



Univerza v Mariboru

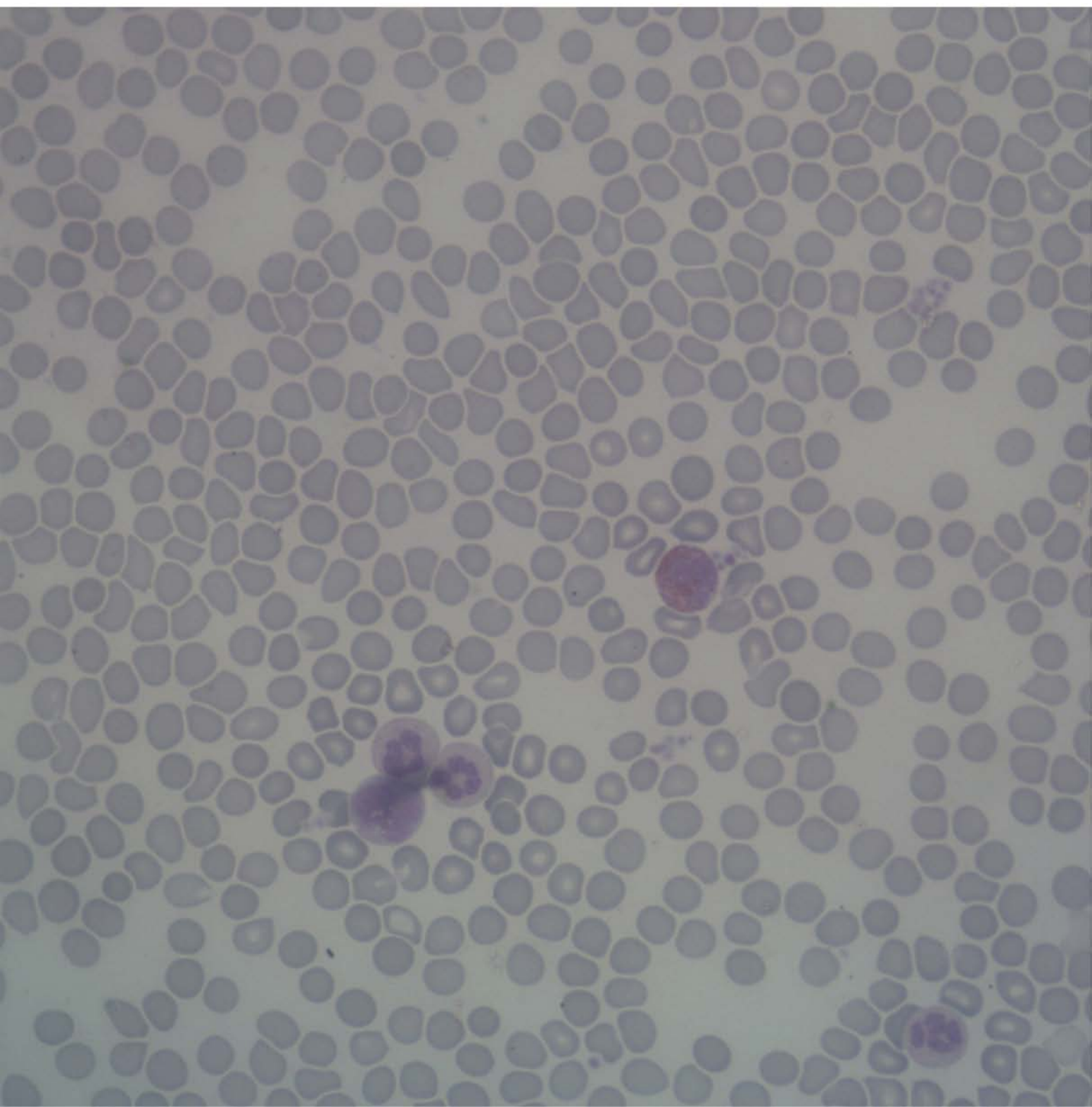
Fakulteta za naravoslovje  
in matematiko

# SPLOŠNA ZOOLOGIJA

## izobraževalna biologija

Tina Klenovšek

Saša Lipovšek





Univerza v Mariboru

---

Fakulteta za naravoslovje  
in matematiko

# SPLOŠNA ZOOLOGIJA

Kompendij z navodili za vaje za študijski  
program Izobraževalna biologija

**Tina Klenovšek in Saša Lipovšek**

Maribor, 2013

## Splošna zoologija: Kompendij z navodili za vaje za študijski program Izobraževalna biologija

Tina Klenovšek in Saša Lipovšek

Oddelek za biologijo, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Maribor 2013

Avtorica fotografij	Tina Klenovšek
Strokovni recenzenti	prof. dr. Tone Novak, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru prof. dr. Franc Janžekovič, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru doc. dr. Tanja Pipan, Inštitut za raziskovanje krasa, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti
Jezikovna recenzentka	Mojca Garantini, univ. prof. slov. j. in knjiž.
Oblikovanje ovitka	prof. dr. Samuel Grajfoner, akad. slikar Ivo Vek,
Tipologija dokumenta po COBISS	2.05 Ostalo učno gradivo
Založnik	Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor
Kraj izida	Maribor

© Vse pravice pridržane. Reproduciranje in razmnoževanje v kakršnikoli obliki po Zakonu o avtorski in sorodnih pravicah ni dovoljeno.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Univerzitetna knjižnica Maribor

591(075.8)(076)

KLENOVŠEK, Tina

Splošna zoologija : kompendij z navodili za vaje za študijski program Izobraževalna biologija / Tina Klenovšek in Saša Lipovšek ; [avtor fotografij Tina Klenovšek]. - Maribor : Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo, 2013

ISBN 978-961-6657-37-2

ISBN 978-961-6657-40-2 (pdf)

l. Lipovšek Delakorda, Saška

COBISS.SI-ID 74472449

## Predgovor

Za uspešno izvedbo vaj iz splošne zoologije je potrebno jedrnato poznavanje bistvenih informacij v zvezi z obravnavano tematiko. V ta namen so učbeniki praviloma preobsežni, zato se študentje redko uspejo primerno teoretično pripraviti na izvedbo vaj. Zaradi potrebe po poznavanju in razumevanju osnovne problematike in za uspešno izvedbo vaj sva navodila za vaje razširili s potrebnimi jedrnatimi priročnimi informacijami iz splošne zoologije. Tako je nastal ta kompendij splošne zoologije z navodili za vaje. Prvenstveno je namenjen študentom prvega letnika študijskega programa Izobraževalna biologija na Fakulteti za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru, čeprav meniva, da bo priročen tudi za vse, ki delujejo na področju biologije oziroma jih zoologija zanima.

Namen vaj iz splošne zoologije je usposobitev študentov za samostojno mikroskopiranje, prepoznavanje glavnih živalskih struktur (celic, tkiv in organov), risanje preparatov ter pregledna seznanitev z organskimi sistemi, njihovo raznolikostjo in kompleksnostjo na izbranih primerih živalskih organizmov od enoceličarjev do človeka. Na začetku se študentje seznanijo z mikroskopom in mikroskopiranjem ter z osnovnimi zunanji značilnostmi živali iz najpomembnejših debel, pri katerih v nadaljevanju spoznavajo zgradbo posameznih celic, tkiv, organov in organskih sistemov. Pri vsaki temi so uvodoma podana osnovna teoretična znanja o obravnavanih značilnostih ter navodila za izvedbo posameznih vaj. Laboratorijsko delo obsega makroskopsko in mikroskopsko opazovanje živalskih tkiv, organov in celotnih organizmov ter seciranje. Opisom opazovanih objektov sva dodali izvirne fotografije mikroskopskih preparatov z označenimi specifičnimi strukturami, ki so ključne za prepoznavanje zgradbe in razumevanje funkcij obravnavanih delov in celotnega organizma. Mikroskopski preparati so del zoološke zbirke Oddelka za biologijo, Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru.

Zahvaljujemo se recenzentom, dr. Tonetu Novaku, dr. Francu Janžekoviču in dr. Tanji Pipan, za strokovni pregled besedila. Brez pomoči in vztrajnosti dr. Toneta Novaka priročnika najverjetneje sploh ne bi bilo. Zahvaljujemo se tudi vsem kolegom in sodelavcem, ki so z idejami in nasveti pomagali pri nastajanju vaj in priročnika. Iskrena hvala tudi dr. Samuelu Garjfonerju in Ivu Veku za oblikovanje naslovnice.

Študentom želiva uspešen in prijeten študij!

Avtorici

## KAZALO VSEBINE

MIKROSKOP IN MIKROSKOPIRANJE.....	8
Sestavni deli svetlobnega mikroskopa in njihova funkcija .....	8
Najpomembnejše značilnosti mikroskopa.....	10
Delo s svetlobnim mikroskopom .....	10
Risanje preparata.....	11
OSNOVNE ZUNANJE ZNAČILNOSTI NAJPOMEMBNEJŠIH SKUPIN ŽIVALI .....	12
Praživali (Protozoa).....	12
Spužve (Porifera) .....	12
Ožigalkarji (Cnidaria) .....	12
Ploskavci ali ploski črvi (Plathelminthes).....	13
Valjavci ali valjasti črvi (Aschelminthes) .....	13
Mehkužci (Mollusca) .....	13
Kolobarniki (Annelida) .....	13
Členonožci (Arthropoda) .....	13
Iglokožci (Echinodermata).....	14
Strunarji (Chordata) .....	14
Opis zunanjih značilnosti organizmov .....	14
INTEGUMENT .....	16
Epidermis vrtničarja .....	16
Hipodermis s kutikulo gliste .....	17
Kutikula členonožcev in levitev .....	17
Koža vretenčarjev .....	18
OGRODJE IN GIBALA .....	20
Ogrodje spužev .....	20
Ogrodje kamenih koralnjakov.....	21
Zunanje ogrodje školjk in polžev .....	21
Hrustanec .....	21
Skeletna mišica .....	22
Kost.....	23
PREBAVILA .....	24
Želodec.....	24
Dvanajstnik .....	25
Trebušna slinavka .....	25
Jetra.....	26
DIHALA .....	28
Traheje .....	28
	4

Ribje škrge .....	29
Pljuča sesalca .....	29
Dihala svinje .....	30
<b>SEKCIJA RIBE .....</b>	<b>30</b>
<b>IZLOČALA.....</b>	<b>31</b>
Ledvice.....	31
<b>OBTOČILA .....</b>	<b>33</b>
Kri .....	33
Srce .....	34
Bezgavke.....	34
<b>ENDOKRINI SISTEM .....</b>	<b>36</b>
Hipofiza.....	36
Ščitnica.....	38
Nadledvična žleza .....	39
<b>ŽIVČEVJE .....</b>	<b>40</b>
Periferni živec .....	40
Mali možgani .....	41
Hrbtenjača .....	42
<b>ČUTILA.....</b>	<b>43</b>
Vohalni epitel.....	43
Okušalni brstiči .....	45
Oko vretenčarja .....	46
Cortijev organ sesalcev .....	47
<b>RAZMNOŽEVANJE.....</b>	<b>49</b>
Moda.....	49
Jajčniki .....	50
Maternica .....	51

## KAZALO SLIK

Slika 1: Svetlobni mikroskop.....	9
Slika 2: Objektiv svetlobnega mikroskopa.....	9
Slika 3: Prečni prerez vrtinčarja.....	16
Slika 4: Prečni prerez integumenta gliste.....	17
Slika 5: Tanka koža človeka I.....	18
Slika 6: Tanka koža človeka II.....	19
Slika 7: Debela koža človeka.....	19
Slika 8: Spikule različnih vrst spužev.....	20
Slika 9: Hialini hrustanec.....	22
Slika 10: Prečnoprogasta mišična vlakna.....	22
Slika 11: Prečni prerez kompaktnega kostnega tkiva.....	23
Slika 12: Prerez stene želodca.....	24
Slika 13: Vzdolžno prerezane želodčne žleze.....	25
Slika 14: Prerez stene dvanajstnika.....	25
Slika 15: Trebušna slinavka.....	26
Slika 16: Jetra.....	27
Slika 17: Jetrna kepica (levo) in interlobularni prostor (desno).....	27
Slika 18: Cevaste zračnice.....	28
Slika 19: Pljuča sesalca.....	29
Slika 20: Skorja ledvice.....	32
Slika 21: Sredica ledvice.....	32
Slika 22: Razmaz krvi.....	33
Slika 23: Krvničke.....	34
Slika 24: Bezgavke.....	35
Slika 25: Hipofiza.....	37
Slika 26: Adenohipofiza.....	37
Slika 27: Nevrohipofiza.....	37
Slika 28: Ščitnica.....	38
Slika 29: Ščitnica.....	38
Slika 30: Nadledvična žleza.....	39
Slika 31: Skorja nadledvične žleze.....	39
Slika 32: Prečni prerez perifernega živca.....	40
Slika 33: Prečni prerez snopa živčnih vlaken.....	41
Slika 34: Prerez malih možganov.....	41
Slika 35: Skorja malih možganov.....	42
Slika 36: Prečni prerez hrbtnjače.....	43
Slika 37: Del nosne školjke z vohalno sluznico v nosni votlini.....	44
Slika 38: Vohalni epitel.....	44
Slika 39: Prečni prerez jezika.....	45
Slika 40: Okušalni brstiči.....	45
Slika 41: Vzdolžni prerez glave vretenčarja.....	46
Slika 42: Mrežnica vretenčarskega očesa.....	47
Slika 43: Prečni prerez polža.....	48
Slika 44: Cortijev organ.....	48
Slika 45: Modo.....	49
Slika 46: Semenski kanalček.....	50
Slika 47: Folikli v jajčniku.....	51

Slika 48: Graafov folikel.....	51
Slika 49: Maternica .....	52

## **KAZALO PREGLEDNIC**

Preglednica 1: Zunanje značilnosti organizmov .....	14
Preglednica 2: Primerjava značilnosti kutikule različnih členonožcev .....	18



## MIKROSKOP IN MIKROSKOPIRANJE

Mikroskop je optična naprava za gledanje majhnih predmetov, ki jih s prostim očesom ne vidimo. Povečavo slike omogočajo sistemi leč (lečja), ki so v isti optični osi. Bistveni sestavni del mikroskopa sta dve lečji: objektiv in okular. Glavni lastnosti mikroskopa sta njegova povečava in ločljivost. Končna povečava slike je zmnožek povečav objektiv in okularja. Boljša kot je ločljivost mikroskopa, več podrobnosti lahko opazujemo, zato je ločljivost pri opazovanju tkiv in celic pogosto pomembnejša od povečave.

### NAMEN VAJE

Namen vaje je spoznati mehanske in optične dele mikroskopa, se naučiti pravilnega mikroskopiranja in risanja mikroskopskih preparatov.

**Material:** mikroskop, jetra (mikroskopski preparat), bankovec

## Sestavni deli svetlobnega mikroskopa in njihova funkcija

Mikroskop je sestavljen iz mehanskih in optičnih delov.

### MEHANSKI DELI

- Stativ (stojalo)
- Mizica z vijaki za premikanje preparata
- Revolver (z objektiv)
- Tubus (cev)
- Vijak za grobo ostrenje slike (makrometrski vijak) in vijak za fino ostrenje slike (mikrometrski vijak)

### OPTIČNI DELI

- Svetilka
- Kondenzor
- Zaslونka pod kondenzorjem (aperturna zaslonka)
- Ročica (ali obroč) za uravnavanje aperturne zaslonke
- Objektiv
- Okular

### FUNKCIJE OPTIČNIH DELOV MIKROSKOPA

- Svetilka je vir svetlobe (valovna dolžina vidne svetlobe: 380 – 740 nm)
- Kondenzor je iz dveh ali treh leč, ki žarke iz svetlobnega vira zberejo in usmerijo v optično os. S tem kondenzor omogoča enakomerno intenziteto svetlobe v vidnem polju, torej enakomerno osvetlitev objekta.
- Aperturna zaslonka je pod kondenzorjem. Je iz krožno-pahljačasto nameščenih kovinskih lističev, ki se deloma prekrivajo. Z njo uravnavamo intenziteto snopa svetlobe, ki osvetljuje preparat. Z zapiranjem zaslonke zmanjšamo intenziteto svetlobe in hkrati nekoliko povečamo kontrastnost slike.
- Objektiv je sistem leč, ki omogoča zbiranje svetlobnih žarkov, ki izhajajo iz predmeta. Objektiv omogoča projekcijo slike z visoko ločljivostjo; sliko poveča in obrne (nastane realna slika). Na objektivu je vgravirana njegova povečava (npr. 4, 10, 40, 100), numerična apertura (npr. 0,1; 0,25; 0,65; 1,25), dolžina tubusa (npr. 160 mm,  $\infty$ ), debelina krovne stekla (0,17 mm) in delovna razdalja (npr. 30; 7,0; 0,65; 0,23), za katero je prirejen. Barvna oznaka (v obliki prstana) na objektivu označuje povečavo objektiv (npr. rdeča – 4 x; rumena – 10 x; zelena – 20 x; svetlo modra – 40 x; bela – 100 x). Črna oznaka na objektivu (ponavadi s 100 x povečavo) pomeni, da ima objektiv leče, namenjene mikroskopiranju z imerzijskim oljem.
- Okular deluje kot lupa. Poveča realno sliko, ki jo projicira objektiv (nastane navidezna slika). Okular sliko, ki jo daje objektiv, le raztegne, ne poveča pa njene ločljivosti. Na okularju je vgravirana njegova povečava (npr. 6,3; 10). S pomnožitvijo povečav objektiv in okularja dobimo povečavo mikroskopa. Na nekaterih okularjih je naveden tudi premer leče.

**Material:** svetlobni mikroskop

**Naloga I** Na svetlobnem mikroskopu poiščite vse naštete mehanske in optične dele ter jih označite na fotografiji mikroskopa.

**Naloga II** Na objektivih mikroskopa poiščite naslednje oznake: povečavo, numerično aperturo, dolžino tubusa, debelino objektnega stekelca in barvno oznako. Poimenujte tipe oznak na fotografiji objektiva.



Slika 1: Svetlobni mikroskop



Slika 2: Objektiv svetlobnega mikroskopa

## Najpomembnejše značilnosti mikroskopa

POVEČAVA MIKROSKOPA = povečava objektiv x povečava okularja

NUMERIČNA APERTURA OBJEKTIVA (NA)

NA je lastnost leče oziroma lečja, s katero je opredeljena relativna količina svetlobe, ki jo lahko zbere leča; večja, kot je NA, več svetlobe lahko leča zbere in zato omogoča opazovanje več podrobnosti kot leče z manjšo NA. NA odraža količino svetlobe, ki jo zajame objektiv, in je odvisna od kotne odprtine objektiva ( $\alpha$ ) in lomnega količnika sredstva ( $n$ ) med opazovanim preparatom in objektivom.

$$NA = n \times \sin\alpha,$$

pri čemer je

$n$  lomni količnik sredstva med krovnim steklom in objektivom,

$\alpha$   $\frac{1}{2}$  vpadnega kota svetlobe (večja povečava – večji kot) in

$$n_{(\text{zrak})} = 1,0; n_{(\text{voda})} = 1,3; n_{(\text{imerzijsko olje})} = 1,5.$$

NA je med 0,1 in 1,25.

LOČLJIVOST (RESOLUCIJA) MIKROSKOPA ( $d$ )

Ločljivost je definirana kot najmanjša razdalja med dvema objektoma, pri kateri ju še vidimo kot dva ločena objekta. Manjša kot je ta razdalja, boljša je ločljivost. Ločljivost je odvisna od valovne dolžine svetlobe ( $\lambda$ ) in numerične aperture (NA) objektiva. Ločljivost izračunamo po enačbi:

$$d = \lambda / 2 NA,$$

pri čemer je

$\lambda$  valovna dolžina svetlobe in

NA numerična apertura.

MAKSIMALNA POVEČAVA OPTIČNEGA MIKROSKOPA ( $P_{\max}$ )

Pri večini mikroskopov največja povečava ni več kot tisočkratna;  $P_{\max} = P_{\text{okular}} \times P_{\text{objektiv}} = 10 \times 100 = 1000 \times$ .

KORISTNA (SMISELNA) POVEČAVA MIKROSKOPA ( $P_{\text{kor}}$ )

$$P_{\text{kor}} = NA \times 1000$$

**Material:** svetlobni mikroskop

**Naloga** Izračunajte ločljivost svetlobnega mikroskopa pri uporabi objektivov s povečavami 4 x, 10 x in 40 x. Upoštevajte, da je srednja valovna dolžina svetlobe 550 nm. Izračunajte maksimalno ločljivost svetlobnega mikroskopa, če je NA = 1,4.

## Delo s svetlobnim mikroskopom

Priprava mikroskopa za opazovanje tkivnega preparata.

1. Odkrijte mikroskop in vklopite svetilko. Nastavite moč svetilke.
2. V optično os vstavite objektiv z najmanjšo povečavo (4x). Z makrometrskim vijakom spustite mizico v najnižji položaj.
3. Z makrometrskim vijakom dvignite mizico v najvišji položaj.
4. Pripravite objekt opazovanja tako, da ga položite na objektno stekelce in ga pokrijete s krovnim stekelcem.
5. Vstavite objektno stekelce s preparatom na mizico mikroskopa pod objektiv tako, da je objektno stekelce spodaj in krovno stekelce zgoraj.
6. Nastavite medočesno razdaljo (= razdaljo med okularjema pri binokularnih mikroskopih).
7. Opazujte preparat z mikroskopom in z vrtenjem makrometrskega vijaka izostrite sliko.
8. Nastavite izbrani del objekta s pomočjo vijakov (pod mizico) za premikanje preparata na sredino vidnega polja.
9. Izostrite sliko za desno oko in nato z vijakom na okularju še za levo oko.

10. Nastavite kondenzor, tako da na svetilko položite britvico in izostrite sliko roba britvice.
11. Vzemite okular iz tubusa. Glejte v tubus in z ročico nastavite aperturno zaslonko tako, da zaprete tretjino premera vidnega polja. S tem dosežemo enakomerno osvetlitev preparata.
12. Sliko izostrite še z mikrometrskim vijakom. **Pri srednji in veliki povečavi** uporabljamo za izostrovanje slike le **mikrometrski vijak!**
13. Zavrtite revolver na naslednjo povečavo. Zob na tubusu mora zaskočiti v zarezo na robu revolverja (mora klikniti), sicer objektiv ni v optični osi.
14. Za kakovostno sliko je pri vsaki menjavi objektivna potrebno ponovno nastaviti aperturno zaslonko. Če slike opazovane strukture po menjavi objektivna ne vidite, se vrnite na prejšnjo povečavo in postopek izostritve slike ponovite.
15. **Ko končate z opazovanjem preparata, obvezno zavrtite revolver na najmanjšo povečavo in odstranite preparat.**
16. Po končanem mikroskopiranju vedno ugasnite svetilko in pokrijte mikroskop.

### NAJPOGOSTEJŠE NAPAKE PRI DELU Z MIKROSKOPOM

#### – Uporaba makrometrskega vijaka pri srednji in največji povečavi

Delovna razdalja objektivov z večjimi povečavami je kratka, zato je pri menjavi objektivna in pri izostrovanju slike potrebna velika previdnost, da ne poškodujemo čelne leče objektivna ali zlomimo tkivni preparat. Pri objektivih z večjimi povečavami **izostrujete sliko samo z mikrometrskim vijakom!**

#### – Vstavljanje in jemanje preparatov iz mikroskopa pri največji povečavi

Po koncu opazovanja vsakega preparata najprej zavrtite revolver tako, da vstavite v optično os objektiv z najmanjšo povečavo (ta objektiv je najkrajši).

#### – Vstavljanje preparata s krovnim stekelcem navzdol

Krovno stekelce mora biti zgoraj, sicer je slika preparata neostra.

#### Druge težave pri mikroskopiranju

- Neizostrena slika – leča objektivna ali/in leča okularja sta umazani.
- Neizostrena osvetlitev vidnega polja – mikroskop ni pravilno centriran, kondenzor ni v pravilnem položaju, kondenzor in/ali zaslonka nista v sredini vidnega polja.
- Neenakomerna osvetlitev vidnega polja – objektiv ni v optični osi.

**Material:** jetra (mikroskopski preparat), bankovec

**Naloga I** Po navodilih pripravite mikroskop in opazujte preparat jeter pri vseh treh povečavah.

**Naloga II** Na mizico položite bankovec in izberite nesimetrično črko (npr. F, G, R) ali številko (npr. 5, 6, 7). Črko opazujte pri najmanjši povečavi in jo narišite, kot jo vidite. Kakšna je slika v primerjavi s sliko, ki jo vidite s prostim očesom?

## Risanje preparata

Nekatere bistvene strukture tkiv in celic niso vidne zaradi omejene ločljivosti svetlobnega mikroskopa. Pri mikroskopiranju skušamo upoštevati naslednje napotke.

1. Rišemo vedno s svinčnikom. Vsaka narisana struktura mora biti ustrezno označena.
2. Na risbi ohranimo razmerja dimenzij v objektu (npr. med višino in širino celice), oblike struktur in medsebojne odnose med strukturami v preparatu (npr. razmerja med različnimi vrstami tkiv).
3. Kadar rišemo izsek iz strukture, mora biti le-ta omejen s prekinjeno črto. Narišemo obris celotnega objekta, izsek pa izrišemo natančno pri večji povečavi.
4. Zaradi preglednosti risbe rišemo le bistvene sestavine preparata.
5. Strukture rišemo pregledno in dovolj veliko.
6. Zapišemo povečavo, pri kateri smo mikroskopirali.
7. Ne rišemo nepravilnosti, ki nastanejo med pripravo preparata (npr. zračni mehurčki, delci nečistoč).

**Material:** jetra (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite tri do pet celic jeter (s premerom približno 2 cm) in označite jedro, jedrno ovojnico, citoplazmo in plazmalemo.

# OSNOVNE ZUNANJE ZNAČILNOSTI NAJPOMEMBNEJŠIH SKUPIN ŽIVALI

Živali so zelo raznolika skupina živih bitij. Po starejših klasifikaciji razlikujemo glede na število celic enocelične živali ali praživali (Protozoa) in mnogocelične živali (Metazoa). Mnogocelične živali delimo na nepravne mnogoceličarje (Parazoa), ki so brez pravih tkiv, iz med seboj rahlo povezanih, a sicer samostojno delujočih celic; ter prave mnogoceličarje (Eumetazoa). Med nepravne mnogoceličarje uvrščamo spužve (Porifera). Danes praživali skupaj z nekaterimi drugimi enoceličnimi evkarioti uvrščamo v kraljestvo proktistov. Prave mnogoceličarje taksonomsko delimo na okrog 30 debel. Najnovejše klasifikacije, ki temeljijo na molekularnih metodah, praživali ne uvrščajo med živali, ampak v več samostojnih kraljestev. Živali (Animalia) delijo na spužve (Porifera), ožigalkarje (Cnidaria), dvobočno somerne živali (Bilateria), Placozoa, Ctenophora in Myxozoa.

## NAMEN VAJE

Namen vaje je spoznati osnovne zunanje značilnosti in zgradbo najpomembnejših (najštevilčnejših) taksonomskih skupin živali.

**Material:** paramecij, spužva, vrtinčar, polip morske vetrnice, klobučnjak, človeška glista, veliki vrtni polž, deževnik, ščurek, morska zvezda, riba.

## Praživali (Protozoa)

Praživali so pretežno mikroskopsko majhni organizmi, katerih telo je ena sama evkariotska celica s celičnimi strukturami – organeli, ki opravljajo osnovne življenjske funkcije, primerljive z vlogami organov oziroma organskih sistemov pravih mnogoceličarjev. Parameciji za razliko od ameb oblike ne spreminjajo, saj imajo na površini celice celično skorjo, pelikulo ali korteks. Premikajo se z migetalkami, ki so enakomerno razporejene po vsej površini celice. Mnogi sprejemajo hrano skozi celična usteca (citostom) in celični požiralnik (citofarinks).

**Material:** paramecij

**Naloga** Na objektno stekelce kanite kapljico vode iz kulture paramecijev in jih opazujte. Bodite pozorni na telesno zgradbo in obliko. Paramecija narišite pri največji povečavi in označite pelikulo, migetalke, celična usteca in celični požiralnik.

## Spužve (Porifera)

Spužve so nepravni mnogoceličarji. Nimajo dobro razvitih tkiv, nimajo organov in organskih sistemov. Telo večine spužev je nesimetrično in zelo različnih oblik. Zgrajeno je iz sistema votlin, kamric in kanalov. Na površini spužve so številne pore (dotekalke), skozi katere voda priteka v telo in ena ali manjše število odprtih (odtekalk), skozi katere voda telo zapušča.

**Material:** prava spužva

**Naloga** Oglejte si spužvo, jo narišite in označite dotekalke in odtekalko.

## Ožigalkarji (Cnidaria)

Ožigalkarji so zvezdasto (radialno) somerni pravi mnogoceličarji. Osnovna gradbena tipa ožigalkarjev sta polip in meduza. Telo polipa je cilindrične, telo meduze zvonaste oblike. Imajo eno, ustno–zadnjično (poenostavljeno: ustno), odprtino in značilne lovke z ožigalkami. Lahko so posamični ali kolonijski. Polip je pritrjen na podlago s pedalno ali nožno ploskvijo, ki se nadaljuje v pecljati del. Na vrhu pecljatega dela je ustno polje, ki ga obdaja

venec lovk. Pri meduzi razlikujemo klobuk, lovke in ustni stožec. Lovke so na robu klobuka. Ustni stožec je cevasta izboklina na vbočenem delu meduze z ustno odprtino na koncu.

**Material:** morska vetrnica, klobučnjak

**Naloga** Morsko vetrnico in klobučnjaka opazujte in narišite. Označite osnovne telesne dele morske vetrnice (pedalno ploskev, pecljati del, venec lovk, ustno polje) in klobučnjaka (klobuk, lovke, ustni stožec) ter ustno-zadnjično odprtino.

## Ploskavci ali ploski črvi (Plathelminthes)

Ploskavci so pravi mnogoceličarji, večinoma s ploskim, dvobočno somernim, hrbtno-trebušno (dorzoventralno) sploščenim telesom listaste, trakaste ali nitaste oblike. Telo je enotno, nečlenjeno (pri trakuljah lažno členjeno). Prebavilo ima le eno (ustno) odprtino na trebušni strani telesa (trakulje so brez prebavila). Vrtinčarji so majhni ploskavci z ustno odprtino, ki vodi v izvihljivo žrelo na ventralni strani telesa. Črevo je brez zadnjične odprtine (črevo je aproktno). Na sprednjem delu telesa so oči in pri nekaterih vrstah tudi ušesasti izrastki (avrikli) z receptorsko funkcijo.

**Material:** vrtinčar

**Naloga** Opazujte vrtinčarja pod lupo. Narišite ga, označite sprednji in zadnji del telesa, oči, izvihljivo žrelo ter ustno odprtino.

## Valjavci ali valjasti črvi (Aschelminthes)

Telo je enotno, dolgo, cilindrične ali vretenaste oblike in na obeh koncih šilasto. Prednji del telesa je radialno someren, preostalo telo pa zaradi rahle sploščenosti dvobočno somerno. Imajo ustno in zadnjično odprtino (črevo je evproktno).

**Material:** človeška glista

**Naloga** Narišite glisto in označite sprednji in zadnji del telesa. Pod lupo poiščite ustno odprtino z ustnicami.

## Mehkužci (Mollusca)

Telo mehkužcev je dvobočno somerno ali drugotno nesomerno (asimetrično). V osnovi razlikujemo nogo in drobovjak. Noga je pri različnih skupinah različna, prilagojena za različne načine gibanja. Pri mnogih mehkužcih je sprednji del telesa oblikovan v glavo.

**Material:** veliki vrtni polž

**Naloga** Narišite polža in označite hišico, nogo, rob plašča, glavo, tipalke, oči in usta.

## Kolobarniki (Annelida)

Telo kolobarnikov je cilindrične oblike, dvobočno somerno in enakomerno členjeno na telesne člene (segmente, »kolobarje«). Členjena je tudi notranjost telesa. Na začetku telesa je prostomij, na koncu pigidij, ki nista telesna člena. Na prvem telesnem členu (peristomiju) so na trebušni strani usta. Na pigidiju je zadnjična (analna) odprtina.

**Material:** deževnik

**Naloga** Opazujte deževnika pod lupo. Narišite ga s trebušne strani in označite sprednjo in zadnjo ter zgornjo in spodnjo stran telesa. Označite telesne člene, prostomij, peristomij in pigidij ter usta, zadnjično odprtino, ščetine in sedlo.

## Členonožci (Arthropoda)

Telo členonožcev je členjeno in dvobočno somerno. Telesni členi so združeni v telesne regije (pri pajkoveih npr. v glavoprse in zadek, pri žuželkah v glavo, oprsje in zadek). Za členonožce so značilne parne, členjene, segmentalno nameščene okončine in zunanje ogrodje iz hitina.

**Material:** ščurek

**Naloga** Narišite ščurka s trebušne strani in označite glavo, tipalnice, oči, oprsje, okončine (z vsemi členki) in zadek.

## Iglokožci (Echinodermata)

Telo iglokožcev je večinoma zvezdasto (radialno) – peterosomerno. Na telesu razlikujemo zgornjo (apikalno) stran z zadnjično odprtino in spodnjo (oralno) stran z ustno odprtino. Premikajo se s pomočjo vodovodnega (ambulakralnega) sistema.

**Material:** morska zvezda

**Naloga** Narišite morsko zvezdo in označite apikalno in oralno stran, ustno odprtino, zadnjično odprtino, sitasto ploščico, krake, radialni kanale, ambulakralne nožice in bodice.

## Strunarji (Chordata)

Bistvene značilnosti strunarjev so hrbtne struna, hrbtenjača in škružno črevo. Najpomembnejši predstavniki strunarjev so vretenčarji. Na telesu vretenčarja razlikujemo glavo, trup s parnimi okončinami in rep. Telo je dvobočno somerno. Rep je del telesa za analno odprtino. Telo je v hrbtnem delu členjeno (vretenca, hrbtenjačni živci, segmentirano mišičje).

**Material:** riba

**Naloga** Narišite ribo in označite glavo (na glavi oči, usta in nosnice), škružni poklopec, plavuti (par prsnih, par trebušnih ter hrbtne, podrepne in repne plavut), trup, rep, zadnjično odprtino in pobočnico.

## Opis zunanjih značilnosti organizmov

**Naloga** Po vzoru izpolnjenih značilnosti klobučnjaka dopolnite preglednico za ostale organizme.

Preglednica 1: Zunanje značilnosti organizmov

Organizmi	Deblo	Oblika telesa	Somernost telesa	Členjenost telesa	Odprtine prebavila	Osnovni telesni deli
Paramecij						
Spužva						
Klobučnjak	ožigalkarji	zvonasta ali dežnikasta	zvezdasta (radialna)	ni prisotna	ustno-zadnjična odprtina	klobuk, lovke, ustni stožec
Morska vetrnica						

Vrtinčar						
Človeška glista						
Vrtni polž						
Deževnik						
Ščurek						
Morska zvezda						
Riba						



## INTEGUMENT

Integument je zunanji sloj živali. Pri večini nevretenčarjev je iz ene plasti celic ektodermalnega izvora, povrhnjice ali vrhnjice (epidermis). Pri vretenčarjih je integument večplasten in iz različnih vrst tkiv in ga imenujemo koža. Sestavni deli integumenta so tudi njegovi derivati (npr. kutikula in derivati kože, kot so luske, lasje, nohti, perje, sluzne žleze, mlečne žleze, pigmentne celice itd.). Integument ščiti žival pred mehanskimi in kemijskimi dejavniki okolja ter mikroorganizmi. Pri različnih skupinah živali ima integument še mnoge druge vloge: uravnava telesno temperaturo, izloča odpadne snovi, ščiti pred izsušitvijo, omogoča gibanje (z migetalkami) ter prenos hranil in dihalnih plinov, opravlja čutilno funkcijo, sintetizira vitamin D, lahko ima tudi kriptično ali komunikacijsko funkcijo itd.

### Namen vaje

Spoznati osnovno zgradbo in nekatere derivate integumenta pri nevretenčarjih in vretenčarjih

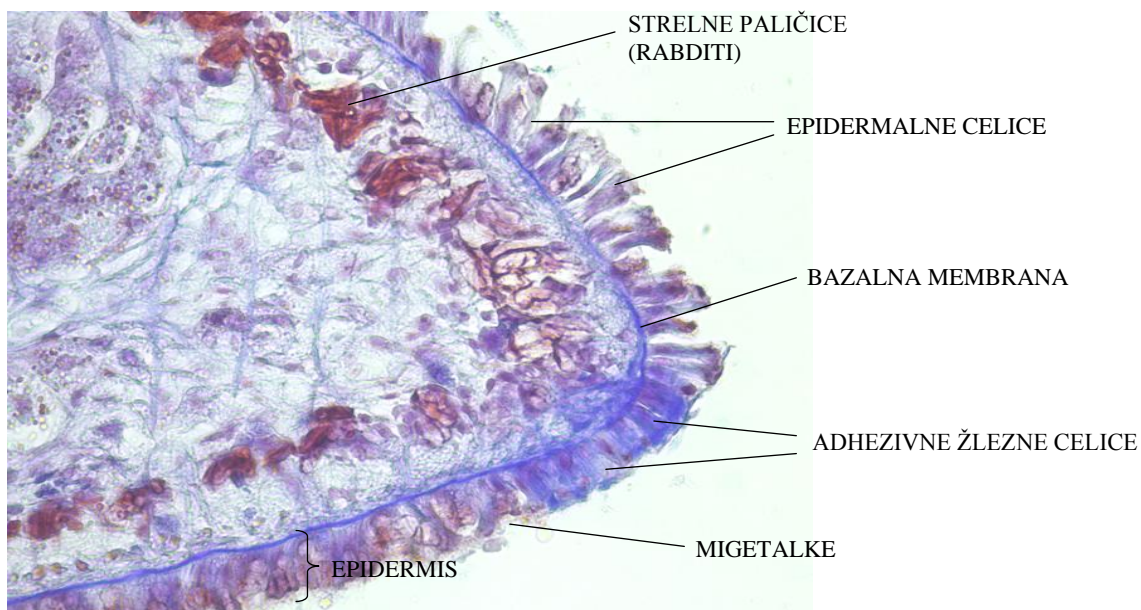
**Material:** vrtničar (mikroskopski preparat), glista (mikroskopski preparat), različni členonožci, tanka in debela koža človeka (mikroskopska preparata)

## Epidermis vrtničarja

Integument vrtničarja *Planaria* sp. je iz ene plasti celic, ki tvorijo povrhnjico (epidermis). Med epidermisom in notranjostjo telesa je bazalna membrana. Epidermalne celice na ventralni (trebušni) strani imajo migetalkke, s katerimi se vrtničar premika, tako da drsi po sluzni sledi. Med epidermalnimi so tudi številne specializirane žlezne celice. Mukozne žlezne celice izločajo sluz (mukus) in jih je največ na ventralni strani telesa. Adhezivne žlezne celice so ob robu ventralne strani in izločajo lepljivo snov, ki vrtničarju omogoča, da se oprime podlage. Žlezne celice, ki proizvajajo strelne paličice (rabdite), so ugreznjene v parenhim pod bazalno membrano. Ko vrtničar izloči strelne paličice, te v vodi nabreknejo in tvorijo zaščitni sluzni ovoj okoli telesa.

**Material:** prečni prerez vrtničarja (mikroskopski preparat)

**Naloga** Skicirajte prerez vrtničarja. Epidermis vrtničarja narišite pri 400-kratni povečavi in označite bazalno membrano, epidermis, strelne paličice (rabdite), migetalkke in adhezivne žlezne celice.



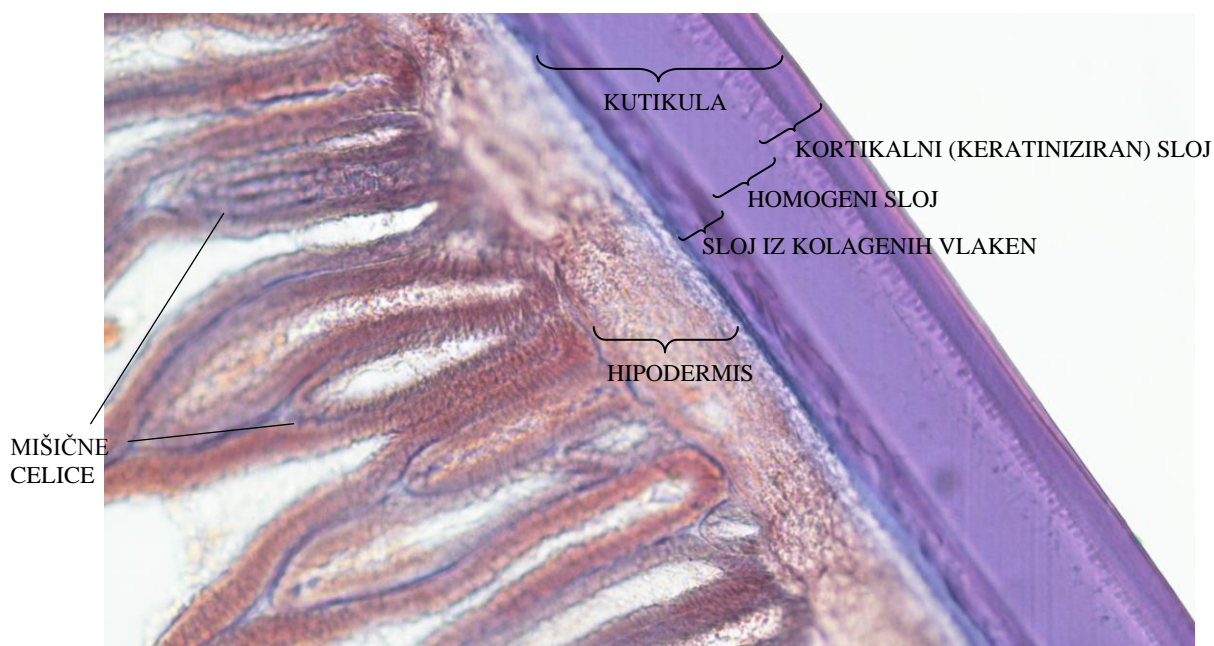
Slika 3: Prečni prerez vrtničarja

## Hipodermis s kutikulo gliste

Integument gliste tvorita sincicialni epidermis, imenovan tudi hipodermis, in večslojna kutikula. Sincicij je mnogojedrna tvorba, ki nastane z medsebojno spojitvijo celic. Jedra so ugreznjena v notranjost telesa v predelu štirih epidermalnih letev (hrbtne, trebušne in stranskih), ki potekajo vzdolž celotne dolžine telesa. Hipodermis izloča debelo, a prožno kutikulo, ki je iz proteinov (pretežno keratina in kolagena). Kutikula glist, kljub enakemu imenu kot pri členonožcih, ne vsebuje hitina, ki je polisaharid. Med rastjo žival kutikulo večkrat odvrže, se levi. Čvrsta kutikula ima pomembno vlogo pri vzdrževanju hidrostatskega tlaka v telesni votlini gliste, ki daje telesu obliko in skupaj z mišicami omogoča gibanje.

**Material:** prečni prerez gliste (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite glisto v prečnem prerezu in označite kutikulo, hipodermis, epidermalne letve in sloj vzdolžnih mišic. Del integumenta narišite tudi pri največji povečavi in označite hipodermis ter vse tri plasti kutikule.



Slika 4: Prečni prerez integumenta gliste

## Kutikula členonožcev in levitev

Enoslojni epidermis členonožcev izloča večslojno kutikulo, hitinjačo. Ta je v glavnem iz hitina (polisaharid) in različnih proteinov. Kutikula členonožcev je neraztegljiva, zato z rastjo živali postane premajhna in žival se občasno levi. Pri tem se stara hitinjača odlušči s telesa, pod njo je mlada, ki je takoj po levitvi še zelo tanka in prožna ter omogoča povečanje velikosti živali. Pri rakih je prepojena z minerali (inkrustirana), v glavnem s kalcijevim karbonatom, in zato okrepljena. V kutikuli so številne luknje (pore in kanali), skozi katere se izločajo različne snovi.

**Material:** različni členonožci

**Naloga** Primerjajte kutikule različnih členonožcev glede na barvo, prosojnost, trdoto in debelino ter izpolnite preglednico.

**Vprašanja** Katere vloge ima kutikula? Zakaj je po vašem mnenju pri rakih mineralizirana (kalcificirana), pri žuželkah pa ne? Katera snov v kutikuli ščiti kopenske žuželke pred izsušitvijo? Ali prekriva kutikula celotno površje telesa?

Preglednica 2: Primerjava značilnosti kutikule različnih členonožcev

Organizem	Značilnosti kutikule (barva, trdota, debelina, prosojnost itd.)

## Koža vretenčarjev

Koža vretenčarjev je iz dveh vidno razmejenih plasti. Zgornja je vrhnjica (epidermis), spodnja pa usnjica (dermis). V koži so, ali iz nje izraščajo, različne kožne tvorbe: žleze (mukozne, strupne, mlečne, feromonske, znojnice, lojnice), luske, koščene plošče, perje, dlake, nohti, kremplji, rogovi itd. Pod usnjico je pri večini vretenčarjev podkožno tkivo (subkutis), ki povezuje kožo z mišicami in drugimi tkivi v notranjosti telesa. Vrhnjica (epidermis) je iz naslednjih štirih plasti:

- Porožena plast (stratum korneum)
- Svetleča plast (stratum lucidum) – samo v debeli koži
- Zrnata plast (stratum granulozum)
- Trnasta plast (stratum spinozum)
- Zarodna plast (stratum germinativum ali stratum bazale).

Usnjica (dermis) je iz dveh plasti:

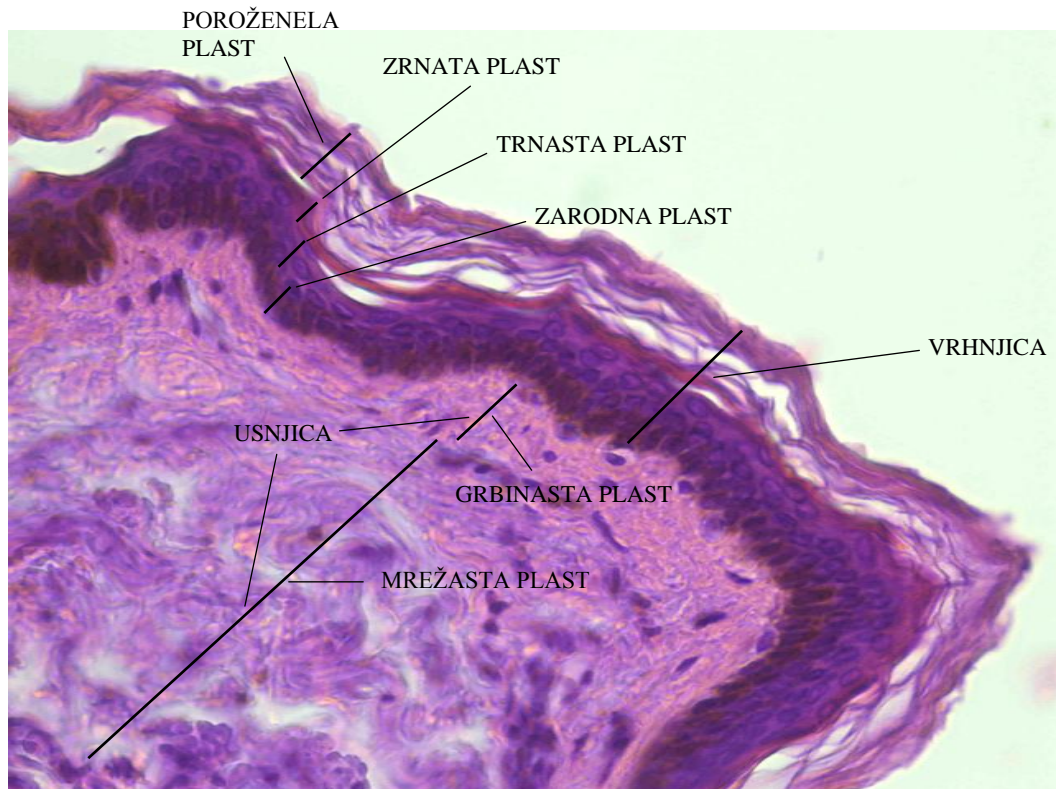
- Grbinasta plast (stratum papilare)
- Mrežasta plast (stratum retikulare).

**Material:** tanka koža človeka (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite preparat kože ter označite in poimenujte vse strukture, označene na sliki tanke kože.



Slika 5: Tanka koža človeka I



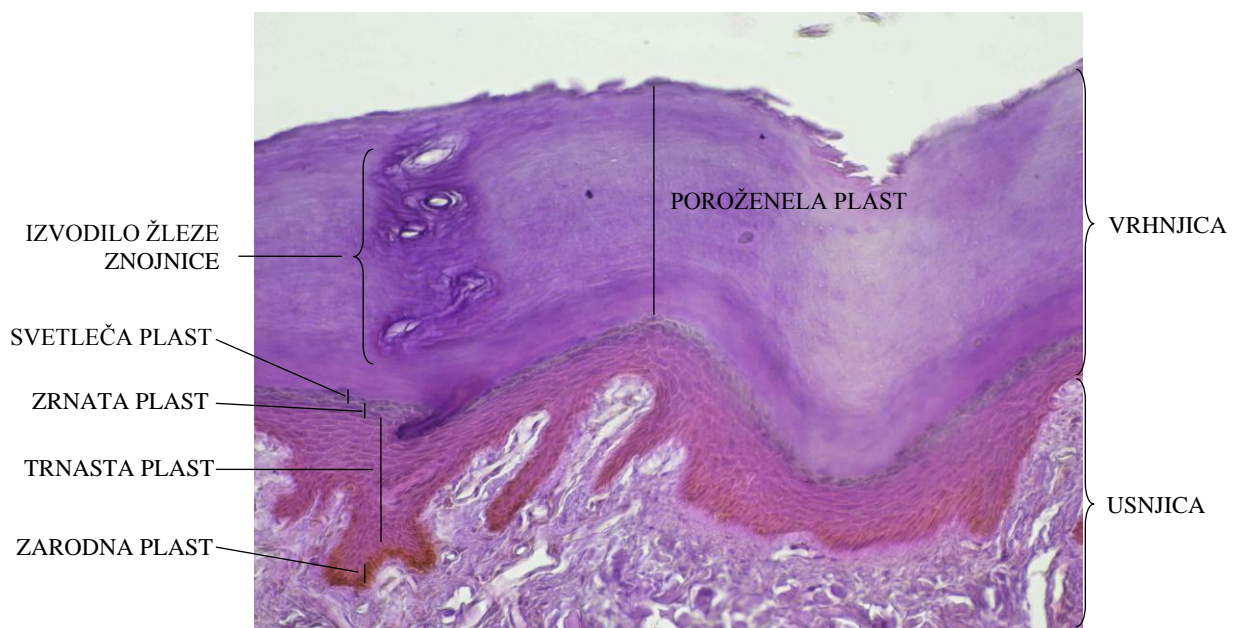
Slika 6: Tanka koža človeka II

**Material:** koža dlani človeka – debela koža (mikroskopski preparat)

**Naloga I** Narišite mikroskopski preparat kože dlani ter označite in poimenujte vse strukture, označene na sliki debele kože.

**Naloga II** Naštejte bistvene razlike med tanko in debelo kožo.

**Naloga III** Pod lupo si pri največji povečavi oglejte blazinice prsta. Kaj opazite? Katero vlogo imajo brazde in katero pore?



Slika 7: Debela koža človeka

## OGRODJE IN GIBALA

Ogrodje daje telesu osnovno obliko in ščiti druge organske sisteme ter jim daje oporo. Nanj so priraščene mišice; skupaj z njimi tvori gibala. Pri vretenčarjih je ogrodje tudi vir in skladišče mineralnih snovi, zlasti kalcijevih in fosforjevih, ter mesto tvorbe krvničk. Ogrodje ni nujno trdno. Večina nižjih nevretenčarjev ima hidrostatsko ogrodje (s tekočino napolnjen votel del telesa z mišičastim ovojem). Trdno ogrodje je lahko prožno ali togo. Togo trdno ogrodje je lahko zunanje (lupina, hišica, oklep, plošče) ali notranje (spikule, kapsule, ploščice, okostje). Najpogosteje je iz kalcijevega karbonata (ogrodje nevretenčarjev) in hidroksiapatita (okostje vretenčarjev), kremenca (nekateri praživali in spužve) in organskih snovi, kot sta hitin (kutikula pri členonožcih) in kolagen. Ogrodje je pogosto kombinirane zgradbe iz organskih in anorganskih komponent. Gibala (npr. bički, migetalke, noge, krila) so strukture, ki živalim omogočajo premikanje. Gibala vretenčarjev so zgrajena iz kosti, sklepnih povezav in skeletnih mišic.

### Namen vaje

Spoznati različne tipe ogrodja nekaterih nevretenčarjev in zgradbo kosti, skeletnih mišic in hrustanca vretenčarjev.

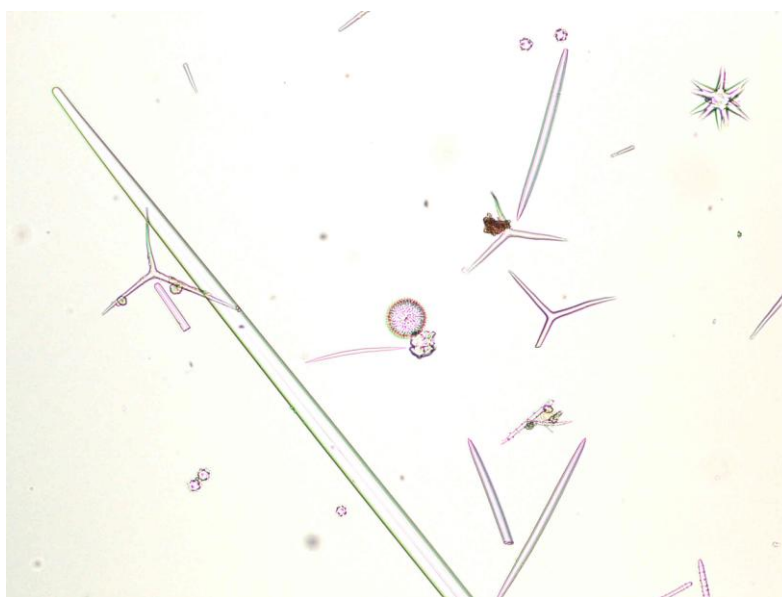
**Material:** spikule spužev (mikroskopski preparat), kamene korale, lupine školjk, hišice polžev, hrustanec (mikroskopski preparat), skeletna mišica (svež material in mikroskopski preparat), stegnenica svinje, demineralizirana piščančja kost, kompaktna kost (mikroskopski preparat)

## Ogrodje spužev

Ogrodje spužev je v osnovi iz organske snovi spongina (podtip proteina kolagena), zaradi katerega je telo spužve stisljivo in prožno. Ob sponginu vsebujejo mnoge spužve še kremenaste ali apnenčaste spikule. Spikule nastajajo v mezohilu (srednja plast telesa spužev) v posebnih celicah – skleroblastih, spongini pa v spongocitah. Spikule so različnih oblik in velikosti in so pomemben taksonomski znak pri določanju spužev.

**Material:** spikule različnih spužev (mikroskopski preparat)

**Naloga** Oglejte si spikule različnih spužev, jih narišite in poimenujte.



Slika 8: Spikule različnih vrst spužev

## Ogrodje kamenih koralnjakov

Kameni koralnjaki so ožigalkarji, ki imajo samo polipno generacijo, in so po zgradbi podobni morskim vetrniciam. Živijo v kormih. Epidermis na bazi polipa izloča ogrodje iz apnenca v obliki čaše, v kateri je polip. Na dnu čaše so tanke, žarkasto (zvezdasto) razporejene sklerosepte – apnenčaste pregrade med pravimi septami telesa polipa. Žival se lahko potegne v čašo s pomočjo vzdolžnih mišic in ponovno iztegne s črpanjem vode v telo in skrčenjem krožnih mišic. Dokler je kolonija kamenih koralnjakov živa, lahko odlaga debele plasti apnenčastih ogrodij, ki tvorijo koralne grebene.

**Material:** ogrodja kamenih koralnjakov – korale

**Naloga** Narišite korm kamenih koralnjakov in označite čaše s skleroseptami.

## Zunanje ogrodje školjk in polžev

Ogrodje večine školjk tvorita bolj ali manj enaki, konveksni, pretežno ovalni lupini. Lupino izločajo žlezne celice v epidermisu plašča. Lupina je trislojna. Zunanji del je iz glikoproteinov in ni mineraliziran (roževinasti sloj). Notranja sloja sta kalcificirana. Levo in desno lupino povezuje elastična vez iz proteinov (ligament), ki ju razpira, medtem ko ju prednja in zadnja mišica zapiralka zapirata. Najstarejši del lupine je grbina (umbo) ob sklepu. Od tod lupina raste v koncentričnih pasovih.

Ogrodje polžev je enodelna, največkrat spiralno ali vijaknično zavita hišica. Hišica je lahko bolj ali manj reducirana ali je sploh ni (npr. pri lazarjih ali morskih golih polžih). Hišica varuje polža pred plenilci in mehanskimi poškodbami, kopenske polže tudi pred ultravijoličnim sevanjem in izsušitvijo. Je tudi prirastišče za mišice. Tipična polžja hišica ima obliko stožca, ki se zavija okoli središčne osi. 90 % vrst polžev ima desnouščne hišice (če hišico postavimo pokonci in ustje obrnemo proti sebi, je ustje na desni strani). Najstarejši del hišice je njen vrh, število zavojev je med 2 in 16. Mlajši zavoji so vedno večji od predhodnih. Oblike hišic različnih vrst polžev se zelo razlikujejo.

**Material:** lupina školjke, polžja hišica

**Naloga I** Narišite lupino školjke in označite umbo, ligament, sklepne zobce, prirastišči mišic zapiralk, prirastišče roba plašča in črte prirasta.

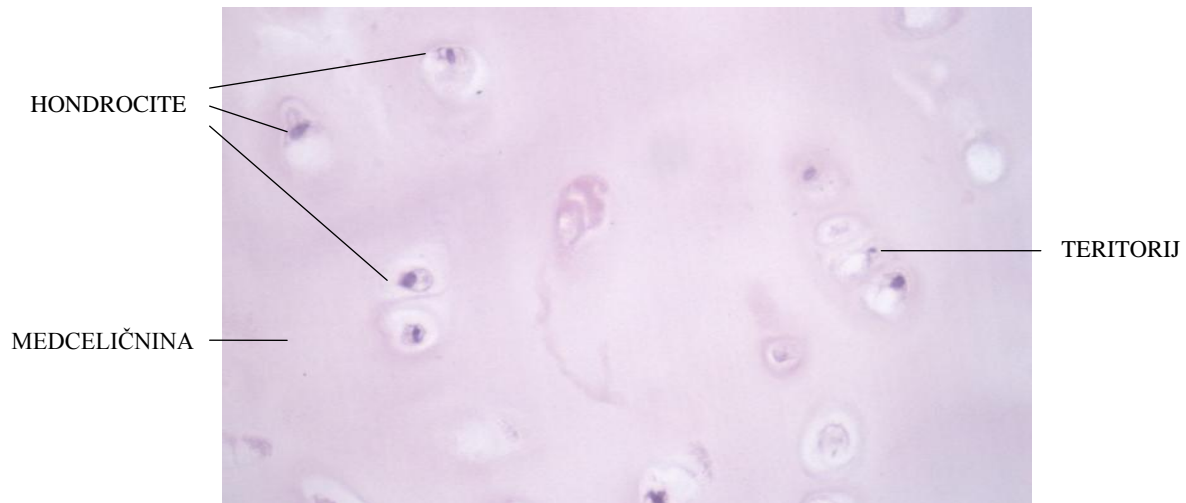
**Naloga II** Narišite polžjo hišico, obrnjeno z ustjem proti sebi, in označite vrh, embrionalni zavoj, svitek, zavoje in šiv, telesni zavoj, ustje, zunanjo ustnico, notranjo ustnico in sifon.

## Hrustanec

Hrustančno tkivo je oporno tkivo, zgrajeno iz hrustančnih celic (hondrocit), ki proizvajajo velike količine medceličnine. Vsaka hondrocita je obdana z osnovno substanco, imenovano kapsula. Več hondrocit obdaja skupna medceličnina; skupino hondrocit in obdajajočo skupno medceličnino imenujemo hrustančni teritorij ali hondron. Medceličnina med hondroni se imenuje interteritorij. V medceličnini hialinega hrustanca so kolagenska vlakna, v medceličnini elastičnega hrustanca so ob kolagenskih še številna elastična vlakna. Na površju hrustanca je vezivno tkivo – perihondrij. V hrustancu ni krvnih in limfnih žil ter živcev. S hranljivimi snovmi se oskrbuje difuzijsko iz kapilar v perihondriju oziroma iz sinovialne tekočine (sklepni hrustanec). Hialini hrustanec v embrionalnem razvoju gradi hrustančast skelet, ki ga v nadaljnjem razvoju nadomesti kostni skelet. Primeri hialinega hrustanca so še sklepni in rebni hrustanec, hrustanec nosnih školjk in sapnic (bronhijev). Elastični hrustanec je v uhljih, manjših bronhijih in poklopcu (epiglotis).

**Material:** hialini hrustanec (mikroskopski preparat)

**Naloga** Oglejte si mikroskopski preparat hialinega hrustanca. Narišite in označite hondron: teritorij in interteritorij (medceličnino), hondrocite in kapsulo.



Slika 9: Hialini hrustanec

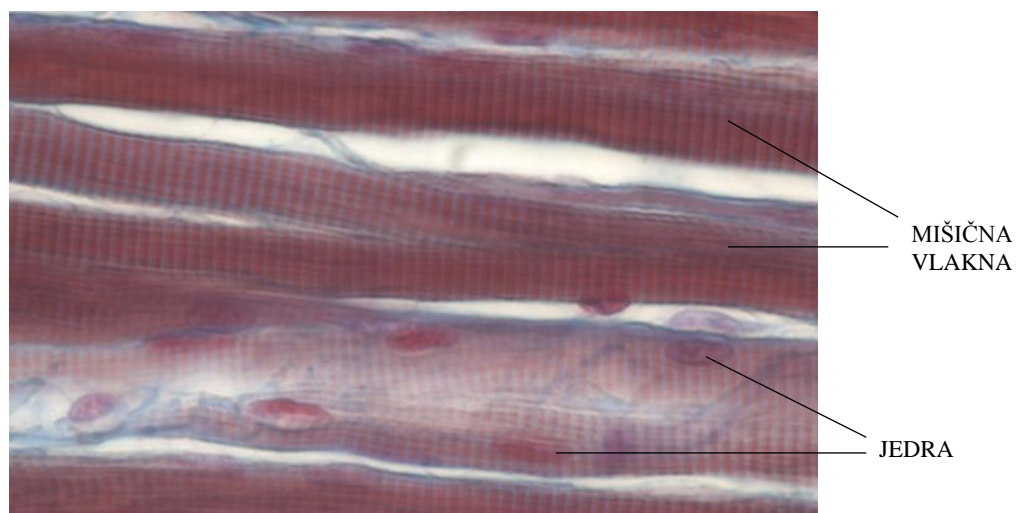
## Skeletna mišica

Gibala vretenčarjev so zgrajena iz kosti, sklepnih povezav in skeletnih mišic. Skeletne mišice so zgrajene iz prečnoprogastih mišičnih sincicijev in vezivnega tkiva, v katerem so žile in živci. Zaradi velike dolžine (pri človeku do 25 cm, široka 10–100  $\mu\text{m}$ ) imenujemo prečnoprogaste mišične sincicije tudi mišična vlakna. Njihova glavna značilnost je krčljivost, ki jo omogočajo vlaknasti strukturni elementi v citoplazmi, miofibrile, zgrajene iz proteinov aktina in miozina. Miofibrile so v celotni dolžini mišičnih vlaken. Miozinski in aktinski filament vseh miofibril so razporejeni v poravnanih svetlejših in temnejših prečnih nizih, ki dajejo videz prečne progavosti. V temnejših nizih se prekrivajo miozinski in aktinski filament (A linija), v svetlejših nizih so samo aktinski (I linija) ali samo miozinski filament (H linija). Aktinski filament so pripeti na Z linije, ki potekajo prečno na mišično vlakno. Med dvema Z linijama je sarkomera, ki je osnovna krčljiva enota mišice. Mišična vlakna so združena v snope. Mišična vlakna, snope mišičnih vlaken in celotno mišico obdajajo ovojnice (fasciae) iz rahlega vezivnega tkiva, v katerem so žile in živci. Ovojnice na koncu mišice prehajajo v kito, ki se pritrdi na kost. Kite so iz čvrstega vezivnega tkiva z veliko kolagenskih vlaken.

**Material:** piščančje bedro, prečnoprogasto mišično tkivo (mikroskopski preparat)

**Naloga I** Pri piščančjem bedru si oglejte mišice. Poiščite ovojnice, kite, izhodišča in prirastišča mišic.

**Naloga II** Oglejte si mikroskopski preparat mišice. Pri največji povečavi narišite in označite mišično vlakno, jedra, sarkomere ter I, A, Z in H linije.



Slika 10: Prečnoprogasta mišična vlakna

## Kost

Kost je zgrajena iz kostnih celic (osteocit) in trdne – mineralizirane medceličnine. Medceličnina je organska in anorganska. Organski del so kolagenska vlakna, mineralni del pa iz hidroksiapatita – minerala iz kalcijevih, magnezijevih, fosfatnih in nekaterih drugih ionov, ki omogoča trdnost kosti. Če iz kosti odstranimo anorganske snovi, je ta upogljiva, če odstranimo organske, pa je kost krhka in drobljiva.

Zunanja površina kosti je tanka plast vezivnega tkiva, pokostnica (periost). V njej so krvne žile in živci. Pod pokostnico je kompaktno kostno tkivo iz značilnih osnovnih enot kostnega tkiva, osteonov. Vsak osteon je sestavljen iz 10 do 15 koncentrično razporejenih plasti medceličnine (lamel), ki obdajajo osrednjo cevasto votlino, osrednji ali Haversov kanal. Vsaka lamela je iz kolagenskih vlaken in kostnih celic (osteocit), ki so med seboj povezane s številnimi tankimi citoplazmatskimi izrastki. Haversovi kanali so prečno povezani s stranskimi ali Volkmannovimi kanali. V obojih so žile in živci. V okrajkih (epifizah) kosti je gobasto kostno tkivo. V njem je medceličnina razporejena v trabekulah – v smereh (progah, linijah) največjih obremenitev. V prostorih med trabekulami je pretežno rdeči kostni mozeg. V kostni votlini sredi dolgih kosti je pretežno rumeni kostni mozeg. V rdečem kostnem mozgu nastajajo krvničke.

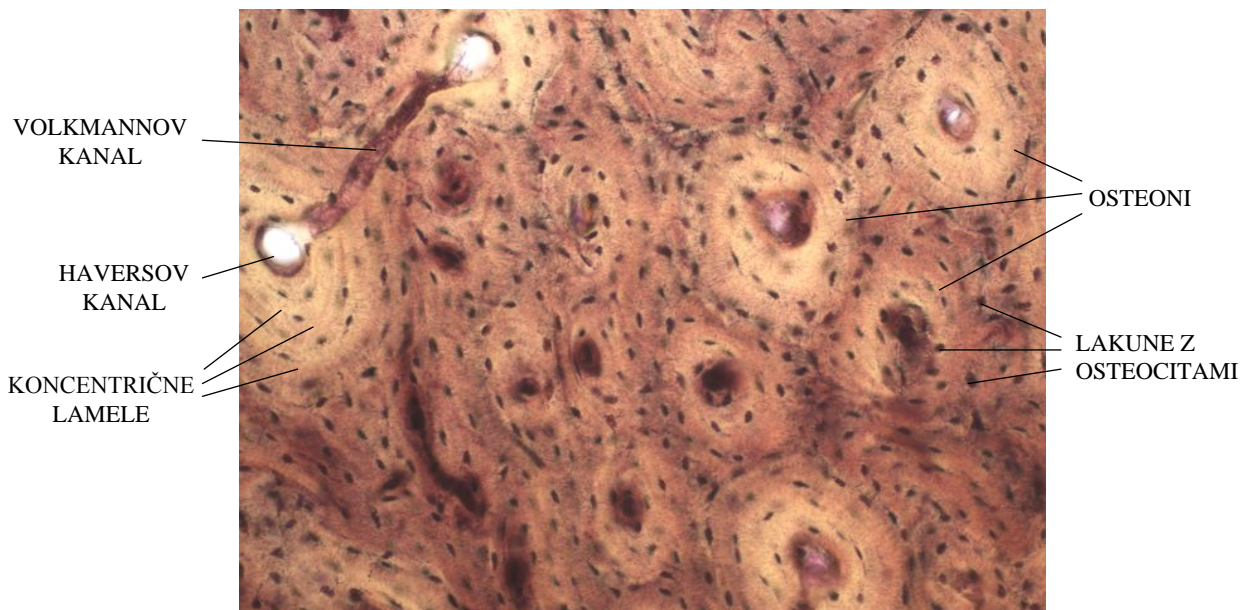
**Material:** vzdolžno prerezana stegenica svinje, demineralizirana piščančja kost

**Naloga** Oglejte si zgradbo dolge kosti svinje. Narišite in označite okrajka, kostno deblo, pokostnico, kompaktno kostno tkivo, gobasto kostno tkivo, rdeči in rumeni kostni mozeg ter sklepni in rastni hrustanec.

**Vprašanje** Zakaj je demineralizirana piščančja kost upogljiva?

**Material:** kompaktno kostno tkivo (mikroskopski preparat)

**Naloga** Oglejte si kompaktno kost pri 40–kratni povečavi. Narišite ter označite osteone, Haversove kanale, Volkmannove kanale, lamele ter lakune z osteocitami.



Slika 11: Prečni prerez kompaktnega kostnega tkiva



## PREBAVILA

Živali so heterotrofni organizmi, ki dobijo snovi za sintezo lastnih sestavin in sproščanje energije za svoje delovanje s prehranjevanjem z drugimi organizmi ali njihovimi produkti. Prebava se prične z vnosom hrane v prebavni sistem (ingescija), se nadaljuje z mehansko in kemijsko razgradnjo ter absorpcijo hranil v organizmu in se konča z izločanjem neprebavljenih snovi (egescija). Prebava je lahko zunanja (žival izloči prebavne encime v plen, npr. pajek) ali notranja (v prebavilih, pri večini živali). Notranja prebava lahko poteka zunaj celic (ekstracelularno, v prebavni cevi) ali znotraj celic (intracelularno, npr. pri praživalih, ožigalkarjih). Zgradba prebavil je tesno povezana z načinom prehrane. Prebavila večine nevretenčarjev (npr. valjasti črvi, mehkužci, mnogočlenarji) in vretenčarjev so v osnovi zgrajena iz prebavne cevi (črevo) in prebavnih žlez. Prebavna cev se začne z ustno in konča z zadnjično odprtino.

### Namen vaje

Spoznati proces cikloze, zgradbo prebavil žuželk in zgradbo nekaterih delov prebavne cevi in prebavnih žlez pri sesalcih.

**Material:** želodec (mikroskopski preparat), dvanajstnik (mikroskopski preparat), trebušna slinavka (mikroskopski preparat), jetra (mikroskopski preparat)

### Želodec



Slika 12: Prerez stene želodca

Želodec je razširjen del prebavne cevi med požiralnikom in tankim črevesom. Ko je prazen, sta notranji plasti želodca (sluznica in podsluznica) nagubani. V sluznici želodca so številne jamice, na dnu katerih so izvodila cevastih želodčnih žlez. V želodčnih žlezah razlikujemo tri tipe žleznihih celic.

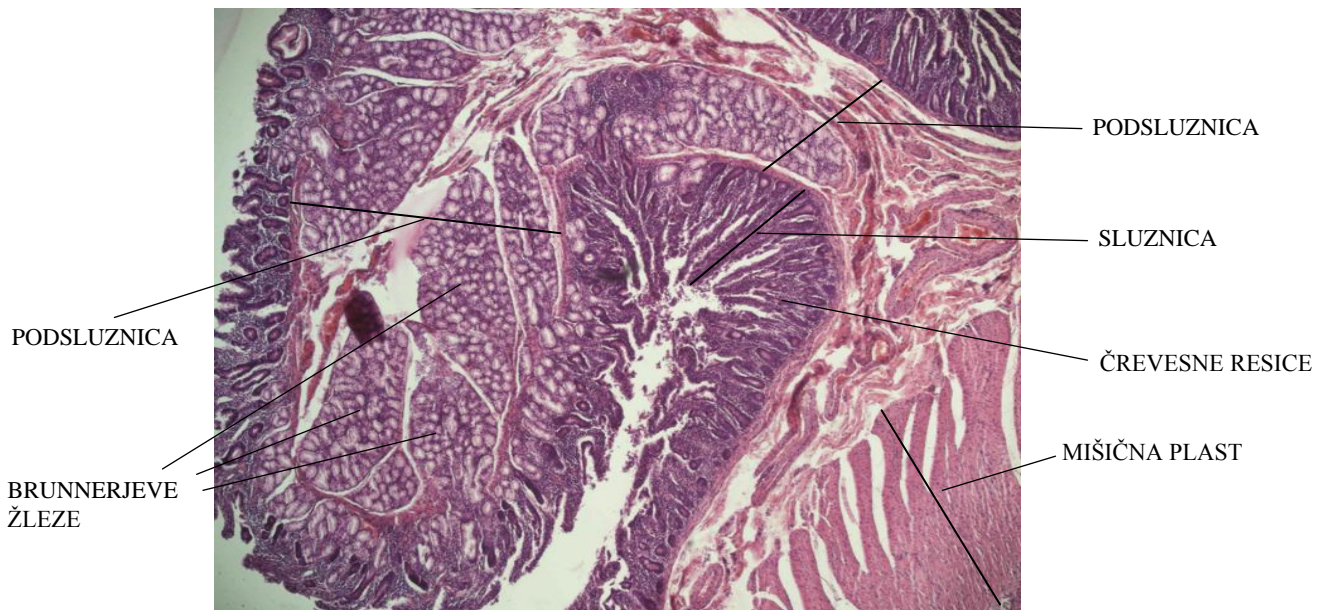
- Mukozne celice izločajo sluz. So nepravilnih oblik, posamič ali v skupinah med kloragogenimi celicami. Jedra mukoznih celic so nameščena bazalno.
- Kloragogene celice izločajo klorove ( $\text{Cl}^-$ ) in vodikove ione ( $\text{H}^+$ ), iz katerih nastane klorovodikova kislina ( $\text{HCl}$ ). Prevladujejo v osrednjem delu želodčne žleze. Kloragogene celice so okrogle ali piramidaste. Centralno ležeče jedro je okroglo.
- Pepsinogene celice proizvajajo pepsinogen, najpogostejše so v spodnjem delu želodčne žleze. Pepsinogen se pod vplivom kislega pH v želodcu pretvori v aktiven encim za razgradnjo beljakovin, pepsin.

**Material:** osrednji del želodca (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite steno želodca in označite želodčno sluznico, podsluznico, mišično plast, želodčne jamice, želodčne žleze in v njih vse tri tipe žleznih celic.

Slika 13: Vzdolžno prerezane želodčne žleze

## Dvanajstnik



Slika 14: Prerez stene dvanajstnika

Dvanajstnik je prvi, najkrajši odsek tankega črevesa. Notranja plast tankega črevesa, kjer poteka absorpcija, je oblikovana v izrastke, imenovane črevesne resice (vili), zaradi česar je absorpcijska površina črevesa izjemno povečana. Tudi posamezne epitelne (absorpcijske) celice imajo na apikalnem delu, ki je obrnjen v notranjost črevesa, majhne izrastke (mikrovile), ki še dodatno povečajo absorpcijsko površino. Med epitelnimi celicami so enocelične čašaste žleze, ki izločajo sluz (mukus). V vezivnem tkivu podsluznice so Brunnerjeve žleze (tubuloalveolarne žleze), ki so značilne za dvanajstnik, in izločajo alkalno sluz (vsebuje hidrogenkarbonat). Ta nevtralizira kislo prebavno kašo, ki pride iz želodca. V dvanajstnik se izlivajo proizvodi trebušne slinavke ter žolč.

**Material:** dvanajstnik (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite del dvanajstnika. Označite sluznico, podsluznico, mišično plast, črevesne resice (vile) in Brunnerjeve žleze.

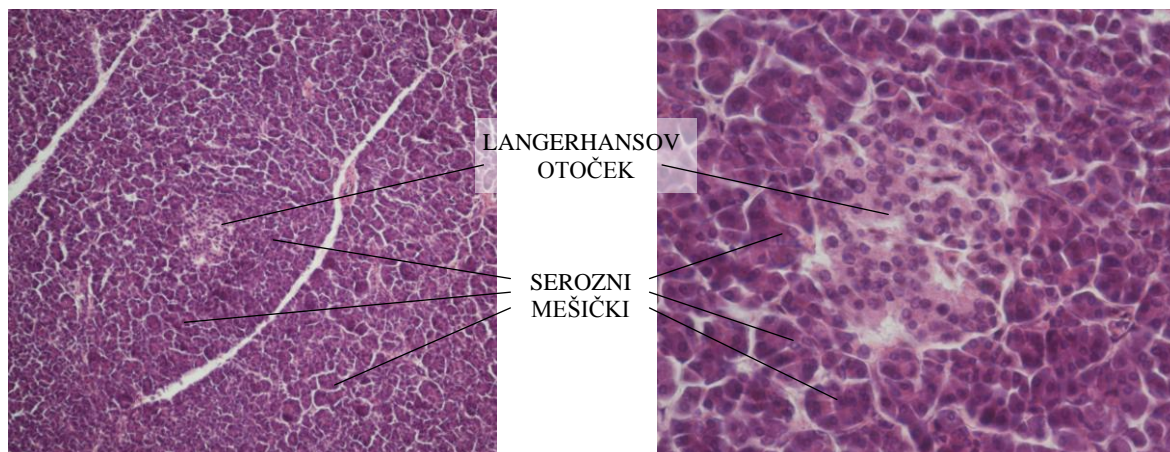
## Trebušna slinavka

Trebušna slinavka je žleza z zunanjim (eksokrinim) in notranjim (endokrinim) izločanjem. Eksokrini del žleze je serozna cevasto-grozdasta (tubuloacinozna) žleza, ki sestoji iz grozdastih žleznih delov (acinov) in cevastih izvodil (tubulov). Zunanje žlezne celice acinov imajo v apikalnem delu acidofilna zrna (granule), v bazalnem delu je okroglo jedro. Acini odraslega človeka producirajo dnevno do dva litra prebavnega soka, ki se po sistemu cevastih izvodil izloči v dvanajstnik. V prebavnem soku so številni encimi (pankreasni lipaza in amilaza, tripsin, nukleidaza itd.), ki omogočajo prebavo lipidov, ogljikovih hidratov, beljakovin in nukleinskih kislin.

Endokrini del trebušne slinavke tvorijo svetli Langerhansovi otočki, ki so med acini. Nimajo izvodil, proizvode izločajo v kri. V Langerhansovih otočkih razlikujemo več tipov celic:  $\alpha$  celice (izločajo glukagon),  $\beta$  celice (inzulin) in  $\delta$  celice (somatostatin). Glukagon in inzulin uravnavata koncentracijo glukoze v krvi ("krvni sladkor"), somatostatin lokalno inhibitorno vpliva na izločanje gastrointestinalnih hormonov. S svetlobnim mikroskopom posameznih tipov endokrinih celic v Langerhansovih otočkih ni mogoče razlikovati.

**Material:** trebušna slinavka (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite in označite eksokrini del trebušne slinavke s seroznimi mešički (acini) in endokrini del trebušne slinavke z Langerhansovimi otočki.



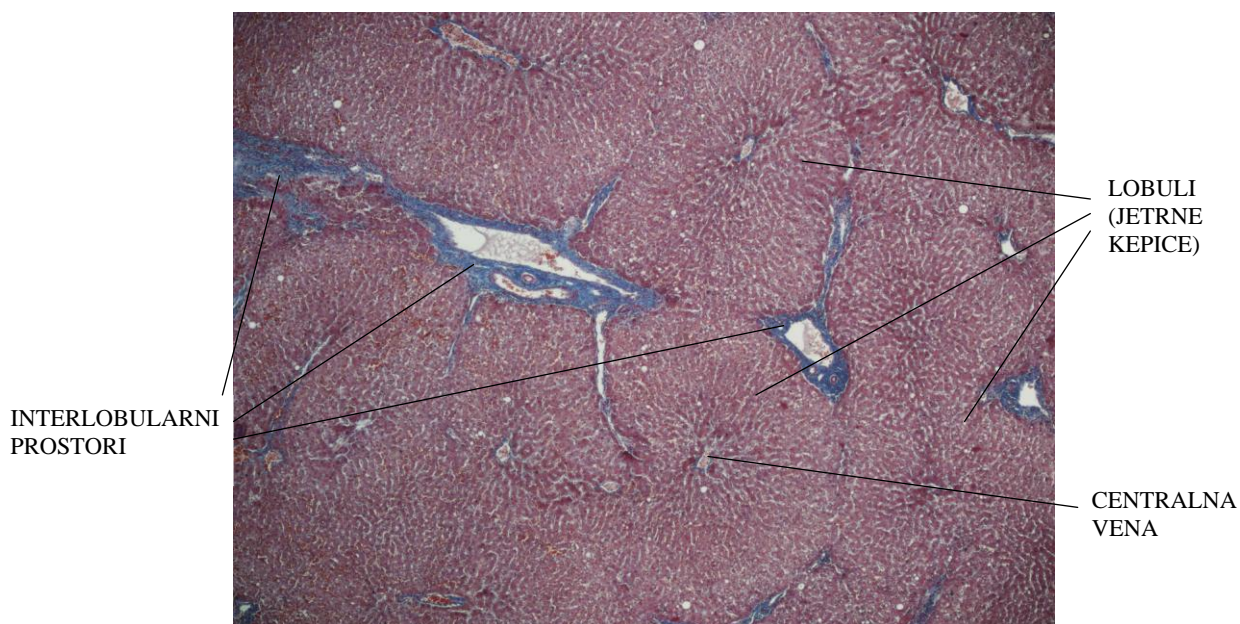
Slika 15: Trebušna slinavka

## Jetra

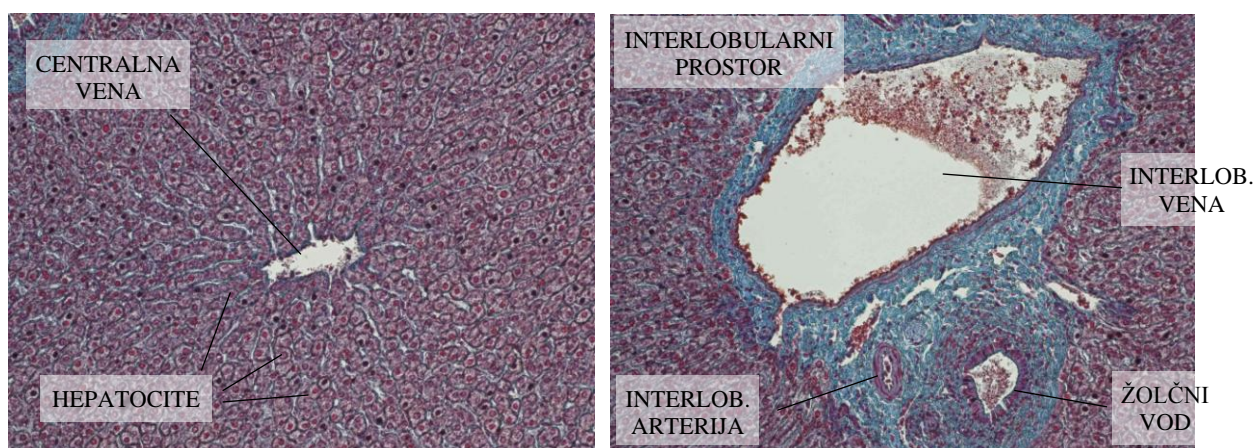
Jetra so zgrajena iz jetrnih kepic (lobulov). Lobuli so iz jetrnih celic (hepatocit), ki so žarkasto razporejene okrog osrednje zbiralne vene. Med lobuli so interlobularni prostori. V vsakem so interlobularna arterija, interlobularna vena in žolčni vod. Interlobularna arterija je veja jetrne arterije. Prepoznamo jo po relativno majhnem lumnu in debeli steni z močno razvito mišično plastjo. Interlobularna vena je veja vrtarice (portalne vene). Ima relativno obsežen lumen in tanko steno. Stene žolčnih vodov so iz značilnega kubičnega do visokoprizmatskega epitela. Kri priteka v jetra po jetrni arteriji in portalni veni, teče po interlobularnih arterijah in venah do jetrnih kepic in nato po razširjenih kapilarah med jetrnimi celicami v osrednjo zbiralno veno. Osrednje zbiralne vene vodijo v hepaticno veno, po kateri teče kri v spodnjo veno kavo. Žolč, ki nastaja v jetrnih celicah, odteka po žolčnih kapilarah, ki so med jetrnimi celicami, v žolčne vode v interlobularnih prostorih in nato v jetrni vod. Žolč se zbira v žolčniku, odteka pa po žolčevodu v dvanajstnik. V stenah razširjenih kapilar v jetrnih kepicah so tudi Kupfferjeve celice, ki so sposobne fagocitoze.

**Material:** jetra (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite jetrne kevice s pripadajočimi interlobularnimi prostori ter označite jetrne celice, osrednjo zbiralno veno, interlobularno veno, interlobularno arterijo in žolčni vod.



Slika 16: Jetra



Slika 17: Jetrna kepica (levo) in interlobularni prostor (desno)

## DIHALA

Dihanje je proces, ki sestoji iz izmenjave dihalnih plinov med organizmom in okoljem v dihalnih organih (zunanje dihanje), med krvjo v kapilarah in oskrbovanimi celicami/tkivi (notranje dihanje) ter oksidacijskih procesov v celici (celično dihanje). Zunanje dihanje potekata s procesom difuzije plinov skozi celično membrano oziroma dihalno površino. Majhne živali z do 2 mm debelim telesom (razmerje med telesno površino in prostornino še omogoča učinkovito izmenjavo dihalnih plinov z difuzijo) oziroma s počasno presnovo nimajo posebnih organov za dihanje in dihajo skozi telesno površino (npr. praživali, spužve, ožigalkarji, vrtinčarji, gliste, kolobarniki). Ostale živali imajo specializirane dihalne površine, ki so tanke in povečane ter pri vodnih živalih ponavadi izvihane (evaginirane; npr. škrge) in pri kopenskih uvihane (invaginirane; npr. vzdušnice, pljuča). Za učinkovito izmenjavo dihalnih plinov večje živali ventilirajo dihalne površine z ustvarjanjem vodnega toka skozi škrge oziroma s širjenjem in oženjem pljuč z dihalnimi gibi mišic prsnega koša.

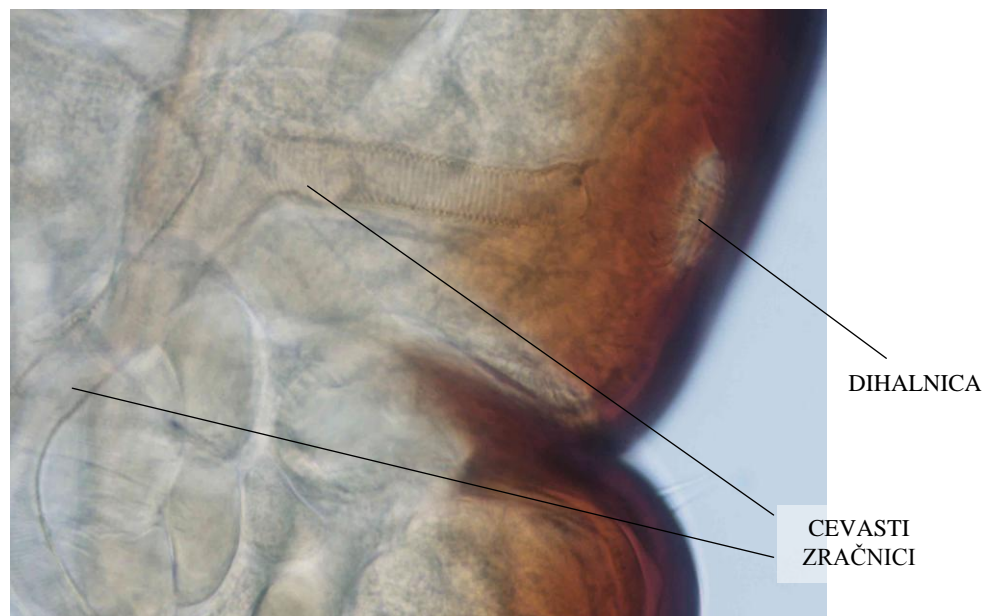
### Namen vaje

Spoznati zgradbo dihal žuželk, rakov, dvoživk, rib in sesalcev; učenje seciranja in spoznavanje notranje zgradbe rib.

**Material:** naglavna uš (mikroskopski preparat), postrv, pljuča (mikroskopski preparat), dihalna svinje

## Traheje

Dihalni sistem žuželk je zgrajen iz sistema številnih cev, imenovanih zračnice (traheje). Zračnice so ugreznitve (invaginacije) povrhnjice (integumenta), v njih je zrak. Sistem cevastih zračnic se začne na oprsju in zadku s parnimi bočnimi odprtini, dihalnicami (stigmami). Stene cevastih zračnic so hitinske in okrepljene z vijačničnimi ali obročastimi odebelitvami, ki preprečujejo, da bi se cevke stisnile. Proti notranjosti telesa so zračnice vse tanjše in vse bolj razvejene, končne (traheole) imajo tanko steno in so napolnjene s tekočino. Segajo do večine celic, kjer med njimi in traheolarno tekočino poteka izmenjava  $O_2$  in  $CO_2$  s pomočjo difuzije.



Slika 18: Cevaste zračnice

**Material:** naglavna uš

**Naloga** Na zadku uši poiščite dihalnice in pri največji povečavi sledite sistemu cevastih zračnic (trahej) v notranjost telesa. Sistem zračnic tudi narišite.

## Ribje škrge

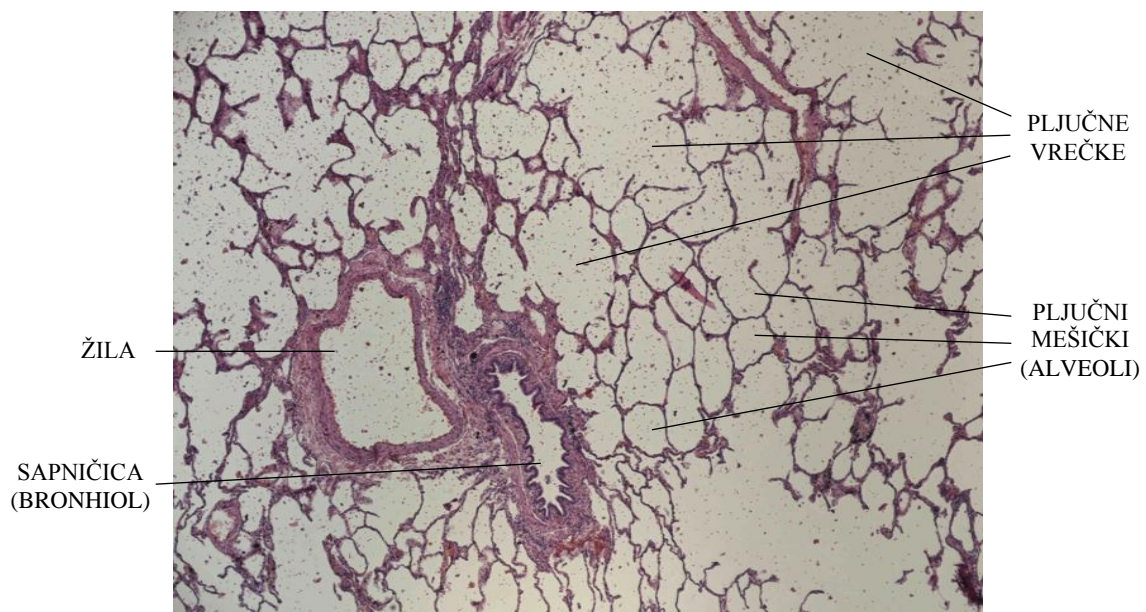
Ribje škrge so derivat sprednjega dela žrela. V osebem (ontogenetskem) razvoju nastanejo iz epitela škržnih lokov. Med dihanjem voda doteka skozi usta ribe in odteka med škrkami skozi škržne reže. Škrge so dobro prekrvljene in imajo veliko površino, ki omogoča učinkovito izmenjavo dihalnih plinov. Škrge rib kostnic ležijo v škržni votlini na vsaki strani telesa. Votlino pokriva škržni poklopec. Škrge so sestavljene iz škržnih lokov, iz katerih izraščajo primarni, iz teh pa sekundarni lističi (lamelle). Skozi tanek epitel lamel poteka izmenjava dihalnih plinov. V lamelah je gosto omrežje kapilar. Kri v kapilarah in voda, ki obliva lamelle, tečeta v nasprotni smeri (protitočni princip), kar ribam omogoča maksimalen izkoristek kisika, raztopljenega v vodi, in izločanje ogljikovega dioksida.

**Material:** sveža postrv

**Naloga** S škarjami odstranite en škržni poklopec in izrežite škrge. Škrge narišite. Nato odrežite en škržni lok, ga položite v petrijevko z vodo in si ga oglejte pod lupo. Narišite in označite škržni lok, škržne trne in primarne in sekundarne škržne lamelle.

**Vprašanja** Koliko škržnih lokov imajo škrge? Kakšno vlogo imajo škržni trni? So primarne škržne lamelle na škržni lok pritrjene posamezno ali v paru?

## Pljuča sesalca



Slika 19: Pljuča sesalca

Pljuča so dihalni organ, od prvega vdiha naprej so napolnjena z zrakom. Funkcionalna enota pljuč je pljučni mešiček (alveol). Pljučni mešički so izboklinice pljučnih vrečk, ki so za najtanjšimi sapničicami (respiratorni bronhioli). Stena pljučnih mešičkov je iz enoslojnega ploščatega epitela, ki omogoča izmenjavo dihalnih plinov med zrakom v alveolih in krvjo v kapilarah, ki pljučne mešičke obdajajo. Zrak prehaja v pljuča in izhaja iz njih skozi nosno in ustno votlino, žrelo, grlo, sapnik ter po razvejanem sistemu dihalnih cevi (sapnice in sapničice).

Površje pljuč je popljučnica, ki prehaja v rebrno mrežo (porebrnico) v notranjost prsne votline. Obe sta serozni mreži – izločata serozno tekočino, ki omogoča gladko drsenje pljuč v prsni votlini med dihanjem.

**Material:** pljuča (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite preparat pljuč in označite pljučne vrečke, pljučne mešičke (alveole), sapničice (bronhiole) in žile.

## Dihala svinje

**Material:** sveža dihala svinje

**Naloga** Oglejte si dihala svinje (grlo, sapnik, glasilke, glavni sapnici, pljuča, popljučnico), jih narišite in označite osnovne dele ter prepoznane podrobnosti (pljučne režnje, hrustančne obročke in polobročke ter vezivno opno).

## SEKCIJA RIBE

**Material:** sveža postrv

**Naloga** Po spodaj navedenem postopku odprite trebušno votlino ribe in poiščite ribji mehur, želodec, črevo, jetra, žolčnik, vranico, ledvice in spolne žleze (testise ali ovarije). V osrčniku pred trebušno votlino poiščite srce. Organe izpreparirajte, narišite in poimenujte.

Postopek sekcije ribe

1. Ribo bočno položite na plutovinast podstavek.
2. Z bucikami jo pritrdite na podlago, tako da bucike pod kotom 30° zapičite skozi baze trebušne, hrbtne in repne plavuti čim bližje telesu.
3. S škarjami ali skalpelom odprite trebušno votlino. Z rezanjem pričnite na grlu na mestu pod škržnima poklopcema in režete do zadnjične odprtine. Režite plitvo, da ne poškodujete notranjih organov (predvsem prebavil).
4. Ko ste odprli trebušno votlino, odstranite plast kosti in mišic na boku tako, da od zadnjične odprtine previdno režete navzgor proti hrbtu do hrbtenice in ob hrbtenici proti glavi. Režite previdno, da ne predrete ribjega mehurja.
5. Oglejte si položaj posameznih organov in jih poimenujte.
6. Organe izpreparirajte in jih smiselno razporedite ob telesu ribe – kot ležijo v telesu ribe. Narišite jih in poimenujte.

## IZLOČALA

Organi za izločanje s svojim delovanjem vzdržujejo homeostazo telesnih tekočin, izločajo nerabne proizvode metabolizma (npr. metabolite dušikovih spojin) in odvečno vodo. Praživali in nekateri mnogoceličarji (npr. spužve, trdoživi) izločajo z eksocitozo in s kontraktilnimi vakuolami, ostali mnogoceličarji imajo izločalne organe. Osnovni izločalni organi so protonefridiji (ploski črvi), metanefridiji (mehkužci, kolobarniki), antenalne žleze (nekateri raki), Malpighijeve cevke (kopenski členonožci) in ledvice (vretenčarji).

### Namen vaje

Spoznati zgradbo ledvic sesalcev.

**Material:** ledvica (mikroskopski preparat), sveža ledvica svinje

## Ledvice

Ledvice so izločala vretenčarjev, ki so pri različnih skupinah različno zgrajene. Človeške ledvice so paren organ. Zunanji del ledvice je vezivna ovojnica (kapsula), pod katero je mehko tkivo (parenhim) iz temnejše skorje (korteksa) ter svetlejše sredice (medule). Na medialni, vbočeni strani ledvice je ledvični meh (pielon, pelvis renalis). Ledvična lina je predel, v katerem iz ledvice izhaja sečevod in kjer so največje ledvične žile in živci.

Funkcionalna enota ledvice je nefron. Vsak nefron je iz glomerularnega aparata ali Malpighijevega telesca in ledvične cevke (tubula). Malpighijevo telesce sestoji iz kapilarnega prepleta (glomerula) in Bowmanove kapsule. V ledvični cevki razlikujemo več odsekov: bližnjo (proksimalno) zvito cevčico, Henlejevo zanko in daljno (distalno) zvito cevčico. V glomerulu poteka precejanje oziroma odcejanje (ultrafiltracija) krvi. Filtrirana tekočina je skoraj enaka krvni plazmi in odteka v tubulus, kjer se koristne snovi (npr. glukoza,  $K^+$ ,  $Na^+$ ) ponovno vsrkajo v kapilare (resorpcija), medtem nekatere snovi (npr.  $H^+$ ) celice tubula aktivno izločajo (sekrecija). Škodljive (npr. sečnina) in nerabne snovi (npr. odvečna voda) odtekajo v zbirni vod oziroma cedilce. Iz slednjega odteče tekočina v ledvični meh in naprej po sečevodu (ureter) v sečni mehur in skozi sečnico (uretra) navzven.

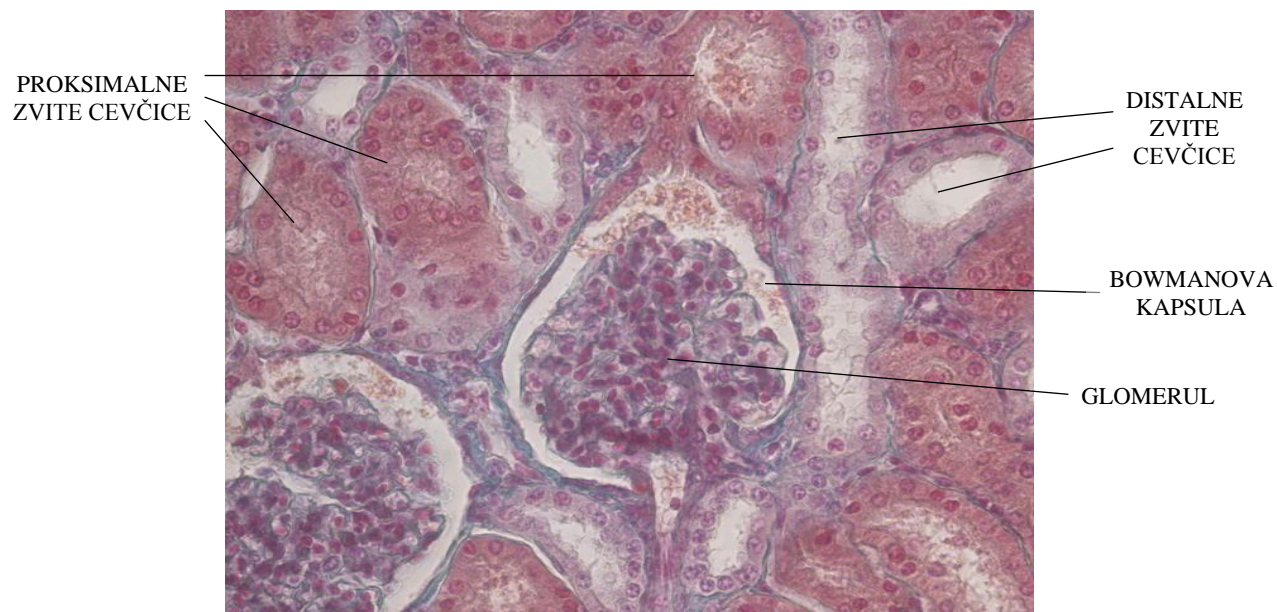
V ledvični skorji so glomerularni aparati in (bližnje in daljne) zviti deli ledvičnih cevčic. Epitel ledvičnih cevčic je enoslojen kubični epitel. Apikalna plazmalema epitelnih celic bližnjih zvutih cevčic je diferencirana v mikrovile, zato je meja med epitelom in svetlino (lumnom) cevke pod svetlobnim mikroskopom nerazločna. Daljne zavite cevčice so ožje, svetlejše, z večjo svetlino, ker so epitelne celice brez mikrovilov. V ledvični sredici so Henlejeve zanke in zbirni vodi. V zbirnih vodih je enoslojni kubični epitel s svetlejšimi celicami. Meje med celicami so razločne.

**Material:** ledvica sesalca (mikroskopski preparat), ledvica svinje (sveža)

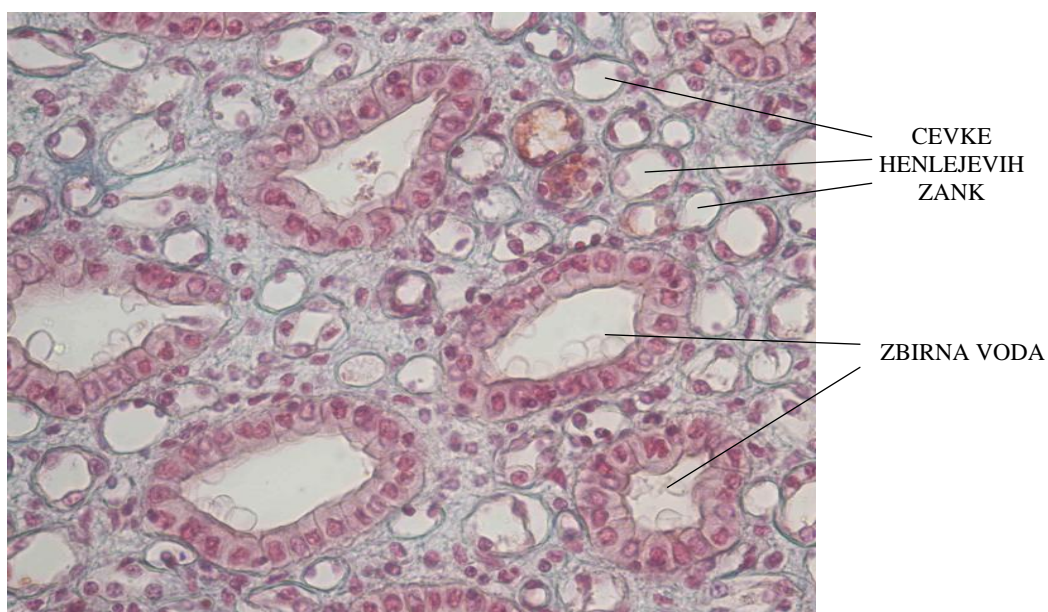
**Naloga I** Narišite preparat ledvice pri najmanjši povečavi in označite kapsulo, skorjo in sredico. Skorjo in sredico narišite tudi pri največji povečavi. V skorji poiščite Malpighijevo telesca (iz Bowmanove kapsule in glomerula), proksimalne zvite cevčice, distalne zvite cevčice ter žile. V sredici poiščite cevke Henlejevih zank in zbirne vode.

**Naloga II** Oglejte si zgradbo cele in vzdolžno prerezane ledvice svinje, jo skicirajte in označite ledvično lino, sečevod, žile, ledvični meh, kapsulo, skorjo in sredico.





Slika 20: Skorja ledvice



Slika 21: Sredica ledvice

## OBTOČILA

K obtočilom spadata srčno-krvožilni in mezgovni (limfni) sistem. Srčno-krvožilni sistem gradijo srce ter krvne žile. Krvožilni sistem je lahko nesklenjen (pri večini nevretenčarjev) ali sklenjen (kolobarniki, glavonožci, vretenčarji). V sklenjenem krvožilnem sistemu teče kri iz srca po odvodnicah (arterijah), v srce pa po dovodnicah (venah). Arterijski in venozni sistem sta med seboj povezana z lasnicami (kapilarami).

Limfni sistem je zgrajen iz limfnih kapilar, žil in vodov, ki tkivno tekočino odvajajo v kri (drenažna vloga). Sestavni del limfnega sistema je limfatsko tkivo – bezgavke, ki imajo v organizmu obrambno vlogo (makrofagi, imunski odziv organizma).

### Namen vaje

Spoznati zgradbo krvi, srca in bezgavk.

**Material:** kri (mikroskopski preparat), srce svinje, bezgavka (mikroskopski preparat)

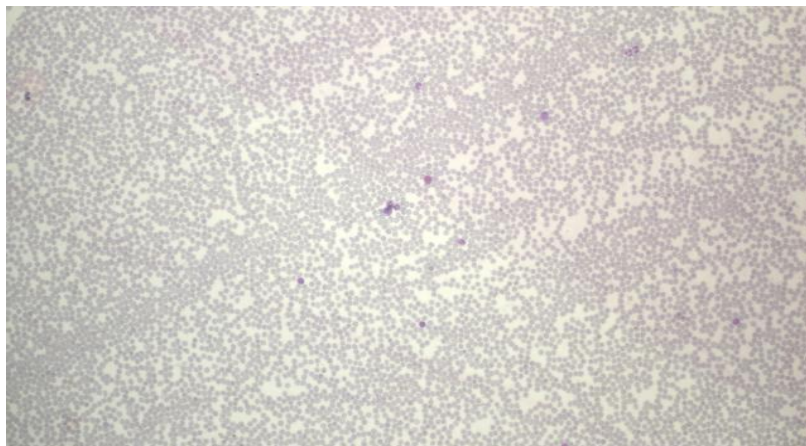
## Kri

Kri je tkivo s tekočo medceličnino. Krvna plazma zavzema okrog 54 % krvi, preostali del so krvničke ali krvna telesa. Te so naslednje:

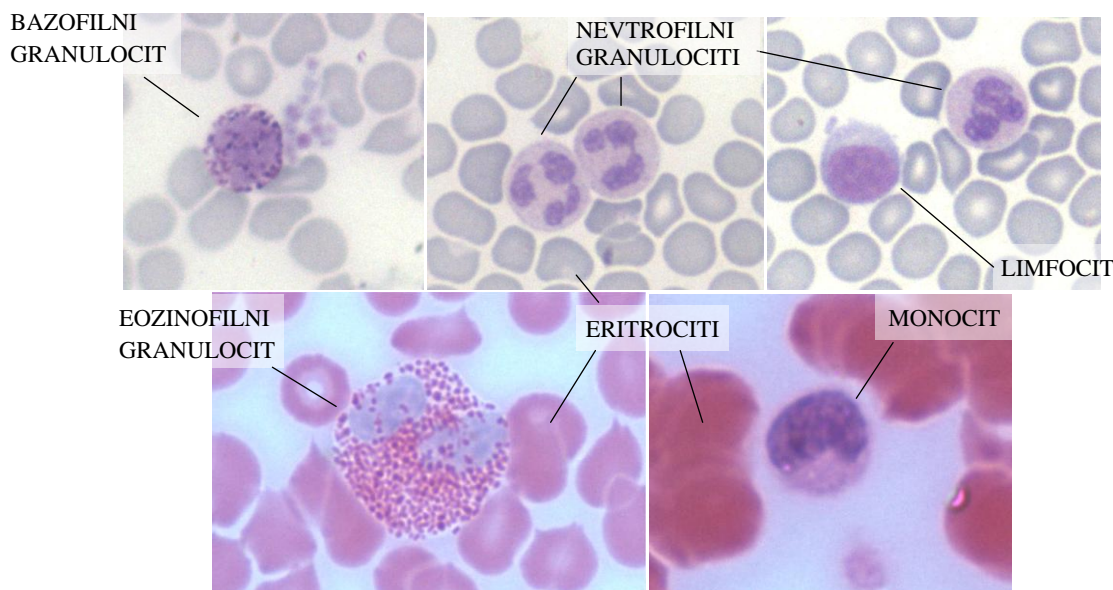
- Eritrociti (rdeča krvna telesa) – pri sesalcih brez jedra, bikonkavni, vsebujejo hemoglobin (prenos kisika), zavzemajo okrog 45% krvi.
- Levkociti (bela krvna telesa) – so del imunskega sistema, zavzemajo 0,7 % krvi:
  - Granulociti – v citoplazmi so zrnca (granule):
    - Nevtrofilni granulociti – segmentirano jedro, majhna nevtrofilna zrnca
    - Eozinofilni granulociti – segmentirano jedro, acidofilna zrnca (rdeča, ker se obarvajo z rdečim barvilom eozinom)
    - Bazofilni granulociti – okroglo jedro, velika bazofilna zrnca (modra, obarvana z modrim bazičnim barvilom)
  - Limfociti – okroglo jedro
  - Monociti – lateralno nameščeno jedro ledvičaste oblike
- Trombociti (krvne ploščice) – strjevanje krvi, niso celice (razlomki /fragmenti/ megakariocit).

**Material:** razmaz krvi (mikroskopski preparat)

**Naloga** Oglejte si razmaz krvi in narišite ter poimenujte krvničke, ki jih vidite.



Slika 22: Razmaz krvi



Slika 23: Krvničke

## Srce

Srce je mišičast organ, ki se ritmično krči in potiska kri (oziroma hemolimfo pri nevretenčarjih z nesklenjenim krvožilnim sistemom) po žilah. Prisotno je pri vseh živalih z razvitimi obtočili. Sesalci in ptiči imajo srce predeljeno s srčnim pretinom v dve tlačilki (leva in desna polovica srca) ter skupno v štiri komore: levi in desni preddvor (atrij) ter levi in desni prekat (ventrikel). Steno srca sestavljajo tri plasti: notranja srčna opna (endokard), mišična stena (miokard) in posrčnica (epikard). Najdebelejši je miokard, ki ga sestavljajo srčne mišične celice, imenovane tudi srčnomišična vlakna. Pri človeku doteka s kisikom revna (deoksigenirana) kri iz telesa po zgornji in spodnji veliki dovodnici v desni preddvor. Od tod teče v desni prekat, ki iztisne kri v pljučno deblo in po dveh pljučnih arterijah v pljuča. S kisikom obogatena (oksigenirana) kri se vrne v srce, v levi preddvor, po pljučnih venah, od koder teče v levi prekat. Ta ima močno mišično steno, ki kri iztisne v glavno telesno arterijo, aorto, iz katere izhajajo arterije, ki vodijo do posameznih organov. V vsakem delu srca je med preddvorom in prekatom zaklopka, dvoloptasta (bikuspidalna, mitralna) v levi in troloputasta (trikuspidalna) v desni polovici srca. Prosti rob zaklopke je z vezivnimi nitmi pripet na steno prekata in na bradavičaste mišice (dejansko prstasti odrastki srčne mišice v notranjosti prekatov). V ustju aorte in pljučnega debela sta aortna in pljučna žepasta zaklopka. Srce obdaja osrčnik (perikard) iz serozno–vezivnega tkiva. Srce ima svoj krvni obtok, venčni (koronarni) obtok, ki oskrbuje srce s kisikom in hranili. Je del velikega krvnega obtoka, saj sta venčni arteriji prvi, ki se odcepita od aorte.

**Material:** srce svinje

**Naloga** Oglejte si zgradbo srca svinje, ga narišite ter poimenujte dele srca in izhajajoče žile in označite smer toka krvi.

## Bezgavke

Bezgavke so sestavni del limfatskega sistema in opravljajo vlogo filtriranja celičnih delcev (fragmentov) ter okvarjenih celic. Limfa priteče po dovodnih mezigovnicah (limfnih žilah) v sinusni sistem bezgavke. Organizmu tuje substance in bolezensko spremenjene celice, npr. rakaste celice, se ob mreži vlaken zaustavijo. Makrofagi tujke polovijo, limfociti pa sprožijo specifično imunsko reakcijo. Bezgavke so fiziološko kroglaste do kroglaste oblike, s

premerom od nekaj mm do 3 cm. Posamezne bezgavke ali skupine bezgavk (limfatski centri) so v podkožju in jih lahko otipamo (npr. pod spodnjo čeljustjo, ključnico, v dimljah), druge so globlje v telesu.

Iz vezivne ovojnice (kapsule) segajo proti centru bezgavke stebrički (trabekule). Limfa priteka v bezgavko na konveksnem delu bezgavke, teče skozi sistem votlin (sinusni sistem) iz rahlega limfatskega tkiva in odteka na konkavni strani bezgavke.

Pri bezgavki razlikujemo:

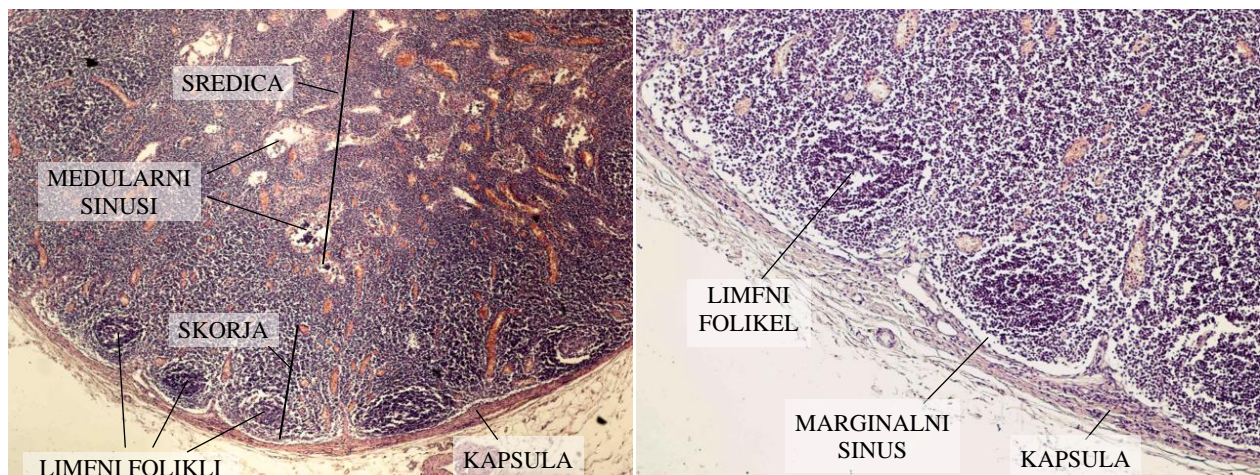
- skorjo (korteks) iz difuznega limfatskega tkiva, v katerem je večina limfnih foliklov;
- parakortikalno plast med skorjo in sredico iz difuznega limfatskega tkiva;
- sredico iz stebričkov limfatskega tkiva (medularnih povezokv).

Sinusni sistem bezgavke tvorijo:

- marginalni sinus, v katerega priteka limfa po dovodnih limfnih žilah;
- intermediarni sinus, ki je v skorji in parakortikalni plasti;
- medularni sinus v sredici, iz katerega odteka limfa po odvodnih limfnih žilah.

**Material:** bezgavka (mikroskopski preparat)

**Naloga** Skicirajte del bezgavke in označite kapsulo, skorjo, limfne folikle, marginalni sinus, sredico in medularne sinuse.



Slika 24: Bezgavke

## ENDOKRINI SISTEM

Endokrini sistem je skupina žlez, ki proizvajajo hormone in jih izločajo v kri oziroma druge telesne tekočine, ki prenašajo hormone do ciljnih oziroma tarčnih tkiv. To so žleze z notranjim izločanjem (endokrine žleze). Hormoni so organske spojine, ki v organizmu regulirajo kontinuirane procese (rast, metabolizem, homeostazo, reprodukcijo). V primerjavi z drugim regulacijskim sistemom, živčnim sistemom, je delovanje endokrinega sistema mnogo počasnejše. Endokrine žleze so na splošno dobro prekrvavljene, nimajo izvodil in v njih so prisotne intracelularne vakuole ali granule, v katerih so shranjeni hormoni. Hormoni delujejo na tarčne celice v organizmu tako, da se vežejo na hormonske, predvsem nevrosekretorne celice – nevroni, ki proizvajajo hormone. Najpomembnejše endokrine žleze vretenčarjev so hipofiza, epifiza, ščitnica, obščitnica, trebušna slinavka, nadledvična žleza, spolne žleze in posteljica.

### Namen vaje

Namen vaje je spoznati zgradbo pomembnejših endokrinih žlez vretenčarjev.

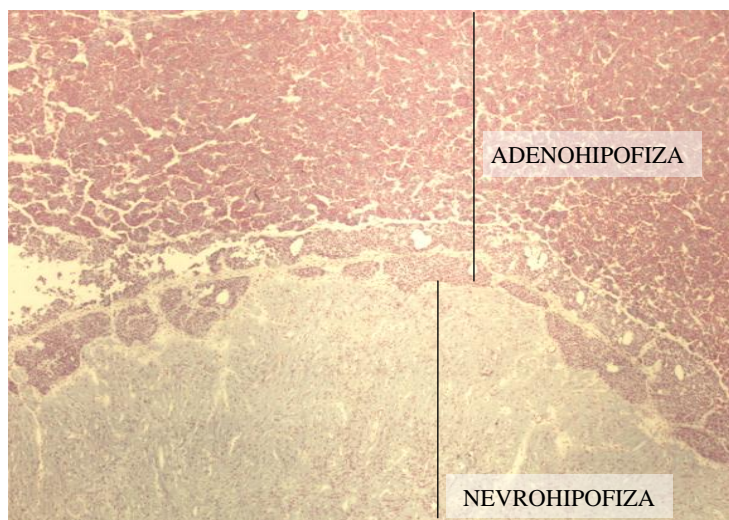
**Material:** hipofiza, ščitnica, nadledvična žleza (mikroskopski preparati)

## Hipofiza

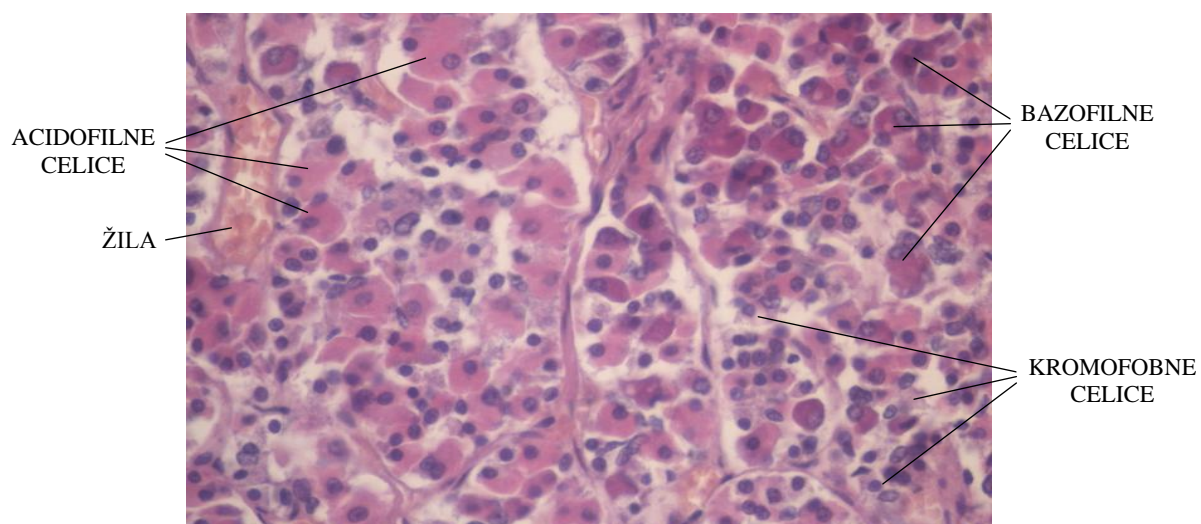
Hipofiza ali možganski privesek je najpomembnejša žleza z notranjim izločanjem. Pri večini vretenčarjev je zgrajena iz prednjega, zadnjega in srednjega režnja. Pri človeku in nekaterih drugih vretenčarjih je iz dveh režnjev, prednjega (adenohipofiza) in zadnjega (nevrohipofiza). Hipofiza je v koščeni vdolbini lobanjskega dna, tako imenovanem turškem sedlu. Hipofiza je s hipofiznim pecljem povezana s hipotalamusom; hipotalamus ima nevrosekretorno vlogo. V embrionalnem razvoju nastane adenohipofiza iz ektodermalnih celic prvotne ustne votline, ki se pomaknejo navzgor, nevrohipofiza pa z izvihanjem (evaginacijo) nevroektoderma možganske baze navzdol v predel turškega sedla. Hipofiza uravnava delovanje večine drugih endokrinih žlez, med njimi ščitnice, skorje nadledvične žleze in spolnih žlez (gonad). V sprednjem režnju hipofize razlikujemo celice z acidofilnimi in bazofilnimi zrci ter kromofobne celice. Z imunocitokemijskim barvanjem, s katerim dokazujemo posamezne hormone v celicah, razlikujemo pet vrst hipofiznih celic, ki izločajo šest hipofiznih hormonov. Ti so rastni hormon ali somatotropin (GH ali STH; spodbuja rast organizma), tiotropni hormon (TSH; spodbuja ščitnico), prolaktin (PRL; spodbuja mlečne žleze), adrenokortikotropni hormon (ACTH in sorodni peptidi; spodbuja skorjo nadledvične žleze) ter gonadotropna (spodbujata spolne žleze) hormona folikel stimulirajoči hormon (FSH; spodbuja rast in razvoj spolnih celic) in luteinizirajoči hormon (LH; spodbuja razvoj ženskih spolnih celic ter spolnih hormonov). V zadnjem režnju hipofize so glia celice, žile in živčna vlakna (aksoni) endokrinih živčnih celic hipotalamusa s Herringovimi telesci ob koncu aksona. Ta telesca vsebujejo nevrosekrecijska zrnca, v katerih sta hormona oksitocin (OKS; spodbuja porodne krče) in antidiuretični hormon ali vazopresin (ADH ali VP; regulira zadrževanje vode).

**Material:** hipofiza (mikroskopski preparat)

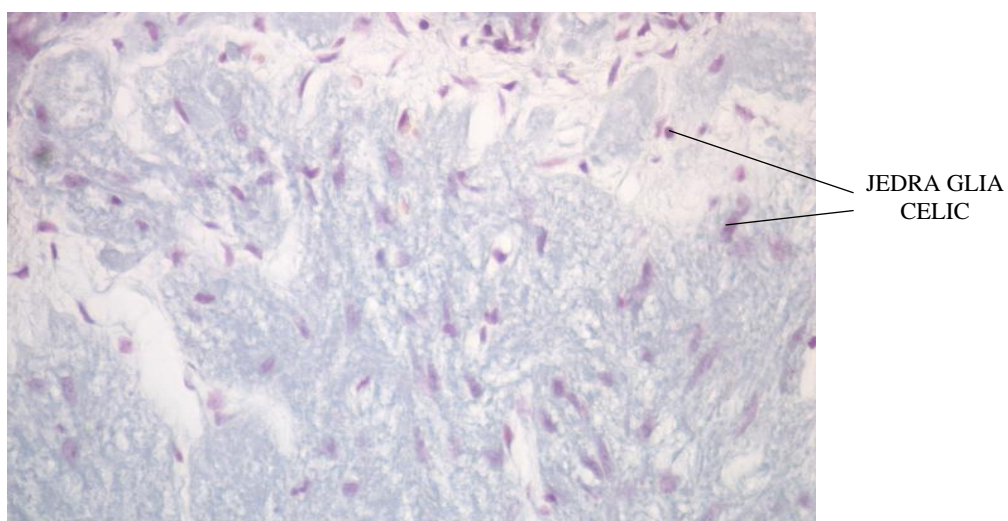
**Naloga** Narišite hipofizo in označite adenohipofizo in nevrohipofizo. Pri največji povečavi narišite del adenohipofize in označite bazofilne, acidofilne in kromofobne celice. V nevrohipofizi poiščite in označite aksone, glia celice in Herringova telesca.



Slika 25: Hipofiza



Slika 26: Adenohipofiza



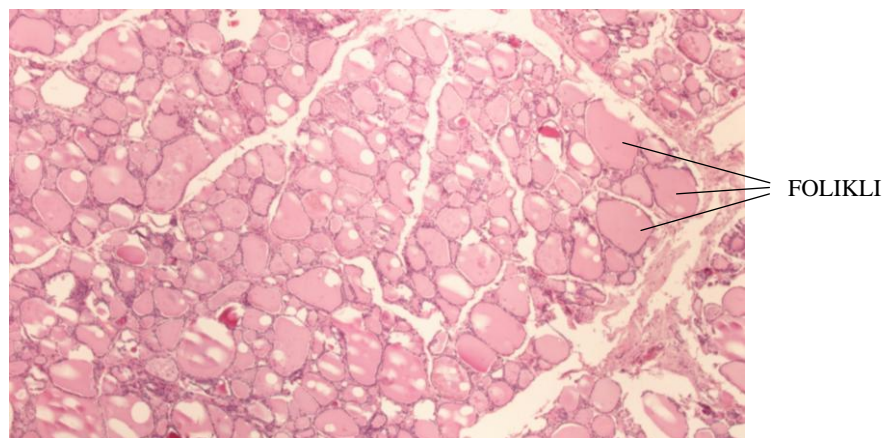
Slika 27: Nevrohipofiza

## Ščitnica

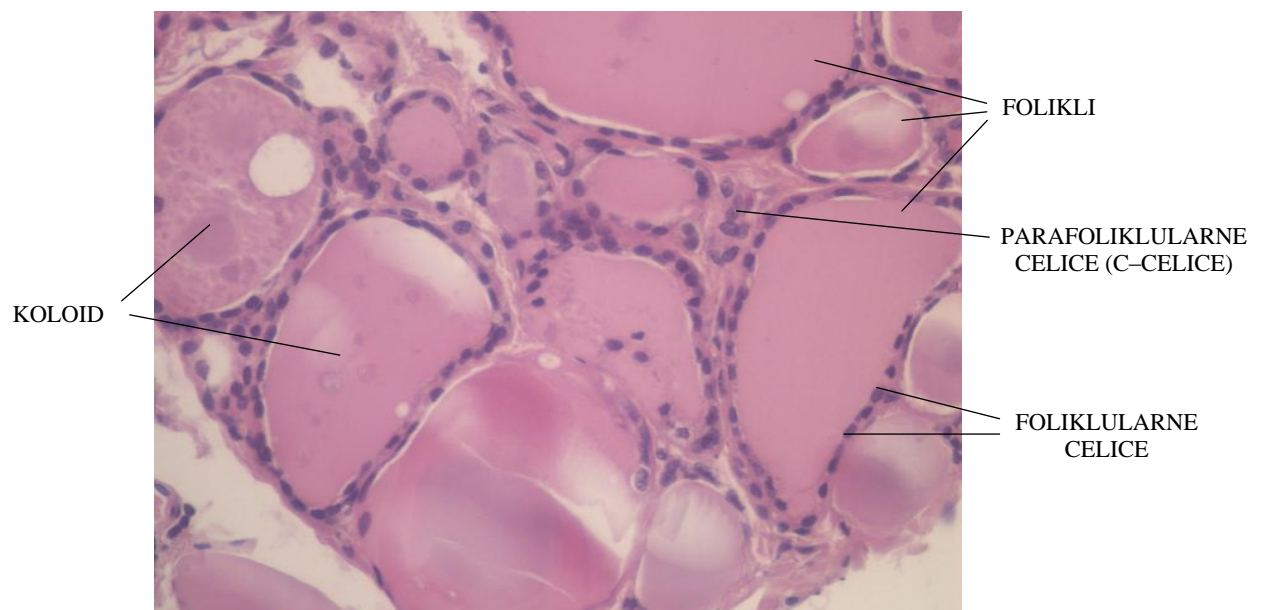
Ščitnica (glandula tir(e)oidea) je endokrini žleza v predelu vratu in obdaja zgornji del sapnika od spredaj ter od strani. Pri človeku je sestavljena iz levega in desnega režnja, ki ju spredaj veže ščitnični mostiček. Zunanji del žleze tvori vezivna ovojnica (kapsula), iz katere potekajo v notranjost vezivni pretini (septe), ki delijo mehko žlezno tkivo v manjše režnje. Osnovna gradbena in funkcionalna enota ščitnice so mešički (folikli). Folikle tvori enoplasten kubični epitel iz folikularnih celic, ki proizvajajo ščitnična hormona trijodtironin ( $T_3$ ) in tetrajodtironin ali tiroksin ( $T_4$ ). V notranjosti folikla je koloid, ki je vir snovi za sintezo ščitničnih hormonov in v manjši meri tudi rezervoar teh hormonov. V prostorih med folikli so parafolikularne ali C–celice, ki izločajo hormon kalcitonin. Ščitnični hormoni uravnavajo rast in razvoj organizma; tiroksin in trijodtironin pospešujeta metabolizem ogljikovih hidratov, lipidov in beljakovin, kalcitonin pa aktivira procese, ki znižujejo količino kalcija v krvi. Pri dvoživkah sproži povečanje količine tireoidnih hormonov preobrazbo ličink (npr. žabjih paglavcev) v odrasle živali.

**Material:** ščitnica (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite in označite folikle, koloid, folikularne celice in parafolikularne celice (C–celice).



Slika 28: Ščitnica



Slika 29: Ščitnica

## Nadledvična žleza

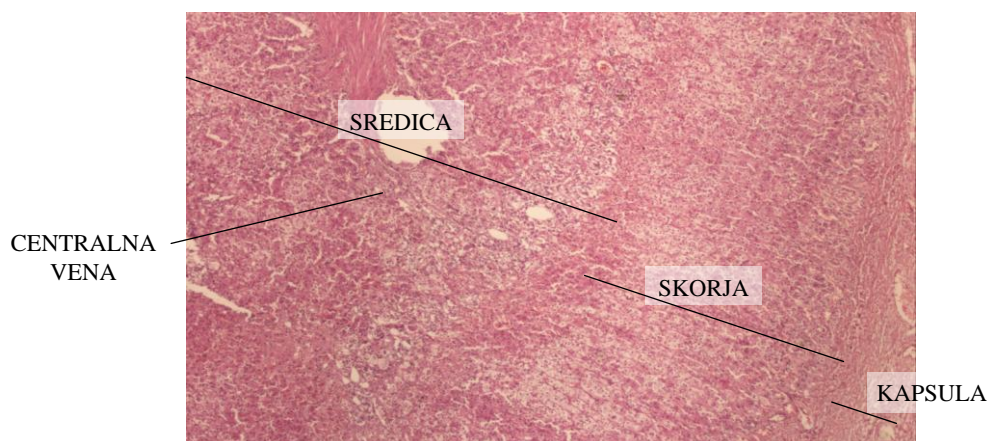
Nadledvična žleza (glandula suprarenalis) je ob ledvici, pri sesalcih v maščobni ovojnici na zgornjem ali srednjem delu ledvice. Morfološko in funkcionalno sestoji iz dveh delov, skorje (korteks) in sredice (medula), ki pri nižjih vretenčarjih nista natančno razmejeni. Sredica je del neuroendokrinega sistema, ki tvori in izloča adrenalin (vpliva na oksidativni metabolizem, pospešuje srčni utrip ter pripravi organizem na obremenitev), noradrenalin (stimulira možgane, zvišuje krvni tlak ter pripravi organizem na obremenitev) in nekatere (vazoaktivne) amine (vplivajo na krčenje in sproščanje žilnega mišičja). Skorja nadledvične žleze je sestavljena iz naslednjih treh plasti:

- Klobčičasta plast (cona glomerulosa) je zunanja plast skorje in izloča mineralokortikoide (vplivajo na vsebnost vode in soli v telesnih tekočinah).
- Snopičasta plast (cona fasciculata) izloča glukokortikoide (stimulirajo razgradnjo energijsko bogatih snovi) in manjšo količino spolnih hormonov. Celice so razporejene v snopičih.
- Mrežasta plast (cona reticularis) meji na sredico in izloča predvsem spolne hormone ter manjšo količino glukokortikoidov. Celice so razporejene mrežasto.

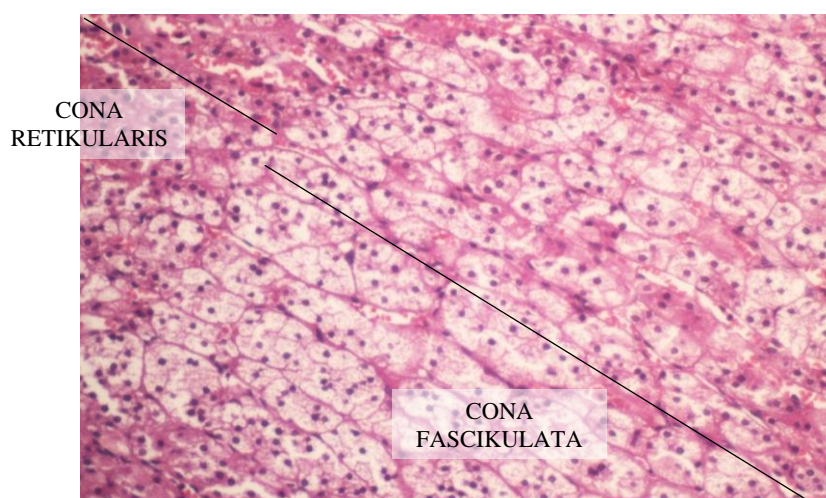
V sredici so kromafine celice, ki izdelujejo adrenalin in noradrenalin, ter ganglijske celice simpatika, ki so razpršene po tkivu sredice.

**Material:** nadledvična žleza (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite in označite kapsulo, skorjo in sredico nadledvične žleze. V skorji označite vse tri plasti (klobčičasto, snopičasto in mrežasto plast), v sredici pa kromafine celice in centralno veno.



Slika 30: Nadledvična žleza



Slika 31: Skorja nedledvične žleze



## ŽIVČEVJE

Živčevje je organski sistem iz živčnih celic (nevronov) in pomožnih celic. Nevroni zaznavajo dražljaje, jih procesirajo in prevajajo do živčnih centrov ter od njih do efektorjev, kar omogoča ustrezen odziv organizma na dražljaje. Pravi mnogoceličarji imajo tri osnovne funkcionalne tipe nevronov: senzorične in motorične nevrone ter internevrone. Najpreprostejši živčni sistem je difuzno (mrežasto) živčevje brez centralizacije (ožigalkarji, vrtničarji, iglokožci). Dvobočno somerne in bolj aktivne živali imajo bolj kompleksne živčne sisteme, za katere je značilno več internevronov, koncentracija živčnih celic v osrednje (centralno) živčevje ter funkcionalna povezanost živčnih celic v refleksne loke. Centralno živčevje višjih nevretenčarjev in vretenčarjev je iz možganov in ene ali več vzdolžnih živčnih vrvic. Obrobno (periferno) živčevje je iz možganskih in hrbtenjačnih živcev, ki prevajajo živčne impulze med centralnim živčnim sistemom in ostalimi deli telesa.

### Namen vaje

Spoznati zgradbo perifernih živcev, malih možganov in hrbtenjače človeka.

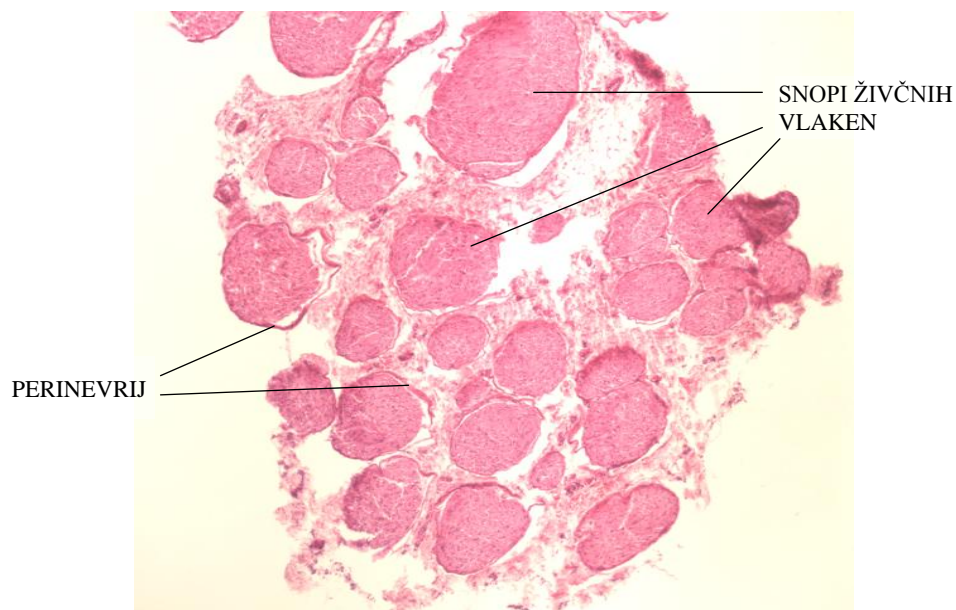
**Material:** periferni živec, mali možgani, veliki možgani, hrbtenjača (mikroskopski preparati)

## Periferni živec

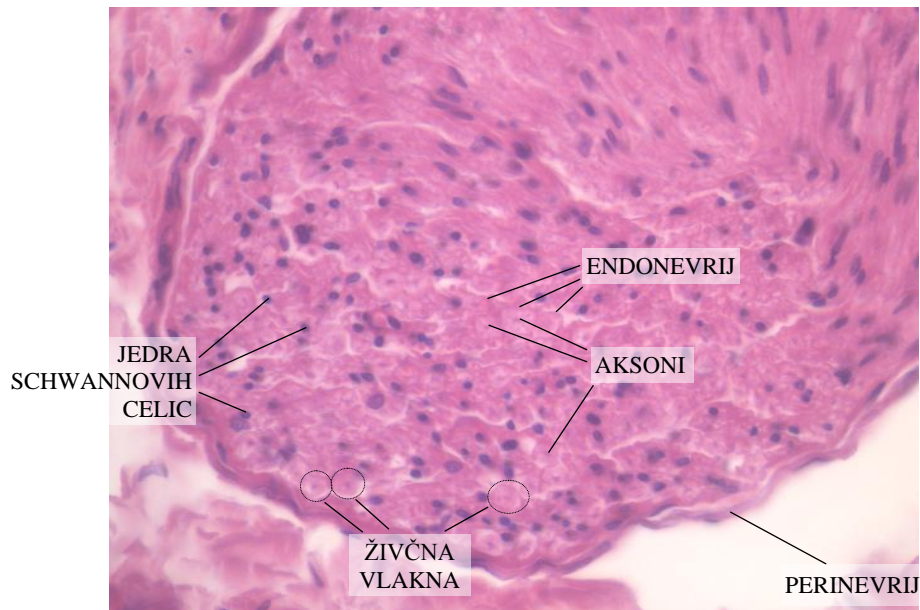
Iz centralnega živčnega sistema (možganov in hrbtenjače) izhajajo periferni živci, ki so iz aksonov senzoričnih (afherentnih) in motoričnih (eferentnih) nevronov. Zunanji del perifernega živca je vezivna ovojnica (epinevrij). Živec je iz snopov živčnih vlaken, obdanih z vezivno ovojnico (perinevrij). Živčna vlakna so aksoni (nevriti) živčnih celic, obdani z mielinsko ovojnico. Mielinsko ovojnico tvorijo Schwannove celice, katerih jedra so v zunanjem delu ovoja. Vsako živčno vlakno obdaja notranja živčna ovojnica (endonevrij). V živcu so tudi žile in rahlo vezivno tkivo.

**Material:** prečni prerez perifernega živca (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite periferni živec in označite snop živčnih vlaken, živčno vlakno, akson z mielinsko ovojnico, jedro Schwannove celice ter epinevrij, perinevrij in endonevrij.

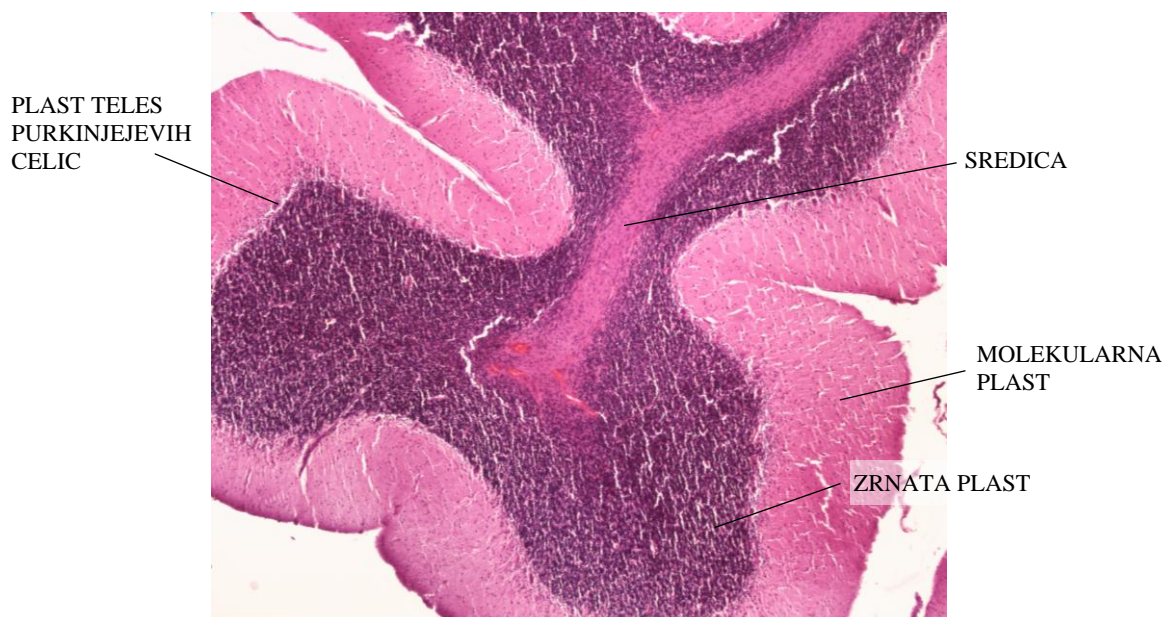


Slika 32: Prečni prerez perifernega živca



Slika 33: Prečni prerez snopa živčnih vlaken

## Mali možgani



Slika 34: Prerez malih možganov

Mali možgani (cerebellum) so med velikimi možgani in možganskim deblom. Sestojijo iz dveh polobel (hemisfer). Njihova površina je močno nagubana. Zunanje gube so, za razliko od vijug velikih možganov, vzporedne. Mali možgani so sestavljeni iz skorje, sredice in globokih cerebelarnih jeter. Skorja je iz sivine in obsega tri plasti:

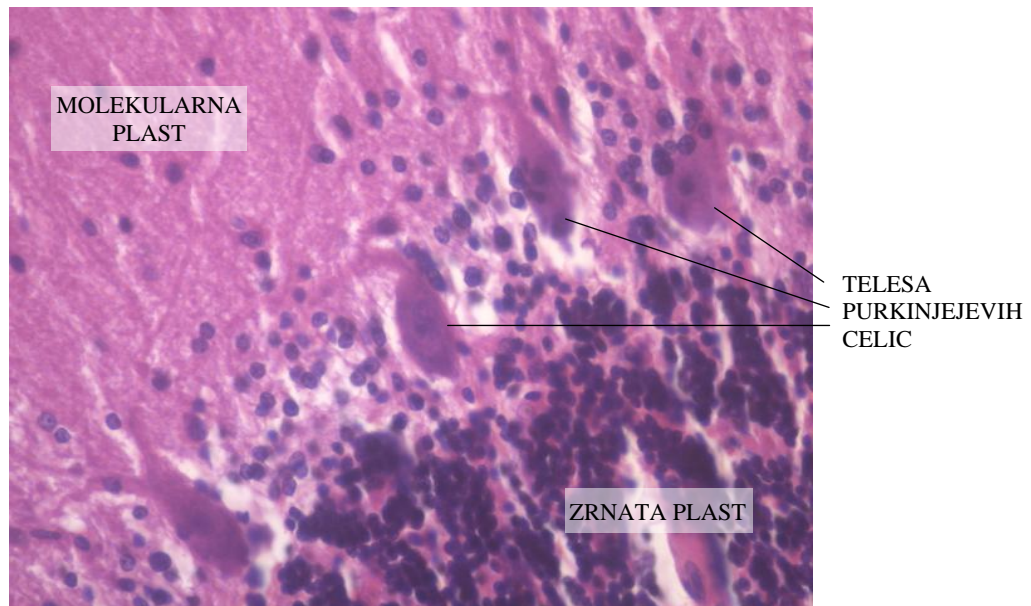
- zunanjo, svetlejšo, molekularno plast iz vzporednih aksonov bipolarnih nevronov zrnate plasti, dendritov Purkinjejevih celic in glia celic;
- srednjo plast iz teles Purkinjejevih celic ter

– notranjo temnejšo zrnato plast iz bipolarnih nevronov.

Sredica malih možganov je iz beline, v prerezu v obliki drevesa. V belini so mielinizirana živčna vlakna vzpenjajočih se in mahastih vlaken, ki dovajajo podatke Purkinjejevim celicam, ter aksoni Purkinjejevih celic, ki prenašajo podatke do globokih cerebelarnih jeder. Mali možgani nadzorujejo ravnotežje, koordinirajo hitrost gibanja ter sinergijo, smer in silo telesnih gibov. Opravljajo še druge funkcije.

**Material:** mali možgani (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite preparat malih možganov in v skorji ter sredici označite vse plasti in pripadajoče strukture.



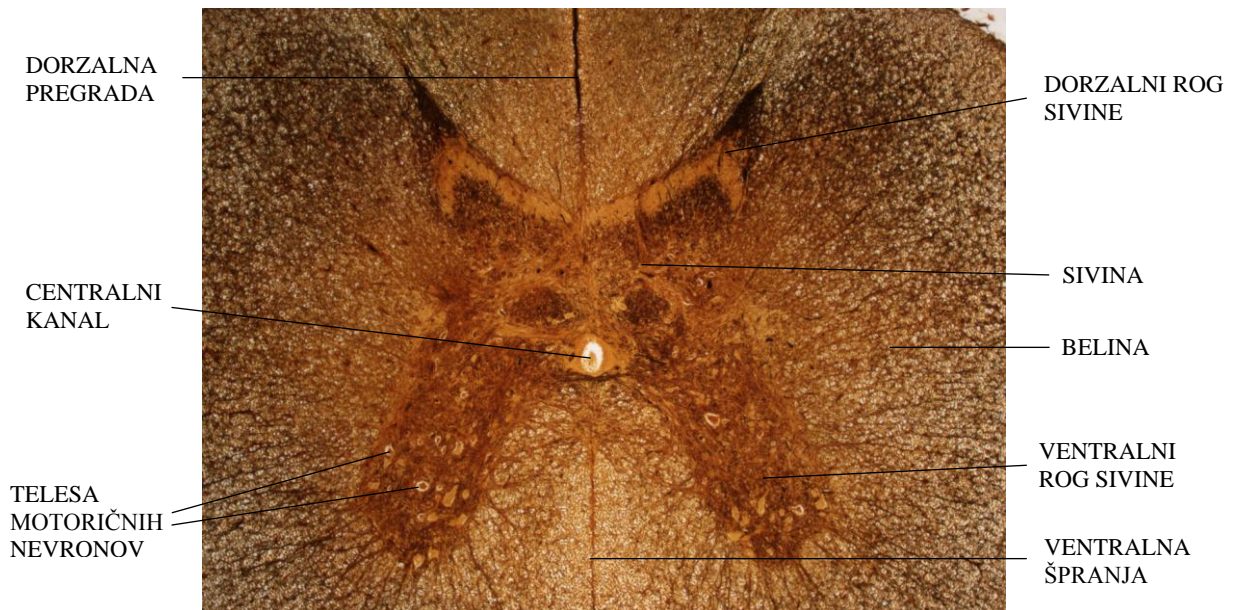
Slika 35: Skorja malih možganov

## Hrbtenjača

Hrbtenjača je najpreprosteje zgrajen del osrednjega živčevja in opravlja dve funkciji: je refleksno središče in posrednik med višjimi in nižjimi centri. Je v hrbteničnem kanalu. Skozi medvretenčne odprtine izhaja iz nje 31 parov hrbtenjačnih (spinalnih) živcev. V prečnem prerezu je hrbtenjača ovalna s svetlejšo periferijo (belina) in temnejšim centralnim delom (sivina). Belina je zgrajena iz mieliniziranih aksonov in nevroglije (glia celic). Sivina je zgrajena iz teles živčnih celic, nevroglije in aksonov, v prečnem prerezu ima obliko črke H. Zadnja (dorzalna) rogova sivine sta iz čutilnih (senzoričnih) vlaken, sprednja (ventralna) iz gibalnih (motoričnih). V torakalnem delu sta še stranska (lateralna) rogova. Telesa eferentnih, velikih multipolarnih, motoričnih nevronov so v ventralnih rogih sivine in oživčujejo skeletne mišice, telesa aferentnih, senzoričnih, nevronov pa v spinalnih ganglijah. Sredi sivine je centralni kanal. Ventralno je v hrbtenjači globoka špranja, dorzalno pa nakazuje mejo med obema polovicama hrbtenjače žleb, ki se v notranjosti podaljšuje v pregrado iz nevroglije.

**Material:** hrbtenjača (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite preparat hrbtenjače in označite sivino, belino, ventralni in dorzalni rog sivine, centralni kanal, ventralno špranjo, dorzalno pregrado in telesa motoričnih nevronov.



Slika 36: Prečni prerez hrbtenjače

## ČUTILA

Čutila zaznavajo dražljaje iz notranjega in zunanjega okolja, jih pretvarjajo v živčne impulze in posredujejo v centralni živčni sistem. Preprosta čutila so čutilne živčne celice (senzorični nevroni), katerih dendriti dražljaje zaznavajo, akson pa jih prenaša proti živčnim centrom (npr. čutilo za toploto v koži vretenčarjev). Primarne čutilne celice ali čutnice (receptorji) imajo lasten akson, po katerem se prevaja dražljaj proti čutilnim centrom v živčevju, medtem ko sekundarne čutnice zaznajo dražljaj, vzburjenje pa se prenese na aferentno živčno vlakno, s katerim so povezane. Številne čutnice so razpršene v telesu, druge so združene in povezane z drugimi tkivi v kompleksne čutilne organe. Glede na vrsto energijske spremembe, ki jo receptor zazna in prevede v živčne impulze, razlikujemo kemoreceptorje (npr. čutila za okus, voh), mehanoreceptorje (čutila za tip, ravnotežje, sluh), fotoreceptorje (čutila za vid), termoreceptorje (čutila za toploto) in druge. Mnoga čutila (npr. različni tipi čutil za vid) so se pri različnih živalskih skupinah razvila neodvisno.

### Namen vaje

Spoznati zgradbo čutil za voh, okus, sluh in vid vretenčarjev.

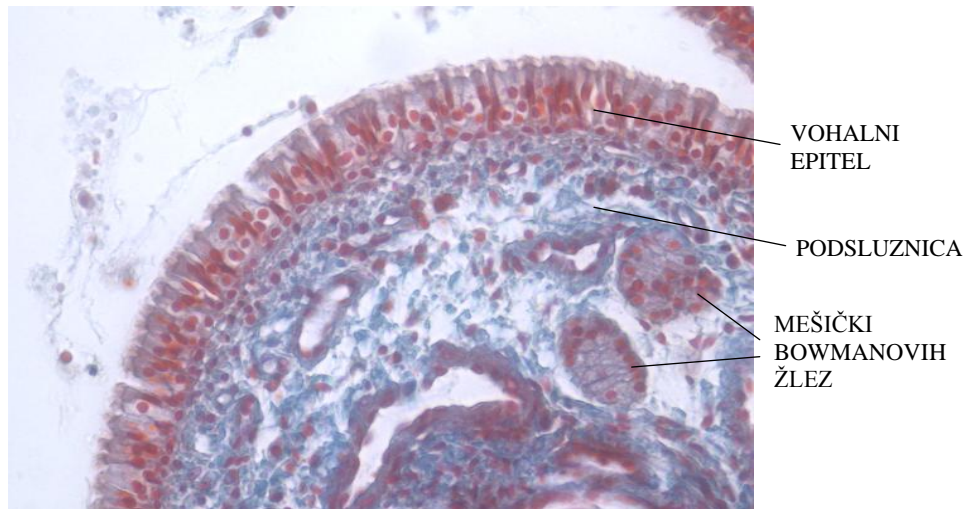
**Material:** nosna votlina, jezik, glava vretenčarja, notranje uho (mikroskopski preparati)

## Vohalni epitel

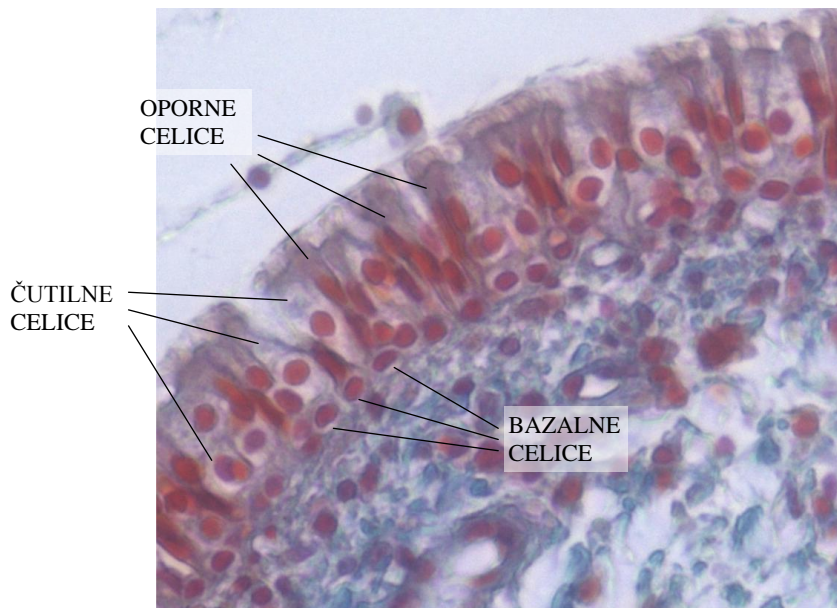
Pri kopenskih vretenčarjih je v dorzalnem delu sluznice nosne votline vohalni (olfaktorni) epitel iz čutnic (čutilnih celic) z dolgimi cilijami, ki so prekrite s sluzjo. Med njimi so oporne celice (z mikrovili na apikalni strani), na bazi pa so majhne bazalne celice. Vohalne čutilne celice so primarne čutnice, kar pomeni, da njihova živčna vlakna (aksoni) neposredno tvorijo vohalni živec, ki prenaša dražljaje v možgane. V podsluznici so številne mukozne (Bowmanove) žleze.

**Material:** nosna votlina (mikroskopski preparat)

**Naloga** Skicirajte preparat in poiščite vohalni epitel. Vohalni epitel narišite tudi pri največji povečavi in označite vse tri tipe celic.



Slika 37: Del nosne školjke z vohalno sluznico v nosni votlini



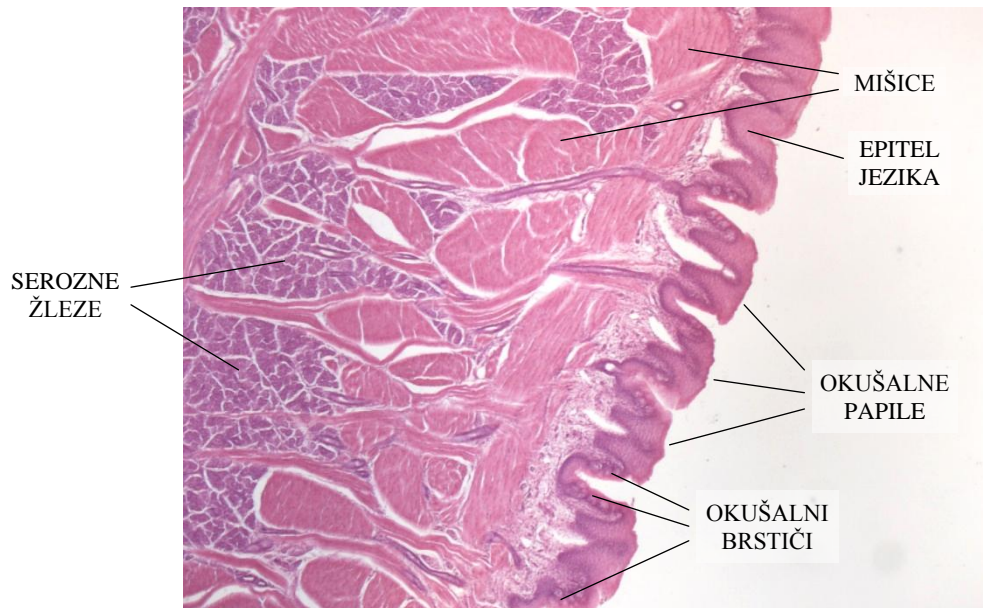
Slika 38: Vohalni epitel

## Okušalni brstiči

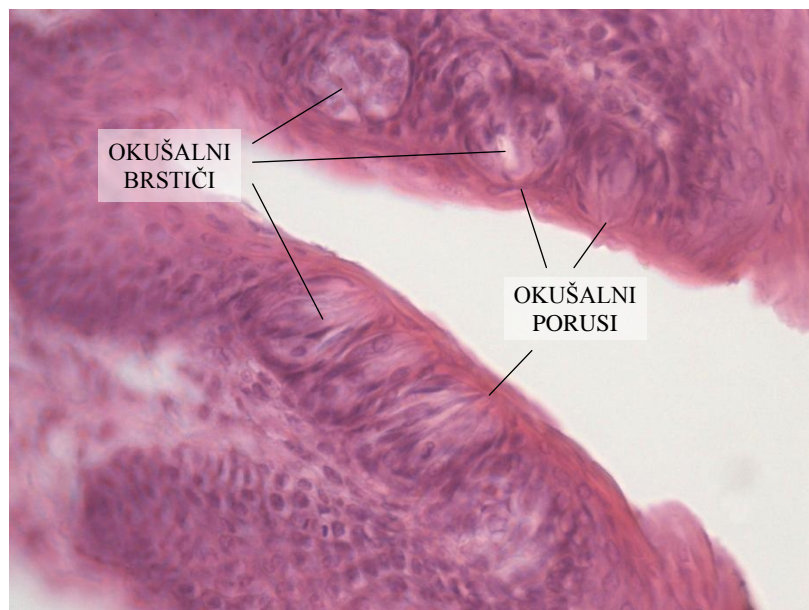
Pri vretenčarjih so receptorji za okus v okušalnih brstičih, ki so pri kopenskih vretenčarjih predvsem na jeziku. Okušalni brstiči jezika so v večslojnem epitelu grebenastih, listastih in gobastih papil. Brstiči so ovalne oblike, s povprečnim premerom od 50–70  $\mu\text{m}$ . Okušalni brstič ima na apikalnem delu odprtino, okušalni porus. Čutilne celice imajo na apikalnem delu mikrovile. So sekundarne čutnice, ker so na bazalnem delu povezane z vlakni živčnih celic, ki odvajajo dražljaje v možgane.

**Material:** jezik (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite jezik in označite mišice, žleze, okušalne papile, večslojni epitel in okušalne brstiče. Pri največji povečavi si oglejte okušalni brstič in narišite ter označite čutilne in oporne celice ter okušalni porus.



Slika 39: Prečni prerez jezika



Slika 40: Okušalni brstiči

## Oko vretenčarja

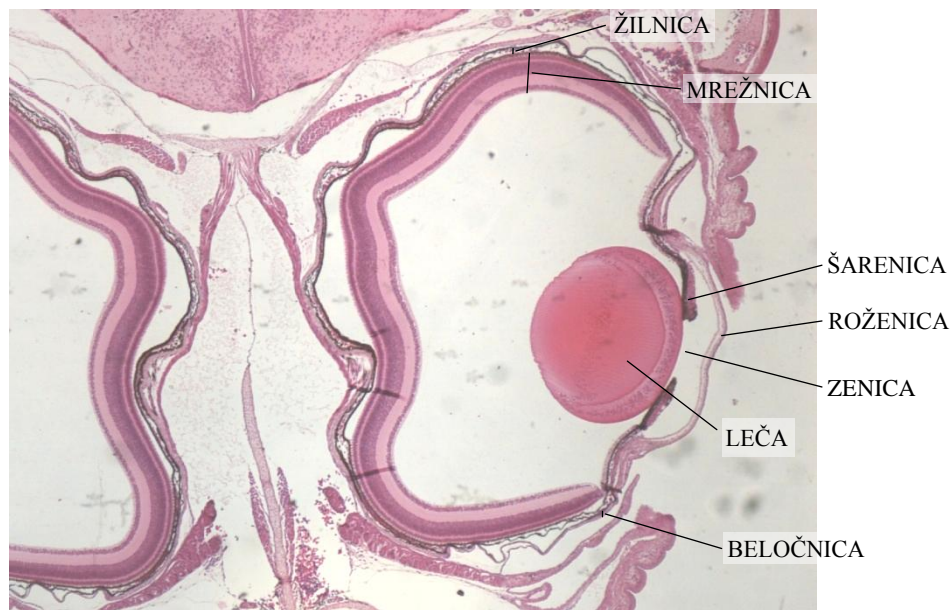
Vretenčarji imajo mehurjasto oko z lečo. Oko sestavljajo zrklo in pomožni očesni organi (npr. očnica, zrkleno mišice, veke). Stena zrkla je na kavdalnem delu iz beločnice, žilnice in mrežnice. Na sprednjem delu je zrklo iz roženice in šarenice, ki s prostim robom omejuje zenico, ter leče s ciliarnikom. Mrežnica (retina) je notranji, čutilni sloj očesnega zrkla. Sestavljena je iz pigmentnih, fotoreceptorskih, bipolarnih, ganglijskih ter opornih celic. Fotoreceptorske celice so paličice in čepki. So sekundarne čutilne celice, od njih prenašajo vzbujenje do možganov bipolarni in ganglijski živčni celice. Čepki zaznavajo različne valovne dolžine svetlobe, kar je osnova za barvno gledanje. V distalnem delu čepka je fotosenzibilni pigment iodopsin. Mesto z največjo gostoto čepkov na mrežnici je rumena pega, na mestu izhajanja vidnega živca pa čutnic ni in tam slika ne nastaja – slepa pega. Paličice so fotoreceptorji, ki omogočajo črno–belo gledanje pri šibki svetlobi, fotosenzibilni pigment je rodopsin. Mrežnica je zgrajena iz desetih slojev:

- Mejna membrana (I)
- Sloj aksonov multipolarnih nevronov (II)
- Sloj teles multipolarnih nevronov (III)
- Sloj dendritov multipolarnih nevronov in aksonov bipolarnih nevronov (IV)
- Sloj teles bipolarnih nevronov (V)
- Sloj dendritov bipolarnih nevronov in aksonov čutilnih celic (VI)
- Sloj teles čutilnih celic (VII)
- Zunanja mejna membrana (VIII)
- Sloj paličastih in čepkastih delov čutilnih celic (IX)
- Pigmentni epitel (X)

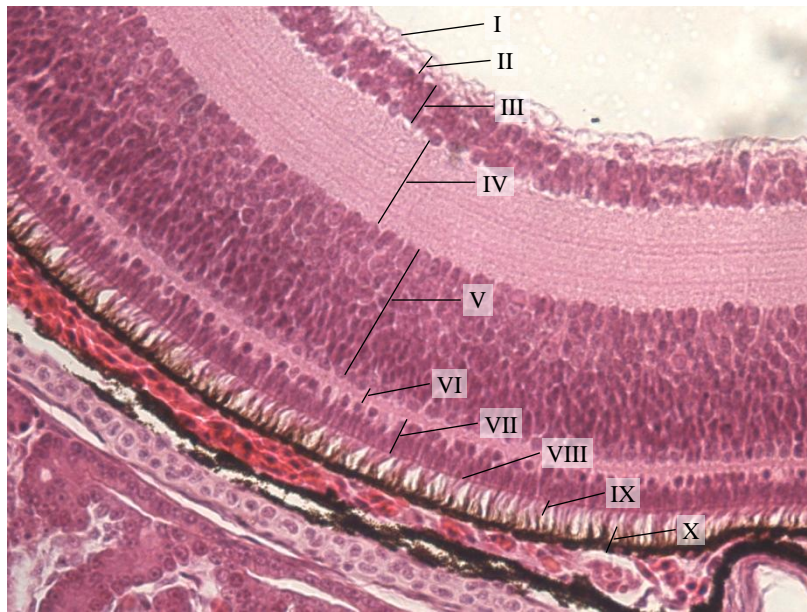
Oči mnogih, zlasti nočno aktivnih živali (govedo, psi, mačke, srnjad itd.), so zelo občutljive na svetlobo. V očesnem ozadju v žilnici imajo ob temnem melatoninu tudi pigment, ki odbija svetlobo. Ta odbojni sloj imenujemo sijajna tapeta (tapetum lucidum). Svetloba tako skozi čutilne celice potuje dvakrat, to pomeni, da je izkoristek svetlobe maksimalen, vendar je nočni vid manj oster. Zaradi odboja svetlobe, se oči nočno aktivnih živali v temi bleščijo, če jih osvetlimo.

**Material:** vzdolžni prerez glave vretenčarja (mikroskopski preparat)

**Naloga** Skicirajte oko in označite roženico, zenico, šarenico, beločnico, lečo, žilnico in mrežnico. Pri največji povečavi narišite del mrežnice in označite ter poimenujte vse sloje. Označite tudi smer vpadanja svetlobe.



Slika 41: Vzdolžni prerez glave vretenčarja



Slika 42: Mrežnica vretenčarskega očesa

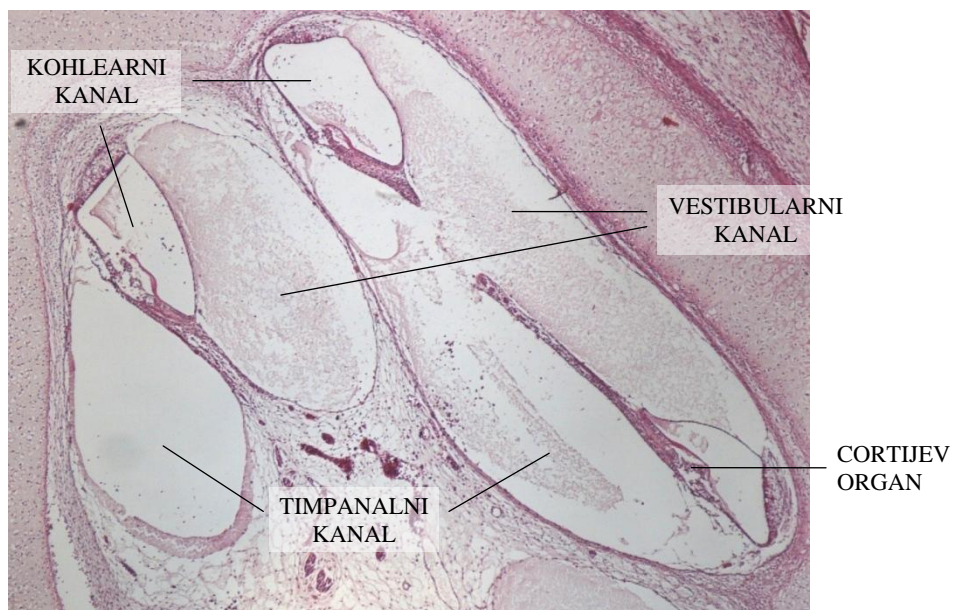
## Cortijev organ sesalcev

Cortijev organ je čutilo za sluh v srednjem hodniku (kanalu) membranskega polža (kohlea) v notranjem ušesu. Membranski polž, ki je v koščnem polžu, sestoji iz treh hodnikov: preddvornega (vestibularnega), polževega (kohlearnega) in bobničnega (timpanalnega) hodnika. Napolnjen je s tekočino (polžev hodnik z endolimfo, preostala dva s perilimfo). Preddvorni in polžev kanal sta razmejena s tanko vestibularno ali Reissnerjevo membrano iz vezivnega tkiva. Polžev in bobnični kanal sta razmejena z bazilarno membrano, na kateri so čutilne celice za sluh Cortijevega organa. Nad čutilnimi celicami je krovna membrana. Zvočne vibracije (transverzalno valovanje) potujejo po sluhovodu do bobniča in ga zanihajo. Vibracije se s slušnimi koščicami prenesejo na ovalno okence, s čimer sprožijo gibanje perilimfe v polžu, kar zaniha bazilarno membrano. Stereocilije čutilnih celic se s frekvenco vibracij dotikajo krovne membrane oziroma pritisnejo ob njo in se ob tem vzdražijo. Vzburjenje se po senzoričnih nevronih, ki oživčujejo čutilne celice, prenese v slušne centre v možganih.

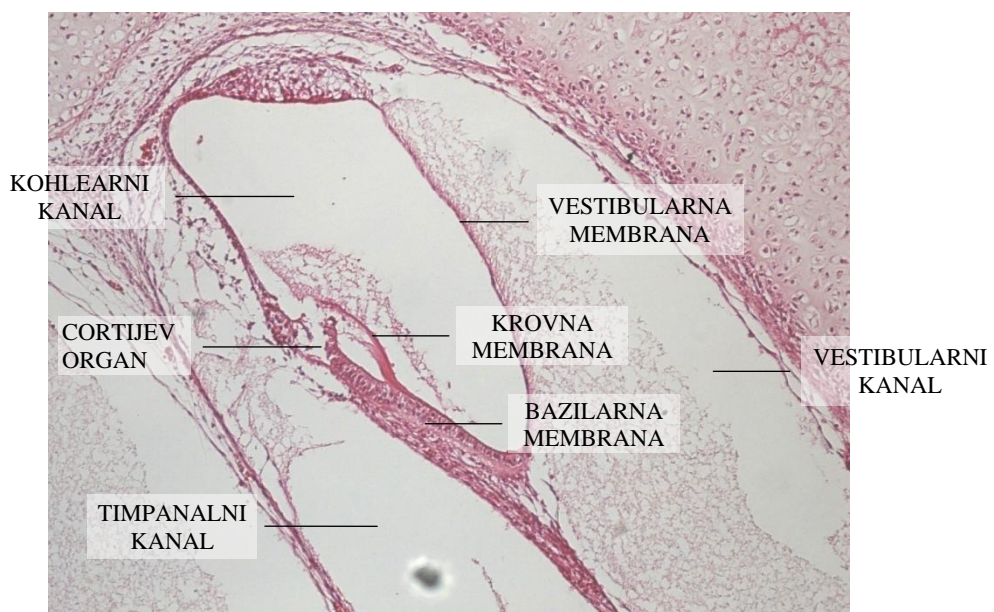
**Material:** notranje uho (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite del polža in označite vse tri kanale (vestibularni, kohlearni in timpanalni kanal), vse tri membrane (vestibularno, bazilarno in krovno membrano) ter Cortijev organ s čutilnimi celicami.





Slika 43: Prečni prerez polža



Slika 44: Cortijev organ

## RAZMNOŽEVANJE

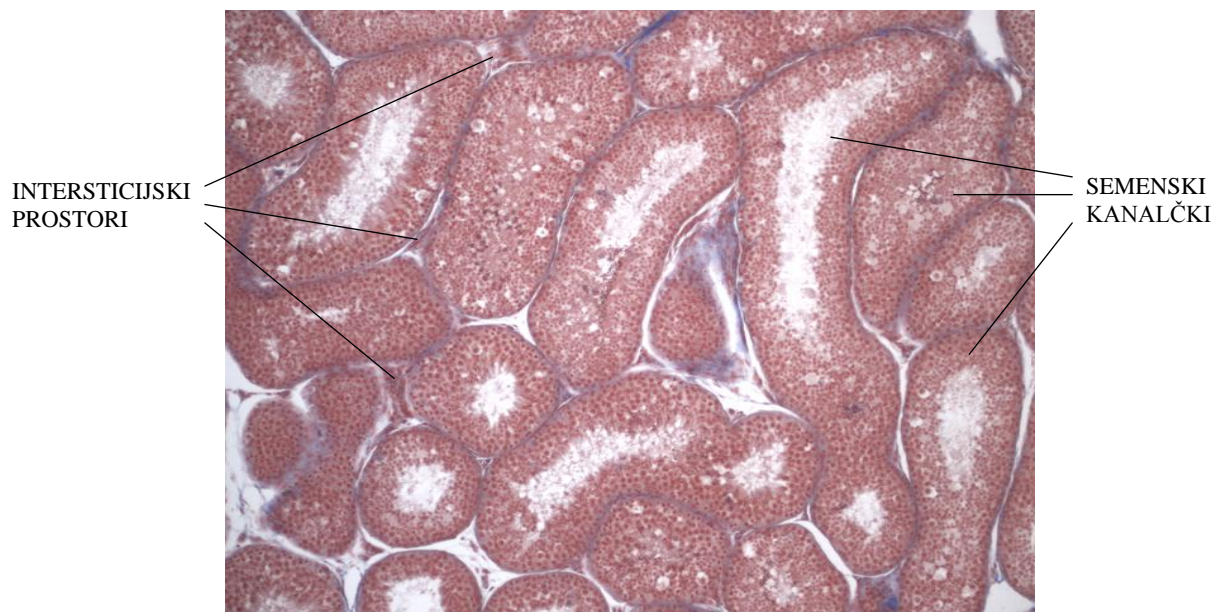
Razmnoževanje je proces nastajanja novih istovrstnih organizmov. Med razmnoževanjem se prenaša dedni material s staršev na potomce, pri spolnem razmnoževanju pa pride ob tem tudi do različnih rekombinacij dednega materiala. V osnovi razlikujemo nespolno in spolno razmnoževanje. Izvorno in najenostavnejše je nespolno (vegetativno) razmnoževanje, ko osebek proizvede potomce brez vključitve drugega osebk iste vrste, na primer z delitvijo, brstenjem, gemulacijo itd. V spolnem razmnoževanju navadno sodelujeta dva osebka nasprotnega spola iste vrste, pri čemer se združita haploidni raznospolni spolni celici (gameti, npr. jajčna celica in semenčica), pri čemer nastane spojek (zigota) novega organizma z genetsko kombinacijo genov obeh staršev. Spolne celice dozorevajo v spolnih žlezah (gonadah – ovarijih in testisih). Živali so običajno ločenih spolov (so gonohoristi). Osebki pritrjenih in parazitskih vrst živali imajo pogosto obe vrsti spolnih žlez, so torej dvospolniki (hermafroditi). Oploditvi (kopulaciji) in nastanku zigote sledijo številne celične delitve ter diferenciacija tkiv in organov (embrionalni razvoj).

### Namen vaje

Spoznati osnovno zgradbo spolnih žlez sesalcev (moda, jajčniki), in maternice.

**Material:** modo (mikroskopski preparat), jajčnik (mikroskopski preparat), maternica (mikroskopski preparat), sveža rodila svinje

## Moda



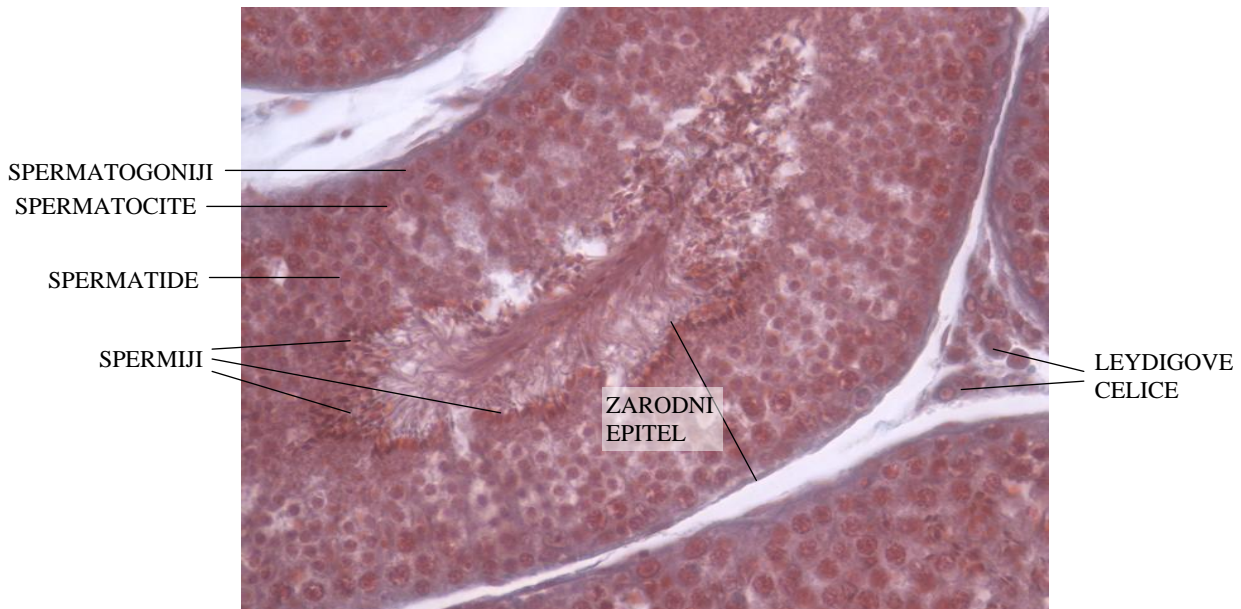
Slika 45: Modo

Zunanji del moda (testisa) človeka obdaja ovojnica (tunica albuginea) iz vezivnega tkiva in gladkih mišičnih celic. Iz nje segajo proti notranosti predelki (septe), ki modo delijo v piramidasto oblikovane režnje (lobule). V režnjih so številni zaviti semenski kanalčki. V prostorih med njimi (v intersticijskih prostorih) je rahlo vezivno tkivo z Leydigovimi celicami, žilami in živci. Leydigove celice proizvajajo moške spolne hormone, androgene (najpomembnejši med njimi je testosteron). V zarodnem epitelu semenskih kanalčkov so spolne celice na

različnih stopnjah zrelosti. Ob zunanjem robu stene kanalčka so zarodne celice (spermatogoniji), ki se delijo in diferencirajo v spermatocite I. reda (mitoza). Te se z redukcijsko delitvijo (mejoza I) razvijejo v spermatocite II. reda, te pa v spermatide (mejoza II). Iz spermatid nastanejo semenčice (spermiji, spermatozoidi). Razvijajoče se spolne celice so pogosto pritrjene na prehranjevalne Sertolijeve celice.

**Material:** modo (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite preparat moda in označite ovojnico, semenske kanalčke, intersticijske prostore, Leydigove celice in v zarodnem epitelu spermatogonije, spermatocite, spermatide in spermije.



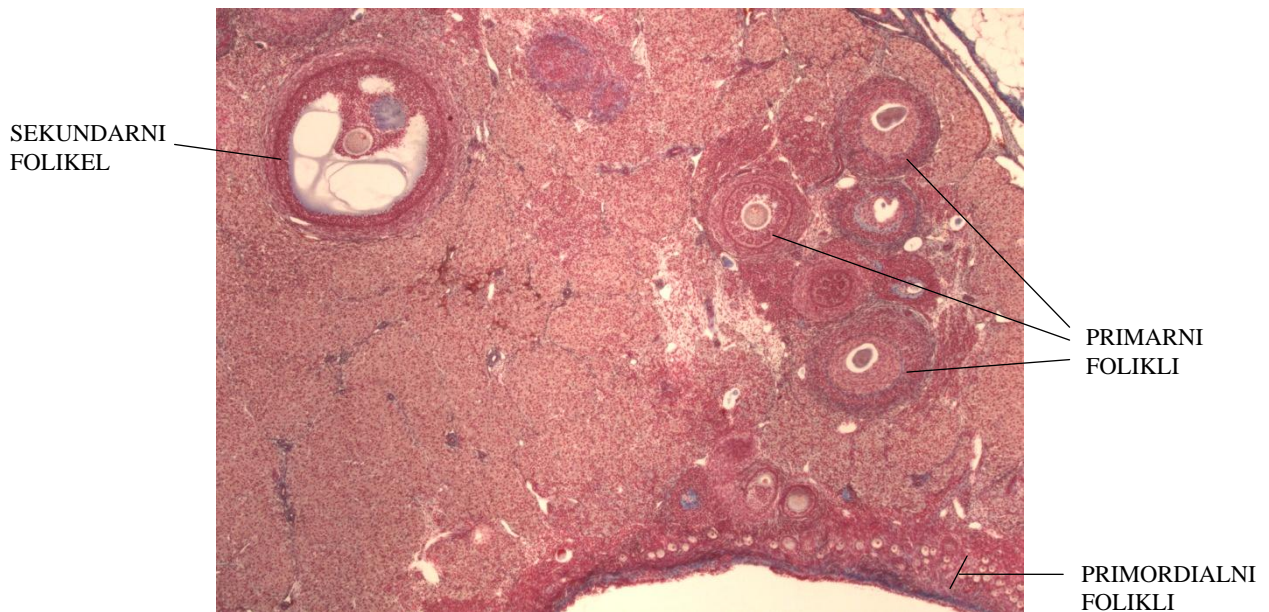
Slika 46: Semenski kanalček

## Jajčniki

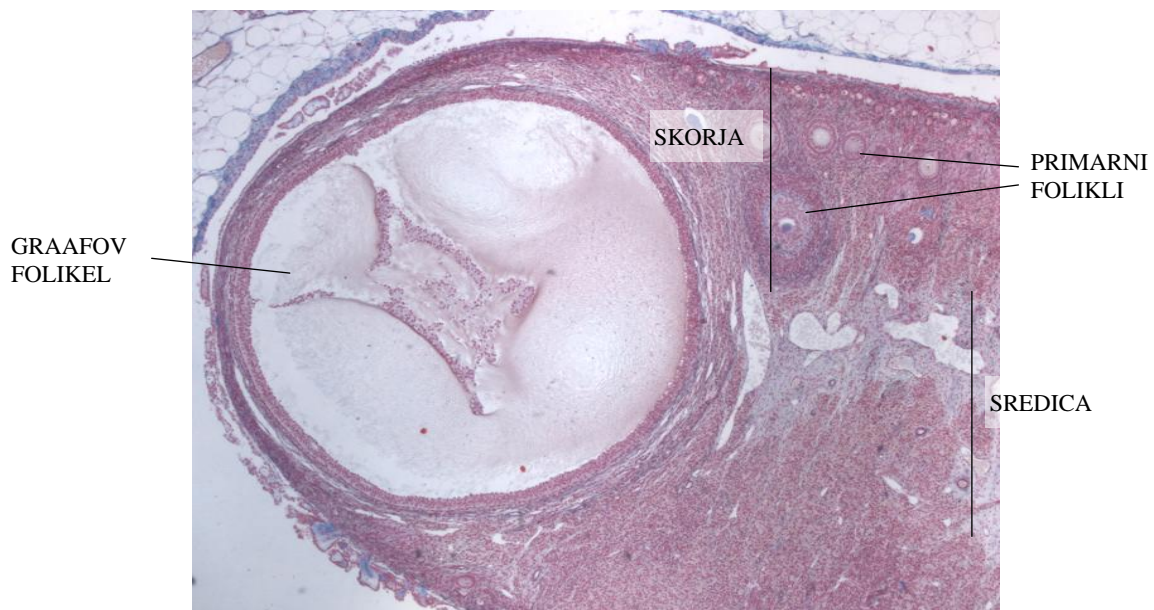
Zunanji del jajčnika (ovarija) je iz enoslojnega epitela, pod katerim je tanka vezivna ovojnica (tunica albuginea) iz čvrstega vezivnega tkiva. V parenhimu jajčnika razlikujemo skorjo (korteks) in sredico (medulo). V sredici so v vezivnem tkivu večje žile, ki se razvejijo v omrežje tanjših žil in oskrbujejo skorjo. V skorji so folikli v različnih razvojnih stadijih. Primordialni folikli so najštevilčnejši in so na robu skorje pod vezivno ovojnico. V njih so začetne razvojne stopnje jajčnih celic (primarne oocite). Hormoni hipofize vplivajo na celice folikla, da se delijo in tvorijo več plasti; nastane primarni folikel. Folikularne celice se postopoma delijo naprej in na določeni razvojni stopnji začnejo izločati eozinofilno tekočino (folikularni likvor). Nastane sekundarni folikel, ki tvori estrogene hormone (najpomembnejši med njimi je  $\beta$ -estradiol), ki vzpodbujajo sluznico maternice, da se debeli. Votlinice z likvorjem se zlijejo v enotno votlino (folikularni antrum), folikel se močno poveča in nastane zrel ali Graafov folikel. Tik pred ovulacijo se zrel folikel pritisne ob vezivno ovojnico in tam onemogoči preskrbo s krvjo. Nastane izboklina (stigma), ki počni in jajčna celica, obdana s folikularnimi celicami, se izplavi. Po ovulaciji se v Graafovem foliklu nekaj žil pretrga, nastane krvni strdek. S tem iz preostanka Graafovega folikla nastane rdeče telesce, ki se kmalu pretvori v rumeno telesce. Rumeno telesce deluje kot endokrini žleza in izloča estrogene in androgene hormone (najpomembnejši je progesteron). V kolikor ne pride do zanositve, delovanje rumenega telesca 2–3 dni pred koncem menstrualnega cikla nenadoma usahne in rumeno telesce se zabrazgotini (nadomesti z vezivnim tkivom); nastane belo telesce. Hkrati začne dozorevati več primordialnih foliklov, a redko dozori več Graafovih foliklov – običajno le eden, torej le eden ovulira, ostali propadejo (atrečni folikli).

**Material:** jajčnik (mikroskopski preparat)

**Naloga** Narišite jajčnik in označite skorjo in sredico ter različne razvojne faze foliklov (primordialne folikle, primarne folikle, sekundarni folikel, Graafov folikel, rumeno telesce).



Slika 47: Folikli v jajčniku



Slika 48: Graafov folikel

## Maternica

Stena maternice (uterus) je zgrajena iz sluznice (endometrij), mišične plasti (miometrij) ter vezivne plasti (perimetrij). Sluznica, ki je v stiku z maternično votlino, je iz treh plasti: enoslojnega epitela, funkcionalne (povrhnje) in bazalne (osnovne) plasti. Bazalna plast se med menstrualnim ciklom ne spreminja, medtem ko se funkcionalna plast in povrhnjica ciklično luščita in obnavljata. Epitel sluznice je na mnogih mestih ugreznjen v sluznico in tvori maternične žleze, ki se v fazi obnavljanja (poliferacije) podaljšajo in pomnožijo, v fazi izločanja

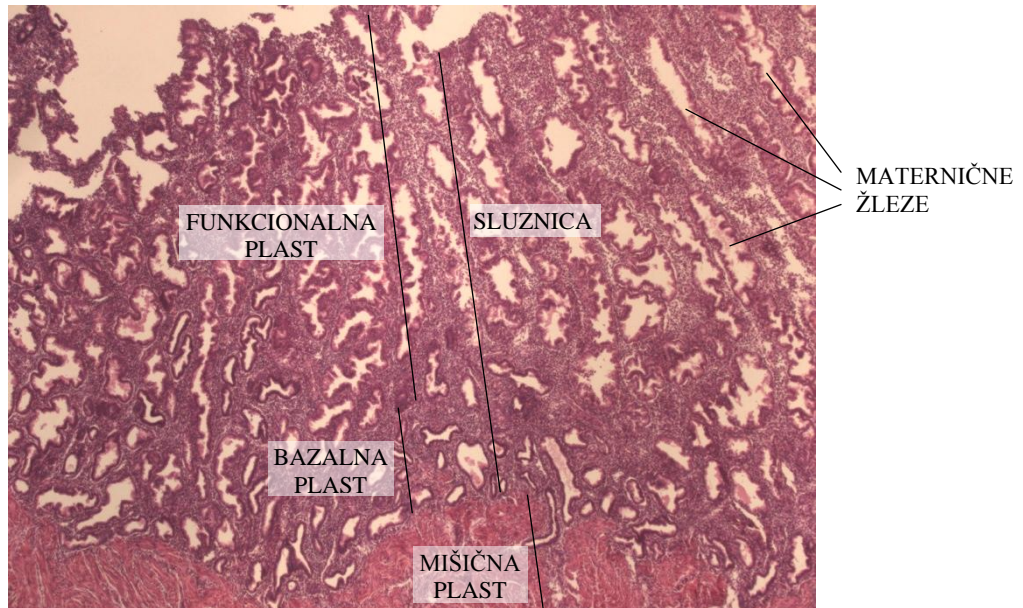
(sekrecije) pa razširijo in zvijejo ter napolnijo s hranljivimi izločki, bogatimi z ogljikovimi hidrati. V funkcionalni plasti sluznice so številne vijugave arterije, ki so zelo občutljive na količine progesterona in estrogena v krvi. Ob znižanju njune koncentracije te žile propadejo in funkcionalna plast sluznice se odlušči. Ob povišani koncentracije estrogena se sluznica obnovi in pod vplivom progesterona pripravi na sprejem oplojenega jajčeca.

**Material:** prečni prerez stene maternice (mikroskopski preparat), sveža rodila svinje

**Naloga I** Narišite preparat maternice in označite mišično plast in sluznico. V sluznici označite epitel sluznice, funkcionalno plast, bazalno plast in maternične žleze.

**Vprašanje** V kateri fazi menstrualnega cikla je sluznica na preparatu?

**Naloga II** Oglejte si rodila svinje in skicirajte vagino, maternični vrat, dvorogo maternico, jajčnik in jajcevod.



Slika 49: Maternica

## LITERATURA

Brusca R C, Brusca G J (2003) *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland

Carola R, Harley J P, Noback C R (1992) *Human Anatomy and Physiology*. McGraw Hill, New York

Edwards C A, Bohlen P J (1996) *Biology and ecology of earthworms*. Chapman & Hall, London

Eroschenko V P (2008) *Di Fiore's atlas of histology with functional correlations*. Lippincott Williams & Wilkins: Wolters Kluwer, Philadelphia

Kalezić M (2001) *Osnovi morfologije kičmenjaka*. Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd

Liem K F, Bemis W E, Walker W F, Grande L (2001) *Functional anatomy of the vertebrates : an evolutionary perspective*. Harcourt College Publishers, Fort Worth

Matoničkin I, Erben R (1994) *Opća zoologija*. Školska knjiga, Zagreb

Pechenik J A (2010) *Biology of the invertebrates*. McGraw-Hill Higher Education, Boston

Ross M H, Kaye G I, Pawlina W (2003) *Histology: A Text and Atlas*. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia

Ruppert E E, Fox R S, Barnes R D (2004) *Invertebrate zoology : a functional evolutionary approach*. CA: Thomson: Brooks/Cole, Belmont

Stephen A M, John P H (2010) *Zoology*. McGraw-Hill Higher Education, Boston

Štrus J, Drobne D, Zidar P (2002) *Navodila za vaje iz splošne zoologije*. Študentska založba, Ljubljana

Štrus J (2002) *Splošna zoologija*. Študentska založba, Ljubljana