

Sveučilište u Zadru
Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Preddiplomski studij primijenjene ekologije

**OSNOVE ZOOLOGIJE
MEDITERANSKIH EKOSUSTAVA**

skripta

Magda Sindičić i Dean Konjević



Zadar, 2014.

Autori:

**dr. sc. Magda Sindičić, dr. med. vet.
doc. dr. sc. Dean Konjević, dr. med. vet., Dipl. ECZM (WPH)**

Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači
Zavod za veterinarsku ekonomiku i epidemiologiju
Sveučilište u Zagrebu Veterinarski fakultet

Recenzenti: prof. dr. sc. Đuro Huber (Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu), doc. dr. sc. Nikica Šprem (Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu)

Autor crteža: D. Konjević

Autori fotografija: D. Konjević i M. Sindičić, za ostale fotografije je autor naveden.

Nakladnik: Sveučilište u Zadru, Povjerenstvo za izdavačku djelatnost: Josip Faričić, predsjednik

Za nakladnika: Ante Uglešić, rektor

Lektura: Željana Klječanin Franić, prof.

Grafičko oblikovanje: doc. dr. sc. Krešimir Severin

Računalna obrada i prijelom: doc. dr. sc. Krešimir Severin

ISBN: 978-953-331-036-7

Predgovor

Skripta za predmet Osnove zoologije mediteranskih ekosustava namijenjena je ponajprije studentima polaznicima studija primjenjene ekologije na Odjelu za ekologiju, agronomiju i akvakulturu Sveučilišta u Zadru. Skripta je predviđena kao dopunska literatura za pripremu ispita i usvajanje znanja o mediteranskim ekosustavima. U njoj su prikazane osnove morfologije, biologije, načina života i specifičnosti životinja mediteranskih staništa. Skripta obrađuje osnove zoologije, odnosno carstva životinja, te je zamišljena tako da prikazuje temelje taksonomije, evolucije, anatomije i fiziologije, te ekologije najvažnijih koljena iz

carstva životinja. Za svaku obrađenu skupinu dodatno je stavljena naglasak na predstavnike karakteristične za mediteranski ekosustav. Skripta je prilagođena sadržaju te ishodima učenja navedenog predmeta, izbjegavajući za ovaj predmet preveliku opsežnost druge literature s područja zoologije.

Na temelju navedenoga smatramo da će ova skripta, prilagođena programu predmeta, unaprijediti kvalitetu nastave i olakšati učenje polaznicima ovog predmeta.

Autori

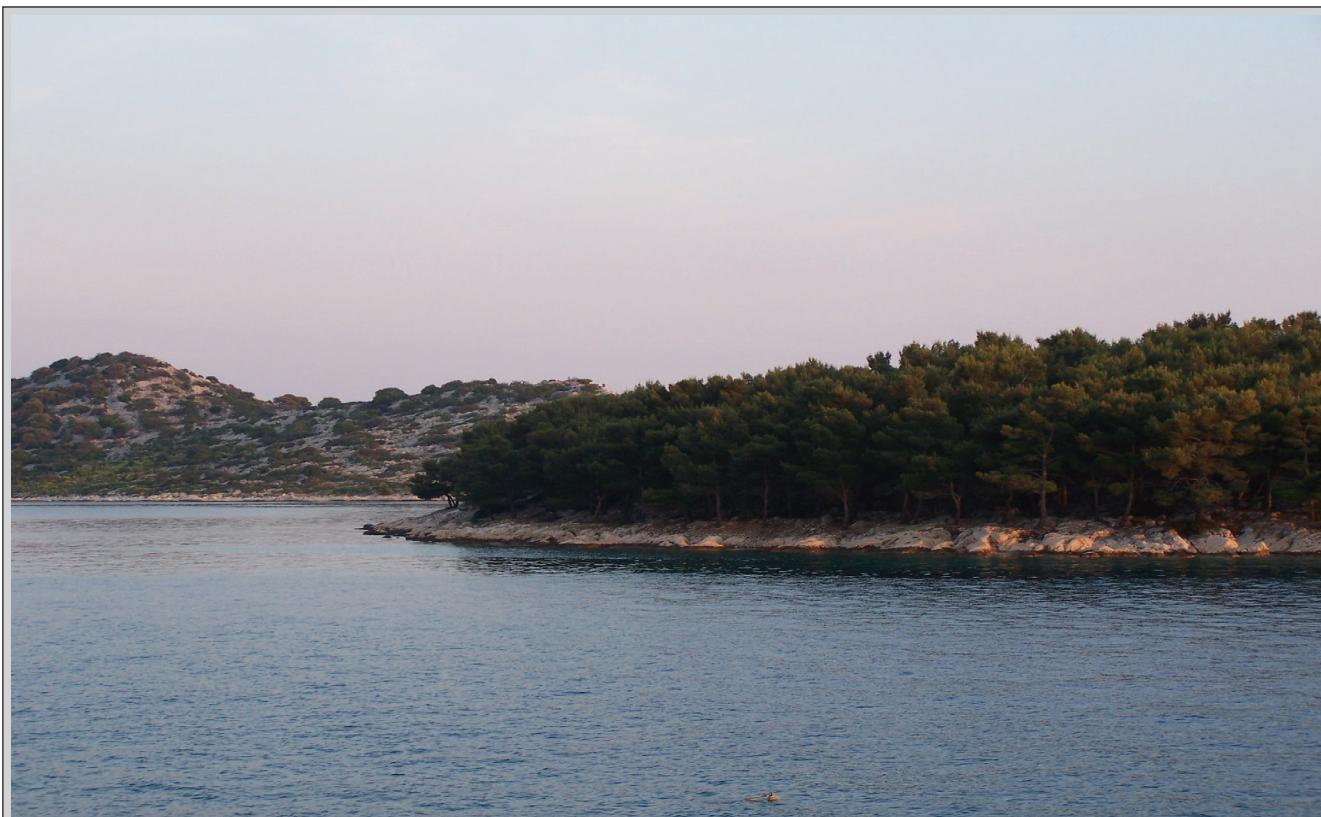
Sadržaj

Klimatske i vegetacijske osobitosti mediteranskog ekosustava	1
Taksonomija i sistematika	4
Osnove evolucije živih organizama	6
Evolucijske prekretnice kod višestaničnih organizama	8
Osnovna obilježja carstava	10
Koljeno Placozoa	12
Spužve (koljeno Porifera)	13
Žarnjaci (koljeno Cnidaria)	14
Plošnjaci (koljeno Platyhelminthes)	17
Oblići (koljeno Nematoda)	19
Mekušci (koljeno Mollusca)	20
Kolutičavci (koljeno Anellida)	23
Člankonošci (koljeno Arthropoda)	25
Bodljikaši (koljeno Echinodermata)	28
Beskralježnaci mediteranskog ekosustava	30
Svitkovci (koljeno Chordata)	31
Ribe (potkoljeno Pisces)	32
Vodozemci (razred Amphibia)	35
Gmazovi (razred Reptilia)	40
Ptice (razred Aves)	45
Sisavci (razred Mammalia)	53
Literatura	58

Popis priloga

- Slika 1. Sredozemni ekosustav, okolica Tribunja.
- Slika 2. Vransko jezero kod Biograda, važno mediteransko stanište.
- Slika 3. Stablo života.
- Slika 4. Plosnata životinja (*Trichoplax adhaerens*) u jednoj od faza kretanja.
- Slika 5. Građa žarnjaka (*Cnidaria*).
- Slika 6. Razmnožavanje žarnjaka (*Cnidaria*).
- Slika 7. Crvena moruzgva (*Actinia equina*) (ljubaznošću G. Sačer, Obrt za uzgoj akvarijskih riba i bilja).
- Slika 8. Veliki američki metilj (*Fascioloides magna*) prisutan kod jelena u Hrvatskoj. (Autor: K. Severin), odrasli metilj dosegne dužinu od oko 10 cm.
- Slika 9. Sipa (*Sepia officinalis*).
- Slika 10. Priljepak (*Patella* spp.), crni ježinac (*Arbacia lixula*), rak samac (*Pagurus* spp.) i školjka kamenica (*Ostrea edulis*).
- Slika 11. Kolutićavci, morski crv (*Eunice aphroditois*), ljubaznošću G. Sačer (Obrt za uzgoj akvarijskih riba i bilja).
- Slika 12. Sistematska podjela člankonožaca.
- Slika 13. Gomnar (*Pachygrapsus marmoratus*).
- Slika 14. Crni ježinac (*Arbacia lixula*).
- Slika 15. Trp (*Holothuroidea*).
- Slika 16. Građa kopljače (*Branchiostoma lanceolatum*).
- Slika 17. Sistematska podjela živućih riba.
- Slika 18. Riba fratar (*Diplodus vulgaris*).
- Slika 19. Sistematska podjela vodozemaca.
- Slika 20. Razvoj vodozemaca iz riba.
- Slika 21. Prikaz načina pomicanja nogu prigodom kretanja vodozemca.
- Slika 22. Daždevnjak (*Salamandra salamandra*).
- Slika 23. Zelena žaba (*Rana esculenta*).
- Slika 24. Sistematska podjela gmazova. Uključivši i izumrle (*Ornitischia*, *Saurischia* i *Terapoda*).
- Slika 25. Podjela gmazova prema otvorima na lubanji.
- Slika 26. Barska kornjača (*Emys orbicularis*).
- Slika 27. Bjelouška (*Natrix natrix*).
- Slika 28. Sistematska podjela ptica.
- Slika 29. Vjetruša (*Falco tinnunculus*).
- Slika 30. Primjer prilagodbe kljuna različitim vrstama hrane – odozgo prema dolje, gavran, voljić, zeba, plamenac.
- Slika 31. Fazanka (*Phasianus colchicus*).
- Slika 32. Crnokapa grmuša (*Sylvia atricapilla*).
- Slika 33. Galeb (*Laridae*).
- Slika 34. Miljašić jaruga kraj Nina, važno mediteransko stanište.
- Slika 35. Krstokljun (*Loxia curvirostra*).
- Slika 36. Sistematska podjela sisavaca.
- Slika 37. Zečevi (*Lepus europaeus*) na Velom Brijunu.
- Slika 38. Ris (*Lynx lynx*) u obilježavanju teritorija. (Autor: V. Slijepčević, automatska kamera vlasništvo DZZP-a).
- Slika 39. Jelen lopatar (*Dama dama*), Veli Brijun.

KLIMATSKE I VEGETACIJSKE OSOBITOSTI SREDOZEMNIH EKOSUSTAVA



Slika 1.

Sredozemni ekosustav, okolica Tribunja.

Sredozemni je ekosustav u Republici Hrvatskoj svrstan u zaseban tip ekosustava, pored nizinskog, brdskog i gorskog tipa. U skladu s razvrstavanjem klime prema Wladimiru Köppenu, Sredozemlje je pod utjecajem sredozemne klime označene kao Csa ili Csb. Pri tome slovo "C" označava umjereno tople kišne klime, malo slovo "s" označava sušna ljeta, a mala slova "a" i "b" vruća, odnosno topla ljeta. Zanimljivost našega dijela Sredozemlja jest u činjenici da se, klimatski gledano, na ovom području pojavljuje nekoliko klimatskih inačica sredozemne klime. Od čimbenika koji uvjetuju takvu raznolikost treba istaknuti zemljopisni položaj, odlike reljefa, prodore kontinentalnog hladnog

zraka te sam utjecaj mora i zračnih struja koje s njega dolaze. U skladu s tim, prema Seletkoviću i suradnicima (2011.), osnovni oblici klime u ovom su području Csa, Cfs'a, Cfs's''a. Klimu Csa obilježavaju blage zime i suha ljeta, pri čemu se najveći dio oborina pojavljuje tijekom prosinca. Takav je oblik klime prisutan duž dalmatinske obale s otocima sve do južnog dijela Lošinja. Podtip ove klime Cfs'a karakteriziraju vruća ljeta, bez izrazito suhog razdoblja (malo slovo "f" označava klimu bez suše). Ova se klima proteže od Raba i Paga, kopnom od Ravnih kotara do Konavala (eumediterranska vegetacijska zona). Tip klime Cfs's''a obilježavaju vruća ljeta tijekom kojih se pojavljuje kratkotrajni suhi period, a jesen

je pretežno kišovita. Takva se klima pojavljuje na području zapadne obale Istre, u Riječkom zaljevu, na otocima Cresu i Krku, u uskom obalnom pasu podno Velebita, te u dijelu Like i dalmatinskom zaleđu. Gledano prema temperaturi zraka, srednje mjesecne, sezonske i godišnje temperature smanjuju se s mora prema obali, od jugoistoka prema sjeverozapadu i od nižih prema višim nadmorskim visinama. Najtoplje je na otocima i uskom srednjodalmatinskom i južnodalmatinskom obalnom području gdje se isprepleću stenomediteranska i eumediterranska vegetacijska zona. Prema bioklimatskoj podjeli sredozemne Hrvatske područje stenomediterana je umjereni vlažno, eumediterrana vlažno, a submediterana vlažno i perhumidno. Što se tiče podjele prema toplinskoj varijanti, područje stenomediterana je umjereni klime, eumediterrana umjereni do umjereni hladne, a submediterana umjereni hladne do hladne klime. Obilježje godišnjih vrijednosti oborina za istočnu obalu Jadrana jesu dva maksimuma i dva minimuma nejednake jačine. Glavni maksimum je u jesen ili zimi, a sporedni maksimum u proljeće ili rano ljeto. Glavni minimum je ljeti, a sporedni zimi ili početkom proljeća. Raspodjela

oborina na način da glavnina pada tijekom zime, a najmanje tijekom ljeta, stvara višak oborina tijekom mirovanja vegetacije. Kako temperatura zraka raste od obale prema otvorenom moru, tako se smanjuje količina oborina. Srednja godišnja vrijednost relativne vlage zraka na području sredozemne Hrvatske kreće se od 57% na meteorološkoj postaji Šibenik do 77% na meteorološkoj postaji Rovinj. Osim toga, snažnu osobitost klimatskih prilika sredozemnog dijela Hrvatske čine i snažni vjetrovi, posebice bura i jugo, koji između ostalog očituju jači učinak na tip vegetacije, njezinu razvijenost i oblik.

Vegetacijski gledano, područje Sredozemlja raščlanjuje se na dva pojasa: mediteransko-litoralni ili obalni te mediteransko-montanski. Veći dio otoka, srednja i južna Dalmacija te usko priobalno područje pripada mediteransko-litoralnom vegetacijskom pasu. Temeljne šume stenomediteranske zone (najveći dio jadranskih otoka južno od Kornata, najsuši i najtoplji dio primorja) čine alepski bor i crnika (*Querco ilicis – Pinetum halepensis*), odnosno alepski bor u sastavu s gluhačušom ili s resikom. Eumediterranska vegetacijska zona obuhvaća zapadni dio Istre, dio Kvarnera te se kod Zadra spušta prema



Slika 2.

Vransko jezero kod Biograda, važno mediteransko stanište.

jugu uskim obalnim pojasom. Glavninu zajednica čini hrast crnika koji uspijeva samostalno u južnjem dijelu, dok se na dijelu Hrvatskog primorja pojavljuje u vezi s crnim jasenom (*Fraxino orni-Quercetum ilicis*), odnosno s dubom na Pelješcu i u dubrovačkom zaleđu (*Quercetum ilicis-virgiliane*). Na Lošinju, Korčuli, Pelješcu te u okolini Cavtata i Orebića važna je šuma oštike i crnog jasena (*Fraxino-Quercetum cocciferae*). Submediteranska zona nalazi se na području priobalja sjevernog Jadrana i dijelu otočnog područja do nadmorske visine od 350 m, kao i na dijelu dalmatinskog kontinentalnog područja do približno 600 m. Najvažnije edifikatorske vrste su bijeli grab, hrast medunac i dub.

Mediteransko-montanski vegetacijski pojas je dio otoka iznad 400 m nadmorske visine (hemimediteranska zona), odnosno kontinentalno područje primorskog dijela iznad 300 m te južnog dijela priobalja iznad 600 m nad morem (epimediteranska zona). Hemimediteransku zonu (Hvar, Brač, Korčula, Mljet i poluotok Pelješac) obilježava dalmatinski crni bor (*Pinus nigra* ssp. *dalmatica*). Vegetaciju epimediteranske zone predstavljaju crni grab, hrast medunac i dub. Najvažnije šumske zajednice su zajednica hrasta medunca i crnog graba (*Ostryo-Quercetum pubescens*) te duba i crnog graba (*Ostryo-Quercetum virgiliane*).

TAKSONOMIJA I SISTEMATIKA

Taksonomija je znanstvena disciplina koja se bavi prepoznavanjem i razvrstavanjem živih organizama. Utemeljitelj sustava razvrstavanja (klasifikacije) je švedski prirodoslovac Carl Linné, koji je u 18. stoljeću u djelu *Systema Naturae* opisao sve tada poznate biljke i životinje Europe. Linné je utemeljio **binominalni sustav naziva vrsta**, u kojemu prva riječ označava rod, a druga specifično ime te vrste. Tako je primjerice latinsko ime jadranskog klobučića *Acetabularia acetabulum*, pri čemu *Acetabularia* označava pripadnost rodu, a *acetabulum* označava specifičnu vrstu, endem Jadranskog mora.

Taksonomija grupira žive organizme na temelju zajedničkih obilježja. Osnovna jedinica je **vrsta** (*species*), a više kategorije su redom **rod** (*genus*), **porodica** (*familia*), **red** (*ordo*), **razred** (*classis*), **koljeno** (*phylum*) i najviša skupina je **carstvo** (*regnum*). Vrsta je biološka kategorija i pritom smatramo da su pripadnici iste vrste jedinke koje su međusobno slične, mogu se razmnožavati te daju plodno potomstvo. Ostale kategorije određene su s ciljem sistematske klasifikacije, odnosno zbog potrebe čovjeka da na određeni način organizira i kategorizira svoje znanje o životu svijetu.

Sistematika je sustav razvrstavanja živih organizama na temelju sličnosti u građi (poredbena anatomija i histologija), embrionalnom razvoju, fiziologiji i biokemiji, genetici te evoluciji.

Sistematska klasifikacija podložna je reviziji, budući da nove znanstvene spoznaje kontinuirano pridonose našem znanju o međusobnim odnosima živih organizama. Posljednjih desetljeća istraživanja deoksiribonukleinske kiseline (DNK) najviše pridonose spoznajama o evolucijskim odnosima te čak mijenjaju neke tradicionalne spoznaje o obilježjima pojed-

inih klasifikacijskih kategorija. Upravo se na istraživanju DNK temelji **filogenetika**, znanstvena disciplina koja proučava evolucijske odnose među živim organizmima.

Znanstvenik koji prvi opiše i identificira novu vrstu, nakon svrstavanja u odgovarajući rod daje joj latinsko ime koje se rabi u cijelom svijetu. Uz latinsko ime, vrste dobivaju i ime na nacionalnom jeziku, te je bitno rabiti ujednačeno nazivlje za vrste. Sistematika se kontinuirano mijenja, pa se često na temelju novih spoznaja vrste raspodjeljuju u druge kategorije, no specifično ime koje neka vrsta dobije uvjek bi trebalo ostati isto. Uporabom ujednačenog latinskog nazivlja možemo pratiti spoznaje i literaturu o određenoj vrsti kroz vrijeme, na različitim jezicima te se na taj način izbjegavaju pogreške. Važno je da i na hrvatskom jeziku rabimo ujednačeno, znanstveno i općeprihvaćeno nazivlje vrsta te da se ono ne mijenja. Tako, primjerice, u Hrvatskoj živi jedna vrsta lisice (*Vulpes vulpes*), a uobičajen naziv vrste koji se rabi u hrvatskom jeziku jest "lisica". Za istu se vrstu u engleskom govornom području rabi naziv "red fox", te se zbog sve većeg prodora engleskog jezika i u Hrvatskoj danas sve više rabi naziv crvena lisica, što je pogrešno. Sličan je primjer i čagalj (*Canis aureus*) koji se u nas često pogrešno naziva zlatnim čagljem.

Danas je na Zemlji opisano više od 1,5 milijuna vrsta živih organizama, koje moderna taksonomija razvrstava u ukupno šest carstava. Katkad se, ovisno o zemljopisnom podrijetlu autora (sjeverna Amerika ili Europa), govori o pet, odnosno šest carstava.

Bakterije (Bacteria)

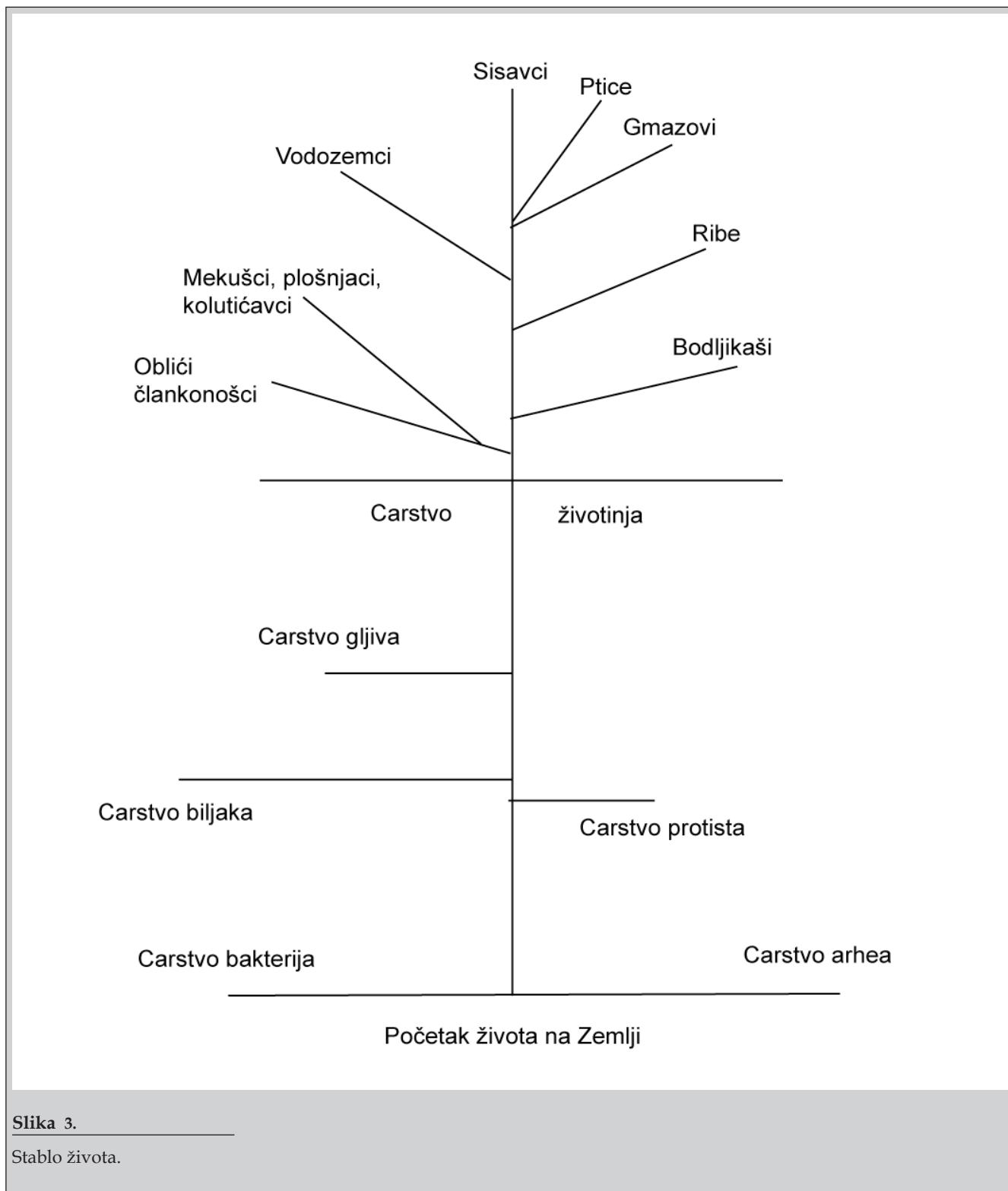
Arheja (Archaea)

Protisti (Protista)

Gljive (Fungi)

Biljke (Plantae)

Životinje (Animalia).



Slika 3.

Stablo života.

OSNOVE EVOLUCIJE ŽIVIH ORGANIZAMA

Smatra se da je planet Zemlja nastao prije otprilike 4,6 milijardi godina, a fosilni ostaci upućuju na to da je prvi oblik živog organizma nastao prije otprilike 3,8 milijardi godina. Poznato je da se sav živi svijet razvio iz jednog izvora te da svi iznimno raznoliki živi organizmi dijeli zajednička temeljna obilježja i složene biokemijske mehanizme. Ugljikohidrati, masti, proteini i nukleinske kiseline (DNK i RNK) čine biokemijsku osnovu živog svijeta. No živi organizmi nisu samo nakupine kemijskih tvari, već očituju organizaciju i funkciju – ubrzavaju i reguliraju procese mijene tvari te imaju sposobnost primanja, tumačenja i prenošenja informacija iz jedne generacije u sljedeću. **Stanica okružena membranom građenom od fosfolipida je osnovna biološka jedinica i temelj svih živih organizama.** Razdvajanjem stanice od okoliša pomoću stanične stijenke omogućen je razvoj živih organizama, što čini temeljnu razliku između živog i neživog svijeta. Virusi, koji su građeni od proteina i nasljednog materijala, ali nemaju staničnu stijenklu, ne smatraju se samostalnim živim organizmima. Daljnji korak čine takozvani proni koji nemaju niti nukleinsku kiselinu.

Razlikujemo dva osnovna tipa stanica živih organizama – **prokariotske i eukariotske.** Prokariotska stanica nema formiranu jezgru okruženu jezgrinom ovojnicom, već se genski materijal nalazi u obliku nukleoida. Kod eukariotskih stanica genski je materijal smješten u formiranoj jezgri okruženoj jezgrinom ovojnicom. Prokarioti (bakterije i arhe) su najjednostavniji oblik živih organizama. Udruživanjem i specijaliziranjem više prokariotskih stanica nastali su eukariotski organizmi, iz kojih su se evolucijom razvili svi danas poznati **višestanični**

organizmi – biljke i životinje.

Prve su stanice zasigurno imale **anaerobni metabolizam**, budući da u vrijeme njihova nastanka u Zemljinoj atmosferi nije bilo kisika. Osim toga, vrlo vjerojatno su bile **heterotrofi**, odnosno iz okoliša su uzimale organske molekule potrebne za rast. Prvi anaerobni **autotrofni** organizmi razvili su se prije otprilike 3,5 milijardi godina, dok je potvrđeno da su stanice koje su imale sposobnost fotosinteze na Zemlji bile prisutne prije 2,8 milijardi godina. Razvojem fotosinteze u atmosferu se počinje otpuštati kisik, što je preduvjet za nastanak ozonskog sloja u atmosferi i posljedično ublažavanje utjecaja ultraljubičastih zraka, te samim time razvoj prvih aerobnih organizama i pokretanje dramatičnih promjena u evoluciji. Prije otprilike 1,4 milijarde godina razvile su se **prokariotske** stanice s **aerobnim** metabolismom. Jednostanični organizmi protisti vladali su zemljom veći dio njezine povijesti, odnosno oko tri milijarde godina bili su jedini živi organizmi na planeti. Smatra se da su se prvi višestanični organizmi razvili prije oko 1000 milijuna godina. Prije otprilike 400 milijuna godina sastav plinova u atmosferi bio je poput današnjeg te se počinju razvijati složeni oblici života. U morima su plivale ribe, a na kopnu se razvijaju prve biljke. Smatra se da su se prvi oblici ljudi odvojili od porodice Hominidae prije otprilike 2 do 3 milijuna godina, dok se današnji čovjek (*Homo sapiens*) razvio prije otprilike 400 do 250 000 godina.

Tijekom evolucije živi se organizmi prilagođavaju okolišu i razvijaju tjelesna obilježja (fenotip) koja im omogućuju što bolje preživljavanje. Na primjer, kralježnjaci u sva četiri uda imaju tri osnovne grupe kostiju – kost koja ud povezuje s ostatkom tijela (ramena ili

bedrena kost), slijede dvije paralelne kosti, te ud završava nizom od pet manjih kostiju. S obzirom na stanište u kojemu jedinke žive, te su se kosti oblikom i veličinom prilagodile načinu kretanja i funkciji. Tako kosti unutar peraje dupina, unutar ljudske ruke i unutar krila šišmiša imaju isto podrijetlo, no različit oblik, te se nazivaju **homolognim organima**. Za razliku od homolognih obilježja, za koja smo rekli da imaju isto podrijetlo, ali različit fenotip, **analogna obilježja** imaju isti fenotip, ali različito podrijetlo. Primjer analognih organa jesu krila kod šišmiša i krila kod ptica. **Konvergentnom evolucijom** nastaju slična obilježja (fenotip) koja nemaju zajedničko podrijetlo, dok **divergentnom evolucijom** srodne vrste razvijaju različita obilježja.

Evolucijskim procesima građa tijela i biokemijski procesi u živim organizmima postaju sve složeniji. Tomu znatno pridonose i dramatične promjene životnih uvjeta tijekom Zemljine povijesti, poput pomicanja tektonskih ploča, sastava atmosfere i posljedično temperature zraka. Sve je to bitno utjecalo na razvoj živih organizama i njihovu rasprostranjenost na pojedinim kontinentima. Nužno je naglasiti da evolucija nije gotov proces, već da se zbiva i danas.

EVOLUCIJSKE PREKRETNICE KOD VIŠESTANIČNIH ORGANIZAMA

U dalnjem dijelu teksta izdvajamo prekretnice u evoluciji prokariotskih višestaničnih organizama, koje su temelj današnje biološke raznolikosti te su ujedno osobitosti koje se rabe prilikom sistematske klasifikacije organizama.

Simetrija

Većina životinja ima bilateralno simetrično tijelo, koje jedna ravnina dijeli na dvije gotovo jednake, simetrične polovice. **Bilateralna (dvostrana) simetrija** razvila se kod pokretnih životinja, dok je obilježje većine nepokretnih (sesilnih) životinja **radijalno simetrično** tijelo. Radijalno simetrično tijelo organizirano je oko središnje tjelesne osi koju okružuju slični dijelovi tijela. Tako su organizacijom tijela sesilni organizmi u jednakom kontaktu s okolinom u svim smjerovima, dok kod pokretnih životinja razlikujemo prednji i stražnji dio tijela, ventralni dio usmjeren prema tlu i dorsalni dio usmjeren prema gore, te dvije simetrične lateralne (postrane) strane koje su na jednak način u doticaju s okolinom. Kod pokretnih životinja se na prednjem dijelu tijela tijekom evolucije razvija glava s ustima, središtem živčanog sustava i osjetilnim organima. Razvoj sposobnosti kretanja omogućio je životnjama osvajanje novih prostora i evoluciju velikog broja različitih prilagodbi.

Sekundarna tjelesna šupljina - celom

Osnovna podjela obostrano simetričnih životinja jest na one bez sekundarne tjelesne šupljine (**acegomata**) i one koje su razvile sekundarnu tjelesnu šupljinu, tj. **celom**. Celom je građen od dva sloja stanica, između kojih se nalazi vrlo malo tekućine, te obavija primarne tjelesne šupljine (poput prsne i trbušne kod

kralježnjaka). Celom kod kralježnjaka jest **pleura** koja u prsnoj šupljini obavija pluća (porebriča i poplućnica), **perikard (osrčje)** koji obavija srce, te **peritoneum (potrbusnicu)** koji obavlja želudac, crijevo, jetra, bubrege, mokračni mjehur i sve ostale organe trbušne šupljine. Dakle, unutar šupljine celoma nema organa, već celom (oba lista – visceralni i parijetalni te njegova šupljina) obavija tjelesnu šupljinu i organe u njoj. To je kao da zamislite dvije izuzetno tanke plastične vrećice, postavljene jednu uz drugu, i u svakoj od njih nekoliko kapi vode; unutar tih vrećica smješteno primjerice srce, a izvan vrećica stijenka prsnoga koša. Evolucijom celoma omogućen je razvoj organa. Zaštićeni celomom organi zadržavaju svoj položaj, ali se mogu pomicati neovisno o ostatku tijela (što omogućuje neometano kucanje srca ili peristaltiku crijeva), te mogu biti duži od ostatka tijela (kao što su to crijeva). Kod beskralježnjaka celom ima neke druge uloge, pa tako tekućina unutar celoma služi umjesto krvi kao primarni transportni sustav. Celom tijekom embrionalnog razvoja nastaje iz zametnog sloja koji se naziva mezoderm.

Protostoma i deuterostoma

Taksonomska podjela bilateralnih životinja na protostome i deuterostome temelji se na sudsini blastoporusa tijekom embrionalnog razvoja. Blastoporus je otvor koji se pojavljuje na blastuli (blastula je nakupina stanica koja nastaje tijekom ranog embrionalnog razvoja dijeljenjem zigote, tj. oplođene jajne stanice). Kod protostoma iz blastoporusa se razvijaju usta, a kod deuterostoma čmar. Bodljikaši su prva skupina životinja kod koje dolazi do pojave deuterostomije (grčki *deuteros* – drugi), koja

se zadržala kod svih kralježnjaka, dok se kod ostalih obostrano simetričnih beskralježnjaka (mekušci, kolutićavci i člankonošci) pojavljuje proteostomija (grčki *protos* – prvo, *stoma* – usta). Pojednostavljeno objašnjenje ove evolucijske prekretnice jest da kod protostoma tijekom embrionalnog razvoja prvo nastaju usta, a kod deuterostoma najprije čmar pa zatim usta. Neke životinje na nižem stupnju razvoja imaju jednostavan probavni sustav te na isti otvor uzimaju hranu i izbacuju probavljene ostatke. Kod

oblića se prvi put pojavljuju i usta i čmar, što je temelj razvoja složenog probavnog sustava.

Iako je sudsudina blastoporusa bila temelj povijesne filogenetske podjele na protostome i deuterostome, danas je poznato da razvoj blastoporusa varira unutar životinja iz skupine protostoma. No sigurno je da sve vrste protostoma dijele zajedničkog pretka, te da dijele i druga zajednička morfološka obilježja poput građe živčanog sustava.

OSNOVNA OBILJEŽJA CARSTAVA

Carstvo bakterija obuhvaća jednostanične prokariotske organizme mikroskopske veličine, čija je stanična stijenka građena od složenog spoja – peptidoglikana – koji ne nalazimo niti u jednog eukariota. Nasljedni materijal bakterija je kružni dvostruki lanac DNK, a unutar stanice nemaju stanične organele (poput kloroplasta ili mitohondrija) okružene membranom. Bakterije proučava znanstvena grana koja se zove **mikrobiologija**.

Arhea su mikroskopski veliki jednostanični prokarioti, koji nastanjuju okoliš s ekstremnim uvjetima poput iznimno visokih ili niskih temperature, visokog ili niskog stupnja kiselosti (pH), anaerobni okoliš te okoliš s visokim koncentracijama soli poput Mrtvoga mora. Nalazimo ih u predželucima preživača, slijepom crijevu konja, debelom crijevu ljudi te u geotermalnim izvorima na temperaturama od 121 °C i pH 1. Arhea su evolucijski bliži eukariotima nego bakterijama, odnosno arhea i eukarioti imaju bližeg zajedničkog pretka, nego arhea i bakterije. Ovo je carstvo otkriveno tek 1977. godine i dosada je identificirano oko 250 vrsta. Arhea imaju velik ekonomski potencijal budući da njihovi enzimi ostaju aktivni i u ekstremnim uvjetima.

Carstvo protista obuhvaća raznolike organizme čije je zajedničko obilježje jednostanična eukariotska stanica. Protisti mogu biti heterotrofi (protozoa) ili autotrofi – organizmi koji organske spojeve sami sintetiziraju iz anorganskih (profita), pokretni ili nepokretni, a razmnožavaju se nespolno i spolno. Pokretni protisti kreću se pomoću bičeva (*flagella*), pokretanjem citoplazme u obliku lažnih nožica (*pseudopodia*) ili pomoću trepetljika (*cilia*).

Iako su protisti jednostanični organizmi, oni mogu obavljati i složene funkcije te se unutar stanice počinju razvijati specijalizirani dijelovi. Tako npr. heterotrofni protisti (protozoa) razgrađuju organske tvari unutar hranidbene vakuole. Do sada je identificirano oko 250 000 vrsta protista, među kojima su npr. vrste iz roda *Plasmodium* koje parazitiraju unutar eritrocita i uzrokuju malariju. Danas se smatra da su se višestanične životinje (**metazoa**) razvile od predaka protista, te da su se gljive i žarnjaci odvojili od glavne evolucijske linije iz koje su se razvile sve obostrano simetrične životinje.

Gljive su višestanični eukariotski organizmi. Građene su od izduženih, nitastih, međusobno povezanih stanica, odnosno hifa, te se njihovo nepokretno tijelo naziva micelij. Osobitost građe gljive je i prisutnost hitina (polimer ugljikohidrata) u staničnoj stijenci, što im daje čvrstoću. Razmnožavaju se spolnim i nespolnim putem. Gljive su heterotrofni organizmi, a hrane se upijanjem anorganskih tvari iz okoliša. Većina gljiva su **saprofiti** što znači da se hrane materijom koja trune ili je mrtva, dok jedan dio vrsta živi kao paraziti na živim organizmima. Saprofitske vrste gljiva imaju važnu ulogu u funkciranju ekosustava, a mnoge se različite vrste gljiva rabe u ljudskoj prehrani, izravno poput vrganja ili neizravno poput kvasaca, te sudjeluju u proizvodnji antibiotika.

Carstvo biljaka obuhvaća autotrofne organizme čija stanična stijenka sadržava celulozu, unutar stanice imaju kloroplaste te imaju sposobnost fotosinteze. Botanika je znanstvena grana koja se bavi proučavanjem biljaka.

Carstvo životinja proučava biološka disciplina koja se naziva **zoologija** (grč. *zoon* – živo biće + *logos* – znanost), a njezin su predmet izučavanja:

- oblik i građa tijela (morfologija, anatomija)
- razvoj i podrijetlo (uključujući paleontologiju)
- nasljedne odlike (genetika)
- odnos s okolišem (ekologija)
- rasprostranjenost (zoogeografija)
- ponašanje životinja (etologija).

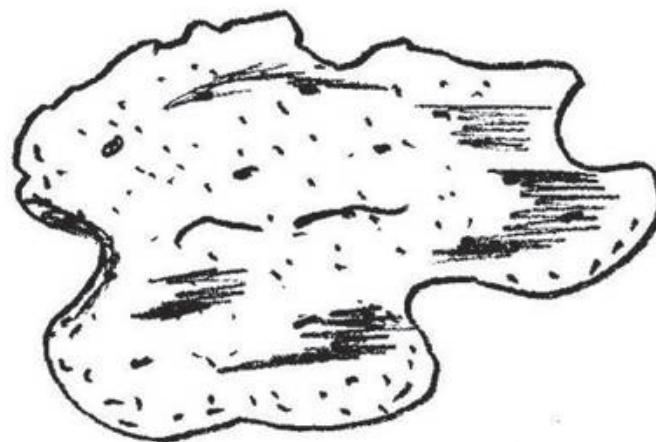
Ova skripta obrađuje osnove zoologije, odnosno carstvo životinja, te je zamišljena tako da sadržava osnove evolucije, razvrstavanja te osobitosti anatomije i fiziologije za najvažnija koljena iz carstva životinja. Za svaku je obrađenu skupinu također stavljen naglasak na predstavnike karakteristične za mediteranski ekosustav. Naglašavamo da skripta ne predstavlja sva koljena, već ona najvažnija i s najvećim brojem pripadnika. Manja koljena poput rebraša (*Ctenophora*), *Rhynchocoela* ili *Mesozoa* nisu obuhvaćena ovim djelom.

Koljeno PLACOZOA

Koljeno Placozoa obuhvaća jednu jedinu vrstu – *Trichoplax adhaerens*, što doslovno prevedeno znači plosnata životinja. *Trichoplax adhaerens* je morfološki najjednostavnija višestanična životinja, te se smatra živućim pretkom svih višestaničnih životinja. Vrsta je otkrivena tek 1883. godine, i to ne u slobodnoj prirodi, već u morskom akvariju u Grazu, Austrija. Najnovija istraživanja genoma *Trichoplax adhaerens* upućuju na to da je riječ o najprimitivnijoj životinji koja nema obostrano simetrično tijelo te je otvorena mogućnost postojanja više vrsta unutar ovog koljena.

Trichoplax adhaerens ima jedinstvenu građu, stoga je vrsta odvojena u zasebno koljeno. Ima plosnato tijelo, nepravilna oblika, koje može mijenjati budući da nema čvrstu strukturu, a promjera je od 0,5 do najviše 3 milimetra. Tijelo

je građeno od četiri različita tipa stanica organiziranih u dva sloja. Između ta dva sloja nalazi se prostor ispunjen tekućinom te mrežasto strukturiranim stanicama s većim brojem jezgara. *Trichoplax* se hrani mikroorganizmima koje probavlja izvan stanice (ekstracelularno). Kreće se poput ameba, mijenjanjem oblika te kada pronađe hranu, jednostavno je obuhvati tijelom i oblikuje probavnu šupljinu u koju izlučuje enzime. Hrani se algama, bakterijama i otpacima drugih bića. Razmnožavanje je nespolno, a moć regeneracije iznimno velika. Vrsta je pronađena u više svjetskih mora, a nastanjuje topla i plitka morska područja. Točna rasprostranjenost ove vrste nije utvrđena.



Slika 4.

Plosnata životinja (*Trichoplax adhaerens*) u jednoj od faza kretanja.

SPUŽVE (koljeno PORIFERA)

Spužve smatramo najjednostavnijim oblikom višestaničnih životinja, koje imaju dijelom specijalizirane stanice, no tkiva i organi nisu razvijeni. To su heterotrofni, nepokretni organizmi koji žive pričvršćeni na dnu mora ili, rjeđe, slatkih voda. Mogu biti raznolikih veličina, boja i oblika, no svima je zajednička asimetrična građa tijela. Tijelo spužvi sastoji se od želatinoznog matriksa u koji su uklopljeni različiti tipovi stanica, među kojima i stanice skeleta. Skelet je građen od iglica (spikula) različite kemijske strukture (silicijev dioksid, kalcijev karbonat, spongin) ili od spužvastih niti.

Smatra se da su se prvi višestanični organizmi biljaka, gljiva i životinja razvili prije otprilike 1000 milijuna godina, dok su spužve evoluirale kao prve višestanične životinje. Najstariji fosilni ostaci skeleta spužvi potječu iz razdoblja prije otprilike 580 milijuna godina. Dakle, spužve su postojale 30 do 50 milijuna godina prije kam-brijske eksplozije, razdoblja koje je tako nazvano zbog iznimnog razvoja velikog broja koljena višestaničnih životinja.

Spužve se hrane filtriranjem organskog materijala (bakterije, protozoa) iz vode, uz iznimku jedne porodice koja se hrani malenim rakovima. Voda ulazi kroz pore koje se nalaze na cijeloj površini tijela te sustavom kanala dolazi u središnju šupljinu, odakle se zatim izbacuje kroz otvore na vrhu tijela. Taj sustav šupljina, komora i kanalića kojima struji voda naziva se akviferni sustav.

Razmnožavaju se spolno i nespolno. Većina vrsta su hermafrođiti, tj. jedna jedinka proizvodi i muške i ženske spolne stanice. Spužve otpuštaju spermu, koju voda odnese do druge jedinke i oplode se ženske spolne stanice. Iz oplođenih jajnih stanica razviju se slobodnoplatajuće

larve, koje se nakon napuštanja tijela spužve prihvate za tlo i nastavljaju razvoj. Nespolno razmnožavanje zbiva se pupanjem. Spužve imaju veliku sposobnost regeneracije.

Do danas je poznato oko 8000 vrsta spužvi koje se dijele u tri razreda. Vapnenjače (Calcarea) su spužve s vapnenim iglicama, staklače (Hexactinellida) imaju šestozrakaste silicijeve iglice, a kremenorožnjače (Demospongiae) imaju skelet izgrađen od silicijevih iglica povezanih sponginom ili je pak skelet sastavljen od samog spongina. Velika većina danas živućih spužvi jesu kremenorožnjače.

U hrvatskom dijelu Jadranskog mora do sada je opisano oko 200 vrsta spužvi koje su pripadnici sva tri razreda. Prema trenutačno važećim pravilnicima u Hrvatskoj zakonski je zaštićeno 11 vrsta spužvi, i to:

- velika kremenjača (*Geodia cydonium*)
- morska naranča (*Tethya aurantium*)
- mekana rogljača (*Axinella cannabina*)
- zvjezdasta rogljača (*Axinella polypoides*)
- dubokomorska mesojedna spužva (*Asbestopluma hypogea*)
- špiljska sumporača (*Aplysina cavernicola*)
- dubokomorska spužva staklača (*Opsacas minuta*)
- *Sarcotragus spinosulus*
- *Eunapius subterraneus molispghanis*
- *Eunapius subterraneus subterraneus*
- *Petrobiona massiliana*.

ŽARNJACI (koljeno CNIDARIA)

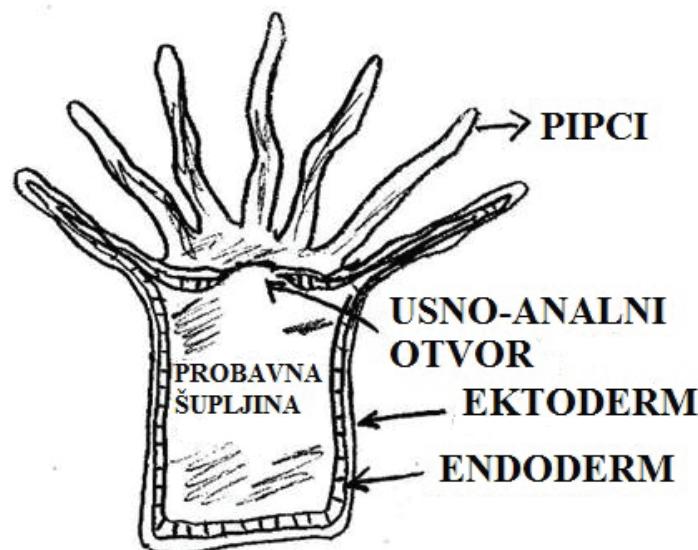
Žarnjaci su višestanični, radijalno simetrični beskralježnjaci koji žive u morima te, rjeđe, u slatkim vodama, a karakteriziraju ih žarnice – specijalizirane stanice koje se nalaze na vrhu lovki. Približavanje potencijalnog plijena aktivira izbacivanje žarne niti koja ubada pljen i ispušta otrov. Otvor ima paralitičko djelovanje, no poznati su i slučajevi smrti ljudi nakon uboda nekih vrsta velikih tropskih meduza.

Najstariji fosili koji podsjećaju na koralje pronađeni su u slojevima iz razdoblja kambrija, dok raznovrsni fosili žarnjaka potječu iz ranih razdoblja ordovicija (prije otprilike 480 milijuna godina).

Tijelo žarnjaka ima dva osnovna oblika. Tijelo oblika vase je sesilno i naziva se polip, stoji uspravno na podlozi, a lovke okružuju usta na gornjem vrhu tijela. Drugi oblik je pokretan – meduza, oblik tijela je sličan kišobranu, te su

usta i lovke okrenuti prema dolje. Tijelo žarnjaka je građeno od tri sloja – vanjskog epidermisa, središnjeg želatinoznog sloja nazvanog mesoglea, te unutrašnjeg sloja gastrodermisa. Oni okružuju gastrovaskularnu šupljinu koja može biti cjevovita ili pregrađena na odjeljke. Šupljina u tijelu žarnjaka ima jedan otvor koji istodobno služi kao čmar i kao usta te je okružen lovka- ma. Žarnjaci imaju vanjski i unutarnji kostur građen od organskih i anorganskih tvari. Vanjski skelet luče stanice epidermisa, dok u stvaraju vapnenih tjelešca unutarnjeg skeleta sudjeluju stanice središnjeg želatinoznog sloja. Žarnjaci su evolucijski razvijeniji od sružvi, te se kod njih pojavljuje organizacija stanica u različita tkiva.

Žarnjaci su grabežljivci te love pljen različite veličine, od protista pa čak do riba. Imobilizirani pljen unosi se u gastrovaskularnu šupljinu te se tu probavlja pomoću enzima



Slika 5.

Građa žarnjaka (*Cnidaria*).

koje ispuštaju stanice gastrodermisa. Žarnjaci imaju sposobnost regeneracije te mogu obnoviti cijelo tijelo iz vrlo malog broja stanica. Nemaju krvotok, a izmjena plinova je na načelu difuzije. Razmnožavaju se nespolno ili spolno ispuštanjem jajašaca i sperme u vodu te se pri tome izmjenjuju spolne i nespolne generacije. Polipi se najčešće razmnožavaju nespolno, a meduze spolno. Žarnjaci imaju razvijen živčani sustav – jednostavnu mrežu stanica koje prenose informacije. No živčani sustav žarnjaka nema isto podrijetlo kao i živčani sustav bilateralnih životinja. Naime, najnovija istraživanja DNK potvrdila su da su se njihovi živčani sustavi razvili neovisno, odnosno da su se živčane stanice tijekom evolucije razvile dva puta, neovisno jedne o drugima.

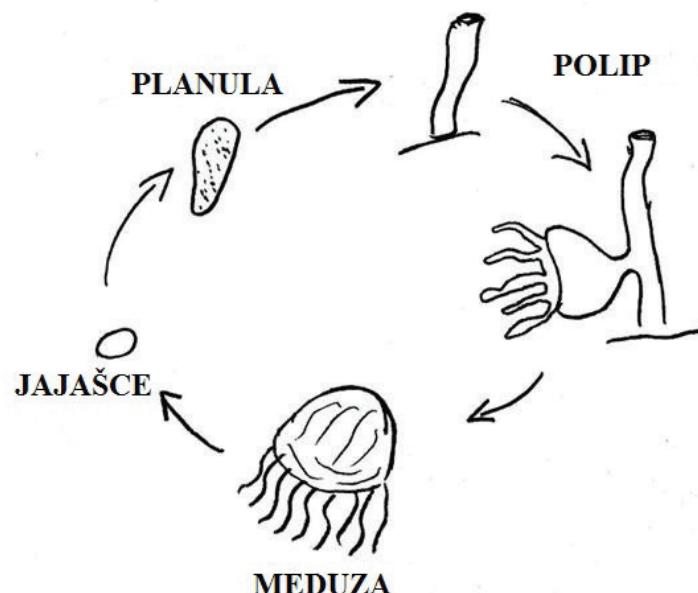
Žarnjaci mogu živjeti u takozvanim zadružama, u koje se udružuju s ciljem učinkovitije zaštite i hvatanja hrane.

Žarnjaci se dijele na četiri razreda:

- obrubnjaci (Hydrozoa)
- režnjaci (Scyphozoa)
- kubomeduze (Cubozoa)
- koralji (Anthozoa)

Obrubnjaci (Hydrozoa) obuhvaćaju više od 3000 vrsta, među kojima i hidre, a pojavljuju se kao polipi i kao meduze. Žive pojedinačno, ali i u kolonijama koje su građene od polipa visokih 3 do 10 cm, poduprtih vanjskim skeletom. Žive pretežno u morima, dok se nekoliko vrsta nalazi i u slatkim vodama. Najpoznatiji predstavnik ovog razreda jest portugalski ratni brod (*Physalia physalis*), čije je tijelo zapravo kolonija polipa koji plutaju, a polipi mogu biti dugi i nekoliko metara. U Jadranskom je moru do sada opisano 215 vrsta iz ovog razreda.

Pod pojmom meduza najčešće podrazumijevamo pripadnike razreda Scyphozoa i Cubozoa, kod kojih je dominantan oblik tijela meduze, dok se polip pojavljuje samo kao larvalni oblik tijekom razvoja. Pripadnici razreda Cubozoa karakteristični su po tome što se pojavljuju kao mali pužajući polipi i kao meduze kockasta oblika, a žive u tropskim morima. Razred Scyphozoa obuhvaća oko 200 vrsta koje žive isključivo u moru. Najčešće su promjera od 2 do 40 cm, no ima i vrsta čiji promjer doseže i više od 2 m. Tipični predstavnici režnjaka iz Jadranskog mora su ušati klobuk (*Aurelia aurita*) i morska



Slika 6.

Razmnožavanje žarnjaka (*Cnidaria*).

mjesecima (*Pelagia noctiluca*), a opisano je ukupno 11 vrsta.

Najveći razred, Anthozoa, broji više od 6000 vrsta, a pojavljuju se samo kao polipi i žive u moru. Ovaj razred uključuje koralje i morske tulipane (anemone). Koralji imaju vanjski karbonatni skelet kojeg izlučuju stanice epidermisa te najčešće žive u kolonijama. Koraljni grebeni su mesta najveće biološke raznolikosti na zemljii. Tipični koralj Sredozemnog mora je crveni koralj (*Corallium rubrum*) kojeg nalazimo na dubinama od 5 do 200 metara. U Jadranskom

uglavnom nalazi na vanjskim stranama otoka, i to na područjima gdje su godišnje promjene temperature i saliniteta male. Obrađeni crveni koralj ima jako visoku komercijalnu vrijednost i rabi se za izradu nakita. U Hrvatskoj je ta vrsta zakonom zaštićena. Najvažniji predstavnici morskih anemoni u Jadranu su crvena moruzgva (*Actinia equina*) i smeđa vlasulja (*Anemonia sulcata*). U Jadranskom moru je do sada opisana ukupno 91 vrsta iz razreda koralja.

Ukupno 14 vrsta žarnjaka trenutačno je zakonski zaštićeno u Hrvatskoj.



Slika 7.

Crvena moruzgva (*Actinia equina*) (ljubaznošću G. Sačer, Obrt za uzgoj akvarijskih riba i bilja).

PLOŠNJACI (koljeno PLATYHELMINTHES)

Plošnjaci su prva skupina životinja kod kojih se razvila dvostrana simetrija tijela. Također su i prva skupina životinja kod kojih su životne funkcije organizirane na razini organa i organskih sustava. Skupina plošnjaka obuhvaća oko 20 000 vrsta plosnatih crva koji nastanjuju mora i slatke vode ili žive kao paraziti.

Najstarija poznata vrsta plošnjaka identificirana je iz fosila sačuvanih u jantaru koji potječe iz razdoblja eocena.

Tijelo plošnjaka je dorzoventralno splošteno. Pritom razlikujemo dvije simetrične strane tijela, gornju (dorzalnu) i donju (ventralnu)

površinu tijela, te se razlikuju prednji i stražnji kraj tijela. Na prednjem dijelu tijela nalazimo skupinu živaca koji djeluju kao svojevrstan mozek, te specijalizirane osjetilne regije za svjetlost, kemijski podražaj i dodir. Razvoj glave na prednjem dijelu tijela nazivamo cefalizacija i prvi put se pojavljuje kod plošnjaka, predstavljajući jednu od evolucijskih prekretnica. Poput tijela sružvi i žarnjaka, tijelo plošnjaka je građeno od tri sloja tkiva – ektoderma, mezoderma i endoderma, no srednji sloj mezoderm nije želatinozan kao kod žarnjaka, već je građen od niza stanica. Iz mezoderma se razvijaju mišići



Slika 8.

Veliki američki metilj (*Fascioloides magna*) prisutan kod jelena u Hrvatskoj. (Autor: K. Severin), odrasli metilj dosegne dužinu od oko 10 cm .

i organi, a plošnjaci su razvili organe za probavu, razmnožavanje, izlučivanje te kretanje. Organi se povezuju u organske sustave pa se tako probavni sustav plošnjaka sastoji od ždrijela i crijeva, koje završava slijepo. Zbog toga hrana ulazi, a neprobavljeni ostaci izlaze na isti otvor. Plošnjaci nemaju skeletni sustav, sustav za disanje i krvotok, a trakavice nemaju niti probavni sustav, već hranjive tvari upijaju izravno putem kutikule. Plošnjaci su dvospolci.

Sistematski plošnjake klasificiramo u sljedeće razrede:

1. virnjaci (Turbellaria)
2. metilji (Trematoda) – podrazred jednorodni metilji (*Monogenea*) i podrazred dvorodni metilji (Digenea)
3. trakavice (Cestoda).

Pripadnici razreda Turbellaria su slobodnoži-vući plošnjaci koji nastanjuju dno mora ili slatkih voda, a neke su vrste pronađene i u vlažnim šumama. Veličina tijela je 0,5 – 20 mm (iznimno ima vrsta dužine i do 60 cm). Tijelo im je prekriveno trepetljikama. U Hrvatskoj je virnjak *Dendrocoelum subterraneum* zakonom zaštićena vrsta. Pripadnici ostalih razreda su paraziti te imaju veliko značenje u humanoj i veterinarskoj medicini, poput ovčjeg metilja (*Fasciola hepatica*) ili male pseće trakavice (*Echinococcus granulosus*). Metilji su obligatni paraziti, veličine tijela od 0,2 mm do 6 cm. Tijelo je prilagođeno nametničkom načinu života, te su razvili prianjalike (siske) i kukice kojima se prihvate za nositelja. Jednorodni metilji su vanjski nametnici na vodozemcima i ribama. Trakavice su unutrašnji nametnici, uglavnom u probavnom sustavu kralježnjaka.

OBLIĆI (koljeno NEMATODA)

Oblići crvi jedna su od najbrojnijih i najraširenijih skupina životinja. Žive slobodno ili kao paraziti biljaka, životinja i ljudi. Kao i gljive, i oblići imaju važnu ulogu u razgradnji organskih tvari u okolišu. Nalazimo ih u svim staništima, a u latentnom (mirujućem) obliku mogu preživjeti i do 30 godina nepovoljnih uvjeta koji ubijaju sve ostale životinje. Tijelo oblića je nitasto i izduženo, a na presjeku je cilindričnog oblika.

Pretpostavlja se da su oblići evoluirali tijekom razdoblja kambrija, no budući da nisu građeni od čvrstih tkiva, očuvano je vrlo malo fosilnih ostataka.

Kod oblića se pojavljuje obostrano simetrično tijelo i cefalizacija, no u njih nalazimo i dvije nove evolucijske prekretnice – pojavu pseudoceloma i probavnog sustava s otvorima na obje strane – dakle imaju i usta i čmar. Kod spužvi, žarnjaka i plošnjaka tijelo je građeno od tri sloja stanica koji se naslanjaju jedan na drugi i okružuju središnju šupljinu. Kod oblića se pojavljuje preteča prave tjelesne šupljine (celom), koji se zadržao kod svih složenijih organizama, a njegovu smo važnost opisali u prethodnim poglavljima. Tijelo oblića građeno je od tri sloja stanica, no između unutrašnjeg i ostalih dvaju slojeva razvila se šupljina koju nazivamo pseudocelom. Pravi celom razvio se kod viših životinja unutar unutarnjeg sloja stanica – mezoderma, za razliku od pseudoceloma koji se razvio između mezoderma s jedne strane te endoderma i ektonderma s druge strane.

Zbog razvoja čmara kod oblića se pojavljuju dijelovi tijela koji imaju specijaliziranu ulogu u probavi – npr. za mljevenje u manje komadiće, probavu pomoću enzima, resorpciju hranjivih tvari i vode te za izlučivanje otpadnih tvari.

Tipičan predstavnik oblića, učestao i u Hrvatskoj, jest trihinela (*Trichinella* spp.). Vrste iz ovog roda jesu paraziti koji uzrokuju zoonozu, invazijsku bolest zajedničku ljudima i životinjama. Najvažniji izvor bolesti za ljude jest meso domaćih i, rjeđe, divljih svinja, u čijim se mišićima nalazi cista unutar koje je začahuren parazit. Nakon konzumiranja mesa invadirane životinje parazit izlazi iz čahure te se u tankom crijevu razvija i razmnožava. Ličinke zatim probijaju stijenu crijeva te se krvlju i limfom raznose tijelom i ciklus završavaju začahurene u mišićima.

Danas koljeno Nematoda, zajedno s još nekoliko drugih koljena svrstavamo u skupinu (natkoljeno) koju nazivamo Aschelminthes. Oni dijele zajednička obilježja poput pseudoceloma, tijela obavijenog kutikulom, imaju usta i čmar, uglavnom su mikroskopskih veličina tijela, odvojenog spola te se smatra da su evolucijski srodni. Natkoljeno Aschelminthes obuhvaća sljedeća koljena:

- Acanthocephala (kukaši)
- Chaetognatha
- Cycliophora
- Gastrotricha (trbodlaci)
- Kamptozoa (stapkočašci)
- Kinorhyncha (bodljoglavci)
- Loricifera
- Nematoda
- Nematomorpha (strunaši)
- Priapulida (valjčari)
- Rotatoria (kolnjaci).

MEKUŠCI (koljeno MOLLUSCA)

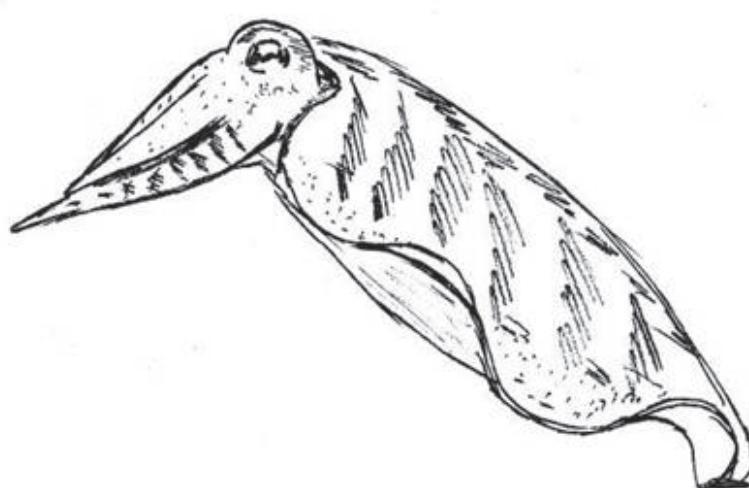
Koljenu mekušaca pripada oko 200 000 vrsta koje imaju mekano tijelo, a nastanjuju more, slatke vode i kopno. Neki su pripadnici koljena razvili čvrstu ljušturu od kalcijeva karbonata koja obavija mekano tijelo. Iako ljuštura štiti tijelo, ona zahtijeva prilagodbu građe tijela te fiziologije pa u evoluciji školjkaša možemo pratiti prednosti i mane takve građe.

Neki od najstarijih poznatih fosila višestaničnih životinja pripadaju upravo mekušcima. Fosili bilateralnih školjkaša potječu iz razdoblja kasnog pretkambrija, dok se fosili većine ostalih mekušaca nalaze u razdoblju kambrija. To su uglavnom fosili malenih organizama, dužine oko 10 mm, dok se veća raznolikost vrsta pojavljuje među fosilima iz razdoblja ordovicija.

Mekušci su prva skupina životinja kod kojih se razvio celom te se nakon toga zadržao kod svih ostalih vrsta. Čak i kod vrsta kod kojih ce-

lom nije prisutan u odrasle jedinke, on postoji tijekom embrionalnog razvoja. Kod mekušaca celom obavlja srce (osrče), žlijezde – spolne organe (gonocel) te metanefridij – organe za izlučivanje, preteče bubrega (nefrocel).

Tijelo mekušaca sastoji se od glave, stopala (mišićnog organa koji služi za kretanje) i utrobne vreće koja sadržava unutarnje organe, a obavijena je plastirom koji može izlučivati sastojke od kojih nastaje ljuštura. Kod mekušaca su se razvile škrge koje služe za razmjenu kisika i ugljikova dioksida između organizma i vode. Imaju srce i otvoreni cirkulacijski sustav, što drugim riječima znači da se krv dijelom prenosi krvnim žilama, a dijelom slobodno teče tjelesnom šupljinom. Mekušci imaju razvijen živčani sustav te osjetila poput ticala, očiju i kemoreceptora kojima prate sastav vode. Kod mekušaca se pojavljuje radula – trenica, niz hitinskih zubića



Slika 9.

Sipa (*Sepia officinalis*).

u ustima koji pomažu uzimanje hrane. Spol je u većine vrsta odvojen te se pojavljuje i unutarnja oplodnja. Ličinke mekušaca žive kao dio planktona.

Najvažniji razredi mekušaca su puževi (Gastropoda), školjkaši (Bivalvia) i glavonošci (Cephalopoda).

Puževi su najveća i najraznovrsnija skupina mekušaca. Njihova je ljuštura spiralnog oblika, što je evolucijska prilagodba kojom je ljuštura postala laganja i jednostavnija za kretanje. Stopalo i utrobni dio mogu se u potpunosti uvući u ljušturu te se otvor zatvara pomoću poklopa zvanog operkulum. Imaju razvijenu glavu s dva ticala, a hrane se vrlo raznoliko – biljkama, životinjama, planktonom, mrtvim organskim materijalom te mogu biti i paraziti. U Hrvatskoj su do sada opisane 524 vrste Gastropoda, od čega se čak 31 vrsta smatra ugroženom te su zakonski zaštićene. Neki od tipičnih stanovnika Jadranskog mora su ogrc (*Monodonta*), priljepak (*Patella*) i volak (*Murex*).

Školjkaši su vodeni organizmi koji imaju tijelo zaštićeno s dvije uglavljene ljuštture. Veličina ljuštture znatno varira, najmanje vrste duge su tek 1 cm, dok su neke tropске vrste duge i više od 1 m te dosežu masu od čak 250 kg (*Tridacna gigas*). Stopalo školjkaša je lateralno splošteno i nemaju razvijenu glavu na raduli. Hrane se filtriranjem planktona pomoću škrga. Žive u morima i slatkim vodama, tako da su zakopani u mekano dno ili tvrdnu podlogu, prihvaćeni za podlogu na dnu, odnosno manji broj vrsta živi neprihvaćen za podlogu i može se kretati. Neke vrste školjaka koje žive u stijenama ili koraljima izlučuju kemikalije pomoću kojih omekšavaju podlogu koju nastanjuju. U Jadranskom moru opisano je oko 250 vrsta, a neki od predstavnika su: kunjka (*Arca noae*), dagnja (*Mytilus galloprovincialis*), Jakobova kapica (*Pecten jacobaeus*), periska (*Pinna nobilis*) i kamenica (*Ostrea edulis*).

Do danas je identificirano oko 600 vrsta glavonošaca, no postoje fosilni ostaci više od 7000 vrsta koje su tijekom evolucije izumrle. Prvi poznati glavonožac razvio se prijeotprije 450 milijuna godina. Glavonošci su najveći beskralježnjaci, te vrste lignji iz roda kolosalne lignje (*Architeuthis*) mogu doseći dužinu veću od 15 m. Tijelo je prilagođeno grabežljivom načinu prehrane te su na glavi razvili krakove s prianjaljkama i kemoreceptorma. Nisu svi krakovi jednakе dužine, već su dva središnja znatno duža i namijenjena hvatanju plijena. U usnoj se šupljini nalazi kljun sličan papagajskom. Kreću se kontrakcijom stopala i istiskivanjem vode, a krakovi su pritom okrenuti prema naprijed, u smjeru kretanja. Osim toga, lignje se mogu kretati i unatrag, i to vrlo brzo. Među živućim glavonošcima jedino indijska lađica (*Nautilus pompilius*) ima ljušturu, koja je česta kod fosilnih vrsta. Za razliku od puževa, stopalo indijske lađice ne ispunjava cijelu ljušturu, već samo prednju komoru. Unutrašnje komore sadržavaju plin koji služi za vertikalno kretanje. Glavonošci imaju razvijen živčani sustav i osjetilne organe, koji su među najnaprednijima među beskralježnjacima. Imaju vrećicu s pigmentom koja se izlijeva blizu kraja crijeva i iz čmara mogu ispustiti oblak tamne tekućine. Smatra se da ona služi za obranu te da alkaloidi onesposobljavaju kemoreceptore grabežljivaca poput riba, ometajući ih tako u progonu glavonošca. Osim toga, glavonošci imaju iznimnu sposobnost mijenjanja boje, ali i teksture kože, što im osim u kamuflaži služi i kao sredstvo međusobne komunikacije. U Jadranu je opisano oko 40 vrsta glavonožaca, među kojima su hobotnica (*Octopus vulgaris*), muzgavac (*Eledone moschata*), sipa (*Sepia officinalis*), lignja (*Loligo vulgaris*), lignjun veliki (totan) (*Todarodes sagittatus*) i lignjica (*Alloteuthis media*).



Slika 10.

Priljepak (*Patella* spp.), crni ježinac (*Arbacia lixula*), rak samac (*Pagurus* spp.) i školjka kamenica (*Ostrea edulis*).

KOLUTIĆAVCI (koljeno ANELLIDA)

Kolutićavci su segmentirani crvi koji nastanjuju mora, slatke vode i kopno. Više od 16 000 identificiranih vrsta podijeljeno je na dva razreda – razred maločekinjaša (Oligochaeta) i razred pojasnika (Clitellata), kojemu pripadaju podrazredi mnogočekinjaši (Polychaeta) i pijavice (Hirudinea).

Budući da kolutićavci imaju mekano tijelo, fosilni ostaci predstavnika ovog koljena su rijetki, no danas se smatra da najstariji fosili potječu prije otprilike 500 milijuna godina, iz razdoblja kambrija.

Tijelo kolutićavaca podijeljeno je na jednake dijelove (segmente ili kolutiće) nazvane metamere, koji su linearno poredani uzduž tjelesne osi. Glava i stražnji kraj tijela nisu segmentirani. Svaki segment tijela sadržava parni celom (lijevi i desni), a segmenti su međusobno odijeljeni septama. Kod kolutićavaca je vidljiv daljnji razvoj i specijalizacija probavnog sustava, a pojavljuje se i potpuno zatvoren cirkulacijski sustav. Segmentacija te razvoj probavnog i cirkulacijskog sustava omogućili su kolutićavcima da narastu duži i deblji od plosnatih i oblih crva.



Slika 11.

Kolutićavci, morski crv (*Eunice aphroditois*), ljubaznošću G. Sačer (Obrt za uzgoj akvarijskih riba i bilja).

Današnje znanstvene spoznaje pokazuju da je do podjele tijela na metamere došlo dva puta u evoluciji, odvojeno kod kolutićavaca i člankonožaca, te odvojeno kod kralježnjaka. Smatra se da se ta odlika razvila kao prilagodba za kretanje.

Maločekinjaši nastanjuju slatke vode i kopno, te su dvospolci. Poznato je oko 5000 vrsta mnogočekinjaša, svi žive u morima i imaju

odvojene spolove. Pijavice uglavnom nastanjuju slatkodu vodu, dok tek manji broj vrsta živi u moru kao paraziti riba. Katkad ih nalazimo i u tropskim šumama. Većina pijavica živi kao vanjski paraziti te su razvili sisaljke pomoću kojih prianjaju uz kralježnjake i hrane se njihovom krvlju.

ČLANKONOŠCI (koljeno ARTHROPODA)

Člankonošci su najuspješnija skupina životinja. Uspješnost im se očituje u činjenici da su najbrojnija skupina, s obzirom na broj vrsta i broj jedinki koje nastanjuju kopno, vodu i zrak te čine više od tri četvrtine do sada poznatih živih i fosilnih organizama.

Smatra se da su se svi člankonošci razvili iz zajedničkog pretka, a najstariji fosili potječu iz razdoblja prije oko 550 milijuna godina. Najstariji fosili prvih kopnenih životinja pripadaju upravo predstavnicima člankonožaca i potječu iz razdoblja prije otprilike 450 milijuna godina. Evolucija vanjskog kostura, koja je štitila člankonošce od isušivanja te omogućavala pokretanje unatoč sili teže, bila je preduvjet za prelazak života iz mora na kopno. U isto to vrijeme u morima se razvio i najveći poznati člankonožac, životinja slična škorpionu dužine oko 2,5 metara.

Zajedničko obilježje svih člankonožaca jest obostrano simetrično, segmentirano tijelo zaštićeno vanjskim kosturom (egzoskelet), koji je građen od polisaharida hitina i proteina te može biti dodatno učvršćen molekulama kalcijeva karbonata. Segmenti se mogu spojiti u specijalizirane dijelove tijela – glavu, prsa i zadak. Na segmente se nadovezuju tjelesni privjesci koji imaju specijalizirane funkcije poput kretanja, prehrane i kopulacije. Razvijaju se člankovite noge i poprečnoprugasti mišići spojeni u mišićne snopove. Člankonošci imaju srce, no uglavnom nemaju krvne žile, već krv slobodno teče tjelesnom šupljinom (hemocel). Sustav za disanje razlikuje se kod vodenih i kopnenih vrsta. Kod sitnijih vodenih vrsta izmjena plinova zbiva se difuzijom, dok rakovima za to služe škrge. Kopnene su vrste razvile trahealni sustav (kukci) ili lepezaste uzdušnice (klještari).

U člankonožaca dolazi do dalnjeg razvoja živčanog sustava, te se on sastoji od cerebralnog ganglija smještenog unutar glave i povezanog s ganglijima u ostalim dijelovima tijela. Glava je prilagođena raznolikim načinima prehrane. Većina pripadnika koljena ima odvojene spolove, a oplođnja je vanjska kod vodenih vrsta, odnosno unutarnja kod kopnenih.

Budući da koljeno člankonožaca obuhvaća velik broj raznolikih vrsta, njihova je taksonomska klasifikacija složena. Najčešća je podjela koljena na 16 razreda, koji su grupirani u pet potkoljena: Trilobitomorpha, Chelicerata, Crustacea, Hexapoda i Myriapoda.

Potkoljeno Trilobitomorpha obuhvaća oko 4000 različitih fosilnih vrsta, veličine tijela od 3 do 10 cm.

Potkoljeno klještara (Chelicerata) obuhvaća razrede koje od ostalih člankonožaca razlikuje nedostatak ticala te razvoj klješta. Tijelo se sastoji od glavopršnjaka i trbušnog dijela te imaju četiri para nogu. Tijelo im je prekriveno osjetilnim dlakama, imaju jednostavne oči, a pokraj usta nalaze se lirasti organi koji služe kao kemoreceptori. Najbrojniji razred u ovom potkoljenu jesu paučnjaci (Arachnida). Taj razred obuhvaća oko 60 000 vrsta koje su kopneni grabežljivci, a uključuju paukove, štipavce, krpelje i grinje.

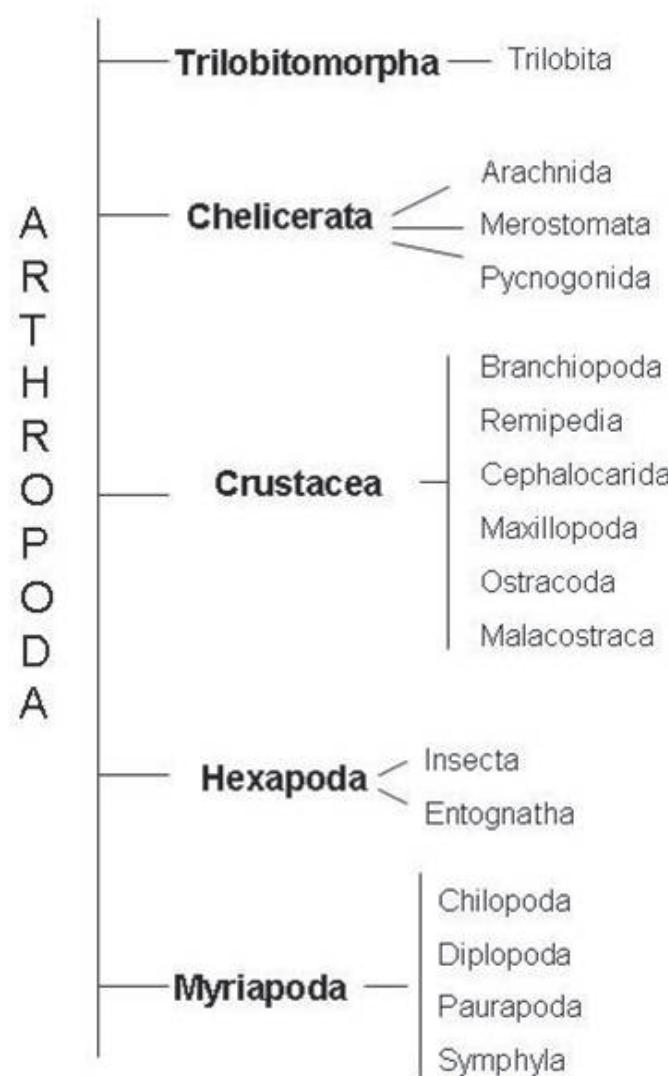
Potkoljeno raka (Crustacea) karakteriziraju dva para ticala te tijelo podijeljeno na glavopršnjak i zadak. Na glavi osim dva para ticala imaju i gornju te dvije donje čeljusti. Većina vrsta živi u slatkim i slanim vodama, a tek 2 – 3% od oko 75 000 poznatih vrsta živi na kopnu. Na površini tijela imaju osjetne četine za dodir, a oko usta se nalaze osjetne četine za miris i okus. Rakovi imaju složene oči. Građa tijela je

vrlo raznolika, te ovo potkoljeno obuhvaća više razreda. Najveći red deseteronožci (Decapoda) obuhvaća oko 10 000 vrsta, među koje spadaju plivači (kozice) te puzači (rakovi, škampi i jastozni). Zajedničko obilježje im je pet pari nogu, od kojih je prvi par najčešće preobličen u kliješta. Kod jastoga i škampa zadnji je kolutić abdomena (uropod) splošten u obliku repa. Kod raka je abdomen reduciran i podvučen pod glavopršnjak. Većina deseteronožaca živi na

dnu, no neke vrste poput škampa mogu plivati.

Najveće potkoljeno člankonožaca su šesteronožci (Hexapoda) (grčki šest nogu), koje obuhvaća razred kukaca (Insecta) te razred Entognatha čiji predstavnici ne lete. Zajedničko obilježje svih Hexapoda je tijelo podijeljeno na glavu, prsa i zadak, te šest nogu na prsima.

Kukci su najbrojniji razred životinja uopće, pa je do sada opisano oko milijun vrsta, što je više od pola ukupno poznatih vrsta živih bića.



Slika 12.

Sistematska podjela člankonožaca.

Pretpostavlja se da postoji još oko 30 milijuna neopisanih vrsta kukaca. Kukci su razvili mnoge prilagodbe koje su im omogućile da nastane doslovno svaki kutak Zemlje. U ekološkom smislu imaju iznimno važne uloge poput oprašivanja biljaka i sl. Kukci su člankonošci koji imaju vansijski hitinski skelet (egzoskelet), segmentirano tijelo građeno od glave, prsa i zatka, šest pari nogu, a na glavi imaju složene oči i dva para ticala. Insekti su jedina skupina beskralježnjaka koja leti, te vrste koje lete imaju dva ili četiri para krila. Krila kukaca su duplikatura epiderma koju prekriva kutikula. Kroz krila prolaze uzdušnice, živci i hemolimfa. Usta su prilagođena načinu prehrane, pa tako razlikujemo usne organe za grizenje, lizanje, bodenje i sisanje. Noge su također prilagođene načinu prehrane. Razmnožavanje je unutarnje te ženke polažu jajašca obavijena čvrstom opnom. Ra-

zlikujemo tri tipa razvoja odraslih jedinki iz jajašaca. Prvi je kad se iz jaja izlegu mladi koji imaju građu potpuno sličnu odraslima i ne prolaze metarmofozu. Nepotpunu metarmofozu prolaze vrste kod kojih su ličinke slične odraslima, no nemaju krila i spolne organe. Kod potpune metamorfoze iz jaja izlazi crvolika ličinka koja nema krila i aktivno se hrani. Zatim pod kontrolom žlijezda s unutrašnjim lučenjem larva prelazi u stadij mirovanja tijekom kojega se razvija odrasla jedinka. Kukci međusobno komuniciraju putem kemijskih (feromoni), vizualnih ili zvučnih signala. Kod nekih redova kukaca razvila se socijalna organizacija te različiti oblici odraslih jedinki žive u kolonijama.

Potkoljeno stonoga (Myriapoda) obuhvaća kolutičave životinje koje na svakom kolutiću imaju jedan ili dva para nogu, a zbroj kolutića uvijek je neparan.



Slika 13.

Gomnar (*Pachygrapsus marmoratus*).

BODLJIKAŠI (koljeno ECHINODERMATA)

Bodljikaši su sesilne morske životinje koje obilježava radijalno simetrično tijelo načinjeno od pet dijelova. Radijalna simetrija razvila se kao prilagodba na sesilni i polu-sesilni način života. Bodljikaši imaju unutarnji skelet s brojnim trnovitim i bodljikavim nastavcima različita oblika. Naziv su dobili upravo po karbonatnim bodljikama koje se u većine vrsta nalaze na površini tijela, a dio su unutarnjeg kostura. Također, priпадnici ovog koljena dijele jedinstveni vodožilni (ambulakralni) sustav provođenja vode kroz tijelo, sa svrhom pomoći pri kretanju, prehrani, primanju podražaja i razmjeni plinova. Oplodnja je vanjska, a ličinka postaje dio planktona. Ličinke bodljikaša imaju obostrano simetrično tijelo te plivaju, da bi nakon metamorfoze tijelo

postalo radijalno simetrično. Bodljikaši su prva skupina životinja kod kojih se pojavljuje deuterostomija.

Danas je poznato više od 6600 vrsta živućih bodljikaša te gotovo 13 000 fosilnih vrsta. Živuće vrste potječu iz razdoblja ranog ordovicia, dok su vrste koje su evoluirale tijekom razdoblja kambrija uglavnom izumrle tijekom kasnog paleozoika.

Razredu zvjezdača (Stelleroidea) pripadaju životinje čije se tijelo sastoji od središnjeg diska i pokretnih zvjezdastih izdanaka. Najveći broj vrsta poznatih javnosti pripada podrazredu Asteroidea koji uključuje morske zvijezde. Tijelo morskih zvijezda ima od 12 do 24 cm u promjeru, te su izrazitih boja poput crvene,



Slika 14.

Crni ježinac (*Arbacia lixula*).

narančaste ili plave. Većinom su grabežljivci ili strvinari, hrane se školjkašima, rakovima ili pak drugim vrstama bodljikaša, koje gutaju cijele ili ih djelomično probavljaju izvan tijela. U Jadranском moru poznate su 24 vrste.

Predstavnici razreda ježinaca (Echinoidea) imaju okruglo ili diskoidalno tijelo, obavijeno čvrstom karbonatnom ovojnicom te imaju pokretne bodljike. Bodljike mogu biti jako dugе i u nekih vrsta izlučivati i otrove. Ježinci žive na čvrstom ili pjeskovitom morskom dnu. Usta su okrenuta prema dolje, a hrane se strvinama ili

organским česticama s dna.

Trpovi (Holothuroidea) imaju izduženo tijelo bez krakova, a bodljike su mikroskopske veličine. Tijelo je dugo od 6 do 30 cm, crnosmeđe ili bijele boje. U Jadranu je opisano 25 vrsta.

Stapčari (morski ljiljani) (Crinoidea) jedini su živući predstavnici bodljikaša kod kojih su usta okrenuta prema gore. Hrane se planktonom i nastanjuju veće dubine. U Jadranu su prisutne dvije vrste.



Slika 15.

Trp (*Holothuroidea*).

BESKRALJEŽNACI MEDITERANSKOG EKOSUSTAVA

U Hrvatskoj je do sada opisano više od 17 500 vrsta morskih i kopnenih beskralježnjaka, no pretpostavlja se da je zbog slabe istraženosti stvaran broj daleko veći te da se kreće oko 55 000. Osnovni je problem nedostatak stručnjaka koji se bave sistematikom beskralježnjaka pa za mnoge skupine ima iznimno malo podataka. Među beskralježnjacima je opisano preko 700 endema, od kojih je najviše među puževima i rakovima.

O ugroženosti pojedinih svojti teško je govoriti upravo zbog premalo podataka. Najugroženije su vrste vezane uz čistu vodu, poput vretenaca, spužvi, mekušaca, pijavica i vodenih puževa. Na kopnu su najugroženije vrste vezane uz određena staništa poput močvara, cretova, crnogoričnih šuma ili pješčanih tala. Beskralježnjaci su uglavnom ugroženi neizravno, kao posljedica intenzivne

poljoprivrede, stočarenja, sječe šuma, industrijskih onečišćenja, dok je izravno ugrožavanje lovom i krivolovom znatno rjeđe. Lov u komercijalne svrhe je, prije zakonske zaštite, imao izravan utjecaj na školjke, jestive puževe, riječne rakove i pijavice.

Mediterski sustav i Jadransko more dugi su niz godina pod jakim utjecajem ljudskih aktivnosti, što se očituje i u biološkoj raznolikosti beskralježnjaka. U Jadranskom je moru do sada opisano oko 5500 vrsta beskralježnjaka, a ugroženima se mogu smatrati sve vrste čija su staništa pod utjecajem gospodarskog izlovljavanja koje je veće od prirodnih mogućnosti obnavljanja populacija. Zbog nedovoljnog poznavanja faune morskog dna opasnost od izumiranja pojedinih vrsta vjerojatno je i veća nego što je to zabilježeno u postojećoj literaturi.

SVITKOVCI (koljeno CHORDATA)

Svitkovci su skupina životinja koja dijeli zajedničkog pretka, a određuje ih struktura koja se naziva svitak (*notochord* ili *chorda dorsalis*). To je vezivnotkivni prutić koji se razvija dorzalno od crijeva, a ventralno od središnjega živčanog sustava te se pruža kroz cijelo tijelo osiguravajući mu potporu. Taj je prutić preteča za razvoj kralježnice. Osim njega, obilježja svitkovaca jesu razvoj neuralne cijevi i škržnih brazda. Iz neuralne cijevi razvija se središnji živčani sustav, dok su škržne brazde preteča pluća. Kod kralježnjaka se iz spomenutog prutića razvila kralježnica građena od kralježaka, a na prednjem se kraju razvila lubanja. Unutar lubanje smješten je mozak, a unutar kralježaka leđna moždina, i oni čine središnji živčani sustav.

Ostala obilježja zajednička svim svitkovcima jesu: obostrano simetrično tijelo, razvoj iz tri zametna listića, celom, rep koji se proteže iza čmara, srce sa zatvorenim arterijskim i venskim sustavom, potpuno razvijen probavni sustav s ustima i čmarom, unutrašnji kostur građen od vezivnog tkiva, hrskavice ili kosti, odnosno

kombinacije navedenih tkiva. Sva ta obilježja svitkovci imaju ili tijekom embrionalnog razvoja ili kao odrasle jedinke.

Danas se prepostavlja da su se svitkovci pojavili tijekom razdoblja kambrija, a najstariji poznati fosil datira iz razdoblja prije 525 milijuna godina.

U svitkovce spadaju plaštenjaci (Urochordata) kod kojih se u većine vrsta svitak pojavljuje samo tijekom embrionalnog razvoja, Cephalochordata (predstavnici su kopljaci) te kralježnjaci (Vertebrata).

Kralježnjake dijelimo na sljedeće razrede:

Kružnouste (Cyclostomata)

Oklopnice (Placodermi)

Hrskavičnjače (Chondrichthyes)

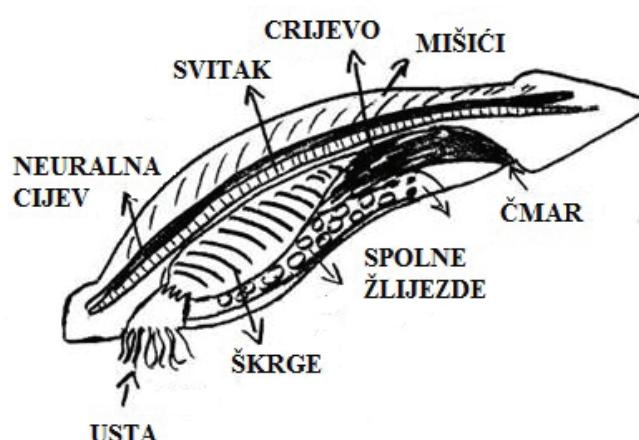
Koštunjače (Osteichthyes)

Vodozemci (Amphibia)

Gmazovi (Reptilia)

Ptice (Aves)

Sisavci (Mammalia).



Slika 16.

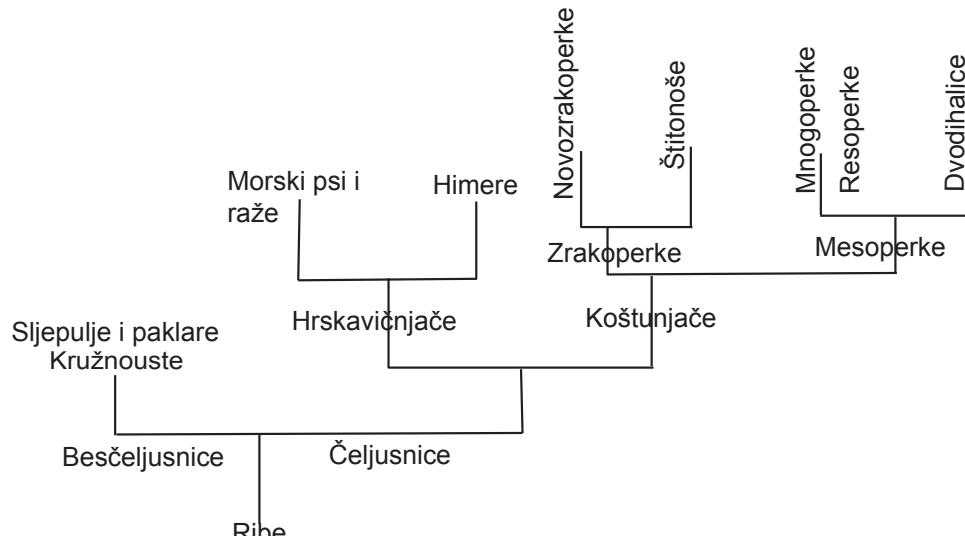
Građa kopljaka (*Branchiostoma lanceolatum*).

RIBE (nadrazred PISCES)

Četiri razreda akvatičnih kralježnjaka ujedinjujemo u nadrazred ribe (Pisces). Do danas je poznato oko 30 000 vrsta riba. Zajedničke su im prilagodbe životu u vodi – aerodinamično vretenasto tijelo bez udova, prekriveno ljskama različite građe i oblika. Da bi se trenje svelo na najmanju moguću mjeru, tijelo je sluzavo. Na tijelu riba razlikujemo parne i neparne peraje, koje služe za pokretanje, stabilnost i kormilarenje. Parne su prsne i trbušne, a neparne leđna, podrepna i repna peraja. Broj neparnih peraja varira, pa tako primjerice leđnih peraja može biti od jedna do tri, a podrepnih jedna ili dviјe. Ribe dišu pomoću škrga, smještenih s obje strane tijelaiza usta. Škrge se sastoje od koštane ili hrskavične osnove koja podupire resasto tkivo prožeto mrežom kapilara. Uloga resica je povećanje površine preko koje se izmjenjuju plinovi. Voda ulazi u škrge kroz usta te prolaskom preko škrga kisik otopljen u vodi ulazi u

kapilare, dok ugljikov dioksid izlazi iz kapilara. Ribe su hladnokrvne životinje (ektotermne), što znači da je temperatura tijela manje-više jednaka temperaturi vode u kojoj se nalaze. Iznimku čine neke vrste morskih pasa koje nastanjuju vrlo hladna mora te mogu održati nešto višu temperaturu od okoline. Kod većine riba oplodnja je vanjska i mladi se legu iz jaja. No, kod nekih se vrsta pojavljuje i unutarnja oplodnja te ženke rađaju žive mlade.

Ribe su prvi kralježnjaci koji su se pojavili na Zemlji i ujedno predstavljaju najveću skupinu kralježnjaka. Prve ribe pojavile su se prije više od 500 milijuna godina, a najvjerojatnije su evoluirale iz beskralježnjaka koji su imali mekano tijelo i hranili se filtriranjem. Slično kao i današnje ribe iz razreda kružnoustih (Cyclostoma), prve ribe nisu imale čeljust, već su imale okrugla mesnata usta. Prve ribe s pokretnim čeljustima te prve životinje s čeljustima uopće



Slika 17.

Sistematska podjela živućih riba.

pojavile su se prije otprilike 400 milijuna godina. Čeljusti su se razvile iz prednjih škržnih lukova, a njihov je razvoj omogućio raznovrsniju prehranu i naseljavanje različitih ekoloških niša, te samim time i daljnju evoluciju. Oklopnice (Placodermi) su izumrla skupina riba, koje su evolucijski važne jer se kod njih prvi put razvija čeljust. Tijelo im je bilo prekriveno koštanim oklopom.

Temeljna sistematska podjela riba je na dvije skupine – ribe beščeljusnice i ribe čeljusnice.

Kružnouste (Cyclostomata) su ribe koje nemaju čeljust, već na glavi imaju razvijenu okruglu sisku i malene rožnate zubiće. Hrane se parazitiranjem na drugim ribama ili žive kao strvinari. Tijelo im je poduprto hrskavičnim svitkom, a koža im nije pokrivena ljkuskama. U ovaj razred ubrajamo oko 70 vrsta sljepulja (Mixinoidea) i oko 40 vrsta paklara (Petromyzontoidea).

Hrskavičjače (Chondrichthyes) su razred riba koje imaju čeljust, unutarnji kostur im je građen od savitljive hrskavice, nemaju pluća niti plivaći mjehur. Tijelo im je prekriveno zubastim (plakoidnim) ljkuskama koje su građom jako slične zubima. Zbog tih ljkusaka tijelo im je na opip oštro poput brusnog papira. Hrskavičjače imaju parne peraje, no one nisu pokretne već se hrskavičjače kreću pomoću repa i uvijanjem tijela. Nemaju poklopce na škrgama te imaju pet do sedam pari škržnih otvora (pukotina). Svaki otvor pripada jednoj škržnoj komori s dvjema poluškrgama, osim zadnje koja ima jednu poluškrugu. Kod većine hrskavičjača voda ulazi na usta i izlazi pasivno preko škrge te moraju stalno plivati da bi održavale cirkulaciju. Zaustavljeni se primjeri mogu ugušiti. Tek manji dio vrsta može disati neovisno o plivanju. Sve hrskavičjače su mesožderi, hrane se filtriranjem planktona ili love druge ribe, beskralježnjake i katkad sisavce. Kod vrsta koje se hrane filtriranjem planktona, zubi su smanjeni, a izdanci na škržnim lukovima razvijeni su u organe kojima poput sita prosijavaju vodu i skupljaju plankton. Hrskavičjače detektiraju aktivnost plijena

pomoću elektroreceptora smještenih na glavi te neke imaju i bočnu prugu kojom registriraju vibracije. Oplodnja je unutarnja, a neke vrste rađaju žive mlade. Hrskavičjače su pretežno morske ribe, iako se nekoliko vrsta prilagodilo životu u slatkim vodama. Neke od njih mogu živjeti i u slanoj i u slatkoj vodi, poput morskog psa bika koji zna ulaziti duboko u riječne susrete. Hrskavičjačama pripadaju morski psi, raže i skupina dubokomorskih riba nazvanih cjevoglavke. Raže su razvile dorzo-ventralno splošteno tijelo koje je prilagodba za život na morskom dnu. Morski psi su, nasuprot tomu, grabežljivci izrazito hidrodinamičnog tijela poput torpeda, opremljeni snažnim čeljustima s nekoliko redova zuba.

Razred koštunjača (Osteichthyes) obuhvaća vrste koje imaju koštani skelet, koji je lagan, ali snažan. Tijelo im je prekriveno tanjim ljkuskama, peraje su pomicne te je rep simetričan. Imaju jedan zajednički škržni otvor poklopljen škržnim poklopcem (*operculum*), te imaju pet škržnih lukova. Škržne koščice potpomažu u otvaranju usta i reguliranju unosa vode, dok škržni poklopac kontrolira protok prema van pa koštunjače za razliku od većine hrskavičjača mogu disati i dok miruju. Koštunjače imaju plivaći mjehur ili jednostavna pluća. Plivaći mjehur je hidrostatski organ koji ribama omogućava neutralno plutanje na različitim dubinama. Plivaći mjehur i pluća su homologni organi. Kod riba koštunjača prvi se put u evoluciji pojavljuje potpuno zatvoren sustav cirkulacije krvi te se nastoji u potpunosti odvojiti arterijska od venske krvi. Srce riba građeno je od jedne klijetke i jedne pretklijetke. Oplodnja je kod većine vrsta vanjska.

Ribe primaju vanjske podražaje putem bočne pruge koja se proteže cijelom bočnom stranom tijela od glave do repne peraje. Bočna pruga sastoji se od uske cjevčice ispunjene sa sluzi, a prekrivena je promijenjenim ljkuskama koje imaju otvor. Kod riba koje nemaju ljkuske, pore bočne pruge jasno su vidljive na koži i često su svjetlijе ili tamnije obojene.

Razred je vrlo brojan i uključuje više od 23 000 vrsta sistematiziranih u 437 porodica. Najvažnija je podjela na dva podrazreda – mesoperke (*Sarcopterygii*) te zrakoperke (*Actinopterygii*). Mesoperke imaju peraje poduprte režnjevima mesa, dok su kod zrakoperki peraje poduprte koštanim nastavcima. Zrakoperke su razvile obilježja koja ih čine uspješnijim plivačima, kao što su tanje ljske, simetričan rep te pokretnije peraje.

Zrakoperke dijelimo na:

- primitivne zrakoperke
- koštanojezičnjače
- tarpone i jegulje
- sleđeve i srodnike
- somove i srodnike
- losose i srodnike
- zmijozube i srodnike
- žaboglave i srodnike
- bakalare i udičarke
- tvrdoperke.

U Jadranskom moru do sada je opisano oko 350 vrsta koštunjača i oko 50 vrsta

hrskavičnjača. Jadran je brojem vrsta bogato more, no po gustoći je siromašno. Najveću biomasu čine male vrste plave ribe (srđela, papalina, inćun). Jadransko more jedno je od najproduktivnijih, ali i najsnažnije iskorištavanih područja Mediterana te se može reći da je pretjerano lovljeno more. Osim pretjeranog izlova, štetan utjecaj na bioraznolikost Jadrana ima i onečišćenost. Taj je utjecaj osobito vidljiv uz veća urbana i industrijska središta. Ljudske aktivnosti poput građevinskih radova, nasipavanja ili odlaganja otpada stalna su opasnost za životne zajednice, posebice u plićim dijelovima mora uz obalu. U plićem moru čovjek najviše ugrožava složene zajednice fotofilnih alga, dok su na većim dubinama najugroženije zajednice detritusnih dna te zbog utjecaja kočarenja zajednice muljevitog dna. Unošenje tropске zelenе alge kaulerpe u Sredozemno more također ugrožava biološku raznolikost Jadrana.

Na Crvenom popisu ugroženih vrsta morskih riba Hrvatske nalaze se 123 vrste ili gotovo 28% od svih vrsta zabilježenih u Jadranskom moru.



Slika 18.

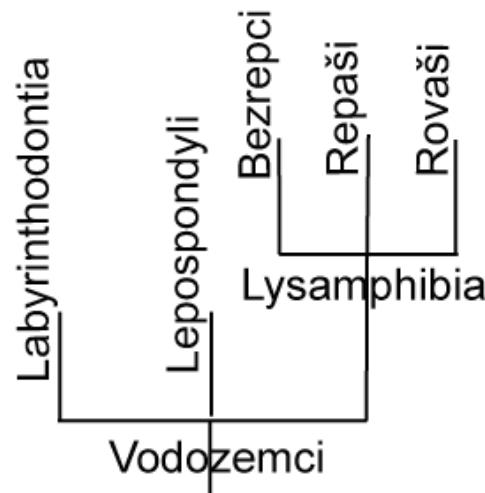
Riba fratar (*Diplodus vulgaris*).

VODOZEMCI (razred AMPHIBIA)

Vodozemci su razred kralježnjaka čiji naziv *amphibia* (od grčkih riječi *amphi* – dvostruk; i *bios* – život), već sam po sebi jasno označava njihovu neodvojivost od vode. Pri tome povezanost s vodom može biti toliko velika da u njoj provode čitav život, nešto manja kada u vodi provode samo određeni dio života, ili pak toliko mala da im je dovoljna i mala lokvica vode u listovima drveća kako bi se razmnožavali. Vodozemci danas broje oko 2500 različitih vrsta. U Republici Hrvatskoj prema dostupnim podacima živi 19 vrsta vodozemaca.

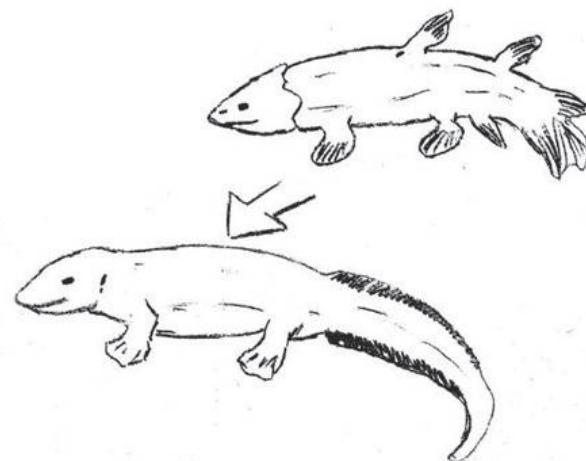
Prema trenutačnim podacima (nalazima), najstariji poznati vodozemac bio je *Elginerpeton* iz razdoblja kasnoga devona (prije oko 368 milijuna godina), a slijedi ga, vrlo blizu, znatno poznatiji fosil otkriven na Grenlandu, *Ichthyostega* (isto razdoblje, prije oko 363 milijuna godina). Tijekom paleozoika pojavljuje se čitav niz različitih vrsta vodozemaca, da bi se prve vrste, slične današnjim žabama, krastačama i

daždevnjacima, pojavile tek tijekom razdoblja jure. Fosili beznožaca znatno su rjeđi te se najstariji pojavljuje tek u razdoblju kenozoika (prije 60-tak milijuna godina. Današnji vodozemci pripadaju podrazredu Lissamphibia te dolaze kao beznožci (rovaši, *Gymnophiona*), repaši (Urodela ili Caudata) i bezrepaci (Anura ili Salientia). Iako su noge bile učinkovitije sredstvo kretanja na kopnu u odnosu na peraje, neučinkovit položaj nogu postrance od tijela zahtijevao je znatnu količinu energije i kisika. Da bi osigurali navedene potrebe, vodozemci imaju velik apetit, a fosilni dokazi pokazuju i da su već na samim počecima imali dobro razvijena pluća i zračne vrećice. Nedostatak nepokretnog prsnog koša u procesu disanja nadoknađivali su unosom dodatnih količina zraka prilikom gutanja. Konačno, da bi pospješili učinkovitost dišnog sustava, osim resorpcijske uloge kože tu je i pokušaj razdvajanja arterijske i venske krvi, koji će postati potpun tek kod krokodila, ptica i sisavaca.



Slika 19.

Sistematska podjela vodozemaca.

**Slika 20.**

Razvoj vodozemaca iz riba.

Vodozemci imaju čitav niz specifičnih osobitosti. Jedna od njih je vrlo tanka koža, koju velik broj sluznih žlijezda održava trajno vlažnom. Niti jedna vrsta vodozemaca nema perje, dlaku ili ljske koje bi prekrivale kožu, zbog čega je ona podložna isušivanju i temperaturnim promjenama. No, s druge strane, koža vodozemaca ima važnu ulogu u disanju svih vrsta, a u nekim čak u potpunosti zamjenjuje ulogu pluća kojih niti nema (Plethodontidae). Disanje je moguće zahvaljujući činjenici da je epidermis vrlo tanak i vlažan (velik broj sluznih žlijezda), a dermis znatno prokrvljen. Druga važna uloga kože je u resorpciji vode. Ta je funkcija toliko izražena da vodozemci ne moraju piti čak niti na područjima gdje je zadržavanje vode na tlu rijetko. Za zadržavanje vode na tlu je dovoljno upijanje vlage iz okoliša ili vlažnog tla. S druge strane velika moć resorpcije putem tanke kože ima i svoje negativne strane, poput primjerice velike osjetljivosti vodozemaca na otrove i mineralna gnojiva u okolišu. S druge strane, iako je koža vodozemaca vrlo tanka, ipak taj tanak orložnji sloj donekle sprečava gubitak vode. S obzirom na to da je većina vodozemaca malena i sporo se kreće, jedan dio njih razvio je otrove koji se izlučuju sa sluzi na kožu. Katkad to i

nije izravno otrov dotičnoga vodozemca, već različitog broja bakterija koje na njemu žive. Kako bi vodozemci spriječili da njihov otrov počne djelovati tek nakon što ih grabežljivac pojede, razvili su različite mehanizme upozoravanja u obliku jarkih i jasno vidljivih boja, bez pokušaja prikrivanja. Kostur vodozemaca sličan je kosturu ostalih kralježnjaka s razlikom da imaju znatno lakše kosti. Pritom udio hrskavičnih i koštanih elemenata varira u ovisnosti o rodu vodozemaca. Tako, primjerice, žabe i krastače imaju veći udio koštanog tkiva u odnosu na repaše čiji je kostur građen većim dijelom od hrskavice (život u vodi). Beznošci, s druge strane, s obzirom na to da veći dio vremena provode ispod površine tla, imaju čvrste, jake lubanje za probijanje podzemnih kanala. Pri kretanju se noge vodozemaca tek neznatno podižu od tla te je njihovo pomicanje pretežno horizontalno, pri čemu su najvećim dijelom tri noge uvijek na tlu podržavajući tijelo. Srce vodozemaca sastoji se od tri komore, dvije pretklijetke i jedne klijetke čime se postiže brže cirkuliranje (veći tlak) arterijske krvi. Iako srce sadržava samo jednu klijetku, ipak je arterijski i venski krvotok većim dijelom odvojen zahvaljujući različitom vremenu ulaska krvi iz



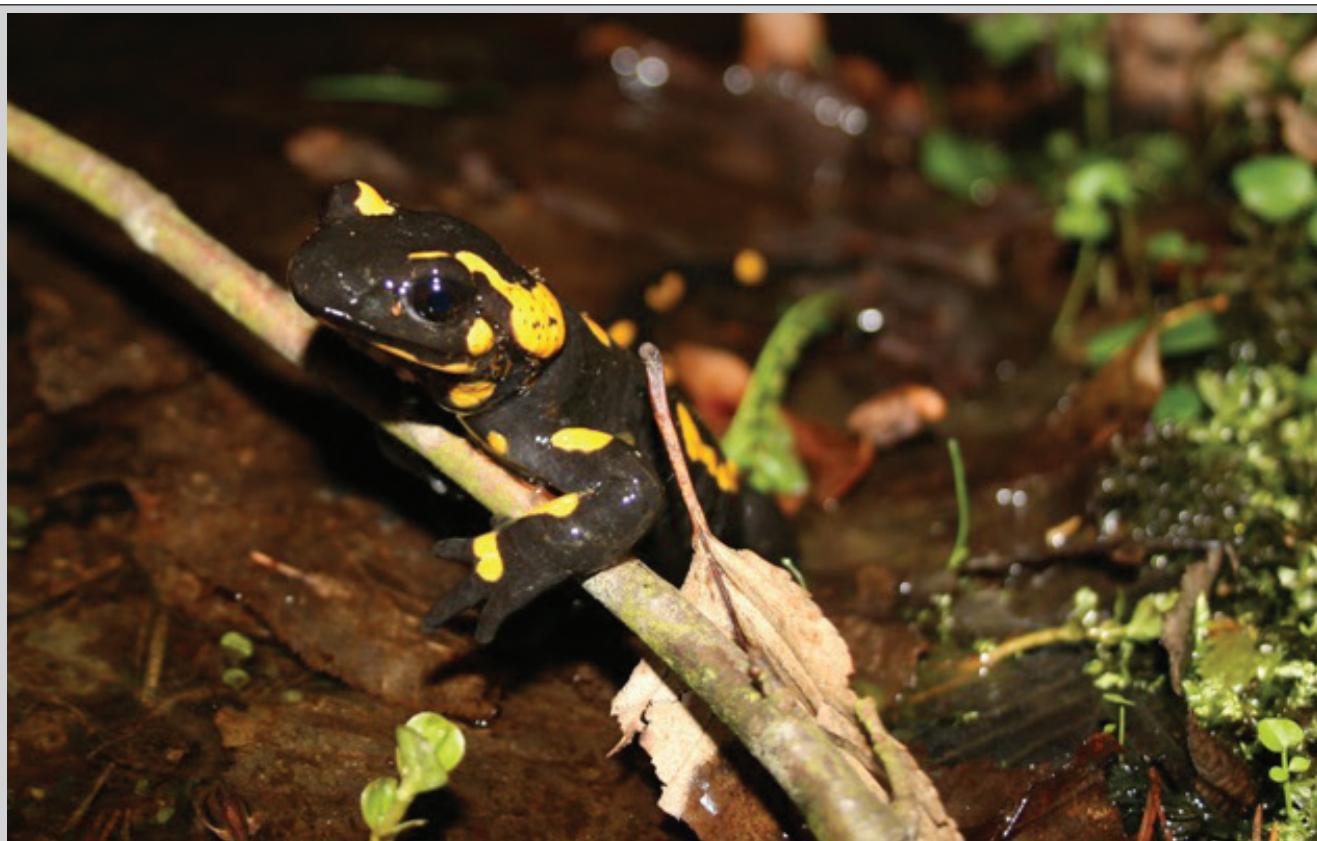
Slika 21.

Prikaz načina pomicanja nogu prigodom kretanja vodozemca.

lijeve i desne pretklijetke. Probavni, mokračni i spolni sustav završavaju zajedničkim otvorm, kloakom ili nečisnicom. Sljedeća, dosta upečatljiva osobitost jest preobrazba. Naime, većina vodozemaca tijekom svoga odrastanja prolazi takozvanu fazu preobrazbe, kada od larvalnog oblika postaju pravi odrasli vodozemac. To je točno u većini slučajeva, ali postoje i primjeri vrsta koje doživotno ostaju u stadiju ličinke te su neprekidno vezani za vodu. Klasičan, i nama blizak primjer jest čovječja ribica (*Proteus anguinus*). Ona zadržava vanjske škrge tijekom cijelog života i kao takva doseže spolnu zrelost i pari se. Takvo se stanje naziva neonatalna. Inače, promjena tijekom preobrazbe ne uključuje samo vanjski izgled, već i unutrašnje promjene poput sustava izmjene kisika u krvi. Od osjetila vodozemci imaju dobro razvijen osjet putem kože i bočne pruge, a vibracije u okolini primaju i putem nogu. Vid je razvijen u ovisnosti o načinu života, tako da pojedine vrste imaju izvrstan vid (danju ili noću), a neke gotovo da niti nemaju oči. Većina vodozemaca razmjerne je malena, a u svjetskim okvirima najveći je repaš iz Kine, golemi štur, koji može narasti u dužinu od 1,8 m.

Vodozemci na području Mediterana

Na području cijelog Mediterana prisutno je stotinjak vrsta vodozemaca, od kojih je oko 25% ugroženo. Prema herpetologu Radovanoviću, u Hrvatskoj postoje tri herpetološki različita područja: panonsko područje, planinsko područje i mediteransko područje Jadrana. U planinskom ili dinarskom području u prosjeku pronalazimo 11 vrsta vodozemaca. Od toga je za područje Učke i Ćićarije do Poštaka iznad Knina potrebno izdvojiti planinski daždevnjak (*Salamandra atra*), a za područje Primorja lombardijsku žabu (*Rana latastei*) kao karakteristične vrste. Područje Dalmacije nešto je siromašnije vodozemcima te broji svega dešet vrsta. U izvješću o kartiranju faune Dalmacije, s naglaskom na otok Pag, estuarij rijeke Krke, otok Vis i pučinske otoke, otok Mljet i tok rijeke Cetine kao prioritetna područja, nalazi se iznimno malen broj utvrđenih vrsta vodozemaca. Tako su, primjerice, na Pagu svega tri vrste (značajan je nalaz sve ugroženije obične gatalinke, *Hyla arborea* i zelene krastače, *Bufo viridis*), na području ušća rijeke Krke pet vrsta (uključivši i sve rjeđu smeđu šumsku žabu, *Rana dalmatina*), u dolini rijeke Cetine osam vrsta, na Viškom otočju jedna vrsta te na otoku Mljetu



Slika 22.

Daždevnjak (*Salamandra salamandra*).

dvije vrste (i sve ugroženija zelena krastača). Na otoku Palagruži autori nisu potvrdili prisutnost vodozemaca. Na Kornatskom otočju, kao i na Lastovu, živi samo jedna vrsta vodozemaca, zelena krastača. S druge strane, Cres je sa svojim staništem daleko povoljniji i nastanjuje ga čak sedam vrsta vodozemaca. Uz rijeku Cetinu očuvan je i dio izvora u čijim se podzemnim vodama nalazi važna populacija čovječje ribice (*Proteus anguinus*). Detaljniji opis stanja vodozemaca nalazimo u izvješću o fauni Vranskog jezera, gdje je utvrđeno osam vrsta iz rodova *Anura* i *Caudata*, i to: šareni daždevnjak (*Salamandra salamandra*), mali vodenjak (*Triturus vulgaris*), smeđa krastača (*Bufo bufo*), zelena krastača, žuti mukač (*Bombina variegata*), obična gatalinka, šumska smeđa žaba i velika zelena žaba (*Pelophylax ridibunda*). Ujedno je podvrsta dalmatinski žuti mukač (*Bombina variegata kolombatovici*) i endemična svojta

Dalmacije. Hrvatski endem je i podvrsta malog vodenjaka, koji se osim na Vranskom jezeru još nalazi u vrlo uskom području oko Zadra.

Status vodozemaca u Republici Hrvatskoj

Vodozemci su, općenito gledano, u svjetskim razmjerima ugrožen razred pa tako ni Hrvatska nije iznimka. Sve poznate vrste vodozemaca u nas su zaštićene Zakonom o zaštiti prirode (vidi Crvenu knjigu ugroženih vodozemaca i gmazova Hrvatske). Razlozi ugroženosti su mnogostruki, poput uništavanja i fragmentacije staništa, introdukcije alohtonih vrsta i posljedične izravne ugroze putem predacije ili pak neizravne ugroze putem konkurenčije u ishrani ili korištenju staništa, onečišćenja okoliša ili pak promjena u režimu voda. Za migracijske vrste stradavanje na prometnicama predstavlja značajan dio smrtnosti. Konačno, globalne klimatske promjene i povećana pro-



Slika 23.

Zelena žaba (*Rana esculenta*).

pusnost ozona za UV-zrake također se smatraju važnim čimbenikom ugroze vodozemaca. U svrhu očuvanja vodozemaca nužan je preduvjet izobrazba pučanstva i svodenje štetnih utjecaja poput hvatanja i usmrćivanja vodozemaca, degradacije i onečišćenja staništa (posebice voda) na najmanju moguću razinu te potpuna zabrana

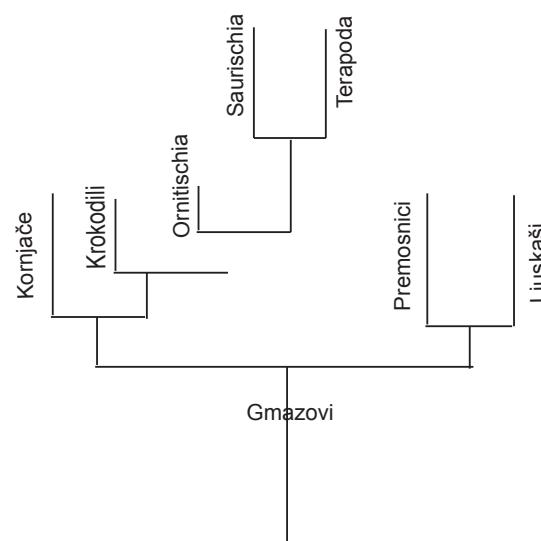
ispuštanja nezavičajnih vrsta u prirodu (dovedni kućni ljubimci). S obzirom na osjetljivost na promjene u okolišu, vodozemce se često opisuje kao indikatorske vrste.

GMAZOVI (razred REPTILIA)

Gmazovi (Reptilia) su razred hladnokrvnih kralježnjaka, koji od nekoć dominantne vrste na Zemlji danas broje svega četiri reda: kornjače (Testudines), ljuškaše (Squamata), krokodile (Crocodylia) i premosnike (Sphenodontidae). Na temelju anatomskih osobitosti, postojanja jednoga ili dvaju otvora postrance na lubanji (sljepoočna regija) gmazovi se danas dodatno dijele na anapside i diapside. S izuzetkom kornjača, svi ostali poznati živući gmazovi ubrajuju se u diapside. U Republici Hrvatskoj danas nalazimo 39 vrsta gmazova.

Prvi gmazovi pojavili su se na Zemlji najvjerojatnije tijekom razdoblja gornjeg karbona, prije oko 350 milijuna godina. S obzirom na to da još uvijek traju rasprave o tome iz koje skupine točno potječu gmazovi, odnosno iz koje potječu sisavci, nećemo se u ovome dijelu upuštati u opisivanje poznatih teorija. Također, točan podatak o najstarijem fosilu iz razreda gmazova

ni danas nije sasvim poznat budući da je još uvijek otvorena mogućnost pronalaska starijih dokaza. Ipak, među prvima je svakako *Gephyrostegus*, mali, gušterima sličan gmaz iz skupine diapsida pronađen na području Češke Republike. U dalnjem razvoju prvi gmaz sa "samo" pet prstiju na nogama bio je *Pederpes finneyae*, gmaz koji je narastao do 1 m. Morfološke osobitosti prvih gmazova bile su vrlo slične vodozemcima, a uključivale su kratke noge položene jako postrance. Prema osobitostima lubanje, gmazove je bilo moguće kategorizirati kao anapside (bez otvora u sljepoočnom prostoru, ali s produžetkom zatiljne kosti), sinapside (jedan veći otvor smješten u sredini sljepoočne regije, gmazovi slični sisavcima), euriapside (mali otvor smješten u gornjem dijelu sljepoočne kosti, izumrli plesiosaur i dr.) i diapside (dva otvora na sljepoočnoj kosti). Uloga otvora na sljepoočnoj costi jest da osiguraju dodatni prihvati čeljusnih



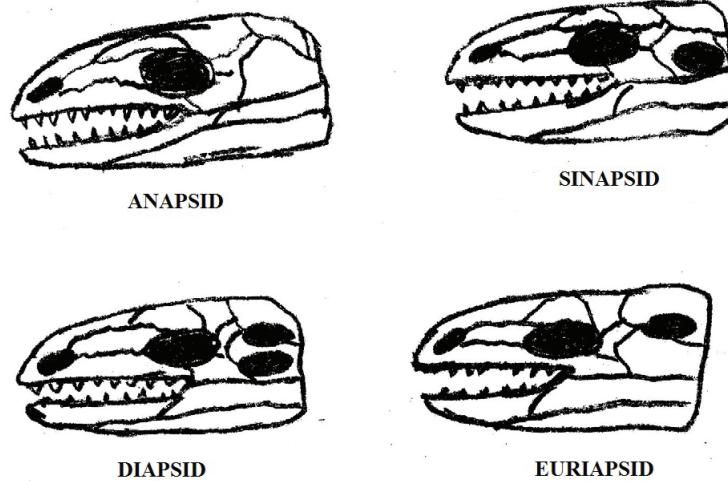
Slika 24.

Sistematska podjela gmazova. Uključivo i izumrle (Ornitischia, Saurischia i Terapoda).

mišića i na taj način omoguće jače i brže zatvaranje čeljusti. Svi euriapsidi danas su izumrle vrste. Pojava otvora na lubanji za razliku od, primjerice, potpunih lubanja vodozemaca, zamjetan je razvojni trend (isključivo neke vrste rovaša koji su zadržali cjelovitu lubanju), naminjen smanjenju mase lubanje i otvaranju dodatnih prostora za prihvatanje mišića. No, vjerojatno su najvažnije promjene vezane za promjene u klimatskim prilikama, a uključuju ljuskama prekrivenu suhu kožu, jaja s tvrdom ljuskom, promjene u dišnom sustavu i smještanje nogu više okomito ispod tijela. Gledajući prema skupinama, primitivni gmazovi dali su ishodište za razvoj terapsida (gmazovi slični sisavcima), ihtiosaure, tekodonti (ptice, dinosauri, pterosauri i krokodili), zmije i guštare te kornjače. Razdoblje procvata gmazova, dominacija i širenje u sve ekološke niše trajalo je gotovo 150 milijuna godina, a završeno je jednim od šest velikih izumiranja, izumiranjem krajem razdoblja krede.

Kako je i ranije rečeno, u odnosu na već inovativne vodozemce gmazovi su razvili čitav niz novih osobitosti koje su im omogućile učinkovito naseljavanje kopna unatoč intenzivnim klimats-

kim i klimi pridruženim promjenama (porast temperature, smanjenje relativne vlage zraka, promjena vegetacije). Noge položene postrance, ali ne u tolikom stupnju kao kod vodozemaca, omogućile su brže i izdržljivije kretanje izvan vode. Osim toga, u nastalim uvjetima života od vitalne je važnosti bilo svako zadržavanje vode, tako da su gmazovi razvili suhu kožu prekrivenu ljuskama. Za razliku od prethodnih razreda gmazovi imaju svega nekoliko kožnih žljezda. Time je gubitak tekućine putem kože smanjen na najmanju moguću mjeru. Iako pozitivna promjena, spomenuta građa kože imala je i nedostatke, ponajprije u sposobnosti izmjene plinova i na taj način sudjelovanju u disanju. Kako bi se nadoknadila količina plinova izmjenjena preko kože, gmazovi su razvili učinkovitija pluća s većom površinom za izmjenu plinova. Osim toga, pokretljiv prsnici koš omogućava ulazak većih količina zraka u pluća. Konačno, u potpunosti odvojen sustav transporta arterijske i venske krvi kod krokodila omogućava i bolju iskoristivost kisika. Gmazovi su, kao i prethodni razredi, hladnokrvna bića čija tjelesna temperatura ovisi o temperaturi okoliša. Ipak, pojedine vrste uspijevaju zadržati neznatno višu



Slika 25.

Podjela gmazova prema otvorima na lubanji.

temperaturu tijela u odnosu na temperaturu okoliša. Osim navedenoga, gmazovi su se još više oslobodili povezanosti s vodom za potrebe razmnožavanja. To je bilo moguće zbog dvije inovacije. Prva je spolni organ mužjaka (penis) koji omogućava unos spermija izravno u ženku, a ne u okolnu vodu. Druga je inovacija jaje s tvrdom ljuskom koja u sebi ima vlastiti „bazen s vodom“ (amnion), žumanjak kao izvor hrane, halaze za osiguravanje položaja te ovojnicu za sprečavanje isušivanja. Korak dalje otišli su i određeni izumrlji gmazovi, ali i danas živući poput nekih zmija, koje jaje čitav embrionalni razvoj zadržavaju unutar vlastitoga tijela te u konačnici rađaju žive mlade. Od izumrlih vrsta spektakularan primjer je ihtiosaur, gmaz sličan dupinima, koji je živio isključivo u vodi, disao plućima te rađao žive mlade. Fosil ihtiosaura tijekom porođaja živopisno dočarava život ovih razvijenih gmazova. I danas među živućim gmazovima postoje izrazito veliki primjeri, poput sedmopruge usminjače, nilskoga ili morskog

krokodila, komodo varana, mrežastog pitona ili pak anakonde.

Gmazovi na području Mediterana

Uvažavajući klimatske osobitosti naše obale, sasvim je razumljivo da takvo podneblje znatno više odgovara gmazovima negoli vodozemcima. Stoga i ne čudi veći broj vrsta gmazova utvrđivanih u različitim istraživanjima na navedenom području. U samom Jadranskom moru obitavaju morske kornjače, i to od sedam vrsta poznatih u svijetu u našem dijelu Jadra na laze se sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) kao prolazna vrsta zabilježena nekoliko puta, zelena želva (*Chelonia mydas*) uobičajenija u istočnom dijelu Sredozemlja te glavata želva (*Caretta caretta*). Glavata želva hrani se žarnjacima, bodljikašima, rakovima, mukušcima, a povremeno i ribom. U Jadranu su česti nalazi odraslih želvi koje su bile označene pri odlaganju jaja na plažama Grčke, a ima i nalaza mladih tek izleglih iz jaja. Za dolazak i odlazak



Slika 26.

Barska kornjača (*Emys orbicularis*).

iz Jadrana želje koriste morske struje. Tijekom zime miruju na morskom dnu. Vodeći se jednako raspoloženjem herpetološki karakterističnih područja kao i u slučaju vodozemaca, treba istaknuti da je područje Učke i Čićarije do Poštaka iznad Knina najsiromašnije vrstama te broji svega 12 vrsta gmazova od kojih treba izdvojiti velebitsku guštericu (*Iberolacerta horvathi*) kao karakterističnu za to područje. Nasuprot tome, u Primorju, Istri i na Kvarnerskim otocima živi 21 vrsta gmazova, a posebice su važne vrste krška gušterica (*Podarcis melisellensis*) i crnica (*Hierophis viridiflavus*). U Dalmaciji živi čak 31 vrsta gmazova pri čemu treba posebno izdvojiti mosorsku guštericu (*Podarcis mosorensis*), oštroglavu guštericu (*Dalmatolacerta oxycephala*) i šilca (*Platyceps dahlii*). Prema podacima iz 2009. godine o kartiranju faune Dalmacije na području otoka Paga živi 12 vrsta gmazova, a posebno je važna populacija barske kornjače (*Emys orbicularis*), zatim kućnog macaklina (*Hemidactylus turcicus*), blavora (*Ophisaurus*

apodus), zmajura (*Malpolon monspessulanus insignitus*), bjelice (*Zamenis longissimus*), crvenkrpice (*Zamenis situla*) i poskoka (*Vipera ammodytes*). Na području ušća rijeke Krke nastanjuje se 13 vrsta gmazova, a na viškom i palagruškom otočju 9 vrsta. Za područje ušća rijeke Krke osim barske kornjače treba istaknuti najzapadniji dokaz endemične oštroglove gušterice. Tu je važno napomenuti kako se na Maloj Palagruži očuvala endemična podvrsta gušterice, jadranska primorska gušterica (*Podarcis sicula adriatica*), čiji se varijetet još nalazi i pored Dubrovnika, kao dubrovačka gušterica (*Podarcis sicula ragusae*). Osim spomenute oštroglove i jadranske primorske gušterice, skupinu naših pravih endemske vrsta (podvrsta) gušterica još čini lastovska (*Podarcis melisellensis* spp.n.). Obična primorska gušterica (*Podarcis sicula*) rasprostranjena je od Istre do Neuma, u različitoj brojnosti. Na Velikoj Palagruži obitava talijanska primorska gušterica (*Podarcis sicula campestris*) i zmija crnica. Na Viškom otočju nalazi se i crna brusnička



Slika 27.

Bjelouška (*Natrix natrix*).

gušterica (*Podarcis melisellensis melisellensis*) i četveroprugi kravosas (*Elaphe quatuorlineata*). Na otoku Mljetu živi 11 vrsta gmazova, koje su danas sve više pod pritiskom unesenog, alohtonog mungosa (*Herpestes auropunctatus*). Tako primjerice ekipa stručnjaka tijekom kartiranja faune nije utvrdila postojanje nekad prisutnih poskoka i sljepića (*Anguis fragilis*). Na Kornatskom otočju moguće je pronaći osam vrsta gmazova, od toga tri vrste guštera (kršku guštericu, kućnog macaklina i primorsku guštericu), četiri vrste zmija (četveroprugog kravosasa, šaru poljaricu (*Hierophis gemonensis*), zmajura i pjegavu crnokrpicu (*Telescopus fallax*)) te jednu vrstu kornjača, običnu čančaru (*Testudo hermanni*). Na otoku Cresu utvrđene su 24 vrste gmazova. Na Lastovskom otočju utvrđeno je 6 vrsta gmazova (primorska, oštrogлавa i gušterica, kućni macaklin, blavor i stepski guž). S obzirom na to da je, primjerice, tek 2009. godine na otoku Olibu potvrđena prisutnost stepskog guža (*Dolichophis caspius*), ovaj je pregled svakako tek djelomičan. Prema podacima iz Kategorizacije i inventarizacije faune Vranskog jezera, na tom području nalazimo 19 vrsta gmazova, i to: barsku kornjaču, običnu čančaru, blavoru, kućnog macaklina, zidnog macaklina (*Tarentola mauritanica*), ljuskavog guštera (*Algyroides nigropunctatus*), oštroglavu guštericu, velikog zelembaća (*Lacerta trilineata*), kršku guštericu, primorsku guštericu (*Podarcis sicula*), šaru poljaricu, šilca, bjelicu, kravosasa, crvenokrpicu, zmajura, crnokrpicu (*Telescopus fallax*), bjeloušku (*Natrix natrix*), ribaricu (*Natrix tessellata*) i poskoka. Na dubrovačkom području od gmazova obitavaju obična čančara, barska kornjača, riječna kornjača (*Mauremys rivulata*), kućni macaklin, veliki zelembać, zidni macaklin (*Tarentola mauritanica*), zidna gušterica (*Podarcis muralis*), oštrogлавa i krška gušterica,

blavor, zmajur, plava poljarica (*Zamenis dahlii*), plava poljarica, crvenkrpica, kravosas, bjelica, crnokrpica, poskok, smukulja (*Coronella austriaca*), barska (*Natrix natrix*) i riječna bjelouška (*Natrix tessellata*).

Status gmazova u Republici Hrvatskoj

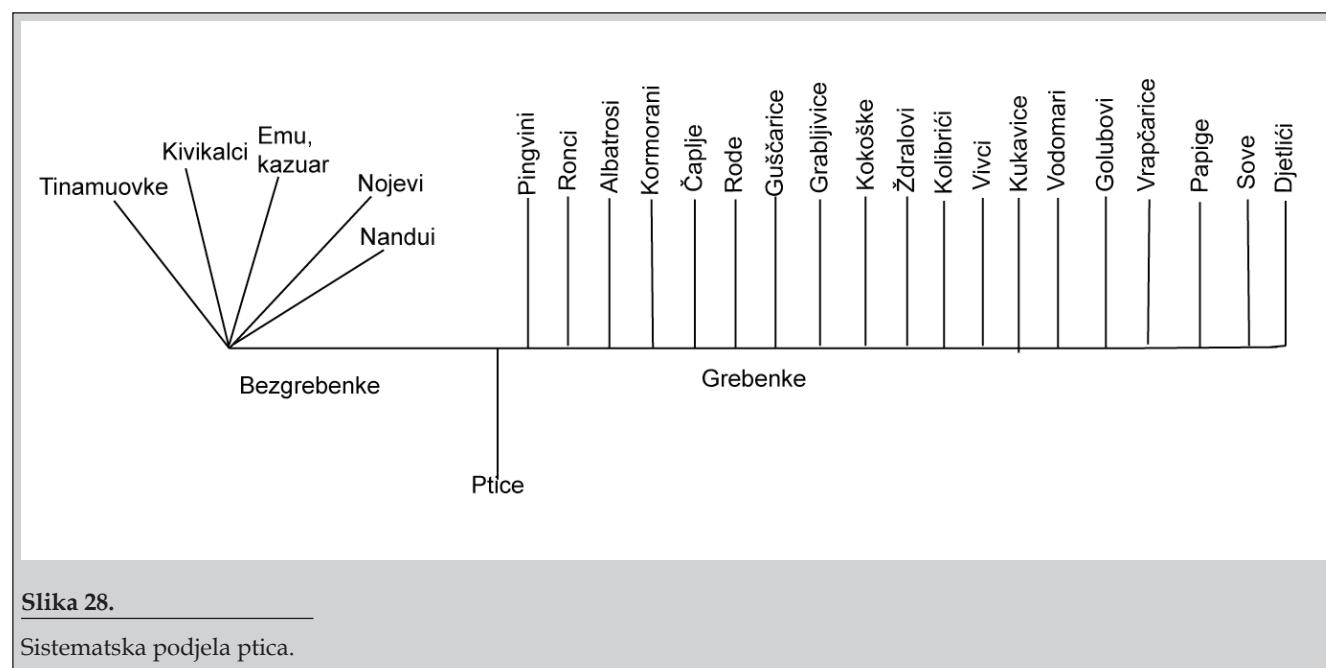
Prema podacima iz Crvene knjige vodozemaca i gmazova u Republici Hrvatskoj najugroženije vrste gmazova su riječna kornjača te zelena želva i sedmopruga usminjača. Status morskih kornjača varira od ugroženih do kritično ugroženih, ovisno o vrsti. Posebna su opasnost ribarske mreže i odbačene plastične vrećice, osobito za mlade kornjače koje ih lako zamjenjuju s meduzama. U Republici Hrvatskoj postoji razvijena svijest o stanju morskih kornjača te projekti njihove zaštite, od projekata označavanja i praćenja kornjača, do rehabilitacijskog centra za ozlijedene kornjače. Balkanskim ili istočnojadranskim endemima smatraju se mrki ljuskavi gušter, krška gušterica i šara poljarica. Endemične svoje Dalmacije su oštrogлавa, jadranska primorska, brusnička i lastovska gušterica. Kada govorimo o području Mediterana, strogo su zaštićene 22 vrste gmazova, spomenute endemične podvrste gušterica i zidna gušterica s Cresa. Osim njih, blažom kategorijom zaštite obuhvaćeni su: sljepić, zidna gušterica (osim populacija otoka Cresa i Panonske nizine), bjelouška i poskok. Gmazovi općenito nisu toliko osjetljivi na promjene u staništu kao vodozemci, ali su također skupina o čijoj ugroženosti moramo razmišljati. Razloge njihove ugroženosti ponajprije treba tražiti u fragmentaciji i gubitku staništa, požarima, unosu alohtonih invazivnih vrsta, trgovini živim gmazovima te tradicionalnom strahu i nepoznavanju gmazova što često rezultira agresivnim pristupom prema njima.

PTICE (razred AVES)

Današnje, moderne ptice svrstavaju se u razred ptica (Aves), iako prijepori o tome jesu li ptice zaseban razred ili sestrinska grupa unutar razreda gmazova i dalje postoje. Prema kladističi, disciplini biologije koja se bavi određivanjem odnosa među organizmima, ptice i red krokodila (Crocodylia) jedini su preostali članovi skupine Archosauria, a time i dinosaura. Ptice su toplokrvni organizmi prekriveni perjem, a trenutačno ih je na svijetu poznato oko 10 000 vrsta. Veličinom variraju od iznimno malih (kolibrići) do vrlo velikih (nojevi). Prema nekim autorima pod pojmom "ptica" podrazumijevaju se svi terapodni primjerici s perjem i krilima. Kako sama raspodjela ptica nije do kraja usklađena, a imamo pouzdane podatke da su neki dinosauri imali perje, u ovom će se tekstu pod pojmom perje navoditi samo pripadnici današnjeg razreda Aves. Zahvaljujući svome položaju, na među istočnog i zapadnog Sredozemlja te prijelaza gorskog masiva Dinarida u Panonsku nizinu, Republika Hrvatska ima raznovrsnu faunu ptica.

Tako je prema nekim podacima u nas zabilježen broj od 390 vrsta ptica (prema Crvenoj knjizi ugroženih ptica Hrvatske sa sigurnošću je zabilježeno 375 vrsta), od čega je 231 vrsta gnjezdarica. Potonji broj, gnjezdarica, s obzirom na podatke iz drugih država i veličinu naše domovine, iznimno je velik.

Pretkom ptica smatra se gmaz iz razdoblja kasne jure (prije oko 150 milijuna godina) nazvan *Archaeopteryx lithographica*. Sam naziv potječe od grčkih riječi *archaios* (star, drevan) i *pteryx* (krilo, pero). Pronađeno je svega osam primjeraka, pri čemu je takozvani berlinski primjerak detaljno proučen, dajući velik broj dodirnih točaka s današnjim modernim pticama, ali i gmazovima, zbog čega je ovaj fosil određen kao spona između spomenute dvije skupine. *Archaeopteryx* je bio veličine i vjerojatno oblika današnje svrake. Iako je postojalo nekoliko teorija o podrijetlu ptica, danas su znanstvenici najbliži upravo teoriji o podrijetlu od dinosaura, nalazeći uporišta u sličnostima građe zdje-





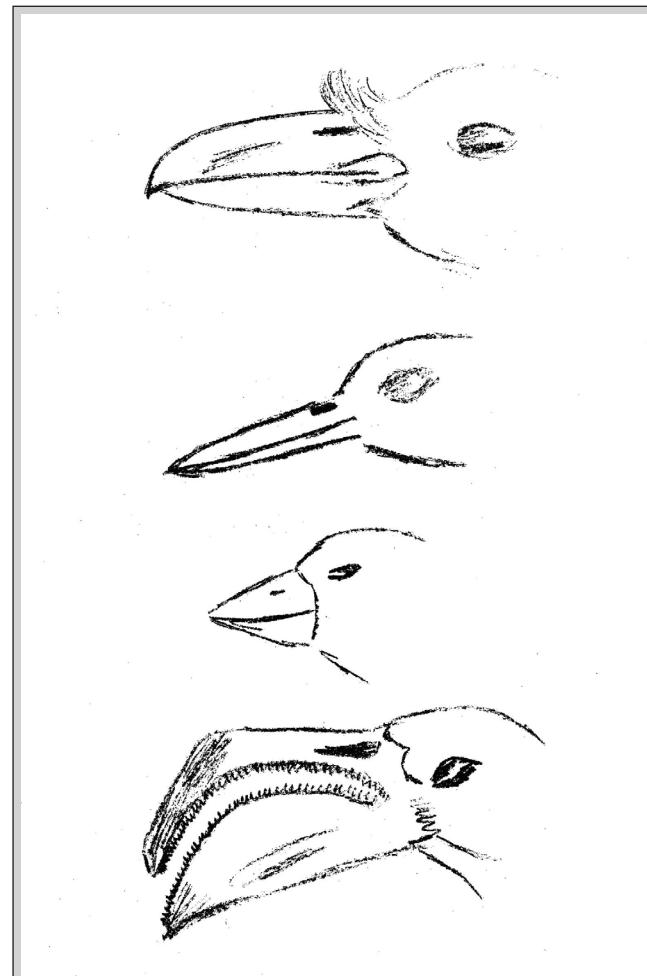
Slika 29.

Vjetruša (*Falco tinnunculus*).

lice, zapešća te izgledu ključnih kostiju. Novijim istraživanjima iznimno dobro očuvanih kostiju dinosaura vrste *Tyrannosaurus rex* iz Hell Creeka, SAD, dokazano je da slijed aminokiselina u kolagenu najблиže odgovara današnjim kokoškama. Osim toga, kasnija su otkrića pokazala da je velik broj malenih terapodnih dinosaura imao perje i razvijena krila. Tijekom razdoblja krede razvoj ptica kreće u više smjerova, do konačne potpune diverzifikacije kakvu nalazimo danas.

Od recentnih vrsta životinja ptice su danas jedine prekrivene perjem. Iako je svrha perja u početku bila gotovo isključivo reguliranje tjelesne temperature, današnjim je pticama ono od nepobitne važnosti i u procesu letenja. Svako je pero građeno od nekoliko dijelova, batrljice, središnjeg dijela koje se može podijeliti na šuplji proksimalni dio ili *calamus* i puni distalni dio ili stručak. S lijeve i desne strane batrljice nalazi se zastavica koja je građena od brojnih isperaka prvoga i drugog reda, međusobno spojenih kukicama za povećanje čvrstoće. U dijelu pera bliže tijelu nalazi se izolacijski dio građen od mekog paperja. Veličina tog dijela varira ovisno o vrsti ptice pa kod ptica koje žive u hladnijim područjima može iznositi i do $\frac{3}{4}$ dužine pera (primjerice u slučaju alpske snježnice, *Lagopus mutus*). Čak su i neleteće vrste poput nojeva ili kazuara prekrivene perjem, iako se laiku može pričiniti da je to svojevrstan oblik dlake. Druga osobitost ptica jest sposobnost letenja. Ta sposobnost nije isključivo vezana za ptice, letjeti mogu i šišmiši, a lebdjeti i neke vrste gmazova te kožuškari, ali je u ptica najbolje razvijena. S druge strane, sposobnost letenja *Archaeopteryxa* nije službeno dokazana, a mnogi pretpostavljaju da je let ove praptice bio sveden na odraz s povišenog mjesta i lebdenje do sljedeće točke. Za razliku od njih, pterosauri, od kojih su neki imali raspon krila i veći od osam metara, mogli su letjeti, prema nekim novijim autorima i više kilometara te postizati brzinu od čak 120 km/h. Da bi ptice mogle letjeti, bilo je potrebno ostvariti određene preduvjete. Oni uključuju

smanjenje tjelesne mase, osiguranje prikladnog prihvatišta za snažne prsne mišiće te povećanje malog mozga za osiguravanje što finije motorike. Ptice su ostvarile smanjenje tjelesne mase "olakšavanjem" nekih kostiju tako da kosti imaju veći prazni dio ispunjen zrakom. Broj takvih kostiju varira ovisno o vrsti ptice. Primjerice, ptice koje ne lete imaju isključivo čvrste, klasične kosti. Osim toga, tjelesna je masa smanjena činjenicom da ptice nemaju zube, već lagani kljun građen od rožine, te činjenicom da imaju nekoliko zračnih vrećica. Dodatno olakšanje kostura postignuto je smanjenjem broja kostiju zapešća na dvije. Spojene kosti prednjih udova podupiru letno perje. S obzirom na to da neke kosti imaju posebne zahtjeve tijekom leta, one su dodatno učvršćene međusobnim spajanjem.



Slika 30.

Primjer prilagodbe kljuna različitim vrstama hrane – odozgo prema dolje, gavran, voljić, zeba, plamenac.



Slika 31.

Fazanka (*Phasianus colchicus*).

jem (ključne kosti – furkula) ili postojanjem dodatnih dijelova (posebne kukice na rebrima – *processus uncinatus*). Posebnost ptica čini i takozvani kanal tri kosti, načinjen od kora-koida, lopatice i ključne kosti, kroz koji prolazi tetiva *m. supracoracoideus* i hvata se za ramenu kost. Taj kanal djeluje kao svojevrsna dizalica za podizanje krila. Od iznimne je važnosti za polijetanje, ali jednom kad se ptica nađe u zraku, nije nužan za daljnji let. Dodatno spojene ključne kosti (furkula) se tijekom letenja šire i skupljaju podupirući izmjenu plinova u prednjim zračnim vrećicama. Konačno, prsna kost ima veliki greben namijenjen za prihvatanje snažnih prsnih mišića. I ovdje, ptice koje ne lete nemaju posebno razvijen greben. Upravo ta činjenica daje i osnovnu podjelu ptica danas na grebenke i bezgrebenke. Izgled prsne kosti može, osim navedenoga, odavati i kakav način života vodi

ptica, tako široke prsne kosti nalazimo u ptica plivačica, uske u onih koje pretežno hodaju, a podjednako visoke i široke u vrsta koje lete i povremeno hodaju. Još jedna od osobitosti leta ptica jesu asimetrična krila, tako da im je gornja strana izbočena (konkavna), a donja udubljena (konveksna). U skladu s načelima Bernoullijeve jednadžbe duži put zraka preko gornje strane krila stvara manji pritisak i potpomaže potisak odozdo čime se ptica zadržava u zraku. Da bi tok zraka preko krila bio što ujednačeniji, brine se mala zastavica na krilima zvana alula (podupire je prvi prst). Osim toga, na krilima razlikujemo primarna i sekundarna letna pera. Primarna letna pera osiguravaju guranje (horizontalno), a sekundarna pera potisak (vertikalno) nužan za letenje. Ptice se na tlu kreću skakutanjem, hodanjem ili trčanjem. Izmjena plinova u plućima ptica iznimno je učinkovita s obzirom na to da

let kao visokozahтjevna aktivnost potražuje i veliku količinu kisika. Zrak prolazi stalno u jednom smjeru kroz pluća, stražnje i prednje zračne vrećice te naposljetku izlazi van. Pluća ptica nemaju alveole, već završavaju malim kapilarama. Po pitanju hranjenja i probave treba istaknuti da ptice nemaju usta i zube, već kljun koji je iznimno razvijeno i specijalizirano sredstvo ovisno o tome kakvom vrstom hrane se dotična ptica hrani. S obzirom na to da ptice nemaju zube, imaju druge mehanizme za usitnjavanje hrane. Tako se primjerice u jednjaku nalazi obostrano ili jednostrano proširenje zvano voljka čija je uloga omeštati (macerirati) hranu. Sloj epitelnih stanica voljke može biti specijaliziran tako da podliježe masnoj distrofiji, nakon čega se odljušti u lumen voljke čineći tako takozvano ptičje mlijeko. Tu pojavu nalazimo u nekim vrstama ptica, primjerice golubova, a služi za prehrani mladunaca. Nakon prolaska kroz voljku hrana stiže u žljezdani želudac gdje se izlaže djelovanju probavnih sokova, a potom putuje u mišićni želudac na usitnjavanje. Mišićni želudac gradom opravdava svoj naziv, budući da je najvećim dijelom građen od snažnog mišića, a iznutra je obložen čvrstom orožnjalom sluznicom. Ovisno o vrsti hrane kojom se ptica hrani, i pritisak koji mišićni želudac razvija je različit. Tako je, primjerice, u ptica koje se hrane nektarom ili mesom taj pritisak manji, dok je razumljivo da će u ptica koje se hrane sjemenkama biti veći. Tako nijihov mišićni želudac može zdrobiti sjemenke za čije drobljenje treba sila od oko 150 kg. Da bi se pospješilo drobljenje hrane, ptice gutaju kamenčiće. Nakon želudaca, hrana dolazi u crijeva kao mjesto glavnog dijela probave. Izgled crijeva može se mijenjati ovisno o vrsti hrane (razlike u prehrani mladunaca i odraslih ili sezonske razlike). Od osjetila ptice imaju odlično razvijen vid, dobar (neke i odličan) sluh te uglavnom slab njuh. Manji broj ptica ima izvrsno razvijen i njuh. Tako primjerice ptica kivi hrani traži oslanjajući se upravo na njuh. Sve se ptice razmnožavaju putem jaja.

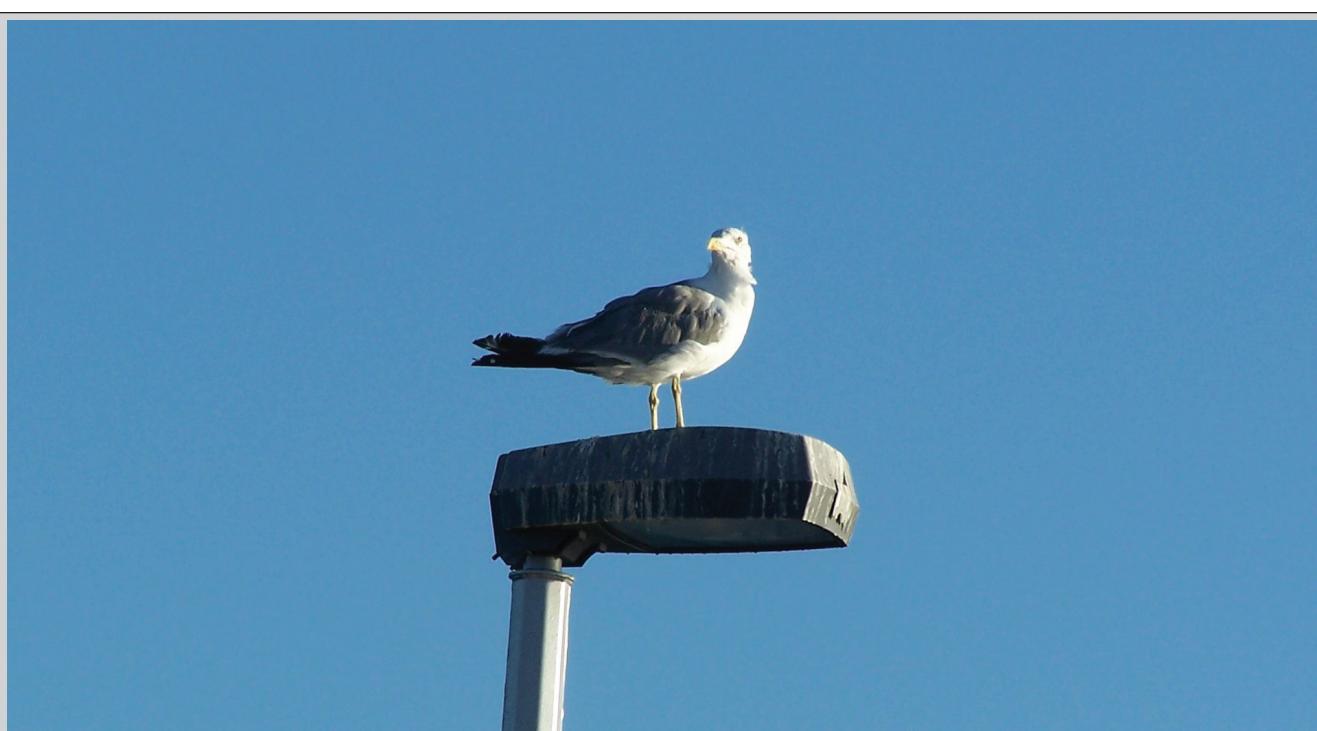
Ptice na području Mediterana

Hrvatsko mediteransko stanište iznimno je bogato ptičjim svijetom te stoga nećemo navoditi vrste zasebno, već ćemo samo spomenuti neke od važnijih. Ovisno o odnosu prema pojedinom području, ptice dijelimo na selice i stanarice. Selice mogu biti prolaznice i gnjezdarice. Za ptice prolaznice, ali i gnjezdarice, iznimno su važna područja na kojima se zadržava voda, poput Salina na Brijunima, Vranskog jezera (na Cresu i pored Biograda), Jezero kod Njivica, Ponikve na otoku Krku, Blatine i Slatine na Mljetu, Velo, Malo i Kolansko blato i sl. U sjevernom dijelu Jadrana od izuzetne je važnosti postojanje veće populacije bjeloglavog supa (*Gyps fulvus*). U Hrvatskoj samo na području primorja možemo pronaći i vrstu modrokos (*Monticola solitarius*). Nadalje, na području otoka Raba nalazi se kolonija od dvadesetak gnijezdećih parova bjelonokte vjetruše (*Falco naumanni*), kritično ugrožene vrste. Ptice s vrlo malim ardealom rasprostiranja su crvenooka grmuša (*Sylvia undata*) s Cresom, žutonoga grmuša (*Sylvia conspicillata*) s područja Neretve, dvobojna bjeloguza (*Oenanthe pleschanka*) s Konavla i Pakoštana te smeđa čiopa (*Apus palidus*) s Mljetom, Dugog otoku i brda Grabašćak. Također, hrvatska obala čini najzapadniji dio rasprostranjenosti bргljeza kamenjara (*Sitta neumayer*) i voljića maslinara (*Hippolais olivetorum*). Valja istaknuti i da je sjeverozapadni dio sjeverne Dalmacije jedino zimovalište čurlina u Hrvatskoj te iznimno važno zimovalište morskih pataka, plijenora, malih ronaca i riđogrlih gnjuraca. Vransko jezero kod Biograda je uz sjevernu Italiju najzapadnije područje rasprostiranja malog vranca (*Phalacrocorax pygmeus*). Otok Mljet je prema spoznajama naš jedini otok na kojem se gnijezdi škanjac osaš (*Pernis spivorus*). Morske i pučinske vrste čine Eleonorin sokol (*Falco eleonorae*), kaukal (*Calonectris diomedea diomedea*), gregula (*Puffinus yelkouan*), sredozemni galeb (*Larus audouinii*), morski vranac (*Phalacrocorax aristotelis*) i razne vrste čigri.



Slika 32.

Crnokapa grmuša (*Sylvia atricapilla*).



Slika 33.

Galeb (*Laridae*).

Status ptica u Republici Hrvatskoj

Unatoč činjenici da u Republici Hrvatskoj stalno ili povremeno obitava velik broj ptičjih vrsta, dobar dio njih je ugrožen. Da je tomu tako pokazuje i činjenica da je oko 2% gnjezdarica izumrlo, da se dvije vrste preletnica i zimovalica više ne pojavljuju, odnosno da se osam vrsta više ne gnijezdi u nas, već samo prelijeću. U Hrvatskoj se samo 40% gnjezdarica ne smatra ugroženo. S ornitološkog stajališta najugroženija su vlažna staništa zbog melioracijskih zahvata te u skladu s time spomenuta područja zaslužuju posebnu zaštitu. Izuzmemeli vlažne oaze u sredozemnom staništu, najmanje ugroženih ptica upravo nalazimo na krškom području i moru (svega oko 9%). Prema Crvenoj knjizi najvažniji čimbenici ugroze u navedenim područjima jesu nenadzirane turističke aktivnosti, ribolov i, s naše strane modificirano, krivolov. Od ptica našeg sredozemnog područja

treba naglasiti na našim staništima izumrlu vrstu čelavi ibis (*Geronticus eremita*) koja ima tek oko 200 jedinki u svijetu. Postoje naznake da bi u skoro vrijeme moglo doći do njezine reintrodukcije u okolicu Pule gdje se nekad gnijezdila. Sličnu sudbinu doživio je i kudravi nešit (*Pelecanus crispus*) u Donjem Poneretavlju, gdje se više ne gnijezdi. Tankokljuni pozviždač (*Numenius tenuirostris*) je od nekad redovite preletnice danas postao iznimno rijetka vrsta, čija se brojnost u svjetskim okvirima kreće na manje od 300 ptica. Čakora (*Oxyura leucocephala*), naša preletnica i zimovalica je u primorju nestala. Od ostalih vrsta važnih za Sredozemlje treba naglasiti malog vranca i sredozemnog galeba. Od posebnih područja s ornitološkog stajališta na području Sredozemlja valja istaknuti sjeverozapadni dio sjeverne Dalmacije gdje je kritično ugrožena vrsta vlastelica; ugrožene vrste su oštregar, zlatar pijukavac, morski ku-



Slika 34.

Miljašić jaruga kraj Nina, važno mediteransko stanište.

lik, veliki pozviždač, žalar cirikavac, velika ševa i mala čigra; rizična vrsta je riđogrli gnjurac. U Donjem Poneretavlju ugrožene vrste su bukavac nebogled, eja močvarica, mali sokol, oštrigar, prugasti pozvizdač i brkata sjenica. Na području Vranskog jezera kritično ugrožena vrsta je mali

vranac, ugrožene vrste su eja močvarica i mali sokol, a rizična vrsta čaplja danguba. U gornjem toku Cetine kritično su ugrožene crvenonoga prutka, veliki ronac i crnoprugasti trstenjak, ugrožena je eja livadarka, a rizična vrsta kosac.



Slika 35.

Krstokljun (*Loxia curvirostra*).

SISAVCI (razred MAMMALIA)

Sisavci su kralježnjaci koji mlade hrane mlijekom, proizvodom mlijecne žlijezde te svi (osim skupine jednootvora) rađaju žive mlade. Mlijecne žlijezde (sise, lat. *mamma*) zaslužne su i za naziv razreda. Mlijeko je bogato proteinima, mastima i protutijelima, što povećava izglede za opstanak mladih. Sisavci su toplokrvne životinje, odnosno sami proizvode tjelesnu toplinu, a tijelo im je pokriveno dlakama. Spособnost održavanja tjelesne topline bez obzira na vanjske uvjete omogućila im je uspješan opstanak i prilagodbu na različite stanišne uvjete. Hipotalamus je dio mozga koji regulira tjelesnu toplinu, a osim metaboličkih procesa, u grijanju i hlađenju tijela sudjeluju krvne žile (širenjem krvnih žila odaje se toplina i snižava temperatura), dlake (podizanjem i spuštanjem dlaka zadržava se ili oslobađa sloj zraka koji služi za izolaciju), drhtanjem, isparavanjem putem znojenja ili dahtanjem. Ostala anatomska obilježja specifična za sisavce jesu lojne i znojne žlijezde, tri košice u unutarnjem uhu, čeljust spojena zglobom za lubanju, vratni kralješci te specijalizirani zubi (sjekutići, očnjaci, prekutnjaci i kutnjaci) prekriveni caklinom. Zubi, te građa i dužina probavnog sustava prilagođeni su prehrani. Tako, primjerice, mesojedi imaju kraći probavni sustav, dok je kod biljojeda razvijen sustav predželudaca ili veliko slijepo crijevo u kojima žive mikroorganizmi koji sudjeluju u probavi celuloze. Sisavci žive u vodi i na kopnu te se kreću plivanjem, hodanjem i letenjem. Većina kopnenih sisavaca kreće se na četiri noge, pri čemu razlikujemo tri načina kako stopalo dodiruje tlo. Plantigradni sisavci se pri kretanju na tlo oslanjaju petnom kosti, kostima zastopalja i nožnim prstima (primjer jazavac). Digitigradni sisavci tlo dodiruju samo prstima (prim-

jer mačke), dok parnoprstaši i neparnoprstaši tlo dodiruju samo vrhovima prstiju (primjer srna obična).

Sisavci potječu od skupine gmazova *Therapsida*, koji su živjeli u trijasu. Dugotrajan razvoj sisavaca iz gmazova završio je prije otprilike 195 milijuna godina, za vrijeme uspona dinosaura koji su ugrožavali širenje sisavaca.

Poznato je oko 5500 vrsta sisavaca, a njihovo se razvrstavanje trajno prilagođava najnovijim znanstvenim spoznajama. Osnovna podjela sisavaca temelji se na gradi ženskih spolnih organa i embrionalnom razvoju. Kod svih sisavaca oplodnja je unutarnja. Podrazred Prototheria (prasisavci) uključuje red jednootvora (Monotremata) koji nesu jaja, dok podrazred Metatheria (aplacentalni sisavci) i Eutheria (placentalni sisavci) rađaju žive mlade.

Red jednootvora (Monotremata) obuhvaća čudnovatog kljunaša te četiri vrste kljunastog ješka. Žive u Australiji te Novoj Gvineji i jedini su sisavci koji nesu jaja. Probavni, mokračni i reproduktivni sustav otvaraju se u jedan otvor (kloaku) te su po tome i dobili ime. Nemaju razvijene bradavice na sisama, pa mlado ne siše, nego liže mlijeko s mlijecnih polja – specifična produžena dlaka. Imaju dlaku, nemaju zube (osim mladih čudnovatih kljunaša), nemaju vanjske uške. Ta se grana odvojila od ostalih sisavaca prije oko 200 milijuna godina.

Red tobolčara (Marsupialia) jedini su aplacentalni sisavci. Imaju dvije maternice te primitivnu posteljicu koja ne može prehraniti mlado tijekom potpunog embrionalnog razvoja, već nakon kratkog razdoblja bređosti mlado završava razvoj u tobolcu. U trenutku napuštanja maternice plod nema potpuno razvijen krvnožilni sustav, pluća niti bubrege i sli-

jep je. Dugim prednjim nogama sam se provlači kroz dlaku i smješta u tobolac gdje je smještena sisa, koja ima mišić koji uštrcava mlijeko plodu u usta. Ova se raznolika skupina dijeli na sedam redova te uključuje američke oposume, rovko-like oposume, zvjeraše, jazavičare, tobolčarske krtice, vombate, crnog koljaša, penjaše, valabije, klokane i koale. Tobolčari u Australiji nisu imali suparnike te su zauzeli sve ekološke niše čime su konvergentne vrste placentalnim sisavcima na ostalim kontinentima. U Južnoj Americi tobolčari su dijelili stanište s mnogim vrstama pa njihov razvoj nije tekao kao u izoliranim područjima, a samo se jedna vrsta proširila i na Sjevernu Ameriku.

Svi ostali sisavci (Eutheria) imaju posteljicu (placentu) preko koje se hranjive tvari i kisik prenose iz majčina krvotoka u krvotok ploda. Razvili su se prije otprilike 100 milijuna godina i do sada je identificirano oko 5000 vrsta. Siste-

matika sisavaca trajno se mijenja u skladu s najnovijim znanstvenim spoznajama. Tako je red Edentata (krezubice) nedavno podijeljen na dva odvojena reda, pasanci (Cingulata) te ljenivci i mravojedi (Pilosa), dok su vrste koje su bile objedinjene u redu Insectivora (kukcojedi) podijeljene na tri različita reda (Erinaceomorpha, Afrosoricida, Soricomorpha). Tako starija sistematika sisavaca obuhvaća 29 redova, od toga jedan red prasisavaca (jednootvori), sedam redova aplacentalnih sisavaca odnosno tobolčara i 21 red placentalnih sisavaca.

Tenreci i zlatne krtice (Afrosoricida)

Skočirovke (Macroscelidea)

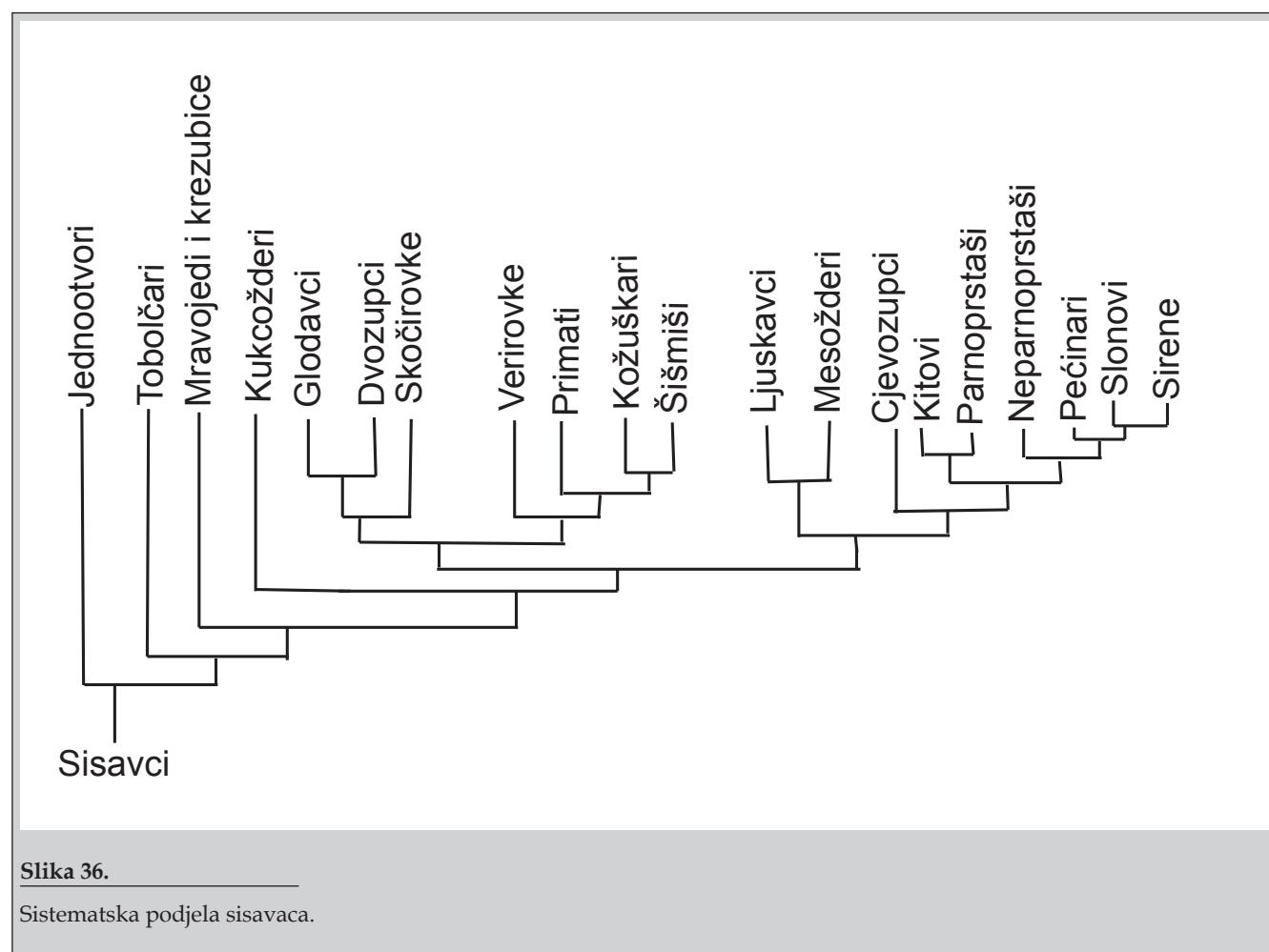
Cjevozupci (Tubulidentata)

Pećinari (Hyracoidea)

Slonovi (Proboscidea)

Morske krave (Sirenia)

Pasanci (Cingulata)



Ljenivci i mravojedi (Pilosa)
Verirovke (Scandentia)
Kožuškari (Dermoptera)
Majmuni (Primates)
Glodavci (Rodentia)
Dvojezupci (Lagomorpha)
Ježevi (Erinaceomorpha)
Krtice i rovke (Soricomorpha)
Šišmiši (Chiroptera)
Ljuskavci (Pholidota)
Kitovi (Cetacea)
Zvijeri (Carnivora)
Neparnoprstaši (Perissodactyla)
Parnoprstaši (Artiodactyla)

U Hrvatskoj je zabilježena ukupno 101 vrsta sisavaca, od čega se na Crvenom popisu među ugroženima nalazi 41 vrsta. Pet vrsta je lokalno izumrlo, a sedam ih je vrlo ugroženo. Izumrlima se smatraju šišmiš Meheljev potkovnjak (*Rhinolophus mehely*), tekunica (*Spermophilus citellus*), sljepaš, vidrica te sredozemna medvjedica (*Mo-*

nachus monachus). Tri izumrle vrste ponovno su naseljene – divokoza (*Rupicapra rupicapra*), dabar (*Castor fiber*) i ris (*Lynx lynx*). Populacije divokoze i dabra danas su stabilne, no risu posljednjih desetak godina pada brojnost i opet je doveden na sam rub opstanka. Od ukupno 101 vrste, čak 90 njih je zavičajno, što svrstava Hrvatsku među europske zemlje s najvećom biološkom raznolikošću sisavaca. Tako primjerice u Hrvatskoj obitava 34 od 40 poznatih vrsta europskih šišmiša. Osim područja planine Medvednice, sisavcima je izuzetno bogato područje Dinarida na kojima obitava 66 vrsta sisavaca, među kojima su i sve četiri vrste velikih zvijeri – vuk (*Canis lupus*), medvjed (*Ursus arctos*), ris i čagalj. Za kršku regiju Dinarida karakteristične vrste su dugonogi šišmiš (*Myotis capaccinii*), močvarna rovka (*Neomys anomalus*) i dinarski voluhar (*Dinaromys bogdanovi*), dok su za gorski dio specifični planinska voluharica (*Chionomys nivalis*), šumski puh (*Dryomys nitedula*), te šišmiš gorski dugoušan (*Plecotus macrobularis*). U mediteranskom području Dinarida na-



Slika 37.

Zečevi (*Lepus europaeus*) na Velom Brijunu.



Slika 38.

Ris (*Lynx lynx*) u obilježavanju teritorija. (Autor: V. Slijepčević, automatska kamera vlasništvo DZZP-a)



Slika 39.

Jelen lopatar (*Dama dama*), Veli Brijun .

lazimo vrtnog puha, krškog miša te slijepu krticu, dok je u Jadranskom moru jedina rezidentna vrsta morskih sisavaca dobri dupin (*Tursiops truncatus*), a posljednjih se godina ponovno uočava sredozemna medvjedica (*Monachus monachus*) za koju se smatralo da je izumrla. U Jadransko more povremeno zalaze i druge vrste dupina i kitova, među kojima su najčešći obični dupini (*Delphinus delphis*) i plavo-bijeli dupin (*Stenella coeruleoalba*), a zabilježena je i pojava ulješura (*Physeter macrocephalus*) te sjevernog kita (*Balaenoptera physalus*). Nije poznat broj endema mediteranskog područja, no treba istaknuti dinarskog voluhara.

Najnovija podjela sisavaca, temeljena na genetskim osobitostima, dijeli sisavce na sljedeće nadrazrede: Xenarthra (pasanci, ljenjivci i mravojeđi), Afrotheria (tenreci i zlatne krtice, skočirovke, cjevozupci, pećinari, slonovi i morske krave), Laurasiatheria (krtice i rovke, ježevi, šišmiši, ljuskavci, zvijeri, parnoprstaši, neparnoprstaši, kitovi) i Euarchontoglires (glodavci, dvojezupci, kožuškari, verirovke i majmuni).

LITERATURA

- Dorit, R. L., Walker W. F. Jr., Barnes, R. D. (1991): Zoology. Saunders College Publishing.
- Kletečki, E., J. Lanszki, B. Trócsányi, J. Mužinić, J. J. Purger (2009): First record of *Dolichophis caspius* (Gmelin, 1789), (Reptilia: Colubridae) on the island of Olib, Croatia. Nat. Croat. 18, 437-442.
- Koren, T., B. Lauš, I. Burić, M. Kuljerić (2011): Prilog poznavanju herpetofaune (vodozemci i gmazovi) Kornatskog otočja, Hrvatska. Nat. Croat. 20, 387-396.
- Nielsen, C. (2012): Animal Evolution: Interrelationships of the Living Phyla, Third Ed. Oxford University Press.
- Postlethwait, J. H., J. L. Hopson (1989): The nature of life. McGraw Hill Publishing.
- Radović, J. (1999): Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb, Hrvatska.
- Radović, D., J. Kralj, V. Tuttiš, D. Ćiković (2003): Crvena knjiga ugroženih ptica Hrvatske. Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja, Zagreb.
- Schweitzer, M. H., Z. Suo, R. Avci, J. M. Asara, M. A. Allen, F. T. Arce, J. R. Horner (2007): Analyses of soft tissue from *Tyrannosaurus rex* suggest the presence of protein. Science 316, 277-280.
- Seletković, Z., I. Tikvić, M. Vučetić, D. Ugarković (2011): Klimatska obilježja i vegetacija sredozemne Hrvatske. U: Šume hrvatskog sredozemlja (Matić, S., ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 142-161.
- Sušić, G., V. Radek (2007): Bioraznolikost kroz lokve otoka Cresa. Priručnik, Eko-centar Caput Insulae – Beli, Rijeka, 132 p.
- Tvrtković, N. (urednik) (2006): Crvena knjiga gmazova i vodozemaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Hrvatska.
- Tvrtković, N. (urednik) (2006): Crvena knjiga sisavaca Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, Hrvatska.
- Tvrtković, N., I. Pavlinić, M. Šašić Kljajo (ur.) (2009): Kartiranje faune Dalmacije. Projekt COAST, Očuvanje i održivo korištenje biološke i krajobrazne, raznolikosti na dalmatinskoj obali putem održivog razvitka obalnog područja. http://www.undp.hr/upload/file/227/113689/Filename/Kartiranje_faune_Dalmacije_u_prioritetnim_područjima_S_.pdf
- Vervust, B., I. Grbac, J. Brecko, N. Tvrtković, J. van Damme (2009): Distribution of reptiles and amphibians in the Nature Park Lastovo archipelago: possible underlying biotic and abiotic causes. Nat. Croat. 18, 113-127.
- Vukelić, J., Đ. Rauš (1998): Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet, Zagreb, str. 158-164.

