

# ANALIZA PRITISKOV IN PRESOJA VPLIVOV NA MORSKI EKOSISTEM KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN s poudarkom na vplivu turizma in pristočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov

zaključno poročilo



Morska biološka postaja  
Nacionalni inštitut za biologijo

**Analiza pritiskov in presoja vplivov na morski ekosistem  
Krajinskega parka Strunjan s poudarkom na vplivu turizma in  
prostočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov**

Avtorji:

Lovrenc LIPEJ, Danijel IVAJNŠIČ, Tihomir MAKOVEC, Martina ORLANDO  
BONACA, Simone SPINELLI, Milijan ŠIŠKO, Domen TRKOV & Borut MAVRIČ

Oktober, 2024

LIPEJ, L., D. IVAJNŠIČ, T. MAKOVEC, M. ORLANDO BONACA, S. SPINELLI, M. ŠIŠKO, D. TRKOV & B. MAVRIČ (2024): *Analiza pritiskov in presoja vplivov na morski ekosistem Krajinskega parka Strunjan s poudarkom na vplivu turizma in prostočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov*. Nacionalni Inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, Poročila MBP, 225, 99 str.

## SEZNAM KRATIC

**BS** – Bele skale

**CCI** – Clean Coast Index

**Cn1** – pokrovnost kolenčaste cimodoceje < 1/3 substrata

**Cn2** – pokrovnost kolenčaste cimodoceje 1/3 – 2/3 substrata

**Cn3** – pokrovnost kolenčaste cimodoceje > 2/3 substrata

**EMODnet** – European Marine Observation and Data Network

**FO%** – frekvenca pojavljanja

**GPS** – Global Positioning System

**GURS** – Geodetska Uprava Republike Slovenije

**Hz** – Herz

**IZ** – Izola

**KPS** – Krajinski park Strunjan

**MBP** – Morska biološka postaja

**Md** – mediana

**MZ** – Mesečev zaliv

**μHT** – mikrohabitatni tip

**NIB** – Nacionalni inštitut za biologijo

**NIS** – *non indigenous species* (tujerodna vrsta)

**NR** – Naravni rezervat

**PT** – paralelni transekt

**VT** – vertikalni transekt

**SAR** – Species Area Relationship (premosorazmeren odnos med površino in številom vrst)

**ST** – Strunjan

## Kazalo

1. UVOD .....	1
1.1. OBRAVNAVANO OBMOČJE .....	1
2. OCENA EKOLOŠKEGA STANJA TRAVNIKOV KOLENČASTE CIMODOCEJE V KRAJINSKEM PARKU STRUNJAN - MEDISKEW INDEKS.....	3
2.1. UVOD .....	3
2.2.1. Vzorčenje morskih travnikov na sedimentnem dnu .....	3
2.2.2. Laboratorijska obdelava vzorcev kolenčaste cimodoceje .....	6
2.3. VREDNOTENJE OKOLJSKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI KOLENČASTE CIMODOCEJE8	
2.3.1 Uvrstitev vzorca (točke vzorčenja) v razred okoljskega stanja .....	9
2.3.2 Uvrstitev mesta vzorčenja v razred okoljskega stanja.....	10
2.3.3 Uvrstitev morskega travnika v razred okoljskega stanja za posamezno leto .....	11
2.4. REZULTATI IN DISKUSIJA .....	12
2.4.1. Stanje morskega travnika kolenčaste cimodoceje .....	12
3. KARTIRANJE TRAVNIKOV KOLENČASTE CIMODOCEJE V OŽJEM OBMOČJU NARAVNEGA REZERVATA STRUNJAN (ZALIV SV. KRIŽA) .....	17
3.1. MIKROHABITATNI TIPI.....	17
3.2. Globinska razširjenost in pokrovnost.....	21
3.3. Popis ihtiofavne .....	29
3.4. Popis prevladujoče makrofavne .....	38
4. VREDNOTENJE PRITISKOV IN VPLIVOV NA MORSKI EKOSISTEM KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN...	44
4.1. Vrednotenje pritiskov in vplivov antropogenih dejavnosti na morski ekosistem KPS .....	44
4.2. Stanje ohranjenosti na osnovi ekspertnega mnenja .....	66
5. VPLIV TURIZMA IN PROSTOČASNIH DEJAVNOSTI NA OBMOČJU KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN BREZ UPOŠTEVANJA OSREDNJEGA OBMOČJA NARAVNEGA REZERVATA STRUNJAN, S Poudarkom NA OBMOČJE VILE TARTINI IN BELIH SKAL.....	68
5.1. Vpliv turizma in prostočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov .....	68
5.2. Vpliv prostočasnih dejavnosti na območju koralnega grebena .....	73
6. OVREDNOTENJE ČASOVNE DINAMIKE PROSTORSKE RAZŠIRJENOSTI MORSKIH TRAVNIKOV V OBDOBJU 2018-2024 NA OBMOČJU KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN.....	73
6.1. Priprava časovne serije podob satelita Sentinel-2A (BOA) .....	73
6.3. Priprava maske za identifikacijo morskih travnikov na območju KPS .....	75
6.4. Korekcija vodnega stolpca na podobah Sentinel 2A (BOA) .....	76
6.5. Ocena odbojnosti globokovodnega predala satelitskih podob Sentinel 2A (BOA).....	77
6.6. Ocena koeficient slabljenja svetlobe v vodi.....	77

6.7. Segmentacija/klasifikacija satelitskih podob za območje KPS.....	78
6.8. Validacija klasificiranih podob za KPS .....	79
6.9. Ocena časovne dinamike morskih travnikov v KPS med letoma 2018 in 2024 .....	80
6.9.1. Morski travnik na območju med Strunjanom in Villo Tartini.....	83
6.9.2. Morski travnik na območju Mesečevega zaliva .....	84
6.9.3. Morski travnik na območju Belih skal.....	85
6.9.4. Morski travnik na območju pod Belvederjem – Simonov zaliv.....	86
7. VIRI.....	88
7.1. Strokovna literatura .....	88
7.1.1. Drugi viri .....	99
7.2. Spletni viri .....	99

## 1. UVOD

Predmet javnega naročila, ki ga je naročil Javni zavod Krajinski park Strunjan, je izvedba analize pritiskov in presoja vplivov na morski ekosistem Krajinskega parka Strunjan (v nadaljevanju KPS) s poudarkom na vplivu turizma in prostočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov. Vključuje oceno ekološkega stanja morskih travnikov, njihovo kartiranje, vrednotenje pritiskov in vplivov na morski ekosistem KPS, vpliv turizma in prostočasnih dejavnosti in analizo časovne dinamike prostorske razširjenosti morskih travnikov v zadnjem petletnem obdobju. Poleg morskih travnikov je del naloge posvečen tudi biogeni formaciji pred rtom Ronek.

Pričujoče poročilo temelji na

- a) tarčnih vzorčenjih, opravljenih v letu 2024,
- b) analizi preteklih vzorčenj na obravnavanem območju,
- c) pregledu že objavljenih podatkov, ki se nanašajo na biotsko raznovrstnost v okviru KPS,
- d) pregledu recentnega gradiva o monitoringih, ki nam ga je dostavil naročnik in jih izvaja (*popis posegov na morskem obrežju, monitoring kopalcev, monitoring sidranih plovil, ribolovne aktivnosti in gradivo o morskih odpadkih*),
- e) pregledu virov iz strokovne literature.

Poleg tega smo se pri pripravi tega poročila seznanili tudi z nekaterimi ključnimi dokumenti kot je Načrt upravljanja Krajinskega parka Strunjan za obdobje 2018–2027 (Javni zavod Krajinski park, 2018).

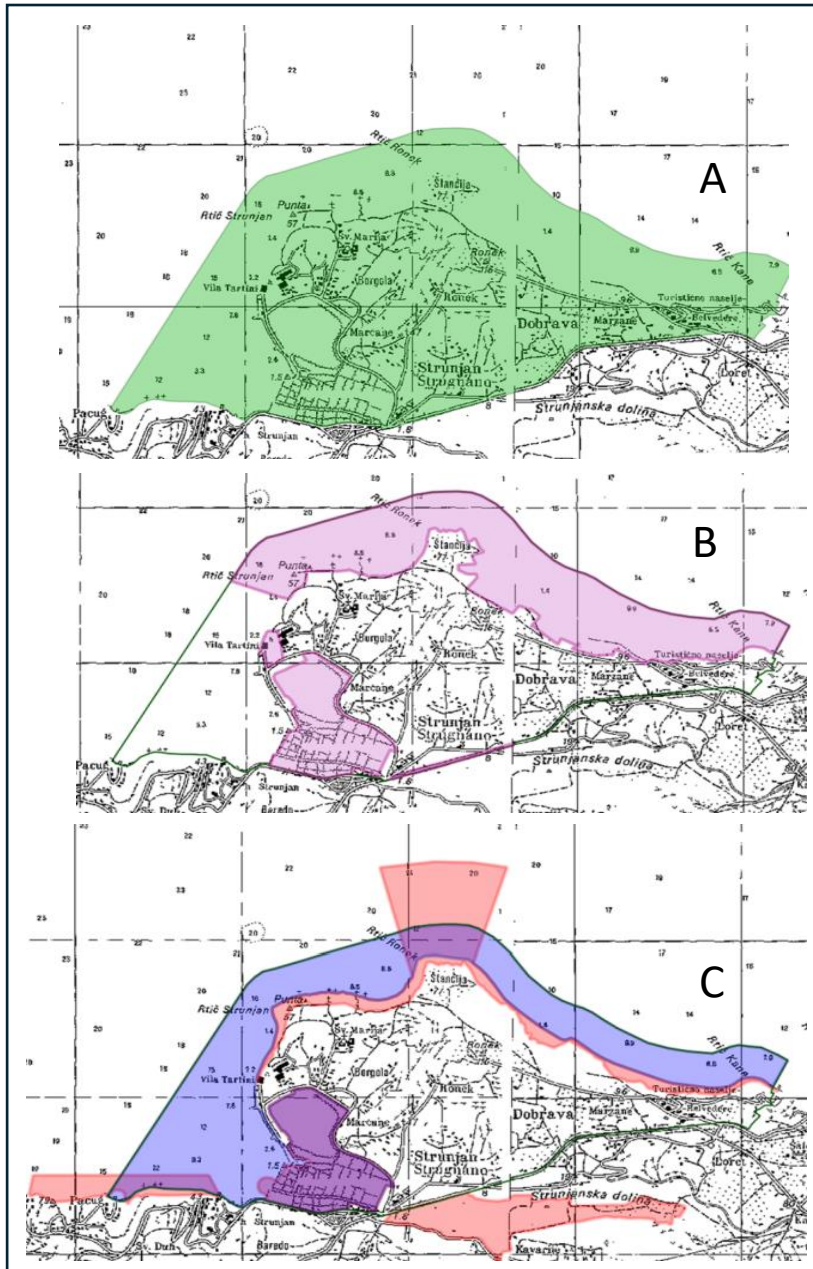
### 1.1. OBRAVNAVANO OBMOČJE

KPS je širše zavarovano območje v Sloveniji (*slika 1a, 1b*), ki vključuje tudi dvestometrski pas obalnega morja (zaščitenega v sklopu Naravnega rezervata Strunjan) in celoten Strunjanski zaliv do Pacuga. Morski del KPS vključuje najdaljši odsek naravne obale v Tržaškem zalivu in pokriva površino približno 177 ha.

Tudi območje lagune Stjuža je pomemben del Naravnega rezervata Strunjan (NR Strunjan), ki je vključeno v omrežje Natura 2000, tako kot še nekatera druga (*slika 1c*). Stjuža



je večinoma zelo plitva laguna, zato se ob najnižji oseki nekateri njeni predeli prikažejo na plan. Nekoč je bila neposredno povezana z morjem kot odprt zaliv, danes je povezana le s pretočnim kanalom, ki ga imenujemo Pretočna laguna. Na prehodu s Pretočno laguno je globina okoli 6 metrov. Pretočna laguna je podolgovato vodno telo, ki je prek ustja povezano z morjem.



**Slika 1A:** Meje Krajinskega Parka Strunjan (zeleno) (Vir: Javni zavod KPS (2018; GURS)).

**Slika 1B:** Meje ožjih zavarovanih območij (vijola) (Vir: Javni zavod KPS (2018; GURS)).

**Slika 1C:** Meje posebnih ohranitvenih območij (Natura 2000)(roza) in meja posebnega varstva (Natura 2000) (modro). (Vir: Javni zavod KPS (2018; GURS)).



## 2. OCENA EKOLOŠKEGA STANJA TRAVNIKOV KOLENČASTE CIMODOCEJE V KRAJINSKEM PARKU STRUNJAN - MEDISKEW INDEKS

### 2.1. UVOD

Kolenčasta cimodoceja (*Cymodocea nodosa*) tvori med morskimi cvetnicami največje in najgloblje segajoče morske travnike v slovenskem morju, v njih pa pogosto najdemo tudi manjše zaplate male morske trave (*Zostera noltei*). Kolenčasta cimodoceja je hitrorastoča trajnica, ki naseljuje peščeno in blatno dno v antropogeno razmeroma neobremenjenih in tudi degradiranih obalnih voda (Orfanidis *s sod.*, 2007). V Sredozemskem morju se stanje morskih travnikov kolenčaste cimodoceje slabša zaradi antropogenih pritiskov, ki vplivajo na razpoložljivost hranilnih snovi, predvsem pa na resuspenzijo sedimentov in posledično omejene svetlobe, ki dosega morsko dno. Kadar so izpostavljene nizki ravni svetlobe, se morske cvetnice odzovejo tako, da razporedijo večjo biomaso v liste. S podaljšanjem listov lahko zajamejo večji delež svetlobe, ki ga namenijo fotosintetski proizvodnji (Greve & Binzer, 2004).

V poročilu opisujemo opravljene terenske in laboratorijske aktivnosti, uporabljene metodologije, oceno stanja morskega travnika v KP Strunjan po indeksu MediSkew v letu 2024 ter primerjavo z rezultati prejšnjih let, vključno z rezultati stanja morskih travnikov ob Luki Koper (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2023).

### 2.2. METODOLOGIJA

#### 2.2.1. Vzorčenje morskih travnikov na sedimentnem dnu

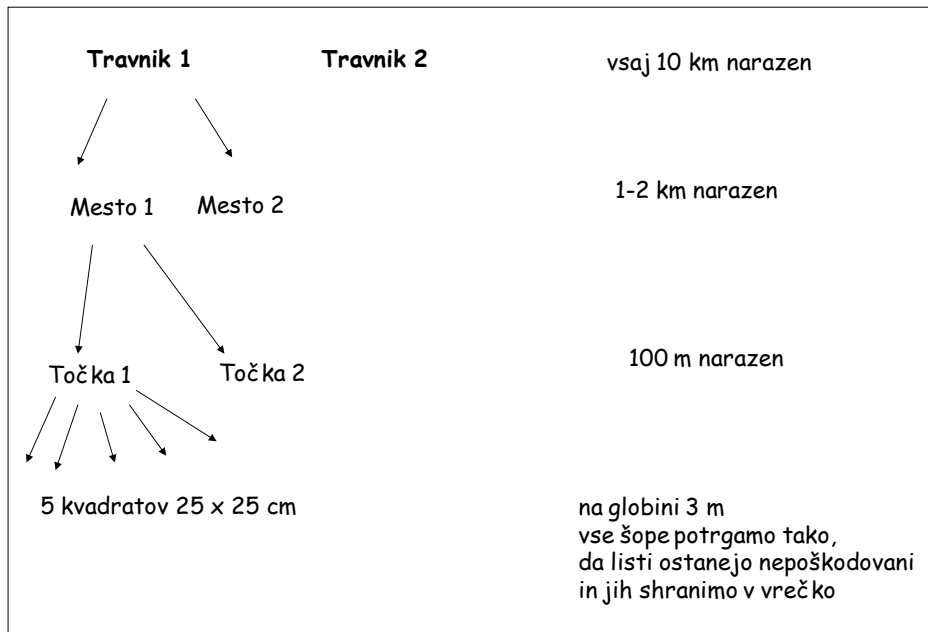
Za vzorčenje morskih travnikov smo uporabili standardno metodologijo za vzorčenje teh habitatov (Orfanidis *s sod.*, 2007), prirejeno jadranskim razmeram (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2015). Ta predvideva vzorčenje morskih travnikov kolenčaste cimodoceje enkrat letno, na začetku poletja (junij - julij). Vzorčenje je shematsko prikazano na [sliki 2](#). V vsakem travniku kolenčaste cimodoceje na globini 3 metrov izberemo 2 mesti vzorčenja. Na vsakem mestu izberemo po 2 delovni točki, ki sta 100 m narazen. Na vsaki delovni točki poberemo 5 paralelk, ki predstavljajo en vzorec.

Vzorčenje kolenčaste cimodoceje poteka tako, da na dno položimo kvadratni okvir velikosti 25 cm x 25 cm (Orfanidis *s sod.*, 2007). Znotraj kvadrata potrgamo vse šope kolenčaste cimodoceje (*slika 3*) tako, da ne poškodujemo listov (Orfanidis *s sod.*, 2007, 2010). Tako nabrana kolenčasta cimodoceja predstavlja eno paralelko (*slika 4*).

V letu 2024 smo morske travnike v KP Strunjan vzorčili 18. julija. Morske travnike smo nameravali vzorčiti na dveh mestih vzorčenja (Cy1 in Cy2), ki sta bili uporabljeni tudi za začetno presojo stanja slovenskega morja in razvoj indeksa MediSkew (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2015). Ker pa na mestu vzorčenja Cy1 ni bilo več morskega travnika, smo bili primorani pregledati infralitoralni pas tudi na drugih sedimentnih odsekih znotraj KP Strunjan. Gost travnik kolenčaste cimodoceje ni bil prisoten na 3 m globine (kot je predvideno v metodologiji za MediSkew) nikjer drugje na raziskanem območju, zato smo na dodatnem mestu vzorčenja, BeSka (*tabela 1, slika 5*), morski travnik lahko vzorčili le na 6 m globine.

**Tabela 1: Mesta vzorčenja morskih travnikov v KPS v letu 2024, število vzorčnih točk in nabranih paralelk vzorcev.**

Koda mesta	Geografska širina (N)	Geografska dolžina (E)	Vrsta trave	Datum vzorčenja	Število točk	Število paralelk
<b>Cy1</b>	45°31.609'	13°36.023'	ni več morskega travnika	18.7.2024	0	0
<b>Cy2</b>	45°32.306'	13°36.607'	<i>Cymodocea nodosa</i>	18.7.2024	2	10
<b>BeSka</b>	45°32.148'	13°37.503'	<i>Cymodocea nodosa</i> in <i>Zostera noltei</i>	18.7.2024	2	10



**Slika 2:**  
Postopek  
vzorčenja  
kolenčaste  
cimodoceje.

Pri podvodnem delu so sodelovali štirje raziskovalci (potapljači), dva raziskovalca pa sta bila na plovilu za začetno obdelavo in shranjevanje vzorcev. Vzorce smo na plovilu sprali s sladko vodo, da bi odstranili sediment, sol in razne nečistoče. Pri spiranju smo ugotovili, da so vzorci iz mesta vzorčenja BeSka vsebovali tako kolenčasto cimodocejo kot malo morsko travo. Po vrnitvi s terena smo vrečke s šopi morske trave shranili v zamrzovalniku na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Slika 3:** Potapljača nabirata vzorce kolenčaste cimodoceje (Foto: B. Mavrič).



**Slika 4:** Kvadratni okvir velikosti 25 cm x 25 cm. Nabrana kolenčasta cimodoceja predstavlja eno paralelko, 5 paralelek pa predstavlja en vzorec.



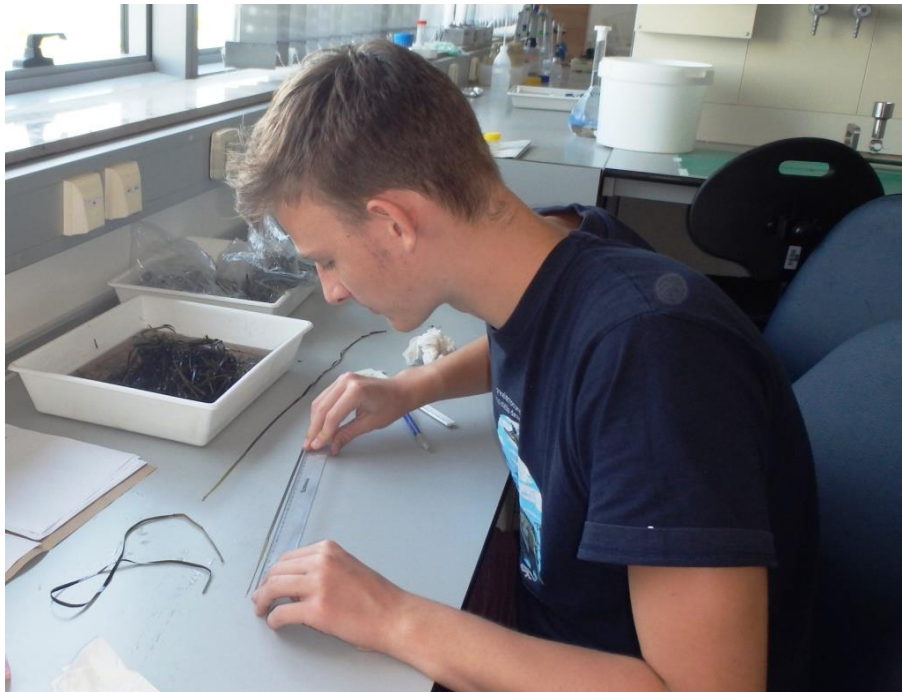
**Slika 5:** Prikaz mest vzorčenja morskih travnikov v KPS v letu 2024.

### 2.2.2. Laboratorijska obdelava vzorcev kolenčaste cimodoceje

Vzorci kolenčaste cimodoceje odmrznemo dan pred obdelavo (počasno odmrzovanje v hladilniku).

Vsako paralelko pregledamo posebej. Iz vsake paralelke naključno izberemo 20 šopov cimodoceje, ki morajo biti med delom potopljeni v slano vodo (*slika 6*). Vsak šop pazljivo razpremo s pinceto in v banjico položimo posamezne liste, od zunanjega (najdaljšega) do notranjega (najkrajšega). Nato preštejemo število listov v šopu in za vsak list zabeležimo naslednje parametre (Orfanidis *s sod.*, 2007, 2010):

- dolžino bazalnega dela lista v cm (na desetinko cm natančno),
- dolžino fotosintetsko aktivnega dela lista v cm (na desetinko cm natančno),
- širino lista v cm (na desetinko cm natančno),
- število znakov paše,
- kategorijo starosti lista:
  - a. odrasli (razviti oz. stari) listi so daljši od 5 cm in imajo dobro razvit bazalni del;
  - b. srednji listi so daljši od 5 cm in imajo komajda viden bazalni del;
  - c. mladi listi so krajši od 5 cm in nimajo razvitega bazalnega dela,
- stanje lista (list cel, poškodovan).



**Slika 6:** Obdelava vzorcev kolenčaste cimodoceje.

Ko pregledamo 20 šopov, preverimo, ali je izmerjenih vsaj 60 nepoškodovanih odraslih in srednjih listov. V nasprotnem primeru pregledamo še dodatno število šopov. Po obdelavi vse vzorce shranimo v plastične vrečke, ki jih etiketiramo in ponovno zamrznemo na  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2.3. VREDNOTENJE OKOLJSKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI KOLENČASTE CIMODOCEJE

Z vrednotenjem okoljskega stanja v skladu z Okvirno direktivo o morski strategiji (Direktiva 2008/56/ES) ugotavljamo spremenjenost strukture in funkcije posameznega biološkega elementa (npr. kolenčaste cimodoceje) v primerjavi z referenčnimi razmerami. Glede na rezultate vrednotenja biološki element razvrstimo v enega od petih razredov kakovosti stanja in nato ugotovimo, če element dosega ali ne dosega dobrega okoljskega stanja (*tabela 2*).

**Tabela 2: Klasifikacija stanja posameznega biološkega elementa.**

Razredi kakovosti	Dobro okoljsko stanje
Zelo dobro	Dosega
Dobro	
Zmerno	Ne dosega
Slabo	
Zelo slabo	

Za vrednotenje antropogenih pritiskov v obalnih vodah so v Grčiji razvili indeks (*skewness index*  $SkLnRfLL_{A,l,leaves}$  ali *CymoSkew*), ki upošteva frekvenčno porazdelitev dolžine listov kolenčaste cimodoceje (Orfanidis *s sod.*, 2007, 2010). Indeks temelji na dejstvu, da dolžina listov narašča od morskega travnika, ki je v najboljšem stanju do morskega travnika, ki je v najslabšem stanju. Koncept je bil nadgrajen z razvojem novega indeksa MediSkew (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2015).

Pri vrednotenju okoljskega stanja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje smo sledili zaporedju naslednjih korakov:

- uvrstitev vzorca (točke vzorčenja) kolenčaste cimodoceje v razred okoljskega stanja,
- uvrstitev mesta vzorčenja v razred okoljskega stanja,
- uvrstitev morskega travnika kolenčaste cimodoceje v razred okoljskega stanja za izbrano obdobje.

### 2.3.1 Uvrstitev vzorca (točke vzorčenja) v razred okoljskega stanja

Pri oceni stanja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje uporabljamo indeks MediSkew (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2015). Indeks je kombinacija dveh metrik, ki temeljita na dolžini listov kolenčaste cimodoceje. Prva metrika predstavlja asimetrijo frekvenčne porazdelitve dolžin listov (Skewness), druga pa odklon dolžine listov od referenčne mediane.

Za izračun indeksa uporabimo podatke o dolžini fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov na posamezni točki vzorčenja. Oceno stanja podajamo za vsak vzorec (5 paralelek skupaj) in ne posebej za posamezno paralelko.

Postopek je sledeč:

- a) dolžine listov v vzorcu (60 listov x 5 paralelek = 300 podatkov) ln-transformiramo in izračunamo koeficient asimetrije (*Fisher-Pearson standardized moment coefficient*), po [enačbi 1](#);

**Enačba 1:** Izračun koeficienta asimetrije

$$G = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3$$

kjer je:

**G** = koeficient asimetrije ln-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje v vzorcu,

**n** = velikost vzorca (300),

**$x_i$**  = ln-transformirana dolžina posameznega fotosintetsko aktivnega dela lista,

**$\bar{x}$**  = aritmetično povprečje vzorca (ln-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela 300 listov), in

**s** = standardna deviacija vzorca.

- b) izračunamo mediano (Md) nelogaritmiranih podatkov dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje v vzorcu ( $n = 300$ ),
- c) dobljene vrednosti vnesemo v enačbo za izračun indeksa MediSkew ([enačba 2](#)).



**Enačba 2:** Izračun MediSkew indeksa (po Orlando-Bonaca s sod., 2015) na točki vzorčenja

$$MediSkew_t = \frac{(Md_t - Md_{RC})/20 \text{ cm} + |G|/2}{2}$$

kjer je:

**MediSkew<sub>t</sub>** = Mediskew vrednost na *t*-ti točki vzorčenja,

**Md<sub>t</sub>** = mediana dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje v cm v enem vzorcu oziroma na *t*-ti točki vzorčenja (n = 300),

**Md<sub>RC</sub>** = mediana dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje v cm na referenčni točki za slovensko morje, oziroma točki MeZa\_1, na mestu vzorčenja Cy2, znotraj morskega travnika kolenčaste cimodoceje v Strunjanu. V letu 2024 je izmerjena vrednost mediane na točki MeZa\_1 = **24,55** cm.

**|G|** = absolutna vrednost koeficienta asimetrije ln-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje v vzorcu (n = 300), ki jo izračunamo po [enačbi 1](#).

### 2.3.2 Uvrstitev mesta vzorčenja v razred okoljskega stanja

Za uvrstitev mesta vzorčenja v razred okoljskega stanja izračunamo aritmetično povprečje vrednosti indeksa MediSkew na dveh točkah vzorčenja ([enačba 3](#)).

**Enačba 3:** Izračun MediSkew indeksa za mesto vzorčenja za posamezno leto

$$MediSkew_i = \frac{\sum_{t=1}^n MediSkew_t}{n}$$

kjer je:

**MediSkew<sub>i</sub>** = Mediskew vrednost za *i*-to mesto vzorčenja za posamezno leto,

**MediSkew<sub>t</sub>** = Mediskew vrednost na *t*-ti točki vzorčenja za posamezno leto,

**n** = število točk na mestu vzorčenja (n=2).

### 2.3.3 Uvrstitev morskega travnika v razred okoljskega stanja za posamezno leto

Za uvrstitev morskega travnika kolenčaste cimodoceje v razred okoljskega stanja v posameznem letu, izračunamo aritmetično povprečje vrednosti indeksa MediSkew na dveh mestih vzorčenja (štirih točkah vzorčenja) po [enačbi 4](#).

**Enačba 4:** Izračun MediSkew indeksa za morski travnik kolenčaste cimodoceje za posamezno leto

$$MediSkew_l = \frac{\sum_{i=1}^n MediSkew_i}{n}$$

kjer je:

**MediSkew<sub>l</sub>** = Mediskew vrednost za morski travnik kolenčaste cimodoceje za *l*-to leto,

**MediSkew<sub>i</sub>** = Mediskew vrednost za *i*-to mesto vzorčenja za posamezno leto,

**n** = število mest vzorčenja v posameznem morskem travniku kolenčaste cimodoceje (n=2).

Dobljene vrednosti primerjamo z mejnimi vrednostmi med razredi okoljskega stanja ([tabela 3](#)) in uvrstimo točke vzorčenja, mesta vzorčenja ali celoten morski travnik v primeren razred okoljskega stanja.

**Tabela 3: Mejne vrednosti za MediSkew indeks, po katerih podamo oceno okoljskega stanja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje v slovenskem morju.**

MediSkew	Okoljsko stanje
$0 \leq \text{MediSkew} < 0,2$	Zelo dobro/Dosega
$0,2 \leq \text{MediSkew} < 0,4$	Dobro/Dosega
$0,4 \leq \text{MediSkew} < 0,6$	Zmerno/Ne dosega
$0,6 \leq \text{MediSkew} < 0,8$	Slabo/Ne dosega
$0,8 \leq \text{MediSkew} \leq 1$	Zelo slabo/Ne dosega

## 2.4. REZULTATI IN DISKUSIJA

Pri laboratorijski obdelavi nabranih vzorcev smo potrdili, da je bila na mestu vzorčenja Cy2 prisotna le kolenčasta cimodoceja (*C. nodosa*), na mestu vzorčenja BeSka pa je bil morski travnik mešan z malo morskovo travo (*Z. noltei*). Tudi te vzorce smo obdelali in rezultate meritev prikazali v tem poglavju.

### 2.4.1. Stanje morskega travnika kolenčaste cimodoceje

Za oceno stanja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje z uporabo MediSkew indeksa izračunamo vrednost mediane dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov na referenčni točki za slovensko morje (točka MeZa\_1 na mestu vzorčenja Cy2). Referenčno točko bi morali vzorčiti vsaj enkrat v petletnem obdobju.

*Tabela 4* prikazuje minimalne in maksimalne dolžine fotosintetsko aktivnega dela listov kolenčaste cimodoceje, povprečne vrednosti, vrednosti mediane in absolutne vrednosti koeficienta asimetrije ln-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov na delovnih točkah. Podatki se nanašajo na vzorčenja v Mesečevem zalivu (mesto vzorčenja Cy2, točki MeZa\_1 in MeZa\_2) v letih 2009, 2018, 2023 in 2024, in na mestu vzorčenja BeSka v 2024.

Iz podatkov v *tabeli 4* je razvidno, da so vse izmerjene vrednosti in izračunane mediane dolžin listov na točkah MeZa\_1 in MeZa\_2 v 2024 višje kot so bile v letu 2023 in tudi v vseh predhodnih letih, za katere imamo na voljo podatke. Na točki vzorčenja BeSka\_2 so bili izmerjeni listi še daljši kot v Mesečevem zalivu, na točki BeSka\_1 pa krajši. Treba je dodati, da je bilo na točki MeZa\_1 število nepoškodovanih listov, predvsem odraslih, primerno in smo jih uspeli izmeriti 300. Na točki MeZa\_2 je bilo 292 nepoškodovanih listov, vendar je ta razlika zanemarljiva (*tabela 5*). Na točkah BeSka\_1 in BeSka\_2 je bil morski travnik mešan z malo morskovo travo, zato je bila gostota kolenčaste cimodoceje nižja in smo izmerili manj listov te vrste (*tabela 5*). Naj še enkrat poudarimo tudi, da so bili vzorci na mestu vzorčenja BeSka pobrani na 6 m globine, ker je bil travnik na 3 m preredek. Zato ne preseneča dejstvo, da so bili na točki BeSka\_2 listi občutno daljši v globljem in temnejšem pasu. Kot že napisano, s podaljšanjem listov lahko rastlina zajame večji delež svetlobe, ki ga nameni fotosintezi. Presenetljivo je, da na točki BeSka\_1 listi niso bili primerljivo dolgi.

Pri zadnjem koraku obdelave podatkov smo izračunali vrednosti MediSkew indeksa za leto 2024 (*tabela 5*). Čeprav so bili listi na točkah MeZa\_1 in MeZa\_2 občutno daljši kot leto prej, je ekološko stanje na mestu vzorčenja Cy2 še vedno **zelo dobro**. Stanje na mestu vzorčenja BeSka\_1 je **dobro**, na BeSka\_2 pa **zmerno**. Potrebno je poudariti, da je izračun MediSkew indeksa za mesto vzorčenja BeSka izključno **informativen**, saj je bilo v nabranih vzorcih premalo listov kolenčaste cimodoceje, da bi bila zanesljivost rezultatov visoka. Zaradi tega tudi ni bilo možno izračunati ekološko stanje za celoten morski travnik kolenčaste cimodoceje, kot je bilo to narejeno v letu 2009 (*tabela 5*).

**Tabela 4: Minimalne in maksimalne dolžine fotosintetsko aktivnega dela listov kolenčaste cimodoceje, povprečne vrednosti, mediane in absolutna vrednost koeficienta asimetrije In-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov na mestih vzorčenja Cy2 (točki MeZa\_1 in MeZa\_2) in BeSka (točki BeSka1 in BeSka2). Z rdečo je označena referenčna vrednost mediane.**

Mesto vzorčenja	Točka	Datum	min dolžina (cm)	max dolžina (cm)	povprečna vrednost	mediana	G
Cy2	MeZa_1	11.06.2009	3,4	25,5	12,3	<b>11,50</b>	0,269
	MeZa_2	11.06.2009	5,2	26,1	12,5	12,3	0,307
Cy2	MeZa_1	12.7.2018	5,4	30,5	14,5	<b>13,95</b>	0,261
	MeZa_2	12.7.2018	8,1	22,7	13,5	13,20	0,022
Cy2	MeZa_1	12.7.2023	5,1	20,4	11,0	<b>10,95</b>	0,347
	MeZa_2	12.7.2023	3,5	19,5	11,7	11,80	0,497
Cy2	MeZa_1	18.7.2024	10,80	37,80	24,46	<b>24,55</b>	0,623
	MeZa_2	18.7.2024	8,70	39,10	21,65	21,60	0,468
BeSka	BeSka_1	18.7.2024	7,60	25,70	16,79	16,50	0,426
	BeSka_2	18.7.2024	11,80	59,20	34,39	35,90	0,868

Podatki, pridobljeni za izračun MediSkew indeksa v 2024, kažejo na višje pritiske na morski travnik kolenčaste cimodoceje kot leto prej, vsaj v Mesečevem zalivu. Ker zaposleni v KPS na tem območju nadzorujejo antropogene dejavnosti, menimo, da gre razlog za daljše liste

kolenčaste cimodoceje v mesecu juliju poiskati tudi v posledicah podnebnih sprememb. Sredozemsko morje se segreva trikrat hitreje kot oceani (Savva s sod., 2018), ker je bolj zaprto morje. V Severnem Jadranu smo bili v zadnjih letih priča številnim vročinskim valom v poletnem obdobju. To vsekakor predstavlja velik pritisk na pritrjene organizme, ki živijo na morskem dnu in se ne morejo umakniti. Savva in sodelavci (2018) menijo, da imajo morski travniki kolenčaste cimodoceje večjo odpornost na vročinske valove kot morski travniki pozejdonke (*Posidonia oceanica*), kar verjetno izhaja iz tropskega izvora vrst iz rodu *Cymodocea*. Pri povišani temperaturi morja listi hitreje rastejo.

**Tabela 5: Vrednosti MediSkew indeksa za točke in mesta kolenčaste cimodoceje v KPS, število izmerjenih listov (skupno in odraslih) v letih 2009, 2018, 2023 in 2024.**

Datum	Točka	MediSkew točke	MediSkew mesta	MediSkew morskega travnika	Ekološko stanje	Število izmerjenih listov	Število odraslih listov
11.06.2009	MeZa_1	0,067	0,08	0,17	Zelo Dobro	300	231
11.06.2009	MeZa_2	0,095				300	228
11.06.2009	Str_1	0,222	0,26			300	192
11.06.2009	Str_2	0,300				300	213
12.7.2018	MeZa_1	0,065	0,04			Zelo Dobro	300
12.7.2018	MeZa_2	0,024		300	123		
12.7.2023	MeZa_1	0,087	0,12	Zelo Dobro	300	177	
12.7.2023	MeZa_2	0,146			300	186	
18.7.2024	MeZa_1	0,155	0,17	Zelo Dobro	300	281	
18.7.2024	MeZa_2	0,190			292	284	
18.7.2024	BeSka_1	0,307	0,404	Zmerno	137	133	
18.7.2024	BeSka_2	0,500			142	141	

Peralta in sodelavci (2021) ugotavljajo, da je kolenčasta cimodoceja sposobna določene stopnje aklimatizacijske strategije, ki lahko ublaži posledice učinkov povišanja temperature morja, vendar ni jasno, ali bo ta strategija podpirala odpornost morskih travnikov v prihodnjih scenarijih podnebnih sprememb. Za napovedovanje učinkov podnebnih sprememb na te

ključne obalne ekosisteme, je zelo pomembno, da bi se izvajalo konstantno dolgoročno spremljanje različnih parametrov morskih travnikov.

Tudi zakisanje oceanov (Repolho *s sod.*, 2017) in okužbe protista iz rodu *Labyrinthula* (Olsen & Duarte, 2015) že povzročata trajne posledice v morskih travnikih drugje po Sredozemlju. Okužbe na listih kolenčaste cimodoceje doslej v slovenskem morju (še) nismo zasledili.

#### 2.4.2. Stanje morskega travnika male morske trave

**Tabela 6** prikazuje minimalne in maksimalne dolžine fotosintetsko aktivnega dela listov male morske trave (*Z. noltei*), povprečne vrednosti, vrednosti mediane in število izmerjenih listov (skupno in odraslih) za vzorce nabrane v letih 2018 in 2020-2023 pri Luki Koper (Orlando-Bonaca *s sod.*, 2023) in v 2024 na mestu vzorčenja BeSka (točki BeSka1 in BeSka2).

Kot pri kolenčasti cimodoceji tudi pri mali morski travi večina starejših listov odpade v zimskem času (Nacken & Reise, 2000). Zato odrasli listi, ki jih izmerimo julija, pokažejo na realno stopnjo obremenitve v tekočem letu. Novejša študija (Guerrero-Meseguer *s sod.*, 2021) je obelodanila spoznanja, da je *Z. noltei* ena izmed morskih trav, ki se najbolje prilagodi okolju pod vplivom antropogenih pritiskov. Mala morska trava kaže značilnosti oportunističnih vrst, saj je sposobna hitre zamenjave poganjkov in tvori zaloge semen v sedimentih, kar ji omogoča hitro okrevanje po neugodnih obdobjih ali antropogenih motnjah. Poleg tega naseljuje širok razpon slanosti (7-35) in lahko prenaša povišane temperature morske vode, tudi nad 37 °C (Massa *s sod.*, 2008).

Iz podatkov za malo morsko travo (**tabela 6**) je razvidno, da so bili listi te vrste na mestu vzorčenja BeSka daljši kot ob Luki Koper, vendar so bili nabrani na 6 m globine. Tudi ti podatki so **zgolj informativni**, saj v vzorcih nabranih pri Belih Skalajah ni bilo 300 odraslih/srednjih listov male morske trave. Ker trenutno ni znanstvenih objav, ki bi poročale o vrednotenju stanja morskih travnikov male morske trave v Sredozemskem morju, lahko podamo le preglednico s dolžinami listov male morske trave, ne pa oceno stanja te vrste cvetnic znotraj KPS.

**Tabela 6: Minimalne in maksimalne dolžine fotosintetsko aktivnega dela listov male morske trave, povprečne vrednosti, mediane in število izmerjenih listov (skupno in odraslih) v letih 2018 in 2020-2023 pri Luki Koper in v 2024 na mestu vzorčenja BeSka (točki BeSka1 in BeSka2).**

Točka	Datum	min dolžina (cm)	max dolžina (cm)	povprečna vrednost	mediana	Število izmerjenih listov	Število odraslih listov
LuKp1_1	17.7.2018	1,5	29,1	13,61	13,05	300	229
LuKp1_2	17.7.2018	5,6	43,0	21,38	20,75	300	231
LuKp1_1	14.7.2020	5,6	51,7	24,77	24,20	300	204
LuKp1_2	14.7.2020	5,5	31,6	18,83	18,95	300	232
LuKp1_1	1.7.2021	5,5	29,9	16,46	16,15	300	251
LuKp1_2	1.7.2021	4,4	29,4	13,41	13,00	300	252
LuKp1_1	11.7.2022	5,5	35,4	16,60	15,70	300	293
LuKp1_2	11.7.2022	3,5	22,4	11,32	11,20	300	297
LuKp1_1	5.7.2023	3,5	19,1	7,95	7,30	300	226
LuKp1_2	5.7.2023	3,8	23,8	11,32	11,15	300	212
Beska1	18.07.2024	7,8	25,3	14,14	14,15	260	260
Beska2	18.07.2024	10,2	38,8	25,69	25,40	120	120



### 3. KARTIRANJE TRAVNIKOV KOLENČASTE CIMODOCEJE V OŽJEM OBMOČJU NARAVNEGA REZERVATA STRUNJAN (ZALIV SV. KRIŽA)

#### 3.1. MIKROHABITATNI TIPI

##### *3.1.1. Metoda popisovanja mikrohabitatnih tipov*

Za opredelitev mikrohabitatnih tipov smo uporabili vertikalne linearne transekte, ki so pravokotni na obalo. S posebnim 100-metrskim trakom, ki označuje transekt, so potapljači popisali favno in floro levo in desno od traku. Po končanem popisu je potapljač snemalec posnel habitatne tipe na transektu (metoda videotransekta). V obravnavanem obdobju (julij – oktober 2024) smo opravili linearne transekte od obale do točke, kjer se končajo morski travniki in v razdalji 50 ali 100 m od obale, kjer morskih travnikov ni. Transekt označuje na dno položen označen merilni trak. Na linearnem transektu snemalec s podvodno video-kamero posname vse habitatne in mikrohabitatne tipe, ki si sledijo od obrežja do cirkalitorala (Lipej s sod., 1999). Vzorčili smo tako v ožjem območju naravnega rezervata (zaliv sv. Križa) (opredeljeno v pogodbi) kot tudi na širšem.

##### *3.1.2. Označevanje spodnje meje morskih travnikov*

Pregledovanje in označevanje spodnje meje uspevanja morskih travnikov v obravnavanem obdobju (julij-oktober 2024) je izvajal potapljač z avtonomno potapljaško opremo. Pri tem si je pomagal s podvodnim skuterjem, na katerem je bila nameščena podvodna videokamera (GoPro Hero 9), in setom napihljivih označevalnih boj (slika 7). Potapljač je na območju pregleda najprej poiskal spodnji rob proučevanega morskega travnika. Kjer je bilo to mogoče, je poiskal tudi vodoravni začetek travnika. Na njegovem robu (slika 8) je postavil utež, napihnil označevalno bojo in napel vrvico, tako da je bila označba izplute boje na površini karseda navpično nad samo utežjo oz. robom morskega travnika. Na tej točki je izmeril globino. Nato je posnel območje in celoten transekt vzdolž meje travnika do naslednje točke popisa globine, kjer je ponovil celoten opisani postopek. Ko je bilo postavljanje boj končano, smo za vsako bojo na plovilu izmerili in zapisali GPS pozicijo. Potapljač je med

potopom naključno pregledal tudi različne dele morskga travnika, pri čemer se je osredotočil na iskanje poškodb zaradi sidranja in drugih posebnosti.



**Slika 7:** Potapljač na robu morskga travnika označi pozicijo, napolni bojo z zrakom iz jeklenke in jo spusti, da jo odnese na površino, kjer popišemo GPS pozicijo. (Foto: M. Mavrič).

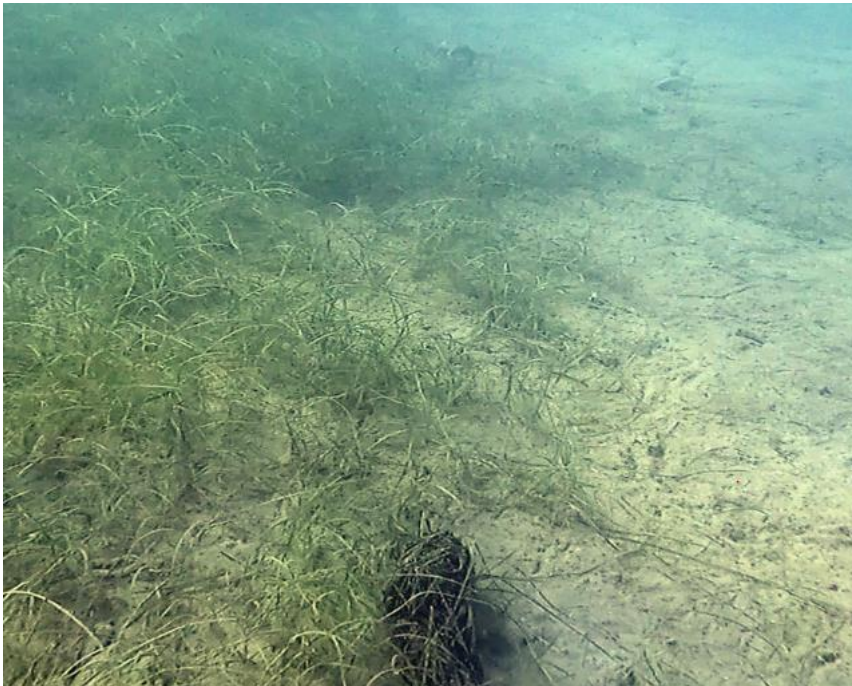


**Slika 8:** Spodnji (globinski) rob morskga travnika cimodoceje. (Foto: T. Makovec).

### 3.1.2. Popis makrohabitatnih tipov

Morske travnike kolenčaste cimodoceje (*C. nodosa*) najdemo na ožjem (zaliv sv. Križa) in širšem obravnavanem območju v več oblikah. Z ekološkega vidika lahko ločimo tri tipe morskih travnikov in sicer lagunske (Pretočna laguna in Stjuža), v Salineri in notranjem delu strunjanskega zaliva so morski travniki značilni za umirjena okolja, na območju izpostavljenih okolij pa najdemo morske travnike cimodoceje z drugačnimi karakteristikami. Z bionomskega stališča imajo lagunski travniki podobno sestavo kot morski travniki, ki jih uvrščamo v biocenoze površinskih muljastih peskov v zavetnih legah (Relini & Giaccone, 2009), na območju Mesečevega zaliva pa spadajo morski travniki cimodoceje v izpostavljenih legah v element biocenoze dobro kalibriranih finih peskov (Lipej *s sod.*, 2022a). Morska travnika kolenčaste cimodoceje v Mesečevem zalivu in na območju Belih skal sta bila razmeroma homogena. V obeh primerih sta bila morska travnika najboljše ohranjena v globinskem razponu med 6 in 7 m globine.

Ponekod so bili morski travniki kolenčaste cimodoceje v celoti poraščeni le s cimodocejo, povsod pa so se pojavljali tudi mešani travniki z malo morskovo travo (*Zostera noltei*) ali pa njene čiste oblike ([slika 9](#)), bodisi plitveje ali globlje.



**Slika 9:** Mikrohabitat z malo morskovo travo (*Z. noltei*) (Foto: B. Mavrič).



### 3.1.3 Popis mikrohabitatnih tipov

Pojavljali so se tudi mikrohabitatni tipi ( $\mu$ HT) s homogeno malo morsko travo (slika 9). Šlo je za večje ali manjše zaplate male morske trave znotraj morskega travnika kolenčaste cimodoceje ali pa so se zaplate pojavljale na robu morskega travnika kolenčaste cimodoceje. Od drugih  $\mu$ HT so se na robovih morskih travnikov na območju Belih skal pojavljale zaplate z algalno zarastjo iz rjavih alg, predvsem tam, kjer so iz podlage molele velike peščenjakove plošče. Skalni osamelci in rebra peščenjakovih teras znotraj ali na robu morskih travnikov povečajo prostorsko heterogenost, ki se kaže v večjem številu osebkov in večjem številu vrst. Še posebej je lep viden prehod na območju morskega travnika pod Belvederjem, kjer skalnato dno neposredno pride v morski travnik. Te zaplate alg spadajo z bionomskega vidika v biocenozo fotofilnih alg (Relini & Giaccone, 2009).

V peščenjakovih ploščah se na območju Belih skal pojavlja endolitska školjka bela datljevka (*Pholas dactylus*) (slika 10), na peščenjakovih ploščah pa polž oko sv. Lucije (*Bolma rugosa*).



**Slika 10:** Bela datljevka (*Pholas dactylus*) na robu morskega travnika na Belih skalah (Foto: L. Lipej).

Najbolj pogosti  $\mu$ HT, ki so se pojavljali znotraj morskega travnika, so bili veliki kamni (< 50 cm) in velike skale (50-100 cm) – peščenjakovi osamelci (navadno med 1 m<sup>2</sup> in 3 m<sup>2</sup> površine). Na takih skalah se je razvila epifavna na njihovih površinah in nekateri elementi infavne, kot je na primer školjka dimničarka (*Rocellaria dubia*). Na osamelcih najdemo spužve

kot so žveplenjača (*Aplysina aerophoba*), lešnikasta spužva (*Chondrilla nucula*) in ledvičasta spužva (*Chondrosia reniformis*). Ponekod se pojavljata tudi mahovnjak *Schizoporella errata* in že omenjena školjka dimničarka (*R. dubia*). Kjer je takih osamelcev več, se pojavljajo tudi nekatere vrste rib, ki raje naseljujejo pretežno skalnato okolje kot na primer pisanica (*Serranus scriba*), blede glavač (*Gobius fallax*) in rdečeusti glavač (*Gobius cruentatus*).

Zelo pomembni mikrohabitatni tipi so pokončni leščurji (*Pinna nobilis*), oziroma njihove lupine, ki jih zarašča pestra množica različnih organizmov epifavne in epiflore. Na njih je bilo na obravnavanem območju možno opaziti vlasulje (*Anemonia sulcata*), številne primerke mnogoščetincev kot sta na primer *Janua pagenstecheri* in *Pomatoceros triqueter*, polže *Thylacodes arenarius* in *Hexaplex trunculus* in školjke kot je *Ostrea edulis*. Če so leščurji izpuljeni, torej poležani, potem je vrst znatno manj. Pod njimi si skrivališče poiščejo manjši primerki črnih glavačev (*Gobius niger*) in rogata babica (*Parablennius tentacularis*).

Na nekaterih morskih travnikih, predvsem na tistem pod Belvederjem, smo našli mnogo velikih odpadkov (s površino od 1 do nekaj m<sup>2</sup>) kot so ograje, stolice, plastične plošče, odvržene mreže, vrvi in drugi predmeti, ki so bili gosto zarasli s pridno favno nekaterih filtratorskih organizmov.

## 3.2. Globinska razširjenost in pokrovnost

Vzorčili smo tako v ožjem območju naravnega rezervata (zaliv sv. Križa) (opredeljeno v pogodbi) kot tudi na širšem. Znotraj KPS je pet večjih morskih travnikov, od katerih je eden v laguni Stjuži, drugi na območju med Villo Tartini in rtičem Strunjan, tretji v Mesečevem zalivu, četrti na območju Belih skal in peti na območju pod Belvederjem, pri čemer je samo manjši del slednjega znotraj KPS. V vseh primerih gre za morske travnike kolenčaste cimodoceje ali pa za travnike, kjer se med cimodocejo pojavlja v sklenjenem travniku tudi mala morska trava (*Zostera noltei*) ali pa ta tvori manjše in monokulturne krpe  $\mu$ HT, kot omenjeno v [poglavju 3.1.3.](#)

Globina naselitve (*colonisation depth*) ali spodnja globinska meja razširjenosti morske trave ali morskega travnika (Krause-Jensen s sod., 2004b), je definirana kot maksimalna globina vode, na kateri morska trava oziroma morski travnik še vedno uspeva. Nanaša se lahko tudi na globino najglobljega šopa morske trave (Krause-Jensen s sod., 2004b).

**Tabela 7: Pokrovnost in delež morskih travnikov (m<sup>2</sup>) v KPS.**

predel		pokrovnost	delež	delež
		(m <sup>2</sup> )	(%)	(%)
<b>Lagunski travniki</b>	<b>LA</b>	97672	100	52,02
<b>Strunjan</b>	<b>ST</b>	6752	7,4	3,6
<b>Mesečev zaliv</b>	<b>MZ</b>	22769,9	25,3	12,13
<b>Bele skale</b>	<b>BS</b>	48036,2	53,3	25,58
<b>Belveder</b>	<b>IZ</b>	12538,3	13,9	6,68
<b>Skupno brez lagunskih travnikov</b>	<b>Σ</b>	90964	100	
<b>Skupno (z lagunskimi travniki)</b>	<b>Σ</b>	187768,4		100

### 3.2.1. Strunjan

Morski travnik v Strunjanu se razteza od Ville Tartini do rtiča Strunjan in pokriva 6752 m<sup>2</sup> površine ([tabela 7](#); [slika 11](#)). V juniju 2018 so vzorčenja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje v strunjanskem zalivu z dredžo za morske travnike pokazala, da morske trave cimodoceje praktično ni (Lipej s sod., 2018b). Na lokalitetah, sicer znanih po gostih morskih travnikih kot so območja pred Salinero, Lambado, strunjansko plažo in pred Vilo Tartini, le-teh ni bilo več. Pri tem je potrebno omeniti, da ta vzorčenja redno potekajo od leta 2011 in da so bili na vseh omenjenih predelih v predhodnih letih morski travniki prisotni. Tudi preverba poleti 2024 je pokazala, da morskih travnikov na omenjenem območju ni več.



**Slika 11:** *Morski travnik na območju med rtičem Strunjan in Villo Tartini.*

Zgornji rob morskega travnika se začne na okoli 4,5 m globine (rob ni na konstantni globini), posamezne morske trave pa najdemo v pasu med 2 in 3 m. V plitvini so še vidni ostanki nekdanjega travnika, predvsem lupine poležanih leščurjev. Danes je ta ostanek nekdanjega obsežnega travnika najmanjši morski travnik v KPS in predstavlja le 3,6% vseh morskih travnikov.



### 3.2.2. Mesečev zaliv

Zgornji rob morskega travnika se v Mesečevem zalivu (*slika 12*) začne na 2,2 m globine (rob ni enakomerno povezan z globino, zato se ponekod prične na 2,5 m globine), konča pa na približno 9 m globine. Ko se konča rob sklenjenega travnika, se pojavljajo posamezni fragmenti, ki so lahko globlje od 9 m. Pokriva 22770 m<sup>2</sup> površine (*tabela 7*), ki jo tvorita večji fragment (92,5 m<sup>2</sup>) in enovit sklenjen travnik (22677,8 m<sup>2</sup>).



**Slika 12:** Morski travnik na območju Mesečevega zaliva. Oranžne pike označujejo podvodne preglede roba, kjer se konča morski travnik.

Če upoštevamo še podvodni pregled spodnjih meja morskega travnika, potem znaša efektivna površina 23250,6 m<sup>2</sup>, kar pomeni, da je na tak način izračunana površina za 2,11% večja. Razlog tiči v tem, da se za sklenjenim morskim travnikom pojavljajo posamezni osamelci (fragmenti) morskega travnika, ki na ortofoto posnetkih niso (dovolj) jasno razvidni.

### 3.2.3. Bele skale

Največjo površino imajo morski travniki na območju pred Belimi skalami (*slika 13*), ki obsega 48036,2 m<sup>2</sup> (*tabela 7*). Tu je razcepljen morski travnik z dvema zaplatama (30997,5 m<sup>2</sup> in 9562,1 m<sup>2</sup>) in več fragmentov (s površino med 34 m<sup>2</sup> in 1968 m<sup>2</sup>). Morski travnik se začne nekje na približno 3 m globine, ko se zaključuje pas iz velikih blokov in teras iz peščenjaka. Na začetku je morski travnik dokaj redek (gostota šopov najnižja < 33% → μHT Cn1) (*tabela 8*), pri čemer ni jasno, ali gre za krčenje morskega travnika ali pa za kolonizacijo plitvejših predelov s steljkami cimodoceje zaradi degradacije biocenoze fotofilnih alg. Na globinskem razponu med 4,5 in 5,5 m je morski travnik veliko bolj sklenjen, številni so tudi μHT iz večjih skal ali kamnov (< 2 m<sup>2</sup>), ki jih navadno prerašča bogata epifavna spužev in mahovnjakov (*tabela 8*). Globlje od 5,5 m se pojavlja dobro razvit in sklenjen morski travnik kolenčaste cimodoceje (Cn3), kjer so le posamezne manjše jase. V primerjavi z drugimi morskimi travniki izstopa po tem, da je število lupin leščurjev (*Pinna nobilis*) majhno.

**Tabela 8: Značilnosti morskega travnika na območju pred Belimi skalami.**

Globinski razpon	Značilnosti makrohabitatnega in mikrohabitatnih tipov
<b>3 – 4,5 m</b>	Redek travnik (Cn1), cimodoceja se pojavlja med rebri teras iz peščenjaka, vmes so peščine iz finega peska ali iz mivke
<b>4,5-5,5 m</b>	Redkejši travnik (Cn2), razmeroma sklenjen travnik prekinjajo jase s kamni in skalami, pojavljajo se tudi μHT male morske trave
<b>5,5 – 8,5 m</b>	Gost travnik (Cn3), dobro ohranjen

Če upoštevamo še pregled spodnjih meja morskega travnika (*slika 13*), potem znaša efektivna površina 51322,6 m<sup>2</sup>, kar pomeni, da je na tak način izračunana površina za 6,84% večja. Iz *slike 13* je razvidno, da se na območju Belih skal poleg dveh sklenjenih glavnih velikih enot morskega travnika pojavljajo veliki fragmenti, poleg njih pa gotovo tudi veliko manjših, ki na ortofoto posnetkih očitno niso dovolj dobro razvidni.



**Slika 13:** Morski travnik na območju Belih skal. Oranžne pike označujejo podvodne preglede roba, kjer se konča morski travnik.

**Tabela 9:** Pokrovnost morskih travnikov ( $m^2$ ) na območju Mesečevega zaliva in pred Belimi skalami. Metoda I se nanaša na izris obsega morskih travnikov na podlagi ortofoto posnetkov (GURS), metoda II pa na korigirano obliko metode I s podvodnimi preverbami meje spodnjega roba morskega travnika.

predel		Metoda I		Metoda II		Razlika
		pokrovnost	delež	pokrovnost	delež	delež
		( $m^2$ )	(%)	( $m^2$ )	(%)	%
<b>Mesečev zaliv</b>	<b>MZ</b>	22769,9	25,3	23250,6	24,8	2,11
<b>Bele skale</b>	<b>BS</b>	48036,2	53,3	51322,6	54,7	6,84

#### 3.2.4. Belveder

Manjši del velikega in sklenjenega morskega travnika na območju izolske občine med Belvederjem in Izolo ([slika 14a](#)), ki obsega  $81436,5 m^2$  ([slika 14b](#)), sega v KPS. Ta del, ki se razteza od pomola pod Belvederjem do približno začetka rta Kane, meri  $12538,3 m^2$  in

predstavlja približno 13% morskih travnikov znotraj KPS (ne upoštevaje lagune Stjuže). Spodnji rob sega do približno 8 m globine, posamezni osamelci pa tudi še nekoliko globlje. Stanje na tem območju izgleda znatno slabše kot na drugih morskih travnikih, saj je na dnu več jas iz finega peska ali mivke in čistin z mrtvimi travami. V smeri od pomola proti rtu Kane, kjer skalnato dno s fotofilnimi algami neposredno prehaja v morski travnik cimodoceje, je stanje boljše.



**Slika 14:** Morski travnik na območju pod Belvederjem in v Simonovem zalivu (Izola). Skrajni levi del morskega travnika se nahaja znotraj KPS (a). Pozicije boj (oranžne pike) za opredelitev globinske razširjenosti spodnjega roba morskega travnika so prikazane na sliki b.

### 3.2.5. Lagunski morski travniki

Stjuža je večinoma zelo plitva laguna. Pretočna laguna pa povezuje Stjužo z morjem. Gre za plitvo okolje, ki kaže prehodno življenjsko okolje iz morja v laguno Stjužo. Le ob večjem prehodu v laguno Stjuža je lahko globina tudi do 6 m. Ob izgradnji ribiškega pristanišča pred nekaj leti se je to okolje soočilo z velikimi spremembami.





**Slika 15:** Lagunski sistemi v KPS: levo – Pretočna laguna in desno – laguna Stjuža (Foto: B. Mavrič).

Poleg mešanih morskih travnikov kolenčaste cimodoceje v morskem delu KPS, je v lagunskem okolju, ki ga tvorita Pretočna laguna in laguna Stjuža (*slika 15*), razvit morski travnik kolenčaste cimodoceje, ki ga uvrščamo v evrihalino in evritermno biocenozo. Za evrihalina in evritermna okolja so značilna velika nihanja slanosti in temperature, poleg tega so le-ta bolj siromašna v favni in flori kot okoliško morje.



**Slika 16:** Lagunsko okolje v KPS z laguno Stjužo, Pretočno laguno in strunjanskimi solinami. Lagunska okolja so znana po velikih oscilacijah temperature in slanosti in tudi sicer nestabilnih življenjskih pogojih, katerim lahko uspešno kljubuje le manjša množica živih organizmov (→ lagunska biodiverziteteta).

Lagunsko okolje (*slika 16*) je nastalo z recentnimi nanosi ilovnatih sedimentov Strunjanskega potoka, ki so jih preoblikovali v soline in obe laguni, Veliko (Stjuža) in Pretočno

(Avčin s sod., 1973).

Morski travnik je v laguni Stjuži bolj ali manj sklenjen s posameznimi jasami, v Pretočni laguni je morski travnik manj sklenjen, vendar še vedno pokriva razmeroma veliko površino (*slika 17*). Lagunski travniki predstavljajo dobro polovico površine vseh morskih travnikov (in njihovih fragmentov) (*tabela 7*).



**Slika 17:** Morski travnik na območju Pretočne lagune in lagune Stjuže.

### 3.3. Popis ihtiofavne

#### 3.3.1. Vzorčevalni transekti

Za opredelitev ribje favne na obravnavanih območjih uporabljamo nedestruktivne tehnike vzorčenja, pri katerih ni škodljivih učinkov na ribjo favno. To je še posebej pomembno v primerih, ko vzorčujemo ribjo združbo v zavarovanem območju (Lipej & Trkov, 2024). Podvodni pregledi z metodiko linearnih transektov so danes uveljavljena metoda, s katero lahko na hiter, učinkovit, predvsem pa, kot že omenjeno, na nedestruktiven način ugotovimo pestrost ribje favne, pa tudi favne, flore in habitatnih tipov na nekem območju. S posebnim

100-metrskim trakom, ki označuje transekt, potapljači popišejo obrežno ribjo favno desno od traku. Gostoto na transektu opaženih (popisanih) rib preračunamo na 100 m<sup>2</sup>. Za poletje je značilna najvišja abundanca in pestrost nektobentoških vrst rib v plitvih življenjskih okoljih morskih travnikov (Adams, 1976; Young, 1981), zato opravljamo opazovalne cenzuse v toplem delu leta. Vzorčili smo tako v ožjem območju naravnega rezervata (zaliv sv. Križa) (opredeljeno v pogodbi) kot tudi na širšem.

**Tab. 10: Pregled popisane obrežne ribje favne na morskih travnikih po posameznih vzorčevalnih dnevih na podlagi paralelnih vzorčevalnih transektov. Gostote rib so preračunane na 100 m<sup>2</sup>.**

LOCUS	Mesečev zaliv							Bele skale					Bele skale II				FO%	povp. gostota
DATUM	31.07.2024							2.08.2024					14.08.2024					
PT	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
TRANSEKT	A	B	A	B	A	B	A	A	B	A	B	B	B	A	B	A		
GLOBINA	4,1	4,5	5	5,5	7	7	7	7,5	8	4,8	5,5	5,5	4,8	5,3	6	7		
<i>Atherina hepsetus</i>	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	1,9
<i>Callionymus risso</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0,3
<i>Diplodus annularis</i>	14	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	0	4	2	31	1,8
<i>Diplodus vulgaris</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	2	0	2	4	31	0,8
<i>Gobius niger</i>	2	2	2	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	44	1
<i>Gobius cruentatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	13	0,3
<i>Gobius fallax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6,3	0,3
<i>Lithognathus mormyrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	13	0,3
<i>Mullus surmuletus</i>	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0,5
<i>Parablennius tentacularis</i>	0	4	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	25	0,8
<i>Sarpa salpa</i>	0	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	24	13	4,5
<i>Serranus hepatus</i>	0	0	0	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0,5
<i>Serranus scriba</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	4	4	6	0	2	2	44	1,4
<i>Sparus aurata</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,3	0,1
<i>Symphodus cinereus</i>	0	0	6	2	0	0	2	0	6	2	0	0	4	0	0	6	44	1,8
<i>Symphodus tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6	0	0	13	0,5
SUM	48	6	8	8	6	4	10	58	14	12	4	6	16	12	12	38		16
SUM brez jatnih vrst	18	6	8	8	6	4	10	10	14	12	4	6	16	12	12	14		10

Na podlagi opazovalnih transektov obrežne ribje favne v letu 2024 smo popisali 16 vrst. Iz [tabele 10](#) je razvidna gostota obrežje ribje favne na treh ohranjenih morskih travnikih znotraj Krajinskega parka Strunjan. Število vrst na paralelnih transektih je nizko (1 do 5 vrst), gostota pa je med 4 in 58 osebkov na 100 m<sup>2</sup>. Gostota je v veliki meri povezana z gostoto nekaterih jatnih vrst kot sta na primer salpa (*Sarpa salpa*) in gavun (*Atherina hepsetus*). Med



pogostejšimi vrstami sta gnezdivka (*Symphodus cinereus*), črni glavač (*Gobius niger*) in pisanica (*Serranus scriba*) s frekvenco pojavljanja 44%. Prvi dve vrsti sta značilni za sedimentna dna in se redno pojavljata v morskih travnikih, pisanico pa najdemo pogosteje na skalnatem dnu.

Vse tri vrste so se pojavljale v 44% vseh vzorcev. Vrste z najvišjo gostoto so bile salpa (*Sarpa salpa*) z 4,5 os./100 m<sup>2</sup>, gavun (*Atherina hepsetus*) z 1,9 os./100 m<sup>2</sup> in gnezdivka ter špar (*Diplodus annularis*, [slika 18](#)) s po 1,8 os./100 m<sup>2</sup>. Druge vrste so imele gostoto nižjo od 1,5 os./100 m<sup>2</sup>.



**Slika 18:** Mladi špári (*Diplodus annularis*) se v morskih travnikih redno pojavljajo (Foto: Tihomir Makovec).

### 3.3.2. Vzoredno pridobljeni podatki

Poleg opazovalnih transektov smo uporabili tudi metodo neselektivnih pregledov (*all occurrence technique*; Lipej & Orlando Bonaca, 2006; Orlando Bonaca & Lipej, 2007). S to metodo lahko opišemo tiste manjkajoče elemente ihtiofavne, ki jih ni bilo na opazovalnih transektih. Na ta način dobimo popolnejšo informacijo o prisotnih vrstah znotraj raziskovanega območja. Slučajno opažene vrste ([tabela 11](#)) podobno kot opazovalni cenzusi ([tabela 10](#)) kažejo, da je obrežna ribja favna, ki naseljuje morske travnike, revna po številu vrst. Na podlagi neselektivnih pregledov (*all-occurrence*; Orlando Bonaca & Lipej, 2007) obrežne ribje favne v letu 2024 smo popisali 24 vrst ([tabela 11](#)). Prav v vseh vzorčevalnih dneh je bila opažena le gnezdivka, za katero je tudi značilno, da gnezdi v morskih travnikih in na golem sedimentnem dnu. Večino vrst smo zabeležili tudi na opazovalnih paralelnih transektih.

**Tabela 11: Neselektiven pregled obrežne ribje favne na morskih travnikih po posameznih vzorčevalnih dnevih.**

LOCUS	rtič Strunjan	rtič Strunjan	Mesečev zaliv	Bele skale	Mesečev zaliv	Mesečev zaliv II	Bele skale	Bele skale II	Belveder
DATUM	12.07.	16.07.	18.07.	18.07.	31.07.	31.07.	2.08.	14.08.	15.10.
<i>Atherina hepsetus</i>		•			•				
<i>Callionymus risso</i>			•			•			•
<i>Chromis chromis</i>	•	•							
<i>Diplodus annularis</i>	•	•	•	•	•		•	•	•
<i>Diplodus puntazzo</i>	•	•							
<i>Diplodus vulgaris</i>	•	•	•	•		•	•	•	
<i>Gobius cruentatus</i>	•			•			•		•
<i>Gobius fallax</i>	•	•	•	•			•		•
<i>Gobius niger</i>	•	•	•		•	•		•	•
<i>Lithognathus mormyrus</i>								•	
<i>Monochirus hispidus</i>							•		
<i>Morone labrax</i>		•							
<i>Mullus surmuletus</i>	•	•	•				•		
<i>Parablennius rouxi</i>		•							
<i>Parablennius tentacularis</i>			•	•	•		•	•	•
<i>Pomatoschistus bathi</i>	•	•							
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>			•				•		
<i>Sarpa salpa</i>	•	•		•			•	•	
<i>Serranus hepatus</i>	•	•	•	•	•	•			
<i>Serranus scriba</i>	•	•	•	•			•	•	•
<i>Sparus aurata</i>	•	•			•				•
<i>Symphodus cinereus</i>	•	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Symphodus ocellatus</i>	•	•	•	•					•
<i>Symphodus tinca</i>	•	•	•	•			•	•	
število vrst	16	18	13	11	7	5	12	9	10

Vrste, ki jih nismo uspeli potrditi na opazovalnih transektih so nekatere

a) težje detektibilne vrste, npr. hrapavi list (*Monochirus hispidus*), ki se pojavlja v peščenih jasah znotraj ali na robu morskega travnika,

b) nekatere endolitske vrste, ki naseljujejo rove v kamnih in skalah znotraj morskih travnikov, npr. črnoboka babica (*Parablennius rouxi*),

c) majhne kriptične vrste, ki se pojavljajo na dnu v jasah med in na robu morskih travnikov, njihovo pojavljanje pa je povezano s tipom sedimenta, npr. *Pomatoschistus*

*marmoratus* in *Pomatoschistus bathi*, in nekatere

d) po abundanci *manj zastopane vrste* kot je npr. brancin (*Morone labrax*) in pic (*Diplodus puntazzo*).

### 3.3.3. Primerjava izpred 20 let

Če primerjamo dobljene podatke s podatki izpred dvajsetih let, pridobljenimi na vzorčenju morskega travnika cimodoceje na območju Salinere (znotraj KPS) s povsem enakimi metodami, se podatki v marsičem razlikujejo. Tudi pred dvajsetimi leti so bile med pogostejšimi vrstami gnezdivka, špar in pisanica (*Serranus scriba*), vendar so bile njihove gostote znatno višje. Še bolj pogosta od gnezdivke je bila pavlinka (*Symphodus ocellatus*) z 12,3 os./100 m<sup>2</sup>. Tudi Guidetti in Busotti (2000) poročata o tem, da se v morskih travnikih cimodoceje pavlinke pojavljajo predvsem kot juvenilni primerki. Obe vrsti sta se v vzorcih pojavljali s 100% frekvenco pojavljanja, to pa velja tudi za rdečeustega glavača (*Gobius cruentatus*). Podatke o pavlinki je potrebno jemati nekoliko s previdnostjo. Pogosto se namreč zgodi, da je opazovalni transekt nategnjen v bližini gnezd te vrste, kjer se zadržujejo različne kaste, ki so primer spolnega polimorfizma (glej Lipej & Trkov, 2024), in mladi primerki pavlinke, kar lahko vpliva na skupno gostoto. Poleg tega je bila med ustnačami prisotna tudi kosirica (*Symphodus roissali*), kateri morski travniki niso preferenčni tip, danes pa je v slednjih in tudi sicer zelo redka.

Pred dvajsetimi leti ([tabela 12](#)) je bil med glavači najbolj pogost rdečeusti glavač s 4,8 os./100 m<sup>2</sup>, danes pa je njegova gostota le 1,9 os./100 m<sup>2</sup>. Zanimivo je, da pred dvajsetimi leti ni bilo podatkov o pojavljanju salp (*Sarpa salpa*), ki so danes ključni rastlinojedi organizmi tovrstnih habitatnih tipov. Najbolj zaskrbljujoče pa je dejstvo, da je bila skupna gostota ribje združbe v morskih travnikih kolenčaste cimodoceje pred dvajsetimi leti (med 26 in 75 os./100 m<sup>2</sup>, v povprečju 47 os./100 m<sup>2</sup>) bistveno višja kot danes (med 4 in 58 os./100 m<sup>2</sup>, v povprečju 16 os./100 m<sup>2</sup>). Kljub vsemu je potrebno to primerjavo vzeti nekoliko zadržkom, saj ne gre za primerjavo istega morskega travnika, saj ga po letu 2018 v KPS ni več.

**Tab. 12: Pregled popisane obrežne ribje favne na morskih travnikih po posameznih vzorčevalnih dnevih na podlagi paralelnih vzorčevalnih transektov na območju Salinere. Gostote rib so preračunane na 100 m<sup>2</sup>. Danes morskoga travnika tam ni več.**

SALINERA	20 avg 2001	2 jul 2002				5 avg 2002				povp. gostota	FO (%)
	PT (m)	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0		
GLOBINA (m)	2 - 3	1,6	1,6	1,6	1,6	2,7	3,0	2,7	3,0		
<i>Diplodus annularis</i>	13,3	0,0	1,7	6,7	6,7	5,0	3,3	1,7	1,7	4,4	88,89
<i>Diplodus sargus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,0	1,7	3,3	0,9	33,33
<i>Diplodus vulgaris</i>	1,1	6,7	3,3	1,7	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	55,56
<i>Gobius cruentatus</i>	1,1	5,0	8,3	8,3	11,7	1,7	3,3	1,7	1,7	4,8	100
<i>Gobius cobitis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,11
<i>Gobius fallax</i>	0,0	0,0	3,3	5,0	5,0	1,7	3,3	3,3	1,7	2,6	77,78
<i>Labrus merula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,2	11,11
<i>Liza aurata</i>	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	11,11
<i>Microlipophrys dalmatinus</i>	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	11,11
<i>Oblada melanura</i>	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	11,11
<i>Parablennius gattorugine</i>	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,11
<i>Parablennius tentacularis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,11
<i>Pomatoschistus bathi</i>	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,7	3,3	0,0	1,2	44,44
<i>Serranus scriba</i>	0,0	5,0	3,3	3,3	3,3	3,3	0,0	1,7	1,7	2,4	77,78
<i>Sparus auratus</i>	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	11,11
<i>Symphodus ocellatus</i>	0,6	6,7	15,0	11,7	15,0	13,3	15,0	15,0	18,3	12,3	100
<i>Symphodus cinereus</i>	6,1	8,3	6,7	6,7	10,0	10,0	11,7	13,3	13,3	9,6	100
<i>Symphodus roissali</i>	0,0	1,7	8,3	5,0	13,3	1,7	0,0	1,7	0,0	3,5	66,67
<i>Symphodus tinca</i>	0,0	1,7	1,7	3,3	0,0	1,7	3,3	3,3	0,0	1,7	66,67
<i>Tripterygion tripteronotus</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	11,11
n/100 m <sup>2</sup>	26,1	38,3	51,7	53,3	75,0	46,7	41,7	46,7	41,7	46,8	

#### 3.3.4. Primerjava z drugimi okolji

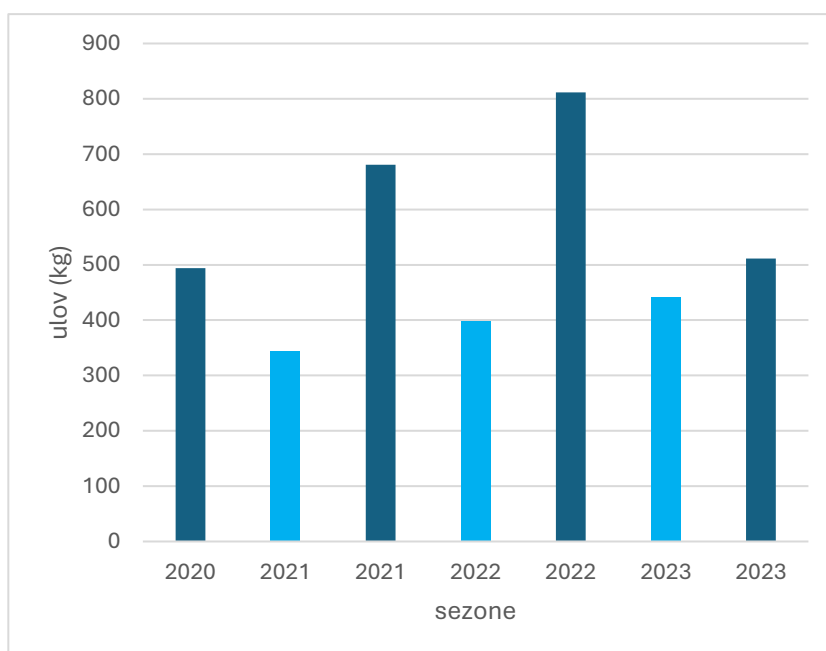
Povprečna gostota prevladujočih vrst kot je na primer špar (*Diplodus annularis*), ki znaša 1,8 osebkov na 100 m<sup>2</sup>, sovpada s podatki raziskav mešanih travnikov cimodoceje in male morske trave v zahodnem Sredozemskem morju (Guidetti & Bussotti, 2000), ki navajajo povprečno gostoto 3,0 na 150 m<sup>2</sup> transekta. Podobno velja za salpo (*Sarpa salpa*), ki je v mešanih travnikih v Strunjanu zastopana s 4,5 os./100m<sup>2</sup>, v zahodnem Sredozemlju pa z 5,33 os./100 m<sup>2</sup>. Gostote drugih vrst so v Strunjanu nekoliko višje.

V primerjavi z drugimi življenjskimi okolji so morski travniki kolenčaste cimodoceje med revnejšimi glede na število vrst in osebkov. Ribja združba je znatno bolj pestra v z algami

zaraslem okolju. Pestrost ribje združbe je povezana s prostorsko heterogenostjo, saj so bolj strukturirani habitati bolj bogati po številu osebkov in vrst (Guidetti & Bussotti, 2000; Lipej *s sod.*, 2003). Nadalje so Ruitton in sodelavci (2000) ugotovili, da sta ribja združba in algalna vegetacija povezani na dveh nivojih in sicer na prehranjevalnem (razpoložljivost hrane) in prostorskem (izbira življenjskega okolja). V primerjavi z obrežno ribjo združbo, ki naseljuje z algami cistozirami bogata okolja (v okviru biocenoze fotofilnih alg) (Lipej *s sod.*, 2023), so dobljene vrednosti v morskih travnikih znatno nižje. Le povprečne gostote šparov (od 0,15 do 0,84 os./100 m<sup>2</sup>) in salp so višje (0,56 do 3,31 os./100 m<sup>2</sup>), kar ne preseneča, saj se obe vrsti redno pojavljata v morskih travnikih.

### 3.3.5. Podatki gospodarskega ribolova

Septembra 2020 je bil med Javnim zavodom Krajinski park Strunjan in 9 gospodarskimi ribiči sklenjen *Dogovor o načinu izvajanja gospodarskega ribolova na območju Naravnega rezervata Strunjan s sodelovanju gospodarskih ribičev z upravljavcem Krajinskega parka Strunjan*, ki gospodarskim ribičem omogoča izvajanje ribolovnih aktivnosti znotraj NR Strunjan. Izvedba gospodarskega ribolova je bila opravljena spomladi (marec-maj) in jeseni (okt-dec) na dveh območjih znotraj KPS. Ribiči so v različnih sezonah ujeli od 19 do 24 različnih vrst rib, skupno pa je bilo potrjenih 38 taksonov (Tomažič & Preložnik, 2023).

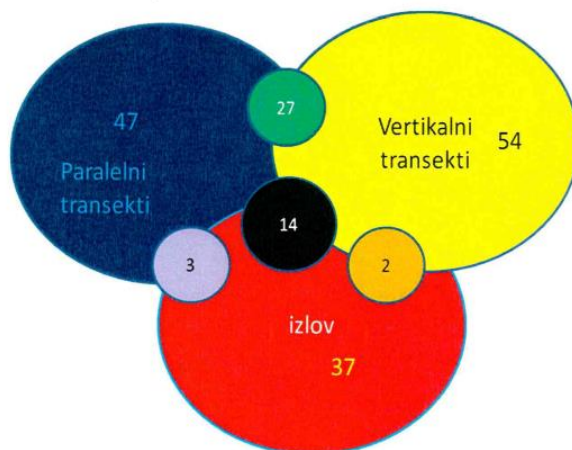


**Slika 19:** *Gospodarski ulov rib (v kg) na dveh območjih znotraj KPS v obdobju 2020-2023. Svetlomodri stolpci predstavljajo spomladanski ulov, temnomodri pa jesenski ulov (prirejeno po Tomažič & Preložnik, 2023).*

Glavnino ulova so predstavljali ciplji (družina Mugilidae), v jesenskem obdobju pa orade (*Sparus aurata*). Ulov je bil znatno višji v jesenskih mesecih (slika 19).

### 3.3.6. Primerjava ihtiofavne KPS na podlagi različnih metod

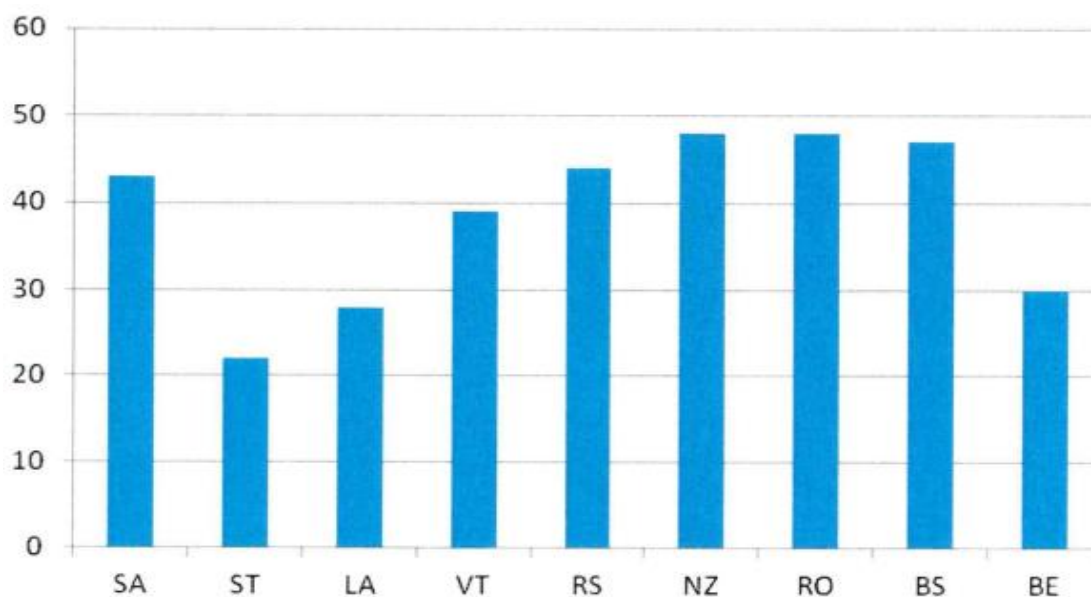
Z metodo paralelnih in vertikalnih transektih lahko dobimo ob dovolj velikem številu vzorcev natančno sliko o ribji favni območja, ki ga raziskujemo (Lipej s sod., 2015). Pri vertikalnih transektih popisujemo ribjo favno (in makroHT ter  $\mu$ HT), ki se pojavlja na 50 ali 100 m dolgem in 1 m širokem pasu, pri paralelnih transektih pa popisujemo ribjo favno (in makroHT ter  $\mu$ HT), ki se pojavlja na konstantni globini, transekt pa je vzporeden z obalo (Lipej & Trkov, 2024). Z gospodarskim izlovom rib v okviru KPS je bilo ugotovljenih znatno manj vrst kot na paralelnih in vertikalnih transektih (slika 20). Z uporabo paralelnih cenžusev je bilo potrjeno 47 vrst rib, z vertikalnimi cenžusi 54 vrst rib in z izlovom 37 vrst rib. Na paralelnih cenžusih so bile samo 3 vrste, ki so bile ugotovljene tudi na izlovu, na vertikalnih pa le 2. Z gospodarskim izlovom ulovljene vrste se v KPS pojavljajo bolj ali manj občasno (Lipej s sod., 2015), večinoma pa gre za prehodne (tranzientne) vrste, torej tiste, ki na raziskovanem območju nimajo viabilnih populacij in se v njem pojavljajo neredno.



**Slika 20:** Primerjava treh metod popisovanja ribje favne: paralelni transekti – modro, vertikalni transekti – rumeno in gospodarski izlov - rdeče. Preseki posameznih množic kažejo število skupnih vrst (Lipej s sod., 2015).

Na podlagi razpoložljivih podatkov so Lipej in sodelavci (2015) analizirali ribjo favno po posameznih predelih znotraj KPS in prišli do ugotovitve, da so najbolj bogati po številu vrst tisti predeli, ki so najbolj oddaljeni od mest (slika 21).





**Slika 21:** Ribja favna (število ugotovljenih vrst) po posameznih predelih akvatorija KPS. Legenda: SA – Salinera, LA – Lambada, ST – Stjuža, VT – Vila Tartini, RS – rtič Strunjan, MS – Mesečev zaliv, RO – Ronek, BS – Bele skale in BE – Belveder (Lipej s sod., 2015).

To so Mesečev zaliv, rt Ronek in Bele skale. Število vrst je bilo nekoliko nižje od 50 vrst. Najmanj vrst (okoli 20) je bilo ugotovljenih v lagunarnih ekosistemih (ST). V teh smo večkrat vzorčili z drežo za morske travnike in z ročnimi mrežami. Značilni elementi morskega travnika kolenčaste cimodoceje med ribami so v takem okolju različne vrste morskih šil (*Nerophis ophidion*, *Syngnathus acus*, *S. abaster*) (slika 22) in travni glavač (*Gobius ophiocephalus*).



**Slika 22:** Veliko morsko šilo (*Syngnathus acus*) se redno pojavlja v morskih travnikih (Foto: Lovrenc Lipej).



### 3.4. Popis prevladujoče makrofavne

Na območju KPS je bilo opravljenih nekaj raziskav, ki so tako ali drugače zajemale makrobentoško favno v morskih travnikih, največ pozornosti pa je bilo doslej namenjeno lagunarnih habitatom, ki jih večinoma predstavljajo morski travniki kolenčaste cimotoceje. V morskih travnikih se pojavlja več tipov pridnene favne in sicer infavna, epifavna sedimentnega dna in epifavna na drugih organizmih.

#### 3.4.1. Infavna

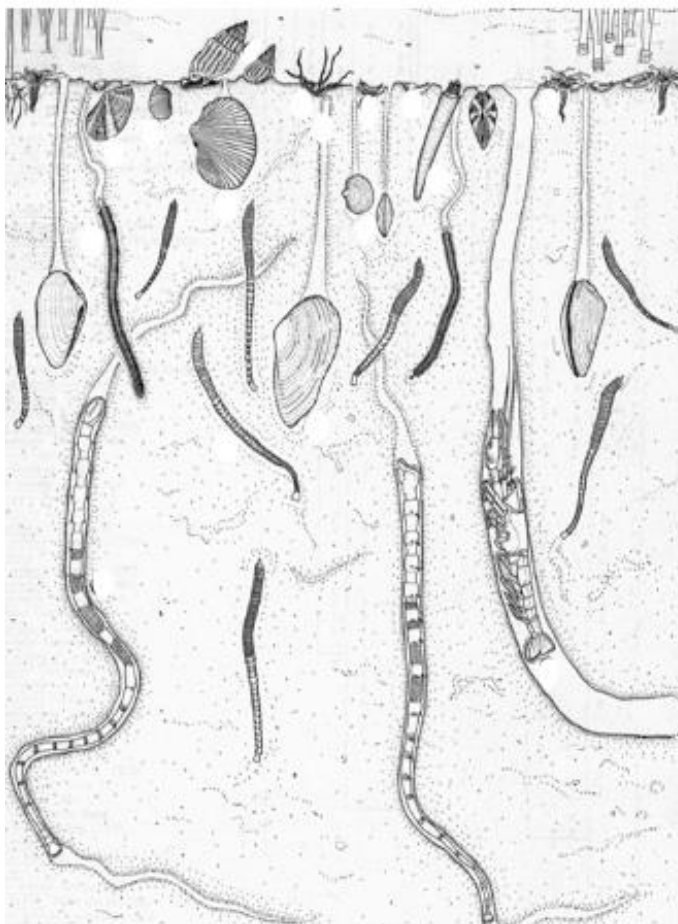
Infavna (endofavna) je v sedimentu prebivajoča favna nevretenčarjev, ki jo sestavljajo v največji meri mnogoščetinci (Polychaeta) in školjke (Bivalvia), sem pa spadajo tudi vrste rakov, ki vrtajo rove v sediment kot so na primer *Upogebia pusilla*, in bogomolčar (*Squilla mantis*) ter slonovi zobci (Scaphopoda) (slika 23).

Infavna širšega dela obravnavanega območja je zelo slabo raziskana, razpoložljive raziskave pa segajo krepko onkraj zunanjih meja KPS. Dovolj kvalitetni podatki o infavni izvirajo iz Pretočne lagune in lagune Stjuže. V tem okolju prevladujejo mnogoščetinci (Polychaeta) (glej [tabela 13](#)), školjke (Bivalvia) in krtji raki (*Upogebia pusilla*). Konkretnije podatke o infavni obeh lagun navajajo inventarizacije v obeh lagunah (Avčin s sod., 1973; Lipej s sod., 2004; Pitacco s sod., 2017; Lipej s sod., 2019a; Lipej s sod. 2019b).

**Tabela 13: Favna mnogoščetincev (Polychaeta) v laguni Stjuži.**

družina	vrsta
Dorvilleidae	<i>Schistomeringos rudolphi</i> (Delle Chiaje, 1828)
Eunicidae	<i>Paucibranchia bellii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1833
Lumbrineridae	<i>Lumbrineris gracilis</i> (Ehlers, 1868)
Nereididae	<i>Neanthes acuminata</i> (Ehlers, 1868)
Nereididae	<i>Perinereis cultrifera</i> (Grube, 1840)
Nereididae	<i>Platynereis dumerilii</i> (Audouin & Milne Edwards, 1833)
Phyllodocidae	<i>Mysta picta</i> (Quatrefages, 1866)
Phyllodocidae	<i>Nereiphylla pusilla</i> (Claparède, 1870)
Syllidae	<i>Exogone naidina</i> Örsted, 1845
Syllidae	<i>Exogone</i> sp.
Syllidae	<i>Salvatoria limbata</i> (Claparède, 1868)
Syllidae	<i>Syllis gracilis</i> Grube, 1840

Fabriciidae	<i>Pseudofabricia aberrans</i> Cantone, 1972
Sabellidae	Sabellidae
Serpulidae	<i>Neodexiospira pseudocorrugata</i> (Bush, 1905)
Maldanidae	<i>Euclymene oerstedii</i> (Claparède, 1863)
Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparède, 1864)
Spionidae	<i>Streblospio shrubsolii</i> (Buchanan, 1890)
Cirratulidae	<i>Aphelochaeta</i> sp.
Cirratulidae	<i>Cirratulus</i> sp.
Cirratulidae	<i>Kirkegaardia dorsobranchialis</i> (Kirkegaard, 1959)
Paraonidae	<i>Cirrophorus furcatus</i> (Hartman, 1957)



Epifavna

**Slika 23:** Epifavna sedimentnega dna in infavna v morskem travniku kolenčaste cimodoceje (*Cymodocea nodosa*). Prirejeno po Avčinu s sod., (1973). Infavno predstavljajo predvsem mnogoščetinci in školjke, ki so s površino povezani prek rovov oziroma sifonov.

Infavna

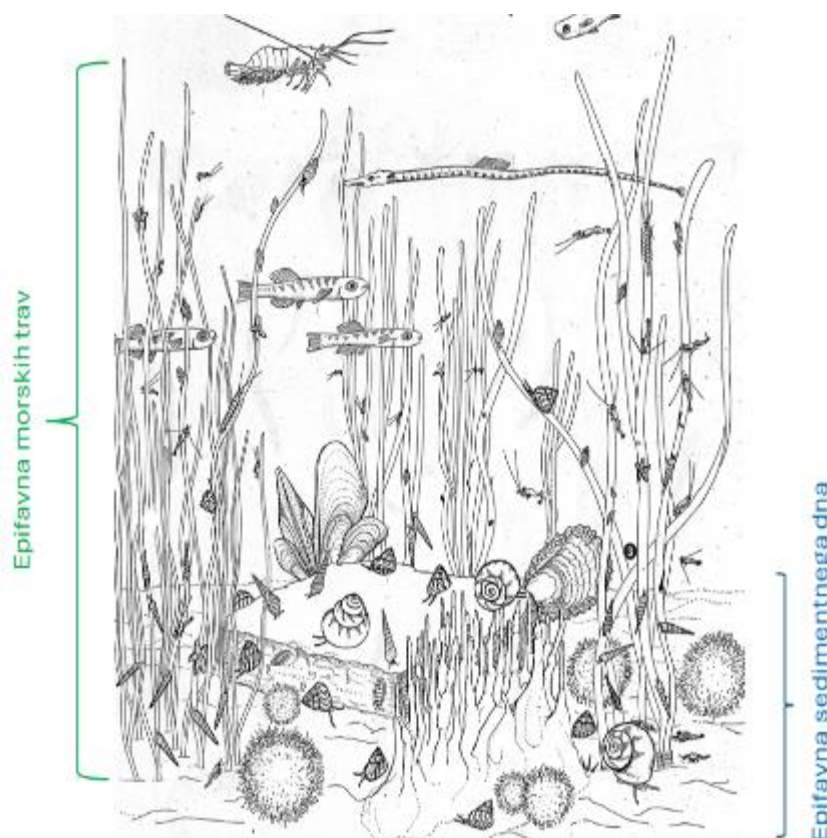
### 3.4.2. Epifavna sedimentnega dna

Epifavna na sedimentnem dnu se nanaša na organizme, ki jih najdemo znotraj morskih travnikov na originalnem substratu, ki je lahko pesek, peščeni mulj ali mulj ([slika 24](#)). Taka vrsta je na primer morska klobasa (*Holothuria tubulosa*), ki se pojavlja tudi izven morskih

travnikov. Konkretnije podatke o epifavni sedimentnega dna obeh lagun navajajo objave glede inventarizacije v obeh lagunah (Avčin s sod., 1973; Lipej s sod., 2004; Pitacco s sod., 2017; Lipej s sod., 2019a; Lipej s sod., 2019b).

### 3.4.3. Epifavna na morskih travah

Epifavna na morski travi je favna, ki se nanaša na mnoge manjše živali, ki so pritrjene ali prosto živijo na listih ali drugih delih morske trave (slika 24). Med te organizme spadajo na primer travne kozice (*Hippolyte inermis*), razne vrste mahovnjakov (Bryozoa), polžev (Gastropoda), rakov enakonožcev (Isopoda), postranic (Amphipoda), plaščarjev (Tunicata), ožigalkarjev (Cnidaria) in drugih nevretenčarjev. Konkretnije podatke o epifavni na morskih travnikih v obeh lagunah navajajo doslej opravljene inventarizacije (Avčin s sod., 1973; Lipej s sod., 2004; Pitacco s sod., 2017; Lipej s sod., 2019a; Lipej s sod. 2019b).



**Slika 24:** Epifavna sedimentnega dna in epifavna morskih trav v morskem travniku kolenčaste cimodoceje (*Cymodocea nodosa*). Prirejeno po Avčin s sod. (1973). Epifavno morskih trav predstavljajo razni sesilni in vagilni pridneni nevretenčarji.

Na območju obeh lagun in prilegajočih strunjanskih solin je bilo na podlagi recentnih vzorčevanj in starejših podatkov ugotovljeno najmanj 295 taksonov različnih živalskih vrst in

taksonov (infavne, epifavne sedimentnega dna in epifavne morskih trav) ne upoštevaje vretenčarje in planktonskih organizmov (Lipej s sod., 2019a). Od mehkužcev sta za tako okolje značilni srčanka *Cerastoderma glauca* in vrsta školjke *Abra segmentum* (Bettoso s sod., 2010), od mnogoščetincev pa vrsta *Streblospio shrubsolii*.

Leta 2024 smo na različnih lokalitetah v okviru KPS izven lagunskega okolja popisovali prevladujočo makrofavno in sicer epifavno na sedimentnem dnu in epifavno na morskih travah in drugih organizmih. Na osmih terenskih pregledih smo popisali 40 vrst pridnenih nevretenčarjev ([tabela 14](#)), med katerimi so prevladovali polži (Gastropoda) z 9 vrstami, spužve (Spongiaria), školjke (Bivalvia), ožigalkarji (Cnidaria) in mnogoščetinci (Polychaeta) so bili zastopani s po 5 vrstami, plaščarji (Tunicata) s 4 vrstami, raki deseteronožci (Decapoda) s 3 vrstami, iglokožci (Echinodermata) z 2 vrstama, hitoni (Polyplacophora) in mahovnjaki (Bryozoa) pa z eno vrsto.

Prav na vseh pregledih makrofavne se je pojavljala vrsta *Holothuria tubulosa*, na večini pa mnogoščetinec *Pomatoceros triqueter*, mahovnjak *Schizoporella errata* in polž *Thylacodes arenarius*. Čeprav se niso pojavljali na vsakem vzorčenju, so med značilnimi elementi morskih travnikov kolenčaste cimodoceje tudi vrste kot sta polž *Tritia reticulata* in travna kozica *Hippolyte inermis*. Slednja se s svojo obliko in barvnim vzorcem, ki je skoraj identičen obliki in barvi lista cimodoceje, zelo dobro prikrije. Da so listi morske trave pomembni za razne epizoje pričajo tudi ugotovitve iz severnega Egejskega morja (Anastasiadou s sod., 2020), ki so odkrili 14 vrst rakov deseteronožcev, med katerimi je bilo 10 vrst kozic in štiri vrste rakovic. Med njimi so bile 4 vrste travnih kozic iz rodu *Hippolyte*.

O spužvi možganjači (*Geodia cydonium*) ([slika 25](#)) do nedavnega ni bilo veliko razpoložljivih podatkov. V zadnjih letih pa je bila najdena na več lokalitetah, povezanih z morskimi travniki pozejdonke (*Posidonia oceanica*) in na biogeni formaciji pred rtom Ronek. Pojavljanje te vrste na območju Belih skal je nov podatek o razširjenosti te ogrožene vrste spužev (Lipej s sod., 2006).



**Slika 25:** Spužva možganjača (*Geodia cydonium*), fotografirana na robu morskega travnika na območju Belih skal (Foto: Borut Mavrič).

**Tabela 14:** Popis prevladujoče makrofavne na morskih travnikih na vzorčevalnih transektih. **Legenda:** RS – rtič Strunjan, MZ – Mesečev zaliv, MZ2 – Mesečev zaliv 2, MZ3 – Mesečev zaliv 3, BS – Bele skale, BS2 – Bele skale 2 in BS3 – Bele skale 3, Belv – Belvedere. Z zvezdico označeni organizmi so bili najdeni kot epifavna na leščurjih.

LOCUS	TAXA	RS	MZ	BS	MZ2	MZ3	BS2	BS3	BELV
DATUM		16.07.	18.07.	18.07.	31.07.	31.07.	2.08.	14.08.	15.10.
<i>Aiptasia mutabilis</i>	CNIDARIA	•	•					•	
<i>Anemonia sulcata</i> *	CNIDARIA		•		•		•		•
<i>Aplysina aerophoba</i>	SPONGIARIA	•	•	•			•	•	•
<i>Arca noae</i>	BIVALVIA	•						•	
<i>Balanophyllia italica</i>	CNIDARIA	•	•				•	•	•
<i>Bolinus brandaris</i>	GASTROPODA	•				•		•	•
<i>Bolma rugosa</i> *	GASTROPODA	•	•				•	•	•
<i>Buccinum corneum</i> *	GASTROPODA		•	•					•
<i>Botrylloides cf. leachii</i>	TUNICATA			•					
<i>Cereus pedunculatus</i>	CNIDARIA	•		•					
<i>Cerithium vulgatum</i> *	GASTROPODA						•	•	•
<i>Chiton olivaceus</i>	POLYPLACOPHORA	•	•				•		
<i>Chondrilla nucula</i>	SPONGIARIA	•		•	•			•	
<i>Chondrosia reniformis</i>	SPONGIARIA	•		•			•	•	•
<i>Cladocora caespitosa</i>	CNIDARIA	•	•	•			•	•	•
<i>Columbella rustica</i>	GASTROPODA	•							
<i>Conus mediterraneus</i>	GASTROPODA							•	
<i>Eriphia verrucosa</i>	DECAPODA		•				•		
<i>Flexopecten glaber</i>	BIVALVIA						•		
<i>Geodia cydonium</i>	SPONGIARIA			•					
<i>Hexaplex trunculus</i> *	GASTROPODA	•	•		•	•	•		•
<i>Holothuria tubulosa</i>	ECHINODERMATA	•	•	•	•	•	•	•	•
<i>Janua pagenstecheri</i> *	POLYCHAETA		•	•	•	•			•



<i>Maja ramulosa</i> *	DECAPODA	•	•		•		•		
<i>Microcosmus polymorphus</i>	TUNICATA		•						
<i>Ostrea edulis</i> *	BIVALVIA		•		•	•		•	•
<i>Phallusia mammillata</i>	TUNICATA			•					
<i>Pholas dactylus</i>	BIVALVIA							•	
<i>Pisidia cf. bluteli</i>	DECAPODA		•						
<i>Pomatoceros triqueter</i> *	POLYCHAETA	•	•	•	•	•		•	•
<i>Protula tubularia</i> *	POLYCHAETA					•			•
<i>Pyura dura</i> *	TUNICATA		•						
<i>Rocellaria dubia</i> *	BIVALVIA				•		•	•	•
<i>Sarcotragus foetidus</i>	SPONGIARIA	•							•
<i>Schizoporella errata</i> *	BRYOZOA	•	•	•	•		•	•	•
<i>Serpula vermicularis</i>	POLYCHAETA	•					•	•	
<i>Sphaerechinus granularis</i>	ECHINODERMATA					•			
<i>Spirographis spallanzani</i> *	POLYCHAETA				•			•	•
<i>Thylacodes arenarius</i> *	GASTROPODA	•	•	•	•	•		•	•
<i>Tritia reticulata</i>	GASTROPODA			•	•			•	
število vrst		20	20	15	13	9	16	21	20

#### 3.4.4. Epifavna na leščurjih

Leščur (*Pinna nobilis*) je največja sredozemska školjka, ki se sooča z neposredno nevarnostjo izginotja zaradi morije, ki jo je povzročil mikroorganizem *Haplosporidium pinnae*. Leščur predstavlja v morskih travnikih pomemben strukturni element, ki povečuje prostorsko heterogenost, kar se odraža v večjem številu osebkov in vrst na enoto površine, ki se na njegovi lupini naselijo. O pomenu, ki ga ima leščur za mnoge epibionte (epizoje in epifite), priča podatek, da so v španski raziskavi na leščurjih potrdili prisotnost 146 različnih vrst, med katerimi je bilo 76 vagilnih in 70 sesilnih (Rabaoui *s sod.*, 2009).

Mrtve lupine poginulih školjk, ki so pokončne, so še vedno naseljene s pestro epifavno pridnenih organizmov. To v manjši meri velja tudi za tiste, ki so poležani (ali izpuljeni) na morskem dnu. Med rednimi vrstami, ki jih najdemo na lupinah leščurjev so ostriga (*Ostrea edulis*), mnogoščetinca *Janua pagenstecheri* in *Pomatoceros triqueter*, polža *Thylacodes arenarius* in *Hexaplex trunculus*, mahovnjak *Schizoporella errata* in drugi (glej [tabelo 14](#)). V lupinah leščurjev smo pogosto naleteli tudi na nekatere vrste rib kot so npr. volčič (*Serranus hepatus*), rogata babica (*Parablennius tentacularis*) in rdečeusti glavač (*Gobius cruentatus*).

## 4. VREDNOTENJE PRITISKOV IN VPLIVOV NA MORSKI EKOSISTEM KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN

### 4.1. Vrednotenje pritiskov in vplivov antropogenih dejavnosti na morski ekosistem KPS

Da bi ovrednotili pritiske in vplive antropogenih dejavnosti na morski ekosistem KPS smo se oprli na

- a) namenska opravljena vzorčenja na obravnavanem območju,
- b) analizirali obstoječe podatke iz predhodnih raziskav, ki so bile opravljene na obravnavanem območju in
- c) pripravili analize pritiskov in vplivov na podlagi monitoringov in aktivnosti spremljanja stanja, ki jih opravljajo sodelavci iz KPS.

Pri tem je potrebno omeniti, da je danes za morske travnike kolenčaste cimodoceje (*C. nodosa*) kot enega izmed ključnih habitatnih elementov, ki jih premore KPS, zelo malo razpoložljivih podatkov (Krause *s sod.*, 2004a).

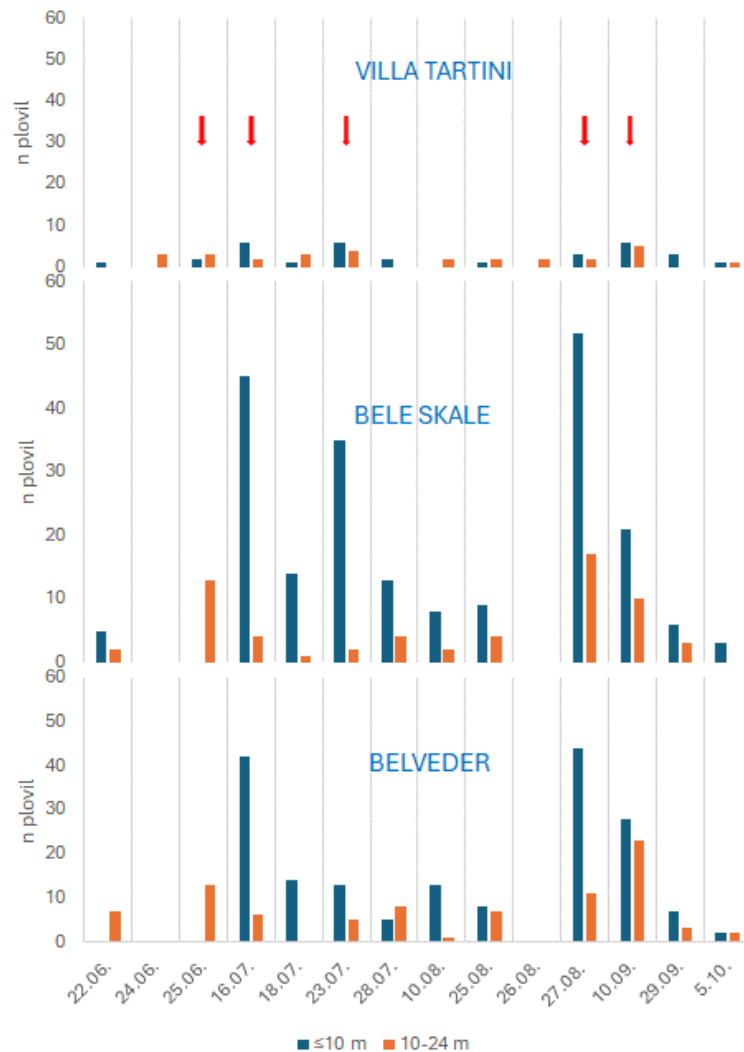
#### 4.1.1. Ribolov

Ker ribolov v okviru KPS ni dovoljen (razen v izjemnih primerih; glej [podpoglavje 3.3.5.](#)), bi moral biti vpliv ribolova na obravnavanem območju načeloma nič. V okviru vzorčenj smo naleteli le na številne panule in sicer na območju skalnatega dna, biogene formacije in na morskih travnikih kolenčaste cimodoceje. Pojavljale so se tudi na skalnatem dnu, še posebej tam, kjer so prisotni pomoli (pod Belvederjem, Villa Tartini). Pod vodo smo naleteli na ostanke mrež, ki so jih izgubili ali zavrgli ribiči, ki predstavljajo nevarnost za številne pridnene nevretenčarje in vretenčarje. O temu vplivu poročamo posebej v poglavju [4.1.10 Onesnaževanje.](#)



#### 4.1.2. Sidranje

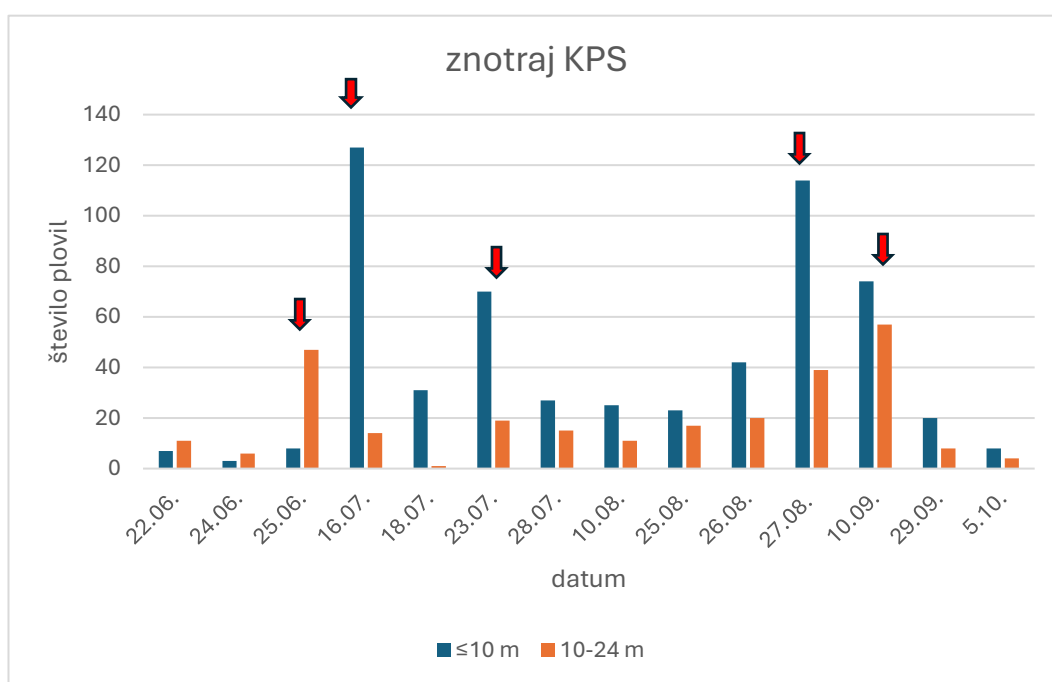
Fizične poškodbe so za morske travnike med najbolj uničujočimi dejavniki (Duarte *s sod.*, 2004). Ti se lahko kažejo na več načinov in jih povzročajo naravni (npr. neurja, paša, objedanje → glej [poglavje 4.1.8.](#)) in antropogeni vplivi (propelerji plovil, dredžanje, sidranje).



**Slika 26:** Sidranje plovil (krajših od 10 m – modro in daljših od 10 m – oranžno) znotraj posameznih predelov KPS, kjer prihaja do sidranja plovil na podlagi rednega monitoringa v letu 2023. Rdeče puščice označujejo nedelje. Grafi so narejeni na podlagi podatkov monitoringa sidranih plovil, ki ga izvaja Javni zavod KPS.

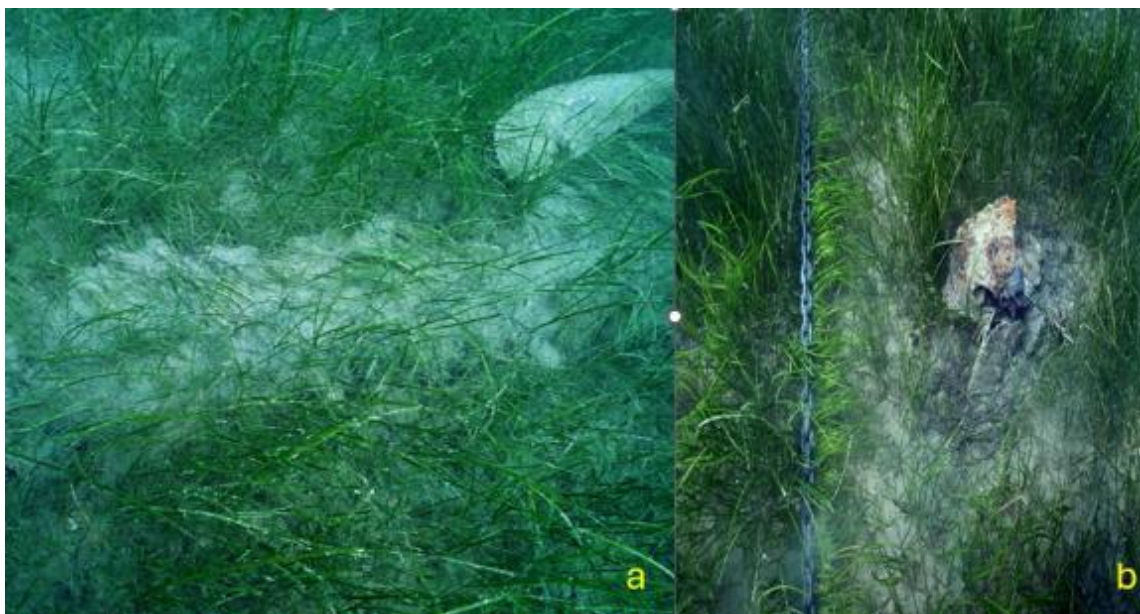
Na morskih travnikih so najbolj očitne posledice tiste, ki so povezane s sidranjem (Duarte *s sod.*, 2004). Sidranje ima uničujoč vpliv na morske travnike (Walker *s sod.*, 1989; Francour *s sod.*, 1999).

Tudi v Sloveniji so znani primeri, da sidranje plovil povzroča konkretne posledice na nekaterih življenjskih okoljih. Na podlagi monitoringa sidranja plovil znotraj KPS v letu 2023 se je izkazalo, da je sidranje najbolj intenzivno v juliju in avgustu (*slika 26*). To velja tako za krajša (< 10 m dolžine) kot tudi daljša plovila (od 10 do 24 m). S tega vidika je najbolj izpostavljen predel pri Belih skalah, nekoliko manj je sidranja na območju pred Belvederjem, medtem ko je bilo zasidranih plovil na območju pri Vili Tartini znatno manj. Največ zasidranih plovil so našli ob nedeljah (*sliki 26 in 27*), med njimi pa so prevladovala krajša plovila (< 10 m).



**Slika 27:** Sidranje plovil (krajših od 10 m – modro in daljših od 10 m - oranžno) znotraj KPS na podlagi rednega monitoringa v letu 2023. Rdeče puščice označujejo nedelje. Grafi so narejeni na podlagi podatkov monitoringa sidranih plovil, ki ga izvaja Javni zavod KPS.

Na vzorčenjih znotraj obravnavanega območja KPS in na biogeni formaciji pred rtom Ronek (koralni greben) smo ugotovili tovrstne posledice na treh vrstah habitatnih tipov in sicer na morskih travnikih (na več mestih), na koralnem grebenu in na skalnatem dnu, poraslem z gosto algalno vegetacijo (med rtičem Strunjan in območjem pred Villo Tartini).



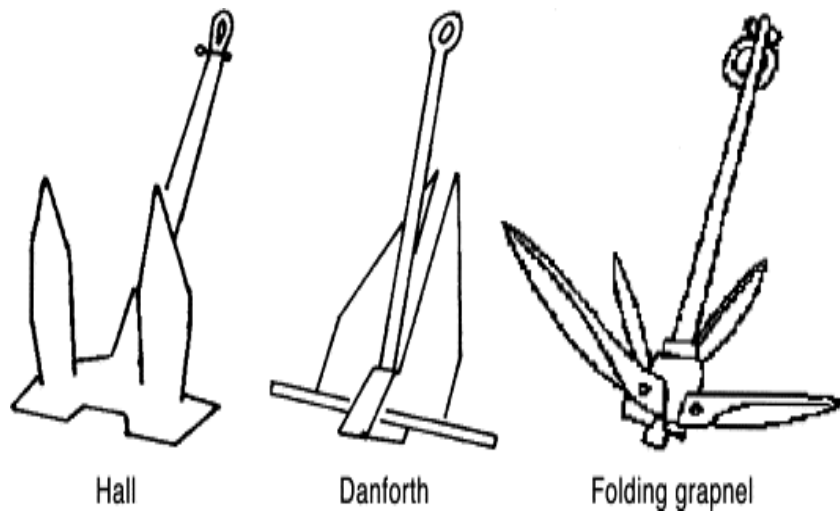
**Slika 28:** Posledice sidranja na morskem dnu: a – raza, ki jo povzročila sidro na mestu zasidranja, b – opletanje sidrne verige povzroča nastanek čistin levo in desno od verige, obenem potrga iz sedimenta tudi lupine leščurjev (Foto: B. Mavrič).

Sidranje se kaže na dveh nivojih in sicer na mestu samem, kjer se sidro zasidra na morskem dnu in na večjem območju, kjer sidrna veriga opleta po morskem dnu na desno in v levo (*slika 28a*). Te posledice se kažejo v vdolbinah, ki jih je povzročilo sidro, v jasah na morskih travnikih, ki so običajno pravilne oblike zaradi opletanja sidrne verige v levo in desno, in v poškodovanih kolonijah kamenih koral, raztrganih večjih spužvah in razbitih skalah. Sidrne verige populijo tudi lupine leščurjev (*slika 28b*), ki kljub poginu školjke še vedno predstavljajo strukturni element za naseljevanje raznih organizmov. Še posebej sporne so te posledice na koralnem grebenu, kjer je očitno, da se še vedno v tem okolju zasidrajo plovila.

#### 4.1.2.1. Morski travniki

Posledice sidranja na morskih travnikih se kažejo v vdolbinah, ki jih je povzročilo sidro, in v jasah na morskih travnikih, ki so običajno pravilne oblike zaradi opletanja sidrne verige v levo in desno. Na te posledice smo naleteli predvsem na morskem travniku, ki se razteza med rtičem Strunjan in Villo Tartini in na morskem travniku pred Belimi skalami. Na morskem travniku na desnem robu Mesečevega zaliva pred rtom Ronek nismo uspeli zaznati večjih in izrazitih posledic sidranja. Na posledice sidranja ima vpliv tudi tip sidra (*slika 29*). Tako je tip sidra Hall

imel najmanjše posledice na morskem travniku pozejdonke (*Posidonia oceanica*) v raziskavi Milazza s sod. (2004) v Italiji.



Slika 29: Različni tipi sider.

#### 4.1.2.2. Koralni greben pred rtom Ronek

Koralni greben pred rtom Ronek gosti največjo gostoto živih kolonij sredozemske kamene korale (*Cladocora caespitosa*) v Tržaškem zalivu (do 652 kolonij/100 m<sup>2</sup>, vendar so kolonije manjših razsežnosti, v premeru manjše od 15 cm (Lipej s sod., 2016). Vrednosti dobljenih gostot kolonij sredozemske kamene korale so bile 2022 nekoliko višje od tistih iz leta 2018 (Lipej s sod., 2018a), ko so znašale med 188 in 516 kolonijami na 100 m<sup>2</sup>. Kljub vsemu pa so izračunane gostote na transektih znatno nižje od tistih iz let 2013 in 2014. Glavni razlog je treba iskati v fizičnih poškodbah zaradi sidranja, ki povzročijo razbitje in fragmentacijo kolonij. Na transektih na koralnem grebenu smo zabeležili veliko primerov fizičnih poškodb kamene korale, ki so nastale zaradi sidranja (Lipej s sod., 2022b). Delež fragmentiranih (poškodovanih) koral je znašal od 1,5 % (transekt jug-center) do 21,1 % (transekt center-sever), v povprečju 7,6 %. To potrjuje tudi dejstvo, da so v bližini ene fragmentirane kolonije pogosto tudi druge kolonije poškodovane. Posledice sidranja je možno povsem preprečiti z bojami, smiselno pa bi bilo preučiti možnosti popolne prepovedi zadrževanja na območju biogene formacije.

Sredozemska kamena korala je pomemben biogradnik (Kružić & Benković, 2008; Lipej s sod., 2016), ki številnim pridnim organizmom nudi bivalne niše. Največja kamena korala s premerom 68 cm je na podlagi SAR (*species area relationship*) napovedi gostila 130 različnih vrst nevretenčarjev, od katerih je bilo 39 taksonov mehkužcev in 61 taksonov mnogoščetincev (Pitacco s sod., 2019). Zato je fragmentacija zaradi sidranja velik problem, saj razbije kolonije na več manjših fragmentov, ki jih lahko tokovi premikajo, zaradi česar izgubijo pomen za naselitev drobnih nevretenčarjev na prostore znotraj kolonije in na njej. Glede na izjemno pomembnost koralnega grebena v smislu morske biodiverzitete je smiselno vsako sidranje na grebenu strogo prepovedati ali pa zagotoviti sistem boj (manjše število) za privezovanje plovil.

#### 4.1.3. Hrup

Hrup plovil povzročajo propeler, strojna mašinerija in turbolenca (Rodrigo s sod., 2022). Pojavlja se v območju med 2 Hz in 100 Hz. Hrup vpliva na morske živali tako, da povzroča stres, povečuje tveganje preživetja zaradi vplivov na zaznavo plena ali plenilca ter zato, ker vpliva na orientacijo in sporazumevanje med osebkami v obdobju razmnoževanja (Codarin s sod., 2009). Številne raziskave so ugotovile, da lahko hrup plovil zmanjša domet sporazumevanja med posameznimi osebkami rib, s tem pa tudi učinkovitost komunikacije (Amoser s sod., 2004; Vasconcelos s sod., 2007).

Zaradi velike intenzitete pomorskega prometa znotraj KPS v poletnih mesecih je smiselno pričakovati, da ima hrup konkretne posledice na življenju morskih rib, še posebej v predelih KPS, ki so deležni največjega obiska v smislu števila plovil na dan. Kakorkoli že, le konkretne raziskave lahko odgovorijo na vprašanje, kakšne so te posledice. V bližnjem naravnem rezervatu Miramare pri Trstu (Italija) so Codarin in sodelavci (2009) dokazali, da podvodni hrup preglasi naravno znotrajvrstno oglašanje primerkov črnika (*Chromis chromis*) in kavala (*Sciaena umbra*). V neki drugi študiji je Codarin s sodelavci (2011) dokazal, da hrup čolnov povzroča zmanjšano možnost obrambe lastnega teritorija pri rdečestem glavaču (*Gobius cruentatus*). Ta se namreč agonistično oglašuje, zato da bi tako sporočal tekmečem, da brani svoj teritorij. Pri tem je smiselno poudariti dejstvo, da sta rdečesti glavač in črnik med najpogostejšimi vrstami obrežnih rib v KPS. Iz bližnje okolice so znani tudi izsledki raziskave Picciulinove in sodelavcev

(2012), ki so ugotovili, da se povprečno število klicev kavala (*Sciaena umbra*) poveča, ko se nad njimi zgodi več prehodov gliserja.

#### 4.1.4. Zamuljenje in zasipavanje

Mnoge raziskave so dokazale, da je svetloba (njena razpoložljivost je obratnosorazmerna s padajočo globino) najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na razširjenost morskih trav (Duarte *s sod.*, 2007). Zamuljenje definiramo kot proces, pri katerem so fini partikli kopenskega izvora (kot sta mulj in glina) resuspendirani v vodnem stolpcu, zaradi česar pride do turbidnosti in slabših svetlobnih razmer. Zasipavanje obalnih voda pa je pomemben antropogeni vpliv na morske travnike, ki izvira iz spremembe rabe v zaledju, zaradi česar pride do povečanega preperevanja in doprinosa sedimenta prek raznih vodnih virov (potokov, rek in hudournikov) (v smislu Duarte *s sod.*, 2004). V naši neposredni bližini blizu Rovinja Najdekova in sodelavci (2020) navajajo, da je zaradi slabše dostopnosti svetlobe zaradi turbidnosti, ki jo je povzročilo nalaganje terigenega materiala, in spremljajočega zmanjšanja slanosti ter zvišanja partikulatne snovi prišlo do upada morskih travnikov kolenčaste cimodoceje.

##### 4.1.4.1. Gradbeni posegi in popravila

Med gradbenimi deli, ki jih izvajajo v morju in na obali, prihaja do dvigovanja (resuspenzije) morskega sedimenta, hkrati pa tudi do vnašanja novega materiala v morje in spiranja (Mavrič & Lipej, 2020). Posledično pride do povečanja motnosti (večja turbidnost) v vodnem stolpcu, zaradi katere se zmanjšuje količina razpoložljive svetlobe, ki jo potrebujejo morske cvetnice in algalna zarast. V kolikor je ta pojav izrazit in dolgotrajen, se to lahko odrazi na vrstni pestrosti in biomasi pridnene vegetacije, saj na zasipavanje tolerantne (manj občutljive) vrste pričnejo prevladovati nad bolj občutljivimi (Mavrič & Lipej, 2020).

Degradacija in izguba tovrstnih habitatov je tesno povezana z dinamiko usedanja sedimenta in antropogenih vplivov, kot nam kažejo izkušnje iz tujine (Rosell-Fieschi & Polifrone, 2014; Cabaço & Santos, 2014). Izkazalo se je, da povzroča zasipavanje cimodoceje povečano smrtnost posameznih šopov, povečano navpično rast (do 4 cm zakopanih – zasipanih primerkov) in povečano nožnico (do 4 cm zakopanih – zasipanih primerkov) ter povečano rast



najmanjšega internodija (Cabaço s sod., 2008). Pri zasipavanju > 13 cm navajajo avtorji, da je smrtnost 100%. Razni izpeljani gradbeni posegi v obalni prostor so povzročili konkretne izgube omenjenih morskih travnikov, katerih površina se je v letu 2018 zmanjšala na približno 70% pokrovnosti v celotnem slovenskem morju v primerjavi z izhodiščnim stanjem iz leta 2009 (Lipej s sod., 2018b).

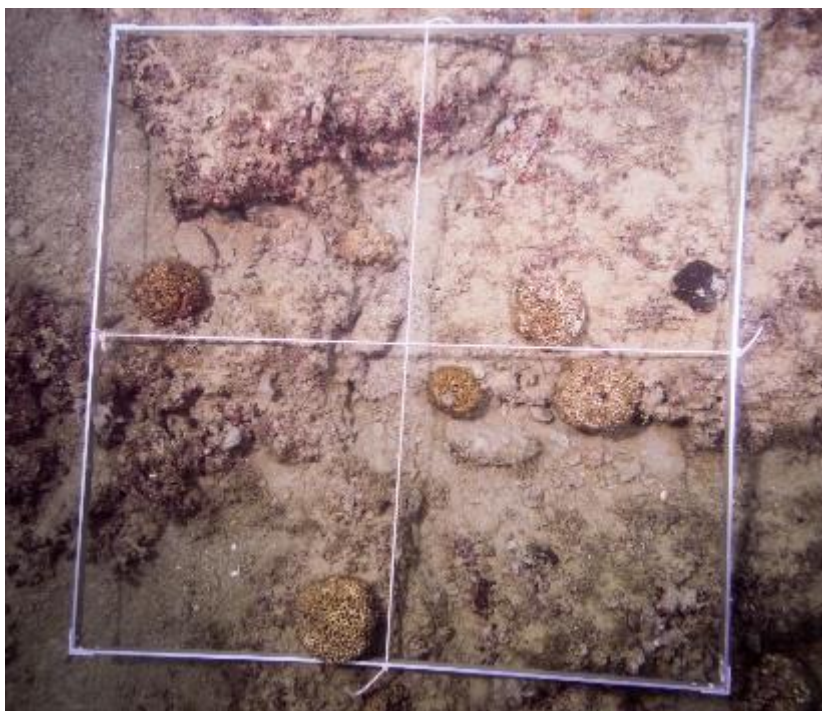
#### 4.1.4.2. Podnebne spremembe

Zaradi globalnih podnebnih sprememb prihaja do večjega števila ujm v smislu povečanja frekvence in moči neurij, ki povečujejo preperevanje obale in resuspenzijo sedimenta, zaradi česar bo prišlo do večje turbidnosti morja in slabših svetlobnih razmer za uspevanje pridnenih združb (Duarte s sod., 2004), vključno z morskimi travniki.

#### 4.1.5. Temperaturne anomalije

Spremembe temperature so eden izmed najbolj značilnih pokazateljev morebitnih sprememb v nekem okolju, povezanih s podnebnimi spremembami. Visoke temperature in druge temperaturne anomalije kot so toplotni valovi in vztrajanje visokih temperatur v zgodnjem jesenskem času, sta dejavnika, ki povzročata bledenje koral, do katerega pride, ko endosimbiontske zooksantele zaradi fiziološkega stresa zapustijo polipe (Kružič s sod., 2014).

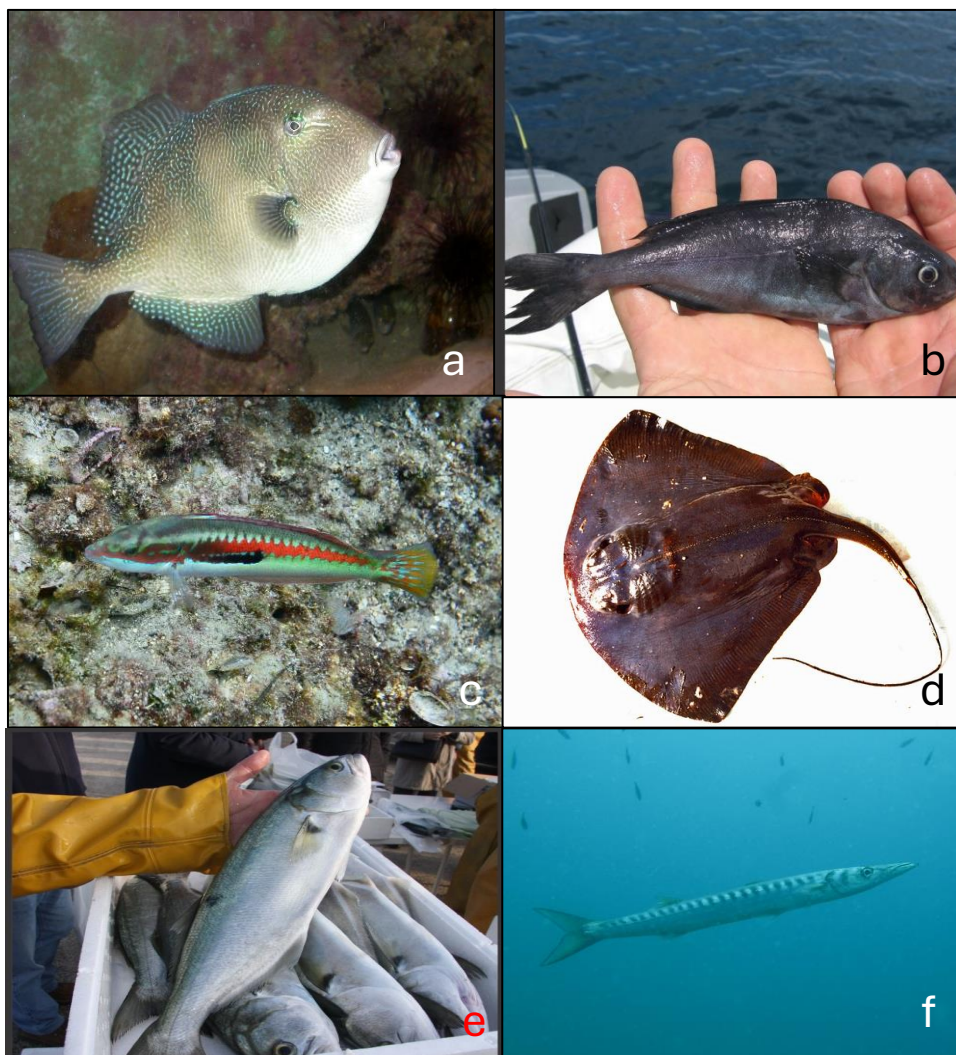
Sredozemska kamena koral (*Cladocora caespitosa*) se tudi v slovenskem delu Jadranskega morja sooča z bledenjem koral. Na vzorčevalnih ploskvah (slika 30) in vzorčevalnih transektih smo popisali primere delnega in popolnega bledenja koral. Prvi evidentirani primer bledenja koral je bil zabeležen prav na obravnavanem območju pri rtiču Strunjan (Lipej s sod., 2013) v letih 2011 in 2012. Na koralnem grebenu smo poskusili ovrednotiti delež bledenja koral. Na vzorčenjih je bil delež delno zbledelih kolonij kamene koral na posameznih opazovalnih transektih med 0 in 2,9%. Te vrednosti so primerljive rezultatom iz študije iz leta 2018 (Lipej s sod., 2018a), ko je znašal delež zbledelih koral na enem transektu 2,3 %, na drugem pa 3,8 %. Delež popolnoma zbledelih koral pa je znašal med 0 in 1 %, v povprečju 0,3%.



**Slika 30:** Popisovanje zbledelih kolonij sredozemske kamene korale (*Cladocora caespitosa*) z metodo kvadrata 1 x 1 m. (Foto: Tihomir Makovec).

#### 4.1.6. Tropikalizacija

Pod izrazom tropikalizacija razumemo širjenje toploljubnih (termofilnih) južnih vrst proti severu (Francour *s sod.*, 1994; Dulčić *s sod.*, 1999). Še posebej bi tu kot dober indikator spreminjanja temperatur morja izpostavili ribjo favno, saj ribe niso zmožne regulirati lastne telesne temperature (Stebbing *s sod.*, 2001), opazovanje njihove razširjenosti pa je relativno preprosto. Na območju NR Strunjan se od rib, povezanih s tropikalizacijo, (redno) pojavlja knez (*Coris julis*) (slika 31c). Prvič se je na območju rezervata pojavil šele leta 1999; tedaj so bile opažene posamične živali. V zadnjih desetletjih prihaja spričo višjih temperatur tudi v severnejših predelih Sredozemskega morja do padca ekoloških preprek, ki so onemogočale širjenje vrst proti severu. Od drugih vrst so bile na obravnavanem območju doslej potrjene še nekatere druge vrste, ki jih povezujemo s tropikalizacijo in sicer: morski mesec (*Mola mola*), velika sardela (*Sardinella aurita*), črnuh (*Centrolophus niger*) (slika 31b), vijoličasti morski bič (*Dasyatis violacea*) (slika 31d), (Lipej *s sod.*, 2013). Med pričakovanimi vrstami so tudi balestra (*Balistes capriscus*) (slika 31a), delfinka (*Coryphaena hippurus*), skakavka (*Pomatomus saltator*) in morska ščuka (*Sphyrna sphyraena/viridensis*).



**Slika 31:** Nekatere vrste toploljubnih vrst rib, povezanih s procesom tropikalizacije, ki so bile ugotovljene na območju KPS ali v neposredni bližini. Legenda: a – *Balistes capriscus*, b – *Centrolophus niger*, c – *Coris julis*, d – *Dasyatis violacea*, e – *Pomatomus saltatrix* in f – *Sphyraena sphyraena/viridensis* (Fotografije: B. Mavrič – a, T. Rus – b, L. Lipej – c, d in f, B. Šuligoj - e).

#### 4.1.7. Vdori morske vode in skrajni vremenski pojavi

Nekateri predeli obravnavanega območja so podvrženi nekaterim vidikom, ki so povezani s podnebnimi spremembami. Med temi so še posebej občutljive lagune in estuariji, ki so že zaradi naravnih dejavnikov stresna okolja, za katera so značilne številne okoljske motnje in nihanja (Pérez-Ruzafa *s sod.*, 2011; Newton *s sod.*, 2013; Bettoso *s sod.*, 2024). Tako so lagunska okolja znotraj KPS kot sta *Pretočna laguna* in *laguna Stjuža* ogroženi zaradi vdorov

morske vode, možna pa so tudi poplavljanja zaradi ekstremnih vremenskih pojavov, ki so ravno tako posledica podnebnih sprememb. Zaradi vdorov slane ali sladke vode so predvsem ogroženi habitatni tipi, poleg njih pa tudi nekatere ptice gnezdilke (Ivajnsič s sod., 2022), ki gnezdiijo v KPS, ter sestoji vegetacije. Spričo tega lahko pogostejše poplavljanje povzroči spremembe muljastih in peščenih polojev pod vplivom plimovanja in privede do zmanjšanja površine ustreznih prehranjevalnih habitatov in prezimovališč za mnoge obrežne ptice (Ivajnsič s sod., 2022).

Tveganje poplavljanja obmorskih habitatov kot so lagune, estuariji in brakična močvirja se bo v bližnji prihodnosti povečevalo zaradi dviga morske gladine kot posledice globalnega segrevanja. Zato je z dolgoročnim in kontinuiranim vdorom morske vode smiselno pričakovati izgubo identitete solinske favne in flore. Z izgubo lagunske biodiverzitete KPS lahko izgubi pomemben argument glede ohranjanja posebnih življenjskih okolij.

#### 4.1.8. Tujerodne vrste

Na obravnavanem območju so bile v okviru rednega spremljanja tujerodnih vrst v slovenskem morju (Orlando Bonaca s sod., 2019; Mavrič s sod., 2021; Mavrič s sod., 2023) potrjene nekatere tujerodne vrste. Največ jih je bilo ugotovljenih na območju lagunskih okolij (Pretočna laguna in laguna Stjuža), kjer je bila do zdaj potrjena prisotnost 23 vrst tujerodnih (in kriptogenih) vrst ([tabela 15](#), [sliki 32 in 33](#)). V drugih okoljih so bile tujerodne vrste najdene le sporadično. Med njimi je največ vrst polžev (Gastropoda) – 6, sledijo mahovnjaki (Bryozoa) – 5 vrst, raki vitičnjaki (Cirripedia), plaščarji (Tunicata) in mnogoščetinci (Polychaeta) pa štejejo po 2 vrsti.

Da so lagunska okolja sprejemna (recipientska) okolja za tujerodne vrste ni presenetljivo, saj gre za v osnovi enostavna življenjska okolja, za katera so značilna izrazita nihanja nekaterih abiotskih dejavnikov kot so slanost, temperatura in vsebnost kisika. V obalnih mokriščih se namreč zaradi številnih dotokov sladke in morske vode že na majhni razdalji močno razlikujejo fizikalno-kemijski parametri vode, od tega pa je lahko močno odvisno tudi pojavljanje tujerodnih organizmov. Najbolj pogosta tujerodna vrsta je japonska ostriga (*Magallana gigas*), ki je bila najdena povsod na čelnem nasipu in v bibavičnem pasu. Leta 2024 je bilo v laguni Stjuži še posebej v poletnem obdobju potrjeno redno in masovno



pojavljanje modre rakovice (*Callinectes sapidus*) (slika 32), ki jo sodelavci javnega zavoda KPS redno izlavlja.



**Slika 32:**

V lagunskem okolju in v obrežnem pasu obravnavanega območja se redno pojavlja modra rakovica (*Callinectes sapidus*), ki jo redno izlavlja (Foto: S. Ciriaco).

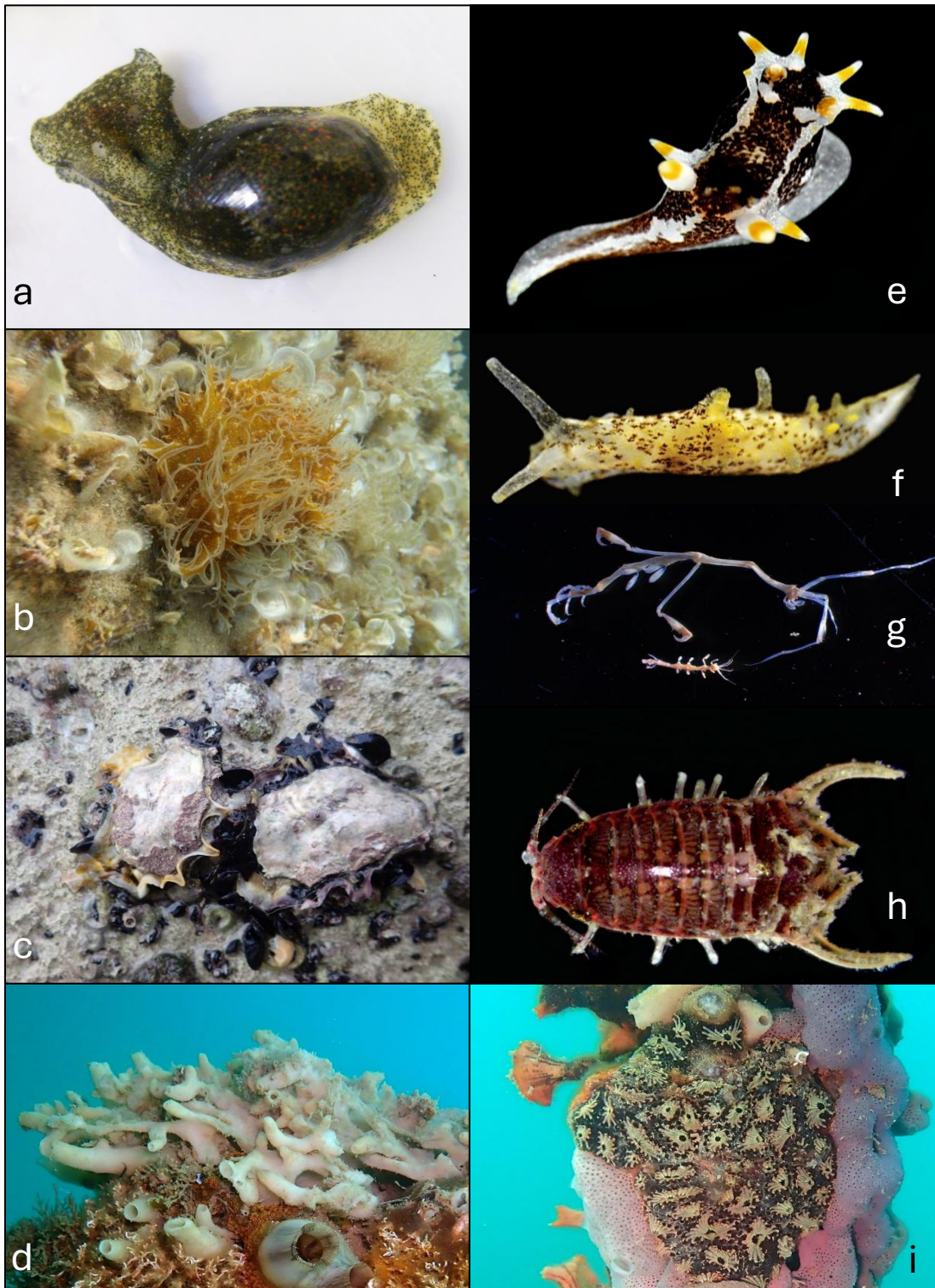
Večina tujerodnih vrst je majhnih in se pojavljajo v povezavi s prisotnostjo tujerodnih oziroma kriptogenih vrst mahovnjakov (Bryozoa). S tega vidika sta najpomembnejša grmičasta mahovnjaka kot sta vrsti *Amathia verticillata* in *Bugula neritina*, ki gostita nekatere vrste polžev gološkrjarjev (Heterobranchia: Nudibranchia), postranic (Amphipoda) in rakov enakonožcev (Isopoda). Spremljanje tujerodnih vrst je nujno potrebno, saj se število vrst počasi a kontinuirano vseskozi povečuje.

Vzhodnoameriško gambuzijo (*Gambusia holbrooki*), ki je sicer v osnovi sladkovodna vrsta, smo vključili v seznam tujerodnih vrst, ker jo vključujejo tudi nekateri strokovnjaki (na primer, Paavola s sod., 2005; Streftaris s sod., 2005).

**Tabela 15: Seznam tujerodnih organizmov, potrjenih na obravnavanem območju (vir: NIS I – Mavrič s sod., 2021 ; NIS II – Mavrič s sod., 2023). Legenda: T – tujerodna vrsta, K – kriptogena vrsta.**

	Višji takson	vrsta	Status	vir
1	SPONGIARIA	<i>Paraleucilla magna</i>	T	NIS I
2	BIVALVIA	<i>Magallana gigas</i>	T	NIS I & II
3	CIRRIPIEDIA	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	K	NIS I & II
4	CIRRIPIEDIA	<i>Amphibalanus eburneus</i>	K	NIS II
5	GASTROPODA	<i>Bursatella leachii</i>	T	NIS I & II
6	GASTROPODA	<i>Haloa japonica</i>	T	NIS I & II
7	GASTROPODA	<i>Bermudella polycerelloides</i>	T	NIS I & II
8	GASTROPODA	<i>Polycera hedgpethi</i>	T	NIS I & II
9	GASTROPODA	<i>Polycerella emmertoni</i>	T	NIS I
10	GASTROPODA	<i>Stiliger cf. fuscovittatus</i>	T	NIS I
11	DECAPODA	<i>Callinectes sapidus</i>	T	NIS II
12	AMPHIPODA	<i>Caprella scaura</i>	T	NIS I & II
13	ISOPODA	<i>Paracerceis sculpta</i>	T	NIS I & II
14	POLYCHAETA	<i>Hydroides elegans</i>	T	NIS I
15	POLYCHAETA	<i>Ficopotamus enigmaticus</i>	T	NIS I & II
16	BRYOZOA	<i>Tricellaria inopinata</i>	K	NIS I & II
17	BRYOZOA	<i>Amathia verticillata</i>	K	NIS I & II
18	BRYOZOA	<i>Bugula neritina</i>	K	NIS I & II
19	BRYOZOA	<i>Bugulina stolonifera</i>	K	NIS II
20	BRYOZOA	<i>Schizoporella errata</i>	K	NIS II
21	TUNICATA	<i>Styela plicata</i>	K	NIS I & II
22	TUNICATA	<i>Botryllus schloseri</i>	K	NIS I & II
23	PISCES	<i>Gambusia holbrooki</i>	T	NIS II





**Slika 33:** Nekatero vrste tujerodnih organizmov, ki so bile ugotovljene v KPS.

Legenda: a – *Haloa japonica*, b – *Bursatella leachi*, c – *Magallana gigas*, d – *Paraleucilla magna*, e – *Polycera hedgpethi*, f – *Polycerella emertoni*, g – *Caprella scaura*, h – *Paracerceis sculpta* in i – *Botryllus schlosseri* (Fotografije: D. Trkov: a, f, Fortič: d & i, B. Mavrič: c, e in h, L. Lipej: b).

Do zdaj ni zanesljivih podatkov o vplivu tujerodnih vrst na domorodno biodiverzitetu, znane so le ekološke posebnosti, ki jim omogočajo uspešno naseljevanje in preživetje v ekstremnih življenjskih razmerah, kot je bilo to ugotovljeno v primeru vrste *Haloa japonica* (Trkov s sod., 2024). Nepoznavanje tovrstnih vplivov pri veliki večini vrst narekuje potrebo po učinkovitem spremljanju nekaterih vrst, ki so v nekaterih drugih okoljih povzročile ekološke posledice in ekonomsko škodo (na tak način opredeljujemo invazivne tujerodne vrste).

Leta 2022 je bila v slovenskem morju prvič odkrita tujerodna vrsta alge *Caulerpa cylindracea* in sicer je bilo najdenih nekaj stek v plitvovodnem okolju (< 1 m globine) v bližini mejnega prehoda z Italijo na Debelem rtiču. Ta alga bi lahko bila potencialni kompetitor za prostor kolenčasti cimodoceji.

#### 4.1.9. Rastlinojedi organizmi

V zadnjih letih strokovnjaki domnevajo, da sta dva od glavnih razlogov za krčenje morskih travnikov in z algalno zarastjo bogatih življenjskih okolij paša (*grazing*) in objedanje (*browsing*). V Sredozemskem prostoru je med domorodnimi ribami s tega vidika največji dejavnik tveganja salpa (*Sarpa salpa*). Na obravnavanem območju smo imeli priliko opazovati manjše jase okrogle oblike, kjer so se pasle jate velikih salp (*Sarpa salpa*). Ta vrsta je največji potrošnik morskih trav v Sredozemskem morju (Verlaque, 1990; Goldenberg & Erzini, 2014), ki je tudi njihova najbolj priljubljena vrsta pašne rastline (Marco-Méndez s sod., 2017). Salpe so se hranile v največji meri z majhnimi poganjki morske trave. V času vzorčenja smo na vzorčevalnih transektih videli veliko iztrebkov salpe (*sliki 34b in 34c*), ki so vsebovali izključno morskovo travo cimodocejo (*C. nodosa*). Tudi pregled iztrebkov je pokazal, da se salpe hranijo tako, da obžirajo liste cimodoceje. Čeprav ni konkretnih raziskav, ki bi temeljile na oceni objedanja te vrste, o tem pričajo številna opazovanja in fotografije prehranjevanja salp na morskih travnikih.

Po ocenah nekaterih raziskovalcev naj bi v nekaterih predelih salpe asimilirale v povprečju okoli 40 % letne primarne proizvodnje morskih travnikov (Prado s sod., 2007). Raziskave v zahodnem delu Sredozemskega morja so pokazale, da salpe (*S. salpa*), ki so najbolj značilne rastlinojede vrste rib tega okolja (*slika 34a*), predstavljajo grožnjo za pretirano



objedanje le za malo morskó travo (*Z. noltei*) (Goldenberg & Erzini, 2014). Ta vrsta je v primerjavi z vrstami drugih morskih trav za salpo preferenčna.



**Slika 34:** Raziskave v zadnjih letih kažejo, da imajo salpe (*Sarpa salpa*) (a) znaten vpliv na morske travnike in z algalno zarastjo porasle obrežne habitate. Na morskih travnikih kolenčaste cimodoceje (*C. nodosa*) so vidni številni sveži iztrebki salp (b). Slika c prikazuje iztrebek salpe, ki ga tvorijo pogrizeni deli morske trave cimodoceje (Foto: a - Tihomir Makovec, b in c - Borut Mavrič).

Ko so v poskusih ponujali salpam tri vrste morskih trav in sicer cimodocejo, malo morsko travo (*Z. noltei*) in veliko morsko travo (*Z. marina*), so se preferenčno odločale za malo morsko travo (Goldenberg & Erzini, 2014).

Poleg morske trave cimodoceje kaže, da imajo veliko vlogo v prehrani tudi epifiti, ki živijo na morski travi. V neki zahodno-mediteranski raziskavi so Marco-Méndez in sodelavci (2016) dokazali, da se salpe, ko ni kolenčaste cimodoceje, poraščene z epifiti, raje hranijo z alga *Caulerpa prolifera*.

Kljub vsemu pa je potrebno opozoriti tudi na dejstvo, da so številne raziskave dokazale, da je kolenčasta cimodoceja hitro rastoča in odporna vrsta (Macreadie *s sod.*, 2014), še posebej če je ohranjen njen koreninski sistem in/ali korenika. Tudi če pride do intenzivne paše (overgrazing), ki se kaže v popasenosti morske trave do tal (Fernandez *s sod.*, 2012), si lahko morski travnik te vrste opomore manj kot v mesecu dni (Sanmartí *s sod.*, 2021). Obstajajo podatki, da je *C. nodosa* najhitreje rastoča od morskih trav, ki se pojavljajo v Jadranu. Hitra rast omogoča rast klonov (nespolno razmnoževanje), ki se razširijo na 300 m<sup>2</sup> v sedmih letih (Marbà *s sod.*, 2004).

#### 4.1.10. Onesnaževanje

Poleg degradacije habitatov, bioinvazije, podnebnih sprememb in netrajnostne rabe je eden najhujših problemov, zaradi katerih biodiverziteta izginja, tudi onesnaževanje okolja. Čeprav ima KPS status zavarovanega območja, se prav tako sooča s problemi, povezanimi z onesnaževanjem okolja. V okviru tega poročila smo kot najhujše probleme identificirali odpadke, plastiko in mreže duhove (ghost nets).

##### 4.1.10.1. Odpadki

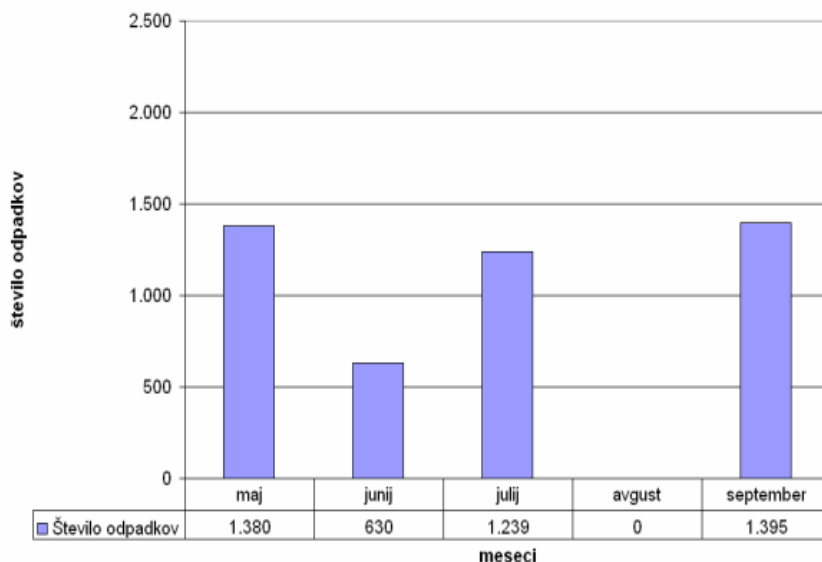
Palatinuseva (2008, 2009) je raziskovala onesnaženost plaž s trdnimi odpadki. Med drugim je vzorčila tudi na območju Mesečevega zaliva in ugotovila, da je zelo onesnažen ([slika 35](#)) in primerljiv z vzorčevalnimi lokalitetami v Piranu. Največ odpadkov so predstavljali plastični odpadki in cigaretni ogorki.

Eno od opredelitev stanja onesnaženosti s plastičnimi odpadki so ponudili Alkalay in sodelavci (2007). Njihova opredelitev temelji na številu plastičnih delcev na enoto površine.

**Enačba 5:** Indeks čistoče obale - *Clean Coast Index* (CCI)

$$CCI = \left( \frac{\text{tot. plastic parts on transects}}{\text{area of transect}} \right) * k$$

Indeks čistoče obale - *Clean Coast Index* (CCI) upošteva število plastičnih delcev na m<sup>2</sup>, površino dobimo iz dolžine in širine transekta, *k* pa je konstanta (=20) (enačba 5). Plaže so klasificirane od čistih do skrajno onesnaženih (tabela16).



**Slika 35:** Gostota trdnih odpadkov v Mesečevem zalivu v obdobju od maja do septembra 2007 (Palatinus, 2008, 2009).

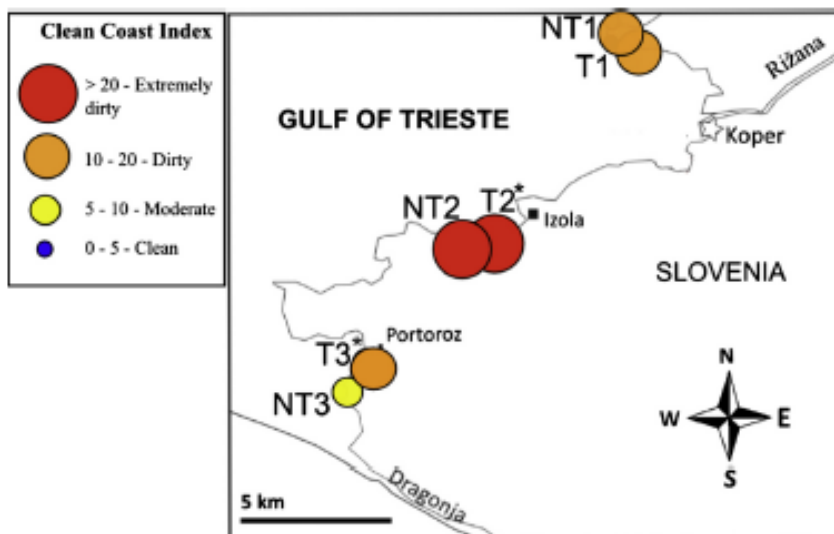
Na podlagi indeksa CCI (Alkalay s sod., 2007), ki upošteva število odpadkov plastičnega izvira na raziskovano dolžino transekta, je raziskano območje Belih skal onesnaženo (CCI=21,92) in ima status zelo onesnažene plaže (Laglbauer s sod., 2014) (slika 36, tabela 16).

V primerjavi z drugimi raziskanimi plažami je bilo na območju Belih skal opaženo najvišje število ostankov ribolovnega orodja kot so koščki mrež za gojenje školjk, laksi, plutovinasti plovci mrež, ostanki vrvi in drugo in sicer 0.096 predmetov/m<sup>2</sup>.

**Tabela 16: Opredelitev plaž na podlagi onesnaženja s plastičnimi delci (prirejeno po Alkalay s sod., 2007).**

vrednost	Gostota plastičnih delcev	Vizualna opredelitev	ocena
0 – 2	0 – 0,1 delcev/m <sup>2</sup>	ni odpadkov	Zelo čista
2- 5	0,1 – 0,25 delcev/m <sup>2</sup>	ni odpadkov na večjem območju	Čista
5 - 10	0,25 – 0,5 delcev/m <sup>2</sup>	Manjše število odpadkov	Zmerno čista
10 - 20	0,5 – 1 delcev/m <sup>2</sup>	Veliko odpadkov na obali	Onesnažena
>20	>1 delca/m <sup>2</sup>	Večina plaže je prekrita s plastiko	Zelo onesnažena

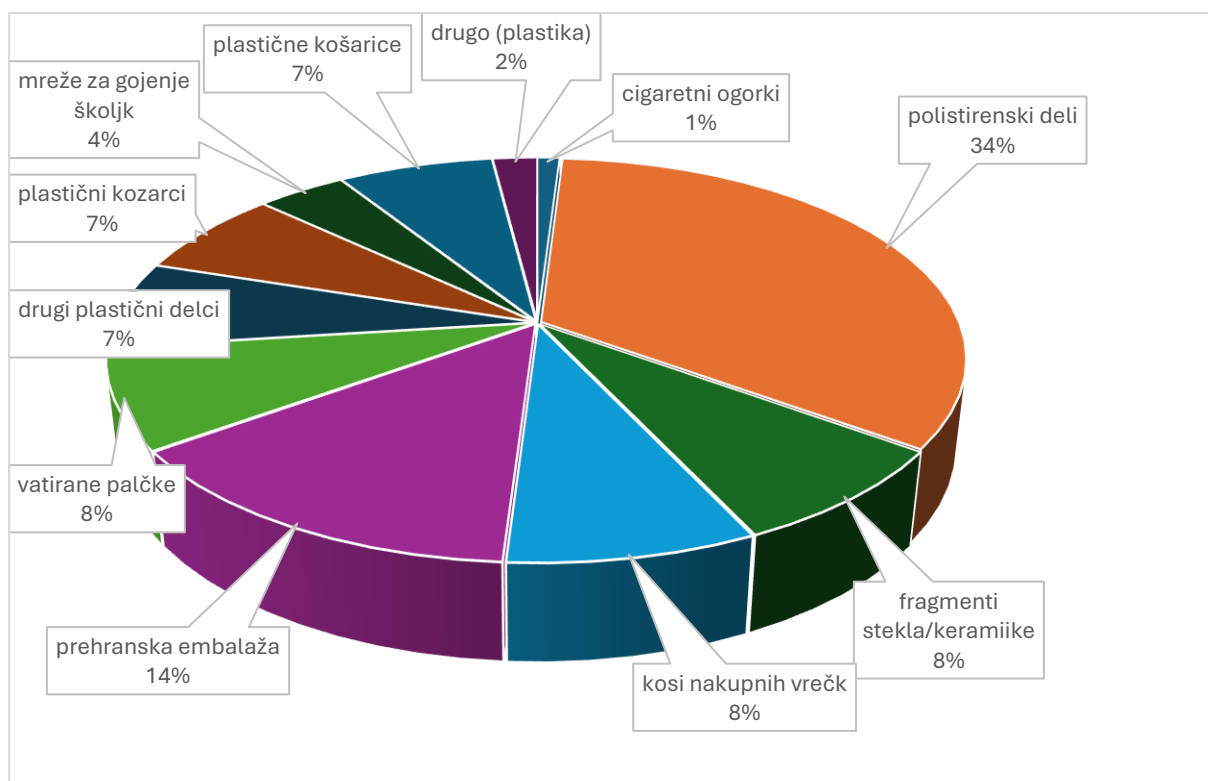
V kasnejši raziskavi (Vlachogianni s sod., 2018) so ugotovili, da je stanje na Belih skalah nekoliko manj zaskrbljujoče, saj so jo na podlagi odpadkov makroplastike uvrstili v zmerno čisto plažo. Vlachogianni in sodelavci (2018) ugotavljajo, da je 45% odpadkov povezano z obalnimi viri, turizmom in rekreacijo, 6% odpadkov pa z ribištvom in marikulturo.



**Slika 36:** Stanje onesnaženosti plaž v Sloveniji na podlagi indeksa CCI (Alkalay s sod., 2007). Postaja NT2 označuje Bele skale, postaja T2 pa Simonov zaliv (Laglbauer s sod., 2014).

V okviru projekta DeFishGear (2017) so na Belih skalah analizirali sestavo odpadkov, med katerimi so prevladovali polistirenski deli, prehranska embalaža, fragmenti stekla in keramike, vatirane palčke in plastični kozarčki (slika 37).





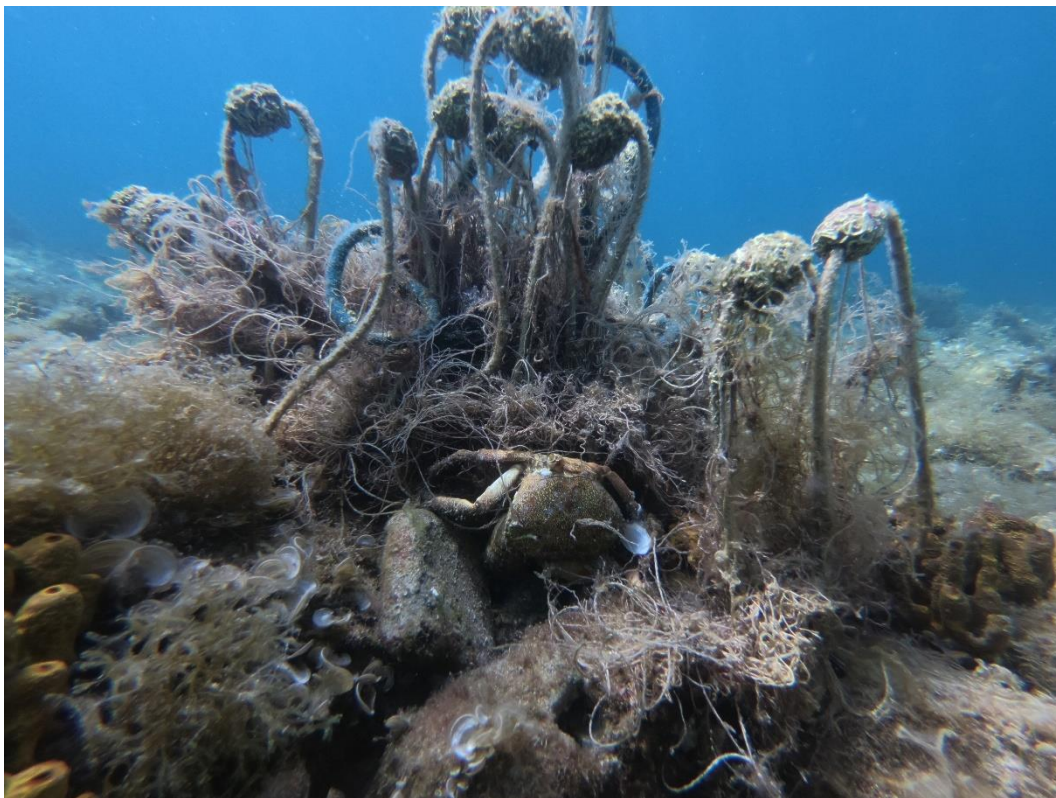
**Slika 37:** Struktura odpadkov na neturistični plaži na Belih skalah (DeFishGear).

#### Mikroplastika

Korez in sodelavci (2019) so ocenili, da je abundanca mikroplastike na slovenskih plažah presenetljivo nizka, saj so drugod po svetu poročali o 40 do 300 krat višjih vrednostih.

#### 4.1.10.2. Mreže duhovi

Poleg tega smo na dnu morskih travnikov na obravnavanem območju opazili številne odpadke, ki so jih tisti, ki so se tam zasedrali, odvrkli ali pa izgubili kot so steklenice, pločevinke, mobiteli, sandali in podobno. Poseben problem so mreže duhovi (t.i. *ghost nets*), ki se nanašajo na odvržene, potrpane ali izgubljene ribiške mreže (Macfadyen s sod., 2009; Stelfox s sod., 2016). Te na morskem dnu predstavljajo nevarnost za mnoge vrste pridnenih rib (Lipej s sod., 2022c) in nevretenčarjev, ki se v tako ostanke zapletejo (*slika 38*). Mreže duhovi so dobile tako ime, ker opravljajo svoje delo še potem, ko je ribič izgubil nadzor nad njimi (Smolowitz, 1978). Med nevretenčarji se pogosto v ostanke mrež zapletajo razne rakovice, še posebej mali morski pajek (*Maja ramulosa*).



**Slika 38:** V odvržene, zapuščene, odtrgane ali izgubljene mreže se v vodnem stolpcu ali na morskem dnu vanje zapletajo morski organizmi. V mrežo duhov se je ujela trnatočela rakovica (*Eriphia verrucosa*). Foto: Borut Mavrič.

#### 4.1.10.3. Drugi odpadki

V mnogih predelih akvatorija v okviru KPS smo na morskem dnu zabeležili številne večje odpadke kopenskega izvora kot so avtomobilske gume, stolice, ograje, kritine in drugi predmeti.

#### 4.1.11. Drugo

Obravnavano območje je kljub zavarovanemu statusu podvrženo tudi drugim pritiskom. Neusmerjen, sezonski in množičen obisk zavarovanega območja povzroča obremenitve naravnega okolja (kot so skladanje kamnov na morskem obrežju, smetenje, kurjenje, hrup, hoja zunaj urejenih poti, prenočevanje na prostem, parkiranje v naravnem okolju), ki najbolj izhaja iz hotelskega in navtičnega turizma (Javni zavod KPS, 2018).

#### 4.1.11.1. Organsko obogatenje

Antropogene dejavnosti imajo vpliv na morske travnike z izpusti organske snovi v sediment. Z večanjem organskega obogatenja pride do zmanjšane rasti morskih trav in krčenja (upad) morskih travnikov (Krause-Jensen *s sod.*, 2004b). Eden od glavnih dejavnikov je zmanjšanje prozornosti vode, do katere pride zaradi organskega obogatenja in povečane turbidnosti (Duarte *s sod.*, 2004).

#### 4.1.11.2. Vpliv mikroorganizmov

Tako kot druga okolja v slovenskem delu Jadrana se je v zadnjih letih tudi obravnavano območje soočilo z morijo velikega leščurja (*Pinna nobilis*). Na območju KPS so bile opravljene meritve rasti leščurjev, ki so pokazale hitro rast, poleg tega so bile tudi gostote osebkov na enoto površino med višjimi v Jadranskem morju (Lipej *s sod.*, 2012). Za zdaj si populacija leščurjev še ni opomogla.

#### 4.1.11.3. Fizične spremembe v obrežnem pasu

Na podlagi rednega spremljanja naravnih vrednot na morski obali v NR Strunjan so delavci KPS popisali več nedovoljenih posegov (Cernich, 2023). Med temi izstopajo kamnite zložbe ([slika 39](#)) manjših in večjih razsežnosti, ki so jih ustvarili kopalci na morski obali. Našteli so 59 tovrstnih zložb.

Ustvarjanje takih zložb se dogaja v supralitoralnem in mediolitoralnem pasu in je prostorsko zelo omejeno, zato so tudi vplivi tovrstnih pritiskov lokalizirani na površinah velikosti par deset m<sup>2</sup>. Poleg tega so izpostavljeni deli v KPS že itak podvrženi spremembam, ki so posledice valovanja in depozicije sedimenta in peščenjakovega kamenja iz flišne brežine.



**Slika 39:**  
Kamnite zložbe  
na morški obali v  
NR Strunjan,  
popisane  
januarja 2023  
(prirejeno po  
Cernich, 2023).

#### 4.2. Stanje ohranjenosti na osnovi ekspertnega mnenja

Morske cvetnice veljajo za biološke indikatorje, saj vsaka sprememba v razširjenosti morskih trav, kot je zmanjšanje največje globine ali obsežna izguba njihovih travnikov, opozarja na negativne spremembe v okolju (Thompson *s sod.*, 2015).

Na podlagi pregleda stanja morskih travnikov na območju obravnavanega območja na osnovi ekspertnega mnenja menimo, da stanje za zdaj še ni zelo zaskrbljujoče, kljub številnim pritiskom, s katerimi se morski travniki soočajo.

Argumenti, ki temu pritrjujejo:

- a) so povezani z dolgoročno dinamiko pokrovnosti morskih travnikov, ki kažejo fluktuacije v pokrovnosti v zadnjem šestletnem obdobju v obe smeri (krčenje in razširjanje),
- b) za kolenčasto cimodocejo je značilno, da je hitro rastoča morska cvetnica, ki se lahko hitro razširja v neobremenjenem okolju,
- c) prisotnost nekaterih redkih in ogroženih vrst morskih organizmov. Med njimi je potrebno v morskih travnikih omeniti spužvo možganjačo (*Geodia cydonium*), na njihovih robnih delih pa belo datljevko (*Pholas dactylus*) in sredozemsko kameno koralo (*Cladocora caespitosa*).

Argumenti, ki povzročajo skrb pa so povezani z nekaterimi pritiski, ki povzročajo krčenje morskih travnikov ali motnje v njih. Med njimi posebno pozornost terjajo:

- a) fizične poškodbe zaradi sidranja. Sidranje se je izkazalo kot najbolj pereče med vikendi v poletnem obdobju in sicer v dveh viških, ko je število plovil znotraj KPS na obravnavanih območjih preseгло število 100. V takih viških so posledice na morskem dnu hude, saj povzročijo, ob upoštevanju da npr. povzroči sidro točkovno poškodbo na približno 1 m<sup>2</sup>, najmanj 100 m<sup>2</sup> fizično poškodovanega morskega travnika. Ker pa povzročajo poškodbe tudi sidrne verige, je razsežnost fizičnih poškodb še večja. Kljub hitri sposobnosti zaraščanja kolenčaste cimodoceje bi bilo potrebno preveriti časovno razsežnost poškodb na obravnavanem območju, saj na podlagi opaženih poškodb na terenu ni možno ugotoviti, kdaj so nastale. Probleme s sidranjem bi bilo možno rešiti s sistemom boj, na katere bi se plovila privezovala.
- b) Vdori morske vode. Napovedi, povezane s podnebnimi spremembami, napovedujejo vdore morske vode v lagunarna okolja. Za slednja je značilna lagunska biodiverziteteta, ki jo predstavljajo organizmi, ki so se prilagodili na velika nihanja slanosti in temperature. Ta preprečujejo pravim morskim vrstam, da bi se lahko naselile v lagune. Z vdori morske vode v lagunarna okolja bo prišlo do vdora morskih vrst, lagunarne vrste pa bodo postopno izginile. Probleme z vdori morske vode in sočasno ohranjanje lagunske biodiverzitetete je možno z načrtovanjem zaporničnih sistemov (podobno kot jih imajo v Škocjanskem zatoku).
- c) Odpadki na morskem dnu. Najbolj problematični so večji kosovni odpadki, poleg njih pa tudi odvržene, raztrgane ali izgubljene ribiške mreže, ki povzročajo veliko škodo na morskem dnu, saj se v njih še vedno zapletajo in tam poginejo številni pridneni organizmi. Ta problem bi bilo možno odpraviti z organizacijo čistilnih akcij, kjer bi s pomočjo volonterskih potapljačev redno čistili morsko dno.

## 5. VPLIV TURIZMA IN PROSTOČASNIH DEJAVNOSTI NA OBMOČJU KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN BREZ UPOŠTEVANJA OSREDNJEGA OBMOČJA NARAVNEGA REZERVATA STRUNJAN, S Poudarkom NA OBMOČJE VILE TARTINI IN BELIH SKAL

### 5.1. Vpliv turizma in prostočasnih dejavnosti na stanje morskih travnikov

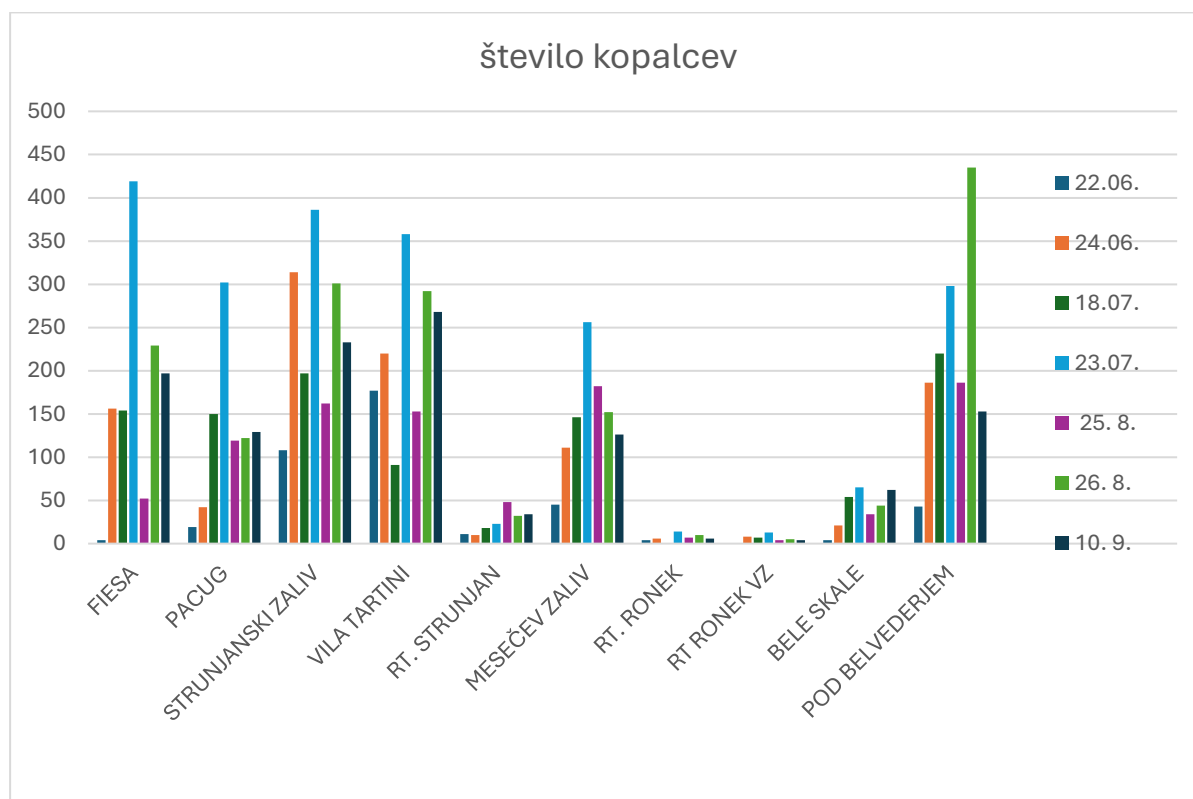
#### 5.1.1. Vpliv kopalcev

O konkretnih vplivov intenzivnega turizma na morske travnike kolenčaste cimodoceje ni razpoložljivih konkretnih podatkov. Fabbri *s sod.* (2015) ugotavljajo, da v plitvem okolju depozicija sedimenta in obremenitev zaradi turizma povzročata degradacijo morskih travnikov kolenčaste cimodoceje, ki naj bi se v tridesetletnem obdobju (od leta 1985 do 2015) skrčili za 80%. S tega vidika sta morska travnika na Belih skalah in na območju Ville Tartini manj ogrožena (*slika 40*), morski travnik v Mesečevem zalivu pa je takim pritiskom najbolj izpostavljen, podobno pa velja tudi za morski travnik pod Belvederjem, katerega znatno večji del sega izven obravnavanega območja v smeri proti Izoli.

Novejše raziskave opozarjajo, da lahko imajo negativne vplive na morsko okolje tudi kreme za sončenje. Tako so na Mallorci v Balearih odkrili povezavo med naraščajočim številom kopalcev in povečanimi koncentracijami nekaterih učinkovin, ki jih vsebujejo kreme za sončenje kot so benzofenon (BP-3), 4-metilbenziliden camphor (4-MBC), TiO<sub>2</sub> in ZnO (Tovar-Sanchez *s sod.*, 2013). O konkretnih vplivih na morske travnike ni veliko znanega. Agawin *s sodelavci* (2022) so dokazali, da se v rizomih morske trave pozejdonke (*P. oceanica*) akumulirajo učinkovine benzofenon-3 (BP3), 4-metilbenziliden camphor (4-MBC), TiO<sub>2</sub> in ZnO, ki so sestavine krem za sončenje. V nekaterih pomembnih turističnih destinacijah kot je na primer Havajsko otočje je od 2018 prepovedana uporaba zaščitnih sredstev proti soncu, ki vsebujejo BP3 in etilheksil-metooksicinamat (EHMC). Za te sestavine so raziskovalci ugotovili, da povzročajo negativne učinke na koralah (Corinaldesi *s sod.*, 2018). Po Havajskem otočju so temu zgledu sledili Palau in Florida (Agawin *s sod.*, 2022). S tega vidika obstaja neposredna ogroženost morskih travnikov kot posledica večjega obiska obiskovalcev (v smislu njihovega števila).



Ker gre za novejša raziskava je razumljivo, da tovrstnih študij na nivoju KPS še ni bilo, zato glede tega ne moremo podati ekspertnega mnenja ali pojav ovrednotiti.



**Slika 40:** Število kopalcev v posameznih odsekih KPS in Fiesi v poletnem obdobju 2023. Vir: KPS: Monitoring kopalcev 2023 (2023).

Območje KPS se sooča med drugim tudi z velikim številom kopalcev v poletnem obdobju. S tega vidika so obremenjeni skoraj vsi odseki, le območje pri rtu Ronek je manj obiskano. Ohranjeni morski travniki kolenčaste cimodoceje se nahajajo prav v tem predelu, poleg tega pa še na širšem območju Belih skal in pod Belvederjem. Na podlagi akumulacije učinkovin, prisotnih v kremah za sončenje, je smiselno domnevati, da so morski travniki v okolju z večjim številom kopalcev (vsaj sezonsko) bolj ogroženi zaradi kopičenja škodljivih sestavin.

V neki dolgoročni raziskavi so na kanarskem arhipelagu prišli do spoznanja, da je upad pokrovnosti in gostota šopov cimodoceje odvisna od antropogenih pritiskov. Oba dejavnika sta bila najbolj pereča v okolju z najvišjo gostoto prebivalcev (Fabri s sod., 2015).

### 5.1.2. Vpliv sidranja

S turizmom in prostočasnimi dejavnostmi je povezano tudi sidranje. V poletnem času večina predelov privablja veliko število obiskovalcev, bodisi turistov ali domačinov (prostočasne dejavnosti). Kot smo obravnavali že v poglavju 4.1.2. ima sidranje uničujoč vpliv na morske travnike in njihovo biodiverzitetu. Francour in sodelavci (1999) navajajo, da vsako sidranje v povprečju potrga 20 svežnjev morske trave pozejdonke (*P. oceanica*). To je še posebej sporno v okolju, za katerega je značilna velika gostota turistov, saj se število sidranj zaradi tega znatno poveča.

Občutne posledice sidranja smo ugotovili na morskem travniku kolenčaste cimodoceje (sliki 41 in 42), ki se razteza med rtičem Strunjan in Vilo Tartini in na morskem travniku pred Belimi skalami (glej tudi poglavje 4.1.2.). Posledice sidranja je možno povsem preprečiti s priveznimi bojami.

Fizične poškodbe so na območju Belih skal in Strunjana pogoste in opazne. Kljub vsemu pa je ovrednotenje fizičnih poškodb zaradi sidranja le deloma možno. To argumentiramo z dejstvom, da je kolenčasta cimodoceja zelo trpežna vrsta morske cvetnice, ki ima hitro rast, zato lahko zaradi sidranja nastale jase v razmeroma hitrem času ponovno zaraste (glej npr. Marbà s sod., 2004; Sanmartí s sod., 2021).



**Slika 41:** Poškodbe, ki jih povzroči sidrna veriga z opletanjem po morskem dnu (leva stran) (Foto: Tihomir Makovec).

Kratkoročne fizične poškodbe na morskem dnu, ki se nanašajo na sidro, so manjše in globlje, tiste, povezane s sidrno verigo pa so znatno večje (lahko tudi več kvadratnih metrov), vendar plitvejše. Fizične poškodbe sidranja so odvisne tudi od tipa sidra (glej poglavje 4.1.2.1.).



**Slika 42:** Sidrna veriga opleta po površini in lomi leščurje (Foto: Borut Mavrič), ki so (še vedno) pomembni strukturni elementi prostorske heterogenosti .

### 5.1.3. Vpliv ribolova

Na vzorčevanjih poleti 2024 smo na vseh območjih, kjer se pojavljajo morski travniki, naleteli na številne panule.

Nekatere so bile povsem nove, nekatere pa so bile izgubljene že pred več leti (*slika 43*). Med njimi so prevladovale panule za lov lignjev, manj je bilo tistih, ki služijo lovu na brancina (*Morone labrax*). Ker so panule opremljene s svinčnimi utežmi, je v primeru velikih količin panul na enoto površine to lahko problem kontaminacije s svincem.



**Slika 43:** Različne vrste panul, ki so bile najdene na morskih travnikih znotraj KPS v obdobju julij-september 2024 (Foto: Lovrenc Lipej).

#### 5.1.4. Vpliv hrupa

Mnoge vrste rib uporabljajo zvok za opravljanje vitalnih življenjskih funkcij (Weilgart, 2018). Hrup gotovo povzroča probleme pri obrežnih vrstah rib, še posebej pri tistih, katerim je oglašanje ključno v smislu preživetja (branjenje teritorija) in razmnoževanja (svatovsko oglašanje). Na obravnavanem območju naseljuje morske travnike npr. travni glavač (*Gobius ophiocephalus*), ki s petjem (Malavasi s sod., 2003) privablja samico v gnezdo, ki ga je naredil (Ota s sod., 1999). Hrup, ki ga povzročajo s prostočasnimi dejavnostmi povezana plovila kot so vodni skuterji, gliserji in druga plovila, lahko preglasijo oglašanja obrežnih rib, ki se lahko kažejo v neuspešnem branjenju teritorija (Codarin s sod., 2009) ali neuspešnem razmnoževanju (ker samcem ne uspe pritegniti samic s snubitvenem petjem).

## 5.2. Vpliv prostočasnih dejavnosti na območju koralnega grebena

Prostočasne dejavnosti na območju koralnega grebena so opazne na nivoju več dejavnikov.

Eden od najpomembnejših s prostočasnimi dejavnostmi povezanih aktivnosti je sidranje, ki ga omenjamo že v poglavju 3.1.2. To povzroča velike posledice na morskem dnu. Znano je, da ima sidranje uničujoč vpliv na pridveno živalstvo na tropskih koralnih grebenih (npr. Smith, 1988; Oehman *s sod.*, 1993).

Glede na izjemno pomembnost koralnega grebena v smislu morske biodiverzitete je smiselno vsako sidranje na grebenu strogo prepovedati ali pa zagotoviti sistem boj (manjše število) za privezovanje plovil izven grebena.

Drugi problem, ki je očitna na morskem dnu biogene formacije so številni odpadki, ki jih odvržejo s plovil. Te bi bilo s čistilno akcijo potapljačev možno učinkovito očistiti, čeprav ni jamstva, da se odmetavanje odpadkov ne bi nadaljevalo. Zato je bolj smiseln ukrep, da se ožje območje koralnega grebena zameji in na njem, kot smo že v prejšnjem dostavku navedli prepreči sidranje in privezovanje na boje.

## 6. OVREDNOTENJE ČASOVNE DINAMIKE PROSTORSKE RAZŠIRJENOSTI MORSKIH TRAVNIKOV V OBDOBJU 2018-2024 NA OBMOČJU KRAJINSKEGA PARKA STRUNJAN

### 6.1. Priprava časovne serije podob satelita Sentinel-2A (BOA)

Za ovrednotenje prostorsko-časovnih sprememb morskih travnikov v KPS smo uporabili brezoblačne satelitske podobe satelita Sentinel-2 (Level-2A, Bottom of Atmosphere (BOA)) za kronosekvenco 2018-2024 (*tabela 17*), ki smo jih pridobili na spletni platformi Copernicus Open Access Hube (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>). Uporabili smo spektralne kanale 2 (modri), 3 (zeleni) in 4 (rdeči), ki pokrivajo vidni spekter (med 390 in 700 nm), saj prodrejo globlje v vodni stolpec in tako zagotavljajo kvalitetnejše kvantitativne podatke o odboju svetlobe v plitvo-vodnih okoljih (Traganos *s sod.*, 2018).



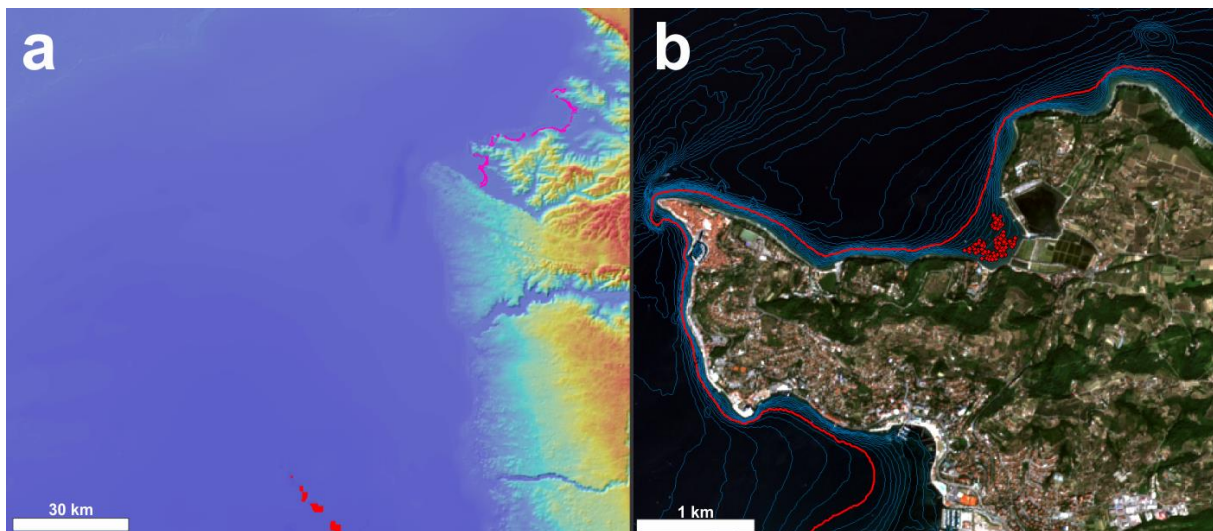
**Tabela 17: Povzetek uporabljenih satelitskih podob.**

<b>Id podobe</b>	<b>Čas zajetja</b>
1	14.8.2018
2	19.8.2018
3	29.8.2018
4	9.8.2019
5	19.8.2019
6	8.8.2020
7	13.8.2020
8	28.8.2020
9	18.8.2021
10	3.8.2022
11	13.8.2023
12	23.8.2023
13	12.8.2024

## 6.2. Priprava batimetrije za območje KPS

Za povečanje kontrasta satelitskih podob Sentinel-2 smo potrebovali batimetrične podatke. Uporabili smo vektorsko bazo batimetričnih meritev MBP-NIB. Le-ta je natančnejša od batimetričnih ocen, ki temeljijo na drugem in tretjem spektralnem kanalu podob Sentinel-2 (Stumpf *s sod.*, 2003; Traganos *s sod.*, 2018). Da bi izpolnili zahteve za izračun odbojnosti dna na ciljnem območju (KPS), smo vektorske batimetrične podatke rastrirali in na ta način prilagodili prostorski ločljivosti vidnih kanalov podob Sentinel-2 (velikost slikovnih enot = 10 m). Za izračun vrednosti odbojnosti dna na območju KPS smo s spletne platforme EMODnet (<https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>; Sektor E6 2020) prenesli drugi batimetrični nabor podatkov (horizontalna ločljivost 100 m), ki pokriva širše območje uporabljenih satelitskih podob (*slika 44*).





**Slika 44:** Batimetrični model iz baze EMODnet z horizontalno ločljivostjo 100 m z identificiranimi slikovnimi enotami globine nad 40 m (rdeča barva) in referenčnim stanjem morskih travnikov iz leta 2020 (roza barva) (a) ter vektorski prikaz globin iz baze NIB z referenčnimi točkami za določitev koeficienta  $K_d$  (b).

### 6.3. Priprava maske za identifikacijo morskih travnikov na območju KPS

Da bi se osredotočili le na plitvi priobalni del morja, kjer so prisotni morski travniki, smo pripravili masko satelitskih podob. To je pomemben korak pri obalnem daljinskem zaznavanju. Z odstranitvijo vseh kopenskih značilnosti izboljšamo informacijsko moč priobalnega vodnega pasu. Kopno smo odstranili s pomočjo vektorja obala (<https://egp.gu.gov.si/egp/?lang=en>), ki ga zagotovi GURS, ki deluje v okviru Ministrstva za okolje in prostor. Hkrati smo uporabili še vektorski sloj zavarovanega območja KPS, ki je dostopen na spletni platformi Atlas Okolja ([https://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso&AspxAutoDetectCookieSupport=1](https://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso&AspxAutoDetectCookieSupport=1)), ki deluje pod okriljem Agencije RS za okolje in prostor (*slika 45*). Hkrati smo upoštevali še batimetrično konturo 20 m. Velja pravilo, da je na globini večji od 20 m težko izpeljati zanesljive kvantitativne ocene morskega dna s pomočjo satelitskih podob (Traganos *sod.*, 2018).



**Slika 45:** Prikaz maske območja raziskave na podobi Sentinel -2A (13.8.2020).

#### 6.4. Korekcija vodnega stolpca na podobah Sentinel 2A (BOA)

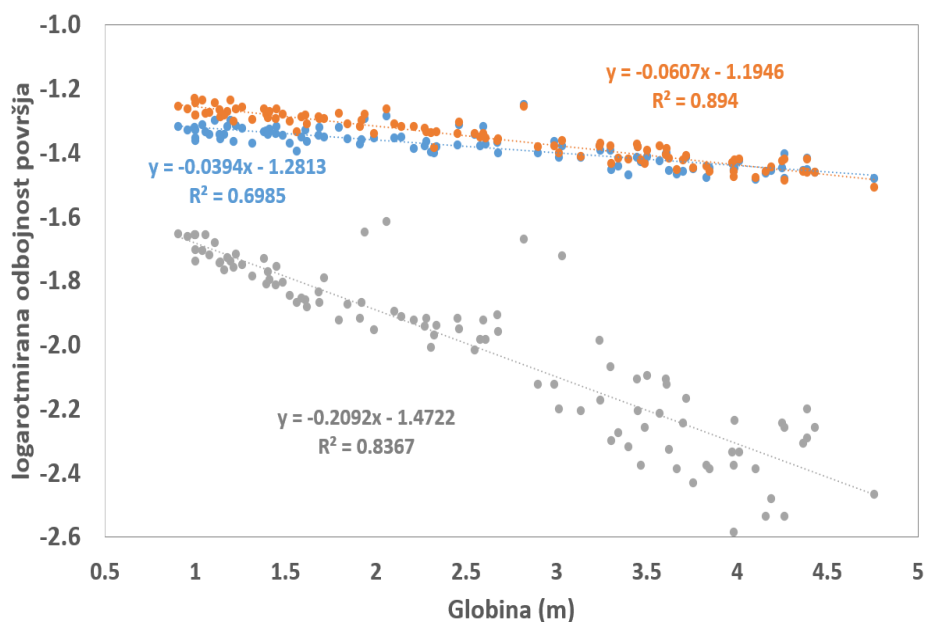
Vodni stolpec predstavlja šum v primeru optičnega daljinskega zaznavanja, če je predmet proučevanja raziskovanje lastnosti potopljenih habitatov. S tega vidika je treba njegov vpliv omejiti. Z upoštevanjem metodološkega pristopa, opisanega v Maritorena *s sod.* (1994), ki so ga nadalje uporabili Traganos in sodelavci (2018), je naša korekcija vodnega stolpca temeljila na analitičnem modelu za optično plitvo vodo. Algoritem izenači vrednosti površinske odbojnosti dna atmosfere ( $R_w$ ) z odbojnostjo neskončno globokega vodnega stolpca ( $R_\infty$ ), ki mu je dodan kontrast substrata (odbojnost dna,  $R_b - R_\infty$ ), po korekciji učinka globine vode (izraz  $e(-2KdZ)$ , kjer je  $K_d$  koeficient slabljenja svetlobe v vodi,  $Z$  pa globina vode).

**Enačba 6:** 
$$R_w = (R_b - R_\infty) * e(-2KdZ)$$

Posledično je odboj podlage na ravni slikovnih enot mogoče izračunati iz vrednosti  $R_w$ , ocene  $R_\infty$ , vrednosti  $Z$  in ocene  $K_d$ .

## 6.5. Ocena odbojnosti globokovodnega predala satelitskih podob Sentinel 2A (BOA)

Po Maritorenna in sodelavcih (1994) so za izpeljavo algoritma (*enačba 6*) potrebne informacije o odbojnih lastnostih globoke vode  $R_{\infty}$  na dotičnih satelitskih podobah Sentinel-2. Slikovne enote, ki predstavljajo globoko vodo (>40 m globine; območje 4,3 km<sup>2</sup>) (slika 42), smo identificirali s pomočjo brezplačnih batimetričnih podatkov EMODnet (sektor E6 2020) (<https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>; dostop 10. 1. 2022), ki zaobjemajo celotno območje uporabljenih satelitskih podob (*slika 46*). Tako smo za vsak obravnavani spektralni kanal (2, 3 in 4) satelitske podobe izračunali srednjo vrednost  $R_w$  (mediano) za identificirano območje globoke vode.



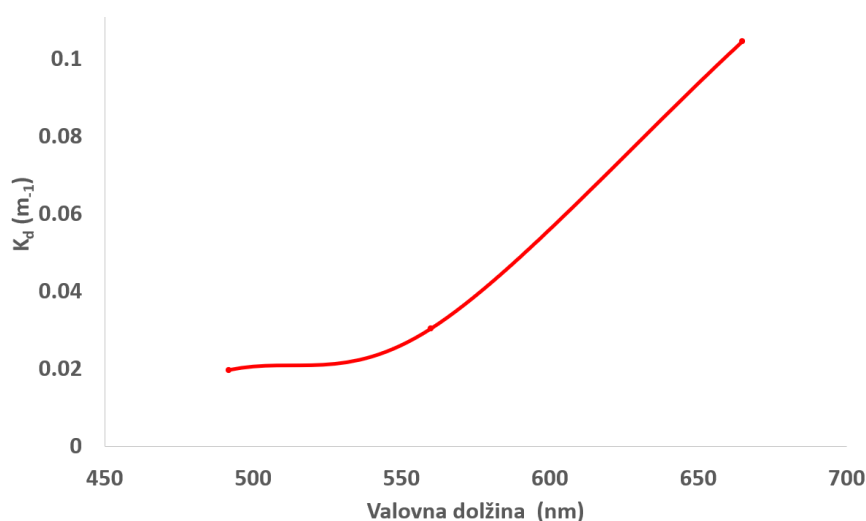
**Slika 46:** Zveza med odbojnostjo površja in globino morja na referenčnem območju v KPS. Oranžna barva predstavlja 3 spektralni kanal, modra 2 spektralni kanal in siva 4 spektralni kanal podob Sentinel-2A.

## 6.6. Ocena koeficient slabljenja svetlobe v vodi

V naslednjem koraku pred-obdelave satelitskih podob smo ocenili prosojnost vode na preučevanem območju. Izračunali smo koeficient slabljenja svetlobe v vodi  $K_d$  za vsak obravnavani spektralni kanal podob Sentinel-2 (2, 3 in 4) po metodologiji predstavljeni v študiji

Bierwirth in sodelavcev (1993). Podobno kot v študiji Maritorena in sodelavcev (1994), smo identificirali homogeno peščeno območje v KPS, ki se razteza od 1 do 5 m v globino. Slednje območje smo uporabili za pridobitev funkcionalnih odnosov med batimetrijo in logaritmiranimi vrednostmi odbojnosti površine ( $R_w$ ) za spektralne kanale 2, 3 in 4 (slika 47).

Posledično smo vrednosti  $K_d$  ocenili z izračunom smernega koeficienta vsake regresijske zveze, ki predstavlja količino  $-2K_d$  za vsak spektralni kanal (Traganos & Reinartz, 2018).

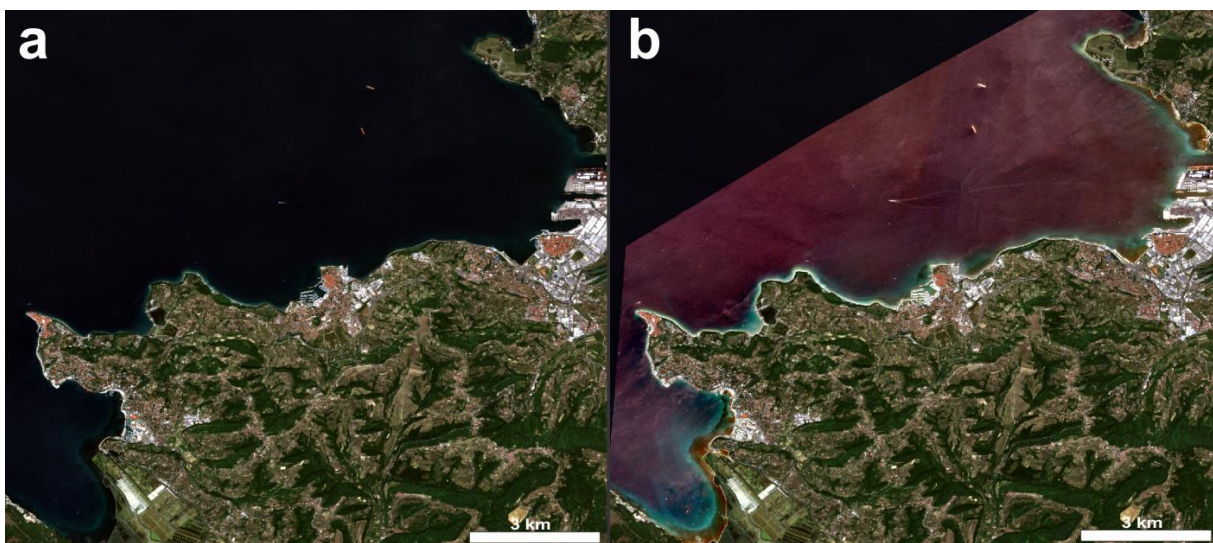


**Slika 47:** Koeficient slabljenja svetlobe v vodi za vsak uporabljeni spektralni kanal vidne svetlobe (rdeči, modri, zeleni) na referenčnem območju v KPS.

## 6.7. Segmentacija/klasifikacija satelitskih podob za območje KPS

Po pridobitvi vseh spremenljivk, potrebnih za [enačbo 6](#) ( $R_\infty$ ,  $Z$  in  $K_d$ ), smo izračunali vrednosti odbojnosti dna ( $R_b$ ) za vsak vidni kanal satelitskih podob. Končne kompozit  $R_b$  (za kronosekvenco 2018-2024) smo nato uporabili kot vir za izpeljavo nadzorovane klasifikacije podob (slika 48). Učne poligone smo določili na podlagi terenskega kartiranja iz leta 2020, in dodatnimi potapljaškimi kontrolnimi točkami ( $n = 50$ ) v globljih vodah (4 do 11 m globine). Razlikovali smo lahko dve kategoriji: morski travnik in drugo. Slednje se nanaša na mozaik več habitatnih tipov, povezanih s pestro vrstno sestavo in zgradbo substrata morskega dna vzdolž slovenske obale. To vključuje peščena območja brez vegetacije in kamnita dna, pokrita z različnimi vrstami, ki tvorijo krošnje (predvsem *Gongolaria barbata*, *Cystoseira compressa* in *Halopithys incurva*) in/ali nižji vegetacijski pokrov (*Padina pavonica*, *Dictyota* spp., *Halopteris*

*scoparia*, *Corallinaceae* itd.). Tovrstne habitate smo združili v skupno kategorijo, ker večinoma tvorijo majhne razdrobljene (dislocirane) zaplate, neprimerne za ustvarjanje učnih poligonov na območju KPS z vidika prostorske ločljivosti Sentinel-2 (velikost slikovnih enot = 10 m). Po zgledu Congalton (1991) in Green in sodelavcev (2000) smo kontrolni vzorec (n=300) razdelili na podatke za usposabljanje (40 %) in podatke za oceno točnosti (60 %) za obe kategoriji (morski travnik in drugo) za vse izbrane nadzorovane klasifikatorje. Na tem mestu smo uporabili tri algoritme: (1) Maximum Likelihood Classifier (MLC), (2) Random Trees Classifier (RTC) in (3) Support Vector Machine Classifier (SVM).



**Slika 48:** Barvni kompozit satelitske podobe Sentinel-2A za leto 2020 (a) in enaka podoba po implementaciji filtra za plitvo-vodno okolje (vrednost Rb) (b).

## 6.8. Validacija klasificiranih podob za KPS

Nadzor kakovosti je bistvenega pomena pri izdelkih daljinskega zaznavanja. Kvantificiranje napake v klasificirani podobi je korak bliže kakovosti ocene povezave med podobo in resničnostjo. Posledično smo pripravili matriko zmede (ang. *Confusion matrix*), ki povzema statistiko pravilno in napačno klasificiranih kategorij (v našem primeru morski travnik ali ostalo) v kontrolnem vzorcu (n=300) glede na uporabljeni klasifikator (MLC, RTC in SVM) ([tabela 18](#)).

V nadaljevanju analize smo nato najučinkovitejši algoritem za klasifikacijo kategorije morski travnik iz obdelanih podob Sentinel-2A (BOA) izbrali za pripravo ocene sprememb prostorske dinamike morskih travnikov v KPS.

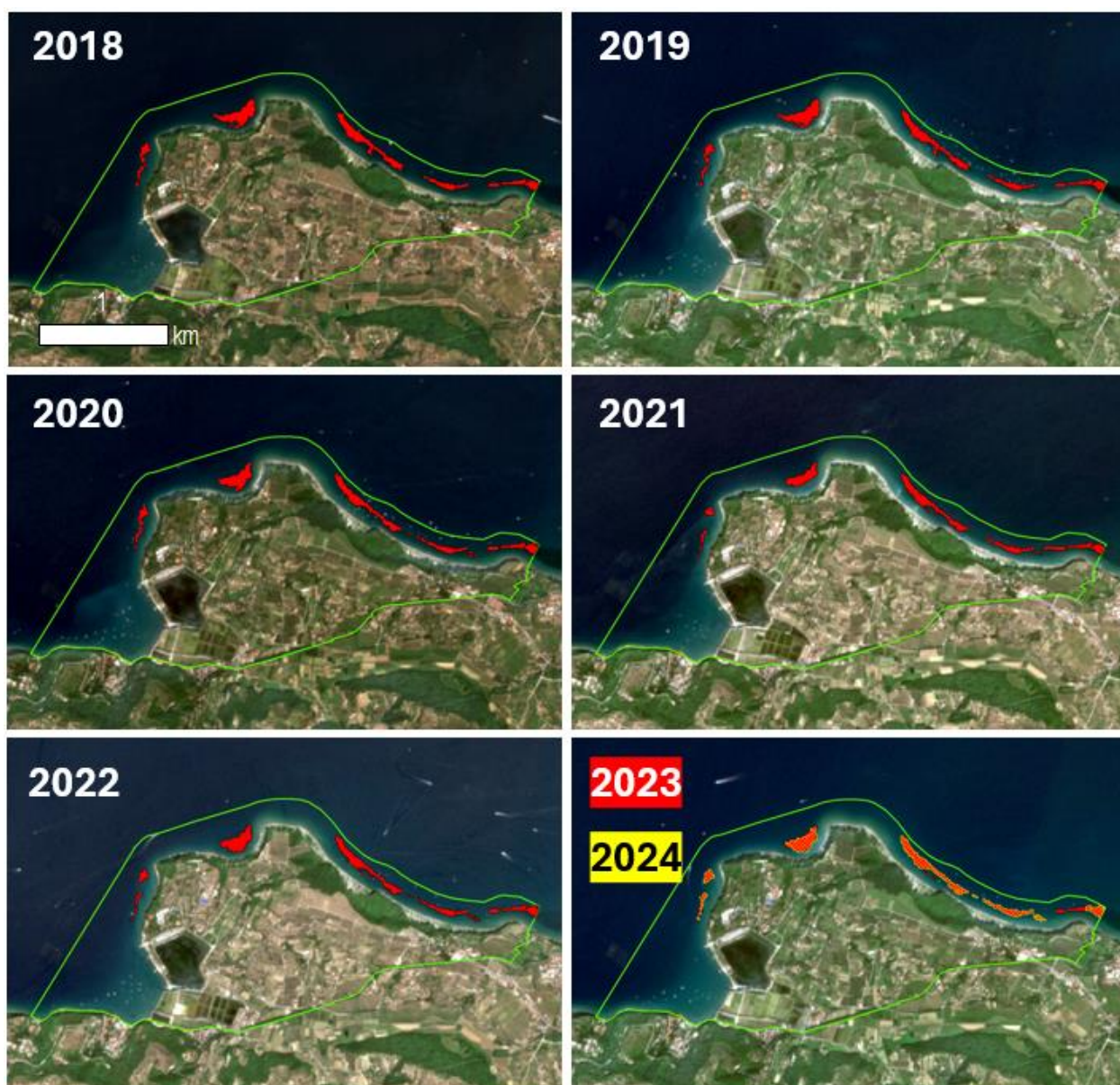


**Tabela 18: Povzetek matrike zmede (validacija postopka segmentacije/klasifikacije satelitskih podob).**

<b>SVM</b>	<b>Morski travnik</b>	<b>Ostalo</b>	<b>Vsota</b>	<b>Natančnost uporabnika</b>
Morski travnik	324	21	345	0,94
Ostalo	60	97	157	0,62
Natančnost proizvajalca	0,84	0,82		
Skupna natančnost	0,84			
Kappa indeks	0,60			
<b>MLC</b>	<b>Morski travnik</b>	<b>Ostalo</b>	<b>Vsota</b>	<b>Natančnost uporabnika</b>
Morski travnik	319	20	339	0,94
Ostalo	63	97	160	0,61
Natančnost proizvajalca	0,83	0,83		
Skupna natančnost	0,83			
Kappa indeks	0,59			
<b>RTC</b>	<b>Morski travnik</b>	<b>Ostalo</b>	<b>Vsota</b>	<b>Natančnost uporabnika</b>
Morski travnik	303	15	318	0,95
Ostalo	79	102	181	0,56
Natančnost proizvajalca	0,79	0,87		
Skupna natančnost	0,81			
Kappa indeks	0,56			

## 6.9. Ocena časovne dinamike morskih travnikov v KPS med letoma 2018 in 2024

Na *sliki 49* in v *tabelah 19 do 23* povzemamo oceno spremembe dinamike prostorske razširjenosti morskih travnikov na območju KPS. Območje smo razdelili v štiri segmente glede na prisotnost morskih travnikov: (1) Strunjan Villa Tartini, (2) Mesečev zaliv, (3) Bele skale in (4) Belveder-Simonov zaliv. Zadnjega (Belveder-Simonov zaliv) spremljamo tako na nivoju meje KPS in v celoti. Negativna vrednost koeficienta kaže, da so se vsi morski travniki skrčili, velikost njegove vrednosti je premosorazmerna z izgubo (skrčenjem) (*tabela 19*). Največjo izgubo pokrovnosti, slabo tretjino, je tako utrpel morski travnik v Mesečevem zalivu (*tabela 21*).



**Slika 49:** Mozaik prostorsko-časovne dinamike morskih travnikov v KPS. Leti 2023 in 2024 sta prikazani skupaj (pokrovnost 2023 – rdeče, 2024 – spremembe v pokrovnosti označene z rumeno barvo).

**Tabela 19: Ocena površine morskih travnikov (m<sup>2</sup>) v na območju KPS v letih 2018-2024.**

**Legenda: a – smerni koeficient linearnega trenda.**

<b>OCENA POVRŠINE (m<sup>2</sup>)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>a</b>
Bele skale	47600	48700	47800	46400	49000	49000	46300	-75
Belveder-Simonov zaliv	98700	99700	102100	102700	103600	103000	95900	-11
Belveder-Simonov zaliv (KPS)	13930	13930	14456	16130	14456	13856	8056	-635
Mesečev zaliv	30400	31000	25800	19400	25700	26200	21700	-1279
Strunjan Vila Tartini	11700	11700	11200	8200	9900	10900	9000	-393
skupaj	188400	191100	186900	176700	188200	189100	172900	-1757
skupaj KPS	103630	105330	99256	90130	99056	99956	85056	-2381

**Tabela 20: Delež (%) površine morskih travnikov na območju KPS v letih 2018-2024.**

<b>DELEŽ POVRŠINE (%)</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Bele_skale	46	46	48	51	49	49	54
Belveder-Simonov zaliv	13	13	15	18	15	14	9
Mesečev zaliv	29	29	26	22	26	26	26
Strunjan VillaTartini	11	11	11	9	10	11	11
skupaj KPS	100	100	100	100	100	100	100

**Tabela 21: Stopnja rasti morskih travnikov na območju KPS v letih 2018-2024 glede na stanje v letu 2018.**

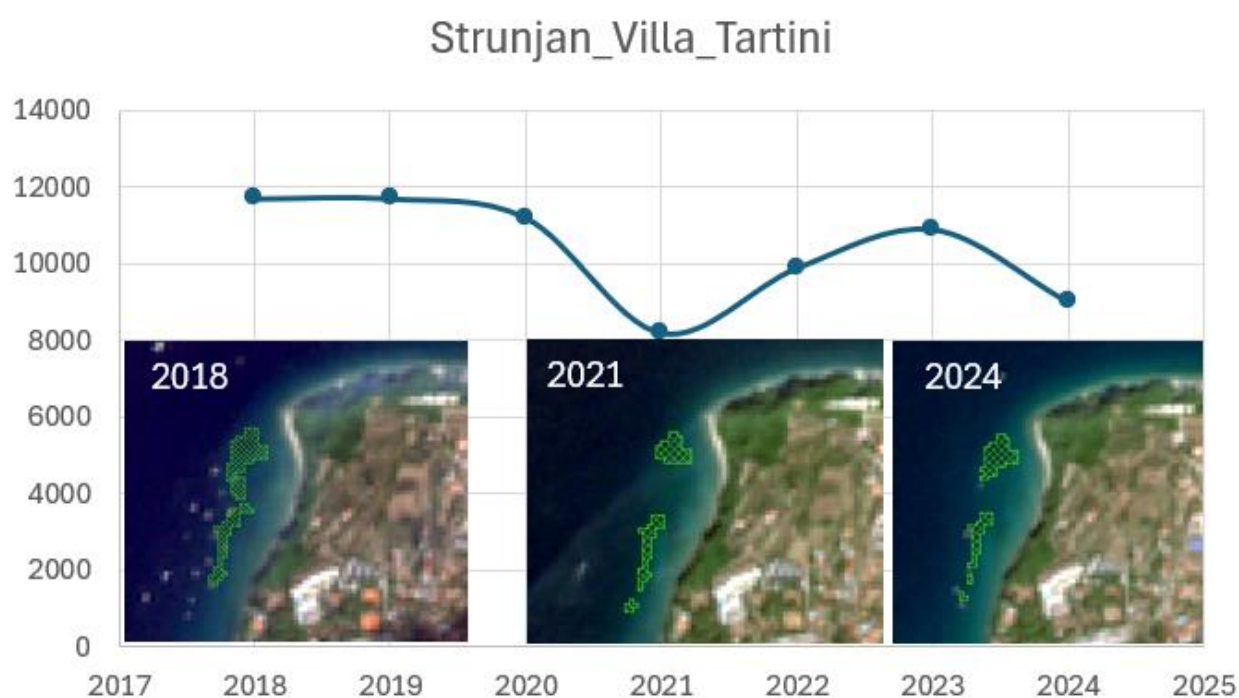
<b>STOPNJA RASTI Z OSNOVO 2018</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Bele skale	0	2,3	0,4	-2,5	2,9	2,9	-2,7
Belveder-Simonov zaliv	0	1,0	3,4	4,1	5,0	4,4	-2,8
Belveder Simonov zaliv (KPS)	0	0	3,8	15,8	3,8	-0,5	-42,2
Mesečev zaliv	0	2,0	-15,1	-36,2	-15,5	-13,8	-28,6
Strunjan Villa Tartini	0	0	-4,3	-29,9	-15,4	-6,8	-23,1

**Tabela 22: Stopnja rasti morskih travnikov na območju KPS v letih 2018-2024 glede na stanje v letu poprej.**

STOPNJA RASTI	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Bele skale		2,3	-1,8	-2,9	5,6	0,0	-5,5
Belveder-Simonov zaliv		1	2,4	0,6	0,9	-0,6	-6,9
Belveder Simonov zaliv (KPS)		0	3,8	11,6	-10,4	-4,2	-41,9
Mesečev zaliv		2	-16,8	-24,8	32,5	1,9	-17,2
Strunjan VillaTartini		0	-4,3	-26,8	20,7	10,1	-17,4

### 6.9.1. Morski travnik na območju med Strunjanom in Villo Tartini

Iz [tabele 19](#) in [slike 50](#) lahko razberemo gibanje prostorske razširjenosti morskega travnika na območju Strunjan - Villa Tartini. Maksimalno vrednost je dosegel v letu 2018 ([tabela 19](#)), kar je predstavljalo 11% morskih travnikov na območju KPS ([tabela 20](#)).



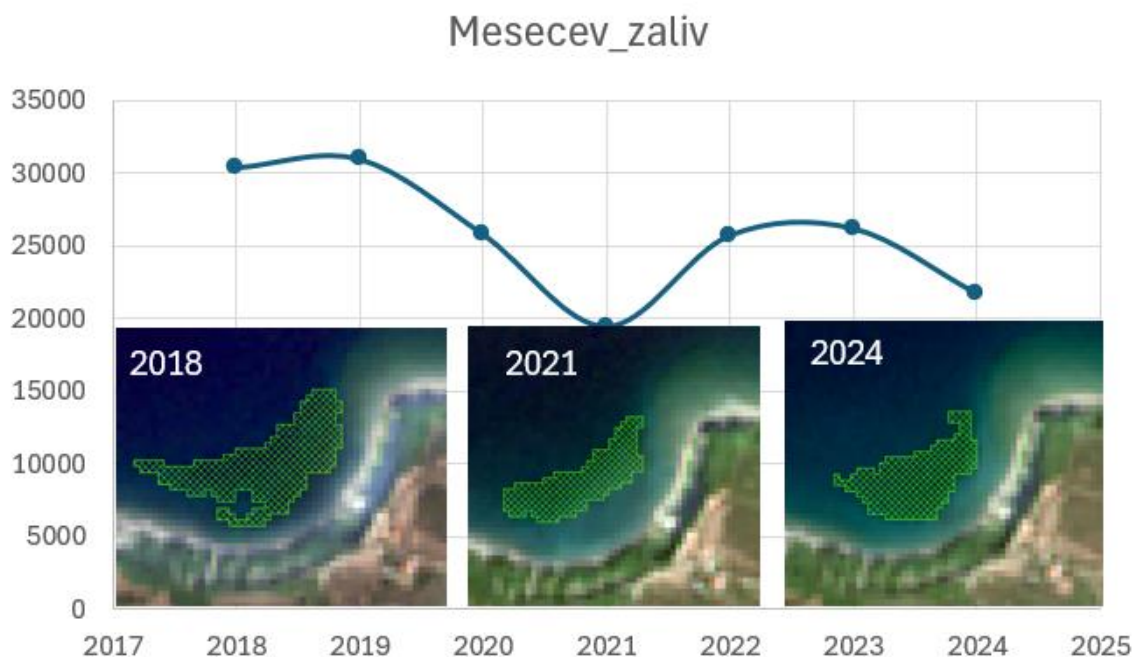
**Slika 50:** Trend spreminjanja ocene površine morskega travnika (m<sup>2</sup>) na območju Strunjan-Villa Tartini med leti 2018 in 2024.

Njegova ocenjena površina je bila do leta 2020 dokaj stabilna (med 11200 in 11700 m<sup>2</sup>). V letu 2021 doseže minimalno vrednost 8200 m<sup>2</sup>, kar je 29.9% manj kot v letu 2018 (*tabela 21*). Od leta 2021 nato beležimo postopno povečanje tega morskega travnika do površine 10900 m<sup>2</sup> v letu 2023 (za 30.8%). V letu 2024 se je njegova ocenjena površina zmanjšala za 17.4% in je znašala 9000 m<sup>2</sup>. Smerni koeficient linearnega trenda je negativen (-393) (*tabela 19*), kar nakazuje postopno zmanjševanje njegove površine. Hkrati je zaznavna fragmentacija sicer, v letu 2018, še homogene (sklenjene) površine. Tako že v letu 2021 beležimo tri zaplate, v letu 2024 pa že 4 (*slika 50*).

#### 6.9.2. Morski travnik na območju Mesečevega zaliva

Na območju Mesečev zaliv beležimo postopno zmanjševanje ocenjene površine morskega travnika z minimumom v letu 2021 (19400 m<sup>2</sup>). V primerjavi z letom 2018 je morski travnik do leta 2021 nazadoval za 36.2% (*tabela 21*). Po letu 2021 beležimo postopno povečanje njegove ocenjene površine. Tako je v letu 2023 pokrival 26200 m<sup>2</sup>, kar je predstavljalo 26% morskih travnikov v KPS (*tabela 20*). Prostorsko-časovno dinamiko tega morskega travnika lahko opišemo z linearno enačbo, ki pa ima značilno negativen smerni koeficient ( $a=-1279$ ) (*tabela 19*). Tako lahko, glede na pridobljene ocene o površini, poenostavljeno predpostavljamo, da bi lahko morski travnik v Mesečevem zalivu predvidoma izginil do leta 2030. S prostorskega vidika ta morski travnik ohranja svojo obliko in je tekom celotnega obravnavanega obdobja (2018-2024) zaznaven v homogeni zaplati, ki se postopoma zmanjšuje (*slika 51*).



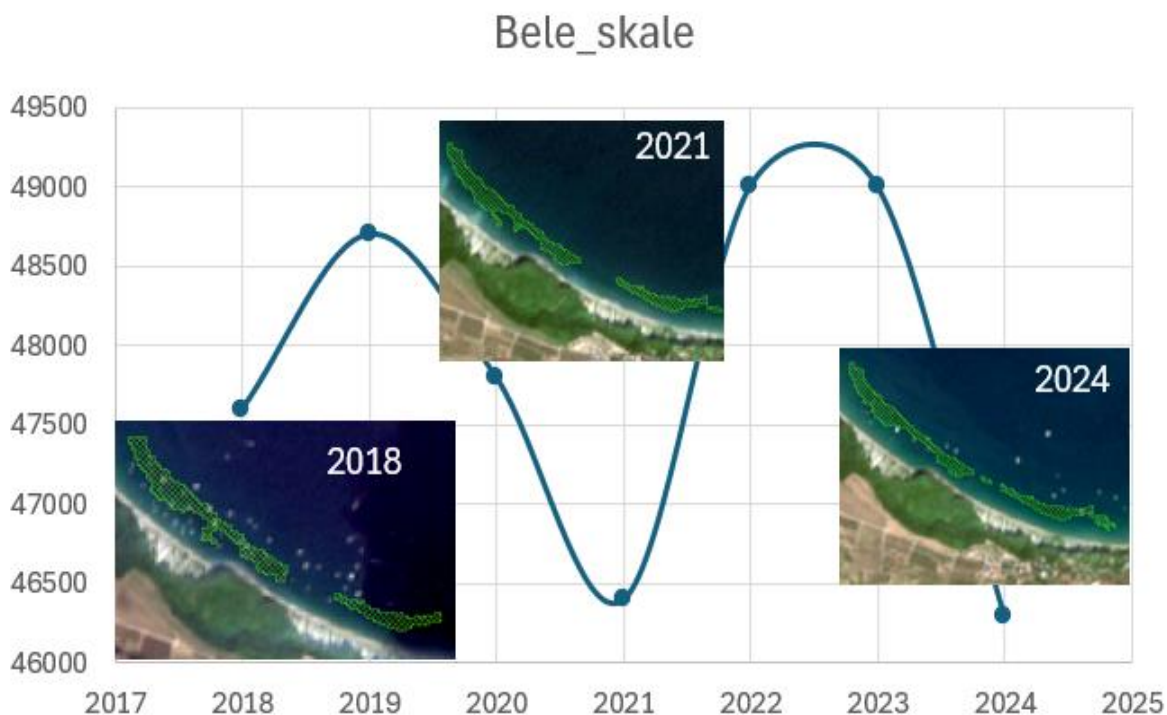


**Slika 51:** Trend spreminjanja ocene površine morskega travnika (m<sup>2</sup>) na območju Mesečevega zaliva med leti 2018 in 2024.

### 6.9.3. Morski travnik na območju Belih skal

Morski travnik na območju Belih skal znotraj KPS nakazuje sinusoidno dinamiko prostorske razširjenosti (*slika 52*). Sicer je, od vseh štirih obravnavanih območij znotraj KPS z morskim travnikom, med leti 2018 in 2024, to okolje po površini še najbolj stabilno. V primerjavi z začetnim stanjem (2018) se je do leta 2024 njegova ocenjena površina zmanjšala za le 2.7% (*tabela 21*). Izpostaviti velja, da je morski travnik od leta 2023 do leta 2024 po površini nazadoval za 5.5% (*tabela 22*).

Kljub temu ta morski travnik v letu 2024 predstavlja 54% vseh nelagunskih morskih travnikov znotraj KPS (*tabela 20*). Gre za dve večji zaplati z manjšo vrzeljo, ki jo zapolnjuje manjši poligon (*slika 52*), v okolici so prisotni večji fragmenti. Poleg njih so prisotni manjši fragmenti, ki so bili potrjeni na potapljaških vzorčenjih.

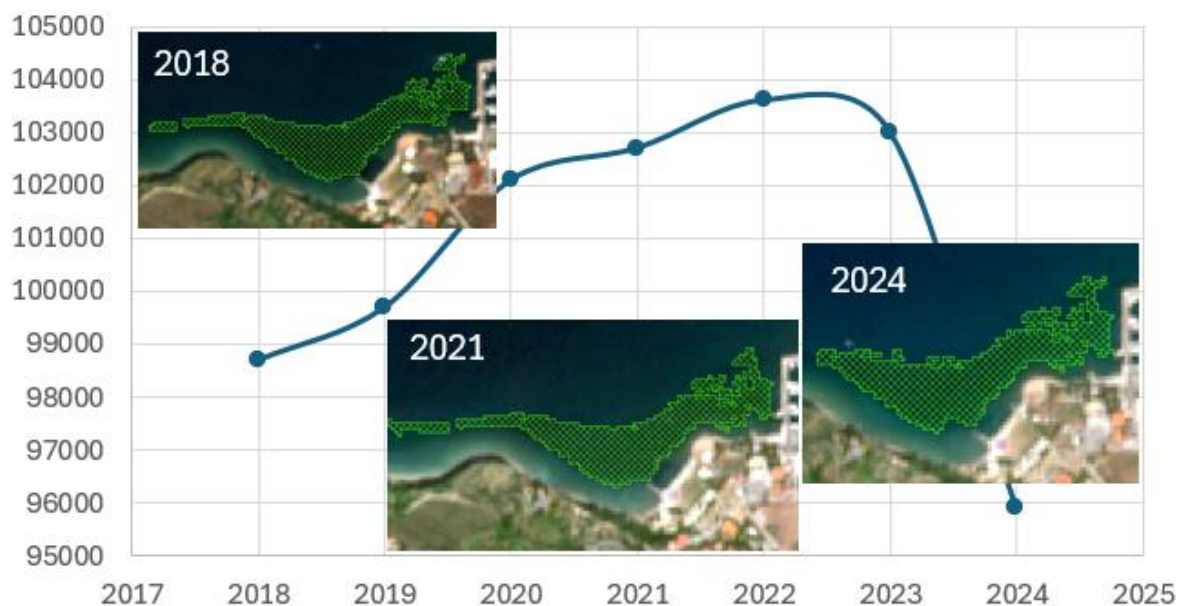


**Slika 52:** Trend spreminjanja ocene površine morskega travnika (m<sup>2</sup>) na območju Bele skale med leti 2018 in 2024.

#### 6.9.4. Morski travnik na območju pod Belvederjem – Simonov zaliv

Na območju Belveder-Simonov zaliv beležimo s pomočjo satelitskih podob Sentinel-2A postopno večanje zaplate morskega travnika, vse do leta 2022, ko doseže največjo vrednost (103600 m<sup>2</sup>). V primerjavi z letom 2018 se je do takrat njegova ocenjena površina povečala za 5% ([tabela 20](#)). Sledi prevoj v trendu in v letih 2023 in 2024 morski travnik po površini nazaduje. V obeh omenjenih letih skupaj se zmanjša za 7.5%. Po površini najbolj nazaduje na skrajnem zahodnem delu, ki sega v KPS. Tako se v primerjavi z letom 2018 na tem predelu morski travnik zmanjša za 42.2% oziroma 5874 m<sup>2</sup>. V prostoru je ta morski travnik enotna struktura, ki je homogena v centralnem predelu in heterogena v vzhodnem predelu. Skrajni zahodni del zaplate, ki je pretežno linijski in še sega v območje KPS, vidno izgublja na površini ([slika 53](#)).

### Belveder\_Simonov\_zaliv



**Slika 53:** Trend spreminjanja ocene površine morskega travnika (m<sup>2</sup>) na območju pod Belvederjem med leti 2018 in 2024. Prikazan je celoten morski travnik, katerega manjši levi del je znotraj KPS.

## 7. VIRI

### 7.1. Strokovna literatura

**Adams, S.M. (1976):** The ecology of eelgrass, *Zostera marina* (L.), fish communities. I. Structural analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 22, 269–291.

**Agawin, N.S.R., A. Sunyer-Caldú, M. Silvia Díaz-Cruz, A. Frank-Comas, M.G. García-Márquez & A. Tovar-Sánchez (2022):** Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* accumulates sunscreen UV filters, *Marine Pollution Bulletin*, 176,

ISSN 0025-326X, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113417>

**Alkalay, R., G. Pasternak & A. Zask (2007):** Clean-coast index—A new approach for beach cleanliness assessment. *Ocean & Coastal Management*, 50, 352–362.

**Amoser S., L.E. Wysocki & F. Ladich (2004):** Noise emission during the first powerboat race in an Alpine lake and potential impact on fish communities. *J. Acoust. Soc. Am.*, 116:3789–3797.

**Anastasiadou, C., V. Papathanasiou, N. Kamidis & C. Gubili (2020):** Crustacean decapod diversity associated with four shallow meadows of *Cymodocea nodosa* from the North Aegean sea. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 4(1): 55-65.

**Avčin A., Keržan I., Kubik L., Meith-Avčin N., Štirn J., Tušnik P., Valentinčič T., Vrišer B., Vukovič A. (1973):** Akvatični ekosistemi v Strunjanskem zalivu. I.: preliminarno poročilo. V: *Akvatični sistemi v Strunjanskem zalivu I: skupno delo: collective work* (Prispevki k znanosti o morju, 1973 - No.5). Ljubljana; Piran: Inštitut za biologijo univerze v Ljubljani: Morska biološka postaja Portorož, 168-216.

**Bettoso, N., I.F. Aleffi, L. Faresi, V. Pitacco, R. Zamboni & A. Acquavita (2024):** Past and present ecological status of the soft bottom macrozoobenthos in a large mediterranean lagoon: any signals of climate change? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 307. 108906

**Bierwirth, P., T. Lee & R. Burne, R. (1993):** Shallow Sea-Floor Reflectance and Water Depth Derived by Unmixing Multispectral Imagery. *Photogramm. Eng. Remote Sens.* 59, 331–338.

**Borum, J., T.M. Greve, T. Binzer & Rui Santos (2004):** *What can be done to prevent seagrass loss?* In: Borum, J. et al. (Eds.): *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*, The M&MS project, 67-71.

**Cabaço, S., A. Rui Santos (2014):** Human-induced changes of the seagrass *Cymodocea nodosa* in Ria Formosa lagoon (Southern Portugal) after a decade. *Cah. Biol. Mar.*, 55: 101-108.

**Cernich, S. (2023):** *Popis nedovoljenih posegov na naravnem morskem obrežju v NR Strunjan*. Januar 2023. KPS, str. 1-9.

**Codarin A., L.E. Wysocki, F. Ladich & M. Picciulin (2009):** Effects of ambient and boat noise on hearing and communication in three fish species living in a marine protected area (Miramare, Italy). *Mar Pollut Bull.* 58:1880–1887.

**Codarin A., M. Picciulin, L. Sebastianutto, G. Calcagno, M. Spoto & E. Ferrero (2011):** Nocturnal acoustic activity in the shallow waters of WWF-Miramare Natural Marine Reserve (Trieste, Italy). *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 730:161-164

**Congalton, R.G. (1991):** A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. *Remote Sens. Environ.*, 37,35–46.

**Corinaldesi, C., F. Marcellini, E. Nepote, E. Damiani & R. Danovaro (2018):** Impact of inorganic UV filters contained in sunscreen products on tropical stony corals (*Acropora* spp.) *Sci. Total Environ.*, 637–638 (2018), pp. 1279-1285, [10.1016/j.scitotenv.2018.05.108](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.108)

**Duarte, C.M., N. Marbà & R. Santos (2004):** *What may cause loss of seagrasses?* In: Borum, J. et al. (Eds.): *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*, The M&MS project, 24-32.

**Duarte, C.M., N. Marbà, D. Krause-Jensen, M. Sánchez-Camacho (2007):** Testing the predictive power of seagrass depth limit models. *Estuaries Coasts*, 30, 652-656

**Dulčić, J., Grbec, B., & Lipej, L. (1999):** Information on the Adriatic ichthyofauna-effect of water warming? *Acta Adriatica*, 40, 33–43.

**Fabbri F., F. Espino, R. Herrera, L. Moro, R. Haroun, R. Riera, N. González-Henriquez, O. Bergasa, O. Monterroso, M. Ruiz de la Rosa & F. Tuya (2015):** Trends of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Magnoliophyta) in the Canary Islands: population changes in the last two decades. *Scientia Marina*, 79(1): 7-13.

**Fernandez, C., L. Ferrat, G. Pergent & V. Pasqualini (2013):** Sea urchin–seagrasses interactions: trophic links in a benthic ecosystem from a coastal lagoon. *Hydrobiologia*, DOI 10.1007/s10750-012-1151-8



**Francour, P., C.F. Boudouresque, J.G. Harmelin, M. Harmelin-Vivien & J.P. Quignard (1994):** Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. *Marine Pollution Bulletin*, 9, 523–526.

**Francour, P., A. Ganteaume & M. Poulain (1999):** Effects of boat anchoring in *Posidonia oceanica* seagrass beds in the Port-Cros National Park (north-western Mediterranean Sea). *Aquatic Conser. & Mar. Freshw. Ecosyst.* 9: 391–400.

**Goldenberg, S.U. & K. Erzini (2014):** Seagrass feeding choices and digestive strategies of the herbivorous fish *Sarpa salpa*. *Journal of Fish Biology*, <https://doi.org/10.1111/jfb.12371>

**Green, E., P. Mumby, A. Edwards & C. Clark (2000):** *Remote Sensing: Handbook for Tropical Coastal Management*; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO): Paris, France.

**Greve, T.M. & T. Binzer (2004):** *Which factors regulate seagrass growth and distribution?* In: Borum, J. *et al.* (Eds.): European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project: 19-23.

**Guerrero-Meseguer, L., P. Veiga, L. Sampaio & M. Rubal (2021):** Sediment Characteristics Determine the Flowering Effort of *Zostera noltei* Meadows Inhabiting a Human-Dominated Lagoon. *Plants*, 10, 1387. <https://doi.org/10.3390/plants10071387>.

**Guidetti, P. & S. Bussotti (2000):** Fish fauna of a mixed meadow composed by the seagrasses *Cymodocea nodosa* and *Zostera noltii* in the Western Mediterranean. *Oceanologica Acta*, 23(7), 759-770.

**Ivajnsič, D., I. Škornik, M. Kaligarič & L. Lipej (2022):** *Vpliv podnebnih sprememb na gnezdenje obrežnih ptic*. V: Ivajnsič in dr. (ur.). (2022). Primeri prostorskih analiz vplivov podnebnih sprememb: Monografija v okviru projekta Preprečevanje toplotnega stresa v urbanih sistemih v luči podnebnih sprememb (ARRS J7-1822). Maribor: Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.fnm.8.2022, str. 123-160.

**Korez, Š., L. Gutow & R. Saborowski (2019):** Microplastics at the strandlines of Slovenian beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 145, 334-342.

**Krause-Jensen, D., E.D. Almela, A.H. Cunha & T.M. Greve (2004a):** *Have seagrass distribution and abundance changed?* In: Borum, J. *et al.* (Eds.): European seagrasses: an introduction to monitoring and management, The M&MS project, 33-40.

**Krause-Jensen, D., A.L. Quaresma, A.H. Cunha & T.M. Greve (2004b):** *How are seagrass distribution and abundance monitored?* In: Borum, J. et al. (Eds.): *European seagrasses: an introduction to monitoring and management, The M&MS project*, 45-53.

**Kružić, P. & L. Benković (2008):** Biocostructural features of the coral *Cladocora caespitosa* (Anthozoa, Scleractinia) in the Adriatic Sea (Croatia). *Mar. Ecol.*, 29,125–139.

**Kružić, P., L. Lipej, B. Mavrič & P. Rodić (2014).** Impact of bleaching on the coral *Cladocora caespitosa* in the eastern Adriatic Sea. *Marine Ecology Progress Series* 509:193-202.

**Laglbauer, B.J.L., R. Melo Franco-Santos, M. Andreu-Cazenave, L. Brunelli, M. Papadatou, A. Palatinus, M. Grego & T. Deprez (2014):** Macrodebris and microplastics from beaches in Slovenia. *Marine Pollution Bulletin*, 89, 356–366.

**Lipej, L., J. Forte, T. Makovec, M. Richter, D. Deželjin, B. Vrišer & A. Vukovič (1999):** Evidentiranje favne, flore in habitatnih tipov slovenskega obalnega morja - predstavitev projekta. *Biodiverziteti in varstvo slovenskega obalnega morja na pragu 21. stoletja*. Zbornik referatov, 62-63.

**Lipej, L., M. Orlando Bonaca & M. Šiško (2003):** Coastal Fish Diversity in Three Marine Protected Areas and One Unprotected Area in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Marine Ecology*, 2003, 24, 259–273.

**Lipej, L., J. Forte, B. Mavrič, T. Makovec, C. Fišer, M. Kaligarič, N. Šajna & R. Vlk (2004):** *Raziskave biodiverziteti na območju Strunjskih solin in Stjuže*. Naročnik: Zavod Republike Slovenije za varstvo narave. Piran: Morska biološka postaja; Ljubljana: Nacionalni inštitut za biologijo.

**Lipej L. & M. Orlando-Bonaca (2006):** Assessing blennioid fish populations in the shallow Gulf of Trieste: a comparison of four *in situ* methods. *Periodicum Biologorum*, 108(2), 23–29.

**Lipej, L., Ž. Dobrajc, J. Forte, B. Mavrič, M. Orlando Bonaca & M. Šiško (2007):** *Kartiranje habitatnih tipov in popis vrst na morskih zavarovanih območjih NS Debeli rtič, NR Strunjan in NS Rt Madona*. Poročila MBP, 92: 1-55.

**Lipej, L., Mavrič, B. & M. Orlando Bonaca (2012):** *Zaključno poročilo o projektu. Opredelitev stanja populacij leščurja in morskega datlja ter habitatnih tipov morski travniki in podmorski grebeni v Naravnem rezervatu Strunjan in priporočila za usmerjanje obiska morskega dela rezervata*. Poročila MBP, 1-49.

**Lipej, L., M. Orlando Bonaca, B. Mavrič, M. Vodopivec & P. Kružić (2013):** *Spremljanje morske biodiverziteti v Naravnem rezervatu Strunjan (Tržaški zaliv, Slovenija) s posebnim*

*poudarkom na vplivu klimatskih sprememb na izbrane biološke elemente. V: Vranješ, M. et al. (ur.): Klimatske spremembe in upravljanje zavarovanih območij: študije o biodiverziteti, tokovih obiskovalcev in energetske učinkovitosti. Str. 31-43.*

**Lipej, L., B. Mavrič, J. Uhan, T. Makovec & D. Trkov (2015):** *Raziskave ribjih združb v akvatoriju Krajinskega parka Strunjan.* Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Poročila MBP, 32 str.

**Lipej, L., B. Mavrič, M. Šiško, D. Trkov in M. Orlando-Bonaca (2018a):** *Terensko kartiranje morskih habitatnih tipov Natura 2000 v slovenskem morju.* Zaključno poročilo, oktober 2018. Poročila 172. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 69 str.

**Lipej, L., D. Ivajnsič, T. Makovec, B. Mavrič, M. Šiško, D. Trkov in M. Orlando-Bonaca (2018b):** *Raziskava z oceno stanja morskih travnikov v Krajinskem parku Strunjan.* Zaključno poročilo, november 2018. Poročila 174. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 37 str.

**Lipej, L., B. Mavrič, M. Orlando-Bonaca, V. Pitacco, D. Trkov & L.L. Zamuda (2019a):** *Inventarizacija favne in flore Pretočne lagune, Stjuže in solin.* Poročila Morske Biološke postaje 186, 1-44.

**Lipej, L., D. Ivajnsič, B. Mavrič, M. Orlando-Bonaca, V. Pitacco, D. Trkov, L.L. Zamuda & M. Kaligarič (2019b):** *Inventarizacija obmorskih in morskih makro- in mikrohabitatnih tipov Pretočne lagune, Stjuže in solin.* Poročila Morske Biološke postaje 187, str. 1-57.

**Lipej, L., B. Mavrič, D. Trkov, M. Orlando-Bonaca, D. Ivajnsič (2022a):** *Krčenje morskih travnikov v slovenskem morju zaradi vpliva podnebnih sprememb in drugih posrednih dejavnikov.* V: Ivajnsič in dr. (ur.). (2022). Primeri prostorskih analiz vplivov podnebnih sprememb: Monografija v okviru projekta Preprečevanje toplotnega stresa v urbanih sistemih v luči podnebnih sprememb (ARRS J7-1822). Maribor: Univerzitetna založba. doi: 10.18690/um.fnm.8.2022, str. 162-180.

**Lipej, L., A. Fortič, L. L. Zamuda, T. Makovec, B. Mavrič, M. Šiško, D. Trkov, M. Orlando-Bonaca in D. Ivajnsič (2022b):** *Monitoring morskih habitatnih tipov Natura 2000 v slovenskem morju 2020-2022.* Končno poročilo, november 2022. Poročila MBP, 210. Morska biološka postaja Piran, Nacionalni inštitut za biologijo, 86 str.

**Lipej, L., F. Cumani, A. Acquavita & N. Bettoso (2022c):** *Plastic impact on sharks and rays*. In: Bonnano, G. & M. Orlando-Bonaca (Eds.): *Plastic Pollution and Marine Conservation* Publisher: Elsevier Academic Press, pp. 153-186.

**Lipej, L., D. Ivajnšič, V. Pitacco, D. Trkov, B. Mavrič & M. Orlando-Bonaca (2023):** Coastal fish fauna in the *Cystoseira* s.l. algal belts : experiences from the Northern Adriatic Sea. *Journal of marine science and engineering*, 11, 5, 1–16. Accessed 25 September 2024]. DOI 10.3390/jmse11050888.

**Lipej, L. & D. Trkov (2024):** *Osnove morske ihtiologije*. Morska biološka postaja Piran, Nacionalni inštitut za biologijo, 256 str.

**Macfadyen, G., T. Huntington & R. Cappell (2009):** *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*. UNEP Regional Seas Reports and Studies No. 185. FAO Fish. Tech. Pap., 523. UNEP/FAO, Rome.

**Macreadie, P.I., P.H. York & C.D.H. Sherman (2014):** Resilience of *Zostera muelleri* seagrass to small-scale disturbances: the relative importance of asexual versus sexual recovery. *Ecology and Evolution*, 4(4): 450– 461. doi: 10.1002/ece3.933

**Malavasi, S., P. Torricelli, M. Lugli, F. Pranovi & D. Mainardi (2003):** Male courtship sounds in a teleost with alternative reproductive tactics, the grass goby, *Zosterisessor ophiocephalus*. *Environmental Biology of Fishes* 66: 231–236.

**Marbà, N., C.M. Duarte, A. Alexandra & S. Cabaço(2004):** *Seagrass colonisation and meadow maintenance proceeds by patch stablishment, from seed germination and plant fragments, and clonal growth. Knowledge on seagrass growth rates and success of reproductive effort is crucial to manage seagrass ecosystems, particularly to derive expectations on the recolonisation times required to recover seagrass meadows*. In: Borum, J. et al. (Eds.): *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*, The M&MS project, 11-18.

**Marco-Méndez, C., L.M. Ferrero-Vicente, P. Prado & J.L. Sánchez-Lizaso(2016):** Epiphytes and nutrient contents influence *Sarpa salpa* herbivory on *Caulerpa* spp vs. Seagrass species in Mediterranean meadows, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (2016), doi: 10.1016/j.ecss.2016.11.005.

**Maritorea, S., A. Morel & B. Gentili (1994):** Diffuse Reflectance of Oceanic Shallow Waters: Influence of Water Depth and Bottom Albedo. *Limnol. Oceanogr.*, 39, 1689–1703.

**Massa, S.I., S. Arnaud-Haond, G.A. Pearson & E.A. Serrão (2008).** Temperature tolerance and survival of intertidal populations of the seagrass *Zostera noltii* (Hornemann) in Southern Europe (Ria Formosa, Portugal). *Hydrobiologia*, 619, 195-201.

**Mavrič, B. & L. Lipej (2020):** Pregled stanja morskih travnikov pozejdonke (*Posidonia oceanica*) na območju Natura 2000 (N2K, SI3000251, Žusterna-rastišče pozejdonke). Končno poročilo. Poročila MBP. Piran.

**Mavrič, B., M. Orlando-Bonaca, A. Fortič, J. Francé, P. Mozetič, P. Slavinec, V. Pitacco, D. Trkov, I. Vascotto, L. Zamuda in L. Lipej (2021):** Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju. Končno poročilo, junij 2021. Poročila 195. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 83 str.

**Mavrič, B., M. Orlando-Bonaca, D. Trkov, L. Zamuda, U. Kajtna, L. Lipej in A. Fortič (2023):** Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju v obdobju 2021 - 2023. Končno poročilo, oktober 2023. Poročila 218. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 104 str.

**Milazzo, M., F. Badalamenti, G. Ceccherelli & R. Chemello (2004):** Boat anchoring on *Posidonia oceanica* beds in a marine protected area (Italy, western Mediterranean): effect of anchor types in different anchoring stages. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299 (1), 51-62.

**Nacken, M. & K. Reise (2000):** Effects of herbivorous birds on intertidal seagrass beds in the northern Wadden Sea. *Helgoland Marine Research*, 54, 87-94.

**Najdek, M., M. Korlević, P. Paliaga M. Markovski, I. Ivančić, L. Iveša, I. Felja & G.J. Herndl (2020):** Dynamics of environmental conditions during the decline of a *Cymodocea nodosa* meadow. *Biogeosciences*, 17, 3299–3315, <https://doi.org/10.5194/bg-17-3299-2020>

**Newton A., J. Icely, S. Cristina, A. Brito, A.C. Cardoso, F. Colijn, S. Dalla Riva, F. Gertz, J. Würgler Hansen, M. Holmer, K. Ivanova, E. Leppäkoski, D. Melaku Canu, C. Mocenni, S. Mudge, N. Murray, M. Pejrup, A. Razinkovas, S. Reizopoulou, A. Pérez-Ruzafa, G. Schernewski, H. Schubert, L. Carr, C. Solidoro, P Viaroli & J.-M. Zaldívar (2013):** An overview of ecological status, vulnerability and future perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140, 95-122. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.05.023>.

**Oehman, M.C., A. Rajasuriya & O. Linden (1993):** Human disturbances on coral reefs in Sri Lanka: a case study, *Ambio*, 22, 474–480.



**Olsen, Y.S. & C.M. Duarte (2015):** Combined effect of warming and infection by *Labyrinthula* sp. on the Mediterranean seagrass *Cymodocea nodosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 532, 101-109.

**Orlando-Bonaca, M. & L. Lipej (2007):** Microhabitat preferences and depth distribution of combtooth blennies (Blenniidae) in the Gulf of Trieste (North Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 28(3), 418-428.

**Orlando-Bonaca, M., J. Francé, B. Mavrič, M. Grego, L. Lipej, V. Flander Putrle, M. Šiško & A. Falace (2015):** A new index (MediSkew) for the assessment of the *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson meadows's status. *Marine Environmental Research*, 110, 132-141.

**Orlando-Bonaca, M., A. Fortič, J. Francé, L. Lipej, B. Mavrič, P. Mozetič, P. Slavinec, D. Trkov & L. Zamuda (2019):** *Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju*. Prvo fazno poročilo, junij 2019. Poročila 181. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 98 str.

**Orlando-Bonaca, M., D. Trkov, L.L. Zamuda, M. Šiško, D. Bonaca, R. Bonaca & L. Lipej (2023):** *Monitoring stanja morskih travnikov ob bazenu III Luke Koper*. Zaključno poročilo za leto 2023. Poročila 219. Morska biološka postaja Piran, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 13 str.

**Orfanidis, S., V. Papathanasiou & S. Gounaris (2007):** Body size descriptor of *Cymodocea nodosa* indicates anthropogenic stress in coastal ecosystem. *Transitional Waters Bulletin*, 2, 1-7.

**Orfanidis, S., V. Papathanasiou, S. Gounaris & T. Theodosiou (2010):** Size distribution approaches for monitoring and conservation of coastal *Cymodocea* habitats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20, 177-188.

**Paavola, M., Olenin, S. & Leppakoski, E. (2005).** Are invasive species most successful in habitats of low native species richness across European backish water seas? *Estuarine, Coastal & Shelf Science*, 64: 738-750.

**Palatinus, A. (2008):** *Onesnaženost priobalnega zemljišča morja s trdnimi odpadki*. Diplomsko delo, Univerza v Novi Gorici, Fakulteta za Znanosti o Okolju, str. 1-53.

**Palatinus, A. (2009):** Pollution of the Slovenian Coast with solid wastes. *Varstvo Narave*, 22, 137-145.

**Peralta, G., O. Godoy, L.G. Egea, C.B. de los Santos, R. Jiménez-Ramos, M. Lara, F.G. Brun, I. Hernández, I. Olivé, J.J. Vergara, V. González-Ortiz, F. Moreno-Marín, E.P. Morris, B.**

**Villazán, & J.L. Pérez-Lloréns (2021):** The morphometric acclimation to depth explains the long-term resilience of the seagrass *Cymodocea nodosa* in a shallow tidal lagoon. *Journal of Environmental Management*, 299, 113452. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113452>.

**Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pérez-Ruzafa & M. Pérez-Marcos (2011):** Coastal lagoons: “transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *J Coast Conserv* **15**, 369–392 (2011). <https://doi.org/10.1007/s11852-010-0095-2>

**Picciulin, M., Sebastianutto, L., Codarin, A., Calcagno, G. and Ferrero, E.A. (2012).** Brown meagre vocalization rate increases during repetitive boat noise exposures: a possible case of vocal compensation. *J. Acoust. Soc. Am.* 132(5): 3118-3124.

**Pitacco, V., L. Lipej, B. Mavrič, M. Mistri & C. Munari (2017):** Comparison of benthic indices for the evaluation of ecological status of three Slovenian transitional water bodies (northern Adriatic). *Marine Pollution Bulletin*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.10.085>

**Pitacco, V., M. Mistri & L. Lipej (2019):** Species-Area Relationship (SAR) models as tools for estimating faunal biodiversity associated with habitat builder species in sensitive areas: the case of the Mediterranean stony coral (*Cladocora caespitosa*). *Marine Environmental Research*, 149, 27-39.

**Prado, P., F. Tomas, T. Alcoverro & J. Romero (2007):** Extensive direct measurements of *Posidonia oceanica* defoliation confirm the importance of herbivory in temperate seagrass meadows. *Marine Ecology Progress Series*, 340: 63–71.

**Rabaoui, L.I., S. Tlig-Zouari, A. Cosentino & O.K. Ben Hassine (2009):** Associated fauna of the fan shell *Pinna nobilis* (Mollusca: Bivalvia) in the northern and eastern Tunisian coasts. *Scientia Marina*, 73(1), 129-141.

**Relini, G. & G. Giacone (2009):** Priority habitats according to the SPA/BIO Protocol (Barcelona Convention) present in Italy. Identification sheets. *Biologia Marina Mediterranea*, 16 (Suppl. 1), 1-372).

**Repolho, T., B. Duarte, G. Dionísio, G. s sod.,. (2017):** Seagrass ecophysiological performance under ocean warming and acidification. *Scientific Report*, 7, 41443. <https://doi.org/10.1038/srep41443>.

**Rosell-Fieschi M. & M. Polifrone (2014):** Degradation of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson meadow at Las Canteras Beach (Gran Canaria, Canary Islands, Atlantic Ocean). *Journal of Coastal Life Medicine*, 2(4): 270-27.

**Ruitton, S., P. Francour & C.F. Boudouresque (2000):** Relationships between Algae, Benthic Herbivorous Invertebrates and Fishes in Rocky Sublittoral Communities of a Temperate Sea (Mediterranean). *Estuarine Coast. Shelf*, 50, 217–230.

**Sanmartí, N., A.M. Ricart, Y. Ontoria, M. Pérez & J. Romero (2021):** Recovery of a fast-growing seagrass from small-scale mechanical disturbances: Effects of intensity, size and seasonal timing. *Marine Pollution Bulletin*, 162, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111873>.

**Savva, I., Bennett, S., Roca, G., Jordà, G., Marbà, N. (2018).** Thermal tolerance of Mediterranean marine macrophytes: vulnerability to global warming. *Ecol. Evol.*, 8, 12032–12043. <https://doi.org/10.1002/ece3.4663>.

**Smith, S.H. (1988):** Cruise ships: a serious threat to coral reefs and associated organisms. *Ocean Shoreline Management*, 11, 231–248.

**Smolowitz, J.R. (1978):** Trap design and ghost fishing. *Mar. Fisher Rev.* 40, 5–6.

**Stebbing, A.R.D., S.M.T. Turk, A. Wheeler & K.R. Clarke (2002):** Immigration of southern fish species to south-west England linked to warming of the North Atlantic (1960–2001). *Journal of Marine Biology Association of United Kingdom*, 82, 177–180.

**Stelfox, M., J. Hudgins & M. Sweet (2016):** A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. *Mar. Poll. Bull.* 111 (1-2), 6–17.

**Streftaris, N., A. Zenetos & E. Papathanassiou (2005):** Globalisation in marine ecosystems: the story of non-indigenous marine species across European seas. *Oceanography & Marine Biology: An Annual Review*, 43: 419–453.

**Thomson, J.A., D.A. Burkholder, M.R. Heithaus, J.W. Fourqurean, M.W. Fraser, J. Statton & G.A. Kewndrick (2015):** Extreme temperatures, foundation species, and abrupt ecosystem change: an example from an iconic seagrass ecosystem. *Glob. Change Biol.*, 21, 4, 1463–1474, doi: 10.1111/gcb.12694.

**Tomažič, M. & L. Preložnik (2023):** *Poročilo o izvedbi dogovora o načinu izvajanja gospodarskega ribolova na območju Naravnega rezervata Strunjan in o sodelovanju gospodarskih ribičev z upravljavcem Krajinskega parka Strunjan*. Rezultati ulova pomlad 2020 – jesen 2023. *Poročila KP Strunjan*, 1–11.

**Stumpf, R.P., Holderied, K. & Sinclair, M. (2003):** Determination of Water Depth with High-Resolution Satellite Imagery over Variable Bottom Types. *Limnol. Oceanogr.*, 48, 547–556.

**Traganos, D., B. Aggarwal, D. Poursanidis, K. Topouzelis, N. Chrysoulakis & P. Reinartz (2018):** Towards Global-Scale Seagrass Mapping and Monitoring Using Sentinel-2 on Google Earth Engine: The Case Study of the Aegean and Ionian Seas. *Remote Sens.* **2018**, *10*, 1227.

**Traganos, D. & P. Reinartz (2018):** Mapping Mediterranean Seagrasses with Sentinel-2 Imagery. *Mar. Pollut. Bull.*, *134*, 197–209.

**Trkov, T., E. Praprotnik & L. Lipej (2024):** Salinity Tolerance of Non-Native Heterobranch Sea Slug *Haloa japonica* Pilsbry, 1895, "*Malacologia*, *66*(1-2), 115-126. <https://doi.org/10.4002/040.066.0105>

**Verlaque, M. (1990):** Relationships between *Sarpa salpa* (L) (Teleostei, Sparidae), other browser fishes, and the Mediterranean algal phytobenthos. *Oceanologica Acta*, *13*: 373–38.

**Vlachogianni, T., T. Fortibuoni, C. Ronchi, C. Zeri, C. Mazziotti, P. Tutman, D. Bojanić Varezić, A. Palatinus, S. Trdan, M. Peterlin, M. Mandić, O. Markovic, M. Prvan, H. Kaberi, M. Prevenios, J. Kolutari, G. Kroqi, M. Fusco, E. Kalampokis & M. Scoullas (2018):** Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. *Environ. Pollut. Bull.*, *131*, 745-756.

**Walker, D.I., R.J. Lukatelich, G. Bastyan & A.J. Mc Comb (1989):** Effects of boat mooring on seagrass beds near Perth, Western Australia, *Aquatic Botany*, *36*, 69–77.

**Weilgart, L. (2018):** *The Impact of Ocean Noise Pollution on Fish and Invertebrates*. Oceancare & Dalhousie University. Report for OceanCare, Switzerland. 34 pp.

**Young, P.C. (1981):** Temporal changes in the vagile epibenthic fauna of two seagrass meadows (*Zostera capricorni* and *Posidonia australis*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* *5*, 91–102.

## 7.1. Drugi viri

**DeflshGear (2017):** MPAs facing pollution in the Mediterranean: thinking beyond boundaries -28 Nov / 1st Dec 2017 -Izola, Slovenia.

**Evropski Parlament (2008):** Direktiva 2008/56/ES Evropskega Parlamenta in Sveta z dne 17. junija 2008 (Okvirna direktiva o morski strategiji), Bruselj.

**Javni zavod Krajinski park Strunjan (2018):** Načrt upravljanja Krajinskega parka Strunjan za obdobje 2018–2027. Strunjan: Javni zavod Krajinski park Strunjan.

## 7.2. Spletni viri

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

<https://portal.emodnet-bathymetry.eu/>

<https://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile>

<https://portal.emodnet-bathymetry.eu>

<https://egp.gu.gov.si/egp/?lang=en>