# Migracije dupina na mediteranskom području

**Raić, Nika**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

*Permanent link / Trajna poveznica:* https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:162:952722

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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

Image not found or type unknown

*Repository / Repozitorij:*

University of Zadar Institutional Repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

Sveučilište u Zadru
Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Preddiplomski sveučilišni studij podvodne znanosti i tehnologije (jednopredmetni)

**Nika Raić**

# Migracije dupina na mediteranskom području

**Završni rad**

Zadar, 2019.

Sveučilište u Zadru
Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Preddiplomski sveučilišni studij podvodne znanosti i tehnologije (jednopredmetni)

# Migracije dupina na mediteranskom području

Završni rad

Student/ica:
Nika Raić

Mentor/ica:
Doc.dr.sc. Claudia Kruschel

Zadar, 2019.

# Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Nika Raić ,** ovime izjavljujem da je moj **završni** rad pod naslovom **Migracije dupina na mediteranskom području** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 26. rujan 2019.

# SAŽETAK

U mom završnom radu fokusirat ću se na općenite karakteristike dupina na području Sredozemnog mora. To uključuje znanje o rizicima koji ugrožavaju život dupina te kako dupini utječu na održavanje stabilne hranidbene mreže kao skupina vršnih predatora. Također, želim se osvrnuti na negativne posljedice proizašle iz činjenice da ribari prema dupinima osjećaju netrpeljivost iz razloga što smatraju da im oduzimaju ulov.

Glavna teza na koju ću se fokusirati u ovom radu su migracije dupina u Sredozemnom moru, uključujući rute putovanja i korištenje sonara koji im pomaže pri orijentaciji ili dozivanju ostalih jedinki svoje vrste. Istražit ću na koji način temperatura mora utječe na razlike u migracijskim rutama između dupina koji žive blizu obale i onih koji žive u dubljim vodama. Nadalje, bavit ću se pitanjem na koji način razni ljudski faktori utječu na kretanje i život dupina općenito. Osvrnut ću se na zagađenje bukom i kako ono utječe na sonar dupina, a time i na njihovo ponašanje u skupini s kojom putuju, a zatim i na kemijsko zagađenje (npr. izlijevanje nafte) koje može utjecati na osjetila i zdravlje dupina, osobito osjetilo mirisa. Istražit ću bolesti dupina do kojih dolazi jer su u svoj organizam, izravno ili neizravno, kroz zaraženu hranu, unijeli čestice plastike koje sadrže teške metale, čime se ugrožava njihovo zdravlje i povećava smrtnost. Na kraju, osvrnut ću se na problem ribolovnih alata koji, ako ostanu izgubljeni u moru, mogu uzrokovati zapetljavanje dupina što također povećava njihovu smrtnost.



Ključne riječi: migracije dupina, zagađenje bukom, Sredozemno more, kemijsko zagađenje, čestice plastike

# ABSTRACT

**Dolphin migrations in the Mediterranean area**

In this paper, I wish to focus on the general characteristics of dolphins that inhabit the Mediterranean area. This includes knowledge about many risks which endanger the life of dolphins, and also the impacts they have on food webs as apex predators.
I also wish to look back on the fact that fishermen see these animals as a threat, thus looking into their impact on dolphins.

The main thesis in this paper will be the migration patterns of dolphins in the Mediterranean area. It will include their routes of travelling, as well as the use of sonar for orientation or signalling other members of the group. Furthermore, I will research the impact of different water temperatures in order to see how does it affect the migration patterns of coastal dolphins, as well as those living off-shore. I will also explore how do various human factors, such as noise pollution and chemical pollution (e.g. oil spills) affect migration patterns and overall life of dolphins.

In the end I will explore different illnesses which affect the dolphins because they have, directly or indirectly through fish, digested small particles of plastic which can contain heavy metals and other harmful toxins, thus endangering their health and increasing mortality rates. Lost fishermen's tools will also be mentioned as a contributing factor to increased mortality, since many living sea organisms, such as dolphins often get trapped by them.



Key words: dolphin migrations, noise pollution, Mediterranean, chemical pollution, plastic

# SADRŽAJ

**1. UVOD** ..... 1

**2. CILJEVI I SVRHA RADA** ..... 2

**3. RAZRADA** ..... 3

**3.1. Migracije dupina na području Sredozemnog mora** ..... 3

**3.1.1. Migracije dobrog dupina ( *Tursiops truncatus*)** ..... 5

**3.2. Zagađenje bukom** ..... 8

**3.2.1. Utjecaj zvučnog zagađenja na migracije i ponašanje dupina** ..... 10

**3.3. Kemijsko zagađenje u moru- mikroplastika** ..... 12

**3.4. Hranidbena mreža i uloga dupina u hranidbenoj mreži** ..... 16

**4. ZAKLJUČAK** ..... 18

**5. LITERATURA** ..... 19

**5.1. Članci i knjige** ..... 19

**5.2. Internetski linkovi i stranice** ..... 20

# ZAHVALE

Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici doc.dr.sc. Claudiji Kruschel koja je prihvatila mentorirati mene i moj pregledni rad. Također se želim zahvaliti svim svojim profesorima na studiju, prijateljima i obitelji koji su uvijek bili tu za mene i koji su mi pružili najveću podršku dok sam pisala ovaj završni rad.

Hvala Vam svima od srca!

# 1. UVOD

Dobri dupin (*Tursiops turncatus*), vrsta je dupina kojom ću se u ovom završnom radu najviše baviti, a posebno ću naglasiti načine na koje ljudi utječu na ponašanje grupa dupina i njihove migracijske puteve, osobito naglašavajući probleme koje stvaraju buka brodova, kemijsko onečišćenje i ribarstvo.

Dobri dupini su jedna od najpoznatijih vrsta morskih sisavaca, ali istraživanja o njihovom životu i ponašanju nisu brojna. Na području Sredozemnog mora moderne metode istraživanja ove vrste započela su tek od kasnih 1980-ih godina (Bearzi i sur., 2008.).

Spomenuti istraživački rad Bearzija i suradnika (2008.), pomogao je pri opisu i analizi ljudskih čimbenika koji utječu na život i migraciju dobrih dupina na području Sredozemnog mora. Analizirajući njihov rad za potrebe pisanja ovog završnog rada, može se zaključiti kako su dobri dupini u Sredozemnom moru vrlo ugrožena vrsta, čiji je najveći uzrok smrtnosti do 1960-ih godina bilo namjerno ubijanje; uključujući i slučajno zaplitanje dupina u ribarsku opremu, te smanjenje populacije radi prelova, prilova i degradacije okoliša. Ostale prijetnje ovoj vrsti uključuju: korištenje otrovnih ksenobiotičkih kemikalija, epizootičke epidemije, buka koja dolazi od motora brodova, bušenja podmorja i slično, te klimatske promjene.

Međutim, u radu se navodi i da ova vrsta dupina ima fleksibilnu socijalnu organizaciju jata, a oportunistički način prehrane omogućava ovim životinjama da, barem do neke mjere, izdrže utjecaje prelova i degradacije staništa.

U radu ću također analizirati razlike u gustoći populacije te na koji način to utječe na mobilnost i ponašanje grupe koja je vrlo socijalna te na njihove “pjesme” i signale koje proizvode kako bi se orijentirali u prostoru ili pronašli ostale jedinke svojega jata.

## 2. CILJEVI I SVRHA RADA

Ciljevi i svrha ovog završnog rada su upoznati ljude sa životom dobrih dupina, njihovim ponašanjem, kako u grupi tako i za vrijeme lova na hranu, te istražiti kako sve to, uz razne čimbenike; prirodne ili ljudske, utječe na migracijske puteve i kretanja na području Sredozemnog mora koje je zatvoreno i toplo more s višim salinitetom od prosjeka svjetskih oceana.

Također, radom želim ukazati na povećanu smrtnost dobrih dupina uzrokovanu ljudskim čimbenicima ; ribarskim alatima, kemijskim onečišćenje, podvodnom bukom nastalom radi kretanja brodova ili bušotina te naglasiti njihovu važnost kao vršnih predatora u funkcioniranju stabilne hranidbene mreže.

Rad će poslužiti i za edukaciju ljudi, prvenstveno mladih, o važnosti zaštite dupina i njihovog staništa, te cjelokupnog, svjetskog ekosustava. Želi se ukazati na problem klimatskih promjena, globalnog zatopljenja, te povećane količine plastike i ostalog onečišćenja u morima i oceanima. Nadalje, želi se potaknuti ljude da čitanjem ovog rada promijene svoje navike, te se okrenu k održivom razvoju, reciklaži i slično, te tako pridonesu pokretu oporavka oceana i ekosustava u cjelini, kako bi nama i svim živim bićima na Zemlji omogućili kvalitetan i zdrav život.

# 3. RAZRADA

## 3.1. Migracije dupina na području Sredozemnog mora

Tijekom stoljeća prijavljen je velik broj vrsta morskih sisavaca koji obitavaju na području Sredozemnog mora. Međutim, samo je jedanaest vrsta koje su nastanjene na ovom području stalno. Tu se ubrajaju morski sisavci poput kita perajara (*Balaenoptera physalus*), kita ulješure (*Physeter macrocephalus*), Cuvierovog kljunastog kita (*Ziphius cavirostris*), Rissovog dupina (*Grampus griseus*), dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) i ostalih. Sve ove vrste uvrštene su na IUCN[1]-ov popis ugroženih vrsta; s jednom vrstom obilježenom kao kritično ugroženom, četiri kao ugrožene, još četiri kao osjetljive, dok za ostale tri vrste nema dovoljno podataka (Tablica 1).

Tablica 1.: IUCN-ov popis ugroženih morskih sisavaca iz 2012. ( izvor: Panigada i Pierantonio, 2016.)

| VRSTA | REGIJA | IUCN kriterij | GODINA |
|---|---|---|---|
| Obalni dupin ( *Phocoena phocoena ssp. relicta*) | Crno more | Ugrožen | 2008. |
| Dobri dupin ( *Tursiops truncatus ssp. ponticus*) | Crno more | Ugrožen | 2008. |
| Obični dupin ( *Delphinus delphis ponticus*) | Crno more | Osjetljiv | 2008. |
| Kit ulješura ( *Physeter macrocephalus*) | Sredozemno more | Ugrožen | 2012. |
| Obični dupin | Sredozemno more | Ugrožen | 2003. |
| Kit perajar ( *Balaenoptera physalus*) | Sredozemno more | Osjetljiv | 2012. |
| Dobri dupin | Sredozemno more | Osjetljiv | 2012. |
| Prugasti dupin (*Stenella coerulaoalba*) | Sredozemno more | Osjetljv | 2012. |

[1] IUCN – International Union for Conservation of Nature

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rissov dupin (*Grampus griseus)* | Sredozemno more | Nedovoljno podataka | 2012. |
| Bjelogrli dupin ( *Globicephala melas)* | Sredozemno more | Nedovoljno podataka | 2012. |
| Cuvierov kljunasti kit ( *Ziphius cavirostris)* | Sredozemno more | Nedovoljno podataka | 2012. |
| Sredozemna medvjedica *(Monachus monachus)* | Sredozemno more | Kritično ugrožena | 2008. |

Morski sisavci u Sredozemnom moru žive u neizvjesnim uvjetima prvenstveno zbog utjecaja čovjeka te sve jače izraženih klimatskih promjena zbog kojih je ovo područje jedno od najuništenijih u svijetu. Prijetnje morskim sisavcima, koje su i uzrok povećane smrtnosti, a koje i mijenjaju njihovo ponašanje i migracijske puteve, su brodovi, kemijsko zagađenje, ubijanje od strane ribara koji ih smatraju kao prijetnju za ribarstvo, zagađenje bukom, i slično (Panigada i Pierantonio, 2016.).

Migracije morskih sisavaca odnose se prvenstveno na njihova putovanja i kretanja radi potrage za hranom, razmnožavanjem ili boljim životnim uvjetima. U radu autora Panigada i Pierantonio (2016.) navodi se kako su duge i srednje migracije češće kod većih jedinki morskih sisavaca poput kitova, a manje izražene kod manjih jedinki poput dupina. Morski sisavci, općenito govoreći, iskorištavaju resurse širom svjetskih oceana, međutim područja hranjenja su često prostorno odvojena od područja za razmnožavanje. Tako se kitovi usani (*Mysticeti*) hrane sezonskom hranom u polarnim vodama u ljeti, a zimi migriraju u suptropska područja gdje se razmnožavaju. Migracijski putevi često prate predvidljive obrasce kretanja pa tako veće jedinke vrste migriraju u dalje krajeve. Nažalost, na području Sredozemnog mora nema dovoljno podataka o distribuciji i kretanju morskih sisavaca kroz većinu godine. Javljaju se tzv. slučajne vrste dupina i drugih sisavaca koji kreću iz Sredozemnog mora te prate puteve kroz Atlantski ocean i vjerojatno sjeverni Pacifik. Rezultati praćenja migracija dobiveni su putem satelita koristeći telemetrijska istraživanja (Panigada i Pierantonio, 2016.).

Ovdje će uglavnom biti riječi o migracijama i ponašanju dobrog dupina ( *Tursiops truncatus*).

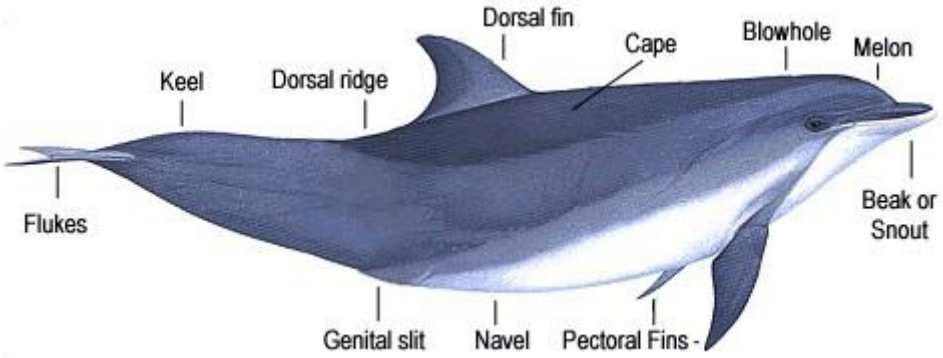
### 3.1.1. Migracije dobrog dupina ( *Tursiops truncatus*)

Dobre dupine (Slika 1.) možemo naći u umjerenim i tropskim morima Atlantskog oceana, Tihog i Indijskog oceana te njihovim pripadajućim rijekama, zaljevima i estuarijima. Razlikujemo dvije skupine dupina koji pripadaju ovoj porodici; svaka skupina razlikuje se prema ponašanju, staništu na kojem obitavaju i plijenu kojim se hrane. Dvije skupine dobrih dupina su oni koji žive blizu obale i oni koji žive u dubljim vodama. Ove dvije skupine obično se međusobno ne socijaliziraju. Također, neki od njih migriraju u toplija mora ukoliko se temperatura mora smanji ispod kritične vrijednosti ili se broj ribe smanji (izvor: https://animals.mom.me/migration-route-bottlenose-dolphin-9332.html).



Slika 1: Prikaz dobrog dupina (*Tursiops truncatus*) (izvor: https://cdn2.webdamdb.com/1280_Id0CodXrYn57.png?1517601311, 15.8.2019.)

Glavne fizičke karakteristika dobrih dupina prikazane su na Slici 2. Na tijelu je uočljiva okrugla glava s bočnim naborom na čelu. Tijelo im je suženo i glatko, dok je koža debela, poput gume i glatka, a završava dvama velikim perajama koje služe za pokretanje, dok smjer kretanja određuju pomoću prsnih peraja. Dišu kroz jednostruku rupu na vrhu glave. Za regulaciju temperature tijela služi mu dorzalna peraja koja se prostire od sredine leđa (izvor: https://animals.mom.me/migration-route-bottlenose-dolphin-9332.html ).




Slika 2: Anatomija dobrog dupina *Tursiops truncatus* ( izvor: http://www.tmmsn.org/education/dolphin_anatomy/anatomy3.gif, 15.8.2019.)

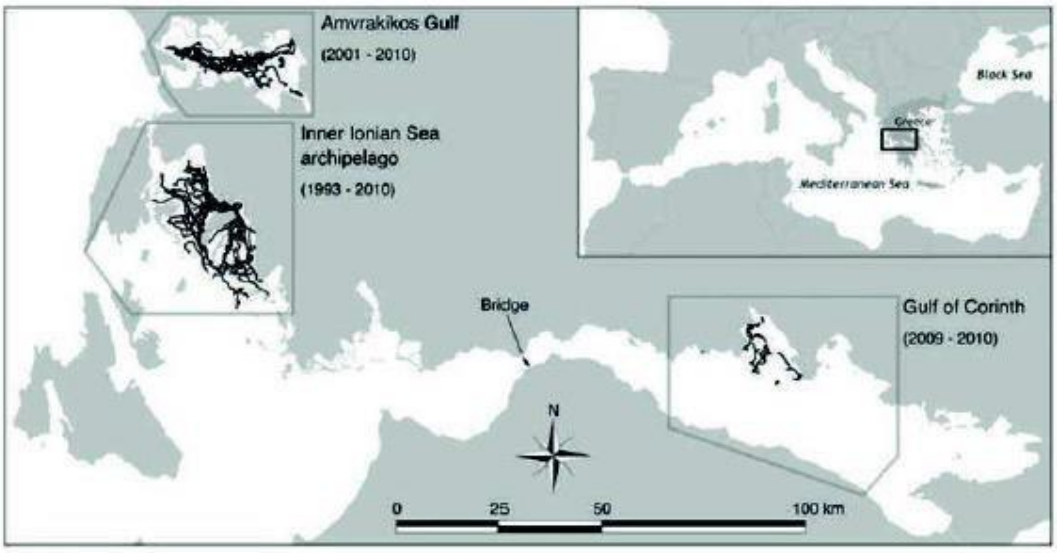
Razlike između skupina dupina koji žive blizu obale i onih koji žive u dubljim vodama su u boji, veličini, težini te u činjenici jesu li migratorna vrsta ili ne. Dobri dupini koji žive kraj obale preferiraju plitke i tople vode, otprilike oko 8 km od same obale. Teže između 136 i 295 kg, a mogu narasti između 183 i 305 cm. Manji su od jedinki koje žive u dubljim vodama te uglavnom ne migriraju. Dobri dupini koji preferiraju dublje vode su tamniji, preferiraju hladnije vode i veći su i jači od onih koji žive blizu obale. Mogu težiti i do 499 kg te narasti do 426 cm. Uglavnom su migratorni (izvor: https://animals.mom.me/migration-route-bottlenose-dolphin-9332.html).

Dobri dupini su jedna od najistraživanijih vrsta dupina u Sredozemnom moru. Ukupna veličina populacije još uvijek nije sa sigurnošću poznata, međutim procjenjuje se na nekih 10000 jedinki s obzirom na gustoću u tom području. Također, dokazano je da su dupini ove vrste izrazito vjerni kada su u pitanju životna partnerstva, a manjak informacija o dugotrajnim migracijama daljnje je poduprlo tezu o njihovoj vjernosti. Najduže zabilježene migracije dobrih dupina na području Sredozemnog mora su prijeđeni putevi od 427 i 400 km u sjeverozapadnom dijelu bazena, a slijedi ih migracija devet jedinki u zapadnu Grčku (Slika 3.) koji su prešli 250 km. Jedna jedinka zabilježena je za vrijeme putovanja prema sjevernoj Korzici te je ponovno viđena u jugoistočnoj Francuskoj, 228 km od originalne lokacije (Panigada i Pierantonio, 2016.).

Fotografijom su zabilježene i jedinke uz sjeverozapadnu obalu Italije, gdje su bile udaljene između 100 i 130 km jedna od druge. U istraživanju su čak zapažene skupine koje su migrirale u sjeverni dio Jadranskog mora; u travnju 2014. godine zapažen je jedan odrasli mužjak dobrog dupina, ali nažalost nađen je mrtav na obalama Goro u Italiji 5. svibnja 2014., što je oko 130 km od originalne lokacije kada je prvi put viđen (Panigada i Pierantonio, 2016.). Znanstvenici su zaključili kako je svježa lešina tog mužjaka nađena relativno rano u

odnosu na to kada je prvi put zamijećen u sjevernom Jadranu, što ukazuje na nemogućnost da su ga morske struje donijele na obale Italije. Prema tome se može zaključiti da je mužjak dobrog dupina vjerojatno stradao kada je već bio u Italiji. Daljnje zapažanje nalaže kako dupini u sjevernom Jadranu mogu prijeći velike udaljenosti u relativno kratkom vremenskom roku (Panigada i Pierantonio, 2016.).

Koristeći analizu društvenih mreža, provedena su istraživanja veza između skupina dobrih dupina i meta-populacija koje obitavaju u Pelagos utočištu za mediteranske morske sisavce te njihova povezanost s karakteristikama krajolika. Analiza je potvrdila prijašnja znanja kako se životinje koje pripadaju navedenoj meta-populaciji nastoje udružiti s jedinkama iz istog područja. Međutim, analiza također pokazuje kako se neke jedinke dupina nastoje kretati po širokom području spajajući različite skupine iste meta-populacije. Tako su se nekoliko odraslih mužjaka, koji putuju na daleke lokacije, pokazali važnima u spajanju susjednih skupina dobrih dupina (Panigada i Pierantonio, 2016.).

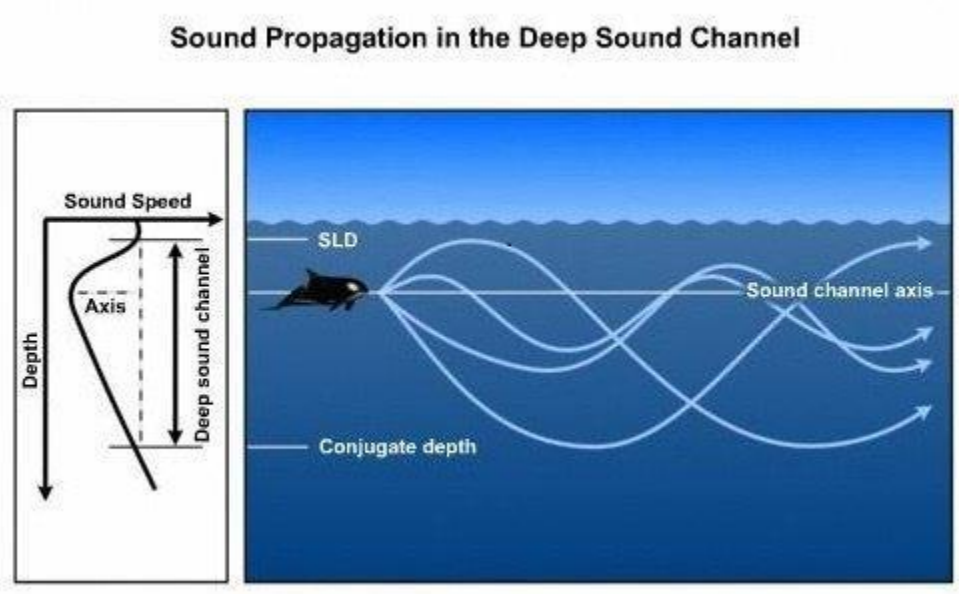



Slika 3.: Migracija 9 jedinki dobrih dupina u Grčkoj; crne linije prikazuju skupinu dupina, sivom bojom su izražene lokacije kretanja (Panigada i Pierantonio, 2016.)

### 3.2. Zagađenje bukom

Obzirom na sve veća istraživanja podmorja, razina buke uzrokovana ljudskim aktivnostima sve više raste te uzrokuje tzv. zagađenje bukom. Istraživanja pokazuju kako takva vrsta buke kod dupina može uzrokovati maskiranje zvuka, što dovodi do povrede slušnog kanala, promjena u društvenom ponašanju jedinki, te izmijenjenog metabolizma i teškoća pri okupljanju populacije (Peng, Zhao i Liu, 2015.). Nadalje, zvukovno zagađenje može utjecati i na zdravlje i funkciju morskog ekosustava u cjelini. Buka koju proizvode brodovi, sonari, seizmička testiranja, bušenja dna i slično, se povećala u zadnjem stoljeću. Razina pozadinske podvodne buke rasla je proporcionalno s povećanjem ljudskih aktivnosti (Tablica 2.). Podvodna buka može izazvati stres kod životinja, povećavajući rizik od smrtnosti radi neuravnotežene interakcije predator-plijen, a također ometa signale eholokacije, odnosno orijentaciju i komunikaciju jedinki dupina iste skupine. U moru, varijacije u temperaturi, tlaku i salinitetu imaju važan utjecaj na brzinu širenja zvuka. Putujući kroz morsku vodu, put kojim se zvuk širi mijenja se zbog refrakcije. Donja krivulja kojom zvuk putuje u termoklini je primjer kako refrakcija mijenja put zvuka. Kako zvuk putuje prema dolje u termoklini, tlak vode se postepeno povećava i vodi ispod dna termokline (Peng, Zhao i Liu, 2015.).

U teoriji, zvuk putuje na dubini zvanoj “duboki zvučni kanal”, bez gubitka širenja (Slika 4.). Gubitak širenja je smanjenje intenziteta zvuka zbog apsorpcije i raspršenja. U moru, taj gubitak širenja ovisi o raznovrsnosti varijabli poput duljine od izvora zvuka, lokacije izvora zvuka, količine čestica suspendiranih u morskoj vodi, te o frekvenciji i refleksiji zvuka u vodi. (Peng, Zhao i Liu, 2015.)




Slika 4: Širenje zvuka u moru; duboki zvučni kanal (izvor: https://pbs.twimg.com/media/DyQqE3TWoAEpmdQ.jpabdg:large, 18.8.2019

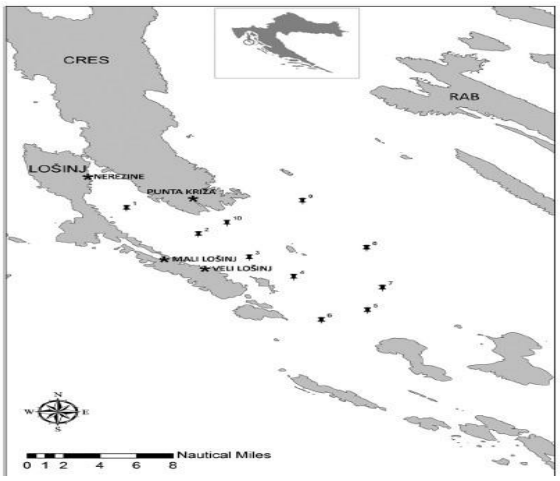
Tablica 2: Primjeri ljudskih aktivnosti koje uzrokuju zvučno zagađenje (izvor: Peng, Zhao, Liu, , 2015. Noise in the sea and its impact on marine organisms)

| Tip antropogenskog zvuka | Frekvencija ( Hz) | Intenzitet ( dB) |
|---|---|---|
| Bušenje morskog dna radi nafte | 4-38 | 119-127 |
| Pile driving | 30-40 | 131-135 |
| Bušenje | 20-1000 | 174-185 |
| Polupotopiva podmornica za bušenje | 10-4000 | 154 |
| Seizmička zračna puška | 100-250 | 240-250 |
| “The Acoustic Thermometry of Ocean Climate Project” | 75 | 195 |
| Mornarički sonar | 100-500 | 215 |
| Sonari za praćenje morskih sisavaca visoke frekvencije | 3000 | 220 |
| Supertankeri i kontejnerski brodovi | 68-70 | 180-205 |
| Trajekti | 50 | 150-170 |

| | | |
|---|---|---|
| Brodovi < 30 m u dužini | <300 | 175 |
| Male brodice | 20-1000 | 170-180 |

### 3.2.1. Utjecaj zvučnog zagađenja na migracije i ponašanje dupina

Zvučno zagađenje vrlo negativno djeluje na život i ponašanje dupina. Znanstvenici su dokazali kako buka uzrokuje promjene u odašiljanu signala u skupini dupina i ometa eholokaciju koja ima služi pri orijentaciji, što na kraju može dovesti do masovnog nasukavanja pa i do smrti. Kao jedan od primjera kako buka ometa dupine i uzrokuje promjene slušnog kanala i njihovog ponašanja, korišteno je istraživanje znanstvenica Gospić i Picciulin (2016.). One su istraživale na koji način buka u moru utječe na promjen strukture zvižduka kod dobrih dupina na području otoka Cresa i Lošinja u Jadranskom moru (Slika 5.). Istraživanje je provedeno između 2007. i 2009. godine, a promatrana je jačina i frekvencija zvuka u morskoj vodi (SAN- Sea ambient noise) te utjecaj na život i navike dupina. Zvižduci i zvukovi koje dupini proizvode analizirani su i uspoređeni sa zvukovima brodova i SAN razinama jačine zvuka. Nadalje, rezultati su pokazali kako su dupini počeli emitirati više frekvencije zbog povećane buke brodskih motora i slično te ispreplitanje njihovih migracijskih ruta s intenzivnim brodskim prometom i bukom koju proizvode (Gospić i Picciulin, 2016.).




Slika 5: Područje istraživanja podmorske buke i njenog utjecaja na dobre dupine; Cres-Lošinj (izvor: Gospić i Picciulin, 2016.)

Visoke razine SAN-a mogu uzrokovati promjene zvižduka dupina, što je dalje povezano s promjenama u ponašanjima grupe. Pomorski promet je veliki problem za dupine koji borave na ovom području jer predstavlja jedan od glavnih izvora smetnji u ponašanju i komunikaciji. Općenito, te promjene u ponašanju dupina uzrokuju vertikalno i horizontalno pomicanje kako bi se izbjegla buka, čime se povećava trajanje zarona, mijenja smjer i brzina putovanja jedinki. Frekvencija zvuka koju proizvode brodski motori može varirati između 100 Hz i 10 kHz te često dolazi do preklapanja sa signalima koje dupini emitiraju. Frekvencija njihovih zvižduka je ispod 20 kHz. Zbog bučnog okoliša, istraživanja su pokazala da postoje varijacije u parametrima zvižduka koje omogućavaju dupinima da izbjegnu maskiranje odaslanih signala što uključuje promjene u frekvenciji, povišenu emisiju zvukova i produljenje trajanja poziva. Istraživanja su također pokazala, da osim što buka utječe na promjenu u frekvenciji zvižduka i migraciji, utječe i na ponašanje dupina, pogotovo kada govorimo lovu plijena i hranjenju. Područje akvatorija Cresa i Lošinja jedno je od mjesta na kojemu se stvara najviše morske buke. To je plitko područje i stanište dupina koji ovdje dolaze u potrazi za hranom, ali i kako bi odgajali mladunce. Najkritičniji vremenski period za dupine po pitanju morske buke je upravo u ljetnim mjesecima, u srpnju i kolovozu, kada pomorski promet doseže svoj maksimum pa se u upravo u to doba javljaju najveće promjene morskog staništa kad je riječ o buci, što utječe na distribuciju dupina. U razdoblju između 2007. i 2009. godine, istraživalo se područje u radijusu od 525 $km^2$, na dubini između 40 i 90 metara. Koristio se hidrofon koji je na 5 metara dubine snimao zvukove dupina. Analizirano je ukupno 592 zvižduka dobrih dupina. Ti zvižduci bili su ručno obrađeni. Od ukupnog broja snimljenih zvižduka, njih 475 analizirano je u vremenu od listopada do svibnja, odnosno izvan turističke sezone. Ostatak, njih 117 mjeren je i analiziran u turističkoj sezoni; između lipnja i rujna. Varijacije u frekvenciji bile su analizirane uspoređujući ih sa standardnim frekvencija (Tablica 3.) (Gospić i Picciulin, 2016.).

Tablica 3: Frekvencije dobrih dupina ( *Tursiops truncatus* )mjerenih u arhipelagu Cres-Lošinj ( Gospić i Picciulin, 2016.)

| Karakteristika zvižduka | Trajanje (s) | Max. frekv. (kHz) | Min. frekv. (kHz) | Delta frekv. (kHz) | Start frekv. (kHz) | Kraj frekv. (kHz) | N točka savijanja | N sekundarnih frekv. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N | 592 | 579 | 579 | 579 | 590 | 590 | 588 | 588 |
| Mean+ - SD | 0.39+ - 0.38 | 9.82+ - 4.79 | 5.09+ - 2.96 | 4.73+ - 3.29 | 6.62+ - 3.58 | 8.73+ - 4.37 | 0.57+ - 1.25 | 0.13+ - 0.36 |
| Opseg | 0.0009-2.962 | 1.136-21.686 | 0.476-16.522 | 0.518-20.537 | 0.934 - 20.883 | 1.136 - 20.463 | 0-9 | 0-3 |
| CV | 0.97 | 0.48 | 0.3 | 0.69 | 0.54 | 0.5 | 2.19 | 2.76 |

Nekoliko snimaka bilo je popraćeno s vizualnim pojavljivanjem dupina pa su se tako podaci podijelili na tri kategorije: 1) potraga za hranom, 2) socijalizacija i 3) migracije. Zaključak je da u blizini brodova, dupini proizvode zvižduke više frekvencije, nego što je normalno. To je pogotovo vidljivo kod hranjenja ili socijaliziranja s ostalim jedinkama u grupi. Smanjenje podvodne buke važno je, jer mogućnost dupina da odašilju signale uvjetuje njihovo preživljavanje i život u grupi s velikim brojem jedinki. Tako, na primjer, u vrlo bučnim područjima, prevelika buka može dovesti do umaranja životinje jer joj je potrebna veća energija da bi odaslala signale čime dolazi do nasukavanja, a smanjuje se i unos hrane, što je posebno opasno ukoliko je riječ o ženki koja hrani svog mladunca jer joj je hrana potrebna radi proizvodnje mlijeka (Gospić i Picciulin, 2016.).

### 3.3. Kemijsko zagađenje u moru- mikroplastika

Veliki problem koji ne samo da utječe na ponašanje i migracije dupina, već je i globalni problem onečišćenja oceana i mora, su razne kemikalije i mikroplastika koja se nalazi u moru i čije čestice možemo pronaći u želudcima morskih sisavaca, riba, morskih ptica i slično. Kemijsko zagađenje mora plastikom, živom, prolijevanjem nafte i ostalim toksičnim tvarima uglavnom su posljedice ljudskih aktivnosti (turizam, pomorski promet, industrija) i ljudske nepažnje, iako se živa i prirodno nalazi u morima.

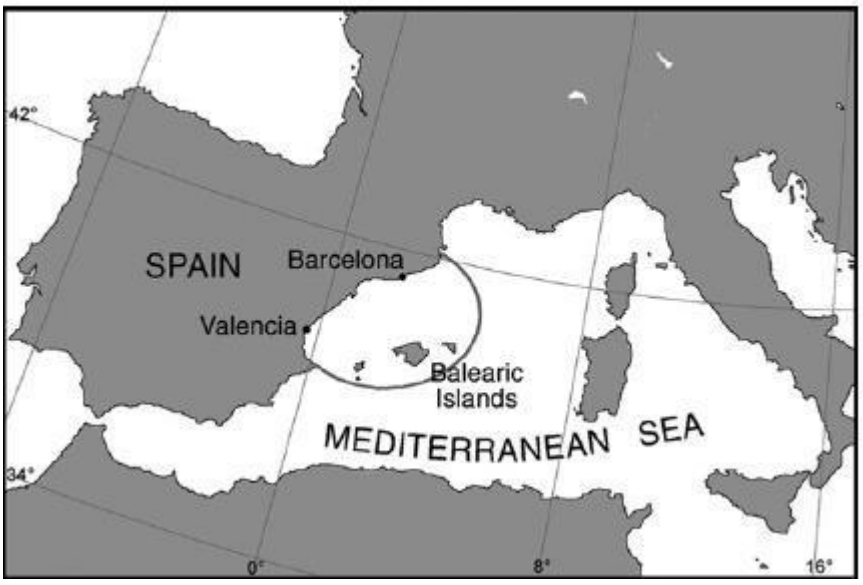
Morski sisavci, pogotovo dupini, su najviše opterećeni problemom plastike i kemijskog zagađenja mora upravo zbog njihove pozicije u hranidbenim mrežama. Naime, dupini su jedni od vršnih predatora zauzimaju mjesto na vrhu hranidbene mreže. To znači da oni direktno, ali i indirektno, putem ribe kojom se hrane, u svoj organizam unose štetne tvari sadržane u

mikroplastici. Također, izlijevanje nafte šteti njihovom dišnom sustavu, ali i organizmu uopće te se stopa smrtnosti povećava.

U daljnjem tekstu, podrobnije ću objasniti kemijsko zagađenje i njegove posljedice na život i ponašanje dobrih dupina koristeći se podacima iz istraživačkih radova Borella iAguilara (2006.) te Taddeija i suradnika (2001.).

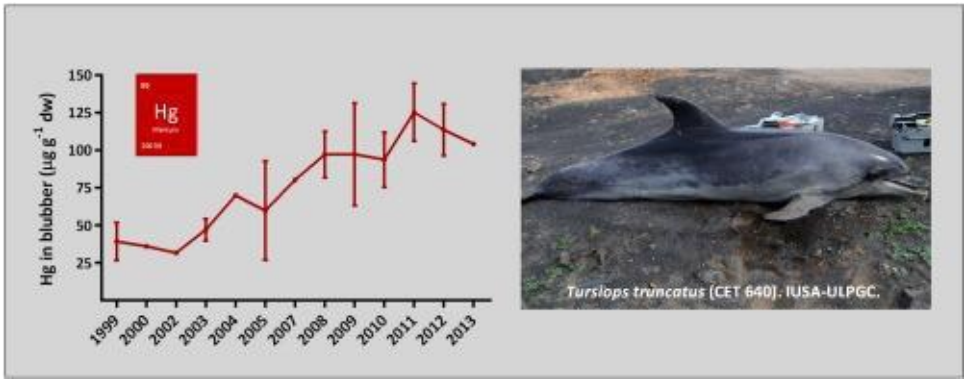
Dakle, prvo će se govoriti o organskim kemikalijama i supstancama koje se akumuliraju u tkivu dupina i o njihovom utjecaju na zdravlje dupina. Borell i Aguilar u svom istraživanju objavljenom 2006. godine navode kako su organoklorove molekule grupa sintetičkih kemikalija, prvi put predstavljene 1930-ih godina, a najviše su bile u upotrebi nakon Drugog svjetskog rata. Neke od kemikalija iz ovih skupina bile su lako razgradive, međutim kemikalije poput HCB[2]-a, PCB[3]-a, tDDT[4]-a vrlo su brzo postale jedan od glavnih onečišćivača mora jer su se sporo razgrađivale. Uz sporu razgradnju, oni su i lipofilni, što znači da se ugrađuju u masna tkiva životinja i tamo biomagnificiraju. Autori pokazuju da dupini, kao vršni predatori i sisavci koji dišu plućima, imaju vrlo male mogućnosti izbacivanja tih tvari iz organizma putem ventiliranja i zato su oni upravo najbolji bioindikatori za količinu tih supstanci u moru. U svom istraživanju su potvrdili da ove supstance smanjuju mogućnost razmnožavanja kod dupina i utječu na smanjenje funkcije imunološkog sustava. Oba navedena sustava važni za održavanje populacije i života i zdravlja životinje. Ističu kako je upravo zbog toga važno baviti se i istraživati navedeni problem, jer je prijetnja ne samo dupinima kao vrsti, već i cijelom morskom ekosustavu. Prema tada dobivenim rezultatima podacima održana je prva konferencija Europske federacije za morske znanosti i tehnologije na kojoj su odlučili da je najkritičnije mjesto, koje zaslužuje hitnu intervenciju po pitanju onečišćenja, upravo područje Sredozemnog mora. Istraživanje je provedeno u Sredozemnom moru, na obalama Barcelone i Valencije te Balearskih otoka (Slika 6).

[2] HCB - heksaklorbenzen
[3] PCB – poliklorirani bifenil
[4] tDDT – ukupni diklordifeniltrikloretan




Slika 6: Karta prikazuje područje istraživanja prisutnosti organoklornih kemikalija u dupinima (Borell i Anguilar, 2006.)

U istom radu opisan je i negativni utjecaj žive. Slično kao i prije navedene kemikalije, živa direktno ili indirektno pridonosi razlogu zabrinutosti za zdravlje morskih sisavaca. Visoka koncentracija žive povezana je s masovnim uginućima dupina i morskih sisavaca općenito, kao i sa smanjenjem populacije. Ostale posljedice su poremećaj vitalnih bioloških procesa te već spomenuti poremećaj imunosnog i reproduktivnog sustava. Živa se oslobađa u morskom okolišu putem ljudskih aktivnosti ili iz prirodnih izvora. Posebno se akumulira u tkivu dupina, a njen organski oblik; metil-žive, nalazimo u plijenu zubatih morskih sisavaca kojima pripadaju dupini, orke, pliskavice i slično (Borell i Anguilar, 2006.). Iako je živa izrazito toksična za sisavce, dupini i ostali morski sisavci stvorili su prilagodbu kako razgraditi organsku metil-živu, tvar koja je problem ne samo životinjama, već i ljudima. Naime, nakon hranjenja, metil-živa se u organizmu dupina razgrađuje na anorganske molekule u jetri životinje i posprema se u obliku mineralnih granula u kombinaciji sa selenom (Slika 7).




Slika 7: Grafikon prikazuje koncentraciju žive u tijelu dobrog dupina ( *Tursiops truncatus*) kroz godine (https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0048969715303831-fx1.jpg, pristupljeno 23.8.2019.)

Istraživanje o djelovanju žive na stanice dupina pokazuje kako su dupinove stanice otpornije na citotoksične i genotoksične efekte metil-žive, od recimo ljudskih ili štakorskih stanica (Taddei i sur., 2001.). Autori su uzorkovali stanice mužjaka dobrog dupina starog 15 godina pronađenog na talijanskoj obali Jadranskog mora. Iz uzoraka krvi zaključili su kako se PCB najviše akumuliraju u debelom tkivu, dok se metil-živa najviše akumulira u jetri i krvi životinje. Obzirom na svoju visoku poziciju u hranidbenom lancu, dupini su među najugroženijim životinjama po pitanju trovanja kemikalijama i mikroplastikom. Utvrdili su da količina žive u tijelu dupina može doseći i do nekoliko stotina mikrograma po gramu težine u jetri dupina koji obitavaju na području Sredozemnog mora, a s obzirom na izvor zagađenja, smatraju da ljudske aktivnosti nisu jedine koje pridonose povećanoj koncentraciji žive u morima i organizmima, jer je živa prirodan dio morskog okoliša.

Uzorkovanje tkiva dupina i provjera kvalitete morske vode važno je jer povećane koncentracije toksičnih tvari mogu dovesti do poremećaja u ponašanju i zdravlju dupina, koji su zbog visokog mjesta u hranidbenoj mreži među najosjetljivijim organizmima po pitanju obolijevanja od tumora i ostalih bolesti koje uzrokuju izlaganje živi ili PCB-ima. Također, poremećaji organizma uslijed izlaganja toksičnim tvarima mogu negativno utjecati i na kretanje i migracije dupina. Kao što znamo, dupini migriraju u potrazi za hranom, razmnožavanjem ili u slučaju prevelike varijacije temperature mora i degradacije staništa. Prema tome, ukoliko na svom putovanju jedu zaraženu ribu, može doći do pojava bolesti te potencijalnog nasukavanja radi poremećene orijentacije i u najgorem slučaju, čak i smrti. Znamo da je orijentacija i eholokacija važna pri migracijama i pozivima prema drugim jedinkama u grupi, no ukoliko dođe i do najmanjeg poremećaja tog sustava, dolazi do

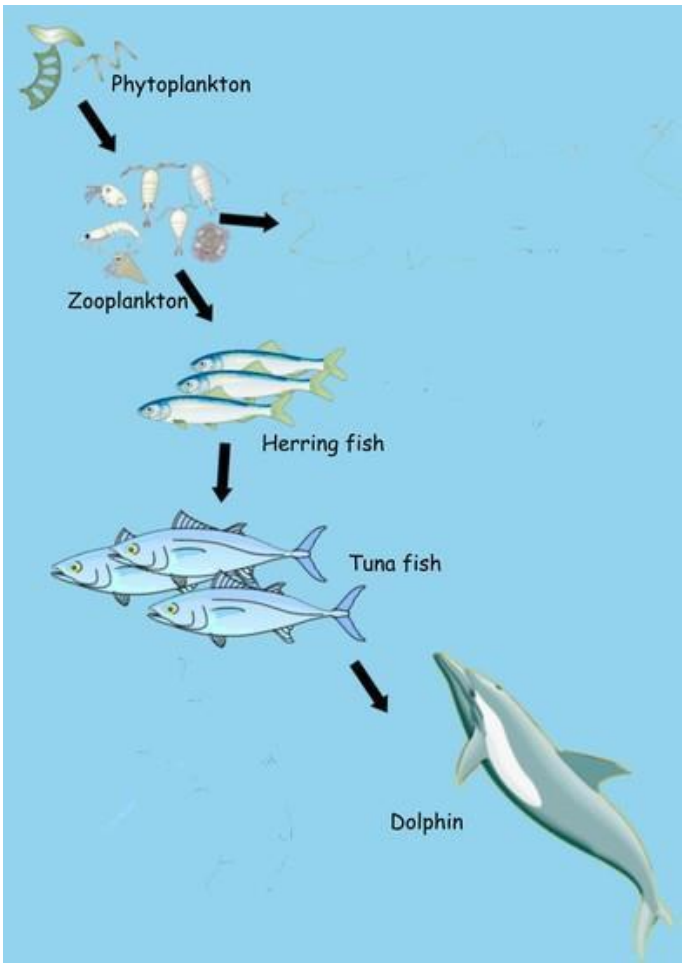
mijenjanja smjera kretanja, povećanog vremena zarona i dekompresijske bolesti, a sve to skupa do povećanog rizika od izumiranja ovih vrsta.

### 3.4. Hranidbena mreža i uloga dupina u hranidbenoj mreži

Hranidbene mreže su veliki, isprepleteni hranidbeni lanci koji nam ukazuju na koji način energija putuje od jednog organizma do drugog.Dupini su vršni predatori, tercijarni potrošači koji se hrane i primarnim i sekundarnim potrošačima ribom, lignjama, raznim rakovima poput škampa i slično. Vrlo često znaju i plivati oko ribarskih brodica, ne bi li uhvatili kakvu odbačenu ribu (Slika 8.). Zbog toga što plivaju uz ribarske brodove, ribari ih često smatraju prijetnjom jer im kradu ulov, a nerijetko su i žrtve prilova je se zapletu u neadekvatne ribarske mreže iz kojih ne mogu izaći pa ih ribari, umjesto da ih vrate u more, ubijaju i tako pridonose njihovom ionako smanjenom broj (izvor: internetska stranica, https://study.com/academy/lesson/the-food-chain-of-a-dolphin.html, pristupljeno 23.8.2019.).

Dupini u području Sredozemnog mora, od strane ribare su smatrani neprijateljima, jer osim prethodno navedenog, znaju se zabijati u mreže i plašiti ribu koja može oboljeti ili uginuti zbog prouzročenog stresa pa ribari gube ulov i ne ispunjavaju kvotu. Ilegalni lov ili ubijanje indirektno utječe na kretanje dupina. Buka motora broda isprepliće se sa sonarom dupina koji im služi za orijentaciju i dozivanje grupe, te uzrokuje dezorijentaciju i masovno nasukavanje na obalu, a time i smanjivanje broja dupina radi visoke stope smrtnosti. Korištenje neadekvatnih mreža koje nemaju TED[5], odnosno izlaz za dupine, kornjače i druge veće organizme, pridonose povećanju prilova ("bycatch"). Dobri dupini, iako vršni predatori u hranidbenoj mreži, također mogu biti i plijen većim organizmima poput kitova ubojica ili morskih pasa. Naposljetku, moramo spomenuti razliku u načinu hranjenja i vrsti hrane između dupina koji žive blizu obale i onih koji žive u dubljim vodama. Naime, dupini koji žive blizu obale uglavnom se hrane malim ribama i beskralježnjacima, dok se dupini koji obitavaju u dubljim vodama hrane tunom, lignjama i većom ribom, što znači da znaju roniti i do 500 metara dubine. Odrasle jedinke pojedu otprilike 4-6% svoje težine, a majka koja nosi mladunče i to 8% svoje težine (izvor: internetska stranica; http://everythingaboutdolphins.weebly.com/diet-and-food-chain.html, pristupljeno 23.8.2019.).

[5] TED – Turtle Excluding Device




Slika 8: Prikaz jednog hranidbenog lanca u kojem je dobri dupin ( *Tursiops truncatus*) vršni predator
(izvor:https://d1zqayhc1yz6oo.cloudfront.net/thumbs/thumb-a01b8cdbc224e79e7d47a1e02f3e5dd7.jpg, pristupljeno 23.8.2019.)

# 4. ZAKLJUČAK

U ovom završnom radu predstavljeni su dupini kao migratorni morski organizami koji migriraju u slučaju nestašice hrane, značajne promjene temperature mora, zbog razmnožavanja i odgajanja mladunaca te radi klimatskih promjena, onečišćenja i slično. Ovim radom nastojala sam prezentirati ovu dupine kao bitnu kariku u funkcioniranju morske hranidbene mreže i morskog ekosustava u cjelini te pojasniti zašto je važno zaštititi ih. Kroz znanstvene članke i knjige koji su korišteni za potrebe pisanja ovog rada, uvidjela sam koliko su stvarno dupini ugroženi i koliko je još istraživanja potrebno napraviti da bi se uistinu prikupilo dovoljno informacija o dupinima i morskim sisavcima, ali i morskom okolišu općenito. U radu sam se osvrnula na migracijske puteve i rute koje dupini prate i koje se vrlo rijetko mijenjaju, osim u izvanrednim slučajevima poput bolesti, dezorijentacije ili onečišćenja, bilo prolijevanjem nafte ili kemikalija. Istražila sam kako turizam i buka brodova, bušenja dna i seizmičkih ispitivanja narušavaju eholokaciju i sluh dupina te na koji način to pridonosi masovnim nasukavanjima i smrtnosti radi dezorijentacije, povećanog vremena zarona koji uzrokuje dekompresijsku bolest, itd. Nadalje, obradila sam problem kemijskog zagađenja mora i utjecaja na život i ponašanje dupina te zaključila kako su dupini podložniji tom utjecaju od nekih drugih morskih vrsta s obzirom na poziciju top predatora u hranidbenim mrežama jer se hrane i primarnim i sekundarnim potrošačima (ribama, lignjama itd.) koji mogu biti zaraženi metil-živom, PCB-om ili sadržavati čestice mikroplastike u sebi.

Na kraju, želim naglasiti kako sva daljnja istraživanja dupina i morskih sisavaca moraju biti izvođena na način da se ne pridonosi postojećim problemima u moru. Citirajući rad Boyda i suradnika (2010.), prije istraživanja morskih sisavaca, moramo obratiti pažnju na etiku u morskoj biologiji. To uključuje korištenje adekvatnih mreža u koje se dupini i ostali neće moći zaplesti, smanjenje direktnog izvođenja eksperimenata na životinja, primjenjivanje metoda koje najmanje štete, objektivnost te objava rezultata na način da su dostupni svima koji su zainteresiranim i naravno profesionalnost prema kolegama znanstvenicima.

# 5. LITERATURA

## 5.1. Članci i knjige

[1] Aquilar A. i Borell A., 2006.: Organochlorine concentrations declined during 1987-2002 in western Mediterranean bottlenose dolphins, a coastal top predator; Chemosphere 66 ( 2007), pp.347-352

[2] Bearzi G., Fortuna C. M. i Reeves R. R., 2008.: Ecology and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Mediterranean Sea; Mammal Rev

[3] Boyd I.L., W.D. i Iverson S.J., 2010.: Marine mammal ecology and conservation; a handbook of techniques, Oxford

[4] Gospić Rako N. i Picciulin M., 2016.: Changes in whistle structure of resident bottlenose doplhins in relation to underwater noise and boat traffic; Marine Pollution Bulletin 105 (2016), pp.193-198

[5] Panigada S. i Pierantonio N., 2016.: Migratory patterns and strategies of Mediterranean marine mammals and relation to intersystem connectivity, Tethys Research Institute, Marine Connectivity-Migration and larval dispersal

[6] Peng C., Zhao X. i Liu G., 2015.: Noise in the sea and its impacts on marine organisms; International Journal of Environmental Research and Public Health, 12

[7] Praca E. i sur., 2011.: Toothed whales in the northwestern Mediterranean: insight into their feeding ecology using chemical tracers; Marine Pollutin Bulletin 62 ( 2011), pp. 1058-1065

### 5.2. Internetski linkovi i stranice

[8] https://study.com/academy/lesson/the-food-chain-of-a-dolphin.html, pristupljeno 23.8. 2019.

[9] http://everythingaboutdolphins.weebly.com/diet-and-food-chain.html, pristupljeno 23.8.2019.

Slike:

[1] https://cdn2.webdamdb.com/1280_Id0CodXrYn57.png?1517601311 pristupljeno 15.8.2019.

[2] http://www.tmmsn.org/education/dolphin_anatomy/anatomy3.gif pristupljeno 15.8.2019.

[3] Panigada S. i Pierantonio N., 2016.: Migratory patterns and strategies of Mediterranean marine mammals and relation to intersystem connectivity, Tethys Research Institute, Marine Connectivity-Migration and larval dispersal

[4] https://pbs.twimg.com/media/DyQqE3TWoAEpmdQ.jpabdg:large, pristupljeno 18.8.2019.

[5] Gospić Rako N. i Picciulin M., 2016.: Changes in whistle structure of resident bottlenose doplhins in relation to underwater noise and boat traffic; Marine Pollution Bulletin 105 (2016), pp.193-198

[6] Aquilar A. i Borell A., 2006.: Organochlorine concentrations declined during 1987-2002 in western Mediterranean bottlenose dolphins, a coastal top predator; Chemosphere 66 ( 2007), pp.347-352

[7] https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0048969715303831-fx1.jpg, pristupljeno 23.8.2019.

[8] https://d1zqayhc1yz6oo.cloudfront.net/thumbs/thumb-a01b8cdbc224e79e7d47a1e02f3e5dd7.jpg, pristupljeno 23.8.2019.

Tablice:

[1] Panigada S. i Pierantonio N., 2016.: Migratory patterns and strategies of Mediterranean marine mammals and relation to intersystem connectivity, Tethys Research Institute, Marine Connectivity-Migration and larval dispersal

[2] Peng C., Zhao X. i Liu G., 2015.: Noise in the sea and its impacts on marine organisms; International Journal of Environmental Research and Public Health, 12

[3] Gospić Rako N. i Picciulin M., 2016.: Changes in whistle structure of resident bottlenose doplhins in relation to underwater noise and boat traffic; Marine Pollution Bulletin 105 (2016), pp.193-198