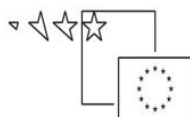




REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA ŠOLSTVO IN ŠPORT



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

TVORIVA V LESARSTVU

VAJE

ANDREJA PESERL

Višješolski strokovni program: Lesarstvo

Učbenik: Tvoriva v lesarstvu - vaje

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.

Ljubljana, 2008

© 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 od 2008 do 2011.

Projekt oziroma operacijo delno financira Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada in Ministrstvo RS za šolstvo in šport. Operacija se izvaja v Operativnem programu razvoja človeških virov za obdobje od 2007 do 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	MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA	4
2.1	ZGRADBA LESA.....	5
2.2	ZGRADBA LESA, RAZPOREJENOST TRAHEJ	6
2.3	PREREZI LESA.....	7
2.4	MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV – SMREKA (PICEA ABIES).....	8
2.5	MAKROSKOPSKA ZGRADBA LISTAVCEV – BUKEV (FAGUS SYLVATICA).....	9
2.6	MAKROSKOPSKA ZGRADBA LISTAVCEV – HRAST (QUERCUS SP.).....	10
2.7	MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA IGLAVCEV	11
2.8	MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA VENČASTO-POROZNIH DREVESNIH VRST	12
2.9	MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA RAZTRESENO-POROZNIH DREVESNIH VRST	13
3	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA.....	14
3.1	MIKROSKOPSKI PREPARAT	15
3.2	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV	16
3.3	PREČNI PREREZ PRI LESU SMREKE (PICEA ABIES).....	17
3.4	PREČNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA).....	18
3.5	RADIALNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA)	19
3.6	TANGENCIALNI PREREZ PRI LESU SMREKE (PICEA ABIES).....	20
3.7	TANGENCIALNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA).....	21
3.8	MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA LISTAVCEV	22
3.9	PREČNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV(FAGUS SYLVATICA)	23
3.10	RADIALNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV (FAGUS SYLVATICA)	24
3.11	TANGENCIALNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV (FAGUS SYLVATICA).....	25
3.12	PREČNI PREREZ VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE – JESEN (FRAXINUS EXCELSIOR).....	26
3.13	RADIALNI IN TANGENCIALNI PREREZ VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE – JESEN (FRAXINUS EXCELSIOR).....	27
4	ZAKLJUČEK	28
5	LITERATURA.....	29

KAZALO SLIK

Slika 1: Makroskopski model lesa	5
Slika 2: Vzorec lesa listavcev	6
Slika 3: Vzorec lesa	7
Slika 4: Les smreke I	8
Slika 5: Les smreke II	8
Slika 6: Les smreke III	8
Slika 7: Les bukve I	9
Slika 8: Les bukve II	9
Slika 9: Les bukve III	9
Slika 10: Les hrasta I	10
Slika 11: Les hrasta II	10
Slika 12: Les hrasta III	10
Slika 13: Mikroskopski preparat	15
Slika 14: Mikroskopska zgradba lesa iglavcev	16
Slika 15: Mikroskopska zgradba lesa smreke	17
Slika 16: Smolni kanal	17
Slika 17: Prečni prerez lesa bora	18
Slika 18: Traheide kasnega lesa	18
Slika 19: Traheide ranega lesa	18
Slika 20: Radialni prerez pri lesu bora I	19
Slika 21: Radialni prerez pri lesu bora II	19
Slika 22: Tangencialni prerez pri lesu smreke	20
Slika 23: Smolni kanal v tangencialnem prerezu	20
Slika 24: Tangencialni prerez pri lesu bora	21
Slika 25: Enoredni trak in piknje	21
Slika 26: Mikroskopska zgradba lesa listavcev	22
Slika 27: Mikroskopska zgradba lesa bukve v prečnem prerezu I	23
Slika 28: Mikroskopska zgradba lesa bukve v prečnem prerezu II	23
Slika 29: Mikroskopska zgradba lesa bukve v radialnem prerezu I	24
Slika 30: Mikroskopska zgradba lesa bukve v radialnem prerezu II	24
Slika 31: Mikroskopska zgradba lesa bukve v tangencialnem prerezu I	25
Slika 32: Mikroskopska zgradba lesa bukve v tangencialnem prerezu II	25
Slika 33: Mikroskopska zgradba lesa jesena v prečnem prerezu I	26
Slika 34: Mikroskopska zgradba lesa jesena v prečnem prerezu II	26
Slika 35: Mikroskopska zgradba lesa jesena v radialnem prerezu	27
Slika 36: Mikroskopska zgradba lesa jesena v tangencialnem prerezu	27

KAZALO TABEL

Tabela 1: Les iglavcev	11
Tabela 2: Les venčasto-poroznih drevesnih vrst	12
Tabela 3: Les raztreseno-poroznih drevesnih vrst	13

1 UVOD

Pri predmetu »Tvoriva v lesarstvu« boste pri laboratorijskih vajah praktično opravili zastavljene naloge. V študijskem gradivu so opisani postopki pri posamezni vaji. Vsaka vaja ima že pripravljene tabele, slike ali skice, v katere boste vpisovali zahtevane podatke oziroma opise. Podrobnejšo razlago lahko poiščete v učbeniku Tvoriva v lesarstvu.

Z opravljenimi vajami boste:

- ☐ določili različne vrste lesa,
- ☐ opredelili lastnosti najpogostejše uporabljenih lesov,
- ☐ navedli značilnosti teksture lesa pri različnih prerezih,
- ☐ predvideli uporabo različnih lesov v praksi,
- ☐ določili ustrezno tvorivo pri načrtovanju tehnologije v praksi,
- ☐ opredelili prirastek lesa v različnih časovnih obdobjih in njegove lastnosti
- ☐ razložili zgradbo lesa iglavcev in listavcev,
- ☐ določili prisotnost anatomskih elementov pri iglavcih in listavcih pri makroskopskem opazovanju,
- ☐ določili potek anatomskih elementov v različnih smereh,
- ☐ utemeljili nastanek lesa ali skorje kot posledico delovanja kambija,
- ☐ opisali delovanje kambija,
- ☐ razložili nastanek skorje,
- ☐ opisali zgradbo celične stene.

2 MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA

V poglavju o makroskopski zgradbi lesa boste pridobili znanja o zgradbi lesa, njegovih lastnostih ter fiziologiji tvorbe prirastne plasti. Seznanili se boste z lesovi iglavcev, venčasto-poroznih in raztreseno-poroznih drevesnih vrst, ki se makroskopsko razlikujejo po barvi, sijaju, teksturi, zgradbi lesa...

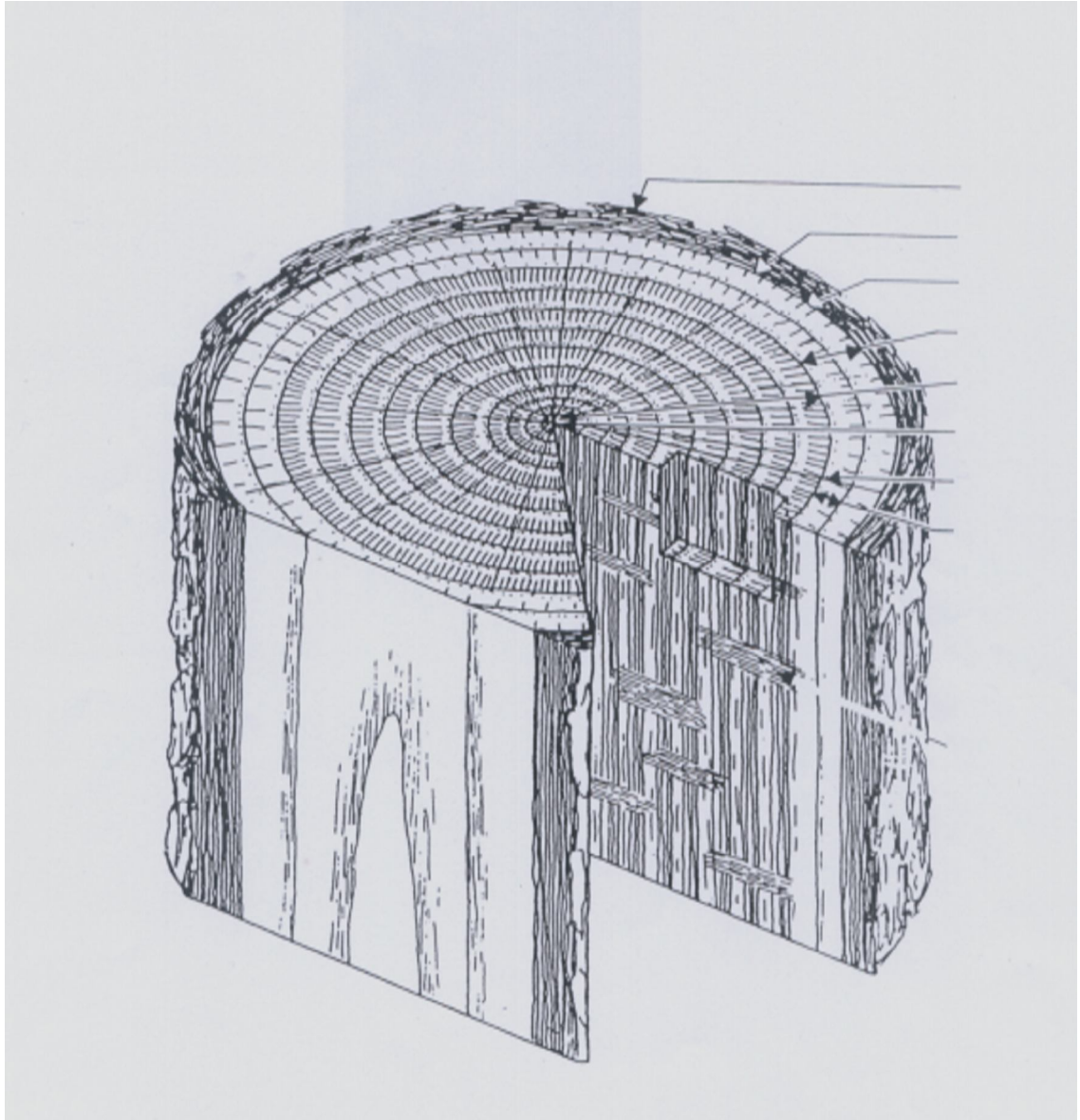
Podrobno boste spoznali prereze lesa, zgradbo lesa, razporejenost trahej in lesove smreke, bukve ter hrasta. Določili boste značilnosti naštetih lesov, po katerih se medsebojno razlikujejo.

 Podrobnejšo razlago poiščite v učbeniku: Tvoriva v lesarstvu.

2.1 ZGRADBA LESA

Naloga.

- Na prikazanem modelu lesa označite prereze lesa.
- Označite skorjo, kambij, braniko, letnico, beljavo, jedrovino, trakove in stržen.

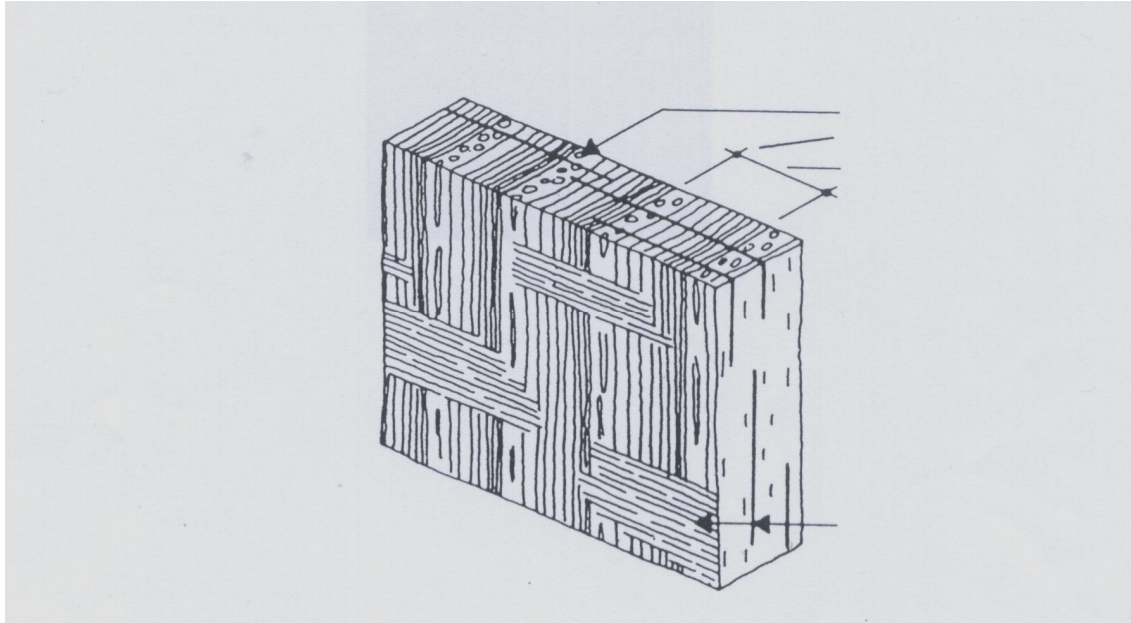


Slika 1: Makroskopski model lesa
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 16

2.2 ZGRADBA LESA, RAZPOREJENOST TRAHEJ

Naloga.

- Na vzorcu lesa označite prereze lesa.
- Označite rani les, kasni les, braniko, letnico, traheje in trakove.
- Določite ali je prikazan vzorec lesa venčasto-porozen ali raztreseno-porozen in razložite, zakaj.

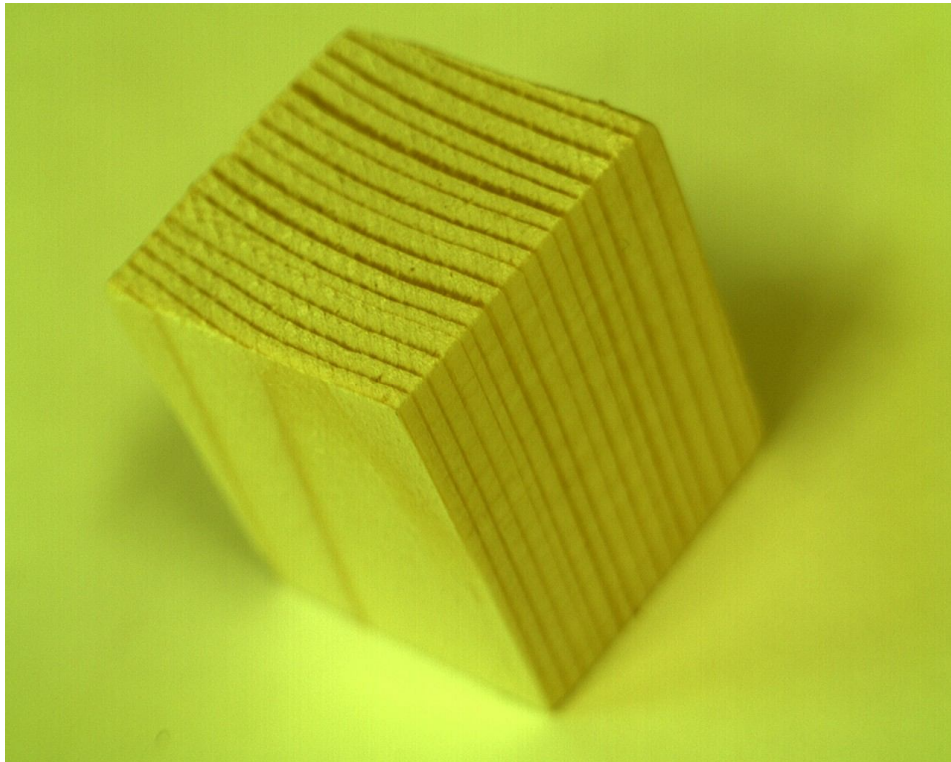


Slika 2: Vzorec lesa listavcev
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 16

2.3 PREREZI LESA

Naloga.

- Na vzorcu lesa označite prereze lesa.
- Označite braniko in letnico na vseh treh prerezih.
- Označite rani in kasni les na vseh treh prerezih.



Slika 3: Vzorec lesa
Vir: Lasten

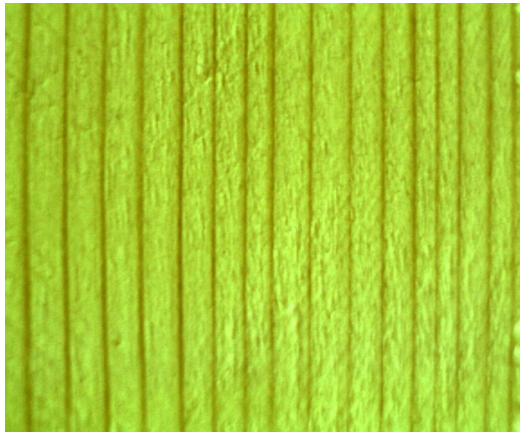
2.4 MAKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV – SMREKA (PICEA ABIES)

Naloga.

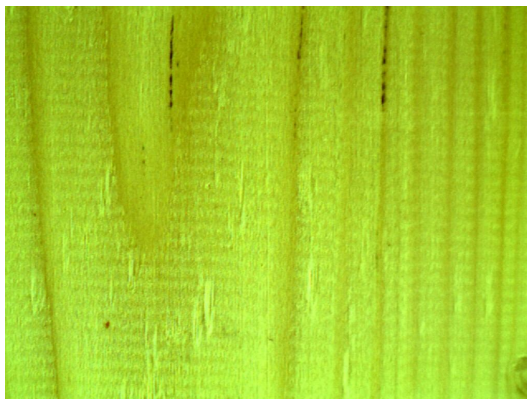
- Določite prereze lesa na spodnjih slikah.
- Označite braniko in letnico na vseh treh prerezih.
- Označite rani in kasni les na vseh treh prerezih.
- Označite smolni kanal.



Slika 4: Les smreke I
Vir: Lasten



Slika 5: Les smreke II
Vir: Lasten

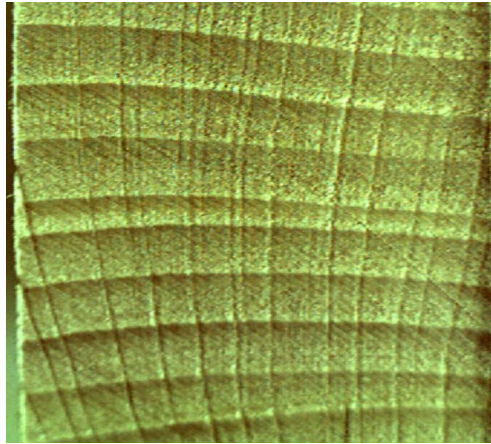


Slika 6: Les smreke III
Vir: Lasten

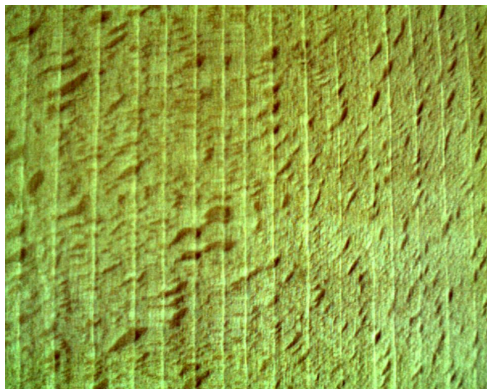
2.5 MAKROSKOPSKA ZGRADBA LISTAVCEV – BUKEV (FAGUS SYLVATICA)

Naloga.

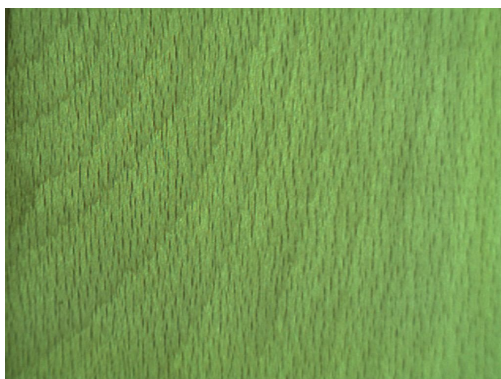
- Definirajte prereze lesa in na posameznih prerezih označite: braniko, letnico, rani, kasni les in trakove.
- Določite, ali je les prikazan na slikah raztreseno-porozen ali venčasto-porozen in razložite, zakaj.



Slika 7: Les bukve I
Vir: Lasten



Slika 8: Les bukve II
Vir: Lasten

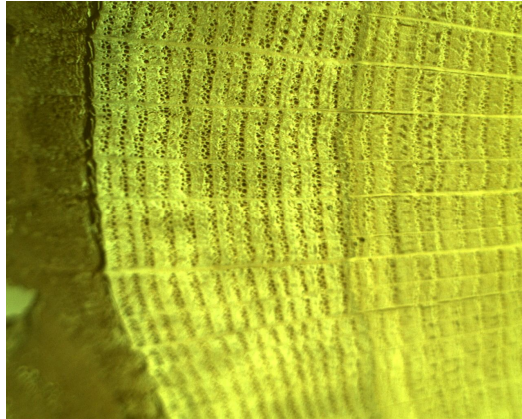


Slika 9: Les bukve III
Vir: Lasten

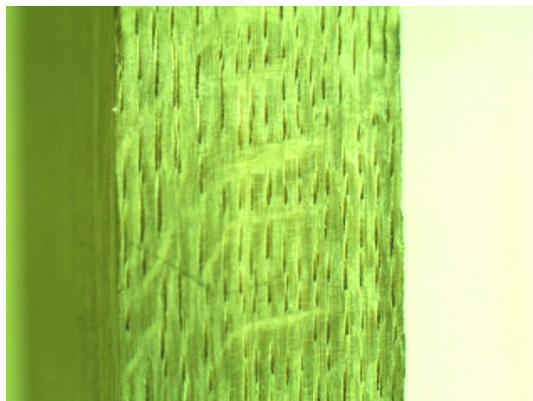
2.6 MAKROSKOPSKA ZGRADBA LISTAVCEV – HRAST (QUERCUS SP.)

Naloga.

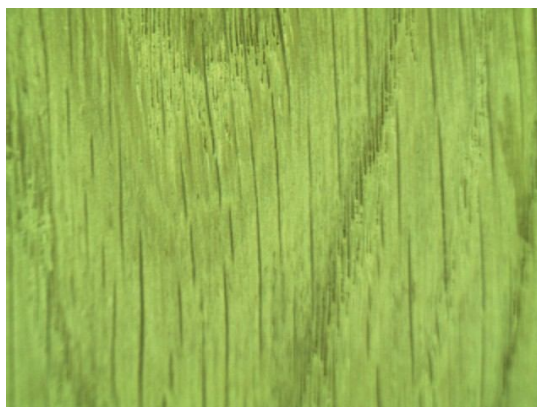
- Definirajte prereze lesa in na posameznih prerezih označite: braniko, letnico, rani, kasni les, trakove, traheje.
- Določite, ali je les prikazan na slikah raztreseno-porozen ali venčasto-porozen in razložite, zakaj.



Slika 10: Les hrasta I
Vir: Lasten



Slika 11: Les hrasta II
Vir: Lasten



Slika 12: Les hrasta III
Vir: Lasten

2.7 MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA IGLAVCEV

Naloga.

- Izpolnite preglednico z zahtevanimi lastnostmi lesa.

Tabela 1: Les iglavcev

I G L A V C I							
Drevesna vrsta	Barva	Sijaj	Branike - letnice	Prehod rani - kasni les	Širina ranega - kasnega lesa	Smolni kanali	Beljava - jedrovina
SMREKA							
JELKA							
BOR							
MACESEN							

Vir: Lasten

2.8 MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA VENČASTO-POROZNIH DREVESNIH VRST

Naloga.

- Izpolnite preglednico z zahtevanimi lastnostmi lesa.

Tabela 2: Les venčasto-poroznih drevesnih vrst
VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE

Drevesne vrste	Barva	Sijaj	Branike - letnice	Trakovi	Traheje	Beljava - jedrovina	Diskoloriran les	Gostota
HRAST								
JESEN								
DOMAČI KOSTANJ								
BREST								
ROBINIJA								

Vir: Lasten

2.9 MAKROSKOPSKO RAZPOZNAVANJE LESA RAZTRESENO-POROZNIH DREVESNIH VRST

Naloga.

- Izpolnite preglednico z zahtevanimi lastnostmi lesa.

Tabela 3: Les raztreseno-poroznih drevesnih vrst

RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE								
Drevesne vrste	Barva	Sijaj	Branike - letnice	Trakovi	Traheje	Beljava - jedrovina	Diskoloriran les	Gostota
BUKEV								
OREH								
BREZA								
JAVOR								
GABER								
TOPOL								
JELŠA								
LIPA								

Vir: Lasten

3 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA

V poglavju o mikroskopski zgradbi lesa boste spoznali zgradbo lesa, ki jo opazujemo pod mikroskopom. Zunanji izgled lesa je namreč posledica njegove anatomske zgradbe.

Spoznali boste anatomske elemente lesa pri posameznih drevesnih vrstah, ki opravljajo v lesu različne naloge in se zato med seboj razlikujejo. Največja razlika je med anatomskimi elementi iglavcev in listavcev. Evolucijski razvoj anatomskih elementov je šel v smeri od preprostejših iglavcev do zahtevnejših listavcev. Posledica razvoja so spremembe pri anatomskih elementih: traheidah, trahejah, vlaknih, trakovih.

V nadaljevanju boste natančno spoznali mikroskopsko zgradbo pri lesu smreke, bora, bukve in jesena.

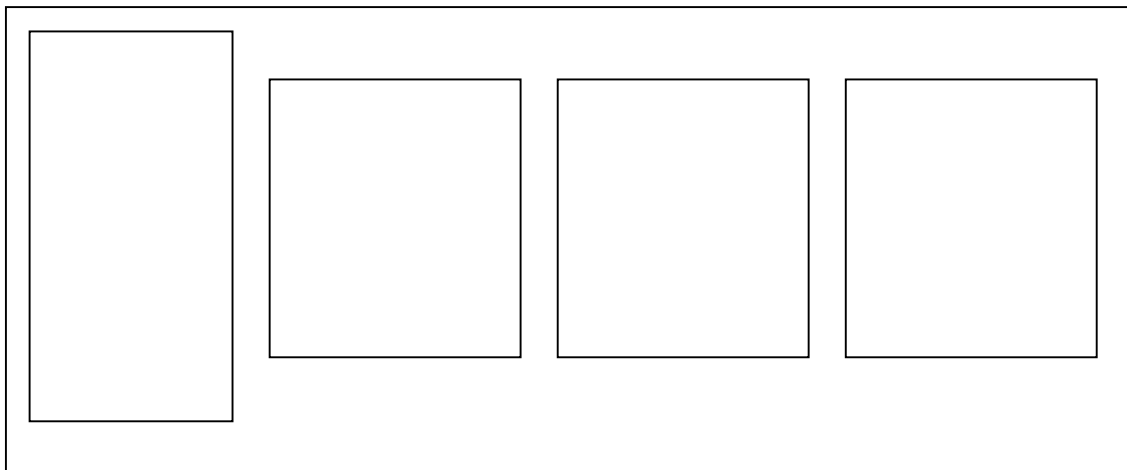
 Podrobnejšo razlago poiščite v učbeniku: Tvoriva v lesarstvu.

3.1 MIKROSKOPSKI PREPARAT

Pri mikroskopiranju uporabljamo preparate drevesnih vrst, na katerih so trije prerezi.

Naloga.

- Na skici označite oznako na preparatu.
- Narišite in poimenujte tri prereze na preparatu (kot jih vidite s prostim očesom).

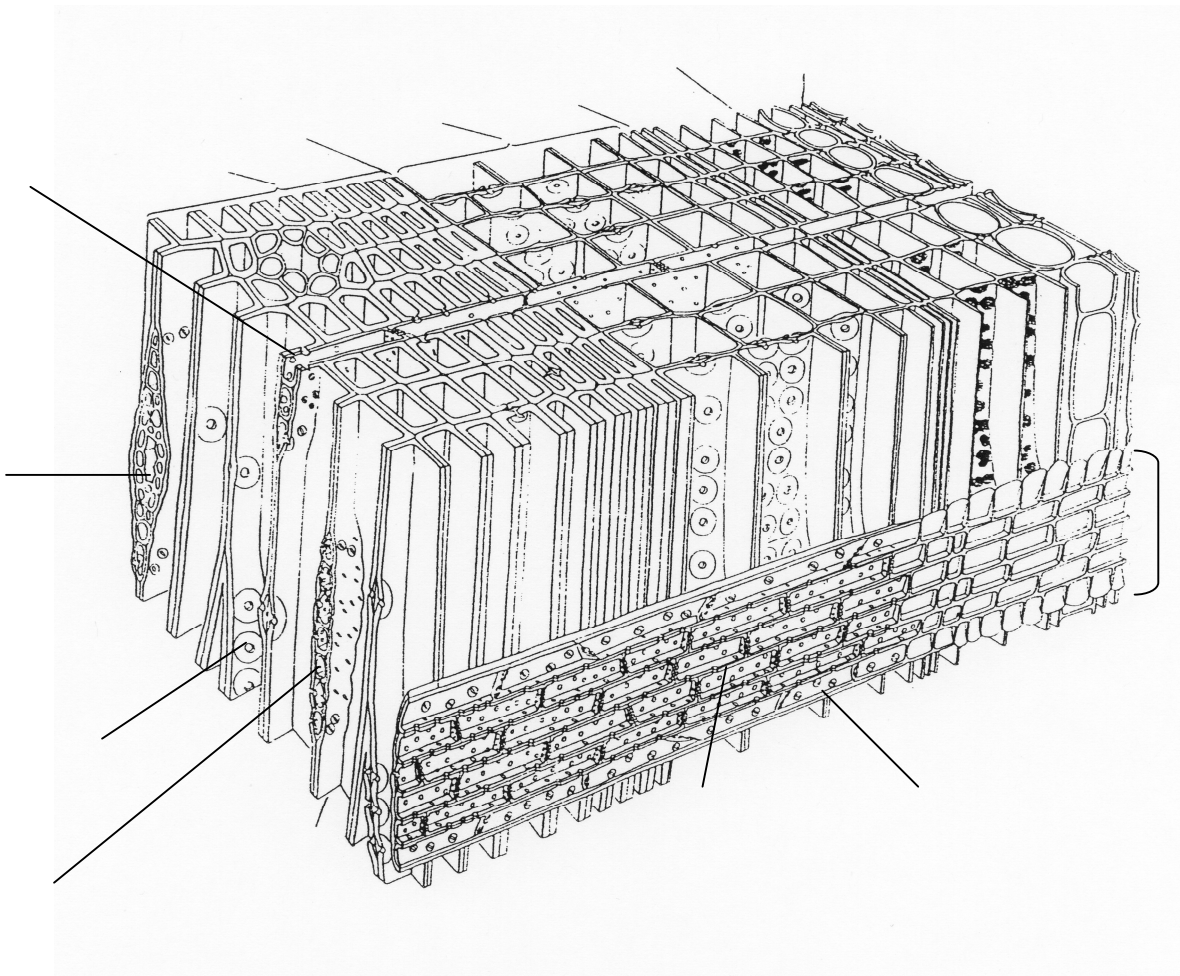


Slika 13: Mikroskopski preparat
Vir: Lasten

3.2 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA IGLAVCEV

Naloga.

- Na prikazanem modelu iglavca označite tri glavne prereze lesa in anatomske elemente lesa iglavcev.

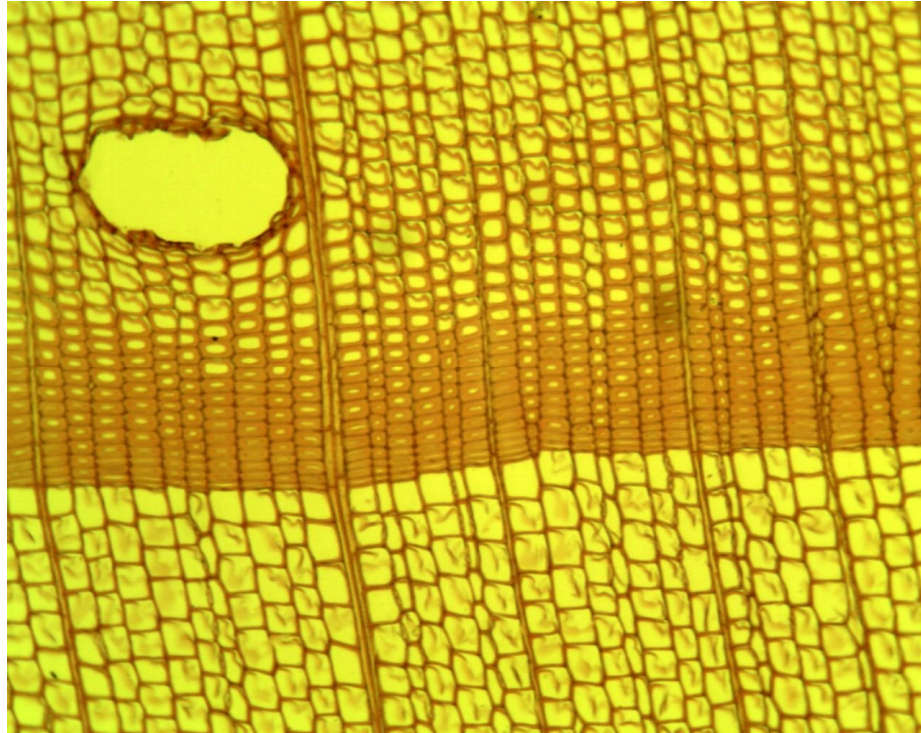


Slika 14: Mikroskopska zgradba lesa iglavcev
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 18

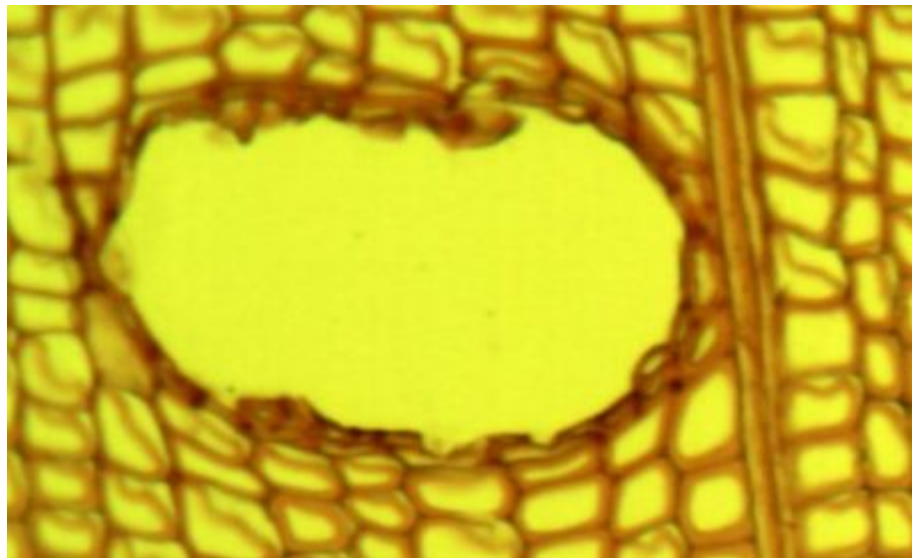
3.3 PREČNI PREREZ PRI LESU SMREKE (PICEA ABIES)

Naloga:

- Na prečnem prerezu pri lesu smreke določite braniko, letnico, rani, kasni les, trakove, smolni kanal in epitelne celice.



Slika 15: Mikroskopska zgradba lesa smreke
Vir: Lasten

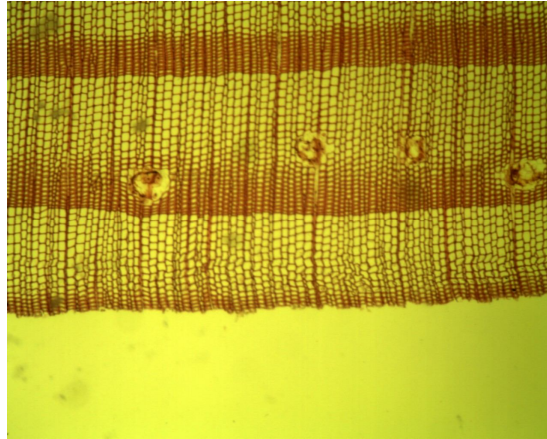


Slika 16: Smolni kanal
Vir: Lasten

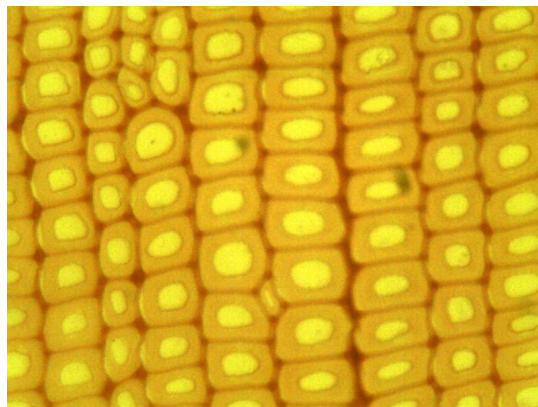
3.4 PREČNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA)

Naloga.

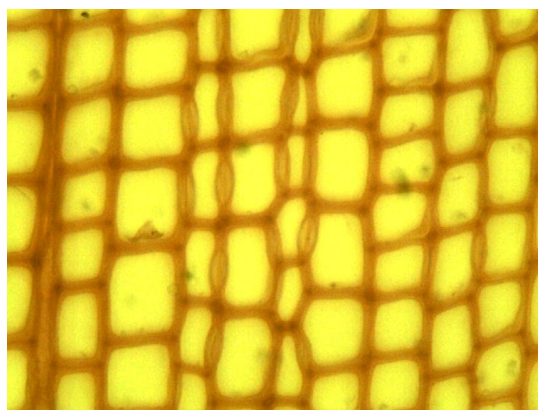
- Označite prehod iz ranega v kasni les znotraj ene branike.
- Primerjajte traheide ranega lesa in traheide kasnega lesa ter označite oster ali postopen prehod iz ranega v kasni les.
- Opazujte tudi smolne kanale z epitelnimi celicami ter piknje.



Slika 17: Prečni prerez lesa bora
Vir: Lasten



Slika 18: Traheide kasnega lesa
Vir: Lasten

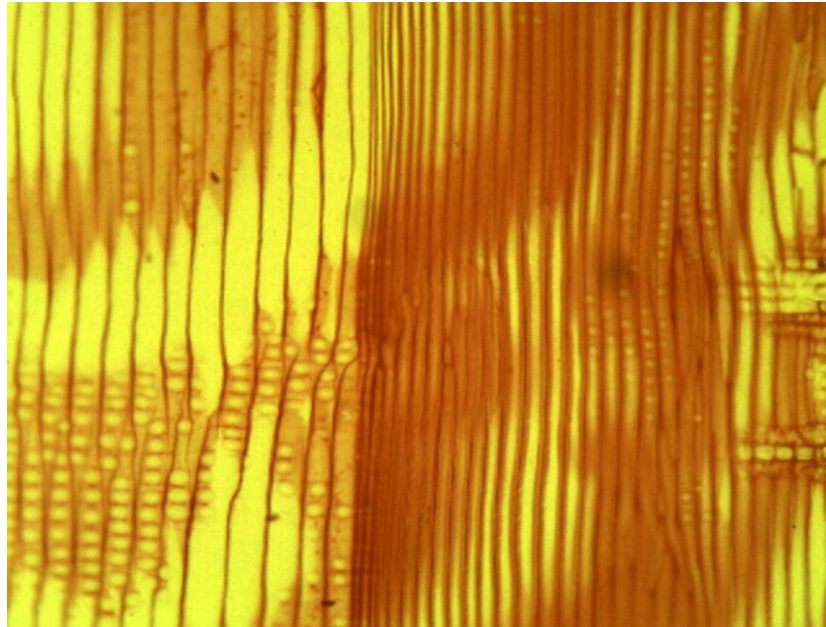


Slika 19: Traheide ranega lesa
Vir: Lasten

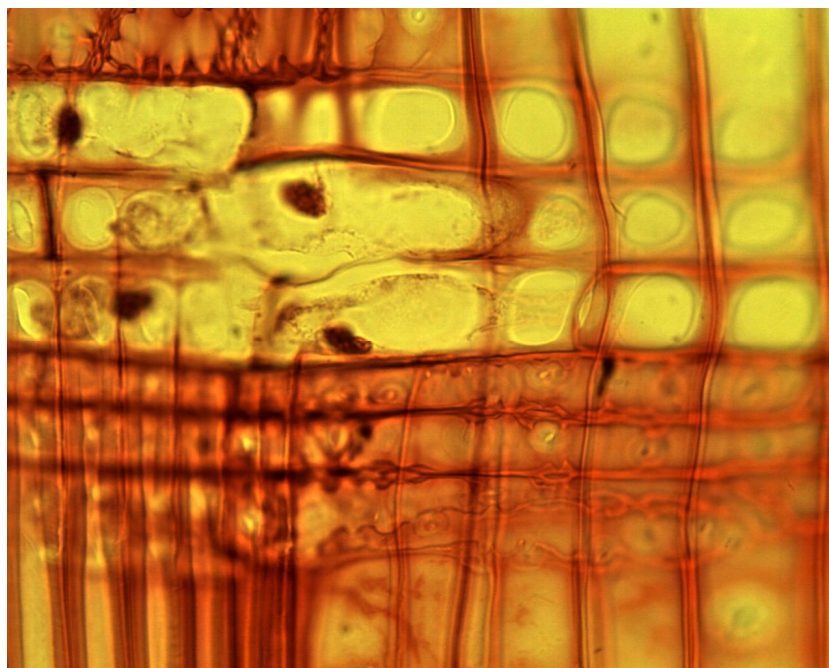
3.5 RADIALNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA)

Naloga.

- Označite traheide ranega in kasnega lesa, trakove, parenhimske celice.
- Določite ali je trak homocelularen ali heterocelularen.
- Označite trakovne traheide in določite njihovo obliko.
- Označite piknje med traheidami in piknje v križnih poljih.



Slika 20: Radialni prerez pri lesu bora I
Vir: Lasten

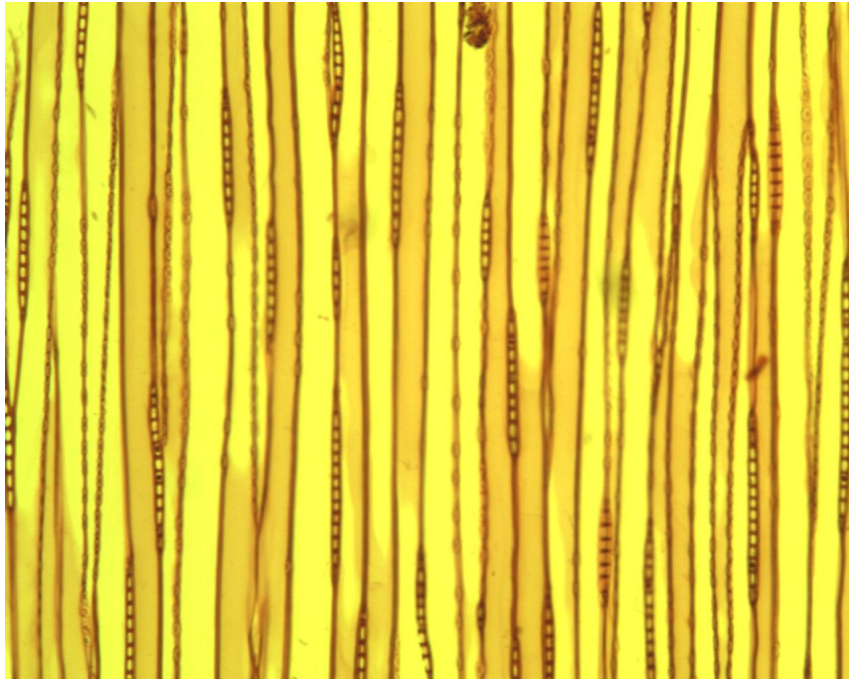


Slika 21: Radialni prerez pri lesu bora II
Vir: Lasten

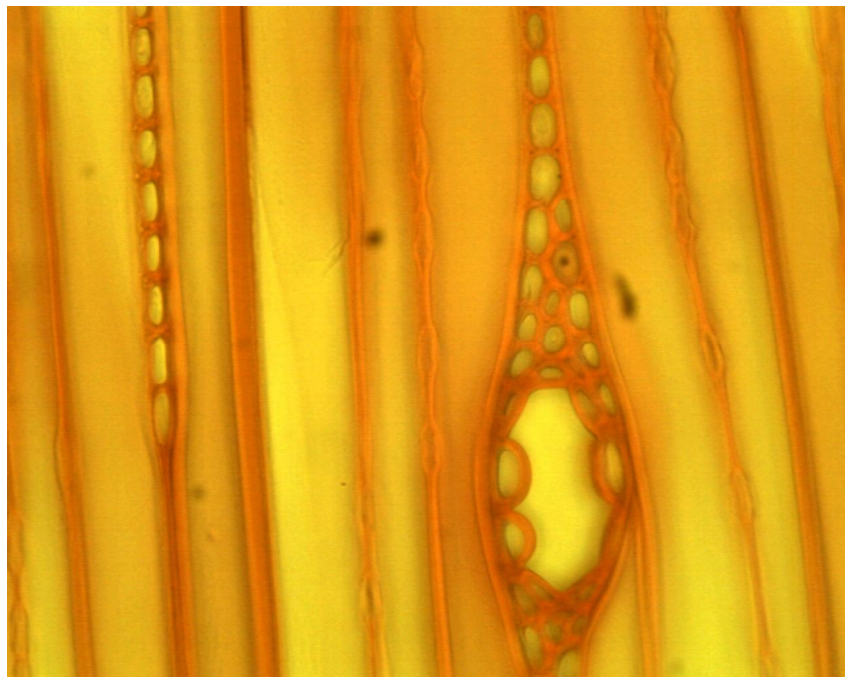
3.6 TANGENCIALNI PREREZ PRI LESU SMREKE (PICEA ABIES)

Naloga.

- Na tangencialnem prerezu pri lesu smreke označite traheide, trakove (koliko redni), radialne smolne kanale z epitelnimi celicami in pikenjsko povezavo.



Slika 22: Tangencialni prerez pri lesu smreke
Vir: Lasten

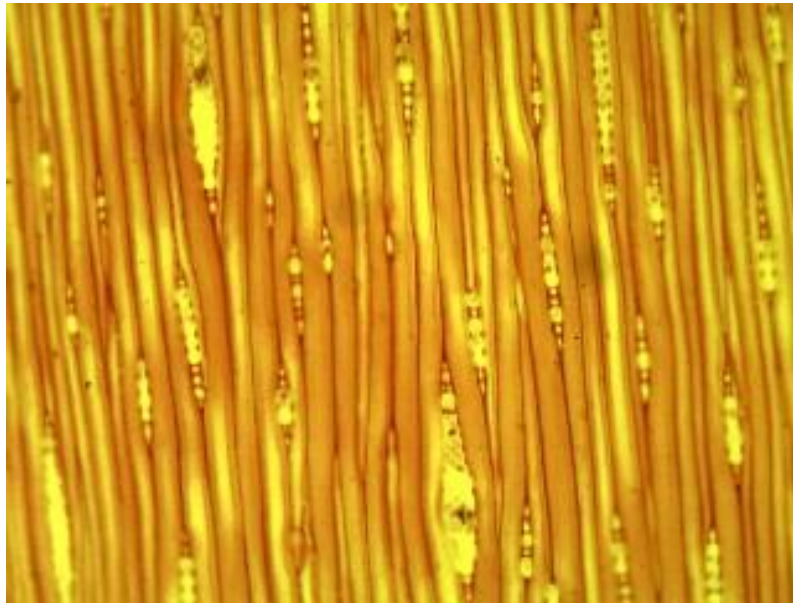


Slika 23: Smolni kanal v tangencialnem prerezu
Vir: Lasten

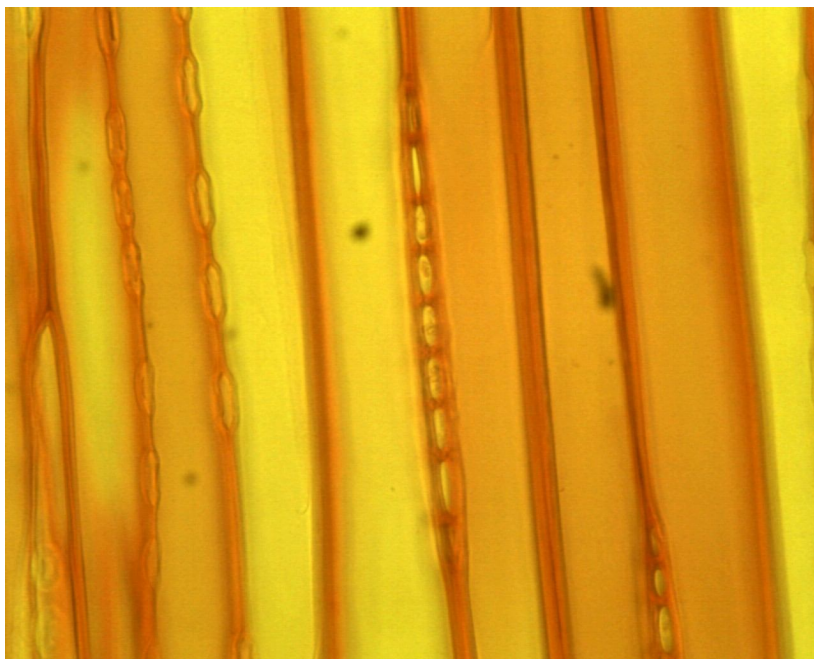
3.7 TANGENCIALNI PREREZ PRI LESU BORA (PINUS NIGRA)

Naloga.

- Označite anatomske elemente, podrobno si oglejte piknje.



Slika 24: Tangencialni prerez pri lesu bora
Vir: Lasten

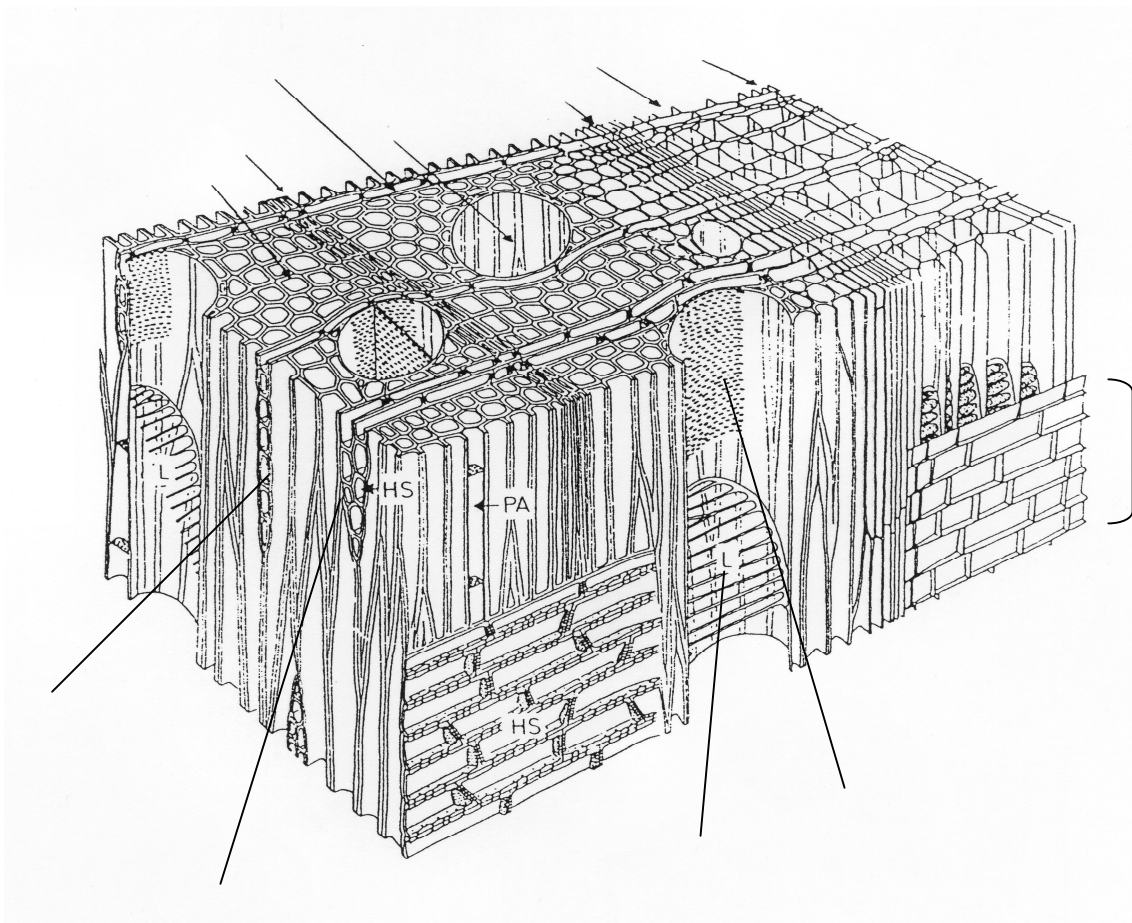


Slika 25: Enoredni trak in piknje
Vir: Lasten

3.8 MIKROSKOPSKA ZGRADBA LESA LISTAVCEV

Naloga.

- Na prikazanem modelu listavca označite tri glavne prereze lesa in anatomske elemente lesa listavcev.

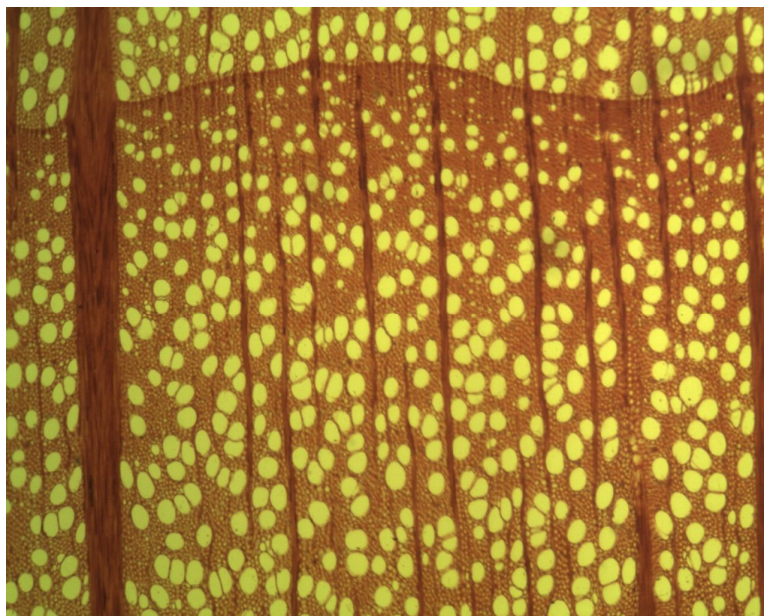


Slika 26: Mikroskopska zgradba lesa listavcev
Vir: Benkova, Schweingruber, 2004, 18

3.9 PREČNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV(FAGUS SYLVATICA)

Naloga.

- Na prečnem prerezu označite braniko, letnico, osnovno tkivo, traheje, razpored trahej, rani, kasni les in trakove.
- Določite obliko vlaken.



Slika 27: Mikroskopska zgradba lesa bukve v prečnem prerezu I
Vir: Lasten

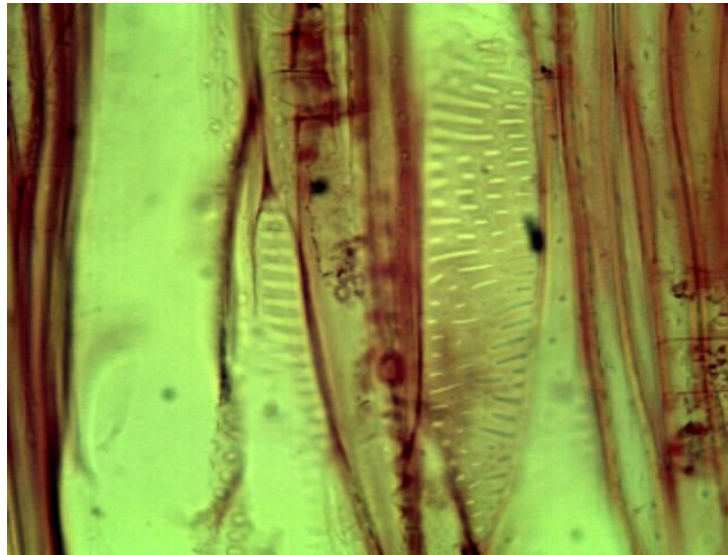


Slika 28: Mikroskopska zgradba lesa bukve v prečnem prerezu II
Vir: Lasten

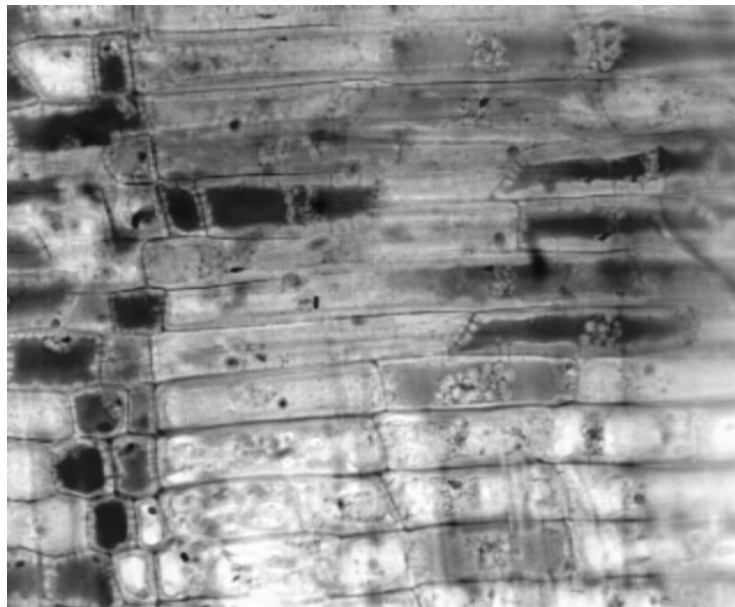
3.10 RADIALNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV (FAGUS SYLVATICA)

Naloga.

- Na radialnem prerezu označite traheide, piknje v traheidah, trakove, traheje in, lestvičaste perforacije.



Slika 29: Mikroskopska zgradba lesa bukve v radialnem prerezu I
Vir: Lasten

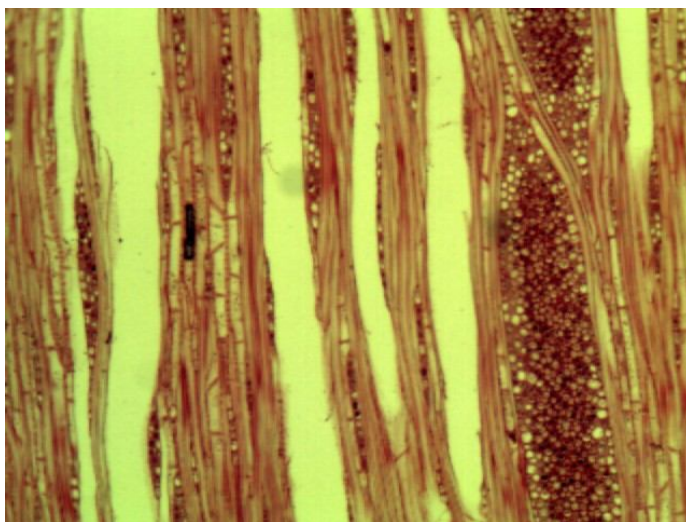


Slika 30: Mikroskopska zgradba lesa bukve v radialnem prerezu II
Vir: Lasten

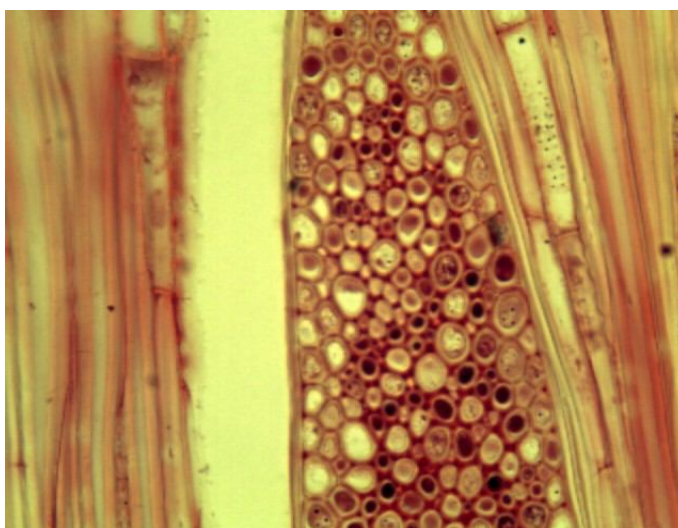
3.11 TANGENCIALNI PREREZ RAZTRESENO-POROZNE DREVESNE VRSTE – BUKEV (FAGUS SYLVATICA)

Naloga.

- Na tangencialnem prerezu določite in označite osnovno tkivo, traheje.
- Označite trakove in določite, koliko redne trakove ima bukev.



Slika 31: Mikroskopska zgradba lesa bukve v tangencialnem prerezu I
Vir: Lasten

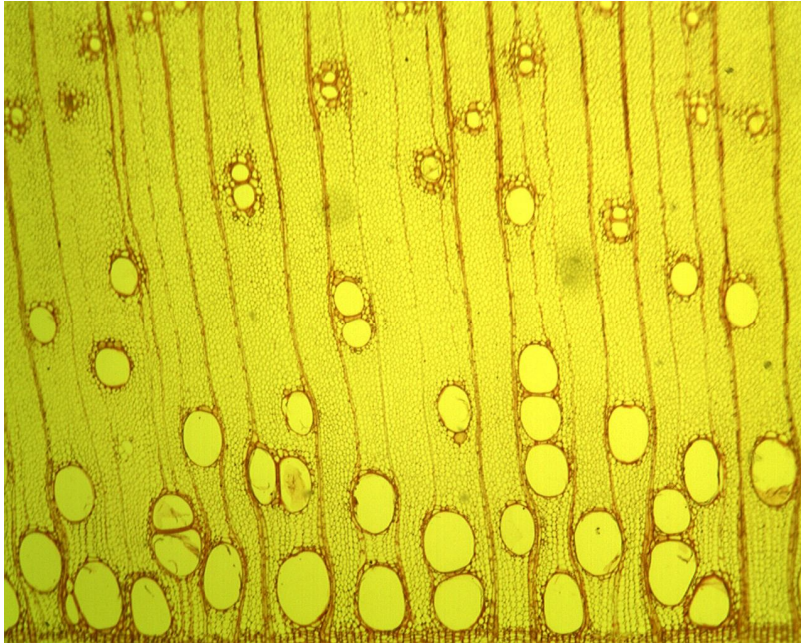


Slika 32: Mikroskopska zgradba lesa bukve v tangencialnem prerezu II
Vir: Lasten

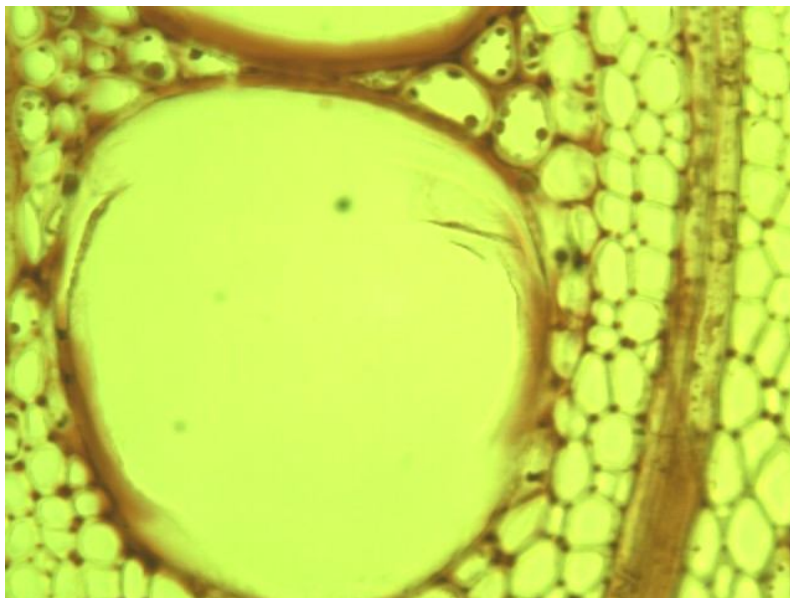
3.12 PREČNI PREREZ VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE – JESEN (FRAXINUS EXCELSIOR)

Naloga.

- Na prečnem prerezu označite braniko, letnico, osnovno tkivo, traheje, razpored trahej, rani, kasni les, trakove in aksialni parenhim.



Slika 33: Mikroskopska zgradba lesa jesena v prečnem prerezu I
Vir: Lasten

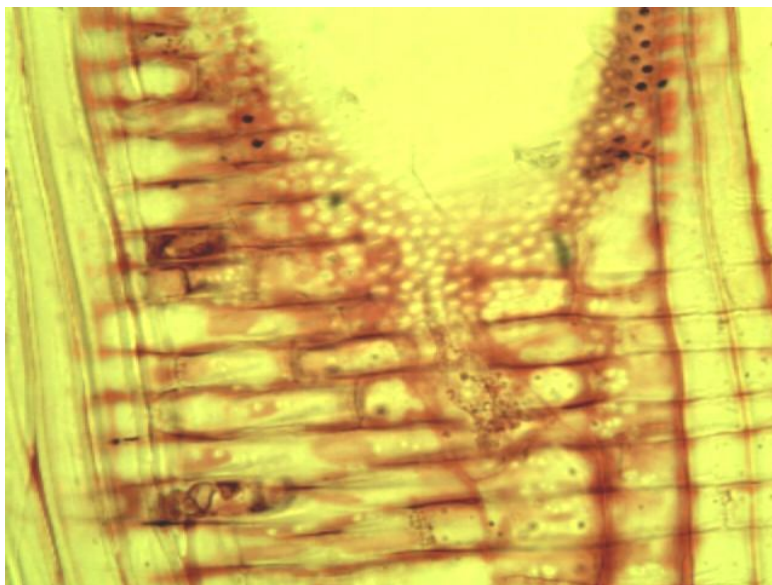


Slika 34: Mikroskopska zgradba lesa jesena v prečnem prerezu II
Vir: Lasten

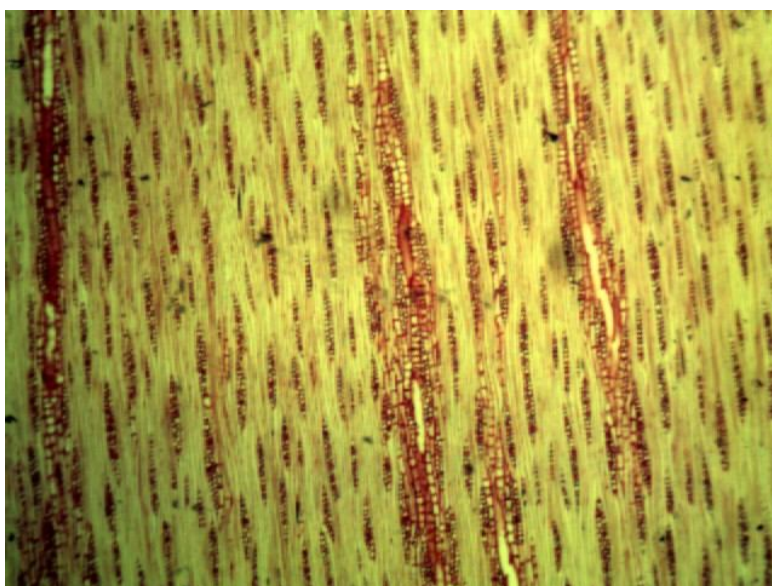
3.13 RADIALNI IN TANGENCIALNI PREREZ VENČASTO-POROZNE DREVESNE VRSTE – JESEN (FRAXINUS EXCELSIOR)

Naloga.

- Na radialnem prerezu označite libriformska vlakna, piknje, trakove in trahejo.
- Na tangencialnem prerezu označite osnovno tkivo, trakove in traheje.



Slika 35: Mikroskopska zgradba lesa jesena v radialnem prerezu
Vir: Lasten



Slika 36: Mikroskopska zgradba lesa jesena v tangencialnem prerezu
Vir: Lasten

4 ZAKLJUČEK

Les je zanimiv material in pomembna surovina, ki jo morate študenti lesarstva dobro poznati. Pri vajah ste poglobljeno spoznali najprej makroskopsko in nato mikroskopsko zgradbo lesa. Pri makroskopski zgradbi lesa ste spoznali prereze, zunanji videz in zgradbo lesa. Seznanili ste se s prisotnostjo trahej v lesu, ki vplivajo na zunanji izgled, ter obdelavo lesa. Spoznali ste trakove, ki so pri določenih drevesnih vrstah dovolj veliki, da sooblikujejo izgled lesa. Pri mikroskopski zgradbi lesa ste spoznali anatomske elemente, ki sestavljajo les in tako določajo specifične lastnosti posameznih drevesnih vrst.

S pridobljenim znanjem boste znali določiti najpogostejše uporabljene vrste lesa, natančno opredeliti njihove lastnosti, navesti značilnosti texture lesa pri različnih prerezih, določiti anatomske elemente pri makroskopski in mikroskopski zgradbi iglavcev ter listavcev, opredeliti prirastek lesa v različnih časovnih obdobjih in načrtovati ustrezno uporabo lesa v praksi.

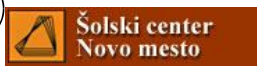
5 LITERATURA

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

Projekt **Impletum**

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

Konzorcijski partnerji:



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.