stenah traheid.....	26
Slika 29: Smolni kanali	27
Slika 30: Aksialni smolni kanal z epitelnimi celicami pri smreki	27
Slika 31: Radialni smolni kanal z epitelnimi celicami pri smreki	28
Slika 32: Prikaz mikroskopske zgradbe lesa listavcev.....	30
Slika 33: Prikaz evolucije elementov listavcev.....	31
Slika 34: Vlakna: a/ septirana vlakna, b/ traheide, c/ vlaknaste traheide, d/ libriformska vlakna.....	31
Slika 35: Traheje pri lesu robinije.....	32
Slika 36: Trahejni element z enostavno perforacijo in lestvičasto perforacijo	33
Slika 37: Lestvičaste perforacije v trahejah bukve v prečnem(a) in radialnem prerezu (b,c)	33
Slika 38: Prečni prerez a) raztreseno-poroznega listavca in b) venčasto-poroznega listavca.....	35
Slika 39: Trakovi v radialnem in tangencialnem prerezu	35
Slika 40: Shematski prikaz različnih tipov trakovnega tkiva.....	36
Slika 41: Enoredni trak pri lesu smreke (levo) in mnogoredni trak pri lesu bukve (desno).....	36
Slika 42: Aksialni parenhim.....	37
Slika 43: Beljava in jedrovina	40
Slika 44: Beljava	42
Slika 45: Rdeče srce pri bukvi	43
Slika 46: Ovalno deblo s kompresijskim lesom.....	45
Slika 47: Reakcijski les	46
Slika 48: Tenzijski les pri listavcih in kompresijski les pri iglavcih	46
Slika 49: Pojav tenzijskega lesa (T) pri listavcih in kompresijskega lesa (K) pri iglavcih.....	47

KAZALO TABEL

Tabela 1: Delež drevesnih vrst v Sloveniji.....	7
Tabela 2: Slovenski gozd v številkah	8
Tabela 3: Primerjava premera trahej s hitrostjo prevajanja.....	34
Tabela 4: <i>Fagus sylvatica</i> – bukev.....	37
Tabela 5: <i>Quercus</i> sp. – hrast.....	38
Tabela 6: <i>Fraxinus excelsior</i> – veliki jesen	38

1 UVOD

»Les je naše največje bogastvo« pravi pregovor. To bogastvo se je razvijalo in spreminjalo skozi milijone let in ravno zato moramo z njim tudi v prihodnosti preišljeno ravnati. Slovenija ima več kot polovico svojega ozemlja pokritega z gozdovi. Posledično pridobimo tudi veliko lesa, ki ga moramo obdelati, oplemenititi, skratka, iz njega nekaj izdelati. Pohištvo, okna, hiše, instrumenti, plošče ... so samo delčki med ogromno paleto možnosti, ki se pojavijo kot končni izdelki iz lesa.

Pri predmetu »Tvoriva v lesarstvu« boste osvojili znanja s področja zgradbe lesa ter lastnosti lesa, razvijali ustvarjalno mišljenje in sodelovali pri uvajanju ter načrtovanju novih tehnologij in izdelkov, razvijali sposobnost za uporabo znanstvenih metod in sredstev, z uporabo informacijske tehnologije spremljali razvoj stroke in novih znanj, razvijali ekološko zavest.

Pri predmetu študent pridobi naslednje kompetence:

- zna določiti primerno tvorivo oz. vrsto lesa za izdelavo izdelka,
- pozna tehnologijo za pripravo in izdelavo vezanega lesa,
- prepozna in upošteva vlažnostna stanja lesa,
- pozna pomen gostote lesa,
- pozna in upošteva napetosti in deformacije lesa,
- poišče in izbere ustrezno lepilo za izdelavo izdelka,
- zna načrtovati oz. izboljšati tehnološki postopek v proizvodnem procesu,
- razvija sposobnosti načrtovanja in vodenja.

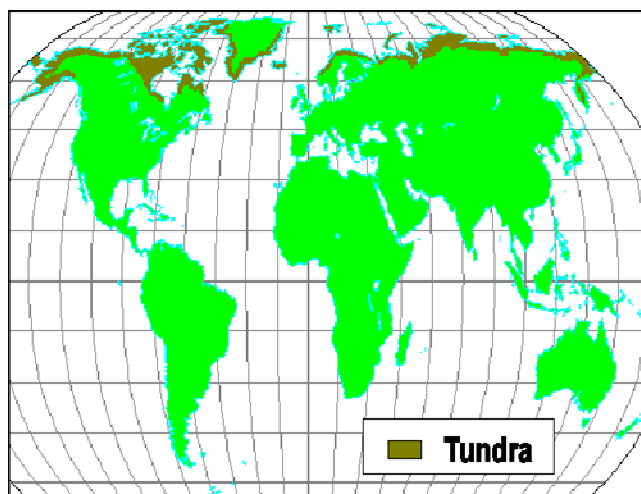
2 LESNATE RASTLINE – GOZD

V tem poglavju boste spoznali gozdove, ki se v različnih oblikah in z različnimi lastnostmi pojavljajo v različnih gozdnih pasovih. Spremembe v podnebnju oziroma različna geografska lega seveda močno vplivajo tako na razširjenost gozdov, na njihovo sestavo, kot tudi na uporabnost in lastnosti lesa, ki prihaja iz različnih geografskih področij. Prav lastnosti lesa in možnosti obdelave so pomembne teme, ki jih boste spoznali.

»Gozd je življenjska združba, v kateri prevladujejo drevesa. Pod njimi je običajno podrast, ki jo sestavljajo grmi, zelike in mahovi. Združbo, ki jo sestavljajo predvsem grmi, imenujemo grmišče, s travami porasle površine pa travišča. Med temi oblikami vegetacije so razne prehodne oblike. Katera od naštetih vegetacijskih oblik se na nekem območju uveljavi, je odvisno od podnebnih razmer. Gozd je med vsemi življenjskimi združbami najzahtevnejši. Za uspevanje potrebuje razmeroma največ padavin in toplote« (Mlakar, 1985, 12).

2.1 RAZPOREDITEV GOZDOV NA ZEMLJI

»Ker se podnebne razmere spreminjajo od ekvatorja proti severu in jugu, se ustrezno spreminja tudi gozdno rastje. Oblikuje se v pasovih, zlasti na severni polobli. Ti pasovi niso povsem sklenjeni. Najsevernejši vegetacijski pas je **tundra**, kjer podnebne razmere omogočajo rast samo skromnim lišajem, mahovom in šašem. Ugodne razmere za rast trajajo le 3 mesece. Tundra prekriva severna obrobja Evrope, Azije in Amerike« (Mlakar, 1985, 13).

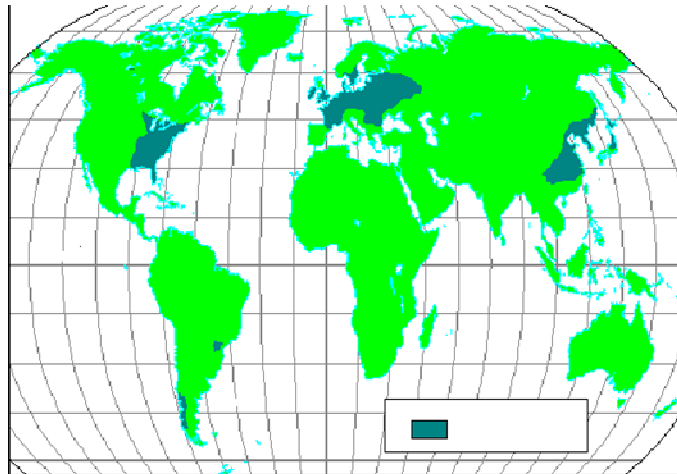


Slika 1: Področje tundre

Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekoregija> (15. 9. 2007)

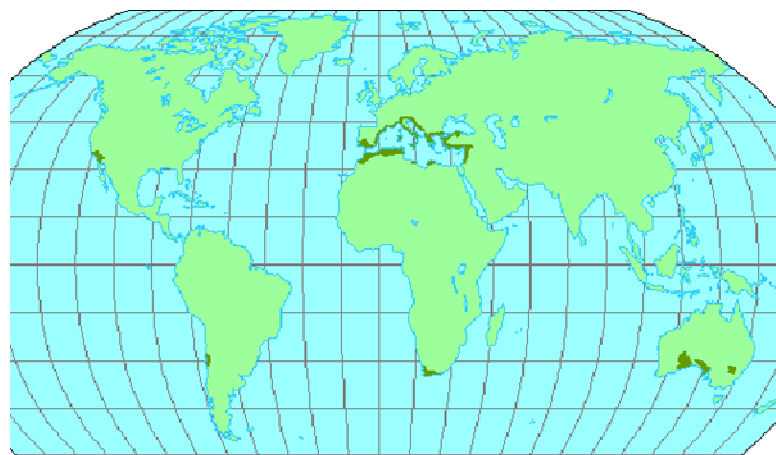
»Za tundro se razteza največja strnjena gozdna površina na zemlji. To so **borealni gozdovi iglavcev**, ki zavzemajo velik del Kanade in Aljaske, osrednjo Sibirijo ter Skandinavijo in Finsko. Pozimi so tla globoko zmrznjena, poleti pa odtajana, na površini zamočvirjena in težko prehodna. Vegetacijska doba je nekoliko daljša, kar omogoča rast zelo odpornim iglavcem, kot so macesni, smreke in bori, med listavci pa brezam, jelšam in vrbam.

Na borealne gozdove se proti jugu navezujejo **mešani listopadni gozdovi**, ki jim ustreza zmerno oceansko podnebje. Vegetacijska doba traja približno 6 mesecev. Razvili so se v obalnem delu velikih celin: v zahodni in srednji Evropi, v vzhodni Aziji ter vzhodni in deloma zahodni Severni Ameriki. Prevladujejo hrasti, bukve, javorji, bresti, jeseni, lipe, glogi, leske, dreni itd. Skupaj z listavci dobro uspevajo tudi nekateri iglavci, npr. jelka« (Mlakar, 1985, 13).



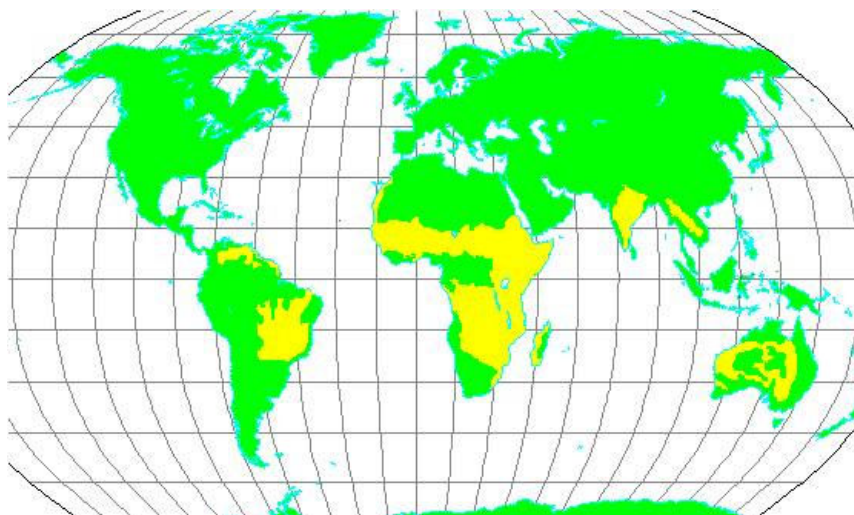
Slika 2: Področje mešanih listopadnih gozdov
Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekoregija> (15. 9. 2007)

»Na evropsko listopadno drevesno rastje se v Sredozemlju navezuje vedno zelena gozdna vegetacija, prilagojena na mile zime z razmeroma obilnimi padavinami in na vroča, suha poletja. Rastline so aktivne zgodaj spomladi, na poletno sušo in pripeko so prilagojene z debelimi usnjatimi listi, dlačicami, bodicami in trni. Glavne vrste so oljka, lovor, hrasta črnika in plutovec, alepski bor, pinija, cipresa, primorski brin itd. Podobne vegetacijske oblike so razvite tudi v Kaliforniji, Južni Afriki in Avstraliji« (Mlakar, 1985, 13).



Slika 3: Področje Mediterana
Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekoregija> (15. 9. 2007)

»V Indiji in delu Indokine so **monsunski gozdovi**. V deževni dobi (poleti) so olistani, v sušni (pozimi) pa odvržejo liste. Kjer je dežja manj in sušno obdobje izrazitejše, se med monsunskim tipom in subtropskim pasom uveljavlja **savana**, ki ima v ekstremnih razmerah stepsko oziroma polpuščavsko obliko, v ugodnejših pa gozdno. To je savanski gozd z nizkim redkim drevjem« (Mlakar, 1985, 13).



Slika 4: Področje savane

Vir: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekoregija> (15. 9. 2007)

»Po površini drugi, po biomasi pa prvi so **tropski gozdovi**, ki ležijo ob ekvatorju. Za te gozdove so značilne obilne padavine preko vsega leta, ki znašajo 2.000 do 12.000 mm letno. Temperature so stalno enakomerno visoke, od 24 °C od 28 °C. Zračna vlaga je visoka, najpogosteje okrog 100 %. Drevesno rastje se razvija v nadstropjih. Krošnje najvišjih dreves segajo do 60 m, pod njimi pa nižja drevesa, ki segajo 20 do 40 m visoko. Posebna značilnost teh gozdov so vzpenjalke (liane), ki obraščajo po več krošenj hkrati in so dolge tudi do 300 m.

Subtropski gozdovi so odmaknjeni od ekvatorja. Podnebje ni več enolično preko vsega poletja, ampak se oblikujeta dve dobi: deževna in sušna.

Rastlinstvo na Zemlji pa seveda ni simetrično razporejeno. Na južni polobli ni borealnih gozdov niti tundre. Na približno enakih zemljepisnih širinah, kot je Evropa, uspevajo v Južni Ameriki (Čile, Argentina) vedno zeleni gozdovi južnoameriške bukve, v višjih legah pa čilska aravkarija, eden značilnih iglavcev južne poloble« (Mlakar, 1985, 13).

2.2 GOZDOVI V SLOVENIJI

»Slovenija spada med najbolj gozdnate države v Evropi. **1.183.252 hektarjev gozdov** pokriva več kot polovico površine države (gozdnatost je **58,4 %**). Pretežni del slovenskih gozdov je v območju bukovih, jelovo-bukovih in bukovo-hrastovih gozdov (70 %), ki imajo razmeroma veliko proizvodno sposobnost. Večji delež gozdov od celotne površine države, kot ga ima Slovenija, imata v razviti Evropi le še Finska in Švedska. Evropa je edini kontinent, kjer se je gozdnatost v zadnjih trideset letih povečala za 10 %, kar je posledica dejstva, da prebivalstvo ne izkorišča gozdov za svoje osnovno preživetje« (Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2007, 2008).

2.2.1 Površina gozdov

Bencik (2007) navaja, da se površina gozdov v Sloveniji povečuje. Konec 18. stoletja je bila gozdnatost okoli 40 odstotkov (gozdnatost za leto 1773 je bila ugotovljena na podlagi analiz iz Jožefinske vojaške karte in je znašala 35 %), sedaj se je gozdnatost povečala za več kot 20 odstotkov, saj se zaraščajo odmaknjeni podeželski predeli, kjer ljudje opuščajo kmetovanje, zato izginjajo pašniki in travniki (po podatkih Zavoda za gozdove je gozdnatost za leto 2007 58,4 %). V mestnih in primestnih predelih pa se zaradi intenzivnega kmetijstva ter gradnje objektov, predvsem avtocest, površina gozda, ki je tod že tako ohranjen bolj v obliki ostankov, krči. V visokih strmih predelih Slovenije pa gozd pokriva in hkrati varuje do 90 % površin.

2.2.2 Drevesna sestava gozdov

»Sedanja drevesna sestava gozdov v Sloveniji je deloma spremenjena v primerjavi s potencialno – naravno drevesno sestavo. V slovenskih gozdovih uspeva okrog 71 drevesnih vrst, od tega 10 iglavcev in 61 listavcev. Med drevesnimi vrstami je najbolj pogosta smreka, sledijo ji bukev, jelka in hrast. Tako delež smreke predstavlja kar eno tretjino vseh drevesnih vrst« (Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2007, 2008).

Tabela 1: Delež drevesnih vrst v Sloveniji

DREVESNA VRSTA	DELEŽ V %
smreka	32,5
bukev	31,6
jelka	8,5
graden	6,2
bor	6,2
gaber	3,8
javor	2,5
ostalo	1,8
kostanj	1,7
cer, dob	1,5
macesen	1,2
jesen	1,0
jelša	0,6
robinija	0,5
lipa, lipovec	0,4

Vir: Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2007, 2008

V Sloveniji prevladujejo mešani gozdovi (52 %), sledijo čisti listnati gozdovi (30 %) in čisti iglasti gozdovi (18 %).

»Za oceno zdravstvenega stanja gozdov se od leta 1985 opravljajo sistematični popisi. Znak za zdravstveno stanje gozda je odstotek osutosti (zmanjšanja števila iglic ali listov) krošenj gozdnega drevja. Podatki Gozdarskega inštituta Slovenije od leta 1997 dalje kažejo povečevanje deleža nad 25 % osutosti gozdnega drevja, kar kaže na upadanje vitalnosti in povečevanje občutljivosti na zunanje vplive. Obstaja povezanost med osutostjo krošenj in bolj sušnimi razmerami v času vegetacije v zadnjih letih. Določen vpliv pa ima gotovo še onesnažen zrak, čeprav je trend tega pojava v zadnjem času bolj ugoden.

Jelka je zaradi vplivov podnebja in onesnaženosti na daljavo najbolj ogrožena drevesna vrsta« (<http://www.zgs.gov.si/>, 20. 8. 2008).

2.2.3 Lesna masa

V slovenskih gozdovih je nad 318 milijonov m³ lesa ali okroglo 269 m³ na hektar površine. Delež lesne zaloge iglavcev je 47,02 %, listavcev pa 52,98 %. V slovenskih gozdovih priraste letno 7.822.144 m³ ali 6,61 m³ na hektar.

V zadnjih nekaj letih je bilo v slovenskih gozdovih skupno posekano za dobre tri milijone m³ dreves letno, od tega 60 % iglavcev in 40 % listavcev.

V letu 2007 pa je bilo v slovenskih gozdovih skupno posekano 3.242.070 m³ dreves, od tega 2.042.735 m³ iglavcev in 1.199.335 m³ listavcev. (Poročilo ZGS za leto 2007, 2008)

Tabela 2: Slovenski gozd v številkah

Vrednost	Enota
Površina gozdov	1.183.252 ha
Gozdnatost	58,4 %
Lesna zaloga	318.107.335 m ³
	269 m ³ /ha
Letni prirastek	7.822.144 m ³
	6,61 m ³ /ha
Letni možni posek	4.791.066 m ³ /ha
Letni posek skupaj v letu 2007	3.242.070 m ³
Iglavcev	2.042.735 m ³
Listavcev	1.199.335 m ³

Vir: Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2007, 2008

Letni posek v naših gozdovih se v zadnjem desetletju giblje nekje na meji dveh tretjin letnega prirastka (za leto 2007 je posek le polovica letnega prirastka). Navedene številke kažejo premalo izkoriščeno lesno bogastvo naših gozdov, ki je gotovo pomembno za narodno gospodarstvo, saj je les kot plemenit, lep in ekološko sprejemljiv material sestavina številnih izdelkov. Tudi v ekološkem smislu pri zmanjševanju toplogrednih plinov v ozračju narašča pomen uporabe lesa za ogrevanje (lesna biomasa). Les je domača obnovljiva surovina, ki nadomešča fosilna goriva. Toda s premajhnim in nepravočasnim posekom lesa zmanjšujemo vitalnost naših gozdov, saj samo s kontinuiranim strokovnim gospodarjenjem z gozdom ohranjamo njegovo dominantno okoljetvorno vlogo (<http://www.zgs.gov.si/> 20. 8. 2008).

Ob zaključku poglavja poglejmo še nekaj zanimivosti:


- na našem planetu živi 5.000.000 vrst živih bitij,
- v tropskem deževnem gozdu podrejo vsako uro 500.000 dreves,
- vsako leto izgubimo 20.000 do 100.000 vrst
- v naslednjih 30 letih lahko izgubimo 20 % vseh vrst na planetu,
- vsako sekundo se uniči za nogometno igrišče veliko področje.

Povzetek

V poglavju ste spoznali razporeditev gozdov in oblikovanje gozdnega rastja. Zaradi spreminjanja podnebnih razmer se gozdno rastje spreminja od ekvatorja proti severu in jugu. Najsevernejši vegetacijski pas je tundra, sledijo borealni gozdovi iglavcev, mešani listopadni gozdovi, vedno zelena gozdna vegetacija ob Mediteranu. V indiji in Indokini so monsunki gozdovi, med monsunskim in subtropskim pasom se uveljavi savana. Ob ekvatorju ležijo tropski gozdovi, subtropski gozdovi pa so odmaknjeni od ekvatorja. Vegetacija na severni in južni polobli ni povsem simetrično razporejena.

Za Slovenijo velja, da spada med najbolj gozdnate države v Evropi in da se površina gozdov povečuje. Prevladujejo mešani gozdovi, sledijo pa jim čisti listnati in čisti iglasti gozdovi. Lesna masa oziroma zaloga v slovenskih gozdovih znaša 269 m³ na hektar površine (podatek za leto 2007). Letni posek v naših gozdovih ne dosega letnega prirastka. V letu 2007 je posek znašal samo polovico letnega prirastka, kar kaže na povečevanje gozdnatosti.

 <http://www.zgs.gov.si>

 <http://www.zrsvn.si>

Vprašanja za ponovitev

- Primerjajte razmere za rast dreves v različnih gozdnih pasovih in posledično možnosti dreves za formiranje prirastnega plašča.
- Razmislite o spreminjanju gozdnega rastja od ekvatorja proti severu in jugu.
- Analizirajte povečevanje gozdnatosti in lesne zaloge v Sloveniji.
- Razmislite o višini letnega poseka glede na letni prirastek.
- Glede na podane podatke izračunajte, koliko lesa zraste v Sloveniji v eni uri.

3 MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA

Ali veste, da na svetu uspeva približno 30.000 drevesnih vrst listavcev in približno 520 drevesnih vrst iglavcev? Les, ki ga pridobimo, je zelo pomembna surovina, ki ima kar nekaj prednosti : naravnost, obnovljivost, razširjenost...

Ko boste preučili to poglavje, boste znali oceniti prednosti lesa, njegovo uporabnost, pridobili boste znanja o zgradbi lesa in njegovih lastnostih, fiziologiji tvorbe prirastne plasti.

S pridobljenim znanjem boste znali določiti lesove domačih drevesnih vrst, ki se makroskopsko razlikujejo po barvi in teksturi, a se nam zdijo včasih zelo podobni oziroma celo brez posebnih razlik.

Zelo zanimive so teksture lesa posameznih drevesnih vrst, ki nam svoj videz izkazujejo kot posledico njihove anatomske zgradbe. Videz lesa je vsekakor vedno odvisen tudi od zunanjih dejavnikov, ki vsakodnevno vplivajo na rastoče drevo in s tem oblikujejo zunanjo obliko drevesa (habitus) in notranjo zgradbo (anatomijo).

Les je biološki material. Je tkivo, ki nastaja v lesnatih rastlinah, drevesih in grmih. Les sestavljajo celice, ki opravljajo različne naloge in imajo temu prilagojeno obliko in zgradbo. Opravljajo prevajanje vode, mehansko funkcijo ter prevajanje in skladiščenje hrane. Večina celic v lesu je mrtvih, žive so le parenhimske celice v beljavi. Prevajanje vode in mehansko funkcijo opravljajo mrtve celice, prevajanje in skladiščenje hrane pa žive celice.

Razvoj lesnatih rastlin je potekal preko treh mejnikov:

1. prehod iz vodnega in prilagoditev na kopensko okolje,
2. razvoj notranjega sistema prevodnih tkiv z vgraditvijo lignina,
3. pojav in razvoj kambija ter zmožnost sekundarne rasti drevesa – formiranje prirastnih plaščev (Božičko, 2002, 4).

Pri prehodu iz vodnega okolja so se drevesa prilagodila na kopensko okolje in zgradila nove sisteme prehranjevanja in »gibanja«, to so:

- proces fotosinteze v listih,
- sprejemanje hranil preko korenin in
- pokončna rast drevesa – olesenelo glavno steblo.

Les je sekundarni ksilem, trajno tkivo golosemenk in dvokaličnic, ki nastaja z delovanjem kambija v smeri proti strženu.

Zaradi mnogih funkcij, ki jih les opravlja v živih rastlinah, je njegova zgradba zelo raznolika. Sestavljajo ga različna tkiva in celice. Zato ima različne lastnosti, kot so: nehomogenost, anizotropnost, higroskopnost (Torelli, 1989).

Les je **nehomogen**, ker je sestavljen iz različnih specializiranih tkiv. Njegovo nehomogenost pa še povečujejo razlike med ranim in kasnim lesom, beljavo in jedrovino, mladostnim in zrelim lesom, reakcijski les in seveda mnoge napake, ki se pojavljajo v lesu.

Anizotropnost je posledica različne zgradbe in različne usmerjenosti tkiv. Osnovno vlakneno tkivo in trahejno omrežje potekata v vzdolžni smeri, trakovno tkivo pa radialno. Anizotropnost je tudi posledica priraščanja lesa v plasteh (branike).

Higroskopnost je lastnost lesa, da sprejema vodno paro iz vlažnega zraka in jo »sorptivno« veže, ali pa vodo oddaja v suh zrak.

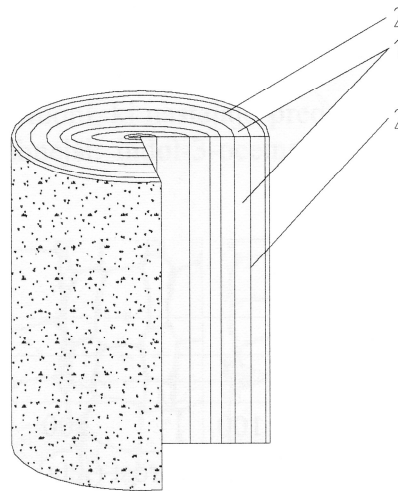
Higroskopnost lahko zmanjšamo s kemičnimi in fizikalnimi postopki, hkrati povečamo dimenzijsko stabilnost in izboljšamo trdnostne lastnosti masivnega lesa.

Nezaželeno heterogenost, anizotropijo in variabilnost lesa je mogoče zmanjšati z rezanjem in luščenjem furnirjev, žaganjem gredic, razvlaknjevanjem in oblikovanjem iveri v različne plošče.

Zgradbo lesa imenujemo makroskopsko takrat, ko les opazujemo s prostim očesom.

Kaj torej vidimo s prostim očesom?

Na sliki je prikazan vzorec lesa, kjer lahko prepoznamo branike in letnice.



Slika 5: Letna prirastna plast – branika (1) in letnica (2)

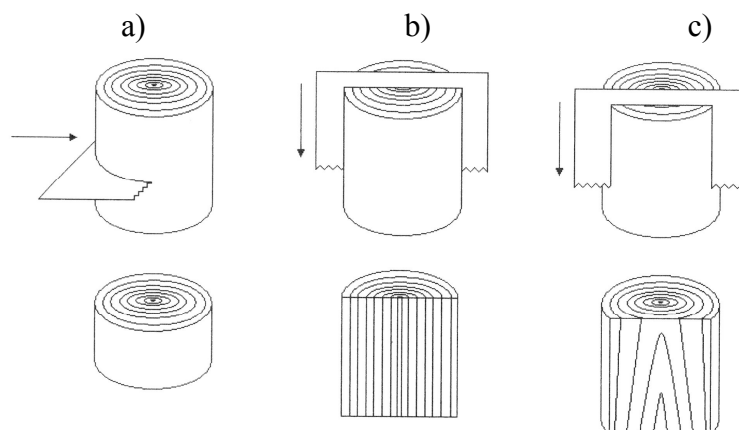
Vir: Čufar, 2001, 68

Zaradi značilne višinske in debelinske rasti ločimo pri lesu tri osnovne ksilotomske smeri:

- longitudinalno**, ki poteka v smeri višinske rasti, pretežno v osni smeri osnovnega tkiva,
- radialno**, ki poteka v smeri debeline in
- tangencialno**, ki je pravokotna na radialno.

Glede na osne smeri so definirane tudi ravnine, oziroma prerezi :

- prečni prerez,
- radialni prerez,
- tangencialni prerez (Božičko, 2002, 5).



Slika 6: Značilni prerezi lesa

Vir: Polanc, Leban, 2004, 35

3.1 PREČNI PREREZ LESA

Ko drevesno deblo prerežemo prečno, lahko vidimo zanimivo sliko koncentričnih krogov ali prirastnih kolobarjev. Najbolj zunanji del prerezanega debla je **skorja**.

Skorji sledi **kambij**, ki je pomemben pri rasti drevesa in skrbi za delitev celic in za priraščanje lesa navznoter in skorje navzven.

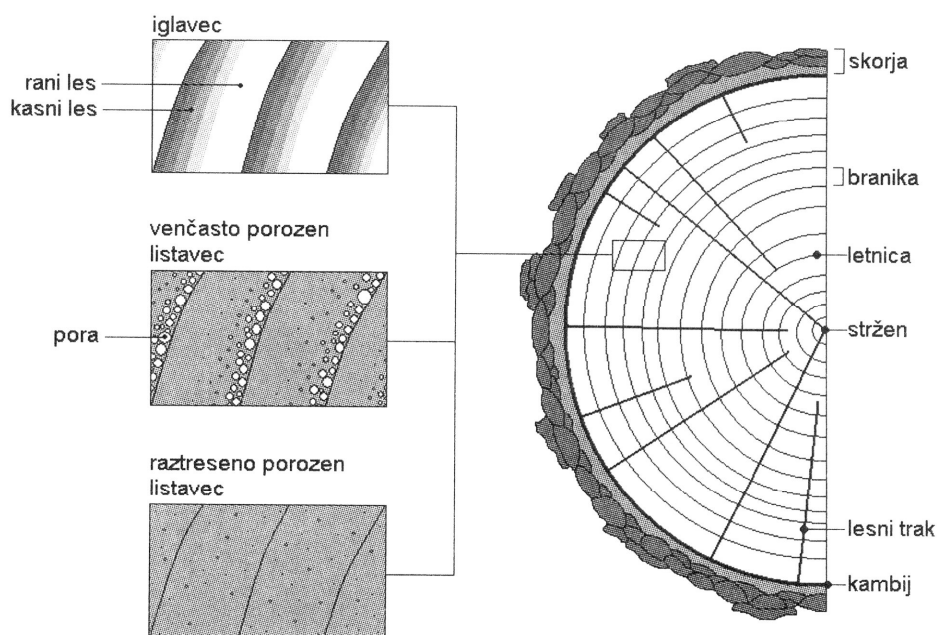
Kambiju sledijo proti notranjosti debla prirastne plasti lesa, ki jih imenujemo **branike** (Polanc, Leban, 2004, 35).

Branika je prirastni kolobar, ki nastane v enem letu in je sestavljena iz ranega in kasnega lesa. Rani les se znotraj branike vidi kot svetlejši, manj gosti les, kasni les je temnejši in gostejši.

Letnica je meja med dvema branikama, ali natančneje, meja med kasnim lesom prejšnjega leta in ranim lesom letošnjega leta.

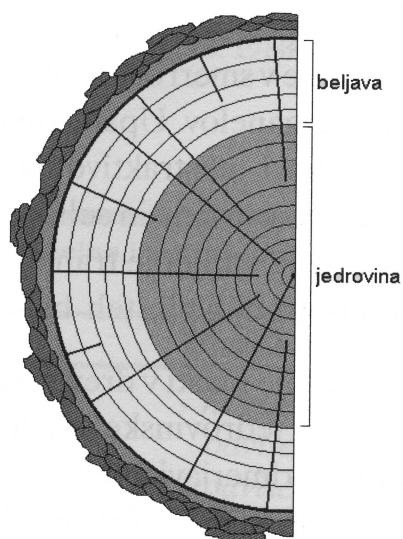
Sredi prečnega prereza je **stržen**.

Trakovi (trakovni parenhim) so vidni kot tanke črte, ki potekajo od skorje proti strženu.



Slika 7: Prečni prerez lesa
Vir: Polanc, Leban, 2004, 35

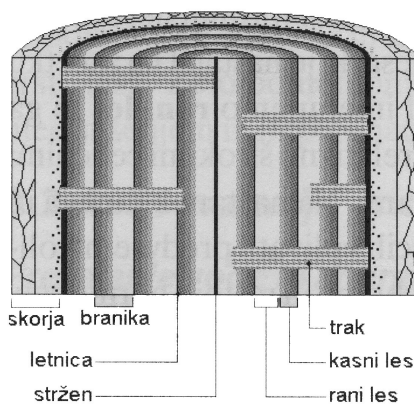
Na prečnem prerezu se barvno ločita tudi **jedrovina in beljava**, kjer je beljava zunanji, obodni del debla, jedrovina pa notranji.



Slika 8: Prečni prerez lesa z vidno beljavo in jedrovino
Vir: Polanc, 2004, 37

3.2 RADIALNI PREREZ LESA

»Radialni prerez lesa iglavcev, venčasto-poroznega in polvenčasto-poroznega lesa je značilno progast. Prirastne plasti so vidne kot pasovi, ki potekajo vzporedno s strženom debla. Obsežnejše lesne trakove nekaterih lesnih vrst (npr bukev, hrast, brest, tudi javor ...) lahko opazujemo kot svetleče, gladke lise – bleščice« (Polanc, Leban, 2004, 36).



Slika 9: Radialni prerez lesa
Vir: Polanc, Leban, 2004, 36



Slika 10: Vzorec lesa v radialnem prerezu

Vir: Lasten

3.3 TANGENCIALNI PREREZ LESA

»Prirastne plasti na tangencialnem prerezu sestavljajo sliko, ki je odvisna od mesta prereza. Meje med prirastnimi plastmi potekajo v obliki parabol. Trakovi so prečno prerezani in jih lahko vidimo s prostim očesom kot črte ali vretena (npr. bukev, hrast)« (Polanc, Leban, 2004, 36).



Slika 11: Tangencialni prerez lesa

Vir: Lasten

3.4 BRANIKA, LETNICA

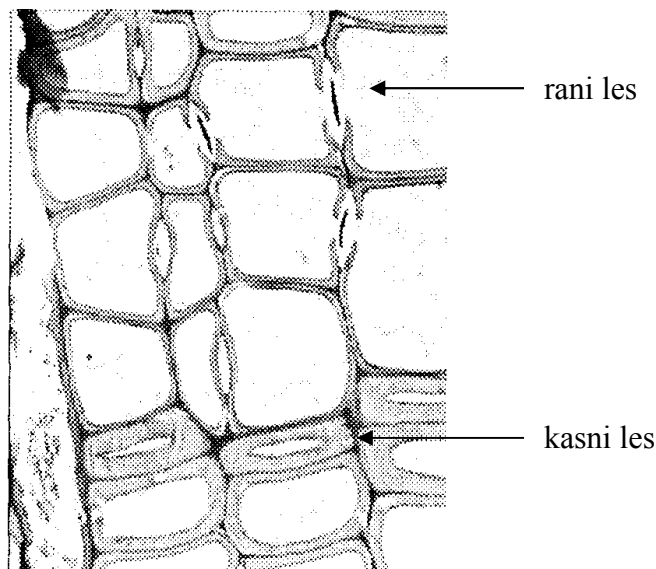
Božičko (2002) navaja, da lesnate rastline priraščajo v plasteh – prirastnih kolobarjih, ki jih v prečnem prerezu imenujemo **branike** in so posledica periodičnosti delovanja kambija in spremenljivih fizioloških pogojev med vegetacijskim obdobjem. Bolj ali manj izrazita meja med dvema prirastnima kolobarjema je **letnica**, ki je odraz strukturnih razlik med kasnim in ranim lesom zaporednih letnih prirastnih plasti in je vidna v prečnem in radialnem prerezu. O branikah navadno lahko govorimo pri rastlinah zmernih klimatskih pasov. Tudi pri tropskem drevju so lahko vidni prirastni kolobarji, ki so posledica prekinitve rasti zaradi sušnih obdobj.

Na diferenciacijo lesa prirastnega plašča v rani, kasni in prehodni les vplivata dva neodvisna mehanizma:

- a) fotosinteza hrane in njena distribucija vzdolž debla ter
- b) sinteza in distribucija avksina.

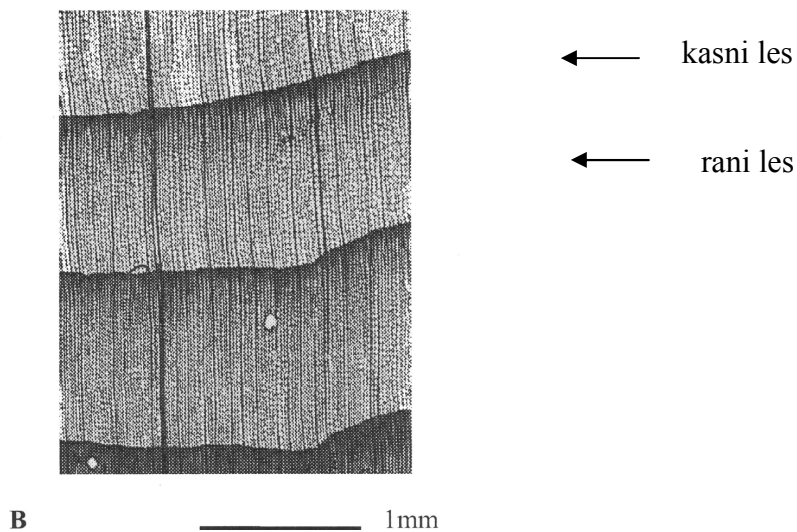
Dosegljivost hrane v kambijevi coni vpliva na debelino celične stene, oskrba z avksinom (rastni hormon) pa na širino lumna.

»Na začetku vegetacijskega obdobja, ob dobri oskrbi z avksinom (široki lumni) in slabši oskrbi z asimilati (tanke stene), nastaja **rani les**. Ko preneha rast v višino, prične usihati oskrba z avksinom (ožji lumni), hkrati ostaja več asimilatov za debelitev celičnih sten (debele stene). Tvorijo se **kasni les**. V vmesnih pogojih, ko se fiziološka gradienta prekrivata, nastaja **prehodni les**« (Božičko, 2002, 6).



Slika 12: Diferenciacija lesa v rani in kasni les
Vir: Čufar, 2001, 24

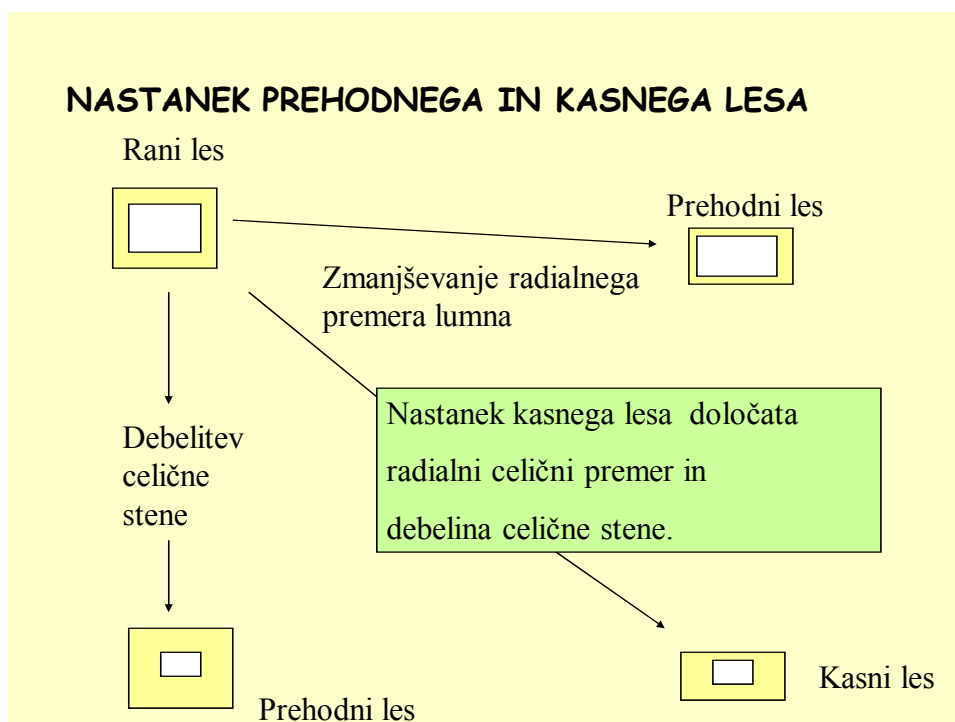
Pri iglavcih je kasni les (zunanji del branike) ponavadi temneje obarvan in trši. Rani les (notranji del branike) pa je iz mehkejšega lesa.



Slika 13: Branike pri lesu smreke
Vir: Čufar, 2001, 72

Pri večini domačih iglavcev ločimo :

- **rani les** (na začetku vegetacijske dobe),
- **prehodni les**,
- **kasni les** (proti koncu vegetacijske dobe).



Slika 14: Prikaz nastanka prehodnega in kasnega lesa
Vir: Prirejeno po Torelli, 1989

Debelitev celične stene je v tesni zvezi s tekočo neto proizvodnjo in distribucijo produktov.

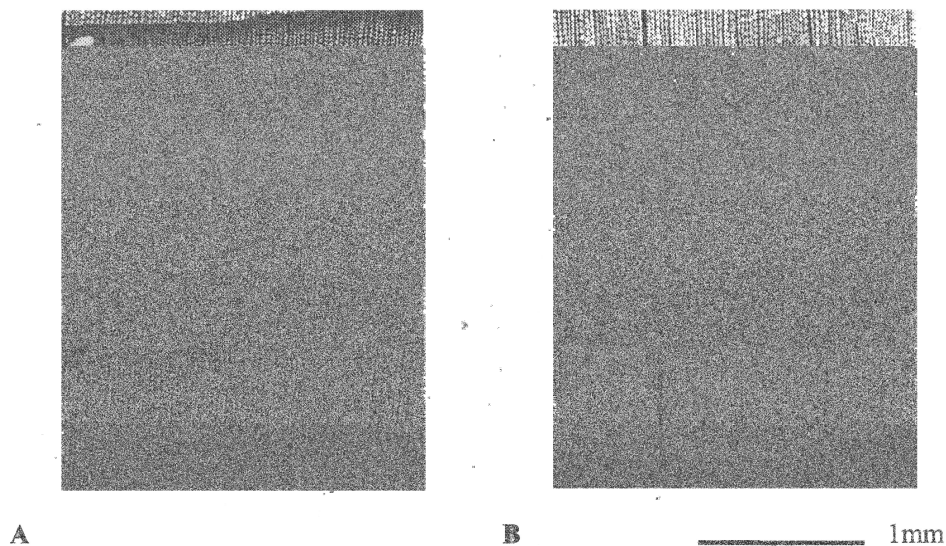
Vprašajmo se, zakaj spomladi nastaja rani les?

»Spomladi se najprej del produktov fotosinteze uporabi za rast poganjkov, po zimskem mirovanju morajo zrasti listi, veje – to pomeni manj hrane in tanjšo celično steno. Nato se sprotni produkti fotosinteze vgradijo v celično steno. Rast poganjkov in listov se zmanjšuje, na voljo je torej več produktov fotosinteze in celične stene postajajo debelejše.

Zakaj se kasni les začne tvoriti najprej na bazi drevesa? Rast poganjkov začne pešati, zmanjšuje se količina avksina, kar najprej občuti kambij, ki je najdlje od mesta nastanka avksina« (Torelli, 1989).

Širina branik pri različnih drevesnih vrstah je seveda lahko različna. Širina branike pa je lahko različna tudi znotraj ene drevesne vrste zaradi različnih dejavnikov. Z različno širino branike se spreminja tudi delež ranega oz. kasnega lesa znotraj ene branike.

Pri iglavcih (glej sliko 15) je širina (delež) kasnega lesa enaka. S povečevanjem širine branike delež kasnega lesa pada, povečuje se delež mehkejšega ranega lesa (manjša gostota).



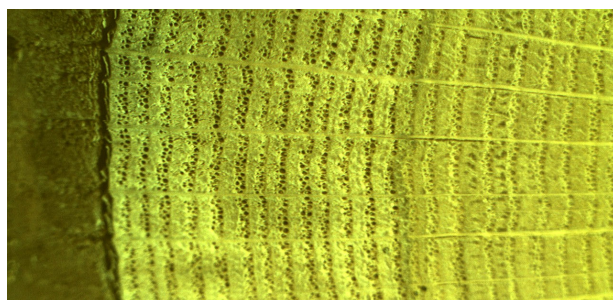
Slika 15: Prečni prerez lesa smreke z ozkimi (A) in širokimi branikami (B)

Vir: Čufar, 2001, 72

Pri listavcih se s povečevanjem širine branike povečuje delež kasnega lesa (večja gostota – glej sliko 17).

3.5 RAZTRESENO-POROZNE IN VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE

Pri **nekaterih listavcih** lahko na prečnem prerezu v ranem lesu vidimo drobne pore (traheje), ki so nanizane ob letnici v obliki venca. Traheje v ranem lesu so pri teh drevesnih vrstah znatno večje od trahej v kasnem lesu in zato tudi vidne s prostim očesom. Takšne drevesne vrste imenujemo **venčasto-porozne drevesne vrste** (hrast, jesen, domači kostanj, brest, robinija).

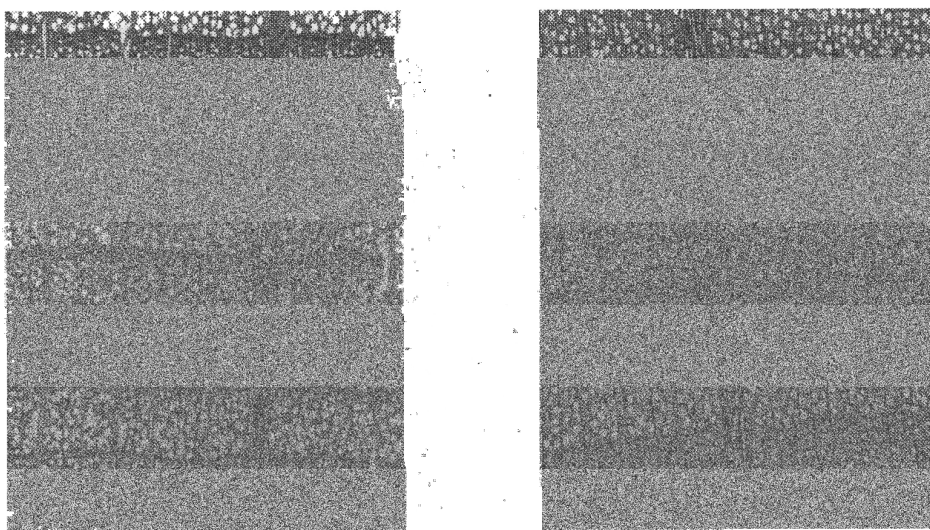


Slika 16: Les hrasta z branikami in dobro vidnimi trahejami v ranem lesu

Vir: Lasten

Polvenčasto-porozne drevesne vrste imajo traheje ranega lesa bodisi znatno večje (navadni oreh) bodisi številčnejše (divja češnja).

Pri listavcih zmerne pasu so lahko traheje enako velike in enakomerno porazdeljene po braniki, a ponavadi niso vidne s prostim očesom. Takšne drevesne vrste imenujemo **raztreseno-porozne drevesne vrste** (bukev, gaber, lipa, breza, javor...).



Slika 17: Branike pri lesu bukve (raztreseno-porozni listavec)

Vir: Čufar, 2001, 74

Povzetek

V poglavju ste se seznanili z zgradbo in lastnostmi lesa. Pri lesu govorimo o treh pomembnih lastnostih: nehomogenosti, anizotropnosti in higroskopnosti. Anizotropnost je posledica različne usmerjenosti tkiv v treh različnih smereh. Higroskopnost je lastnost lesa, da sprejema oziroma oddaja vodo in se tako prilagaja okoliškemu zraku. Nehomogenost je posledica različne zgradbe. Les vsako leto pridobi nov prirastni plašč, ki ga imenujemo branika, mejo med dvema branikama pa letnico.

Zgradba lesa se razlikuje pri lesu iglavcev in listavcev. Posledica različne anatomske zgradbe lesa je neenaka tekstura lesa. Le-ta je posledica nastalih razlik v ranem in kasnem lesu, razporejenosti trahej, prisotnosti trakov.

📖 Pridobljeno znanje lahko preverite pri vajah: Tvoriva v lesarstvu – Makroskopska zgradba lesa (vaje 2.1–2.9).

📖 http://www.informatika.bf.uni-lj.si/wood_les.html

📖 <http://www.korak.ws/clanki/variabilna-in-heterogena-zgradba-lesa>

📖 <http://www.korak.ws/clanki/teksture-lesa>

📖 <http://etocka.si/lesarstvo>

📖 http://www.cpi.si/ucitelji/strokovna_podrocja-izobrazevalni_programi/lesarstvo_in_tapetnistvo.aspx#Unagradaiva

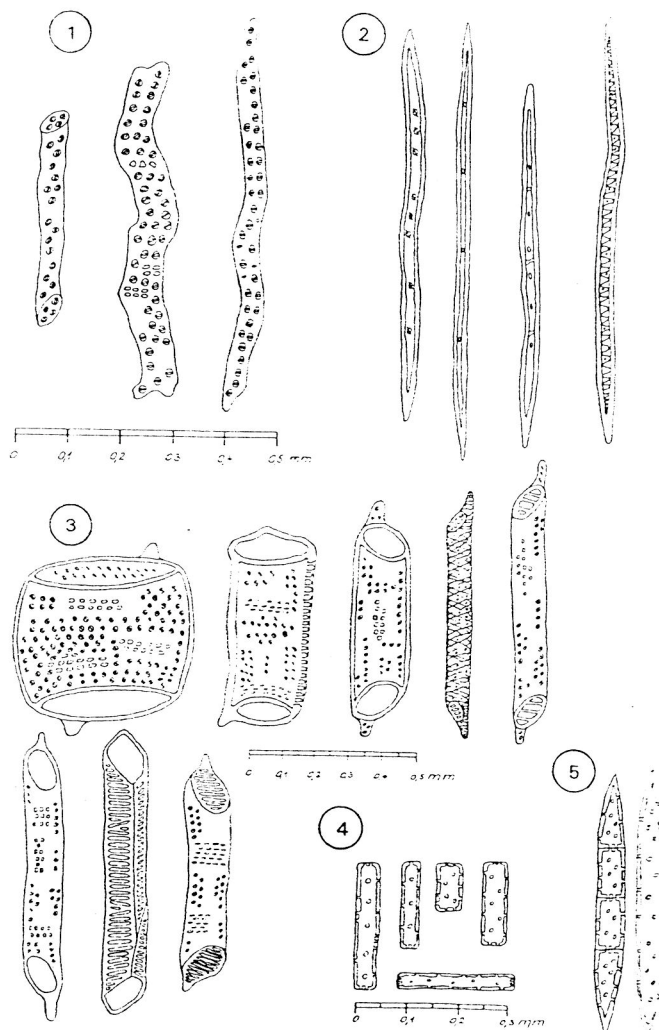
Vprašanja za ponovitev

- Razmislite o poteku nastajanja prirastnih plasti.
- Primerjajte teksturo lesa glede na različne prereze lesa.
- Analizirajte formiranje ranega in kasnega lesa.
- Določite delež ranega in kasnega lesa v povezavi z gostoto.
- Naštejte makroskopske značilnosti, po katerih bi prepoznali les bukve, hrasta, jesena, smreke.
- Razložite, kako vplivajo trakovi na videz lesa.
- Primerjajte izgled površine lesa pri venčasto-poroznih in raztreseno-poroznih drevesnih vrstah.

4 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA

V poglavju boste nadaljevali s spoznavanjem zgradbe lesa, in sicer boste podrobno spoznali zgradbo lesa, ki jo lahko opazujemo z mikroskopom – mikroskopsko zgradbo lesa. Ko boste spoznali anatomske elemente lesa, boste razumeli pomen teksture oziroma izgleda lesa. Spoznali boste potek evolucije lesnatih rastlin in posledično evolucijo anatomskega elementa ter funkcije tkiv pri iglavcih in listavcih. Seznanili se boste z možnostjo prevajanja vode, skladiščenja, transportiranja in izločanja snovi.

Les je zgrajen iz različnih anatomskega elementa, ki opravljajo različne naloge in se zato med seboj razlikujejo. Še posebej je pomembna razlika v zgradbi lesa pri iglavcih in listavcih.



Slika 18: Anatomski elementi lesa

1. traheide 2. vlakna 3. trahejni elementi 4. celice trakovnega parenhima 5. osni parenhim

Vir: Pipa, 1997, 33

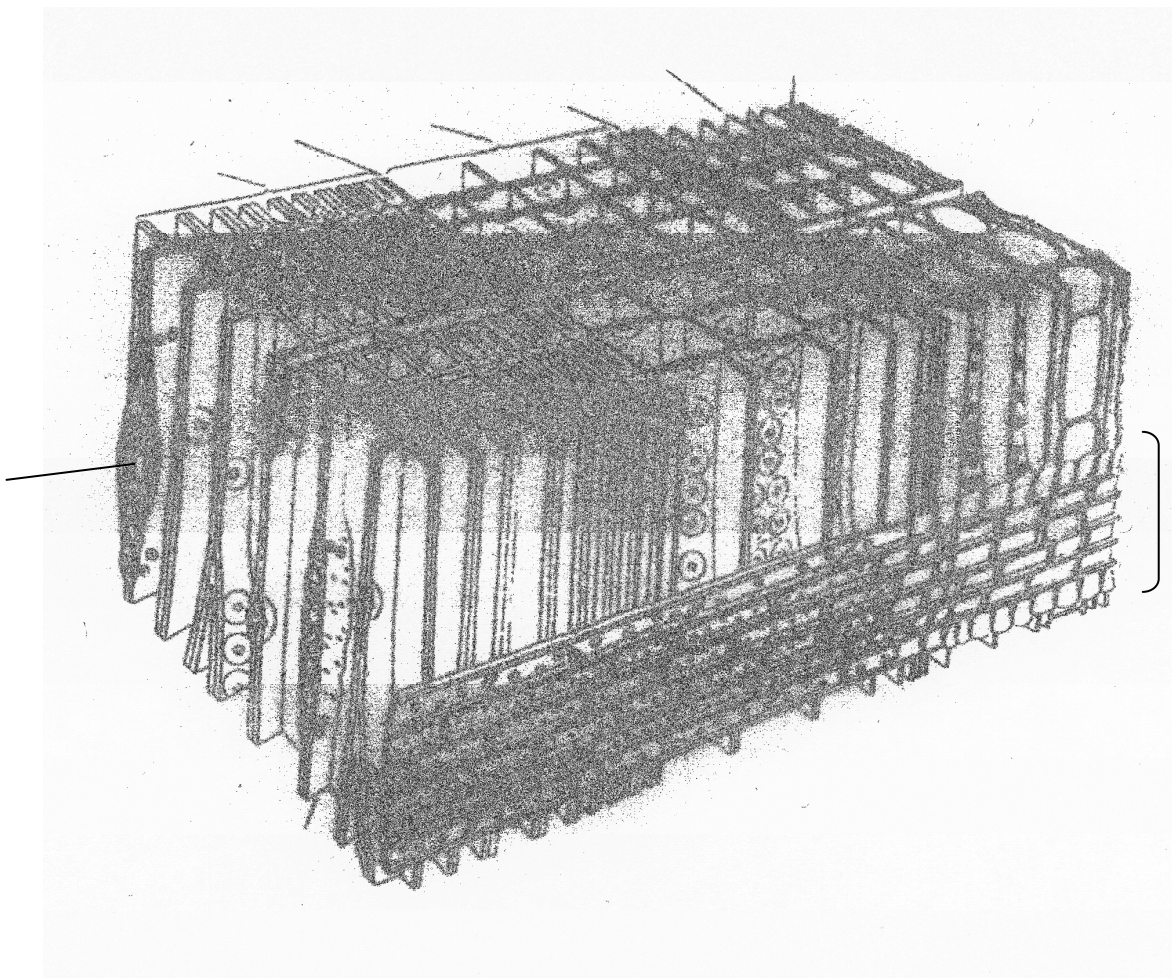
Les iglavcev sestavljajo:

- traheide, ki opravljajo prevodno in mehansko nalogo,
- osni (aksialni) parenhim, ki ima nalogo skladiščenja rezervne hrane,
- trakovni parenhim (trakovi), ki opravljajo prevodno nalogo in nalogo skladiščenja,
- smolni kanali, ki opravljajo sekrecijsko nalogo (izločanje).

Les listavcev sestavljajo:

- traheje, ki opravljajo prevodno nalogo,
- vlakna, ki imajo mehansko funkcijo,
- osni parenhim s funkcijo skladiščenja rezervne hrane,
- trakovni parenhim s funkcijo skladiščenja rezervne hrane in prevajanja.

4.1 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV



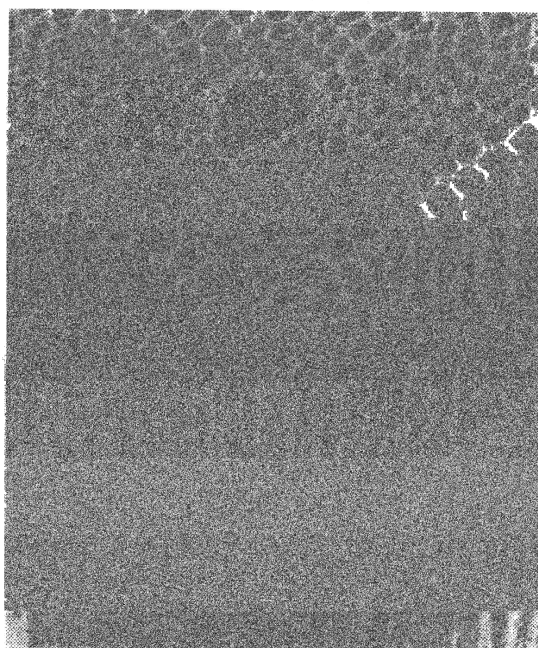
Slika 19: Prikaz mikroskopske zgradbe lesa iglavcev
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 18

4.1.1 Traheide

Traheide so osnovni anatomske element pri lesu iglavcev.

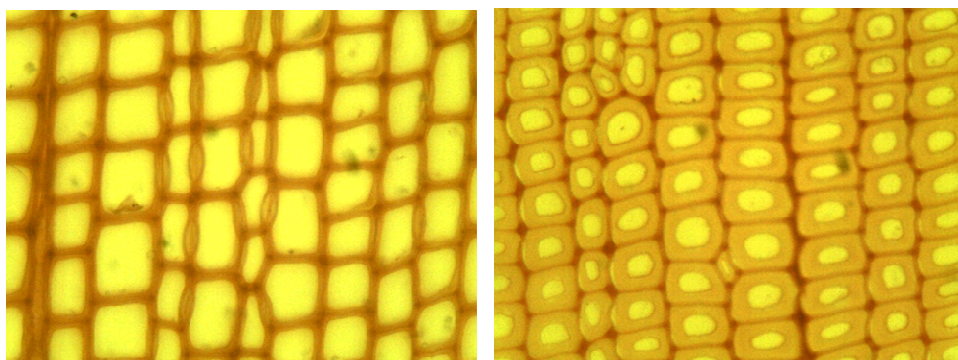
Ločimo: - osne (aksialne) traheide in
- trakovne traheide.

»**Osne traheide** predstavljajo osnovno tkivo iglavcev (95 %). Traheide so razporejene vzporedno z rasto osjo debla in vej, razporeditev je vedno takšna, da se njihovi konci prekrivajo. Komunikacija med traheidami poteka preko obokanih pikenj, ki se nahajajo skoraj izključno v radialnih stenah. Dolžina traheid je 3.000 μm – 5.000 μm izjemoma 7.400 μm « (Božičko, 2002, 28–29).

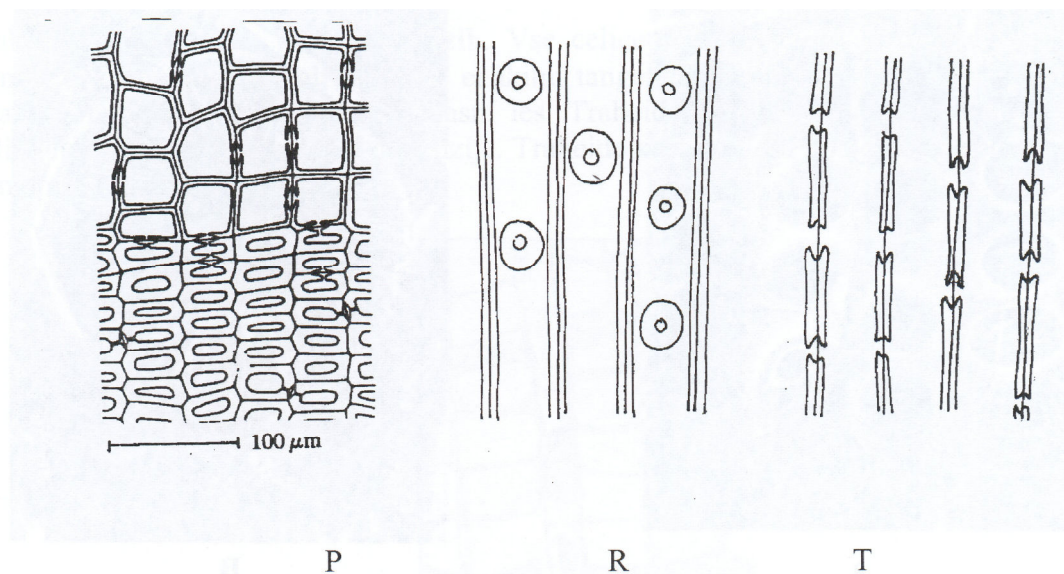


Slika 20: Tridimenzionalni izgled lesa bora posnet z vrstičnim elektronskim mikroskopom
Vir: Čufar, 2001, 22

Traheide ranega lesa imajo tanke celične stene, velike lumne in opravljajo prevodno nalogo.
Traheide kasnega lesa imajo debele stene, ozke lumne in opravljajo mehansko nalogo.

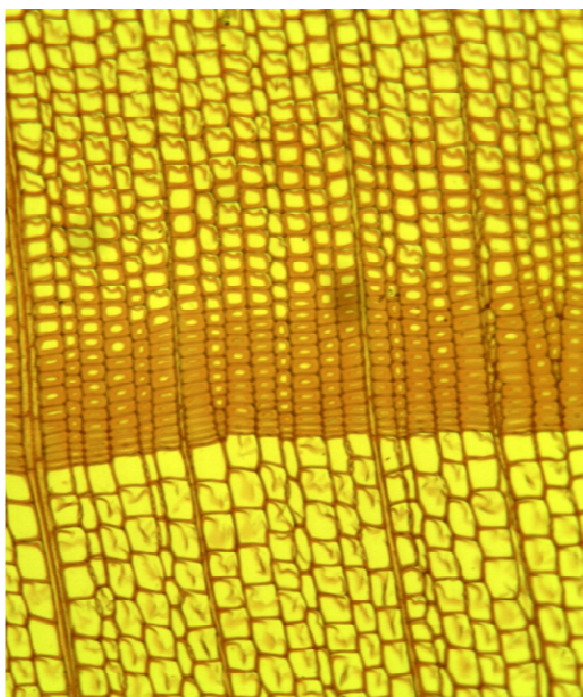


Slika 21: Traheide ranega lesa (levo) in traheide kasnega lesa (desno)
Vir: Lasten



Slika 22: Traheide v prečnem, radialnem in tangencialnem prerezu
Vir: Čufar, 2001, 22

Traheide so praviloma razporejene v radialnem nizu. Celice enega radialnega niza so potomke iste kambijeve inicialke. Imajo isto tangencialno dimenzijo. Radialna dimenzija se zmanjšuje od ranega proti kasnemu lesu (Čufar, 2001, 24).



Slika 23: Razporejenost traheid v radialnem nizu
Vir: Lasten

4.1.2 Aksialni (osni) parenhim

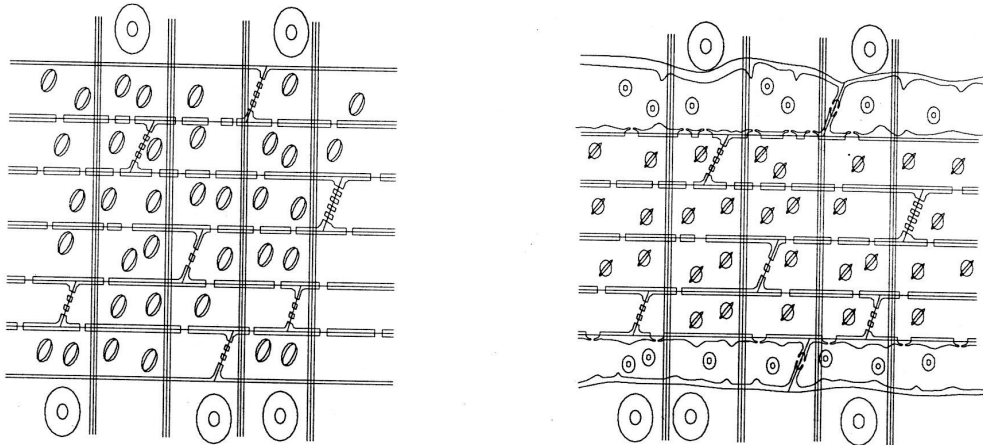
Aksialni parenhim v lesu večine iglavcev manjka. Če je prisoten, navadno ne presega 6 % in opravlja transport ter skladiščenje hrane.

4.1.3 Trakovni parenhim – trakovi

Trakovni parenhim poteka v radialni smeri od kambija proti središču debla in vej. Na trakovno tkivo odpade največ 10 % lesa. Pri iglavcih so trakovi praviloma enoredni (debeli eno celico).

Trakovi so lahko

- **homocelularni**, ko so zgrajeni samo iz parenhimskih celic ali
- **heterocelularni**, ko trakovno tkivo vsebuje parenhimske celice in trakovne traheide, ki se nahajajo na robovih trakov.

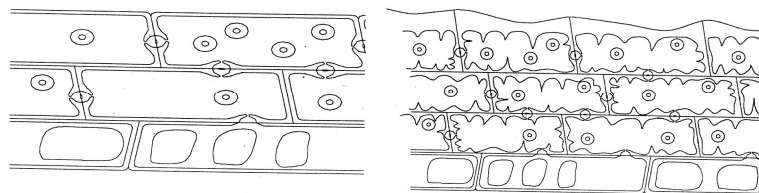


Slika 24: a/ homocelularni trak v radialnem prerezu b/ heterocelularni trak v radialnem prerezu
(npr. les jelke, *Abies alba*) (npr. les bora in smreke, *Pinus*, *Picea*)

Vir: Čufar, 2001, 26

Trakovne traheide so prisotne pri nekaterih drevesnih vrstah, kjer skupaj s parenhimskimi celicami tvorijo trakove (heterocelularni trakovi).

Trakovne traheide so lahko gladke ali nazobljene.

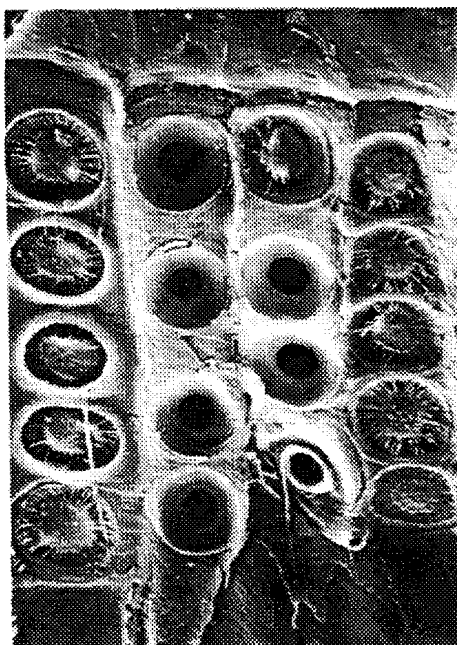


Slika 25: a/ gladke trakovne traheide
(npr. zeleni bor, *Pinus strobus*)

b/ nazobljene trakovne traheide
(npr. črni bor, *Pinus nigra*)

Vir: Torelli, 1991, 32

4.1.4 Piknje



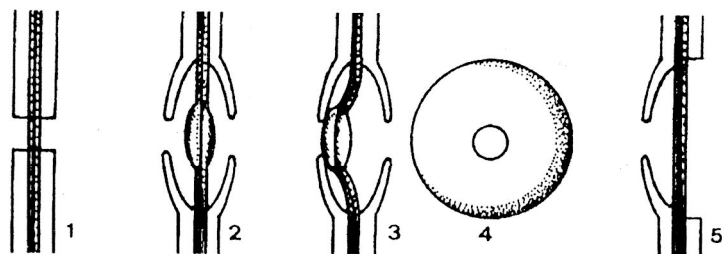
Slika 26: Piknje
Vir: Čufar, 2001, 23

Komunikacija med traheidami in parenhimskimi celicami poteka preko pikenj.

a/ **Med parenhimskimi celicami** teče komunikacija preko enostavnih pikenj.

b/ **Parenhimske celice so s trakovnimi in aksialnimi traheidami** povezane s polobokanimi pikenjami. Med parenhimsko trakovno celico in aksialno traheido se nahajajo polobokane piknje, ki so v stenah traheid obokane, v stenah parenhimskih celic pa enostavne.

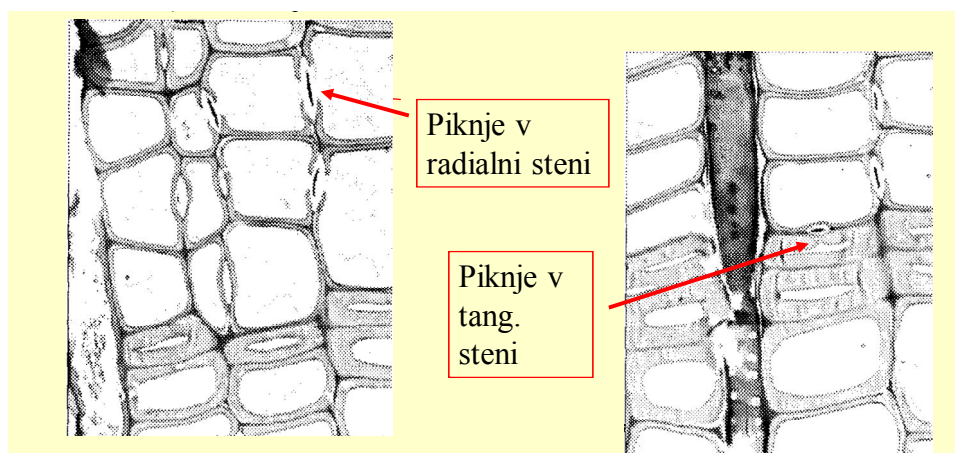
c/ **Trakovne traheide so med seboj in z aksialnimi traheidami** povezane z obokanimi pikenjami. Piknje so še posebej številčne na koncih traheid.



1 - enostavna piknja
2 - obokana piknja - odprta
3 - obokana piknja - zaprta

4 - obokana piknja (pogled od spredaj)
5 - polobokana piknja

Slika 27: Piknje v celični steni
Vir: Čermak, 1998, 41



Slika 28: Obokane piknje v radialnih in tangencialnih stenah traheid
Vir: Čufar, 2001, 24

4.1.5 Smolni kanali

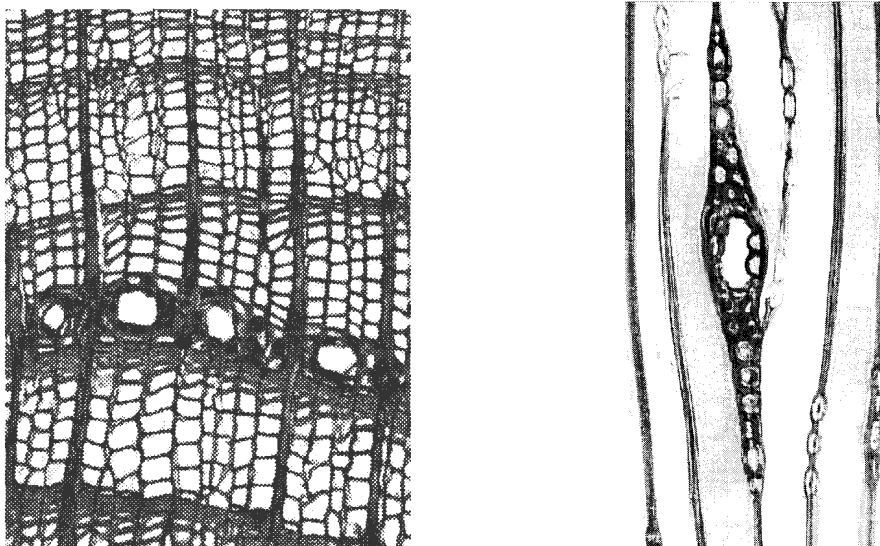
»Smolni kanali so splošna značilnost iglavcev. To so medcelični prostori, ki so nastali z razmaknitvijo nezrelih aksialnih elementov. Smolni kanal je torej samo votlina (ni lesni element), obdana s parenhimskimi celicami, ki jih imenujemo epitelne celice, te pa izločajo smolo v smolni kanal. Z izločanjem smole poteka sekrecija, t. j. odstranjevanje snovi« (Čufar, 2001, 28).

Epitelne celice ostanejo žive do transformacije beljave v jedrovino.

- Ločimo:
- **normalne** smolne kanale (npr. pri rodovih Pinus, Picea, Larix, Pseudotsuga) in
 - **poškodbene ali tramvmatske** smolne kanale (npr. pri rodovih Abies, Tsuga, Cedrus, Pseudolarix), ki se tvorijo okrog rane na drevesu in izločajo smolo ter tako zapirajo rano.

Normalne smolne kanale delimo na aksialne in radialne.

Aksialni ali osni smolni kanali potekajo vzporedno z drevesno osjo, medtem ko **radialni** smolni kanali potekajo v radialni smeri, nahajajo se v trakovih in so manjši. Radialni smolni kanali se podaljšujejo s prirastkom lesa. Njihova dolžina je tem večja, če je drevo debelejše. Aksialni in radialni smolni kanali so med seboj povezani in tvorijo omrežje.



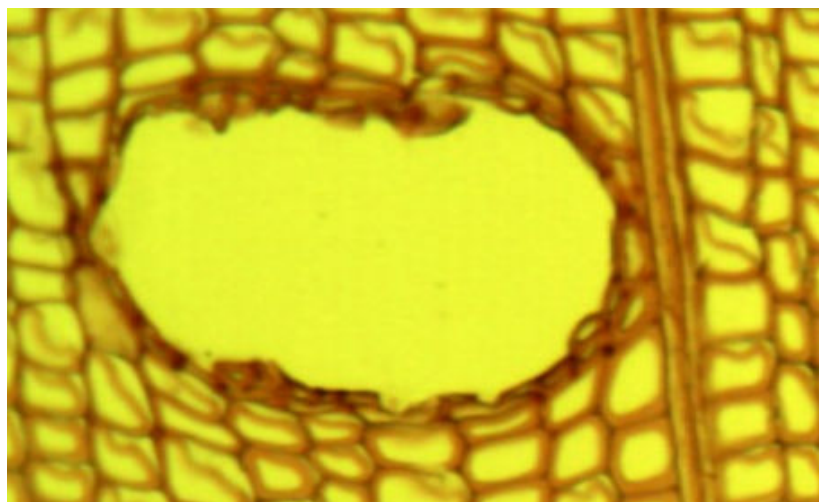
a)

b)

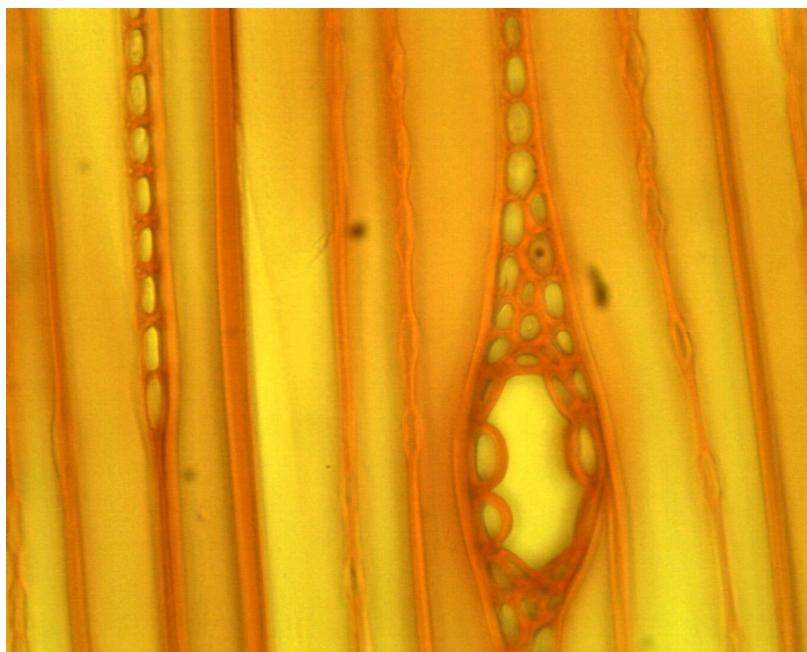
Slika 29: Smolni kanali
a/ aksialni smolni kanali, b/ radialni smolni kanal
Vir: Čufar, 2001, 28

Smolni kanali so obdani z **epitelnimi celicami**, ki so lahko:

- tankostene (npr. pri borih) ali
- debelostene (npr. pri navadni smreki).



Slika 30: Aksialni smolni kanal z epitelnimi celicami pri smreki
Vir: Lasten



Slika 31: Radialni smolni kanal z epitelnimi celicami pri smreki
Vir: Lasten

4.1.6 Opisi lesov iglavcev

Abies alba – jelka


prehod med ranim in kasnim lesom	postopen
smolni kanali	jih nima
trakovi	homocelularni
trakovi	enoredni, zelo visoki 15–25 celic (celo 40)
prečne stene parenhimskih celic	vozlaste
aksialni parenhim	prisoten
obokane piknje v radialnih stenah	razporejene nasprotno v več redovih
piknje v križnih poljih	taksodioidne v ranem lesu do piceoidne v kasnem lesu

Picea abies – smreka

prehod med ranim in kasnim lesom	večinoma postopen
smolni kanali	aksialni in radialni
epitelne celice	debelostene, pri radialnih smolnih kanalih (7–12 celic)
trakovi	heterocelularni
trakovi	enoredni 10–15, redko 25 celic
trakovne traheide	prisotne in nazobljene
kristali v trakovih	redko
prečne stene parenhimskih celic	močno piknjave
tangencialne stene paren. celic	vozlaste
obokane piknje v radial.stenah	eno-do dvoredne – nasprotne
piknje v križnih poljih	piceoidne

Pinus nigra – črni bor

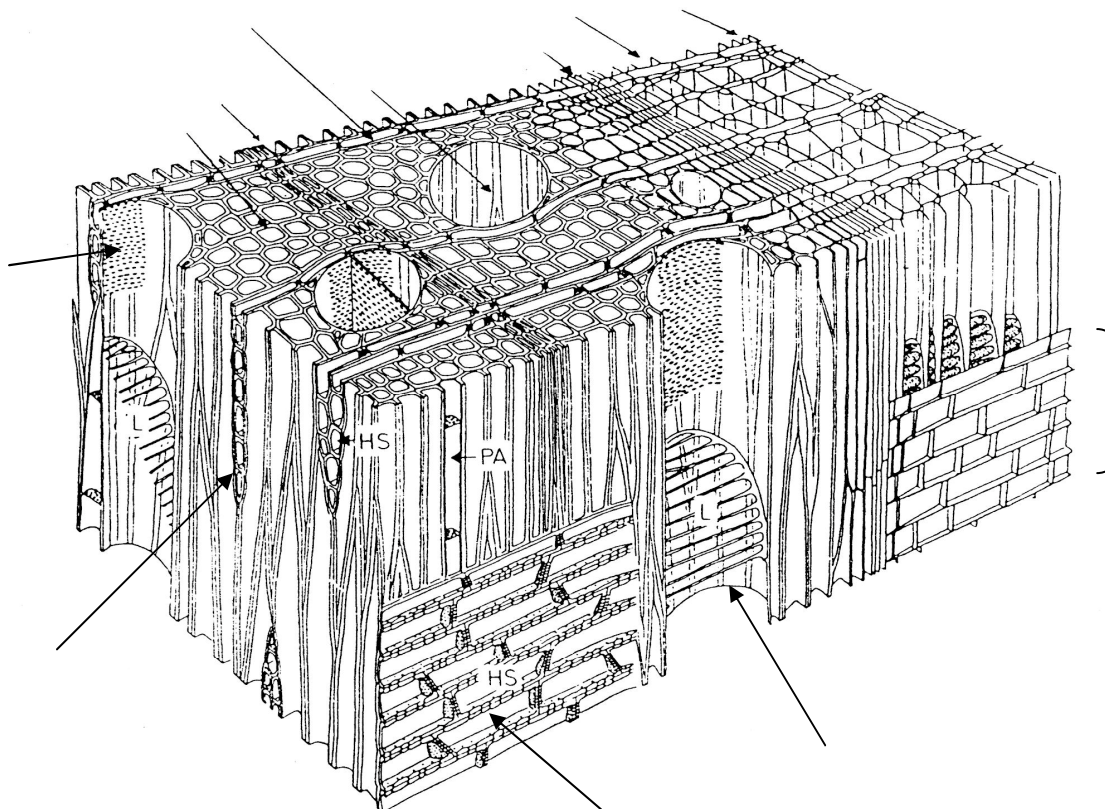
prehod med ranim in kasnim lesom	izrazit
smolni kanali	aksialni: predvsem v kasnem lesu radialni: manjši
epitelne celice	s tankimi stenami
trakovi	heterocelularni
trakovne traheide	prisotne in nazobljene
prečne stene parenhimskih celic	tanke in brez pikenj
križna polja	največkrat ena (ali dve) oknasti piknji
piknje v križnih poljih	piceoidne, oknaste (v ranem lesu večja okna)

 Pridobljeno znanje lahko preverite pri vajah: Tvoriva v lesarstvu – Mikroskopska zgradba lesa iglavcev (vaje 3.1–3.7).

Vprašanja za ponovitev

- Določite dejavnika, ki vplivata na nastanek ranega oziroma kasnega lesa.
- Razmislite o funkciji traheid pri ranem in kasnem lesu.
- Razmislite o prisotnosti smolnih kanalov v lesu iglavcev.

4.2 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA LISTAVCEV



Slika 32: Prikaz mikroskopske zgradbe lesa listavcev
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 18

4.2.1 Vlakna

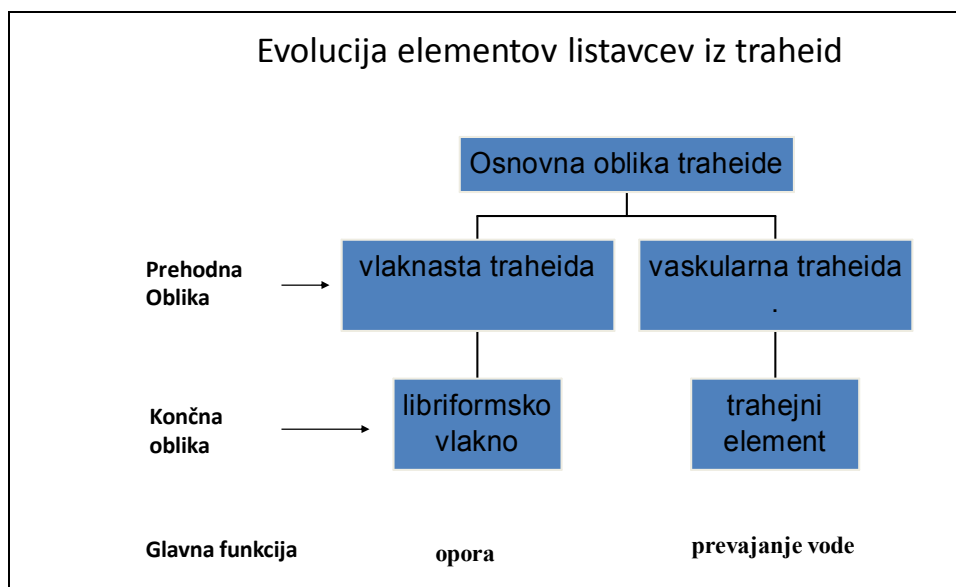
»Osnovno tkivo listavcev je zgrajeno iz vlaken, ki jih glede na stopnjo redukcije obokanih pikenj oz. glede na stopnjo specializacije za mehansko funkcijo uvrščamo med:

- **traheide,**
- **vlaknaste traheide,**
- **libriformska vlakna**« (Božičko, 2002, 30).

»Naštete tipe vlaken je mogoče razlikovati le po stopnji redukcije obokanih pikenj, kot jih vidimo v radialnem prerezu« (Torelli, 1989)

Lumen vlaken je majhen, celične stene pa so debele in olesenele. Na osnovno vlaknasto tkivo odpade pri listavcih med 35 % in 75 %.

Vlakna so lahko septirana, kar pomeni, da so pregrajena s posebnim tipom prečne stene. Vlakna ločimo tudi glede na debelino celičnih sten. Debelostena so tedaj, če je premer lumna ožji od polovice enojne debeline stene.

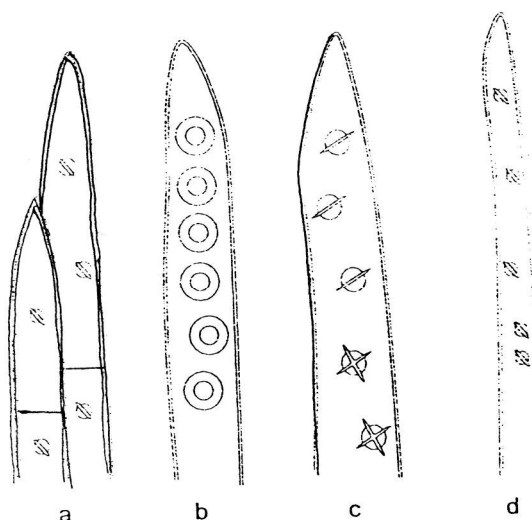


Slika 33: Prikaz evolucije elementov listavcev iz traheid
Vir: Božičko, 2002, 31

»Evolucijski razvoj od traheid do vlaken se odraža:

- v izrazitejšem skrajševanju dolžine vlaken,
- v vse večji redukciji (zmanjšanju) obokanih pikenj,
- posamezne tipe vlaken ločimo le na osnovi stopnje redukcije obokanih pikenj,
- vlakna so specializirana samo za mehansko vlogo in ne sodelujejo pri prevajanju vode.

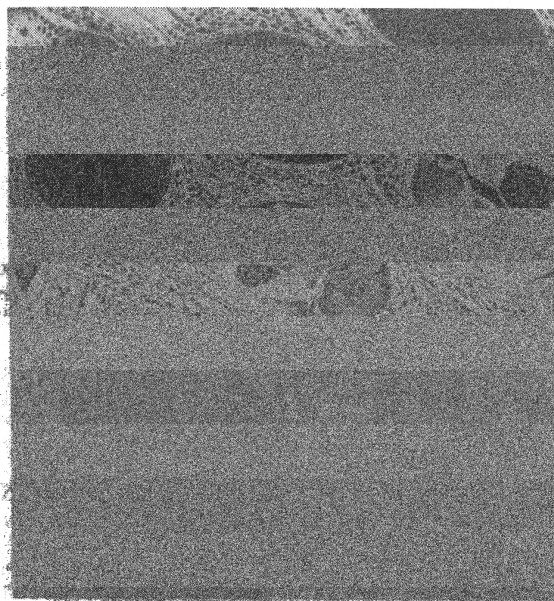
Evolucijsko primitivna bukev ima osnovno tkivo iz traheid, ki so še relativno dolge in imajo manj reducirane piknje, evolucijsko naprednejši jesen pa ima kratka libriformska vlakna z močno reduciranimi obokanimi piknjami« (Čufar, 2001,31).



Slika 34: Vlakna: a/ septirana vlakna, b/ traheide, c/ vlaknaste traheide, d/ libriformska vlakna
Vir: Čufar, 2001, 44

4.2.2 Traheje

»Traheje so prevodni elementi lesa listavcev. Zgrajene so iz trahejnih elementov, ki so v prečnem prerezu okrogle ali ovalne oblike. Imajo tanke stene in velike lumne. Trahejni elementi so se razvili iz traheid. Razvoj je potekal tako, da so se traheide postopoma krajšale in širile, zmanjšal pa se je tudi kot prečnih sten. Spajanje omenjenih elementov v traheje je nastalo s preluknjanjem (perforacijo) prečnih sten« (Pipa, 1997, 28).



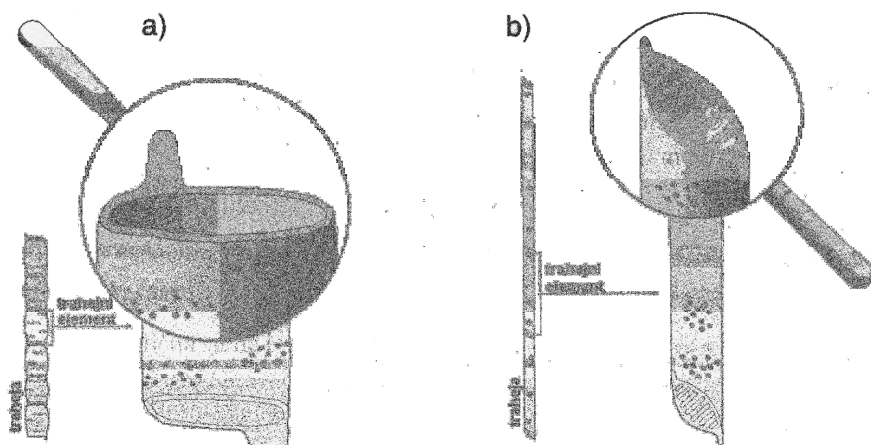
Slika 35: Traheje pri lesu robinije
Vir: Čufar, 2001, 35

Trahejni elementi evolucijsko primitivnih listavcev (npr. bukve) so tako relativno dolgi in imajo poševne stene ter lestvičaste perforacije.

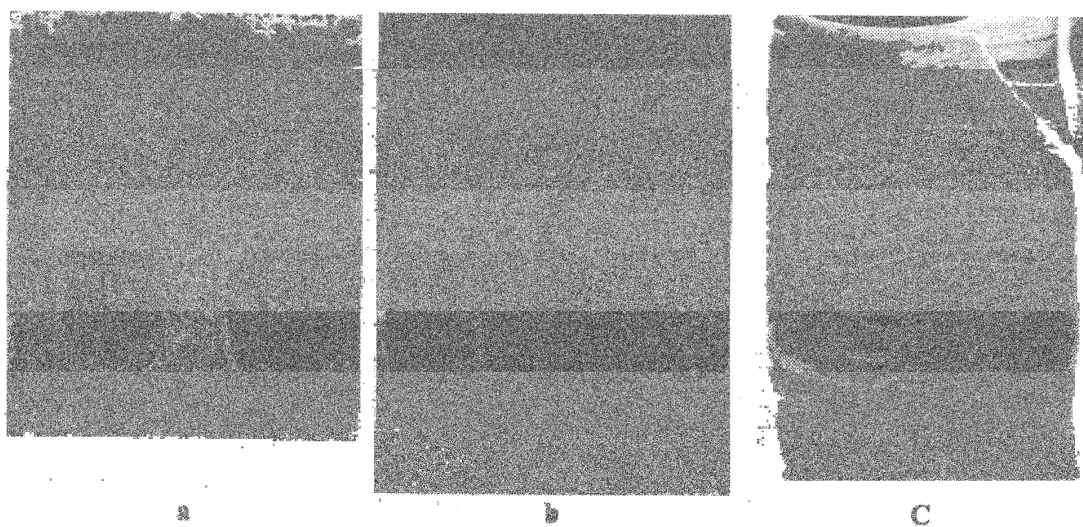
Trahejni elementi naprednega jesena so kratki, z vodoravnimi prečnimi stenami in enostavnimi perforacijami.

»Traheje so aksialni nizi trahejnih elementov z delno ali povsem perforiranimi prečnimi stenami – perforiranimi ploščicami. Perforirane stene so lahko:

- **lestvičaste** (npr. bukev),
- **mrežaste**,
- **efedroidne (z multiplimi perforacijami)** ali
- **enostavne** (ko imajo eno samo veliko odprtino – traheje z enostavnimi perforacijami)« (Torelli, 1989).



Slika 36: Trahejni element z enostavno perforacijo in lestvičasto perforacijo
Vir: Polanc, Leban, 2004, 34



Slika 37: Lestvičaste perforacije v trahejah bukve v prečnem(a) in radialnem prerezu (b,c)
Vir: Čufar, 2001, 38

»Traheje gradijo omrežje v lesu, ki je lahko omejeno na posamezne prirastne plasti (bukev, pravi kostanj) ali pa premošča letnice (gorski javor, veliki jesen, divji kostanj, robinija). Medsebojno se bočno stikajo in so povezane z intervaskularnimi piknjami. Glede na dolžino trahej lahko smatramo kakšna je evolucijska razvitost lesne vrste. Krajše traheje pomenijo večjo evolucijsko razvitost« (Torelli, 1989).

Zanimivi so podatki o dolžini trahej:

- 150 μm (veliki jesen),
- 1.230 μm (črna jelša),
- 0,8–2 m (bukev),
- 5–18 m (hrast dob) – vsebuje nekaj tisoč trahejnih elementov.

Premeri trahej so med 15 μm in 350 μm , izjemoma do 500 μm (bukev 100 μm , hrast nad 200 μm).

»Različen premer trahej pomeni prilagoditev na okolje. Iglavci so se z evolucijo razvijali v hladni in vlažni klimi, kjer je bila majhna transpiracija, temu primeren počasen transport vode in krošnja je bila dovolj oskrbljena.

Venčasto-porozni listavci so se razvijali v sredozemski klimi z deževnimi zimami in pomladmi, kjer je bila potrebna dobra in hitra oskrba z vodo – večje traheje, ter suhimi poletji, kjer so zadostovale manjše traheje.

Tropski listavci so raztreseno-porozni z velikimi trahejami, ki omogočajo oskrbo krošnje z vodo v vroči in vlažni klimi, kjer je velika transpiracija« (Čufar, 2001, 42).

V spodnji preglednici lahko vidimo, kako velikost oz. premer trahej vpliva na hitrost prevajanja. Z najmanjšo hitrostjo prevajajo vodo iglavci z manjšimi trahejami, medtem ko je hitrost prevajanja pri listavcih z večjimi trahejami občutno višja.

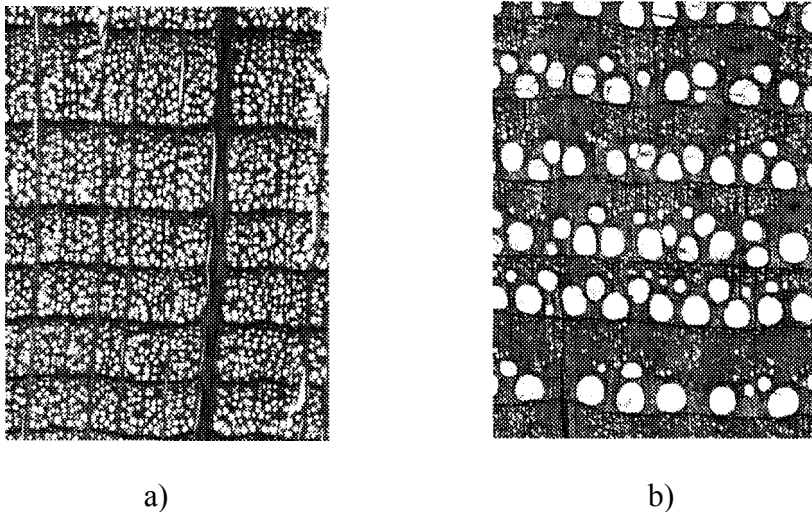
Tabela 3: Primerjava premera trahej s hitrostjo prevajanja

	Premer trahej	Hitrost prevajanja
Iglavci	30 μm	1,2–1,4 m/h
Listavci z manjšimi trahejami	Do 100 μm	4–6 m/h
Listavci z večjimi trahejami	Nad 200 μm	Do 44 m/h

Vir: Prirejeno po Čufar, 2001, 42

V prečnem prerezu so traheje lahko razporejene:

- **raztreseno (raztreseno-porozne drevesne vrste),**
- **polvenčasto in**
- **venčasto (venčasto-porozne drevesne vrste).**



Slika 38: Prečni prerez a) raztreseno-poroznega listavca in b) venčasto-poroznega listavca
Vir: Čufar, 2001, 42

Pri raztreseno-poroznih drevesnih vrstah so traheje približno enako velike in enakomerno razporejene po braniki (bukev, gaber, javor, jelša, lipa, topol).

Pri venčasto-poroznih drevesnih vrstah so traheje ranega lesa znatno večje od trahej kasnega lesa (dob, veliki jesen, gorski brest, robinija, domači kostanj, murva).

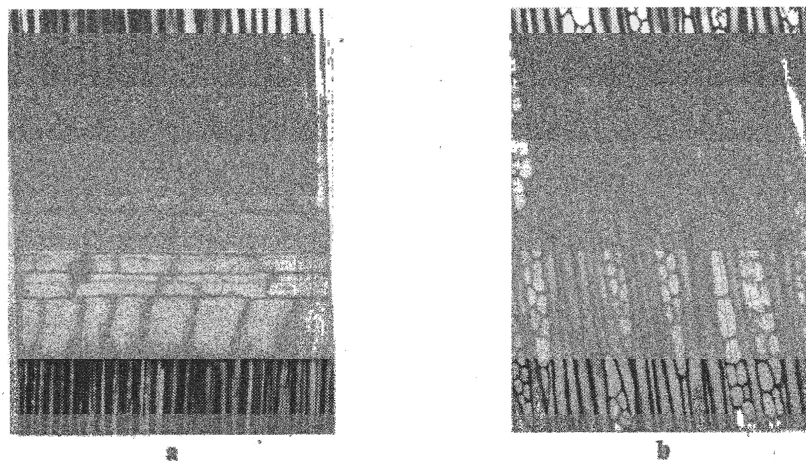
»Traheje so lahko na posameznih mestih zapolnjene s tilami. **Tile** so mehurjasti vrastki parenhimskih celic v lumen trahej. Najpogosteje se vraščajo trakovne, redkeje aksialne parenhimske celice. Vraščanje poteka skozi piknje. Tile lahko povsem ali delno blokirajo lumen traheje. Pojav til je značilen za hrast, robinijo, lahko pa se pojavijo tudi pri bukvi. Tile otežujejo sušenje in parjenje lesa, pa tudi površinsko obdelavo in lepljenje« (Čufar, 2001, 40).

4.2.3 Trakovi

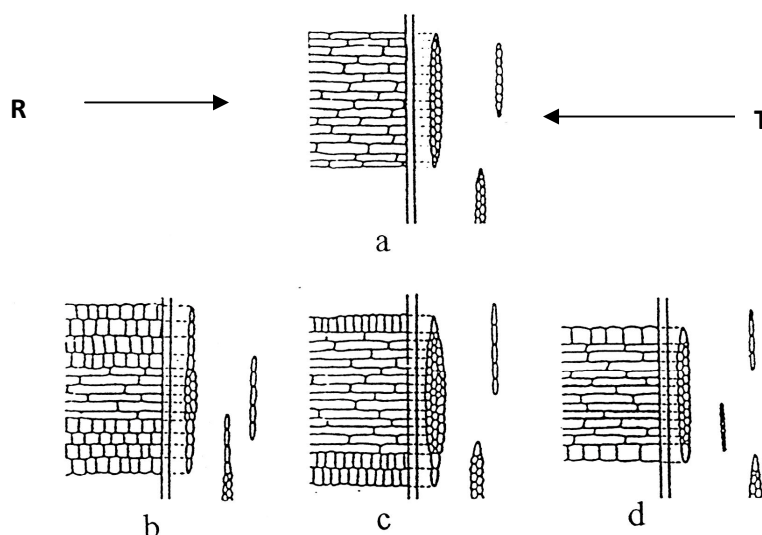
»Pri listavcih so trakovi sestavljeni izključno iz parenhimskih celic, ki pa se lahko ločijo po obliki. Trakovno tkivo je:

- **homogeno**, če so vsi trakovi izključno iz ležečih celic (hrast, jesen) in
- **heterogeno**, če so trakovi iz ležečih in kvadratastih celic (bukev).

Razlike med homogenimi in heterogenimi trakovi lahko vidimo v radialnem in tangencialnem prerezu. Tip traku določimo glede na to, katere celice prevladujejo« (Čufar, 2001, 45).



Slika 39: Trakovi v radialnem in tangencialnem prerezu
Vir: Čufar, 2001, 45

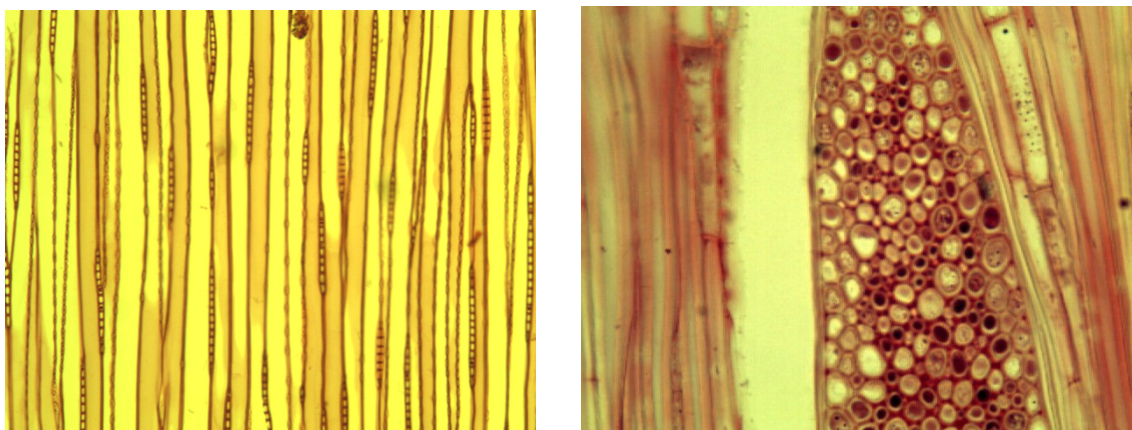


Slika 40: Shematski prikaz različnih tipov trakovnega tkiva
a/ homogeno trakovno tkivo, b/ heterogeno trakovno tkivo tip I, c/ heterogeno trakovno tkivo tip II, d/ heterogeno trakovno tkivo tip III

Vir: Čufar, 2001, 45

Trakovi so po velikosti :

- enoredni,
- 4–10 redni,
- več kot 10 redni in
- - agregirani (kadar so ožji trakovi združeni v mnogoredne trakove).



Slika 41: Enoredni trak pri lesu smreke (levo) in mnogoredni trak pri lesu bukve (desno)

Vir: Lasten

4.2.4 Aksialni parenhim

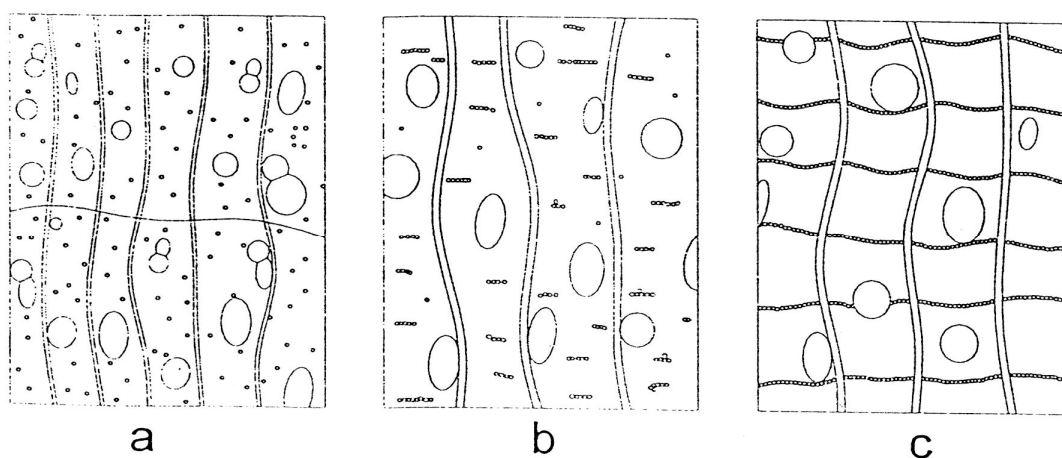
Čufar (2001) opredeljuje aksialni parenhim pri lesu listavcev mnogo bolj prisoten kot pri lesu iglavcev. Poteka v vzdolžni smeri.

Ločimo:

- **apotrahealen aksialni parenhim** (ni v stiku s trahejami) in
- **paratrahealen aksialni parenhim** (v stiku s trahejami).

Apotrahealen aksialni parenhim je lahko:

- difuzni,
- difuzni v agregatih,
- v pasovih.



Slika 42: Aksialni parenhim
a/ apotrahealni difuzni b/ difuzen v agregatih c/ trakast.
Vir: Čufar, 2001, 47

4.2.5 Opisi lesov listavcev

Tabela 4: Fagus sylvatica – bukev

osnovno tkivo	traheide z obokanimi piknjami
traheide	sodelujejo pri prevajanju vode
traheje	razporejene difuzno, pogosto zatiljene
perforacije	lestvičaste in enostavne
trakovi (dve vrsti trakov)	2–4 redni in nizki , nad 10–redni in nad 1 mm visoki
trakovno tkivo	heterogeno tip III (osrednji del iz ležečih celic, na robovih po ena vrsta kvadratastih celic)
piknje	med trakovi in trahejami velike in ovalne
aksialni parenhim	apotrahealni, difuzni ali difuzni v agregatih
ostalo	evolucijsko primitiven listavec

Vir: Prirejeno po Čufar, 2001, 53

Tabela 5: Quercus sp. – hrast

osnovno tkivo	kompleksi traheid z obokanimi piknjami in kompleksi libriformskih vlaken
libriformska vlakna	niso v stiku s trahejami
traheje	razporejene venčasto
traheje	izključno posamezne
traheje v jedrovini	zatiljene
traheide	tiste, ki obdajajo traheje skupaj z njimi, sodelujejo pri prevajanju vode
perforacije	enostavne
trakovi (dve vrsti trakov)	enoredni in nizki, nad 10-redni in nad 1 mm visoki
trakovno tkivo	homogeno (samo iz ležečih celic)
intervaskularne piknje	izmenične
piknje med trakovi in trahejami	velike in ovalne ali velike in okrogle
aksialni parenhim	apotrahealni, difuzni in difuzni v agregatih
ostalo	rombični kristali v parenhimskih celicah, evolucijsko srednje razvita vrsta, osnovno tkivo iz traheid, ki skupaj s trahejami opravljajo prevodno funkcijo, kompleksi iz libriformskih vlaken opravljajo samo mehansko funkcijo

Vir: Prirejeno po Čufar, 2001, 54

Tabela 6: Fraxinus excelsior – veliki jesen

osnovno tkivo	libriformska vlakna z močno reduciranimi obokanimi piknjami opravljajo samo mehansko funkcijo
traheje	razporejene venčasto in sodčkaste oblike opravljajo izključno prevodno funkcijo
prečne stene trahej	skoraj vodoravne
traheje v jedrovini	ponavadi zatiljene
perforacije	enostavne
trakovi	2–4-redni in nizki
trakovno tkivo	homogeno
intervaskularne piknje	izmenične
piknje med trakovi in trahejami	majhne in okrogle
aksialni parenhim	paratrahealni, pičli in vazicentrični loči osnovno tkivo od trahej
ostalo	zelo napredna vrsta

Vir: Prirejeno po Čufar, 2001, 55

Povzetek

V poglavju ste poglobili svoje znanje o zgradbi lesa, s tem da ste podrobno spoznali tudi mikroskopsko zgradbo lesa iglavcev in listavcev. Spoznali ste anatomske elemente, ki se pojavljajo pri iglavcih, in tiste, ki se pojavljajo pri listavcih. Traheide, traheje, vlakna, trakovni parenhim, aksialni parenhim in smolni kanali opravljajo v lesu funkcijo prevajanja vode, skladiščenja, transportiranja hrane, izločanja in mehansko funkcijo.

Spoznali ste potek evolucije anatomskih elementov, ki je potekal od preprostih iglavcev do zahtevnejših listavcev. Z znanjem boste znali določiti tudi prisotnost in potek anatomskih elementov pri iglavcih in listavcih.

Spoznali ste tudi povezavo mikroskopske zgradbe z zunanjim izgledom lesa, saj je videz lesa vedno odraz njegove anatomske zgradbe.

📖 Pridobljeno znanje lahko preverite pri vajah: Tvoriva v lesarstvu – Mikroskopska zgradba lesa listavcev (vaje 3.8–3.13).

📖 <http://www.wsl.ch/land/products/dendro/>

📖 <http://etocka.si/lesarstvo/2008/01/16/anatomija-lesa/>

Vprašanja za ponovitev

- Razmislite o vlogi traheide in traheje v lesu.
- Razložite, kako je potekal evlucijski razvoj trahej in vlaken.
- Opišite lestvičaste perforacije.
- Določite razlike med mikroskopskimi elementi pri lesu bukve, hrasta in jesena.
- Razložite, kdaj in pri katerih drevesnih vrstah so trakovi vidni tudi s prostim očesom.
- Razmislite, kako vpliva velikost trahej na zunanji videz in zakaj.

5 JEDROVINA, BELJAVA, DISKOLORIRAN LES

Beljavo in jedrovino lahko zasledimo pri mnogih drevesnih vrstah, zelo pogosto pa najdemo tudi diskoloriran les, ki se pojavi kot posledica poškodbe drevesa. Pri nekaterih drevesnih vrstah lahko jedrovino ločimo od beljave po barvi. Razlikujeta pa se tudi po kemičnih lastnostih.

V poglavju boste spoznali sekundarne spremembe, ki nastanejo v lesu. Spoznali boste lastnosti in vzroke za nastanek jedrovine, beljave ter diskoloriranega lesa in znali določiti razlike med naštetimi spremembami.

5.1 JEDROVINA

»Nastanek jedrovine ali ojedritev je starostni in dedni pojav, značilen za posamezne drevesne vrste. Glavno merilo za ločevanje jedrovine od beljave je stanje parenhimskih celic, ki so v beljavi žive, v jedrovini pa mrtve. Pri nekaterih drevesnih vrstah pride pri ojedritvi do takih kemičnih sprememb, ki se odražajo tudi v spremembi barve. Temneje obarvano jedrovino imenujemo črnjava« (Pipa, 1997, 41).



Slika 43: Beljava in jedrovina

Vir: http://www.sgltp.net/doc/SGLTP_Gorisek_7jun06.pdf (19.11.2008)

»Pri ojedritvi se žive parenhimske celice v beljavi v smeri od kambija proti strženu starajo in doživljajo številne spremembe celičnih jeder in organelov. Upada prvotna presnovna dejavnost teh celic in nastajati začnejo predhodniki jedrovinskih snovi, ki se kopičijo v parenhimskih celicah, prehajajo tudi v sosednje tkivo in se odlagajo v lumne in celične stene trahej, vlaken in traheid. Ti procesi se odvijajo v notranjih plasteh beljave, ki postaja tudi vse bolj suha« (Polanc, Leban, 2004, 38).

»Jedrovina torej predstavlja osrednje plasti v drevesnem deblu, kjer so parenhimske celice odmrle, njihova vsebina pa se je pretvorila v jedrovinske snovi, ki so se vgradile v celične stene. Jedrovina v živem drevesu ima nižjo vlažnost v primerjavi z beljavo. Jedrovinske snovi pa prispevajo k večji biološki odpornosti drevesa« (Polanc, Leban, 2004, 38).

»Celične stene v jedrovini so močno prepojene z različnimi jedrovinskimi snovmi, ki so praviloma toksične. Jedrovina vsebuje razna barvila, olja, voske, čreslovine, smolo... Vsebnost mineralnih snovi pa je praviloma manjša kot v beljavi, prav tako delež vode. Zaradi take sestave ima jedrovina večjo trajnost, večjo kurilno vrednost in boljše mehanske lastnosti« (Pipa, 1997, 41).

»Glede na razvoj in barvo jedrovine ločimo:

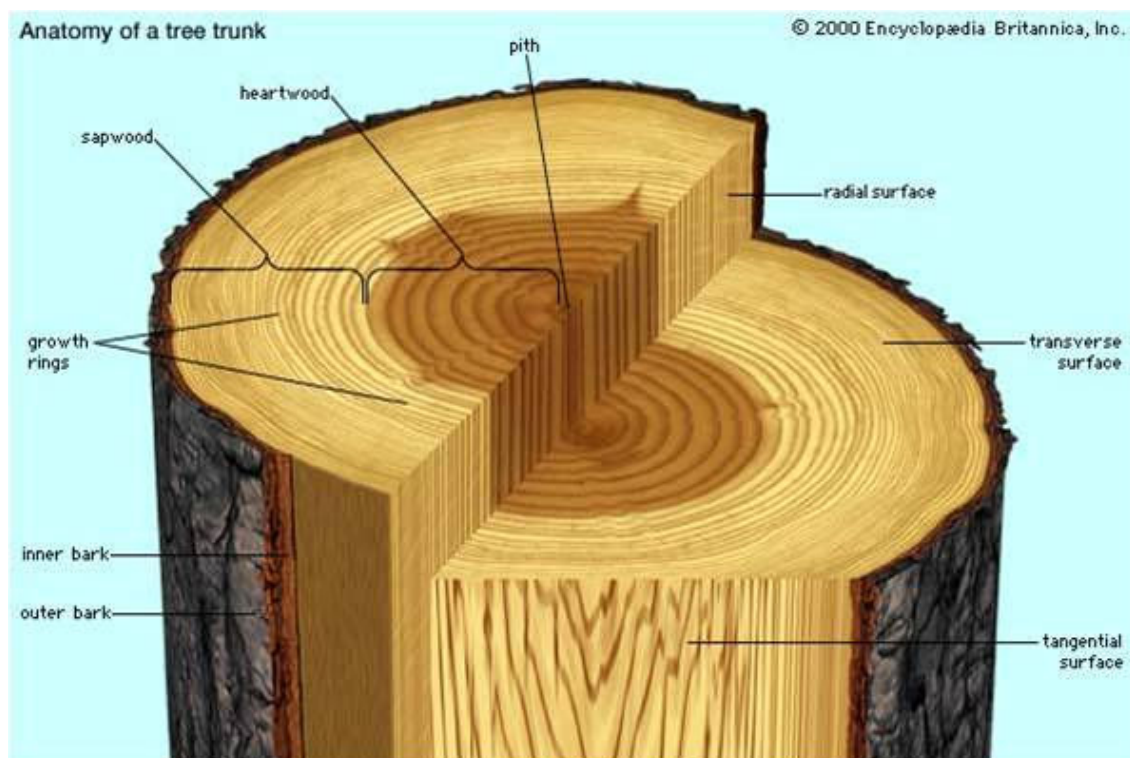
- Drevesne vrste, ki imajo obarvano jedrovino.
Običajno je takšna jedrovina temnejše barve, meja med beljavo in jedrovino običajno poteka po letnici.
Drevesne vrste z obarvano jedrovino so bor, macesen, tisa, hrast, pravi kostanj, brest, češnja, robinija...
- Drevesne vrste, ki imajo neobarvano jedrovino.
Les v osrednjem delu debla ima vse lastnosti jedrovine, le da ni obarvan.
K drevesnim vrstam z neobarvano jedrovino sodijo smreka, jelka...
- Drevesne vrste, pri katerih ima les po celotnem prerezu debla lastnosti beljave. Te drevesne vrste ne razvijejo jedrovine oziroma jo razvijejo zelo pozno, pogosto pa tvorijo diskoloriran les.
K tem drevesnim vrstam prištevamo bukev, javor, jesen, gaber, lipa, breza...« (Polanc, Leban, 2004, 38).

5.2 BELJAVA

»Beljava leži na zunanji strani debla ali veje. To je fiziološko aktivni del lesa, po katerem se pretaka voda z anorganskimi snovmi. Parenhimske celice so žive, v njih poteka presnova (metabolizem) ter skladiščenje hrane« (Polanc, Leban, 2004, 37).

»Beljava je del lesa v živem drevesu. Pri vrstah, ki ne tvorijo jedrovine, lahko celice živijo tudi preko sto let, sicer pa toliko časa, dokler so del beljave. Pri mnogih drevesnih vrstah vlažnost beljave v smeri proti strženu pada, pri čemer se njena permeabilnost ne zmanjša« (Torelli, 1989).

Beljava prevaja vodo, prevajanje se vrši v mrtvih celicah: traheidah in trahejah, ki odmro kmalu po svojem nastanku. Hkrati vzdržuje procese metabolizma in shranjuje hrano (v parenhimskih celicah trakov in aksialnem parenhimu).



Slika 44: Beljava

Vir: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/80/65080-004-260A62CD.jpg> (12.11.2008)

5.3 DISKOLORIRAN LES

»Pri nekaterih drevesnih vrstah, ki tudi v visoki starosti ne tvorijo obarvane jedrovine (npr. bukev, topol, beli gaber, javor, jesen ...), pa se lahko pod vplivom zunanjih dejavnikov (pogosto so vzrok poškodbe oziroma ranitve) pojavljajo tvorbe, ki so na videz podobne obarvani jedrovini. Ta pojav imenujemo diskoloriran les« (Pipa, 1997, 42).

»Diskoloriran les je posledica poškodovanja oziroma ranitve beljave ali jedrovine. Sekvenco dogodkov po ranitvi lahko delimo v tri faze:

- a) Abiotski odziv drevesa na ranitev kot posledica kemičnih procesov se lahko v ksilemu (lesu) pojavi diskoloracija, ki vključuje nastanek različnih snovi in oksidacijo zaradi izpostavitve lesnega tkiva zračnemu kisiku. Veje, ki se odlomijo brez predhodnega nastanka zaščitne plasti, povzročijo največje centralne diskoloracije (npr. rdeče srce pri bukvi).
- b) Okužba s pionirskimi bakterijami in glivami. Vlažnost in pH diskoloriranega lesa se zviša, poveča se tudi vsebnost anorganskih snovi.
- c) Okužba z destruktivnimi organizmi, ki jo spremlja razkroj celične stene. Proces se lahko konča z izvotlitvijo debla« (Torelli, 1989).

Vdor kisika sproži procese oksidacije, kondenzacije, polimerizacije, ki sprožijo naglo smrt parenhimskih celic. Stik jedrovinskih snovi in encimov sproži oksidativno obarvanje, ki nastane zaradi izpostavitve tkiva zračnemu kisiku.



Slika 45: Rdeče srce pri bukvi

Vir: www.sgltp.net/doc/SGLTP_Gorisek_7jun06.pdf (19.11.2008)

»Značilnosti diskoloriranega lesa, po katerih je mogoče ločiti diskoloriran les od obarvane jedrovine, so naslednje:

1. Ni starostni pojav, temveč reakcija na ranitev oz. poškodbo. Najpogostejši vzrok za diskoloracijo so odlomljene veje (podiranje, snegolom, vetrolom). Kot primer takšne diskoloracije navedimo rdeče srce pri bukvi, kjer zračni kisik vdre skozi štrclje vej v predhodno fiziološko osušeno sredico debla in jo značilno rdečerjavo obarva.
2. Drevo se odzove na poškodbe ne glede na letni čas. Zaporedni odlomi vej ali drugačne ranitve povzročijo večterne diskoloracije, ki v prečnem prerezu zato ne potekajo po letnici (rdeče srce pri bukvi, rjavo srce pri jesenu).
3. Nastajanje in polimerizacija fenolnih snovi poteka zelo hitro (*Fraxinus*), zato se ne odložijo v celičnih stenah. Ker ne pride do inkrustacije celične stene, tudi njena dimenzijska stabilnost ni večja od stabilnosti beljave.
4. Diskoloriran les ne reagira na vnovično poškodovanje oz. ranitev.
5. Vlažnost diskoloriranega lesa pogosto naraste.
6. V primerjavi z beljavo je vsebnost mineralnih snovi večja« (Torelli, 1989).

Povzetek


V poglavju ste spoznali sekundarne spremembe, ki nastanejo v lesu. Jedrovina nastane v lesu kot starostni pojav, ki je značilen za posamezne drevesne vrste. Predstavlja osrednje plasti v drevesu, ki se lahko tudi značilno temneje obarvajo.

Beljava je fiziološko aktiven zunanji del debla in vej, je živi del v drevesu.

Diskoloriran les nastane pri drevesnih vrstah, ki ne tvorijo jedrovine in je posledica zunanjih poškodb. Drevo se na ranitev odzove z oksidativnim obarvanjem, ki nastane zaradi vdora zračnega kisika v drevo.

Spoznali ste lastnosti jedrovine ter diskoloriranega lesa, zato boste lahko določili možnosti uporabe diskoloriranega lesa.

 <http://www.korak.ws/clanki/obarvanje-hrastovine>

 <http://www.korak.ws/strokovnjaki/zeljko-gorisek>

Vprašanja za ponovitev

- Razvrstite drevesne vrste glede na nastanek jedrovine.
- Določite funkcije beljave.
- Analizirajte nastanek diskoloriranega lesa.
- Določite posledice nastanka jedrovine.

6 REAKCIJSKI LES

V poglavju se boste srečali z vprašanjem, zakaj drevesa vedno rastejo pokončno. Spoznali boste reakcijski les, tkivo, ki omogoča pokončno rast drevesa ter možnosti njegove uporabe. Zanima nas namreč, kaj se dogaja z drevesi, ki rastejo na pobočjih, z drevesi, ki vsakodnevno kljubujejo vetru in z drevesi, ki rastejo na gozdnem robu in imajo nesimetrično krošnjo.

»Drevesa iz gospodarskih sestojev imajo večinoma ravna debla koncentrične oblike, drevesa z roba sestojev z neuravnoteženo krošnjo, neenakomerno osvetljena drevesa in drevesa s strmih pobočij pa imajo deblo ovalne oblike. Tu je tudi reakcijski les, ki se med rastjo oblikuje kot aktivno usmerjevalno tkivo. Zaradi posebne funkcije v drevesu se njegova zgradba razlikuje od normalnega lesa, drugačne pa so tudi njegove lastnosti, ki se izražajo predvsem negativno. Napake zaradi reakcijskega lesa se največkrat pojavijo že pri sušenju, zato lahko tak les izločimo že pred nadaljnjo predelavo. Če pa ga spregledamo, obstaja nevarnost, da se bodo njegove negativne lastnosti pokazale predvsem v nihajočih klimatskih razmerah ali pri prevelikih obremenitvah. Za ta les sta namreč značilna veliko vzdolžno delovanje in slabša trdnost« (Gorišek, <http://www.korak.ws/clanki/reakcijski-les>, 25. 7. 2008).

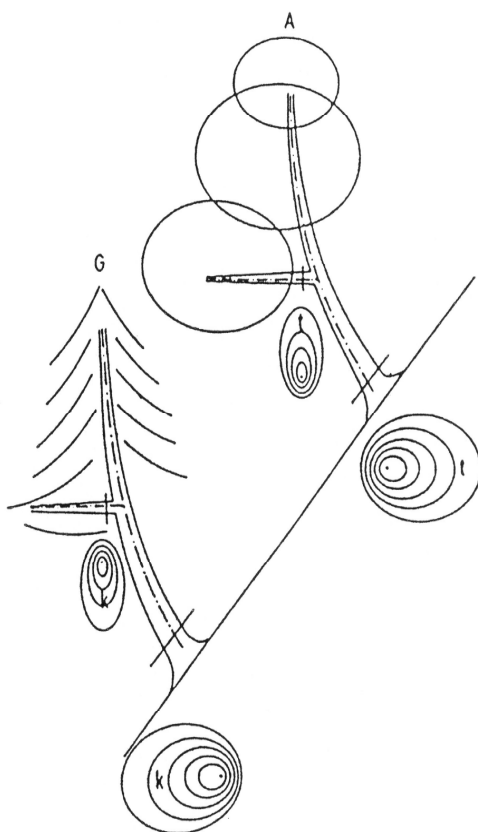


Slika 46: Ovalno deblo s kompresijskim lesom

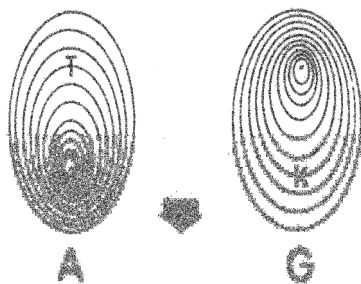
Vir : Gorišek, <http://www.korak.ws/clanki/reakcijski-les> (25.7.2008)

Reakcijski les imenujemo tudi aktivno usmerjevalno tkivo, ki po prenehanju primarne rasti (ko se drevo prične debeliti) prevzame vlogo pravilne pokončne rasti. Reakcijski les se vedno pojavlja na lokaciji večjega polmera.

»Zaradi svoje lokacije - pri listavcih na zgornji, natezni strani in pri iglavcih na spodnji, tlačni strani – so sprva menili, da gre za odziv drevesa na povečano natezno oz. tlačno napetost pri nagnjenih deblih ali vejah. Odtod tudi poimenovanje natezni ali tenzijski les pri listavcih in tlačni ali kompresijski les pri iglavcih« (Čufar, 2001, 80).

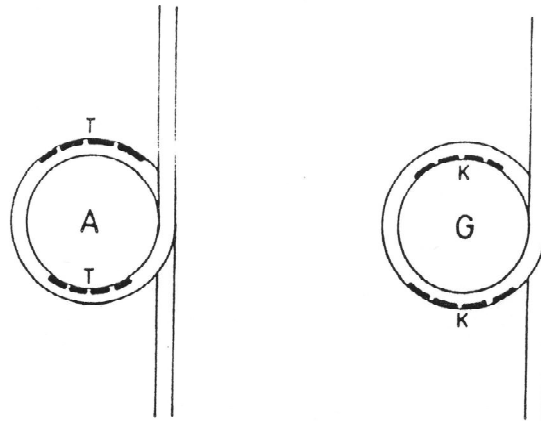


Slika 47: Reakcijski les
Vir: Torelli, 1989



Slika 48: Tenzijski les pri listavcih in kompresijski les pri iglavcih
Vir: Torelli, 1989

»Kasnejši eksperimenti so pokazali, da reakcijski les ni posledica povečane napetosti, temveč da na njegov nastanek vpliva težnost. To so dokazali z debli in vejami, ki so jih zvali v zanke. Tedaj se je pri iglavcih pojavil kompresijski les vedno le na spodnji strani (in ne vzdolž vsega notranjega oboda zanke, ki je obremenjena na tlak) in pri listavcih le na zgornji strani (in ne vzdolž vsega zunanjega oboda zanke, ki je obremenjena na nateg)« (Torelli, 1989).



Slika 49: Pojav tenzijskega lesa (T) pri listavcih in kompresijskega lesa (K) pri iglavcih
Vir: Torelli, 1989

»Težnost vpliva na distribucijo hormona avksina. Kompresijski les pri iglavcih nastaja na spodnji strani, kjer je zaradi težnosti koncentracija avksina večja. Tenzijski les pri listavcih pa nastaja na zgornji strani, kjer je koncentracija avksina manjša« (Torelli, 1989).

Lastnosti kompresijskega lesa:

- deblo oz. veja je ekscentrična,
- daljši polmer na spodnji strani,
- širše branike,
- rdečkastorjave barve,
- podoben kasnemu lesu,
- večji aksialni skrček 6–7 %,
- ima manj celuloze in več lignina,
- večja trdota.

Lastnosti tenzijskega lesa:

- deblo oz. veja je ekscentrična,
- daljši polmer na zgornji strani,
- suhi, skobljani tenzijski les se srebrnkasto lesketa,
- deske s tenzijskim lesom imajo volnato površino, ker se žilava tenzijska vlakna ne odrežejo, ampak trgajo,
- aksialni skrček do 1 %,
- suhi tenzijski les ima višjo natezno trdnost, sveži pa nižjo od normalnega.

Pri obdelavi reakcijski les ni zaželen.

Povzetek

V poglavju ste spoznali aktivno usmerjevalno tkivo, ki ga imenujemo reakcijski les. Je tkivo, ki prevzame vlogo pokončne rasti drevesa. Pri iglavcih se vedno pojavi na spodnji (tlačni) strani drevesa in ga imenujemo kompresijski les. Pri listavcih se pojavi na zgornji (natezni) strani drevesa in ga imenujemo tenzijski les.

Spoznali ste značilnosti tenzijskega in kompresijskega lesa, zato boste lahko določili možnosti uporabe reakcijskega lesa v praksi.

 <http://www.korak.ws/clanki/reakcijski-les>

Vprašanja za ponovitev

- Določite vlogo reakcijskega lesa pri rasti drevesa.
- Navedite oblike reakcijskega lesa.
- Analizirajte možnosti uporabe reakcijskega lesa.

7 ZAKLJUČEK

Les je bil že od nekdaj eden najpomembnejših gradbenih materialov in pomembno vlogo ima tudi danes. Iz lesa so izdelovali predmete, ki so olajšali življenje, z lesom so ogreli mrzle zimske dni. Les je še vedno pomemben za pridobivanje energije, za proizvodnjo pohištva, proizvodnjo plošč ter drugih drobnih predmetov. In tudi v današnjem času, kjer prevladujejo umetne snovi in vedno nova izboljšana tehnologija, les ostaja zaradi svojih naravnih lastnosti in toplote zelo iskan material.

Les je naravni material z različnimi lastnostmi, ki jih morate študenti lesarstva še posebej dobro spoznati.

V učbeniku ste spoznali zgradbo lesa, njegov nastanek in zunanji videz, branike, letnice, njegovo mikroskopsko zgradbo in kasnejše spremembe, ki povzročijo nastanek reakcijskega lesa, beljave in jedrovine.

In spoznali ste gozdove, ki nam dajejo vso bogastvo lesa...

8 LITERATURA

Bencik, A. *Povečevanje gozdnatosti in lesne zaloge v Sloveniji v obdobju 1773–2005*. Diplomsko delo. Maribor: Lesarska šola Maribor – Višja strokovna šola, 2007.

Benkova V. E., Schweingruber F. H. *Anatomy of Russian Woods*. Die Deutsche Bibliothek, 2004.

Božičko, I. *Tvoriva*. Študijsko gradivo. Maribor: Lesarska šola Maribor – Višja strokovna šola, 2002.

Čermak, M. *Tehnologija lesa I*. Učbenik. Železniki: Pami, 1998.

Čufar, K. *Anatomija lesa*. Študijsko gradivo. Ljubljana: BF- Oddelek za lesarstvo, 2001.

Ekoregija. (online). 2007. (Citirano 15.9.2007). Dostopno na naslovu: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekoregija>.

Gorišek, Ž. *Les*. (online). 2006. (Citirano 19.11.2008). Dostopno na naslovu: http://www.sgltp.net/doc/SGLTP_Gorisek_7jun06.pdf.

Gorišek, Ž. *Reakcijski les*. (online). 2006. (Citirano 25.7.2008). Dostopno na naslovu: <http://www.korak.ws/clanki/reakcijski-les>.

Mlakar, J. *Dendrologija – Drevesa in grmi Slovenije*. Ljubljana: Tehniška založba Slovenije, 1985.

Pipa, R. *Anatomija in tehnologija lesa*. Ljubljana: Lesarska založba, 1997.

Polanc, J., Leban, I. *Les – zgradba in lastnosti*. Ljubljana: Lesarska založba, 2004.

Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2007. (online). 2008. (Citirano 10.8.2008). Dostopno na naslovu: http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA.

Sapwood. (online). (Citirano 12.11.2008). Dostopno na naslovu: <http://media-2.web.britannica.com/eb-media/80/65080-004-260A62CD.jpg>.

Slovenski gozd v številkah. (online). 2008. (Citirano 20.8.2008). Dostopno na naslovu: <http://www.zgs.gov.si/slo/gozdovi-slovenije/o-gozdovih-slovenije/slovenski-gozd-v-stevilkah-2005/index.html>.

Torelli, N. *Zgradba in lastnosti lesa*. Študijsko gradivo. Ljubljana: BF- VTOZD za lesarstvo, 1989.

Torelli, N. *Makroskopska in mikroskopska identifikacija lesa*, Ljubljana: BF – VTOZD za lesarstvo, 1991.

Projekt **Impletum**

Uvajanje novih izobraževalnih programov na področju višjega strokovnega izobraževanja v obdobju 2008–11

Konzorcijski partnerji:



**Šolski center
Novo mesto**



Operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada ter Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje 2007–2013, razvojne prioritete Razvoj človeških virov in vseživljenjskega učenja in prednostne usmeritve Izboljšanje kakovosti in učinkovitosti sistemov izobraževanja in usposabljanja.