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/urn:nbn:hr:217:922402

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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 Gračan na nesebičnoj pomoći, kao i mojim kolegicama Moiri, Jeleni i Sonji s kojima sam zajednički 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, najveće 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 ± 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 kretao između < 0.01 i 0.71g. Na temelju dobivenih rezultata se može pretpostaviti kako prisutnost krupnog otpada u probavnom sustavu analiziranih jedinki nije bila direktan uzrok njihova uginuća. Ipak relativno visoka učestalost i mogući subletalni učinci unosa otpada, te oportunistički način ishrane glavate želve i značaj sjevernog Jadrana kao važnog pridnenog staništa ukazuju na činjenicu kako je smanjenje unosa antropogenog otpada, posebice plastike, u ekosustav Jadrana jedan od preduvjeta 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

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

Rad prihvaćen: 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 *Carreta Carreta* 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 ± 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 kornjača 1

1.2. Životni ciklusi 2

1.3. Biologija ishrane 6

1.4. Ugroženost morskih kornjača 7

1.4.1. Antropogeni utjecaji na kopnu i u moru 7

1.4.2. Utjecaj onečišćavala 8

1.4.3. Krupni otpad u morskom ekosustavu 9

1.5. Morske kornjače u Sredozemnom i Jadranskom moru 10

1.6. Ciljevi istraživanja 11

2. Materijali i metode 12

2.1. Područje 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. Statistička 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 razvojne grane danas živućih 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 krijovratke (Cryptodira)

Recentne morske kornjače su monofiletička skupina 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 Dermochelydae (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 hidrodinamičnost tijela udovi su preobraženi u peraje, prsti prednjih peraja znatno su se produžili čime se povećala površina 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 pločica koje sadrže pigment. Porodica uključuje šest vrsta:

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

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

Porodica **Dermochelydae** danas je zastupljena samo s jednom vrstom, sedmoprugom usminjačom (*Dermochelys coriacea* Vandelli 1761), za koju je značajna redukcija ploča oklopa koji je građen od mozaika malih koštanih pločica prekrivenih kožom.

Uz iznimku kempijeve želve, ograničene na područje Meksičkog zaljeva i istočnu obalu Sjedinjenih Američkih Država te ravnoleđne želve koja je endemična vrsta u području kontinentalne podine Australije, ostale vrste morskih kornjača su kozmopolitske vrste, rasprostranjene u svim toplim morima i oceanima (Meylan i Meylan 1999).

1.2. Životni ciklusi

Iako među vrstama postoje velike razlike u metaboličkim prilagodbama - od hibernacije do endotermije u sedmopruge usminjače, u specijaliziranosti u ishrani - od karnivornog do herbivornog načina ishrane, te u načinu gniježđenja - od masovnog gniježđenja, tzv. "dolaska" (*arribada*) kod vrsta roda *Lepidochelys* do solitarnog gniježđenja kod karetne i ravnoleđne želve, životni ciklusi svih sedam vrsta morskih kornjača u osnovi su slični (Bolten 2003a). Sve su morske kornjače dugoživući organizmi te im treba i do 30 godina za dostizanje spolne zrelosti. Tijekom života mijenjaju različita 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.

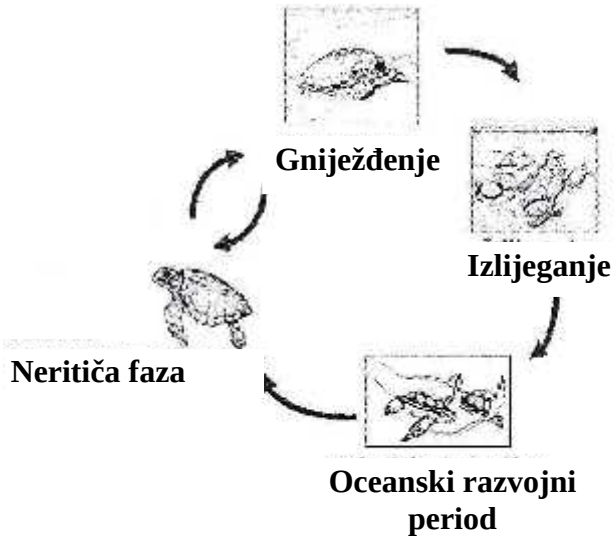
Sezona razmnožavanja započinje migracijom spolno zrelih ženki i mužjaka prema gnjezdištima, a pri tome mogu prevaliti udaljenosti od nekoliko tisuća kilometara ovisno o udaljenosti staništa ishrane od gnjezdišta. Ženke gnijezde najčešće tijekom toplih mjeseci u godini na pješčanim plažama visoko iznad zone plime i oseke. Tijekom reproduktivne sezone polažu velik broj jaja, a razdoblje između polaganja jaja provode u blizini plaže. Vremenski razmak između dva gniježđenja razlikuje se među 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 područjima gdje su se i same izlegle.

Na uspješnost inkubacije jaja djeluju okolišni čimbenici: 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 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 kornjača.

Pretpostavlja se da je predak recentnih vrsta morskih kornjača nastanjivao obalne slane močvare i estuarije, a prelaskom u morska staništa razvio se **neritički razvojni tip**. Preostala dva su se razvila iz ovog evolucijski najstarijeg razvojnog tipa. Jedini predstavnik ovog tipa je ravnoleđna 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 najmlađi. Ovom tipu pripadaju sedmopruga usminjača i populacije maslinaste želve u istočnom 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 neritičku provinciju (Bolten 2003a).

Oceansko – neritički razvojni tip smatra se evolucijski najnaprednijim budući da najveći broj vrsta pripada upravo ovom tipu. Predstavnici ovog tipa su glavata želva, zelena želva, karetna 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 čega dolazi do ontogenetske promjene staništa, odnosno prijelaza u plitka neritička staništa gdje se nastavlja razvojni ciklus (Bolten 2003a). Do prijelaza u neritičku provinciju dolazi zbog energetski isplativije hrane kako bi se povećala brzina rasta (Werner i Gilliam 1984).

Trajanje razvojnog stadija u oceanskoj provinciji razlikuje se među vrstama i populacijama. Zelena i karetna želva prelaze u neritička 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). Pacifičke 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 neritička staništa događa 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 kornjača i o ranom juvenilnom razvojnom stadiju, pa se to razdoblje naziva »izgubljene godine«. Za većinu vrsta nije poznato trajanje niti lokacija tog stadija. Nakon ulaska u more tek izlegle kornjače 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 vreće. Slijedeći razvojni period traje od nekoliko dana do nekoliko mjeseci, a započinje kada se počnu aktivno hraniti, obično dok se još uvijek nalaze u neritičkoj 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 započinje kada juvenilne želve dospiju u oceansku provinciju gdje provode 75% vremena u gornjih 5 m stupca vode, povremeno zaranjajući na veće dubine. Njihovo je kretanje u ovoj fazi aktivno i pasivno u odnosu na oceanografske i meteorološke čimbenike. Često se zadržavaju u blizini podmorskih hridi, grebena i oceanskih otoka gdje mogu privremeno prijeći i na ishranu pridnenim organizmima.

Slijedeći razvojni stadij započinje dolaskom želvi u plitke vode neritičke provincije gdje prelaze na ishranu pridnenim vrstama plijena, iako djelomično love plijen i u cijelom stupcu vode. Kod nekih populacija postoji i prijelazni period u kojem želve izmjenjuju oceanska i neritička staništa najčešće u područjima gdje glavne oceanske struje ulaze u neritičku zonu ili prolaze uz nju (Bolten 2003b). Istraživanja u Tihom oceanu pokazala su da pojedine jedinke glavate želve mogu provesti čitav život u otvorenim oceanskim vodama, dolazeći u neritička staništa samo za vrijeme razmnožavanja (Parker i sur. 2005). Nakon što dostignu spolnu zrelost odrasle jedinke napuštaju neritička staništa i migriraju prema reproduktivnim staništima putem specifičnih migracijskih koridora koji, ovisno o geografskoj lokaciji, mogu prolaziti oceanskom ili neritičkom 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 praćenjem 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 razvojnom stadiju morske kornjače su omnivorni oportunisti na što ukazuje velika raznolikost u ishrani pelagičkim organizmima. Razvojni oblici glavate, zelene, karetne i kempijeve 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 rakuščima, planktonskim jajima riba, ličinkama 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, hraneći se prvenstveno morskim cvjetnicama i algama. Karetna želva nastanjuje tvrde podloge i grebene gdje se hrani inkrustriranim organizmima, spužvama i mahovnjacima. Kempijeva želva pretežito se hrani rakovima na pjeskovitim ili muljevitim, plitkim dnima. Maslinasta i ravnoleđna želva su vezane za pomične podloge na većim dubinama gdje se hrane uglavnom rakovima. Sedmopruga usminjača provodi čitav život u oceanskoj zoni, a hrani se u čitavom stupcu vode od površine do većih 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 kontinentalne podine Australije zabilježeni puževi, školjkaši i rakovi (Limpus i Limpus 2003). Studije rađene 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 trpovima (Laurent i Lescure 1994), dok najčešći plijen populacije u Grčkoj predstavljaju školjkaši i morske cvjetnice (Houghton i sur. 2000). Preliminarni razultati istraživanja u sjevernom Jadranu ukazuju na najveći udio ježinaca, spužvi i dekapodnih rakova u ishrani (Lazar i sur. 2002), dok su u novijim istraživanjima kao najučestaliji plijen navedene moruzgve, rakovi i mekušci (Lazar i sur. 2006).

1.4. Ugroženost morskih kornjača

1.4.1. Antropogeni utjecaji na kopnu i u moru

Brojnost morskih kornjača se u posljednjih nekoliko godina drastično 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 područja doveli su do drastičnih promjena u morskim staništima i na gnjezdištima 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 kritično ugrožene vrste (Hilton – Taylor 2000). U Hrvatskoj su od 1995. godine zakonom zaštićene glavata, zelena želva i sedmopruga usminjača.

Brojna gnjezdišta su nestala ili su drastično degradirana, a najveću prijetnju predstavlja pretjerana urbanizacija obale i razvoj turizma. Svjetlosno zagađenje, promet, uznemiravanje na gnjezdištima, sakupljanje jaja i unos grabežljivaca poput pasa, lisica, čagljeva, divljih svinja, samo su dio ljudskih aktivnosti koje ugrožavaju morske kornjače prilikom boravka na kopnu (Lutcavage i sur. 1997).

Slučajan ulov u ribarske mreže predstavlja najveću prijetnju morskim kornjačama u svim svjetskim morima. U Sredozemnom moru se svake godine slučajno ulovi velik broj želvi u razne ribolovne alate. Procjenjuje se da slučajan ulov iznosi najmanje 150000 ulova godišnje uz smrtnost od 50000 jedinki. Najsmrtonosnije ribarsko oruđe za želve u Sredozemlju su mreže stajačice koje predstavljaju veliku prijetnju malim juvenilnim, ali i velikim odraslim jedinkama, što potvrđuje izuzetno visoka smrtnost od 60% (Casale 2008). Jadran, posebice sjeverni dio, je jedno od najintenzivnije izlovljavanih područja u Sredozemnom moru.

Slučajan ulov u istočnom Jadranu procijenjen je na 2500 ulova godišnje (Lazar i Tvrtković 1995), dok se u zapadnom dijelu taj broj penje i preko 4000 ulova (Casale i sur. 2004). Iako direktna smrtnost u pridnenim kočama nije izuzetno visoka, pa tako u istočnom 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 istočnom 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. Upotrebom eksploziva u ribarstvu, sidrenjem te taloženjem mulja s kopna uništavaju se visokoproduktivna područja livada morskih cvjetnica i koraljnih grebena. Kočarenjem 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 onečišćavala

U moru, ali i na obalama čest je problem velikih količina *organskih onečišćavala*, 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. Udišući zrak na površini vode u pluća unose otrovne pare, no najveće količine 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 opterećuje zagađenje teško razgradivim organokloridima, poput PCB-a i DDT-a, iz industrijskih i poljoprivrednih izvora na kopnu te *teškim metalima* čije se povećane koncentracije najvećim dijelom dovode u vezu s nekontroliranim ispuštanjem industrijskih otpadnih voda koje rijekama dospijevaju u mora i oceane.

Budući da organska onečišćavala i teški metali imaju svojstva nagomilavanja u organizmima i biomagnifikacije putem hranidbenih mreža, najveću opasnost predstavljaju dugoživućim organizmima i vrstama na višem trofičkom položaju poput karnivorne glavate želve. 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 čamaca, 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 pelagičkih organizama, a zatim se istaloži na obalama i morskom dnu gdje se razgrađuje godinama ili čak desetljećima (Laist 1987). Akumulacija otpada na morskom dnu može spriječiti normalnu izmjenu plinova između površinskih voda i dubinskih vodenih masa što rezultira pojavom anoksije ili hipoksije na pridnenim staništima te tako mijenja sastav životnih zajednica na morskom dnu i negativno djeluje na normalno funkcioniranje 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 prvih nekoliko godina života vezane za morske struje u otvorenim oceanskim vodama koje su ujedno i mjesta 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 usminjače su pelagički organizmi (najvećim dijelom meduze) koje vjerojatno zamijeni za prozirnu plastiku što dokazuje visoka učestalost upravo tog tipa otpada nađenog u probavnom sustavu ove vrste (Mrosovsky 1981). Prisutnost antropogenog otpada u probavnom sustavu mnogih morskih organizama može nanijeti ozbiljne ozljede i naposljetku dovesti do smrti životinje što je posebice upozoravajuća činjenica ukoliko se radi o ugroženim vrstama kao što su morske kornjače.

Zapetljanja kornjača u odbačenu ribolovnu opremu također mogu imati kobne posljedice poput raznih ozljeda, infekcija ili čak amputacije zapetljanih dijelova tijela. Smanjena pokretnost onemogućuje 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 kornjače u Sredozemnom i Jadranskom moru

Zelena i glavata želva su dvije vrste morskih kornjača koje gnijezde u Sredozemnom moru, dok je glavata želva ujedno i stalni stanovnik Jadranskog mora. Prema hidrološkim uvjetima, u Sredozemnom moru razlikujemo dva glavna područja: zapadni i istočni dio. Za istočni dio su značajne više temperature i veći salinitet stoga su područja gniježđenja ograničena prvenstveno na istočni 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 između 339 i 360 jedinki (Broderick i sur. 2002). Sredozemna populacija glavate želve je jedna od najvećih populacija ove vrste u svijetu. Godišnje se gnijezdi između 2280 i 2787 ženki s razmakom od dvije godine između reproduktivnih sezona (Broderick i sur. 2002). Najveća gnjezdišta nalaze se na plažama u Grčkoj, Turskoj, na Cipru i u Libiji. Otok Zakynthos u Grčkoj predstavlja područje najveće koncentracije gnjezdišta s prosječnim brojem gnijezda od 230 po kilometru u jednoj reproduktivnoj sezoni. Oceanska staništa ranih razvojnih stadija nalaze se u zapadnom i istočnom Sredozemnom moru, dok su pridneni razvojni stadiji i spolno zrele želve vezane za plitka neritička staništa u istočnom dijelu bazena (Margaritoulis i sur. 2003).

Sjeverni i srednji Jadran, zajedno sa zaljevom Gabès u Tunisu, su dva najveća plitka područja (s dubinama manjim od 200 m) u Sredozemnom moru (Margaritoulis i sur. 2003). Povoljne temperature mora i bogat sastav pridnenih zajednica čine ova dva područja najvažnijim pridnenim staništima ishrane za populacije glavate želve u Sredozemnom moru što dokazuje i velik broj nalaza želvi markiranih na gnjezdištima u Grčkoj (Margaritoulis i sur. 2003, Lazar i sur. 2004). Morske kornjače su u Jadranu prisutne tijekom cijele godine, a zabilježene su i sezonske migracije. Zimi, kada temperatura mora pada, jedinke napuštaju plitka neritička staništa sjevernog Jadrana i migriraju u područja južnije od oko 45° geografske širine te tamo prezimljuju. U proljeće, s porastom temperature mora, postaju aktivnije te se dio njih vraća u sjeverni Jadran (Lazar i sur. 2003). Plitka područja sjevernog Jadrana predstavljaju neritičko stanište, dok se južni Jadran smatra oceanskim razvojnim staništem za rane razvojne stadije (Casale i sur. 2005), što čini Jadran jednim od najznačajnijih 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 učestalosti 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. Područje istraživanja

Jadran je zatvoreno more, razvijeno najvećim dijelom na području kontinentalne podine. Otranska vrata (širine 72 km i dubine 741 m) omogućavaju ulijevanje toplije i slanije mediteranske vode u Jadran te izlijevanje hladnije jadranske vode bogatije kisikom u Sredozemno more. U Jadranu 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 utječu na gibanje vode, ekološke prilike te sastav životnih zajednica u Jadranu (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.

Istočna obala Jadranskog mora pretežno je kamenita i strma, bogata otocima, dok je zapadna slabije razvedena i pokrivena pjeskovitim sedimentima. Jadranska podina prekrivena je najvećim dijelom muljevitim i pjeskovitim sedimentima. Pjeskoviti sedimenti se formiraju u priobalnim i plitkim područjima, a prevladavaju u sjevernom i dijelu srednjeg Jadrana gdje jače pridnene struje onemogućavaju taloženje sitnih čestica mulja. Muljeviti sedimenti se formiraju u područjima slabijeg gibanja morske vode, a dolaze u dubokom dijelu otvorenog

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

Sjeverni Jadran je najsjeverniji dio Sredozemnog mora s mnogim karakteristikama obalne zone. To je najpliće područje s maksimalnom dubinom od 50 m, velikim godišnjim kolebanjima temperature i saliniteta te znatno većim amplitudama plime i oseke nego u ostatku Jadrana. Prosječne ljetne temperature na čitavom području otvorenog Jadrana iznose oko 22 - 25°C na površini mora, dok se zimi kreću od 6 do13°C u sjevernom Jadranu, odnosno 12-13°C u srednjem i 13-15° u južnom Jadranu. Rijeke donose znatne količine hranjivih tvari koje čine sjeverni Jadran zonom visoke produktivnosti s bogato razvijenim bentoskim zajednicama. Na pomičnim dnima sjevernog Jadrana dominira biocenoza muljevitih detritusnih dna, koja je zbog niskog stupnja prozirnosti, prisutna na dubini od oko 13 m odnosno na plitkom području, koje u ostalim predjelima Jadranskog i Sredozemnog mora pripada infralitoralnoj stepenici (Pérès i Gamulin-Brida 1973).

Izoliran položaj Jadranskog mora, gusto naseljena priobalna područja te razvijene turističke djelatnosti razlog su povećanog unosa štetnih tvari (organska onečišćavala, teški metali, krupni otpad) u Jadran, a najopterećeniji je upravo sjeverni dio. Osim direktnog unosa, znatne količine onečišćavala dolaze donosima rijeka, posebice rijekom Po, iz industrijskih i poljoprivrednih izvora na kopnu što dodatno opterećuje cjelokupni 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 obrađeno je 49 jedinki glavate želve. Sve jedinke su pronađene uginule izbačene 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	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
2	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
3	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
4	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
5	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
6	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
7	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
8	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
9	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
10	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
11	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
12	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
13	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	ribarska mreža
14	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
15	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
16	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
17	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
18	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
19	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
20	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
21	*C. caretta*	Rovinj, HR	koća
22	*C. caretta*	Lošinj, HR	nađena na obali
23	*C. caretta*	Poreč, HR	nađena na obali
24	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
25	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
26	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	?
27	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
28	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
29	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
30	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
31	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
32	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
33	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
34	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
35	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
36	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
37	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
38	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
39	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
40	*C. caretta*	Pula, HR	nađena na površini mora
41	*C. caretta*	Pula, HR	?
42	*C. caretta*	Medulin, HR	nađena na obali
43	*C. caretta*	Krk, HR	?
44	*C. caretta*	Mali Lošinj, HR	?
45	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
46	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
47	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
48	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica
49	*C. caretta*	Piranski zaljev, SLO	mreža stajačica

Prikupljene želve su pohranjene na temperaturi od -20°C u Akvariju Piran u Sloveniji ili u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju u Zagrebu gdje su također provedene i sekcije. 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 odleđene te su izmjerene dvije glavne morfometrijske značajke: zakrivljena dužina karapaksa (engl. Curved Carapace Lenght - CCL) (Slika 4) i zakrivljena širina karapaksa (engl. Curved Carapace Width - CCW) (Slika 5).



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

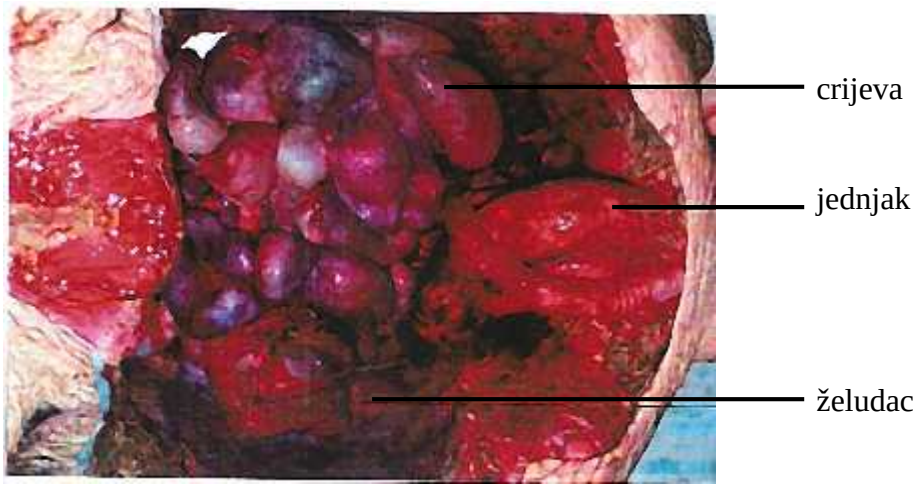


Slika 5. Mjerenje standardne zakrivljene širine karapksa (CCW).

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 opne su odvojene od ostalih organa kako bi se spriječila perforacija i izlijevanje sadržaja te je cijelo probavilo (jednjak, želudac i crijeva) izvađeno iz trbušne šupljine. Prilikom sekcije utvrđen je i spol kornjača vizualnim pregledom gonada (Wyneken 2001).

Cijeli probavni sustav je zatim uzdužno razrezan, a sadržaj probavila je ispran čistom vodom te procijeđen kroz sito. Svaki uzorak je pohranjen u plastične posude, konzerviran u 4%-tnom formalinu, obilježen i uskladišten na 4ºC 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 čistu vodu u plastičnim kadicama za izolaciju. Iz sadržaja probavila je zatim odijeljen otpad prostim okom. Nakon izolacije uzorci otpada su konzervirani u plastičnim 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 mjerenje masa je korištena

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

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

2.5. Statistička obrada podataka

Veličine životinja prikazane su kao aritmetička sredina ± standardna devijacija.

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

Učestalost (%) = (N‹s›/N) x 100

N‹s› – broj uzoraka koji sadržavaju otpad

N – ukupni broj svih uzoraka

Suha masa (%) = (SM‹s›/SM) x 100

SM‹s› – ukupna suha masa otpada

SM – ukupna suha masa svih uzoraka

Razlike u učestalosti otpada između spolova te razlike u učestalosti otpada između životinja u oceanskoj (CCL ≤ 40 cm) i neritičkoj (CCL > 40 cm) fazi analizirane su t-testom.

Za utvrđivanje postojanja razlika u količini otpada između spolova te životinja u oceanskoj (CCL ≤ 40 cm) i neritičkoj (CCL > 40 cm) fazi primijenjen 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 Ministrstva za okolje, prostor in energijo Republike Slovenije i Uprave za zaštitu prirode Ministarstva kulture klasa: 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 obrađeno 49 uginulih jedinki glavate želve od kojih je čak 39 primjeraka (86.7%) nađeno u obalnim mrežama stajačicama (tablica 1).

Raspon zakrivljenih dužina karapaksa obrađenih želvi se kretao između 25.0 i 79.2 cm (srednja vrijednost: 42.2 ±11.6 cm) (slika 9). Od ukupno 49 obrađenih glavatih želvi, spol je određen za 48 jedinki. Većina životinja su bile ženke (31 primjerak, 64.6%), dok je mužjaka zabilježeno 17 (35.4%) (tablica 2).

Najveći broj kornjača je pronađen u teritorijalnom moru Republike Slovenije u Piranskom zaljevu (41 primjerak, 83.7%), dok je u hrvatskom dijelu Jadrana nađeno 8 jedinki, odnosno 16.3% (tablica 2, slika 7).



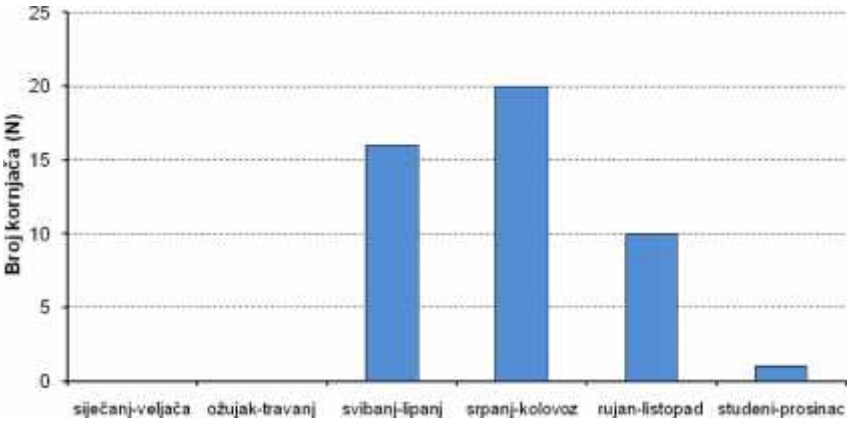
Slika 7. Karta Jadranskog mora s obilježenim područjima nalaza glavate želve. Brojevi označavaju broj nađenih primjeraka na pojedinim lokalitetima.

Većina želvi je prikupljena u razdoblju od svibnja do listopada (46 jedinki, 97.9%), a samo jedna životinja je nađena u prosincu (slika 8). Za dvije životinje točno vrijeme nalaza nije poznato.

Tablica 2. Vremenski i prostorni te veličinski prikaz ispitivanih glavatih želvi.

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



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



Slika 9. Raspon veličina obrađenih glavatih želvi (N = 49).

3.2. Kvalitativna i kvantitativna analiza otpada

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

Razlika u učestalosti otpada između mužjaka i ženki u ovom istraživanju nije bila statistički značajna ($p > 0.05$). Isto tako nije utvrđena značajna razlika u učestalosti otpada između životinja u oceanskoj (CCL ≤ 40 cm) i neritičkoj (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 probavnom sustavu 11 jedinki, odnosno 64.7%. Učestalost ostalih vrsta otpada prikazana je na slici 10.

Od ukupno 17 želvi kod kojih je ustanovljen otpad u probavnom 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 utvrđen je u probavnom sustavu 11 jedinki (64.7%), dok je učestalost 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 komadića otpada, od kojih je 43 bilo veće od 10 mm. Srednja vrijednost broja komadića većih od 10 mm po kornjači je iznosila 3.6 ± 4.3. Kod većine želvi je pronađen veliki broj krupnijih i sitnijih komadića otpada u rasponu veličine od < 10 do 160 mm (tablica 4). Komadići manji od 10 mm najvjerojatnije su nastali fragmentacijom većih u probavnom sustavu glavatih želvi (slika 14). Kod pet jedinki je pronađen otpad manji od 10 mm. Otpad veći od 10 mm utvrđen je u probavnom sustavu 70.6% životinja, a dimenzije otpada kretale su se u rasponu od 10 do 160 mm (srednja vrijednost: 37.1 ± 28.9 mm) (tablica 3). Otpad najvećih dimenzija (160 mm) zabilježen je u probavilu želve veličine oklopa 51.3 cm pronađene u Medulinu (redni broj 42, tablica 3).

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

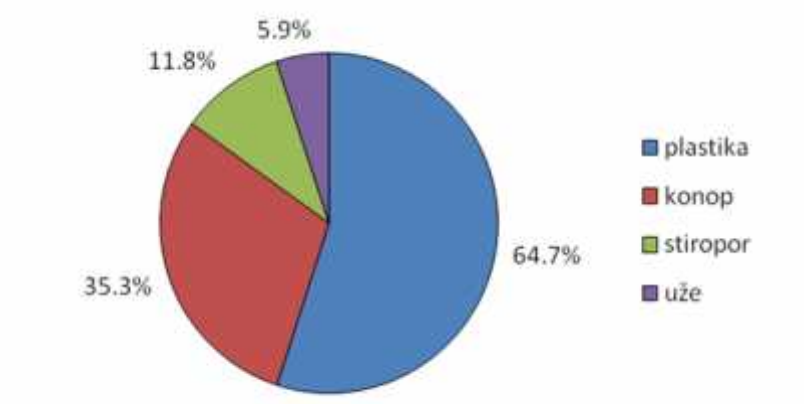
(Red. br. – redni broj životinje, prema rednom broju u tablici 2, SD – standardna devijacija, IPD – ispod praga detekcije, N – broj komadića otpada)

Red. br.	Vrsta otpada	Boja	Veličina (mm) (srednja vrijednost ± SD)	Suha masa (g)	N
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)

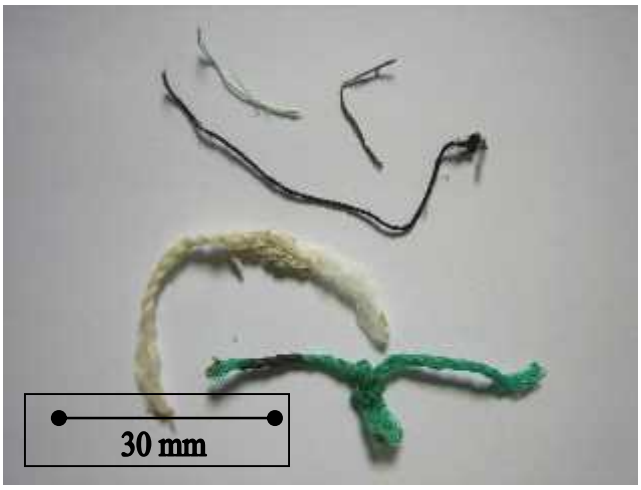
Vrsta otpada	Broj gl. želvi	Veličina (mm)	Ukupan broj komadića (srednji broj / želvi ± SD)
plastika	11	<10 – 160	39 (3.5 ± 4.2)
konop	6	15 – 61	8 (1.3 ± 0.8)
stiropor	2	<10	2
uže	1	<10	1



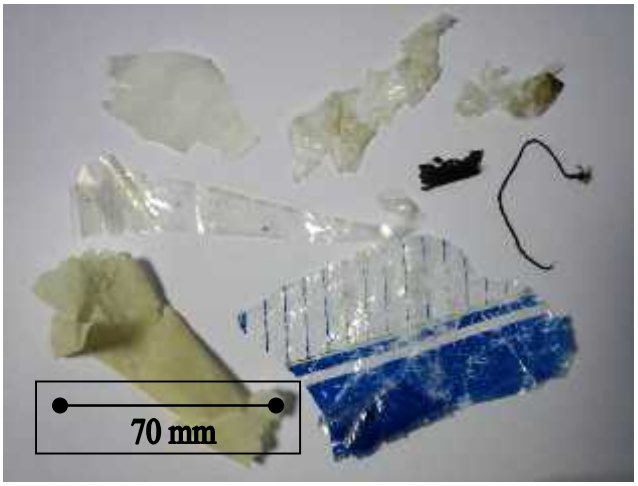
Slika 10. Učestalost pojedinih vrsta otpada u izoliranim uzorcima (N = 17).



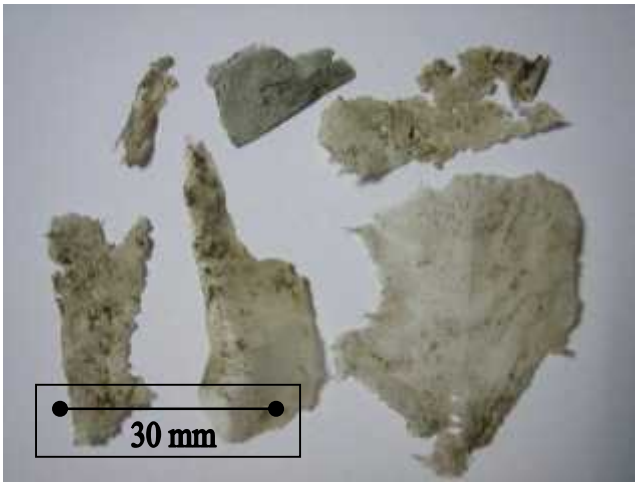
Slika 11. Sveukupno je zabilježeno četiri tipa otpada (plastika, konop, uže i stiropor).



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



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



Slika 14. Manji komadići vjerojatno su nastali fragmentacijom većih dijelova u probavilu želvi.

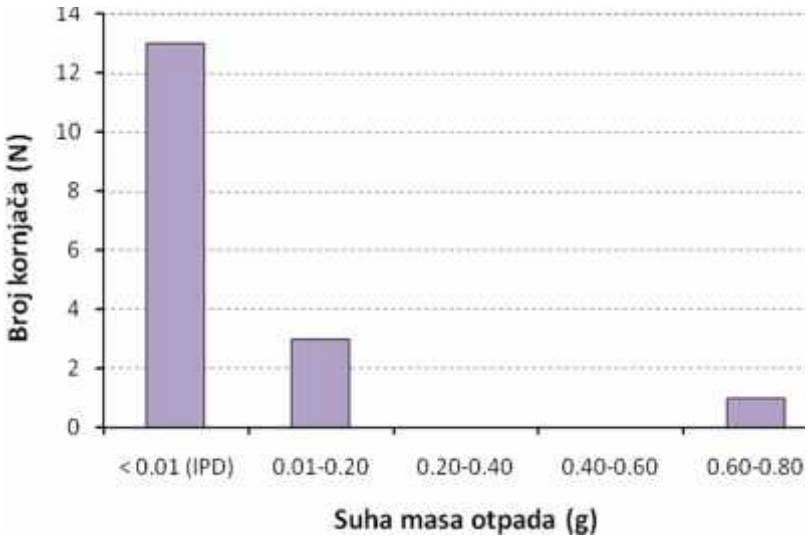
Otpad je u cjelokupnoj ishrani istraživanih glavatih želvi bio zastupljen sa svega 0.1% ukupne suhe mase (tablica 5). Zabilježene suhe mase otpada iznosile su između < 0.01 i 0.71g (srednja vrijednost: 0.05 ± 0.17 g). Od ukupno 17 želvi kod kojih je otpad bio prisutan u probavnom sustavu, kod 13 jedinki (76.5%) utvrđena je zanemariva masa otpada koja je zabilježena kao IPD (ispod praga detekcije) (slika 15). Najveća izmjerena suha masa iznosila je 0.71 g , a zabilježena je kod životinje veličine oklopa 51.3 cm (redni broj 42, tablica 3) kod koje je ujedno utvrđen i najveći udio otpada u ishrani (35.0%).

Značajne razlike u količini otpada između spolova te životinja u oceanskoj (CCL ≤ 40 cm) i neritičkoj (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.[1] – suha masa otpada (g), s.m.[2] – suha masa cjelokupne ishrane (g), IPD – ispod praga detekcije)

Redni broj	**CCL (cm)**	**s.m.[1] (g)**	**s.m.[2] (g)**	**udio (%)**
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
	Ukupno	0.93	956.67	0.1



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

4. Rasprava

4.1. Otpad u ishrani glavate želve

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na relativno visoku učestalost antropogenog otpada (34.7 %) u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu. Rezultati učestalosti 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 učestalost otpada u ishrani glavate želve u sjevernom Jadranu. Razlog tome je mala dubina sjevernog Jadrana što omogućuje manjim kornjačama 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. Učestalost otpada u ishrani morskih kornjača zabilježena u različitim istraživanjima (N - broj kornjača, učestalost – učestalost otpada (%), [1] - tek izlegle jedinke, * - SCL (cm); ravna dužina karapaksa)

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

U velikom broju istraživanja zabilježeni su različiti tipovi otpada u probavnom 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 najučestalija, a utvrđena je u probavnom 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, naročito 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 najučestalija u ishrani morskih kornjača (Gramentz 1988, Bugoni i sur. 2001). Neki autori smatraju kako je tome razlog sličnost takvog tipa otpada sa pelagičkim 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 čija prehrana isključivo ovisi o dostupnosti plijena i staništu ishrane gdje slučajno progutaju i otpad prilikom hranjenja. To dokazuje i istraživanje provedeno na zelenoj i glavatoj želvi koje pokazuje kako

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

Iako je antropogeni otpad zabilježen u ishrani svih životnih stadija morskih kornjača, mlade pelagičke jedinke sklonije su slučajnom unosu otpada prilikom hranjenja, a razlog tome je oportunistički, neselektivni način ishrane pelagičkim plijenom (Bjorndal 1997). Dosadašnja istraživanja provedena na glavatoj želvi u sjevernom Jadranu pokazala su kako do promjene iz pelagičkih u pridnena staništa u istraživanom području dolazi pri veličini 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 hranile najvećim 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 čini glavate želve manje podložnijima unosu otpada. Vjerojatno je upravo to razlog malom udjelu i masi otpada zabilježenima u ishrani glavate želve u ovom istraživanju.

Važan čimbenik koji određuje količinu plijena pa tako i otpada u probavnom sustavu želvi je veličina životinje. U istraživanju provedenom na glavatoj želvi u zapadnom Sredozemnom moru zabilježeno je kako se volumen otpada u probavnom sustavu ispitivanih jedinki proporcionalno povećavao sa veličinom životinja (Tomás i sur. 2002). Razlog tome je duži probavni trakt, veći kapacitet gutanja, veća energetska potreba i bolja mogućnost iskorištavanja većeg broja izvora hrane kod većih jedinki (Tomás i sur. 2001a).
Iako je raspon veličina 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 pri 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 začepljenja probavnog trakta što dovodi do smrti zbog izgladnjelosti (Lutz 1990). Takvi slučajevi zabilježeni su vrlo rijetko, a puno češće 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, čak i u malim količinama, slabo su poznati, ali potencijalno opasni zbog nagomilavanja i dugotrajnog zadržavanja u probavilu, 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 očituju 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 probavilu 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 čak 13 jedinki sadržavao je otpad zanemarive suhe mase (< 0.01 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 zamijećena začepljenja ili oštećenja probavila, možemo pretpostaviti kako prisutnost otpada u probavnom sustavu nije bila neposredan uzrok smrtnosti analiziranih jedinki.

Puno su češći subletalni učinci unosa otpada koje je teže procijeniti, a mogu nastupiti zbog apsorpcije otrovnih tvari iz otpada (poput PCB-a; poliklorirani bifenili), mehaničkog oštećenja stijenki probavnih organa, blokiranja apsorpcijskih površina u probavilu i smanjenja nutritivne vrijednosti ishrane budući da otpad zamijeni energetski bogati prirodni plijen te na taj način sprečava apsorpciju nutrijenata (Bjorndal 1997). Subletalne posljedice unosa otpada imaju znatno veći utjecaj od direktne 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 povećanog 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 struja, dulje trajanje razvojnog perioda pri veličinama 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 plastičnih vrećica prilikom hranjenja u plitkim vodama Jadrana uzrokovao smrt ženke Cuvierovog kljunastog kita (Gomerčić i sur. 2006).

Očito je da opasnosti koje prijete cjelokupnoj bioraznolikosti morskih ekosustava, uključujući i onečišćenja antropogenim otpadom, zahtijevaju poduzimanje ozbiljnih mjera. Kombinacija zakonskih odredbi i povećanje ekološke svjesnosti putem edukacije građana najbolji je način da se riješe 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 najučestalija, 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 cjelokupnoj ishrani bio zastupljen sa svega 0.1% ukupne suhe mase na temelju čega se može pretpostaviti kako prisutnost otpada u probavnom sustavu nije neposredan uzrok smrtnosti ispitivanih želvi

- utvrđena relativno visoka učestalost otpada u ishrani glavatih želvi uključenih 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., Morinieri, 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.

Gomerčić, Đ., Đuras Gomerčić, M., Gomerčić, T., Lucić, H., Dalebout, M., Galov, A., Škrtić, D., Ćurković, S., Vuković, S., Huber, Đ. 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 Tvrtković, 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., Tvrtković, 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., Tvrtković, 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., Tvrtković, 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., Gračan, R., Zavodnik, D., Tvrtković, 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., Gračan, R., Zavodnik, D., Katić, J., Buršić, M., Tvrtković, N. 2006. Diet composition of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the eastern Adriatic Sea. U: Frick, M., Panagopolou, 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 se 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., Sibly, 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.