

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Satelitní sledování mořských želv

Satellite tracking of sea turtles

Adéla Votroubková

Bakalářská práce

předložená na

Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Lukáš Weber, Ph.D.

Olomouc 2025

VOTROUBKOVÁ, A. 2025. *Satelitní sledování mořských želv*. Bakalářská práce. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí. 78 stran. Práce je psána v českém jazyce.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá rešerší použití satelitní telemetrie u mořských želv, jakožto klíčového nástroje ekologického výzkumu. Efektivní ochrana těchto ohrožených druhů vyžaduje podrobné poznatky o jejich migraci, využívaných stanovištích a dlouhodobém chování, které lze získat pomocí moderních metod monitoringu. Na základě rešerše odborné literatury, údajů výrobců a případových studií byly analyzovány a porovnány různé typy sledovacích zařízení s ohledem na přesnost lokalizace, výdrž, šetrnost k jedinci a rozsah získaných dat. Rešerše pracuje především s druhy, jako je kareta obrovská (*Chelonia mydas*), kareta obecná (*Caretta caretta*) a kožatka velká (*Dermochelys coriacea*), u nichž jsou telemetrické technologie nejčastěji využívány. Výsledkem je doporučení konkrétních zařízení vhodných pro dlouhodobé sledování, a to SPLASH10-F-321 a SPLASH10-F-294 od společnosti Wildlife Computers a F6G-376B od společnosti Lotek. V případech, sledování menších jedinců nebo mláďat, je nezbytné použít zařízení s výrazně nižší hmotností, aby nedošlo k ovlivnění jejich přirozeného chování a pohybu. Za tímto účelem se jako nejvhodnější jeví lehké modely jako KiwiSat K2G 173A (34 g ve vzduchu) a KiwiSat K2G 158C (40 g ve vzduchu), které jsou speciálně navrženy pro tyto účely. Závěrem lze říct, že úspěch sledování želv závisí nejen na výběru konkrétní technologie, ale i na jejím správném přizpůsobení konkrétním druhům, velikostem a ekologickému kontextu.

Klíčová slova: satelitní telemetrie, mořské želvy, migrace, monitoring, ochrana přírody, Wildlife Computers, Lotek, KiwiSat

VOTROUBKOVÁ, A. 2025. Satellite Tracking of Sea Turtles. Bachelor's thesis. Olomouc: Palacký University Olomouc, Faculty of Science, Department of Ecology and Environmental Sciences. 78 pages. The thesis is written in Czech.

Abstract:

This bachelor thesis reviews the application of satellite telemetry to sea turtles as a key tool for ecological research. Effective conservation of these endangered species requires detailed knowledge of their migration, habitat use and long-term behavior, which can be obtained using modern monitoring methods. Based on a literature search, manufacturers' data and case studies, different types of tracking devices were analyzed and compared with respect to the accuracy of localization, durability, sensitivity to the individual and the range of data obtained. The review works mainly with species such as the green sea turtle (*Chelonia mydas*), the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*) and the leatherback sea turtle (*Dermochelys coriacea*), for which telemetry technologies are most used. This resulted in the recommendation of specific devices suitable for long-term monitoring, namely SPLASH10-F-321 and SPLASH10-F-294 from Wildlife Computers and F6G-376B from Lotek. In cases of tracking smaller individuals or juveniles, it is necessary to use devices with significantly lower weight to avoid affecting their natural behavior and movements. For this purpose, lightweight models such as the KiwiSat K2G 173A (34 g in air) and KiwiSat K2G 158C (40 g in air), which are specifically designed for this purpose, appear to be the most appropriate. In conclusion, the success of turtle monitoring depends not only on the choice of a specific technology, but also on its proper matching to specific species, sizes and ecological context.

Keywords: satellite telemetry, sea turtles, migration, monitoring, nature conservation, Wildlife Computers, Lotek, KiwiSat

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr.
Lukáše Webera, Ph.D., a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 05.05.2025

podpis

OBSAH

SEZNAM TABULEK

viii

SEZNAM OBRÁZKŮ

ix

1 ÚVOD

1

2 BIOLOGIE A EKOLOGIE MOŘSKÝCH ŽELV

3

2.1 Přehled druhů

4

2.1.1 Kareta obrovská (*Chelonia mydas*; Linnaeus, 1758)

4

2.1.2 Kareta obecná (*Caretta caretta*; Linnaeus, 1758)

5

2.1.3 Kareta pravá (*Eretmochelys imbricata*; Linnaeus, 1766)

6

2.1.4 Kareta zelenavá (*Lepidochelys olivacea*; Eschscholtz, 1829)

8

2.1.5 Kareta menší (*Lepidochelys kempii*; Garman, 1880)

9

2.1.6 Kareta plochá (*Natator depressus*; Garman, 1880)

10

2.1.7 Kožatka velká (*Dermochelys coriacea*; Vandelli, 1761)

11

2.2 Migrace mořských želv

13

2.3 Ohrožení mořských želv

15

3 SLEDOVÁNÍ MOŘSKÝCH ŽELV

18

3.1 Co je to sledování – tracking

18

3.2 Metody sledování mořských želv – historie, současnost a budoucnost

19

3.2.1 Historické metody sledování

19

3.2.2 Moderní metody sledování

21

4 TELEMETRIE – KLÍČOVÁ METODA SLEDOVÁNÍ

23

4.1 Historie telemetrie

24

4.2 Aktivní telemetrie

25

4.2.1 Rádiová telemetrie

26

4.2.2 Akustická telemetrie

27

4.3 Pasivní telemetrie

28

4.4 Srovnání aktivní a pasivní telemetrie

29

5 SROVNÁNÍ RŮZNÝCH METOD SLEDOVÁNÍ

31

5.1 Přesnost lokalizace

31

5.2 Finanční náklady

31

5.3 Výdrž zařízení

32

5.4 Vliv na chování želv

32

5.5 Satelitní sledování vs. jiné metody sledování

32

5.6 Případové studie a praktické aplikace

33

6 SATELITNÍ SLEDOVÁNÍ JAKO NEJPOKROČILEJŠÍ METODA

35

6.1 SWOT analýza satelitního sledování mořských želv

36

Silné stránky (Strengths)

36

Slabé stránky (Weaknesses)

36

Příležitosti (Opportunities)

37

Hrozby (Threats)

37

6.2 Typy satelitních značek a jejich využití

37

6.2.1 Správná volba pro sledování mořských želv

41

6.3	Přínosy satelitního sledování pro ochranu mořských želv	44
6.4	Případové studie satelitního sledování	45
7	BUDOUCNOST SLEDOVÁNÍ MOŘSKÝCH ŽELV	48
7.1	Nové technologie	48
7.2	Výzvy a omezení současných metod	49
8	ZÁVĚR	52
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	53

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1.: Srovnání aktivní a pasivní telemetrie z hlediska využití u mořských želv	30
Tab. č. 2.: Přehled nejpoužívanějších modelů.....	39
Tab. č. 3.: Přesnost lokalizačních tříd systému Argos ve třech studiích (Thomson et al., 2017).	47

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1.: Fylogenetický strom a evoluce druhů mořských želv (SWOT, 2025).	4
Obr. č. 2.: Rozšíření karety obrovské, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Seminoff, 2023).	5
Obr. č. 3.: Rozšíření karety obecné, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt, světle hnědé hnízdní lokality. (Casale a Tucker, 2017).	6
Obr. č. 4.: Rozšíření karety pravé, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Mortimer a Donnelly, 2008).	8
Obr. č. 5.: Rozšíření karety zelenavé, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Abreu-Grobois a Plotkin, 2008).	9
Obr. č. 6.: Rozšíření karety menší, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt a zeleně příležitostný výskyt bez rozmnožování. (Wibbels a Bevan, 2019).	10
Obr. č. 7.: Rozšíření kožatky velké, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Wallace et al., 2013).	13
Obr. č. 8.: Model Wildlife Computers SPLASH10-F-321 (Wildlife Computers, 2025).	42
Obr. č. 9.: Model Wildlife Computers SPLASH10-F-294 (Wildlife Computers, 2025).	43
Obr. č. 10.: Model Lotek F6G-376B (Lotek, 2025).	43
Obr. č. 11.: Chyba odhadu domovského okrsku u simulovaných zvířat při různé přesnosti lokalizačních dat (Thomson et al., 2017).	47
Obr. č. 12.: Vliv kvality lokalizačních dat na odhad domovského okrsku karet obrovských (<i>Chelonia mydas</i>) ve třech lokalitách (Thomson et al., 2017).	47

Poděkování

Tímto bych chtěla vyjádřit upřímné poděkování mému vedoucímu bakalářské práce, panu Mgr. Lukáši Weberovi, Ph.D., za odborné vedení, trpělivost, vstřícnost a cenné rady, které mi po celou dobu ochotně poskytoval. Velké díky patří také mé rodině a blízkým, kteří mě po celou dobu podporovali.

1 ÚVOD

Mořské želvy patří mezi nejohroženější živočichy světových oceánů, přičemž všech sedm známých druhů vykazuje pokles populací a je chráněno mezinárodními úmluvami (IUCN, 2025; WWF, 2025; SWOT, 2025). Nejvíce ohrožených jedinců můžeme nalézt v JV Asii, přičemž právě zde dochází k častému lovu pro maso a sběru vajec, a to i přes zákonnou ochranu (Mortimer a Donnelly, 2008; Sea Turtle Conservancy, 2025; Abreu-Grobois a Plotkin, 2008). Jejich dlouhověkost, životní cyklus, rozsáhlé migrace a silná závislost na různých typech prostředí výrazně komplikují jak biologický výzkum, tak i následnou účinnou ochranu (Lutz a Musick, 1997; Bowen a Karl, 2007). S narůstajícím tlakem způsobeným klimatickými změnami, intenzivním rybolovem, vykrádáním hnízd a úbytkem stanovišť je nezbytné využívat nejmodernější technologie, které umožňují efektivní sběr dat o pohybu, chování a ekologii těchto živočichů (Olive Ridley Project, 2023; NOAA, 2024; WWF, 2025).

Za nejefektivnější technologii, která umožňuje sledování želv v reálném čase včetně jejich transoceánských migrací a reakcí na změny prostředí, se v posledních desetiletích ukázala satelitní telemetrie (Coyne a Godley, 2005; Godley et al., 2008; Hays et al., 2018). Telemetrie poskytuje cenné poznatky nejen o migračních trasách, ale i např. o preferovaných stanovištích, rizikových oblastech v souvislosti s rybolovem či dopravou (Dujon et al., 2014; Hays et al., 2016; Hart et al., 2021).

Efektivní ochrana má smysl, pokud vycházíme ze znalostí biologie a ekologie. Proto cílem této práce je provést komplexní rešerši dostupných technologií využívaných ke sledování mořských želv, se zaměřením na satelitní telemetrii jako nejefektivnější a nejpoužívanější metodu. Práce se v úvodu zabývá krátce ekologií a ohrožením mořských želv. Následně porovnává různé typy metod sledování, zejména satelitních vysílačů z hlediska jejich technických parametrů, výdrže baterie, přesnosti lokalizace, způsobu uchycení, vlivu na chování sledovaných jedinců a praktické využitelnosti dat pro výše zmíněnou efektivní ochranu. Zvláštní důraz je kladen na identifikaci nejvhodnějšího typu zařízení s ohledem na efektivitu a minimalizaci negativních dopadů na želvy.

V České republice zatím neexistuje žádná ucelená rešeršní studie, která by satelitní sledování mořských želv systematicky analyzovala. Tato práce se proto snaží zaplnit tuto mezeru a vytvořit prakticky využitelný přehled, jenž může sloužit ochranářským organizacím, výzkumným týmům a mezinárodním projektům.

Na základě rešerše a komparace sledovacích technologií bude v závěru práce doporučen optimální typ zařízení, vhodný pro dlouhodobé sledování s co nejmenším zatížením pro sledované jedince a co nejvyšší vypovídací hodnotou získaných dat pro ochranářskou praxi – např. při plánování chráněných oblastí, úpravě lodních tras nebo omezení interakcí s rybolovem.

2 BIOLOGIE A EKOLOGIE MOŘSKÝCH ŽELV

Mořské želvy představují starobylou skupinu plazů, jejichž evoluční historie sahá více než 100 milionů let zpět (Bowen a Karl, 2007). Fosilní záznamy však naznačují, že jejich předchůdci existovali již před více než 200 miliony let (Krenz et al., 2005). V současnosti je popsáno sedm druhů mořských želv, které jsou podle Mezinárodní unie pro ochranu přírody (IUCN red list) klasifikovány jako kriticky ohrožené, ohrožené nebo zranitelné (IUCN, 2025).

Společné znaky těchto druhů zahrnují hydrodynamické tělo s předními ploutvemi přizpůsobenými k dlouhému plavání, přizpůsobení k životu v moři a složitý životní cyklus zahrnující mořské i pobřežní fáze. Typická je vysoká míra přežívání dospělců, a naopak velmi nízká u mláďat, což je vyváženo vysokou snůškou vajec (většinou přes 100 na jednu samici) (Lutz a Musick, 1997; Spotila, 2004).

Život mořských želv je dlouhý – dospělosti dosahují ve věku 20 až 40 let a dožívají se až 80 let (Wyneken et al., 2013). Potrava se liší podle druhu – kareta obrovská (*Chelonia mydas*) je v dospělosti převážně býložravá, zatímco kožatka velká (*Dermochelys coriacea*) se specializuje na medúzy a další živočichy (WWF, 2025; Sea Turtle Conservancy, 2025).

Želvy tráví většinu života v oceánu, ale k rozmnožování se vrací na pevninu, často na pláže, kde se samy vylíhly. Hnízdní chování vykazuje vysokou věrnost k místu narození (Lohmann a Lohmann, 2021). Mimo rozmnožování se vyskytují v široké škále prostředí – od mělkých lagun, estuárií a útesů až po otevřený oceán (Lohmann a Lohmann, 2021).

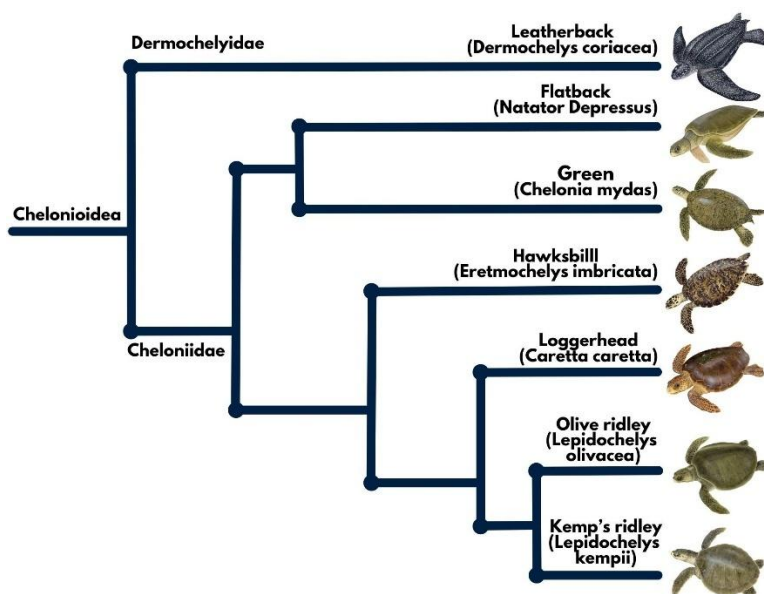
Migrace je jedním z nejpozoruhodnějších aspektů jejich života – u některých druhů dosahují trasy délky přes 10 000 km. Kupříkladu kožatky velké migrují napříč Atlantikem mezi tropickými hnízdišti a severními krmišti (Godley et al., 2008; Hays et al., 2016), zatímco karety menší (*Lepidochelys kempii*) často zůstávají v relativní blízkosti hnízdiště, migrují jen několik desítek až stovek kilometrů (Morreale a Standora, 2005). Nejvýznamnější tahové koridory byly identifikovány v Tichomoří, Atlantiku i Rudém moři (Shillinger et al., 2008; Tanabe et al., 2023).

Nejvýznamnější hnízdní a krmné oblasti (tzv. hotspoty) se nacházejí na plážích v Gabonu, Indonésii, Kostarice, na Floridě či Kapverdách (IUCN, 2013; SWOT, 2025). Tato místa jsou však zároveň vystavena vysokému riziku zániku – stoupající hladina moří, nadměrný turismus, znečištění a ztráta stanovišť, a to vše představuje hrozby, které

mohou mít zásadní dopady na celosvětové populace (Sea Turtle Conservancy, 2025; WWF, 2025).

2.1 Přehled druhů

V současnosti jsou mořské želvy rozděleny do dvou čeledí se sedmi druhy. Čeleď Cheloniidae zahrnuje šest druhů s kostěným krunýřem pokrytým rohovinovými štíty. Naproti tomu čeleď Dermochelyidae zahrnuje jediný druh, kožatku velkou (*Dermochelys coriacea*), která má pružný krunýř bez keratinových plátů, tvořený pevnou vrstvou pojivové tkáně s kostěnými destičkami (Spotila, 2004; Meylan, 2006; Lovich a Gibbons, 2021).



Obr. č. 1.: Fylogenetický strom a evoluce druhů mořských želv (SWOT, 2025).

2.1.1 Kareta obrovská (*Chelonia mydas*; Linnaeus, 1758)

Kareta obrovská je druhá největší mořská želva na světě – dospělci obvykle dosahují délky krunýře 80–114 cm a hmotnosti mezi 100–190 kg. Největší zaznamenaný jedinec vážil 395 kg a měřil 152 cm (Hersh, 2016). Má široký, zaoblený krunýř, obvykle zelené barvy. Zbarvení plastronu se liší podle geografického rozšíření – atlantické populace mají spodek těla světlejší (bílý až žlutavý), zatímco tichomořské tmavě šedozelený (Sea Turtle Conservancy, 2025).

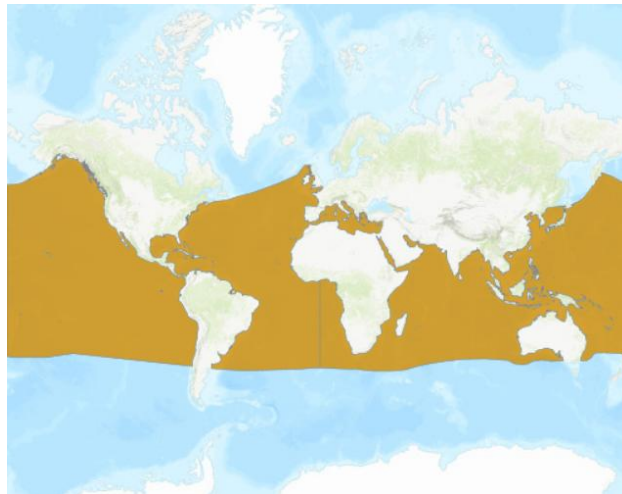
Druh se vyznačuje jedním párem prefrontálních šupin mezi očima (většina ostatních mořských želv má dva páry) a jedním drápem na každé přední ploutvi. Hlava je malá, tupá, s pilovitými čelistmi, uzpůsobenými k trhání mořských rostlin. Dospělci se živí výhradně mořskými řasami a trávami – jako jediní z mořských želv mají čistě rostlinnou

stravu, což jim dodává charakteristické nazelenalé zbarvení podkožního tuku (Hersh, 2016).

Podle údajů IUCN se celková světová populace karet obrovských pohybuje v řádu stovek tisíc hnízdících samic – odhady hovoří o přibližně 85 000 až 90 000 hnízdících samicích ročně (Seminoff, 2023). Nejvýznamnější hnízdí oblasti se nachází např. na ostrově Raine (Austrálie), v Kostarice (Tortuguero), Ománu a na Floridě (Sea Turtle Conservancy, 2025; SWOT, 2025).

Kareta obrovská se vyskytuje v tropických a subtropických vodách Atlantiku, Tichého oceánu a Indického oceánu. Většinu života tráví v mělkých pobřežních oblastech, v lagunách, na mořských loukách a korálových útesech, kde se krmí. Mladí jedinci se často zdržují i v otevřeném oceánu, zatímco dospělci preferují pobřežní oblasti (SWOT, 2025b; WWF, 2025).

Druh je podle Mezinárodní unie pro ochranu přírody (IUCN) klasifikován jako ohrožený (E), a to zejména kvůli kombinaci několika závažných hrozeb – ztrátě a degradaci hnízdících biotopů, ilegálnímu sběru vajec, častému zachycování v rybářských sítích a dopadům klimatických změn, které ovlivňují jak dostupnost potravy, tak pohlavní poměr mláďat v hnízdech (Seminoff, 2023).



Obr. č. 2.: Rozšíření karety obrovské, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Seminoff, 2023).

2.1.2 Kareta obecná (*Caretta caretta*; Linnaeus, 1758)

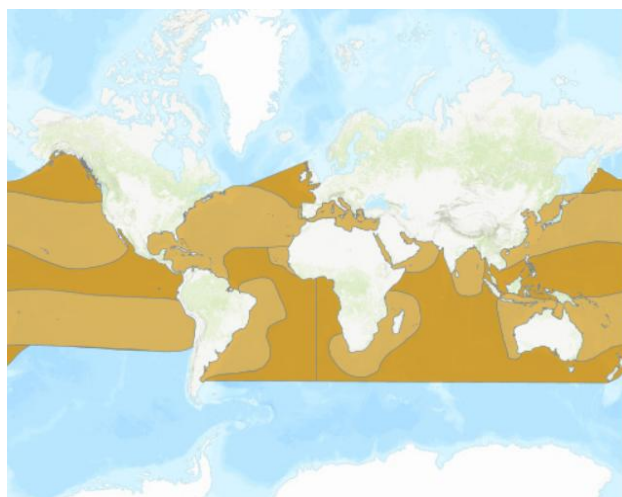
Kareta obecná je středně velká želva, která dorůstá délky krunýře 85–110 cm a hmotnosti 70–180 kg. Krunýř má srdcovitý tvar a je zbarven červenohnědě, zatímco plastron bývá světle žlutý (Duermit, 2007). Typickým rozpoznávacím znakem je masivní hlava se silnými čelistmi přizpůsobenými k drcení tvrdé potravy, jako jsou korýši, mlži, krabi a mořští ježci, což ji řadí mezi převážně masožravé druhy (Sea Turtle Conservancy, 2025f). Dalším určujícím rysem jsou dva páry prefrontálních šupin mezi očima a pět párů bočních

štítů na krunýři. Přední ploutve mají obvykle dva drápy, zatímco zadní mohou mít dva až tři (SWOT, 2025).

Celková početnost karet obecných se odhaduje na několik desítek tisíc hnízdících samic ročně. Největší hnízdící populace se nachází v západním Středomoří (např. Řecko, Kypr, Turecko), v jihovýchodních Spojených státech (zejména Florida), v Ománu, Japonsku a východní Austrálii (Casale a Tucker, 2017; SWOT, 2025). Kupříkladu jen na Floridě hnízdí přibližně 68 000 samic za sezónu (Sea Turtle Conservancy, 2025).

Druh obývá teplé i mírné vody Atlantského, Tichého a Indického oceánu. Často se vyskytuje v pobřežních vodách, na kontinentálních šelfech, v lagunách a estuárech, kde hledá potravu. Zároveň podniká dlouhé migrace mezi místy krmení a hnízdění, přičemž během života může překonat tisíce kilometrů napříč oceány (WWF, 2025).

Podle IUCN je kareta obecná klasifikována jako zranitelný druh (VU). Hlavní příčiny jejího ohrožení zahrnují zejména úbytek a degradaci hnízdících pláží v důsledku pobřežní výstavby, umělého osvětlení a turismu, což negativně ovlivňuje úspěšnost hnízdění. Významnou hrozbou jsou také vedlejší úlovky při průmyslovém rybolovu, kdy se želvy často zamotávají do sítí nebo jsou nechtěně zachyceny na háčky dlouhých lovných šňůr, což vede ke zraněním nebo úhynu. Dalším závažným faktorem je znečištění mořského prostředí především plastovým odpadem, který mohou želvy zaměnit za potravu, ale také kontaminace vody ropnými látkami a chemikáliemi, jež negativně ovlivňují jejich zdraví a reprodukční schopnosti (Casale a Tucker, 2017).



Obr. č. 3.: Rozšíření karety obecné, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt, světle hnědé hnízdící lokality. (Casale a Tucker, 2017).

2.1.3 Kareta pravá (*Eretmochelys imbricata*; Linnaeus, 1766)

Kareta pravá je středně velká mořská želva, jejíž krunýř dosahuje délky 70–90 cm a hmotnost se pohybuje mezi 45–80 kg (Eldelman, 2004). Krunýř má oválný až srdcovitý

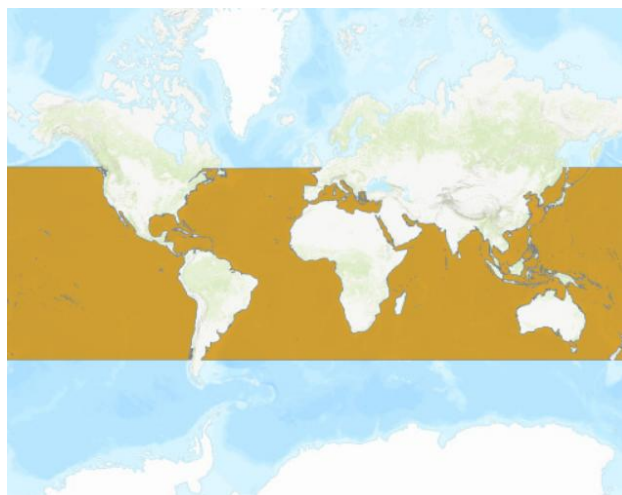
tvar s překrývajícími se štíty – to je znak, který ji odlišuje od ostatních druhů. Je nápadně zbarven od hnědé po jantarově žlutou, často s výraznými skvrnami a proužky, zatímco plastron bývá světlý, krémový (Sea Turtle Conservancy, 2025). Druh má charakteristicky protáhlý, špičatý „zobák“, přizpůsobený k vytahování potravy z úzkých mezer v korálových útesech. Má čtyři páry bočních štítů na krunýři, dva páry prefrontálních šupin mezi očima a dva drápky na každé ploutvi (SWOT, 2025).

Hlavní složkou potravy karety pravé jsou mořské houby, které tvoří až 70–95 % její stravy, což z ní činí ekologicky specializovaného predátora a zároveň klíčový druh pro zdraví korálových útesů – přispívá k regulaci růstu hub, které by jinak mohly přerůst korály (Sea Turtle Conservancy, 2025; WWF, 2025).

Celosvětová populace karety pravé je podle IUCN ve vážném úbytku – v posledních stoletích poklesla až o 80 % a v některých oblastech dokonce o více než 90 %. Odhady naznačují, že na světě zbývá pouze kolem 25 000 až 30 000 hnízdících samic ročně, přičemž v některých regionech, jako je Karibik nebo západní Tichomoří, se vyskytují jen fragmentované a izolované populace (Mortimer a Donnelly, 2008; SWOT, 2025).

Druh je rozšířen v tropických a subtropických vodách Atlantského, Indického a Tichého oceánu. Nejčastěji se vyskytuje v blízkosti korálových útesů, skalnatých pobřeží a mělkých lagun, kde nachází potravu a úkryt. Hnízdí především na písčitých tropických plážích, přičemž významná hnízdiště se nacházejí např. v Karibiku (včetně Barbadosu a Belize), na Seychelách, v Indonésii a v některých oblastech Austrálie. Celkově bylo hnízdění zaznamenáno ve více než 70 zemích, ačkoliv v mnoha z nich již jen v nízkých hustotách (Mortimer a Donnelly, 2008; Chatting et al., 2018; SeaLifeBase, 2025).

Podle IUCN je kareta pravá klasifikována jako kriticky ohrožený druh (CR), a to především kvůli historickému nadměrnému lovu (zejména kvůli krunýřům, tzv. želvovině), ztrátě přirozeného prostředí, změně klimatu a vedlejším úlovkům v rybolovu. Populace tohoto druhu celosvětově klesají a ochrana vyžaduje mezinárodní spolupráci a důsledné vymáhání ochranných opatření (Mortimer a Donnelly, 2008; SeaLifeBase, 2025).



Obr. č. 4.: Rozšíření karety pravé, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Mortimer a Donnelly, 2008).

2.1.4 Kareta zelenavá (*Lepidochelys olivacea*; Eschscholtz, 1829)

Kareta zelenavá patří k menším druhům mořských želv – délka jejího krunýře se obvykle pohybuje mezi 60–70 cm a hmotnost mezi 35–50 kg (Herbst, 1999). Krunýř má srdcovitý tvar a je typicky olivově zelený, zatímco plastron je světlejší, krémový až žlutavý. Od ostatních mořských želv ji odlišuje neobvykle vysoký počet postranních štítů – pět až devět párů (většina ostatních druhů má čtyři až pět), a dva páry prefrontálních šupin mezi očima. Na předních ploutvích má jeden až dva drápy (Sea Turtle Conservancy, 2025).

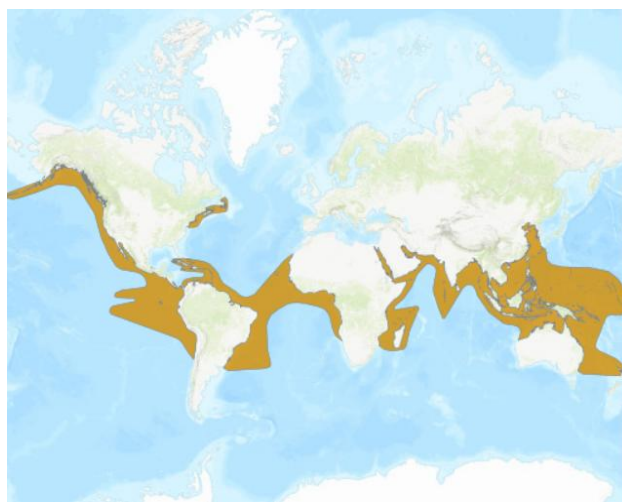
Je to všežravý druh – její potrava zahrnuje měkkýše, kraby, medúzy, různé bentické bezobratlé i mořské řasy (WWF, 2025). Kareta zelenavá je známá svým specifickým způsobem kladení vajec zvaným arribada – tisíce samic se během několika dnů synchronizovaně shromáždí na vybraných plážích a kladou vejíčka současně, což je fenomén známý zejména z oblastí jako je Gahirmatha (Indie), Ostional (Kostarika) či La Escobilla (Mexiko) (SWOT, 2025; Sea Turtle Conservancy, 2025).

Kareta zelenavá (*Lepidochelys olivacea*) je sice nejpočetnější druh mořské želvy, avšak její celosvětová populace hnízdících samic je silně závislá na omezeném počtu klíčových hnízdnicích pláží. Každoročně se podle dlouhodobých odhadů účastní hromadného hnízdění (tzv. arribada) přibližně 100 000 až 200 000 samic, přičemž některé lokality, např. pláž La Escobilla v Mexiku, mohou během jediné události hostit až 450 000 hnízdících samic (Abrey-Grobois a Plotnik, 2008; NOAA, 2025).

Mimo období hnízdění se karety zelenavé vyskytují v tropických a subtropických oblastech Atlantského, Tichého i Indického oceánu. Nejčastěji obývají mělké pobřežní vody, laguny, estuáry a zátoky, ale jsou schopny migrovat i na velké vzdálenosti přes volný oceán (Herbst, 1994; Sea Turtle Conservancy, 2025; NOAA, 2025). Satelitní

sledování ukázalo, že některé populace pravidelně migrují stovky až tisíce kilometrů mezi krmišti a hnízdišti (NOAA, 2025c).

Podle IUCN je kareta zelenavá klasifikována jako zranitelný druh (VU). Hlavní riziko představuje skutečnost, že většina světové populace hnízdí na několika málo plážích, což zvyšuje zranitelnost druhu vůči lokálním hrozbám, jako je ztráta stanovišť, eroze pláží, klimatické změny, predace a lidské zásahy (Abrey-Grobois a Plotnik, 2008). Jakékoliv narušení těchto klíčových hnízdišť může mít závažné dopady na přežití celosvětové populace.



Obr. č. 5.: Rozšíření karety zelenavé, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Abreu-Grobois a Plotkin, 2008).

2.1.5 Kareta menší (*Lepidochelys kempii*; Garman, 1880)

Kareta menší je nejmenší a zároveň nejvzácnější mořská želva na světě. Délka jejího krunýře se pohybuje mezi 60–70 cm a hmotnost mezi 35–50 kg (Klug, 2006). Krunýř má zaoblený tvar, bez výrazných záhybů, a zbarvení se pohybuje od tmavě zelené po šedou. Plastron je světlejší, obvykle krémové barvy. Kareta menší má pět párů bočních štítů na krunýři a dva páry prefrontálních šupin mezi očima. Na předních ploutvích se vyskytuje jeden dráp, zatímco na zadních dva (Sea Turtle Conservancy, 2025).

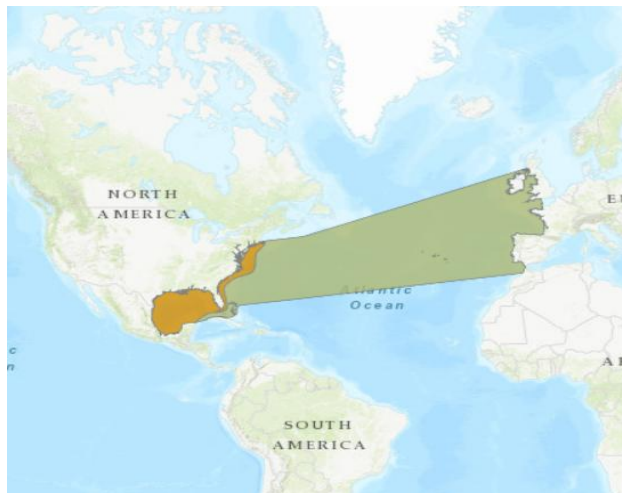
Tento druh je výhradně masožravý – živí se především kraby, dalšími korýši a měkkýši, které dokáže rozdrtit silnými čelistmi. Nejvíce se vyskytuje v mělkých pobřežních vodách s písčitým dnem, zejména v oblasti Mexického zálivu, kde tráví většinu svého života (SWOT, 2025).

Typickým rysem karety menší (*Lepidochelys kempii*) je tzv. arribada, tedy hromadné a synchronizované kladení vajec, které probíhá především na pláži Rancho Nuevo v mexickém státě Tamaulipas. Tato jediná lokalita představuje naprostou většinu celosvětového hnízdění tohoto druhu. Podle údajů Smithsonian Institution bylo v roce 2011 v Mexiku zaznamenáno přibližně 20 000 hnízd, přičemž 81 % z nich se nacházelo

právě na Rancho Nuevo. Historicky zde bylo během jediné noci pozorováno až 40 000 samic, ale v důsledku poklesu populace v 80. letech 20. století klesl počet hnízdících samic na méně než 300 ročně, než byla zavedena intenzivní ochrana (Torres, 2018; Wibbels a Bevan, 2019; Sea Turtle Conservancy, 2025).

Kromě Mexického (Amerického) zálivu byla kareta menší zaznamenána také podél jihovýchodního pobřeží USA a v Karibiku, ale v těchto oblastech se objevuje jen výjimečně a obvykle v období migrace (Klug, 2006; Bevan et al., 2014; SWOT, 2025).

Podle IUCN je kareta menší klasifikována jako kriticky ohrožený druh (CR), a to zejména kvůli extrémně omezené hnízdní oblasti, znečištění moří, vedlejším úlovkům v rybářském průmyslu a změnám klimatu, které mohou ovlivnit pohlaví vylíhlých mláďat (Wibbels a Bevan, 2019).



Obr. č. 6.: Rozšíření karety menší, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt a zeleně příležitostný výskyt bez rozmnožování. (Wibbels a Bevan, 2019).

2.1.6 Kareta plochá (*Natator depressus*; Garman, 1880)

Kareta plochá je nejméně prozkoumaný druh mořské želvy. Dorůstá délky krunýře 80–100 cm a její hmotnost se pohybuje mezi 70–90 kg (Thielk, 2003). Krunýř má široce zaoblený a zploštělý tvar, s hladkým okrajem pokrytým tenkými, voskovitými štíty. Zbarvení krunýře se pohybuje od šedozelené po hnědou, zatímco plastron bývá světlejší – bělavý až žlutavý (Sea Turtle Conservancy, 2025). Kareta plochá má čtyři páry bočních štítů a jediný pár prefrontálních šupin mezi očima. Na každé ploutvi má jeden dráp (SWOT, 2025).

Tento druh je převážně masožravý – její potrava zahrnuje mořské měkkýše, sumýše, medúzy a kraby. V potravní ekologii hraje roli predátora na písčitých a bahnitých dnech, zejména v mělkých pobřežních vodách (Sea Turtle Conservancy, 2025).

Kareta plochá má jeden z nejvíce omezených areálů výskytu mezi všemi mořskými želvami. Tento druh je endemický téměř výhradně pro pobřežní vody severní a východní Austrálie, včetně oblastí jako Velký bariérový útes, Arafurské moře a Korálové moře. Hnízdění probíhá téměř výlučně na severoaustralském pobřeží, zejména v Queenslandu, Severním teritoriu a Západní Austrálii. Ojedinelé záznamy o výskytu pocházejí také z Indonésie a z jižní části Nové Guineje, avšak tyto případy jsou vzácné a většina populace zůstává v australských vodách (Red List Standards a Petitions Subcommittee, 1996; Turner Tomaszewicz et al., 2022; SWOT, 2025; CMS, 2025).

Celkový počet karet plochých není přesně znám, protože dlouhodobá data o populaci a reprodukci chybí. Podle dlouhodobých studií a ochranářských agentur se každoročně účastní hnízdění na hlavních plážích v severní Austrálii odhadem přibližně 20 000–30 000 samic, přičemž nejvýznamnějšími hnízdními lokalitami jsou oblasti v Západní Austrálii, Queenslandu a v zálivu Carpentaria (Pendoley et al., 2014; Sea Turtle Conservancy, 2025; SWOT, 2025; CMS, 2025).

Podle aktuálního hodnocení Mezinárodní unie pro ochranu přírody (IUCN) je kareta plochá vedena jako druh s nedostatkem údajů. Tento status odráží omezený geografický výskyt druhu a především nedostatek dlouhodobých dat o trendech populace, reprodukční úspěšnosti a potenciálních hrozbách. Z tohoto důvodu je obtížné přesně stanovit míru ohrožení a navrhnout adekvátní ochranářská opatření (Red List Standards a Petitions Subcommittee, 1996; Turner Tomaszewicz et al., 2022).

Dlouhodobé studie ukazují, že kareta plochá je unikátní tím, že nemá oceánské juvenilní stádium a celý život tráví v mělkých vodách kontinentálního šelfu Austrálie. Genetické analýzy potvrzují existenci několika oddělených populací s výraznou věrností k místu narození (Turner Tomaszewicz et al., 2022).

2.1.7 Kožatka velká (*Dermochelys coriacea*; Vandelli, 1761)

Kožatka velká je největší mořská želva a zároveň jediný zástupce čeledi Dermochelyidae. Délka jejího krunýře dosahuje 140–220 cm a hmotnost se pohybuje mezi 250–700 kg. Největší dosud zaznamenaný jedinec měřil okolo 300 cm a vážil přibližně 961 kg (Fontanes et al., 2007). Na rozdíl od ostatních mořských želv nemá pevný kostěný krunýř – její hřbet je pokryt silnou, pružnou kůží vyztuženou tisíci malými kostěnými destičkami a je charakteristicky tmavě modročerný, se sedmi podélnými hřebeny. Plastron bývá světlejší, bílý až žlutavý (Sea Turtle Conservancy, 2025).

Druh má širokou, oblou hlavu s hluboce vykrojenou horní čelistí zakončenou dvěma hroty, což mu pomáhá při lapání medúz. Oči jsou posunuty výše než u jiných želv. Ploutve nemají žádné drápy. Kožatka je výhradně masožravá – její hlavní potravou jsou medúzy, salpy a další želatinovité živočichové (WWF, 2025).

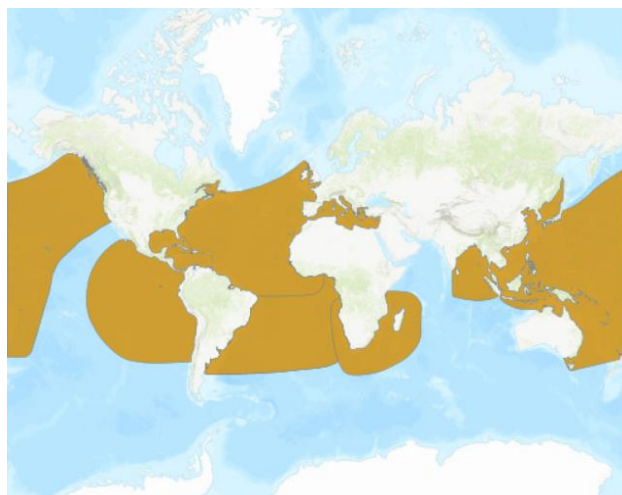
Kožatka velká je jedním z nejdále migrujících plazů na světě – ročně překonává tisíce kilometrů mezi krmišti a hnízdišti. Satelitní sledování prokázalo migrace napříč Atlantikem i Pacifikem a výskyt ve více než 60 zemích světa (SWOT, 2025). Tento druh se vyskytuje v tropických a subtropických vodách všech oceánů, ale pravidelně migruje i do chladnějších oblastí, např. podél severního pobřeží Kanady nebo Norska (Garzon et al., 2023; Sea Turtle Conservancy, 2025; NOAA, 2025).

Nejvýznamnější hnízdní oblasti se nachází na pobřeží Gabonu (Afrika), v Surinamu, Trinidadu, Francouzské Guyaně, Střední Americe (zejména Kostarika) a v jihovýchodní Asii (zejména Indonésie). Největší koncentrace byla zaznamenána právě v Gabonu, kde hnízdí přibližně 30–60 % světové populace. Kupříkladu v Gabonu bylo v posledních letech zaznamenáno 36 000–126 000 snůšek ročně, což představuje největší známou hnízdní populaci na světě. Další významné kolonie jsou v Trinidadu a na Bioko (Rovníková Guinea) (Wallace et al., 2013; Garzon et al., 2023; SWOT, 2025; NOAA, 2025).

Celosvětově se odhaduje, že každoročně hnízdí 26 000–43 000 samic, přičemž v některých oblastech, zejména v Tichomoří, došlo v posledních desetiletích k dramatickému poklesu počtu hnízdících samic – např. v Malajsii téměř k vymizení druhu (NOAA, 2025).

Kožatka velká je výjimečná nejen svou velikostí, ale i tím, že se dokáže potápět do hloubek přesahujících 1 200 metrů (maximálně zaznamenáno téměř 1 200 m, některé zdroje uvádějí až 1 200–1 200+ m), což je více než jakýkoli jiný plaz. Díky endotermním schopnostem dokáže udržet tělesnou teplotu vyšší než okolní voda, což jí umožňuje pronikat i do chladných oblastí oceánů (Fontanes et al., 2007; Sea Turtle Conservancy, 2025e; NOAA, 2025).

Podle IUCN je kožatka velká klasifikována jako zranitelný druh (VU), i když některé regionální populace jsou na pokraji vyhynutí – zejména v Tichomoří, kde došlo k výraznému poklesu kvůli ztrátě hnízdních stanovišť, plastovému odpadu a vedlejším úlovkům v rybolovu (Wallace et al., 2013; Garonza et al., 2023; WWF, 2025; NOAA, 2025).



Obr. č. 7.: Rozšíření kožatky velké, hnědě označené oblasti představují stálý výskyt. (Wallace et al., 2013).

2.2 Migrace mořských želv

Jedním z nejpozoruhodnějších aspektů života mořských želv je jejich dlouhá a komplexní migrace, která může v některých případech přesahovat i 10 000 km. Mořské želvy podnikají tyto dálkové přesuny mezi místy líhnutí, krmení a rozmnožování, přičemž každé z těchto prostředí plní specifickou roli ve vývoji jednotlivce. Kupříkladu kožatky velké (*Dermochelys coriacea*) migrují napříč Atlantikem z tropických hnízdišť v Guyaně až k potravním oblastem v Severním Atlantiku (Godley et al., 2008; Hays et al., 2016). Podobně rozsáhlé migrace byly zaznamenány i v Pacifiku, kde kožatky překonávají tisíce kilometrů mezi hnízdišti v Indonésii a potravními oblastmi u západního pobřeží Severní Ameriky (Bailey et al., 2012). Satelitní sledování ukazuje, že některé samice kožatek po naklazení vajec zůstávají v blízkém okolí hnízdiště, zatímco jiné se vydávají přes oceán — což ukazuje na výraznou variabilitu v migračním chování uvnitř druhu (Bailey et al., 2012; Milloway, 2024). Tato variabilita byla potvrzena i u karet zelenavých.

Mořské želvy mají schopnost vracet se na místa, kde se samy narodily – tzv. filopatrie. I když se ne vždy vracejí přesně na tu samou pláž, většinou zamíří alespoň do stejného regionu, což může napomoci udržovat stabilitu jednotlivých populací (Lutz a Musick, 1997). Když už jsou v oblasti hnízdění, samice bývají velmi přesné i ve výběru konkrétního místa – během jedné sezóny kladou vajíčka několikrát a většinou jen pár kilometrů od sebe. Některé druhy, jako např. kareta zelenavá, dokonce kladou vejce opakovaně téměř na stejném místě, jen pár stovek metrů od předchozí snůšky (Lutz a Musick, 1997). Takové chování, tedy věrnost hnízdnímu místu, je výhodné – tím, že samice rozloží kladení vajec do více termínů, snižují riziko, že by všechny snůšky byly zničeny nepřízní počasí nebo jinými vlivy (Lutz a Musick, 1997).

Život mořských želv je tedy neoddělitelně spojen s migracemi, které probíhají prakticky po celý jejich život. Už krátce po vylíhnutí mláďata instinktivně směřují z hnízda k moři a následně se vydávají do otevřeného oceánu. Často přitom využívají oceánské víry, které fungují jako přirozené „školky“ pro mladé želvy. Jak rostou, přesouvají se juvenilní a subadultní jedinci do pobřežních oblastí bohatých na potravu, které však bývají vzdálené stovky až tisíce kilometrů od místa, kde se narodili. Dospělé samice se poté v pravidelných intervalech vydávají z těchto krmných oblastí zpět na své rodné pláže, kde kladou vejce, a po naklazení se zpravidla vracejí na stejná místa, kde se dříve krmily (Lutz a Musick, 1997).

Takový způsob života vyžaduje mimořádnou schopnost orientace a navigace v oceánském prostoru, který je pro člověka na pohled monotónní a bez pevných orientačních bodů. Některé jedince karety obecné nebo karety zelenavé tak mohou během života urazit i desítky tisíc kilometrů – tedy vzdálenost, která několikanásobně přesahuje šířku oceánu, ve kterém se pohybují. Satelitní sledování přitom ukazuje, že migrační trasy mnohdy vedou napříč otevřeným mořem přímo k cíli, což naznačuje, že dospělé želvy mají velmi přesné „vnitřní mapy“. Výjimečná je i schopnost orientace čerstvě vylíhnutých mláďat – ta si dokážou udržet směr i poté, co ztratí vizuální kontakt s pobřežím, a pokračují v cestě do oceánu (Lutz a Musick, 1997).

Mezinárodní studie využívající satelitní telemetrii a dlouhodobé značení ukazují, že mořské želvy často překonávají hranice mnoha států a využívají rozsáhlé migrační koridory v otevřeném oceánu (Bailey et al., 2012; Read et al., 2014). Např. v oblasti Korálového moře byly zaznamenány migrace karet zelenavých mezi Austrálií a Novou Kaledonií na vzdálenost přes 2 000 km (Read et al., 2014). Výzkum v Rudém moři prokázal, že želvy během jediné sezóny migrují stovky až tisíce kilometrů mezi hnízdišti a krmišti v různých státech, což podtrhuje potřebu mezinárodní spolupráce při ochraně těchto druhů (Tanabe et al., 2023).

Tyto trasy, často vedené přes mezinárodní vody, jsou klíčové nejen pro biologii jednotlivých druhů, ale i pro pochopení jejich evolučních strategií a ekologických funkcí (Zbinden et al., 2007; Meylan et al., 2011; Bailey et al., 2012). Významným poznatkem je také to, že migrace mořských želv jsou ovlivňovány oceánografickými podmínkami, jako jsou teplotní proudy, dostupnost potravy a změny klimatu, což může v budoucnu zásadně ovlivnit jejich migrační strategie (Hays et al., 2016; Katz, 2025).

Tato navigační schopnost je nejen zásadní pro úspěšné rozmnožování, ale má i důsledky pro udržení ekologických vazeb mezi vzdálenými oblastmi oceánu – mořské

želvy propojují různá prostředí a přenášejí živiny i energii mezi ekosystémy (Morreale a Standora, 2005; Robinson et al., 2021). Např. karety zelenavé ovlivňují strukturu mořských travních porostů svým pastvou, čímž přispívají ke zdraví těchto biotopů.

Znalost migračních tras mořských želv je zásadní pro jejich účinnou ochranu. Identifikace konkrétních tahových koridorů umožňuje navrhovat cílená opatření, jako je zřizování sezónních bez rybářských zón v oblastech s vysokou koncentrací želv, úprava lodních tras v citlivých obdobích migrace nebo omezení světelného znečištění v blízkosti hnízdních pláží. Studie Dwyer et al. (2015) ukazuje, že prostorová a časová ochrana migračních tras může významně snížit úmrtnost želv způsobenou rybolovem. Read et al. (2014) dokumentují, že karety zelenavé migrující mezi Austrálií a Novou Kaledonií překonávají tisíce kilometrů a využívají úzké koridory, jejichž ochrana je klíčová pro přežití populací.

Protože mořské želvy pravidelně překračují národní i mezinárodní hranice, efektivní ochrana vyžaduje koordinovanou mezinárodní spolupráci a sdílení dat mezi státy i výzkumnými týmy. Shillinger et al. (2008) na základě satelitního sledování kožatek velkých v Pacifiku prokázal, že želvy využívají vysoce předvídatelné migrační koridory napříč oceánem, což umožňuje navrhovat mezinárodní ochranná opatření v konkrétních oblastech volného moře. Podobně Tanabe et al. (2023) zdůrazňuje, že migrace zelených želv v Rudém moři zahrnují několik států a ochrana těchto tras je možná pouze díky sdílení dat a společnému plánování mezi regionálními partnery. Význam mezinárodní spolupráce potvrzuje i studie Meylan et al. (2011), která ukazuje, že dlouhodobé sledování a sdílení informací o pohybu želv je klíčové pro efektivní ochranu migrujících populací na globální úrovni.

2.3 Ohrožení mořských želv

Mořské želvy dnes čelí závažným hrozbám způsobeným převážně lidskou činností. Patří mezi ně nelegální lov, vedlejší úlovky, ztráta habitatů, znečištění moří, klimatické změny a také šíření nemocí (Lutz a Musick, 1997; WWF, 2025; SWOT, 2025; Sea Turtle Conservancy, 2025).

Jedním z často přehlížených problémů jsou právě nemoci. Nejčastěji tím je fibropapilomatóza – virové onemocnění, které způsobuje růst nádorů na těle želv – může výrazně omezit jejich schopnost pohybu, krmení i orientace. Nejvíce jsou postiženi mladí jedinci žijící v pobřežních oblastech, kde bývá voda více znečištěná. Výskyt onemocnění

navíc souvisí s oslabenou imunitou, kterou mohou způsobit např. toxiny, těžké kovy nebo špatná výživa (Lutz a Musick, 1997).

Dalším ohrožením je nelegální sběr vajec a lov dospělých želv přetrvávající zejména v Latinské Americe, jihovýchodní Asii a některých částech Afriky. Vejce jsou využívána pro konzumaci, zatímco krunýře, zejména karet pravých (*Eretmochelys imbricata*), slouží v řemeslné výrobě a obchodu se suvenýry, např. v Indonésii nebo Japonsku (Spotila, 2004; Lovich a Gibbons, 2021; Sea Turtle Conservancy, 2025).

Vedlejší úlovky, tedy nechtěné zachycení mořských želv při komerčním rybolovu, představují jednu z hlavních příčin jejich úhynů. Nejvíce k nim dochází při používání vlečných sítí a dlouhých lovných šňůr, např. v oblasti Mexického zálivu, Bengálského zálivu nebo v Tichomoří (Witt et al., 2010; Dwyer et al., 2015). U vlečných sítí je dnes v některých regionech, jako jsou Spojené státy, povinné použití tzv. TED (Turtle Excluder Devices) – speciálních únikových otvorů, které umožňují želvám uniknout a snižují tak jejich úmrtnost. Přesto však není tato praxe celosvětově zavedena a v mnoha oblastech se vedlejší úlovky nadále vyskytují ve vysokém počtu (Jones et al., 2011).

Výrazné dopady mají i klimatické změny. Teplota písku při inkubaci určuje pohlaví mláďat – vyšší teploty vedou k většímu zastoupení samic, což ohrožuje budoucí reprodukční rovnováhu (Lutz a Musick, 1997; Sea Turtle Conservancy, 2025). Zároveň dochází ke ztrátám hnízdních pláží v důsledku stoupající hladiny moří a eroze. Např. v Bangladéši, Kostarice nebo na Seychelách se zmenšuje dostupný hnízdní prostor (Lovich a Gibbons, 2021; SWOT, 2025).

Dlouhodobé oteplování planety a s tím související zvyšování hladiny moří představuje vážnou hrozbu pro hnízdní pláže mořských želv. Tyto změny mohou ovlivnit nejen dostupnost vhodných stanovišť, ale i samotný vývoj želv. Protože pohlaví mláďat závisí na teplotě písku v hnízdě, rostoucí teploty vedou k většímu počtu samic. To může časem narušit rovnováhu mezi pohlavími a ovlivnit schopnost populace se dále rozmnožovat. Není přitom jasné, zda se želvy dokážou těmto změnám přizpůsobit – např. posunem teploty, při které se rodí stejné množství samců a samic (Lutz a Musick, 1997).

Velký problém představuje i ztráta přirozeného prostředí. Pobřežní výstavba, turismus a světelné znečištění způsobují úbytek vhodných pláží, kde by želvy mohly klást vejce. Umělé osvětlení často máte právě vylíhlá mláďata, která místo k moři míří na silnice nebo k budovám, kde snadno uhynou (Lutz a Musick, 1997; Oliver Ridley Project, 2023; Sea Turtle Conservancy, 2025j).

Rizikem je také znečištění způsobené ropnými látkami. Ropa může poškodit želvám kůži, oči nebo plíce, a pokud ji želvy pozrou, může dojít k otravě. Stejně tak ohrožuje i vajíčka v hnízdech na kontaminovaných plážích. K tomu se přidává rostoucí problém s plasty – želvy si je často pletou s medúzami, jejich přirozenou potravou. Požití plastů může způsobit ucpaní trávicího traktu a vést k úhynu. Plasty navíc nejsou jediným škodlivým materiálem – v tělech želv se hromadí i další toxiny, jako jsou pesticidy a těžké kovy, které negativně ovlivňují jejich zdraví a schopnost rozmnožování (Lutz a Musick, 1997; Wyneken et al., 2013; Oliver Ridley Project, 2023; Milloway, 2024).

Plastový odpad představuje stále větší a větší problém. Želvy si plovoucí plast pletou s medúzami – obzvláště ohroženy jsou kožatky, které se živí výhradně želatinózní potravou (Oliver Ridley Project, 2023, Milloway, 2024). Plasty se mohou zachytit ve střevech, ucpat trávicí trakt nebo způsobit vnitřní poranění, což vede k úhynu. Kromě plastů se v tělech želv hromadí i toxické látky jako pesticidy nebo těžké kovy, které mohou narušit imunitní systém a reprodukci (Wyneken et al., 2013).

V minulosti byly některé druhy želv téměř vyhubeny. Např. kareta menší (*Lepidochelys kempii*) se v 80. letech 20. století ocitla na pokraji vyhynutí – na hlavní hnízdní pláži Rancho Nuevo (Mexiko) zůstalo méně než 300 samic. Díky intenzivní ochraně se populace částečně obnovila, ale zůstává zranitelná (Morreale a Standora, 2005).

Do budoucna bude klíčové zohlednit změnu klimatu, ochránit klíčové lokality (např. Gabon, Kapverdy, Indonésie, Florida) a zamezit plastovému znečištění v pobřežních i pelagických oblastech. Ochrana musí propojit vědecký výzkum, mezinárodní legislativu (např. CITES, CMS) a aktivní zapojení místních komunit (Hussey et al., 2015; Sea Turtle Conservancy, 2025; SWOT, 2025).

3 SLEDOVÁNÍ MOŘSKÝCH ŽELV

3.1 Co je to sledování – tracking

Sledování (tracking) představuje proces, při kterém dochází k monitorování a zaznamenávání pohybu, polohy a dalších aspektů chování objektů, lidí nebo zvířat. Nejčastěji používané metody zahrnují GPS sledování, RFID identifikaci, akustické sledování a využití senzorů či kamer. Tyto technologie umožňují získávat podrobná data o migraci, využívání stanovišť a sociálních interakcích živočichů, což je klíčové pro pochopení jejich ekologie a chování (Kays et al., 2015; Movebank, 2025). Díky technologickému pokroku a miniaturizaci sledovacích zařízení je dnes možné sledovat nejen velké druhy, ale i menší živočichy, aniž by byl negativně ovlivněn jejich přirozený pohyb nebo chování (Kays et al., 2015).

Významným příkladem využití moderních sledovacích metod je kombinace GPS, bezdrátových senzorových sítí a satelitního dálkového průzkumu Země. Studie Handcock et al. (2009) ukázala, že integrace těchto technologií umožňuje nejen sledování pohybu zvířat, ale také analýzu jejich interakcí s krajinou a vzorců chování. Kupříkladu u skotu v Austrálii poskytlo vysokofrekvenční GPS sledování v kombinaci s daty ze satelitních snímků cenné informace o využívání pastvin a sociálních interakcích, což přispívá k udržitelnému hospodaření v krajině (Handcock et al., 2009).

V oblasti akustického sledování došlo k pokroku díky zavedení tzv. otevřených protokolů (Open Protocols), které umožňují propojení zařízení různých výrobců v rámci jedné sítě. Podle Aspillaga et al. (2024) tak vznikají rozsáhlé mezinárodní sledovací systémy, které podporují sdílení dat a efektivní sledování mořských živočichů napříč různými ekosystémy. Tento přístup je důležitý zejména při monitoringu migrujících a ohrožených druhů.

RFID technologie nachází uplatnění nejen v průmyslu, ale také v ochraně přírody. Umožňuje dlouhodobé sledování jednotlivců v populaci a poskytuje informace o pohybu, zdraví nebo chování zvířat v reálném čase, což je cenné např. při sledování nemocí či návratnosti jedinců do konkrétních oblastí (Pereira et al., 2023).

Studie Acácio et al. (2022) dále prokázala, že přesnost a efektivita GPS/GPRS zařízení závisí na četnosti záznamu polohy – čím kratší interval, tím podrobnější analýza chování a využívání prostředí. Tyto informace jsou důležité zejména při navrhování ochranných opatření nebo studiu migrace.

Cílem monitoringu živočichů je získání detailních dat o prostorové distribuci a chování, což je zásadní pro ekologický výzkum, ochranu biodiverzity i správu přírodních zdrojů. Sledování pomáhá identifikovat klíčová stanoviště a migrační trasy ohrožených druhů, zlepšuje plánování ochrannářských opatření a umožňuje sledování dlouhodobých změn v populacích. Vědecký výzkum se díky těmto metodám dostává k informacím, které by dříve nebyly dostupné, a tím přispívá k hlubšímu porozumění fungování ekosystémů (Handcock et al., 2009; Guardian, 2018; Acácio et al., 2022; NASA, 2025; Movebank, 2025).

V posledních desetiletích přinesl technologický pokrok výrazné zlepšení v oblasti sledování živočichů. Sledovací zařízení jsou dnes nejen mnohem přesnější, ale především citlivější k samotným zvířatům. Díky miniaturizaci a pokročilým materiálům jsou vysílače výrazně lehčí než dříve, což umožňuje jejich použití i u menších druhů, které bylo dříve obtížné – nebo dokonce nemožné – sledovat bez rizika negativního ovlivnění jejich přirozeného chování. Současně se prodloužila životnost baterií a zlepšila kvalita dat, která zařízení dokážou shromažďovat – ať už jde o přesnou lokalizaci, teplotu, hloubku ponoru nebo další ekologické proměnné. To vše dohromady posouvá výzkum volně žijících živočichů na novou úroveň, kde je možné zkoumat jejich život detailněji, ale zároveň s maximálním ohledem na jejich pohodu (Kays et al., 2015).

3.2 Metody sledování mořských želv – historie, současnost a budoucnost

3.2.1 Historické metody sledování

Historické metody sledování mořských želv byly primárně manuální, tedy závislé na přímé účasti člověka v terénu, a poskytovaly pouze omezené informace o životním cyklu, chování a migraci těchto živočichů. Nejčastěji využívanou technikou bylo mechanické značení (tzv. tagging), při němž byly želvám na přední ploutve připevňovány kovové nebo plastové identifikační štítky – ovšem u těchto metod byl zaznamenán častý výskyt ztráty štítků (tag loss) zejména u dlouhodobých studií (Wyneken et al., 2013). Později se začaly využívat i pasivní integrované transpondéry (PIT tagy), které umožňovaly přesnější a trvalejší identifikaci jednotlivců bez nutnosti vizuálního rozpoznávání (Seminoff, 2003; Sea Turtle Conservancy, 2025). Některé programy, jako např. Tour de Turtles (McWilliams, 2025) nebo projekty v rámci IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group (Balazs, 1999), využívaly i fotografickou dokumentaci specifických znaků krunýře a těla, což umožňovalo identifikaci jedinců i bez fyzického značení (Schroeder a

Murphy, 1999). Tato metoda, široce rozšířená od poloviny 20. století, umožňovala zpětnou identifikaci jednotlivců v případě jejich opětovného odchyty. Jejím hlavním omezením však byla nízká míra návratnosti a absence informací o aktivitě mezi jednotlivými záznamy.

Významnou roli v monitoringu populací mořských želv i dalších živočichů sehrávala přímá pozorování na hnízdištích, kde biologové sledovali četnost a chování samic během hnízdění, návratnost jednotlivých jedinců či morfologické znaky (Schroeder a Murphy, 1999). V současné době jsou tyto metody často kombinovány s moderními technologiemi, např. s vizuální identifikací pomocí fotografií nebo značením štítky, což zvyšuje spolehlivost dlouhodobého sledování. V některých případech se k rychlé identifikaci na hnízdištích používá i dočasné barvení krunýře, které umožňuje označit větší počet jedinců během krátkého časového úseku, přičemž barva obvykle po několika dnech zmizí (SeaTurtle, 2025).

Pro stanovení velikosti populace se uplatňuje metoda zpětného odchyty (capture-mark-recapture, CMR), která poskytuje údaje o růstových trendech, mortalitě a pohybových vzorcích populací. Tato metoda je široce využívána v mezinárodních studiích nejen u želv, ale i u ptáků, savců a dalších skupin živočichů. CMR umožňuje odhad přežívacích pravděpodobností a populační dynamiky, což je zásadní třeba pro management ohrožených druhů (Casale et al., 2007; USGS, 2018). Moderní přístupy zahrnují i prostorové modelování (spatial capture-recapture), které propojuje údaje o pohybu jedinců s jejich detekcí v terénu a umožňuje přesnější odhady populačních parametrů (Tourani, 2021).

V posledních letech se v některých regionech stále více uplatňuje také tradiční ekologická znalost (Traditional Ecological Knowledge, TEK), která vychází z dlouhodobých pozorování a zkušeností místních komunit. TEK je cenným zdrojem informací o sezónních migracích, potravních preferencích i reprodukčních cyklech želv a dalších živočichů. V mezinárodním kontextu je TEK stále častěji začleňována do vědeckých studií a managementu přírody, protože přináší unikátní pohled na dlouhodobé změny v ekosystémech a může doplňovat data získaná moderními metodami (Johannes, 1981; Werdel, 2024; SWOT, 2025).

Přestože jsou tradiční techniky přímého pozorování, značení a zpětného odchyty dnes z velké části nahrazovány moderními technologiemi, stále představují důležitý referenční rámec pro dlouhodobé srovnávací studie a validaci výsledků získaných novějšími metodami (USGS, 2018; Tourani, 2021; Werdel, 2024).

3.2.2 Moderní metody sledování

Rozvoj moderních technologií zásadně proměnil možnosti sledování mořských želv a umožnil získávat detailní data o jejich chování i v odlehlých a dříve nepřístupných oblastech oceánu. Klíčový průlom představovalo zavedení satelitní telemetrie, která byla poprvé aplikována na želvách v 80. letech 20. století a dodnes tvoří základ většiny monitorovacích programů (Godley et al., 2008). Satelitní vysílače připevněné na krunýř poskytují data o geografické poloze, pohybových vzorcích, hloubce ponoru a teplotě okolní vody.

Mezi nejrozšířenější techniky sledování mořských želv patří satelitní a GPS telemetrie, přičemž každá metoda má specifické výhody v závislosti na biologii sledovaného druhu. GPS sledování je obzvlášť efektivní u druhů, které tráví hodně času na hladině – jako je např. kareta obrovská (*Chelonia mydas*) – nebo v oblastech s vysokou frekvencí vynořování (Hazel, 2009; Dujon et al., 2014). GPS jednotky poskytují vysoce přesná data, která jsou klíčová při modelování pohybových vzorců, využívání habitatů i ochrannářských zásahů (Coyne a Godley, 2005; Dwyer et al., 2015).

Rychle se rozvíjí také biometrická identifikace, která využívá algoritmy strojového učení ke sledování jednotlivců na základě vzorů šupin nebo kresby krunýře – např. pomocí neuronových sítí aplikovaných na fotografie z terénu (Hipiny et al., 2018). Tyto přístupy nabízejí neinvazivní a opakovatelný způsob identifikace bez nutnosti značení.

Velký význam má rovněž genetická analýza – studium DNA získané z krve, tkáně či vajec (nejčastěji mitochondriální DNA – mtDNA a mikrosatelitových markerů) umožňuje určit genetickou diverzitu, původ jednotlivců, a dokonce mapovat migrační trasy mezi hnízdišti a krmišti (Bowen a Karl, 2007; Godley et al., 2008). Tato data pomáhají sledovat, zda jsou jednotlivé populace izolované, nebo dochází ke genetickému toku mezi regiony.

V pobřežních vodách s omezenou rozlohou nebo tam, kde nelze využít satelitní přenos, jsou efektivní akustické vysílače. Tyto vysílače komunikují s pevně umístěnými podvodními přijímači a poskytují detailní informace o přítomnosti a pohybu želv (Hardin a Fuentes, 2021; Alexandri a Diamant, 2022). Tato metoda je běžná např. u juvenilních jedinců v chráněných lagunách nebo u druhů s omezenou migrací, protože umožňuje dlouhodobé a přesné sledování bez nutnosti přímého zásahu ze strany výzkumníků.

Nejnovější vývoj představuje nasazení autonomních podvodních vozidel (AUVs), která kombinují pokročilé kamery a výpočetní systémy pro autonomní sledování želv v

přírozeném prostředí, aniž by docházelo k rušení zvířat (Cai et al., 2023). Tato technologie umožňuje dlouhodobé a adaptivní sledování s minimální lidskou intervencí.

V oblasti sdílení a zpracování dat hrají důležitou roli také online platformy jako Movebank (globální úložiště sledovacích dat) a OceanTracks, který nabízí otevřené nástroje pro znázornění migračních tras mořských želv a dalších mořských megafaun (Movebank, 2025; Ocean Tracks, 2025). Umožňují tak integraci dat z různých zařízení a jejich analýzu v rámci mezinárodní spolupráce.

V blízké budoucnosti se očekává, že se vývoj v oblasti telemetrie zaměří na několik důležitých směrů. Jedním z hlavních trendů je miniaturizace satelitních vysílačů, což umožní sledovat i menší jedince, především mláďata. Tato vývojová fáze je zásadní zejména proto, že období tzv. „ztracených let“ u želv zatím zůstává nedostatečně prozkoumané. Díky spolupráci společností jako Lotek Wireless a iniciativ jako Upwell vznikají nové prototypy mikro-vysílačů, které váží pouhých 2,5 gramu a lze je použít u želv o hmotnosti kolem 100 gramů. Tyto zařízení dokážou zaznamenávat údaje o ponorech, hloubce nebo době strávené pod hladinou až po dobu osmi až dvanácti měsíců (Upwell, 2023).

Velkou roli bude hrát také propojení satelitních dat s dalšími environmentálními informacemi, např. o teplotě mořské hladiny, koncentraci chlorofylu nebo aktivitě rybolovu. Díky tomu lze lépe pochopit, kde se želvy pohybují, jaká místa jsou pro ně klíčová, a jak jsou ovlivňovány změnami klimatu (Rosch, 2024).

Důležitý je i pokrok v technikách uchycení vysílačů – nová generace zařízení je odolnější a umožňuje sběr dlouhodobějších a spolehlivějších dat, a to i u vysoce migrujících druhů, jako je např. kožatka velká (*Dermochelys coriacea*).

V neposlední řadě se očekává posílení mezinárodní spolupráce a další rozvoj sdílených datových platforem, které usnadní výměnu informací mezi výzkumnými týmy a pomohou koordinovat ochranu mořských želv napříč hranicemi (NOAA, 2019). Budoucnost výzkumu tak bude určována miniaturizací, propojením dat z více zdrojů, technickým vylepšením zařízení a širší mezinárodní spoluprací – a to vše s cílem zlepšit ochranu těchto ohrožených mořských tvorů v měnícím se světě.

4 TELEMETRIE – KLÍČOVÁ METODA SLEDOVÁNÍ

Telemetrie je cenným nástrojem pro studium pohybu a chování volně žijících živočichů a nachází široké uplatnění v ekologickém výzkumu i v ochraně přírody. Obecně ji lze definovat jako technologii umožňující sběr, přenos a zpracování dat na dálku (Barney, 2022). V biologii se telemetrie využívá k monitorování pohybu, behaviorálním studiím, sledování fyziologických parametrů nebo interakcí mezi jedinci (Hussey et al., 2015).

Existuje celá řada zařízení připevněných ke sledovaným jedincům zaznamenávající různé typy údajů – např. geografickou polohu, hloubku ponorů, teplotu vody nebo fyziologické procesy – a následně je odesílají k analýze. Tato technologie tak umožňuje vědcům získávat informace v reálném čase nebo s minimálním zpožděním, a to i z oblastí, které jsou jinak obtížně dostupné, jako jsou otevřená moře nebo hluboké oceány (Clark et al., 2006b; Dwyer et al., 2015).

Telemetrie se v oblasti výzkumu mořských želv ukázala jako mimořádně cenný nástroj, který umožňuje detailně sledovat migrační trasy, preferované oblasti výskytu, délku a frekvenci ponorů, teplotu prostředí a další ekologické aspekty života těchto živočichů. Tyto informace jsou zásadní nejen pro pochopení životních strategií mořských želv, ale především pro navrhování efektivních ochrannářských opatření (Hussey et al., 2015; Hays et al., 2016). Moderní telemetrické technologie poskytují vědcům unikátní možnost nahlédnout do skrytého života želv pod hladinou oceánů, kde by přímé pozorování nebylo možné. Neustálý technologický pokrok přináší stále přesnější a komplexnější data, která významně přispívají k hlubšímu porozumění ekologii mořských želv a k tvorbě cílených strategií na jejich ochranu (Kissling et al., 2013; Hussey et al., 2015). Jak shrnuje studie Hussey et al. (2015), telemetrie zásadně proměnila možnosti sledování pohybu a chování vodních živočichů a umožnila propojit jejich migrace s fyziologickými a environmentálními daty, což má přímý dopad na efektivní management a ochranu ohrožených druhů, včetně mořských želv.

Satelitní telemetrie byla zásadní např. ve studii Troëng et al. (2005), kde sledování hnízdících želv v Národním parku Tortuguero v Kostarice umožnilo popsat migrační koridory a identifikovat klíčové oblasti, kde se želvy krmí. Výsledky ukázaly, že želvy označené satelitními vysílači migrovaly na sever do potravních oblastí u Nikaraguy, Hondurasu a Belize. Tato data byla klíčová pro navrhování ochranných opatření v celém regionu. Podobně Wallace et al. (2010) využili satelitní telemetrii k pochopení prostorové ekologie a migračního chování mořských želv, což přineslo vhled do jejich biologie,

využívání stanovišť a ochrany. Studie Cuanha et al. (2015) pak kombinovala telemetrii a izotopovou analýzu, aby popsala migrační konektivitu a využití různých biotopů v Karibiku. Tyto přístupy umožnily efektivněji chránit klíčové oblasti a lépe porozumět ekologii mořských želv (Ocean Foundation, 2024).

Technologický vývoj v oblasti miniaturizace, energetické efektivity a snižování nákladů na telemetrická zařízení zásadně rozšiřuje jejich využití v biologickém výzkumu, což potvrzuje např. Clark et al. (2006a), kteří popsali nízkonákladový GPS systém umožňující dlouhodobé sledování zvířat i v náročných podmínkách. Jak upozorňuje Dwyer et al. (2015), volba konkrétní telemetrické technologie může významně ovlivnit přesnost a interpretaci prostorových dat, a proto je výběr vhodného systému klíčový. V praxi se telemetrické systémy dělí podle principu fungování a způsobu přenosu dat, přičemž v biologii se nejčastěji rozlišují na pasivní a aktivní telemetrii, z nichž každá má specifické výhody a oblasti využití (Clark et al., 2006b; Dwyer et al., 2015).

4.1 Historie telemetrie

Telemetrické sledování se jako nástroj pro studium volně žijících zvířat začalo využívat už na přelomu 50. a 60. let 20. století, kdy vědci poprvé použili VHF rádiové signály. Tento průlom umožnil zaznamenávat pohyb i skrytě žijících nebo nočních druhů, což do té doby nebylo možné. Technologie však byla technicky náročná a drahá – každé zvíře muselo být lokalizováno ručně v terénu pomocí triangulace, což bylo zvláště složité při sledování migrací na delší vzdálenosti (Umweltanalysen, 2024).

Zásadní změnu přinesly satelitní systémy, především meteorologické satelity Nimbus a později francouzsko-americký systém Argos, spuštěný v roce 1978. Tyto technologie umožnily automatický sběr lokalizačních dat zvířat i z velmi odlehklých nebo obtížně přístupných oblastí. Díky globálnímu pokrytí bylo možné sledovat např. tahy stěhovavých ptáků, migrace ledních medvědů, tučňáků nebo karibů na tisíce kilometrů – což bylo do té doby zcela nepředstavitelné (Craighead a Craighead, 1986; Berthold et al., 1992).

Další technologický skok nastal v 90. letech s nástupem GPS. Tyto systémy umožnily nejen přesnější, ale i častější zaznamenávání polohy zvířat. Navíc umožňují automatický přenos dat, což výrazně šetří čas a práci výzkumníků (Rempel et al., 1995; Tomkiewicz et al., 2010). Jak shrnují Clark et al. (2006b), právě tyto pokroky v telemetrii otevřely zcela nové možnosti pro studium zvířecí ekologie v měřítku, které dříve nebylo dosažitelné.

Přesnost starších telemetrických technologií, jako byly VHF a první satelitní systémy, nebyla dostatečná pro detailní ekologické studie, což vedlo na počátku 90. let k zavedení GPS telemetrie, která umožnila získávat vysoce přesné údaje o poloze sledovaných jedinců (Clark et al., 2006b; Tomkiewicz et al., 2010; Movebank, 2025). GPS technologie se ukázala jako zásadní zejména při sledování mořských druhů, např. mořských želv, kde významně přispěla k objasnění migračních tras, preferovaných stanovišť a faktorů ovlivňujících přežití (Hays et al., 2003; Godley a Wilson, 2008). Přesto však její širší využití dlouho omezovaly vysoké náklady, omezená kapacita úložiště a nutnost častého stahování dat (Clark et al., 2006b; Tomkiewicz et al., 2010). Tyto limity vedly k rozvoji dalších metod, jako jsou geolokační senzory, dataloggery nebo zařízení umožňující nejen sledování pohybu, ale i detailní analýzu chování, potápěčských aktivit a energetických nároků zvířat (Godley et al., 2008; Block et al., 2011).

Vedle těchto moderních technologií se v některých případech stále uplatňují i tradiční metody, například analýza stop, které jsou využívány zejména při studiu suchozemských druhů (Godley a Wilson, 2008). Kombinace různých metod, jako je GPS telemetrie, satelitní sledování a geolokační senzory, pak umožňuje získávat komplexní informace o pohybu, chování a ekologii zvířat, což významně přispívá k hlubšímu porozumění jejich životním strategiím a k efektivnější ochraně ohrožených druhů (Clark et al., 2006b; Godley a Wilson, 2008; Block et al., 2011).

4.2 Aktivní telemetrie

Aktivní telemetrie představuje zásadní nástroj ekologického výzkumu, který umožňuje sledovat pohyb, chování a interakce živočichů v reálném čase. Tato technologie využívá zařízení připevněné na sledovaném jedinci, které aktivně vysílá signál přijímaný výzkumníky bez nutnosti jejich přímé přítomnosti v terénu. U mořských želv je tato metoda klíčová pro získání aktuálních a detailních informací o jejich chování (Weber et al., 2013; Hussey et al., 2015).

V průběhu posledních dekád bylo vyvinuto několik metod aktivní telemetrie, které se liší způsobem přenosu signálu i vhodností pro různé prostředí. Technologie se neustále vyvíjí a dnes umožňuje sledování širokého spektra živočišných druhů – od drobného hmyzu až po velké savce (Kissling et al., 2013).

Aktivní telemetrie je u mořských želv klíčovým nástrojem pro studium jejich migrace, prostorového chování a výběru stanovišť v přírodních podmínkách. Sledovací zařízení, která jsou nejčastěji upevněna na krunýři želv, využívají různé technologické principy –

od rádiové a akustické telemetrie až po satelitní systémy, které dnes představují nepokročilejší a nejrozšířenější metodu sledování těchto živočichů (Dodge et al., 2014; Griffin et al., 2020; NOAA, 2025). Rádiová telemetrie je vhodná zejména v pobřežních a sladkovodních oblastech, kde je možné signál přijímat z blízkosti, zatímco akustická telemetrie umožňuje detailní sledování pohybu v omezených lokalitách pomocí sítě podvodních přijímačů (Griffin et al., 2020). Satelitní telemetrie pak umožňuje sledovat i dlouhodobé a dálkové migrace přes oceány, včetně detailního záznamu trasy, potápěčského chování a využívaných biotopů (Dodge et al., 2014; Evans et al., 2019).

Výběr konkrétní technologie závisí na cílech výzkumu, prostředí i životní fázi sledovaných jedinců, přičemž kombinace různých metod často přináší nejkomplexnější výsledky (Dodge et al., 2014; Griffin et al., 2020; NOAA, 2025; Manning et al., 2025).

4.2.1 Rádiová telemetrie

Radiová telemetrie patří mezi nejstarší metody sledování pohybu a chování volně žijících zvířat. Funguje na principu vysílání rádiového signálu z malého vysílače, který je připevněn přímo na tělo sledovaného jedince – např. na krunýř mořské želvy. Tento signál je následně zachytáván pomocí přijímače v terénu, často s využitím směrových antén. Výzkumníci pak určují polohu zvířete buď přímo, nebo pomocí triangulace z více míst (Tomkiewicz et al., 2010; NOAA, 2025).

Velkou výhodou této metody je její jednoduchost a relativně nízká cena, díky čemuž je stále oblíbená zejména v pobřežních nebo sladkovodních lokalitách. Umožňuje sledovat i menší druhy nebo mláďata, protože samotné vysílače jsou lehké a nenáročné na energii. Na druhou stranu má rádiová telemetrie několik zásadních omezení – především krátký dosah signálu (většinou jen stovky metrů až několik kilometrů), vliv terénních překážek a nutnost fyzické přítomnosti výzkumníků v místě sledování. To je časově i logisticky náročné, zvláště pokud se jedná o druhy, které se pohybují na velké vzdálenosti nebo v obtížně přístupném prostředí (Gutema, 2015; Movebank, 2025).

U mořských želv se tato metoda nejvíce využívala v počátcích výzkumu – např. ke sledování pohybu v pobřežních lagunách nebo při návratu samic na hnízdiště. V těchto případech bylo možné signál zachytit z pláže nebo z malého člunu. Dnes se rádiová telemetrie u želv používá spíše výjimečně a často jen jako doplněk k modernějším technologiím, jako je GPS nebo satelitní sledování, které umožňují získávat data i z otevřeného oceánu a na mnohem větší vzdálenosti (Tomkiewicz et al., 2010).

4.2.2 Akustická telemetrie

Akustická telemetrie je významnou metodou pro sledování mořských želv, zejména v pobřežních oblastech a částečně uzavřených mořských prostředích, jako jsou laguny, zálivy nebo ústí řek, kde satelitní sledování ztrácí přesnost nebo není technicky proveditelné. Metoda je založena na připevnění malého vysílače (akustického tagu) na tělo želvy, který pravidelně vysílá zvukové signály o specifické frekvenci. Tyto signály jsou zachytávány stacionárními podvodními přijímači, tzv. „poslouchacími stanicemi“, rozmístěnými v určené oblasti (Heupel et al., 2006).

Princip fungování spočívá v tom, že každý vysílač má unikátní identifikátor, který umožňuje rozlišit jednotlivé sledované jedince. Vysílače mohou být naprogramovány tak, aby vysílaly signály v určitém intervalu, a některé modely mohou navíc zaznamenávat i další parametry, jako je teplota okolní vody nebo hloubka ponoru (Luo et al., 2018).

Využití u mořských želv je nejčastější v oblastech, kde želvy tráví delší čas – typicky při hledání potravy nebo v období po vylihnutí. Např. juvenilní karety obrovské (*Chelonia mydas*) nebo karety pravé (*Eretmochelys imbricata*) bývají sledovány v lagunách, mangrovových oblastech nebo v mělkých korálových útesech (Hardin a Fuentes, 2021; Matley et al., 2022). Data získaná pomocí akustické telemetrie umožňují výzkumníkům detailně analyzovat prostorové chování želv, včetně jejich věrnosti k určitému stanovišti nebo denních a sezónních pohybových vzorců (Hardin a Fuentes, 2021; Lamont et al., 2023).

Jednou z hlavních výhod akustické telemetrie je schopnost poskytovat přesná a kontinuální data o pohybu mořských želv v rámci předem vymezeného akustického pole. V porovnání se satelitním sledováním bývá tato metoda často finančně méně náročná a akustické vysílače navíc obvykle vydrží v provozu déle – někdy i více než rok – což je velkou výhodou pro dlouhodobé ekologické studie (Heupel et al., 2006; Luo et al., 2018).

Na druhou stranu je účinnost akustické telemetrie silně ovlivněna místními podmínkami. Přenos zvukového signálu může být narušen např. hloubkou vody, slaností, teplotním vrstvením nebo členitostí mořského dna, což může vést ke ztrátám či zkreslení signálu (Dwyer et al., 2015). Aby byla pokryta celá sledovaná oblast a minimalizovaly se mezery v datech, je nezbytné důkladně naplánovat hustotu a rozmístění přijímačů (Espinoza et al., 2011).

Celkově je akustická telemetrie velmi užitečným nástrojem pro detailní sledování lokálního pohybu mořských želv, zejména v místech, kde je důležité pochopit jejich interakci s prostředím nebo hodnotit účinnost mořských chráněných oblastí (Hardin a

Fuentes, 2021; Lamont et al., 2023). V kombinaci s dalšími metodami, jako jsou pasivní značky nebo satelitní vysílače, umožňuje získat komplexní a podrobnější pohled na chování i životní cyklus těchto ohrožených druhů (Matley et al., 2022).

4.3 Pasivní telemetrie

Pasivní telemetrie tvoří jednu ze dvou základních forem sledování živočichů v ekologickém a ochranářském výzkumu a často slouží jako doplněk k aktivní telemetrii. Je charakteristická tím, že zařízení připojené ke zvířeti nebo implantované do jeho těla samo o sobě nevysílá signál, ale reaguje pouze na podnět z vnějšího čtecího zařízení. Identifikace a záznam přítomnosti zvířete tak probíhá pouze v okamžiku, kdy se jedinec dostane do těsné blízkosti čtečky, která aktivuje odpověď čipu (např. RFID tagu). Oproti aktivním systémům pasivní telemetrie neumožňuje kontinuální sledování pohybu ani přenos dat v reálném čase, což omezuje její využití na specifické situace, například monitorování průchodů nebo využívání konkrétních lokalit (Cooke et al., 2004; Jepsen et al., 2015). Přesto je tato metoda ceněna pro svou nenáročnost, dlouhou životnost značek a minimální zásah do života sledovaných živočichů, což ji činí vhodnou zejména pro dlouhodobé studie v chráněných oblastech nebo při sledování menších druhů (Jepsen et al., 2015; Hussey et al., 2015).

Z technologického hlediska pasivní telemetrie obvykle využívá tzv. PIT (Passive Integrated Transponder) transpondéry, někdy označované jako pasivní RFID (Radio-Frequency Identification) zařízení. Tyto transpondéry, často velikosti ~10 mm, se implantují do měkkých tkání zvířete, nejčastěji pod kůži nebo do svalu. Pasivní transpondér neobsahuje vlastní zdroj napájení – aktivuje se až v momentě, kdy se dostane do blízkosti čtecího zařízení, které vyšle rádiový signál, na který transpondér odpoví. Tento systém poskytuje jednoznačnou identifikaci zvířete, která se využívá především v dlouhodobých studiích, kde je nutné jednotlivce opakovaně poznávat (Hays et al., 2016).

U mořských želv se pasivní telemetrie používá především v kontextu hnízdních pláží, kde je možné želvy opakovaně zachytit během hnízdní sezóny. Identifikace pomocí PIT tagů umožňuje sledování věrnosti k hnízdišti, frekvence návratů, reprodukční úspěšnosti a demografických charakteristik populace. Díky tomu je možné shromažďovat dlouhodobá data o životních cyklech želv, což je klíčové pro efektivní řízení populací a ochranu druhu. Např. studie na plážích Kostariky a Mexika ukázaly, že samice karety pravé (*Eretmochely imbricata*) se často vrací na stejné místo ke kladení vajec po dobu několika let (Troëng et al., 2005).

Hlavní výhodou pasivní telemetrie je její jednoduchost, dlouhá životnost čipů, nízké náklady. Transpondéry jsou extrémně odolné a vydrží často po celou dobu života želvy, což je výhodné pro sledování dlouhověkých druhů. Na rozdíl od aktivních vysílačů nevyžadují častou výměnu baterií ani složité logistické zabezpečení. Pasivní systémy jsou rovněž vhodné v prostředích, kde nelze efektivně využít satelitní nebo akustické metody, např. v místech s vysokým ruchem nebo v chráněných oblastech s omezeným přístupem pro výzkumníky (Schofield et al., 2007).

Nevýhodou této metody však zůstává její omezený dosah – detekce je možná pouze při přímém kontaktu nebo v bezprostřední blízkosti čtecího zařízení. V praxi to znamená, že želva musí být znovu nalezena, např. při návratu na hnízdní pláž, nebo že musí projít v těsné blízkosti stacionárního snímače, což je logisticky náročné zejména v mořském prostředí (Addison et al., 2002; Schofield et al., 2007). Vzhledem k tomu, že většinu svého života tráví mořské želvy ve volném oceánu, kde je jejich detekce velmi obtížná, má pasivní telemetrie své limity a je spíše doplňkem než náhradou za aktivní sledovací systémy (Hays et al., 2016; Alexandri a Diamant, 2022).

Přestože má pasivní telemetrie své limity, zůstává cenným nástrojem zejména při výzkumu mořských želv na souši. Pomocí PIT tagů lze sledovat konkrétní jedince napříč sezónami a vyhodnocovat tak např. jejich věrnost hnízdišti nebo úspěšnost ochranných opatření. Když se tato data propojí s genetickými analýzami nebo klasickým značením, vzniká ucelený obrázek o chování a struktuře populace – klíčový podklad pro její účinnou ochranu (Schofield et al., 2007; Hays et al., 2016).

4.4 Srovnání aktivní a pasivní telemetrie

Při srovnání aktivní a pasivní telemetrie (Tab. č. 1) v kontextu sledování mořských želv je zřejmé, že každá metoda má své přednosti i limity. Jejich vhodnost závisí na typu prostředí, zkoumaných aspektech chování a dostupných zdrojích (Godley et al., 2008; Hussey et al., 2015). Pasivní telemetrie se uplatňuje zejména při dlouhodobém sledování jednotlivců, např. na hnízdních plážích, kde je možné želvy opakovaně zachytit. PIT tagy umožňují jednoznačnou identifikaci zvířat a jsou cenově dostupné, odolné a nenáročné na údržbu. Tato metoda je široce využívána pro monitorování návratnosti želv na hnízdní pláže a pro studium jejich životní historie (Schofield et al., 2007; Hays et al., 2016). Nevýhodou je nutnost fyzického kontaktu nebo přítomnosti želvy v těsné blízkosti čtecího zařízení, což omezuje využití této metody ve volném moři, kde je pravděpodobnost opětovného zachycení velmi nízká (Schofield et al., 2007).

Oproti tomu aktivní telemetrie umožňuje sběr dat na větší vzdálenosti, často v reálném čase, a poskytuje detailní informace o migracích, prostorovém chování a výběru stanovišť, které by jinak zůstaly výzkumníkům zcela skryté (Godley et al., 2008; Hussey et al., 2015). V prostředí mořských ekosystémů se osvědčují především akustické a satelitní systémy. Akustická telemetrie je vhodná zejména v pobřežních oblastech, kde lze instalovat přijímače, zatímco satelitní telemetrie umožňuje sledovat pohyb želv na tisíce kilometrů napříč oceány (Hays et al., 2016). Zejména satelitní telemetrie se stala klíčovým nástrojem při sledování mořských želv v oceánském prostředí, neboť poskytuje cenné údaje o migračních trasách, využívání stanovišť a odpovědích na environmentální změny (Godley et al., 2008; Hussey et al., 2015; Hays et al., 2016). Významným přínosem je také možnost kombinace telemetrických dat s environmentálními informacemi, což umožňuje komplexnější pochopení ekologie a ochrany mořských želv (Hays et al., 2016).

Tab. č. 1.: Srovnání aktivní a pasivní telemetrie z hlediska využití u mořských želv

Parametr	Aktivní telemetrie	Pasivní telemetrie
Způsob přenosu dat	aktivní – vysílá signál (rádiový, akustický, satelitní)	pasivní – odpovídá pouze při blízkém kontaktu s čtečkou
Dosah sledování	velký (desítky až tisíce kilometrů, u satelitní globální)	velmi malý (nutná přímá detekce na místě)
Využití v oceánu	vysoké, zejména pro migrující druhy	omezené, především na hnízdních plážích
Frekvence sběru dat	kontinuální nebo pravidelná, závisí na baterii	nepravidelná, pouze při kontaktu
Životnost zařízení	omezená – měsíce až roky	velmi dlouhá – desítky let
Cena	vyšší náklady	nízké náklady
Vhodnost pro mořské želvy	vysoká – zejména satelitní technologie	nízká až střední – vhodná jako doplněk v hnízdních oblastech

Kombinace obou metod často přináší nejucelenější pohled na životní strategie mořských želv a umožňuje efektivnější plánování jejich ochrany (Clark et al., 2006b; Godley et al., 2008). Z hlediska celkové efektivity, rozsahu využití a vědeckého přínosu je aktivní telemetrie považována za vhodnější metodu pro sledování mořských želv. Její schopnost poskytovat komplexní prostorová data o pohybu zvířat ve volném oceánu z ní činí nepostradatelný nástroj pro výzkum a ochranu těchto ohrožených druhů (Hussey et al., 2015; Hays et al., 2016).

5 SROVNÁNÍ RŮZNÝCH METOD SLEDOVÁNÍ

Vědecké sledování mořských želv využívá řadu technologií, mezi které patří satelitní telemetrie (Argos, GPS, Fastloc), akustická telemetrie, dataloggery, geolokátory či klasické značkování. Každá metoda má svá specifika, přičemž jejich účinnost a vhodnost závisí na zvoleném cíli výzkumu. Následující přehled porovnává jednotlivé metody podle čtyř základních kritérií.

5.1 Přesnost lokalizace

Nejpřesnější údaje o poloze poskytují vysílače Fastloc GPS, které dokážou určit polohu želvy s přesností několika metrů i při krátkém vynoření na hladinu (Dujon et al., 2014). Díky tomu se hodí ke sledování prostorového chování, např. využívání konkrétních částí potravních oblastí nebo pohybu během hnízdění (Schofield et al., 2007; Christiansen et al., 2017).

Systém Argos má obecně nižší přesnost – poloha může být nepřesná o stovky metrů až kilometry (Godley et al., 2008). I přesto se často používá kvůli nižší ceně a delší výdrži (Hawkes et al., 2011). Při porovnávání výsledků je ale potřeba počítat s tím, že nepřesná data mohou výrazně zkreslit například odhad velikosti domovského okrsku (Witt et al., 2010; Thomson et al., 2017).

Akustická telemetrie nabízí velmi přesná data, ale funguje jen v oblastech, kde jsou nainstalované přijímače – tedy obvykle v mělkých pobřežních vodách. Využívá se proto spíše na sledování chování želv v malém prostoru než při sledování migrací (Weber et al., 2013).

5.2 Finanční náklady

Satelitní zařízení patří mezi finančně nejnáročnější technologie. Cena jednoho vysílače může přesáhnout tisíc dolarů, a navíc je nutné hradit i náklady na datový přenos – roční licence (Hays et al., 2007). Celkové výdaje se dále zvyšují o cestovné, lodní dopravu a náklady na terénní tým, které jsou nezbytné pro nasazení a údržbu zařízení. Oproti tomu akustické vysílače a přijímače jsou zpravidla levnější, ale vyžadují instalaci stacionárních sítí. Geolokátory a dataloggery jsou cenově dostupnější, ale jejich použití je omezeno nutností fyzického znovuzískání zařízení, což zvyšuje riziko ztráty dat (Fuller et al., 2008).

5.3 Výdrž zařízení

Životnost zařízení závisí na kapacitě baterie, typu přenosu dat, teplotě a hloubce ponorů. Nejdelší výdrž mají pasivní dataloggery, které aktivně neodesílají data a mohou fungovat i několik let. Satelitní vysílače mají většinou životnost několik měsíců až jednoho roku, přičemž jejich výdrž ovlivňuje velikost baterie a frekvence přenosu (Hart et al., 2021). Akustické vysílače mohou fungovat několik let, ale závisí na dostupnosti přijímačů v dané oblasti (Hardin et al., 2024).

5.4 Vliv na chování želv

Různé technologie sledování mořských želv se liší v míře zásahu do jejich přirozeného chování. Satelitní vysílače upevněné na krunýř mohou zvyšovat odpor ve vodě a ovlivnit potápění nebo energetickou bilanci, hlavně u menších želv (Hays et al., 2007; Christiansen et al., 2017). Některé studie dokonce ukazují, že větší zařízení mohou měnit migrační chování nebo zkracovat potápěčské intervaly (Seminoff et al., 2012; Jones et al., 2012).

Akustické a optické značky jsou menší a obvykle méně rušivé (Heupel et al., 2006), ale mají omezený dosah – akustické fungují jen v oblastech s přijímači, optické zase závisí na přímém pozorování (Hussey et al., 2015).

Geolokátory a dataloggery jsou nejšetrnější, protože jsou velmi lehké, ale musí se znovu získat, což je náročné a může vést ke ztrátě dat (Papi et al., 2000; Witt et al., 2010). I tak jsou vhodné pro sledování menších druhů nebo mláďat, kde by větší vysílače byly příliš zatěžující.

Při výběru technologie je proto vždy potřeba hledat rovnováhu mezi kvalitou dat a dopadem na zvíře (Wilson a McMahon, 2006; Godley et al., 2008).

5.5 Satelitní sledování vs. jiné metody sledování

Satelitní sledování je jednou z nejpokročilejších metod pro výzkum mořských želv. Umožňuje sledovat jejich pohyb a chování na globální úrovni, často v reálném čase a bez ohledu na polohu. Je klíčové pro zjišťování migračních tras, hnízdních i potravních oblastí a podporuje mezinárodní ochranu populací (Godley et al., 2008; Hays et al., 2016). Nevýhodou jsou však vysoké náklady, omezená výdrž baterie a možný negativní dopad na želvy – zvláště pokud zařízení není dobře uchyceno (Hays et al., 2007; Christiansen et al., 2017).

Akustická telemetrie je vhodná pro podrobné sledování v menších, často pobřežních oblastech. Poskytuje přesná data o prostorovém chování a reakcích na místní podmínky (Hardin et al., 2024). Je ale omezena dosahem signálu a nutností instalace přijímačů, takže se nehodí pro sledování dlouhých migrací.

Geolokační a světelné loggery jsou méně invazivní alternativou, vhodnou i pro menší nebo citlivější jedince. Umožňují dlouhodobé sledování, ale data lze získat jen při opětovném odchytu želvy, což snižuje úspěšnost a může vést ke ztrátám dat (Witt et al., 2010).

Nejlepších výsledků se dosahuje kombinací více metod. Spojení satelitního a akustického sledování či biologického značení umožňuje sledovat jak rozsáhlé oceánské přesuny, tak detailní pohyb v konkrétních lokalitách (Hussey et al., 2015).

5.6 Případové studie a praktické aplikace

Díky moderním sledovacím technologiím dnes víme o životě mořských želv mnohem víc než kdy dřív. Vědci využívají různé typy přístrojů – od akustických vysílačů až po vysoce přesné GPS loggery – které zaznamenávají pohyb želv na krátké i dlouhé vzdálenosti. Když se tyto metody zkombinují, získáme ucelený přehled o jejich chování jak v pobřežních oblastech, tak během oceánských migrací.

Akustická telemetrie, založená na šíření zvukových signálů pod vodou, se nejvíc osvědčila při sledování želv v mělčinách. Addison et al. (2002) sledovali pomocí této metody pohyb karet obecných (*Caretta caretta*) na západním pobřeží Floridy. Díky tomu mohli zmapovat jejich aktivity po skončení hnízdění. Kombinací akustické a satelitní technologie pak využil Hussey et al. (2015), který sledoval pohyb želv nejen na malém prostoru, ale i při delších migracích napříč oceánem.

Satelitní sledování se hodí hlavně při studiu dlouhých přesunů. Ve studii Nichols et al. (2000) se díky satelitním datům potvrdila transpaciřká migrace karety obecné (*Caretta caretta*) z Japonska až na západní pobřeží USA. Coyne a Godley (2005) pak ukázali, že propojení satelitního sledování s daty z předchozího značení pomocí nástroje STAT umožňuje velmi podrobnou analýzu migračních tras.

Geolokační zařízení, která určují polohu na základě světla, se využívají především při sledování dlouhodobých tras mimo dosah GPS. Kupříkladu Fuller et al. (2008) použili světelné geolokátory k mapování migrace karet obecných (*Caretta caretta*), přičemž připojené dataloggery zaznamenávaly i hloubku ponorů a teplotní preference těchto želv.

Velký pokrok v přesnosti sledování přinesly GPS loggery, zejména technologie Fastloc GPS. Ta umožňuje přesně zaznamenat polohu i při velmi krátkém vynoření želvy na hladinu. Schofield et al. (2007) díky této technologii detailně popsali pohyb samic karety obecné (*Caretta caretta*) v oblasti řeckého ostrova Zakynthos. Výsledky ukázaly, že samice se před kladením vajec pohybují hlavně v mělčinách s hloubkou do 4 metrů – a právě takto precizní data by běžné satelitní značky nedokázaly zachytit. Tato zjištění byla možná díky zařízení TrackTag, které data zpracovává zpětně, a tím dosahuje vysoké přesnosti a četnosti záznamu.

Dujon et al. (2014) dále potvrdil, že kombinace Fastloc GPS a klasického satelitního přenosu výrazně zvyšuje přesnost získaných dat, aniž by zvyšovala zátěž pro sledované želvy.

Čím dál častěji se také propojují sledovací data s informacemi o prostředí – např. o oceánských proudech, teplotě vody nebo koncentraci chlorofylu. Mansfield et al. (2014) sledovali neonatální karety obrovské (*Chelonia mydas*) a ukázali, že mladé želvy během tzv. „ztracených let“ aktivně využívají oceánské proudy. Hays et al. (2016) zdůrazňují, že právě kombinace sledovacích dat s modely změn klimatu pomáhá odhalit, jak se mohou migrační trasy želv v budoucnu měnit.

Tyto příklady ukazují, že největší přínos přináší propojení více technologií. Akustická telemetrie pomáhá v mělčinách, GPS loggery poskytují detailní pohled na každodenní chování a satelitní značky umožňují sledovat migrace na velké vzdálenosti. Kombinací těchto metod získávají vědci důležité informace pro ochranu želv a jejich klíčových stanovišť.

6 SATELITNÍ SLEDOVÁNÍ JAKO NEJPOKROČILEJŠÍ METODA

Satelitní sledování představuje v současnosti nejpokročilejší metodu monitoringu pohybu a chování mořských želv. Tato technologie umožňuje detailní záznamy pohybových vzorců želv v reálném čase a poskytuje cenné informace pro jejich management, ochranu a plánování ochrannářských opatření (Godley et al., 2008; Dwyer et al., 2015; Hart et al., 2021). Satelitní sledování umožnilo např. odhalit klíčové migrační trasy, oblasti krmení a hnízdění, stejně jako reakce želv na změny v prostředí, což by jinak zůstalo skryto (Hays a Hawkes, 2018).

Historie satelitního sledování sahá až do 80. let 20. století (viz výše), kdy byla tato technologie poprvé použita pro studium pohybu a migrace volně žijících živočichů, včetně mořských želv (Stoneburner, 1982; Balazs et al., 1987). Od té doby prošla výrazným vývojem – dnešní satelitní vysílače jsou menší, lehčí, energeticky úspornější a schopné zaznamenávat nejen polohu, ale i další environmentální parametry, jako je teplota vody, hloubka ponoru nebo rychlost pohybu (Clark et al., 2006b; Hays a Hawkes, 2018). Existuje několik typů satelitních sledovacích zařízení, které se liší v přesnosti, způsobu přenosu dat a oblasti použití, přičemž nejčastěji využívané jsou systémy Argos a GPS (Hays a Hawkes, 2018; Hart et al., 2021).

Technologie Argos je tradičnější metodou využívanou při sledování mořských želv. Vysílače Argos vysílají pravidelné signály, které zachytávají satelity a určují tak polohu zvířete na základě Dopplerova efektu. Přesnost lokalizace metodou Argos se zpravidla pohybuje v rozmezí od několika set metrů až po několik kilometrů, což je dostatečné pro sledování migrací na dlouhé vzdálenosti (Coyne a Godley, 2005; NOAA, 2024).

GPS technologie oproti tomu poskytuje výrazně přesnější lokalizaci, často s přesností několika metrů. GPS vysílače pracují s rozsáhlou sítí družic, které umožňují okamžité a velmi přesné určení polohy jedince (Dwyer et al., 2015; Mapotic, 2025). Moderní sledovací jednotky často kombinují obě technologie – Argos pro přenos dat a GPS pro přesnou lokalizaci (Hays a Hawkes, 2018; Hart et al., 2021).

Získaná data poskytují komplexní informace o migračních trasách, habitatových preferencích, rychlosti pohybu a chování jedinců v průběhu různých životních fází (Conserveturtles, 2025i). Tyto poznatky jsou nenahraditelné při tvorbě efektivních strategií ochrany druhů, jelikož umožňují identifikovat kritická místa výskytu želv a oblasti, které vyžadují zvýšenou pozornost ochrany (Cyr a Nebel, 2013; Hays a Hawkes, 2018).

Ačkoliv satelitní sledování přináší nesmírně cenné údaje, je třeba vzít v úvahu i omezení spojená s touto metodou, jako jsou náklady na zařízení, omezená životnost vysílačů a vliv velikosti zařízení na chování sledovaných jedinců (Godley et al., 2008; Dwyer et al., 2015). Přesto představuje satelitní sledování klíčovou metodu pro detailní poznání a efektivní ochranu mořských želv, jejíž význam neustále roste s vývojem nových technologií a přístupů (Cooke et al., 2004; Hays a Hawkes, 2018).

6.1 SWOT analýza satelitního sledování mořských želv

Silné stránky (Strengths)

- Přesné sledování pohybu: Satelitní sledování umožňuje detailní mapování migračních tras želv a identifikaci klíčových oblastí pro rozmnožování, krmení i migrování (NOAA, 2024; SeaTurtle, 2025b).
- Monitoring v reálném čase: Poskytuje aktuální informace o poloze želv, což je klíčové zejména v ohrožených oblastech s intenzivní lidskou aktivitou (Sea Turtle Conservancy, 2025k).
- Dlouhý dosah: Na rozdíl od jiných metod není satelitní sledování geograficky omezené, což je výhodné pro druhy s rozsáhlými migračními areály (Hays et al., 2016).
- Získávání biologických dat: Kromě polohy lze zaznamenávat i údaje o teplotě, hloubce ponorů či rychlosti pohybu (Dwyer et al., 2015).
- Ochrana ohrožených druhů: Identifikace rizikových oblastí, jako jsou rybářské zóny, umožňuje navrhnout cílená ochranná opatření (Godley et al., 2007).

Slabé stránky (Weaknesses)

- Vysoké náklady: Vývoj, výroba a provoz satelitních zařízení je finančně náročný (Hays et al., 2016).
- Omezená životnost baterie: Výdrž vysílačů často omezuje délku období, po které lze želvu sledovat (Dwyer et al., 2015).
- Možnost selhání zařízení: Technické problémy, predace nebo kontakt s rybářskými sítěmi mohou zařízení poškodit (SeaTurtle, 2025b).
- Ovlivnění chování: Připevnění vysílače může u některých želv ovlivnit jejich přirozené chování, zejména u menších druhů (Godley et al., 2007).
- Závislost na vynoření: Data jsou přenášena pouze při vynoření želvy nad hladinu, což může být nepravidelné (NOAA, 2024).

Příležitosti (Opportunities)

- Technologický pokrok: Vývoj menších zařízení, nových materiálů a baterií s delší životností rozšiřuje možnosti využití satelitního sledování (Dwyer et al., 2015).
- Mezinárodní spolupráce: Sdílení dat mezi výzkumnými týmy na celosvětové úrovni podporuje lepší koordinaci ochrannářských aktivit (Movebank, 2025).
- Zvýšená osvěta veřejnosti: Projekty jako „Tour de Turtles“ využívají sledovací data ke vzdělávání a angažování veřejnosti v ochraně želv (McWilliams, 2025).
- Rozšíření aplikací: Technologie lze adaptovat i pro sledování dalších mořských druhů (Oliver Ridley Project, 2023).
- Vědecký rozvoj: Satelitní data přináší nové poznatky o ekologii mořských želv, migračních vzorcích a jejich reakcích na klimatické změny (Hays et al., 2016; Hays a Hawkes, 2018).

Hrozby (Threats)

- Poškození zařízení: Mechanické poškození vysílačů vlivem predátorů nebo lidské činnosti může vést ke ztrátě dat (Dwyer et al., 2015).
- Ztráta signálu: V hluboké nebo zakalené vodě může docházet k výpadkům přenosu dat (NOAA, 2024).
- Regulační omezení: Právní předpisy upravující použití sledovacích zařízení se liší mezi jednotlivými státy a mohou omezit sběr dat (Godley et al., 2007).
- Etické otázky: Připevňování zařízení na volně žijící zvířata vyvolává etické diskuse (Hays et al., 2016).
- Zneužití dat: Veřejné sdílení polohových údajů nese riziko jejich zneužití např. pytláky (Movebank, 2025).

6.2 Typy satelitních značek a jejich využití

Navzdory dlouholetému výzkumu o mořských želvách stále chybí podrobnější informace o jejich migračních trasách, využívání různých stanovišť nebo chování během potápění. Tyto poznatky jsou však klíčové pro plánování účinné ochrany těchto ohrožených druhů (Godley et al., 2008; Hays et al., 2016; Jeffers a Godley, 2016; Beal et al., 2022). Satelitní sledování patří mezi nejdůležitější nástroje, které pomáhají tyto znalostní mezery vyplnit – umožňuje totiž získávat prostorová a behaviorální data i z těžko přístupných oblastí oceánu (Godley et al., 2008; Jeffers a Godley, 2016; Hays a Hawkes, 2018).

Výběr vhodného satelitního vysílače je klíčový pro úspěšné sledování mořských želv. Parametry jako hmotnost vysílače, jeho výdrž, možnosti přenosu dat a typ připevnění přímo ovlivňují jak kvalitu získaných dat, tak i zdraví a chování sledovaných zvířat (Godley et al., 2008; Hays et al., 2016).

Většina moderních satelitních vysílačů pro mořské želvy využívá připojení přes systém Argos, často v kombinaci s technologií Fastloc GPS, která umožňuje velmi přesné určení polohy i při krátkém vynoření želvy na hladinu. Fastloc GPS dokáže získat přesnou polohu během zlomku sekundy, což je zásadní pro sledování druhů, které se na hladině zdržují jen velmi krátce (Dujon et al., 2014; Wildlife Computers, 2025). Přesnost lokalizace se běžně pohybuje kolem 20–50 metrů, což je výrazně lepší než u samotného systému Argos (Hazel, 2009; Dujon et al., 2014). Typickými příklady jsou modely jako Wildlife Computers SPLASH10-F, Lotek FastGPS a KiwiSat K2G (Wildlife Computers, 2025; Lotek, 2025).

Většina značek (Tab. č. 2) využívá připojení přes systém Argos, často v kombinaci s GPS, např. Wildlife Computers SPLASH10-F, Lotek F6G 376B (Wildlife Computers, 2025; Lotek, 2025). Přesnost lokalizace se výrazně zvyšuje použitím technologie Fastloc GPS, která umožňuje přesné určení polohy i při krátkém vynoření želvy (Wildlife Computers, 2025).

Hmotnost vysílače musí být dostatečně nízká, aby nezatěžovala želvy a neměnila jejich přirozené chování (Hays et al., 2007). Optimální hmotnost vysílačů pro menší a středně velké želvy se pohybuje v rozmezí 30–65 g ve vzduchu, což typicky odpovídá méně než 5 % jejich tělesné hmotnosti (Weber et al., 2013). U větších želv jsou však běžně používány i těžší modely, např. KiwiSat K2G 576E s hmotností až 360 g, které díky větší baterii poskytují delší provozní výdrž (Lotek, 2025b).

Výdrž baterie satelitních značek kolísá v závislosti na velikosti zařízení a frekvenci vysílání. Kupříkladu KiwiSat K2G 576E nabízí výdrž až 1400 dní, zatímco lehčí modely, jako je KiwiSat K2G 158C, vydrží přibližně 195 dní (Lotek, 2025b).

Doplňkové funkce, jako je měření hloubky ponoru, teploty vody nebo detekce ponoření/vynoření, jsou zásadní pro pochopení ekologického chování želv (Hussey et al., 2015). Tyto doplňkové funkce jsou důležité pro pochopení celkového chování želv – např. kdy a kde se potápějí, jak hluboko a kolik času tráví na hladině. Nejpokročilejší modely, jako Wildlife Computers SPLASH10-F, kromě přesné lokalizace zaznamenávají také detaily chování během plavání a potápění díky kombinaci Fastloc GPS a dalších integrovaných senzorů, včetně akustických čidel (Wildlife Computers, 2025).

Tab. č. 2.: Přehled nejpoužívanějších modelů.

Model	Typ připojení a Software	Datalogger	Max. hloubka [m]	Hmotnost [g] (vzduch/voda)	Výdrž baterie [dny]	Přípevnění	Doplňkové funkce	Cena zařízení [USD]	Cena za přenos [USD/rok]*	Doporučení
KiwiSat K2G 173A	satelitní (Argos)	ne	500	34 / 17,6	292	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim	995–1500	500–1000	malé želvy, mláďata, krátkodobé sledování
KiwiSat K2G 158C	satelitní (Argos)	ne	500	40/ 8,7	195	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE	995–1500	500–1000	malé želvy, mláďata, základní sledování
KiwiSat K2G 276A	satelitní (Argos)	ne	2000	112/ 19,3	575	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE	995–1500	500–1000	střední želvy, delší sledování
KiwiSat K2G 276B	satelitní (Argos)	ne	2000	120/ neurčeno	575	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE	995–1500	500–1000	střední želvy, hlubinné sledování
KiwiSat K2G 376E	satelitní (Argos)	ne	2000	240/ neurčeno	863	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE	995–1500	500–1000	velké želvy, dlouhodobé hlubinné sledování
KiwiSat K2G 576E	satelitní (Argos)	ne	2000	360/ neurčeno	1439	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE	995–1500	500–1000	velké želvy, dlouhodobé hlubinné sledování

Tab. č. 2.: (pokračování) Přehled nejpoužívanějších modelů.

Model	Typ připojení a Software	Datalogger	Max. hloubka [m]	Hmotnost [g] (vzduch/voda)	Výdrž baterie [dny]	Přípevnění	Doplňkové funkce	Cena zařízení [USD]	Cena za přenos [USD/rok]*	Doporučení
Lotek F6G 276F	satelitní (Argos) + Fastloc GPS	ne	2000	148/ 46,6	308	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE, poloha, Fastloc GPS	2200–2500*	500–1000	větší želvy, sledování s přesnou lokalizací
Lotek F6G 376B	satelitní (Argos) + Fastloc GPS	ne	2000	240/ 93,6	463	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE, poloha, Fastloc GPS	2200–2700	500–1000	velké želvy, dlouhodobé hlubinné sledování
Wildlife Computers SPLASH10-F-294	satelitní (Argos) + Fastloc GPS	ano	2000	208/ neurčeno	485	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE, poloha, Fastloc GPS	4000–4500*	500–1000	velké želvy, přesné sledování
Wildlife Computers SPLASH10-F-295	satelitní (Argos) + Fastloc GPS	ano	2000	225/ neurčeno	485	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE, poloha, Fastloc GPS	4300–4800*	500–1000	velké želvy, pro kožatky, hlubinné sledování
Wildlife Computers SPLASH10-F-321	satelitní (Argos) + Fastloc GPS	ano	2000	185/ neurčeno	240	epoxid na krunýř	wet/dry sensor, teplota, hloubka, duty cycling, haul-out režim, DIVE, poloha, Fastloc GPS	4500–5000*	500–1000	větší želvy, přesné sledování

*Poznámka č. 1.: Ceny jsou uvedeny jako orientační odhady na základě veřejně dostupných zdrojů a cen zvedených firmami, mohou se lišit v závislosti na konfiguraci, regionu a objemu objednávky. Aktuální ceny poskytují výrobci na vyžádání.

6.2.1 Správná volba pro sledování mořských želv

Na základě srovnání parametrů jednotlivých typů satelitních vysílačů lze za nejvhodnější modely pro detailní a dlouhodobé sledování větších mořských želv označit zařízení Wildlife Computers SPLASH10-F-321, SPLASH10-F-294 a Lotek F6G-376B. Všechna tři zařízení vynikají zejména vysokou přesností lokalizace díky využití technologie Fastloc GPS, dlouhou výdrží baterie a komplexním sběrem biologických dat (např. hloubka ponoru, teplota vody, režimy potápění a chování během plavání). Zároveň se vyznačují dostatečně robustní konstrukcí a relativně přijatelnou hmotností, která umožňuje jejich použití u větších druhů mořských želv, aniž by negativně ovlivňovaly jejich přirozené chování. (Wildlife Computers, 2025; Lotek, 2025).

Všechny modely – SPLASH10-F-321, SPLASH10-F-294 a F6G-376B – patří k nejlepším volbám současného trhu. Zatímco SPLASH10-F od Wildlife Computers poskytují špičkovou přesnost lokalizace (díky Fastloc GPS), široké spektrum biologických dat a vysokou spolehlivost pro dlouhodobé a detailní sledování mořských želv (Wildlife Computers, 2025), Lotek F6G-376B představuje robustní alternativu s delší výdrží baterie a vysokou přesností, vhodnou pro projekty zaměřené na sledování větších druhů ve volném oceánu (Lotek, 2025).

Volba konkrétního typu by měla vždy vycházet z ekologie daného druhu, velikosti sledovaného jedince, plánované délky sledování a požadovaného typu dat.

Značka Wildlife Computers SPLASH10-F patří mezi nejvyspělejší satelitní vysílače používané v projektech zaměřených na studium transoceánských migrací a behaviorální ekologie mořských želv (Wildlife Computers, 2025).

Model SPLASH10-F-321 využívá technologii Fastloc GPS, která umožňuje velmi přesné určení polohy i při krátkém vynoření želvy na hladinu (Wildlife Computers, 2025). Hmotnost zařízení je 185 g ve vzduchu (výrazně méně ve vodě), což minimalizuje hydrodynamický odpor a energetické nároky zvířete. Výdrž baterie až 240 dní je vhodná pro sledování sezónních cyklů a střednědobých migračních tras (Wildlife Computers, 2025).

Zařízení umožňuje komplexní biologický monitoring, včetně záznamu hloubky ponoru, teploty vody, detekce ponoření a vynoření (wet/dry senzor), DIVE režimu a chování během plavání a potápění (Wildlife Computers, 2025). Byl použit u karet obrovských (*Chelonia mydas*), karet obecných (*Caretta caretta*) i kožatek velkých (*Dermochelys coriacea*) (Wildlife Computers, 2025).

Díky kombinaci pokročilých funkcí a minimalizované zátěže pro sledované jedince představuje SPLASH10-F-321 jednu z nejlepších dostupných možností pro výzkum oceánských migrací a behaviorálních vzorců mořských želv (Wildlife Computers, 2025).



Obr. č. 8.: Model Wildlife Computers SPLASH10-F-321 (Wildlife Computers, 2025).

Model SPLASH10-F-294 je dalším špičkovým zařízením této řady, určeným především pro dlouhodobé výzkumné projekty sledující oceánské migrace a ekologii mořských želv. Využívá technologii Fastloc GPS, která zajišťuje přesné určení polohy i při velmi krátkém vynoření želvy, což je zásadní pro získávání kvalitních prostorových dat (Wildlife Computers, 2025).

Zařízení má hmotnost 208 g ve vzduchu (výrazně méně ve vodě), čímž se minimalizuje hydrodynamický odpor a zátěž pro sledovaného jedince. Díky výdrži baterie až 485 dní je vhodné pro detailní sledování dlouhodobých migračních tras i několika sezónních cyklů bez přerušení (Wildlife Computers, 2025).

Model SPLASH10-F-294 umožňuje sběr komplexních biologických dat, včetně hloubky ponoru, teploty vody, detekce ponoření a vynoření (wet/dry senzor), DIVE režimu a chování během pohybu ve vodním sloupci (Wildlife Computers, 2025). Byl nasazen u karet obrovských (*Chelonia mydas*), karet obecných (*Caretta caretta*) i kožatek velkých (*Dermochelys coriacea*) (Wildlife Computers, 2025).



Obr. č. 9.: Model Wildlife Computers SPLASH10-F-294 (Wildlife Computers, 2025).

Model F6G-376B od kanadské společnosti Lotek je technologicky vyspělý a zároveň šetrný vysílač určený pro dlouhodobé sledování větších mořských želv. Kombinuje Fastloc GPS a Argos přenos, což umožňuje velmi přesné určení polohy a pravidelný přenos dat i z odlehlých oblastí. Díky tomu lze získávat podrobné informace o migraci, potápění a chování ve vodním sloupci, a to i v náročných podmínkách hlubinného a oceánského prostředí (Wildlife Computers, 2025; Lotek, 2025).

Zařízení váží 240 g ve vzduchu a 93,6 g ve vodě, což jej činí vhodným pro dospělé jedince velkých druhů. Výdrž baterie až 463 dní umožňuje sledování víceletých migračních tras. Vysílač zároveň umožňuje komplexní sběr biologických dat – včetně hloubky, teploty, ponoření, vynoření a potápěčského režimu (DIVE) (Lotek, 2025a).

Model F6G-376B je doporučován pro sledování karet obrovských (*Chelonia mydas*), obecných (*Caretta caretta*), kožatek velkých (*Dermochelys coriacea*), ale také karet menších (*Lepidochelys kempii*) a mladších jedinců větších druhů, jak potvrzují i terénní studie z posledních let (Patrício et al., 2022; Catry et al., 2023; Lotek, 2025).



Obr. č. 10.: Model Lotek F6G-376B (Lotek, 2025).

V případech, kdy je cílem sledovat menší jedince nebo mláďata mořských želv, je nezbytné použít zařízení s výrazně nižší hmotností, aby nedošlo k ovlivnění jejich přirozeného chování a pohybu. Za tímto účelem se jako nejvhodnější jeví lehké modely jako KiwiSat K2G 173A (34 g ve vzduchu) a KiwiSat K2G 158C (40 g ve vzduchu), které jsou speciálně navrženy pro menší želvy nebo mláďata a nedospělé jedince. Ačkoli nenabízejí tak rozsáhlý sběr dat jako pokročilejší zařízení, jejich nízká váha a dostatečná výdrž baterie (195–292 dní) z nich činí ideální volbu pro základní sledování migrací a chování v raných fázích života želv (Lotek, 2025).

6.3 Přínosy satelitního sledování pro ochranu mořských želv

Satelitní sledování představuje jednu z nejpokročilejších metod výzkumu mořských želv a má zásadní přínosy pro jejich ochranu a management populací. Umožňuje přesné mapování migračních tras, stanovišť i rozmnožovacích a potravních oblastí, což napomáhá identifikaci klíčových habitatů v různých životních stádiích želv. Tyto informace jsou zásadní pro efektivní plánování chráněných mořských oblastí a pro přijetí cílených ochrannářských opatření na mezinárodní úrovni (Morreale a Standora, 2005; Godley et al., 2008; Hays et al., 2016).

Sledování želv navíc umožňuje včasnou detekci hrozeb, jako je ilegální rybolov, lodní provoz nebo znečištění mořského prostředí, a usnadňuje regulaci lidských aktivit v citlivých obdobích, např. během hnízdění (Hazel et al., 2009; Sea Turtle Conservancy, 2025). Významným přínosem je i možnost dlouhodobého sledování populačních trendů a reakce želv na globální změny, jako je klimatická změna či ztráta stanovišť, což je klíčové pro hodnocení efektivity ochrannářských strategií (Hussey et al., 2015; Milloway, 2024; SWOT, 2025i; Movebank, 2025).

Satelitní technologie zároveň posiluje mezinárodní spolupráci mezi vědeckými institucemi a ochrannářskými organizacemi (Coyne a Godley, 2005; Godley a Wilson, 2008). Globální databáze, jako Movebank, umožňují sdílení dat mezi zeměmi a institucemi, což napomáhá efektivní ochraně želv migrujících přes státní hranice (Movebank, 2025). Významnou roli hraje také vzdělávání a osvěta veřejnosti, kdy vizualizace migračních tras želv na online platformách pomáhá zvyšovat povědomí o nutnosti ochrany mořského prostředí a motivuje veřejnost i soukromý sektor k podpoře ochrannářských iniciativ (Sea Turtle Conservancy, 2025).

V neposlední řadě přináší integrace moderních technologií, jako je umělá inteligence, nové možnosti v monitorování mořských želv. Projekty využívající automatizované

rozpoznávání jednotlivců na základě unikátních znaků na hlavě nebo krunýři (Great Barrier Reef Foundation, 2023; Lamb, 2024) významně zvyšují přesnost identifikace, snižují zátěž na sledované jedince a rozšiřují možnosti neinvazivního monitorování. Satelitní sledování spolu s těmito novými přístupy tedy tvoří vědecký základ pro komplexní porozumění životním strategiím mořských želv a efektivní ochranu těchto ohrožených druhů (Hussey et al., 2015; Movebank, 2025).

6.4 Případové studie satelitního sledování

Studie Troënga et al. (2005) analyzovala migrace karet obrovských (*Chelonia mydas*) hnízdících na plážích Tortuguero v Kostarice. S využitím satelitní telemetrie bylo zjištěno, že tyto želvy po skončení hnízdění migrují na vzdálená potravní stanoviště v Karibiku, přičemž často překračují hranice států. Výsledky zdůraznily potřebu mezinárodní spolupráce při ochraně mořských želv a přispěly ke vzniku koordinovaných ochrannářských programů.

Výraznou variabilitu migračního chování kožatek velkých (*Dermochelys coriacea*) odhalil Milloway (2024). Pomocí satelitního sledování zjistil, že zatímco některé želvy setrvávají v blízkosti pobřežních oblastí, jiné podnikají rozsáhlé transoceánské migrace přes celý Tichý oceán. Tento poznatek upozornil na nutnost přizpůsobit ochranné strategie specifickým migračním vzorcům jednotlivých populací.

Vývojová stanoviště juvenilních karet obecných (*Caretta caretta*) a karet menších (*Lepidochelys kempii*) byla popsána Morreale a Standorou (2005). Satelitní sledování ukázalo, že severozápadní Atlantik poskytuje kritická potravní stanoviště pro mladé jedince, což vedlo k rozšíření ochrannářských priorit nejen na hnízdní pláže, ale i na otevřené mořské oblasti důležité pro růst a vývoj želv.

Dlouhodobé sledování dat provedené Haysem et al. (2016) ukázalo, že populace mořských želv jsou schopné adaptace na měnící se environmentální podmínky. Studie popsala změny migračních tras v reakci na oteplování oceánů a degradaci korálových útesů, čímž zdůraznila roli satelitní technologie jako nástroje včasného varování před environmentálními hrozbami.

Další případové studie ještě rozšířily praktické využití satelitního sledování. Addison et al. (2002) sledoval pohyb samic karety obrovské (*Chelonia mydas*) po naklazení vajec a určil hlavní potravní oblasti, čímž přispěl k efektivnějšímu plánování ochrany. Schofield et al. (2007) propojil klasickou satelitní telemetrii se systémem GPS Fastloc, čímž dosáhl výrazně vyšší přesnosti lokalizace a detailnějších dat o pobřežním chování želv. Beal et

al. (2022) využil satelitní data k popsání rozdílů v migračních vzdálenostech mezi samci a samicemi karet obrovských (*Chelonia mydas*), přičemž samci vykazovali kratší migrace a zůstávali blíže hnízdištím. Tento poznatek má přímé důsledky pro ochranné strategie, např. při vymezení chráněných oblastí specificky zaměřených na samce, kteří mohou být vystaveni jiným hrozbám než samice, nebo při plánování prostorově diferencovaných ochranných zásahů s ohledem na pohlaví.

Významné bylo také první satelitní sledování neonatálních jedinců karety pravé (*Eretmochelys imbricata*) provedené Mansfieldovou et al. (2014), které přispělo k redefinici konceptu "ztracených let" – období života želv tráveného v oceánu. Godley et al. (2008) shrnuli poznatky z globálních projektů a poukázal na faktory ovlivňující úspěšnost sledování, jako jsou kvalita uchycení vysílače či biologické faktory. Hart a Fujisaki (2010) analyzovali habitatové preference karet obrovských v různých fázích migračního cyklu a Nichols et al. (2000) zdokumentovali transpacifickou migraci karet obrovských mezi Japonskem a Severní Amerikou. Studie Luschiho et al. (2003) pak ukázala na schopnost želv efektivně navigovat na dlouhých oceánských trasách pomocí přírodních orientačních podnětů, jako je geomagnetické pole a pravděpodobně sluneční kompas, i bez přítomnosti vizuálních orientačních bodů.

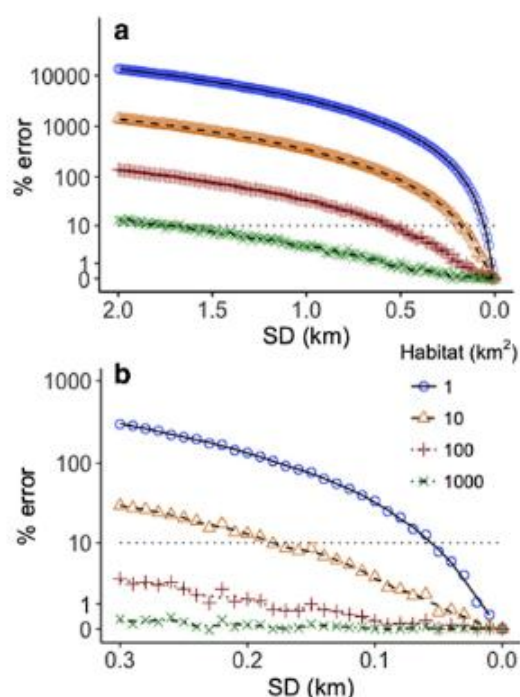
Technická omezení satelitního sledování shrnul Hays et al. (2007), který upozornil na příčiny selhávání zařízení v terénu, např. kvůli ztrátě antény, mechanickému poškození nebo odpadnutí vysílače. Tato zjištění vedla ke zlepšování konstrukce zařízení, a tím ke zvýšení úspěšnosti sledovacích projektů.

Přesnost určení polohy při satelitním sledování se může výrazně lišit podle toho, jakou lokalizační třídu systém Argos poskytne. Např. nejpřesnější třída LC 3 má chybu v řádu stovek metrů, zatímco u nejnižší třídy LC B to mohou být i kilometry (Tab. č. 3; Thomson et al., 2017). Rozdíly (Obr. č. 11, Obr. č. 12) mají velký vliv na výsledky – např. výpočet velikosti domovského okrsku může být u méně přesných dat výrazně nadhodnocený, hlavně u menších oblastí. Z toho vyplývá, že pro spolehlivou analýzu pohybu a využití prostředí je potřeba pracovat s co nejpřesnějšími daty (Thomson et al., 2017).

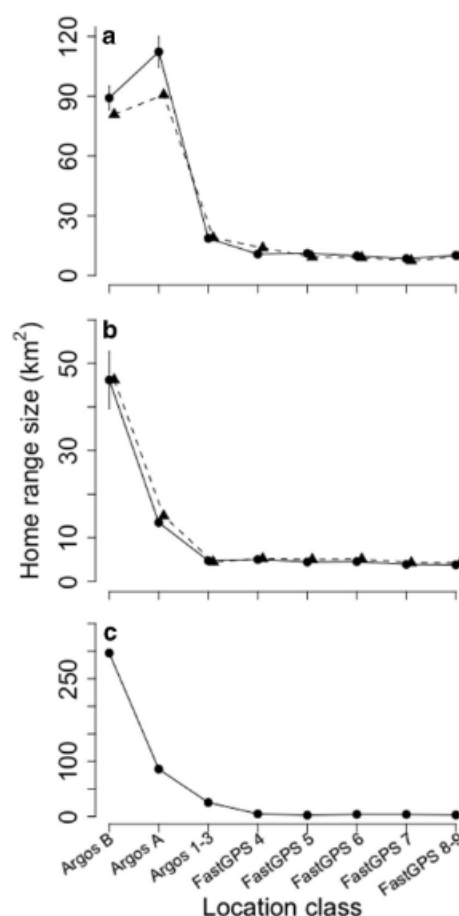
Tab. č. 3.: Přesnost lokalizačních tříd systému Argos ve třech studiích (Thomson et al., 2017).

Zdroj	Metoda	LC B	LC A	LC 0	LC 1	LC 2	LC 3
Hays et al. (2001)	test na souši	5.230 / 7.790	1.390 / 0.810	4.290 / 15.020	1.030 / 1.620	0.280 / 0.620	0.120 / 0.320
Vincent et al. (2002)	na zvířatech, bazén	4.596 / 7.214	0.762 / 1.244	2.271 / 3.308	0.494 / 1.021	0.259 / 0.485	0.157 / 0.295
Costa et al. (2010)	na zvířatech, moře	4.642 / 8.253	2.788 / 4.373	1.795 / 2.855	0.574 / 0.879	0.468 / 0.729	0.225 / 0.340

*Poznámka č. 2.: Tabulka uvádí chybu v kilometrech (68. percentil) zvlášť pro zeměpisnou šířku a délku.



Obr. č. 11.: Chyba odhadu domovského okrsku u simulovaných zvířat při různé přesnosti lokalizačních dat (Thomson et al., 2017).



Obr. č. 12.: Vliv kvality lokalizačních dat na odhad domovského okrsku karet obrovských (*Chelonia mydas*) ve třech lokalitách (Thomson et al., 2017).

Satelitní sledování mořských želv umožnilo odhalit rozsáhlé migrační trasy, rozdíly v chování mezi populacemi i pohlavími a identifikovat klíčová potravní a vývojová stanoviště. Tyto poznatky vedly k efektivnějším ochranářským strategiím, včetně mezinárodní spolupráce a přizpůsobení ochrany specifickým potřebám jednotlivých populací. Zároveň technologie přispěla ke zlepšení sledovacích zařízení a včasné detekci environmentálních hrozeb.

7 BUDOUCNOST SLEDOVÁNÍ MOŘSKÝCH ŽELV

7.1 Nové technologie

Tradiční způsoby sledování mořských želv – jako je značení ploutví, přímé pozorování na hnízdištích nebo používání satelitních vysílačů – mají svá omezení. Často jsou drahé, technicky náročné a někdy i zatěžující pro samotná zvířata. Díky moderním technologiím se ale otevírají nové možnosti, jak získávat přesná a spolehlivá data s menším dopadem na želvy i na práci výzkumníků.

Jedním z klíčových technologických pokroků v ochraně mořských želv je nasazení umělé inteligence (AI) pro neinvazivní identifikaci jedinců. V Austrálii byl např. vyvinut systém, který využívá algoritmy strojového učení k rozpoznání jedinců na základě jedinečného vzoru šupin na jejich hlavě, což umožňuje přesnou identifikaci bez nutnosti fyzického značení v rámci metody capture-mark-recapture (CMR). Každá želva má unikátní vzor na hlavě, který lze automatizovaně detekovat podobně jako u rozpoznávání obličejů u lidí (Lamb, 2024). Tato inovace nejen snižuje zásah do života zvířat, ale také umožňuje zapojení veřejnosti prostřednictvím mobilních aplikací, kde uživatelé mohou nahrávat fotografie želv, které jsou následně automaticky analyzovány a zařazeny do databáze.

Význam AI však přesahuje pouze tento konkrétní projekt – vědci po celém světě upozorňují, že právě strojové učení a automatizace umožňují zpracovat obrovské množství dat, které by dříve bylo nemožné ručně analyzovat. Jak podotýkají britští výzkumníci, „pouze díky umělé inteligenci bylo možné sledovat některé živočichy vůbec poprvé“ (McKie, 2023).

Dalším přínosem je kombinace leteckých dronů a AI pro automatizované počítání želv během hnízdní sezóny. Na ostrově Raine v oblasti Velkého bariérového útesu byl vyvinut systém, který pomocí dronů pořizuje letecké snímky hnízdních pláží, přičemž umělá inteligence analyzuje snímky a počítá jednotlivé želvy. Tento přístup je až dvacetinásobně efektivnější a rychlejší než tradiční manuální sčítání (Great Barrier Reef Foundation, 2023). Nasazení dronů navíc umožňuje pokrytí odlehlých nebo špatně přístupných oblastí bez potřeby rozsáhlých lidských týmů v terénu.

Jedním z největších vědeckých oříšků v oblasti sledování mořských želv bylo dosud období tzv. "ztracených let" – tedy fáze po vylíhnutí, kdy se malé želvy vydávají na moře a často zůstávají dlouhou dobu mimo dosah vědeckého monitoringu. Důvodem je jejich malá velikost, velké migrační vzdálenosti a dosud chybějící technologie, která by

umožnila bezpečné a dlouhodobé sledování bez narušení vývoje těchto citlivých jedinců (Candela et al., 2024).

Studie Candela et al. (2024) uvádí, že miniaturizované satelitní vysílače nové generace přinášejí zásadní průlom. Díky své malé velikosti je možné je bezpečně upevnit i na velmi mladé želvy, aniž by ovlivnily jejich přirozené chování. Získaná data zahrnují informace o poloze, hloubce ponorů nebo teplotě vody, což otevírá nové možnosti pro ekologický a behaviorální výzkum této dosud málo prozkoumané životní fáze.

7.2 Výzvy a omezení současných metod

I přes rychlý vývoj technologií zůstává sledování mořských želv náročné – a to nejen technicky, ale i eticky a ekologicky. Tradiční metody, jako je značení kovovými nebo plastovými štítky, se dlouho používaly k mapování migrací nebo návratů na hnízdiště. I když přinesly cenné informace, znamenají zásah do přirozeného chování zvířat – želvy je třeba chytit a manipulovat s nimi, což může způsobovat stres (Boarman et al., 1998; Balazs, 1999; Jones et al., 2011).

Satelitní telemetrie posunula výzkum výrazně dál. Umožňuje sledovat pohyb želv v reálném čase, a to i na velké vzdálenosti. Jenže i tady jsou limity – zařízení jsou drahá, vyžadují odbornou instalaci, a mají omezenou životnost (Hays et al., 2007; Jeffers a Godley, 2016). Nové, miniaturizované senzory, tzv. „nano-tags“, otevírají možnosti sledování i malých nebo mladých jedinců (Scott et al., 2014), ale často nevydrží drsné podmínky oceánu (Candela et al., 2024).

Kromě technologií samotných je velkou výzvou i spolupráce mezi týmy. Data se často nesdílí, chybí jednotné systémy a globální koordinace. Právě to přitom podle Husseyho et al. (2015) rozhodne o budoucnosti sledování mořských živočichů – klíčem je vybudovat dostupnou a udržitelnou infrastrukturu, sdílet informace a hledat chytrá, mezioborová řešení, která sníží náklady a zlepší spolupráci napříč kontinenty.

V posledních letech se do popředí dostávají i bezpilotní letouny (drony) a nástroje využívající umělou inteligenci (AI), které umožňují sledování želv zcela bez fyzického kontaktu (Vietze, 2024). AI zvládne zpracovat velké množství dat z kamer nebo senzorů a rozpoznat druhy, chování i změny v prostředí. Problém je ale stejný – technologie jsou drahé a jejich nasazení vyžaduje odborný personál a silné zázemí (Coyne a Godley, 2005; Dwyer et al., 2015).

Ať už jde o jakoukoli metodu, vždy je potřeba myslet i na dopady. Pokud se technologie používá necitlivě nebo bez plánování, může želvám víc uškodit než pomoci

– může ovlivnit jejich migrace, hnízdění nebo dokonce poškodit celé prostředí (Seminoff et al., 2006). Jak upozorňuje Vietze (2024), technologie není řešením sama o sobě. Teprve když se používá s rozmyslem, ohledem na zvířata a v širších ekologických souvislostech, může skutečně přispět k jejich ochraně.

Vzhledem k omezením, která přinášejí současné metody sledování mořských želv, je čím dál zřetelnější potřeba posunout se k inovacím a chytřejší kombinaci dostupných nástrojů. Klíčem k pokroku je propojení různých digitálních technologií – od umělé inteligence (AI) a dronů až po miniaturizované senzory – které umožňují sledovat chování a pohyb želv detailněji a přitom šetrněji (Hehmeyer, 2025).

Drony vybavené kamerami s vysokým rozlišením dnes dokážou pokrýt rozsáhlé oblasti pobřeží či hnízdišť bez fyzického kontaktu se zvířaty. Ve chvíli, kdy jsou tato vizuální data propojena s AI, lze nejen automaticky identifikovat druh nebo jedince, ale také rozpoznávat konkrétní vzorce chování – např. páření, migraci či stav hnízd (Vietze, 2024; Gonzalez Nunez et al., 2024). Miniaturní senzory připevněné na krunýře želv doplňují tyto informace údaji o hloubce ponoru, teplotě vody, pohybu nebo orientaci těla (Mansfield et al., 2012; Candela et al., 2024). Dohromady tak vzniká mnohovrstevnatý obraz o tom, jak želvy fungují v přirozeném prostředí – bez nutnosti zasahovat do jejich chování.

Vedle toho nabízejí cenná data i satelity. Programy jako NASA Earth Observation nebo evropský Copernicus poskytují informace o teplotě moře, oceánských proudech, výskytu planktonu či koncentraci chlorofylu – tedy klíčových faktorech, které ovlivňují pohyb a distribuci mořských želv (Rosch, 2024; NASA, 2024). Pokud se tyto environmentální údaje spojí s daty ze sledování želv, lze například vytvářet modely rizikových oblastí nebo předvídat změny v migračních trasách, které souvisejí s klimatickou změnou.

Sledování však není jen o technologiích. Důležitou roli hraje i zapojení veřejnosti – tzv. občanská věda. Díky platformám využívajícím AI, jako je Wildlife Insights nebo projekty typu iNaturalist, se do sběru a analýzy dat mohou zapojit i neodborní pozorovatelé. To nejen rozšiřuje objem dostupných dat, ale zvyšuje i povědomí o významu ochrany oceánských druhů (Hehmeyer, 2025).

A proč je to celé důležité? Moderní telemetrie už dávno neslouží jen k tomu, abychom věděli, kde se želva právě nachází. Dává nám hlubší vhled do toho, jak mořští živočichové reagují na měnící se klima, na rušivé vlivy člověka, nebo jak využívají různé typy habitatů v různých fázích života (Hussey et al., 2015; Hays a Hawkes, 2018). Pomáhá zodpovídat

klíčové ekologické otázky: Jak se mění migrační trasy? Kde jsou nejzranitelnější místa jejich života? Jaký vliv má globální oteplování na jejich rozmnožování a přežití?

Budoucnost sledování mořských želv proto nebude jen o přesnějších datech, ale o jejich chytrém využití. O spolupráci vědců, techniků, ochránců přírody i veřejnosti. O vytváření flexibilních ochranných strategií, které budou schopné reagovat na nové hrozby. A v širším smyslu – o tom, jak využít technologie k lepší ochraně oceánů a života, který v nich zůstává.

8 ZÁVĚR

Tato práce se zaměřila na možnosti a limity sledování mořských želv, přičemž hlavní pozornost byla věnována satelitní telemetrii. Byly porovnány různé technologické přístupy a konkrétní modely sledovacích zařízení s cílem určit, které z nich jsou nejvhodnější pro praktické využití při ochraně těchto ohrožených živočichů.

Sledování mořských želv je zásadní nejen pro vědecký výzkum, ale především pro efektivní ochranu. Díky telemetrii lze lépe porozumět migračním trasám, určit klíčové oblasti pro rozmnožování nebo krmení a sledovat vliv lidských aktivit i klimatických změn. Bez přesných a dlouhodobě získávaných dat by nebylo možné navrhovat účinná ochranná opatření, která by reagovala na skutečné potřeby jednotlivých populací.

Z výsledků vyplývá, že satelitní telemetrie nabízí oproti jiným metodám největší potenciál – umožňuje sledování želv ve volné přírodě s vysokou prostorovou i časovou přesností, včetně přenosu dat v reálném čase. Jako nejvhodnější modely byly na základě porovnání parametrů doporučeny SPLASH10-F-321 a SPLASH10-F-294 od společnosti Wildlife Computers a model F6G-376B od firmy Lotek. Všechny tyto přístroje kombinují nízkou hmotnost, dlouhou výdrž baterie a velmi přesnou lokalizaci pomocí systému Fastloc GPS. Pro menší želvy nebo mladé jedince se osvědčily lehčí modely KiwiSat K2G, které i přes menší velikost poskytují dostatečně kvalitní data.

Závěrem lze říct, že úspěch sledování želv závisí nejen na výběru konkrétní technologie, ale i na jejím správném přizpůsobení konkrétním druhům, velikostem a ekologickému kontextu sledovaných populací. Do budoucna se doporučuje soustředit výzkum na další miniaturizaci zařízení, prodloužení životnosti baterií a širší využití umělé inteligence pro automatické vyhodnocování získaných dat. Důležitým směrem je rovněž kombinace různých metod – např. propojení satelitní a akustické telemetrie s genetickými údaji nebo environmentálním modelováním.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ABREU-GROBOIS, Alfonso a PLOTKIN, Pamela. *Lepidochelys olivacea*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2008. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/11534/3292503> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- ACÁCIO, M., ATKINSON, P. W., SILVA, J. P. a FRANCO, A. M. A. Performance of GPS/GPRS Tracking Devices Improves with Increased Fix Interval and Is Not Affected by Animal Deployment. *PLOS ONE*, 2022, 17(3), e0265541. ISSN 1932-6203.
- ADDISON, D.S., GORE, J.A., RYDER, J. a WORLEY, K. Tracking post-nesting movements of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) with sonic and radio telemetry on the southwest coast of Florida, USA. *Marine Biology*. 2002, 141(1), 201–205. ISSN 0025-3162.
- ALEXANDRI, Talmon a DIAMANT, Roe. Design of an Optimal Testbed for Tracking of Tagged Marine Megafauna. Online. 2022. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2204.04155> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- ASPILLAGA, E., BRUNEEL, S., ALÓS, J., VERHELST, P., ABECASIS, D., AARESTRUP, K., BIRNIE-GAUVIN, K., AFONSO, P., PALMER, M. a REUBENS, J. Open Protocols, the New Standard for Acoustic Tracking: Results from Interoperability and Performance Tests in European Waters. *Animal Biotelemetry*, 2024, 12, Article 40. ISSN 2050-3385.
- BAILEY, H., BENSON, S. R., SHILLINGER, G. L., BOGRAD, S. J., DUTTON, P. H., ECKERT, S. A., MORREALE, S. J., PALADINO, F. V., EGUCHI, T., FOLEY, D. G., BLOCK, B. A., PIEDRA, R., HITIPEUW, C., TAPILATU, R. F. a SPOTILA, J. R. Identification of distinct movement patterns in Pacific leatherback turtle populations influenced by ocean conditions. *Ecological Applications*. 2012, 22(3), 735–747. ISSN 1051-0761.
- BALAZS, George H. Factors to Consider in the Tagging of Sea Turtles. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4, 1999, 101–109. Online. [Georgehbalazs.com](http://georgehbalazs.com). Dostupné z: <https://georgehbalazs.com/wp-content/uploads/2019/03/Balazs-1999.-Factors-to-Consider-in-Tagging-of-Sea-Turtles.pdf> (adresa platná k 30. dubnu 2025).
- BALAZS, G. H., FORSYTH, R. G., KAM, A. K. H. Preliminary assessment of habitat utilization by Hawaiian green turtles in their resident foraging pastures. NOAA Technical Memorandum NMFS-SWFC-71. 1987. ISSN 0196-474.
- BARNEY, Nick. Telemetry. Online. Techtarget. 2022. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/telemetry> (adresa platná k 2. květnu 2025).
- BEAL, Martin, CATRY, Paulo, REGALLA, Aissa, BARBOSA, Castro, PIRES, António J., MESTRE, Julie, SENHOURY, Cheibani, SIDINA, Ebaye a PATRÍCIO, Ana Rita. Satellite tracking reveals sex-specific migration distance in green turtles (*Chelonia mydas*). *Biology Letters*. 2022, 18(9), 20220325. ISSN 1744-9561.
- BERTHOLD, Peter, et al. Satellite tracking of migratory birds. *Ibis*. 1992, 134, 61–65. ISSN 0019-1019.
- BEVAN, Elizabeth, WIBBELS, Thane, NAJERA, Blanca M. Z., MARTINEZ, Marco A. C., MARTINEZ, Laura A. S., REYES, Diana J. L., HERNANDEZ, Mauricio H., GAMEZ, Daniel G., PENA, Luis Jaime a BURCHFIELD, Patrick M. In situ nest and hatchling survival at Rancho Nuevo, the primary nesting beach of the Kemp's ridley sea turtle, *Lepidochelys kempii*. *Herpetological Conservation and Biology*. 2014, 9(3), 563–577. ISSN 1931-7603.
- BIOLIB. *Caretta caretta* (kareta obrovská). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25125/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

- BIOLIB. *Dermochelys coriacea* (kožatka velká). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25140/> (adresa platná k 3. květnu 2025).
- BIOLIB. *Eretmochelys imbricata* (kareta pravá). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25133/> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- BIOLIB. *Chelonia mydas* (kareta obrovská). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25129/> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- BIOLIB. *Lepidochelys olivacea* (kareta olivová). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25138/> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- BIOLIB. *Lepidochelys kempii* (kareta menší). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25137/> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- BIOLIB. *Natator depressus* (kareta plochá). BioLib.cz. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id25127/> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- BLOCK, B. A., JONSEN, I. D., JORGENSEN, S. J., WINSHIP, A. J., SHAFFER, S. A., BOGRAD, S. J., HAZEN, E. L., FOLEY, D. G., BREED, G. A., HARRISON, A.-L., GANONG, J. E., SWITHEBANK, A., CASTLETON, M., DEWAR, H., MATE, B. R., SHILLINGER, G. L., SCHAEFER, K. M., BENSON, S. R., WEISE, M. J., HENRY, R. W., a COSTA, D. P. Tracking apex marine predator movements in a dynamic ocean. *Nature*. 2011, 475(7354), 86–90. ISSN 0028-0836.
- BOWEN, Brian W. a KARL, Stephen A. Population genetics and phylogeography of sea turtles. *Molecular Ecology*. 2007, 16(23), 4886–4907. ISSN 0962-1083.
- CAI, Levi, McGUIRE, Nathan E., HANLON, Roger, MOONEY, T. Aran a GIRDHAR, Yogesh. Semi-Supervised Visual Tracking of Marine Animals using Autonomous Underwater Vehicles. Online. Dostupné z: <https://arxiv.org/pdf/2302.07344> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- CANDELA, Tony, WYNEKEN, Jeanette, LEIJEN, Peter, GASPAR, Philippe, VANDEPERRE, Frederic, NORTON, Terry, MUSTIN, Walter, TEMPLE-BOYER, Julien, TURLA, Emily, BARBOUR, Nicole, WILLIAMSON, Sean, GUEDES, Rui, GRAÇA, Gonçalo, BELTRAN, Ivan, BATALHA, Joana, HERGUEDAS, Andrea, ZAILO, Davide, BABOOLAL, Vandanaa, CASELLA, Francesca a SHILLINGER, George L. Novel Microsatellite Tags Hold Promise for Illuminating the Lost Years in Four Sea Turtle Species. *Animals*. 2024, 14(6), 903. ISSN 2076-2615.
- CASALE, Paolo, MAZARIS, Antonios D., FREGGI, Daniela, BASSO, Roberto a ARGANO, Roberto. Survival probabilities of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) estimated from capture-mark-recapture data in the Mediterranean Sea. *Scientia Marina*. 2007, 71(2), 365–372. ISSN 0214-8358.
- CASALE, Paolo a TUCKER, Alan D. *Caretta caretta*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2017. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/3897/119333622> (adresa platná k 1. květnu 2025).
- CATRY, Paulo, SENHOURY, Cheibani, SIDINA, Ebaye, EL BAR, Nahi, BILAL, Abdallahi Samba, VENTURA, Francesco, GODLEY, Brendan J., PIRES, António J., REGALLA, Aissa a PATRÍCIO, Ana R. Satellite tracking and field assessment highlight major foraging site for green turtles in the Banc d'Arguin, Mauritania. *Biological Conservation*. 2023, 277, 109823. ISSN 0006-3207.
- CLARK, Joseph D., DUNN, James E. a SMITH, Kimberly G. A low-cost GPS telemetry system for wildlife. *Wildlife Society Bulletin*. 2006a, 34(2), 534–543. ISSN 0091-7648.

CLARK, Patrick E., JOHNSON, Douglas E., KNIEP, Mark A., JERMANN, Phillip, HUTTASH, Brad, WOOD, Andrew, JOHNSON, Mark, MCGILLIVAN, Craig a TITUS, Kirk. An Advanced, Low-Cost, GPS-Based Animal Tracking System. *Rangeland Ecology & Management*. 2006b, 59(3), 334–340. ISSN 1550-7424.

CMS. *Natator depressus*. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS). Online. 2025. Dostupné z: <https://www.cms.int/en/species/natator-depressus> (adresa platná k 4. květnu 2025).

COOKE, Steven J., HINCH, Scott G., WIKELSKI, Martin, ANDREWS, Russel D., KUCHEL, Louise J., WOLCOTT, Thomas G. a BUTLER, Patrick J. Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in Ecology & Evolution*. 2004, 19(6), 334–343. ISSN 0169-5347.

COYNE, M.S. a GODLEY, B.J. Satellite Tracking and Analysis Tool (STAT): An integrated system for archiving, analyzing and mapping animal tracking data. *Marine Ecology Progress Series*. 2005, 301, 1–7. ISSN 0171-8630.

CRAIGHEAD, John J. a CRAIGHEAD, Frank C. Tracking caribou by satellite. *National Geographic*. 1986, 170(1), 56–73. ISSN 0027-9358.

CUANHA, I., GALANTE-OLIVEIRA, S., ROCHA, E., URBATÁR, R. a CASTRO, L. F. C. Expression of intercellular lipid transport and cholesterol metabolism genes in eggs and early larvae stages of turbot, *Scophthalmus maximus*, a marine aquaculture species. *Marine Biology*. Online. 2015, 162, 1673–1683. ISSN 0025-3162.

CYR, Aaron a NEBEL, Silke. Satellite and Data Logger Telemetry of Marine Vertebrates. *Nature Education Knowledge*. 2013, 4(2), 4. Online. Dostupné z: <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/satellite-and-data-logger-telemetry-of-marine-96643712/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

DODGE, Kathleen L., GALUARDI, Benjamin, MILLER, Thomas J. a LUTCAVAGE, Molly E. Leatherback Turtle Movements, Dive Behavior, and Habitat Characteristics in Ecoregions of the Northwest Atlantic Ocean. *PLoS ONE*. Online. 2014, 9(3), e91726. ISSN 1932-6203.

DUERMIT, Liz. *Caretta caretta* (loggerhead sea turtle). *Animal Diversity Web*. Online. 2007. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Caretta_caretta/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

DUJON, Antoine M., LINDSTROM, Todd R. a HAYS, Graeme C. The accuracy of Fastloc-GPS locations and implications for animal tracking. *Methods in Ecology and Evolution*. 2014, 5(11), 1162–1169. ISSN 2041-210X.

DWYER, Ross G., CAMPBELL, Hamish A., IRWIN, Terri R. a FRANKLIN, Craig E. Does the telemetry technology matter? Comparing estimates of aquatic animal space-use generated from GPS-based and passive acoustic tracking. *Marine and Freshwater Research*. 2015, 66(7), 654–664. ISSN 1323-1650.

EDELMAN, Michael. *Eretmochelys imbricata* (hawksbill sea turtle). *Animal Diversity Web*. Online. 2004. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Eretmochelys_imbricata/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

ESPINOZA, Mario, HEUPEL, Michelle R., SIMPFENDORFER, Colin A. a CAPPO, Mike. Quantifying shark movement patterns using network analysis: a novel approach applied to the study of coastal habitat use. *Marine Ecology Progress Series*. 2011, 427, 287–302. ISSN 0171-8630.

EVANS, D. R., CARTHY, R. R., CERIANI, S. A. Migration routes, foraging behavior, and site fidelity of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) satellite tracked from a globally important rookery. *Marine Biology*. 2019, 166:134.

FONTANES, Fermin, ROSZKO, A., FLORE, S., HATTON, K., COMBOS, V. a HELTON, A. *Dermochelys coriacea* (leatherback sea turtle). *Animal Diversity Web*. Online. 2007. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Dermochelys_coriacea/ (adresa platná k 3. květnu 2025).

FULLER, W. J., BRODERICK, A. C., PHILLIPS, R. A., SILK, J. R. D. a GODLEY, B. J. Utility of geolocating light loggers for indicating at-sea movements in sea turtles. *Marine Biology*. 2008, 153(1), 9–15. ISSN 0025-3162.

GARZON, Francesco, BARRIENTOS, Christian, ESONO ANVENE, Rigoberto, ESONO MBA, Feme, FALLABRINO, Alejandro, FORMIA, Angela, GODLEY, Brendan J., GONDER, Mary K., MARTINEZ PRIETO, Carolina, MBA AYETEBE, Jesus, METCALFE, Kristian, MONTGOMERY, David, NSOGO, Juan, ONDO NZE, Juan-Cruz, POSSARDT, Earl, ROSS SALAZAR, Erick, TIWARI, Manjula a WITT, Matthew J. Spatial ecology and conservation of leatherback turtles (*Dermochelys coriacea*) nesting in Bioko, Equatorial Guinea. *PLOS ONE*. 2023, 18(6), e0286545. ISSN 1932-6203.

GODLEY, Brendan J., BLUMENTHAL, Jan M., BRODERICK, Annette C., COYNE, Michael S., GODFREY, Matthew H., HAWKES, Lucy A. a WITT, Matthew J. Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? *Endangered Species Research*. 2008, 4, 3–22. ISSN 1863-5407.

GODLEY, Brendan J. a WILSON, Rory P. Tracking vertebrates for conservation: Introduction. *Endangered Species Research*. 2008, 4(1–2), 1–2. ISSN 1863-5407.

GONZALEZ NUNEZ, Jose A., GONZALEZ NUNEZ, Jose G., AKBAS, Mustafa I., CURRIER, Patrick a MACCHIARELLA, Nickolas D. Real-Time Detection of Sea Turtles Using UAV and Neural Networks on Edge Devices. *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*. 2024, 33(5). ISSN 2329-258X.

GREAT BARRIER REEF FOUNDATION. Artificial intelligence (AI) is a game changer for turtle monitoring. Online. Great Barrier Reef Foundation. 2023. Dostupné z: <https://www.barrierreef.org/news/news/artificial-intelligence-game-changer-for-turtle-monitoring> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

GRIFFIN, Lauren P., SMITH, Brittany J., CHERKISS, Michael S., et al. Space use and relative habitat selection for immature green turtles within a Caribbean marine protected area. *Animal Biotelemetry*. Online. 2020, 8, 22. ISSN 2050-3385.

GUARDIAN. Where the animals go: wildlife tracking secrets revealed. *The Guardian*. Online. 2018. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/environment/2018/aug/30/where-the-animals-go-wildlife-tracking-secrets-revealed> (adresa platná k 3. květnu 2025).

GUTEMA, Tariku Mekonnen. Wildlife Radio Telemetry: Use, Effect and Ethical Consideration with Emphasis on Birds and Mammals. *International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR)*. 2015, 24(2), 306–313. ISSN 2307-4531.

HANDCOCK, R. N., SWAIN, D. L., BISHOP-HURLEY, G. J., PATISON, K. P., WARK, T., VALENCIA, P., CORKE, P. a O'NEILL, C. J. Monitoring Animal Behaviour and Environmental Interactions Using Wireless Sensor Networks, GPS Collars and Satellite Remote Sensing. *Sensors*, 2009, 9(5), 3586–3603. ISSN 1424-8220.

HARDIN, Emily E., CULLEN, Joshua A. a FUENTES, Mariana M. P. B. Comparing acoustic and satellite telemetry: an analysis quantifying the space use of *Chelonia mydas* in Bimini, Bahamas. *Royal Society Open Science*. 2024, 11(1). ISSN 2054-5703.

HARDIN, Emily E. a FUENTES, Mariana M.P.B. A Systematic Review of Acoustic Telemetry as a Tool to Gain Insights Into Marine Turtle Ecology and Aid Their Conservation. *Frontiers in Marine Science*. 2021, 8, 765418. ISSN 2296-7745.

HART, Kristen M. a FUJISAKI, Ikuko. Satellite tracking reveals habitat use by juvenile green sea turtles *Chelonia mydas* in the Everglades, Florida, USA. *Endangered Species Research*. 2010, 11(3), 221–232. ISSN 1863-5407.

HART, Kristen M., GUZY, Jacquelyn C. a SMITH, Brian J. Drivers of realized satellite tracking duration in marine turtles. *Movement Ecology*. 2021, 9(1), 1. ISSN 2051-3933.

HAWKES, Lucy A., WITT, Matthew J., BRODERICK, Annette C., COKER, James W., COYNE, Michael S., DODD, Michael, FRICK, Michael G., GODFREY, Matthew H., GRIFFIN, Daniel B., MURPHY, Susan R., MURPHY, Thomas M., WILLIAMS, Kris L. a GODLEY, Brendan J. Home on the range: spatial ecology of loggerhead turtles in Atlantic waters of the USA. *Diversity and Distributions*. 2011, 17(4), 624–640. ISSN 1366-9516.

HAYS, Graeme C., ÅKESSON, Susanne, BRODERICK, Annette C., GLEN, Fiona a GODLEY, Brendan J. Island-finding ability of marine turtles. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 2003, 270(1516), S5–S7. ISSN 0962-8452.

HAYS, Graeme C., BRADSHAW, Corey J. A., JAMES, Michael C., LOVELL, Peter a SIMS, David W. Why do Argos satellite tags deployed on marine animals stop transmitting? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2007, 349(1), 52–60. ISSN 0022-0981.

HAYS, Graeme C., FERREIRA, Luciana C., SEQUEIRA, Ana M. M., MEEKAN, Mark G., DUARTE, Carlos M., BAILEY, Helen, BAILLEUL, Fred, BOWEN, W. Don, CALEY, M. Julian, COSTA, Daniel P., EGUÍLIZ, Victor M., FOSSETTE, Sabrina, FRIEDLAENDER, Ari S., GALES, Nick, GLEISS, Adrian C., GUNN, John, HARCOURT, Rob, HAZEN, Elliott L., HEITHAUS, Michael R., HEUPEL, Michelle, HOLLAND, Kim, HORNING, Markus, JONSEN, Ian, KOOYMAN, Gerald L., LOWE, Christopher G., MADSEN, Peter T., MARSH, Helene, PHILLIPS, Richard A., RIGHTON, David, ROPERT-COUDERT, Yan, SATO, Katsufumi, SHAFFER, Scott A., SIMPFENDORFER, Colin A., SIMS, David W., SKOMAL, Gregory, TAKAHASHI, Akinori, TRATHAN, Philip N., WIKELSKI, Martin, WOMBLE, Jamie N. a THUMS, Michele. Key Questions in Marine Megafauna Movement Ecology. *Trends in Ecology & Evolution*. 2016, 31(6), 463–475. ISSN 0169-5347.

HAYS, Graeme C. a HAWKES, Lucy A. Satellite Tracking Sea Turtles: Opportunities and Challenges to Address Key Questions. *Frontiers in Marine Science*. 2018, 5, 432. ISSN 2296-7745.

HAZEL, Julia. Evaluation of fast-acquisition GPS in stationary tests and fine-scale tracking of green turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2009, 374(1), 58–68. ISSN 0022-0981.

HAZEL, Julia, LAWLER, Ivan R. a HAMANN, Mark. Diving at the shallow end: Green turtle behaviour in near-shore foraging habitat. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 2009, 371(1), 84–92. ISSN 0022-0981.

HEHMEYER, Abby. Using the Power of AI to Identify and Track Species. Online. World Wildlife Fund. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/stories/using-the-power-of-ai-to-identify-and-track-species> (adresa platná k 25. dubnu 2025).

HERBST, Peter. *Lepidochelys olivacea* (olive ridley sea turtle). Animal Diversity Web. Online. 1999. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Lepidochelys_olivacea/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

HERSH, Kendalyn. *Chelonia mydas* (green sea turtle). Animal Diversity Web. Online. 2016. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Chelonia_mydas/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

HEUPEL, Michelle R., SEMMENS, Jayson M. a HOBDAI, Alistair J. Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays. *Marine and Freshwater Research*. 2006, 57(1), 1–13. ISSN 1323-1650.

HIPINY, Irwandi, UJIR, Hamimah, MUJAHID, Aazani a YAHYA, Nurhartini Kamalia. Towards Automated Biometric Identification of Sea Turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of ICT Research and Applications*. 2018, 12(3), 256–266. ISSN 2337-5787.

HUSSEY, Nigel E., KESSEL, Steven T., AARESTRUP, Kim, COOKE, Steven J., COWLEY, Paul D., FISK, Aaron, FLEMMING, Joanna E., HARCOURT, Rob G., HOLLAND, Kim N., IVERSEN, Sara J., KOCIK, John F. a WHORISKEY, Frederick G. Aquatic animal telemetry: A panoramic window into the underwater world. *Science*. 2015, 348(6240), 1255642. ISSN 0036-8075.

CHATTING, Mark, SMYTH, Daniel, AL-MASLAMANI, Ibrahim, OBBARD, Jeffery, AL-ANSI, Mehsin, HAMZA, Shafeeq, AL-MOHANADY, Salman F., AL-KUWARI, Ali J. a MARSHALL, Christopher D. Nesting ecology of hawksbill turtles, *Eretmochelys imbricata*, in an extreme environmental setting. *PLoS ONE*. 2018, 13(9), e0203257. ISSN 1932-6203.

CHRISTIANSEN, Fredrik, ESTEBAN, Nicole, MORTIMER, Jeanne A., DUJON, Antoine M., HAYS, Graeme C., HAWKES, Lucy A. a GODLEY, Brendan J. Diel and seasonal patterns in activity and home range size of green turtles on their foraging grounds revealed by extended Fastloc-GPS tracking. *Marine Biology*. 2017, 164(1), 10. ISSN 0025-3162.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species: Sea turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/search?query=sea%20turtles&searchType=species> (adresa platná k 1. květnu 2025)

JEFFERS, Victoria F. a GODLEY, Brendan J. Satellite tracking in sea turtles: How do we find our way to the conservation dividends? *Biological Conservation*. 2016, 199, 172–184. ISSN 0006-3207.

JEPSEN, N., THORSTAD, E. B., HAVN, T. a LUCAS, M. C. The use of external electronic tags on fish: An evaluation of tag retention and tagging effects. *Animal Biotelemetry*. 2015, roč. 3, č. 49. ISSN 2050-3385.

JOHANNES, Robert E. *Words of the Lagoon: Fishing and Marine Lore in the Palau District of Micronesia*. Berkeley: University of California Press, 1981. ISBN 0-520-03929-7.

JONES, T. Todd, BOSTROM, Brian, CAREY, Carey, IMLACH, Brittany, MIKKELSEN, Jon, OSTAFICHUK, Peter, ECKER, Scott, OPAY, Patrick, SWIMMER, Yonat, SEMINOFF, Jeffrey A., JONES, David R. Determining transmitter drag and best-practice attachment procedures for sea turtle biotelemetry. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-588. 2011. Dostupné z: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/4512> (adresa platná k 3. květnu 2025).

JONES, T. Todd, BOSTROM, Brian L., HASTINGS, Mervin D., VAN HOUTAN, Kyle S., PAULY, Daniel a JONES, David R. Resource Requirements of the Pacific Leatherback Turtle Population. PLoS ONE. 2012, 7(10), e45447. ISSN 1932-6203.

KATZ, Hannah. Stanford marine scientists unlock enigma of endangered sea turtles' migratory patterns. The Stanford Daily. Online. 2025. Dostupné z: <https://stanforddaily.com/2025/01/07/marine-sea-turtle-migratory-patterns/> (adresa platná k 4. květnu 2025).

KAYS, Roland, CROFOOT, Margaret C., JETZ, Walter a WIKELSKI, Martin. Terrestrial animal tracking as an eye on life and planet. Science. 2015, 348(6240), 1228–1230. ISSN 0036-8075.

KISSLING, W. Daniel, PATTEMORE, David E. a HAGEN, Melanie. Challenges and prospects in the telemetry of insects. Biological Reviews. 2013, 89(3), 511–530. ISSN 1464-7931.

KLUG, Zachary. *Lepidochelys kempii* (Kemp's ridley sea turtle). Animal Diversity Web. Online. 2006. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Lepidochelys_kempii/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

KRENZ, James, G., NAYLOR, Gavin J.P., SHAFFER, H. Bradley a JANZEN, Fredric J. Molecular phylogenetics and evolution of turtles. Molecular Phylogenetics and Evolution. 2005, 37(1), 178–191. ISSN 1055-7903.

LAMB, Jessica. AI used to track sea turtles by scanning their unique face scales. Online. ABC News – ABC Gold Coast. 2024. Dostupné z: <https://www.abc.net.au/news/2024-10-17/green-heroes-ocean-ai-technology-tracking-sea-turtles/104478574> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

LAMONT, Margaret M., PRICE, Melissa E. a CATIZONE, Daniel J. Satellite telemetry reveals space use of diamondback terrapins. Animal Biotelemetry. 2023, 11(1), 42. ISSN 2050-3385.

LOHMANN, Catherine M. F. a LOHMANN, Kenneth J. How do sea turtles navigate in the ocean? State of the World's Sea Turtles. Online. 2021, 16. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/articles/2021/6/16/how-do-sea-turtles-navigate-in-the-ocean> (adresa platná k 3. květnu 2025).

LOTEK. FastGPS Argos Series. Online. Lotek. 2025. Dostupné z: <https://www.lotek.com/products/fastgps-argos-series/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

LOTEK. KiwiSat® Glue-On Series. Online. Lotek. 2025. Dostupné z: <https://www.lotek.com/products/kiwisat-glue-on-series/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

LOVICH, Jeffrey E. a GIBBONS, Whit. Turtles of the World: A Guide to Every Family. Princeton: Princeton University Press, 2021. ISBN 978-0-691-22322-3.

LUO, Junhai, HAN, Ying a FAN, Liying. Underwater Acoustic Target Tracking: A Review. Sensors. 2018, 18(1), 112. ISSN 1424-8220.

LUSCHI, Paolo, HAYS, Graeme C. a PAPI, Floriano. A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. Oikos. 2003, 103(2), 293–302. ISSN 0030-1299.

LUSCHI, Paolo, HUGHES, George, MENCACCI, Resi, DE BERNARDI, Enrico, SALE, Alessandro, BROKER, Rainer, BOUWER, Marthán a PAPI, Floriano. Satellite tracking of migrating loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) displaced in the open sea. Marine Biology. 2003, 143(4), 793–801. ISSN 0025-3162.

LUTZ, Peter L. a MUSICK, John A. The Biology of Sea Turtles. Boca Raton: CRC Press, 1997. ISBN 978-0-8493-8422-6.

MANNING, Julia C., ROSENGARTEN, Sarah, HOOPER, Charles, et al. Post-release changes in the fine-scale diving behavior and activity of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) from the Northeastern Gulf of Mexico. *Animal Biotelemetry*. Online. 2025, 13, 13. ISSN 2050-3385.

MANSFIELD, Katherine L., WYNEKEN, Jeanette, PORTER, Warren P. a LUO, Jiangang. First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the 'lost years' oceanic niche. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2014, 281(1781), 20133039. ISSN 0962-8452.

MANSFIELD, Katherine L., WYNEKEN, Jeanette, RITTSCHOF, Daniel, WALSH, Molly, LIM, C. W. a PAUL, Richards. Satellite tag attachment methods for tracking neonate sea turtles. *Marine Ecology Progress Series*. 2012, 457, 181–192. ISSN 0171-8630.

MAPOTIC. Wildlife Tracking Technology Trends of 2025: Engaging Movement Data Visualization. Online. Mapotic. 2025. Dostupné z: <https://www.mapotic.com/blog/wildlife-tracking-technology-trends-of-2025/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

MATLEY, Jordan K., KLINARD, Natalie V., BARBOSA MARTINS, Ana P., AARESTRUP, Kim, ASPILLAGA, Eneko, COOKE, Steven J., COWLEY, Paul D., HEUPEL, Michelle R., LOWE, Christopher G., LOWERRE-BARBIERI, Susan K., MITAMURA, Hiromichi, MOORE, Jean-Sébastien, SIMPFENDORFER, Colin A., STOKESBURY, Michael J.W., TAYLOR, Matthew D., THORSTAD, Eva B., VANDERGoot, Christopher S. a FISK, Aaron T. Global trends in aquatic animal tracking with acoustic telemetry. *Trends in Ecology & Evolution*. 2022, 37(2), 154–167. ISSN 0169-5347.

McKIE, Robin. 'Only AI made it possible': scientists hail breakthrough in tracking British wildlife. Online. *The Guardian*. 2023. Dostupné z: <https://www.theguardian.com/technology/2023/aug/13/only-ai-made-it-possible-scientists-hail-breakthrough-in-tracking-british-wildlife> (adresa platná k 30. dubnu 2025).

McWILLIAMS, Celeste. Tour de Turtles. Online. *ConserveTurtles.org*. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/program-activity/tour-de-turtles/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

MEYLAN, Peter A. Introduction to the leatherback turtles: family Dermochelyidae. Online. 2006. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/285743558_Introduction_to_the_leatherback_turtles_family_Dermochelyidae (adresa platná k 28. dubnu 2025).

MEYLAN, Peter A., MEYLAN, Anne B. a GRAY, Jennifer A. The Ecology and Migrations of Sea Turtles 8. Tests of the Developmental Habitat Hypothesis. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 2011, 357, 1–70. ISSN 0003-0090.

MILLOWAY, Olivia. Leatherback Migrations. Smithsonian Tropical Research Institute. Online. 2024. Dostupné z: <https://stri.si.edu/story/leatherback-migrations> (adresa platná k 3. květnu 2025).

MORREALE, Stephen J. a STANDORA, Edward A. Western North Atlantic waters: Crucial developmental habitat for Kemp's ridley and Loggerhead sea turtles. *Chelonian Conservation and Biology*. 2005, 4(4), 872–882. ISSN 1071-8443.

MORTIMER, Jeanne A. a DONNELLY, Marydele. *Eretmochelys imbricata*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2008. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/8005/12881238> (adresa platná k 1. květnu 2025).

MOVEBANK. Movebank: Animal Tracking Database. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.movebank.org/cms/movebank-main> (adresa platná k 28. dubnu 2025).

MOVEBANK. What is animal tracking? Movebank. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.movebank.org/cms/movebank-content/what-is-animal-tracking> (adresa platná k 3. květnu 2025).

NASA. Animal Tracking (Internet of Animals). Earthdata.nasa.gov. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.earthdata.nasa.gov/about/nasa-support-snwg/solutions/animal-tracking-internet-animals> (adresa platná k 3. květnu 2025).

NASA. Satellites 'See' Sea Turtles, Ocean Threats. Online. NASA Spinoff. 2024. Dostupné z: https://spinoff.nasa.gov/Satellites_See_Sea_Turtles_Ocean_Threats (adresa platná k 25. dubnu 2025).

NICHOLS, Wallace J., RESENDIZ, Antonio, SEMINOFF, Jeffrey A. a RESENDIZ, Beatrice. Transpacific migration of a loggerhead turtle monitored by satellite telemetry. *Bulletin of Marine Science*. 2000, 67(3), 937–947. ISSN 0007-4977.

NOAA. Animal Telemetry. Online. NOAA Ocean Service. 2024. Dostupné z: <https://oceanservice.noaa.gov/ocean/animal-telemetry.html> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

NOAA. Leatherback Turtle (*Dermochelys coriacea*). NOAA Fisheries. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/leatherback-turtle> (adresa platná k 4. květnu 2025).

NOAA. Marine Turtle Biotelemetry. NOAA Fisheries. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.fisheries.noaa.gov/west-coast/science-data/marine-turtle-biotelemetry> (adresa platná k 5. květnu 2025).

NOAA. Olive Ridley Turtle (*Lepidochelys olivacea*). NOAA Fisheries. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/olive-ridley-turtle> (adresa platná k 4. květnu 2025).

NOAA. World's Most Ambitious Satellite Telemetry Study for Foraging Green and Hawksbill Sea Turtles. NOAA Fisheries. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/worlds-most-ambitious-satellite-telemetry-study-foraging-green-and-hawksbill-sea> (adresa platná k 4. květnu 2025).

OCEAN FOUNDATION. Oceánské želvy a migrace: Boyd Lyon vědec roku 2024. Online. 2024. Dostupné z: <https://oceanfdn.org/cs/oznamuje-2024-boyd-lyon-v%C4%9Bdec/> (adresa platná k 5. květnu 2025).

OCEAN TRACKS. Ocean Tracks. Online. 2025. Dostupné z: <https://oceantracks.org/> (adresa platná k 28. dubnu 2025).

OLIVE RIDLEY PROJECT. Threats to Sea Turtles. OliveRidleyProject.org. Online. 2023. Dostupné z: <https://oliveridleyproject.org/threats-to-sea-turtles/> (adresa platná k 3. květnu 2025).

PAPI, Floriano, LUSCHI, Paolo, AKESSON, Susanne, CAPOGROSSI, Susanna a HAYS, Graeme C. Open-sea migration of magnetically disturbed sea turtles. *Journal of Experimental Biology*. 2000, 203(23), 3435–3443. ISSN 0022-0949.

PATRÍCIO, Ana Rita, BEAL, Martin, BARBOSA, C., DIOUCK, D., GODLEY, Brendan J., MADEIRA, F. M., REGALLA, A., TRAORÉ, M. S., SENHOURY, C., SIDINA, E. a CATRY, P. Green Turtles Highlight Connectivity Across a Regional Marine Protected Area Network in West Africa. *Frontiers in Marine Science*. 2022, 9, 812144. ISSN 2296-7745.

PENDOLEY, Kellie L., BELL, Catherine D., McCracken, Rebecca, BALL, Kirsten R., SHERBORNE, Jarrad, OATES, Jessica E., BECKER, Patrick, VITENBERGS, Anna a

WHITTOCK, Paul A. Reproductive biology of the flatback turtle (*Natator depressus*) in Western Australia. *Endangered Species Research*. 2014, 23(2), 115–123. ISSN 1863-5407.

PEREIRA, Emanuel, Ícaro ARAÚJO, Luís Felipe Vieira SILVA, Mateus BATISTA, Sandoval JÚNIOR a Erick BARBOZA. RFID Technology for Animal Tracking: A Survey. *IEEE Journal of Radio Frequency Identification*, 2023, roč. 7, č. 4, s. 609–620. ISSN 2469-7281.

READ, T. C., WANTIEZ, L., WERRY, J. M., FARMAN, R., PETRO, G. a LIMPUS, C. J. Migrations of green turtles (*Chelonia mydas*) between nesting and foraging grounds across the Coral Sea. *PLoS ONE*. 2014, 9(6), e100083. ISSN 1932-6203.

RED LIST STANDARDS & PETITIONS SUBCOMMITTEE. *Natator depressus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 1996. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/14363/210612474> (adresa platná k 3. květnu 2025).

REMPEL, Robert S., RODGERS, Alan R. a ABRAHAM, Ken F. Performance of a GPS animal location system under boreal forest canopy. *Journal of Wildlife Management*. 1995, 59(3), 543–551. ISSN 0022-541X.

ROBINSON, David P., HYLAND, Kevin, BEUKES, Gerhard, VETTAN, Abdulkareem, MABADIKATE, Aneeshkumar, JABADO, Rima W. a ROHNER, Christoph A. Satellite tracking of rehabilitated sea turtles suggests a high rate of short-term survival following release. *PLoS ONE*. 2021, 16(2), e0246241. ISSN 1932-6203.

ROSCH, Carla. How satellites are mapping the future of turtle conservation. Online. BBC Future. 2024. Dostupné z: <https://www.bbc.com/future/article/20241001-how-satellites-are-mapping-the-future-of-turtle-conservation> (adresa platná k 25. dubnu 2025).

SCOTT, Rebecca, BIASTOCH, Arne, RODER, Christian, STIEBENS, Victor A. a EIZAGUIRRE, Christophe. Nano-tags for neonates and ocean-mediated swimming behaviours linked to rapid dispersal of hatchling sea turtles. *Proceedings of the Royal Society B*. 2014, 281(1796), 20141209. ISSN 0962-8452.

SEALIFEBASE. *Eretmochelys imbricata*. SeaLifeBase. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.sealifebase.se/summary/Eretmochelys-imbricata.html> (adresa platná k 4. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Flatback turtle (*Natator depressus*). *ConserveTurtles.org*. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/flatback/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Green sea turtle (*Chelonia mydas*). *ConserveTurtles.org*. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/green/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). *ConserveTurtles.org*. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/hawksbill/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Kemp's ridley turtle (*Lepidochelys kempii*). *ConserveTurtles.org*. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/kemps-ridley/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). *ConserveTurtles.org*. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/leatherback/> (adresa platná k 3. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*). ConserveTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/loggerhead/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*). ConserveTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/species/olive-ridley/> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Sea Turtles. ConserveTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/sea-turtles/> (adresa platná k 3. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Sea Turtle Tracking: Research and education. ConserveTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/project/sea-turtle-tracking/> (adresa platná k 2. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Threats to Sea Turtles. ConserveTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/threats/> (adresa platná k 3. květnu 2025).

SEA TURTLE CONSERVANCY. Turtle Tracking. Online. ConserveTurtles.org. 2025. Dostupné z: <https://conserveturtles.org/turtle-tracking/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

SEATURTLE. Miscellaneous Tags. SeaTurtle.org. Online. 2025. Dostupné z: <http://www.seaturtle.org/tagging/misc.shtml> (adresa platná k 2. květnu 2025).

SEATURTLE. Satellite Tags. Online. SeaTurtle.org. 2025. Dostupné z: <http://www.seaturtle.org/tagging/satellite.shtml> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

SEE TURTLES. Sea Turtle Migration. SeeTurtles.org. Online. 2025. Dostupné z: (adresa platná k 3. květnu 2025).

SEMINOFF, Jeffrey A. *Chelonia mydas*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/4615/247654386> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SEMINOFF, Jeffrey A. Proceedings of the Twenty-Second Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. Miami, Florida: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration. 2003. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-503. ISSN 1659-455X.

SEMINOFF, Jeffrey A., BENSON, Scott R., ARTHUR, Karen E., EGUCHI, Tomoharu, DUTTON, Peter H., TAPILATU, Ricardo F. a POPP, Brian N. Stable Isotope Tracking of Endangered Sea Turtles: Validation with Satellite Telemetry and $\delta^{15}\text{N}$ Analysis of Amino Acids. PLoS ONE. 2012, 7(5), e37403. ISSN 1932-6203.

SEMINOFF, Jeffrey A., JONES, T. Todd a MARSHALL, G. J. Underwater behaviour of green turtles monitored with video-time-depth recorders: What's missing from dive profiles? Marine Ecology Progress Series. 2006, 322, 269–280. ISSN 0171-8630.

SHILLINGER, G. L., PALACIOS, D. M., BAILEY, H., BOGRAD, S. J., SWITHENBANK, A. M., GASPAR, P., WALLACE, B. P., SPOTILA, J. R., PALADINO, F. V., PIEDRA, R., ECKERT, S. A., & BLOCK, B. A. Persistent Leatherback Turtle Migrations Present Opportunities for Conservation. PLoS Biology, 2008, 6(7), e171. ISSN 1545-7885.

SCHOFIELD, Gail, BISHOP, Colin M., MACLEAN, Graham, BROWN, Paul, BAKER, Matthew, KATSELIDIS, Konstantinos A., DIMOPOULOS, Panagiotis, PANTIS, John D. a HAYS, Graeme C. Novel GPS tracking of sea turtles as a tool for conservation management. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 2007, 347(1–2), 58–68. ISSN 0022-0981.

SCHROEDER, Barbara a MURPHY, Sally. Population Surveys (ground and aerial) on Nesting Beaches. Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication, 4, 1999, 45–55. Online. Dostupné z: <https://www.dnr.sc.gov/seaturtle/Literature/schroeder&murhpy.pdf> (adresa platná k 2. květnu 2025).

SPOTILA, James R. Sea Turtles: A Complete Guide to Their Biology, Behavior, and Conservation. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2004. ISBN 0-8018-8007-6.

STONEBURNER, D. L. Satellite telemetry of loggerhead sea turtle movement in the Georgia Bight. *Copeia*. 1982, 1982(2), 400–408. ISSN 0045-8511.

SWOT. Flatback turtle (*Natator depressus*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/flatback> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. Green turtle (*Chelonia mydas*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/green-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/hawksbill> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. History. SeaTurtleStatus.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/history> (adresa platná k 2. květnu 2025).

SWOT. Kemp's ridley turtle (*Lepidochelys kempii*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/kemps-ridley> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/leatherback-turtle> (adresa platná k 3. květnu 2025).

SWOT. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/loggerhead-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. Olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*). State of the World's Sea Turtles. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/olive-ridley> (adresa platná k 1. květnu 2025).

SWOT. Sea Turtles: The Ultimate Expert Guide. SeaTurtleStatus.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.seaturtlestatus.org/sea-turtles-ultimate-expert-guide> (adresa platná k 3. květnu 2025).

TANABE, L. K., COCHRAN, J. E. M. a BERUMEN, M. L. Inter-nesting, migration, and foraging behaviors of green turtles (*Chelonia mydas*) in the central-southern Red Sea. *Scientific Reports*. 2023, 13, 11222. ISSN 2045-2322.

THIELK, Emily. *Natator depressus* (flatback sea turtle). Animal Diversity Web. Online. 2003. Dostupné z: https://animaldiversity.org/accounts/Natator_depressus/ (adresa platná k 1. květnu 2025).

THOMSON, Jordan A., BÖRGER, Luca, CHRISTIANEN, Marcel J. A., ESTEBAN, Nicole, LALOË, Joël-Olivier a HAYS, Graeme C. Implications of location accuracy and data volume for home range estimation and fine-scale movement analysis: comparing Argos and Fastloc-GPS tracking data. *Marine Biology*. 2017, 164(204). ISSN 0025-3162.

TOMKIEWICZ, Stephen M., FULLER, Mark R., KIE, John G. a BATES, Kevin K. Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2010, 365(1550), 2163–2176. ISSN 0962-8436.

TORRES, T. Kemp's Ridley Nesting "Arribada". Smithsonian Ocean. Online. 2018. Dostupné z: <https://ocean.si.edu/ocean-life/reptiles/kemps-ridley-nesting-arribada> (adresa platná k 4. květnu 2025).

TOURANI, Mahdieh. A review of spatial capture–recapture: Ecological insights, limitations, and prospects. *Ecology and Evolution*. 2021, 11(24), 18150–18166. ISSN 2045-7758.

TROËNG, Sebastian, HARRISON, Emma, EVANS, David R. a LAGUEWX, Cynthia. Migration of green turtles *Chelonia mydas* from Tortuguero, Costa Rica. *Marine Biology*. 2005, 148(2), 435–447. ISSN 0025-3162.

TURNER TOMASZEWICZ, Calandra N., AVENS, Larisa, SEMINOFF, Jeffrey A., LIMPUS, Colin J., FITZSIMMONS, Nancy N., GUINEA, Michael L., PENDOLEY, Kellie L., WHITTOCK, Paul A., VITENBERGS, Anna a WHITING, Scott D. Age-specific growth and maturity estimates for the flatback sea turtle (*Natator depressus*) by skeletochronology. *PLOS ONE*. 2022, 17(7), e0271048. ISSN 1932-6203.

UMWELTANALYSEN. Telemetrie: Tracking Methoden von Wildtieren mit VHF und Satellitentelemetrie. Umweltanalysen.com. Online. 2024. Dostupné z: <https://www.umweltanalysen.com/telemetrie-von-wildtieren> (adresa platná k 5. květnu 2025).

UPWELL. Following Tiny Turtles at Sea: Tag Tech. Upwell. Online. 2023. Dostupné z: <https://www.upwell.org/news/2023/11/tinyturtletagtech> (adresa platná k 4. květnu 2025).

USGS. Capture-Mark-Recapture Science. USGS Eastern Ecological Science Center. Online. 2018. Dostupné z: <https://www.usgs.gov/centers/eesc/science/capture-mark-recapture-science> (adresa platná k 4. květnu 2025).

VIETZE, Andrew. Artificial Intelligence Is Watching Wildlife. Online. National Wildlife Federation. 2024. Dostupné z: <https://www.nwf.org/Magazines/National-Wildlife/2024/Spring/Conservation/Artificial-Intelligence-Wildlife-Conservation> (adresa platná k 30. dubnu 2025).

WALLACE, Bryan P., DIMATTEO, Andrew D., HURLEY, Brendan J., FINKBEINER, Elena M., BOLTON, Alan B., CHALOUPKA, Milani Y., HUTCHINSON, Brian J., ABREU-GROBOIS, F. Alberto, AMOROCHO, Diego, BJORNDAAL, Karen A., aj. Regional Management Units for Marine Turtles: A Novel Framework for Prioritizing Conservation and Research across Multiple Scales. *PLoS ONE*. Online. 2010, 5(12), e15465. ISSN 1932-6203.

WALLACE, Bryan P., TIWARI, Manjula a GIRONDOT, Marc. *Dermochelys coriacea*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2013. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/6494/43526147> (adresa platná k 3. květnu 2025).

WEBER, Nicola, WEBER, Sam B., GODLEY, Brendan J., ELLICK, Jacqui, WITT, Matthew a BRODERICK, Annette C. Telemetry as a tool for improving estimates of marine turtle abundance. *Biological Conservation*. 2013, 167, 90–96. ISSN 0006-3207.

WERDEL, Ty J., MATARRITA-CASCANTE, David a LUCERO, Jacob E. State of Traditional Ecological Knowledge in the wildlife management profession. *Journal of Wildlife Management*. 2024, 88(5), e22579. ISSN 1937-2817.

WIBBELS, Thane a BEVAN, Elizabeth. *Lepidochelys kempii*. The IUCN Red List of Threatened Species. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.iucnredlist.org/species/11533/155057916> (adresa platná k 3. květnu 2025).

WILDLIFE COMPUTERS. Fastloc GPS: The Most Reliable and Efficient Way to Acquire Location. Online. Wildlife Computers. 2025. Dostupné z: <https://wildlifecomputers.com/data/technologies/fastloc/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

WILDLIFE COMPUTERS. SPLASH10-F. Online. Wildlife Computers. 2025. Dostupné z: <https://wildlifecomputers.com/our-tags/splash-archiving-tags/splash10-f/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

WILDLIFE COMPUTERS. SPLASH10-F-294. Online. Wildlife Computers. 2025. Dostupné z: <https://wildlifecomputers.com/splash10-f-fastloc-gps-tags-product-sheet-splash10-f-294/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

WILDLIFE COMPUTERS. SPLASH10-F-321. Online. Wildlife Computers. 2025. Dostupné z: <https://wildlifecomputers.com/splash10-f-fastloc-gps-tags-product-sheet-splash10-f-321/> (adresa platná k 27. dubnu 2025).

WILSON, Rory P. a McMAHON, Clive R. Measuring devices on wild animals: what constitutes acceptable practice? *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2006, 4(3), 147–154. ISSN 1540-9295.

WITT, Matthew J., HAWKES, Lucy A., GODFREY, Matthew H., GODLEY, Brendan J. a BRODERICK, Annette C. Predicting the impacts of climate change on a globally distributed species: The case of the loggerhead turtle. *Journal of Experimental Biology*. 2010, 213(6), 901–911. ISSN 0022-0949.

WWF. Green turtle (*Chelonia mydas*). World Wildlife Fund. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/green-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

WWF. Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*). World Wildlife Fund. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/hawksbill-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

WWF. Leatherback turtle (*Dermochelys coriacea*). World Wildlife Fund. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/leatherback-turtle> (adresa platná k 3. květnu 2025).

WWF. Loggerhead turtle (*Caretta caretta*). World Wildlife Fund. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/loggerhead-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

WWF. Olive ridley turtle (*Lepidochelys olivacea*). World Wildlife Fund. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/olive-ridley-turtle> (adresa platná k 1. květnu 2025).

WWF. Sea Turtle. WorldWildlife.org. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.worldwildlife.org/species/sea-turtle> (adresa platná k 3. květnu 2025).

WYNEKEN, Jeanette, LOHMANN, Kenneth J. a MUSICK, John A. *The Biology of Sea Turtles*. Volume III. Boca Raton: CRC Press, 2013. ISBN 978-1-4398-7307-6.

ZBINDEN, Judith A., AEBISCHER, Adrian, MARGARITOULIS, Dimitris a ARLETTAZ, Raphaël. Important areas at sea for adult loggerhead sea turtles in the Mediterranean Sea: Satellite tracking corroborates findings from potentially biased sources. *Marine Biology*. 2007, 153(5), 899–906. ISSN 0025-3162.