

Monitoring stanja morskih travnikov ob bazenu III Luke Koper 2024

zaključno poročilo





NACIONALNI INŠTITUT ZA **BIOLOGIJO**
NATIONAL INSTITUTE OF **BIOLOGY**

MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN
MARINE BIOLOGY STATION PIRAN

50
1969
2019

zaključno poročilo za leto 2024

Monitoring stanja morskih travnikov ob bazenu III

Luke Koper

November 2024

AVTORJI:

ORLANDO-BONACA, Martina, Domen TRKOV, Ana FORTIČ, Milijan ŠIŠKO, Diego BONACA, Romina BONACA in Lovrenc LIPEJ (2024): Monitoring stanja morskih travnikov ob bazenu III Luke Koper. *Zaključno poročilo za leto 2024*. Poročila **226**. Morska biološka postaja Piran, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 13 str.

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: MONITORING STANJA MORSKIH TRAVNIKOV OB BAZENU III LUKE
KOPER

NAROČNIK: LUKA KOPER, D.D.
6501 Koper, Vojkovo Nabrežje 38

IZVAJALEC: NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO
MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN
6330 Piran, Fornače 41

NOSILKI PROJEKTA: doc. dr. Martina Orlando-Bonaca

SODELAVCI NA PROJEKTU: doc. dr. Martina Orlando-Bonaca, prof. dr. Lovrenc Lipej, doc.
dr. Borut Mavrič, dr. Domen Trkov, dr. Ana Fortič, Milijan Šiško,
Tihomir Makovec, Tristan Bartole, Simone Spinelli, Diego
Bonaca, Romina Bonaca, Martin Mavrič

OBLIKOVANJE NASLOVNICE: dr. Borut Mavrič

KRAJ IN DATUM: PIRAN, NOVEMBER 2024

KAZALO

1. UVOD.....	1
2. METODOLOGIJA.....	1
2.1. VZORČENJE MORSKIH TRAVNIKOV NA SEDIMENTNEM DNU.....	1
2.2. LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV KOLENČASTE CIMODOCEJE.....	4
2.3. VREDNOTENJE OKOLJSKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI KOLENČASTE CIMODOCEJE	4
3. REZULTATI IN DISKUSIJA.....	6
3.1. STANJE TRAVNIKA KOLENČASTE CIMODOCEJE.....	6
3.2. STANJE TRAVNIKA MALE MORSKE TRAVE.....	10
4. VIRI	12

1. UVOD

Sodelavci Morske biološke postaje Piran Nacionalnega inštituta za biologijo smo za potrebe projektne naloge »Ocena stanja morskega travnika ob III. bazenu Luke Koper« prvič opravili vzorčenja morskih travnikov ob Luki Koper julija 2018. Vzorčili smo morska travnika male morske trave (*Zostera noltei*) in kolenčaste cimodoceje (*Cymodocea nodosa*). V nadaljevanju smo v sklopu nove pogodbe z Luko Koper stanje morskih travnikov spremljali v štirih zaporednih letih (2020–2023).

Letos smo za spremljanje stanja morskih travnikov ob bazenu III v obdobju 2024–2028 podpisali novo pogodbo z Luko Koper. V poročilu podajamo opravljene terenske in laboratorijske aktivnosti, uporabljene metodologije, oceno stanja obravnavanih morskih travnikov v letu 2024 in primerjavo z rezultati prejšnjih let.

2. METODOLOGIJA

2.1. VZORČENJE MORSKIH TRAVNIKOV NA SEDIMENTNEM DNU

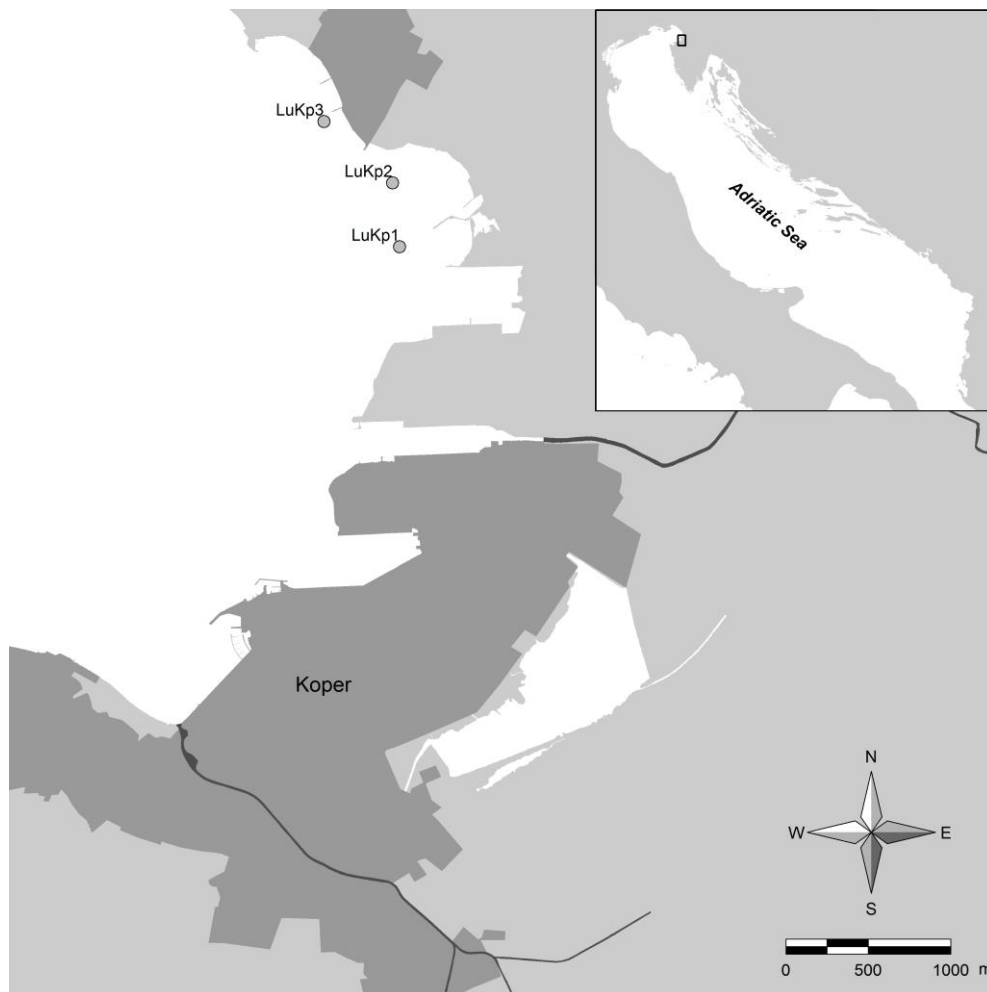
Pri terenskem delu smo uporabljali standardno metodologijo za vzorčenje morskih travnikov, prirejeno slovenskim razmeram (Orlando-Bonaca in sod., 2018). Ta predvideva vzorčenje morskih travnikov kolenčaste cimodoceje enkrat letno, na začetku poletja (junij–julij).

Letos smo morske travnike ob Luki Koper vzorčili 4. julija 2024 (Preglednica 1) na predhodno določenih mestih vzorčenja (Slika 1). Pri podvodnem delu so sodelovali štirje raziskovalci (potapljači), dva raziskovalca pa sta bila na plovilu za začetno obdelavo in shranjevanje vzorcev. V sklopu drugega projekta smo 18. julija 2024 ponovno vzorčili tudi referenčno mesto za kolenčasto cimodocejo v Mesečevem zalivu (MeZa).

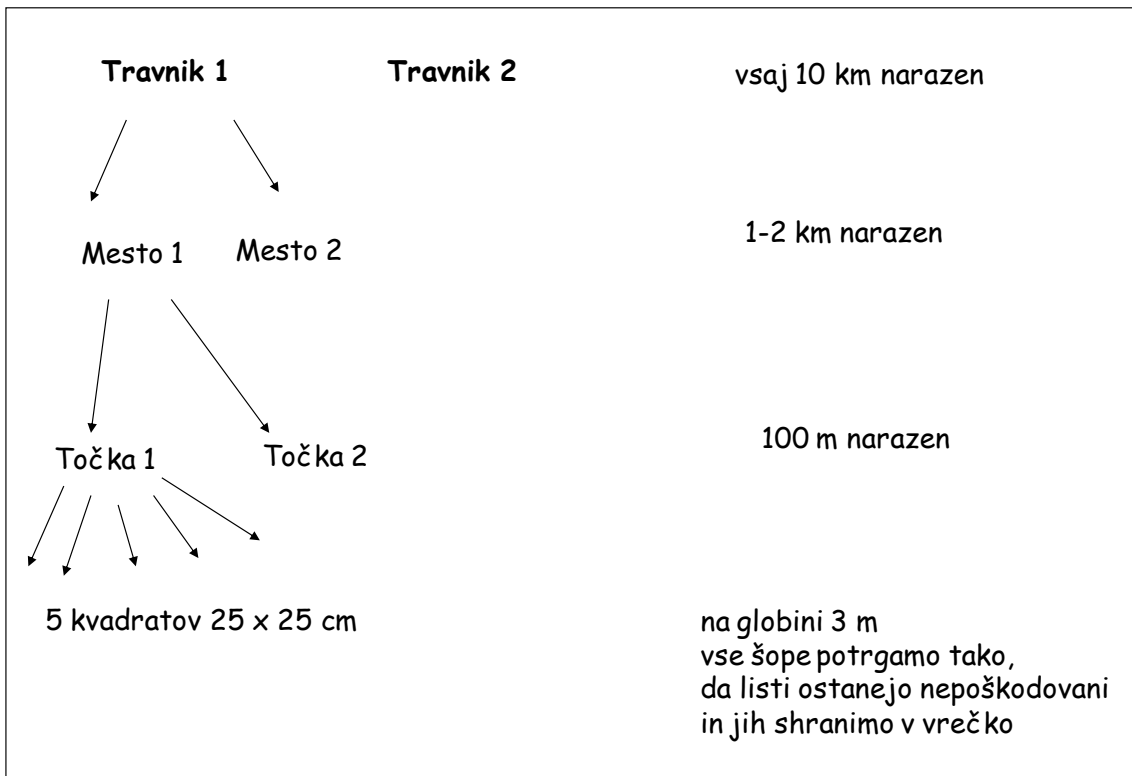
Vzorčenje je potekalo po uveljavljeni metodologiji (Orfanidis in sod., 2007), ki je podrobneje razložena v poročilu Orlando-Bonaca in sod. (2018) in shematsko prikazana na Sliki 2. Na plovilu smo vzorce sprali s sladko vodo (Slika 3), da smo odstranili sediment, sol in razne nečistoče. Po vrnitvi s terena smo vrečke s šopi morske trave shranili v zamrzovalniku na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Preglednica 1: Mesta vzorčenja morskih travnikov pri Luki Koper in v Mesečevem zalivu v letu 2024, število vzorčnih točk in nabranih paralelek vzorcev.

Koda mesta	Geografska širina (N)	Geografska dolžina (E)	Vrsta trave	Datum vzorčenja	Število točk	Število paralelk
LuKp1	45°34.140'	13°44.215'	<i>Zostera noltei</i>	4.7.2024	2	10
LuKp2	45°34.350'	13°44.183'	<i>Cymodocea nodosa</i>	4.7.2024	2	10
LuKp3	45°34.551'	13°43.861'	<i>Cymodocea nodosa</i>	4.7.2024	2	10
MeZa	45°32.306'	13°36.607'	<i>Cymodocea nodosa</i>	18.7.2024	2	10



Slika 1: Prikaz mest vzorčenja morskih travnikov pri Luki Koper v letu 2024.



Slika 2: Postopek vzorčenja kolenčaste cimodoceje.



Slika 3: Spiranje vzorcev na raziskovalnem plovilu.

2.2. LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV

Vzorci kolenčaste cimodoceje smo v laboratoriju obdelali in izmerili (Slika 4) parametre po uveljavljeni metodologiji (Orfanidis in sod., 2010), ki smo jo podrobneje predstavili v poročilu Orlando-Bonaca in sod. (2018). Po enaki metodologiji smo obdelali tudi vzorce male morske trave.



Slika 4: Obdelava vzorcev kolenčaste cimodoceje.

Liste morskih trav smo dodatno natančno pregledali pod mikroskopom, da bi odkrili morebitne znake okužbe z enoceličnimi protisti (*Labyrinthula* spp.). Pri okuženih morskih travah se pojavijo temne lise ali proge na listih, ki so večje na zunanjih, starejših listih v šopu trave. Ti madeži lahko sčasoma prekrijejo celoten list, kar povzroči hitro izgubo fotosintetske sposobnosti in plavnosti listov (Sullivan in sod., 2023).

2.3. VREDNOTENJE OKOLJSKEGA STANJA OBALNEGA MORJA NA PODLAGI KOLENČASTE CIMODOCEJE

Pri vrednotenju okoljskega stanja morskih travnikov kolenčaste cimodoceje smo uporabili indeks MediSkew (Orlando-Bonaca in sod., 2015a, 2015b), ki smo ga podrobneje razložili v poročilu Orlando-Bonaca in sod. (2018). Indeks temelji na dejstvu, da dolžina listov

narašča od morskega travnika, ki je v najboljšem stanju do morskega travnika, ki je v najslabšem stanju. Mejne vrednosti med razredi okoljskega stanja so predstavljene v Preglednici 2.

Preglednica 2: Mejne vrednosti za MediSkew indeks, na podlagi katerih opredelimo oceno okoljskega stanja 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

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 v Mesečevem zalivu, znotraj travnika kolenčaste cimodoceje v Strunjanu). Referenčno točko vzorčimo vsaj enkrat v petletnem obdobju. V sklopu drugega projekta smo referenčno točko vzorčili v 2023 in 2024.

3. REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1. STANJE TRAVNIKA KOLENČASTE CIMODOCEJE

Preglednica 3 prikazuje minimalne in maksimalne dolžine fotosintetsko aktivnega dela listov kolenčaste cimodoceje, povprečne vrednosti, vrednosti mediane in absolutne vrednosti koeficienta asimetrije In-transformiranih dolžin fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov na delovnih točkah. Podatki se nanašajo na vzorčenja v Mesečevem zalivu (MeZa_1 in MeZa_2) v letih 2018, 2023 in 2024, ter ob Luki Koper v letih 2018 in 2020–2024.

Iz podatkov v Preglednici 3 je razvidno, da so povprečne vrednosti in mediane dolžin listov na vseh štirih točkah vzorčenja ob Luki Koper v 2024 **višje** kot so bile v letu 2023, in primerljive s podatki iz leta 2020. Na točkah vzorčenja LuKp2_1, LuKp2_2 in LuKp3_2 so tudi vrednosti maksimalne dolžine listov v 2023 višje kot v prejšnjem letu, medtem ko je na točki vzorčenja LuKp3_1 ta vrednost primerljiva z lansko.

Treba pa je poudariti tudi, da je iz rezultatov za referenčno mesto za kolenčasto cimodocejo (MeZa) razvidno, da so bili minimalna in maksimalna dolžina listov, povprečna vrednost in tudi mediana znatno višji v 2024 kot v 2023 (Preglednica 3).

V letu 2024 je bilo v vseh vzorcih kolenčaste cimodoceje ob Luki Koper zelo malo poškodovanih listov, tako da smo za vsako točko lahko izmerili 300 nepoškodovanih listov, kot je predvideno v metodologiji (Preglednica 4). Število odraslih listov je bilo v vseh vzorcih primerno.

Pri zadnjem koraku obdelave podatkov smo izračunali vrednosti MediSkew indeksa za leto 2024 (Preglednica 4). Stanje na treh od štirih točkah vzorčenja ob Luki Koper je primerljivo z rezultati v 2023. Na točki LuKp3_1 se je izboljšalo. Stanje na mestu vzorčenja LuKp3 je bilo letos **zelo dobro**, na mestu LuKp2 pa **dobro**. Ponovno poudarjamo, da so ti rezultati vezani na letošnjo dolžino listov na referenčnem mestu.

Na podlagi izračunanih vrednosti MediSkew indeksa je okoljsko stanje celotnega morskega travnika kolenčaste cimodoceje ob Luki Koper za leto 2024 ocenjeno kot **dobro** (Preglednica 4). MediSkew vrednost je letos za to območje najboljša v obdobju od 2018.

Preglednica 3: Minimalne in maksimalne dolžine, povprečne vrednosti, mediane in absolutna vrednost koeficienta asimetrije ln-transformiranih dolžin ($|G|$) fotosintetsko aktivnega dela odraslih in srednjih listov kolenčaste cimodoceje na točkah vzorčenja ob Luki Koper (2018, 2020–2024) in v Mesečevem zalivu (2018, 2023 in 2024). Z rdečo je označena referenčna vrednost mediane.

Točka	Datum	min dolžina (cm)	max dolžina (cm)	povprečna vrednost	mediana	$ G $
MeZa_1	12.7.2018	5,4	30,5	14,5	13,95	0,261
MeZa_2	12.7.2018	8,1	22,7	13,5	13,20	0,022
LuKp2_1	17.7.2018	5,9	66,2	37,8	41,25	1,423
LuKp2_2	17.7.2018	6,0	57,1	34,7	37,05	1,162
LuKp3_1	17.7.2018	3,7	58,8	30,7	30,45	1,533
LuKp3_2	17.7.2018	6,9	52,2	27,3	28,25	1,130
LuKp2_1	14.7.2020	5,4	62,5	32,0	31,90	1,044
LuKp2_2	14.7.2020	7,4	57,7	29,9	29,25	0,706
LuKp3_1	14.7.2020	5,1	61,3	29,2	28,90	0,979
LuKp3_2	14.7.2020	7,3	55,9	31,4	31,25	0,955
LuKp2_1	1.7.2021	8,7	55,8	27,3	25,90	0,355
LuKp2_2	1.7.2021	7,3	57,1	28,1	27,20	0,442
LuKp3_1	1.7.2021	11,5	47,7	24,7	22,95	0,142
LuKp3_2	1.7.2021	5,7	46,2	24,2	23,15	0,659
LuKp2_1	11.7.2022	9,1	57,1	30,7	30,45	0,762
LuKp2_2	11.7.2022	9,8	42,3	27,1	27,40	0,675
LuKp3_1	11.7.2022	9,0	42,4	26,7	26,80	0,738
LuKp3_2	11.7.2022	6,4	45,1	26,0	24,95	0,461
MeZa_1	12.7.2023	5,1	20,4	11,0	10,95	0,347
MeZa_2	12.7.2023	3,5	19,5	11,7	11,80	0,497
LuKp2_1	5.7.2023	6,6	39,8	21,1	20,60	0,397
LuKp2_2	5.7.2023	6,7	38,3	21,9	21,60	0,731
LuKp3_1	5.7.2023	5,2	45,7	21,1	20,15	0,382
LuKp3_2	5.7.2023	8,5	46,4	22,2	21,35	0,391
MeZa_1	18.07.2024	10,8	37,8	24,46	24,55	0,623
MeZa_2	18.07.2024	8,7	39,1	21,65	21,60	0,468
LuKp2_1	4.7.2024	10,7	58,4	29,85	29,35	0,398
LuKp2_2	4.7.2024	10,4	82,2	34,94	34,90	0,601
LuKp3_1	4.7.2024	6,3	45,6	23,55	23,20	0,466
LuKp3_2	4.7.2024	9,0	67,1	31,25	29,80	0,435

Preglednica 4: Vrednosti MediSkew indeksa za točke, mesta in travnik kolenčaste cimodoceje ob Luki Koper, število izmerjenih listov (skupno in odraslih) v letih 2018 in 2020-2024, in na referenčnem mestu MeZa v 2018, 2023 in 2024.

Datum	Točka	MediSkew točke	MediSkew mesta	MediSkew travnika	Ekološko stanje	Število izmerjenih listov	Število odraslih listov
12.7.2018	MeZa_1	0,065			Zelo Dobro	300	112
12.7.2018	MeZa_2	0,024	0,04		Dobro	300	123
17.7.2018	LuKp2_1	1,00	0,935		Zelo Slabo	300	225
17.7.2018	LuKp2_2	0,87		0,825		300	204
17.7.2018	LuKp3_1	0,79	0,715			300	247
17.7.2018	LuKp3_2	0,64				300	218
14.7.2020	LuKp2_1	0,71	0,635		Slabo	251	181
14.7.2020	LuKp2_2	0,56		0,640		300	223
14.7.2020	LuKp3_1	0,62	0,645			300	246
14.7.2020	LuKp3_2	0,67				300	222
1.07.2021	LuKp2_1	0,39	0,415		Dobro	300	238
1.07.2021	LuKp2_2	0,44		0,37		300	207
1.07.2021	LuKp3_1	0,26	0,325			300	231
1.07.2021	LuKp3_2	0,39				300	212
11.7.2022	LuKp2_1	0,60	0,550		Zmerno	300	279
11.7.2022	LuKp2_2	0,50		0,50		300	286
11.7.2022	LuKp3_1	0,51	0,450			300	276
11.7.2022	LuKp3_2	0,39				300	269
12.7.2023	MeZa_1	0,087	0,116		Zelo Dobro	300	177
12.7.2023	MeZa_2	0,146			Dobro	300	186
5.7.2023	LuKp2_1	0,34	0,395		Dobro	300	232
5.7.2023	LuKp2_2	0,45		0,37		300	223
5.7.2023	LuKp3_1	0,33	0,342			300	263
5.7.2023	LuKp3_2	0,36				300	272
18.07.2024	MeZa_1	0,155	0,173		Zelo Dobro	300	281
18.07.2024	MeZa_2	0,190			Dobro	292	284
4.7.2024	LuKp2_1	0,22	0,314		Dobro	300	300
4.7.2024	LuKp2_2	0,41		0,25		300	295
4.7.2024	LuKp3_1	0,15	0,195			300	160
4.7.2024	LuKp3_2	0,24				300	223

Podatki vezani na dolžine listov, ki smo jih izmerili v 2024, na splošno kažejo na višje pritiske na travnike kolenčaste cimodoceje kot leto prej, tudi na referenčni točki v Mesečevem zalivu. Ker na tem območju zaposleni v KP Strunjan načeloma nadzorujejo antropogene dejavnosti, menimo, da gre razlog za daljše liste kolenčaste cimodoceje v

mesecu juliju poiskati tudi v posledicah podnebnih sprememb, ki povzročajo vse večjo skrb, saj lahko naraščajoča temperatura morskih vod dodatno pripomore h krčenju obalnih ekosistemov (Tsioli in sod., 2018; Duarte in sod., 2018; Fortes in sod., 2018; Llabrés in sod., 2023). Sredozemsko morje je manjše in iz vseh strani zaprto s kopnim, zato se segreva trikrat hitreje kot oceani (Savva in sod., 2018). 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 sod. (2018) menijo, da imajo morski travniki kolenčaste cimodoceje večjo odpornost na vročinske valove kot morski travniki pozejdonke (*Posidonia oceanica*), verjetno zaradi tropskega izvora vrst iz rodu *Cymodocea*. Pri višji temperaturi morja pa listi hitreje rastejo. Peralta in sod. (2021) menijo, da je kolenčasta cimodoceja sposobna določene stopnje aklimatizacijske strategije, ki lahko ublaži posledice učinkov povišane temperature morja. Ni pa še jasno, ali bo ta strategija podpirala odpornost morskih travnikov tudi v prihodnjih scenarijih podnebnih sprememb.

Poleg segrevanja morja tudi zakisanje oceanov (Repolho in sod., 2017) in okužbe protista iz rodu *Labyrinthula* že povzročata trajne posledice na morskih travnikih drugje po Sredozemlju (Olsen in Duarte, 2015; Sullivan in sod., 2023). Vendar pri letošnjem natančnem pregledu listov kolenčaste cimodoceje tako ob Luki Koper kot v Mesečevem zalivu okužbe na listih te morske trave nismo zasledili.

Zaključek pregleda rezultatov letošnjega monitoringa travnikov ob Luki Koper je, da so letos listi kolenčaste cimodoceje daljši kot v prejšnjem letu, vendar so bili občutno daljši tudi na referenčnem mestu v Mesečevem zalivu. Zaradi tega lahko sklepamo, da vzroki za to spremembo niso primarno povezani z dejavnostjo Luke Koper, ampak jih lahko pripisujemo globalnim spremembam v morskem okolju.

3.2. STANJE TRAVNIKA MALE MORSKE TRAVE

V preglednici 5 so prikazane 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 2020–2024.

Preglednica 5: 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 2020–2024.

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
LuKp1_1	4.7.2024	3,9	27,4	12,12	11,80	300	300
LuKp1_2	4.7.2024	6,4	31,0	16,62	16,30	300	234

Listi male morske trave so bili v vseh vzorcih večinoma nepoškodovani. Povprečne vrednosti in mediane dolžin listov na obeh točkah vzorčenja ob Luki Koper v 2024 so bile višje kot v letu 2023, in primerljive s podatki iz let 2021-2022.

Rezultati ne kažejo na velike spremembe antropogenih obremenitev na točkah vzorčenja. Podobno kot pri kolenčasti cimodoceji tudi pri mali morski travi večina starejših listov odpade v zimskem času (Nacken in Reise, 2000). Zato odrasli listi, ki jih izmerimo julija, pokažejo na realno stopnjo obremenitve v tekočem letu.

Z. noltei je ena izmed morskih trav, ki se najbolje prilagodi okolju pod vplivom antropogenih pritiskov. Mala morska trava je oportunistična vrsta, ki je sposobna hitre zamenjave poganjkov in tvori zaloge semen v sedimentih, kar ji omogoča hitro okrevanje po neugodnih obdobjih ali antropogenih motnjah (Guerrero-Meseguer in sod., 2021). Poleg

tega naseljuje širok razpon slanosti (7-35) in lahko prenaša povišane temperature morske vode, tudi nad 37 °C (Massa in sod., 2008).

Tudi v 2024 ni novih znanstvenih objav, ki bi poročale o vrednotenju stanja morskih travnikov male morske trave v Sredozemskem morju. Na podlagi podatkov o dolžini listov te vrste, ki jih zbiramo od leta 2018, lahko zaključimo, da se stanje morskega travnika ne slabša. Časovni trend dolžine listov male morske trave kaže na nizke/zmerne pritiske s strani pristaniške dejavnosti na travnik male morske trave ob Luki Koper.

4. VIRI

- Duarte, B., Martins, I., Rosa, R., Matos, A.R., Roleda, M.Y., Reusch, T.B.H., Engelen, A.H., Serrão, E.A., Pearson, G.A., Marques, J.C., Caçador, I., Duarte, C.M., Jueterbock, A. (2018). Climate Change Impacts on Seagrass Meadows and Macroalgal Forests: An Integrative Perspective on Acclimation and Adaptation Potential. *Front. Mar. Sci.*, 5, 190. doi: 10.3389/fmars.2018.00190.
- Fortes, M.D., Ooi, J.L.S., Tan, Y.M., Prathep, A., Bujang, J.S. & S.M. Yaakub (2018). Seagrass in Southeast Asia: a review of status and knowledge gaps, and a road map for conservation. *Botanica Marina*, 61, 269-288.
- Guerrero-Meseguer, L., Veiga, P., Sampaio, L., Rubal, M. (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>.
- Llabrés, E., Blanco-Magadán, A., Sales, M., Sintes, T. (2023). Effect of global warming on Western Mediterranean seagrasses: a preliminary agent-based modelling approach. *Mar Ecol Prog Ser*, 710, 43-56. <https://doi.org/10.3354/meps14298>.
- Massa, S.I., Arnaud-Haond, S., Pearson, G.A., Serrão, E.A. (2008). Temperature tolerance and survival of intertidal populations of the seagrass *Zostera noltii* (Hornemann) in Southern Europe (Ria Formosa, Portugal). *Hydrobiologia*, 619, 195-201.
- Nacken, M. in Reise, K. (2000). Effects of herbivorous birds on intertidal seagrass beds in the Olsen northern Wadden Sea. *Helgoland Marine Research*, 54, 87-94.
- Olsen, Y.S., Duarte, C.M. (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., Francé, J., Mavrič, B., Grego, M., Lipej, L., Flander Putrle, V., Šiško, M. in Falace, A. (2015a). 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., Bajt, O., Čermelj, B., Deželjin, D., Francé, J., Kogovšek, T., Kovač, N., Lipej, L., Malačič, V. Malej, A., Martinčič, U., Mavrič, B., Mozetič, P., Petelin, B., Ramšak, A., Tinta, T. in Turk, V. (2015b). Strokovne podlage za implementacijo Okvirne direktive o morskem strategiji (2008/56/ES) v Sloveniji v letu 2015. Zaključno poročilo. Poročila MBP, 156. Morska biološka postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 194 str.
- Orlando-Bonaca, M., Mavrič, B., Šiško, M. in Lipej, L. (2018). Ocena stanja morskoga travnika ob III. bazenu Luke Koper. Zaključno poročilo o izvedenem delu. Poročila MBP, 173. Morska biološka postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 13 str.

- Orfanidis, S., Papathanasiou, V. in Gounaris, S. (2007). Body size descriptor of *Cymodocea nodosa* indicates anthropogenic stress in coastal ecosystem. *Transitional Waters Bulletin*, 2, 1-7.
- Orfanidis, S., Papathanasiou, V., Gounaris, S. in Theodosiou, T. (2010). Size distribution approaches for monitoring and conservation of coastal *Cymodocea* habitats. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20, 177-188.
- Peralta, G., Godoy, O., Egea, L.G., de los Santos, C.B. in sod. (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>.
- Repolho, T., Duarte, B., Dionísio, G. in sod. (2017). Seagrass ecophysiological performance under ocean warming and acidification. *Sci Rep*, 7, 41443. <https://doi.org/10.1038/srep41443>.
- 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>.
- Sullivan, B.K., Martin, D.L., Yoshioka, R.M., Brakel, J., Jakobsson-Thor, S., Eisenlord, M., Trevathan-Tackett, S.M. (2023). Standard ecological and molecular research methods and techniques for *Labyrinthula* spp. *Front. Mar. Sci.*, 10, 1092587. doi: 10.3389/fmars.2023.1092587.
- Tsioli, S., Koutalianou, M., Gkafas, G.A., Exadactylos, A., Papathanasiou, V., Katsaros, C.I., Orfanidis, S., Küpper, F.C. (2022). Responses of the Mediterranean seagrass *Cymodocea nodosa* to combined temperature and salinity stress at the ionic, transcriptomic, ultrastructural and photosynthetic levels. *Marine Environmental Research*, 175, 105512. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105512>.