

# Otpad u ishrani glavate želve *Caretta caretta* L. u sjevernom Jadranu

---

**Miše, Doris**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2009**

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:217:922402>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek**

**Doris Miše**

**Otpad u ishrani glavate želve Caretta caretta L.  
u sjevernom Jadranu**

**Diplomski rad**

**Zagreb, 2009.**

---

Ovaj diplomski rad izrađen je na Zoološkom odjelu Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Gordane Lacković-Venturin, predan je na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja dipl. inž. biologije, smjer ekologija.

---

## *Zahvala*

---

Ovaj rad je izrađen u okviru projekta Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa « Indikatorske vrste ugroženih staništa » br. 183007 pod vodstvom dr. sc. Nikole Tvrtkovića kojemu iskreno zahvaljujem, kao i svim djelatnicima Zoološkog odsjeka iz Hrvatskog prirodoslovnog muzeja na pružanju prostora i opreme potrebnih za obradu materijala.

Na svim savjetima i prenesenom znanju veliku zahvalu dugujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Gordani Lacković – Venturin.

Veliku pomoć u prikupljanju želvi i osiguravanju laboratorija za sekcije pružili su djelatnici Akvarija Piran u Sloveniji i lokalni ribari.

Na prenesenom znanju iz anatomije i sekcija morskih kornjača, obradi materijala i podataka, te pomoći i savjetima pri pisanju ovog rada posebnu zahvalu dugujem mr. sc. Bojanu Lazaru.

Posebno hvala dipl. ing. biol. Romani Grapan na nesobi noj pomoći, kao i mojim kolegicama Moiri, Jeleni i Sonji s kojima sam zajedno prolazila kroz sekcije, izolacije i obrade materijala.

Svim mojim prijateljima i kolegama, koji su uvijek bili uz mene i pružali mi potporu, veliko hvala.

I na kraju, najveća hvala mojoj obitelji na strpljenju tijekom studija i bezuvjetnoj podršci u svakom trenutku.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno – matematički fakultet  
Biološki odsjek

Diplomski rad

### **Otpad u ishrani glavate želve Caretta caretta L. u sjevernom Jadranu**

Doris Miše

Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu  
Rooseveltov trg 6, HR-10000 Zagreb, Hrvatska

Analiziran je sadržaj probavila 49 glavatih želvi, koje su pronađene uginule u sjevernom Jadranu, u teritorijalnom moru Hrvatske i Slovenije u razdoblju od 2001. do 2004. godine. Dužina karapaksa istraživanih životinja iznosila je između 25.0 i 79.2 cm (srednja vrijednost:  $42.2 \pm 11.6$  cm). Iz sadržaja probavila izoliran je krupni otpad. Nakon sušenja na zraku i vaganja, izoliranim uzorcima je izmjerena veličina te su razvrstani po skupinama. Krupni otpad je utvrđen u probavnom sustavu 17 želvi (34.7%). Pronađene su četiri vrste otpada: plastika, konop, stiropor i uže, od kojih je najveći dio bio proziran ili bijele boje, a zabilježen je u probavnom sustavu 64.7% želvi. Plastika je bila najučestalija, a utvrđena je kod 11 životinja (64.7%). Zabilježene su vrlo male količine otpada, a raspon suhih masa se kreće između  $< 0.01$  i 0.71g. Na temelju dobivenih rezultata se može pretpostaviti kako prisutnost krupnog otpada u probavnom sustavu analiziranih jedinki nije bila direktni uzrok njihova uginuća. Ipak relativno visoka učestalost i mogućnost subletalnih učinaka unosa otpada, te oportunistički način ishrane glavate želve i značaj sjevernog Jadranu kao važnog pridnenog staništa ukazuju na potrebu smanjenja unosa antropogenog otpada, posebice plastike, u ekosustav Jadranu jedan od preduvjetova pravilne zaštite populacije glavatih želvi koje obitavaju u istraživanom području.

(stranica 40 / slika 15 / tablica 6 / literaturnih navoda 58 / jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

**Ključne riječi: Caretta caretta, glavata želva, sjeverni Jadran, analiza ishrane, antropogeni otpad**

Voditelj: prof. dr. sc. Gordana Lacković – Venturin

Ocenjivači: prof. dr. sc. Gordana Lacković – Venturin  
prof. dr. sc. Višnja Besendorfer  
doc. dr. sc. Božena Mitić

Rad prihvoden: 14. siječnja 2009.

---

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Graduation Thesis

### **Debris in the diet of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* L. in the northern Adriatic Sea**

Doris Miše

Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb  
Rooseveltov trg 6, HR-10000 Zagreb, Croatia

We analyzed the diet composition of 49 loggerhead sea turtles found dead in the northern Adriatic Sea (Croatia and Slovenia), in the period between 2001 and 2004. Curved carapace length of loggerheads ranged from 25.0 to 79.2 cm (mean:  $42.2 \pm 11.6$  cm). The anthropogenic debris was isolated from the digestive tract contents. Debris samples were later air dried, weighted, measured and divided into groups. The anthropogenic debris was found in the digestive tract of 17 loggerheads (34.7%). Four types of debris were found: plastics, ropes, styrofoam and lines. Most of the ingested debris was transparent or white colored and was found in 64.7% of turtles. Plastic was the most frequent type of debris, recorded in 11 turtles (64.7%). The quantities of the debris found were very small, and the range of dry mass was between  $< 0.01$  and 0.71 g, which indicates that the ingestion of anthropogenic debris is not the direct cause of death of the analyzed turtles. Considering relatively high frequency of occurrence and possible sublethal effects of debris ingestion, together with the opportunistic feeding nature of this species and the significance of the northern Adriatic as an important benthic feeding habitat, it is important to minimize the input of debris, especially plastic, into the Adriatic Sea. That is one of the prerequisites for the effective conservation of the population of loggerheads that inhabit the studied region.

(pages 40 / figures 15 / tables 6 / references 58 / original in Croatian)  
Thesis deposited in Central biological library

**Key words:** *Caretta caretta*, loggerhead sea turtle, northern Adriatic, diet analysis, anthropogenic debris

Supervisor: Prof. Gordana Lacković – Venturin, Ph.D.

Reviewers: Prof. Gordana Lacković – Venturin, Ph.D.  
Prof. Višnja Besendorfer, Ph.D.  
Asst. Prof. Božena Mitić, Ph.D.

Thesis accepted: 14 January 2009

# Sadržaj

---

1. Uvod .....	1
1.1. Taksonomija i rasprostranjenost morskih kornja a.....	1
1.2. Životni ciklusi .....	2
1.3. Biologija ishrane .....	6
1.4. Ugroženost morskih kornja a.....	7
1.4.1. Antropogeni utjecaji na kopnu i u moru .....	7
1.4.2. Utjecaj one iš avala .....	8
1.4.3. Krupni otpad u morskom ekosustavu .....	9
1.5. Morske kornja e u Sredozemnom i Jadranskom moru .....	10
1.6. Ciljevi istraživanja.....	11
2. Materijali i metode .....	12
2.1. Podru je istraživanja .....	12
2.2. Prikupljanje i obrada glavatih želvi.....	14
2.3. Uzorkovanje probavnog sustava .....	16
2.4. Izoliranje i obrada otpada .....	16
2.5. Statisti ka obrada podataka .....	17
2.6. Etika istraživanja .....	17
3. Rezultati .....	18
3.1. Vremenska i prostorna raspodjela nalaza glavatih želvi .....	18
3.2. Kvalitativna i kvantitativna analiza otpada .....	21

4. Rasprava.....	28
4.1. Otpad u ishrani glavate želve .....	28
4.2. Utjecaji antropogenog otpada na preživljavanje glavate želve .....	31
5. Zaključak.....	33
6. Literatura .....	34

# 1. Uvod

---

## 1.1. Taksonomija i rasprostranjenost morskih kornjača

Morske kornjače razvile su se od kopnenih gmazova koji su prije otprilike 150 milijuna godina prešli na život u moru. Najstariji predstavnici evolucijske grane danas živu ih morskih kornjača datiraju iz rane krede, prije 110 milijuna godina (Hirayama 1998).

Morske kornjače pripadaju:

- koljenu svitkovaca (Chordata)
- potkoljenu kralješnjaka (Vertebrata)
- razredu gmazova (Reptilia)
- redu kornjača (Chelonia)
- podredu krijevratke (Cryptodira)

Recentne morske kornjače su monofleti ka skupini podreda Cryptodira.

U usporedbi s ostalim predstavnicima ovog podreda, morske kornjače su izgubile mogućnost uvlačenja glave u oklop (Meylan i Meylan 1999).

Od nekad brojne skupine, danas su preostale dvije porodice; Cheloniidae (želve) i Dermochelyidae (usminjače), zastupljene sa sedam vrsta.

Tijekom milijuna godina evolucije morske kornjače su razvile brojne morfološke i fiziološke prilagodbe na život u moru. Kako bi se povećala hidrodinamička tijela udovi su preobraženi u peraje, prsti prednjih peraja znatno su se produžili i imaju površinu prednjih udova, a oklop postaje laganiji te poprima izduženi i spljošteni oblik. Suzne žlijezde su znatno povećane i modificirane za izlučivanje suvišne količine soli iz tijela (Meylan i Meylan 1999).

Oklop je kod svih vrsta građen od leđnog dijela (karapaksa) i trbušnog dijela (plastrona). Oklop kornjača iz porodice **Cheloniidae** sastoji se od unutrašnjeg sloja kojeg čine produžena srasla rebra i vanjskog epidermalnog sloja građenog od tankih rožnatih placa koje sadrže pigment. Porodica uključuje šest vrsta:

- *Caretta caretta* (Linnaeus 1758) – glavata želva
- *Chelonia mydas* (Linnaeus 1758) – zelena želva
- *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus 1766) – karetina želva

- *Lepidochelys kempi* (Garman 1880) – kempijeva želva
- *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz 1829) – maslinasta želva
- *Natator depressus* (Garman 1880) – ravnole na želva

Porodica **Dermochelyidae** danas je zastupljena samo s jednom vrstom, sedmoprugom usminja om (*Dermochelys coriacea* Vandelli 1761), za koju je zna ajna redukcija plo a oklopa koji je gra en od mozaika malih koštanih plo ica prekrivenih kožom.

Uz iznimku kempijeve želve, ograni ene na podru je Meksi kog zaljeva i isto nu obalu Sjedinjenih Ameri kih Država te ravnole ne želve koja je endemi na vrsta u podru ju kontinentalne podine Australije, ostale vrste morskih kornja a su kozmopolitske vrste, rasprostranjene u svim toplim morima i oceanima (Meylan i Meylan 1999).

## 1.2. Životni ciklusi

Iako me u vrstama postoje velike razlike u metaboli kim prilagodbama - od hibernacije do endotermije u sedmopruge usminja e, u specijaliziranosti u ishrani - od karnivornog do herbivornog na ina ishrane, te u na inu gnijež enja - od masovnog gnijež enja, tzv. "dolaska" (*arribada*) kod vrsta roda *Lepidochelys* do solitarnog gnijež enja kod karetne i ravnole ne želve, životni ciklusi svih sedam vrsta morskih kornja a u osnovi su sli ni (Bolten 2003a). Sve su morske kornja e dugoživu i organizmi te im treba i do 30 godina za dostizanje spolne zrelosti. Tijekom života mijenjaju razli ita staništa: na kopno ženke izlaze kako bi položile jaja, a nakon razvitka embrija i izlaska mladih iz gnijezda, daljnji razvoj se nastavlja u moru, gdje provode ostatak života.

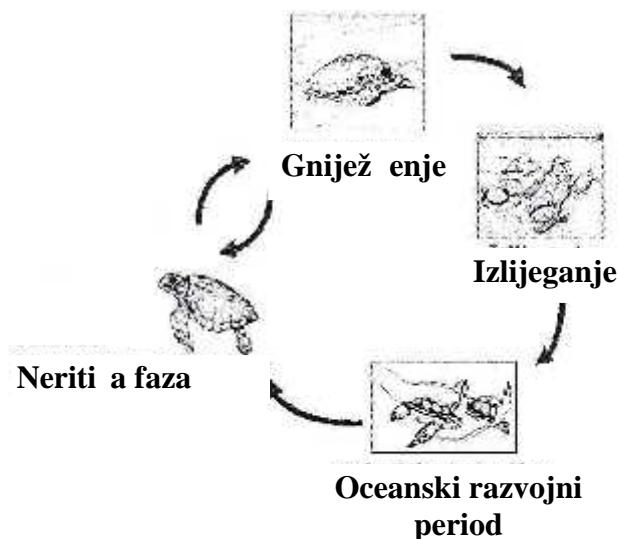
Sezona razmnožavanja zapo inje migracijom spolno zrelih ženki i mužjaka prema gnjezditiima, a pri tome mogu prevaliti udaljenosti od nekoliko tisu a kilometara ovisno o udaljenosti staništa ishrane od gnjezdišta. Ženke gnijezde naj eš e tijekom toplih mjeseci u godini na pješ anim plažama visoko iznad zone plime i oseke. Tijekom reproduktivne sezone polažu velik broj jaja, a razdoblje izme u polaganja jaja provode u blizini plaže. Vremenski razmak izme u dva gnijež enja razlikuje se me u vrstama i u prosjeku iznosi dva tjedna, za glavatu želvu varira od 12-16 dana (Miller 1997).

Nakon završetka reproduktivne sezone, ženke migriraju prema staništima ishrane. Remigracijski period, razdoblje između dviju reproduktivnih sezona, traje ovisno o vrsti od 1 do 9 godina (Dodd 1988). Kod glavate želve u Sredozemnom moru on u prosjeku iznosi 2 godine (Broderick i sur. 2002). Na temelju podataka dobivenih markiranjem i genetskim analizama mitohondrijske DNA, ustanovljeno je da se spolno zrele ženke gnijezde na području jima gdje su se i same izlegle.

Na uspješnost inkubacije jaja djeluju okolišni imbenici: izmjena plinova, stupanj vlažnosti i temperatura. Spol potomaka i inkubacijski period, koji u prosjeku traje od 50 do 70 dana, ovise o temperaturi (Miller 1997). Pivotalna temperatura, kod koje je omjer spolova jednak, razlikuje se među vrstama i populacijama te se kreće oko 29°C (Wibbels 2003). Pivotalna temperatura za glavatu želvu u Sredozemlju iznosi 29.3°C pri čemu se na višim temperaturama razvijaju ženke, a na nižim mužjaci (Mrosovsky i sur. 2002).

Nakon izlaska iz gnijezda, obično tijekom noći, male kornjače brzo kreću se prema moru. Nakon ulaska u more, razvojni ciklusi razlikuju se između pojedinih vrsta, a rezultat su prilagodbi kojima smanjuju međusobnu kompeticiju za hranu i prostor te izbjegavaju pritisak predatora. S obzirom na razlike u karakteristikama ranog razvojnog stadija juvenilnih jedinki i staništima ishrane odraslih jedinki, razlikuju se tri tipa životnih ciklusa morskih kornjača (Bolten 2003a):

- neritički razvojni tip
- oceansko-neritički razvojni tip
- oceanski razvojni tip



Slika 1. Pojednostavljen prikaz razvojnog ciklusa morskih kornja a.

Prepostavlja se da je predak recentnih vrsta morskih kornja a nastanjivao obalne slane mo vare i estuarije, a prelaskom u morska staništa razvio se **neriti ki razvojni tip**. Preostala dva su se razvila iz ovog evolucijski najstarijeg razvojnog tipa. Jedini predstavnik ovog tipa je ravnole na želva koja cijeli život provodi u priobalnim vodama Australije bez migracija u vode oceanske provincije. U ranim razvojnim stadijima hrani se na površini i u stupcu vode, a kasnije prelazi na ishranu pridnenim organizmima (Bolten 2003a).

**Oceanski razvojni tip** evolucijski je najmla i. Ovom tipu pripadaju sedmopruga usminja a i populacije maslinaste želve u isto nom Tihom oceanu (Pitman 1990). Karakteristika ovog razvojnog tipa je da se cijeli životni ciklus odvija u otvorenim oceanskim vodama osim za vrijeme reproduktivne sezone kada odrasle jedinke dolaze u neriti ku provinciju (Bolten 2003a).

**Oceansko – neriti ki razvojni tip** smatra se evolucijski najnaprednijim budu i da najve i broj vrsta pripada upravo ovom tipu. Predstavnici ovog tipa su glavata želva, zelena želva, karetina želva, kempijeva želva i neke populacije maslinaste želve. Rani razvojni stadij odvija se u oceanskoj provinciji zbog manjeg pritiska predatora te manje intraspecijske i interspecijske kompeticije za hranu, nakon ega dolazi do ontogenetske promjene staništa, odnosno prijelaza u plitka neriti ka staništa gdje se nastavlja razvojni ciklus (Bolten 2003a). Do prijelaza u neriti ku provinciju dolazi zbog energetski isplativije hrane kako bi se pove ala brzina rasta (Werner i Gilliam 1984).

Trajanje razvojnog stadija u oceanskoj provinciji razlikuje se me u vrstama i populacijama. Zelena i karetina želva prelaze u neriti ka staništa pri dužini karapaksa od 20 do 35 cm, a kempijeva želva pri dužini karapaksa od 20 do 25 cm (Bjorndal 1997, Musick i Limpus 1997). Pacifi ke populacije glavate želve napuštaju vode oceanske provincije pri dužini karapaksa od 67 do 94 cm (Limpus i Limpus 2003). Za populacije glavate želve u Atlantskom oceanu oceanski stadij varira od 6.5 do 11.5 godina, a ontogenetski prijelaz u neriti ka staništa doga a se pri dužini karapaksa od 46 do 64 cm (Bjorndal i sur. 2000). Razlozi ovih varijacija nisu poznati, ali se pretpostavlja da trajanje oceanskog stadija ovisi o geografskoj lokaciji, dostupnim morskim strujama i izvorima hrane (Bolten 2003b).

Malo se zna o biologiji tek izleglih kornja a i o ranom juvenilnom razvojnem stadiju, pa se to razdoblje naziva »izgubljene godine«. Za ve inu vrsta nije poznato trajanje niti lokacija tog stadija. Nakon ulaska u more tek izlegle kornja e aktivno plivaju tijekom prva 24 sata kako bi došle do glavnih morskih struja. Tijekom tog vremena se aktivno ne hrane i ovisne su o ostacima iz jajne vre e. Slijede i razvojni period traje od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, a zapo inje kada se po nu aktivno hraniti, obi no dok se još uvijek nalaze u neriti koj provinciji gdje se zadržavaju na površini vode ili uz nju. U ovom stadiju njihovo kretanje je uglavnom pasivno i ovisi o vjetrovima i morskim strujama. Oceanski stadij zapo inje kada juvenilne želve dospiju u oceansku provinciju gdje provode 75% vremena u gornjih 5 m stupca vode, povremeno zaranjaju i na ve e dubine. Njihovo je kretanje u ovoj fazi aktivno i pasivno u odnosu na oceanografske i meteorološke imbenike. esto se zadržavaju u blizini podmorskikh hridi, grebena i oceanskih otoka gdje mogu privremeno prije i i na ishranu pridnenim organizmima.

Slijede i razvojni stadij zapo inje dolaskom želvi u plitke vode neriti ke provincije gdje prelaze na ishranu pridnenim vrstama plijena, iako djelomi no love plijen i u cijelom stupcu vode. Kod nekih populacija postoji i prijelazni period u kojem želve izmjenjuju oceanska i neriti ka staništa naj eš e u podru jima gdje glavne oceanske struje ulaze u neriti ku zonu ili prolaze uz nju (Bolten 2003b). Istraživanja u Tihom oceanu pokazala su da pojedine jedinke glavate želve mogu provesti itav život u otvorenim oceanskim vodama, dolaze i u neriti ka staništa samo za vrijeme razmnožavanja (Parker i sur. 2005). Nakon što dostignu spolnu zrelost odrasle jedinke napuštaju neriti ka staništa i migriraju prema reproduktivnim staništima putem specifi nih migracijskih koridora koji, ovisno o geografskoj lokaciji, mogu prolaziti oceanskom ili neriti kom provincijom (Bolten 2003b).

### **1.3. Biologija ishrane**

Za većinu vrsta i populacija morskih kornjača staništa ishrane su geografski odvojena od reproduktivnih staništa. Na temelju podataka dobivenih satelitskim pratenjem ženki nakon gniježđenja, utvrđeno je da se nakon reproduktivne sezone želve vraćaju u ista područja ishrane (Broderick i sur. 2007), no ovisno o populaciji i geografskoj regiji, staništa ishrane odraslih želvi mogu biti odvojena od pridnenih staništa spolno nezrelih jedinki (Bolten 2003b). Raznolikost ishrane morskih kornjača ovisi o dostupnosti i brojnosti plijena te se mijenja s promjenom staništa tijekom razvoja.

U oceanskom razvojnog stadiju morske kornjače su omnivorni oportunisti na što ukazuje velika raznolikost u ishrani pelagičkim organizmima. Razvojni oblici glavate, zelene, karetne i kempijkeve želve u oceanskim vodama se hrane pelagičkim beskralješnjacima vezanim uz nakupine alga roda *Sargassum*. Tako se primjerice ishrana glavate želve u ovom stadiju zasniva na pelagičkim puževima i rakušcima, planktonskim jajima riba, lišnjakima, inkama, rakova, kolonijama obrubnjaka, luparima, salpama, meduzama (Bjorndal 1997).

Ontogenetskom promjenom staništa morske kornjače mijenjaju ishranu. S prijelazom u plitke obalne vode zelene želve prelaze na herbivorni način ishrane, hrane i se prvenstveno morskim cvjetnicama i algama. Karetina želva nastanjuje tvrde podloge i grebene gdje se hrani inkrustiranim organizmima, spužvama i mahovnjacima. Kempijkeva želva pretežito se hrani rakovima na pjeskovitim ili muljevitim, plitkim dnima. Maslinasta i ravnoležna želva su vezane za pomicajuće podloge na većim dubinama gdje se hrane uglavnom rakovima. Sedmopruga usminja i provodi život u oceanskoj zoni, a hrani se u itavom stupcu vode od površine do vrha dubina. Njena ishrana se zasniva na pelagičkim vrstama poput meduza i plaštenjaka (Bjorndal 1997).

Analize ishrane u različitim razvojnim fazama ukazuju na izuzetno veliku raznolikost plijena te svrstavaju glavatu želvu u najveće oportuniste među morskim kornjačama (Bjorndal 1997), koja se u neritičkim staništima hrani brojnim vrstama slabo pokretnih ili sesilnih pridnenih beskralješnjaka. Analize ishrane glavatih želvi u sjevernom Atlantskom oceanu pokazale su da rakovi, mekušci i alge čine najveći udio plijena (Seney i sur. 2001), dok su kao glavni plijen u području južnih kontinentalnih podina Australije zabilježeni puževi, školjkaši i rakovi (Limpus i Limpus 2003). Studije rane u zapadnom dijelu Sredozemnog mora pokazale su da se glavate želve hrane ribom, pelagičkim plaštenjacima, rakovima, mekušcima i glavonošcima (Tomas i sur. 2001a). Istraživanja su pokazala kako se ishrana glavate želve u

zaljevu Gabès u Tunisu zasniva na puževima, dekapodnim rakovima, školjkašima i trgovima (Laurent i Lescure 1994), dok naj eš i pljen populacije u Gr koj predstavljaju školjkaši i morske cyjetnice (Houghton i sur. 2000). Preliminarni razultati istraživanja u sjevernom Jadranu ukazuju na najve i udio ježinaca, spužvi i dekapodnih rakova u ishrani (Lazar i sur. 2002), dok su u novijim istraživanjima kao naju estaliji pljen navedene moruzgve, rakovi i mekušci (Lazar i sur. 2006).

## **1.4. Ugroženost morskih kornja a**

### **1.4.1. Antropogeni utjecaji na kopnu i u moru**

Brojnost morskih kornja a se u posljednjih nekoliko godina drasti no smanjila što je posljedica ljudskih aktivnosti, na kopnu i u moru. Iako su nekad bile brojne, danas pripadaju u jednu od najugroženijih životinjskih skupina. Negativni utjecaji pretjeranog iskorištavanja morskih i obalnih podru ja doveli su do drasti nih promjena u morskim staništima i na gnjezdista što je uzrokovalo smanjenje brojnosti populacija u svim morima svijeta stoga su sve vrste, osim vrste *Natator depressus*, uvrštene na Crvenu listu ugroženih vrsta kao ugrožene ili kriti no ugrožene vrste (Hilton – Taylor 2000). U Hrvatskoj su od 1995. godine zakonom zašti ene glavata, zelena želva i sedmopruga usminja a.

Brojna gnjezdišta su nestala ili su drasti no degradirana, a najve u prijetnju predstavlja pretjerana urbanizacija obale i razvoj turizma. Svjetlosno zaga enje, promet, uznemiravanje na gnjezdista, sakupljanje jaja i unos grabežljivaca poput pasa, lisica, agljeva, divljih svinja, samo su dio ljudskih aktivnosti koje ugrožavaju morske kornja e prilikom boravka na kopnu (Lutcavage i sur. 1997).

Slu ajan ulov u ribarske mreže predstavlja najve u prijetnju morskim kornja ama u svim svjetskim morima. U Sredozemnom moru se svake godine slu ajno ulovi velik broj želvi u razne ribolovne alate. Procjenjuje se da slu ajan ulov iznosi najmanje 150000 ulova godišnje uz smrtnost od 50000 jedinki. Najsmrtonosnije ribarsko oru e za želve u Sredozemlju su mreže staja ice koje predstavljaju veliku prijetnju malim juvenilnim, ali i velikim odraslim jedinkama, što potvr uje izuzetno visoka smrtnost od 60% (Casale 2008). Jadran, posebice sjeverni dio, je jedno od najintenzivnije izlovljavanih podru ja u Sredozemnom moru.

Slučaj u isto nom Jadranu procijenjen je na 2500 ulova godišnje (Lazar i Tvrković 1995), dok se u zapadnom dijelu taj broj penje i preko 4000 ulova (Casale i sur. 2004). Iako direktna smrtnost u pridnenim kornjačama nije izuzetno visoka, pa tako u isto nom Jadranu iznosi 12.5%, veliku opasnost predstavlja u zimskim mjesecima, kada se kornjače zadržavaju uz morsko dno. Za vrijeme ljetnih mjeseci kada su kornjače najaktivnije u potrazi za hranom u isto nom Jadranu je zabilježena smrtnost i do 55% u obalnim mrežama stajačicama (Lazar i sur. 2003).

Staništa ishrane morskih kornjača uništavaju brojne ljudske aktivnosti na moru, ali i na kopnu. Upotrebo eksploziva u ribarstvu, sidrenjem te taloženjem mulja s kopna uništavaju se visokoproduktivna područja livada morskih cvjetnica i koraljnih grebena. Koarenjem se uništavaju pridnena staništa te dolazi do promjene u strukturi pridnenih zajednica. Posljedica degradacije staništa ishrane je smanjenje bioraznolikosti i nestajanje izvora hrane što dovodi do smanjene brzine rasta, odgođenog spolnog sazrijevanja i smanjene reprodukcije (Bjorndal 1997).

#### **1.4.2. Utjecaj onečišćavača**

U moru, ali i na obalama postoji problem velikih količina *organских onečišćavača*, poput nafte, ulja i katrana, koji prijeti opstanku svih vrsta morskih kornjača, a najveću opasnost predstavlja za oceanske razvojne stadije. Štetne tvari se nakupljaju u morskim strujama u otvorenim oceanskim vodama koje predstavljaju izvor hrane za juvenilne jedinke. Udiši i zrak na površini vode u plinu unose otrovne pare, no najveća količina zagađivala u organizam unose hranom što ima negativne posljedice na brojne fiziološke procese poput disanja, metabolizma, hormonalne ravnoteže, probave itd. (Lutcavage i sur. 1997). Morske ekosustave dodatno opterećuju zagađenje teško razgradivim organokloridima, poput PCB-a i DDT-a, iz industrijskih i poljoprivrednih izvora na kopnu te *teškim metalima* čije se povećane koncentracije najveće im dijelom dovode u vezu s nekontroliranim ispuštanjem industrijskih otpadnih voda koje rijekama dospijevaju u more i oceane.

Budući da organska onečišćavača i teški metali imaju svojstva nagomilavanja u organizmima i biomagnifikacije putem hranidbenih mreža, najveću opasnost predstavljaju dugoživotnim organizmima i vrstama na višem trofni kompoložaju poput karnivorne glavate želvi. Povećane koncentracije uzrokuju brojne poremećaje na molekularnoj, staničnoj, fiziološkoj i reproduktivnoj razini (Walker i sur. 2001).

### **1.4.3. Krupni otpad u morskom ekosustavu**

Velike količine otpada, pod kojim se smatra sav industrijski proizveden ili obrađen kruti otpad unesen u morski okoliš, prisutne su u svim svjetskim morima i oceanima (Coe i Rogers 1997). Većina otpada potječe sa brodova, ribarskih i turističkih amaca, no veliki dio dolazi i s kopna putem rijeka i sustava odvodnih cijevi, iz izvora u industrijskim ili jako zagađenim područjima te s plaža (Derraik 2002). Nakon ulaska u morski okoliš antropogeni otpad cirkulira u stupcu vode i morskim strujama gdje ugrožava mnoge vrste pelagičnih organizama, a zatim se istaloži na obalama i morskom dnu gdje se razgrađuje godinama ili ak desetljeće ima (Laist 1987). Akumulacija otpada na morskom dnu može sprječiti normalnu izmjenu plinova između površinskih voda i dubinskih vodenih masa što rezultira pojmom anoksije ili hipoksije na pridnenim staništima te tako mijenja sastav životnih zajednica na morskom dnu i negativno djeluje na normalno funkciranje ekosustava (Goldberg 1994). Istraživanja diljem svijeta pokazala su kako otpad predstavlja ozbiljnu prijetnju velikom broju vrsta morskih sisavaca, ptica, kornjača i riba te tako ugrožava cjelokupnu bioraznolikost morskih ekosustava (Derraik 2002).

Na prisutnost otpada u okolišu najosjetljivije su jedinke u ranim razvojnim stadijima koje provode prvi nekoliko godina života vezane za morske struje u otvorenim oceanskim vodama koje su ujedno i mesta gdje se nakupljaju velike koncentracije otpada (Lutcavage i sur. 1997). Iako antropogeni otpad predstavlja veliku opasnost za sve vrste morskih kornjača, unosu otpada u organizam prilikom hranjenja najpodložnije su glavata želva i sedmopruga usminjača. Razlog tome je oportunistički način ishrane glavate želve pridnenim organizmima u plitkim priobalnim područjima gdje se ujedno i nakuplja otpad (Lutcavage i sur. 1997). Glavni plijen sedmopruge usminjača su pelagični organizmi (najveći im dijelom meduze) koje vjerojatno zamijeni za prozirnu plastiku što dokazuje visoka učestalost upravo tog tipa otpada na njegov u probavnog sustavu ove vrste (Mrosovsky 1981). Prisutnost antropogenog otpada u probavnog sustavu mnogih morskih organizama može nanijeti ozbiljne ozljede i naporak dovesti do smrti životinja što je posebice upozoravajuća informacija ukoliko se radi o ugroženim vrstama kao što su morske kornjače.

Zapetljavanje kornjača u odbranu ribolovnu opremu također mogu imati kobne posljedice poput raznih ozljeda, infekcija ili akutne amputacije zapetljanih dijelova tijela. Smanjena pokretnost onemoguće normalno hranjenje i bijeg od grabežljivaca te ih čini podložnijima slučajnom ulovu i udaru plovila, a može dovesti i do smrti utapanjem ukoliko sprečava izron na površinu (Lutcavage i sur. 1997).

## **1.5. Morske kornja e u Sredozemnom i Jadranskom moru**

Zelena i glavata želva su dvije vrste morskih kornja a koje gnijezde u Sredozemnom moru, dok je glavata želva ujedno i stalni stanovnik Jadranskog mora. Prema hidrološkim uvjetima, u Sredozemnom moru razlikujemo dva glavna podru ja: zapadni i isto ni dio. Za isto ni dio su zna ajne više temperature i ve i salinitet stoga su podru ja gnijež enja ograni ena prvenstveno na isto ni i topliji dio Sredozemlja (Margaritoulis i sur. 2003). Ženke zelene želve gnijezde svake tri godine, a glavna gnjezdišta nalaze se na plažama u Turskoj i na Cipru. Procijenjeno je da ukupna populacija spolno zrelih ženki broji izme u 339 i 360 jedinki (Broderick i sur. 2002). Sredozemna populacija glavate želve je jedna od najve ih populacija ove vrste u svijetu. Godišnje se gnijezdi izme u 2280 i 2787 ženki s razmakom od dvije godine izme u reproduktivnih sezona (Broderick i sur. 2002). Najve a gnjezdišta nalaze se na plažama u Gr koj, Turskoj, na Cipru i u Libiji. Otok Zakynthos u Gr koj predstavlja podru je najve e koncentracije gnjezdišta s prosje nim brojem gnijezda od 230 po kilometru u jednoj reproduktivnoj sezoni. Oceanska staništa ranih razvojnih stadija nalaze se u zapadnom i isto nom Sredozemnom moru, dok su pridneni razvojni stadiji i spolno zrele želve vezane za plitka neriti ka staništa u isto nom dijelu bazena (Margaritoulis i sur. 2003).

Sjeverni i srednji Jadran, zajedno sa zaljevom Gabès u Tunisu, su dva najve a plitka podru ja (s dubinama manjim od 200 m) u Sredozemnom moru (Margaritoulis i sur. 2003). Povoljne temperature mora i bogat sastav pridnenih zajednica ine ova dva podru ja najvažnijim pridnenim staništima ishrane za populacije glavate želve u Sredozemnom moru što dokazuje i velik broj nalaza želvi markiranih na gnjezdištima u Gr koj (Margaritoulis i sur. 2003, Lazar i sur. 2004). Morske kornja e su u Jadranu prisutne tijekom cijele godine, a zabilježene su i sezonske migracije. Zimi, kada temperatura mora pada, jedinke napuštaju plitka neriti ka staništa sjevernog Jadrana i migriraju u podru ja južnije od oko  $45^{\circ}$  geografske širine te tamo prezimljuju. U prolje e, s porastom temperature mora, postaju aktivnije te se dio njih vra a u sjeverni Jadran (Lazar i sur. 2003). Plitka podru ja sjevernog Jadrana predstavljaju neriti ko stanište, dok se južni Jadran smatra oceanskim razvojnim staništem za rane razvojne stadije (Casale i sur. 2005), što ini Jadran jednim od najzna ajnijih morskih staništa glavate želve u Sredozemlju.

## **1.6. Ciljevi istraživanja**

Iako je sjeverni Jadran jedno od dva najvažnija pridnena staništa ishrane za sredozemne populacije glavate želve, obim problema ingestije i u stalosti antropogenog otpada u ishrani ove vrste te utjecaja na preživljavanje želvi u sjevernom Jadranu su u potpunosti nepoznati.

Stoga se ovim radom provela kvalitativna i kvantitativna analiza antropogenog otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu, te razlike u ingestiji otpada s obzirom na spol i veličinu jedinki.

## 2. Materijali i metode

### 2.1. Podru je istraživanja

Jadran je zatvoreno more, razvijeno najve im dijelom na podru ju kontinentalne podine. Otranska vrata (širine 72 km i dubine 741 m) omogu avaju ulijevanje toplije i slanije mediteranske vode u Jadran te izlijevanje hladnije jadranske vode bogatije kisikom u Sredozemno more. U Jadrani se preklapaju utjecaji kopna i njegovih vodenih masa, koji prevladaju u sjevernom dijelu te otvorenog mora, odnosno Sredozemlja, koji su izraženi u južnom dijelu. Ovi kompleksni faktori znatno utje u na gibanje vode, ekološke prilike te sastav životnih zajednica u Jadrani (Pérès i Gamulin-Brida 1973). Po fizikalno – kemijskim karakteristikama Jadransko more se dijeli na tri dijela: sjeverni, srednji i južni dio (slika 2).



Slika 2. Podjela Jadranskog mora na sjeverni, srednji i južni dio.

Isto na obala Jadranskog mora pretežno je kamenita i strma, bogata otocima, dok je zapadna slabije razvedena i pokrivena pjeskovitim sedimentima. Jadranska podina prekrivena je najve im dijelom muljevitim i pjeskovitim sedimentima. Pjeskoviti sedimenti se formiraju u priobalnim i plitkim podru jima, a prevladavaju u sjevernom i dijelu srednjeg Jadrana gdje ja e pridnene struje onemogu avaju taloženje sitnih estica mulja. Muljeviti sedimenti se formiraju u podru jima slabijeg gibanja morske vode, a dolaze u dubokom dijelu otvorenog

srednjeg i južnog Jadrana, u kanalima sjevernog Jadrana (Kvarnersko podruje) i središnjim dijelovima kanala isto ne obale (Pérès i Gamulin-Brida 1973).

Sjeverni Jadran je najsjeverniji dio Sredozemnog mora s mnogim karakteristikama obalne zone. To je najpliće podruje s maksimalnom dubinom od 50 m, velikim godišnjim kolebanjima temperature i saliniteta te znatno veće im amplitudama plime i oseke nego u ostaku Jadrana. Prosječne ljetne temperature na obavom podruju otvorenog Jadrana iznose oko 22 - 25°C na površini mora, dok se zimi kreću od 6 do 13°C u sjevernom Jadranu, odnosno 12-13°C u srednjem i 13-15° u južnom Jadranu. Rijeke donose znatne količine hraničih tvari koje su sjeverni Jadran zonom visoke produktivnosti s bogato razvijenim bentoskim zajednicama. Na pomnim dñima sjevernog Jadrana dominira biocenoza muljevitih detritusnih dna, koja je zbog niskog stupnja prozirnosti, prisutna na dubini od oko 13 m odnosno na plitkom podruju, koje u ostalim predjelima Jadranskog i Sredozemnog mora pripada infralitoralnoj stepenici (Pérès i Gamulin-Brida 1973).

Izoliran položaj Jadranskog mora, gusto naseljena priobalna podruja te razvijene turističke djelatnosti razlog su povećanog unosa štetnih tvari (organska one iščekavalja, teški metali, krupni otpad) u Jadran, a najopterećeniji je upravo sjeverni dio. Osim direktnog unosa, znatne količine one iščekavalja dolaze donosima rijeka, posebice rijekom Po, iz industrijskih i poljoprivrednih izvora na kopnu što dodatno optereće cijelokupni ekosustav Jadranskog mora. Najveće koncentracije krupnog otpada su zabilježene u blizini većih gradova, a udio plastike u ukupnoj količini antropogenog otpada na morskom dnu Jadrana iznosi i do 70% (Galgani i sur. 2000).

## 2.2. Prikupljanje i obrada glavatih želvi

U razdoblju od 2001. do 2004. godine obrazeno je 49 jedinki glavate želve. Sve jedinke su pronađene uginule izbašte na obali ili slučajno ulovljene u ribarske mreže u teritorijalnom moru Hrvatske i Slovenije (Tablica 1).

Tablica 1. Podaci o nalazima glavatih želvi uključenih u istraživanje.

(Red. broj - redni broj uzorka, HR - Hrvatska, SLO - Slovenija, ? - podaci nisu poznati)

Red. broj	Vrsta	Mjesto nalaza	Metoda
1	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
2	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
3	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
4	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
5	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
6	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
7	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
8	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
9	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
10	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
11	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
12	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
13	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	ribarska mreža
14	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
15	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
16	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
17	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
18	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
19	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
20	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
21	<i>C. caretta</i>	Rovinj, HR	ko a
22	<i>C. caretta</i>	Lošinj, HR	na ena na obali
23	<i>C. caretta</i>	Poreč, HR	na ena na obali
24	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
25	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
26	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	?
27	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
28	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
29	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
30	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
31	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
32	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
33	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
34	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
35	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
36	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
37	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
38	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
39	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
40	<i>C. caretta</i>	Pula, HR	na ena na površini mora
41	<i>C. caretta</i>	Pula, HR	?
42	<i>C. caretta</i>	Medulin, HR	na ena na obali
43	<i>C. caretta</i>	Krk, HR	?
44	<i>C. caretta</i>	Mali Lošinj, HR	?
45	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
46	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
47	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
48	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica
49	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	mreža staja ica

Prikupljene želve su pohranjene na temperaturi od -20°C u Akvariju Piran u Sloveniji ili u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju u Zagrebu gdje su takođe provedene i sekcijske. Kornjače su determinirane prema slijedećim obilježjima: broj rebranih ploča karapaksa, broj veznih ploča plastrona, postojanje dodira zatiljne ploče s prvom rebranom pločom, broj pretčeonih pločica na glavi i broj pandži na perajama (Pritchard i Mortimer 1999). Prije početka sekcije kornjače su odležene te su izmjerene dvije glavne morfometrijske značajke: zakrivljena dužina karapaksa (engl. Curved Carapace Length - CCL) (Slika 4) i zakrivljena širina karapaksa (engl. Curved Carapace Width - CCW) (Slika 5).



Slika 4. Mjerenje standardne zakrivljene dužine karapaksa (CCL).

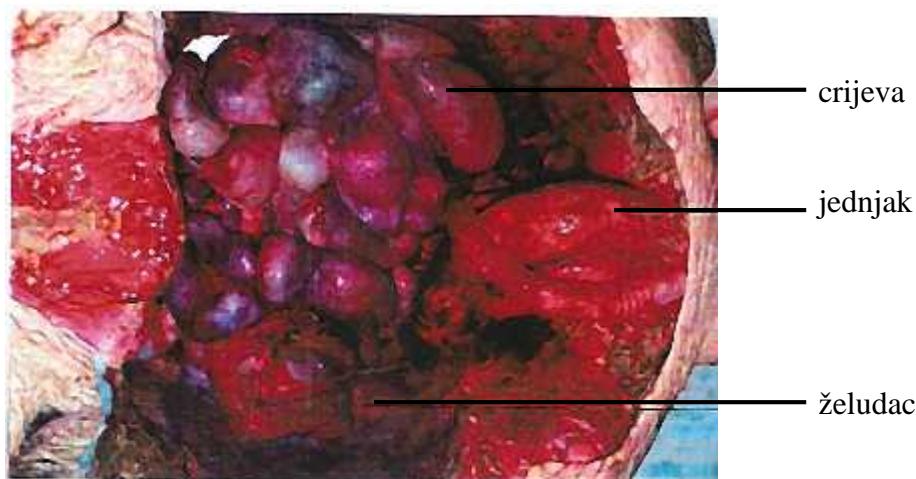


Slika 5. Mjerenje standardne zakrivljene širine karapaksa (CCW).

## 2.3. Uzorkovanje probavnog sustava

Sekcije su započete uklanjanjem plastrona rezovima uzduž linije između rubnih i veznih ploča. Nakon što je uklonjen trbušni dio oklopa, uslijedilo je odvajanje sloja masti ispod kojeg se nalaze slojevi mišića. Probavni sustav postaje vidljiv tek nakon što se odstrane svi mišići, jetra i srce (Slika 6). Želudac i crijevne cijevi su odvojene od ostalih organa kako bi se spriječila perforacija i izljevanje sadržaja te je cijelo probavilo (jednjak, želudac i crijeva) izvadeno iz trbušne šupljine. Prilikom sekcije utvrđen je i spol kornja a vizualnim pregledom gonada (Wyneken 2001).

Cijeli probavni sustav je zatim uzdužno razrezan, a sadržaj probavila je ispran istom vodom te procijenjen kroz sito. Svaki uzorak je pohranjen u plastike posude, konzerviran u 4%-tnom formalinu, obilježen i uskladišten na 4°C do daljnje obrade.



Slika 6. Probavni sustav koji zauzima najveći dio trbušne šupljine glavate želve.

## 2.4. Izoliranje i obrada otpada

Prethodno konzervirani uzorci su isprani tekućom vodom i stavljeni u istu vodu u plastim kadicama za izolaciju. Iz sadržaja probavila je zatim odijeljen otpad prostim okom. Nakon izolacije uzorci otpada su konzervirani u plastim posudicama i pravilno obilježeni.

Izolirani uzorci otpada sušeni su na zraku pri sobnoj temperaturi tijekom 24 sata. Nakon sušenja, vaganjem je određena masa svakog uzorka. Za mjerjenje masa je korištena

elektronska vaga Lutron GM – 300P s donjim pragom detekcije od 0.01 g. Mase koje su bile manje od praga detekcije vase su zabilježene kao »IPD« (ispod praga detekcije).

Nakon vaganja zabilježeni su tipovi otpada i njihova boja, a komadi im većim od 1 cm izmjerena je veličina (u mm) pomoći u ravnala.

## 2.5. Statistička obrada podataka

Veličine životinja prikazane su kao aritmetička sredina ± standardna devijacija.

Iz osnovnih podataka izračunat je postotak u estalosti otpada, te udio (postotak suhe mase u ukupnoj masi plijena) otpada u ishrani.

$$U\ estalost\ (\%) = (N_{S}/N) \times 100$$

$N_S$  – broj uzoraka koji sadržavaju otpad

$N$  – ukupni broj svih uzoraka

$$Suha\ masa\ (\%) = (SM_{S}/SM) \times 100$$

$SM_S$  – ukupna suha masa otpada

$SM$  – ukupna suha masa svih uzoraka

Razlike u estalosti otpada između spolova te razlike u estalosti otpada između životinja u oceanskoj ( $CCL \leq 40\ cm$ ) i neriti koj ( $CCL > 40\ cm$ ) fazi analizirane su t-testom.

Za utvrđivanje postojanja razlika u količini otpada između spolova te životinja u oceanskoj ( $CCL \leq 40\ cm$ ) i neriti koj ( $CCL > 40\ cm$ ) fazi primjenjen je Mann-Whitney U-test.

## 2.6. Etika istraživanja

Istraživanje je provedeno isključivo na uginulim primjercima koji su pronađeni u ribarskim mrežama ili uginulim životinjama izbačenim na obale. Prikupljanje želvi i sekcije su provedene u skladu s dozvolama br. 354-09-66/00, 35714-165/01 i 35701-94/2004 Ministarstva za okolje, prostor i energiju Republike Slovenije i Uprave za zaštitu prirode Ministarstva kulture klase: UP/I-612-07/05-33/0357 ur. br. 532-08-01/2-05-02.

### **3. Rezultati**

---

#### **3.1. Vremenska i prostorna raspodjela nalaza glavatih želvi**

U razdoblju istraživanja od 2001. do 2004. godine ukupno je obra eno 49 uginulih jedinki glavate želve od kojih je ak 39 primjeraka (86.7%) na eno u obalnim mrežama staja icama (tablica 1).

Raspon zakriviljenih dužina karapaksa obra enih želvi se kretao izme u 25.0 i 79.2 cm (srednja vrijednost:  $42.2 \pm 11.6$  cm) (slika 9). Od ukupno 49 obra enih glavatih želvi, spol je odre en za 48 jedinki. Ve ina životinja su bile ženke (31 primjerak, 64.6%), dok je mužjaka zabilježeno 17 (35.4%) (tablica 2).

Najve i broj kornja a je prona en u teritorijalnom moru Republike Slovenije u Piranskom zaljevu (41 primjerak, 83.7%), dok je u hrvatskom dijelu Jadrana na eno 8 jedinki, odnosno 16.3% (tablica 2, slika 7).



Slika 7. Karta Jadranskog mora s obilježenim podru jima nalaza glavate želve.

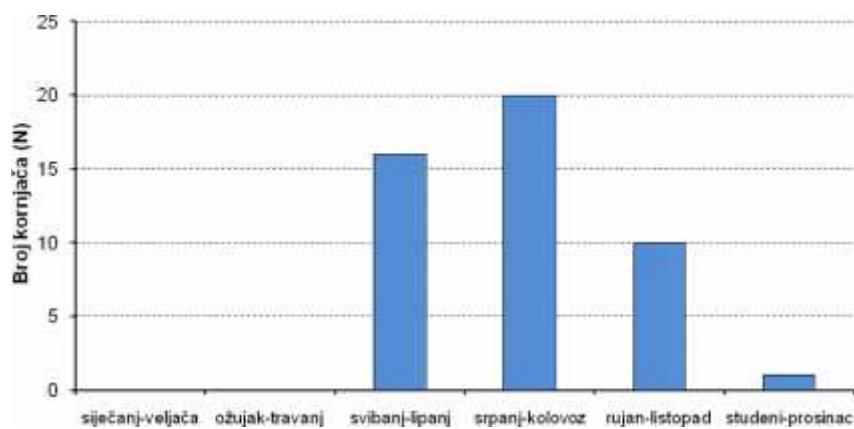
Brojevi ozna avaju broj na enih primjeraka na pojedinim lokalitetima.

Ve ina želvi je prikupljena u razdoblju od svibnja do listopada (46 jedinki, 97.9%), a samo jedna životinja je na ena u prosincu (slika 8). Za dvije životinje to no vrijeme nalaza nije poznato.

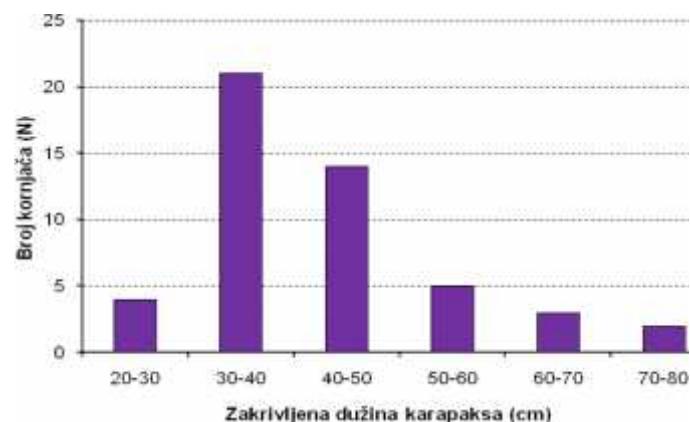
Tablica 2. Vremenski i prostorni te veli inski prikaz ispitivanih glavatih želvi.

(Red. broj – redni broj uzorka, CCL – zakriviljena dužina karapaksa, CCW – zakriviljena širina karapaksa, SLO – Slovenija, HR – Hrvatska, ? - podaci nisu poznati, m – mužjak, ž – ženka)

Red. broj	Vrsta	Mjesto nalaza	Vrijeme nalaza	Spol	CCL (cm)	CCW (cm)
1	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	25.07.2001.	?	37.3	34.1
2	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	28.08.2001.	m	42.4	37.6
3	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	22.07.2001.	m	34.4	30.1
4	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	28.06.2001.	m	35.8	32.3
5	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	07.07.2001.	ž	34.1	32.0
6	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	25.06.2001.	ž	36.6	32.8
7	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	2001.	ž	26.4	23.5
8	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	11.10.2001.	m	41.4	37.5
9	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	22.06.2002.	ž	40.4	36.0
10	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	18.06.2002.	ž	70.0	61.6
11	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	24.06.2002.	m	25.0	21.7
12	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	04.07.2002.	ž	40.0	37.9
13	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	10.06.2002.	m	35.6	32.9
14	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	31.07.2002.	ž	42.6	40.0
15	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	21.09.2002.	ž	36.0	32.4
16	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	7.- 8.mj.2002.	ž	38.2	34.8
17	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	7.- 8.mj.2002.	m	48.9	45.0
18	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	01.08.2002.	ž	52.1	49.0
19	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	7.- 8.mj.2002.	ž	39.0	38.0
20	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	7.- 8.mj.2002.	m	50.4	45.0
21	<i>C. caretta</i>	Rovinj, HR	03.10.2002.	m	41.8	38.6
22	<i>C. caretta</i>	Lošinj, HR	01.12.2003.	ž	63.0	58.8
23	<i>C. caretta</i>	Pore , HR	19.10.2002.	ž	79.2	69.2
24	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	24.07.2003.	ž	53.7	49.5
25	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	08.06.2003.	m	43.7	41.5
26	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	17.08.2003.	ž	48.9	43.9
27	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	25.10.2003.	ž	42.7	40.9
28	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	08.06.2003.	m	39.1	36.0
29	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	23.07.2003.	ž	34.0	30.9
30	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	09.10.2003.	ž	30.8	28.6
31	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	10.06.2003.	ž	31.7	29.1
32	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	10.06.2003.	ž	42.1	39.2
33	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	05.10.2003.	ž	33.0	29.4
34	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	01.06.2003.	ž	39.2	37.0
35	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	08.06.2003.	ž	28.5	26.5
36	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	21.09.2003.	ž	35.8	32.5
37	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	08.07.2003.	ž	28.4	25.7
38	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	17.06.2003.	m	69.0	63.8
39	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	10.09.2003.	ž	46.6	43.4
40	<i>C. caretta</i>	Pula, HR	21.07.2003.	m	58.2	53.2
41	<i>C. caretta</i>	Pula, HR	2003.	m	47.7	41.8
42	<i>C. caretta</i>	Medulin, HR	21.05.2004.	ž	51.3	46.3
43	<i>C. caretta</i>	Krk, HR	02.06.2004.	ž	38.2	35.5
44	<i>C. caretta</i>	Mali Lošinj, HR	19.05.2004.	m	32.7	28.8
45	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	08.07.2004.	ž	31.9	30.3
46	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	07.07.2004.	m	40.5	37.5
47	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	15.10.2004.	m	36.7	33.5
48	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	03.08.2004.	ž	31.4	28.2
49	<i>C. caretta</i>	Piranski zaljev, SLO	06.08.2004.	ž	60.0	53.2



Slika 8. Vremenska raspodjela nalaza glavatih želvi (N = 47).



Slika 9. Raspon velicina obraćenih glavatih želvi (N = 49).

### **3.2. Kvalitativna i kvantitativna analiza otpada**

Antropogeni otpad je utvrđen u probavilu 17 jedinki (srednja vrijednost zakriviljenih dužina karapaksa:  $40.1 \pm 12.4$  cm), odnosno 34.7% od ukupno 49 želvi. Od toga je 16 jedinki prikupljeno tijekom toplog razdoblja godine, dok je samo jedna životinja na eno tijekom hladnih mjeseci. Od ukupno 31 ženke otpad je pronađen u probavnem sustavu njih 13 (41.9%) te kod 4 (23.5%) od ukupno 17 mužjaka uključenih u ovo istraživanje.

Razlika u uestalosti otpada između mužjaka i ženki u ovom istraživanju nije bila statistički značajna ( $p > 0.05$ ). Isto tako nije utvrđena značajna razlika u uestalosti otpada između životinja u oceanskoj (CCL  $< 40$  cm) i neriti koj (CCL  $> 40$  cm) fazi ( $p > 0.05$ ).

Izolirani otpad razvrstan je u četiri skupine: plastika (većinom dijelovi plastičnih vrećica), konop i uže (dijelovi ribarskih mreža) te stiropor (tablica 3, slika 11 i 12). Plastika je bila najučestalija vrsta otpada, a utvrđena je u probavnem sustavu 11 jedinki, odnosno 64.7%. U uestalost ostalih vrsta otpada prikazana je na slici 10.

Od ukupno 17 želvi kod kojih je ustanovljen otpad u probavnem sustavu, kod najvećeg broja želvi (14 jedinki, 82.4%) je pronađena samo jedna vrsta otpada, dok je kod tri životinje (17.6%) pronađeno više vrsta otpada.

Najveći dio otpada je bio proziran ili bijele boje, a utvrđeno je u probavnem sustavu 11 jedinki (64.7%), dok je u uestalost otpada drugih boja (zelene, smeđe, crvene, crne) iznosila 47.1% (8 jedinki) što je prikazano u tablici 3. Kao najučestaliji tip otpada zabilježena je plastika bijele boje ili prozirna koja je pronađena u probavilu 8 želvi (47.1%) (slika 13).

Ukupno je izolirano 50 komadija otpada, od kojih je 43 bilo veće od 10 mm. Srednja vrijednost broja komadija većih od 10 mm po kornjači je iznosila  $3.6 \pm 4.3$ . Kod većine želvi je pronađen veliki broj krupnijih i sitnijih komadija otpada u rasponu veličine od  $< 10$  do 160 mm (tablica 4). Komadiji manji od 10 mm najvjerojatnije su nastali fragmentacijom većih u probavnem sustavu glavatih želvi (slika 14). Kod pet jedinki je pronađen otpad manji od 10 mm. Otpad veći od 10 mm utvrđen je u probavnem sustavu 70.6% životinja, a dimenzije otpada kretale su se u rasponu od 10 do 160 mm (srednja vrijednost:  $37.1 \pm 28.9$  mm) (tablica 3). Otpad najvećih dimenzija (160 mm) zabilježen je u probavilu želve velike oklopne 51.3 cm pronađene u Medulinu (redni broj 42, tablica 3).

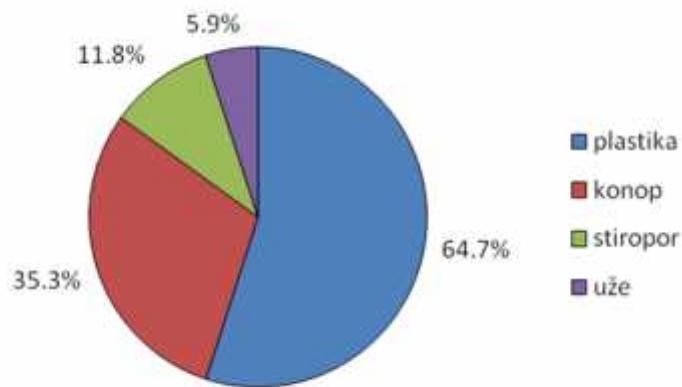
Tablica 3. Sastav otpada utvrđenog u probavnom sustavu ispitivanih glavatih želvi.

(Red. br. – redni broj životinje, prema rednom broju u tablici 2, SD – standardna devijacija, IPD – ispod praga detekcije, N – broj komadi a otpada)

Red. br.	Vrsta otpada	Boja	Velicina (mm)		Suhu masa (g)	N
			(srednja vrijednost ± SD)			
9	plastika	zelena	< 10		IPD	1
10	plastična vrećica, uže	prozirna, bijela	< 10, < 10		IPD	2
11	plastika	bijela	13		IPD	1
12	plastična vrećica	prozirna	< 10		IPD	1
13	konop, vrećica, plastika	crvena, crna, prozirna	13, 30, 43, 64, 77 (45.4 ± 25.7)	0.07	5	
19	konop	smeđa	23		IPD	1
22	plastika	crna	66		IPD	1
24	plastika	prozirna	10, 11, 13, 14, 23 (14.2 ± 5.2)	0.02	5	
31	konop	bijela	61		IPD	1
34	plastična vrećica	smeđa	28		IPD	1
35	plastika	prozirna	12, 15, 19, 20, 32, 34, 42, 47 (27.6 ± 12.9)	0.13	8	
36	stiropor	bijela	< 10		IPD	1
37	konop	zelena	13, 16, 25 (18.0 ± 6.2)		IPD	3
42	vrećica, konop, plastika	prozirna, bijela, crna	14, 19, 19, 23, 26, 28, 48, 51, 51, 52, 65, 76, 77, 84, 160 (52.9 ± 37.6)	0.71	15	
44	plastika	prozirna	< 10, 25		IPD	2
47	stiropor	bijela	< 10		IPD	1
48	konop	crvena	15		IPD	1
						Ukupno 50

Tablica 4. Veličina i broj komadića pojedinih vrsta otpada te broj jedinki kod kojih su utvrđeni (N = 17).  
 (SD – standardna devijacija)

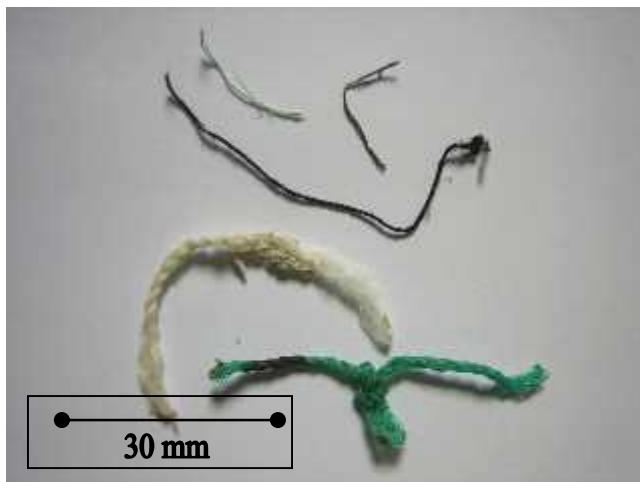
Vrsta otpada	Broj gl. želvi	Veličina (mm)	Ukupan broj komadića (srednji broj / želvi ± SD)
plastika	11	<10 – 160	39 (3.5 ± 4.2)
konop	6	15 – 61	8 (1.3 ± 0.8)
stiropor	2	<10	2
uže	1	<10	1



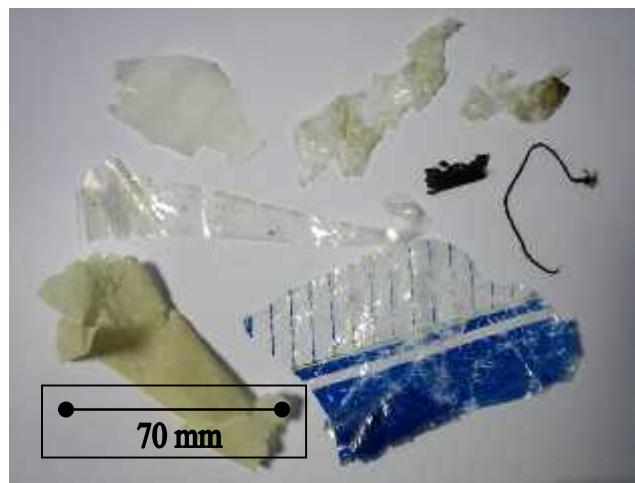
Slika 10. Učestalost pojedinih vrsta otpada u izoliranim uzorcima (N = 17).



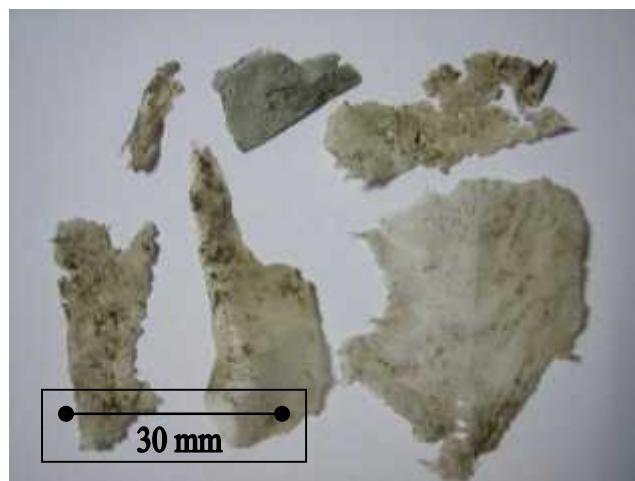
Slika 11. Sveukupno je zabilježeno četiri tipa otpada (plastika, konop, uže i stiropor).



Slika 12. Dijelovi ribarskih mreža (konop i uže).



Slika 13. Bijela i prozirna plastika bila je naju estaliji tip otpada u probavnom sustavu istraživanih želvi.



Slika 14. Manji komadi i vjerojatno su nastali fragmentacijom veih dijelova u probavilu želvi.

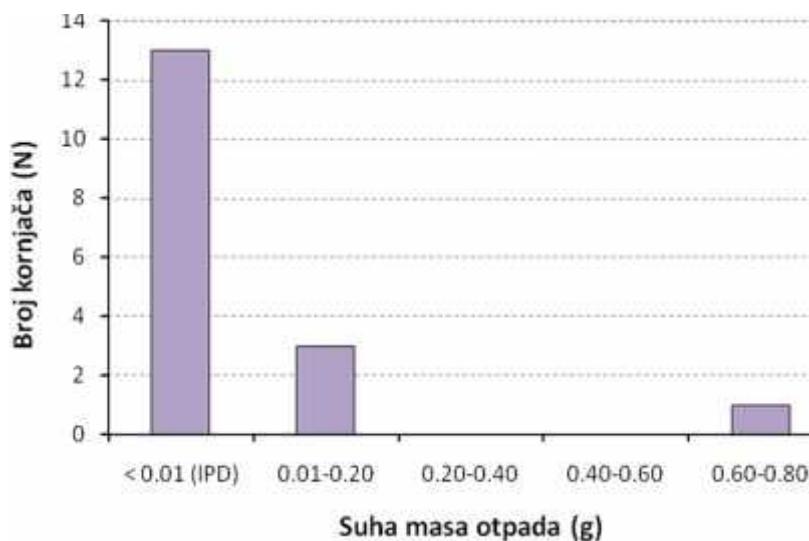
Otpad je u cijelokupnoj ishrani istraživanih glavatih želvi bio zastupljen sa svega 0.1% ukupne suhe mase (tablica 5). Zabilježene suhe mase otpada iznosile su izme u < 0.01 i 0.71g (srednja vrijednost:  $0.05 \pm 0.17$  g). Od ukupno 17 želvi kod kojih je otpad bio prisutan u probavnom sustavu, kod 13 jedinki (76.5%) utvr ena je zanemariva masa otpada koja je zabilježena kao IPD (ispod praga detekcije) (slika 15). Najve a izmjerena suha masa iznosila je 0.71 g , a zabilježena je kod životinje veli ine oklopa 51.3 cm (redni broj 42, tablica 3) kod koje je ujedno utvr en i najve i udio otpada u ishrani (35.0%).

Zna ajne razlike u koli ini otpada izme u spolova te životinja u oceanskoj (CCL 40 cm) i neriti koj (CCL > 40 cm) fazi nisu ustanovljene (Mann-Whitney U-test, p > 0.05).

Tablica 5. Suhe mase i udio otpada u ishrani istraživanih jedinki (N = 17).

(Redni broj – redni broj životinje, prema rednom broju u tablici 2), s.m.<sup>1</sup> – suha masa otpada (g), s.m.<sup>2</sup> – suha masa cjelokupne ishrane (g), IPD – ispod praga detekcije)

<b>Redni broj</b>	<b>CCL (cm)</b>	<b>s.m.<sup>1</sup> (g)</b>	<b>s.m.<sup>2</sup> (g)</b>	<b>udio (%)</b>
9	40.4	IPD	98.04	< 0.1
10	70.0	IPD	371.17	< 0.1
11	25.0	IPD	8.97	< 0.1
12	40.0	IPD	57.25	< 0.1
13	35.6	0.07	6.33	1.1
19	39.0	IPD	118.27	< 0.1
22	63.0	IPD	20.85	< 0.1
24	53.7	0.02	124.97	< 0.1
31	31.7	IPD	29.90	< 0.1
34	39.2	IPD	22.38	< 0.1
35	28.5	0.13	10.24	1.3
36	35.8	IPD	30.02	< 0.1
37	28.4	IPD	29.46	< 0.1
42	51.3	0.71	2.03	35.0
44	32.7	IPD	0.28	< 0.1
47	36.7	IPD	4.10	< 0.1
48	31.4	IPD	22.41	< 0.1
<b>Ukupno</b>		0.93	956.67	0.1



Slika 15. Raspodjela rezultata suhe mase otpada utvrđenog u probavnom sustavu glavatih želvi (N = 17).

## 4. Rasprrava

### 4.1. Otpad u ishrani glavate želve

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na relativno visoku u estalost antropogenog otpada (34.7 %) u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu. Rezultati u estalosti otpada u ovom istraživanju uglavnom su slični rezultatima studija provedenih u središnjem Sredozemnom moru, Atlantskom i Tihom oceanu (tablica 6). U usporedbi s rezultatima dobivenim u istraživanju provedenom u zapadnom Sredozemnom moru (tablica 6), rezultati ovog istraživanja ukazuju na puno manju u estalost otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu. Razlog tome je mala dubina sjevernog Jadrana što omoguće manjim kornjaama uron do dna i ishranu pridnenim vrstama plijena, dok su dubine u zapadnom Sredozemlju veće stoga su želve ograničene na ishranu u stupcu vode, što ih čini podložnijima slučajnom unosu otpada pri ishrani.

Tablica 6. U estalost otpada u ishrani morskih kornja a zabilježena u različitim istraživanjima  
(N - broj kornja a, u estalost – u estalost otpada (%), <sup>1</sup> - tek izlegle jedinke, \* - SCL (cm); ravna dužina karapaksa)

Vrsta	Područje istraživanja	N	CCL (cm)	U estalost (%)	Literurni izvor
<i>Caretta caretta</i>	sjeverni Jadran (sjeverno Sredozemno more)	54	25.0 - 79.0	34.7	ovo istraživanje
<i>Caretta caretta</i>	Malta (središnje Sredozemno more)	99	20.0 - 69.5	20.2	Gramentz 1988
<i>Caretta caretta</i>	zapadno Sredozemno more	30	37.0 - 72.0	83.3	Tomás i sur. 2001b
<i>Caretta caretta</i>	zapadno Sredozemno more	54	34.0 - 69.0	75.9	Tomás i sur. 2002
<i>Caretta caretta</i>	južna obala Teksasa	66	4.0 <sup>1</sup> - 109.0	47.0	Plotkin i Amos 1988
<i>Caretta caretta</i>	južna obala Teksasa	82	18.6 - 68.0	51.2	Plotkin i sur. 1993
<i>Caretta caretta</i>	isto na obala Floride	50	4.03 - 5.63*	32.0	Witherington 1994
<i>Caretta caretta</i>	južna obala Brazila	10	63.0 - 97.0	10.0	Bugoni i sur. 2001
<i>Caretta caretta</i>	središnji sjeverni Tihij ocean	52	13.5 - 74.0	34.6	Parker i sur. 2005
<i>Chelonia mydas</i>	Florida	43	20.6 - 42.7	56.0	Bjorndal i sur. 1994
<i>Chelonia mydas</i>	južna obala Brazila	38	28.0 - 50.0	60.5	Bugoni i sur. 2001
<i>Dermochelys coriacea</i>	Francuska (zaljev Biscay)	43	većinom odrasle jedinke	51.1	Duguy i sur. 1998
<i>Lepidochelys kempii</i>	južna obala Teksasa	50	5.2 - 71.0	34.0	Shaver 1991

Sve su jedinke kod kojih je utvrđen otpad u probavilu prikupljene tijekom toplog razdoblja godine, osim jedne životinje koja je našena u prosincu. Razlog tome bi mogla biti smanjena aktivnost, a time i ishrana želvi u hladnim mjesecima, uzrokujući tako i smanjen unos otpada u organizam. No uzorak životinja prikupljen tijekom hladnog razdoblja godine je preveliki da bi se sa sigurnošću mogla utvrditi veza između ljetnih mjeseci, većeg broja turista u priobalnim područjima, a s time povezano i veće količine otpada koji dospijeva u okoliš te povećanog unosa otpada u organizam glavatih želvi prilikom hrani.

U velikom broju istraživanja zabilježeni su različiti tipovi otpada u probavnem sustavu morskih kornjača poput plastičnih vrećica, platnenih materijala, ostataka mreža, konopa, užadi, dijelova staklenih boca, lateksa, aluminijskih folija, papira, kartona, stiropora, udica, stakla, materijala od gume, filtera cigareta, voska, celofana, drvenog ugljena i mnogih drugih (Lutcavage i sur. 1997). U ovom istraživanju zabilježene su četiri vrste otpada (slika 11). Plastika je bila najuobičajenija, a utvrđena je u probavnem sustavu 64.7 % istraživanih jedinki (slika 10). Mnoga dosadašnja istraživanja također su pokazala kako je plastika najčešći antropogeni otpad zabilježen u ishrani morskih kornjača i morskih sisavaca (Tomás i sur. 2002). Razlog tome je vrlo široka upotreba plastičnih materijala diljem svijeta za mnoge industrijske i komercijalne svrhe, narođeno kod pomaraca, te njihova vrlo mala težina i dugotrajna postojanost u okolišu zbog čega je plastika u posljednjih nekoliko desetljeća postala najbrojniji otpad u morskim ekosustavima (Laist i sur. 1999). U prilog tome govori i podatak kako udio plastike u ukupnoj količini antropogenog otpada na pojedinim lokalitetima morskog dna iznosi i više od 70% (Galgani i sur. 2000).

Rezultati ovog, ali i velikog broja drugih istraživanja pokazali su kako je upravo prozirna i bijela plastika najuobičajenija u ishrani morskih kornjača (Gramentz 1988, Bugoni i sur. 2001). Neki autori smatraju kako je tome razlog sljedeći: takvog tipa otpada sa pelagičnim plijenom, posebice meduzama (Mrosovsky 1981, Gramentz 1988, Plotkin i sur. 1993). Za potvrdu ove hipoteze, koja pretpostavlja da želve na neki način mogu razlikovati oblik i boju potencijalnog plijena, potrebna su još brojna istraživanja mirisne i vizualne osjetljivosti morskih kornjača (Tomás i sur. 2002). Nasuprot ovim rezultatima, brojni drugi radovi ukazuju na veliku raznolikost tipova, oblika i boja otpada zabilježenih u ishrani glavate želve (Witherington 1994, Tomás i sur. 2002) što potvrđuje ovu vrstu kao oportuniste ija prehrana isključivo ovisi o dostupnosti plijena i staništu ishrane gdje služeću progutajući otpad prilikom hrani.

se gladne želve aktivno hrane bilo kakvim materijalom odgovarajuće veličine i oblika, pa tako ak i plastikom i lateksom (Lutz 1990).

Iako je antropogeni otpad zabilježen u ishrani svih životnih stadija morskih kornjača, mlade pelagičke jedinke sklonije su služajnom unosu otpada prilikom hranjenja, a razlog tome je oportunistički, neselektivni način ishrane pelagičkih plijenom (Bjørndal 1997). Dosadašnja istraživanja provedena na glavatoj želvi u sjevernom Jadranu pokazala su kako do promjene iz pelagičkih u pridnena staništa u istraživanom području dolazi prije svega od oko 30 cm zakrivljene dužine karapaksa (Lazar i sur., u tisku). Većina životinja prikupljenih u ovom istraživanju bile su veće od 30 cm (45 jedinki, 91.8%) što dovodi do pretpostavke kako su se aktivno hratile najveće im dijelom pridnenim plijenom. To potvrđuju i rezultati ishrane koji su pokazali da je probavni sustav većine analiziranih jedinki sadržavao male količine otpada i velike količine pridnenog plijena. Ovakvi rezultati ujedno potvrđuju značaj sjevernog Jadrana kao važnog pridnenog staništa ishrane za glavatu želvu. Plotkin i sur. (1993) su pretpostavili kako ishrana na pridnenim staništima ima glavate želve manje podložnjima unosu otpada. Vjerojatno je upravo to razlog malom udjelu i manjoj količini otpada zabilježenima u ishrani glavate želve u ovom istraživanju.

Važan imbenik koji određuje količinu plijena pa tako i otpada u probavnem sustavu želvi je veličina životinje. U istraživanju provedenom na glavatoj želvi u zapadnom Sredozemnom moru zabilježeno je kako se volumen otpada u probavnem sustavu ispitivanih jedinki proporcionalno povećava sa veličinom životinja (Tomás i sur. 2002). Razlog tome je duži probavni trakt, veća kapacitet gutanja, veća energetska potreba i bolja mogućnost iskorištavanja većeg broja izvora hrane kod većih jedinki (Tomás i sur. 2001a).

Iako je raspon veličine prikupljenih želvi bio prilično velik (slika 8), zbog malih masa otpada zabilježenih u ovom istraživanju nije utvrđeno postojanje veze između veličine jedinke i količine otpada u probavilu, što ukazuje na istu izloženost otpadu prije ishrani jedinki u oceanskoj i neritičkoj fazi.

## **4.2. Utjecaji antropogenog otpada na preživljavanje glavate želve**

Prisutnost otpada u probavnom sustavu može imati brojne posljedice na zdravstveni status morskih kornjača. Ukoliko životinje progutaju veliku količinu otpada može doći do potpunog zatopljenja probavnog trakta što dovodi do smrti zbog izglađnjelosti (Lutz 1990). Takvi slučajevi zabilježeni su vrlo rijetko, a puno više su pronađene male količine otpada u probavnom sustavu morskih kornjača koje nisu bile neposredan uzrok smrtnosti ispitivanih želvi (Plotkin i Amos 1990, Bjorndal i sur. 1994).

No utjecaji otpada, akak i u malim količinama, slabo su poznati, ali potencijalno opasni zbog nagomilavanja i dugotrajnog zadržavanja u probavili, posebice plastičnih materijala i lateksa za koje je zabilježeno da mogu ostati prisutni i do 4 mjeseca u probavnom sustavu želvi (Lutz 1990). Prisutnost malenih komadića plastike i lateksa može uzrokovati ozbiljne promjene u funkciji probavnog sustava morskih kornjača koje se otkazuju padom razine glukoze u krvi, promjenama u metabolizmu masti i nakupljanjem plinova u debelom crijevu (Bjorndal 1997). Istraživanja provedena na jedinkama zelene želve prikupljenima u Brazilu i na Floridi pokazala su kako i male količine otpada prisutne u probavili mogu uzrokovati smrt morskih kornjača (Bugoni i sur. 2001, Bjorndal i sur. 1994).

Kod većine želvi uključenih u ovo istraživanje utvrđene su vrlo male količine otpada, a probavni sustav u akak 13 jedinki sadržavao je otpad zanemarive suhe mase ( $< 0.01 \text{ g}$ ) (slika 15). Jedina iznimka je kornjača veličine oklopa 51.3 cm (redni broj 42, tablica 3) kod koje je zabilježena najveća masa (0.71 g), najveći udio otpada u ishrani (35.0 %) i najveći komadić plastike od 160 mm te vrlo malo ostataka hrane. Budući da su u probavnom sustavu ispitivanih želvi zabilježene male količine otpada dobro pomiješane sa velikim količinama prirodnog plijena te da prilikom sekcija nisu zamijećene za epljenja ili oštećenja probavila, možemo pretpostaviti kako prisutnost otpada u probavnom sustavu nije bila neposredan uzrok smrtnosti analiziranih jedinki.

Puno su više i subletalni učinci unosa otpada koje je teže procijeniti, a mogu nastupiti zbog apsorpcije otrovnih tvari iz otpada (poput PCB-a; poliklorirani bifenili), mehaničkih oštećenja stijenki probavnih organa, blokiranja apsorpcijskih površina u probavili i smanjenja nutritivne vrijednosti ishrane budući da otpad zamjeni energetski bogati prirodni plijen te natjecati se s pretečom apsorpciju nutrijenata (Bjorndal 1997). Subletalne posljedice unosa otpada imaju znatno veći utjecaj od direktnih smrtnosti na populacije glavate želve uzrokujući

smanjenje brzine rasta i reproduktivne sposobnosti (McCauley i Bjorndal 1999). McCauley i Bjorndal (1999) su ustanovili kako su juvenilne glavate želve puno osjetljivije na smanjenje nutritivne vrijednosti ishrane zbog prisutnosti otpada od većih jedinki, a razlog tome je manja veličina tijela te ujedno i manji kapacitet probavila kao i ograničena sposobnost povećanja unosa hrane. Smanjeni unos energije i dušika može imati brojne ozbiljne posljedice za rane razvojne stadije glavatih želvi kao što su: smanjena sposobnost dolaska do odgovarajućih morskih struha, dulje trajanje razvojnog perioda pri većim inama pri kojima su najosjetljivije na predatore, iscrpljenje energetskih rezervi te smanjena brzina rasta i smanjeno preživljavanje (McCauley i Bjorndal 1999).

Relativno visoka učestalost otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu i mogući subletalni utjecaji na fiziološke procese, posebice fiziologiju ishrane i resorpcijsku mogućnost crijeva, te značaj Jadrana kao važnog staništa za različite razvojne stadije i odrasle jedinke ukazuju na potrebu smanjenja unosa antropogenog otpada u ekosustav Jadranskog mora kako bi se omogućila pravilna zaštita i očuvanje ove ugrožene vrste.

Zabilježeno je da je unos plastike u vremenu hranjenja u plitkim vodama Jadrana uzrokovao smrt ženke Cuvierovog kljunastog kita (Gomerić i sur. 2006).

Ovo je da opasnosti koje prijete cjelokupnoj bioraznolikosti morskih ekosustava, uključujući i one izuzetne antropogenim otpadom, zahtijevaju poduzimanje ozbiljnih mjera. Kombinacija zakonskih odredbi i povećanje ekološke svjesnosti putem edukacije građana najbolji je način da se riješi postojeći ekološki problemi (Derraik 2002).

## **5. Zaključak**

---

Provedena kvalitativna i kvantitativna analiza otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu ukazuje na sljedeće zaključke:

- antropogeni otpad, utvrđen u probavnom sustavu 17 životinja (34.7%) ukazuje na relativno visoku učestalost otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu
- od četiri utvrđene vrste antropogenog otpada (plastika, konop, stiropor i uže), plastika je bila najčešća učestalija, a zabilježena je u probavnom sustavu 11 jedinki (64.7%)
- zabilježene su relativno male suhe mase otpada (< 0.01 i 0.71 g), a otpad je u cijelokupnoj ishrani bio zastavljen sa svega 0.1% ukupne suhe mase na temelju čega se može prepostaviti kako prisutnost otpada u probavnom sustavu nije neposredan uzrok smrtnosti ispitivanih želvi
- utvrđena relativno visoka učestalost otpada u ishrani glavatih želvi uključujući u ovo istraživanje ukazuje na potrebu smanjenja unosa antropogenog otpada, posebice plastike, u ekosustav Jadranskog mora.

## **6. Literatura**

---

- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Lagueux, C.J. 1994. Ingestion of marine debris by juvenile sea turtles in coastal Florida habitats. *Marine Pollution Bulletin* 28: 154-158.
- Bjorndal, K.A. 1997. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. U: Lutz, P.L., Musick, J.A. (ur.) *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton: 199-231.
- Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Martins, H.R. 2000. Somatic growth model of juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*: Duration of pelagic stage. *Marine Ecology Progress Series* 202: 265-272.
- Bolten, A.B. 2003a. Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. U: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (ur.) *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton: 243-257.
- Bolten, A.B. 2003b. Active swimmers-passive drifters: the oceanic juvenile stage of loggerheads in the Atlantic System. U: Bolten, A.B., Witherington, B. (ur.) *Loggerhead Sea Turtles*. Smithsonian Books, Washington: 63-78.
- Broderick, A.C., Glen, F., Godley, B.J., Hays, G.C. 2002. Estimating the number of green and loggerhead turtles nesting annually in the Mediterranean. *Oryx* 36 (3): 227-236.
- Broderick, A.C., Coyne, M.S., Fuller, W.J., Glen, F., Godley, B.J. 2007. Fidelity and over-wintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 1533-1538.
- Bugoni, L., Krause, L., Petry, M.V. 2001. Marine debris and human impacts on sea turtles in southern Brazil. *Marine Pollution Bulletin* 42: 1330-1334.
- Casale, P., Laurent, L., De Metrio, G. 2004. Incidental capture of marine turtles by Italian trawl fishery in the northern Adriatic Sea. *Biol. Conserv.* 119: 287-295.

Casale, P., Freggi, D., Basso, R., Argano, R. 2005. Oceanic habitats for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. Marine Turtle Newsletter 107: 10-11.

Casale, P. 2008. Incidental catch of marine turtles in the Mediterranean Sea: captures, mortality, priorities. WWF Mediterranean Marine Turtle Programme c/o WWF Italy, Rome.

Coe, J.M. i Rogers, D.B. 1997. Marine debris: sources, impacts and solutions. Springer Series on Environmental Management, Springer-Verlag, New York: 432.

Derraik, J.G.B. 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin 44: 842-852.

Dodd, C.J. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). Biological Report 88. Fish and Wildlife Service. U.S. Department of the Interior, Washington D.C.

Duguy, R., Morinier, P., Le Milinaire, C. 1998. Facteurs de mortalité observés chez les tortues marines dans le golfe de Gascogne. Oceanologica Acta 21: 383-388.

Galgani, F., Leaute, J.P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J.C., Poulard, J.C., Nerisson, P. 2000. Litter on the Sea Floor Along European Coasts. Marine Pollution Bulletin 40: 516-527.

Goldberg, E.D. 1994. Diamonds and plastics are forever? Marine Pollution Bulletin 28: 466.

Gomer i , uras Gomer i , M., Gomer i , T., Luci , H., Dalebout, M., Galov, A., Škrti , D., urkovi , S., Vukovi , S., Huber, . 2006. Biological aspects of Cuvier' s beaked whale (*Ziphius cavirostris*) recorded in the Croatian part of the Adriatic Sea. European Journal of Wildlife Research 52: 182-187.

Gramentz, D. 1988. Involvement of loggerhead turtle with the plastic, metal, and hydrocarbon pollution in the Central Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 19: 11-13.

Hilton-Taylor, C. (ur.) 2000. 2000 IUCN Red list of threatened species. IUCN, Gland, Switzerland.

Hirayama, R. 1998. Oldest known sea turtle. Nature 392: 705-708.

Houghton, J.D.R., Woolmer, A., Hayes, G.C. 2000. Sea turtle diving and foraging behaviour around the Greek Island of Kefalonia. Journal of Marine Biological Association of U.K. 80: 761-762.

Laist, D.W. 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 18: 319-326.

Laist, D.W., Coe, J.M., O' Hara, K.J. 1999. Marine debris pollution. U: Twiss Jr., J.R., Reeves, R.R. (ur.) Conservation and Management of Marine Mammals. Smithsonian Institution Press, Washington: 342-366.

Laurent, L. i Lescure, J. 1994. L'hivernage des tortues caouannes *Caretta caretta* dans le sud Tunisien. Revue d'Ecologie (Terre et Vie) 49: 63-85.

Lazar, B. i Tvrkovi , N. 1995. Marine turtles in the eastern part of the Adriatic Sea: a preliminary research. Natura Croatica 4(1): 59-74.

Lazar, B., Zavodnik, D., Grbac, I., Tvrkovi , N. 2002. Diet composition of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in the northern Adriatic Sea: a preliminary study. U: Mosier, A. i sur. (ur.) Proceedings of the Twentieth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-477, Miami: 146-147.

Lazar, B., García-Borboroglu, P., Tvrkovi , N., Žiža, V. 2003. Temporal and spatial distribution of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the eastern Adriatic Sea: a seasonal migration pathway? U: Seminoff, J.A. (ur.) Proceedings of the Twenty second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-503. Miami: 283-284.

Lazar, B., Margaritoulis, D., Tvrković, N. 2004. Tag recoveries of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the eastern Adriatic Sea: implications for conservation. Journal of the Marine Biological Association. U.K. 84: 475-480.

Lazar, B., Graan, R., Zavodnik, D., Tvrković, N. (u tisku). Feeding ecology of "pelagic" loggerhead turtles, *Caretta caretta*, in the northern Adriatic Sea: proof of an early ontogenetic habitat shift. U: Proceedings of the Twenty fifth International Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, Savannah, U.S.A. 2005.

Lazar, B., Graan, R., Zavodnik, D., Katić, J., Buršić, M., Tvrković, N. 2006. Diet composition of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the eastern Adriatic Sea. U: Frick, M., Panagopoulou, A., Rees, A.F., Williams, K. (ur.) Book of Abstracts, Twenty sixth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, International Sea Turtle Society, Athens, Greece: 194-195.

Limpus, C.J. i Limpus, D.J. 2003. Biology of the loggerhead turtle in western south Pacific ocean foraging areas. U: Bolten, A.B., Witherington, B. (ur.) Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Books, Washington: 93-113.

Lutcavage, M.E., Plotkin, P., Witherington, B., Lutz, P.L. 1997. Human impacts on sea turtle survival. U: Lutz, P.L., Musick, J.A. (ur.) The biology of sea turtles. CRC Press, Boca Raton: 387-409.

Lutz, P.L. 1990. Studies on the ingestion of plastic and latex by sea turtles. U: Shomura, R.S., Godfrey, M.L. (ur.) Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-154, Honolulu, Hawaii: 719-735.

Margaritoulis, D., Argano, R., Baran, I., Bentivegna, F., Bradai, M.N., Camiñas, J.A., Casale, P., De Metrio, G., Demetropoulos, A., Gerosa, G., Godley, B.J., Haddoud, D.A., Houghton, J., Laurent, L., Lazar, B. 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean: present knowledge and conservation perspectives. U: Bolten, A.B., Witherington, B. (ur.) Loggerhead Sea Turtles. Smithsonian Books, Washington: 175-198.

Mc Cauley, S.J. i Bjorndal, K.A. 1999. Conservation implications of dietary dilution from debris ingestion: sublethal effects in post-hatchling loggerhead sea turtles. *Conservation Biology* 13: 925-929.

Meylan, A.B. i Meylan, P.A. 1999. Introduction to the evolution, life history and biology of sea turtles. U: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donelly, M. (ur.) *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC MTSG 4: 3-5.

Miller, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. U: Lutz, P.L., Musick, J.A. (ur.) *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton: 51-81.

Mrosovsky, N. 1981. Plastic jellyfish. *Marine Turtle Newsletter* 17: 5-7.

Mrosovsky, N., Kamel, S., Rees, A.F., Margaritoulis, D. 2002. Pivotal temperature for loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from Kyparissia Bay, Greece. *Can. J. Zool.* 80: 2118-2124.

Musick, J.A. i Limpus, C.J. 1997. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. U: Lutz, P.L., Musick, J.A. (ur.) *The biology of sea turtles*. CRC Press, Boca Raton: 137-163.

Parker, D.M., Cooke, W.J., Balazs, G.H. 2005. Diet of oceanic loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the central North Pacific. *Fishery Bulletin* 103: 142-152.

Pérès, J.M. i Gamulin-Brida, H. 1973. Biološka oceanografija (Bentos-Bentoska bionomija Jadranskog mora). Školska knjiga. Zagreb: 1-493.

Pitman, R.L. 1990. Pelagic distribution and biology of sea turtles in the eastern tropical Pacific. U: Richardson, T.H. i sur. (ur.) *Proceedings of the Tenth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-278, Miami: 143-148.

Plotkin, P.T. i Amos, A.F. 1988. Entanglement in and ingestin of marine debris by sea turtles stranded along the South Texas coast. U: Schroeder, B.A. (ur.) Proceedings of the Eighth Annual Workshop on Sea Turtle Biology and Conservation . NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFC-214, Forth Fisher, South Carolina: 79-82.

Plotkin, P.T. i Amos, A.F. 1990. Effects of anthropogenic debris on sea turtles in the Northwestern Gulf of Mexico. U: Shomura, R.S., Godfrey, M.L. (ur.) Proceedings of the Second International Conference on Marine Debris. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-154, Honolulu, Hawaii: 736-743.

Plotkin, P.T., Wicksten, M.K., Amos, A.F. 1993. Feeding ecology of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in the Northwestern Gulf of Mexico. *Marine Biology* 115: 1-15.

Pritchard, P.C.H. i Mortimer, J.A. 1999. Taxonomy, external morphology and species identification. U: Eckert, K.L., Bjorndal, K.A., Abreu-Grobois, F.A., Donelly, M. (ur.) Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC MTSG 4: 21-38.

Seney, E.E., Musick, J.A., Morrison, A.K. 2001. Diet analysis of stranded loggerhead and kemp's ridley sea turtles in Virginia, U.S.A.. U: Seminoff, J.A. (ur.) Proceedings of the Twenty second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-503, Miami: 231.

Shaver, D.J. 1991. Feeding ecology of wild and head-started kemp's ridley sea turtles in South Texas Waters. *Journal of Herpetology* 25: 327-334.

Tomás, J., Aznar, F.J., Raga, J.A. 2001a. Feeding ecology of the loggerhead turtle *Caretta caretta* in the western Mediterranean. *Journal of Zoology* 255: 525-532.

Tomás, J., Aznar, F.J., Raga, J.A. 2001b. The influence of human activities upon feeding of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the western Mediterranean: costs and benefits. U: Margaritoulis, D., Demetropoulos, A. (ur.) Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. Rim: 231-235.

Tomás, J., Guitart, R., Mateo, R., Raga, J.A. 2002. Marine debris ingestion in loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, from the Western Mediterranean. Marine Pollution Bulletin 44: 211-216.

Walker, C.H., Hopkin, S.P., Sibyl, R.M., Pekall, D.B. 2001. Principles of ecotoxicology. Second edition. Taylor and Francis Inc., New York.

Werner, E.E. i Gilliam, J.F. 1984. The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. Annual Review of Ecology and Systematics 15: 393-425.

Wibbels, T. 2003. Critical approaches to sex determination in sea turtles. U: Lutz, P.L., Musick, J.A., Wyneken, J. (ur.) The biology of sea turtles, Vol.2. CRC Press, Boca Raton: 103-134.

Witherington, B.E. 1994. Flotsam, jetsam, post-hatchling loggerheads, and the advecting surface smorgasbord. U: Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Jonson, D.A., Eliazar, P.J. (ur.) Proceedings of the Fourteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-351, Miami: 166-168.

Wyneken, J. 2001. The anatomy of sea turtles. U.S. Department of Commerce NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-470. Miami, USA.