

Univerzita Palackého v Olomouci

Pedagogická fakulta

Katedra biologie



Bakalářská práce

Adriana Vrbská

Vliv klimatických změn a komerčního pozorování na kytovce

Olomouc 2023

vedoucí práce: Mgr. Jakub Vrána

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jen prameny uvedené v seznamu literatury. Souhlasím, aby tato práce byla uložena na Univerzitě Palackého v Olomouci a zpřístupněna ke studijním účelům.

V Olomouci dne 20. 4. 2023

.....

Podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala své rodině a přátelům za psychickou podporu, která mi pomohla při vypracování mé práce. Především pak děkuji svému vedoucímu Mgr. Jakubu Vránovi za jeho vedení a rady, jež přispěly k finální podobě této práce.

Anotace

Jméno a příjmení:	Adriana Vrbská
Katedra:	Katedra biologie
Vedoucí práce:	Mgr. Jakub Vrána
Rok obhajoby:	2023

Název práce:	Vliv klimatických změn a komerčního pozorování na kytovce
Název v angličtině:	The impact of climate change and commercial observation on cetaceans
Anotace práce:	Práce se zabývá vlivem klimatických změn a „whale watchingu“ na kytovce. Je vysvětlen faktor klimatických změn a současně popsán jeho vliv na planetu a organismy. Hlavní část se týká vlivu klimatických změn na kytovce a vlivu komerčních aktivit (whale watching a lov) na chování kytovců. Součástí práce je i problematika ochrany kytovců před následky klimatických změn a komerčních aktivit lidstva. Práce je rešeršního charakteru
Klíčová slova:	Kytovci, klimatická změna, globální oteplování, whale watching, lov velryb
Anotace v angličtině:	The thesis deals with the influence of climate change and „whale watching“ on cetaceans. It explains the climate change factor and at the same time describe its effect on the planet and organism. The main part concerns the effect of climate change on cetaceans and the effect of commercial activities (whale watching and whaling) on the behavior of cetaceans. The issue of protecting cetaceans from the consequences the climate change and human commercial activities is also included.
Klíčová slova v angličtině:	Cetaceans, climatic change, global warming, whale watching, whaling
Přílohy:	bez příloh
Rozsah práce:	98 s (194 073)
Jazyk práce:	čeština

Obsah

1. Úvod.....	1
2. Cíle.....	2
3. Kytovci.....	3
3.1. Evoluce.....	3
3.2. Fylogenetické vztahy.....	6
3.2.1. Kytovci a sudokopytníci.....	6
3.2.2. Fylogeneze Mysticeti.....	7
3.2.3. Fylogeneze Odontoceti.....	8
3.3. Zařazení do systému.....	13
3.4. Anatomie.....	23
3.5. Smyslová percepce a echolokace.....	23
3.6. Rozmnožování a potomstvo.....	25
3.7. Chování, komunikace, inteligence.....	25
4. Klima a klimatické změny.....	27
4.1. Definice.....	27
4.2. Globální oteplování.....	27
4.2.1. Orbitální působení.....	28
4.2.2. Sluneční záření.....	28
4.2.3. Vulkanická činnost.....	29
4.2.4. Jiné přírodní vlivy.....	29
4.2.5. Antropogenní činnost.....	30
5. Vliv klimatických změn na kytovce a jejich prostředí.....	32
5.1. Okyselování oceánů.....	32
5.2. Deoxygenace oceánů.....	32
5.3. Úbytek planktonu.....	33

5.4. Změny v migračních trasách.....	34
5.5. Změny v reprodukci.....	37
6. Znečištění chemikáliemi.....	39
7. Hluk.....	44
7.1. Dopad na ozubené kytovce.....	44
7.2. Dopad na kosticovce.....	47
8. Velrybářství.....	48
8.1. Počátky.....	48
8.2. Lov v 19. a 20. století.....	49
8.3. Současnost.....	50
8.4. Domorodý lov.....	51
8.5. Druhy zasažené lovem.....	53
8.6. Regulace a ochrana.....	54
9. Whale watching.....	57
9.1. Vliv na ozubené kytovce.....	59
9.2. Vliv na kosticovce.....	60
9.3. Regulace.....	61
10. Ochranná opatření.....	63
10.1. Chráněné mořské oblasti.....	63
10.2. Ekologická síť mezi oblastmi.....	64
10.3. Mezinárodní úmluvy a dohody.....	65
10.4. Ochrana zvláště zasažených oblastí.....	66
11. Závěr.....	68
12. Literatura.....	70

12.1. Internetové zdroje.....	90
-------------------------------	----

Seznam použitých obrázků

Obr. 1: Fylogeneze kytovců (převzato ze Steeman *et al.*, 2009).

Obr. 2: Fylogeneze Cetartiodactyla (převzato ze Hassanin *et al.*, 2012).

1. Úvod

Kytovci mají nezastupitelné místo v mořských i sladkovodních ekosystémech. Zároveň se jedná o zvířata, jež našla významné místo v naší historii i současné popkultuře. Též však jde o obratlovce, kteří jsou dlouhodobě velmi zasaženi lidskou činností. Velrybářství patří bezesporu k ikonickým ukázkám toho, jak může cílený a masový lov dovést určitou skupinu živočichů až na pokraj vymření (Clapham, 2016, Ďuras *et al.*, 2021).

Vedle tohoto řešeného, ale stále aktuálního, problému však existují i další oblasti, v nichž dochází k pravidelným střetům ochrany těchto zvířat s lidskými zájmy nebo jejich následky. Zmínit můžeme například hluk (Middel & Verones, 2017), znečištění (Jepson *et al.*, 2016) a whale watching (Meissner *et al.*, 2015). Paradoxně i poslední jmenovaná aktivita vycházející ze zvýšeného zájmu o kytovce, může v některých případech mít negativní dopady na chování, vývoj i ochranu ohrožených kytovců (Bertella *et al.*, 2019).

V dnešní době je navíc též hojně řešen vliv změn podnebí, především v souvislosti s globálním oteplováním. Přestože role člověka je v tomto případě stále diskutována, můžeme prohlásit, že se skutečně jedná o proměnu ovlivňující mořské ekosystémy s jejich různými obyvateli, včetně kytovců (Gaspar *et al.*, 2006, Víkingsson *et al.*, 2015).

V této práci se budu po základní charakteristice kytovců detailně věnovat právě výše nastoleným problémům s přesnými příklady jejich vlivu. Chybět přitom nebudou ani jejich možná řešení. Zmíním tak různé nástroje mezinárodní ochrany i organizace, které se jí zabývají. To vše ve snaze přinést ucelený pohled do současné problematiky vztahu těchto majestátních obratlovců a člověka.

2. Cíle

Ve své práci cílím na shrnutí aktuálních poznatků a jejich sumarizaci do praktických závěrů v následující problematice:

- 1) Vliv klimatických změn na početnost, chování a ekologii kytovců.
- 2) Vliv znečištění a hluku na početnost, chování a ekologii kytovců.
- 3) Vliv komerčních aktivit jako je whale watching a lov na početnost, chování a ekologii kytovců.
- 4) Opatření směřovaná k ochraně kytovců.

3. Kytovci (*Cetacea*)

3.1. Evoluce

Kytovci (*Cetacea*) jsou skupina živočichů patřících do třídy savců adaptovaných k vodnímu životu, která se vyvinula z původně suchozemských sudokopytníků (*Artiodactyla*) před zhruba 54-53 miliony let (Árnason *et al.* 2004; Hassanin *et al.* 2012; McGowen *et al.*, 2020).

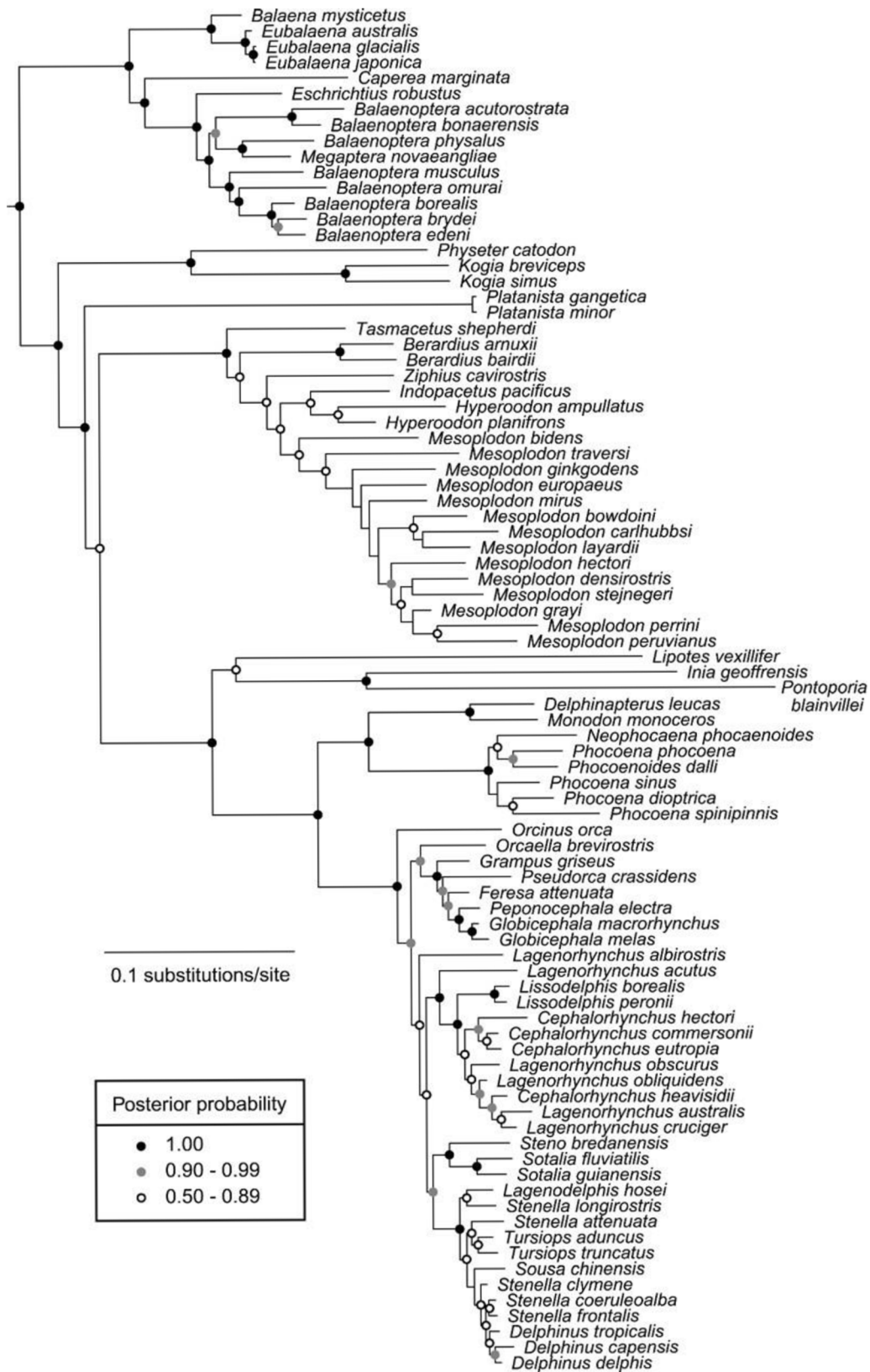
Za předchůdce sudokopytníků jsou považováni zástupci taxonu *Arctocyonida* z časného paleocénu (před 65 miliony let), patřící do vymřelé skupiny „*Condylarthra*“. První adaptivní radiace proběhla u rodu *Diacodexis* na počátku eocénu (před 56 miliony lety). Výsledkem byl vznik tří hlavních vývojových větví (*Tylopoda*, *Suina*, *Ruminantia*) (Zima & Macholán, 2021).

Vodnímu prostředí se začali přizpůsobovat v eocénu v oblasti indického subkontinentu před 56-34 miliony lety (Berta *et al.* 2015, Marx *et al.* 2016). Za sesterskou linii se považuje skupina *Raoellidae*, konkrétně zástupci z rodu *Indohyus*, jejichž pozůstatky byly nalezeny v dnešním Kašmíru. Vztah k vymřelé skupině *Mesonychia* je však nejistý (Thewissen *et al.*, 2007). Předpokládá se, že z těchto forem mohli vzniknout první savčí predátoři a sudokopytníci by se mohli považovat za jejich sesterskou skupinu. Pravděpodobnější ale je, že spojitost byla dána důsledkem konvergence, nikoliv společného původu (Zima & Macholán, 2021). Další významnou skupinou byli praktovci (*Archaeoceti*), což byla skupina starobyklých velryb patřící mezi bazální kytovce, která prošla obojživelným stadiem v říčních a pobřežních biotopech. Šlo o evoluční přechod velryb z pevniny do moře před 40–38 miliony let. Postupně získali schopnost plně vodního, pelagického života, a to ještě před vznikem kosticovců (*Mysticeti*) a ozubených (*Odontoceti*). Praktovci jsou v porovnání s těmi pozdějšími kytovci primitivní. Mají například zachovalé lícni zuby se střížnými hřebeny, ohebné loketní klouby a tvarované zadní končetiny s chodidly a prsty (Gingerich *et al.*, 2009).

Některé fosilní formy (např. *Basilosaurus* sp.) měly redukované paraxonické zadní končetiny (osa přední a zadní končetiny prochází mezi 3. a 4. prstem), o nichž se uvažuje že mohly sloužit jako pářící orgán. Z basilosauridních praktovců se poté vyvinuli před 36 miliony let korunoví kytovci (*Neoceti*) (Zima & Macholán, 2021). Za nejstaršího korunového kytovce byla považována kosticová velryba rodu *Llanocetus*, stará 34 milionů let, používaná jako kalibrační bod v divergenčních datovacích analýzách kytovců. Nedávný výzkum však objevil nový druh korunového kytovce, *M. selenensis*, jehož stáří se odhaduje na 36 milionů let (Lambert *et al.*, 2017; McGowen *et al.* 2020).

Mezi nejstarší ozubeného kytovce patří *Sinocetus rayi*, staré 32 milionů let. V další části evoluce kytovců nejspíše nedošlo k zásadním rozvoji diverzifikace. Tempo vývojového štěpení ale stoupalo na počátku oligocénu a v období od středního miocénu do pliocénu. Tedy v obdobích, kdy probíhaly intenzivní změny prostředí v oceánech (Steeman *et al.*, 2009, Hassanin *et al.* 2012).

Došlo k tektonickému otevření Drakeova průlivu mezi Jižní Amerikou a Antarktidou v australsko-antarktických tasmánských vodách. Díky tomuto jevu vznikl Jižní oceán s volně tekoucím antarktickým cirkumpolárním proudem. Současně s tím se na konci pozdního eocénu až začátku oligocénu dostavila klimatická změna. V atmosféře se snížila hladina oxidu uhličitého a antarktické ledovce se začaly rozšiřovat. Souviselo to s hloubkou kompenzace kalcitu, vzestupným prouděním Jižního oceánu a postupně se zvyšující primární produktivitou (Scher & Martin, 2006). Další velké změny nastaly s uzavřením východního spojení Tethys (druhohorní moře) mezi Středozezemním a Indickým oceánem, kdy byly omezeny indopacifické mořské cesty a následně i středoamerické, jež byly později zcela zrušeny. Klimatické jevy a také tektonická činnost měly za důsledek, že po globálním oteplování přišlo zalednění Antarktidy. Následné ochlazení a geografické změny ovlivnily termohalinní cirkulaci včetně cirkulace v severním Atlantiku. Biogenní sedimentace fosfátů vzrostla spolu s negativním posunem zvýšené globální mořské produktivity (Zachos *et al.* 2001, Steeman *et al.* 2009). Hlavní divergentní linie tvoří kosticovci a ozubení. Doba, kdy se oddělili je odhadnuta asi na 35 milionů let (Árnason *et al.* 2004, Hassanin *et al.* 2012). Tradiční rozdělení kytovců podle přítomnosti zubů bylo zpochybňováno problematickou pozicí vorvaňovitých. Později se jejich bazální postavení mezi ozubenými (obr. 1) potvrdilo (Steeman *et al.*, 2009; Zima & Macholán, 2021). Celkově jsou pak původ a evoluce kytovců důkazem makroevoluce a jedním z nejlepších příkladů morfologického přechodu (Thewissen *et al.*, 2009).



Obrázek 1: Fylogeneze kytovců (převzato ze Steeman *et al.*, 2009).

3.2. Fylogenetické vztahy

3.2.1. Sudokopytníci a kytovci

Poté, co byli kytovci zařazeni mezi sudokopytníky, byl nový společný řád pojmenován Cetartiodactyla. Fylogenetický strom se po spojení obou taxonů změnil, avšak mezi společné morfologické znaky monofyletické skupiny pozemních sudokopytníků a kytovců náleží identická stavba blastocysty (časná vývojová fáze embrya 5-6 dnů po oplození), existence tří primárních bronchů a esovitě prohnutý penis se zvláštním zatahovacím svalem. Počátek vzniku se dle molekulárních hodin odhaduje do pozdně křídového období před 87-81 miliony lety (Hassanin *et al.* 2012; Zima & Macholán, 2021).

Nalezené fosílie z eocénu (56-34 milionů let) dokonale zaznamenali jejich přechod z pevniny na moře díky důkazům o zmenšení zadních končetin, rekonfiguraci páteře, posunutí nosních dírek dozadu a rozvoji podvodního sluchu (Berta *et al.*, 2015; Marx *et al.*, 2016).

Bazální kytovci z eocénu (*Ichtyolestes*, *Pakicetus inachus*) patřili ještě mezi suchozemské. Kostra byla uzpůsobena k běhu a u některých druhů byla patrná paraxonická končetina. Jejich neobvyklá stavba vnitřního ucha však pomalu poukazovala na přechod k vodnímu životu. Ve svrchním eocénu se dále objevil *Basilosaurus*, ještě lépe adaptovanější k životu ve vodě (Zima & Macholán, 2021).

Příbuzný vztah mezi kytovci a sudokopytníky dokazovaly už biochemické analýzy v 50. a 60. letech minulého století. Poznatky jasně dokazují, že kytovci se nacházejí uprostřed fylogenetického stromu sudokopytníků (obr. 2). Z hlediska fylogenetického postavení to dosvědčuje, že jsou sudokopytníci parafyletický řád (Gaisler & Zima, 2018).

Rozlišení linií Cetartiodactyla je následující. Za bazální se pokládají Tylopoda (*Vicugna*, *Camelus*), po ní následuje Suiformes (*Sus*), odvozenější sesterské skupiny pak představují Ruminantia (*Bos*, *Tragelaphus*, *Gazella*, *Oryx*, *Ovis*, *Panthalops*), Ancodonta (*Hippopotamus*, *Choreopsis*) a Cetacea. Hroši s kytovci a přežvýkavci pak vytváří společně taxon Cetruminantia. Podle paleontologických dat Cetruminantia vznikla ve starých třetihorách, patrně na počátku eocénu (před 56 miliony let). Období divergence Ruminantia a Whippomorpha je odhadováno přibližně na 60 milionů let. Oddělení Ancodonta a Cetacea (Whippomorpha) pak na 54-53 milionů let. Dle fylogenomických analýz jde o jednoznačně monofyletický klad (Árnason *et al.* 2004; Hassanin *et al.* 2012; McGowen *et al.* 2020).

Také molekulární výzkumy nesporně dokazují, že právě fylogeneticky nejbližší skupinou kytovců jsou hrochovití (Hippopotamidae). Sesterské linie jsou společně nově označovány jako Whippomorpha (obr. 2), případně se také používá název Cetancodonta (Agnarsson & May-Collado 2008). Ačkoliv je evolučně známo, z čeho se kytovci vyvinuli, vztahy v rámci jejich linií jsou komplikovanější. Hlavně u čeledi delfinovitých, plejtvákovitých a vorvaňovcovitých (McGowen *et al.*, 2020).

3.2.2. Fylogeneze Mysticeti

U kosticových velryb byla prokázána monofylie u čeledi Balaenidae, také jako u kladu Neobalaenidae a Balaenopteroidae. Severoatlantické a severopacifické pravé velryby (*Eubalaena japonica* a *Eubalaena glacialis*) tvoří zcela jistě podporovaný klad, jež se nachází v rozporu se slabě provedenými analýzami mtDNA a ncDNA, které zařadily *E. japonica* do kladu s *E. australis* a vyloučily *E. glacialis* (Gaines *et al.* 2005). *E. glacialis* byla rozdělena na dva druhy, *E. glacialis* a *E. japonica*, a to kvůli předpokladu, že byla příbuzná s *E. australis*. Okolnosti ohledně druhů *Eubalaena* by mohly být přehodnoceny, ale průměrné stáří evoluční radiace rodu 4-2 miliony let značí, že postavení samostatných druhů *E. japonica* a *E. glacialis* je oprávněné (McGowen *et al.*, 2020).

Analýzy u plejtvákovce šedého (*Eschrichtius robustus*) i s předchozími studii založenými na menším počtu fylogenetických dat ukazují, že je pevně zakotven v Balaenopteridae (Agnarsson & May-Collado, 2008; Steeman *et al.*, 2009; Hassanin *et al.*, 2012).

Dále bylo zjištěno, že rod *Balaenoptera* je polyfyletický s *Eschrichtius* a *Megaptera*. Přičemž *Balaenoptera acutorostrata* a *B. bonaerensis* se v rámci rodu *Balaenoptera* divergovali nejdříve, následování *E. robustus* (McGowen *et al.*, 2009).

Jiné analýzy odhalily, že sekvence nových genomů s nízkým pokrytím ze 6 druhů kosticovců objevila podobné uspořádání druhů *Balaenoptera*. S výjimkou toho, že je *E. robustus* sesterský s *Megaptera novaeangliae* a *B. physalus*. Větev podporující tento vztah je krátká a z velké části založená na konfliktních vztazích. Bližší analýza těchto vztahů dokazuje, že uspořádání mezi *B. musculus*, *M. novaeangliae*, *B. physalus* a *E. robustus* není úplně vyloučené. Výsledky naznačují hybridizaci, jež hrála důležitou roli obzvláště na začátku

evoluce rodu *Balaenoptera* a také zmiňují důležitost zahrnutí *E. robustus* do čeledi *Balaenopteridae* (Árnason *et al.*, 2018).

3.2.3. Fylogeneze Odontoceti

Vorvaňovití (*Physeteridae* a *Kogiidae*) se oddělili od ostatních ozubených ke konci eocénu před 34 miliony lety. *Physeteridae* a *Kogiidae* se od sebe osamostatnili v pozdním oligocénu nebo raném miocénu (zhruba před 22 miliony lety), což potvrzují i jiné studie (McGowen *et al.*, 2009; Steeman *et al.*, 2009; Meredith *et al.*, 2011; Hassanin *et al.*, 2012). *Kogia* a *Physeter* patří do stejné čeledi, *Physeteridae*. Ale analýzy ukázaly, že by se tyto rody měly diverzifikovat do vlastních čeledí. Rozsáhlá divergence rodu *Kogia* dokládá existenci fosilních kogiidů, *Praekogia cedrosensis* a *Aproxikogia kelloggi*, z pozdního miocénu (před 6 miliony lety) (Velez-Juarbe *et al.*, 2015; McGowen *et al.*, 2020).

Delfinovec ganžský (*Platanista gangetica*), reliktní druh náležící mezi sladkovodní kytovce, se vyskytuje se v říčních systémech Indu, Gangy a Brahmaputry. Je součástí různorodé linie, jež byla v minulosti obzvláště rozmanitá, což dokazují četné fosilní nálezy z mořských ložisek. Po sekvenci 72 genů byla zjištěna shoda u téměř všech ozubených kromě vorvaně (*P. macrocephalus*). *Platanista* začal být podporován jako sesterský taxon a od ostatních říčních delfínů (*Inia*, *Lipotes* a *Pontoporia*) byl oddělen. Výzkum mitochondriálních dat sjednotil *Platanista* a *Ziphiidae* (Hassanin *et al.*, 2012). Ale analýzy sdružující jaderně přesné údaje se shodují s těmi zde představenými (McGowen *et al.*, 2009; Steeman *et al.*, 2009; Meredith *et al.*, 2011; McGowen *et al.*, 2020).

Co se týče fylogenetických vztahů mezi zbylými sladkovodními delfíny, molekulární rozbory se lišily. Např. *Lipotes* byl v některých studiích podporován jako sesterský k *Inia* a *Pontoporia* (Agnarsson & May-Collado, 2008; Hassanin *et al.*, 2012). Odlišná studie ale dokázala, že všechny tři tvoří samostatný klad (McGowen *et al.*, 2020).

Vztahy v rámci *Ziphiidae* jsou dořešené u všech druhů kromě tří (*Mesoplodon hotaula*, *Mesoplodon traversii* a *Indopacetus pacificus*). Jde o vůbec nejkompexnější analýzu této čeledi, jež byla porovnávána i s dalšími (Agnarsson & May-Collado, 2008; Steeman *et al.*, 2009). *Ziphiidae* se začali diverzifikovat v raném až středním miocénu, cca před 15 miliony lety. Za nejbazálnější rod se považuje *Berardius*, postupně ho pak doprovází rody *Tasmacetus*, *Ziphius*, *Hyperoodon* a *Mesoplodon*. Pro rozdělení *Ziphiidae* do podčeledí *Ziphiinae*

(Berardius, Tasmacetus a Ziphius) a Hyperoodontinae (Indopacetus, Hyperoodon a Mesoplodon) nebyla nalezena žádná shoda, i když je podporován monofyletický vztah mezi Hyperoodon a Mesoplodon. Rod Mesoplodon je nejspécifičtější rodem ze všech kytovců s 15 rozpoznávanými druhy. Radiace nastala v pozdním miocénu před 5 miliony let, kdy se vyčlenilo 13 druhů. U Mesoplodonu jsou podporovány hlavně klady „bidens“, zahrnující *M. bidens*, *M. ginkgodens*, *M. europaeus* a *M. mirus*. Poté klad „layardii“ s druhy *M. layardii*, *M. carlhubbsi* a *M. bowdoini* a klad „hectori“ kam náleží *M. hectori*, *M. grayi*, *M. stejnegeri*, *M. densirostris*, *M. perrini* a *M. peruvianus*. Některé druhy z kladů layardii a hectori byly objeveny přes mtDNA, jadernými introny nebo kombinací obou (McGowen *et al.*, 2009; McGowen *et al.*, 2020).

Delphinoidea (skládající se z čeledí Monodontidae, Phocoenidae a Delphinidea) patří mezi vůbec nejspécifičtější kytovce. Tyto korunní skupiny vznikly v raném miocénu (před 20-19 miliony lety) (Hassanin *et al.*, 2012). V čeledi Phocoenidae jsou uváděny jako základní rody *Neophocoena* i *Phocoena*. Rod *Phocoena* je považován za monofyletický, což je však v nesouladu s některými analýzami, jež vylučují jiné druhy rodu *Phocoena*. Současně uvádí *P. phocoena* a *P. dalli* jako sesterské. Vztahy mezi nimi ale nejsou podporovány (Pichler *et al.*, 2001; Steeman *et al.*, 2009).

Rané diverzifikace korunních skupin Delphinida a Delphinoidea měly svůj původ v raném miocénu před 19 miliony lety. Podle výsledků studií je věk korunových Delphinidae dle modelu AR odhadován na 12 milionů let. Dle modelu IR pak na 9 milionů let (McGowen *et al.*, 2009; Hassanin *et al.*, 2012).

V rámci Delphinidae jsou podporovány 3 druhy (*Leucopleurus acutus*, *Orcinus orca* a *Lagernohynchus albirostris*) i přesto, že se jejich uspořádání v průběhu času liší. *O. orca* byla považována za sesterskou u zbylých druhů delfinidů, až na *L. acutus* a *L. albirostris* (McGowen 2011). Tyto druhy nejsou příbuzné s ostatními bývalými příslušníky rodu *Lagernohynchus*. Nyní jsou součástí rodu *Sagmatias* a mají spíše bazální postavení (Vollmer *et al.*, 2019). Oproti tomu 3 hlavní klady se ztotožňují s dříve identifikovanými podčeleděmi Lissodelphininae, Globicephalinae a Delphininae, (McGowen *et al.*, 2020).

Mezi podčeled' Lissodelphininae, zahrnující rody *Lissodelphis*, *Sagmatias* a *Cephalorhynchus*, dle studií nemohou být zařazeny druhy *Cephalorhynchus eutropia* a *C. hectori*, ačkoliv jsou příbuzní s *C. commersoni*. Ani *Sagmatius cruciger*, který je sesterský k *S. australis* (Pichler *et al.*, 2001; Steeman *et al.*, 2009; Vollmer *et al.*, 2019). *Cephalorhynchus heavisidii* je spíše příbuzný rodu *Sagmatius*, konkrétně druhu *S. australis*, než ostatním druhům

Cephalorhynchus. Dá se tedy očekávat, že budou druhy *S. australis* a *S. cruciger* zařazené mezi *Cephalorhynchus*. Výsledky totiž ukazují, že rody *Sagmatias* a *Cephalorhynchus* jsou parafyletické a vyžadují další taxonomické přezkoumání (McGowen *et al.*, 2020).

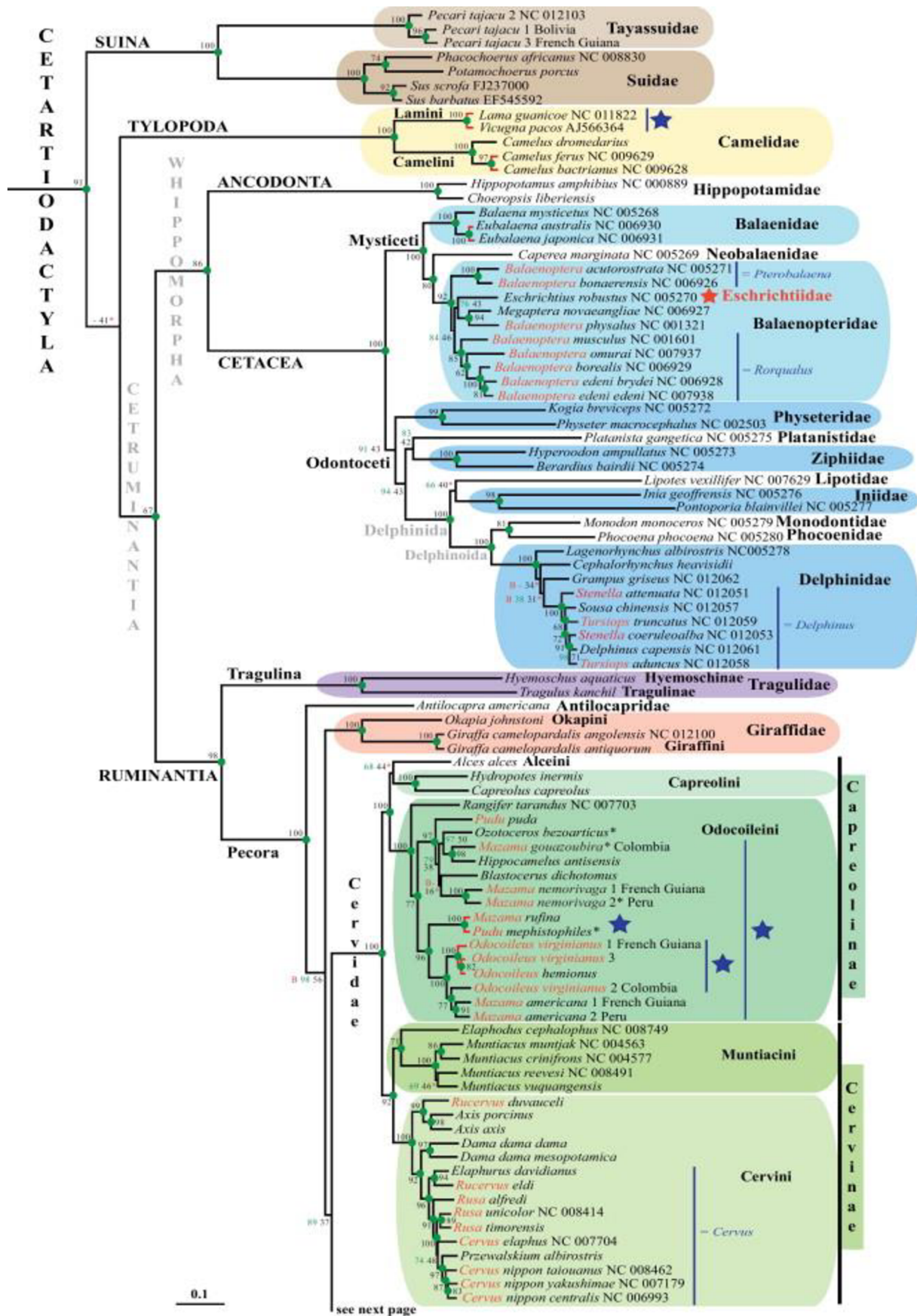
Rody *Orcaella*, *Steno* a *Grampus* náleží do podčeledi Globicephalinae, ačkoli se *Orcaella* a *Steno* rozcházejí zvláště od ostatních členů v pozdním miocénu. Dále se sem řadí rody *Globicephala*, *Feresa*, *Pseudorca* a *Peponocephala* označovaných lidově „černá ryba“ (McGowen *et al.*, 2009; Steeman *et al.*, 2009). *Orcaella* ani žádný ze zástupců rodů „černých ryb“ nejsou dle výzkumů příbuzní s *Orcinus orca*. V minulosti však některé analýzy mtDNA spojenectví mezi nimi prokazovaly (Agnarsson & May-Collado 2008). Analýzy kompletních genomů mt ukázaly jeho sesterský vztah vůči *Sotalia*, i když je dle jaderných údajů součástí skupiny Globicephalinae, a tudíž spojena s Delphininae. Toto spojení však prokazuje mitonukleární nesoulad, jež mohl být následkem dávné introgrese mitochondriální linie (Vilstrup *et al.*, 2011; McGowen *et al.*, 2020).

Zvláště nejasný vývoj je v současné době v rámci fylogenetických vztahů mezi 6 rody (*Tursiops*, *Stenella*, *Sousa*, *Sotalia*, *Lagenodelphis* a *Delphinus*) a celkově 14 druhy delfinů v podčeledi Delphininae. Nejspíše kvůli příliš rychlé speciaci a vzniku mezirodových hybridů. Podle molekulárních výzkumů s mtDNA a nuDNA byla shledána polyfylie u rodů *Stenella*, *Tursiops*, *Lagenodelphis* a *Delphinus* (McGowen *et al.*, 2009; Steeman *et al.*, 2009; Xiong *et al.*, 2009).

Studie považuje za nejbazálnější rody delfininů *Sotalia* a *Sousa*, ale zároveň také podporuje následující tři linie. První zahrnuje druhy s nápadným kontrastním vzorem skvrn a pruhů, tzv. „linie pruhovaného delfína“. Patří sem *Delphinus*, *Lagenodelphis*, *Stenella longirostris*, *S. coeruleoalba* a *S. clymene*. Z hlediska morfologie se tato skupina vyznačuje minimálně sedmi kraniálními znaky včetně rostra, rýhovaným patrem a malými temporálními jamkami oproti jiným delfinům. Do druhé linie náleží delfini skvrnití (*S. attenuata* a *S. frontalis*) a v třetí se nachází delfini skákaví (*T. truncatus* a *T. aduncus*), kteří současně tvoří monofyletickou skupinu. Delfini skákaví i skvrnití mají obdobné znaky jako např. vnější zbarvení, kraniální znaky, hladké patro a velké temporální jamky (Perrin *et al.*, 1981). Kvůli značným podobnostem navrhovaly rody *Lagenodelphis*, *Stenella*, *Tursiops* (někdy také *Sousa* a *Delphinus*) označit za totožné, ale kvůli významné nestabilitě fylogenetických studií tak nebylo provedeno (McGowen *et al.*, 2009; McGowen 2011). Možnost, která je momentálně diskutována by druhy v „pruhované linii“ řadila do rodu *Delphinus*, delfiny skvrnité do rodu *Stenella* a delfiny skákavé mezi rod *Tursiops* (McGowen *et al.*, 2020).

U *S. clymene*, zástupce podčeledi Delphininae, je hojně diskutováno, zda se nejedná o hybridní druh. Na základě genomických dat je *S. clymene* označován jako sesterský k *S. longirostris*. Vnějšími znaky je příbuzný *S. longirostris*, lebka je naopak zase podobná spíše *S. coeruleoalba* (Perrin *et al.*, 1981). Molekulární data dokazují seskupení *S. clymene* a *S. coeruleoalba* a potvrzují tak možný hybridní původ. Přesto jiné analýzy ukázaly spíše podobnost *S. clymene* a *S. longirostris*. K dořešení případného hybridního původu by tak bylo zapotřebí sekvenovat celý genom u mnoha zástupců všech potenciálních druhů (McGowen *et al.*, 2009; McGowen *et al.*, 2020).

Také došlo ke zpochybnění a „zaniknutí“ druhu *Delphinus capensis*. Byl rozdělen na dva poddruhy *bairdii* a *tropicalis*. Dle návrhu Society for Marine Mammalogy Committee on Taxonomy 2017 se pro všechny členy rodu *Delphinus* začalo používat označení *Delphinus delphis*. Ukázalo se, že *D. capensis* (zde poddruh *tropicalis*) je vůči skupině *D. delphis* parafyletický. Zároveň je více příbuzný s *D. delphis delphis*, ačkoliv se tento druh řadí mezi krátkozobé delfiny, než s *D. delphis bairdii*, jež je dlouhozobý (Cunha *et al.*, 2015; McGowen *et al.*, 2020).



Obrázek 2: Fylogeneze Cetartiodactyla (převzato ze Hassanin *et al.*, 2012).

3.3. Zařazení do systému

Po přechodu k mořskému životu se kytovci roztřídili na dvě supiny. Podle recentních forem přítomnosti zubů je dělíme na kosticovce (*Mysticeti*) a ozubené (*Odontoceti*). Celkově kytovci zahrnují 94 druhů (z nichž 1 nejspíše vyhynul), 40 rodů a 14 čeledí. Řádu kosticovců náleží 4 čeledi, 6 rodů a 14 druhů. Ozubení kytovci jsou početnější a rozmanitější. Mají 10 čeledí, 34 rodů a 80 druhů (Zima & Macholán, 2021). V následujících řádcích jsou popsány hlavní znaky obou skupin a jejich čeledí. Pro lepší poznání jednotlivých čeledí jsem navíc zařadila i výběr a popis typických druhů.

Kosticovci (*Mysticeti*)

Kytovci s kosticemi mají zuby pouze v embryonálním stavu, nebo se mohou vyskytovat u mláďat po narození, ale nikdy neprorážejí dásně. Spodní čelist u nich přesahuje horní a v jejich ohromné tlamě se nachází velký jazyk. Z patrových lišt vystupují jemné a ploché rohovité lišty, zvané kostice. Ty slouží jako filtr, když zachycují mořský plankton a propouštějí vodu, která pak odtéká koutky úst. Potrava je pomocí pohybu jazyka přepravena do hltanu a jícnu. Lebka je souměrná, obsahuje dva dýchací otvory a také dvě vnější nozdry. Samice jsou větší než samci (Wilson & Mittermeier, 2014). Vznik kosticovců se odhaduje koncem eocénu (před 35-33 miliony let) a jejich vývoj proběhl ve středním miocénu (před 15-11 miliony lety) (Árnason *et al.*, 2004; McGowen *et al.*, 2020).

Obývají všechna světová moře, a dokonce i některé tropické řeky. Dělí se do čtyř čeledí: Balaenidae, Balaenopteridae, Eschrichtiidae a Neobalaenidae (Steeman *et al.*, 2009; Meredith *et al.*, 2011; Gatesy *et al.*, 2013). Balaenidae jsou monofyletická bazální skupina kosticovců (obr. 2). Vztahy uvnitř korunových větví Balaenopteridae a Eschrichtiidae jsou obtížné. Systematiku kosticových kytovců také může značně komplikovat mezidruhové křížení a výskyt hybridů. Například u plejtváka obrovského a plejtváka myšoka (Hassanin *et al.*, 2012; Zima & Macholán, 2021).

Velrybovití (*Balaenidae*)

Všichni čtyři živočichové této čeledi jsou rozšíření v oceánech po celém světě. Upřednostňují spíše chladnější moře před tropickými. Do tohoto kladu náleží dva ohrožené druhy (velryba

japonská a velryba černá). Dle nedávných hodnocení IUCN patří subpopulace velryb jižních v Peru-Chile a subpopulace severovýchodních velryb černých v Pacifiku mezi kriticky ohrožené druhy. Jedná se o velké velryby s hladkým a širokým hřbetem, avšak bez hřbetní ploutve. Párové ploutve mají tvar pádel. Migrují, když nastane čas rozmnožování a samice rodí jediné mládě obvykle každé tři roky. Jsou to také značně dlouhověká zvířata. Nejvyšší věk byl zjištěn u velryby grónské (*Balaena mysticetus*), jež se dožívá až 200 let. Fosilní záznamy dokládají jejich výskyt od časného miocénu (před 23 miliony let) (Wilson & Mittermeier, 2014). Zástupcům této čeledi chybí lehká satelitní DNA. Jde o typ tandemové repeticity tvořené za sebou téměř identickými jednotkami, satelity (Aktuální genetika, 2005-2006), které se u ostatních koticovců vyskytují. Rod *Eubalaena* byl podle nejnovějších genetických poznatků rozdělen do tří druhů (velryba černá, velryba japonská a velryba jižní) (Zima & Macholán, 2021).

Nejznámějším zástupcem je velryba grónská (*Balaena mysticetus*), dlouhá 15-16,5 metru (Wilson & Mittermeier, 2014). Nejčastěji se vyskytuje v pobřežních vodách, kde sbírá plankton do otevřené tlamy. Jakmile ji naplní, tlamu uzavře, procedí vodu skrz kostice a celý obsah spolkně. Byla nejčastější kořistí lovenou rybářskými flotilami v severních mořích. Lovili ji hlavně kvůli masu, kosticím a tuku. V dnešní době už většina námořních států přistoupila k dohodě o ochraně velryb (Gaisler & Zima, 2018).

Velrybkovití (*Neobalaenidae*)

Čeď s jedním rodem, jehož jediným reliktním zástupcem je velrybka malá (*Caperea marginata*). Tento vzácný druh obývá vody mírného a chladného pásma severní polokoule. Jde o nejmenší pravou velrybu bez hrdelních rýh. Je považována za nejmenšího koticovce. Dosahuje délky 5,9 -6,5 metru a má malou hřbetní ploutev. Sedm krčních obratlů je srostlých, zadní žebra jsou značně široká a plochá. Pyšní se bohatým repertoárem zvuků, které vydává nejvíce v období rozmnožování (Zima & Macholán, 2021).

Nové evoluční objevy ukázaly, že tento druh není příbuzný žijícím „pravým“ velrybám z čeledi Balaenidae, ale fosilní skupině Cetotheriidae, která je známa díky fosilním záznamům od pozdního oligocénu do pozdního miocénu (26-9 milionů let) (Fordyce & Marx, 2013).

Plejtvákovcovití (*Eschrichtiidae*)

Plejtvákovec šedý (*E. robustus*) jako jediný zástupce čeledi je středně velký druh kytovce dosahující délky 13-14,2 metru. Často má nápadné ektoparazity na těle. Rozpoznáme ho podle nízké výdechové fontány ve tvaru srdce. Vyskytuje se v oblasti Severního Pacifiku, od teplých vod mírného pásma, až po arktické. Postrádá hřbetní ploutev, místo ní má drobné výrůstky na zádech nedaleko ocasu. Od zástupců z jiných čeledí se liší tím, že si potravu shání u dna a živí se většinou bentosem (Wilson & Mittermeier, 2014).

Z fosilních záznamů není jisté, jak se rozlišují od plejtváků. Dle morfologických dat byli plejtvákovci zařazováni jako bazální linie Mysticeti (Zima & Macholán, 2021). Z molekulárního hlediska se však ukázalo, že se jedná spíše o sesterský vztah k Balaenopteridae (Steeman *et al.*, 2009). Tento fakt se někdy užívá jako odůvodnění pro sjednocení Eschrichtiidae a Balaenopteridae do společné čeledi (Hassanin *et al.*, 2012).

Plejtvákovití (*Balaenopteridae*)

Do této čeledi čítající dva rody, celkem s osmi druhy, patří největší obratlovci jací kdy na Zemi žili. Jsou kosmopolitně rozšířeni s hydrodynamickým tvarem těla a podélným rýhováním, které se táhne od předsunuté spodní čelisti až do poloviny břišní části těla. Mají štíhlé prsní ploutve, širokou ocasní ploutev a vyvinutou malou hřbetní ploutev. Největší z nich je plejtvák obrovský (*Balaenoptera musculus*). Délka jeho těla čítá okolo 30 m, hmotnost se pohybuje až kolem 190 tun a může se dožít i více jak 100 let. V průběhu léta zkonzumuje denně takřka 3,5 t drobných korýšů, zbývajících 8 měsíců potravu nepřijímá. Žije na volném moři, častěji osamoceně než ve skupinách, a to ve dvou populacích, arktické a antarktické, které se nepotkávají. Kvůli neúměrnému lovu za pomoci technického vybavení jako např. radarů a harpunových děl, byl téměř vyhlazen (Zicháček, 2012).

Plejtvák myšok (*B. physalus*) žije jako další druhy koticovců ve všech mořích. Dříve byl stejně jako velryba grónská loven, dnes je i proto poměrně vzácný. Naopak plejtvák jižní (*B. bonaerensis*) se vyskytuje pouze v antarktických vodách (Gaisler & Zima, 2018).

Délka plejtváka jižního může čítat až 20 metrů. U plejtváka myšoka 22-27 metrů. Všichni zástupci patří mezi striktně oceánské velryby a podstupují dlouhé migrace kvůli rozmnožování a potravě. Živí se spíše polykáním potravy než jejím filtrováním, což je mezi koticovci zcela unikátní jev (Wilson & Mittermeier, 2014).

Tato čeleď má vcelku hojně fosilní záznamy. Svůj původ má v mladším terciéru. Evoluční radiace vypukla před 10,5 – 7,5 miliony let v období, kdy se změnilo oceánské proudění (Árnason *et al.*, 2018). Rod plejtvák (*Balaenoptera*) je parafyletický. Uvnitř jeho fylogenetického stromu se nachází rod kepokak (*Megaptera*) s nejznámějším stejnojmenným zástupcem kepokakem (*Megaptera novaeangliae*). Proslul především dlouhými migračními trasami až několik tisíc kilometrů, a to za potravou a rozmnožováním (Gaisler & Zima, 2018). Délka jeho těla se pohybuje mezi 15-17 metry (Wilson & Mittermeier, 2014). Mezidruhové křížení bylo v této skupině v rámci evoluce běžné (Deméré *et al.* 2005; Nikaido *et al.* 2006). Znamé je například mezi plejtvákem obrovským a plejtvákem myšokem (Hassanin *et al.*, 2012).

Ozubení

U ozubených kytovců se objevuje velký počet homodontních zubů, jen výjimečně se většina zubů redukuje. Zuby slouží pouze k polapení a usmrcení kořisti, ne však k mechanickému zpracování. Hrudní kost zůstala zachována, upínají se na ni prvními páry žeber (Zicháček, 2012).

Spodní čelist mají stejně dlouhou jako horní. Nozdry na lebce jsou párové a vyúsťují jediným dýchacím otvorem na temeni hlavy, kterým také vydávají zvuk. U delfínů byly zjištěny velmi pestré hlasové projevy. Pohybují se v kmitočtu 500 Hz až 15 kHz, tedy ve spektru slyšitelném i pro člověka. Ale zároveň také mohou vydávat při echolokaci ultrazvuky o kmitočtu 20 až 240 kHz. Delfini pomocí nich zaznamenávají různé překážky v prostředí, ale využívají je i při lovu kořisti, stejně jako netopýři. K vysílání zvukových vln uplatňují velké tukové těleso, umístěné nad rostrem před čelními kostmi. Nazývá se meloun a slouží jako zvuková „čočka“. Odražené zvukové vlny a jejich přenos má za úkol spodní čelist s mohutným tukovým tělesem, které je napojeno na prodlouženou bubínkovou destičku středního ucha. Dále tito kytovci vydávají zvuky o nízkém kmitočtu jako kňučení, vrčení, chrochtání, pískání, a dokonce část ultrazvuků má i komunikativní funkci. Živí se nejčastěji rybami. Někdy ovšem i mořskými savci, hlubinnými hlavonožci či ptáky. Samici, jež je u tohoto podřádu menší než samec, se rodí jediné mládě. Všechny druhy ozubených kytovců mají tendenci se sdružovat (Wilson & Mittermeier, 2014; Zima & Macholán, 2021).

Vývojově zasahují do pozdního eocénu. Po oddělení od kosticových velryb, započal u ozubených kytovců vývoj echolokace. Podle výzkumů vznikla jednou, a to před 34-36 miliony let. Jako první kytovec, u něhož morfologické znaky napovídají, že byl schopen

echolokaci využívat, byl *Squalodon* pocházející z časného oligocénu (Steeman *et al.*, 2009). Charakter celé skupiny je bezpochybně monofyletický (Árnason *et al.*, 2004; Meredith *et al.*, 2011), starší hypotézy o sesterském vztahu Balaenopteridae a Physeteridae byly zamítnuty (Cerchio & Tucker, 1998; Messenger & McGuire, 1998). Současné zástupce dělíme až do deseti čeledí. Sesterský vztah mezi Physeteridae a Ziphiidae se neprokázal a nebyla prokázána ani monofylie u čtyř čeledí sladkovodních delfinů (Xiong *et al.*, 2009). Prodloužení rostra, zvýšení pohyblivosti krku, zmenšení očí, rozšíření předních párových ploutví a redukci hřbetní ploutve je tak zřejmě důsledek opakujícího se přechodu do sladkých vod (Zima & Macholán, 2021).

Vorvaňovití (*Physiteridae*)

Čeď obsahuje jediný druh, a to vorvaně obrovského (*Physeter macrocephalus*). Jde o kosmopolitně žijícího největšího ozubeného kytovce s obrovskou tupě zakončenou hlavou a největším mozkiem ve zvířecí říši vůbec. Hlavová dutina vorvaně se nachází nad horní čelistí. U dospělých jedinců má objem přes 1 500 litrů (Zicháček, 2012).

Mimo to je prostor vyplněn olejovitou hmotou, tzv. spermacetem. Spermacetový olej je tekutý vosk, který se skládá ze směsi voskových esterů a triglyceridů. Uvnitř živého vorvaně je tekutý, ale pokud je vystaven vzduchu a ochladí se, ztuhne do bělavého parafinu. Spermacetový orgán slouží jako vysoce účinný sonar při hledání kořisti (Wilson & Mittermeier, 2014). Dolní čelist je úzká s jednoduchými kuželovitými zuby. Jejich počet se pohybuje v rozmezí od 18 do 29. Oproti ostatním kytovcům se u tohoto druhu objevuje velmi nápadný sexuální dimorfismus. Samec dosahuje velikosti velryb s délkou těla až 20 m, samice jsou výrazně menší, měří 10,4-12,5 metru (Wilson & Mittermeier, 2014). Hřbetní část těla má pokrytou hrbolky, nápadný je pak obzvlášť velký hrb, který vystupuje zhruba ve druhé třetině těla. Ten nahrazuje stabilizační hřbetní ploutev. Živí se především velkými druhy hlavonožců a je schopen se za nimi potápět až do hloubky 1 km. Kvůli drastickému úbytku vorvaňů je dnes vydán zákaz jejich lovu (Zima & Macholán, 2021).

Nejstarší fosilie vorvaňů sahají až do pozdního oligocénu před cca 25 miliony let, období radiace nastalo nejspíše v miocénu (před 23 miliony let, Wilson & Mittermeier, 2014). I přes svou velikost není příbuzný kosticovým velrybám, představuje spíše bazální linii ostatních menších ozubených kytovců (Yang, 2009). Další dva příbuzné druhy kogií se oddělily do čeledi *Kogiidae* (Gaisler & Zima, 2018).

Kogiovití (*Kogiidae*)

Patří sem kytovci střední délky s malou spodní čelistí a tupě zakončenou hlavou. Stejně jako vorvani mají vyvinutý spermacetový orgán. Kogie se od nich liší malou hřbetní ploutví. Délka jejich těla čítá 2-4 metry. Vyskytují se v mořích po celém světě, mimo chladných a polárních oblastí. Zuby v horní čelisti se někdy neprořezávají, celkově jich mají 20-32 uniformního vzhledu. Živí se hlavonožci. Nejstarší fosilní nález pochází z pozdního období miocénu. Jejich stáří je asi 7 milionů let. Kdysi byli řazeni spolu s vorvani do jedné čeledi. Dnes tvoří samostatnou čeleď se dvěma druhy, kogii tuponosou (*Kogia breviceps*) a kogii Owenovou (*Kogia sima*) (Wilson & Mittermeier, 2014).

Delfínovcovití indičtí (*Platanistidae*)

V této čeledi se nachází jediný zástupce, delfínovec ganžský (*Platanista gangetica*). Představuje zvláštní bazální linii ozubených kytovců, blízkou vorvaňovcům. Z toho důvodu náleží do jiné vývojové větve než ostatní sladkovodní delfini. Fosilie jsou známy z dob pozdního oligocénu (Árnason *et al.*, 2004).

Delfínovec ganžský je charakteristický svými dlouhými čelistmi a drobnými očima. V obou čelistech jsou slabé zahnuté zuby, kterých může mít až 39. Zrakově na tom není příliš dobře, je skoro slepý a orientuje se především podle echolokace. Je dlouhý 1,7-2,6 metru. Má drobnou hřbetní ploutev a velké tupé prsní ploutve (Wilson & Mittermeier, 2014). Obývá indomalajskou oblast, konkrétněji izolované říční systémy Gangy, Brahmaputry a Indu na Indickém poloostrově. V současné době se diskutuje o jeho rozdělení do dvou alopatrických druhů z Indu a Gangy (Yan *et al.*, 2005).

Vorvaňovcovití (*Ziphiidae*)

Jedná se o méně známou čeleď, kosmopolitně rozšířenou, zahrnujících asi 22 druhů. Jde o středně velké kytovce v rozpětí délek 0,6-1,2 metru s vřetenovitým tělem, protaženými čelistmi a vyklenutým čelem (Wilson & Mittermeier, 2014). Hřbetní ploutev mají posunutou k zadní části těla. U většiny druhů samců se vyskytuje jediný pár zubů, který připomíná menší kly, oproti tomu samice a mladší jedinci jsou bezzubí. Žijí pelagickým způsobem života a svou

potravu vysávají. Dokážou se potápět do velkých hloubek, kde se živí hlavonožci jako např. vorvaňovec anarnak (*Hyperoodon ampullatus*). Vorvaňovcovití jsou zvláštní větev ozubených kytovců (Ziphiodea). Dělí se do podčeledí Berardiinae, Hyperoodontinae a Ziphiinae (Zima & Macholán, 2021).

Fosilní nálezy jsou prokázány z období oligocénu a miocénu (před 28-24 miliony let) (Wilson & Mittermeier, 2014). Pozůstatky vorvaňovcovitých byly vyhlášené především u pobřeží jižní Afriky. Druhově jde o velmi pestrou čeleď, nejspíše příbuznou sladkovodním delfinům z Indie (Hassanin *et al.*, 2012).

Delfínovcovití čínští (*Lipotidae*)

Zástupcem je jediný recentní druh, delfínovec čínský (*Lipotes vexillifer*), vyskytující se na řece Jang-c'-ťiang v Číně. Je to středně vzrostlý sladkovodní delfin se vřetenovitým tvarem těla a délky okolo 2-2,5 metru. Má prodloužené rostrum s malými zuby, kterých může být až 36. K pohybu mu slouží široké hrudní ploutve a trojúhelníkovitá hřbetní ploutev. V hlavě se nachází okrouhlý meloun. Je považován ze nejohroženějšího kytovce. Na světě zbývá už jen několik desítek jedinců, přičemž poslední pozorování proběhlo v roce 2002, takže je eventuálně možné že byl vyhuben úplně (Wilson & Mittermeier, 2014).

Delfini z čeledí Lipotidae, Iniidae a Pontoporidae tvoří monofyletickou skupinu Iniioidea, jež je sesterská k Delphinoidea. Předci delfínovce čínského se mohli vyvinout před 25 miliony let právě z nich a dostat se z Tichého oceánu do řeky Jang-ce (Yan *et al.*, 2005; Steeman *et al.*, 2009).

Iniovití (*Iniidae*)

Pocházejí z neotropické oblasti Jižní Ameriky, povodí Amazonky a Orinoka. Jejich výskyt však není vyloučen ani v pobřežních mořích. Tito sladkovodní delfini se pyšní silným tělem a výraznými čelistmi s 25-35 heterodontními zuby různých tvarů a funkcí. Vpředu mají kolíčkovité nebo kuželovité zuby, vzadu pak molariformní zuby. Neobvyklá stavba lopatkového pletence a kosti pažní, jež je kloubně zakotvena v kosti hrudní, velice zlepšuje manévrovací schopnosti při pohybu ve vodě, když například umožňuje plavání na zádech (Gutstein *et al.*, 2014). Živí se hlavně rybami. Při hledání potravy často doplavou až do povodňových jezer vytvářených velkými řekami při vysokém stavu vody. Pohlavní

dimorfismus je nápadný ve zbarvení i velikosti. Čeleď zahrnuje 3 druhy, delfinovce amazonského (*Inia geoffrensis*), delfinovce bolívijského (*Inia boliviensis*) a araguajského říčního delfína (*Inia araguaiaensis*). Jejich délka se pohybuje v rozmezí 2-2,5 metrů (Wilson a Mittermeier, 2014).

Fosilní doklady jsou poměrně bohaté, pochází především z miocénu (zhruba před 11-7 miliony lety). Dokládají starodávný původ přizpůsobení k životu ve sladké vodě (Gutstein *et al.*, 2014). Více je k jejich evolučním vztahům uvedeno výše u čínských delfinů.

Delfinovití laplatští (*Pontoporiidae*)

Přírodním domovem jediného druhu čeledi Pontoporidae je neotropická oblast, povodí řeky La Plata a poté sladké, slané i brakické pobřežní vody Atlantského oceánu podél jihovýchodního okraje Jižní Ameriky mezi Argentinou a Uruguayí. Delfinovec laplatský (*Pontoporia blainvillei*) je malý sladkovodní delfín s délkou těla 1,1 -1,3 metry. Má štíhlé tělo a mohutnou hlavou s drobnými očima. Mezi všemi kytovci má nejdelší rostrum v porovnání s tělem. V širokých ploutvích jsou nápadné prsty a jeho čelisti nesou velké množství malých zubů. Každý jedinec může mít různý počet zubů, maximální počet je však 56. Potravu si hledají především u dna. Fosilie z období miocénu se našly nejen v Americe, ale i na evropských pobřežích Atlantského oceánu. Příbuzenský vztah s čeledí Iniidae je pravděpodobný (Wilson & Mittermeier, 2014).

Narvalovití (*Monodontidae*)

Jedná se o středně velké kytovce s tupě zakončenou hlavou, širokými ústy a nevyvinutou hřbetní ploutví. Rostrum je krátké, oproti tomu meloun výrazný. Jejich domovem je Severní ledový oceán, případně vody mírného pásma. Tato čeleď zahrnuje pouze dva druhy. Narval (*Monodon monoceros*) je charakteristický tím, že nemá zuby, až na levý řezák horní čelisti vyčnívající z hlavy. U samců (výjimečně i u samic) se objevuje v prodloužené formě jako přímý, na povrchu spirálně vroubený kel dlouhý až 3 m. Je projevem sexuálního dimorfismu. Vyjadřuje sociální postavení jedince ve stádě, ale také je využíván při soubojích o samice, hledání kořisti a údajně i k prorážení ledu (Zicháček, 2012).

Druhým zástupcem této čeledi je běluha (*Delphinapterus leucas*), příležitostně se vyskytující i v sibiřských řekách. V mládí jsou světlešedé, charakteristickou bílou barvu mají

až od 4 let, kdy pohlavně dospějí. Může mít až 40 malých tupých zubů. Loví ryby a další mořské živočichy. Má velmi výrazné hlasové projevy. Žijí ve stádech tvořených samicí a několika různě starými mláďaty. Samci se připojují pouze v době rozmnožování. Orientuje se echolokací s ultrazvuky. Velikostně se oba druhy pohybují v rozmezí 3-5 metrů. Narvalovití jsou doloženi z nálezů od pozdního miocénu, přičemž se posledních 11 milion let vyvíjeli. Dělí se do podčeledí Monodontinae a Delphinapterinae (Wilson & Mittermeier, 2014).

Čeledi Monodontidae, Phocoenidae a Delphinidae tvoří monofyletickou korunovou skupinu Delphinoidea, přičemž narvalovití a sviňuchovití jsou klasifikováni jako sesterské skupiny (Steeiman *et al.*, 2009; Meredith *et al.*, 2011).

Sviňuchovití (*Phocoenidae*)

Jsou to poměrně malí kytovci, dosahující maximální délky 2,4 m, s mohutným tělem, krátkým rostrem a malými zuby ve tvaru rýče. Může jich být 15-30 v každé čelisti. Mají dobře vyvinutou hřbetní ploutev. Jejich potrava je poměrně rozmanitá a mohou se za ní potápět až do velkých hloubek. Jsou kosmopolitně rozšířeni, v jihovýchodní Asii pronikají dokonce i do řek. Čeleď zahrnuje 7 druhů mezi které se řadí např. sviňucha kalifornská (*Phocoena sinus*), sviňucha hladkohřbetá (*Neophocaena phocaenoides*) nebo sviňucha běloploutvá (*Phocenoides dalli*). Fosilie byly nalezeny v mělkých mořích v severním Tichém oceánu z doby před 15 miliony lety. Do dalších oblastí se sviňuchovití začali dostávat až v pliocénu. Rozlišujeme je do podčeledí Phocoeninae a Phocoenoidinae (Wilson & Mittermeier, 2014).

Jedním ze známějších zástupců této čeledi je sviňucha obecná (*Phocoena phocoena*). Má výrazně zakulacenou hlavu, zavalité tělo, nízko posazenou hřbetní ploutev a neprotážené čelisti. Loví během noci hlavně sledřovité ryby. Znečištění vod a nelegální lov má velký vliv na jejich populaci a v důsledku toho jsou na pokraji vyhubení (Zicháček, 2012).

Delfínovití (*Delphinidae*)

Druhově nejbohatší skupina ozubených kytovců menší a střední velikosti zahrnující 40 druhů. Žijí spíše v teplých mořích po celém světě, ale mohou se dostat také do říčních systémů, jako např. jihoamerický rod *Sotalia* do povodí Amazonky. Mají štíhlé hydrodynamické tělo, výrazně klenuté čelo a zpravidla delší rostrum. Dýchací otvor se nachází v zadní části hlavy. Počet zubů se pohybuje od 100 do 200, ale může být i částečně redukován. Hřbetní ploutev je značně

vyvinutá, ocasní je mediálně zaříznutá. Jejich potrava se skládá hlavně z ryb a hlavonožců. Diverzifikace proběhla od pozdního oligocénu (před 31-28 miliony lety) (Hassanin *et al.*, 2012). U některých rodů, jako například *Lagenodelphis*, *Stenella* nebo *Tursiops* se monofyletičnost na základě molekulárních a fylogenetických znaků vzájemně neprokázala (McGowen *et al.*, 2020; Zima & Macholán, 2021).

V teplých a mírných mořích na celém světě, zvláště pak v evropských se nejčastěji vyskytuje delfin obecný (*Delphinus delphis*). V místech, kde se mu čelisti připojují k hlavě má rýhu ve tvaru V. Je dlouhý 1,7-2,3 metru a po stranách těla se mu táhnou protáhlé skvrny a pruhy (Wilson & Mittermeier, 2014). Žije ve velkých stádech tvořený jedinci obou pohlaví a různého stáří, společně i s mláďaty. Pronásleduje hejna ryb, kterými se nejvíce živí. Nejednou byl zaznamenán případ, kdy zemřel udušením ve vlečných rybářských sítích (Zicháček, 2012).

Oproti tomu druh delfína skákavého (*Tursiops truncatus*) se využívá ze všech ostatních kytovců nejčastěji k představením pro veřejnost v delfináriích nebo jako výzkumný model (Gaisler & Zima, 2018). Pobývá v oblasti Atlantiku, zejména při amerických březích. Velikostně se vyskytuje v rozmezí 2-3,8 metru (Wilson & Mittermeier, 2014).

Kulohlavec černý (*Globicephala melas*) je také velmi inteligentní a učenlivý. Žije ve společenstvech s rozvinutými sociálními vazbami. Vyskytuje se v chladných a mírných vodách Atlantského oceánu (Zicháček, 2012). Jeho hlava je vyklenutá bez zobákovitých čelistí. Je to hlavně noční lovec a jeho nejčastější potravou jsou hlavonožci. Dosahuje délky u samců 6,7 metrů a u samic 5,7 metrů. Zároveň se může dožít až 50 let a řadí se tak mezi dlouhověké delfíny (Wilson & Mittermeier, 2014).

Kosatka dravá (*Orcinus orca*) je rozšířena po celém světě, nejčastěji ji však najdeme v chladných vodách. Řadí se mezi nejnebezpečnější predátory v moři a stojí na vrcholu mořského potravního řetězce. Dlouhé tělo dosahuje délek u samců až 9,8 metru, u samic 7,7 metru. Je černě zbarvená s bílými skvrnami a mohutnou trojúhelníkovitou ploutví. Svou kořist pronásleduje v rodinných stádech v počtu 3 až 50 kusů. Živí se drobnějšími obratlovci od ryb, ptáků, tuleňů a tučňáků až po velryby, které v početné převaze svého stáda obvykle zaživa roztrhá (Gaisler & Zima, 2018)

Plískavice běloboká (*Lagenorhynchus acutus*) je delfin žijící v Baltickém moři a chladných vodách Atlantického oceánu. Mezi hřbetní ploutví a ocasem se nachází kýl, obličejovou část má málo protaženou. Samci měří 2,8 metru, samice 2,5 metru. Mezi hlavní

část její potravy patří sledi a lososi. Zimu přečkává ve vodách mírného pásma (Wilson & Mittermeier, 2014).

3.4. Anatomie

Jejich vřetenovité hydrodynamické tělo nemá žádnou srst, s výjimkou pár hmatových chlupů na pyscích a bradě. Tvarem se podobá dalším vodním čelistnatcům. Je pokryté kůží, která má obzvláště silnou pokožku, v níž převládá *stratum germinativum*, napojující se na dlouhé vláknité výběžky škály. Pod kůží se pak nachází silná tuková vrstva, plnící termoizolační funkci. Současně také chrání vnitřní orgány a ve vodě kytovce nadlehčuje (Gaisler & Zima, 2018).

Díky vertikálnímu vlnivému pohybu a zvláštní stavbě kůže, která snižuje tření, se zmenšuje pravděpodobnost vzniku brzdících vodních vírů. Kůže reaguje na proudění vody a umožňuje živočichovi, aby se rychle pohyboval. Rovněž důležitá je i ocasní ploutev, pomocí níž se kytovci pohybují. Je bočně zploštělá, bez kostěné opory a obsahuje pouze vazivovou výztuhu. Přítomna může být i hřbetní ploutev, která také postrádá kostru (Zicháček, 2012).

Přední končetina je zkrácená, ve tvaru lopatky a přeměněná v ploutev. Pohybuje se jedině v ramenním kloubu a má rozšířený počet prstních článků. Klíční kost chybí. Zadní končetiny zakrněly, mimo malé zbytky pánevního pletence (Zima & Macholán, 2021). Příčinou redukce karpálních a tarzálních kostí je akcelerovaný vývoj genu *Hoxd11* (Li *et al.*, 2020). Uvnitř mají kosti houbovitou strukturu a jsou prostoupené tukem. Hlavovou část tvoří velká lebka s dutinami, prodlouženou obličejovou částí a prodlouženým rostrem. Velikost hlavy přitom někdy představuje až 1/3 délky těla (Gaisler & Zima, 2018).

3.5. Smyslová percepce, echolokace

Smyslové vnímání těchto živočichů se přizpůsobilo vodnímu životu. Nosní otvory (případně otvor) jsou uzavíratelné, opatřené svalovými svěrači na hřbetní straně. Mají úlohu pouze jako dýchací orgán, protože čichové ústrojí a čichový lalok koncového mozku nejsou vyvinuty. Dýchací cesty jsou úplně oddělené od trávicí soustavy. Zevní zvukovod je zarostlý, a přestože postrádají i ušní boltce, mají perfektní sluchový orgán (Gaisler & Zima, 2018).

Rozpoznávání základních chutí bylo u kytovců značně omezeno, kromě slané a částečně hořké chuti. U zrakových schopností prošly změnami opsinové geny. Senzitivita čípkového

opsinu se posunula do modrého spektra. Čípkový opsin pro krátkovlnné světlo byl inaktivován a u některých druhů potápějících se do značných hloubek je inaktivován také opsin pro dlouhovlnné světlo. Tito kytovci tak prezentují jediné savce, u kterých se v tyčinkách vyskytuje jeden monochromatický opsin (Meredith *et al.*, 2013).

Echolokace odražených zvukových vln, jež se ve vodním prostředí vyznačuje jako hydrolokace, byla prokázána u mnoha druhů ozubených kytovců. K přijímání i vysílání zvukových vln využívají kosti, dutiny a tukové výplně lebky včetně čelistí. Vnímají také magnetické pole. Pokud je tato schopnost narušena, je vykládána jako důvod, při jejich uvíznutí na mělčině. Dalším možným důvodem, proč se neorientují, mohou být různá bolestivá zranění citlivých sluchových receptorů, přemnožení parazitů nebo novodobá moderní komunikační a naváděcí technika vojenského námořnictva, jež ruší správnou funkci jejich echolokačních signálů (Zicháček, 2012).

Pro delší pobyt ve vodě jsou fyziologicky adaptováni. Stabilní polohu těla ve vodě jim umožňuje bránice v šikmé poloze a dozadu protažené plíce. Disponují velkým množstvím krve a jsou schopni ji vázat v krevních lakunách různě po těle. Mají mnoho erytrocytů, dokážou účinně vázat kyslík na hemoglobin v krvinkách a na myoglobin ve svalech. Se zvláštní stavbou plicních alveol a sníženou dechovou frekvencí se poji schopnost využívat okolo 90 % vdechovaného vzduchu, vůči suchozemským savcům, kteří využívají nanejvýš 20 %. Jsou také odolní vůči vysokým koncentracím oxidu uhličitého a kyseliny mléčné v krvi. Při ponoření zpomalí srdeční tep, ale zároveň se dokážou i rychle vynořit bez toho, aniž by trpěli dekompresní nemocí. Jsou tak značně přizpůsobeni pro dlouhé potápění (Zima & Macholán, 2021). Fyziologické změny jako zadržování dechu a současně s tím nastávající pokles koncentrace kyslíku v krvi, zpomalení srdeční frekvence a stažení periferních cév, nejsou vykonávány automaticky, ale vědomě. Například sviňuchy jsou schopny aktivně ovládat tep srdce podle délky jejich ponoru a bránit tak hromadění dusíku v krvi (Gaisler & Zima, 2018). Kytovci se nadechují po vynoření a vydechují před ponořením. Při výdechu lze pozorovat, jak se vydechutý vlhký vzduch v chladném ovzduší kondenzuje v páru a mění ve „vodotrysk“. Frekvence dýchání čítá čtyři vdechy za minutu. Ačkoliv však dýchají vzdušný kyslík, pokud se vyplaví na mělčinu, zadusí se. Bez nadlehčení vodou jejich vnitřní orgány plíce stlačí a tím dýchání znemožní (Zicháček, 2012).

3.6. Rozmnožování a potomstvo

Tito živočichové mají nejčastěji jedno mládě, které bývá po narození poměrně velké a prekociální. Oproti jiným savcům se rodí ocasem napřed. Jakmile se narodí, matka jej okamžitě vynese na povrch, aby se mohlo nadechnout. Samice mají dvě mléčné bradavky uložené po stranách pohlavního otvoru v brázdách (Zima & Macholán, 2021).

Doba kojení je poměrně dlouhá. Mléko je mláděti zpočátku vstříkováno do kornoutovitě smotaného jazyka, přičemž u toho samice plave na boku. Později už mládě saje samostatně. Doba kojení je dlouhá. Například samice plejtváka kojí denně své mládě až 300 l mléka, které má asi desetkrát větší hustotu než mléko kravské (Zicháček, 2012).

3.7. Chování, komunikace, inteligence

K poměru celkové hmotnosti mají tito živočichové vcelku malý, ale bohatě gyrifikovaný mozek. Je např. známo, že u některých druhů delfínů se diference kůry přibližuje té, jakou mají lidoopi. V důsledku toho jsou schopni vést bohatý společenský život a umí využít svou inteligenci (Wilson & Mittermeier, 2014).

Většina kytovců žije v sociálních skupinách s přísnými hierarchickými pravidly. U kosticových velryb jako jsou keporkaci nebo plejtváci malí (*Balaenoptera acuturostrata*), nezahrnují vytvořené skupiny mimo matku a mládě další příbuzné. U ozubených jsou naopak takové skupiny běžné, avšak samci mají tendenci se v pozdějším věku distancovat. Jako příklad lze uvést vorvaně, kosatky, běluhy nebo delfíny pruhované (Colbeck *et al.*, 2012).

Zároveň se vyznačují rozmanitou vnitrodruhovou komunikací. Dorozumívají se nejčastěji po zvukové stránce a pomocí svých hlasivek vydávají rozsáhlou škálu zvuků od těch slyšitelných o kmitočtu k 16 Hz a více, až po vysokofrekvenční signály k 280 kHz. U člověka je horní hranice vnímání 20 kHz, takže vyšší zvuk je vnímán jen jako cvakání (Zicháček, 2012).

Kosticovci se dorozumívají pomocí hrtanu sténáním, vrčením, pískáním, cvrlikáním a klikáním. Nízkofrekvenční sténání vydávané některými kosticovci patří mezi nejhlasitěji vydávané zvuky ve zvířecí říši. Samci keporkaků (*Magaptera novaeangliea*) dokáží takto „zpívat“ takřka 40 minut v kuse, nejspíš proto, aby přilákali samice. Pod vodou se jejich zpěv nese až na vzdálenost několika stovek kilometrů. Ozubení kytovci mezi sebou komunikují

pískáním. Tyto zvuky vydávají pomocí otevírání a zavírání nosních zátek. Cvakání používají k echolokaci, orientaci a hledání potravy (Wilson & Mittermeier, 2014).

I když se při komunikaci spoléhají především na zvuk, zrak využívají též. Ve vodě vidí celkem dobře, výjimkou jsou pouze říční delfíni (*Inia*, *Lipotes*, *Platanista*, *Pontoporia*). Ti se totiž vyskytují v kalných vodách, kde by zrak ani příliš využít nemohli. Z tohoto důvodu jsou jejich oči zmenšené, zrak hodně redukovaný a někteří jsou skoro slepí (Torres, 2017).

4. Klima a klimatická změna

Klimatické změny jsou jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících současnou přírodu. Stále je navíc řešena otázka, jak velký vliv má na tuto problematiku člověk a jeho aktivity. V této části proto nejprve popíšeme různé aspekty, které se s velkou pravděpodobností podílí na globálním oteplování a podobných jevech, abych následně přešla na jejich vliv na kytovce.

4.1. Definice

Klimatická změna je obtížně definovatelný jev. Zahrnuje mnoho proměnných, jež se na ní podílejí. Mezi nejlépe měřitelné patří meteorologické proměnné jako je povrchová teplota vzduchu, tlak ovlivňující atmosféru (Werndl, 2016) a srážky (Stocker *et al.*, 2013). Zároveň s nimi však souvisejí i faktory vysvětlující stav oceánu, tedy podpovrchová teplota vody, ledovců a ledovcových příkrovů (Werndl, 2016), stejně jako změny orbitální aktivity, sluneční emise a antropogenní vliv (WMO, 1992).

Klima je pak označováno jako soubor proměnlivých veličin způsobených klimatickými jevy, které se mění během několika měsíců až milionů let, přičemž jako průměrné období změn v podnebí se uvádí 30 let (Stocker *et al.*, 2013).

Atmosféra, hydrosféra, litosféra a biosféra na sebe v reakci na tyto vnější vlivy (např. při sopečné činnosti nebo vyšší intenzitě slunečního záření) navzájem působí a jejich společná reakce se vůči těmto změnám označuje jako klimatický systém (Koutsoyiannis, 2021).

4.2. Globální oteplování

Teplota stoupla o 1,1°C v období 1850-1900. Mezi lety 2011-2020 pak kolísal nárůst v rozmezí 1,09-1,20°C, přičemž na pevnině se jednalo o nárůst o 1,34 až 1,83°C. Na oceánském povrchu pak teplota stoupla o 0,68 až 1,01°C (Lee *et al.*, 2023). Různé fyzikální, biologické a biogeochemické vlivy způsobené těmito změnami přitom ovlivňují oceány i pevninu a vše, co je jejich součástí, včetně kytovců (Wilson & Mittermeier, 2014). Níže proto uvádím faktory podílející se na oteplování a změnách klimatu, aby bylo možné lépe pochopit změny u kytovců, které popíšeme v dalších kapitolách.

4.2.1. Orbitální působení

Atmosféra absorbuje sluneční záření, jehož vlivem dochází v závislosti na sluneční aktivitě a intenzitě k orbitálním změnám Země a sklonu osy. Klima je ovlivněno zejména kvůli změnám slunečního a magnetického pole zahrnujících excentricitu a délku perihelia (nejmenší vzdálenost od Slunce) společně s precesí (změny v orientaci zemské osy) a axiálním sklonem osy (šikmost rotační osy) (Masson-Delmotte *et al.*, 2013). Souhrnně tyto jevy označujeme jako Milankovičovy cykly (Koutsoyiannis, 2021). Sklon také utváří průměrnou roční insolaci v zeměpisné šířce působící opačným účinkem ve vyšších i nižších polohách různých zeměpisných šířek. Orbitální vliv rovněž spoluurčuje přechod mezi glaciály a interglaciály. Uspořádání oběžné dráhy je však pokaždé jiné. Proto má každé období odlišnou délku trvání. Není však přesně jasné, co z fyzikálních jevů ovlivněných insolací, způsobuje změny v rozsahu ledových příkrovů. Jisté naopak je, že současný interglaciál, během něhož dochází ke kolísání teplot a úbytku arktického ledu a ledovců, souvisí s touto orbitální činností (Masson-Delmotte *et al.*, 2013).

4.2.2. Sluneční záření

Z hlediska měření rozlišujeme celkové sluneční záření (TSI) a spektrální sluneční záření (SSI). TSI udává celkové množství energie ze Slunce přijaté v horních vrstvách atmosféry, zatímco SSI v rámci UV záření působí hlavně na stratosféru. Zároveň může svými účinky ovlivnit i troposférickou cirkulaci. Změny v TSI a SSI jsou připisovány magnetickým jevům na povrchu Slunce jako jsou sluneční skvrny, fakule, magnetická síť nebo vnitřní změny v přenosu energie. V samotném jádru Slunce dochází k přeměně vodíku na helium. Vzniklá energie je do prostředí vyzařována prostřednictvím elektromagnetického záření. Energie dopadající na povrch atmosféry se pak mění v souvislosti se vznikem a výdejem elektromagnetické energie. Společně s vulkanickou činností a antropogenním faktorem tak mění klima (Masson-Delmotte *et al.*, 2013). Během posledních 140 let však intenzita záření TSI zakolísala pouze o 0,1 % (Myhre *et al.*, 2013), což není příliš mnoho. Oproti tomu změny v SSI jsou daleko více patrné, jedná se až o 5 %. Ovlivňují především vlnové délky 200-300 nm, které jsou zodpovědné za udržení stabilních teplotních podmínek mezi stratosférou a troposférou včetně tvorby ozonu v horní části stratosféry skrze koloběh kyslíku. Změny v radiaci by tak mohly ovlivnit větrnou bilanci, jež by přispívala k anomáliím souvisejících s troposférickou cirkulací (Seppälä *et al.*, 2014). Rovněž byly zaznamenány změny ve slunečním cyklu, kdy zároveň došlo i k poklesu UV

záření, následkem něhož se zvýšilo TSI na viditelných vlnových délkách (Gray *et al.*, 2010). K posouzení podrobnějších účinků SSI na klima je však zapotřebí dalších výzkumů (Seppälä *et al.*, 2014). Zároveň v minulém století Slunce vykazovalo zvýšenou aktivitu silnějších slunečních větrů a způsobilo nižší tok kosmického záření. To ovlivnilo troposférickou ionizaci a oblačnost v nižších výškách, což mělo za následek vyšší radiační sílu a sluneční svítivost o $1,7 \pm 0,6 \text{ Wm}^{-2}$, což už vliv má. V kombinaci ještě s antropogenním oteplováním se konkrétně jedná o nárůst $0,61 \pm 0,42 \text{ °K}$ (Shaviv, 2005).

4.2.3. Vulkanická činnost

Při sopečné erupci se uvolňují síranové aerosoly do ovzduší, což zásadně ovlivňuje klima. Dochází tak k ochlazení zemského povrchu. Například při sopečné erupci vulkánu Pinatubo roku 1991 se ochladil zemský povrch o $0,1-0,3 \text{ °C}$ v následujících třech letech (Masson-Delmotte *et al.*, 2013). Látky vzniklé následnou tektonickou činností jako jsou síran, rtuť, chlor nebo metan, navíc mohou způsobit úhyn organismů, zejména v počátečním stadiu jejich vývinu, což se rovněž projevuje poklesem biologické rozmanitosti (Davis, 2017).

4.2.4. Jiné přírodní vlivy

Odlíšná studie tvrdí, že za důležitého hybatele klimatu patří především voda. V přepočtu na množství $1,34 \times 10^9 \text{ Gt}$, zahrnující pouze oceán, má totiž větší hmotnost nežli atmosférický vzduch s hodnotou $5,14 \times 10^6 \text{ Gt}$. V oceánech tak dochází díky jejich velké rozloze k akumulaci tepla. Jen za posledních čtyřicet let se ho nashromáždilo v mořích okolo 94 %. Pouhých 6 % je pak ukládáno do ledu, pevniny a atmosféry. Existence ve všech skupenstvích na Zemi a následná termodynamická výměna navíc umožňuje vodě řídit vliv klimatu. Současně s tím dokáže regulovat záření prostřednictvím vodní páry a mraků v atmosféře, čímž se též podílí na změnách podnebí (až ze 75 %) a na oceánské i atmosférické cirkulaci jako je ENSO (jižní oscilace), atlantická multidekadická oscilace (AMO) a mezidekadová pacifická oscilace (IPO, Koutsoyiannis, 2021). Změněná cirkulace poté způsobuje například intenzivní povodně, hurikány a jiné extrémní klimatické jevy (Talukder *et al.*, 2022). Z hlediska zoologie pak tušíme, že jejím vlivem budou zasaženy patrně některé druhy želv jako například kožatky velké (*Dermochelys coriacea*). Na větší mořské živočichy by však tato cirkulace neměla mít tak výrazný vliv (Gaspar *et al.*, 2006).

4.2.5. Antropogenní oteplování

Oxid uhličitý a jiné plyny se dostaly do atmosféry spalováním fosilních paliv a půdní absorpcí infračervené energie uvolňované ze zemského povrchu. Mají v ní přítom velký vliv na její ohřívání skrz takzvaný „skleníkový efekt“. Ten je problematický od zhruba poloviny 18. století, kdy s rozvojem průmyslu emise výrazně vzrostly. V současnosti se koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší zvýšila o jeden až dvě objemové části na milion ročně oproti počátku průmyslové éry (Davis, 2017). A produkce značného množství dalších skleníkových plynů (GHG) se nadále zvyšuje. Roku 2011 hodnoty nabývaly u oxidu uhličitého (CO₂) 19 ppm (miliontin z celku), u metanu (CH₄) 63 ppb (miliardtin z celku) a u oxidu dusného (N₂O) 8 ppb. Oproti tomu o osm let později dosáhly hodnoty CO₂ 410 ppm, CH₄ 1866 ppb a N₂O 332 ppb. Jednalo se o největší nárůst CO₂ za poslední 2 miliony let, u CH₄ a N₂O pak za 800 tisíc let. Spolu s těmito látkami se v atmosféře vyskytují i jiné skleníkové plyny jako hexafluorid síry, trifluorid dusíku, perfluorované uhlovodíky nebo chlorované uhlovodíky. K výraznému snížení emisí o 5,8 % došlo až v první polovině roku 2020 kvůli pandemii COVID-19, ale v druhé polovině stouply emise na předchozí úroveň (Lee *et al.*, 2023).

Působení vzrůstajících emisí a síranových aerosolů v kombinaci s vypouštěním toxických látek do ovzduší zapříčinilo navíc snížení ozonové vrstvy ve stratosféře. Už během poklesu pouhého 1 % ozonové vrstvy dochází k silnějšímu průchodu UV záření o 1,5-2 %. V dlouhodobém měřítku tak neblaze působí na ekosystémové pochody týkající se kupříkladu koloběhu živin. Zvláště silně tyto ztráty pak působí v polárních oblastech. Globální oteplování zároveň znemožňuje zlepšení této problematiky, protože narušuje proces obnovy ozonu ve spodní stratosféře (Hansen *et al.*, 2003). Hodnoty troposférického ozonu narostly o 1,5 % a za jejich zvýšení je zodpovědný antropogenní nárůst emisí metanu (CH₄), oxidů dusíku (NO_x) nebo oxidu uhelnatého (CO), zatímco u stratosférického ozonu mohou za narušení jeho vrstvy hlavně halokarbony. Avšak postupně se jeho stav začíná zlepšovat (Myhre *et al.*, 2013). Mezi lety 2008-2012 byla zaznamenána v oblasti jižních zeměpisných šířek obnova ozonové vrstvy (Hartmann *et al.*, 2013), což v současné době potvrzují i studie zkoumající stav ozonu v Antarktidě (Kuttippurath & Nair, 2017; Dhomse *et al.*, 2019).

Skleníkové plyny obsažené v ovzduší zároveň působí na klima i tím, že způsobují změny povrchové teploty moře a úbytek mořského ledu (Davis, 2017). Kromě toho s rostoucími emisemi přibývá i extrémních jevů v počasí jako je extrémní sucho a horko, kvůli němuž

přibývá požárů. Tropické cyklóny zase způsobující vydatné deště zatopující poměrně velká území (Lee *et al.*, 2023) a silné bouře s vlnami dosahujícími výše 18 metrů. Ty mohou ovlivnit mořský život až do hloubky 90 metrů. Dochází tak například k poškození korálové struktury a skalisek při pobřeží. Narušení způsobuje často i erozi, jež s přibývajícím hladinou moří představuje hrozbu zejména pro pobřežní města a sídla. Výsledkem je tak snížená ochrana okolního prostředí před možnými záplavami nebo náhodnými přívaly srážek vzniklých při bouřkové činnosti (Talukdev *et al.*, 2022).

Se zvýšenými teplotami prostředí, bude nadále pokračovat také roztávání permafrostu a ústup ledovců a ledových příkrovů (například Grónský a Antarktický ledový příkrov), jejichž tání napomáhá zvyšování hladin oceánů (Lee *et al.*, 2023). Za posledních dvacet let se hladina moře zvedla o dvojnásobek. Ve 20. století šlo okolo 1,7 mm ročně. Na přelomu 20. století už se jednalo o 2,8-3,6 mm ročně (Masson-Delmotte *et al.*, 2013). Stejným tempem by se do roku 2100 hladina oceánů mohla zvednout až o dva metry. Jen o 50 let později by se jednalo o pět metrů. Už nyní je hladina moří vyšší o 5-10 metrů, než tomu bylo před 125 tisíci lety. Při dlouhodobém růstu teplot a pokračujícího globálního oteplování a tání ledovců, kdy by se teplota zvýšila až o 5 °C, by se za dva tisíce let mohla v extrémním případě hladina moří posunout o 19-22 metrů a zůstat zvýšená po další tisíce let. To by následně způsobilo ztrátu sídel a infrastruktury v pobřežních oblastech (Lee *et al.*, 2023).

5. Vliv klimatických změn na kytovce a jejich prostředí

5.1. Okyselování oceánů

Prostřednictvím spalování fosilních paliv, odlesňování a průmyslu dochází k rozšíření oxidu uhličitého do okolního prostředí. Absorpce a jeho následné rozpouštění v oceánech zapříčinilo vznik kyseliny uhličité (H_2CO_3), jejímž štěpením dochází ke vzniku hydrogenuhličitanových iontů (HCO_3^-), které se mohou dále štěpit na uhličitanové ionty (CO_3^{2-}). U obou dějů probíhá uvolňování vodíkových iontů, jež způsobují snížení pH vody. Pro organismy žijící v mořích to představuje zátěž, jelikož musí vynaložit více energie k udržení celkových metabolických procesů zvyklých na určité pH buněk (Barker & Ridgwell, 2012). Okyselení moří tak má jednoznačný vliv na nekrózy, změny kalcifikace a rozpustnosti skeletu pozorovaných například při úhynu korálových řas. Zároveň se tím redukuje množství síry dostávající se z oceánu do atmosféry. To je problém, neboť, zde se síra oxiduje na síranové anionty (SO_4^{2-}) odrážející sluneční záření zpět do vesmíru. Následkem toho dochází k silnějšímu globálnímu oteplování (Talukder *et al.*, 2022).

Uhličitan vápenatý (CaCO_3) je významnou stavební látkou tvořící schránky u mnoha druhů mořských bezobratlých jako jsou dírkonošci, pteropodi, plži a kokolítka, které náleží mezi potravu ryb a hloubkově se potápějících kytovců (Simmonds & Elliott, 2009). S postupným okyselováním oceánů bude docházet k rozpouštění jejich schránek (Barker & Ridgwell, 2012). K tomu bude docházet zejména v teplejších oblastech, které obsahují více uhličitanových iontů než studené a dochází tak k silnější reakci na větší vztlak a sníženou míru slanosti (Simmonds & Elliott, 2009).

5.2. Deoxygenace oceánů

Vlivem globálního oteplování a produkce oxidu dusného jsou oceány postiženy deoxygenací přispívající ke změně klimatu. Rovněž mohou za úbytek kyslíku řasy rozšířené eutrofizací. Teplejší oceány tak mají větší vztlak než studené, z toho důvodu nejsou schopny pohlcovat dostatečné množství kyslíku a mísit tak okysličenou povrchovou vodu s ne příliš okysličenými hlubinami. Přenos a tok kyslíku v oceánech je zcela závislý na částicích a organických látkách produkovaných planktonem skrze fotosyntézu. Vyšší trofické úrovně závislé na planktonu (stejně jako plankton samotný) jsou tak ohroženy narůstajícími teplotami moří a sníženou produkcí kyslíku (Talukder *et al.*, 2022), potřebného zvláště pak k vynaložení většího množství

pro metabolické účely (Barker & Ridgwell, 2012). Kromě zvyšování metabolických nároků, bude přibývat omezené množství dostupné kořisti a s ní spojených „aerobních zón“, přičemž nejvíce budou zasaženi právě živočichové živící se krilem jako žraloci velrybí (*Rhincodon typus*) (Meekan *et al.*, 2015) nebo plejtváci obrovští a velryby grónské (Hazen *et al.*, 2015).

5.3. Úbytek planktonu

Zvýšení teploty nejen vzduchu, ale i oceánů, stejně jako změny v cirkulaci a slanosti povrchových vod přímo ovlivňují potravní možnosti kytovců. Jejich kořist se skládá především z ryb, hlavonožců a planktonu. Ti všichni jsou přitom ovlivněny fyzikálními oceánografickými vlivy, v němž teplota hraje zásadní vliv (Kebke *et al.*, 2022). Tání mořského ledu působí nepříznivě na zooplankton, jehož přežití je spojeno právě s ledovou pokrývkou (Talukder *et al.*, 2022). Ovlivněna je především populace krilu, živící se mořskými řasami a přezimující pod mořským ledem, který ho zároveň chrání před predátory a vytlačuje konkurenty jako jsou salpovci (*Salpida*) (Clapham, 2016). Jakýkoliv výrazný úbytek ledové masy tak bude mít vliv na veškeré potravní řetězce oceánů, od larev ryb až po velryby (Simmonds & Elliott, 2009).

Roli v tomto případě hrají též výkyvy počasí. Převládajícím druhem zooplanktonu v oblasti od San Diega až po Kanadu je *Euphausia pacifica*. Ten se nejhojněji vyskytuje v letním období, stejně jako velké množství fytoplanktonu, jímž se živí. Během vlny veder však došlo k poklesu fytoplanktonu a s ním i k poklesu populace *E. pacifica*, což se projevilo i na větších organismech, včetně velryby grónské (Vikingsson *et al.*, 2015).

V Severním moři důsledkem oteplování a vlivu severoatlantické oscilace zase přibývá teplovodních druhů jako je například vznášivka helgolandská (*Calanus helgolandicus*). Změna není kladně vítaná, protože zároveň mizí chladnomilné druhy, jež není takto možné kvalitativně ani kvantitativně nahradit. Množství zooplanktonu zde kvůli tomu kleslo až o 70 %, což má velký dopad na místní živočichy z vyšších trofických úrovní, kytovce nevyjímaje (Edwards *et al.*, 2008). Potrava totiž není dostupná na místech, kde byli kytovci zvyklí lovit a oni jsou nuceni migrovat na jiná místa (Kebke *et al.*, 2022).

Na druhou stranu, velryby dokáží podpořit produkci planktonu a hrají důležitou roli v zásobování mořského ekosystému živinami pomocí defekace. Recyklované živiny, hlavně dusík a železo, se stávají živinami pro fytoplankton, kterým se živí planktonní organismy jako kril (Reif, 2011). Velryby jakožto savci dýchající vzduch se připlouvají k hladině nadechnout

a proces vylučování tak, na rozdíl od ryb, probíhá v horních vrstvách oceánu. Tento proces se souhrnně označuje jako velrybí pumpa. Pokud tak v některých oblastech planktonu ubývá, uvažuje se kromě klimatických změn, také o antropogenním vlivu jako je například lov, který poklesem velryb způsobí i pokles planktonu kvůli nedostatku zásobování minerálními látkami (Clapham, 2016).

5.4. Změny v migračních trasách

Vyšší teploty mají za následek ztrátu areálů, kam kytovci putují za rozmnožováním nebo za potravou. Teplota vody se v oblasti Oceánie pohybuje okolo 22-28°C. Pokud by se nadále zvyšovala, byla by drtivá většina stanovišť do roku 2100 pro kytovce nepřijatelná. Zejména keporkaci budou ovlivněni jak v jižních polárních oblastech, kde si v létě hledají potravu, tak i v tropických mořích, kam se přesouvají za rozmnožováním. Zvýšená teplota vody a změny v oceánském proudění (ENSO a antarktická oscilace) způsobují pokles ledové pokrývky a tím přispívají k degradaci stanovišť v teplejších oblastech sloužících k hnízdění. Následkem toho se populace budou přesouvat do vyšších zeměpisných šířek (Derville *et al.*, 2019). Důsledkem toho bylo v zimních měsících zaznamenáno rozšíření populací keporkaků do islandských a grónských vod pravděpodobně kvůli rozšíření území huňáčka severního (*Mallotus villosus*) do zdejších oblastí. Ten současně i s krunýřovkami (*Euphasia*) patří mezi hlavní složky jejich potravy. Je tak možné, že kvůli zvýšeným potravním zdrojům v místních vodách založí i nová rozmnožovací stanoviště (Vikingsson *et al.*, 2015).

Migrační trasy musí být rovněž uskutečněny tak, aby se kytovci byli schopni maximálně nasytit kořistí, jenž se vyskytuje v letních měsících v určitých lokalitách (např. Nová Kaledonie, Vanuatu, Tonga, Samoa a Francouzská Polynésie) jen po omezenou dobu (Derville *et al.*, 2019). Klimatické změny na lokalitách přitom způsobují výskyt menšího množství potravy či kratší dobu jejího výskytu, což u konzumentů vede k vyšší konkurenci o zdroje (Kebke *et al.*, 2022). Logickou reakcí na to je právě změna v načasování migrace a využívání různých lokalit. Pozorování za posledních 30 let ukázala, že do Zálivu svatého Vavřince u kanadských břehů, začali plejtváci a keporkaci připlouvat o dva týdny, až měsíc dříve, než to bylo obvyklé na začátku sledování (van Weelden *et al.*, 2021). Nově byli navíc keporkaci zpozorováni i v zátocě svaté Marie v Kanadě. Dříve kytovci málo vyhledávaná oblast se od roku 2016 stala jejich další důležitou potravní oblastí (Askin *et al.*, 2017; Kebke *et al.*, 2022).

Podobným případem je plejtvákovec šedý, u něhož kvůli teplotním změnám v ekosystému dochází k přesunu potravního působiště z Tichomoří na sever do Beufortova a Čukotského moře. Následně je i pravděpodobné jeho rozšíření do Atlantiku. Bohužel se tak dostane do oblastí hojně využívaných k těžbě ropy, zemního plynu a rybolovu, což pravděpodobně povede ke konfliktům s lidskými zájmy (Halpern *et al.*, 2008; Alter *et al.*, 2015).

Za posledních 20 let se oteplení dotklo také islandských vod. Od roku 1995 byl zaznamenán vzestup teploty i salinity, což vedlo k posunutí areálu například tresky jednoskrvné (*Mallanogramus aeglenofinus*), tresky obecné (*Gadus morhua*) a sledě obecného (*Clupea harengus*) do těchto vod, ale i úbytku krilu z čeledi Euphasiidae. Plejtváci malí tak byli nuceni přeorientovat svůj jídelníček a nahradit kril dostupnými zdroji. Některé populace se však kvůli nedostupnosti potravy přesunuly do jiných oblastí (Vikingsson *et al.*, 2015).

Ztrátu ledu a následné změny v distribuci kořisti by mohly představovat vážnou hrozbu. Pro mořské savce jako jsou medvědi lední (*Ursus maritimus*), tuleni vousatí (*Erignathus barbatus*) nebo mroži lední (*Odobenus rosmarus*) je mořský led nepostradatelný k lovu, reprodukci i odpočinku (Moore & Huntington, 2008; Druckenmiller *et al.*, 2018). Mezi nejzranitelnější skupiny patří také endemické druhy kytovců vázané na studený typ vod jako je velryba grónská, běluha a narval vyskytující se pouze v oblasti Arktidy. Tyto druhy totiž musí čelit problémům spojeným s táním zdejší ledové pokrývky (Simmonds & Elliot, 2009; Kebke *et al.*, 2022). Změna migračních tras se projevila již u velryb grónských. V období let 2001-2011 jejich pozorování na západě Grónska ukázalo, že se v jarních a letních měsících přesouvaly do vyšších zeměpisných šířek než obvykle. Nejpravděpodobnější příčinou je právě pokles arktického ledu a s ním také související snižování útočišť před predátory (např. kosatkami) a menší přísun krilu zastoupeného především druhy *Euphasia spp.*, *Calanus hyporboreus* a *Calanus glacialis*. Svou roli může hrát také lodní doprava, těžba ropy a jiné antropogenní činnosti (Darnis *et al.*, 2012; Druckenmiller *et al.*, 2018; Kebke *et al.*, 2022).

U běluh a narvalů se rovněž očekává přesun migračních tras dále na sever, hlavně kvůli změnám v distribuci kořisti, což může mít za následek ztrátu populací (Louis *et al.*, 2020). Problematičtí jsou hlavně narvalové, kteří jsou vedle tání ledu velmi citliví také na lidské aktivity a příjem specifické potravy v určitém období. V letních měsících se živí treskou ledovou (*Arctogadus glacialis*), treskou polární (*Boreagadus saida*) a olihněmi rodu *Gonatus*. Na přelomu podzimu a zimy tvoří jejich stravu převážně *Gonatus fabricii*, obdobně je tomu tak v zimním období ještě v kombinaci s platýsem černým (*Reinhardtius hippogossoides*). Jeho

pokles v rámci rozšíření predátorů do vyšších zeměpisných šířek by tak znamenal značné energetické ztráty. Arktičtí kytovci patří k živočichům, u kterých v letním období nedochází k příliš velkému přísunu potravy. Zejména matky potřebují na svých migračních trasách dostatek živin, aby mohli krmit svá mláďata a jejich tělesný stav v létě závisí převážně na příjmu potravy v zimě. Pokud by tak docházelo k úbytku jejich hlavní kořisti, lze předpokládat, že by došlo ke snížení nutričních zisků (Laidre & Heide-Jørgensen, 2005). Na druhou stranu, některé analýzy dokazují, že po poslední době ledové (před 110-11,65 tisíci lety) došlo k rozšíření populací narvalů a velryb grónských díky nárůstu jejich kořisti a potravních oblastí v severním Atlantiku (Moore & Huntington, 2008; Louis *et al.*, 2020) Stanoviště a jejich stavy však budou s přibývajícím teplotou moří a rozšířením antropogenního vlivu, konkurentů a predátorů ubývat (Druckenmiller *et al.*, 2018; Louis *et al.*, 2020).

U teplomilných kytovců pak dochází díky klimatickým změnám k rozšíření areálu směremk pólům. Příkladem může být plejtvák Brydeův, který náleží mezi druhy rozšířené hlavně v tropických a subtropických vodách. V letech 2000-2010 však jeho počty tak vzrostly, že byl mnohokrát spatřen i v chladných vodách jižní Kalifornie (Kerosky *et al.*, 2012). Podobně tak delfin Grayův s běžnou oblastí výskytu v teplých vodách Atlantského oceánu, Karibského moře a Mexického zálivu byl v posledních letech opakovaně spatřen na severním pobřeží Španělska a na pobřežích Brazílie a Argentiny (Kebke *et al.*, 2022).

Na druhou stranu jsou i druhy teplejších vod vystaveny značným výkyvům teplot. Některé druhy tolik neovlivní, pro jiné jako je např. kriticky ohrožená sviňucha kalifornská (*Phocoena sinus*), jde však o poměrně závažný problém (Simmonds & Elliot, 2009; Albouy *et al.*, 2020).

Navíc šíření teplomilných druhů, představuje další problém pro polární kytovce, jimž se tak zvyšuje konkurence. Snižující se množství výskytu plískavice bělonosé (*Lagernohynchus albirostris*) v rozmezí let 1992-2003 při pobřeží Skotska je spojeno jednak se skutečností, že tomuto druhu nesevřdí zvyšující se teplota vody v jeho domovině, zároveň zde ale hraje alespoň částečnou roli zvyšující se konkurence. Počty delfinů obecných se totiž se vzrůstajícím dopadem oteplování moří zvyšují, což je v případě Skotska patrné jak z pozorování na volném moři, tak z přibývajících případů uvíznutí na mělčině (Simmonds & Elliot, 2009; Kebke *et al.*, 2022). I dle další provedené studie, jež proběhla na severovýchodě Atlantského oceánu, byly v letech 1980-2018 zaznamenány posuny v distribuci, kdy se např. areál delfína skákavého rozrostl až 30 km od pobřeží (Waggitt *et al.*, 2020). Plískavice běloboká se zase přesunula ze střední části Severního moře k Severním ostrovům. Pravidelně se však

v oblasti Severního moře začala vyskytovat plískavice obecná a plískavice šedá (*Risso's dolphin*) (Evans & Waggitt, 2020). Mimo to se skotské vody staly i působištěm delfína pruhovaného, přestože ho zde ještě okolo roku 1988 bylo obtížné ho spatřit, takže prvně jmenovaný druh musí o potravu soupeřit i se širšími se příbuznými (Simmonds & Elliot, 2009; Evans & Waggitt, 2020; Kebke *et al.*, 2022).

Důsledkem oteplování a změnám v distribuci kořisti např. makrel obecných (*Scomber scombrus*) a sledů obecných, dochází také k rychlému posunu stanoviště u kulohlavce černého. Od severozápadního Atlantiku se rozšiřuje dále k pólům a do hlubokých vod za potravou. Následná vzrůstající spotřeba potravy v nových oblastech by tak mohla ohrozit trofické vztahy i komerční rybolov (Thorne & Nye, 2021).

Dalším případem negativního vlivu šířícího se druhu je kosatka dravá. Ta se díky úbytku ledových ploch dostala do Hudsonova zálivu a dalších oblastí Arktidy, kde loví kytovce jako jsou již zmiňovaní narvalové, běluhy, velryby grónské nebo plejtváci, ale i další mořské živočichy, mezi něž patří například tuleň leopardí (*Hydrurga leptonyx*). Její rozšiřování tak může představovat další velkou zátěž pro arktický ekosystém (Darnis *et al.*, 2012; Ferguson *et al.*, 2012; Kebke *et al.*, 2022).

5.5. Změny v reprodukci

Zvýšení teplot oceánů ovlivňuje i reprodukční schopnosti a ztrátu rozmnožovacích stanovišť kytovců. U samic vorvaňů bylo například prokázáno, že při dlouhodobém působení vyšších teplot při hladině moře se snižuje četnost jejich počtů (Kebke *et al.*, 2022).

Ukázku, jak zvýšení teploty může ovlivnit reprodukci kytovců přes své působení na jiné živočichy, jsme pak mohli pozorovat v roce 2011 na celém západním pobřeží Austrálie, kde v té době udeřila vlna veder a teplota moře stoupla o 2-4°C. Tím došlo k výrazné ztrátě mořských porostů a velkému úhynu ryb i bezobratlých živočichů, což poznamenalo populaci indo-pacifických delfinů v oblasti Shark Bay v Austrálii. U samic totiž došlo k výraznému reprodukčnímu poklesu kvůli značnému snížení tělesné hmotnosti. To vedlo k potlačení ovulace a oddálení pohlavní zralosti. Dále nižší dostupnost potravy vedla také k zvýšenému počtu potrátů a úhynů mláďat. Navíc byla mláďata ve větší míře predována, protože je matky hledající potravu, musely nechat dlouho osamocená bez dozoru (Wild *et al.*, 2019; Kebke *et al.*, 2022).

Během období 2013-2018 se snížil též počet matek a mláďat keporaků pozorovaných u Havajského kanálu Au'au. K těmto změnám, odhadovaným až na téměř 77 %, došlo především kvůli změnám v oceánském proudění. Stejně tak se jejich reprodukce snížila v Zálivu svatého Vavřince, kde v letech 2004-2018 bylo 39 % určených březostí neúspěšných. Podobné výsledky jsou navíc známy také u plejtváků. Jednou z hlavních příčin je v tomto případě tání mořského ledu a snížený výskyt kořisti (Schleimer *et al.*, 2019; Kershaw *et al.*, 2021).

Právě změny v zastoupení kořisti hrají klíčovou roli k událostem v Beaufortově moři, kde došlo v důsledku změn klimatu ke zjevnému poklesu výskytu tresky arktické (*Arctogadus borisovi*), která je primární kořistí arktických živočichů jako jsou např. běluhy. Ty se musely přeorientovat na dostupnější zdroj potravy, a to huňáčka severního. Z výzkumů v letech 2011-2014 bylo patrné, že nízkou tělesnou hmotnost u samic a mláďat zapříčinilo právě nedostačující konzumování tresky a následný přechod ke konzumaci huňáčka (Mcnicoll *et al.*, 2016; Kebke *et al.*, 2022).

Rozmnožování populace kosatek jižních žijících v severovýchodní části Tichého oceánu je také nejvíce podmíněno hlavní složkou jejich potravy. Ačkoliv nepohrdnou velrybami, živí se převážně lososem čavyčou (*Oncorhynchus tshawytscha*; Cloyed *et al.*, 2021). Nouze o tento druh opět zapříčinila demografickou změnu v podobě nezdařených březostí, nižší porodnosti, kolísání poměru pohlaví a dosažitelnosti partnera. Genetická diverzita je tak v tomto případě ohrožena inbreedingovou depresí a populace jsou celkově náchylnější k negativním reakcím jak na antropogenní, tak klimatické změny. V souvislosti se stoupající mírou znečištění a podvodním ruchem, způsobeným loděmi, proto není divu, že kosatky jižní patří v oblastech USA a Kanady mezi nejohroženější mořské savce (Lacy *et al.*, 2017).

Problémem úbytku ledové pokrývky a nárůstu teplot může zase mít i vliv na tok energie v ekosystému. Jeho důsledkem totiž bude změna poměrů mezi fytoplanktonem a zooplanktonem. Zastoupení jindy na lipidy bohatých druhů (např. zástupci ze skupiny *Amphipoda*) bude z hlediska energie slábnout. Druhy živící se touto kořistí jako plejtvák malý, nebudou tak mít dostatek energetických zásob na svých migračních trasách a může u nich též docházet k výše popsanému poklesu reprodukčních aktivit. Velmi podobně na tom může být i velryba jižní, jejíž jídelníček také zahrnuje kril. Výzkumy jednoznačně prokázaly, že za úspěšným rozmnožováním velryb v jižní Brazílii mezi roky 1997-2013 stojí právě hustota krilu, jehož snížený výskyt souvisí se zmenšujícími se počty nově narozených mláďat (Bogstad *et al.*, 2015).

6. Znečištění chemikáliemi

Světové ekonomiky a společnosti jsou, co se týče rekreačních aktivit i rybolovu, zcela závislé na mořském ekosystému. A to nejen kvůli zvyšujícímu se množství ryb připadajících na osobu, ale i z důvodu akvakultury. Z ekonomického hlediska celkový roční výdělek činí 2,5 bilionu dolarů. Přesto však starost o oceánské prostředí není ani zdaleka dostatečná. (Middel & Verones, 2017). Z důvodu rostoucí poptávky rybolovu, těžby ropy nebo fosilních paliv související s rozrůstajícím se lidským zásahem do prostředí, je stále více využíváno mořské prostředí od mělčin, až po hlubokomořské odlehlé oblasti (Tanzer *et al.*, 2015). Antropogenní vlivy tak hrají za posledních 200 let výraznější roli než během předchozích tisíciletích. V následujících kapitolách budou představeny hlavní z nich, nyní se zaměříme na znečištění, které se obvykle kytovců dotýká plošně bez ohledu na taxonomické zařazení.

Od dávných dob až po současnost bylo bohatství moře bráno jako nevyčerpatelný zdroj potravy, ale i jako vše přijímající skládky (Tanzer *et al.*, 2015). Tento jev ještě zesílil v posledních desetiletích a kytovci jsou tak dnes ohroženi stoupajícím množstvím chemikálií, které v jejich tuku bioakumulují (Reif, 2011). Jde především o látky jako jsou organochlorové polutanty, polycyklické aromatické uhlovodíky, rtuť a organocíny (López-Berenguer *et al.*, 2020).

Koncentrace těchto kontaminujících látek v mořích narůstá vedle vypouštění také následkem tání arktických vod a vyšším množstvím srážek, což vede k vyššímu odtoku vody z pevniny v pobřežních oblastech. Výskyt těchto látek v organismu savců se pak projevuje formou závažných fyziologických poruch reprodukčních orgánů, imunitního systému a poruch metabolismu vedoucích až k záhubě některých populací (Jepson *et al.*, 2016; Kebke *et al.*, 2022).

Látky vypouštěné do oceánu mohou také někdy pomoci k šíření a zvyšování populací u kytovcům nebezpečných organismů. Řasy ze skupiny obrněnek (*Dinophyta*) a rozsivek (*Diatomeae*) například produkují toxiny (např. saxitoxiny a ciguatoxiny), které se mohou bioakumulovat v tkáních ryb a bezobratlých živočichů. Do těl savců se pak nejčastěji dostanou pozřením takové kořisti, ale ke kontaminaci může dojít i vdechováním nebo kožním kontaktem. V Mexickém zálivu a podél pobřeží jižního Atlantiku se objevuje také červený příliv způsobený řasou *Karenia brevis* obsahující brevetoxin, zodpovědný také za masivní úmrtnost mořských savců (Wilson & Mittermeir, 2014; Department of the Navy, 2017).

Mezi další škodlivé látky z květu řas (HAB) patří kyselina domoová (DA). Jedná se neurotoxin, který produkují rozsivky z rodu *Pseudonitzschia*. Způsobuje poškození nervových drah a excitotoxicitu. V roce 2000 uvízlo na západním pobřeží USA na mělčině velké množství plejtvákovců šedých právě kvůli této rozsivce. V jejich tkáních byly totiž nalezeny značně vysoké hodnoty DA. U druhů kogie Owenova a kogie tuponosá byla zjištěna rovněž přítomnost DA. Vzorky moči a výkalů jim byly odebrány mezi lety 1997-2008, kdy taktéž uvízli na březích atlantického pobřeží USA. Mimo DA bylo nalezeno také velké množství rtuti a selenu, které mohou současně s toxiny, kontaminanty, infekčními patogeny nebo genetickou náchylností způsobovat různé kardiomyopatie (Bossart, 2011).

Během období kvetení řas na pobřežích Texasu a v zátocě Sarasota na Floridě bylo zaznamenáno značné množství zraněných či uhynulých delfinů skákavých. V Texasu byly v žaludcích uhynulých jedinců nalezeny toxiny řas, a to kyselina domoová, kyselina okadová a brevetoxiny. Delfini v Sarasota Bay v reakci na škodlivý květ pak zcela změnili své chování (Cloyed *et al.*, 2021). Úbytkem jejich kořisti až o 90 % došlo jednak ke snížení jejich populace, ale také k vynaložení většího úsilí při hledání potravy ve vzdálenějších oblastech, přičemž většinu času při hledání hladověli. Předpokládalo se, že by mohlo dojít k prudké konkurenci o zdroje potravy, dokonce i v rámci skupin. Navzdory tomu však docházelo ke zvýšení velikosti skupin a upevnění sociálních vazeb, nejspíše z důvodu objevení nových potravních zdrojů z čeledi sled'ovitých (*Clupeids*) ve vzdáleném okruhu (Mchugh *et al.*, 2011).

Perzistentní látky pak mají poločas rozpadu 6 měsíců a více. Vyskytují se na různých místech po celém světě a už více jak 50 let negativně působí na životní prostředí (globální oteplování, toxické účinky na živé organismy nebo snížení odolnosti ozonové vrstvy). Patří mezi ně např. polychlorované bifenylly (PCB), chlorfluoruhlovodíky (CFC) a poly-a perfluoralkylové sloučeniny (PFAS). Dle Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech se zavedlo číselné hodnocení kritérií označování jako PBT (perzistence, bioakumulační potenciál, toxicita). Označení vP (velmi perzistentní), pak vychází z vyhlášky EU o chemických látkách, REACH (Cousins *et al.*, 2019).

První zemí, jež regulovala PCB a jiné chlor-organické sloučeniny bylo Japonsko. Následovala Kanada, USA a mnoho dalších států (Matthies & Beulke, 2017). Jako první evropská úmluva zaobírající se perzistentními látkami však byla Pařížská úmluva z Osla (OSPAR) (Matthies & Beulke, 2017), známá také jako Úmluva o ochraně mořského prostředí, která se v rámci ochrany zaslouhuje nejen o snížení kontaminace oceánů, ale i záchranu

mořského prostředí vybudováním ekologicky udržitelných sítí mořských chráněných oblastí (Di Sciara *et al.*, 2016).

Další významnou skupinu polutantů jsou poly- a perfluoralkylové látky (PFAS), do nichž patří různé průmyslové chemikálie jako třeba polytetrafluorethylen (PFTE, např. teflon) nebo perfluoroktansulfonát (PFOS). Jsou známé svou chemickou, mechanickou i tepelnou rezistencí (López-Berenguer *et al.*, 2020). Látky se akumulují hlavně v játrech a biomagnifikují. Účinky PFAS rovněž narušují endokrinní systém a způsobují imunotoxicitu jak zvířat, tak lidí (Grandjean, 2018). Byly zaznamenány u mnoha bentických bezobratlých, u lososa čavyči, ale i u tuleňů kroužkovaných (*Phoca hispida*), běluh, velryb grónských a jiných mořských savců z arktických oblastí (Borgå *et al.*, 2004; Kannan *et al.*, 2005). Pro kytovce jsou tak potenciálně velmi nebezpečné.

PCB a organochlorové pesticidy (OC) byly zase zakázány v mnoha zemích už v 80. letech minulého století. Mají za následek mnoho toxických problémů jako je imunosuprese a poškození reprodukce (Jepson *et al.*, 2016). Nejvyšší koncentrace těchto látek byly zaznamenány zejména v arktických oblastech nejspíše kvůli postupnému rozpouštění ledové pokrývky a vyskytovaly se až v hloubce 50 metrů (Borgå *et al.*, 2004). Účinky PCB budou mít dle předpovědi drtivý dopad zejména na pobřežní druhy kytovců. U kosatek by mohlo dojít ke snížení populace o 50 %. Skupiny vyskytující se u břehů Japonska, Brazílie, severovýchodním Pacifiku a Velké Británie tak budou zřejmě čelit během příštích 100 let riziku vyhynutí. Nejde totiž jen o samotný pobyt v rizikových oblastech, ale i o konzumaci potravy bohaté na PCB, což jsou například tuleni (Desforges *et al.*, 2018; Kebke *et al.*, 2022).

U březích samic kosatek studie již prokázaly transplacentární přenos perzistentních organických látek (POPs). V tuku mláďat byly objeveny vysoké míry látek jako DDT a PCB. Oproti svým matkám byly koncentrace nižší, na normální poměry však stále vysoké. Účinky těchto látek na plod nejsou zcela jasné, ale předpokládá se, že ovlivňují diferenciaci buněk a vývoj tkání a orgánů (Pedro *et al.*, 2017).

Dalším příkladem je vyšší úmrtnost delfinů, která byla zaznamenána v roce 2011 u australských břehů v Queenslandu. Stálo za ní nepříznivé počasí, kvůli kterému došlo k odtoku sladké kontaminované vody do pobřežních oblastí. Analýzy potvrdily vysoké hodnoty POPs ve vzorcích tuku u pobřežních delfinů australských (*Sousa sahalensis*) a orcel tupoploutvých (*Orcaella heinsohni*). Jednalo se především o DDT, HCB a PCB. Stálé vypouštění

kontaminovaných sladkých vod do oceánů by tak mohlo způsobit riziko zdravotních komplikací a následně dalších úmrtí (Kebke *et al.*, 2022).

Vysoké koncentrace škodlivých látek byly naměřeny i na jiných místech u dalších druhů delfínů. Populace delfínů skákavých, vyskytujících se u východního pobřeží USA, je vystavena velkému nebezpečí od bromových zpomalovačů hoření. U stejného druhu byly v oblasti Mexického zálivu na Floridě a u březích Jižní Karolíny detekovány perfluorované sloučeniny zahrnující i PFOS (Reif, 2011). Stav není o moc lepší ani ve Středozezemním moři. Za poslední desetiletí došlo k poklesu počtů delfína pruhovaného, delfína skákavého a delfína obecného. Podle Červeného seznamu ohrožených druhů IUCN byl ve Středomoří delfín pruhovaný a delfín skákavý hodnocen jako zranitelný, delfín obecný pak jako ohrožený. Aktuálně se situace příliš nezlepšila. Ke zvýšení populace a její stabilizaci na málo dotčenou došlo u delfína pruhovaného. U zbylých dvou druhů se situace nezměnila. Z analýz vyplývá, že je tomu dáno i vyšší koncentrací PCB látek ve Středomoří. U sviňuchy obecné byl zaznamenán pokles v Baltském moři. Dle předpokladů je za snížení zodpovědný neúmyslný komerční lov a znečištění právě chemickými látkami (Jepson *et al.*, 2016; IUCN, 2023).

Delfín skákavý je dále ohrožen také vysokými hladinami rtuti. V posledních letech přibýlo uhynulých delfínů v pobřežních oblastech Floridy, Austrálie a v Perském zálivu (Bossart, 2011). Rozbory prokázaly vysoké množství rtuti v krvi a kůži, zejména v oblastech Indian River Lagoon a Sarasota Bay. V letech 2003-2012 bylo ale naštěstí zaznamenáno snížení kontaminace ryb, jimiž se delfíni živí. Toto pozitivum je přičítáno snížení emisí. V tomto případě však jde o globální atmosférické emise, nikoliv ty z průmyslových podniků (Reif *et al.*, 2015).

Celkově v mořském prostředí přílišná kontaminace takových látek zvyšuje i riziko rakoviny mořských savců. U běluh v ústí řeky svatého Vavřince byla zkoumána těla těchto uhynulých tvorů a nálezy potvrdily výskyt četných neoplazií, což je u kytovců vzácný jev. Bližší výzkum ukázal, že běluhy žijí ve značně znečištěném prostředí postížených emisemi produkovanými místními hliníkárny. Z jejich podniků se do vod dostalo velké množství škodlivých látek jako polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH) a PBC. Rakovina byla prokázána u 27 % zvířat, což je zhruba stejné procento jako u lidí. Patřila do ní pestrá škála různých typů nádorů od žaludečních a střevních karcinomů, karcinomů močového měchýře, adenokarcinomy mléčných žláz až po ovariální nádory (Martineau *et al.*, 2002; Bossart, 2011; Reif, 2011).

Jednu z nejzávažnějších antropogenních havárií, jež postihla mořské prostředí pak byla ropná skvrna Deep Water Horizon. Neštěstí se stalo v roce 2010 v Mexickém zálivu a zastavit se jej podařilo až za 3 měsíce od nehody. Během té doby uhynulo 865 velryb a delfínů. Delfíni vyskytující se v zálivu Barataria byli katastrofou a účinky kontaminace zasaženi nejvíce. Bližší průzkumy odhalily, že u samic delfína skákavého byla zjištěna vyšší náchylnost k infekcím dělohy, nižší reprodukční úspěch, značný výskyt bakteriálních pneumonií, atrofie nadledvin a celkově značná úmrtnost (Department of The Navy, 2017). Populace žijící v zátokách totiž patří mezi druhy věrné domovským oblastem a tráví v jejich blízkosti většinu života, a to i za cenu zranění a zvýšené mortality (Cloyed *et al*, 2021).

7. Hluk

Dalším závažným problémem spjatým s lidskou činností v oceánech je právě znečištění hlukem. Hluk se označuje jako šíření mechanického rušení prostředí ve formě akustických vln. Může probíhat ve vodě i na souši. Podvodní zvuk se skládá jak z tlakové, tak pohybové složky částic vedoucí ke sluchové detekci (Kunc *et al.*, 2016). Ve vodním prostředí se zvuk šíří pětikrát rychleji než světlo a většina živočichů jej využívá k navigaci, komunikaci, hledání potravy a vnímání okolního prostředí (Slabbekoorn *et al.*, 2010).

Antropogenní hluk způsobuje například námořní doprava, seismický průzkum, sonary nebo stavební práce. Jeho účinky na mořské savce jsou intenzivní. Jedná se o zranění spojená se ztrátou sluchu, změny chování, ztrátu přirozeného stanoviště, zvýšený stres (Middel & Verones, 2017), změněny migračních tras a narušení reprodukčního i potravního chování (Weilgart, 2017; Pine *et al.*, 2018). Hluk dokáže ovlivnit mechanickým poškozením buněk a orgánů stejně jako anatomii a morfologii živočichů. Dopad na vnímání a orientaci může způsobit hromadné uvíznutí mořských obratlovců i bezobratlých na pobřeží.

V Souvislosti s okyselováním oceánů a zvýšení teplot vody navíc dochází ke snížení pH, jež ovlivňuje přenos zvukových vln sníženou absorpcí zvuku, což činí mořské prostředí daleko hlučnější (Kunc *et al.*, 2016). Výjimkou není ani oblast Arktidy, kdy s ubývající ledovou pokrývkou přibývá lodní doprava a hluk plně zasahuje do podmořského života (Pine *et al.*, 2018). Mezi mořské živočichy nejvíce náchylné vůči antropogenním zvukům patří právě kytovci, jejichž existence je přímo závislá na akustice (Middel & Verones, 2017). Kytovci mají velice citlivý sluch v širokém frekvenčním spektru. Například sviňuchy obecné vysílají vysoké frekvenční signály okolo 125 kHz, ale jsou schopné zároveň zachytit i zvuk o frekvenci 1 kHz (Miller *et al.*, 2022).

7.1. Dopad na ozubené kytovce

Ke ztrátě sluchu může dojít z příčin jako je intenzivní chronický hluk, přechodný intenzivní hluk (např. výbuch), presbyakuze (ztráta sluchu ve vyšším věku), vrozená porucha sluchu a léčba ototoxickými léky. Těžká (70-90 dB) a hluboká (≥ 90 dB) ztráta sluchu byla zjištěna u 57 % delfinů skákavých a 36 % delfinů drsnozobých (*Steno bredanensis*) a jednoho kulohlavce Sieboldova (*Globicephalus macrorhynchus*) ve studii zkoumajících míru sluchového deficitu.

Poškození by tak mohlo vést k uvíznutí na souši nebo zamotání do sítí. Historie vystavení míry hluku však nebyla známa u žádného z těchto delfinů (Mann *et al.*, 2010).

Některé studie však tvrdí, že k úhynu kytovců, především z čeledi vorvaňovcovitých (Ziphiidae), uvízlých na pobřeží opravdu dochází častěji při cvičeních námořnictva využívajícího středofrekvenční sonary (Weilgart, 2017) a při provádění seismických průzkumů za použití vzduchových děl (Hildebrand, 2005). V severovýchodní a severozápadní části průlivu Providence na Bahamách bylo nalezeno 17 kytovců, jejichž uvíznutí pravděpodobně souviselo s nedaleko probíhajícím námořním cvičením. Jednalo se o vorvaňovce zobaté (*Ziphius cavirostris*) a vorvaňovce tropické (*Mesoplodon densirostris*), byli mezi nimi ale také dva plejtváci malí a delfin kapverdský, který však zemřel na následky nemoci (Department of The Navy, 2017). U zbylých šesti vyplavených mrtvých kytovců byla objevena krvácivost v okolí akustického tuku čelistí, uší, mozku a ledvin, zároveň s plynovými bublinami a tukovou embolií v cévách. Jednalo se o příznaky dekompresní nemoci. Může k ní dojít v důsledku behaviorální reakce, pokud velryba náhle změni směr, například z důvodu paniky vyvolané hlasitým zvukem (Weilgart, 2017).

V souvislosti s nehodou způsobenou námořním sonarem na Bahamách, byla provedena v letech 2007-2009 monitorovací studie na stejném území. Zabývala se účinky hluku sonaru na vorvaňovce zobatého, tropického a vorvaňovce Gervaisova (*Mesoplodon europaeus*), kteří jsou hojně rozšířeni v místních vodách. Výsledky ukázaly, že při úrovni 136 dB si kytovci přestaly shánět potravu. Jakmile se hlasitost zvýšila lehce nad 140 dB, došlo k přesunu do oblastí vzdálených několik desítek kilometrů a k návratu došlo až po skončení cvičení. Důvodem, proč oblast opustili by mohla být akustická podobnost s voláním kosatek, ale pravděpodobnější je vysoká míra hluku vydávaných sonarem. K uvíznutí na Bahamách v roce 2000 tak mohlo dojít kvůli neúnosné míře hluku vysoko nad 140 dB, které vyvolalo prudký obrat v ponoru a následná dekompresní nemoc způsobila uvíznutí (Tyack *et al.*, 2011).

Na druhou stranu oficiální námořní zpráva (Department of The Navy, 2017) uvádí, že ze 126 uvíznutí vorvaňovcovitých mezi lety 1950-2004 se jen 12 shodovalo s námořními operacemi, jež mohly používat středofrekvenční aktivní sonar, zbylá uvíznutí s činnostmi námořnictva nesouvisela. Popsaná zranění pak mohou souviset s hlubokomořským způsobem života těchto kytovců. Druhy potápějící se do velkých hloubek jsou totiž více náchylní k dekompresi, jelikož jejich krev obsahuje více dusíku.

Vůči hluku způsobeného námořní dopravou jsou zvláště citlivé i kosatky. Akustika prostředí je pro ně důležitá k využití echolokace, která jim slouží k dorozumívání s ostatními členy skupiny zejména při hledání potravy. Populace vyskytující se v Salishském moři u státu Washington je ohrožena nejvíce z důvodu přibývajících lodní dopravy, kdy největší problém působí zejména rychlost plavidel způsobující hluk. Americká vláda tak vydala nařízení týkající se úpravy rychlosti lodí umožňující jim se v oblasti pohybovat maximálně 13 km/h (Houghton *et al.*, 2015). Snížení rychlosti se zdá být vhodným řešením, avšak delší pobyt lodí v oblasti způsobuje také narušení přirozeného prostředí živočichů (Pine *et al.*, 2018).

Celkově je však zjišťování dopadu hluku na kytovce velmi náročné, zvláště kvůli jejich přirozenému prostředí. Navíc se reakce na hluk mohou výrazně lišit. Některé druhy kvůli hluku svá známá místa výskytu opouštějí, jiné zůstávají (Weilgart, 2017). U druhů či populací ohrožených predací je však daleko vyšší riziko, že budou reagovat také více na antropogenní činnost jako je právě hluk. Výzkum zkoumal reakci čtyř druhů na námořní sonar o frekvenci 1-4 kHz a echolokační zvuky vydávaných kosatkami. Mezi citlivější druhy vůči takovým podnětům patří kupříkladu vorvaňovec anarnak (ale i další druhy z čeledi vorvaňovcovitých lovené kosatkami). Naopak u samce vorvaně obrovského nevyvolal paniku ani hluk ze vzduchových děl v rozmezí 146-162 dB (Tervo *et al.*, 2021).

Mezi citlivé druhy se kromě vorvaňovcovitých řadí také sviňuchy obecné, běluhy a narvalové (Miller *et al.*, 2022). Výzkum prokázal, že nejvíce jsou ozubení kytovci ohroženi malými plavidly. Nejde přímo o jejich přítomnost v okolí zvířat, ale o zvukové rušení na vyšších frekvencích, které vydávají oproti nákladním lodím. Současně závisí i na výkonu motoru a rychlosti plavidla. Sviňuchy tak mohou zaznamenat podvodní hluk až do vzdálenosti 1 km od zdroje. Míra stresu ovlivňuje jejich potravní chování tím, že dojde k zastavení echolokace, což navíc zvyšuje i pravděpodobnost zamotání do rybářských sítí při snaze uniknout před hlukem pryč (Wisniewska *et al.*, 2018).

Úbytek ledové pokrývky činí navíc arktické mořské oblasti dostupnější pro antropogenní aktivity. Frekvence o rozsahu 5-60 Hz, přičemž záleží na typu plavidla, způsobuje překrývání komunikačních dovedností na desítky kilometrů (Pine *et al.*, 2018). V reakci na hluk tak byla například u běluh zaznamenána vyšší frekvence a četnost hlasových projevů (Hildebrand, 2005).

Vystavením okolnímu hluku jsou silně zasaženi také narvalové, obzvláště v letním období v okolí fjordů, kdy jsou oblasti pro lodě přístupnější než v zimě s ledovým pokrytím. V

rámci studie byli zkoumáni samci narvalů v reakci na probíhající lodní hluk a impulzy ze vzduchových děl. Všichni přestali shánět potravu ve vzdálenosti 7-8 km od zdroje hluku. V Případě ledoborce to byla i vzdálenost větší než 55 km (Tervo *et al.*, 2021).

7.2. Dopad na kosticovce

Změny týkající se hlasových projevů, hledání potravy, hloubky potápění a výběru stanovišť byly pozorovány nejen u ozubených, ale i u kosticovců jako jsou keporkaci a různé druhy plejtváků. U plejtváků obecně je celkově obtížné určit dopad hluku kvůli jejich hbitosti a rychlosti (Kvadsheim *et al.*, 2017). Druh plejtváka myšoka se ale během 10 dnů trvajícího seismického průzkumu přesunul do vzdálenější oblasti a nevracel se ještě několik týdnů poté. Zároveň u něj došlo ke změně intenzity hlasových projevů (Weilgart, 2017).

Jiná studie zaznamenala údaje o dvou pozorovaných plejtvácích malých z různých oceánů (Tichý a Atlantský). Prokázala, že rychlost jejich pohybu se v rámci hluku způsobeného námořním sonarem zvýšila, zatímco hloubka ponoru se pohybovala okolo pouhých 120 m. Chování v reakci na sonar bylo stejné jak u plejtváka v severovýchodním Atlantiku, tak u toho ve středovýchodním Pacifiku. Obě zvířata se zvuku sonaru vyhýbala a opustila oblast (Kvadsheim *et al.*, 2017).

V Beaufortově moři bylo uskutečněno akustické pozorování velryb grónských v rozmezí let 2006-2014. Oblast je hojně využívaná k těžbě ropy, zemního plynu a seismických průzkumů. Jakmile se hluk z průmyslových zón donesl k velrybám, došlo také k ovlivnění jejich hlasových projevů. Při vyšší frekvenci měli tendenci volání zvýšit, ustálit a postupně jej snižovat. Obdobně reagovaly i na impulzy ze vzduchových děl (Blackwell *et al.*, 2017; Weilgart, 2017).

Celkově se zvuk z jediného seismického průzkumu může rozpínat až do okruhu 300 tisíc km² a může zesílit hladinu hluku až o 20 dB. Běžně pak takový průzkum trvá i 80-95 % dnů v měsíci po celý rok. Zvukové projevy kytovců jsou tak logicky značně upozaděny a jde o přehlížený, přesto ale značný problém současných kytovců (Weilgart, 2017).

8. Velrybářství

8.1. Počátky

V minulých dobách, kdy byl provoz komerčního velrybářství běžnou záležitostí, byli kytovci aktivně loveni ve všech světových vodách (Duras *et al.*, 2021). Určit prapůvodní počátek lovu je velmi těžké. Již původní obyvatelé Arktidy lovili kytovce pro svou obživu. Tento starobylý způsob je tu už nejméně několik tisíciletí. Jako důkaz se uvádí dochovaný nález petroglyfů z doby neolitu z Jižní Koreji s vůbec nejstarším dokladem o lovu velryb zahrnujícím věrohodné malby kytovců a technik lovu. Jako počátek komerčního lovu se pak uvádí 11. století, kdy baskičtí rybáři začali lovit velryby v Biskajském zálivu (Clapham, 2016). Zaměřovali se tehdy hlavně na velryby černé, a zvláště na samice s mláďaty. V 16. století se poté lov rozšířil přes Atlantský oceán na sever do Norska, na Island, Špicberky a Newfoundland (Rodrigues *et al.*, 2018).

Během éry, kdy ještě lodě neměli příliš výkonné vybavení (1712-1920), probíhal lov obvykle na otevřeném člunu (Letessier *et al.*, 2023). Tento lov se zpočátku zaměřoval hlavně na velryby grónské (Allen & Keay, 2004), plejtvákovce šedé a vorvaně obrovské. Díky novým loveckým metodám a technologiím se však velrybářství již během 19. století rozšířilo i na další druhy jako jsou například keporkaci, plejtváci obrovští nebo plejtváci sejvalové. Příkladem těchto technologií je speciální loď s parním lapačem a s harpunovým dělem na přídi, kterou přímo k chytání velryb vyrobil v 60. letech 19. století Svend Føyn (Sanger & Dickinson, 2000). V roce 1903 zase uvedl Christen Christensen na trh parník Telegraf, který měl svým velkým vybavením sloužit hlavně k lovu plejtváků obrovských, plejtváků myšoků a keporkaků (Rocha *et al.*, 2014).

Na konci 19. století byl přitom velrybářský průmysl nejrozšířenější v Norsku, které se roku 1883 pyšnilo už 16 velrybářskými stanicemi (podnik zpracovávající ulovené kytovce). Po vyčerpání zdrojů v norských vodách se pak tento masový způsob velrybářství rozšířil na západ. Nejprve roku 1883 na Island a roku 1894 na Faerské ostrovy. O čtyři roky později následovaly také Newfoundland a Labrador. Zde sídlil zpracovatelský průmysl, dokud kanadská vláda nenařídila roku 1972 moratorium na komerční lov velryb. Zdejší továrny přitom dosáhly svého vrcholu roku 1904, kdy získaly z 1275 velryb přes 1 492 000 galonů oleje, 2903 tun velrybích kostí a 3511 tun guána. O rok později však úlovky významně poklesly nejspíše z důvodu nadměrného komerčního lovu (Sanger & Dickinson, 2000).

Celkově tak můžeme říct, že i přesto, že velrybáři spoléhali většinu historie především na ručně házené harpuny, příznivý vítr a notnou dávku veslařských dovedností, byly koncem 19. století některé druhy (např. vorvani, keporkaci a velryby grónské) téměř vyloveny (Clapham, 2016).

8.2. Lov v 19. a 20. století

Ve 20. letech minulého století prošly lodě na lov velryb vylepšením a zaběhnutý průmysl dokázal efektivněji zpracovat kvanta velryb. Především na jižní polokouli dosahovaly roční úlovky až 20 tisíc ex. V 30. letech to bylo až 34 tisíc ex. (Rocha *et al.*, 2014). Především množství ulovených plejtváků obrovských a plejtváků myšoků vzrostlo na 300 000 kusů. Do konce druhé světové války tak bylo celkem zabito přes 1 100 000 velryb (Clapham, 2016).

Další vlna průmyslového lovu přišla po válce v 50. letech minulého století. Norsko, Japonsko, Velká Británie a SSSR lovili na obou polokoulích. Dánsko, Kanada, Island, Španělsko, Portugalsko, Čína a Korea provozovali lov jen na severní polokouli. Naopak na jižní polokouli probíhal lov ze strany Brazílie, Francie, Jihoafrické republiky, Austrálie, Chile, Peru, Nového Zélandu, Panamy, Nizozemska a Argentiny (Rocha *et al.*, 2014).

Zároveň byl ve stejném období, tedy více jak třicet let prováděn nelegální lov ze strany Sovětského svazu. Už od roku 1948 SSSR soustavně ignorovalo nařízení, lovilo v zakázaných oblastech, nerespektovalo ochranu chráněných druhů nebo zákaz lovu samic s mláďaty. V roce 1993 se pak zjistilo, že Sověti přiznávali mnohem menší množství úlovků. Z 534 tisíc ulovených kytovců v letech 1948-1979 nebylo 178 tisíc nahlášeno. Současně šokovalo zjištění, že ulovených keporkaků nahlásili přes 2 tisíce ex., ale ve skutečnosti jich bylo 48 tisíc. Další známou zemí, která se dopustila ilegálního lovu, bylo Japonsko, které společně se SSSR zahubilo během 60. let minulého století na 300 tisíc vorvaňů (Clapham, 2016).

Celkově bylo v tomto období uloveno v severním Atlantiku 276 442 velryb, v severním Pacifiku to pak bylo 563 696 a přes 2,05 milionu velryb se ulovilo na jižní polokouli. Nejvyšší míra chycených kytovců byla v rozmezí let 1946-1975. Úlovky zahrnovaly v počtu 761 523 buď plejtváka myšoka, anebo vorvaně obrovského. Celkově padlo ve 20. století velrybářskému průmyslu za oběť odhadem 2,9 milionu velryb a jedná se tak o zřejmě o jeden z největších lovů v historii lidstva (Rocha *et al.*, 2014).

8.3. Současnost

Bohužel i v 21. století má velrybářství stále své příznivce a praktikuje se dodnes. Velrybáři mají k dispozici navíc nepřeberné množství loveckých metod jako jsou například vystřelovací harpuny a metody, kdy je do těla velryb vpraven vzduch a ony se po zásahu nemohou potopit (Rocha *et al.*, 2014).

Mezi nejznámější státy provádějící velrybářskou činnost patří Norsko, Island a Japonsko. Plejtvák malý a plejtvák jižní patří mezi nejčastěji lovené velryby. Populace plejtváka malého vyskytujícího se u břehů Japonského moře, je rovněž vystavena četným vedlejším úlovkům Japonska a Korey. Kromě lovu jsou další velkou hrozbou vedlejší úlovky (Clapham, 2016).

Za vedlejší úlovek se považuje ulovení necílového případně neobchodního druhu do lovného mechanismu, který jedince usmrtí nebo zraní do té míry, že by stejně zemřel (Peltier *et al.*, 2016). Mezi nejpoužívanější lovná zařízení jsou řazeny tenatové sítě pro uchycení za žábry určené hlavně na lov tuňáků. Kromě ryb se do nich však zamotávají i kytovci, přičemž mezi 80. a 90. lety v době počínajícího uplatnění lovných sítí byla situace vůbec nejhorší. Na 1000 tun tuňáka připadalo 175 kytovců, přičemž ročně se tak mohlo jednat až o 172 tisíc kytovců, počítáno pouze pro Indický oceán. V rozmezí let 1950-2018 bylo odloveno vedlejším úlovkem odhadem 2-6 milionů kytovců jen v Indickém oceánu. Zákaz jejich prodeje a zpracování téměř po celém světě pak vede k tomu, že jsou uchovávány na lodi jako návnada pro žraloky nebo utajeně vyloženy na souši (Anderson *et al.*, 2020). Jiná studie (Clapham, 2016) uvádí, že za poslední dvě dekády jen v tenatových sítích přišlo o život až 64 % všech kosticových velryb a 75 % všech ozubených kytovců. Ročně v nich pak, dle této práce, uhynie až 80 tisíc kytovců.

Obzvláště je kvůli tomu ohrožen delfínovec čínský. Vedlejší úlovky v souvislosti se zaplacením do tenatových sítí napomohly s největší pravděpodobností k jejich kriticky sníženým počtům (Duras *et al.*, 2021; IUCN, 2023). Podobným případem je též sviňucha kalifornská (Clapham, 2016) a sviňucha obecná v Baltském moři (Roberts, 2021).

Vedlejší úlovky zahrnují rovněž delfíny. Nástrahám rybářské techniky jsou vystaveni především hojně rozšíření delfini obecní. Jejich hromadná uvíznutí na pobřeží mezi lety 1990-2009 byla způsobena především rybářskými nástrahami. Uhynulá těla byla nacházena například podél pobřeží Biskajského zálivu, na západ od Lamanšského průlivu u Cornwallu a u

anglických pobřežích severního Atlantiku. Průměrně šlo o 3600-4700 uhynulých delfinů ročně (Peltier *et al.*, 2016). Další úmrtí delfinů spojená patrně s rybařstvím byla doložena z pobřeží Nizozemska a z oblasti Černého, Thráckého i Jaderského moře. V letech 1990-2019 zde byl vůbec nejčastěji usmrčeným druhem delfin skákavý (72,8 %), z toho více než polovina případů byla mláďata). Následoval delfin pruhovaný, plískavice šedá, vorvaňovec zobatý a plejtvák myšok. Souhrnně tu uhynulo 459 kytovců. Posmrtné prozkoumání těl u většiny z nich ukázalo výskyt lézí souvisejících se zamotáním, modřiny v intermandibulárním prostoru, hřbetním rostru a melounu, zlomeniny lebky, nafouklé plíce, ale také značné množství zkonsumovaných plastů nebo rybářského náčiní. Zvířata byla poraněna i z vnější strany, především u ocasu. Smrt nestala ve všech případech uskrčením (Duras *et al.*, 2021).

V letech 2003-2012 docházelo i v australských vodách k častým úmrtím delfinů z důvodu zapletení do tenatových nebo vlečných sítí. Mezi nejčastěji zasažené druhy patřily delfin skákavý, delfin obecný, orcela tupoploutvá, delfin dlouholebý a delfin indočínský (*Sousa chinensis* (Allen *et al.*, 2014).

I navzdory klesajícím vedlejším úlovkům se v současnosti nepodařilo najít řešení, které by řešilo situaci týkající se zapletení kytovců do rybolovných sítí. Pobřežní státy mají vlastní odpovědnost za místní rybářský průmysl a státům používajícím ve velkém měřítku tenatové sítě (například Srí Lanka, Pákistán a Írán) jsou doporučovány monitorovací programy s cílem snížit dopady a provádět zápis o počtech vedlejších úlovků kytovců (Anderson *et al.*, 2020).

8.4. Domorodý lov

Mimo komerční lov se vyskytují i nekomerční domorodé lovy, praktikované místními obyvateli (Clapham, 2016). Na rozdíl od komerčního se tento způsob totiž nesnaží docílit vysokých zisků a velkého množství úlovků, pouze usiluje o zachování kulturních tradic, takže byl z moratoria vyňat. Domorodé populace s velrybářskou tradicí se přitom vyskytují v Dánsku (Grónsko), Rusku (Čukotka), Grenadinách (Bequia) a USA (Aljaška a stát Washington) (IWC, 2023). Z jejich činnosti lze uvést lov keporkaků na ostrově Sv. Vincent a v západním Grónsku, velryb grónských na Aljašce a plejtvákovců šedých obyvateli Čukotky (Rocha *et al.*, 2014).

Dalším specifíkem jsou Faerské ostrovy, kde loví místní obyvatelé kulohlavce černé již od dob vikingů (800-1035) v rámci tradičního domorodého lovu zvaného *grindadráp*. Každoročně naženou stovky kulohlavců pomocí lodí ke břehu, dokud neuváznou a na pláži je

posléze usmrtí nožem a nechají vykrváčet. Maso a tuk, který z jedinců získají si mezi sebou rozdělí účastníci lovu a zbytek případně obyvatelům oblasti, kde došlo k usmrcení. IWC reguluje pouze lov kosticových velryb nebo vorvaně obrovského, menší kytovce jako jsou kulohlavci nikoliv. Domovské právo bylo navíc souostroví uděleno roku 1948, takže lov a všechny vnitrostátní záležitosti jsou regulovány faerskými úřady, ačkoliv jsou Faerské ostrovy autonomním územím Dánska (Fielding, 2010). Souostroví je rozděleno do šesti oblastí s více než 20 zátokami, kde by mohl být lov uskutečněn (Singleton, 2016).

V poslední době je tento drastický způsob lovu navíc diskutován z hlediska možného konce. Může ustát kvůli vyčerpání zdrojů z důvodu nadměrného lovu nebo snížení genetické diverzity kulohlavců natolik, že jedinci nebudou schopni zajistit zachování populace. Největší hrozbou pro člověka ale zůstává výskyt nepříznivých účinků po konzumaci velrybího masa. Je totiž známo, že se v tkáních kulohlavců (a kytovců celkově) nacházejí vysoce toxické látky jako například methylrtuť nebo POPs, jež zůstávají v těle mnoho let a mohly by tak ohrozit lidské zdraví. Ohroženy jsou hlavně ženy, které by mohly přenést toxiny na své nenarozené děti. Současně jsou hrozbou místního lovu i environmentální organizace. Od 80. let minulého století, kdy se prostřednictvím organizace Greenpeace dozvěděl svět o praktikách *grindadrápu*, je vyvíjen ekonomickým bojkotem nátlak na podniky nebo jednotlivé obchodníky, aby překazili Faerským ostrovům obchod a donutili je s lovem přestat. Faerské ostrovy by tak musely zvýšit místní živočišnou výrobu, přisun masných výrobků a v neposlední řadě omezit vývoz ryb a uchovat si je pro vlastní spotřebu, kdyby činnost chtěli ukončit (Fielding, 2010).

Roku 2014 se dánská organizace Sea Shepherd Conservation Society (SSCS) v rámci kampaně Operation Grindstop 2014 od července do října rozpoutala konflikt s faerskými velrybáři a úřady o zastavení lovu. Cílem kampaně bylo zasahovat do *grindadrápu* a aktivity veřejně sdílet s touhou přilákat pozornost veřejnosti k probíhajícím praktikám. Při narušení *grindadrápu* ve snaze kulohlavce odehnat z pláže, byli členové organizace zatčeni policií, dle faerského práva obžalováni z rušení lovu velryb a byla jim uložena pokuta 153 dolarů. Úřady následně podali návrh o zpětnou deportaci do Dánska. Také bylo zabaveno několik člunů organizace, jež opodál hlídkovala (Singleton, 2016).

8.5. Druhy zasažené lovem

V průmyslovém období došlo až ke kritickému snížení stavů vorvaně. Velrybáři se kvůli ekonomickým ziskům z oleje snažili maximálně využít čas strávený na moři, i když většina zaznamenaných údajů z lovu se odehrávala při pobřeží (Clapham, 2016). Vybírány byly hlavně samice s mláďaty, a to až do roku 1988, dokud masový lov neskončil. Pokles tohoto druhu byl pozorován již v 50.-70. letech 20. století. Výzkum z roku 1999 pak celosvětovou populaci odhadnul na pouhých 360 000 jedinců, což je jenom 32 % původní populace z doby před průmyslovým velrybářstvím. Zároveň přibýlo případů, kdy vorvani uplatnili vyhýbací taktiky a upravili své migrační trasy tak, aby byli co nejvíce mimo lidský dosah a dokázali se co nejlépe vyhnout lodím (Letessier *et al.*, 2023).

Populace velryby černé byla už koncem 18. století komerčně vyčerpána, přesto se nadále lovila. V dnešní době je tak ve východní části Atlantiku vyhubena a na světě zbývá posledních zhruba 500 jedinců, tvořících méně jak 6 % z celkové původní populace. Ve vodách atlantského oceánu rovněž došlo do konce 18. století k vymizení plejtvákovce šedého. Ten nyní obývá severní Pacifik, kde je však také hojně loven. Dříve se oba druhy vyskytovali i v okolí Gibraltarského průlivu a ve Středozemním moři, kde se dnes prakticky najít nedají (Rodrigues *et al.*, 2018).

Velrybu grónskou lovili nizozemští rybáři už od 16. století v oblasti Grónska v Davisově průlivu a Špicberků. Byly loveny hlavně kvůli oleji a kosticím. Již začátkem 19. století byly populace dohnány až na pokraj vyhynutí, avšak lov probíhal dále zhruba až do 20. let minulého století, přičemž na světě zbývalo odhadem 3-7 tisíc přeživších druhů (Allen & Keay, 2004).

Je možné, že právě proto se roku 1931 velryby grónské staly právně prvním chráněným kytovcem. O čtyři roky později se ochrana vztahovala i na plejtvákovce šedí, velryby černé a další dva zástupci rodu *Eubalaena* (velrybu jižní a velrybu japonskou). Následovali kepokaci roku 1955, plejtváci obrovští roku 1966 a plejtváci myšoci roku 1976 (Rocha *et al.*, 2014).

I přesto však mnoho států lovilo tyto druhy dál. Jako příklad můžeme uvést Španělsko, Dánsko, SSSR, Japonsko, Kanadu nebo Velkou Británii. Dvě odchycené lodě dokonce nebyly registrované v žádném státě podléhajícímu IWC, vyskytuje se ale podezření, že spolupracovaly s Japonskem. I přes rozsáhlou vyčerpanost se počty většiny zasažených populací začínají opět zvolna navyšovat (Rocha *et al.*, 2014). Ze seznamu ohrožených druhů IUCN byla prozatím

odebrána populace plejtvákovců šedých v severním Pacifiku. Rovněž dochází k ročnímu nárůstu populace velryb grónských o 3,7 % v oblasti Beringova, Čukotského a Beaufortova moře, a to i navzdory domorodému lovu místních obyvatel (Rocha *et al.*, 2014), roční přírůstek až 10 % byl zaznamenán u keporaků z východní Austrálie a populace plejtváků obrovských u Kalifornie začíná zrovna tak narůstat. To samé však neplatí u populací velryb černých v Biskajském zálivu po nadměrném lovu Basků zhruba před tisíci lety nebo plejtváků obrovských vyhubených u Japonska okolo roku 1948. I po tak dlouhé době se v oblasti nepodařilo populace obnovit (Clapham, 2016).

8.6. Regulace a ochrana

Ucelenější ochranné snahy se začaly objevovat již v meziválečném období. V roce 1929 ustanovilo Norsko vlastní zákon ohledně velrybářství, jež sice udržovalo velrybářský průmysl funkční, ale zároveň pomohlo regulovat úlovky. O dva roky později pak Společnost národů vydala Úmluvu o regulaci velrybářství. Podepsalo ji 26 zemí a v platnost vstoupila v roce 1935. Chránila především lovem vyčerpané druhy jako plejtvákovce šedé a velryby černou, japonskou i jižní. V roce 1937 byla v Londýně přijata Mezinárodní dohoda o regulaci lovu velryb, avšak kvůli jejímu nedodržování byla svolána v USA po druhé světové válce Mezinárodní velrybářská konference s účastí 19 zemí (Rocha *et al.*, 2014).

Výsledek jednání vedl v roce 1946 k vytvoření Mezinárodní úmluvy o regulaci velrybářství (ICRW). Dokument měl zajistit udržitelný lov, s nímž souhlasilo a podepsalo jej 15 velrybářských států. Na základě toho došlo k vytvoření nového orgánu, Mezinárodní velrybářské komise (IWC), jejímž úkolem je uskutečňovat výzkum, udávat kvóty na odlov a zavádět regulace a ochranná opatření, která by pomohla regulovat velrybářství. Podepsané státy přesto nadále využívaly nedostatky v úmluvě a ignorovaly doporučení k ochraně i tvrzení o poklesu a vyčerpatelnosti populací. Z toho důvodu roku 1955 proběhla diskuze o zavedení přísnějších kontrol, uskutečnit se jí však podařilo až v roce 1972 (Clapham, 2016). Ve stejném roce byl v USA přijat zákon o ochraně mořských savců (MMPA) a ve Stockholmu se konala konference o životním prostředí člověka, jež mimo jiné vybízela k desetiletému moratoriu ohledně komerčního lovu velryb (Rocha *et al.*, 2014).

Roku 1982 se komise IWC rozhodla uvalit moratorium na komerční lov velryb, platících na všechny druhy a populace (IWC, 2023). Za komerční lov a rovněž zakazované usmrcení

průmyslovými metodami je dle něj považováno zabítí jakéhokoliv kytovce velrybářskou lodí nebo jeho zpracování na velrybářské stanici. O jeho prosazení už se tato organizace pokoušela o deset let dříve, návrh však tehdy neměl dostatečnou podporu hlasů. Narážel totiž na odpor deseti států, které ještě lovily velryby. Konkrétně šlo o Španělsko, Portugalsko, Brazílii, Chile, Peru, SSSR, Koreu, Japonsko, Island a Norsko (Rocha *et al.*, 2014). Při druhém pokusu bylo však moratorium úspěšné a roku 1986 vstoupilo v platnost, která trvá dodnes. Třem velrybářským velmocem je však udělena výjimka (Kuo *et al.*, 2009; Clapham, 2016).

Norsko stále komerčně loví velryby, protože vzneslo námitku proti rozhodnutí IWC. Námitka podaná do 90 dnů nepřikazuje namítající zemi žádné zavázání vůči rozhodnutí IWC (Rocha *et al.*, 2014). Island vystoupil z IWC v roce 1992 a znovu vstoupil v roce 2002, ovšem rovněž s námitkami vůči moratoriu. Obě země si vymezili vlastní regulace pro odlov, přesto jsou vázáni IWC podávat hlášení o úlovcích. Norsko se zaměřuje na plejtváky malé, Island zrovna tak, a ještě na plejtváky severní (*Balaenoptera physalus physalus*). Oba tyto druhy loví výlučně ve svých ekonomických zónách. Posledním komerčně lovicím státem je Japonsko a stejně jako Norsko a Island je povinno své úlovky hlásit IWC (IWC, 2023). Původně se zavedením moratoria nesouhlasilo, ale námitku stáhlo z důvodů hrozících sankcí ze strany USA. Rozhodlo se využít článku VIII úmluvy, opravňujících k povolenému lovu. Dle tohoto článku je možné využít lov velryb pro vědecké účely. Stejně jako Japonsko, také Norsko, Island a Korea dostali v letech 1986-1994 povolení k lovu za vědeckými účely (Rocha *et al.*, 2014). U Japonska je však pravděpodobné, že se snažilo využít obsahu článku k obcházení nařízení. Již od roku 1987 do současnosti totiž probíhají ze strany Japonska výzkumné programy v oblasti Antarktidy a v severním Pacifiku zahrnující stovky zabitých velryb, především plejtváků jižních. Podle Japonska jde o nepostradatelný výzkum z hlediska nashromáždění informací a pochopení role velryb v ekosystému. Opozice naopak zastává názor, že takových výsledků lze dosáhnout i neletální cestou (Clapham, 2016).

V roce 2010 byla podána žaloba ze strany Nového Zélandu a Austrálie u Mezinárodního soudního dvora. Vláda Japonska byla obžalována kvůli programu JARPA II uskutečňovanému na Antarktidě (IWC, 2023). Roku 2014 Mezinárodní soudní dvůr uznal, že program nebyl veden k získání vědeckých poznatků a rozhodl o jeho ukončení. O rok později ale Japonsko přišlo s novým programem NEWREP-A. IWC byla toho názoru, že ani v tomto případě nebyl udán oprávněný důvod k zabíjení. I přesto však Japonsko pokračovalo dál v rámci dalšího programu a ulovilo okolo tří stovek plejtváků malých (Clapham, 2016). V roce 2018 odstoupilo

Japonsko od Mezinárodní úmluvy o regulaci velryb, čímž se zároveň vzdalo i zvláštního povolení k lovu. O rok později pak vystoupilo z IWC (IWC, 2023).

9. Whale watching

Za whale watching se označují podniky, které umožňují veřejnosti sledovat kytovce v jejich přirozeném prostředí. Jedná se o ekonomicky nejvíce výdělečnou činnost provozovanou na kytovcích (Parsons, 2012). Kytovci se dají pozorovat lodí, letecky nebo z pevniny a činnost může zahrnovat samotné pozorování, plavání nebo i poslech, a to nejen velryb, ale i delfínů a sviňuch (Hoyt & Hvenegaard, 2002; Kuo *et al.*, 2009). Nemusí se jednat pouze o komerční aktivity. Pozorování se týká i osobních plavidel využívaných členy veřejnosti nebo výzkumnými loděmi, jimž zákazníci platí, aby mohli kytovce pozorovat (Parsons, 2012). Poplatek zahrnuje náklady spojené s cestou, ale někdy také příspěvky na přírodovědce, hydrofony k poslechu kytovců a případné občerstvení (Hoyt & Hvenegaard, 2002).

Pozorování velryb, zejména na severu Atlantiku, sahá až do 70. let minulého století (Hoyt, 2005). V 90. letech minulého století došlo k rozmachu komerčních aktivit. V roce 1991 pořádalo zájezdy 31 zemí a zámořských území. V roce 1998 pak číslo stouplo na 87 zemí (Hoyt & Hvenegaard, 2002; Kuo *et al.*, 2009). Od roku 1998 rostl zájem o pozorování o 3,7 % ročně. V roce 2008 počty pozorovatelů dosáhly výše 13 milionů turistů ve 119 zemích a teritoriích. Tržby byly rovněž vysoké, přesáhly 2 miliardy dolarů. Výlety za pozorování dnes nabízí zhruba 3 300 provozovatelů po celém světě zaměstnávajících v tomto sektoru přes 13 tisíc zaměstnanců (O'Connor *et al.*, 2009; Cisneros-Montemayor *et al.*, 2010; Christiansen *et al.*, 2013). Připočteme-li k tomu do budoucna přímořské země, jež prozatím neprovozují tyto aktivity, mohl by se příjem zvýšit o 400 milionů dolarů a pojmout více jak 5 tisíc pracovních míst (Parsons, 2012). Jedná se tak o jedno z nejvíce rozrůstajících se odvětví cestovního ruchu (Hoyt & Hvenegaard, 2002; Kuo *et al.*, 2009). Nejvýdělečnější a nejvyhledávanější destinací je přitom stále Severní Amerika. V roce 2008 pozorování vydělala přes miliardu dolarů a zúčastnilo se jich přes 6 milionů zájemců, což je dle statistik více než 50 % všech světových pozorovatelů. Není s podivem, že si oblast vede nejlépe vzhledem k faktu, že je kolébkou whale watchingu. Nejmenší počet pozorovatelů ve stejném roce má naopak Střední Amerika a Karibik, kde jde o „pouhých“ 301 tisíc (O'Connor *et al.*, 2009). Mezi země s prudkým nárůstem tohoto odvětví pak náleží Čína (nárůst až 107 % od roku 1998), Kambodža, Laos, Nikaragua a Panama (Parsons, 2012), ale i Sv. Lucie, Madeira, Venezuela, Maledivy a Kostarika (O'Connor *et al.*, 2009). Mimo socioekonomického profitu se prokázalo, že interakce zlepšují duševní a fyzické zdraví turistů a zlepšují povědomí o ochraně přírody (Bertella *et al.*, 2019).

Whale watching by tak mohl pomoci zastavit komerční lov, kvůli kterému dochází ke snížení možných turistických objektů (a zároveň i příjmů) (Allen & Keay, 2004), a pomohl by k ochraně kytovců před státy jako jsou Japonsko, Island a Norsko, jež v lovu stále pokračují (Parsons, 2012; Schaffar *et al.*, 2013). S každým nově uloveným plejtvákem malým totiž dle propočtů dochází ke snížení poptávky turistického ruchu o 0,14-0,17 pozorovatelů. Za rok se tedy z povoleného 0,5 % celosvětového odlovu tohoto druhu připraví turismus o 396-568 osob (Kuo *et al.*, 2009). Pozorovatelé by současně mohli být z etického hlediska proti lovu velryb. V zemích, kde jsou kytovci loveni, by tak turisté mohli bojkotovat zdejší pozorovací aktivity a dostat tím místní vlády pod tlak (Hoyt & Hvenegaard, 2002).

Výzkumy z posledních dvou desetiletí však ukázaly, že je pozorování málokdy neškodné a ovlivňuje druhy v mnoha oblastech jejich života (Meissner *et al.*, 2015). Kytovci vnímají interakce spojené s pozorováním jako riziko. Z hlediska behaviorálních dopadů může dojít k ovlivnění reprodukce a přežití mláďat i dospělců. Opakovaná vyrušení vedou až k energetickým ztrátám spojeným s vyhubým chováním (Bertella *et al.*, 2019) a promarněnými příležitostmi pro hledání obživy, způsobujících zhoršenou tělesnou kondici (Christiansen *et al.*, 2013). Většina takových studií se týká především ozubených kytovců. U kosticovců není prozatím provedeno tolik výzkumů (Schaffar *et al.*, 2013).

Zvířata se stávají náchylnější také k nárazům plavidel (Department of The Navy, 2017). Omezení rychlosti by mohlo řešit tento problém, ale zase by mělo dopad v podobě snížených zisků z pozorování (Parsons, 2012). Toto řešení by navíc mělo být prodiskutováno také u klasické lodní dopravy, protože pro kriticky ohrožené velryby černé jsou hlavní hrozbou právě nárazy lodí, neboť se jejich migrační trasy často kříží s lodními trasami (Davidson *et al.*, 2012). Čím rychleji plavidlo pluje, tím větší je pak logicky pravděpodobnost těžkého zranění či úmrtí velryb (NOAA, 2000).

Mezi další druhy ohrožené srážkami s lodí patří například velryba japonská, plejtvákovec šedý a plejtvák obrovský. Typický je též lokální vliv tohoto problému na subpopulace keporkaků v Arabském moři, subpopulace plejtváka myšoka ve Středozemním moři, vorvaně obrovského tamtéž a na Kanárských ostrovech, plejtváka Brydeova v Mexickém zálivu a subpopulace velryb trpasličích nebo omurových (*Balaenoptera omurai*) na severozápadě Madagaskaru (Cates *et al.*, 2017).

Kytovci, jež jsou zároveň vystaveni lovu, například plejtvák myšok, vykazuje vůči lodím naopak vyhubé chování. V okolí zálivu Disko Bay v Grónsku je tak téměř nemožné se

k nim přiblížit i na běžných plavidlech. Naopak jedinci navyklí z pozorování mají tendenci se k lodím přibližovat častěji. Pro lovce se tak mohou stát snadným úlovkem (Hoyt & Hvenegaarden, 2002). Detailněji je tato tematika řešena v následujících podkapitolách.

9.1. Vliv na ozubené kytovce

Delfin dlouhozobý, ohrožená plískavice novozélandská (*Cephalorhynchus hectori*) a delfin obecný jsou během letního období na Novém Zélandu, kde se zároveň i rozmnožují, středobodem turistického ruchu. Vyskytují se na volném moři i v pobřežních vodách a jsou tak mnohem více ohroženi vůči srážkám s plavidly a turistickými aktivitami, včetně whale watchingu či aktivního plavání. Při vyrušení u nich bylo zpozorováno přerušování hledání potravy a cestování do vzdálenějších oblastí, což mělo pravděpodobně opět největší dopad na březí či kojící samice. K plavcům ve vodě se zároveň přiblížilo jen 32 % delfínů, což je oproti delfínům skákavým a plískavicím tmavým (*Lagernohynchus obscurus*) malé procento. Je známým faktem, že obzvláště delfini obecní nevykazují vůči lidem přílišný zájem. Lhostejnost delfínů zkoumat nové subjekty mohla být dána také výskytem menších skupin, jelikož je dokázáno, že čím je skupina větší, tím vyšší má tendenci zkoumat své okolí. Zároveň se mohli vyhýbat i vysokorychlostním plavidlům, u nichž hrozilo vysoké riziko srážky. Výzkum též poukázal na časté porušení předpisů jako byla maximální rychlost lodě, počet plavidel plujících ke kytovcům nebo překročená doba plavání u skupin s mláďaty delfínů. Všechny tyto okolnosti tak mohly mít vliv na chování a rozmnožování delfínů (Meissner *et al.*, 2015).

Toto odvětví ekoturistiky často zahrnuje rovněž programy na krmení kytovců, které je zde dobré zmínit. Jedny z nejznámějších oblastí využívaných k této aktivitě se nachází v Austrálii (Parsons, 2012). Oblast Monkey Mia se například nachází na pobřeží Shark Bay v západní části tohoto světadílu a od roku 1960 je známou turistickou oblastí právě díky krmení delfínů skákavých. Turisté mají rovněž dovoleno se delfínů dotýkat nebo s nimi plavat (Orams, 1995). Úmyslné nebo neúmyslné poskytování potravy však může vést ke změně chování a zvýšení vnitrodruhové i mezidruhové agresivity, včetně napadání člověka. Blízké interakce delfínů s lidmi zároveň zvyšují riziko zranění způsobených například srážkou s plavidlem nebo zaplétáním do rybářského vybavení, protože delfini ztrácí vůči lidem a jejich přístrojům ostražitost. Možné jsou též přenosy nemocí a snížení reprodukční úspěšnosti (Christiansen *et al.*, 2016). USA, Velká Británie a Nový Zéland se díky těmto zjištěním rozhodly z velké části

odkrmení delfinů ustoupit. V Austrálii se bohužel podobné programy stále nabízejí (Orams, 1995).

Bohužel i přes zákazy se ve výše zmíněných státech se stále setkáváme s nelegálním nebo nechtěným (skrz odpadky) krmením kytovců. To se děje například v Sarasota Bay na Floridě, kde jsou delfini skákaví ohroženi právě kvůli svému navyklému chování na tento zdroj obživy (Christiansen *et al.*, 2016).

Větší pozornost si zaslouží i již zmiňované plavání s kytovci, které sice také není přímo whale watchingem, ale patří do skupiny podobných turistických aktivit. Lidé mohou plavat s kytovci buď „pasivně“, kdy je nechají, aby se k nim zvířata přiblížila, jak uznají za vhodné, nebo „aktivním“ způsobem, kdy svou přítomností vědomě zasahují do prostředí kytovce, případně jej i pronásledují (Parsons, 2012; Bertella *et al.*, 2019). Tato aktivita je považována za rekreační, vzdělávací a přínosnou pro vědu. Nese s sebou však i řadu negativních dopadů. Mezi hlavní patří rušení a zvýšená míra stresu kytovců, což je dokázáno ve studii delfinů dlouholebých (*Stenella longirostris*), které lidé rušili při odpočinku v mělkých havajských vodách (Department of The Navy, 2017). Kealake'akua, Honaunau a Kauhako Bay jsou mnohé z havajských zálivů, které hojně navštěvují turisté za účelem ekoturistických aktivit. Časté zásahy samotných plavců nebo lodí do přirozeného prostředí delfinů dlouholebých však vyvolávají změny ve vzorcích chování. Nejčastěji byla při vynoření k nadechnutí registrována snížená četnost výskoků nad hladinou. Pokud by tak k rušení docházelo častěji, delfini by se nemuseli do zátok vracet. Přičemž by to negativně mohlo ovlivnit jak jejich fyzický stav, tak odvětví turistiky (Courbis & Timmel, 2009).

9.2. Vliv na kosticovce

Mezi roky 2010-2011 byl u islandských břehů Faxaflói Bay v letních měsících zaznamenán pokles aktivity plejtváků malých kvůli probíhajícímu whale watchingu. Denně byly uskutečněny tři plavby trvající zhruba tři hodiny. Narušení jejich prostředí způsobilo snížení potravní činnosti a vyhýbavé chování vůči plavidlům. Současně také v přítomnosti lodí zvýšili rychlost plavby a zvýšila se u nich i frekvence dechu a rychlost metabolismu. Takovéto chování spojené s komerčním pozorováním může významně omezit energetické zisky a mít vliv na dostatečný příjem živin a následnou přípravu k reprodukci (Christiansen *et al.*, 2013).

Od roku 1992 se zvýšil zájem o pozorování velryb v jižním Tichomoří až o 45 % ročně. Největší zájem je o pozorování populace keporkaků, zahrnujících pouze 327 jedinců, migrujících do Nové Kaledonie za rozmnožováním. Výzkumy potvrdily vedlejší vliv na chování keporkaků. Změna byla patrná, jakmile se loď nacházela už jeden km od skupiny. Až 84 % skupin uplatňovalo vyhýbavé chování. V případě že by se dle studie přiblížily lodě až na 100 metrů od jedinců, tedy na nejnižší možnou vzdálenost, číslo by vzrostlo na 100 %. Zaznamenána byla i delší doba ponoru, což bylo pro keporkaky energeticky náročnější. Z toho lze usoudit, že zvířata vnímala lodě jako nebezpečí a chovala se stejně jako v přítomnosti predátorů. Nejvíce ohroženou skupinu přitom představovaly samice s mláďaty, jež mohly energii určenou k laktaci využívat spíše k udržení homeostázy. Vzhledem k tomu, že v uplynulých dvou stoletích se stavy keporkaků zvláště na jižní polokouli snížily z důvodu komerčního lovu a nyní se jejich pomalu obnovující se celosvětové počty odhadují na 10 000 ex., je žádoucí v tomto případě přistoupit ke snížení a úpravě doby jejich pozorování (Schaffar *et al.*, 2013).

9.3. Regulace

Pozorování velryb nemělo ze začátku jeho vzniku žádné hranice nebo pokyny, kam až je maximálně možné zajít (Burnham *et al.*, 2021). Dnes jsou však ve snaze snížit dopady na pozorování kytovců zaváděny předpisy a směrnice, jež by měly snižovat riziko rušení (Parsons, 2012). Mohou být přitom vydávány vládou, agenturami nebo odvětvím zabývajícím se ekoturistikou (jako na Islandu a v Japonsku). Vyskytují se ale oblasti, kde pozorování není ani zčásti regulováno, jak je psáno výše (Bertella *et al.*, 2019). Více jak dvě třetiny požadavků jsou navíc i v místech jejich vyhlášení dobrovolné, nikoliv zákonné. Mezi nejčastější doporučený pokyn patří dodržování minimální vzdálenosti od kytovců (ve většině případů na 100-50 metrů). Bohužel doporučení regulace invazivních aktivit jako je právě krmení, plavání nebo dotýkání se zvířat není příliš často upraveno a omezováno (Parsons, 2012). Například na Kanárských ostrovech je plavání s delfíny sice zakázáno, ale na Novém Zélandu se jedná o zcela legální (i když regulovanou) činnost (Bertella *et al.*, 2019). Navíc při nedostatečných znalostech průvodců ohledně chování jednotlivých druhů, doporučení nemusí být ani efektivní (Parsons, 2012).

Rychlost plavby hraje rovněž svou roli v rušení, ale stejně jako u vzdálenosti, jedná se při jejich regulaci o pouhá doporučení. Nedostatečně zpracovaný regulační rámec tak má jen

malou úspěšnost, přičemž si ho provozovatelé mohou ještě pozměnit podle sebe. Ani v tomto případě tak není ochránářské snažení příliš efektivní (Burnham *et al.*, 2021).

Z průzkumů navíc trochu překvapivě vyplývá, že provozovatelé dodržují spíše pokyny nevládních nebo svých vlastních organizací (např. Hebridean Whale and Dolphin Trust nebo Seawatch Foundation) než nařízení vydaná vládou (Parsons & Woods-Ballard, 2003). Dobrým příkladem toho je Skotsko, kde se dařilo doporučení na rozdíl od Austrálie a Nového Zélandu dodržovat a situace kytovců se zlepšovala. V tomto případě byly ale změny kladně přijaty nejspíše kvůli tomu, že byly prodiskutovány s provozovateli pozorovacích aktivit a cestovními kanceláři, jež pomohli s jejich následným vypracováním. Na druhé straně ani zde se nedodržení nařízení dostatečně netrestá a velmi špatně monitoruje, buď z hlediska nedostatečné vůle a zdrojů, anebo logistické podpory. Někteří zodpovědní provozovatelé alespoň mohou poukázat na nedodržování předpisů jiných provozovatelů a pomoci tak k dodržování nařízení. Mnohdy je však těžké posoudit, zdali byl předpis opravdu porušen. Je obtížné dokázat například vzdálenost od kytovců, zvláště pak za nepříznivého počasí. Přesto patří situace ve Skotsku k těm skutečně lepším (Parsons, 2012).

Celkově by situaci mohli zlepšit školení přírodovědci, kteří by mohli dohlédnout na dodržování předpisů nebo turisté vzdělávající se v dobrovolnictví a environmentálních aktivitách, aby rozšířili povědomí a kladli důraz na udržitelné pozorování kytovců a ochranu přírody. Avšak nejlepším způsobem, jak šířit a rozvíjet úspěšné ekoturistické aktivity, je založení chráněné mořské oblasti (Hoyt, 2005; Parsons, 2012).

10. Ochranná opatření

10.1. Chráněné mořské oblasti

Už v minulosti byly navrženy postupy, které by pomohly s ochranou nejen u jednotlivých zasažených druhů, ale zaměřily by se na udržování biologické rozmanitosti celých ekosystémů. Za jeden z nejlepších způsobů takové ochrany se považuje vymezení a identifikace důležitých stanovišť (Hansen *et al.*, 2003; Simmonds & Elliott, 2009; Roberts *et al.*, 2017). Úlohou vymezených oblastí je zajistit ochranu klimatických refugií, oblastí citlivých vůči změnám a v neposlední řadě i živočichů, kteří tuto oblast využívají pro reprodukční a potravní účely (Simmonds & Elliott, 2009). Současně je nutné dané oblasti chránit z hlediska místního, regionálního i celosvětového rozsahu a omezit v nich i stresory nesouvisející s klimatem, mezi něž patří například znečištění (Hansen *et al.*, 2003; Evans, 2008) nebo těžební průmysl, lov vlečnými sítěmi a intenzivní rybolov (Roberts *et al.*, 2017). Vytvoření chráněných mořských oblastí tak pomáhá chránit nejen kytovce, ale i další organismy čelící antropogennímu vlivu (Evans, 2008). Dosud však nebyly vyhlášeny v dostatečně efektivní míře. Jedná se totiž o zdoluhavý proces, který je nutno i z právního hlediska podložit četnými důkazy o narůstajícím ohrožení (Evans, 2008; UNEP-MAP RAC/SPA, 2011).

Téměř všechny země na světě se zavázaly chránit minimálně 10 % mořských a pobřežních oblastí. Do roku 2020 bylo jen v USA chráněno 26 % vodních oblastí, včetně sladkovodních (například Velká jezera). Chráněná území zahrnují i ekologicky významné ekosystémy jako mělké tropické korály (80 %), mangrovy (83 %), mořské trávy (63 %) a hlubinné korály (54 %). Z toho 3 % jsou přísně chráněna a v oblastech je zakázána jakákoliv těžební a lovecká činnost. Právě takto chráněná území, přitom ukazují největší účinnost. Jako příklad mohu uvést oblast Mořské národní památky Papahānaumokuākea a Mořské národní památky Tichomořských ostrovů, kde je s ochranou spojený vývoj ekosystému v posledních letech hodnocen skutečně pozitivně (Wenzel *et al.*, 2020).

10.2. Ekologická síť mezi oblastmi

Ekologická konektivita mezi mořským chráněným územím a sousední oblastí zahrnuje vztahy mezi populacemi, ekosystémy a koloběhem látek v prostředí. Chráněné mořské oblasti jsou s okolím spojeny pasivně a aktivně. Pasivní způsob propojení s oceánem představuje přirozený pohyb prostřednictvím fyzikálních procesů jako je oceánské proudění a klesání i stoupání

hladiny moří zahrnující posun živin a organismů (např. šíření larev skrze cirkulaci). Za aktivní se označuje cílený způsob umožňující živočichům migrovat z místa na místo za potravou či rozmnožováním (Cannizo *et al.*, 2020) jako je tomu třeba u plejtvákovců šedých migrujících do mexických zátok a keporkaků táhnoucích do havajských vod (UNEP-MAP RAC/SPA, 2011). Snahou v posledních letech je zprostředkovat a udržet propojení prostřednictvím migračních koridorů a chráněných mořských oblastí, aby byla zachována biologická rozmanitost, početnost populací a došlo ke zvýšení odolnosti vůči změnám v životním prostředí. Například státy Kalifornie a Havaj takto vytvořily celostátně propojenou síť mořských rezervací v souladu s rekreačním a ekonomickým managementem. Podařilo se jim tak zajistit bezpečnost druhů a chráněných území, ale i udržet ekonomickou stabilitu v oblastech určených k rybolovu (Cannizzo *et al.*, 2020). Existuje však možnost, že se nepodaří kritické oblasti propojit s těmi určenými k rozmnožování a krmení ve všech oblastech (UNEP-MAP RAC/SPA, 2011). Tato obava je reálná především v kytovci hojně využívaných oblastech Arktidy, které jsou lovecky i průmyslově nezbytné pro obživu místních obyvatel (Hansen *et al.*, 2003).

10.3. Mezinárodní úmluvy a dohody

Z hlediska zřízení ochrany vzniklo mnoho dokumentů, které poskytují ochranu kytovcům nebo územím, které obývají. Mezi prvními konferencemi zabývajícími se otázkou ochrany životního prostředí patřila konference OSN o životním prostředí a rozvoji (UNCED), která se konala v Riu roku 1992 (Hoyt, 2005). Dále bylo i Evropskou společností pro kytovce v roce 1999 projednáváno zřízení mořských chráněných území a ochrana přírody. Následně byla vydána směrnice Natura 2000 zabývající se mimo jiné mořskými oblastmi zvláštní ochrany (SAC). Díky ní byla v Evropě zajištěna ochrana území sviňuch obecných, delfinů skákavých (Evans, 2008) a delfinů krátkozobých (UNEP-MAP RAC/SPA, 2011). Dále došlo ke vzniku podobných dokumentů. Dohoda o ochraně kytovců v Černém moři, Středozemním moři a přilehlé oblasti Atlantiku (ACCOBAMS), chránící všechny druhy a stanoviště, které se označují jako kriticky ohrožená (CCH). Za kriticky ohrožená stanoviště se přitom považují území, která jsou hojně využívaná druhy či populacemi kytovců takovým způsobem, že jsou nepostradatelná pro jejich přežití (Hoyt, 2005; UNEP-MAP RAC/SPA, 2011).

Dalším významným dokumentem je Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD), jejíž ratifikace dala vzniknout Úmluvě o stěhovavých druzích (CMS) a dalších dokumentů

zaměřujících se podrobněji na ochranu mořských savců, například Dohoda o ochraně malých kytovců v Baltském a Severním moři (ASCOBANS). Ve snaze chránit zároveň i určité oblasti na volném moři (např. Costa Rica Dome v oblasti severního Pacifiku) došlo k vytvoření nových území jako jsou ekologicky a biologicky významné oblasti (EBSA) nebo významné oblasti mořských savců (IMMA) navrhované IUCN (Di Sciara *et al.*, 2016).

Dále je nutné zmínit Barcelonskou úmluvu o ochraně Středomoří, která vymezuje chráněné mořské oblasti pro kytovce obývající Středozemní moře. Všechny mořské rezervace ve Středomoří jsou však zaměřeny především na pobřežní oblasti. Výjimkou je pouze Pelagos Sanctuary pro středomořské savce rozprostírající se v mezinárodních vodách. Toto chráněné území bylo založeno v roce 1999 Itálií, Francií a Monakem. O tři roky později bylo uznáno jako speciálně chráněná oblast středomořského významu (SPAMI). Jakmile je takto oblast přijata, předpisy jsou závazné jak pro občany národů, kam oblast náleží, tak pro občany všech národů, kteří jsou součástí protokolu. Tato oblast je přitom významná častým výskytem plejtváka myšoka. Do budoucna se diskutuje také o zřízení dalších chráněných volno mořských oblastí, z nichž výrazným adeptem je Alboránské moře (Evans, 2008; UNEP-MAP RAC/SPA, 2011), kde se hojně vyskytuje delfin obecný (ACCOBAMS, 2023). Z mého úhlu pohledu jsou přitom rezervace tohoto typu důležité zejména pro ochranu migrujících druhů a jejich zavádění bude zcela zásadní. V oblastech nevyhlášených jako chráněné pak mohou vstoupit v platnost tzv. „další účinná opatření“ (OECM) s vymezením vojenských zón, zrušením lovných území nebo snížení rychlosti plavidel (Wenzel *et al.*, 2020).

Avšak v chráněných i otevřených oblastech a hlubokomořském prostředí není ochrana kytovců stále dostatečná. Nejpravděpodobnějším důvodem je častá změna lokalit z důvodu migračních přesunů a nedostatečný rozsah lokalit (UNEP-MAP RAC/SPA, 2011). Situaci by mohl vyřešit nejnovější přístup v plánování mořských oblastí, který má být propojený s potřebami ekosystému. V Itálii se pak začíná intenzivně budovat území, které by zohlednilo jak přírodní aspekty, tak udržení místních námořnických činností, aktivního rybolovu, těžebního průmyslu a lodních obchodních tras podél oblasti. Hlavním bodem ochrany kytovců by měl být záliv Taranto, což je významný potravní zdroj delfinů pruhovaných, skákavých plískavic šedých, vorvaňů tuponosých, vorvaňovců zobatých a plejtváků myšoků. Rovněž se zde nachází citlivá hlubinná a pelagická stanoviště a mělčiny, kde se vyskytují louky posidonie mořské (*Posidonia oceanica*) a korálová společenstva. Vytvoření chráněné oblasti je však podmíněno četnými monitoringy a také snížením nebo alespoň zmírněním antropogenního tlaku (Carlucci *et al.*, 2021).

10.4. Ochrana zvláště zasažených oblastí

Zasažené oblasti se v rámci zřízení chráněných mořských oblastí dokáží samy obnovit. Důkazem je například chráněná mořská oblast Chagos v Indickém oceánu, které měla ještě v roce 1998 zhruba 90 % úmrtnost korálů způsobenou bělením. V roce 2010 byla korálová struktura obnovena a o pět let později byla dokonce zaznamenána o 28 % vyšší produkce uhličitánů než v nechráněných oblastech v Karibiku (Roberts *et al.*, 2017).

Na západním pobřeží USA se vyskytuje 293 chráněných oblastí zatížených lodní dopravou. Místní vody slouží jako potravní působiště plejtváka myšoka, plejtváka obrovského a keporkaků, jež jsou zde častým cílem srážek s loděmi. Úřad NOAA spolu s pobřežní správou USA vydal proto doporučení pro lodní dopravce i širší veřejnost s prosbou snížit rychlost plavidel. Kromě snížení rychlosti se tím zamezí také možným kolizím a nebude se tolik znečišťovat prostředí hlukem a emisemi. Důsledkem toho vznikl program na ochranu Blue skies/Blue whales, který finančně podporoval lodní společnosti, jež skutečně snížily rychlosti u svých plavidel (Wenzel *et al.*, 2020).

Ochrana se netýká pouze mořských kytovců. IWC přijala roku 2021 program na ochranu sladkovodních delfinů (CMP) v oblasti Amazonie (povodí Orinoka, Amazonky a Tocantins/Araguaia) vytvořený Kolumbií, Brazílií, Peru a Ekvádorem. Jedná se o první program na ochranu sladkovodních kytovců. Delfinovci amazonští a delfin brazilský (*Sotalia fluviatilis*) jsou ohroženi antropogenními činnostmi zahrnující zapletení do sítí, fragmentaci stanovišť, znečištění vod rtuť, vedlejšími úlovky a rozsáhlými stavebními činnostmi, mezi něž patří odlesňování nebo stavby přehrad (IWC, 2023). Jejich počty se tak dále snižují, ačkoliv jsou od roku 1967 chráněni brazilským zákonem. I přes to však nadále dochází k lovu a využívání jejich částí jako návnada na anténovce velkoploutvého (*Calophysus macropterus*). Další velkou hrozbu pro ně představuje stavba nových vodních elektráren, která vede k fragmentaci oblasti jejich výskytu. Na území Amazonie je plánováno postavit 277 vodních elektráren, z toho 175 je již využíváno nebo rozestavěno. Speciálně pro delfinovce bolívijského a delfinovce *Inia araguaiaensis*, představují tyto stavby riziko vyhynutí. Jedná se o totiž endemické druhy obývající přítoky Madeira a Tocantins-Araguaia, kde se vyskytuje mnoho elektráren jako Santo Antônio nebo Jirau. Hrozbě vyhynutí ale čelí i delfinovec amazonský. V kombinaci ještě s rozvojem ekoturistiky založené na pozorování a krmení delfinovců došlo k vyvinutí mezinárodnímu úsilí na jejich ochranu vznikem národních akčních plánů (NAP, Da Silva *et al.*, 2023). Jejich součástí jsou monitorovací průzkumy a satelitní značení stanovišť a

velikosti populace nebo snížení vedlejších úlovků. Dále probíhá snaha zmírnit dopad způsobený změnami klimatu nebo znečištěním rtuť a dohlížet a regulovat antropogenní aktivity jako je odlesňování, rybolov a rozvoj vodních elektráren (IWC, 2023). Lze tedy doufat, že tyto snahy povedou k lepší ochraně jihoamerický delfinoců a nebude to stejné jako v případě delfinoců čínských, kteří jsou již nejspíše vyhubeni (Evans, 2008; Simmonds a Elliott, 2009).

Dalším důležitým a velmi těžkým bodem je zastavení antropogenní změny klimatu, nebo alespoň zmírnění antropogenního vlivu (Robinson *et al.*, 2008). Rezervace sice dokáží zabránit antropogenním činnostem v určitých oblastech, ale vzrůstající míru okyselování a oteplování oceánů se jim zastavit nedaří (Roberts *et al.*, 2017).

11. Závěr

V rámci své práce jsem došla k následujícím zjištěním, jakým klimatické změny a antropogenní činnosti ovlivňují kytovce:

- 1) Ohříváním oceánů dochází k posunu kořisti kytovců a následně i jejich areálů do vyšších zeměpisných šířek, což ovlivňuje nejen jejich potravní možnosti, ale také výskyt vhodných oblastí k rozmnožování.
- 2) Vzájemným překrýváním areálů s jinými druhy bude častěji docházet ke značné konkurenci o zdroje potravy.
- 3) Úbytkem mořského ledu budou ohroženy zvláště endemické druhy kytovců vyskytující se v arktických oblastech.
- 4) Vzrůstající kontaminace vodního prostředí toxickými látkami v důsledku tání mořského ledu a antropogenního znečištění způsobuje vážná onemocnění kytovců, jež vedou k jejich záhubě.
- 5) Hluková zátěž spojená s lidskou činností včetně přítomnosti plavidel a lidí v přirozeném prostředí kytovců, způsobuje stres z narušení jejich prostředí, vyhubavé chování a zastavení echolokace a ztracené možnosti při hledání potravy. V horším případě pak kolize s plavidly, ale také uvíznutí na pobřeží nebo smrt.
- 6) Whale watching může mít pozitivní vliv na budování vztahu běžných lidí ke kytovcům a mohl by být nápomocen při úplném zákazu velrybářství. Zároveň ale ve velké míře způsobuje změny v chování i ekologii těchto zvířat. Proto je třeba udržovat stanovený minimální odstup od kytovců a v odůvodněných případech i tuto aktivitu regulovat.
- 7) Lov dnes není prováděn tak masově jako v předchozích století. Stále však probíhá a představuje značný problém pro více druhů kytovců. Vedle velrybářství „průmyslového typu“ navíc dochází také k domorodému lovu a neplánovaným vedlejším úlovkům. Celkově je žádoucí lov zcela omezit, což je však dnes těžké prosadit na mezinárodní politické bázi.
- 8) Z hlediska ochrany se daří ratifikovat dokumenty a zavádět opatření ve formě chráněných oblastí, mořských rezervací a jiných vymezených území k ochraně, kde tyto živočichové nemusí čelit velké míře dopadům antropogenního vlivu a okolnostem s nimi spojenými jako jsou kolize s loděmi, znečištění, hluk a odlov.

Lze tedy jen doufat, že to bude stačit k tomu, aby se neopakovaly scénáře krutých loveckých praktik a následného vymírání populací, jak tomu bylo v minulých dobách, kdy se nekladl důraz na ochranu přírodních zdrojů, protože se automaticky počítalo s jejich obnovou.

12. Literatura

AGNARSSON, I., MAY-COLLADO, L.J. (2008). The phylogeny of Cetartiodactyla: the importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome *b* to provide reliable species-level phylogenies. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48, 964–985. doi: 10.1016/j.ympev.2008.05.046.

ALBOUY, C., DELATTRE, V., DONATI, G., FRÖLICHER, T.L., ALBOUY-BOYER, S., RUFINO, M., PELLISSIER, L., MOUILLOT, D., LEPRIEUR, F., (2020) Global vulnerability of marine mammals to global warming. *Scientific Reports* 10, 1-12. doi: 10.1038/s41598-019-57280-3

ALLEN, R.C., KEAY, I., (2004) Saving the Whales: Lessons from the Extinction of the Eastern Arctic Bowhead. *The Journal of Economic History* 64, 400-432. doi:10.1017/s0022050704002748

ALLEN, S.J., TYNE, J.A., KOBRYN, H.T., BEJDER, L., POLLOCK, K.H., LONERAGAN, N.R. (2014). Patterns of Dolphin Bycatch in a North-Western Australian Trawl Fishery. *PLOS ONE* 9, e93178. doi: 10.1371/journal.pone.0093178.

ALTER, S.E., MEYER, M., POST, K., CZECHOWSKI, P., GRAVLUND, P., GAINES, C., ROSENBAUM, H.C., KASCHNER, K. (2015). Climate impacts on transocean dispersal and habitat in gray whales from the Pleistocene to 2100. *Molecular Ecology* 24, 1510–1522. doi:10.1111/mec.13121.

ANDERSON, R., HERRERA, M., ILANGAKOON, A., KOYA, K., MOAZZAM, M., MUSTIKA, P., SUTARIA, D., (2020). Cetacean bycatch in Indian Ocean tuna gillnet fisheries. *Endangered Species Research* 41, 39–53. doi: 10.3354/esr01008.

ÁRNASON, U., GULLBERG, A., JANKE, A. (2004). Mitogenomic analyses provide new insights into cetacean origin and evolution. *Gene* 333, 27-34. doi: 10.1016/j.gene.2004.02.010

ÁRNASON, Ú., LAMMERS, F., KUMAR, V., NILSSON, M.A., JANKE A. (2018). Whole-genome sequencing of the blue whale and the other rorquals finds signatures for introgressive gene flow. *Sciences Advances* 4, eaap9873. doi: 10.1126/sciadv.aap9873.

- ASHER, R., HELGEN, K. (2010). Nomenclature and placental mammal phylogeny. *BMC Evolutionary Biology* 10, 102. doi: 10.1186/1471-2148-10-102.
- ASKIN, N., BELANGER, M., WITTNICH, C. (2017). Humpback Whale Expansion and Climate Change-Evidence of Foraging Into New Habitats. *Journal of Marine Animals and Their Ecology* 9, 13–17.
- BARKER, S. & RIDGWELL, A. (2012). Ocean Acidification. *Nature Education Knowledge* 3(10), 21.
- BERTA, A., SUMICH, J.L., KOVACS, K.M. (2015). *Marine mammals evolutionary biology*. 3rd edition. Academic Press, Londýn, 726 pp.
- BERTELLA, G., FUMAGALLI, M., WILLIAMS-GREY, V. (2019). Wildlife tourism through the co-creation lens. *Tourism Recreation Research* 44, 300–310. doi: 10.1080/02508281.2019.1606977.
- BLACKWELL, S.B., NATIONS, C.S., THODE, A.M., KAUFFMAN, M.E., CONRAD, A.S., NORMAN, R.G., KIM, K.H. (2017). Effects of tones associated with drilling activities on bowhead whale calling rates. *PLOS ONE* 12, e0188459. doi: 10.1371/journal.pone.0188459.
- BOGSTAD, B., GJØSÆTER, H., HAUG, T., LINDSTRØM, U. (2015). A review of the battle for food in the Barents Sea: cod vs. marine mammals. *Frontiers Ecol. Evol.* 3, 29. doi:10.3389/fevo.2015.00029.
- BORGÅ, K., FISK, A.T., HOEKSTRA, P.F., MUIR, D.C.G. (2004). Biological and chemical factors of importance in the bioaccumulation and trophic transfer of persistent organochlorine contaminants in arctic marine food webs. *Environmental Toxicology and Chemistry* 23, 2367. doi:10.1897/03-518.
- BOSSART, G.D. (2011). Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health. *Veterinary Pathology* 48, 676–690. doi: 10.1177/0300985810388525.

BURNHAM, R.E., DUFFUS, D.A., MALCOLM, C.D. (2021). Towards an enhanced management of recreational whale watching: The use of ecological and behavioural data to support evidence-based management actions. *Biological Conservation* 255, 109009. doi: 10.1016/j.biocon.2021.109009.

CANNIZZO, Z. J., WAHLE, CH. M., WENZEL, L. (2020) Ecological Connectivity for Marine Protected Areas. *Marine Protected Areas*. NOAA.

CARLUCCI, R., MANEA, E., RICCI, P., CIPRIANO, G., FANIZZA, C., MAGLIETTA, R., GISSI, E. (2021). Managing multiple pressures for cetaceans' conservation with an Ecosystem – Based Marine Spatial Planning approach. *Journal of Environmental Management* 287, 112240. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.112240.

CATES, K., DEMASTER, D.P., BROWNELL JR, R.L., SILBER, G., GENDE, S., LEAPER, R., RITTER, F., PANIGADA, S. (2017). Strategic Plan to Mitigate the Impacts of ship Strikes on Cetacean Populations: 2017-2020. *Technical Report IUCN*, 1-17

CERCHIO, A., TUCKER, P. (1998). Influence of alignment on the mtDNA phylogeny of Cetacea: questionable support for a Mysticeti/Physeteroidea clade. *Systematic Biology* 47, 336–344. doi: 10.1080/106351598260941.

CISNEROS-MONTEMAYOR, A.M., SUMAILA, U.R., Kaschner, K., Pauly, D. (2010). The global potential for whale watching. *Marine Policy* 34, 1273–1278. doi:10.1016/j.marpol.2010.05.005.

CLAPHAM, P.J. (2016). Managing leviathan: Conservation challenges for the great whales in a post-whaling world. *Oceanography* 29(3), 214–225. doi: 10.5670/oceanog.2016.70.

CLOYED, C.S., BALMER, B.C., SCHWACKE, L.H., WELLS, R.S., BERENS MCCABE, E.J., BARLEYCORN, A.A., ALLEN, J.B. (2021). Interaction between dietary and habitat niche breadth influences cetacean vulnerability to environmental disturbance. *Ecosphere* 12, e03759. doi:10.1002/ecs2.3759.

COLBECK, G.J., DUCHESNE, P., POSTMA, L.D., LESAGE, V., HAMMILL, M.O., TURGEON, J. (2012). Groups of related belugas (*Delphinapterus leucas*) travel together during their seasonal migrations in and around Hudson Bay. *Proceedings of The Royal Society B*. 280: 20122552. doi: 10.1098/rspb.2012.255.

COURBIS, S., TIMMEL, G. (2009) Effects of vessels and swimmers on behavior of Hawaiian spinner dolphins (*Stenella longirostris*) in Kealake‘akua, Honaunau, and Kauhako bays, Hawai‘i. *Marine Mammal Science*, 25(2): 430–440. DOI: 10.1111/j.1748-7692.2008.00254.x

COUSINS, I.T., NG, C.A., WANG, Z., SCHERINGER, M. (2019). Why is high persistence alone a major cause of concern? *Environmental Science: Processes & Impacts* 21, 781–792. doi:10.1039/c8em00515j.

CUNHA, H.A., DE CASTRO, R.L., SECCHI, E.R., CRESPO, E.A., LAILSON-BRITO, J., AZEVEDO, A.F., LAZOSKI, C., SOLÉ-CAVA, A.M. (2015). Molecular and Morphological Differentiation of Common Dolphins (*Delphinus* sp.) in the Southwestern Atlantic: Testing the Two Species Hypothesis in Sympatry. *PLOS ONE* 10, e0140251. doi: 10.1371/journal.pone.0140251.

DARNIS, G., ROBERT, D., POMERLEAU, C., LINK, H., ARCHAMBAULT, P., NELSON, R.J., GEOFFROY, M., TREMBLAY, J.-É (2012). Current state and trends in Canadian Arctic marine ecosystems: II. Heterotrophic food web, pelagic-benthic coupling, and biodiversity. *Climatic Change* 115, 179–205. doi: 10.1007/s10584-012-0483-8.

DA SILVA, V.M.F., BRUM, S.M., MAGALHÃES DRUMMOND DE MELLO, D., DE SOUZA AMARAL, R., GRAVENA, W., CAMPBELL, E., DA S. GONÇALVES, R., MINTZER, V. (2023). The Amazon River dolphin, *Inia geoffrensis*: What have we learned in the last two decades of research? *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 18, 139–157. <https://doi.org/10.5597/lajam00298>.

DAVIDSON, A.D., BOYER, A.G., KIM, H., POMPA-MANSILLA, S., HAMILTON, M.J., COSTA, D. P. (2012). Drivers and hotspots of extinction risk in marine mammals. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 3395–3400. doi: 10.1073/pnas.1121469109.

DAVIS, W., (2017). The Relationship between Atmospheric Carbon Dioxide Concentration and Global Temperature for the Last 425 Million Years. *Climate* 5, 76. doi:10.3390/cli5040076.

DEMÉRÉ, T.A., BERTA, A., MCGOWEN, M.R. (2005). The Taxonomic and Evolutionary History of Fossil and Modern Balaenopteroid Mysticetes. *Journal of Mammalian Evolution* 12, 99–143. doi:10.1007/s10914-005-6944-3.

DEPARTMENT OF NAVY (2017). Marine Mammal Strandings Associated with U.S. Navy Sonar Activities. Space and Naval Warfare Systems Center Pacific, San Diego. 47 pp.

DERVILLE, S., TORRES, L. G., ALBERTSON, R., ANDREWS, O., BAKER, C. S., CARZON, P., CONSTANTINE, R., DONOGHUE, M., DUTHEIL, C., GANNIER, A., OREMUS, M., POOLE, M. M., ROBBINS, J., GARRIGUE, C. (2019). Whales in warming water: Assessing breeding habitat diversity and adaptability in Oceania’s changing climate. *Global Change Biology* 25, 1466-1481. doi:10.1111/gcb.14563.

DESFORGES, J.-P., HALL, A., MCCONELL, B., ROSING-ASVID, A., BARBER, J.L., BROWNLOW, A., DE GUISE, S., EULAERS, I., JEPSON, P.D., LETCHER, R. J., LEVIN, M., ROSS, P. S., SAMARRA, F., VÍKINGSON, G, SONNE, CH., DIETZ, R. (2018). Predicting global killer whale population collapse from PCB pollution. *Science* 361, 1373-1376. doi:10.1126/science.aat1953.

DHOMSE, S.S., FENG, W., MONTZKA, S.A., HOSSAINI, R., KEEBLE, J., PYLE, J.A., DANIEL, J.S., CHIPPERFIELD, M.P., (2019) Delay in recovery of the Antarctic ozone hole from unexpected CFC-11 emissions. *Nature Communications* 10, 1-12. [doi:10.1038/s41467-019-13717-x](https://doi.org/10.1038/s41467-019-13717-x).

DI SCIARA, G.N., HOYT, E., REEVES, R., ARDRON, J., MARSH, H., VONGRAVEN, D., BARR, B., (2016) Place-based approaches to marine mammal conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 26, 85–100. doi:10.1002/aqc.2642

DRUCKENMILLER, M.L., CITTA, J.J, FERGUSON, M.C, CLARKE, J.T, GEORGE, J.C, QUAKENBUSH, L. (2018). Trends in sea-ice cover within bowhead whale habitats in the Pacific Arctic Deep Sea Research. Part II. *Topical Studies in Oceanography* 152, 95–107. doi:10.1016/j.dsr2.2017.10.017.

ĐURAS, M., GALOV, A., KORPEŠ, K., KOLENC, M., BABURIĆ, M., GUDAN KURILJ, A., GOMERČIĆ, T. (2021). Cetacean mortality due to interactions with fisheries and marine litter ingestion in the Croatian part of the Adriatic Sea from 1990 to 2019. *Veterinarski arhiv* 91, 189–206. doi:10.24099/vet.arhiv.1254.

EDWARDS, M., JOHNS, D.G., BEAUGRAND, G., LICANDRO, P., JOHN, A.W.G. & STEVENS, D. P. (2008). Ecological Status Report: results from the CPR survey 2006/2007. SAHFOS Technical Report, 5, 1–8. Plymouth. ISSN 1744-0750.

EVANS, P.G.H, WAGGITT, J.J. (2020). Impacts of climate change on marine mammals, relevant to the coastal and marine environment around the UK. *Marine Climate Change Impacts Partnership Science Review 2020*, 421–455. doi:10.14465/2020.arc19.mmm.

EVANS, P.G.H. (2008). Proceedings of the ECS/ASCOBANS/ACCOBAMS workshop on Selection Criteria for Marine Protected Areas for Cetaceans. *ECS Special Publication Series*, 48.

FERGUSON, S.H., HIGDON, J.W., WESTDAL, K.H. (2012). Prey items and predation behavior of killer whales (*Orcinus orca*) in Nunavut, Canada based on Inuit hunter interviews. *Aquatic Biosystems* 8: 3, 1-16. doi:10.1186/2046-9063-8-3.

FIELDING, R., (2010). Environmental change as a threat to the pilot whale hunt in the Faroe Islands. *Polar Research* 29, 430–438. doi:10.3402/polar.v29i3.6076.

FORDYCE, R.E., MARX, F.G. (2013). The pygmy right whale *Caperea marginata* : the last of the cetotheres. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 280, 20122645. doi:10.1098/rspb.2012.2645.

GAINES, C.A., HARE, M.P., BECK, S.E., ROSENBAUM, H.C., (2005). Nuclear markers confirm taxonomic status and relationships among highly endangered and closely related right whale species. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272, 533–542. doi: 10.1098/rspb.2004.2895.

GAISLER, J., ZIMA, J. (2018). *Zoologie obratlovců*. Academia, Praha, pp. 540-609. ISBN: 978-80-200-2702-3.

GASPAR, P., GEORGES, J.-Y., FOSSETTE, S., LENOBLE, A., FERRAROLI, S., LE MAHO, Y. (2006). Marine animal behaviour: neglecting ocean currents can lead us up the wrong track. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 273, 2697–2702. doi:10.1098/rspb.2006.3623.

GATESY J., GEISLER J. H., CHANG J., BUELL C., BERTA A., MEREDITH R. W. (2013). A phylogenetic blueprint for a modern whale. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 66, 479–506. doi:10.1016/j.ympev.2012.10.012.

GINGERICH, P.D., UI-HAQ, M., VON KOENIGSWALD, W., SANDERS, W.J., SMITH, B.H., ZALMOUT, I.S. (2009). New Protocetid Whale from the Middle Eocene of Pakistan: Birth on Land, Precocial Development, and Sexual Dimorphism. *PLOS ONE* 4, e4366. doi:10.1371/journal.pone.0004366.

GRANDJEAN, P. (2018). Delayed discovery, dissemination, and decisions on intervention in environmental health: a case study on immunotoxicity of perfluorinated alkylate substances. *Environmental Health* 17, 66. doi:10.1186/s12940-018-0405-y.

GRAY, L.J., BEER, J., GELLER, M., HAIGH, J.D., LOCKWOOD, M., MATTHES, K., CUBASCH, U., FLEITMANN, D., HARRISON, G., HOOD, L., LUTERBACHER, J., MEEHL, G. A., SHINDELL, D., VAN GEEL, B., WHITE, W. (2010) Solar Influences on Climate. *Reviews of Geophysics* 48, 1-53. doi:10.1029/2009rg000282

GUTSTEIN, C.S., COZZUOL, M.A., PYENSON, N.D. (2014). The antiquity of riverine adaptations in Iniidae (Cetacea, Odontoceti) documented by a humerus from the Late Miocene of the Ituzaiingó formation, Argentina. *The Anatomical Record* 297, 1096–1102. doi: 10.1002/ar.22901.

HALPERN, B.S, WALBRIDGE, S., SELKOE, K.A, KAPPEL, C. V., MICHELI, F., D'AGROSA, C., BRUNO, J. F., CASEY, K. S., EBERT, C., FOX, H. E., FUJITA, R., HEINEMANN, D., LENIHAN, H. S., MADIN, E. M. P., PERRY, M. T., SELIG, E. R., SPALDING, M., STENECK, R., WATSON, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems, *Science*, 319, 948–952. doi:10.1126/science 1149345.

HANSEN, L. J., BIRINGER, J. L, HOFFMAN, J. R. (2003). Buying time: A User's Manual for Building Resilience to Climate Change in Natural Systems. WWF Report, Ženeva.

HARTMANN, D.L., A.M.G. KLEIN TANK, M. RUSTICUCCI, L.V. ALEXANDER, S. BRÖNNIMANN, Y. CHARABI, F.J. DENTENER, E.J. DLUGOKENCKY, D.R. EASTERLING, A. KAPLAN, B.J. SODEN, P.W. THORNE, M. WILD and P.M. ZHAI, (2013): Observations: Atmosphere and Surface. In *STOCKER T.F. et al. 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Cambridge University Press, Cambridge, UK.

HASSANIN, A., DELSUC, F., ROPIQUET, A., HAMMER, C., VAN VUUREN J.B., MATTHEE, C., RUIZ-GARCIA, M., CATZEFLIS, F., ARESKOU, V., NGUYEN, T. T., COULOUX, A. (2012). Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia,

Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. *Comptes Rendus Biologies* 335, 32–50. doi10.1016/j.crv.2011.11.002.

HAZEN, E. L., FRIEDLAENDER, A. S., GOLDBOGEN, J. A. (2015) Blue whales (*Balaenoptera musculus*) optimize foraging efficiency by balancing oxygen use and energy gain as a function of prey density. *Science Advances* 1 (9): e1500469. doi: 10.1126/sciadv.1500469

HILDEBRAND, J.A. (2005). Impacts of anthropogenic sound. In: Reynolds J.E. III, Perrin W.F., Reeves R.R., Montgomery S., Ragen T.J. (eds). *Marine mammal research: conservation beyond crisis*. Johns Hopkins University, Baltimore, pp. 101–124.

HOUGHTON, J., HOLT, M.M., GILES, D.A., HANSON, M.B., EMMONS, C.K., HOGAN, J.T., BRANCH, T.A., VANBLARICOM, G.R., (2015) The Relationship between Vessel Traffic and Noise Levels Received by Killer Whales (*Orcinus orca*). *PLOS ONE* 10, 1-20. doi10.1371/journal.pone.0140119.

HOYT, E., HVENEGAARD, G.T., (2002). A Review of Whale-Watching and Whaling with Applications for the Caribbean. *Coastal Management* 30, 381–399. doi: 10.1080/089207502900273.

HOYT, E. (2005). Sustainable ecotourism on Atlantic islands, with special reference to whale watching, marine protected areas and sanctuaries for cetaceans, *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy*, 105(3), 141–154. doi: 10.3318/BIOE.2005.105.3.14.

CHRISTIANSEN, F., MCHUGH, K.A., BEJDER, L., SIEGAL, E.M., LUSSEAU, D., MCCABE, E.B., LOVEWELL, G., WELLS, R.S., (2016). Food provisioning increases the risk of injury in a long-lived marine top predator. *Royal Society Open Science* 3, 160560. doi: 10.1098/rsos.160560.

CHRISTIANSEN, F., RASMUSSEN, M., LUSSEAU, D. (2013). Whale watching disrupts feeding activities of minke whale on a feeding ground. *Marine Ecology Progress Series*, 478, 239-251. doi: 10.3354/meps 10163.

JEPSON, P.D., DEAVILLE, R., BARBER, J.L., AGUILAR, À., BORELL, A., MURPHY, S., BARRY, J., BROWNLOW, A., BARNETT, J., BERROW, S. *et al.* (2016). PCB pollution continues to impact populations of orcas and other dolphins in European waters. *Scientific Reports* 6, 18573. doi: [10.1038/srep18573](https://doi.org/10.1038/srep18573).

KANNAN, K., TAO, L., SINCLAIR, E., PASTVA, S.D., JUDE, D.J., GIESY, J.P. (2005). Perfluorinated Compounds in Aquatic Organisms at Various Trophic Levels in a Great Lakes Food Chain. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 48, 559–566. doi: [10.1007/s00244-004-0133-x](https://doi.org/10.1007/s00244-004-0133-x).

KEBKE, A., SAMARRA, F., DEROUS, D. (2022). Climate change and cetacean health: impacts and future directions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 377. doi:[10.1098/rstb.2021.0249](https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0249).

KEROSKY, S.M., ŠIROVIĆ, A., ROCHE, L. K., BAUMANN-PICKERING, S., WIGGINS, S.M., HILDEBRAND, J.A. (2012). Bryde's whale seasonal range expansion and increasing presence in the Southern California Bight from 2000 to 2010. *Deep Sea Research Part I* 65, 125–132.

KERSHAW, J.L., RAMP, C.A., SEARS, R., PLOURDE, S., BROSSET, P., MILLER, P.J.O., HALL, A.J. (2021). Declining reproductive success in the Gulf of St. Lawrence's humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) reflects ecosystem shifts on their feeding grounds. *Global Change Biology* 27, 1027–1041. doi:[10.1111/gcb.15466](https://doi.org/10.1111/gcb.15466)

KOUTSOYIANNIS, D., (2021). Rethinking Climate, Climate Change, and Their Relationship with Water. *Water* 13, 849. <https://doi.org/10.3390/w13060849>.

KUNC, H.P., MCLAUGHLIN, K.E., SCHMIDT, R., (2016). Aquatic noise pollution: implications for individuals, populations, and ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 283, 20160839. doi: [10.1098/rspb.2016.0839](https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0839).

KUO, H.I., CHEN, C.C., MCALEER, M. (2009). Estimating of Impact of Whaling on Global Whale Watching. *SSRN Electronic Journal* 33, CIRJE-F-634. doi: [10.2139/ssrn.1442444](https://doi.org/10.2139/ssrn.1442444).

KUTTIPPURATH, J., NAIR, P.J., (2017) The signs of Antarctic ozone hole recovery. *Scientific Reports* 7, 1-7. doi:10.1038/s41598-017-00722-7

KVADSHEIM, P.H., DERUITER, S., SIVLE, L.D., GOLDBOGEN, J., ROLAND-HANSEN, R., MILLER, P.J.O., LAM, F.-P.A., CALAMBOKIDIS, J. et al. (2017) Avoidance responses of minke whales to 1–4 kHz naval sonar. *Marine Pollution Bulletin* 121, 60–68. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.05.037.

LACY, R.C., WILLIAMS, R., ASHE, E., BALCOMB Lii, K.C., BRENT, L.J.N., CLARK, CW., CROFT, D.P., GILES, D.A., MACDUFFEE, M., PAQUET, P.C. (2017). Evaluating anthropogenic threats to endangered killer whales to inform effective recovery plans. *Scientific Reports* 7,14119. doi:10.1038/s41598-017-14471-0.

LAIDRE, K.L., HEIDE-JØRGENSEN, M.P. (2005). Winter feeding intensity of narwhals. *Marine Mammal Science* 21(1), 45-57. doi:10.1111/j1748-7692.2005.tb01207.

LAMBERT, O., MARTÍNEZ-CÁCERES, M., BIANUCCI, G., DI CELMA, C., SALAS-GISMONDI, R., STEURBAUT, E., URBINA, M., DE MUIZON, C. (2017). Earliest Mysticete from the Late Eocene of Peru Sheds New Light on the Origin of Baleen Whales. *Current Biology* 27, 1535–1541. doi: 10.1016/j.cub.2017.04.026.

LEE, H., CALVIN, K., DASGUPTA, D., KRINNER, G., MUKHERJI, A., THORNE, P. TRISOS, CH. et al., (2023). *Synthesis Report of the IPCC Sixth Assessment Report (AR6). Longer Report*. IUCN, GLAND,17 pp.

LETESSIER, T.B., MANNOCCI, L., GOODWIN, B., EMBLING, C., DE VOS, A., ANDERSON, R.C., INGRAM, S.N., ROGAN, A., TURVEY, S.T. (2023). Contrasting ecological information content in whaling archives with modern cetacean surveys for conservation planning and identification of historical distribution changes. *Conservation Biology* 2023, e14043. doi: <https://doi.org/10.1111/cobi.14043>.

LI, J., SHANG, S.Y., FANG, N., ZHU, Y.B., ZHANG, J.P. *et al.* (2020). Accelerated evolution of limb-related gene *Hoxd11* in the common ancestor of cetaceans and ruminants (Cetruminantia). *G3: Genes Genomes Genetics* 10: 515–524. doi: 10.1534/g3.119.400512.

LÓPEZ-BERENGUER, G., BOSSI, R., EULAERS, I., DIETZ, R., PEÑALVER, J., SCHULZ, R., ZUBROD, J., SONNE, C., MARTÍNEZ-LÓPEZ, E. (2020). Stranded cetaceans warn of high perfluoralkyl substance pollution in the western Mediterranean Sea. *Environmental Pollution* 267, 115367. doi: 10.1016/j.envpol.2020.115367.

LOUIS, M., SKOVRIND, M., SAMANIEGO CASTRUITA, J.A., GARILAO, C., KASCHNER, K., GOPALAKRISHNAN, S., HAILE, J.S., LYDERSEN, C., KOVACS, K.M. *et al.*, (2020). Influence of past climate change on phylogeography and demographic history of narwhals, *Monodon monoceros*. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 287, 20192964. doi:10.1098/rspb.2019.2964.

MANN, D., HILL-COOK, M., MANIRE, C., GREENHOW, D., MONTIE, E., POWELL, J., WELLS, R., BAEUR, G., CUNNIGHAM-SMITH, P., LINGENFELSER, R., DIGIOVANNI, JR., R., STONE, A., BRODSKY, M., STEVENS, R., KIEFFER, G., HOETJES, P. (2010). Hearing Loss in Stranded Odontocete Dolphins and Whales. *PLOS ONE* 5, e13824. doi: 10.1371/journal.pone.0013824

MASSON-DELMOTTE, V., SCHULZ, M., ABE-OUCHI, A., BEER, J., GANOPOLSKI, A., GONZÁLEZ ROUCO, J.F., JANSEN, E., LAMBECK, K., LUTERBACHER, J., NAISH, T., OSBORN, T., OTTO-BLIESNER, B., QUINN, T., RAMESH, R., ROJAS, M., SHAO X., TIMMERMANN, A. (2013). Information from Paleoclimate Archives. In *STOCKER T.F. et al. 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

MATTHIES, M. & BEULKE, S. (2017). Considerations of temperature in the context of the persistence classification in the EU. *Environmental Sciences Europe* 29, 15. doi: 10.1186/s12302-017-0113-1.

MARTINEAU, D., LEMBERGER, K., DALLAIRE, A., LABELLE, P., LIPSCOMB, T.P., MICHEL, P., MIKAELIAN, I. (2002). Cancer in wildlife, a case study: beluga from the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Environmental Health Perspective* 110(3), 285-292. doi: 10.1289/ehp.02110285.

MARX, F.G., LAMBERT, O., UHEN, M.D. (2016). *Cetacean paleobiology*. Wiley Blackwell, Chichester, 319 pp.

MCGOWEN, M.R., SPAULDING, M., GATESY, J. (2009). Divergence date estimation and a comprehensive molecular tree of extant cetaceans. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 53, 891–906. doi: 10.1016/j.ympev.2009.08.018.

MCGOWEN, M.R. (2011). Toward the resolution of an explosive radiation—a multilocus phylogeny of oceanic dolphins (Delphinidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 60, 345–357. doi: 10.1016/j.ympev.2011.05.003.

MCGOWEN, M.R., TSAGKOGEOGA, G., ÁLVAREZ-CARRETERO, S., DOS REIS, M., STRUEBIG, M., DEAVILLE, R., JEPSON, P.D. *et al.* (2020). Phylogenomic Resolution of the Cetacean Tree of Life using Target Sequence Capture. *Systematic biology* 69, 479–501. doi: 10.1093/sysbio/syz068.

MCHUGH, K.A., ALLEN, J.B., BARLEYCORN, A.A., WELLS, R.S., (2011) Severe *Karenia brevis* red tides influence juvenile bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 27, 622–643. [doi:10.1111/j.1748-7692.2010.00428.x](https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00428.x)

MCNICHOLL, D.G., WALKUSZ, W., DAVOREN, G.K., MAJEWSKI, A.R., REIST, J.D., (2016). Dietary characteristics of co-occurring polar cod (*Boreogadus saida*) and capelin (*Mallotus villosus*) in the Canadian Arctic, Darnley Bay. *Polar Biology* 39, 1099–1108. doi: 10.1007/s00300-015-1834-5.

MEEKAN, M.G., FUIMAN, L.A., DAVIS, R., BERGER, Y., THUMS, M., (2015) Swimming strategy and body plan of the world's largest fish: implications for foraging efficiency and thermoregulation. *Frontiers in Marine Science* 2. [doi:10.3389/fmars.2015.00064](https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00064)

MEISSNER, A.M., CHRISTIANSEN, F., MARTINEZ, E., PAWLEY, M.D.M., ORAMS, M.B., STOCKIN, K.A., (2015). Behavioural Effects of Tourism on Oceanic Common Dolphins, *Delphinus* sp., in New Zealand: The Effects of Markov Analysis Variations and Current Tour Operator Compliance with Regulations. *PLOS ONE* 10, e0116962. doi: 10.1371/journal.pone.0116962.

MEREDITH R. W., GATESY J., EMERLING C.A., YORK V. M., SPRINGER M. S. (2013). Rod monochromacy and the coevolution of cetacean retinal opsins. *PLoS Genetics* 9, e1003432. doi: 10.1371/journal.pgen.1003433.

MEREDITH R. W., JANEČKA J.E., GATESY J., RYDER O. A., FISHER C. A. *et al.* (2011). Impact of the Cretaceous terrestrial revolution and KPg extinction on mammal diversification. *Science* 334, 521–524. doi: 10.1126/science.1211028.

MESSENGER S. L., MCGUIRE J. A. (1998). Morphology, molecules, and the phylogenetics of cetaceans. *Systematic Biology* 47, 90–124. doi: 10.1080/106351598261058.

MIDDEL, H., VERONES, F., (2017). Making Marine Noise Pollution Impacts Heard: The Case of Cetaceans in the North Sea within Life Cycle Impact Assessment. *Sustainability* 9, 1138, 1–17. doi: 10.3390/su907113.

MILLER, P.J.O., ISOJUNNO, S., SIEGAL, E., LAM, F.P.A., KVADSHEIM, P.H., CURÉ, C. (2022). Behavioral responses to predatory sounds predict sensitivity of cetaceans to anthropogenic noise within a soundscape of fear. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, e2114932119. doi: 10.1073/pnas.2114932119.

MOORE, S.E., HUNTINGTON, H.P. (2008). Arctic Marine Mammals And Climate Change: Impacts And Resilience. *Ecological Applications* 18, 157–165. doi:10.1890/06-0571.1

MYHRE, G., SHINDELL, D., BRÉON, F.M. COLLINS, W., FUGLESTVEDT, J., HUANG, J., KOCH D., LAMARQUE, J.F., LEE, D., MENDOZA, B., NAKAJIMA, T., ROBOCK, A., STEPHENS, G., TAKEMURA, T., ZHANG, H. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative

Forcing. In *STOCKER T.F. et al. 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

NIKAIDO M., HAMILTON H., MAKINO H., SASAKI T., TAKAHASHI K. *et al.* (2006) Baleen Whale Phylogeny and a Past Extensive Radiation Event Revealed by SINE Insertion Analysis. *Molecular Biology and Evolution* 23, 866–873. doi: 10.1093/molbev/msj071

O’CONNOR, S.O., CAMPBELL, R., CORTEZ, H., KNOWLES, T. (2009). *Whale Watching Worldwide: Tourism Numbers, Expenditures and Expanding Economic Benefits*. A Special Report from the International Fund for Animal Welfare, IFAW and Economists at Large, Yarmouth, Mass, 20 pp.

ORAMS, M.B. (1995). Development and management of a feeding programme for wild bottlenose dolphins at Tangalooma, Australia. *Aquatic Mammals* 21(2), 137–147.

PARSONS, E.C.M. (2012). The Negative Impacts of Whale-Watching. *Journal of Marine Biology* 2012, 1–9. doi: 10.1155/2012/807294.

PARSONS, E.C.M., WOODS-BALLARD, A., (2003) Acceptance of Voluntary Whalewatching Codes of Conduct in West Scotland: The Effectiveness of Governmental Versus Industry-led Guidelines. *Current Issues in Tourism* 6, 172–182. doi:10.1080/13683500308667950

PEDRO, S., BOBA, C., DIETZ, R., SONNE, C., ROSING-ASVID, A., HANSEN, M., PROVATAS, A., MCKINNEY, MA. (2017). Blubber-depth distribution and bioaccumulation of PCBs and organochlorine pesticides in Arctic-invading killer whales. *Science of The Total Environment* 601–602, 237–246. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.05.193.

PELTIER, H., AUTHIER, M., DEAVILLE, R., DABIN W., JEPSON, P.D., VAN CANNEYT, O., DANIEL, P., RIDOUX V. (2016). Small cetacean bycatch as estimated from stranding schemes: The common dolphin case in the northeast Atlantic. *Environmental Science Policy* 63, 7–18. doi: 10.1016/j.envsci.2016.05.004.

PERRIN, W.F., MITCHELL, E.D., MEAD, J.G., CALDWELL, D.K., VAN BREE, P.J.H. (1981). *Stenella clymene*, a Rediscovered Tropical Dolphin of the Atlantic. *Journal of Mammalogy* 62, 583–598. doi:10.2307/1380405.

PICHLER, F.B., ROBINEAU, D., GOODALL, R.N.P., MEYER, M.A., OLIVARRIA, C., BAKER, C.S. (2001). Origin and radiation of Southern Hemisphere coastal dolphins (genus *Cephalorhynchus*). *Molecular Ecology*. 10: 2215–2223. doi: [10.1046/j.0962-1083.2001.01360.x](https://doi.org/10.1046/j.0962-1083.2001.01360.x).

REIF, J.S. (2011). Animal Sentinels for Environmental and Public Health. *Public Health Reports* 126, 50–57. doi: 10.1177/00333549111260s108.

REIF, J., SCHAEFER, A., BOSSART, G. (2015). Atlantic Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) as A Sentinel for Exposure to Mercury in Humans: Closing the Loop. *Veterinary Sciences* 2, 407–422. doi: 10.3390/vetsci2040407.

ROBERTS, C.M., O'LEARY, B.C., MCCAULEY, D.J., CURY, P.M., DUARTE, C.M., LUBCHENCO, J., PAULY, D., SÁENZ-ARROYO, A., SUMAILA, U. R., WILSON, R. M., WORM, B., CASTILLA, J. C. (2017). Marine reserves can mitigate and promote adaptation to climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 114, 6167–6175. doi: 10.1073/pnas.1701262114.

ROBERTS, J. (2021). *Commercial Fishery Deterrents for Cetacean & Pinnipeds*. Librarian, NOAA, Central Library, 50 pp.

ROBINSON, R.A., CRICK, H.Q.P., LEARMONTH, J.A., MACLEAN, I.M.D., THOMAS C.D., BAIRLEIN, F., FORCHHAMMER, M.C., FRANCIS, C.M., GILL, J.A., GODLEY, B.J., HARWOOD, J. HAYS, G. C., HUNTLEY, B., HUTSON, A. M., PIERCE, G. J., REHFISH, M. M., SIMS, D. W., BEGOÑA SANTOS, M., SPARKS, T. H., STROUD, D. A., VISSER, M. E. (2008). Travelling through a warming world: climate change and migratory species. *Endangered Species Research*, 7, 87–99. doi: 10.3354/esr00095

RODRIGUES, A.S.L., CHARPENTIER, A., BERNAL-CASASOLA, D., GARDEISEN, A., NORES, C., PIS MILLÁN, J.A., MCGRATH, K., SPELLER, C.F. (2018). Forgotten

Mediterranean calving grounds of grey and North Atlantic right whales: evidence from Roman archaeological records. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285, 20180961. doi: 10.1098/rspb.2018.0961.

ROCHA, R. C., CLAPHAM, P.J., IVASHCHENKO, Y.V. (2014). Emptying the oceans: A summary of industrial Whaling catches in the 20th century. *Marine Fisheries Review* 76: 37-48.

SANGER, C.W., DICKINSON, A.B. (2000). Newfoundland and Labrador Shore-Station Whaling: Overexpansion and Decline: 1905-1917. *The Norther Mariner* 10(4), 13-38.

SEPPÄLÄ, A., MATTHES, K., RANDALL, C.E., MIRONOVA, I.A., (2014) What is the solar influence on climate? Overview of activities during CAWSES-II. *Progress in Earth and Planetary Science* 1, 1-12. doi:10.1186/s40645-014-0024-3

SHAVIV, N.J. (2005). On climate response to changes in the cosmic ray flux and radiative budget. *Journal of Geophysical Research: Space Physics* 110, A08105. doi: 10.1029/2004ja010866.

SCHAFFAR, A., MADON, B., GARRIGUE, C., CONSTANTINE, R. (2013). Behavioural effects of whale-watching activities on an Endangered population of humpback whales wintering in New Caledonia. *Endangered Species Research*, 19(3), 245-254 doi: 10.3354/esr00466.

SCHER H. D., MARTIN E.E. (2006). Timing and Climatic Consequences of the Opening of Drake Passage. *Science* 312, 428–430. doi: 10.1126/science 1120044.

SCHLEIMER, A., RAMP, C., DELARUE, J., CARPENTIER, A., BÉRUBÉ, M., PALSBOÛLL, P.J., SEARS, R., HAMMOND, P.S. (2019). Decline in abundance and apparent survival rates of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the northern Gulf of St. Lawrence. *Ecology and Evolution* 9, 4231–4244. doi:10.1002/ece3.5055.

SIMMONDS, M.P., ELIOTT, W.J. (2009). Climate change and cetaceans: concerns and recent developments. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 89, 203–210. doi:10.1017/s0025315408003196.

SINGLETON, B. (2016). Love-iathan, the meat-whale and hidden people: ordering Faroese pilot whaling. *Journal of Political Ecology* 23, 26. <https://doi.org/10.2458/v23i1.20178>.

SLABBEKOORN, H., BOUTON, N., VAN OPZEELAND, I., COERS, A., TEN CATE, C., POPPER, A.N. (2010). A noisy spring: the impact of globally rising underwater sound levels on fish. *Trends in Ecology & Evolution* 25, 419–427. doi: [10.1016/j.tree.2010.04.005](https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.04.005).

STEEMAN M.E, HEBGAARD M.B, FORDYCE R.E, HO S.Y, RABOSKY D.L., NIELSEN, R., RAHBEK, C., GLENNER, H., SØRENSEN, M. V., WILLERSLEV, E. (2009). Radiation of extant cetaceans driven by restructuring of the oceans. *Systematic Biology* 58(6), 573-85. doi: 10.1093/sysbio/syp060.

STOCKER, T.F., QIN, G.-K., PLATTNER, D., TIGNOR, S.K., ALLEN, M., BOSCHUNG, J., NAUELS, A., XIA, Y., BEX, V., MIDGLEY, P.M. (2013). *The Physical Science Basis; Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, 14 pp

TALUKDER, B., GANGULI, N., MATTHEW, R., VAN LOON, G.W., HIPEL, K.W., ORBINSKI, J. (2022). Climate Change accelerated ocean biodiversity loss & associated planetary health impacts. *The Journal of Climate Change and Health* 6, 100114. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100114>.

TANZER, J.; PHUA, C.; JEFFRIES, B.; LAWRENCE, A.; GONZALES, A.; GAMBLIN, P.; ROXBURGH, T. (2015). *Living Blue Planet Report Species, Habitats and Human Well-Being*. WWF International, Gland.

THEWISSEN, J.G.M., COOPER L.N., GEORGE J.C., BAJPAI S. (2009). From land to water: the origin of whales, dolphins, and porpoises *Evol. Educ. Outreach* 2:272–288. doi: 10.1007/s12052-009-0135-2.

THORNE, L.H., NYE, J.A. (2021). Trait-mediated shifts and climate velocity decouple an endothermic marine predator and its ectothermic prey. *Scientific Reports* 11, 18507. doi:10.1038/s41598-021-97318-z.

TERVO, O.M., BLACKWELL, S.B., DITLEVSEN, S., CONRAD, A.S., SAMSON, A.L., GARDE, E., HANSEN, R.G., MADSPETER, H.J. (2021). Narwhals react to ship noise and airgun pulses embedded in background noise. *Biology Letters* 17, 20210220. doi: 10.1098/rsbl.2021.0220.

TORRES, L.G. (2017). A sense of scale: Foraging cetaceans' use of scale-dependent multimodal sensory systems. *Marine Mammal Science* 33, 1170–1193. doi:10.1111/mms.12426.

TYACK, P.L., ZIMMER, W.M.X., MORETTI, D., SOUTHALL, B.L., CLARIDGE, D.E., DURBAN, J.W., CLARK, C.W., D'AMICO, A., DIMARZIO, N. (2011). Beaked Whales Respond to Simulated and Actual Navy Sonar. *PLOS ONE* 6, e17009. doi: 10.1371/journal.pone.0017009.

UNEP-MAP RAC/SPA (2011). *Guidelines for the Establishment and Management of Marine Protected Areas for Cetaceans*. By Giuseppe Notarbartolo di Sciara. ACCOBAMS-RAC/SPA, Tunis, 36 pp.

VAN WEELDEN, C., TOWERS, J.R., BOSKER, T. (2021). Impacts of climate change on cetacean distribution, habitat and migration. *Climate Change Ecology* 1, 100009. doi: 10.1016/j.ecochg.2021.100009.

VELEZ-JUARBE, J., WOOD, A.R., DE GRACIA, C., HENDY, A.J.W. (2015). Evolutionary Patterns among Living and Fossil Kogiid Sperm Whales: Evidence from the Neogene of Central America. *PLOS ONE* 10, e0123909. doi: 10.1371/journal.pone.0123909.

VÍKINGSSON, G.A., PIKE, D.G., VALDIMARSSON, H., SCHLEIMER, A., GUNNLAUGSSON, T., SILVA, T., ELVARSSON, B.Á., MIKKELSEN, B., DESPORTES, G., BOGASON, V., HAMMOND, P. S. (2015). Distribution, abundance, and feeding ecology of baleen whales in Icelandic waters: have recent environmental changes had an effect? *Frontiers in Ecology and Evolution* 3, 1–18. doi:10.3389/fevo.2015.00006

VOLLMER N.L., ASHE E., BROWNELL R.L. Jr., CIPRIANO F., MEAD J.G., REEVES R.R., SOLDEVILLA M.S., WILLIAMS R. (2019). Taxonomic revision of the dolphin genus *Lagenorhynchus*. *Marine Mammal Science* 35, 957–1057.

WAGGITT, J.J., EVANS, P.G.H., ANDRADE, J., BANKS, A.N., BOISSEAU, O., BOLTON, M., BRADBURY, G., BRERETON, T., CAMPHUYSEN, C.J., DURINCK, J., *et al.* (2020). Distribution maps of cetacean and seabird populations in the North-East Atlantic. *Journal of Applied Ecology* 57, 253–269. doi:10.1111/1365-2664.13525.

WEILGART, L. (2017). Din of the Deep: Noise in the Ocean and Its Impacts on Cetaceans. In BUTTERWORTH A. *Marine mammal welfare*. Springer science, Berlin, pp. 111–124. ISBN: 978-3-319-46994-2.

WENZEL, L., D'LORIO, M., WAHLE, CH., CID, G., CANNIZZO, Z., DARR, K. (2020) Marine Protected areas 2020: Building Effective Conservation Networks. NOAA

WERNDL, C. (2016). On Defining Climate and Climate Change. *The British Journal for the Philosophy of Science* 67, 337–364. doi: 10.1093/bjps/axu048.

WILD, S., KRÜTZEN, M., RANKIN, R.W., HOPPITT, W.J.E., GERBER, L., ALLEN, S.J. (2019). Long-term decline in survival and reproduction of dolphins following a marine heatwave. *Current Biology* 29, 39–40. doi: 10.1016/j.cub.2019.02.047.

WILSON D.E., MITTERMEIER R. A. (2014). *Handbook of the mammals of the world. Vol. 4. Sea mammals*. Lynx Edicions, Barcelona, 614 pp.

WISNIEWSKA, D.M., JOHNSON, M., TEILMANN, J., SIEBERT, U., GALATIUS, A., DIETZ, R., MADSEN, P.T. (2018). High rates of vessel noise disrupt foraging in wild harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 285, 20172314. doi: 10.1098/rspb.2017.2314.

XIONG, Y., BRANDLEY, M.C., XU, S., ZHOU, K., YANG, G. (2009). Seven new dolphin mitochondrial genomes and a time-calibrated phylogeny of whales. *BMC Evolutionary Biology* 9, 20. doi:10.1186/1471-2148-9-20.

YAN J., ZHOU K., YANG G. (2005). Molecular phylogenetics of 'river dolphins' and the baiji mitochondrial genome. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 37: 743-750. doi: 10.1016/j.ympev.2005.06.009.

YANG, X.-G. (2009). Bayesian inference of cetacean phylogeny based on mitochondrial genomes. *Biologia* 64, 811–818. doi: 10.2478/s11756-009-0121-8.

ZACHOS J., PAGANI M., SLOAN L., THOMAS E., BILLUPS K. (2001). Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science* 292, 686-693. doi:10.1126/science. 1059412.

ZICHÁČEK, V. (2012). *Zoologie*. Nakladatelství Olomouc, Olomouc, pp. 382-387. ISBN 978-80-7182-291-2.

ZIMA, J., MACHOLÁN M. (2021). *Systém a fylogeneze savců*. Academia, Praha, pp. 303-323. ISBN 978-80-200-3215-7.

12.1. Internetové zdroje

ACCOBAMS (2023) [online]. Conservation Actions. Protected Area [cit. 2023-08-04]. Dostupné ze: <https://accobams.org/conservations-action/protected-areas/>.

IUCN (2023) [online]. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2022-2 [cit. 02.03.2023]. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/>.

IWC (2023) [online]. Management and conservation. Aboriginal subsistence whaling. [cit. 04.03.2023]. Dostupné z: <https://iwc.int/management-and-conservation/whaling/aboriginal>

IWC (2023) [online]. Management and conservation. Commercial Whaling. [cit. 27.03.2023]. Dostupné z: <https://iwc.int/management-and-conservation/whaling/commercial>

IWC (2023) [online]. Management and conservation. Conservation management plans. Amazon river dolphin [cit. 04.04.2023]. Dostupné z: <https://iwc.int/management-and-conservation/conservation-management-plans/amazon-river-dolphin>.

IWC (2023) [online]. Management and conservation. Special permit whaling [cit. 08.03.2023]. Dostupné z: <https://iwc.int/management-and-conservation/whaling/permits>

NOAA (2000) [online]. North Atlantic Right Whale. Web Archive. Retrieved from the Library of Congress, [cit. 14.03.2023] Dostupné ze: www.loc.gov/item/lcwaN0015048/.

UNIVERZITA KARLOVA (2023) online]. Aktuální genetika – Multimediální učebnice lékařské biologie, genetiky a genomiky [cit. 10.03.2023]. Dostupné z: https://biol.lf1.cuni.cz/ucebnice/repetitivni_dna.html.

WMO (1992) [online]. International Meteorological Vocabulary; No. 182; WMO: Geneva, Switzerland, [cit. 31.03.2023] Dostupné z: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4712.