

# Morfološke osobitosti građe koštanog i pokrovnog sustava kornjača

---

**Mlinarić, Slaven**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:024210>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-26**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET**

**SLAVEN MLINARIĆ**

**Morfološke osobitosti građe koštanog  
i pokrovnog sustava kornjača**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2016.**

**VETERINARSKI FAKULTET SVEUČILŠTA U ZAGREBU**  
**ZAVOD ZA ANATOMIJU, HISTOLOGIJU I EMBRIOLOGIJU**

**PREDSTOJNIK:**

Prof. dr. sc. Damir Mihelić

**MENTORICA:**

Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Zvonimir Kozarić
2. Prof. dr. sc. Damir Mihelić
3. Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	3
2. 1. Obična čančara ( <i>Testudo hermanni</i> ) .....	3
2. 2. Barska kornjača ( <i>Emys orbicularis</i> ) .....	4
2. 3. Koštani sustav kornjača .....	5
2. 4. Pokrovni sustav kornjača .....	8
2. 5. Građa oklopa .....	9
2. 6. Mjerenje oklopa .....	12
3. RASPRAVA .....	16
4. ZAKLJUČCI .....	19
5. LITERATURA .....	20
6. SAŽETAK .....	23
7. SUMMARY .....	25
8. ŽIVOTOPIS .....	27

## **Popis slika**

**Slika 1.** Obična čančara (MATAŠIN i sur., 2007.)

**Slika 2.** Barska kornjača (MATAŠIN i sur., 2007.)

**Slika 3.** Kornjača sa tvrdim okoštanim oklopom (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 4.** Kornjača s modificiranom kožom u obliku oklopa (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 5.** Mjerenje najmanje ravne duljine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 6.** Mjerenje maksimalne zakrivljene duljine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 7.** Mjerenje zakrivljene širine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 8.** Mjerenje duljine glave (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 9.** Mjerenje duljine plastrona kornjače (WYNEKEN, 2001.)

**Slika 10.** Mjerenje opsega kornjače savitljivom trakom (WYNEKEN, 2001.)

## **ZAHVALE**

*Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc Srebrenki Nejedli s Veterinarskog fakulteta Sveučilšta u Zagrebu na ukazanoj pomoći i podršci prilikom pisanja ovog diplomskog rada.*

*Također, zahvaljujem svim rođacima, prijateljima i kolegama što su mi pružili podršku i razumijevanje tijekom studiranja.*

*Od srca zahvaljujem roditeljima i bratu na pruženoj potpori i strpljenju tijekom studiranja. Bez njih sve ovo ne bi bilo moguće.*

*I na kraju, zahvaljujem svom djedu koji je uvijek vjerovao u mene i znao da ću jednog dana ostvariti svoj san i postati veterinar.*

## 1. UVOD

Kornjače (*Chelonia, Testudines*) pripadaju među najstarije danas živeće gmazove koji su se razvili prije otprilike 200 milijuna godina (EVANS, 1986.). Kornjače karakterizira evolucijska novina u vidu zaštitnog oklopa koji se sastoji od dva dijela: leđnog ili karapaksa (*carapace*) i trbušnog ili plastrona (*plastron*) (KING, 1996.). Osim toga, kao i ostali gmazovi pripadaju amniotima, što znači da imaju jaja obavijena ljuskom koja štiti od isušivanja, a njihov je razvoj moguć u potpunosti bez vode. Kornjače pripadaju podrazredu Anapsida, dakle imaju primitivnu lubanju bez pravih sljepoočnih (temporalnih) jama (*fossa temporalis*), ali mnoge vrste imaju lažne sljepoočne jame koji služe za prihvat mišića (EVANS, 1986.). Smatra se da kornjače žive duže od ostalih gmazova, a u zatočeništvu žive i duže od 50 godina, pa prema tome spadaju u dugovječne životinje. Poznato je da velika galapagoška kornjača (*Geochelone nigra*) može doživjeti i 150 godina (BELLAIRS, 1969d.; POUGH i sur., 2002.).

Postoje velike razlike u veličini i obliku te težini oklopa među pripadnicima različitih vrsta. Najvećim kornjačama smatraju se morska kornjača sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) koja može težiti preko 680 kg i galapagoška kornjača koja teži oko 270 kg, dok kod većine danas živućih vrsta maksimalna veličina, odnosno duljina karapaksa, ne premašuje 30 cm. Među najmanje vrste pripada pauk kornjača s Madagaskara (*Pyxis arachnoides*) čiji odrasli pripadnici dosegnu veličinu od samo 10 do 15 cm (O'MALLEY, 2005.).

Obzirom na mogućnost sagibanja vrata daljnja klasifikacija kornjača ih dijeli u dva podreda: krijovratke (*Cryptodira*) i vijovratke (*Pleurodira*). Krijovratke imaju mogućnost potpunog uvlačenja glave i vrata u oklop u obliku vertikalnog slova "S" s dvije točke fleksije vrata. Vijovratke imaju tri točke fleksije vrata u obliku horizontalnog slova "S" i one ne mogu uvući glavu i vrat u potpunosti pod oklop, već je glava uvijek blago savinuta sa strane. U krijovratke spadaju uglavnom kopnene vrste i smatraju se naprednijim predstavnicima, dok vijovratkama pripadaju primjerci vodenih vrsta (BELLAIRS, 1969a.; HOFFSTETER i GASC, 1970.; KING, 1996.).

Vijovratke se dijele u dvije porodice: *Chelidae* koje se sastoje od 14 rodova i 49 vrsta koje žive u tropskim i suptropskim područjima te *Pelomedusidae* koje se sastoje od pet rodova i 25 vrsta koje također obitavaju u tropima. Mogu biti mesojedi ili biljojedi, ovisno o vrsti.

Krijovratke se sastoje od 11 porodica: *Carettochelyidae*, *Cheloniidae*, *Chelydridae*, *Dermatemydidae*, *Dermochelydae*, *Emydidae*, *Kinosternidae*, *Platysternidae*, *Staurotypidae*,

*Testudinidae*, *Trionychidae* od kojih su neke kopnene vrste, dok su neke slatkovodne ili morske vrste. Kopnene vrste su pretežno biljojedi, dok su slatkovodne i morske svejedi ili mesojedi (COGGER I ZWEIFEL, 1998.; PRITCHARD, 1979.).

Ukupno je poznato 14 porodica, 90 rodova i oko 300 vrsta kornjača (POUGH i sur., 2002.).

Kornjače su poikilotermne ili hladnokrvne životinje što znači da nemaju stalnu tjelesnu temperaturu već ona ovisi o uvjetima okoliša i vanjske temperature. Zato kornjače u toplijim krajevima traže zaštitu u hladu od jakog podnevnog sunca, dok nasuprot tome kornjače u umjerenom klimatskom pojasu tijekom zimskih mjeseci spavaju zimski san, odnosno hiberniraju. Pri tome se zakopavaju u zemlju ili mulj kako bi izbjegle smrzavanje, a preživljavaju prelaskom na anaerobni metabolizam. Velike kornjače u pustinjama teško pronalaze zaklon u hladu zbog svoje veličine, trome su i sporo se kreću pa zato toplinu gube evaporacijom, hipersalivacijom i mokrenjem (BARTOLOMEW, 1982.; GREGORY, 1982.).

Obzirom na vrstu staništa kod nas razlikujemo predstavnike kopnene obične čančare (*Testudo hermanni*) koju možemo naći u Dalmaciji i na našim otocima, slatkovodne barske kornjače (*Emys orbicularis*) te kod nas rijetke glavate morske kornjače (*Caretta caretta*) i zelene morske kornjače (*Chelonia mydas*), od kojih je glavata morska kornjača jedini redovni posjetitelj Jadrana, dok se zelenu morsku kornjaču tek povremeno može naći u prolazu kroz Jadran.

Kopnene vrste nastanjuju uglavnom tople ili umjerene klimatske pojase, no može ih se naći i u pustinjama. Uglavnom su biljojedi malih glava, čvrstog oklopa i s bočno nasađenim nogama. Imaju debelu kožu i velike ljuske kako bi izbjegle isušivanje. Veličina varira od 10 do 120 cm.

Vodene vrste su dobro prilagođene za život u vodi jer mogu dugo zadržati dah, koriste anaerobni metabolizam i disanje bez pluća putem kože i kloake, acidobazni disbalans toleriraju zbog preusmjerenja krvi iz pluća tijekom zarona. Morske vrste imaju ravniji i mekši oklop kako bi mogle bolje klizati kroz vodu. Kostí pešća ili metakarpalne (*ossa metacarpalia*) i stopalne ili tarzalne (*ossa metatarsalia*) kosti te prsti su modificirani u peraje. Prednje peraje služe za brže plivanje u vodi, a stražnje za kopanje gnijezda prilikom polaganja jaja u pijesak na obali. Slatkovodne vrste imaju plivaće kožice, glatki oklop i dugi vrat za hvatanje plijena koji prolazi pokraj njih te reducirani plastron za lakše kretanje u vodi (POUGH i sur., 2002.).

Cilj ovog rada je opisati morfološke osobitosti koštanog i pokrovnog sustava kornjača, uz opis osnovnih karakteristika osovinskog i privjesnog kostura te morfologije oklopa kornjača i način njegova mjerenja s osvrtom na značajnije predstavnike u Republici Hrvatskoj.



## 2. PREGLED REZULTATA DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

### 2. 1. Obična čančara (*Testudo hermanni*)

Obična čančara (Slika 1.), poznata i pod nazivom kopnena kornjača, pripada porodici kopnenih kornjača (*Testudinidae*). Karakterizira ih čvrst i ispupčen oklop koji naraste i do 20 cm dužine. Gornji dio oklopa karapaks je maslinasto-žute boje s crnim šarama, a na donjem je dijelu oklopa plastronu sa svake strane tamni rub. Udovi su im kratki i zdepasti, a prsti su im srasli. Na prednjim udovima nalazimo pet, a na stražnjim po četiri kandže. Rep je zašiljen i na osnovi repa možemo uočiti spolni dimorfizam. Rep mužjaka je duži i u njemu se nalazi kopulatorni organ, dok je rep ženke bitno kraći. U vezi s tim, mužjaci su živahnijih tonova boja, dok su ženke neutralnije. Izbjegavaju kako previsoke, tako i preniske temperature te provode zimske nepovoljne mjesece zakopane plitko pod zemljom u hibernaciji. Bude se u ožujku i tada kreću u potragu za partnerom za parenje. Mužjaci u vrijeme parenja postaju agresivni jedni prema drugima te se bore za ženke pri čemu se grizu bezubim čeljustima kao oštrim kljunom i udaraju protivnika s ciljem da ga okrenu na leđa. Prilikom parenja karakteristično se glasaju zvukom nalik pištanju. Nakon parenja ženke polažu jaja na osunčano mjesto u rahloj zemlji koje je izloženo popodnevnom suncu. Ženka prosječno snese od tri do 15 bijelih ovalnih jaja. Mlade se kornjače izlegu nakon inkubacije od 60 do 90 dana ovisno o vanjskoj temperaturi okoliša. Pri višim temperaturama od 31,5 °C izlegu se uglavnom ženke dok pri nižim temperatura od 30 do 31 °C se izlegu uglavnom mužjaci. Veličinu svojih roditelja dostignu tek za pet do sedam godina (BELLAIRS, 1969c.). Čančare su uglavnom biljojedi, a hrane se travom i lišćem biljaka te raznim plodovima koje nalaze u prirodi, dok se u zatočeništvu hrane salatama, rajčicom, voćem i sličnim ostacima hrane, iznimno hranit će se kukcima, puževima i lešinama uginulih životinja (MATAŠIN i sur., 2007.). Dugovječne su životinje i u povoljnim uvjetima doživjet će i preko 50 godina.

Postoje dvije podvrste (*subspecies*): *Testudo hermanni hermanni* i *Testudo hermanni boettgeri*, a razlikujemo ih prema koloraciji plastrona. Kod podvrste *Testudo hermanni hermanni* tamnija pigmentacija je cjelovitija i pokriva veću površinu plastrona, dok je kod *Testudo hermanni boettgeri* ona slabije izražena s većim nepigmentiranim dijelom plastrona.

Čančara je rasprostranjena po nizinama Sredozemlja, a kod nas je nalazimo u nizinskim i krškim područjima Dalmacije i na otocima Krku, Cresu i Lastovu (MATAŠIN i sur., 2007.; BOUR, 1997.). U Republici Hrvatskoj čančara je strogo zaštićena vrsta životinja jer je njen broj

znatno smanjen zbog urbanizacije i gubitka prirodnog staništa te ilegalne prodaje kornjača stranim turistima (ANON, 1994; ANON, 2005).

Prema zakonu o zaštiti životinja i pravilniku o zaštiti divljih svojti zabranjeno je uznemiravanje, uzimanje iz prirode kornjača ili njenih jaja i prodaja istih, kao i uništavanje staništa, obitavališta i gnijezda ili legla, te prodaja, kupnja ili pribavljanje na bilo koji drugi način, kao i prepariranje ovih životinja (ANON, 2006).



**Slika 1.** Obična čančara (MATAŠIN i sur., 2007.)

## **2. 2. Barska kornjača (*Emys orbicularis*)**

Barska kornjača (Slika 2.) pripada porodici slatkovodnih kornjača (*Emididae*). Oklop joj je plosnati i eliptično jajolikog je oblika, dužine od 25 do 38 cm. Karapaks je crno-zelene do crne boje sa žutim pjegama i prugama, a plastron prljavo-žute boje s nekoliko tamnih mrlja. Rep mužjaka je dužine 15 do 24 cm, a ženke 13 do 18 cm. Između prstiju ima plivaće kožice, što ukazuje da velik dio života provodi u vodi i da je dobar plivač. Pliva strelovitim pokretima, izvodeći pri tome zamahe svakim udom posebno.

Rasprostranjena je u širem području Europe, od Portugala i Španjolske do Aralskog jezera i Kazahstana u Aziji. U kontinentalnom dijelu Hrvatske živi hibridna populacija *Emys orbicularis orbicularis hellenica*, a u primorju *Emys orbicularis hellenica* koja se može naći i na pojedinim otocima. Živi u mirnim ili sporotekućim vodama s muljevitim dnom. Danju se zadržava uglavnom u vodi, a noću se kreće i po kopnu. Hibernira zakopana na dnu u mulju tijekom zimskih mjeseci. Pari se u vodi u travnju, a ženka tijekom svibnja izlegne 10 do 15 čunjastih jaja u jamu koju iskopa stražnjim udovima i repom. Mladunci iz gnijezda izlaze

najčešće tek idućeg proljeća. Mesojed je i hrani se manjim ribama, žabama, punoglavcima, crvima i kukcima. Veći plijen koji ne može progutati odjednom pridržava prednjim udovima i oštrim bezubim čeljustima otkida komadiće mesa (MATAŠIN i sur., 2007.). Barske kornjače ugrožene su iz više razloga kao što su gubitak i zagađenje staništa toksičnim tvarima (herbicidi, pesticidi, insekticidi, teški metali i slično), naftom i njenim derivatima, melioracijom tla, kanaliziranjem tokova rijeka i ostalim načinima promjene prirodnih staništa. Mjere kojima se mogu zaštititi su: nadziranje primjene umjetnih gnojiva, pesticida, herbicida i insekticida na poljoprivrednim površinama na područjima gdje vrsta obitava, provođenje aktivnih mjera zaštite voda te ugradnja pročišćivača na industrijske uređaje koji bi mogli otpuštati toksične i opasne tvari u vodotoke. Nužno je zabraniti lov i postrožiti carinski pregled pri izvozu za prodaju kućnih ljubimaca. Posebno treba nadzirati uvoz egzotičnih vrsta barskih kornjača (*Trachemys sp.*) zbog mogućeg prijenosa zoonoza i zabraniti njihovo ispuštanje u slobodnu prirodu jer se time narušava prirodni ekosustav i mogu postati invazivna vrsta opasna po opstanak autohtone vrste (KLETEČKI, 2006.).



**Slika 2.** Barska kornjača (MATAŠIN i sur., 2007.)

### **2. 3. Koštani sustav kornjača**

Kostur (*skeleton*) kornjača, baš kao i ostalih kralježnjaka sastoji se od osovinskog (*skeleton axiale*) i privjesnog kostura (*skeleton apendiculare*). Osovinski kostur uz kosti glave čine kralješci, rebra, prsna kost i gastralija, dok privjesni kostur čine kosti udova (WALKER, 1973.; ENLOW, 1970.).

Lubanja kornjača pripada podrazredu *Anapsida* jer nemaju pravih temporalnih, odnosno sljepoočnih jama. Međutim, mnoge su vrste razvile lažne ili takozvane pseudotemporalne jame za prihvat mišića koji pomiču donju čeljust (*mandibula*). Glava je ostala relativno mala kako bi

je životinja mogla lako uvući pod svoj oklop pomoću velikih mišića aduktora, ali unatoč tome imaju malu i snažnu čeljust s jakim ugrizom. Neke lične kosti nedostaju kao npr. nosna i suzna kost te je u kornjača lični dio skraćen. S obje strane u visini malog mozga nalaze se velike supratemporalne jame u kojima su smješteni snažni mišići retraktori koji prolaze od te jame preko supraokcipitalnog grebena i završavaju na bazi vrata i tako im omogućavaju da povuku glavu pod oklop. Isti mišići pomažu im tijekom hranjenja kada prednjim udovima pridržavaju hranu, a snažnim čeljustima povlače i trgaju zalogaje koje potom gutaju (EVANS, 1986.). U nastojanju da zadrže malu glavu i istovremeno imaju snažan ugriz njihovi mišići aduktori prolaze kroz valjkasti koštani dio koji poput koluta izdužuje mišićna vlakna i daje im veću snagu. U *Pleurodira* taj dio je formiran od koštanog nastavka na krilastoj kosti (*os pterygoideum*), dok je u *Cryptodira* formiran od kvadratne kosti. U oba slučaja, iako mišići potječu sa stražnjeg dijela lubanje preusmjereni su preko opisanog valjkastog dijela vertikalno na doljnu čeljust zbog čega se postiže maksimalna sila (KING, 1996.; POUGH i sur., 1998.).

Kornjače poput guštera imaju simfizu mandibule i čeljusni zglob između kvadratne kosti i dijela donje čeljusti *os preartikulare* (WYNEKEN, 2001.).

Kralježnica je građena od 40 do 50 kralježaka od kojih su osam vratnih, 10 prsnih kralježaka, dva do tri križna i 25 do 30 repnih kralježaka. Prsni i križni kralješci su sa svojim trnastim izdancima stopljeni s karapaksom. Rebra se uzglobljuju s prsnim kralješcima i također su srasla s karapaksom. Vratni i repni kralješci su slobodni i jedini prema tome pokretni dijelovi kralježnice s razvijenom muskulaturom koja ih pokreće. Vratna muskulatura omogućuje savijanje vrata na stranu (*Pleurodira*) ili uvlačenje u oklop (*Cryptodira*). Kornjače nemaju slobodnu prсну kost (*sternum*) Kornjače podreda *Pleurodira* nemaju mogućnost potpunog uvlačenja glave u oklop zbog čega se smatraju manje otpornima i uspješnima te ih nalazimo uglavnom nastanjene na južnim kontinentima (EVANS, 1986.).

Oba pojasa, prsni i zdjelični, nalaze se unutar oklopa i zajedno djeluju kao potporni stupovi dajući oklopu dodatnu čvrstoću. Kornjače su jedini tetrapodi čiji se prsni i zdjelični pojas nalaze unutar "prsne koše" što znači da ne mogu proširivati "prsni koš" prilikom disanja. Pomoću snažne muskulature prsni i zdjelični pojas su pričvršćeni na karapaks i plastron. Na udovima se nalaze mišići najveće mase i velike snage. Masno tkivo se taloži između baze uda i oklopa, pa pretile životinje mogu imati poteškoća s disanjem i uvlačenjem glave u oklop. Prsni pojas sastoji se od epiplastrona ključne kosti (*clavicula*), entoplastrona (*interclavicula*) i trodijelnog spoja: lopatice (*scapula*), akromnijalnog izdanka (*processus acromiialis*) i korakoidnog

izdanka (*processus coracoideus*). Lopatica se dorzalno stapa s karapaksom putem ligamenata i ventralno se uzglobljuje s nadlaktičnom kosti (*humerus*) u glenoidnoj jami (*fossa glenoidalis*). Akromijalni izdanak medijalno se povezuje s plastronom pomoću ligamenata. Korakoidni izdanak se pruža kaudomedijalno i također uzglobljuje s glenoidnom jamom (BELLAIRS, 1969a.; O'MALLEY, 2005.). Zdjelica se sastoji od crijevne (*os ilium*), sjedne (*os ischi*) i stidne (*os pubis*) kosti koje se spajaju u acetabulumu. Crijevna kost je dorzalno spojena s križnim kralješcima. Kod *Pleurodira* zdjelčni pojas znatno je više srastao s oklopom i to preko crijevne kosti dorzalno te stidne i sjedne kosti ventralno (HOFFSTETER i GASC, 1970.).

Kornjače se kreću pomoću dva para prsnih i dva para zdjelčnih udova. Nadlaktična kost (*humerus*) i bedrena kost (*os femoris*) su relativno kratke kosti. Dodatnu snagu udovima daju gotovo spojene zapeščajne ili karpalne (*ossa carpi*) i zastopalne ili tarzalne (*ossa tarsi*). U svih vrsta nalazimo po pet kandži na svim udovima, osim kod porodice *Testudines* kod kojih je pet kandži na prsnom ud, a po četiri kandže na zdjelčnom ud. Udovi kornjača su prekriveni rožnatim pločama ili ljuskama. Snažne kandže im služe za kopanje i koriste ih prilikom pravljenja gnijezda i prilikom zakopavanja zbog hibernacije. Slatkovodne vrste kornjača imaju spljoštene udove i prste spojene plivačom kožicom, dok su morske vrste razvile svoje udove u plivaće peraje i time se znatno adaptirale na život u moru (WALKER, 1973.; SEYMOUR, 1982.). Kod morskih kornjača lopatica je smještena dorzoventralno i spaja se s karapaksom u blizini prvog prsnog kralješka. Ventrolateralno formira dio ramenog zgloba, uzglobljujući se putem glenoidne jame s humerusom. Prsni ud građen je od humerusa, palčane kosti (*radius*) i lakatne kosti (*ulna*), koje su gotovo jednake veličine, karpalnih, metakarpalnih kostiju i pet prstiju. Udovi su adaptirani za plivanje i boravak u vodi na način da je došlo do izduženja i proširenja prstiju, a rameni zglob je pod kutem od približno 20° kako bi se omogućilo lakše zamahivanje perajama i na taj način brže kretanje u vodi. Na glavi humerusa nalazimo medijalni izdanak koji služi za prihvat jakih mišića (abduktora i ekstenzora) važnih za plivanje. Samu peraju čine elementi sljedećih karpalnih kostiju: *os radiale*, *os intermedium*, *os ulnare*, *os centrale* i *os pisiform*, uz produljene elemente metakarpalnih kostiju i prstiju. Stražnji se ud uzglobljuje sa zdjelicom (*pelvis*) preko glave femura koja ulazi u acetabulum (*acetabulum*). *Trochanter major* i *trochanter minor* nalaze se na proksimalnom dijelu femura i služe za prihvat mišića aduktora i retraktora. Femur se distalno uzglobljuje s goljeničnom kosti (*tibia*) i lisnom kosti (*fibula*), koje su podjednake veličine, a distalno od njih nalaze se tarzalne kosti koje čine *os astragalus* i *os calcaneum* i metatarzalne kosti. Zdjelčni udovi imaju također pet prstiju, što je različito situaciji kod kopnenih kornjača (WYNEKEN, 2001.).

Iako kopnene kornjače smatramo tromim i sporim životinjama, one se s obzirom na težinu svog oklopa zapravo kreću velikom brzinom i mogu prevaljivati velike udaljenosti u potrazi za hranom, vodom ili partnerom za parenje. Udovi su im prilagođeni kretanju po tlu, prsti su srasli i završavaju tupim kandžama (MATAŠIN i sur., 2007.). Slatkovodne kornjače plivaju veslajući kroz vodu zahvaljujući plivaćim kožicama između prstiju, mogu se kretati po dnu, a dio vremena provode i na obali. Morske kornjače imaju najbolji stupanj prilagodbe za život u vodi i one koriste prednje peraje kao propelere za ubrzavanje, stražnje kao kormilo, a ženke zadnjim udovima kopaju i jame u pijesku za gnijezda u koja polažu jaja. One su dobro adaptirane na život u moru i plivajući prevaljuju velike udaljenosti uz minimalnu potrošnju energije (WALKER, 1973.; WYNEKEN i sur., 2008.).

#### **2. 4. Pokrovni sustav kornjača**

Kožu (*integumentum commune*) smatramo najvećim organom tijela, a njena je uloga zaštita od vanjskih utjecaja i isušivanja, a istovremeno predstavlja barijeru za ulaz štetnih tvari i mikroorganizama u tijelo. Sudjeluje u regulaciji tjelesne temperature, a spada i u osjetilne organe jer zbog osjetilnih tjelešaca i živčanih završetaka u koži, omogućava reakcije na razne podražaje iz okoline. Služi kao rezervoar odnosno skladište masti i vode, a uz pomoć sunčeve svjetlosti u njoj se vrši sinteza vitamina D3 koji je bitan za metabolizam Ca. Koža kornjača je uglavnom prilagođena kopnenom načinu života s intenzivnom keratinizacijom i manje žlijezda nego u vodozemaca. Sastoji se od tri glavna sloja: *epidermis*, *dermis* i *subcutis*. Na površini u direktnom dodiru s vanjskim svijetom nalazi se epidermis, a ispod njega je dermis. U epidermisu nema krvni žila, a stanice se hrane difuzijom iz donjih slojeva kože. Najčešće u ovom sloju stanica možemo naći melanocyte i keratinocyte te Langerhansove stanice. On potječe od ektoderma i stvara bazalnu laminu. Ovaj sloj ima funkciju zadržavanja vode u tijelu, zaštite od infekcija i raznih štetnih vanjskih utjecaja. Sastavljen je od sljedećih slojeva: *stratum basale*, *stratum granulosum* i *stratum corneum*. Nove stanice koje nadomještaju stare i mrtve stanice te ih potiskuju prema površini kože stvaraju se u *stratum basale*. U *stratum corneum* nalaze se posebne epitelne stanice keratinociti koji proizvode bjelančevinu keratin čija je uloga u smanjivanju gubitka vode, a na dijelovima tijela koji su više izloženi mehaničkom djelovanju keratinizirani sloj može biti deblji. Sljedeći sloj je dermis koji potječe od mezoderma i mezenhima te stvara retikularnu laminu (*lamina reticularis*). Upravo u ovom sloju nalaze se mnoga osjetilna tjelešca (mehanoceptori i živčani završeci) uz žlijezde, limfne i krvne žile. Potkožje (*subcutis*) je sloj sastavljen od masnog i nešto vezivnog tkiva. Između rožnatih ljusaka nalazi se tanak sloj kože koji omogućuje lakše pokretanje, a rožnate ljuske građene su od

keratina koji nije topiv u vodi. Koža je na vratu nabrana poput ovratnika. Žlijezde se nalaze samo na bedrima i uz otvor nečisnice u kopnenih kornjača, dok sluzne žlijezde nalazimo duž kože vodenih kornjača. Sluz ima mnoge uloge, a kornjačama je od iznimne važnosti tijekom hibernacije jer putem kože vrše izmjenu plinova dok su zakopane na dnu u mulju tijekom zime (BELLAIRS, 1969b.; SEYMOUR, 1982.).

Koža kornjača varira od glatke i naoko bez ljusaka do debele i ljuskave, ovisno o adaptaciji i načinu života vrste. Kod porodice *Testudinidae* izražena je tendencija k debljoj koži s izraženijim ljuskama zbog prilagodbe kopnenom načinu života. Ljuske se izmjenjuju periodično i pojedinačno, a ne sve odjednom kao u nekih gmazova, a to je najizraženije u vodenih kornjača. Za veterinare je od velike važnosti pravilna aplikacija injekcija i one se trebaju dati u područja koja nisu pod debelim ljuskama jer je na tim mjestima penetracija otežana (BOYER i BOYER, 1996.).

## **2. 5. Građa oklopa**

Kornjače su prepoznatljive i poznate upravo zbog svog oklopa specifične građe i izgleda. Oklop se sastoji od dorzalnog dijela karapaksa i ventralnog dijela plastrona, koji se postrance spajaju koštanim "mostom". Karapaks se sastoji od 59 koštanih ploča od toga 38 parnih te 12 ili 13 neparnih, ovisno o postojanju "nadrepne" kosti. Plastron se sastoji od jedne neparne i osam parnih koštanih ploča. Vanjski dio oklopa se sastoji od 38 rožnatih ploča na karapaksu i 16 na plastronu, no broj varira ovisno o obliku oklopa i vrsti kornjača (WYNEKEN i sur., 2008.). Oklop je formiran od koštanih ploča (dermalne kosti), modificiranog prsnog i zdjeličnog pojasa, prsnih kralježaka, rebara i abdominalnih rebara (*gastralia*). Oklop je izvana prekriven epidermalnim rožnatim pločama (eng. scutes) koje daju oklopu dodatnu čvrstoću (ZANGERL, 1970.). S karapaksom su stopljena rebra, prsni i križni kralješci i čine ga dermalni elementi kože, dok se plastron sastoji od ključne kosti (*clavicula*), *interclavicule*, te abdominalnih rebara (*gastralia*) (BOYER i BOYER, 1996.). Jedinstveni koštani oklop sastavljen je od određenog broja koštanih ploča poredanih po utvrđenom rasporedu. Srastao je s tijelom, a otvor s kranijalne strane naziva se "pazušni otvor", dok se kaudalni otvor naziva "ingvinalni otvor". Prostor između rebara i koštanog dijela karapaksa nazivamo "fonatanelama". U slučaju opasnosti kornjača uvlači glavu, vrat i noge pod oklop. Iznad svake koštane ploče oklopa nalazi se odgovarajuća rožnata ploča, ali se one nikad u potpunosti ne preklapaju što oklopu daje dodatnu čvrstoću i mogućnost regeneracije. Koštane i rožnate ploče imaju mogućnost regeneracije. Kornjače proizvode nove rožnate ploče periodično te zadržavaju ili odbacuju iste

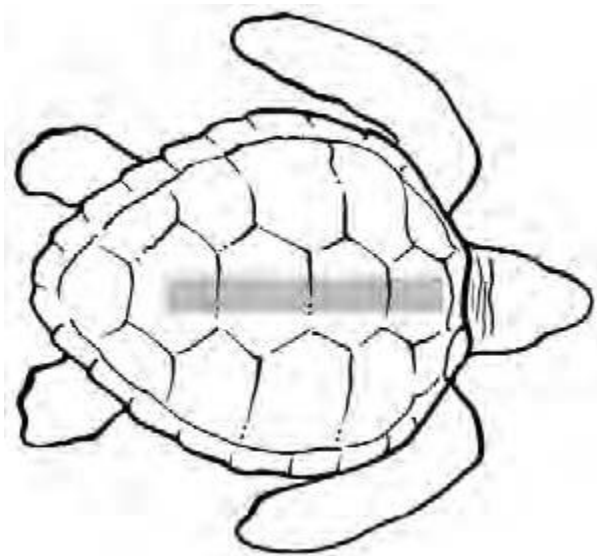
prema periodu rasta. Kod nekih se vrsta rožnate ploče ili prstenovi rasta koriste za procjenu dobi jedinke. No tehnika je zahtjevnija i zahtjeva iskusnog stručnjaka, a pouzdana je samo kada je izražen period ili prsten rasta i to u slobodno živućih kornjača koje nastanjuju umjereni klimatski pojas. Zahtjevnost procjene dobi prema prstenovima rasta na rožnatim pločama također je izražena u vodenim vrstama koje mogu imati višestruke zone rasta unutar jedne godine. Kontinuirani rast čest je u životinja u zatočeništvu i kod njih se može odrediti zone rasta i dob s približnom točnošću, a to vrijedi ukoliko su živjele kontinuirano u sličnim uvjetima (BOYER i BOYER, 1996.). Terminologija rožnatih ploča i dermalnih koštanih ploča je bitna za veterinare praktičare kako bi lakše opisali i odredili mjesto pojedine ozljede ili operacije te se koristi i za identifikaciju pojedine vrste. Broj i veličina rožnatih ploča varira ovisno o vrsti, inervirane su i krvare u slučaju povrede (HOFFSTETTER i GASC, 1970.).

Sredinom karapaksa, duž leđa pruža se niz od osam neuralnih (*neuralia*) koštanih ploča, koje su srasle s trnastim izdancima kralježaka. S desne i lijeve strane pruža se po niz od osam rebrenih (*costalia*) koštanih ploča, od kojih su četiri prava rebra i četiri abdominalna rebra (*gastralia*). Rubom karapaksa pruža se niz od 11 perifernih (*marginalia*) koštanih ploča. Na samom početku, u sredini karapaksa mala je neparna vratna (*nuchale*) koštana ploča, a na suprotnoj strani jedna ili dvije nadrepne (*supracaudale*) koštane ploče. Plastron se sastoji od ukupno devet koštanih ploča koje se spajaju u središnjoj liniji. Entoplastron je jedina neparna koštana ploča, a parne su epiplastron, hyoplastron, hypoplastron i xiphiplastron (WYNEKEN i sur., 2008.).

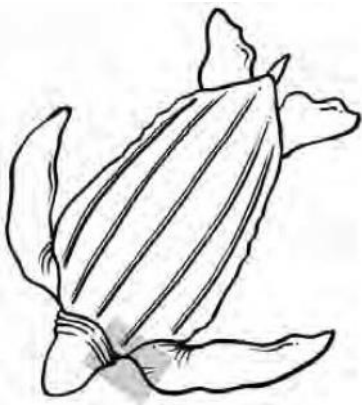
Sredinom karapaksa uzdužno se pruža najčešće pet "vertebralnih" rožnatih ploča, a s lijeve i desne strane pruža se niz od po četiri rebrene ili "pleuralne" rožnate ploče. Rubom se poput vijenca s obje strane pruža niz od 12 rubnih ili "marginalnih" rožnatih ploča. Vratna ili "cervikalna" rožnata ploča jedina je neparna. Na plastronu se nalazi šest parova, odnosno 12 rožnatih ploča. One idu redom: vratna ili "gularna", humeralna ili "podramena", pektoralna ili prsna, abdominalna ili trbušna, femoralna ili bedrena te na kraju analna rožnata ploča (MATAŠIN i sur., 2007.).

Po oklopu postoji podjela na tri glavne skupine: kornjače s tvrdim okoštanim oklopom (Slika 3.), kornjače s mekanim oklopom i kornjače bez pravog oklopa već s modifikacijom kože koja imitira oblik oklopa (Slika 4). Oklope razlikujemo i prema obliku na ispupčene, spljoštene, aerodinamične, jajolike, kupolaste te uske i izdužene (WYNEKEN i sur., 2008.).





**Slika 3.** Kornjača sa tvrdim okoštanim oklopom (WYNEKEN, 2001.)



**Slika 4.** Kornjača s modificiranom kožom u obliku oklopa (WYNEKEN, 2001.)

Glavna uloga oklopa je fizička zaštita mekih dijelova tijela, ali uz to njegove uloge su višestruke i tako oklop služi kao mjesto odvijanja fizioloških procesa poput hematopoeze, kao rezervoar masti, vode i nusprodukata organizma te kao pufer pH (ZANGERL, 1969.).

Kod različitih vrsta postoje razne modifikacije oklopa pa tako *Terrapene carolina* (eng. Common box turtle) ima hrskavično tkivo između pojedinih koštanih ploča umjesto pravih okoštalih veza. To im omogućuje da potpuno uvuku glavu, vrat, noge i rep u oklop i zato su dobile naziv kornjača "sanduk". Kornjače s mekim oklopom imaju kožu koja im zamjenjuje tvrde rožnate ploče i zato su fleksibilnije. Dok nasuprot njima nasrtljiva kornjača (*Chelydra serpentina*) ima mali oklop tako da ne može uvući glavu i noge u oklop pa je stoga razvila agresiju i predaciju kako bi se adaptirala i preživjela (POUGH i sur., 2002.).

Oklop se počinje razvijati tijekom embrionalnog razvoja u jajetu (*in ovo*), a ženke jaja izlegu u fazi gastrule. Embrij se razvija kao disk stanica na vrhu mase žumanjka. Oblikuje se mreža krvnih žila koja je povezana s pulsirajućim srcem, a ispumpana krv sakuplja hranjive tvari iz žumanjka i odvodi ih u embrij. Osim žumanjčane vreće postoje tri odvojene embrionalne ovojnice: amnion, alantois i korion. Na mjestu gdje alantois dodiruje korion, oblikuje se dvostruka ovojnica, te se razvija sustav krvnih žila koji ima ulogu pluća. Otpadni dušični produkti se filtriraju u bubrezima i izbacuju u obliku mokraćne kiseline ili urata, te se odlažu u alantois koji služi kao spremnik otpadnih tvari. Embrionalni razvoj uključuje znatnu hipertrofiju dermisa u dorzalnom dijelu tijela što rezultira tipičnim odnosom između prsnog pojasa i osovinskog kostura. Preteče rebra se stapaju u izbočinu ektoderma i mezoderma tvoreći greben karapaksa. Umjesto da se pružaju ventralno i zatvaraju prsnu šupljinu, rebra postaju integrirani dio karapaksa. Neuralni lukovi kralježaka se spajaju s karapaksom u središnjoj liniji. Na taj način kornjače postaju jedini kralješnjaci čiji se udovi nalaze unutar “rebarenog pojasa“. Plastron se sastoji od devet kostiju koje se spajaju intramembranoznom osifikacijom iz devet osifikacijskih centara koji su preteče njegovih koštanih ploča. Sve kornjače izlegu se s mekanim oklopmom koji se stvrdne tijekom vremena od najčešće nekoliko dana, a nakon inkubacije od dva do tri mjeseca ovisno o vanjskoj temperaturi (MATAŠIN i sur., 2007.; WYNEKEN i sur., 2008.). Upravo iz tog razloga mlade su kornjače lak plijen predatorima i njihova je stopa preživljavanja puno niža od one odraslih kornjača što znači da pravilno razvijen oklop pruža bolju mehaničku zaštitu od predatora i nepovoljnih utjecaja iz okoline (MAGWENE i SOCHA, 2012.). Tako je poznato da ptice grabljivice bacaju kornjače s velikih visina kako bi slomile oklop te uzrokovale teška oštećenja ili smrt, dok krokodili koriste snažne čeljusti kako bi slomili karapaks, a jaguari koriste svoje očnjake kako bi napravili lom na karapaksu i u konačnici pojeli kornjačino meso (ERICSON i sur., 2003.; SHIPMAN i sur., 1994.).

## **2. 6. Mjerenje oklopa**

Prilikom uzimanja osnovnih mjera, odnosno mjerenja oklopa s kornjačama treba postupati krajnje pažljivo kako bi se nepotreban stres sveo na najmanju moguću mjeru, a sama životinja poštedjela patnje i straha. Zato kornjače nije preporučljivo previše okretati prilikom mjerenja plastrona, a ukoliko je predugo držimo u uspravnom položaju može doći do zapletaja crijeva i posljedično tome šoka (*collapsus*). Mjeriti oklop možemo pomičnim mjerilom, ravnalom i krojačkim metrom ili savitljivom trakom, koja je jedino sredstvo mjerenja opsega.

Mjerimo najmanju ravnu duljinu karapaksa (SCL-min) (Slika 5.) i najmanju zakrivljenu duljinu karapaksa (CCL-min) od sredine vratne ploče do usjeka nadrepne ploče.



**Slika 5.** Mjerenje najmanje ravne duljine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

Potom mjerimo maksimalnu ravnu duljinu karapaksa (SCL-max) i maksimalnu zakrivljenu duljinu karapaksa (CCL-max) (Slika 6.) od najkranijalnog rubnog dijela oklopa do najkaudalnijeg dijela repne ploče.



**Slika 6.** Mjerenje maksimalne zakrivljene duljine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

Širina karapaksa uzima se na dva načina: pomičnim mjerilom mjerimo ravnu širinu karapaksa (SCW) i savitljivom trakom mjerimo zakrivljenu širinu karapaksa (CCW) (Slika 7.) na najširim dijelovima oklopa te moramo paziti da mjerimo okomito.



**Slika 7.** Mjerenje zakrivljene širine karapaksa (WYNEKEN, 2001.)

Širinu glave (HW) mjerimo pomičnim mjerilom na najširem dijelu glave, odnosno ovisno o vrsti na kranijalnom dijelu čeljusti ili na kaudalnom dijelu glave.



**Slika 8.** Mjerenje duljine glave (WYNEKEN, 2001.)



Duljinu glave (HL) (Slika 8.) mjerimo po središnjoj liniji i to od vrha gornje čeljusti do kraja lubanje koju palpiramo pri mjerenju. Visinu oklopa (BD) mjerimo od sredine karapaksa do sredine plastrona, a ukoliko je kornjača prevelika i teška okrenemo je na bok vrlo pažljivo i mjerimo pomičnim mjerilom.



**Slika 9.** Mjerenje duljine plastrona kornjače (WYNEKEN, 2001.)

Duljinu plastrona (SPL i CPL) mjerimo od najkranijalnije do najkaudalnije točke, odnosno rožnate ploče (Slika 9.), a pri okretanju životinje moramo paziti da to ne činimo prebrzo. Ukupna duljina repa (TTL) mjeri se od završnog dijela plastrona do kraja repa. Duljina od plastrona do kloake (PVTL) mjeri se od završetka plastrona do sredine kloake, a završna je duljina od sredine kloake do vrha repa (VTTL). Opseg kornjače (Slika 10.) mjeri se isključivo savitljivom trakom, može se mjeriti dok je životinja na leđima ili na trbuhu, a mjeri se uvijek na mjestu okomitom na dužinsku os oklopa (WYNEKEN, 2001.).



**Slika 10.** Mjerenje opsega kornjače savitljivom trakom (WYNEKEN, 2001.)

### 3. RASPRAVA

Razred gmazova (*Reptilia*) podijeljen je na dva podrazreda: *Anapsida* i *Diapsida*. Kornjače (*Testudines*, *Chelonia*) su jedini danas živi predstavnici skupine *anapsida*, dok sve ostale vrste gmazova pripadaju podrazredu *diapsida*. Do danas nije točno utvrđeno jesu li se anapsidi razvili iz diapsida ili diapsidi iz anapsida. Lubanja anapsida spada u primitivne lubanje, a karakteristična je i prepoznatljiva po tome što nema pravih sljepoočnih jama. S obzirom na to da je taksonomija promijenjiva znanstvena disciplina možemo očekivati da će se podjela i nazivlje pojedinih redova i vrsta kornjača mijenjati u budućnosti paralelno s novim znanstvenim spoznajama (BOYER i BOYER, 1996.).

Vijovratke (*Pleurodira*) nemaju sposobnost potpunog uvlačenja glave i vrata pod zaštitu oklopa i pripadaju vodenim vrstama, a paleontološki nalazi im potječu iz doba trijasa, dok krijovratke (*Cryptodira*) pripadaju mnogo brojnijoj skupini kornjača koje mogu potpuno uvući glavu i vrat pod svoj oklop (SANDER i MARTIN, 2007.). Pojedini autori smatraju da su se primitivnije vijovratke razvile prije krijovratki, jer su krijovratke evolucijski uspješnije (O'MALLEY, 2005.). Dok druga skupina autora navodi kako su prvi gmazovi imali duži put adaptacije i prelaska iz vode na kopno, nego oni koji su s kopna ponovno prelazili u vodu, te tako smatraju da su zapravo vijovratke evolucijski mlađa kategorija kornjača (WYNEKEN i sur., 2008; SHAFFER i sur., 1997.).

Postoji nekoliko načina procjena stope rasta kod kornjača, kao i procjene njihove dobi. Kost je tkivo koje dobro pamti, odnosno u njenim se strukturama histološkim i morfološkim analizama može puno saznati o njenom porijeklu, što se koristi i za procjenu dobi i vrsne pripadnosti. Na histološkom preparatu presjeka kostiju razlikujemo homologne koncentrične krugove koji predstavljaju određeno vrijeme ili period rasta životinje. Kod svih kralježnjaka, pa tako i kod kornjača nalazimo na rubnim dijelovima histološkog preparata koncentrične krugove od cementa ili cementne linije (LAG). Smatra se da formacije LAG-a nemaju veze s metaboličkim promjenama kao ni sa sezonskim klimatskim promjenama (WYNEKEN i sur., 2008.). Mogućnost regeneracije koštanog tkiva ovisi o godišnjem dobu i brzini metabolizma tako je zaključeno da kosti imaju puno veću mogućnost regeneracije tijekom proljeća i ljeta, kada su kornjače pod utjecajem toplog vremena u svojoj punoj aktivnosti i imaju najveću dostupnost hrane, dok nasuprot tome tijekom jeseni i zime kada temperature padaju i kornjače su manje aktivne ili čak hiberniraju stupanj regeneracije je znatno manji (SCHAUBLE, 1972.).

Skeletokronologija je primjenjiva na dugim kostima, a 1970-ih godina su provedena brojna morfološka i paleontološka istraživanja na kostima kornjača raznih vrsta i porodica u svrhu procjene dobi životinja, vrste životinja i načina njena života (SANDERS i MARTIN, 2007.).

Morfološka istraživanja kostiju prvo su provedena na slatkovodnim vrstama kornjačama s uspjehom, zatim na velikom broju morskih vrsta kornjača, jer kod njih ne možemo procjenjivati dob na temelju zona ili prstenova rasta na rožnatim pločama oklopa jer kod njih one ne dolaze. Tek posljednjih nekoliko desetljeća počele su se na taj način istraživati i kopnene kornjače, prva su istraživanja provedena na pripadnicima obične čančare (*Testudo hermanni*) i Grčke čančare (*Testudo graeca*), a tek nedavno je primijenjeno na pustinjskoj kornjači (*Gopherus agassizii*). Brojanje zona rasta na plastronu i karapaksu i dalje je ostala glavna metoda pri procjenjivanju starosti kod kopnenih vrsta kornjača kao i kod slatkovodnih vrsta (WYNEKEN i sur., 2008.).

Sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) osim što je najveći pripadnik vrste s težinom od preko 600 kg i jedini živući predstavnik porodice *Dermochelyidae*, predstavlja i iznimku po tome što je jedina kornjača bez pravog koštanog oklopa već ima samo modifikaciju kože poput oklopa uz spojeve hrskavičnog tkiva. S obzirom na njihovu veličinu imaju stopu rasta veću nego bilo koji drugi gmaz i tako od mladunca koji teži oko 30 g i 6 cm, pa do spolno zrele jedinke sa oko 250 kg i 120 cm duljine karapaksa, mora proći minimalno pet do šest godina (ZUG i PARHAM, 1996.).

Ranija istraživanja su upućivala da spolnu zrelost postižu u dobi od tri do šest godina, no danas se uzima prosječna dob od devet godina kao početak spolne zrelosti. Smatra se da rastu brže od ostalih istraženih vrsta kornjača jer imaju vaskularizirano hrskavično tkivo oko zglobova, dok kod ostalih porodica to ne nalazimo, već je hrskavica avaskularna (WYNEKEN i sur., 2008.).

Većina kornjača spolnu zrelost dostiže paralelno s postizanjem svoje adultne veličine i to je uglavnom u periodu od pet do deset godina, iako postoje iznimke koje mogu ranije ili kasnije spolno sazrijevati. Tako najkasnije sazrijeva pustinjska kornjača (*Gopherus agassizii*) u dobi od 26 godina, dok najranije u dobi od četiri godine sazrijeva teksaška kornjača (*Gopherus berlanderi*) (WYNEKEN i sur., 2008.).

Rožnate ploče na oklopu rastu proliferacijom keratina oko periferije te kako sam oklop raste, što je uobičajeno sezonski, formiraju se novi prstenovi ili zone rasta na rubu rožnatih ploča oklopa. Centar rožnate ploče tek izlegnutog mladunca zove se "areola" i oko nje se nastavljaju novi prstenovi svake sezone ili godine. Tako neki autori preporučuju određivanje dobi životinje

na temelju oklopa (WYNEKEN i sur., 2008.), iako se zna da je ono pouzdano samo u mlađih životinja i onih koje žive u umjerenom klimatskom pojasu. Dok druga skupina autora to ne preporučuje zbog složenosti same procjene brojanja prstenova ili zona rasta koja zahtjeva oko iskusnog stručnjaka (BOYER i BOYER, 1996.). Broj prstenova rasta ne mora nužno odgovarati pravoj dobi životinje jer može doći do neočekivanih promjena zbog promjene u opskrbi hranom (kvalitativno i kvantitativno), sezonskih klimatskih promjena te hibernacije (ENLOW, 1970.).

Spolni dimorfizam izražen je kod većine kornjača u veličini. Tako su ženke obično veće od mužjaka što je izraženije kod dvije vrste *Graptemys barbouri* i *Hardella thurjii*, dok su pak kod galapagoške kornjače (*Geochelone nigra*) mužjaci dvostruko ili trostruko teži od odraslih ženki. Također, mužjaci imaju kraći plastron zbog lakšeg opasivanja i kopulacije (WYNEKEN i sur., 2008.). Spolni dimorfizam se javlja i kao promjena boje, dužine repa, duljine kandži, te oblika oklopa koji je konkavniji u mužjaka. Mužjaci su obično življih boja i imaju duže kandže za lakše opasivanje ženke, te duži rep u kojem se nalazi kopulatorni organ. Ženke su neutralnijih boja, imaju kraće kandže i kraći rep. Ženke su veće u 70 % slučajeva, mužjaci kod 22 %, a kod preostalih 8% vrsta nema razlike u veličini (BOYER i BOYER, 1996.).

Vrsnu pripadnost kornjača određujemo prema morfologiji glave i oklopa, broju rožnatih ljusaka na glavi, broju kandži na udovima i prema broju ljusaka na oklopu. Tako zelena morska kornjača ima 1 par prefrontalnih rožnatih ljusaka, velika morska kornjača ima najmanje 2 para, a sedmopruga usminjača uopće nema rožnatih ljusaka na glavi ni na oklopu jer ona nema pravi koštani oklop. Plastron joj je ravan, dok se karapaksom duž leđa pruža 5 uzdignutih grebena. Sve porodice kornjača imaju po 5 kandži na oba uda, osim porodice *Testudines* kod koje je 5 kandži na prednjem udu, a po 4 kandže na stražnjem udu (WYNEKEN, 2001.).



#### 4. ZAKLJUČCI

1. Kornjače (*Chelonia, Testudines*) spadaju među najstarije danas živeće gmazove koji su se razvili prije oko 200 milijuna godina i jedini su danas živeći predstavnik podrazreda *anapsida*, jer je njihova lubanja primitivna i nema sljepoočnih jama. Svi ostali gmazovi spadaju u podrazred *diapsida*.
2. Glavna karakteristika kornjača je koštani oklop koji se sastoji od leđnog ispupčenog dijela karapaksa (*capapace*) i trbušnog ravnog dijela plastrona (*plastron*).
3. Vijovratke (*Pleurodira*) nemaju mogućnost potpunog uvlačenja glave i vrata pod oklop, dok krijovratke (*Cryptodira*) mogu uvući glavu i vrat u potpunosti pod oklop te su brojnija i uspješnija skupina.
4. Kornjače spadaju u dugovječne životinje, žive duže od ostalih gmazova, dok u zatočeništvu žive duže od 50 godina, a smatra se da je za to važna zaštitna uloga njihova oklopa.
5. Kornjače imaju kratku glavu jer neke lične kosti kao npr. nosna (*os nasale*) i suzna (*os lacrimale*) nisu izražene, vratni i repni kralješci su slobodni, dok su prsni i križni srasli s karapaksom.
6. Kornjače su jedini kralježnjaci čiji se prsni i zdjelčni pojas nalaze unutar "rebrnog pojasa" i to znači da prilikom disanja ne mogu pomicati "prsni koš"
7. Na osnovi građe i veličine oklopa možemo određivati pripadnike različitih vrsta kornjača.
8. Starost kornjača može se procjenjivati na osnovi brojenja prstenova ili zona rasta na rožnatim pločama oklopa i to je glavna metoda procjene dobi kod kopnenih i slatkovodnih vrsta, dok se kod morskih vrsta koristi skeletokronologija pri čemu se broje prstenovi rasta na histološkim preparatima dugih kostiju.
9. Broj prstenova ili zona rasta na rožnatim pločama oklopa ne odgovara uvijek točnoj dobi životinje jer ovisi o uvjetima držanja, hranidbe, klimatskim uvjetima i hibernaciji.

## 5. LITERATURA

1. ANON (1994): Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 30/94.
2. ANON (2005): Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine 70/2005.
3. ANON (2006): Pravilnik o proglašenju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim, Narodne novine 7/2006.
4. BARTHOLOMEW, G.A. (1982): Physiological control of body temperature. U: C. Gans & F.H. Pough (Eds.), Biology of reptilia. Vol 12, Physiology C. London: Academic Press, 167-204.
5. BELLAIRS, A. (1969a): The life of reptiles. Vol. 1. London: Weidenfeld and Nicolson. Body form, skeleton and locomotion, 44-116.
6. BELLAIRS, A. (1969b): The life of reptiles. Vol. 2. London: Weidenfeld and Nicolson. The skin, 283-323.
7. BELLAIRS, A. (1969c): The life of reptiles. Vol. 2. London: Weidenfeld and Nicolson. Sex and reproduction, 390-433.
8. BELLAIRS, A. (1969d): The life of reptiles. Vol. 2. London: Weidenfeld and Nicolson. Growth, age and regeneration, 458-488.
9. BOUR, R. (1997): Testudo hermanni Gmelin 1979. U: Atlas of amphibians and reptiles in Europe (Gasc, J.P. et al. Ed), Societas Europaeae herpetologica, Museum national d' historie naturelle, Paris.
10. BOYER, T.H., D.M. BOYER (1996): Turtles, tortoises and terrapins. U: D. R. MADER (ed.), Reptile medicine and surgery. Philadelphia: WB Saunders, 78-99.
11. COGGER H.G., R.G. ZWEIFEL (1998), editors: Encyclopedia of reptiles and amphibians, ed 2, San Francisco, Fog City Press
12. ENLOW, D.H. (1970): The bone od reptiles. U: C.Gans (Ed.), Biology od reptilia. Vol. 1, Morphology A. London: Academic Press, 45-77.
13. ERICKSON, G.M., A.K. LAPPIN, K.A. VLIET (2003): The ontogeny of bite-force performance od American alligator (*Alligator mississippiensis*), J Zool Lond, 260; 317-327.

14. EVANS, H.E. (1986): Reptiles-Introduction and anatomy. U: M.E. Fowler (Ed.), Zoo and wild animal medicine. 2nd edn. Philadelphia: WB Saunders, 108-132.
15. GREGORY, P.T. (1982): Reptilian hibernation. U: C. Gans (Ed.), Biology of the reptilia. Vol. 13, Physiology D. London: Academic Press, 53-140.
16. HOFFSTETTER, R., J.P. GASC (1970): Vertebrae and ribs of modern reptiles. U: C. Gans (Ed.), Biology of the reptilia. Vol. 1, Morphology A. London: Academic Press, 201- 302.
17. KING, G. (1996): Reptiles and herbivory. London: Chapman & Hall. Turtles and tortoises, 47-60.
18. KLETEČKI, E. (2006): Kopnena kornjača. U: Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Tvrtković, N., Ur). Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb, 71.
19. KLETEČKI, E. (2006): Barska kornjača. U: Crvena knjiga vodozemaca i gmazova Hrvatske (Tvrtković, N., Ur). Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, Zagreb, 70.
20. MAGWENE, P. M., J. J. SOCHA (2012): Biomechanics of turtle shells: How the whole shells fail in compression. J. Exp. Zool. 9999A:1-13.
21. O'MALLEY, B. (2005): Tortoises and turtles. U: Clinical anatomy and physiology of exotic species, structure and function of mammal, birds, reptiles and amphibians, Toronto, 41-56.
22. MATAŠIN, Ž., I. TLAK-GAJGER, M. MITROVIĆ (2007): Slobodno živuće kornjače na području Republike Hrvatske, svezak 2-3, Zagreb, 85-180.
23. POUGH, F.H., R.M. ANDREW, J.E. CANDLE et all (1998): Herpetology. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. Classification and diversity of extant reptiles, 75-133.
24. POUGH, F.H., C:M. JANIS, J.B. HEISER (2002): Vertebrate life, 6th edn. Englewood Cliffs, N.J: Prentice Hall. Turles, 270-294.
25. PRITCHARD, P. (1979): Encyclopedia of turtles, Neptune City, NY, THF Publications
26. SANDER, M., T. MARTIN (2007): Comparative bone histology of the turtle shell (carapace and plastron): implications for turtle systematic, functional morphology and turtle origins, Dissertation, Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Bonn.

27. SCHAUBLE, M.K.(1972): Seasonal variation of newt forelimb regeneration under controlled environmental conditions, *J. Exp. Zool.*, 181, 281-286.
28. SHAFFER, H.B., P. MEYLAN, M.L. McKNIGHT (1997): Tests of turtles phylogeny: Molecular, morphological and paleontological approaches, *Syst. Biol.*,46,235.
29. SHIPMAN, P.H., D.R. EDDS, D. BLEX (1994): *Macrolemys temmincki* (alligator snapping turtle) and *Chelydra serpentina* (common snapping turtle). Agonistic behaviour. *Herp. Rev.* 25,24-25.
30. SEYMOUR, R.S. (1982): Physiological adaptations of aquatic life. U: C. Gans (Ed.), *Biology of the reptilia*. Vol. 2, Morphology B. London: Academic Press, 1-93.
31. WALKER, W.F. (1973): The locomotor apparatus of testudines. U: C.Gans i W.R Dawson (Eds.), *Biology of the reptilia*. Vol. 4, Morphology D. London: Academic Press, 1-99.
32. WYNEKEN, J. (2001): The anatomy of sea turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-470, 1-172.
33. WYNEKEN, J., M.H. GOODFREY, V. BELLS (2008): *Biology of turtles*. CRC Press, Taylor & Francis group, Boca Raton, Florida, U.S.A, 1-163.
34. ZANGERL, R. (1970): The turtle shell. U: C. Gans (Ed.), *Biology of the reptilia*. Vol. 1, Morphology A. London: Academic Press. 311-337.
35. ZANGERL, R. (1969): The turtle shell, *The Biology of the reptilia*, Vol. 1, C. Gans and A. d'A. Bellairs (Eds.), New York: Academic Press, 311-319.
36. ZUG, G.R., J.F. PARHAM (1996): Age and growth in leatherback sea turtles, *Dermochelys coriacea* (*Testudines*, *Dermochelyidae*): A skeletochronological analysis, *Chel. Cons. Biol.*, 2, 244-249.

## 6. SAŽETAK

Kornjače (*Chelonia, Testudines*) spadaju u najstarije danas žive gmazove na Zemlji koji su se razvili prije oko 200 milijuna godina. Danas je poznato 14 porodica, 90 rodova i oko 300 vrsta kornjača. Podijeljene su na temelju mogućnosti uvlačenja glave i vrata pod oklop na dva podreda – krijovratke i vijovratke. Krijovratke su brojnija i evolucijski uspješnija skupina od vijovratki, te krijovratke broje 11 porodica, a vijovratke samo dvije porodice.

Kornjače žive duže od svih ostalih gmazova i smatraju se dugovječnim životinjama. Tako je poznato da galapagoška kornjača (*Geochelone nigra*) može doživjeti 150 godina, a mnoge vrste žive oko 50 godina u zatočeništvu.

Oklop je evolucijska novina i njihovo glavno obilježje koje osim zaštitne, ima i ulogu u odvijanju hematopoeze, služi kao spremište masti i vode te kao pufer pH.

Oklop današnjih kornjača prosječno je velik 30 cm, ali postoje i puno veći, kao i manji primjerci među različitim vrstama. Najveća kornjača je sedmopruga usminjača (*Dermochelys coriacea*) koja može težiti preko 600 kg i 120 cm duljine karapaksa, a među najmanje pripada pauk kornjača (*Pyxis arachnoides*) s Madagaskara koja je dugačka oko 10 cm.

Na temelju oklopa i razlika u njegovoj građi, boji, veličini te histologiji dugih kostiju danas možemo razlikovati brojne vrste kornjača i saznati podatke o njihovoj starosti i porijeklu te načinu života.

S obzirom na način života kornjače su se prilagodile svojim oklopom i lokomotornim aparatom, pa tako kopnene kornjače imaju dva para udova koje završavaju s pet kandži na prsnom udu i s četiri kandže na zdjeličnom udu. Imaju kupolasti karapaks i ravni plastron, dok su se slatkovodne vrste prilagodile na život u vodi tako što su između prstiju razvile plivaće kožice, a morske kornjače imaju ravniji i izduženiji oklop, te su razvile dva para peraja za plivanje i bolju adaptaciju na svoje prirodno stanište.

Koža kornjača uglavnom je suha i debela, bez puno žlijezda i prekrivena većim ili manjim ljuskama u kopnenih kornjača, dok je kod vodenih ona bez ljusaka, s finijom kožom i sluznim žlijezdama koje su kornjačama od važnosti tijekom hibernacije kada spavaju zimski san zakopane u mulju na dnu jezera ili rijeke.

Kopnene vrste su uglavnom biljojedi, dok su slatkovodne i morske kornjače svejedi i mesojedi, te su tako kandže kopnenih kornjača tupe, dok su kod slatkovodnih duže i oštrije jer služe za pridržavanje plijena prsnim udovima tokom hranjenja.

Prilikom opisivanja kornjača važno je uzeti pravilne standardne mjere kako bi se njima mogli koristiti za usporedbe znanstvenici u svojim radovima širom svijeta. Kornjače mjerimo pomičnim mjerilom, ravnalom i savitljivom trakom koja je jedino sredstvo mjerenja opsega.

**Ključne riječi:** kornjače, koštani sustav, pokrovni sustav, standardne mjere oklopa

## 7. SUMMARY

### **The morphological characteristic of bone structure and cover system in turtles**

Turtles (*Chelonia, Testudines*) are among the oldest now living reptiles on Earth that have evolved about 200 million years. Today we know 14 families, 90 genera and 300 species of turtles. They are divided on the basis of the possibilities for feeding the head and neck under armor on 2 suborder: hidden-neck turtle and sideneck turtles. Hidden-neck turtles are the more numerous and evolutionary successful group having 11 families, whereas sideneck turtles have only 2 families.

Turtles live longer than any other reptiles and are considered to be long-lived animal. It is known that Galápagos tortoise (*Geochelone nigra*) can experience 150 years, and many species live about 50 years in captivity.

Armour is an evolutionary novelty and their main characteristic that besides protection, has a role in facilitating hematopoiesis, serves as a storage of fat and water, and as a pH buffer.

The average size of turtle armour in present day is 30 cm, but there are much larger and smaller specimens among different species. The biggest turtle Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*), which can weigh over 600 kg and 120 cm length of the carapace, and among the least belongs spider tortoise (*Pyxis arachnoides*) from Madagascar, which is about 10 cm long.

Types of turtles can be distinguished by the following features: type of material of armour, his size, shape and colour. This information can also be used to find out information about their age, origin & lifestyle.

Due to lifestyle turtles have adapted their armor and locomotor apparatus, including land turtles have two pairs of legs that end with five claws on the front feet and 4 claws on their hind legs, with a domed carapace and plastron level, while freshwater species are adapted to life in water such as between the toes have developed webbed feet, and sea turtles are with flatter and elongated shell, and with developed 2 pairs of flippers and better adaptation to their natural habitat.

Skin of turtle turtle is mainly dry and thick, without a lot of glands and covered with larger or smaller scales in terrestrial turtles, while the water species are without scales, with a finer skin and mucous glands that are of importance for turtles during hibernation when hibernate buried in the mud on the bottom of the lake or river.

Terrestrial species are mainly herbivores, while freshwater and sea turtles are omnivores and carnivores, and land turtle claws are blunt, while the freshwater turtle claws are longer and sharper because they serve for holding prey front legs during feeding.

When describing the turtle is important to take proper standard measures in order to promote their use for comparisons of scientists in their work around the world. Turtles can be measured with caliper, ruler and flexible line which is the only means of measuring range.

**Key words:** turtles, skeletal system, integumentary system, shell standard measures



## 8. ŽIVOTOPIS

Rođen sam 24. listopada 1991. godine u Zagrebu. Osnovnu školu Šestine završio sam u Zagrebu, kao i opću Gornjogradsku gimnaziju.

Tijekom osnovne škole, pohađao sam tečaj engleskog jezika u školi za strane jezike Sova u Zagrebu.

Veterinarski fakultet upisao sam 2010. godine. Tijekom akademskih godina 2013./2014. i 2014./2015. radio sam kao volonter na Klinici za kirurgiju, ortopediju i oftalmologiju.

Od siječnja do srpnja 2015. godine radio sam kao volonter u privatnoj ambulanti male prakse Fiziovet.

Preko studentske razmjene Erasmus u akademskoj godini 2015./2016. boravio sam od ožujka do svibnja 2016. u klinici Clare Veterinary Group u Ujedinjenom Kraljevstvu gdje sam proširio svoje vidike i stekao važna iskustva u praksi.

Također, u rujnu 2016. godine boravio sam u sklopu Ceepus razmjene na kratkoj ekskurziji konjičke sekcije u Beču u Austriji gdje sam se upoznao s radom njihovih fakultetskih konjskih klinika, a posjetio sam pastuharnu i ergelu Piber kraj Graza gdje sam dobio bolji uvid u način rada ergele.

Tijekom studija obavljao sam razne studentske poslove preko zagrebačkog Student servisa.