

Laboratorijske vaje iz Splošne zoologije – protokoli

Ime in priimek avtoric: **doc. dr. Katja Adam, doc. dr. Martina Lužnik**

Naslov: **Laboratorijske vaje iz Splošne zoologije – protokoli**

Študijski program in predmet:

- Študijski program: **Varstvena biologija, dodiplomski študijski program**
- Študijski predmet: **Splošna zoologija**
- Izvajalka študijskega programa: **Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije**

Študijsko leto: **2024/2025**

Kraj in letnica izdelave: **Izola, 2025**

KOLOFON

Ime in priimek avtorja: **doc. dr. Katja Adam, doc. dr. Martina Lužnik**

Naslov dela: **Laboratorijske vaje iz Splošne zoologije – protokoli**

Tipologija dela: **2.05 Drugo učno gradivo**

Kraj in letnica izdelave: **Izola, 2025**

Založba: **Samozaložba**

Licenciranje: **Odprti dostop Creative Commons CC BY-SA**



SPROTNO OCENJEVANJE PROTOKOLOV

Datum pregleda	Ocenjevalec	Ocena (- / 0 / +)	Opombe

KONČNA ODDAJA PROTOKOLOV

Datum pregleda	Ocenjevalec	Protokoli so ustrezno urejeni in označeni / potrebni popravkov	Opombe

SKUPNA OCENA PROTOKOLOV

Datum pregleda	Ocenjevalec	Ocena	Podpis
		0% / 2,5 % / 5%	

KAZALO VSEBINE

UVOD	5
SORODSTVENI ODNOSI V KRALJESTVU ŽIVALI	6
POENOSTAVLJEN SISTEM S PREGLEDOM OBRAVNAVANIH TAKSONOV:.....	6
1. VAJA: MIKROSKOP IN MIKROSKOPIRANJE	12
2. VAJA: CELIČNE STRUKTURE	18
3. VAJA: EPITELNO TKIVO	24
4. VAJA: MIŠIČNO TKIVO	32
5. VAJA: TKIVO Z BOGATO MEDCELIČNINO.....	38
6. VAJA: ŽIVČNO TKIVO IN ŽIVČNI SISTEMI	43
7. VAJA: INTEGUMENT	48
8. VAJA: GIBANJE	55
9. VAJA: OPORNI ALI SKELETNI SISTEM	59
10. VAJA: PREBAVILA	64
11. VAJA: IZLOČALA	70
12. VAJA: DIHALNI IN OBTOČILNI SISTEM	75
13. VAJA: ČUTILA	82
14. VAJA: RAZMNOŽEVANJE.....	90
15. VAJA: RAZVOJ	98
16. VAJA: SEKCIJE.....	102
IZVLEČEK	110
UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI	111
SEZNAM PRIPOROČENE LITERATURE ZA ŠTUDIJ	111

UVOD

Pred vami so **Protokoli za Laboratorijske vaje iz Splošne zoologije**, katerih cilj je študentom omogočiti vpogled v raznolikost in delovanje živali ter temeljne zakonitosti posameznih živalskih skupin. Skozi praktično delo boste pridobili ključna znanja o zgradbi, delovanju in sistematiki različnih živali. Vaje so zasnovane tako, da vas korak za korakom popeljejo skozi širok spekter tem, ki so ključne za razumevanje zoologije.

Vsebina Protokolov vsebuje 16 vaj, ki zajemajo mikroskopiranje, histologijo, organske sisteme živali ter sekcije različnih živalskih vrst. Vsaka vaja ima jasna navodila za opazovanje in analizo posameznih zooloških struktur. Vaje vključujejo pester nabor tehnik, od priprave preparatov, opazovanja trajnih preparatov, opazovanja živali do sekcij, s katerimi boste tekom semestra razvijali razumevanje različnih taksonov in njihovih značilnosti, od celične ravni do kompleksnih tkiv in organov.

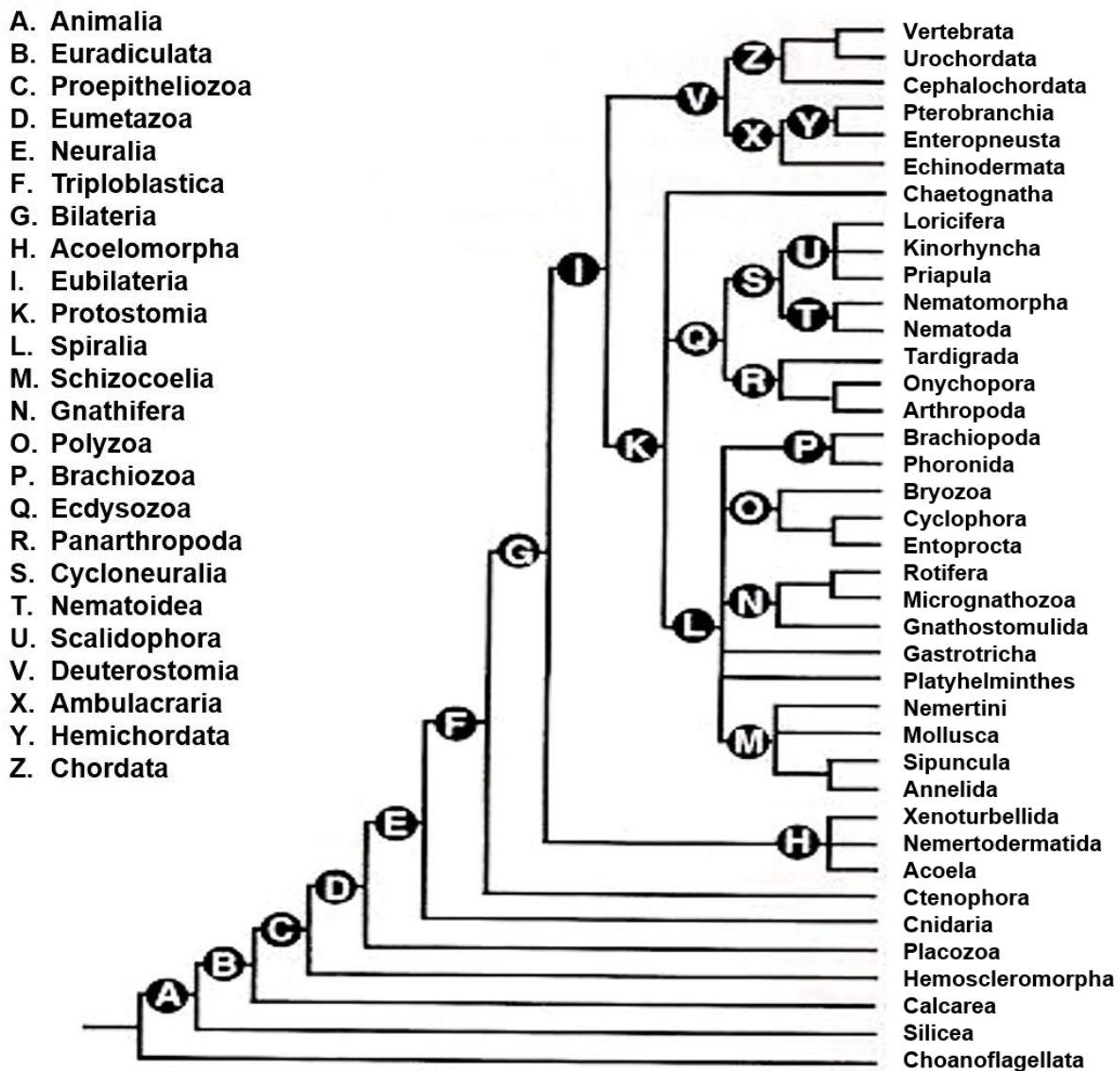
Stremiva k temu, da se študenti med izpolnjevanjem protokolov ne le seznani s teoretičnimi temelji zoologije, temveč tudi aktivno razvijajo praktične veščine opazovanja, analize in interpretacije bioloških podatkov. Te veščine so nepogrešljive pri razumevanju kompleksnosti živalskega sveta in bodo neprecenljive tudi v vaši nadaljnji akademski in strokovni poti.

Želiva vam uspešno delo in obilo novih odkritij!

Dr. Katja Adam

Dr. Martina Lužnik

SORODSTVENI ODNOSI V KRALJESTVU ŽIVALI



POENOSTAVLJEN SISTEM S PREGLEDOM OBRAVNAVANIH TAKSONOV:

Uporabljene kategorije z okrajšavami:

Phylum (ph.) / deblo

Subphylum (subph.) / poddeblo

Classis (cl.) / razred

Subclassis (subcl.) / podrazred

Supraordo (so.) / nadred

Ordo (o.) / red

Familia (fam.) / družina

SKUPINA NAD DEBLOM	PHYLUM / DEBLO	UVRSTITEV V NIŽJI TAKSON	OBRAVNAVANI TAKSON	NALOGA (material)
Regnum PROTISTA (kraljestvo PROTISTOV)				
SAR, ALVEOLATA	Ciliophora (migetalkarji)	cl. Oligohymenophorea / o. Peniculida / fam. Parameciidae	<i>Paramecium</i> sp. (paramecij)	zgradba evkariontske celice
	Amoebozoa (amebe)	cl. Tubulinea / Sarcodina / o. Tubulinida / fam. Amoebidae	<i>Amoeba proteus</i> (ameba)	psevdopodiji
SAR, RHIZARIA	Retaria	subph. Foraminifera	Foraminifera (luknjičarke)	skelet
	Retaria	subph. Radiolaria (Polycistinea)	Radiolaria (mreževci)	skelet
Regnum ANIMALIA (kraljestvo ŽIVALI)				
»SPUŽVE«	Silicea		Različne vrste	spikule
	Euradiculata - Calcarea (apnenčaste spužve)			
	Homoscleromorpha			
EUMETAZOA				
	Placozoa			
	Cnidaria (ožigalkarji)	cl. Anthozoa (koralnjaki) / subcl. Hexacorallia / o. Actiniaria (morske vetrnice) / fam. Actiniidae	<i>Actinia</i> sp.	prerez polipa
		cl. Hydrozoa (trdoživnjaki)	<i>Obelia</i> sp.	kolonija
	Ctenophora (rebrače)			
ACOELOMORPHA	Acoela			
	Nemertodermatida			
	Xenoturbellida			
EUBILATERIA				
PROTOSTOMIA, SPIRALIA	Annelida (kolobarniki)	cl. Polychaeta (mnogoščetinci) / subcl. Palpata (palpati) / o. Phyllodocida / fam. Nereididae (morske strige)	<i>Nereis</i> sp.	parapodij
		cl. Clitellata (sedlaši) / subcl. Oligochaeta (maloščetinci) / o. Haplotaxida / fam. Lumbricidae (deževniki)	<i>Lumbricus terrestris</i> (navadni deževnik)	prečni prerez, živi – gibanje, sekcija
	Sipuncula (pršivci)			
	Mollusca (mehkužci)	cl. Gastropoda (polži) / o. Stylommatophora (kopenski pljučarji) / fam. Helicidae (veliki polži)	<i>Helix</i> sp. (vrtni polž)	oko, radula
		cl. Bivalvia (školjke) / subcl. Filibranchia (krilolike školjke) / o. Mytiloida (klapavice) / fam. Mytiloidae	<i>Mytilus galloprovincialis</i> (užitna klapavica)	sekcija: dihala, prebavila, obtočila

SKUPINA NAD DEBLOM	PHYLUM / DEBLO	UVRSTITEV V NIŽJI TAKSON	OBRAVNAVANI TAKSON	NALOGA (material)
PROTOSTOMIA, SPIRALIA	Mollusca (mehkužci)	cl. Cephalopoda (glavonožci) / subcl. Dibranchiata (dvoškrgarji) / so. Decabrachia (deseterolovkarji) / o. Sepioidea (sipe) / fam. Sepiidae	<i>Sepia officinalis</i> (sipa)	sekcija: prebavila, dihalna, obtočila, razmnoževanje, gibanje, oporni sistem
	Nemertini (nitkarji)			
	Platyhelminthes (ploski črvi)	cl. Turbellaria (vrtinčarji)	o. Tricladida (tričrevniki ali planarije)	zgradba, prebavila (prečni prerez, živi)
		cl. Cestoda (trakulje) / o. Cyclophyllidea / fam. Taeniidae	<i>Taenia</i> sp.	proglotidi, spolni aparat
	Gastrotricha (trebuhodlačniki)			
	Gnathostomulida			
	Micrognathozoa			
	Rotifera (kotačniki)			
	Entoprocta			
	Cycliophora			
	Bryozoa = Ectoprocta (mahovnjaki)			
	Phoronida			
	Brachiopoda (ramenonožci)			
PROTOSTOMIA, ECDYSOZOA, PANARTHROPODA	Arthropoda (členonožci)	subph. Chelicerata (pipalkarji) / cl. Arachnida (pajkovci)	o. Araneae (pajki)	levi pajkov
		subph. 'Crustacea' (raki) / cl. Malacostraca (višji raki) / subcl. Eumalacostraca (pravi višji raki) / so. Eucarida (evkaridi) / o. Decapoda (deseteronožci) / fam. Nephropidae	<i>Nephrops norvegicus</i> (škamp)	sekcija: živčevje, dihalna, prebavila, noge
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke)	o. Ephemeroptera (enodnevnice)	ličinke enodnevnice - trahealne škrge
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke)	o. Odonata (kačji pastirji)	ličinke kačjih pastirjev - lovna krinka, traheje
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke)	o. Orthoptera = Saltatoria (kobilice)	skakalne, hodilne noge
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Phasmatoptera (paličnjaki) / fam. Pseudophasmatidae	<i>Peruphasma schultei</i> (vražji paličnjak)	Sekcija: izločala, prebavila, dihalna, živčevje, obustni aparat, razmnoževanje

SKUPINA NAD DEBLOM	PHYLUM / DEBLO	UVRSTITEV V NIŽJI TAKSON	OBRAVNAVANI TAKSON	NALOGA (material)
PROTOSTOMIA, ECDYSOZOA, PANARTHROPODA	Arthropoda (členonožci)	subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke)	o. Blattoptera (ščurki)	obustni aparat
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Mantoptera (bogomolke) / fam. Mantidae (bogomolke)	<i>Mantis religiosa</i> (navadna bogomolka)	grabilne noge
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Hemiptera (kljunate žuželke); subo. Homoptera (enakokrilci)	fam. Tibicinae (pojoči ali pravi škržadi)	ličinke - kopalne noge, traheje
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Hymenoptera (kožekrilci) / fam. Apidae (prave čebele)	<i>Apis mellifera carnica</i> (sivka)	noge, obustni aparat
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Coleoptera (hrošči) /	fam. Dytiscidae (kozaki), fam. Gyrinidae (kolovrti)	plavalne noge
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke)	o. Lepidoptera (metulji)	luske na krilih
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Diptera (dvokrilci) / Nematocera (komarji in mušice) /	fam. Culicidae (komarji): <i>Culex</i> sp. ali <i>Aedes</i> sp.	bodalo-sesalo; haltere, antene
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Diptera (dvokrilci) / Nematocera (komarji in mušice) / fam. Chironomidae (trzače)	<i>Chironomus</i> sp.	orjaški kromosomi pri ličinki
		subph. Hexapoda (šesteronožci) / cl. Insecta (žuželke) / subcl. Pterygota (primarno krilate žuželke) / o. Diptera (dvokrilci) / Brachycera (prave muhe kratkorožke)	fam. Muscidae (prave muhe)	zgradba očesa
	Onychophora (krempljičarji)			
	Tardigrada (počasniki)			
PROTOSTOMIA, ECDYSOZOA, CYCLONEURALIA	Nematoda (gliste)	cl. Secernentea / o. Ascaridida / fam. Ascarididae	<i>Ascaris lumbricoides</i> (navadna človeška glista)	prečni prerez - zgradba
	Nematomorpha (žive niti)			
	Priapula			
	Kinorhyncha			
	Loricifera			
PROTOSTOMIA	Chaetognatha (ščetinočeljustnice)			

SKUPINA NAD DEBLOM	PHYLUM / DEBLO	UVRSTITEV V NIŽJI TAKSON	OBRAVNAVANI TAKSON	NALOGA (material)
DEUTEROSTOMIA, AMBULACRARIA	Echinodermata (iglokožci)	cl. Echinoidea (morski ježki) / subcl. Regularia (pravilni ježki) / o. Camarodonta / fam. Parechinidae	<i>Psammechinus miliaris</i>	razvoj
		cl. Echinoidea (morski ježki) / subcl. Regularia (pravilni ježki) / o. Camarodonta / fam. Parechinidae	<i>Paracentrotus lividus</i> (navadni ali mediteranski morski ježek)	Sekcija: prebavila, vodovodni sistem, razmnoževanje; oplojevanje
	Enteropneusta (črevoškrjarji)			
	Pterobranchia (peroškrjarji)			
DEUTEROSTOMIA, CHORDATA	Cephalochordata = Acrania (brezglavci)	cl. Leptocardii (škrgoustke) / fam. Branchyostomidae	<i>Branchiostoma lanceolatum</i> (škrgoustka, tudi Amphioxus)	Prečni prerez in »toto« preparat - zgradba
	Urochordata (plaščarji)			
	Vertebrata = Craniata (vretenčarji)	cl. Chondrichthyes (hrustančnice) / subcl. Elasmobranchii (morski psi in skati)	Elasmobranchii	luske – plakoidne
		cl. Actinopterygii (žarkoplavutarice) / o. Cypriniformes (krapovci) / fam. Cyprinidae (pravi krapovci)	<i>Cyprinus carpio</i> (krap)	škrge; koža z luskami; skelet
		cl. Actinopterygii (žarkoplavutarice)		luske – ktenoidne in cikloidne
		cl. Amphibia (dvoživke) / o. Urodela (repate dvoživke) / fam. Proteidae (močerilarji)	<i>Proteus anguinus</i> (človeška ribica)	jetra – elektronske in svetlobne mikrofije
		cl. Amphibia (dvoživke) / o. Anura (brezrepce, žabe) / fam. Ranidae (prave žabe)	<i>Rana</i> sp.	koža žabe, pljuča; secirana žaba
		cl. Reptilia (plazilci) / o. Squamata (luskarji) / Serpentes (kače)	Serpentes	levi, koža
		cl. Aves (ptiči) / o. Galliformes (kure) / fam. Phasianidae (poljske kure)	<i>Gallus gallus domesticus</i> (kokoš)	jajce, razvoj
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Rodentia (glodavci) / fam. Muridae (miši, voluharice in hrčki)	<i>Mus musculus</i> (hišna miš)	histologija
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Rodentia (glodavci) / fam. Caviidae	<i>Cavia porcellus</i> (morski prašiček)	histologija
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Lagomorpha (zajci in žvižgači) / fam. Leporidae (zajci in kunci)	<i>Oryctolagus</i> sp. (kunec)	histologija
	Vertebrata = Craniata (vretenčarji)	cl. Mammalia (sesalci) / o. Carnivora (zveri) / fam. Felidae	<i>Felis silvestris</i> (mačka)	histologija, izločala, živčevje, dihalo

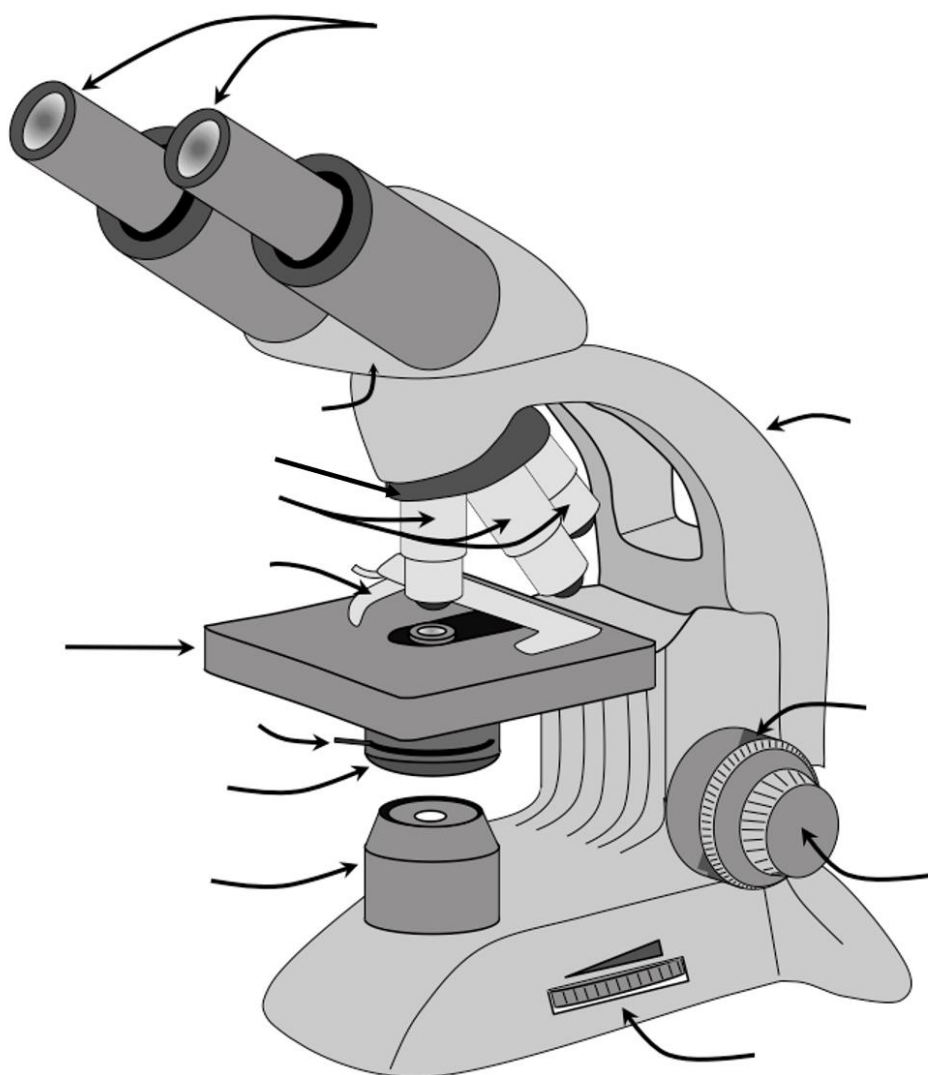
SKUPINA NAD DEBLOM	PHYLUM / DEBLO	UVRSTITEV V NIŽJI TAKSON	OBRAVNAVANI TAKSON	NALOGA (material)
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Carnivora (zveri) / fam. Canidae (psi)	<i>Canis lupus</i> (pes)	histologija
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Artiodactyla (sodoprsti kopitarji) / fam. Suidae (svinje)	<i>Sus scrofa</i> (svinja)	histologija
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Artiodactyla (sodoprsti kopitarji) / fam. Bovidae (votlorogi)	<i>Bos taurus</i> (krava)	histologija, kost, mišice
		cl. Mammalia (sesalci) / o. Primates (prvaki) / fam. Pongidae (človeku podobne opice)	<i>Homo sapiens</i> (človek)	histologija, obtočila, ustna sluznica, kromosomi, koža

1. VAJA: MIKROSKOP IN MIKROSKOPIRANJE

PREPARAT	OZNAKA	VIR
<i>Homo sapiens</i> – celice ustne sluznice	-	Sveži preparat
<i>Homo sapiens</i> – celice ustne sluznice	2401	SET Histology of mammalia
Celice z migetalkami	2502	
Jetra prašiča (liver of pig)	2416	SET Histology of mammalia

1.1 Spoznavanje svetlobnega mikroskopa

→ Posameznim številkam na spodnji sliki pripišite naslednje dele mikroskopa: mikrometrski vijak, makrometrski vijak, vijak za vklop žarnice in uravnavanje jakosti svetlobe, objektna mizica, objektiv, okular, kondenzor, revolver, ročica za aperturno zaslonko, vijak za pomik kondenzorja, bazo, vir svetlobe, stativ in tubus.



1.2 Ločljivost

Izračunajte ločljivost (d) svojega svetlobnega mikroskopa pri vseh objektivih (upoštevajte, da je srednja valovna dolžina svetlobe $\lambda = 550 \text{ nm}$). Formula: $d = 0,61 \cdot \lambda / NA$

1.3 Ločljivost

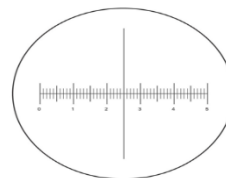
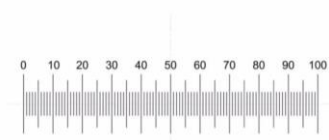
Izračunajte maksimalno ločljivost (d) svetlobnega mikroskopa če je $NA = 1,4$.

1.4 Numerična apertura

- Izračunajte numerično aperturo (NA) objektiva s 100x povečavo pri uporabi zraka kot medija med objektom in lečo (NA pri uporabi imerzije je zapisana na objektivu: 1,25). Predvidevajte, da kotna odprtina ostane v obeh primerih enaka.
- Kakšna je v tem primeru (pri taki NA) ločljivost?
- Ali pri uporabi zraka kot medija presežemo ali ne presežemo koristne povečave sistema leč?

1.5 Meritve z mikroskopom

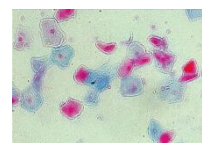
Umerite enoto (razdelek) **okularnega merila** s pomočjo mikrometrске mreže (objektno merilo) z znano velikostjo razdelka (10 μm). Enoto okularnega merila (krajše okularno enoto - o.e.) morate umeriti pri vseh povečavah mikroskopa (40x, 100x, 400x in 1000x) za vsak mikroskop posebej, saj imajo ti lahko različna okularna merila.



Povečava	Račun	Dolžina razdelka (o.e.) v μm	Račun	Dolžina razdelka (o.e.) v μm
40 x				
100 x				
400 x				
1000 x				

1.6 Priprava in opazovanje svežega mikroskopskega preparata – bris ustne sluznice

→ Pripravite svež preparat celic ustne sluznice:



- z notranje strani lica vzamemo bris ustne sluznice z leseno ali vatirano palčko;
- bris prenesemo na objektno stekelce;
- brisu dodamo kapljico fiziološke raztopine, pokrijemo s krovnim stekelcem;
- sveži preparat pogledamo s svetlobnim mikroskopom.

→ Narišite in označite celice ustne sluznice, ne pozabite na merilo v μm . Preparat primerjajte s trajnim preparatom brisa ustne sluznice. Kakšna je razlika med njima?

Preparat: trajni, obarvan preparat celic ustne sluznice (2401)

POVEČAVA:

1.7 Uporaba imerzijskega objektiva, vaja v uporabi mikrometrskega vijaka, globinska ostrina:

→ Opazujte celice migetalčnega epitela najprej pod manjšo povečavo (100x ali 400x). Preparat pri vsaki izmed povečav izostrite, pri 400x povečavi le z **mikrometskim** vijakom. Skicirajte.

→ Nato pripravite preparat za opazovanje pod največjo povečavo (1000x). **POZOR** – pri tej povečavi je **OBVEZNA UPORABA** imerzijskega olja.

→ Imerzijsko olje kanite na preparat, potem ko ste željeni del preparata naostrili pri 400x povečavi, medtem ko je revolver vmes med objektivom s 400x in 1000x povečavo.

→ Po uporabi imerzijskega olja **nikoli ne obračajte objektiva nazaj na 400x povečavo**, ampak premaknite revolver na najmanjšo povečavo (40x), odstranite preparat in ga očistite z mehko papirnato brisačo oz. krpico, ki je temu namenjena. Preverite pod mikroskopom, ali je preparat čist.

→ Imerzijski objektiv le rahlo obrišite s krpico.

→ Narišite dve skici preparata – na prvi prikažite shemo preparata (pod manjšo povečavo – npr. 100x), na drugi pa migetalčne celice (pod 1000x povečavo). Označite, kje na preparatu se nahajajo migetalčne celice. Ne pozabite na **merilo v μm** ob vseh skicah.

Preparat: celice z migetalkami (2502)

POVEČAVA:

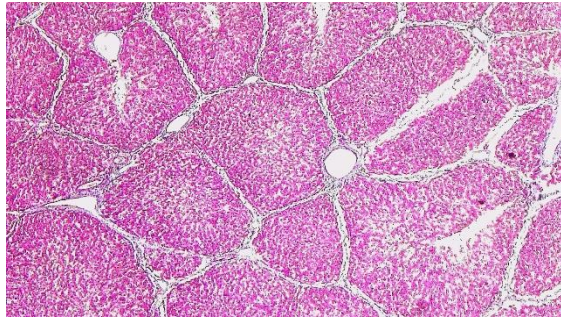
POVEČAVA:

1.8 Orientacija v tkivu, meritve različnih struktur

→ Izmerite 10 različnih jetrnih lobulov in 10 jetrnih celic in izračunajte njihovo povprečno širino. Rezultate meritev (povprečij) primerjajte med seboj.

Preparat: jetra prašiča (2416)

Jetrni lobuli (pri 40x povečavi)

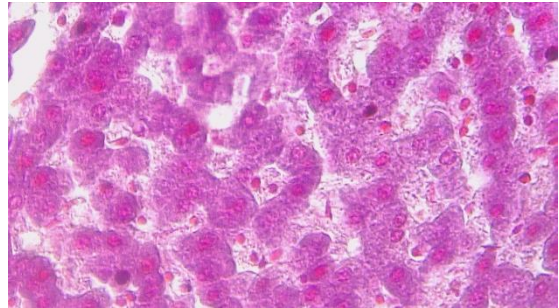


Velikosti:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

Povprečje:

Jetrne celice (pri 400 ali 1000x povečavi)



Velikosti:

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

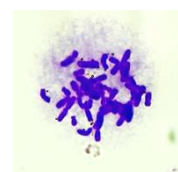
Povprečje:

2. VAJA: CELIČNE STRUKTURE

PREPARAT	OZNAKA	VIR
<i>Homo sapiens</i> – kromosomi	Ma104h	
<i>Chironomus sp.</i> – orjaški kromosomi v žlezah slinavkah	5011	
Krvni razmaz (blood smear)	2408	SET Histology of mammalia
<i>Paramecium sp.</i> – strukture celice vidne na trajnem preparatu	2103d	
<i>Paramecium sp.</i> – strukture celice vidne z različnimi obarvanji	-	Infuzum
Elektronske mikrofografije: jedro, jedrce; zrnati + gladki ER, GA, lizosomi, mitohondriji, peroksisomi, celični stiki itd.	Foto	
Shranjevanje glikogena, lipidov v jetrih močerila	Foto	

2.1 Človeški kromosomi

- Skicirajte kromosome v belih krvničkah.
- Kaj se zgodi z jedrom med mitotsko delitvijo?



Preparat: človeški kromosomi iz kulture krvi (*Homo sapiens*, Ma104h); ženska ali moški)

POVEČAVA:

2.2 Orjaški kromosomi

- Skicirajte in označite preparat orjaških kromosomov ličink trzač. Označite **kromomere**, **interkromomere** in območja intenzivnega prepisovanja DNK (**nabrekli** – puff).

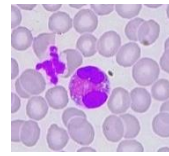


Preparat: orjaški kromosomi v žlezah slinavkah ličink trzač (*Chironomus sp.*, Diptera; 5011)

POVEČAVA:

2.3 Celično jedro krvnih celic sesalca

V periferni krvi poleg najpogostejših **eritrocitov** (kroglaste oblike, brez jedra, premer med 6 in 8 μm) prepoznamo tudi **trombocite** (krvne ploščice, majhni ostanki celic) in levkocite (bele krvničke, obrambna funkcija). Slednje delimo na granulocite (vsebujejo številna obarvana zrna in imajo različna jedra: **nevtrofilni**, **eozinofilni** in **bazofilni** granulociti) ter agranulocite (**limfociti** in **monociti**). Celice skicirajte v pravilnem velikostnem razmerju.



→ Na preparatu krvnega razmaza prepoznajte posamezne tipe krvnih celic različnih velikosti in z različno oblikovanim jedrom. Pri identifikaciji krvnih celic si pomagajte z opisi in slikami v skripti.

Preparat: razmaz človeške krvi (2408)

Eritrociti: majhni, brez jedra.

Nevtrofilni granulociti: jedro z več režnji (2-5).

Trombociti: krvne ploščice, delci celic!

POVEČAVA:

POVEČAVA:

Eozinofilni granulociti: jedro z dvema režnjema in številne granule.

POVEČAVA:

Bazofilni granulociti: svetlo jedro z dvema do tremi režnji; temne granule (so zelo redki).

POVEČAVA:

Limfociti: majhni, jedro zapolnjuje skoraj celo citoplazmo.

POVEČAVA:

Monociti: veliki, z ledvičastim jedrom.

POVEČAVA:

2.4 Celično jedro z elektronskim mikroskopom

→ Skicirajte jedro in njegove sestavne dele, kot so prikazani na elektronskih mikrografijah. Označite: **jedro, jedrce, ev-/heterokromatin, jedrna ovojnica (jedrna lamina, notranja in zunanja jedrne membrana), jedrne pore**. Prikažite celotno jedro in tudi podroben izsek jedrne ovojnice.

Preparat: elektronske mikrografije

2.5 Mitohondriji

→ Skicirajte **mitohondrije**, kot so prikazani na elektronskih mikrografijah. Označite: **notranja in zunanja mitohondrijska membrana, mitohondrijski matriks**.

Preparat: elektronske mikrografije

2.6 Endoplazemski retikulum, Golgijev aparat, lizosomi, peroksisomi in membranski vezikli

→ Skicirajte in označite celične organele, ki so prikazani na mikrografijah: **gladki in zrnati ER, GA, lizosomi, peroksisomi in vakuole ali vezikli.**

Preparat: elektronske mikrografije

Zrnati in gladki ER:

GA:

Lizosom, peroksisom:

Vakuole, vezikli:

2.7 Dokazovanje glikogena

Glikogen v tkivih dokazujemo s PAS reakcijo

→ Oglejte si fotografije jeter močerila (*Proteus anguinus*), posnete s svetlobnim mikroskopom, in zapišite, kakšna je razlika med preparatom s prisotnim glikogenom in tistim brez glikogena.

Preparat: mikrografije posnete s svetlobnim mikroskopom (PAS reakcija)

2.8 Rozete glikogena in lipidne kaplje v citoplazmi

→ Skicirajte in označite celične strukture, ki so prikazane na mikrografijah.

Preparat: elektronske mikrografije jetrnih celic

2.9 Struktura celice enoceličarjev (Protista)

V celici paramecijev lahko s svetlobnim mikroskopom opazujemo različne strukture, kot so **jedro**, **krčljivi mehurček** oz. kontraktilna vakuola (funkcija: osmoregulacija), **prebavni mehurčki**, **pelikula z migetalkami**, **ustno polje**.

→ Skicirajte in označite celične strukture, ki jih vidite na trajnem preparatu paramecijev.

→ Opazujte žive paramecije, ki jih hranimo z obarvanimi kvasovkami (barvilo Kongo rdeče).

Preparat: paramecij (*Paramecium* sp.) – trajni preparat in živi

3. VAJA: EPITELNO TKIVO

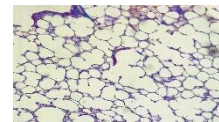
PREPARAT	OZNAKA	VIR
Pljuča mačke – ploščati epitel	2411	SET Histology of mammalia
Ledvica mačke (epiteli različnih oblik v nefronu, kubični epitel)	2417	SET Histology of mammalia
Tanko črevo (stebričasti epitel z mikrovili)	2415	SET Histology of mammalia
Sapnik / Vohalni in dihalni epitel (večstopenjski epitel)	2511 / 2545	-
Sečni mehur (prehodni epitel)	2527	-
Koža dlani (večslojni keratinizirani ploščati epitel)	2547	-
Koža z dlakami in žlezami	2425	SET Histology of mammalia
Trebušna slinavka	2412	SET Histology of mammalia

3.1 Enoslojni ploščati (nizkoprizmatični) epitel

→ Na preparatu pljuč poiščite tankostene **mešičke** (alveole), ki so približno kroglaste oblike in jih obdajajo izjemno sploščene celice **ploščatega epitela**. Druge površine v pljučih (npr. alveolarne vode, bronhiole itd. obdajajo enoslojni **kubični** ali **stebričasti** epiteli).

Preparat: Pljuča mačke (ploščati epitel) (2411c)

POVEČAVA:



3.2 Enoslojni stebričasti (visokoprizmatični, cilindrični) epitel

→ Skicirajte **črevesno resico**, na kateri najdemo stebričasti epitel. V tankem črevesju so med **stebričastimi epitelnimi celicami** tudi **enocelične čašaste žleze**, ki izločajo sluz (mukus). Apikalna površina, kjer poteka absorpcija, je oblikovana v **mikrovile** in na ta način močno povečana, kar pod večjo povečavo vidimo kot t.i. **ščetinast rob** (angl. brush border). Pod epitelom leži vezivno tkivo s **fibrocitami** in **krvnimi kapilarami**.



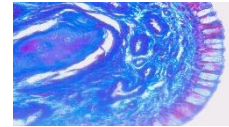
Preparat: Tanko črevo (stebričasti epitel z mikrovili) (2415)

POVEČAVA:

POVEČAVA:

3.3 Večstopenjski epitel

→ Dihalni epitel vsebuje **omigetalčne stebričaste celice** (jedra nad bazalnimi celicami), med njimi pa so **bazalne celice** (ne segajo do površine) in **čашaste sluzne (mukozne) celice**, katerih jedra ležijo bazalno.

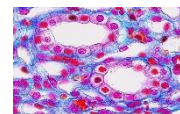


Preparat: vohalni/dihalni epitel (2545)

POVEČAVA:

3.4 Enoslojni kubični (izoprizmatični) epitel

→ Na preparatu ledvic poiščite v sredici zbirne cevke nefronov s **kubičnim epitelom**. Bodite pozorni na obliko celic in **jeder**.

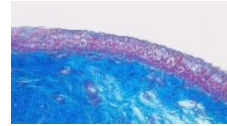


Preparat: Ledvica mačke (kubični epitel v nefronu) (2417)

POVEČAVA:

3.5 Prehodni epitel

→ Oglejte si in skicirajte prehodni epitel mehurja. Posebej bodite pozorni na površinske, »dežnikaste« celice, ki mejijo na lumen mehurja. Te so dobro vidne na demonstracijskem preparatu, kjer je mehur raztegnjen.



Preparat: Sečni mehur – prehodni epitel (2527), demonstracijski preparat.

Neraztegnjen mehur

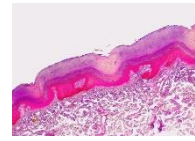
POVEČAVA:

Raztegnjen mehur – demonstracijski preparat:

POVEČAVA:

3.6 Večslojni ploščati epitel

→ Preparat kože dlani si oglejte pri manjši in večji povečavi. Skicirajte in označite ploščati epitel **povrhnjice** (epidermis) z naslednjimi plastmi: **zarodna plast** (stratum basale/germinativum), **trnasta plast** (str. spinosum), **zrnata plast** (str. granulosum), **svetleča plast** (str. lucidum), **poroženela plast** (str. corneum). Označite tudi spodaj ležečo **usnjico** (dermis) z vezivnim tkivom, žlezami in njihovimi izvodili.



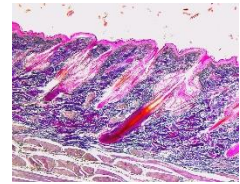
Preparat: Koža dlani – večslojni keratinizirani ploščati epitel (2547).

POVEČAVA:

POVEČAVA:

3.7 Žleze lojnice

→ Na preparatu kože z dlakami poiščite **žleze lojnice**. To so razvejane mešičkaste (alveolarne) žleze, ki ležijo ob **mešičku z dlako**. Dobro so vidne velike sredinske celice, ki razpadejo in tako postanejo izloček žleze (holokrina ž.). Vsebina žlez se izteka v mešiček z dlako (oz. lasni mešiček).



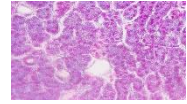
Preparat: Koža z dlakami (2425).

→ Oglejte si epidermis: kakšna je razlika s preparatom kože dlani?

→ Koliko globoko pod epidermisom ležijo žleze lojnice?

3.8 Žlezni epitel

→ Oglejte si in skicirajte preparat trebušne slinavke. **Langerhansovi otočki** (endokrina žleza) so na preparatu vidni kot svetlo obarvani skupki celic. Preostale celice (eksokrino delovanje) so temneje obarvane in tvorijo **acinus** (skupek izločalnih celic, povezanih z **izvodilom**). So bolj ali manj stebričaste oblike, z **bazalnimi jedri**. Med posameznimi acini je tanko **vezivo**, v katerem so številne **krvne kapilare**.



Preparat: Trebušna slinavka (pankreas) prašiča z Langerhansovimi otočki

Langerhansovi otočki

POVEČAVA:

Acinus

POVEČAVA:

4. VAJA: MIŠIČNO TKIVO

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Struktura mišice, prečni in vzdolžni prerez		Kos kuhane govedine
Prečno progaste skeletne mišice	2406	SET Histology of mammalia
Elektronske mikrofografije skeletnih in srčnih prečno progastih mišic	Foto	Elektronske mikrofografije
Srčna mišica	2508	-
Gladke mišice v steni želodca	2414	SET Histology of mammalia

4.1 Makroskopska struktura prečno progaste skeletne mišice

→ Oglejte si **kos kuhane govedine**. Poglejte snope mišičnih celic ter celotno mišico in poskusite najti ovojnice mišice (razlaga spodaj).

Opišite, kako je videti s prostim očesom

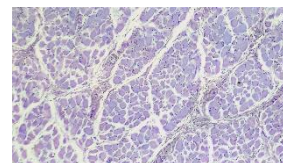
- vzdolžni prerez mišice:
- prečni prerez mišice:

4.2 Prečno progasta skeletna mišica

→ Pri manjši povečavi na preparatu poiščite **prečno prerezano mišico** in skicirajte vezivno ovojnico, ki obdaja celotno **mišico (epimizij)** ter ovojnico, ki obdaja **snope m. vlaken (perimizij)**.

→ Pri večji povečavi (400x) poiščite tanko ovojnico, ki obdaja posamezna **mišična vlakna (endomizij)**. Označite **endomizij**, **perimizij**, **snop mišičnih vlaken**, **jedra** mišičnih vlaken. Bodite pozorni tudi na **sestavo ovojnic** in pri vsaki na skici **dopišite, iz kakšnega tkiva je sestavljena**.

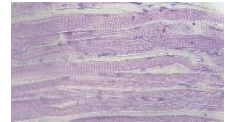
Preparat: Skeletna mišica (2406)



POVEČAVA:

POVEČAVA:

→ Na preparatu skeletne mišice poiščite **vzdolžno prerezana vlakna**. Že pri 400x povečavi lahko opazite prečno-progavost: **temne pasove A** in **svetle pasove I**. Poiščite tudi **jedra** mišičnih celic. Skicirajte en tak vzdolžno prerezan del mišice in ga označite. Na skici označite tudi eno **mišično vlakno**.



Preparat: Skeletna mišica (2406)

POVEČAVA:

4.3 Podrobna zgradba skeletne prečno progaste mišice

→ Na elektronskih mikrografijah si oglejte podrobno zgradbo skeletne prečno progaste mišice in jo skicirajte. Označite **sarkomere** in vse strukture, ki jih lahko prepoznate (**pas A**, **pas I**, **linija Z**, **pas H** in **linija M**).

Preparat: elektronske mikrografije

→ Dopolnite spodnja stavka:

Osnovna strukturna mišic sta proteina _____ in _____. Napišite, v katerih pasovih v eni sarkomeri skeletnega prečno progastega mišičja se nahaja posamezen protein oz. oba proteina:

- I pas:
- A pas:
- H pas:

→ Obkrožite ustrezno trditev:

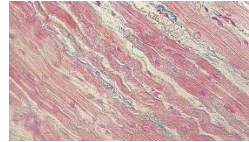
Ob *skrčenju* ene sarkomere se:

I pas skrajša / podaljša / ostane enako dolg,
A pas skrajša / podaljša / ostane enako dolg,
H pas skrajša / podaljša / ostane enako dolg.

4.4 Srčna mišica

→ Skicirajte celice srčne mišice: poiščite **jedra** in svetleje obarvano **sarkoplazmo**, **miofibrile**, **interkalarne diske**. Obdajajo jih krvne **kapilare** in tanka plast **veziva s fibrocitami**.

Preparat: Srčna mišica (2508)



POVEČAVA:

→ Oglejte si elektronsko mikrofotografijo srčne mišice ter skicirajte **interkalarni disk**, **sarkomere**, **miofibrile**, **sarkosom (prečni prerez)**.

Preparat: Elektronske mikrofotografije srčne mišice.

4.5 Gladke mišice v prebavnem traktu

→ Pri manjši povečavi skicirajte in označite posamezne plasti želodčne stene (**želodčna sluznica** (tunica mucosa), **vezivna plast** (tunica submucosa), **zunanja mišična plast** (tunica muscularis externa) in **vezivna ovojnica** (tunica serosa).

→ Pri večji povečavi natančno narišite in označite **zunanjo mišično plast** in označite **prečno prerezano** ter **vzdolžno prerezano** gladko mišičje (notranja krožna in zunanja vzdolžna mišična plast).

Preparat: želodec sesalca z gladkimi mišicami (2414)



POVEČAVA:

POVEČAVA:

5. VAJA: TKIVO Z BOGATO MEDCELIČNINO

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Kost	-	Makroskopski preparat
Prerez skozi kompaktno kost	2405	SET Histology of mammalia
Hialini hrustanec sapnika	2511	-
Ledvica mačke	2417	SET Histology of mammalia
Maščobno tkivo	2403	SET Histology of mammalia
Rahlo vezivno tkivo	2402	SET Histology of mammalia
Elastični ligament	2503	-

5.1 Kost

→ Na izbranem makroskopskem preparatu poiščite gobasto in kompaktno kost. Zapišite, kako se razlikujeta v sestavi:

→ Makroskopska preparata tudi skicirajte:

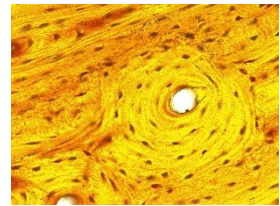
→ Na preparatu poiščite tudi kostni mozeg. Za kakšen tip kostnega mozga gre, rdeči ali rumeni?

→ Kako se razlikujeta med sabo in kje se nahajata?

→ Kakšna je naloga rdečega in kakšna je naloga rumenega kostnega mozga?

5.2. Kostno tkivo

→ Poglejte preparat kompaktne kosti pri manjši in večji povečavi. Skicirajte in označite preparat prečnega prereza skozi kompaktno kost ter označite: **osteone**, **Haversov kanal** s krvnimi žilami in živci (sedaj prazen), **Haversove lamele** iz mineraliziranega matriksa in kolagenskih vlaken, **lakune z osteociti** (zvezdaste oblike, povezane s tankimi izrastki (potekajo po **kanalčkih - kanalikulih**)). Občasno lahko zasledite tudi **Volkmanove kanale**. Med osteoni so **intersticijske lamele**.

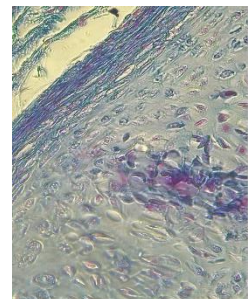


Preparat: Kompaktna kost sesalca (2405)

POVEČAVA:

5.3 Hrustančno tkivo

→ Skicirajte preparat hrustančnega tkiva. Na preparatu hialinega hrustanca poiščite površinski del **perihondrija** (pohrustančnice) s sploščenimi celicami (**fibroblasti**). Globlje leži **plast perihondrija s hondroblasti**. Poiščite **hondrocite**, ki ležijo v **lakunah**, obdanih s **teritorialnim matriksom** (temneje obarvan in mlajšega nastanka). Vse skupaj imenujemo **hondron ali teritorij**. Med posameznimi hondroni je svetleje obarvan **interteritorialni matriks**.

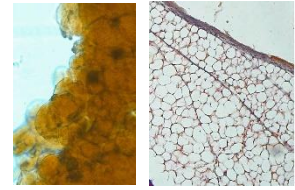


Preparat: Hialini hrustanec sapnika (2511)

5.4 Maščobno tkivo

→ Na preparatu ledvic mačke poiščite maščobno tkivo in skicirajte mesta kjer so bile **maščobne celice**. **Dopišite, za katero vrsto maščobnega tkiva gre!**

→ Oglejte si tudi preparat izoliranega in obarvanega maščobnega tkiva.



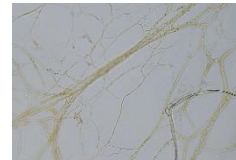
Preparat: ledvica mačke (2417), maščobno tkivo (2403)

POVEČAVA:

5.5 Rahlo vezivno tkivo

→ Oglejte si ter skicirajte rahlo vezivno tkivo. Ta vrsta veziva vsebuje dve vrsti vlaken: (1) **kolagenska**, ki so organizirana v valovite snope, se lahko zravnaajo, vendar niso elastična; (2) **elastična vlakna** so razvejana in se neurejeno povezujejo, lahko se izjemno podaljšajo. Med vlakni opazimo **fibroblaste**.

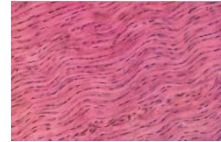
Preparat: rahlo vezivno tkivo (2402)



POVEČAVA:

5.6 Urejeno gosto fibrilarno vezivo

→ Oglejte si primer urejenega veziva v elastičnem ligamentu. Skicirajte potek snopičev vzporednih **elastičnih vlaken** (prevladujejo) ter poiščite **kolagenska vlakna** ter **jedra fibroblastov**, ki te snopiče obdajajo.



Preparat: elastični ligament (2503)

POVEČAVA:

6. VAJA: ŽIVČNO TKIVO IN ŽIVČNI SISTEMI

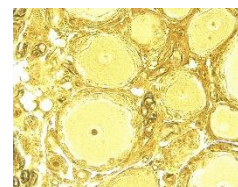
PREPARAT	OZNAKA	VIR
Ganglij simpatičnega živčnega sistema	2540	
Mali možgani	2421	SET Histology of mammalia
Hrbtenjača	2422	SET Histology of mammalia

6.1 Sestava ganglija in živca

Na preparatu opazimo prečni prerez čez ganglij ter prečni in vzdolžni prerez čez živec.

→ Pri manjši povečavi skicirajte prečni prerez čez **ganglij**, kjer so opazna **telesa nevronov** z **jedri** ter **spremljevalne celice**.

→ Pri večji povečavi natančneje skicirajte telo nevrona ter označite še **jedro** (s **heterokromatinom**, **evkromatinom** in **jedrcem**), obdajajo jih **spremljevalne** (satelitske) **celice**.



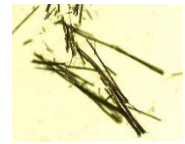
Preparat: simpatični ganglij (2540)

Ganglij
POVEČAVA:

Ganglij
POVEČAVA:

→ Na istem preparatu poiščite prečni prerez **živca**, **skicirajte ga in označite aksone** ter **mielinsko ovojnico**.

→ Skicirajte in označite tudi vzdolžni prerez živca, kjer so opazni **aksoni**, obdani z **mielinsko ovojnico** iz Schwannovih celic (periferno nevroglija celice). Poiščite **Ranvierjeve zažetke** (pojavi se na 0,8 do 1mm), ki so odgovorni za skokovito prenašanje živčnega impulza po aksonu.

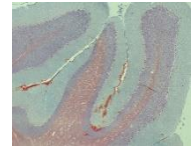


Živec prečno
POVEČAVA:

Živec vzdolžno
POVEČAVA:

6.2 Mali možgani

→ Oglejte si trajni preparat malih možganov in skicirajte njihovo sestavo: **belino**, ki se nahaja na notranji strani in **sivino**, ki obdaja belino. Sivina je iz treh slojev: **molekularnega** sloja, sloja s telesi **Purkinjejevih celic** in **granularnega** sloja.



Preparat: mali možgani mačke (2421)

POVEČAVA:

Sivina podrobno
POVEČAVA:

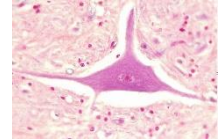
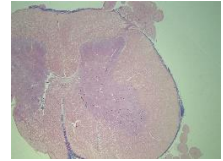
6.3 Hrbtenjača

→ Oglejte si trajni preparat prečnega prereza hrbtenjače (pod lupo). Skicirajte in označite naslednje: **ovojnice**, **ventralni** (večji zažemek) in **dorsalni del hrbtenjače** (manjši zažemek), **sivina**, **belina**, **centralni kanal** s cerebrospinalno tekočino, **veje živcev (dorsalna, ventralna)**.

→ Podrobneje narišite **sivino**, kjer so opazna **telesa motoričnih nevronov** (velika, vidna že pri 40x povečavi), njihova **jedra** in **izrastki** (aksoni oz. dendriti – ne ločite) ter **glia celice** in **kapilare**.

→ Podrobneje narišite **belino** (na zunanji strani, kjer hrbtenjača meji na ovojnice). V belini so vidne **glia celice** in **aksoni**, obdani z mielinsko ovojnico (ta ni vidna!), belino pa obdajajo tri ovojnice (**dura mater**, **arachnoidea**, **pia mater**).

Preparat: prečni prerez hrbtenjače (2422)



Celotna hrbtenjača

POVEČAVA:

Sivina

POVEČAVA:

Belina in ovojnice

POVEČAVA:

7. VAJA: INTEGUMENT

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Prečni prerez gliste (<i>Ascaris</i> sp.)	74539	
Prečni prerez deževnika (<i>Lumbricus</i> sp.)	74557	
Koža žabe	2317	
Koža krpa – izraščanje lusk	2306	
Koža kače	Re122	
Lev - luske kače	-	Makro preparat

7.1 Integument gliste

→ Narišite prečni prerez samice gliste (večji prerez) pri 40x povečavi in označite naslednje strukture: **integument**, **kutikula**, **hipoderm**, **hipodermalne letve (ventralna, dorzalna in lateralni; dopišite, kaj v njih poteka – živčevje ali izločalni kanali)**. Vrišite tudi **prečno prerezano črevo**.



*** Rišite na veliko, saj boste na sliko pri naslednjih vajah dorisali še druge strukture.**

Preparat: prečni prerez gliste (*Ascaris* sp.) (74539)

POVEČAVA:

→ Skicirajte izsek **integumenta** gliste pri 400x povečavi in označite sloje **kutikule** (**zunanji** in **notranji kortikalni sloj**, **homogeni sloj**, **vlaknasti sloj**), **hipoderm**, **bazalno lamino** (ni vidna, označite kje se nahaja).

* Na naslednjih vajah boste na isto skico pod integument dorisali še mišičje.

POVEČAVA:

7.2 Integument deževnika

→ Narišite prečni prerez deževnika pri 40x povečavi in označite naslednje strukture: **integument** (iz **kutikule in epidermisa**), **črevo** (na sredini). Bodite pozorni na pravilno orientacijo (črevo ima v prečnem prerezu obliko črke U)!



* **Rišite na veliko, saj boste na sliko pri naslednjih vajah dorisali še druge strukture.**

Preparat: prečni prerez deževnika (74557)

POVEČAVA:

→ Na podrobni skici **integumenta** deževnika označite (od zunanosti do bazalne lamine): **kutikula**, **enoslojni stebričasti** (cilindrični) **epitel**, **enocelične sluzne žleze**, bazalna lamina (ni vidna, označite kje se nahaja).

*Na naslednjih vajah boste na isto skico pod integument dorisali še mišičje.

POVEČAVA:

7.3 Koža dvoživk

→ Skicirajte kožo žabe in označite naslednje strukture: **epidermis** (**poroženeli sloj**, **prehodni sloji** in **klični sloj**), **dermis** (**sluzne** in **strupne žleze** (**epitel**, **vrat**, **lumen**)), **kromatofore**, **vezivno tkivo**). Dermis je zgrajen iz dveh plasti – rahle **gobaste plasti** (stratum spongiosum; v njen so nameščena telesa žlez) in spodnje **kompaktne plasti** (stratum compactum).

Preparat: prečni prerez kože žabe (2317)

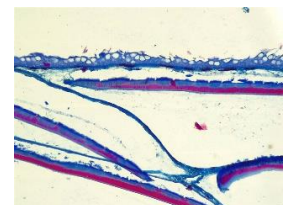


POVEČAVA:

7.4 Koža ribe – lega lusk

→ Oglejte si in skicirajte nameščenost lusk v koži krapa (tip: cikloidna luska). **Luske** so koščene in nastanejo v **usnjici** (torej so mezodermalnega nastanka), prekriva pa jih **povrhnjica**. V usnjici so vidne tudi **pigmentne celice**, za povrhnjico so značilne **čašaste sluzne žleze**. Označite tudi **mišičje**.

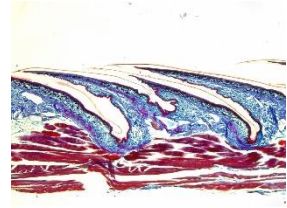
Preparat: koža krapa (2306)



POVEČAVA:

7.5 Koža plazilcev

→ Oglejte si prečni prerez kože kače in poiščite luske – te se nahajajo na površini (so poroženeli del epidermisa), so ektodermalnega nastanka. Na preparatu označite: **povrhnjico** (epidermis), **staro** in **ново** (nastajajočo) **lusko**, **usnjico** (dermis), **pigmentne celice** ter **mišičje**.



Preparat: prečni prerez kože kače (Re122)

POVEČAVA:

→ Oglejte si tudi luske na levu kače in na makroskopskem preparatu kače v alkoholu. Kako so razporejene luske na telesu kače in kako je to povezano z levitvijo? Kakšen je njihov nastanek? V pomoč pri odgovoru si lahko pogledate tudi film levitve kače.

→ Zapišite še, kakšen je nastanek luske ribe in kako so razporejene luske pri ribah.

8. VAJA: GIBANJE

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Amebe (<i>Amoeba proteus</i>)	2101	-
Prečni prerez gliste (<i>Ascaris</i> sp.)	74539	-
Prečni prerez deževnika (<i>Lumbricus</i> sp.)	74557	-
Deževnik – gibanje	-	Živi deževniki
Parapodij mnogoščetinca (<i>Nereis</i> sp.)	An118e	-
Noge različnih žuželk	-	Makro preparati

8.1. Psevdopodiji amebe

→ Skicirajte amebo ter označite **jedro** in **psevdopodije**. K skici **dopišite, kako imenujemo psevdopodije take oblike!**



Preparat: amebe z jedri in psevdopodiji (2101)

POVEČAVA:

8.2 Mišične celice gliste

→ DOPOLNITE SKICI PRI VAJI 7.1

Na skico prečnega prereza gliste vrišite plast **mišičja**. Na podrobno skico integumenta dorišite plast mišičja iz **mišičnih celic**, ki so tik pod hipodermisom, in označite **protoplazmatski** in **kontraktilni** del.



8.3 Gibanje deževnika (*Lumbricus* sp.)

→ Opazujte gibanje deževnika in krčenje posameznih členov! Opišite, kako poteka njegovo premikanje!

Odgovorite na spodnja vprašanja oz. obkrožite pravilni odgovor:

→ Kako imenujemo skelet deževnika? _____

→ Kaj sestavlja tak skelet? _____

→ S krčenjem krožnih mišic se posamezni člen: skrajša in razširi / podaljša in zoži.

→ S krčenjem vzdolžnih mišic se posamezni člen: skrajša in razširi/ podaljša in zoži.

8.4 Mišičje deževnika

→ DOPOLNITE SKICO PRI VAJI 7.2

Oglejte si mikroskopski preparat prečnega prereza deževnika in na skici prečnega prereza skicirajte in označite **krožno** in **vzdolžno plast** mišic, ki potekata pod epidermom. Krožno in vzdolžno plast mišic dorišite tudi na podrobno skico integumenta.

Preparat: prečni prerez deževnika (74557)



8.5 Parapodij mnogoščetincev (Polychaeta)

→ Oglejte si preparat parapodija in na skici označite: **notopodij**, **nevropodij**, **dorzalni cirrus**, **ščetine notopodija**, **ščetine nevropodija**, **asciculum**.

* Lahko si pomagata z lupo.



Preparat: parapodij morskega mnogoščetinca (*Nereis* sp.) (An118)

POVEČAVA:

8.6 Noge žuželk

→ Pod lupo si oglejte različne noge pri žuželkah (**hodilna** – kobilica, **skakalna** – kobilica zadnje noge, **grabilna** – bogomolka, **kopalna** – škržat/bramor, **košek** – čebela in **plavalna noga** – vodni hrošč) in jih skicirajte.

→ Poimenujte in označite tudi posamezne člene (od baze do konice): **kolček** (coxa) → **obrtec** (trochanter) → **stegence** (femur) → **golence** (tibia) → **stopalce** (tarsus) (večdelno).

TIP NOGE:

TIP NOGE:

TIP NOGE:

TIP NOGE:

9. VAJA: OPORNI ALI SKELETNI SISTEM

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Skelet luknjičark (Foraminifera)	74704	-
Lupina mehkužcev	-	Makro preparati
Skelet mreževcev (Radiolaria; Polycystinea)	2201 / Pr121	-
Spužve – spikule	74625	-
Skelet členonožcev – levi žuželk/pajkov	-	Makro preparati
Skelet iglokožcev – morski ježek	-	Makro preparati

9.1 Skelet luknjičark (Foraminifera)

→ Oglejte si preparat različnih hišk luknjičark in skicirajte najmanj **dve** različni vrsti. **Dopišite kakšen tip skeleta imajo.**



Preparat: luknjičarke iz Mediterana, različne vrste (74704)

POVEČAVA:

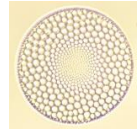
9.2 Lupina mehkužcev (Mollusca)

→ Pod lupo si pogledajte lupino školjke ali hišice polža. Poiščite razlomljen del lupine/hišice in skicirajte ter označite naslednje plasti: **periostrakum**, **ostrakum**, **hipostrakum**. **Dopišite za kakšen tip skeleta gre.**

Preparat: lupine mehkužcev

9.3 Skelet mreževcev (Polycystinea)

→ Skicirajte najmanj **tri** različne vrste mreževcev. **Dopišite kakšen tip skeleta imajo.**



Preparat: mreževci – Radiolaria, različne vrste (2201 ali Pr121)

POVEČAVA:

9.4 »Spužve (Porifera)«

→ Oglejte si in skicirajte različne spikule (najmanj **pet** različnih oblik). **Dopišite za kakšen tip skeleta gre.**



Preparat: spikule spužve (74625)

POVEČAVA:

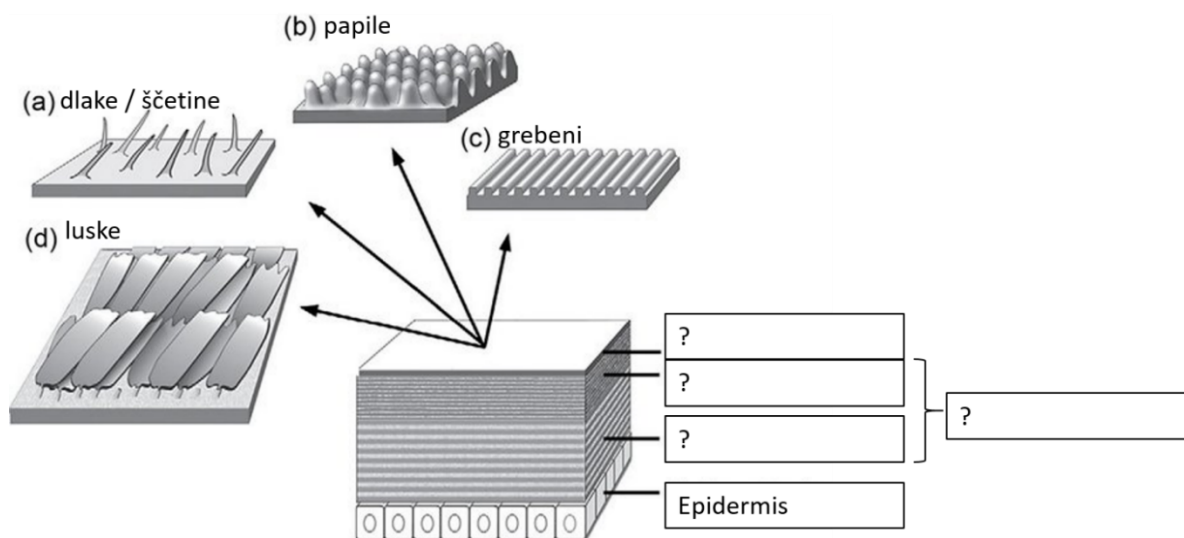
9.5 Skelet členonožcev

→ Oglejte si leve posameznih žuželk (ličinke kačjega pastirja ali škržata) ali pajkov in metuljeva krila. poiščite različne izrastke, ki jih oblikuje kutikula (zapišite katere ste videli).

→ Ali žuželke oz. raki levijo kutikulo v enem kosu ali večih?

→ Kje na telesu členonožcev se prične levitev?

→ Na spodnji skici označite plasti kutikule (**proto-**, **endo-**, **ekso-** in **epikutikula**).



→ katere plasti kutikule se po levitvi ohranijo po levitvi in katere se resorbirajo?

9.6 Morski ježek

→ Oglejte si in skicirajte skelet morskega ježka ter žive živali z oralne in aboralne strani. Dopišite za kakšen tip skeleta gre:

→ Skicirajte oralno stran: **usta, zobci Aristotelove leščerbe**, škrge, obustne nožice, pedicelariji, bodice, **sklepne izbokline**, ambulakralne nožice, **ambulakralne plošče**, **interambulakralne plošče**.

→ Skicirajte aboralno stran: **periprokt**, **analna odprtina**, **genitalne ploščice**, **izvodila gonad**, **ocelarne ploščice**, **sitasta ploščica** (odprtine kamenega kanala), bodice, **ambulakralne nožice**, **ambulakralne plošče**, **interambulakralne plošče**.

Oralna stran

Aboralna stran

→ Oglejte si žive morske ježke in njihovo gibanje. S **površine izraščajo različne strukture** – zapišite katere so to in kakšno funkcijo imajo.

10. VAJA: PREBAVILA

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Vrtinčarji	74502	+ živi organizmi
Deževnik	-	Makro preparat
Deževnik – prečni prerez	74557	-
Radula polža	2123	Demonstracijski preparat
Morska vetrnica	74619	-
Lovilna krinka kačjih pastirjev	-	Makro preparat
Obustni aparati žuželk: grizalo (ščurek), lizalo-sesalo (čebela), bodalo-sesalo (komar)	74210, 73905, 73804	-
Škrgoustka – toto preparat in prečni prerez	73515, 5803	-

10.1 Prebavila vrtinčarjev

→ Vzemite vzorec vode iz vaše okolice, ga nekaj prelijte v petrijevko in s pomočjo lupe poiščite vrtinčarje. Oglejte in skicirajte žive živali ter identificirajte **anteriorni in posteriorni del, sprednjo in zadnji veji črevesja, usta, žrelo**.



→ Oglejte si preparat prečnega prereza vrtinčarjev. Skicirajte ga in označite dele prebavil: **žrelo v žrelnem žepu, zadnji oz. stranski veji črevesja, izrastki oz. mešički (divertikli)**.



Preparat: prečni prerez vrtinčarjev (74502)

10.2 Prebavila deževnika

→ Oglejte si že seciranega deževnika in s pomočjo slikovnih predlog skicirajte celega deževnika ter označite vse dele njegovih prebavil (**sprednje (usta, žrelo, požiralnik, golša, mlinček), srednje, zadnje črevo (z anusom)**).

→ Oglejte si prečni in vzdolžni prerez deževnika, predvsem natančno prebavila.

→ **DOPOLNITE SKICO PRI VAJI 7.2**

Črevo leži v **celomski votlini**, ki jo navzven obdaja telesna stena. Natančno označite prebavilo: **črevo, tiflosolis, kloragogene celice, epitel črevesja**.



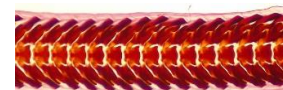
Na skico dorišite in označite tudi ostale organske sisteme: **dorzalno in ventralno žilo**. Pod glavno ventralno žilo leži **živčna vrvica**. V celomski votlini so tudi izločala (**metanefridiji**), poskusite najti tudi nefrostom in nefridiopor.

Preparat: prečni (74557) prerez deževnika

10.3 Prebavila polžev

→ Oglejte si in skicirajte **strgačo** (radulo) polža.

Preparat: radula polža – demonstracijski! (2123)

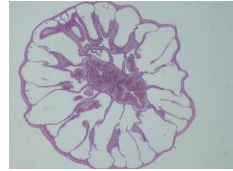


POVEČAVA:

10.4 Prebavila ožigalkarjev

→ Na preparatu poiščite prečni prerez morske vetrnice, ga skicirajte in označite: **žrelo**, **gastrovaskularna votlina**, **septum(i)**, **sifonoglif (2x)**, **epidermis**, **mezogleja**, **krožne mišice**, **vzdolžne mišice**, **gastrodermis** (v njem so encimatsko-žlezne celice in gastrodermalno-mišične celice).

Preparat: Prečni prerez morske vetrnice (74619)



POVEČAVA:

10.5 Prebavila žuželk:

→ Oglejte si in skicirajte glavo ličinke kačjih pastirjev z **lovilno krinko**.

→ Oglejte si in skicirajte naslednje **obustne aparate** različnih žuželk: grizalo, lizalo-sesalo in bodalo-sesalo.

Označite naslednje dele (če so prisotni na preparatu): **labrum** (zgornji ustni), **mandibuli** (zgornji čeljusti), **maksili** (spodnji čeljusti) in **labium** (spodnji ustni). Pri nekaterih obustnih aparatih iz maksil izraščajo **maksilarni palpi**, iz labiuma pa **labialni palpi**. Palpi imajo čutilno vlogo.



Preparati: grizalo – ščurek (74210), lizalo-sesalo – čebela (73905), bodalo-sesalo – komar (73804)

TIP OBUSTNEGA APARATA:

POVEČAVA:

TIP OBUSTNEGA APARATA:

POVEČAVA:

TIP OBUSTNEGA APARATA:

POVEČAVA:

10.6 Škržno črevo škrghostke (*Amphioxus*)

→ Na preparatih škrghostke poiščite in skicirajte naslednje strukture: **hrbta struna**, **hrbtenjača**, **rep**, **škržno črevo**, **škržne reže**, **ciri**, **usta**, **atrij**, **atriporus**, **črevo**, **anus**, segmentirane **mišice** (**miomere** + **miosepte**). Na prečnem prerezu označite tudi **endostil**.



Preparata: cela škrghostka (73515) in prečni prerez v regiji škržnega črevesja (5803)

Cela škrghostka
POVEČAVA:

Prečni prerez
POVEČAVA:

11. VAJA: IZLOČALA

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Opazovanje delovanja kontraktilne vakuole parameciji	-	Živi parameciji
Malpighijeve cevke	-	Sekcija žuželk
Ledvica sesalca	-	Ledvice prašiča
Ledvica sesalca preparat	2417	Histology of mammalia set
Prečni prerez sečnega mehurja zajca	2527	-

11.1 Izločanje in osmoregulacija pri paramecijah: kontraktilna vakuola

Za vajo potrebujete: objektna in krovna stekelca, štoparico (lahko mobilni telefon), kapalke, vato, filtrirni papir, kulturo paramecijev in raztopine z različnimi koncentracijami soli: destilirano vodo ter razredčeno morsko vodo (3,5 % raztopina NaCl) – 5, 10, 15 in 20 % raztopine morske vode.

→ Razdelite se v skupine po dva študenta, pri čemer bo vsak par naredil poskus z začetno kulturo paramecijev in eno koncentracijo.

→ Na čiste objektnike kanite kapljo kulture paramecijev, na katero položite posamezne nitke vate, nato pa pokrijte s krovnim stekelcem. Raztopine v okolici paramecijev menjavate tako, da potegnate obarvano izbrano raztopino pod krovnik s pomočjo kapljice na eni strani ter filter papirja na drugi strani. Preštejte in zapišite si število utripov kontraktilne vakuole na minuto pri petih paramecijah v različno slanih raztopinah.

→ Zapišite tudi rezultate drugih skupin, tako da boste imeli izpolnjene vse koncentracije.

→ Odgovorite na vprašanja na naslednji strani.

Raztopina	Št. utripov v pri parameciji					Povprečno št. utripov v 5 min
	1	2	3	4	5	
Kultura paramecijev						
Destilirana voda						
Morska voda 5%						
Morska voda 10%						
Morska voda 15%						
Morska voda 20%						

→ Kaj se dogaja z utripanjem kontraktilne vakuole paramecijev, če jim dodamo destilirano vodo in kaj, če jim dodamo različne koncentracije morske vode? Razložite.

→ Na kakšen način rešujejo težave s slanostjo večcelični organizmi? S katerim človeškim organom bi vakuolo lahko enačili?

11.2 Malpighijeve cevke

Na vaji iz sekcij ste opazovali Malpighijeve cevke. Zapišite, kakšna je njihova zgradba in vloga, kakšne izločke izločajo ter pri katerih živalih jih srečamo:

11.3 Ledvica sesalca

→ Prerežite ledvico prašiča na polovico in skicirajte njeno notranjo zgradbo. Na skici označite: **skorja, sredica, ledvični meh, sečevod**.

→ Na mikroskopskem preparatu se pri najmanjši povečavi opazi značilno strukturiranost ledvice na **sredico** in ledvično **skorjo**, ki ju boste podrobno narisali (razlaga v nadaljevanju).

Preparat: ledvica (makro), prečni prerez ledvice mačke (2417)



Ledvica makroskopsko:

POVEČAVA:

→ Pri večji povečavi narišite izsek preparata **ledvične skorje**. Poiščite in skicirajte **Malpighijevo telesce**, ki je zgrajeno iz **Bowmanove kapsule** in **glomerulusa**, med njima se nahaja **Bowmanov prostor**. Malpighijeva telesca obdajajo številne prečno in vzdolžno prerezane cevke: **proksimalne** in **distalne zavite cevke**. Te lahko ločimo po obarvanosti (proksimalne se temneje rdeče barvajo, distalne svetleje rdeče-vijolično), številu jeder na obodu cevke (več jih je v distalnih cevkah) in prisotnosti izrazitega **roba iz mikrovilov** (angl. *brush border*) v proksimalnih cevkah. Distalne cevke imajo tudi bolj obsežen lumen, v prerezu pa jih je manj kot proksimalnih!

POVEČAVA:

→ Pri večji povečavi narišite izsek preparata **ledvične sredice**, kjer so številni prerezi **Henleyeve zanke** (s ploščatim epitelom, vendar večjim lumnom kot kapilare) in **zbirnih kanalov** (kubični epitel, jasne meje med celicami, brez mikrovilov).

POVEČAVA:

11.4 Sečni mehur sesalca

→ Sečni mehur je mišičast votli organ, v katerem se zbira seč, s čimer je omogočeno zavestno in občasno uriniranje. Za sečni mehur je značilen epitel, ki ste si ga že pogledali na vajah o epitelih. To je _____ epitel.

→ Kaj je značilno za ta tip epitela?

12. VAJA: DIHALNI IN OBTOČILNI SISTEM

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Traheje žuželk	4316	Žuželke s trahealnimi škrkami
Škrge krapa	2305	Okostje krapa
Pljuča žabe	5901	-
Obtočila in dihala žabe	-	Makro preparat
Pljuča mačke	2411	Histology of mammalia set

12.1 Dihala žuželk

→ Oglejte si in skicirajte preparat vzdušnice ali traheje žuželke – označite **trahejo**, **traheole** in spiralasto organizirano **kutikulo**.

→ Traheje si oglejte tudi na levu škržatov ali drugih žuželk.

Preparat: traheja žuželke (4316)



POVEČAVA:

→ Oglejte si in **skicirajte** trahealne škrge ličink enodnevnice (Ephemeroptera) ali vrbnic (Plecoptera). Skicirajte celo žival ter **označite in zapišite iz katerega dela telesa** trahealne škrge izhajajo!

Preparat: ličinka enodnevnice s trahealnimi škrkami

12.2 Dihala rib

→ Oglejte si in skicirajte prerez čez škrge ribe kostnice (krapa). Na preparatu označite **škržni lok**, **krvne žile**, **škržne lamele**, **škržne lističe** in **krvne kapilare**!

→ Škrge si oglejte tudi makroskopsko – ob okostju krapa.



Preparat: škrge krapa (2305) * Lahko si pomagata z lupo.

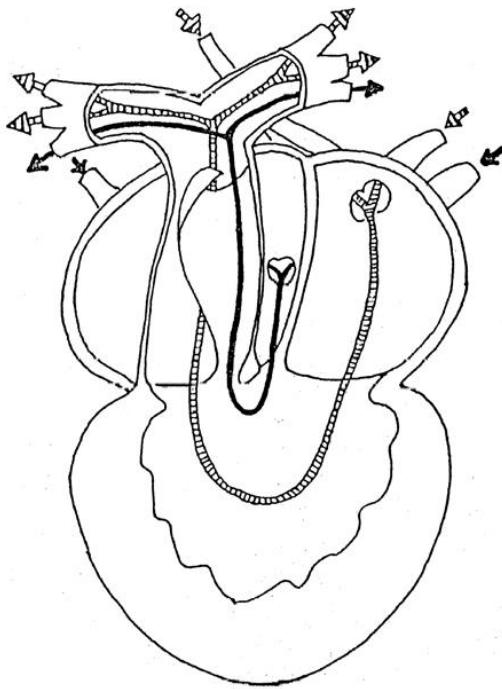
POVEČAVA (lahko pod stereolupo):

POVEČAVA:

12.3 Dihala in obtočilni sistem dvoživk

12.3.1 Obtočilni sistem žabe

→ **Opišite pot krvi** v krvožilnem sistemu žabe, pomagajte si s spodnjo skico, kjer **označite** posamezne dele (desni atrij, ventrikel, spiralna guba, pljučno-kožna arterija, pljučne vene, levi atrij, conus arteriosus, truncus arteriosus) in pobarvajte deoksigenirano in oksigenirano kri.



12.3.2 Dihala žabe

→ Oglejte si in skicirajte preparat pljuč žabe, označite: **lumen pljuč**, **dihalni epitel**, **prekate**, **žile z eritrociti** (jedra!).

Preparat: pljuča žabe (5901)

POVEČAVA:

POVEČAVA:

12.3.3 Dihala in obtočilni sistem žabe makroskopsko

→ Na že preparirani žabi poiščite trodelno srce ter pljuča. Skicirajte **lego pljuč** in **srca** ter na skici označite tudi **atrija** in **ventrikel**.

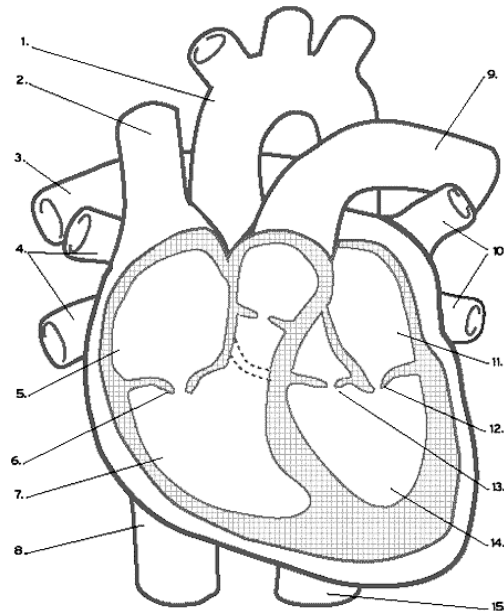
Secirana žaba makroskopsko:

12.4 Dihala in obtočilni sistem sesalcev

12.4.1 Zgradba sesalčjega srca

→ Na spodnji sliki označite: **zgornja vena cava**, **spodnja vena cava**, **desni atrij**, **desni ventrikel**, **pljučna arterija**, **pljučna vena**, **levi atrij**, **levi ventrikel**, **aorta**, **atrioventrikularna zaklopka**, **mišična stena srca**.

→ Na skici **označite tudi pot krvi**: vena (zgornja in spodnja vena cava) → desni atrij → desni ventrikel → pljučna arterija ... pljučna vena → levi atrij → levi ventrikel → aorta → sistemski ali telesni krvni obtok in jetrni krvni obtok → vene → zgornja in spodnja vena cava.

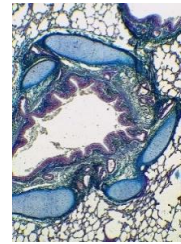


12.4.2 Pljuča sesalca

→ Oglejte si makroskopski preparat pljuč sesalca in poiščite **sapnik** ter **sapnice**, ki se razvejujejo in tvorijo »tunelčke« - poti v tkivo pljuč.

→ Oglejte si preparat pljuč mačke in na podrobnih skicah označite: **alveol (mešiček)** z **enoslojnim ploščatim epitelom**, **terminalni bronhiol (sapničica)** s **kubičnim epitelom**, **bronchus (sapnica)** s **stebričastim epitelom**, **krvna kapilara**, **arterija**.

Preparat: pljuča mačke (2411)



POVEČAVA:

POVEČAVA:

POVEČAVA:

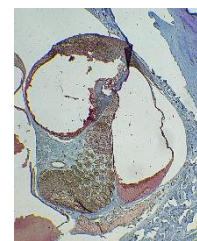
POVEČAVA:

13. VAJA: ČUTILA

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Notranje uho – cohlea s Cortijevim organom	2544	-
Mehanoreceptorji v koži dlani	2547	-
Mehanoreceptorji v pobočnici ribe	-	Makro preparat
Antene in haltere komarja	-	Makro preparat
Okušalni brstiči na foliatnih papilah jezika	2546	-
Vohalni in dihalni epitel	2545	-
Oko vrtnega polža	73714	-
Oko embrija miši	Ma445	-
Oko žuželke	73809	-

13.1 Mehanoreceptorji v notranjem ušesu sesalca

→ Na preparatu notranjega ušesa s polžem poiščite primeren prerez, kjer so opazne vse strukture membranskega labirinta. Označite: **preddvorni kanal** (scala vestibuli), ki ga omejuje **preddvorna** (vestibularna) **membrana** (ta je na preparatih pogosto pretrgana); **osrednji kanal** (scala media), ki ga **osnovna** (bazilarna) **membrana** omejuje od **bobničnega kanala** (scala tympani). Čutilo za sluh (**Cortijev organ**) leži na **osnovni membrani** – sestavljajo ga slušne celice z dlačicami (migetalke), ki jih pokriva **krovna** (tektorialna) **membrana**. Ob polžu vidimo tudi **spiralni ganglij** (veja slušnega živca). Membranski labirint obdaja kost.



Preparat: notranje uho sesalca – polž (cochlea) s Cortijevim organom (2544)

POVEČAVA:

13.2 Mehanoreceptorji v koži dlani

Poiščite in skicirajte:

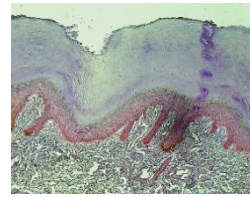
→ Na skici pri najmanjši povečavi nakažite, kje v koži se mehanoreceptorji nahajajo, označite **dermis in epidermis**. Potem vsako izmed dveh telesc narišite pri večji povečavi.

→ **Lamelarno telesce** (Vater-Paccinijevo telesce) na meji med dermisom in hipodermisom (tik nad plastjo mišic in maščobnih blazinic).

Označite: vezivna ovojnica, **koncentrično razporejene lamele** (sploščene vezivne celice, obdane s kolagenskimi vlakni), **poltekoča snov**, **živčno vlakno**.

→ **Meissnerjevo telesce** v **dermalnih papilah** (tik pod epidermisom).

Preparat: koža človeške dlani (2423)



POVEČAVA:

Vater-Paccinijevo telesce:

POVEČAVA:

Meissnerjevo telesce:

POVEČAVA:

13.3 Kemoreceptorji v okušalnih brstičih

→Oglejte si in skicirajte preparat ter označite: **foliatna papila** (listasta brbončica), **okušalni brstič**, **čutilne** in **spremljevalne celice** (ne ločimo med tema tipoma celic), **okušalna pora**, **epidermis**, **dermis**.



Preparat: foliatne papile (listaste brbončice) jezika (2546)

POVEČAVA:

POVEČAVA:

13.4 Kemoreceptorji v vohalnem epitelu

Glede na zgradbo identificirajte posamezni epitel:

→ Pri vohalni sluznici označite: **vohalni epitel** (višji od dihalnega, več celic): **čutnice** (receptorji) z **migetalkami** + **oporne celice z mikrovili** (teh dveh tipov celic ne ločimo) in **bazalne celice, mukozne (sluzne) Bowmanove žleze** v vezivu.



→ Pri dihalni sluznici poiščite in označite: **večstopenjski epitel** (vsebuje stebričaste in bazalne c.), **čašaste sluzne žleze, žleze** v vezivu (mukozne in serozne) ter **krvne žile**.

Preparat: vohalni in dihalni epitel sesalca (2545)

Vohalni epitel

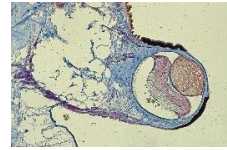
POVEČAVA:

Dihalni epitel

POVEČAVA:

13.5 Fotoreceptorji - oko polža

→Oglejte si in skicirajte preparat ter označite: **roženico, lečo, steklovino, mrežnico s čutilnimi celicami**, izrastke (**aksone**) čutilnih celic – če jih vidite. Označite tudi **pigmentne celice** (v epidermu).

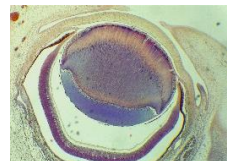


Preparat: oko vrtnega polža (*Helix* sp.) (73714)

POVEČAVA:

13.6 Fotoreceptorji - oko sesalca

→Poiščite razvijajoče se oko, ga skicirajte in označite: **veke** (če se vidijo), **roženico, lečo, šarenico, mrežnico, žilnico** in **beločnico**.

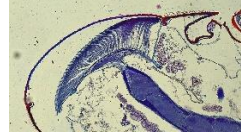


Preparat: oko embria miši (Ma445)

POVEČAVA:

13.7 Fotoreceptorji - sestavljene oči žuželke

→ Označite **kutikularno lečo**, posamezen **omatidij**, območja s **kristalnimi stožci**, območje z zgoščenim **pigmentom**, **rabdom** (skupek 8ih čutlinih celic), **vidni živec**.



Preparat: sestavljeno oko muhe (73809)

POVEČAVA:

13.8 Mehanoreceptorji v pobočnici ribe

→ Oglejte si pobočnico pri ribi in jo skicirajte ter odgovorite na vprašanja.

Riba makroskopsko:

→ Od kod do kam sega pobočnica?

→ Kakšen tip receptorjev se nahaja v njej in kaj zaznavajo?

13.9 Mehanoreceptorji in kemoreceptorji pri dvokrilcu - komarju

→ Pod lupo si oglejte samce in samice komarjev in skicirajte glavo obeh spolov.

Samec

Samica

→ Po čem se ločita spola? Pojasnite, zakaj pride do teh razlik.

→ Pod lupo si pogledajte še preobražen drugi par kril (**halter**) pri komarju in jih skicirajte. Pojasnite, kakšno vlogo imajo.

14. VAJA: RAZMNOŽEVANJE

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Odrivki trakulje <i>Taenia</i> sp.	74515	-
Polipi trdoživnjaka <i>Obelia</i> sp.	2209	-
Prečni prerez gliste (<i>Ascaris</i> sp.)	74539	-
Testis – spermatogeneza	2418	Histology of mammalia set
Ovarij s folikli – ovogeneza	2419	Histology of mammalia set
Ptičje jajce	-	Makro preparat- sekcija

14.1 Spolni aparat trakulje

→ Oglejte si in skicirajte preparat proglotidov (odrivkov) trakulje (*Taenia* sp.). Označite: **proglotid**, **neodermis**, **izločalni kanal**, **genitalna pora**, deli **ženskega** (uterus, germarij, vitelarij) in **moškega spolnega aparata** (testisi).



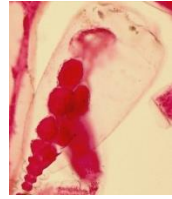
Preparat: trakulja *Taenia* sp. – odrivki s spolnim aparatom (74515c)

POVEČAVA:

14.2 Nespolno razmnoževanje trdoživnjakov

→ Narišite odsek kolonije ožigalkarja *Obelia* sp. in označite: **kolonija** trdoživnjaka, **pediceli**, **gastrozoidi** (z **lovkami**) in **gonoziodi**. Posebej narišite gonozoid, ki ga sestavljajo **gonoteka**, **blastostil** in **brsti meduz**.

Preparat: polip trdoživnjaka (*Obelia* sp.) (2209)



Kolonija

POVEČAVA:

Gonozoid

POVEČAVA:

14.3 Spolni aparat gliste

→ V prečnem prerezu skozi telo gliste (samice in samca) identificirajte in skicirajte dele spolnega aparata. Pri samici najdete številne prereze skozi **jajčnika** (ovarij), dva prereza **jajcevoda** (ovidukt) in dva prereza **maternice** (uterusa) s številnimi **jajčeci**. Pri samcu identificirajte prereze **testisov**, **semenovodov** (vas deferens) in **seminalnega vezikla** (en, večji).



Preparat: prečni prerez gliste (*Ascaris* sp.) (74539)

Samec

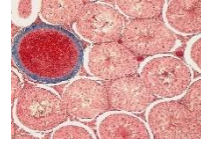
POVEČAVA:

Samica

POVEČAVA:

14.4 Spermatogeneza pri sesalcu

→ Pri različnih povečavah narišite in označite: **testis z vezivno kapsulo**, **semenski kanalčki**: sestavljeni iz **bazalne lamine**, stebričaste **Sertolijeve celice** (težko jih razločimo), **spermatogoniji** (se držijo bazalne lamine, ovalno jedro), primarne in sekundarne **spermatocite** (veliko okroglo, dokaj temno in strukturirano jedro), **spermatide** (svetlejše in manjše jedro, citoplazma) ali **spermatozoji** (spermiji).



V nekaterih prerezih vidimo spermatide, v nekaterih pa spermije (skicirajte dva različna prereza). Označite še **Leydigove** ali intersticijske celice.

Preparat: Testis – spermatogeneza (2419)

POVEČAVA:

Kanalček s spermatidami
POVEČAVA:

Kanalček s spermatozoji
POVEČAVA:

14.5 Ovogeneza pri sesalcu

→ Skicirajte celoten jajčnik ter označite: **enoslojni epitel** (germinalni epitel), **vezivna ovojnica** (tunica albuginea), pod njo je **skorja** s folikli, med njimi je **stroma**, znotraj pa je **sredica** iz veziva in žil.



→ Folikle v različnih stopnjah razvoja skicirajte in označite še ločeno na naslednji strani:

- **primordialni folikel** (oocita, ploščate foliklove celice)
- **primarni folikel** (oocita, eno- ali večslojni kubični foliklov epitel, zona pellucida okoli oocite)
- **sekundarni folikel** (oocita, večslojni foliklov epitel, špranja (antrum), zona pellucida)
- zrel ali **Graafov folikel** (oocita, večslojni foliklov epitel, antrum, napolnjen s foliklovo tekočino, **pecelj** ali cumulus oophorus).

→ stena folikla se po sprostitvi jajčne celice v jajcevod spremeni v **rumeno telesce**, kar vidite na demonstracijskem preparatu

Preparat: jajčnik s folikli – ovogeneza (2418); rumeno telesce (demonstracijski p. 2528)

Celoten jajčnik

POVEČAVA:

Primordialni folikel
POVEČAVA:

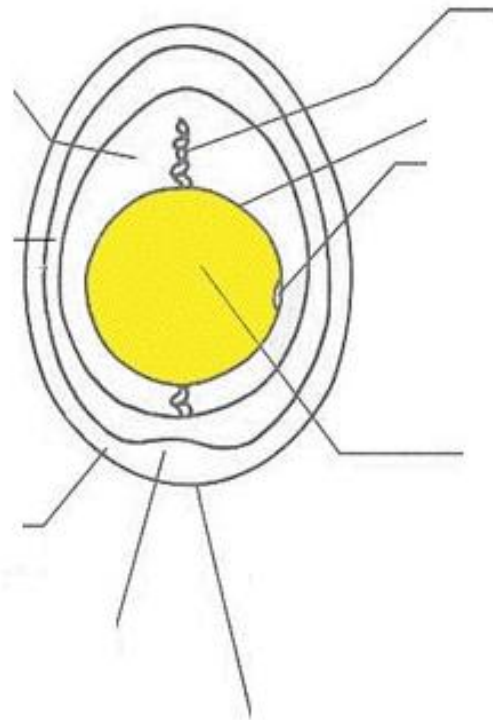
Primarni folikel
POVEČAVA:

Sekundarni folikel
POVEČAVA:

Graafov folikel
POVEČAVA:

14.6 Kokošje jajce

→ Na skici označite posamezne dele kokošnjega jajca. Vse plasti poskusite najti tudi na seciranem jajcu kokoši.



→ Zapišite, za kakšno vrsto jajca gre (glede na količino in razporeditev rumenjaka).

→ Kakšen način brazdanja je značilen za tak tip jajca!

15. VAJA: RAZVOJ

PREPARAT	OZNAKA	VIR
Embrio morskega ježka – morula, blastula in gastrula	5209, 5211	-
Ličinka morskega ježka	5212	-
Embriologija žabe	-	Demonstracijski preparati
Žuželke z nepopolno preobrazbo	-	Makro preparat
Žuželke s popolno preobrazbo	-	Makro preparat

15.1 Embrionalni razvoj morskega ježka

→Poiščite različne stopnje razvoja od **jajčne celice**, **večceličnih stadijev**, **morule**, **blastule** do **gastrule** in jih skicirajte. Pri gastruli označite **prausta**, **pračrevo** in **blastocel** ter zarodne plasti: **ektoderm**, **endoderm** in **mezoderm**.

Preparat: embrionalni razvoj morskega ježka (5209, 5211)



POVEČAVA:

POVEČAVA:

POVEČAVA:

POVEČAVA:

POVEČAVA:

POVEČAVA:

15.2 Ličinka morskega ježka

→ Skicirajte ličinko morskega ježka in označite **usta**, **želodec**, **črevo** in **analno odprtino**.

Preparat: ličinka morskega ježka (5212)



POVEČAVA:

15.3 Oploditev in razvoj morskega ježka

→ Razdelite se v pare, vsak par dobi pribor:

- banjico,
- dve čaši (večjo z morskovo vodo, manjšo),
- petrijevko,
- kapalke,
- svežo morskovo vodo in
- brizgo s KCl (0,5 M raztopina, ki je izoosmotska).

Postopek oploditve

→ Morskoga ježka položite ga na večjo čašo z morskovo vodo, ki sega do aboralne strani, tako da so odprtine gonad potopljene v vodi (oralna stran – usta – gleda navzgor iz čaše). Morskoga ježka zalijemo z raztopino KCl (0,5 ml).

→ Začne se proces odlaganja spolnih celic: sperma je bele barve (vse vrste m. ježkov), jajčeca pa oranžne barve (oz. obarvana vrstno specifično). Po 10-15 minutah se je na dnu čaše nabrala večja količina spolnih celic. Ježka odmaknite s čaše.

→ Oglejte si spolne celice pod mikroskopom. **Zrele** jajčne celice: pronukleus je formiran, vendar zelo slabo viden; pri **nezrelih** jajčnih celicah sta jedro in jedrce zelo dobro vidna. Ob obarvanju s temnim barvilom (npr. metilensko modrilo, nigrozin) lahko vidite **želatinski ovoj**, pod njim leži **vitelinska ovojnica** (ni vidna s svetlobnim mikroskopom).

→ Pri spermijih lahko identificirate **jedro**, pred njim je **akrosom** (akrosomska reakcija!), za njim leži velik **mitohondrij**, ki mu sledi **biček**.

→ Spermalne celice s kapalko poberite iz velike čaše in jo koncentrirajte v manjši čaši.

→ Z drugo kapalko prenesite jajčne celice v petrijevko, kjer bo potekala oploditev. Jajčne celice naj bodo razporejene v enem sloju, dno pa prekrito s tanko plastjo morske vode.

→ Kapljico sperme dodajte v petrijevko in z rahlim vrtenjem premešajte vsebino. Zapišite si čas oploditve.

→ Podobno lahko naredite tudi na objektnem stekelcu, kamor prenesete nekaj jajčnih celic in dodate majhno količino (razredčene) sperme. V eni minuti poteče dvig fertilizacijske membrane.

→ Po 30 minutah vzemite vzorec iz petrijevke in opazujte začetne delitve. Ponovite vsakih 30 minut in si faze skicirajte. Primerjajte s trajnimi preparati.

Zapišite opažanja:

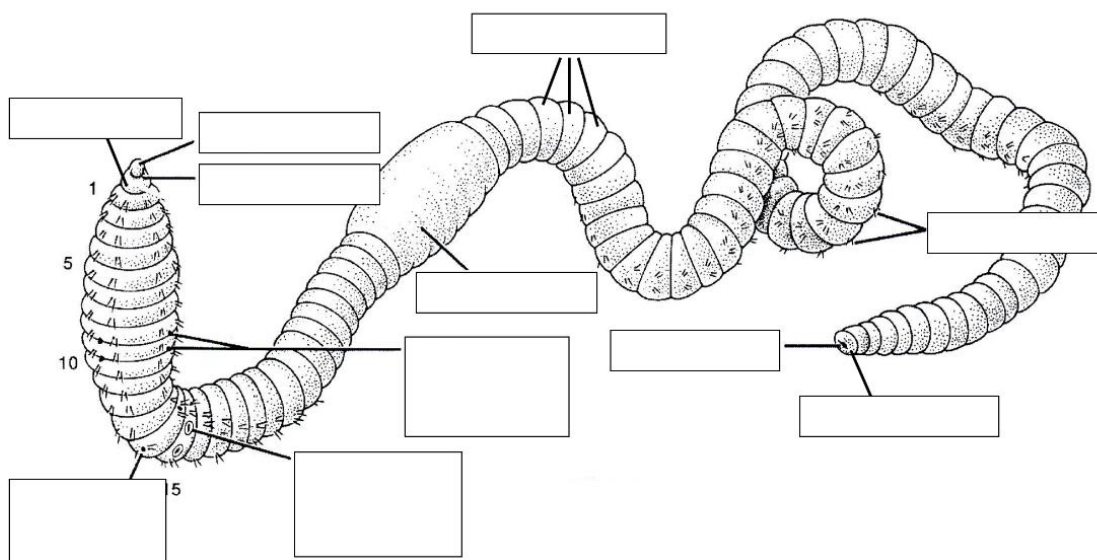
16. VAJA: SEKCIJE

PREPARAT	VIR
Deževnik: lestvičasti živčni sistem kolobarnika	Sekcija deževnika
Paličnjak: zunanja zgradba žuželke, razmnoževanje (samice), dihala, izločala in živčni sistem	Sekcija paličnjaka
Sipa: živčevje, prebavila, škrge in obtočila	Sekcija sipe
Rak: lestvičasti živčni sistem in noge rakov	Sekcija škampov
Morski ježek: anatomija predstavnika iglokožcev	Sekcija morskega ježka

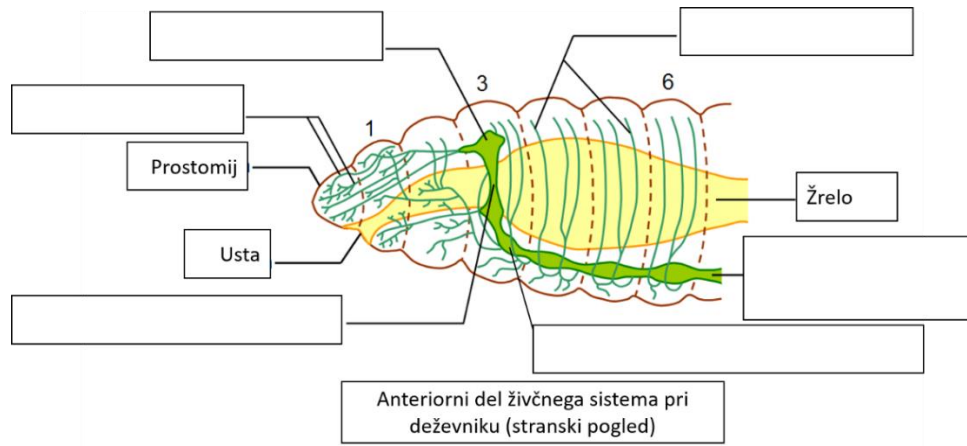
16.1 Anatomija kolobarnikov

Sekcija deževnika (*Lumbricus* sp.)

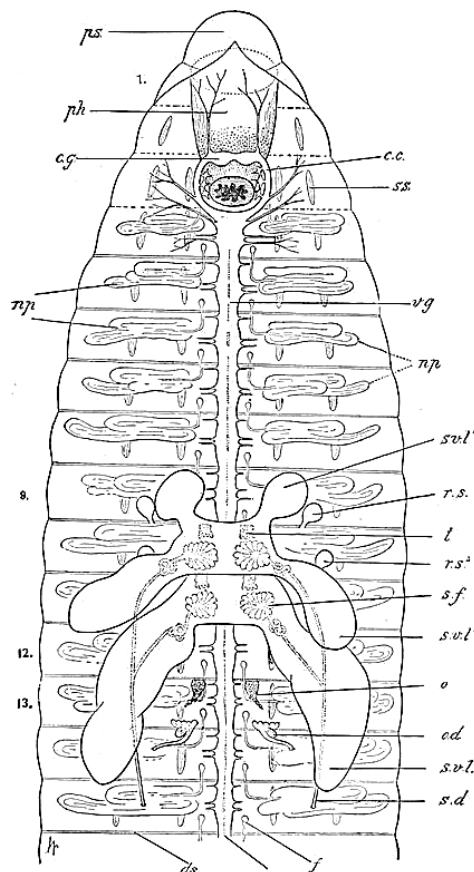
→ Oglejte si zunanjo zgradbo deževnika. Na skici označite: **prostomij**, **peristomij**, **usta**, **odprtine semenskega receptakuluma** (spermateke), **odprtine jajcevodov**, **odprtine semenovoda** (vas deferens), **klitelum** (32-37 člen), **kolobarji**/členi, **ščetine** (setae), **pigidij** in **anus**.



→ Pri sekciji si oglejte lestvičast živčni sistem ter na spodnji shemi označite naslednje strukture: **nadžrelni ganglij**, **obžrelni prstan**, **podžrelni ganglij**, **trebušnjača (dvojna živčna vrstica) s parnimi gangliji telesnih členov**, **živci prostomija**, **živci telesnih členov**.



→ Dopolnite skico notranje zgradbe deževnika s spolnim aparatom. Na seciranem deževniku najdete naslednje strukture: 2 para **testisov**, 3 pare **semenskih vrečk**, par **semenovodov**, **moške spolne odprtne**, 1 par **jajčnikov**, 1 par **jajcevodov**, **ženske spolne odprtne**, **parne spermateke**. Vse označite na skici.



16.2 Anatomija žuželk

16.2.1. Zunanja anatomija žuželk

→ Oglejte si izbrano žuželko pod lupo in jo skicirajte. Na skici označite osnovne tri telesne regije (**glava, oprsje, zadek**). Na glavi skicirajte in označite: **anteni, obustni aparat, sestavljene oči**. Pod lupo pogledajte tudi strukturiranost sestavljenih oči! Na oprsju skicirajte in označite: **predprsi** (protoraks), **sredoprsje** (mezotoraks), **zaprsi** (metatoraks), **noge, krila**. Poiščite tudi **spirakle**.

Žuželka makroskopsko:

→ Kakšen tip obustnega aparata imajo?

→ Kam so pritrjene noge in kakšen tip nog imajo?

→ Kam so pritrjena krila?

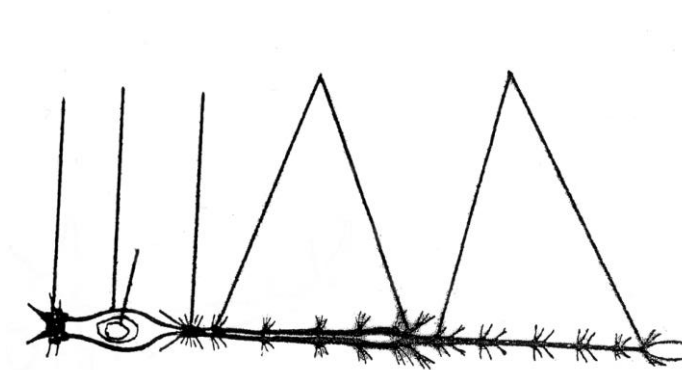
→ Kaj so spirakli in kakšna je njihova funkcija?

16.2.2 Sekcija samice paličnjaka

→ Narišite celo prebavilo in dorišite **Malpighijeve cevke**.

→ Narišite **jajčnika** ter posamezne **ovariole** ter označite naslednje dele ovariolov: **terminalni filament**, **germarij**, **vitelarij**, zrelo jajčece.

→ Oglejte si živčni sistem pri paličnjaku. Na spodnji shemi označite: **cerebralne ganglije**, **podžrelna ganglija**, **obžrelni prstan**, **ganglije v členih oprsja**, **ganglije v členih zadka**, **dvojno živčno vrvico**, **žrelo**.



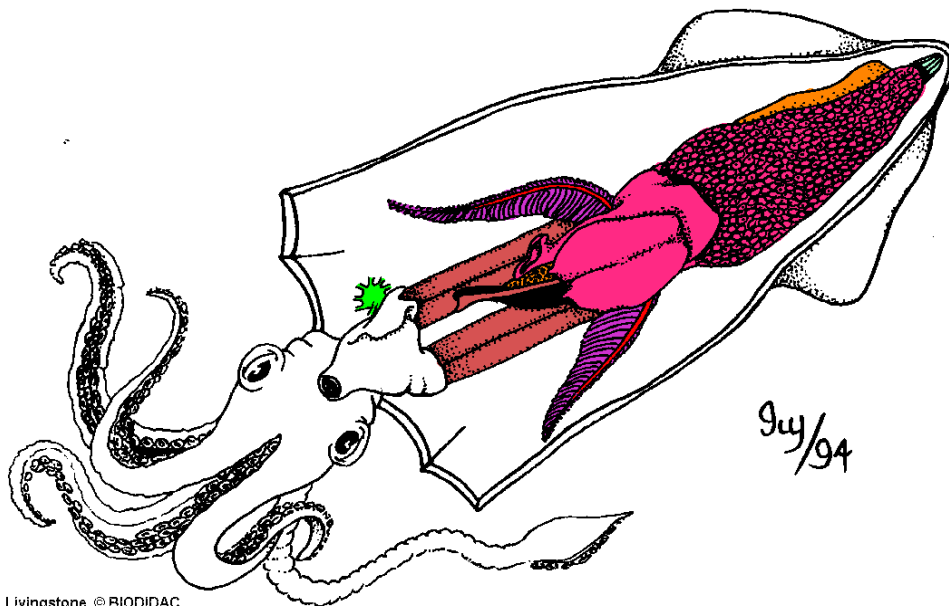
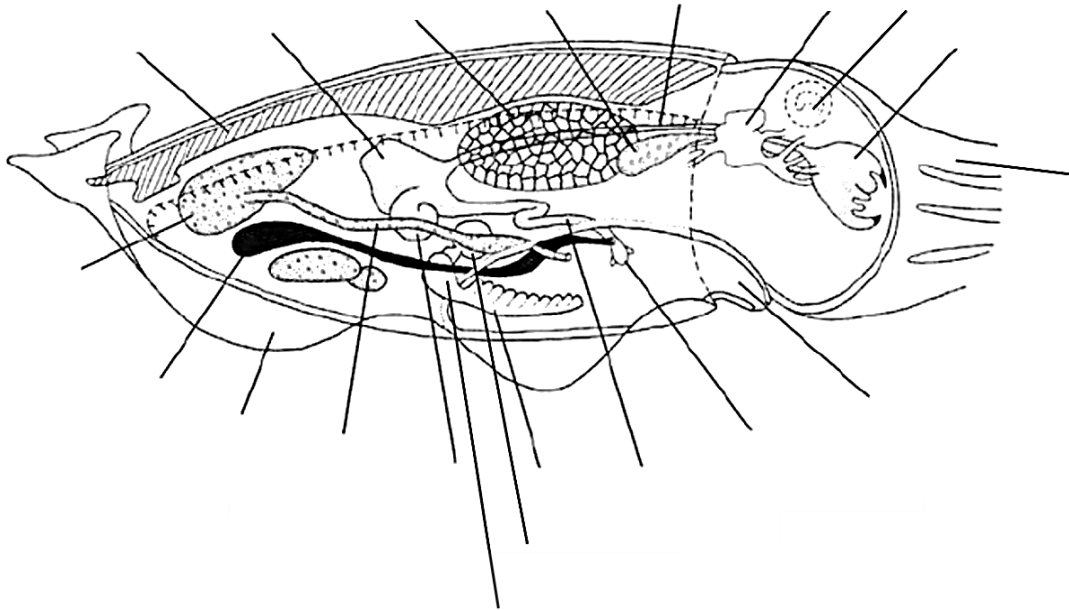
16.3 Anatomija glavonožca

Sekcija sipe (*Sepia officinalis*)

→ Oglejte si zunanjo in notranjo zgradbo sipe ter označite spodnje sheme.

→ Pri živčevju si oglejte in označite plevralni oz. **zvezdasti ganglij** in **možgane sipe** (poiščite na skicah).

→ Na spodnjih skicah označite tudi dele prebavnega sistema, dihal, obtočil, reproduktivnih organov in vse ostale strukture, ki smo jih opazovali med sekcijo.

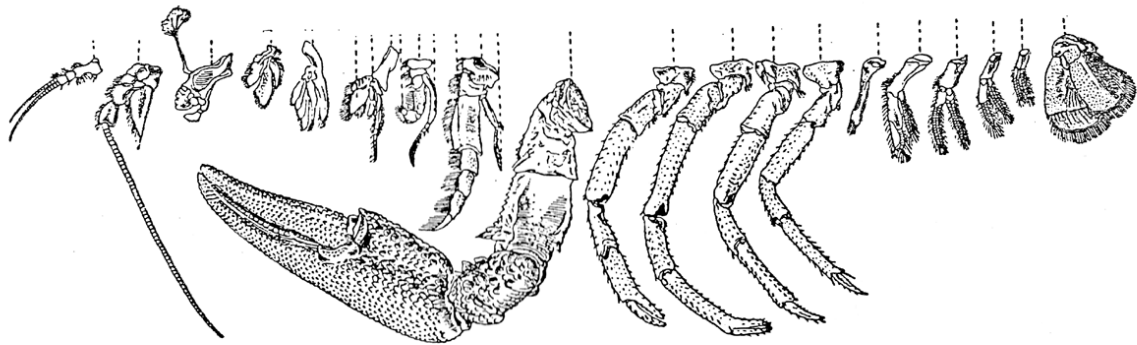


Livingstone, © BIODIDAC.

16.4 Anatomija rakov

Sekcija škampa (*Nephrops norvegicus*)

→ Oglejte si in označite posamezne okončine glave (1. in 2. **antena**, **mandibula**, **maksili**), oprsja (**maksilipediji**, **pereiopodi** - **heliped** in **hodilke**) in zadka (**pleopodi**, med njimi okončine pri samcih, namenjene za kopulacijo, in **uropod**).

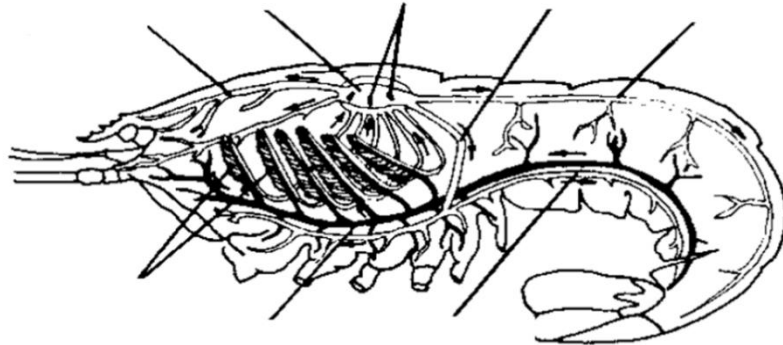


→ Iz škampa izolirajte eno hodilno nogo s pripadajočimi škrkami. Nogo s škrkami skicirajte:

→ Živali od strani na zadku odstranite karapaks ter postopoma z zgornje strani odstranjujte mišičje, dokler ventralno ne zagledate dvojne živčne vrvice. Nadaljujte z odstranjevanjem mišičja in drugih organov proti sprednjemu delu.

→ Oglejte si živčni sistem pri škampu in na secirani živali poimenujte in zapišite posamezne dele, pomagajte si s skico živčnega sistema paličnjaka.

→ Na spodnji skici obtočil raka označite: **sprednja arterija, zadnja arterija, srce, ostia, trebušna arterija, trebušna vena, škrge**.



16.5 Dihala in obtočilni sistem školjk

16.5.1 Sekcija školjke klapavice (*Mytilus* sp.)

→ Školjko v banjici pravilno orientirajte.

→ Na ventranlem predelu, kjer izhajajo bisusne niti, potisnite škarje v plaščevo votlino in prerežite zadnjo mišico zapiralko. Školjčni lupini se razmakneta (povezuje ju še elastični ligament), iz plaščeve votline izteče voda. Na zadnji strani si oglejte odtekalko (dotekalka ni posebej oblikovana), rob plašča.

→ Lupini popolnoma odprite in si oglejte notranjost plaščeve votline: nogo, škrge, obustne krpe (usta!), sprednjo in zadnjo mišico zapiralko, mišice za vpoteg noge in bisusne žleze.

→ Odstranite eno lupino (prerežite ligament, del mišic, škrge in plašča), drobovnjak naj ostane čim bolj nedotaknjen. Odstranjeno lupino očistite in si oglejte pritrdišča mišic, lego plašča in sklep. Če prelomite lupino, si lahko ogledate njeno troslojno zgradbo.

→ Na preostanku školjke poiščite usta in s škarjami zarežite v smeri požiralnika, do želodca. Poiščite kristalno palčko, ki sega v želodec.

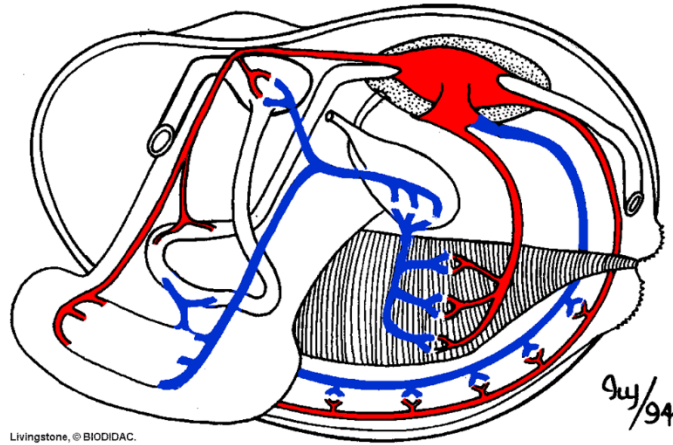
→ **Delček škrg** odrežite, en sloj položite na objektno steklo in opazujte delovanje migetalk škržnega epitela.

→ Skicirajte in označite **škrge, drobovnjak, plašč, lupino, bisusne niti, mišičasto nogo, mišice zapiralke** in vse ostale razpoznavne strukture, ki jih opazite pri sekciji. Ne prerisujte shematskih prikazov notranje anatomije školjke!

Školjka makroskopsko:

16.5.2 Obtočilni sistem školjk

→ Na spodnji skici obtočilnega sistema školjke označite: **srce**, **atrij**, **ventrikel**, **arterija**, **škrge**, **vene**, **mišičasta noga**. S puščicami nakažite **smer pretoka hemolimfe**!

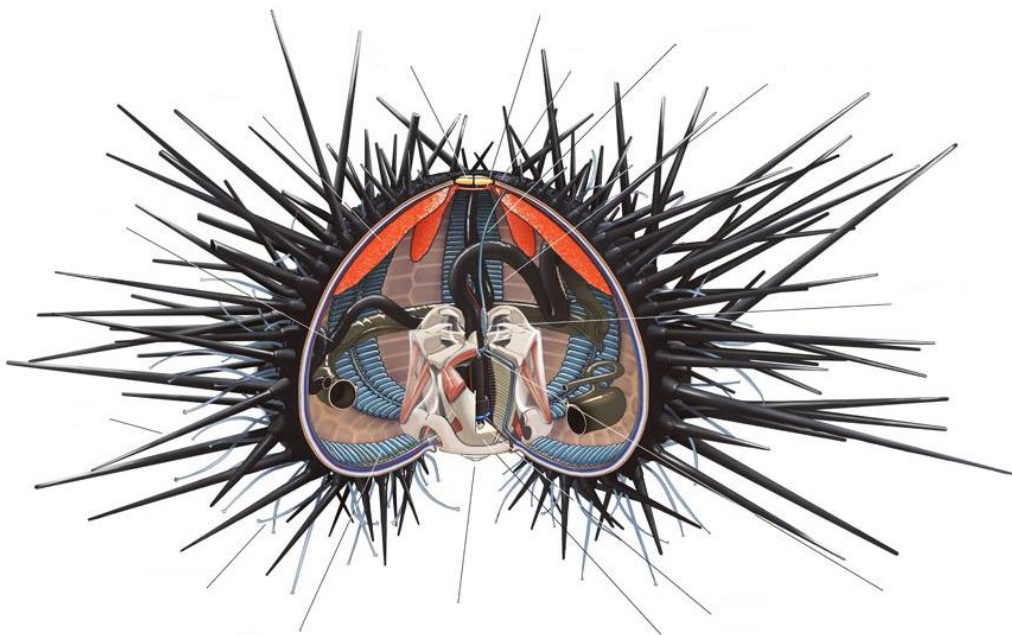


16.6 Notranja anatomija iglokožcev

Sekcija morskega ježka

Po navodilih asistentke secirajte morskega ježka.

→ Označite strukture na shemi notranje zgradbe: **usta**, **požiralnik**, **želodec**, **črevo**, **gonade**, **kameni kanal**, **krožni kanal**, **radialni kanal**, **anus**, **mešički (ampule)**, **ambulakralne nožice**, **Aristotelova lešcherba**, **bodice**, **ambulakralne in interambulakralne plošče**.



IZVLEČEK

Protokoli za laboratorijske vaje iz Splošne zoologije so pripravljene za dodiplomski študijski program Varstvena biologija in obsegajo nabor 16 vaj. Vaje so oblikovane tako, da študente uvajajo v uporabo osnovnih tehnik mikroskopiranja in opazovanja celičnih struktur ter tkiv, preučevanja različnih organov v živalih.

Vaje temeljijo na kombinaciji teoretičnega znanja in praktičnega dela, kar študentom omogoča razumevanje sorodstvenih odnosov med živalskimi taksoni in spoznavanje njihove anatomije ter fiziologije. Študijsko gradivo je zasnovano kot vodilo skozi celoten proces opazovanja, meritve in analize, z jasno določenimi cilji vsake vaje. Namen protokolov je študentom omogočiti celovit vpogled v živalski svet ter jih opremiti z znanji, ki so ključna za nadaljnje strokovno delo na področju varstvene biologije.

UPORABLJENA LITERATURA IN VIRI

Hickman C. P., Roberts L. S., Keen S. L., Larson A., l'Anson H., Eisenhour D. J. 2008. Integrated Principles of Zoology, 14th ed. McGraw Hill Higher Education, Boston.

Kapitza H.G. 1997. Microscopy from the very beginning. Carl Zeiss, Jena

Leica Microsystems. 2006. The Theory of the Microscope.

Matoničkin I., Erben R. 2002. Opča zoologija. Četrta izdaja. Školska knjiga, Zagreb

Veranič P., Pšeničnik M., Romih R., Sterle M., Kralj M. 1997. Navodila za vaje iz biologije celice. Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani.

http://www.histology.leeds.ac.uk/blood/blood_wbc.php

VIRI SLIK:

<http://biodidac.bio.uottawa.ca>

<http://wikimedia.org>

SEZNAM PRIPOROČENE LITERATURE ZA ŠTUDIJ

Hickman C. P., Roberts L. S., Keen S. L., Larson A., l'Anson H., Eisenhour D. J. 2008. Integrated Principles of Zoology, 14th ed. McGraw Hill Higher Education, Boston.