



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

MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN
MARINE BIOLOGY STATION PIRAN

SPREMLJANJE VRSTNE PESTROSTI IN ABUNDANCE TUJERODNIH VRST V SLOVENSKEM MORJU

Končno poročilo o izvedenem delu

Junij 2021



Evropska unija



Evropski sklad za
pomorstvo in ribištvo



Republika Slovenija

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.

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: SPREMLJANJE VRSTNE PESTROSTI IN ABUNDANCE
TUJERODNIH VRST V SLOVENSKEM MORJU

NAROČNIK: MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO, GOZDARSTVO IN PREHRANO
Dunajska cesta 22, 1000 Ljubljana

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

NOSILEC PROJEKTA: Borut MAVRIČ

SODELAVCI NA PROJEKTU: Ana FORTIČ, dr. Janja FRANCÉ, prof. dr. Lovrenc LIPEJ, dr.
Martina ORLANDO-BONACA, izr. prof. dr. Patricija MOZETIČ,
Tihomir MAKOVEC, Petra SLAVINEC, Milijan ŠIŠKO, dr. Valentina
PITACCO, dr. Domen TRKOV, IvanoVASCOTTO, Leon L. ZAMUDA

OBLIKOVANJE NASLOVNICE: Borut MAVRIČ

KRAJ IN DATUM: PIRAN, JUNIJ 2021

Naslov: SPREMLJANJE VRSTNE PESTROSTI IN ABUNDANCE TUJERODNIH VRST V SLOVENSKEM MORJU

Avtorji: Borut MAVRIČ, Ana FORTIČ, dr. Janja FRANCÉ, prof. dr. Lovrenc LIPEJ, dr. Martina ORLANDO-BONACA, izr. prof. dr. Patricija MOZETIČ, Tihomir MAKOVEC, Petra SLAVINEC, Milijan ŠIŠKO, dr. Valentina PITACCO, dr. Domen TRKOV, IvanoVASCOTTO, Leon L. ZAMUDA

Jezikovni pregled: /

Izdal in založil: Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, junij 2021

Za vsebino je odgovorno Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, ki je tudi organ upravljanja, določen za izvajanje Operativnega programa za izvajanje Evropskega sklada za pomorstvo in ribištvo za obdobje 2014–2020. Študijo sofinancira Evropska unija, Evropski sklad za pomorstvo in ribištvo in Republika Slovenija.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI](#)-ID [72551683](#)

ISBN 978-961-7144-01-7 (PDF)

KAZALO

1. PREGLED OPRAVLJENEGA TERENSKEGA DELA IN LABORATORIJSKEGA DELA IN UPORABLJENIH METODOLOGIJ	2
2. REZULTATI POPISOV TUJERODNIH VRST	9
2.1. PREGLED TUJERODNIH VRST PO OBMOČJIH	14
Akvatorij Luke Koper	14
Akvatorij Marine Izola	16
Akvatorij Piranskega Mandrača	18
Gojitveno območje Debeli rtič	20
Gojitveno območje Strunjan	22
Gojitveno območje Sečovlje	24
Laguna Stjuža in sosednja območja	26
Izliv reke Dragonje in Jernejevega kanala	28
Izliv reke Badaševce	30
Izliv Rižane	32
Škocjanski Zatok	33
Portorož	35
Sv. Katerina	37
Valdoltra	39
Fornače-Bernardin (Piran)	40
Marina Lucija in povezovalni kanali	42
2.2. REZULTATI ZA FITOPLANKTON	44
3. PRELIMINARNA INTERPRETACIJA VPLIVA TUJERODNIH VRST NA DOMORODNE VRSTE, HABITATE IN EKOSISTEME TER NA RIBOLOVNE IN MARIKULTURNE VIRE	52
4. OPREDELITEV POTI VNOSA IN ŠIRJENJA PRISOTNIH TUJERODNIH VRST, PREDVSEM INVAZIVNIH	55
5. OCENA DOSEGANJA DOBREGA STANJA MORSKEGA OKOLJA (GES) ZA DESKRIPTOR D2 ODMS	60
5.1. PRESOJA STANJA ZA IZBRANA MERILA NA NACIONALNI RAVNI	64
5.2. PREGLED DOLOČITVE DOBREGA OKOLJSKEGA STANJA V DRUGEM CIKLU ODMS	66
6. PREDLOG PRIHODNJE SHEME ZA SPREMLJANJE TUJERODNIH VRST V SLOVENSKEM MORJU	69
ZAHVALA	73
VIRI	74

Uvod

V skladu s projektno nalogo »Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju« (Pogodba št. 2330-18-670001) smo pripravili končno poročilo o opravljenih aktivnostih v celotnem obdobju izvajanja (od 05.03.2018 do 5.6.2021) in pridobljenih rezultatih. Poročilo je pripravljeno na osnovi prejšnjih dveh vmesnih poročil (Orlando-Bonaca in sod., 2019a, 2020) in vključuje tako podatke in rezultate teh dveh poročil kot tudi podatke iz zadnjega leta izvajanja.

Glavni namen projektne naloge je bilo ciljno pridobivanje podatkov o prisotnosti tujerodnih vrst na v naprej določenih območjih v slovenskem morju v obdobju 2018-2021, spremljanje njihove morebitne širitve, ter oceniti morebitne vplive potencialno invazivnih vrst. Pole tega smo pri fitoplanktonu spremljali tudi pojavljanje škodljivih vrst (HAB- *harmful algal blooms*). Gre za prvo celovito ciljno spremljanje tujerodnih vrst v slovenskem morju. Podatki bodo prispevali k ohranitvi in krepitvi storitev v zvezi z biotsko raznovrstnostjo in ekosistemskimi storitvami ter k pripravi posodobitve presoje stanja morskega okolja po deskriptorju D2 in poročanju o stanju tujerodnih vrst za potrebe implementacije IMAP (*Integrated Monitoring and Assessment Programme of the Mediterranean Sea*) za Sredozemsko morje. Prav tako so te informacije potrebne pri izvajanju Uredbe (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. Izhodišča so bila podana s posodobljenim Sklepom EU Komisije o merilih in metodoloških standardih na področju dobrega okoljskega stanja morskih voda ter specifikacijah in standardiziranih metodah za spremljanje ter presojo (2017/848/EU) z dne 17. maja 2017 in odločitvijo IG.22/7 sprejeto na 19. zasedanju držav podpisnic Konvencije za varstvo morskega okolja in obalnega območja Sredozemlja.

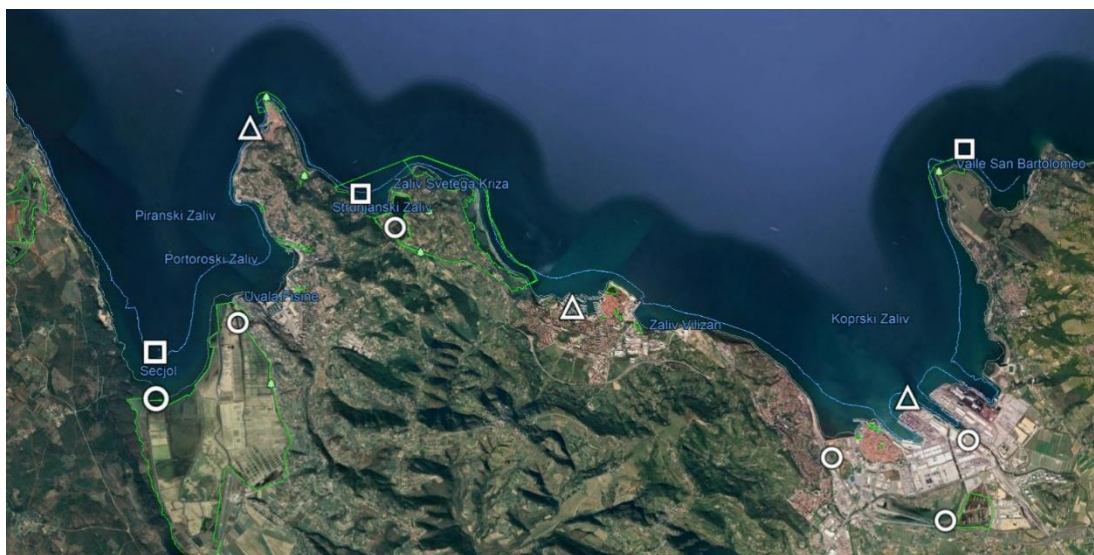
O rezultatih projekta in o problematiki tujerodnih vrst smo na dveh predstavitev seznanili tudi širšo javnos, med drugim tudi deležnike, kot so ribiči in gojitelji školjk in rib, ki so v okviru izvajanja svojih dejavnosti odvisni od morja in dogajanja v njem.

Na podlagi izkušenj tekom izvajanja projekta podajamo v skladu z nalogo tudi predlog prihodnje sheme za spremljanje tujerodnih vrst v slovenskem morju, s čimer bi zagotovili potrebno, kontinuirano in čim bolj smotrno pridobivanje podatkov.

1. PREGLED OPRAVLJENEGA TERENSKEGA DELA IN LABORATORIJSKEGA DELA IN UPORABLJENIH METODOLOGIJ

Terensko delo smo opravili v okviru izhodišč, ki so bila določena z javnim naročilom, oz. po shemi, ki je del projektne naloge.

Tako smo izvajali popise in vzorčenja na 12. v naprej določenih območjih (Slika 1, Tabela 1), ki jih delimo v dve skupini, območja ki so najbolj izpostavljena vnosu tujerodnih vrst (pristanišča in školjčišča) ter območja, ki so najbolj občutljiva za naseljevanje tujerodnih vrst (izlivni deli rek, lagune). Med možnimi mesti vnosa se je pregled opravljal na območju akvatorijev **Luke Koper, Marine Izola in Piranskega mandrača**, ter na vseh treh območjih za **marikulturo (Debeli rtič, Strunjan in Sečovlje)**. Monitoring območij, občutljivih za naseljevanje tujerodnih vrst, se je izvajal na območju **Škocjanskega zatoka, v laguni Stjuža (Strunjan), ter na ustju Dragonje in Jernejevega kanala** (vsa stagnantna, evrihalina in evritermna okolja ter v bližini školjčišč) ter na tranzicijskih območjih v Koprskem zalivu na **ustju Badaševice in Rižane** (stagnantna evrihalina in evritermna okolja, bližina luke Koper). Poleg tega smo v okviru drugih nalog opravili tudi preglede dodatnih lokacij, ki jih obravnavamo v poglavju z rezultati.



Slika 1: Opredeljena območja vzorčenja in popisovanja tujerodnih vrst. Legenda: območja za marikulturo so označena s kvadrati, območja za priveze plovil s trikotniki in območja občutljiva za naseljevanje tujerodnih vrst s krogi.

Glavna metoda, ki smo jo uporabili na vseh lokacijah, je bila pregled stanja flore in favne na morskem dnu ali drugi trdi podlagi (umetne strukture kot so boje, vrvi, pontoni) na način hitrega pregleda (pregled, popis in snemanje/fotografiranje območij ter selektivno pobiranje vzorcev). Pregled se je, odvisno od danosti na posamezni lokaciji (npr. dostopnost, globina), izvajal iz kopnega/čolna (predvsem pregledi mediolitorala in zgornjega infralitorala) ali pa pod vodo (z obale težko dostopni deli, strma obala in globlji deli). Hitri pregledi so se vedno izvedli dvakrat v obdobju enega leta, v toplem in hladnem. Pregled iz kopnega smo izvedli tako da smo pregledali praktično celo obalno črtno na določenem območju oz. vse različne strukturne elemente (npr. različni tipi obale oz. morskega dna, združbe, vrvi, boje, čolni), ki so tam prisotni. Pri podvodnem pregledu smo prav tako pregledovali čim večjo površino in pestrost habitatov. Pri tem je bil omejujoč faktor predvsem čas, ki smo ga lahko prebili v vodi. Podvodni pregledi posamezne lokacije so tako trajali med 45 min in 1 uro.

Poleg tega smo na dveh območjih v dveh različnih obdobjih (hladnejše in toplejše) izvedli tudi kvantitativna vzorčenja. Na dveh lokacijah v Luki Koper (terminal razsutega tovora in potniško pristanišče) smo izvedli vzorčenje obrasti v skladu s protokolom iz Orlando-Bonaca in sod. (2015). Za potrebe ocene stanja in trenda abundance in razširjenosti školjke *Arcuatula senhousia* smo v Škocjanskem Zatoku na osmih točkah vzorčili infavno z malim grabilom (vzorčevalna površina 0,045 m²).

Na območju Luke Koper in med kanalom Sv. Jerneja ter izlivom reke Dragonje smo vzorčili tudi z vršami, vendar pa na ta način nismo zaznali nobene tujerodne vrste.

V akvatoriju Luke Koper in v Škocjanskem zatoku smo vzorčili tudi plankton. V Luki Koper smo vzorčili enkrat mesečno od aprila 2018 do marca 2019 in nato še od junija 2020 do maja 2021, v Škocjanskem zatoku pa smo vzorčili na dva meseca od aprila 2019 do februarja 2021 (Tabela 1). Vzorčenja v Luki Koper smo izvedli v skladu s protokolom Orlando-Bonaca in sod. (2015). Fitoplankton smo vzorčili s fitoplanktonsko mrežo (KC Denmark) z velikostjo očes 20 µm na treh mestih (Slika 2). Dve vzorčni mesti sta bili v prvem (PBS1; 45°33'6.07"S), 13°43'58.48"V in drugem (PBS2; 45°33'30.03"S, 13°44'19.07"V), luškem bazenu, tretja pa v akvatoriju pred drugim in tretjim luškim bazenom (PBS5; 45°33'50.26"SS, 13°43'40.52"V). Na vzorčnih mestih PBS1 in PBS2 smo mrežna vzorca zajeli vertikalno, za vsako vzorčenje

smo opravili dva potega od dna do gladine, na vzorčnem mestu PBS5 pa horizontalno v dolžini 120 m, tik pod gladino vode. Zooplankton smo vzorčili z mrežo z velikostjo očesa 80 μm na dveh mestih v prvem in luškem bazenu (PBS1 in PBS2). Mrežne vzorce smo zajeli z enkratnim vertikalnim potegom od dna do gladine.



Slika 2: Vzorčna mesta za plankton.

Na območju brakične lagune Škocjanskega zatoka smo sprva vzorčili štirikrat (aprila, junija in avgusta 2019 in januarja 2020) nato pa petkrat v obdobju od avgusta 2020 do februarja 2021. Predvidena dvomesečna frekvenca vzorčenja je bila prekinjena zaradi različnih razlogov (neugodne vremenske razmere, neugoden vodostaj v zatoku, epidemija), zato smo v drugem delu poskušali nadomestiti manjkajoče sezone. Vzorčili smo v severnem delu brakične lagune, kamor skozi zapornični sistem doteka morska voda iz območja Luke Koper (Slika 1). Zaradi plitkosti in težke dostopnosti lagune smo vzorčili s kanujem in sicer v delu, kjer je kanal najbolj globok, največkrat po sredini (Slika 2). Vzorce smo zajemali s horizontalnim potegom tik pod vodno gladino. Vzorec za fitoplankton smo zajeli med s počasnim veslanjem, dvakrat po približno minuto, vsakič v eno smer. Pri tem smo se poskusili izogniti vzorčenju na istem transektu. Za vzorčenje zooplanktona smo izvedli samo en vlek po približno minuto. Mrežni vzorec za fitoplankton smo zajeli s fitoplanktonsko mrežo (KC

Denmark) z velikostjo očes 20 μm , za zooplankton pa smo uporabili mrežo z velikostjo očesa 80 μm .



Slika 3: Območje vzorčenja fitoplanktona in zooplanktona v Škocjanskem zatoku.



Slika 4: Vzorčenje fitoplanktona in zooplanktona v Škocjanskem zatoku. Priprava fitoplanktonske mrežice na vzorčenje.

Mrežne vzorce smo po prihodu v laboratorij fiksirali z nevtraliziranim formaldehidom s končno koncentracijo 4 % in shranili do pregleda.

Shemo vzorčenj smo morali občasno, predvsem v letu 2020 nekoliko prilagoditi, zaradi neugodnih vremenskih razmer in razglasitve epidemije Covid-19. Spremenjene okoliščine so pripeljale do izpada oz. premika datumov dveh jesensko-zimskih vzorčenj planktona v Škocjanskem zatoku in zimskega vzorčenja školjčičšč. Vzorčenja v školjčičščih, ki so bila planirana za marec-april, smo izvedli na začetku 3. obdobja izvajanja projektne naloge, torej konec meseca maja in v začetku meseca junija 2020. Jesensko-zimski vzorčeni planktona pa smo, za zagotovitev kvalitete pridobljenih podatkov oz. zapolnitve časovne serije, izvedli jesensko-zimskem obdobju 2020-2021. Težave so se pojavile tudi pri vzorčenju z vršami, tako da smo dodatna vzorčenja opravili tudi v tretjem letu izvajanja naloge (april 2020 – junij 2021).

Nekateri lahko prepoznavne in velike vrste smo določili in popisali že na samem terenu, za manjše in skrite vrste smo jemali selektivne vzorce, v nekaterih zgoraj opisanih primerih pa smo jemali tudi prave kvantitativne vzorce. Te vzorce smo fiksirane (etanol ali formalin) ali pa še sveže pregledali v laboratoriju (Slika 5). Organizme smo nato po potrebi pregledali še pod lupo in mikroskopom, ter jih določili s pomočjo določevalnih ključev in druge strokovne literature ter spletnih baz.



Slika 5: Prebiranje organizmov iz pobranih vzorcev.

Protokol za fitoplankton je bil nekoliko drugačen, ker je smo opravili analizo celotne združbe. Vzorce smo pregledali pod invertnim epifluorescentnim mikroskopom Axio

Observer Z1 (ZEISS) z integriranim digitalnim fotoaparatom AxioCam Mrc5 (ZEISS). Pregledali smo celotno dno komorice pri 200-kratni povečavi. Manjše vrste smo določilevali pri 400-kratni povečavi, po potrebi (posebno pri kokolitoforidah) ob uporabi imerzijskega olja tudi pri 1000-kratni povečavi. Pri težje določljivih dinoflagelatih smo uporabili metodo barvanja z barvilom Calcofluor white M2R (Fritz & Triemer, 1985). Pri tej metodi se obarvajo celulozne ploščice, ki gradijo oklep dinoflagelatov (teka). Pod UV svetlobo na celulozo vezano barvilo fluorescira, tako da postanejo lepo vidni vzorci na površini ploščic in njihova razporeditev, kar je eden pomembnejših taksonomskih znakov. 10 µl vodne raztopine barvila smo dodali v komorico z vzorcem ter obarvane celice opazovali pod UV svetlobo. Najdene fitoplanktonske organizme smo določili do vrste oziroma, ko to ni bilo mogoče, do najnižjega možnega taksona. Njihovo pogostost v vzorcu smo ovrednotili z opisno oceno, kjer 1 označuje vsaj enkrat oziroma redko najden takson, 2 označuje zmerno zastopan takson in 3 označuje prevladujoč takson (Prilogi T1 in T2).

Med vsemi najdenimi taksoni smo glede na definicije, ki so jih uporabljali Mozetič in sod. (2017), določili **tujerodne vrste** (NIS – *non-indigenous species*), **kriptogene vrste** in domorodne škodljive vrste (**HAB vrste** – *harmful algal blooms*) fitoplanktona (Tabeli 21 in 22). Vse te kategorije potencialno nevarnih organizmov lahko združimo pod imenom HAOP (Harmful Aquatic Organisms and Pathogens; David *in sod.*, 2013), ki ga opredeljuje IMO Mednarodna konvencija o nadzoru in upravljanju ladijskih balastnih voda in sedimentov (IMO, 2004). HAB vrste smo določili po referenčni listi IOC-UNESCO *Taxonomic Reference List of Toxic Microalgae* (Moestrup *in sod.*, 2009 dalje) in po Lassus in sod. (2016). Če smo določen takson v slovenskem morju opazili prvič (ni bil zabeležen v obstoječih bazah), vendar nima značilnosti zgoraj navedenih kategorij, smo ga označili kot **prvič opaženo vrsto**.

Pripravljene sezname tujerodnih vrst je treba spremljati in posodabljati ves čas, ker se z novimi spoznanji status določenim vrstam lahko spremeni, npr. iz kriptogene vrste v NIS in obratno. Prav tako se na sezname lahko naknadno uvrstijo nove vrste iz starih vzorcev, kot se je to zgodilo npr. z vrsto klobučnjaške meduze *Aureli* sp. 8, ki je bila kasneje določena kot *Aurelia solida*, ki ima v Sredozemskem morju status tujerodne vrste.

Tabela 1: Opravljena vzorčenja za tujerodne vrste na 12 izbranih območjih od marca 2018 do vključno maja 2021.

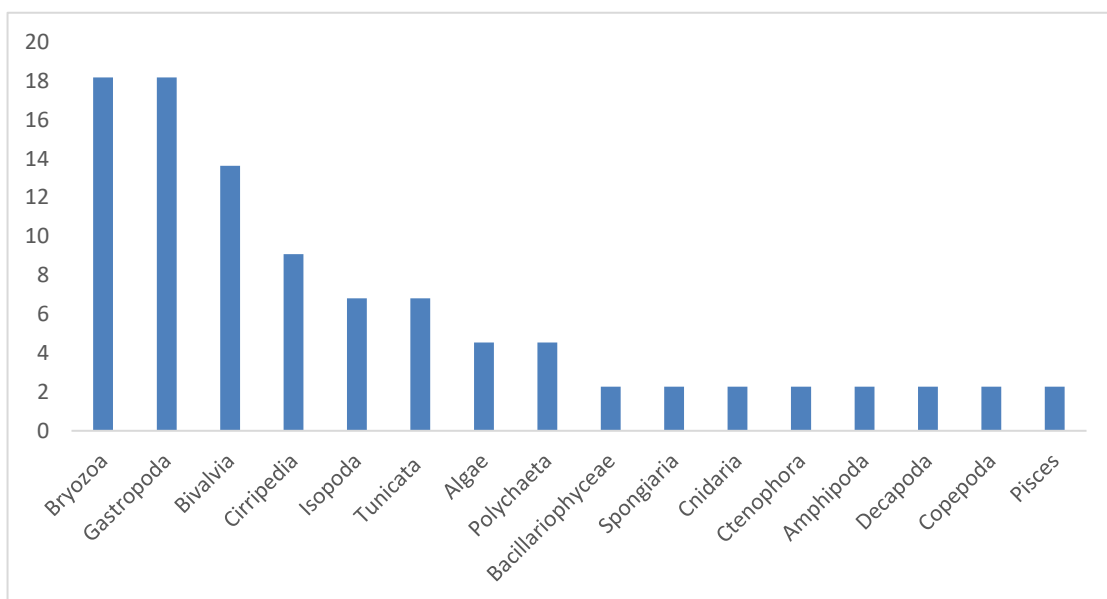
planktonska mrežica		malo grabilo	kvantitativno vzorčenje	vrše			hitri pregled													
Luka Koper	Škocjanski Zatok	Škocjanski Zatok	Luka Koper	Luka Koper	ustje Dragonje	Jernejev kanal	Luka Koper	Marina Izola	Piranski mandrač	Gojitveno območje Debeli rtič	Gojitveno območje Strunjan	Gojitveno območje Sečovelje	Škocjanski Zatok	Povezovalni kanal Luka-SZ	Stjuža	ustje Dragonje	Sečoveljske soline (kanal Lera)	Jernejev kanal	ustje Badaševce	ustje Rižane
6.04.2018	24.04.2019	7.08.2018	9.10.2019	30.8.-1.9.2019	30.8.-1.9.2019	30.8.-1.9.2019	1.08.2018	6.09.2018	20.06.2018	3.07.2018	21.05.2018	3.07.2018	20.02.2018	11.08.2020	9.03.2018	8.08.2018	14.07.2019	4.07.2018	4.02.2018	20.02.2018
7.05.2018	20.06.2019	27.03.2019	25.02.2020	23.-24.2.2021	11.-12.8.2020	11.-12.8.2020	7.02.2019	12.09.2018	3.07.2018	27.09.2018	3.07.2018	23.07.2018	27.02.2018	21.04.2021	13.06.2018	7.05.2018	14.02.2020	2.10.2018	8.08.2018	11.07.2018
5.06.2018	29.08.2019				17.-18.12.2020	17.-18.12.2020	25.02.2020	27.09.2018	6.09.2018	5.10.2018	19.07.2018	5.10.2018	28.03.2018		20.09.2018	21.03.2019	6.10.2020	21.03.2019	26.09.2018	12.09.2018
3.07.2018	15.01.2020						11.08.2020	3.12.2018	11.09.2018	28.08.2019	27.09.2018	2.04.2019	6.04.2018		12.12.2018	15.09.2020	15.03.2021	16.05.2020	28.10.2020	11.08.2020
1.08.2018	28.08.2020						23.02.2021	4.12.2018	13.12.2018	7.05.2019	5.10.2018	2.06.2020	26.05.2018		12.03.2019	18.12.2020		17.12.2020	10.03.2021	21.04.2021
13.09.2018	3.11.2020						22.06.2020	12.12.2018	7.01.2019	19.11.2020	7.05.2019	2.02.2021	6.07.2018		4.09.2019					
5.10.2018	27.11.2020						23.02.2021	3.07.2019	21.08.2019	19.01.2021	19.11.2020		7.08.2018		25.09.2019					
7.11.2018	15.01.2021							10.07.2019	11.09.2019		1.02.2021		6.09.2018		8.10.2019					
3.12.2018	22.02.2021							2.08.2019	20.02.2020				15.01.2019		17.12.2020					
9.01.2019								22.08.2019	17.06.2020				17.01.2019		23.03.2021					
7.02.2019								9.12.2019	7.01.2021				13.02.2019							
5.03.2019								9.01.2020					8.03.2019							
22.06.2020								20.02.2020					30.11.2019							
21.07.2020								25.05.2020					7.01.2020							
27.08.2020								15.07.2020					28.08.2020							
8.10.2020								15.01.2021					8.09.2020							
4.11.2020								11.05.2021					22.02.2021							
27.11.2020																				
16.12.2020																				
28.01.2021																				
19.02.2021																				
26.03.2021																				
29.04.2021																				
26.05.2021																				

2. REZULTATI POPISOV TUJERODNIH VRST

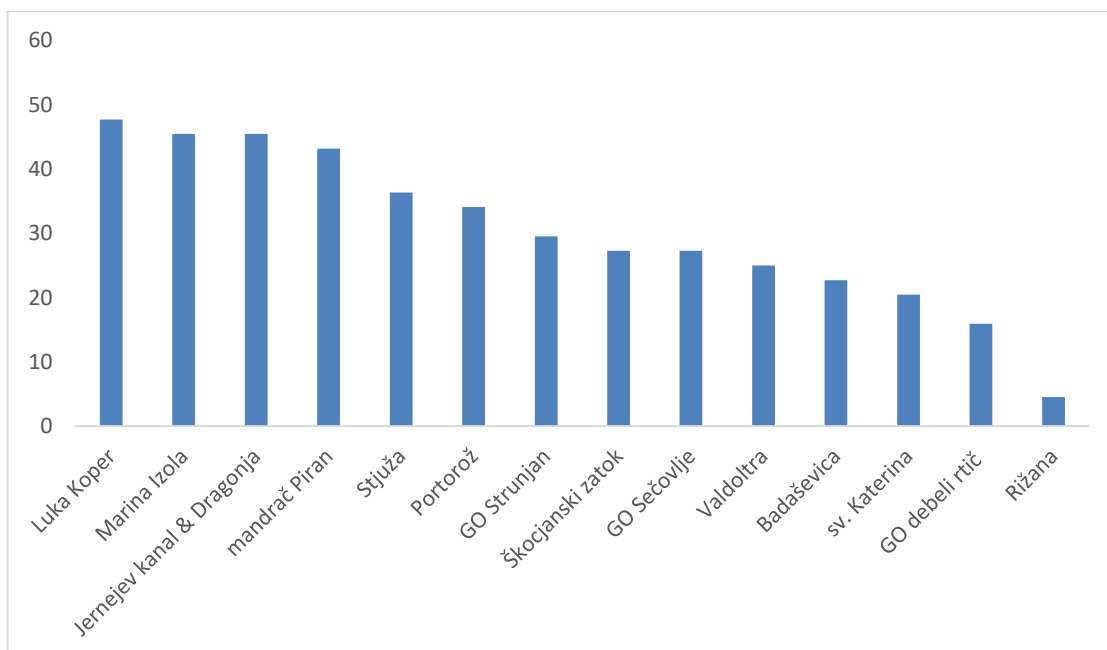
Na obravnavanih območjih je bilo na podlagi vzorčenj med leti 2018 in 2021 potrjenih 44 vrst tujerodnih organizmov, ki so predstavljeni v Prilogi 3. Tretjino vseh tujerodnih vrst so iz širšega taksonomskega vidika predstavljali mehkužci (Mollusca), sledijo raki (Crustacea) z 10 vrstami. Največ tujerodnih vrst je bilo med mahovnjaki in polži (oboje po 8), sledili so jim školjke (6) in raki vitičnjaki (4). Druge taksonomske skupine niso presegale 5% v deležu tujerodnih vrst (Slika 6).

Nekatere tujerodne vrste se pojavljajo na večjem številu raziskanih predelov. To velja predvsem za vrsto kozolnjaka *Styela plicata* (92% vseh lokalitet) in mahovnjaka *Bugula neritina* (85%) ter za vrste *Botryllus schlosseri*, *Caprella scaura*, *Mnemiopsis leidyi* in *Magallana gigas* (77%). Večina najbolj razširjenih vrst predstavljajo živali, ki tvorijo obrast in njihovi epibionti (živijo na njih). Velikokrat so ti organizmi dominantni, kar pomeni da so med prevladujočimi po številu oz. biomasi. Trinajst vrst se je pojavljalo le na enem od raziskanih predelov, dodatne 4 na dveh. Izmed teh velja omeniti dve vrsti, alga *Codium fragile fragile* in školjko *Arcuatula senhousia*, ki sta se, v sicer omejenem območju, vsaj občasno pojavljali v precejšnjem številu oz. biomasi.

Največ tujerodnih vrst se je pojavljalo v Luki Koper (22), Izolski marini (20), mandraču Piran (20) na območju med Jernejevim kanalom (Seča) in izlivnim predelom reke Dragonje (19) ter v strunjanski Stjuži in okoliških kanalih (18) (Slika 7, Tabela 4).



Slika 6: Delež vrst tujerodnih organizmov (%) glede na taksonomsko sestavo v projektnem obdobju.



Slika 7: Delež tujerodnih vrst (%) na posameznih predelih glede na celotno število ugotovljenih vrst v projektnem obdobju.

Za tujerodne vrste je značilno, da najprej kolonizirajo okolja, ki so na določen način povezana z vektorjem vnosa (ladijski promet, marikultura) in z ekološkimi razmerami.

Na podlagi teh lastnosti in izkušenj drugih držav smo območja vzorčenja združili v 4 glavne sklope, ki izhajajo tudi že iz same projektne naloge.

- a) pristanišča (luke, mandrač, marine), pri čemer je glavni vektor vnosa pomorski promet (balastne vode, balastni sedimenti, obrast na plovilih),
- b) gojitvena območja (školjkogojnice, ribogojnice), pri čemer je glavni faktor vnosa tujerodnih organizmov marikultura,
- c) mokrišča (zatok, soline, lagune, estuariji, ustja), pri čemer je glavni vektor vnosa pomorski promet,
- d) Drugo (druge lokalitete in vzorčevalni predeli), pri čemer so vnosi povezani z različnimi faktorji vnosa ali pa so ti nepoznani.

Največ tujerodnih vrst se pojavlja v pristaniščih (29), večje število pa tudi v slovenskih obrežnih mokriščih (19) in gojiščih (10). Le tri vrste tujerodnih organizmov so se pojavljale izven omenjenih območij (Tabela 3 in 4). Večina vrst se pojavlja v obrasti in so velikokrat tudi precej dominantne. V pristaniščih je bila obrast, v kateri so bili številni tujerodni organizmi, zelo bogato razvita na priveznih (mooring) vrveh in bojah, ter na trupu nevzdrževanih in nevoženih plovil. Iz tega vidika bi bilo smiselno za zmanjševanje količine tujerodnih vrst v teh območjih upravljalcem pristanišč in lastnikom bark predpisati redno čiščenje obrasti s priveznih sistemov (muringov) in plovil.

Tabela 3 : Število tujerodnih vrst v različnih recipientskih okoljih.

območja	N
Pristanišča, mandrač, marine	29
Obrežna mokrišča	18
Gojitvena območja	10
drugje	3

Tabela 4: Sumarni pregled pojavljanja tujerodnih vrst na različnih območjih v projektnem obdobju 2018-2021. Z barvami je označeno obdobje prvega podatka; rumena - obdobje 2020-2021, zelena – obdobje 2019-2020, modra – obdobje 2018-19 in siva – obdobje pred letom 2018.

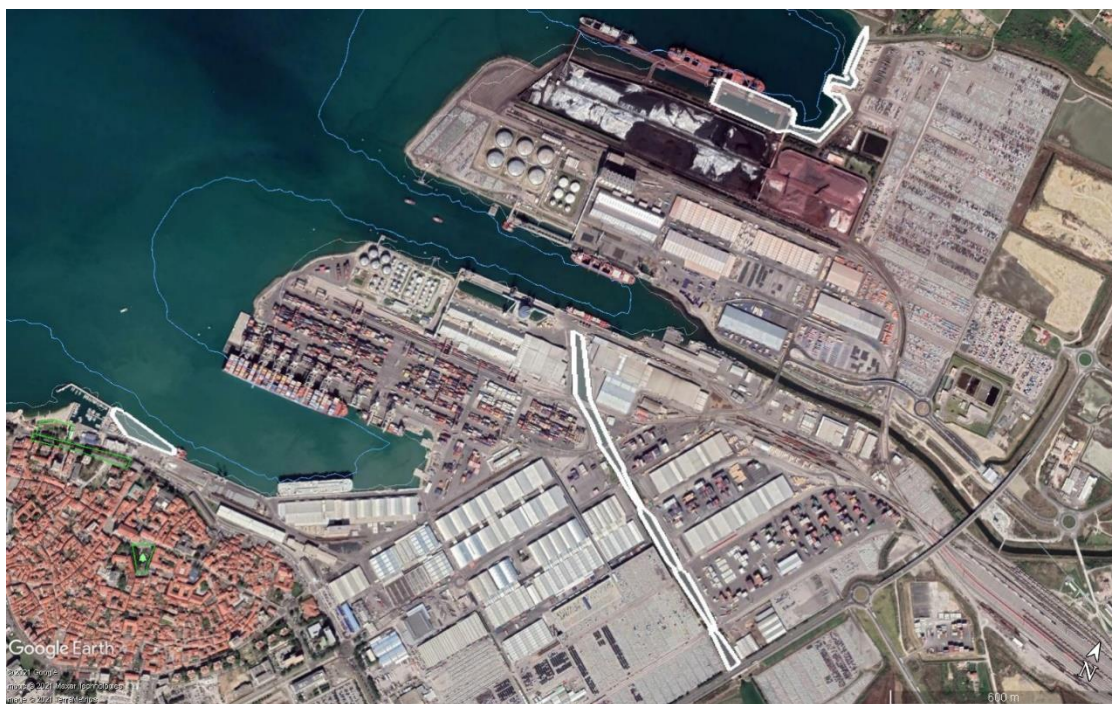
širši takson	vrsta	I Luka Koper	II Marina Izola	III piranski mandra č	IV školjčič e Debeli rtič	V školjčič e Strunjan	VI školjčič e Sečovlje	VII laguna Stjuža	VIII Dragonja -Jernejev kanal	IX ustje Badaševic e	X izliv Rižane	XI Škocjansk i zatok	XII Portoro ž	XIII Valdoltr a	XIV Sveta Katerin a
Algae	<i>Codium fragile subsp. fragile</i>	1		1								1			
Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	1	1	1				1					1	1	
Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1	1	1		1	1	1	1				1	1	1
Bacillariophyceae	<i>Pseudonitscha multistriata</i>	1													
Bivalvia	<i>Anadara transversa</i>		1	1		1	1								
Bivalvia	<i>Arcuatula senhousia</i>									1		1			
Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>								1			1			
Bivalvia	<i>Xenostrobus securis</i>									1					
Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>		1	1				1	1				1		1
Bryozoa	<i>Arbopercula tenella</i>	1													
Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1
Bryozoa	<i>Celleporaria brunea</i>		1	1											
Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	1			1	1	1	1					1	1	1
Bryozoa	<i>Watersipora arcuata</i>		1	1											
Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>	1	1						1				1	1	
Bryozoa	<i>Watersipora cf. subtorquata</i>			1											
Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	1	1	1	1			1	1					1	
Cirripedia	<i>Amphibalanus eburneus</i>									1					
Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>	1		1		1				1			1		
Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>	1	1			1								1	

Cnidaria	<i>Diadumene cf. lineata</i>												1		
Copepoda	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	1													
Ctenophora	<i>Beroe ovata</i>														
Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1		
Decapoda	<i>Callinectes sapidus</i>								1						
Gastropoda	<i>Bursatella leachii</i>							1	1	1		1			
Gastropoda	<i>Cuthona perca</i>									1		1			
Gastropoda	<i>Haloa japonica</i>	1						1		1		1			
Gastropoda	<i>Okenia zoobotryon</i>		1					1	1					1	1
Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>	1		1			1	1				1	1	1	
Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>		1	1				1	1				1		
Gastropoda	<i>Stiliger cf. fuscovittatus</i>							1	1						
Gastropoda	<i>Thecacera pennigera</i>		1												
Isopoda	<i>Monocorophium sextonae</i>	1													
Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1	1	1	1	1	1	1				1		
Isopoda	<i>Paranthura japonica</i>	1	1												
Pisces	<i>Gambusia holbrooki</i>											1			
Pisces	<i>Stephanolepis diaspros</i>														
Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	1						1	1	1	1	1			
Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>	1	1	1		1	1	1	1				1		
Polychaeta	<i>Polydora cornuta</i>											1			
Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>			1	1	1	1	1							
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>	1	1	1		1	1	1	1				1	1	1
Tunicata	<i>Clavellina oblonga</i>					1	1								
Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1
skupno število vrst/območje		22	20	20	7	13	12	18	19	10	2	13	16	12	8

2.1. PREGLED TUJERODNIH VRST PO OBMOČJIH

Akvatorij Luke Koper

Na podlagi vzorčenj v akvatoriju Luke Koper (Slika 8) smo v obdobju 2020/2021 potrdili prisotnost 14 vrst tujerodnih organizmov. Upošteva podatke s preteklih let je število vseh ugotovljenih vrst 21 (Tabela 5). V akvatoriju Luke Koper je bila v obdobju 2020/2021 prvič potrjena vrsta mahovnjaka *Arbopercula tenella*. Kumulativno število vrst se je iz obdobja 2019/2020 povečalo za 4 vrste. Nekaterih vrst, ki so bile potrjene v prejšnjih letih na načrtanih terenskih vzorčenjih in se redno pojavljajo (npr. *Styela plicata*, *Botryllus schlosseri*), nismo uspeli potrditi, čeprav se po našem strokovnem mnenju na obravnavanem območju pojavljajo.



Slika 8: Območja vzorčenja v akvatoriju luke Koper (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 5: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju Luke Koper in sosednjih predelih v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019 in pred tem (na podlagi naših starejših podatkov).

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Bacillariophyceae	<i>Pseudonitschia multiseriata</i>		1		
2	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	1		1	
3	Algae	<i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i>				1
4	Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>			1	1
5	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>				1
6	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>			1	1
7	Bryozoa	<i>Arbopercula tenella</i>				1
8	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>			1	1
9	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>			1	1
10	Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>			1	1
11	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	1	1	1
12	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>				1
13	Gastropoda	<i>Haloa japonica</i>			1	1
14	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>			1	1
15	Copepoda	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	1			1
16	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	1			
17	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>			1	1
18	Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>	1			
19	Isopoda	<i>Monocorophium sextonae</i>	1			
20	Isopoda	<i>Paranthura japonica</i>			1	1
21	Tunicata	<i>Bottryllus schlosseri</i>			1	
22	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1	1	
sum			6	3	13	14
prirastek				+2	+9	+4
kumulativno				8	17	22

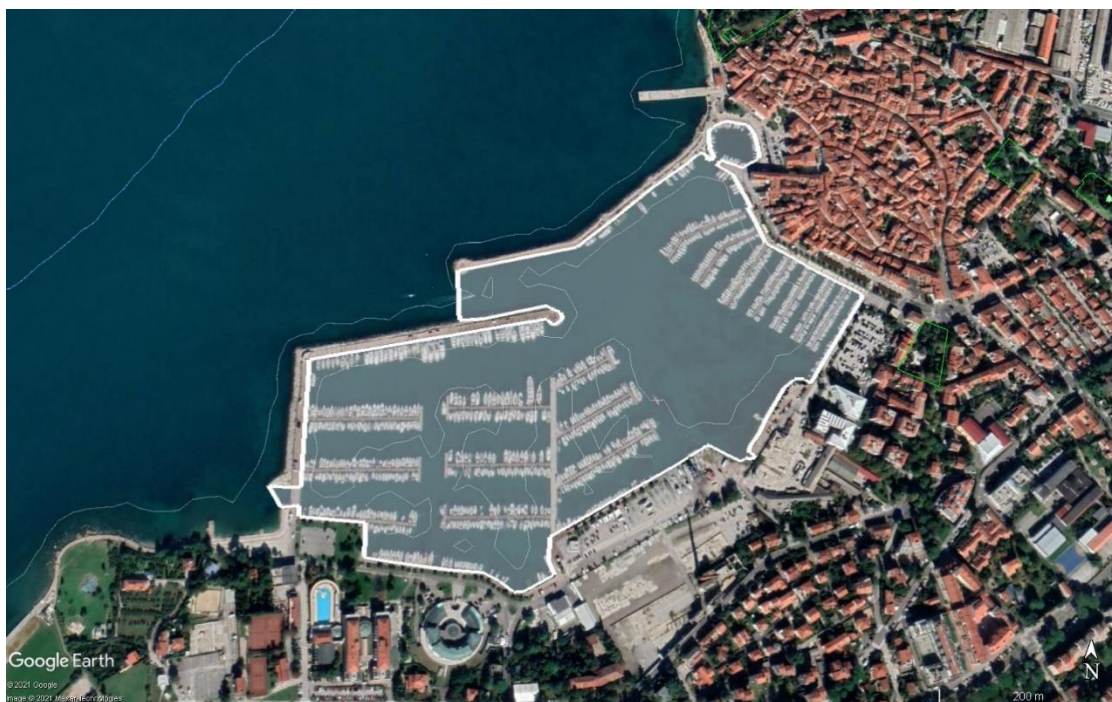
Akvatorij Marine Izola

Na območju akvatorija marine Izola in sosednjih predelov (stara Marina, valobran, pomol za potniški terminal in mandrač) (Slika 9) smo v obdobju med majem 2020 in majem 2021 uspeli potrditi prisotnost 16 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 6). Upošteva je podatke s preteklih let je število vseh ugotovljenih vrst 20 (Tabela 6). Na obravnavanih predelih se tujerodne vrste pojavljajo predvsem na vrveh privezov in kot obrast na plovilih. S tega vidika so še posebej pomembni tujerodni mahovnjaki (*Amathia verticillata*, *Bugula neritina*), na katerih se pojavljajo ali pasejo drugi tujerodni organizmi kot so tujerodne postranice in raki enakonožci.

Tabela 6: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju izolske marine in sosednjih predelov v obdobju 2019-2020 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>		1		
2	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>		1		
3	Gastropoda	<i>Okenia zoobotryon</i>	1			
4	Gastropoda	<i>Polycerella emmertoni</i>			1	1
5	Gastropoda	<i>Thecacera pennigera</i>			1	1
6	Bivalvia	<i>Anadara transversa</i>				1
7	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1	1	1
8	Isopoda	<i>Paranthura japonica</i>				1
9	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1		
10	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>		1	1	1
11	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>				1
12	Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>				1
13	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>		1	1	1
14	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>		1	1	1
15	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>		1	1	1
16	Bryozoa	<i>Celleporaria brunea</i>			1	1
17	Bryozoa	<i>Watersipora arcuata</i>			1	1
18	Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>				1
19	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1	1	1
20	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1	1	1
sum			1	10	11	16
prirastek				+10	+4	+5
kumulativno				11	15	20

Izključno na predelu nove izolske marine se pojavlja vrsta gološkrjarja *Thecaceara pennigera*, ki se v tem okolju tudi uspešno razmnožuje (Slika 10). Po številu vrst prevladujejo mahovnjaki s 5 vrstami, sledijo polži s tremi vrstami. Število vrst se je iz obdobja 2019/2020 povečalo za 5.



Slika 9: Območja vzorčenja v akvatoriju marine Izola in sosednjih predelov (poligoni obrobljeni z belo črto).



Slika 10: (a) Primerek tujerodnega gološkrjarja vrste *Thecaceara pennigera* iz izolske marine; (b) mrest; (c) mahovnjak *Crisularia plumosa*, kjer sta se primerka prehranjevala (prirejeno po Fortič & Lipej, 2020).

Akvatorij Piranskega Mandrača

V akvatoriju piranskega mandrača (Slika 11) smo v obdobju 2020/2021 potrdili navzočnost 12 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 7); upošteva je predhodna vzorčenja pred letom 2019 pa skupno 19 vrst. Število vrst se je iz obdobja 2019/2020 povečalo za 5. Večina vrst je povezana z obrastjo na plovilih, kolih in vrveh. Pomembni sta vrsti grmičastih mahovnjakov *Amathia verticillata* in *Bugula neritina*, ki na svojih delih telesa gostita mnoge tujerodne organizme.

Na obrasti se pojavljata tudi kriptogeni vrsti plaščarjev *Styela plicata* in *Botryllus schlosseri*. Vse omenjene vrste se pojavljajo v večjem številu primerkov. Zanimivo je pojavljanje obeh vrst iz rodu *Watersipora*, o katerih je še vedno razmeroma malo znanega (glej npr. Fortič s sod., 2019).



Slika 9: Območja vzorčenja v akvatoriju piranskega mandrača (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 7: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju piranskega mandrača v obdobju 2019-2020, v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Algae	<i>Codium fragile</i> subsp. <i>fragile</i>	1			
2	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>		1		
3	Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>			1	1
4	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>		1		
5	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>				1
6	Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>		1	1	
7	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>				1
8	Bivalvia	<i>Anadara traversa</i>				1
9	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1	1	
10	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>				1
11	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>			1	1
12	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1		1
13	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>		1		
14	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>		1	1	
15	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>		1	1	1
16	Bryozoa	<i>Celleporaria brunea</i>				1
17	Bryozoa	<i>Watersipora arcuata</i>			1	1
18	Bryozoa	<i>Watersipora cf. subtorquata</i>			1	
19	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1	1	1
20	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1	1	1
sum			1	10	10	12
prirastek					+4	+5
kumulativno			1	11	15	20

Gojitveno območje Debeli rtič

V akvatoriju gojitvenega območja Debeli rtič (Slika 12) smo v obravnavanem obdobju popisali 3 vrste tujerodnih organizmov, skupno sedem vrst (Tabela 8). Gre za epibionte na marikulturnih strukturah, bojah in vrveh. Vse vrste razen tujerodne rebrače so sesilni filtratorji. Potrjene so bile vse vrste, kot leto poprej, z izjemo tujerodne rebrače *Mnemiopsis leidyi*. Število vrst se je povečalo za eno vrsto.



Slika 12: Območja vzorčenja v marikulturi Debelega Rtiča (poligoni obrobljeni z belo črto).

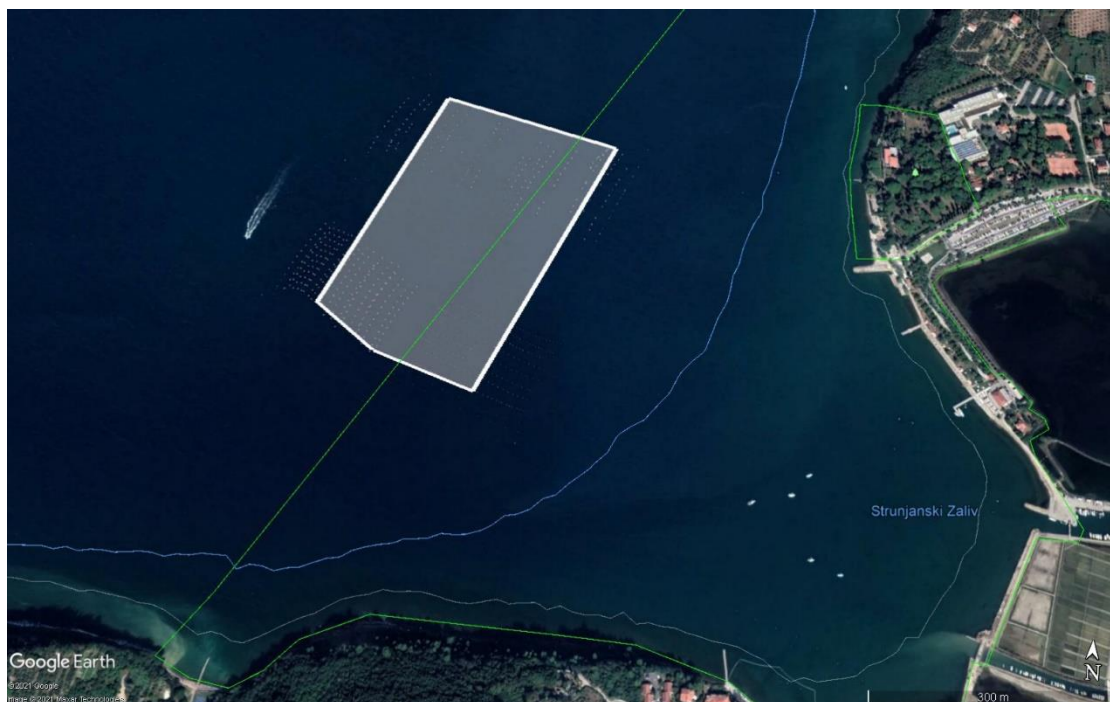
Tabela 8: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju gojitvenega območja Debeli rtič v obdobju 2020-2021, v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2019/2020 in 2018-2019.

	taxa	vrsta	2018/19	2019/20	2020/21
1	Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>	1	1	
2	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	1		
3	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	1	1	
4	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>	1	1	1
5	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>			1
6	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	1	1	1
7	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	
sum			6	5	3
prirastek				+0	+1
kumulativno				6	7

Gojitveno območje Strunjan

V akvatoriju gojitvenega območja Strunjan (Slika 13) so postavljeni nizi plavajočih gojišč užitnih klapavic (*Mytilus galloprovincialis*), katerih vrvi obraščajo razni epibionti. Na obrasti iz mahovnjaka *Bugula neritina* sta bili najdeni vrsti drobnih rakov *Paracerceis sculpta* in *Caprella scaura*. V obravnavanem obdobju je bilo ugotovljenih 8 tujerodnih vrst, skupno s prejšnjimi obdobji vzorčenja pa trinajst (Tabela 9). Število novih tujerodnih vrst se je zvišalo za dve vrsti.

Ni nam uspelo potrditi nekaterih vrst iz vzorčevalnega obdobja 2018-2019, kot je na primer tujerodni kolonijski plaščar *Clavellina oblonga*. Verjetno ima ta vrsta omejeno časovno obdobje pojavljanja, zato nam ga morda ni uspelo potrditi v vzorcih tujerodne favne. Ker gre za vrsto, ki lahko povzroča obraščanje gojenih organizmov in posledično manjši pridelek, je smiselno to vrsto spremljati v času njenega razvoja.



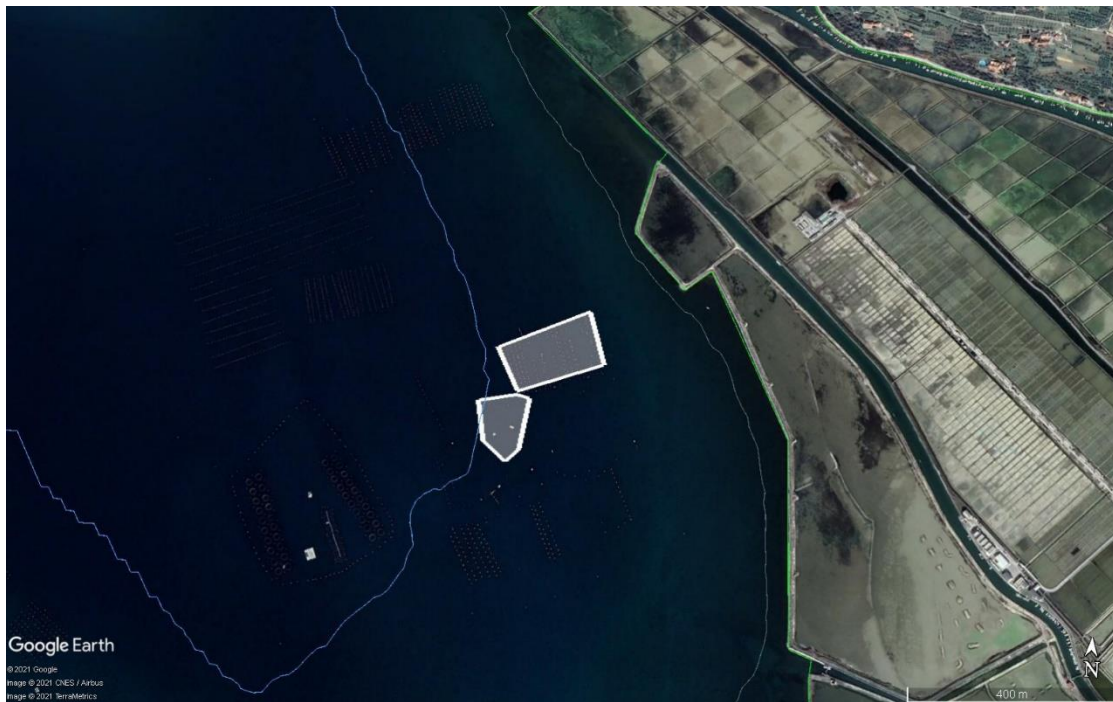
Slika 13: Območja vzorčenja v gojitvenem območju Strunjan (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 9: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju gojitvenega območja Strunjan v obdobju 2020-2021, v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019 in 2019/2020.

	taxa	vrsta	2018/19	2019/20	2020/21
1	Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>		1	1
2	Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	1		1
3	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>			1
4	Bivalvia	<i>Anadara transversa</i>	1		1
5	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>			1
6	Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>	1	1	1
7	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>	1	1	
8	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1		
9	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1		
10	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	1	1	1
11	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	1
12	Tunicata	<i>Clavellina oblonga</i>	1		
13	Tunicata	<i>Bottrylus schlosseri</i>		1	
sum			9	6	8
prirastek				+2	+2
kumulativno				11	13

Gojitveno območje Sečovlje

V akvatoriju gojitvenega območja Sečovlje (Slika 14) so bili na plavajočih gojiščih užitnih klapavic (*Mytilus galloprovincialis*) potrjeni primerki 10 vrst tujerodnih organizmov, ki so obraščali vrvi in marikulturne objekte (Tabela 10), skupno pa 12 vrst. V obdobju 2020-2021 smo potrdili prisotnost plaščarja vrste *Clavellina oblonga*. Število vrst se je povečalo za eno in sicer za rebračo vrste *Mnemiopsis leidyi*.



Slika 14: Območja vzorčenja v gojitvenem območju Sečovlje (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 10: Pojavljanje tujerodnih vrst v akvatoriju gojitvenega območja v Sečoveljskemu zalivu v obdobju 2020-2021, v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2019/2020 in 2018-2019.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>		1		1
2	Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>				1
3	Bivalvia	<i>Anadara transversa</i>		1		
4	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>	1			
5	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1	1	1
6	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>		1		1
7	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>		1		1
8	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>			1	1
9	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>		1	1	1
10	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1	1	1
11	Tunicata	<i>Clavellina oblonga</i>		1		1
12	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1	1	1
sum			1	9	5	10
prirastek				+9	+1	+1
kumulativno				10	11	12

Laguna Stjuža in sosednja območja

Lagunarna okolja so znana kot recipientska okolja za tujerodne vrste. To velja tudi za Laguno Stjužo in Pretočno laguno, za kateri je značilno nihanje slanosti in temperature. Na obravnavanem območju (Slika 15) je bilo v obdobju 2020-2021 ugotovljenih 10 tujerodnih vrst, s predhodnimi vzorčenji skupno 16. Večina vrst je bila najdena kot epibiontov na obrasti v ribiškem pristanišču in privezih, kjer se na vrveh pojavljata vrsti mahovnjakov *Amathia verticillata* in *Bugula neritina* (Tabela 11).



Slika 15: Območja vzorčenja Laguna Stjuža in sosednja območja (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 11: Pojavljanje tujerodnih vrst v strunjanskih lagunah v obdobju v obdobju 2020-2021, v primerjavi s predhodnimi vzorčnji v letih 2018-2019 in 2019-2020.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>				1
2	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1		
3	Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>		1		
4	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>	1	1		
5	Gastropoda	<i>Okenia zoobotryon</i>	1			
6	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>				1
7	Gastropoda	<i>Haloa japonica</i>			1	1
8	Gastropoda	<i>Bursatella leachi</i>			1	
9	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>				1
10	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1	1	1
11	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>		1	1	1
12	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>		1	1	1
13	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>		1	1	1
14	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>				1
15	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1	1	1
16	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1	1	
sum			2	9	8	10
prirastek				+8	+2	+4
kumulativno				10	12	16

Izliv reke Dragonje in Jernejevega kanala

Na območju med Jernejevim kanalom in njegovim izlivnim delom ter izlivnim delom reke Dragonje (Slika 16) je bile v obdobju 2020-2021 potrjenih 9 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 12). Do sedaj je bilo na tem območju skupno ugotovljenih 19 vrst tujerodnih organizmov. Tu nismo upoštevali japonske kozice (*Penaeus japonicus*), ki so jo gojili v osemdesetih letih prejšnjega stoletja na predelu Fontanigge. Mnoge vrste, ki se v tem okolju pojavljajo, so povezane z obrastjo na plovilih. To tvori predvsem tujerodni mahovnjak *Amathia verticillata*, na kateremu so bile najdene tudi druge tujerodne vrste. Na tem območju je bila vnovič potrjena modra rakovica (*Callinectes sapidus*) in sicer pred čelnimi nasipi Sečoveljskih solin.



Slika 16: Območja vzorčenja med Jernejevim kanalom in izlivom Dragonje (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 12: Pojavljanje tujerodnih vrst na območju med Jernejevim kanalom in ustjem Dragonje v obdobju 2020-2021, v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019 in 2019-2020.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	1	1		
2	Gastropoda	<i>Bursatella leachii</i>	1			
3	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>		1		1
4	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>		1		
5	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1	1	1
6	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>				1
7	Tunicata	<i>Styela plicata</i>		1		
8	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>		1		1
9	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	1		1	1
10	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1		
11	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>		1		
12	Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>		1		
13	Gastropoda	<i>Stiliger cf. fuscovittatus</i>	1			
14	Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>		1		
15	Gastropoda	<i>Okenia zoobotryon</i>	1			
16	Decapoda	<i>Callinectes sapidus</i>		1	1	1
17	Ctenophora	<i>Mnemiopsis leidyi</i>				1
18	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>				1
19	Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>				1
sum			5	11	3	9
prirastek				+10	+0	+4
kumulativno				15	15	19

Izliv reke Badaševice

Za območja reke Badaševice pod vplivom morja (povezovalni kanali, bazeni) in njeno izlivno območje (Slika 17) je bilo do zdaj potrjenih 10 tujerodnih vrst. Število se je od popisa v letu 2019/2020 povečalo za 6 (Tabela 13). Razlog je predvsem v efemeralnih (kratkotrajnih) življenjskih okoljih, ki so povezani z reko Badaševico, obenem pa dovolj izolirani, da nudijo priložnost za naselitev tujerodnim organizmom. Le v tem vzorčevalnem predelu je bila na več lokalitetah najdena vrsta školjke *Xenostrobus securis*.



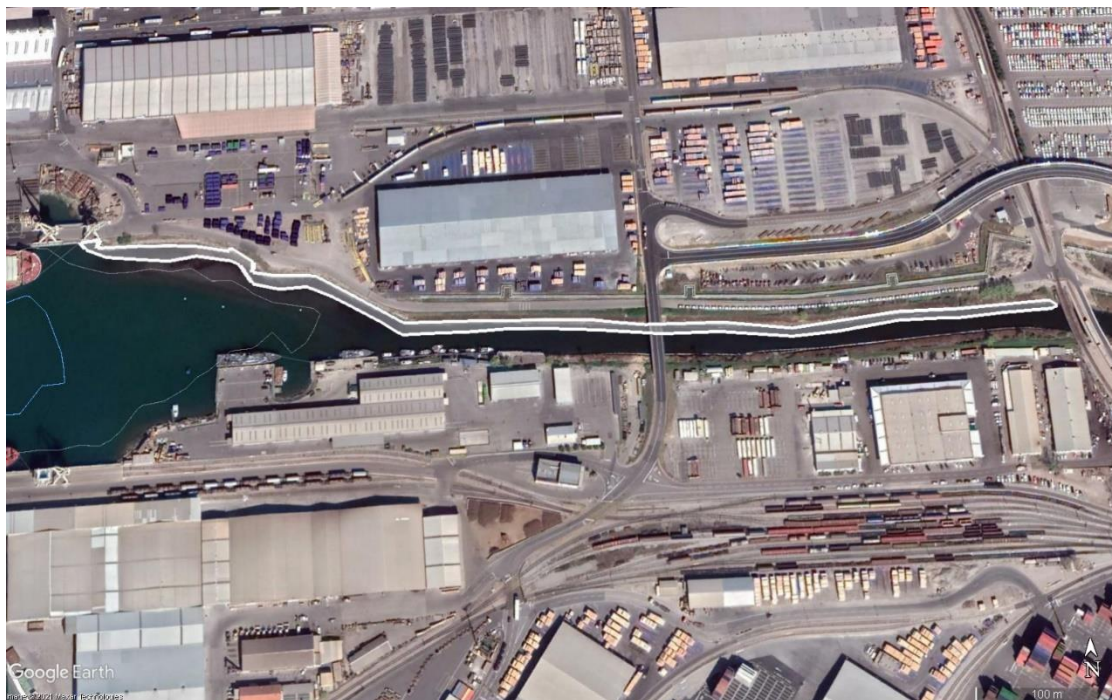
Slika 17: Območja vzorčenja na območju reke Badaševice (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 13: Pojavljanje tujerodnih vrst na izlivu reke Badaševce v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2019-2020, 2018-2019 in pred tem.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>		1		
2	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1	1	1
3	Gastropoda	<i>Bursatella leachii</i>	1			
4	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>		1	1	1
5	Pisces	<i>Gambusia holbrooki</i>				1
6	Gastropoda	<i>Halio japonica</i>				1
7	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>				1
8	Bivalvia	<i>Xenostrobus securis</i>				1
9	Bivalvia	<i>Teredo navalis</i>				1
10	Cirripedia	<i>Amphibalanus eburneus</i>				1
sum			1	3	2	8
prirastek				+1	+0	+6
kumulativno				4	4	10

Izliv Rižane

Na območju ustja reke Rižane (Slika 18) sta bili ugotovljeni le dve vrsti tujerodnih organizmov in sicer *Magallana gigas* in *Ficopomatus enigmaticus* (Tabela 20). Gre za zelo težko dostopno območje, zato je možno, da je število lahko nekoliko višje.



Slika 18: Območja vzorčenja na izlivu reke Rižane (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 20: Pojavljanje tujerodnih vrst na območju ustja Rižane v obdobjih 2018/2019 in 2020-2021.

	taxa	vrsta	2018/2019	2020/21
1	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	1
2	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	1	1
sum			2	2
prirastek				+0
kumulativno			2	2

Škocjanski Zatok

V obravnavanem obdobju 2018-2021 je bilo na območju Škocjanskega Zatoke (Slika 19) potrjenih 12 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 14). Število se je od predhodnega vzorčevalnega obdobja povečalo za dve vrsti, algo *Codium fragile fragile* in plaščarja *Styela plicata*. Obe sta se pojavljali v severnem delu lagune, na območju tik za zapornico v Luki Koper. Obe vrsti sta bili pritrjeni na trdne elemente na morskem dnu (kamni), tako da nista bili zgolj naključno preneseni iz kanala s plimnim tokom. V vseh obdobjih smo opazili le dve vrsti, mnogoščetinca *Ficopomatus enigmaticus* in školjka *Arcuatula senhousia*. Mnogoščetinec na tem območju tvori biogene formacije, ki so še posebej obsežni okoli lesenih stebrov vzdolž osrednjega kanala. Školjka *A. senhousia* je bila prvič zabeležena med avgustovskim vzorčenjem leta 2011, ko je bila v povprečju prisotna z malo več kot 11 osebkami na malo grabilo (0,0045 m²). Naslednjo zimo je gostota skokovito narasla na približno 79 osebkov na grabilo. Pri podvodnih pregledih je bila školjka res številčna in se je pojavljala praktično povsod, na morskem dnu, na vegetaciji, na določenih delih pa je nagneta skupaj v sedimentu delala zaplate sekundarnega trdega dna. V letu 2014 je njena zabeležena gostota padla na 2-3 osebkke na grabilo. V letu 2018 smo v okviru te projektne naloge ponovili vzorčenja z grabilom in ugotovili, da je bila povprečna gostota še manjša. Znašala je 1 osebek na grabilo. Pri podvodnih pregledih smo kljub vsemu zaznali določena območja vzdolž glavnega kanala, kjer se v mehkem muljastem dnu še vedno nahajajo goste zaplate školjk. Te zaplate se nahajajo predvsem na delu morskega dna, ki se začne bolj strmo spuščat proti globljemu delu osrednjega kanala, to pa je tudi del, ki se ga zaradi naklona ne da povzorčiti z malim grabilom ali korerjem iz kanuja. Gostota te školjke je tako precej verjetno podcenjena, vendar pa je trend zmanjševanja gostote vseeno nesporen.



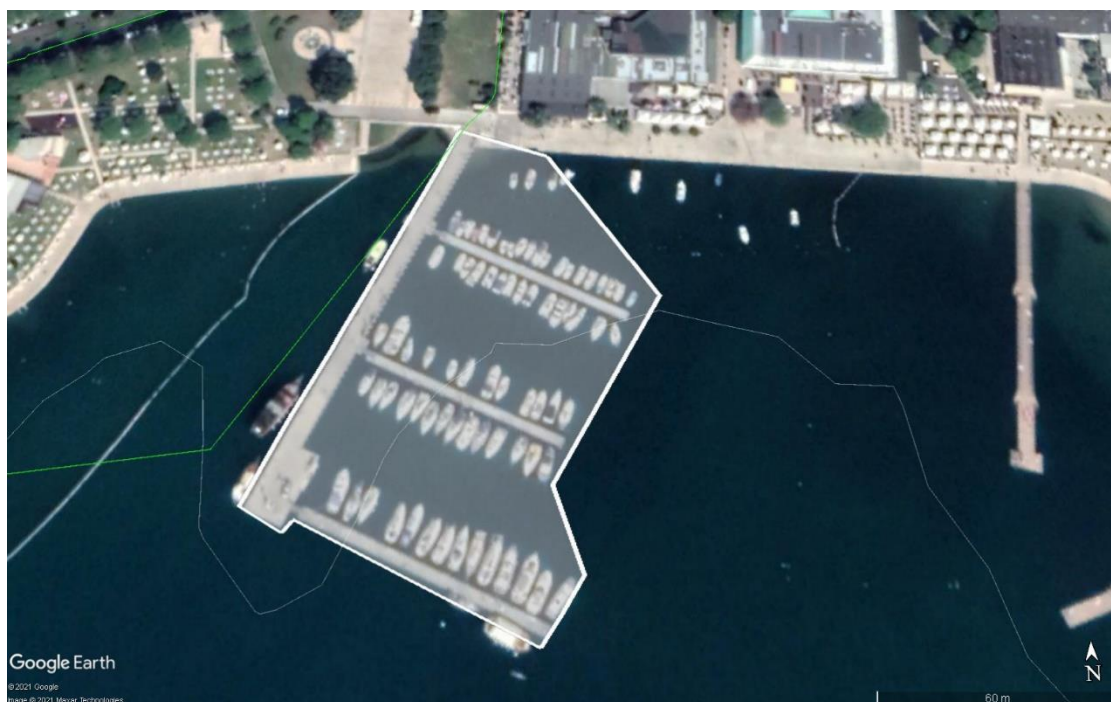
Slika 19: Območja vzorčenja v Škocjanskem Zatok (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 14: Pojavljanje tujerodnih vrst v Škocjanskem zatoku v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019, 2019/2020 in pred tem.

	taxa	vrsta	pred 2018	2018/19	2019/20	2020/21
1	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>		1		1
2	Gastropoda	<i>Cuthona perca</i>		1		
3	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>	1			
4	Gastropoda	<i>Haloa japonica</i>		1		1
5	Gastropoda	<i>Bursatella leachii</i>	1			
6	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>		1		1
7	Bivalvia	<i>Arcuatula senhousia</i>	1	1	1	1
8	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	1	1	1	1
9	Pisces	<i>Gambusia holbrooki</i>		1	1	
10	Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	1			
11	Algae	<i>Codium fragile fragile</i>				1
12	Tunicata	<i>Styela plicata</i>				1
sum			5	7	3	7
prirastek				+5	+0	+2
kumulativno				10	10	12

Portorož

Od drugih vzorčevalnih predelov obstajajo daljši nizi vzorčenj le za nekatere predele. Na glavnem pomolu v Portorožu (Slika 20) je bilo doslej ugotovljeno 15 vrst tujerodnih organizmov, kar je razmeroma visoko število. Prav vsi so povezani s pomorskim prometom. V obdobju 2020/2012 je bilo ugotovljenih 10 vrst, prirastek v primerjavi s predhodnim obdobjem pa znaša 4 vrste. Na tem območju je bila najdena tujerodna vetrnica *Diadumene cf. lineata*, sicer pričakovana vrsta, saj so jo doslej potrdili tudi v drugih delih severnega Jadrana (Tabela 15). Ker gre za majhno območje z vidika površine, je pomol v Portorožu vroča točka tujerodne biodiverzitete v slovenskem delu Jadrana.



Slika 20: Območja vzorčenja na glavnem pomolu v Portorožu (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 15: Pojavljanje tujerodnih vrst v Portorožu v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019 in 2019/2020.

	taxa	vrsta	2018/19	2019/20	2020/21
1	Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	1		
2	Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>			1
3	Bivalvia	<i>Diadumene cf. lineata</i>		1	
4	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1	1
5	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1	1	1
6	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>	1		
7	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>	1		1
8	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1		
9	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>			1
10	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	1		
11	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1	1	1
12	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>		1	1
13	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	1
14	Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>			1
15	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>			1
sum			8	6	10
prirastek				+3	+4
kumulativno				11	15

Sv. Katerina

Na predelu svete Katerine (Slika 21), manjšega pristanišča v bližini izlivnega dela reke Rižane, je bilo doslej ugotovljeno devet vrst tujerodnih organizmov. Od zadnjega popisa (2019/2020), na katerem je bilo ugotovljenih 7 vrst, se je število povečalo za dve vrsti (Tabela 16).



Slika 21: Območja vzorčenja pri Sv. Katerini (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 16: Pojavljanje tujerodnih vrst v sveti Katerini v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019, 2019/2020 in pred tem.

	taxa	vrsta	2018/19	2019/20	2020/21
1	Polychaeta	<i>Teredo navalis</i>			1
2	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>	1	1	1
3	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>		1	1
4	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>	1	1	1
5	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	1	1
6	Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>	1		
7	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1	1	
8	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>			1
9	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	1
sum			6	6	7
prirastek				+1	+2
kumulativno				7	9

Valdoltra

Na območju bolnice Valdoltra je manjše pristanišče (Slika 22), v katerem je bilo doslej ugotovljeno enajst vrst tujerodnih organizmov (Tabela 17). Od zadnjega popisa (2019/2020), na katerem je bilo ugotovljenih 8 vrst, se je število povečalo za pet vrst. Vse vrste so povezane z vektorjem pomorskega prometa.



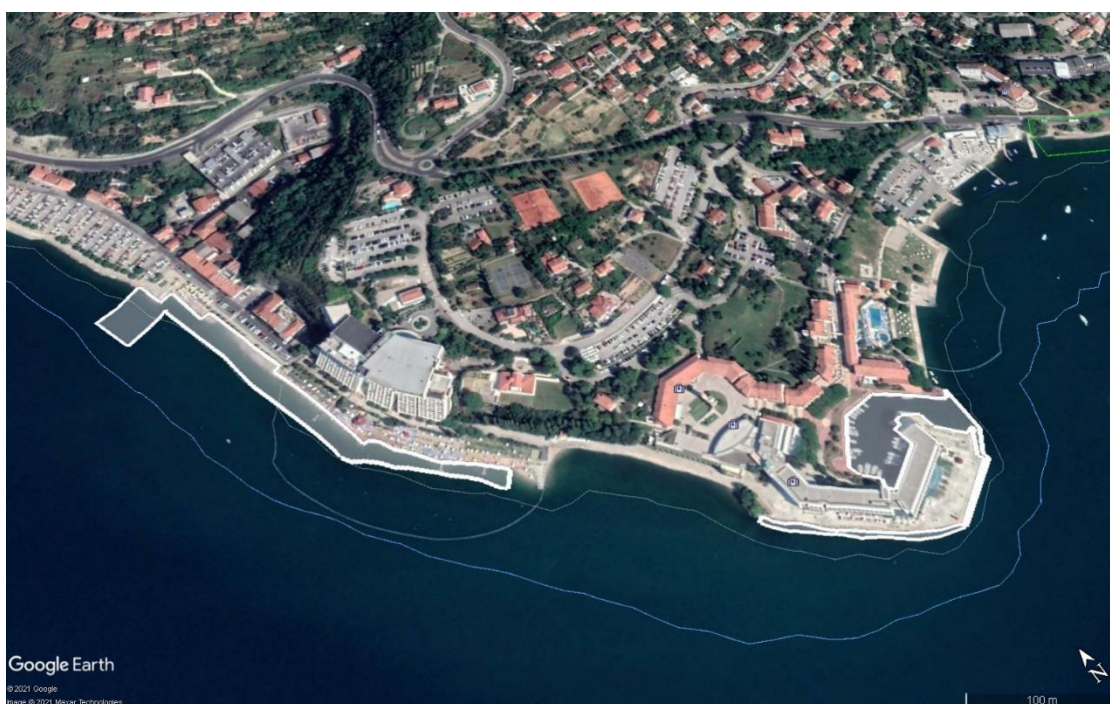
Slika 22: Območja vzorčenja pri Valdoltri (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 17: Pojavljanje tujerodnih vrst v pristanišču Valdoltra v obdobju 2020-2021 v primerjavi s predhodnimi vzorčenji v letih 2018-2019.

	taxa	vrsta	2018/19	2020/21
1	Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>		1
2	Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>		1
3	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1
4	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1	1
5	Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>		1
6	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>		1
7	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	
8	Algae	<i>Asparagopsis armata</i>	1	
9	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1	
10	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	1	1
11	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1
sum			6	8
prirastek				+5
kumulativno				11

Fornače-Bernardin (Piran)

Na območju Fornáč in Bernardina (Slika 23) je bilo ugotovljeno skupno 11 vrst tujerodnih organizmov. Najdene so bile v pristanišču in pomolu v Bernardinu ter na Fornáčah na podvodnem raziskovalnem poligonu Morske biološke postaje. Iz tabele 18 je razvidno, da je bilo v obdobju 2018/2019 najdeno največje število tujerodnih vrst, kar je povezano z dejstvom, da je bil v tem obdobju znatno večji raziskovalni napor kot v naslednjih obdobjih.



Slika 23: Območja vzorčenja na območju Med Fornáčami in Bernardinom (poligon obrobjeni z belo črto).

Tabela 18: Pojavljanje tujerodnih vrst na območju Fornače/Bernardin v obdobjih 2018/2019, 2019/2020 in 2020-2021.

	taxa	vrsta	2018/19	2019/20	2020/21
1	Gastropoda	<i>Bursatella leachi</i>			1
2	Cirripedia	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	1		
3	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>	1		
4	Gastropoda	<i>Celleporaria brunnea</i>	1		
5	Gastropoda	<i>Asparagopsis armata</i>	1		
6	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1		
7	Bryozoa	<i>Hydroides elegans</i>	1	1	
8	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1		
9	Polychaeta	<i>Watersipora arcuata</i>	1		
10	Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>		1	
11	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1	
sum			9	3	1
prirastek				+1	+1
kumulativno				10	12

Marina Lucija in povezovalni kanali

Na območju marine Lucija in povezovalnih kanalov (Fazan) (Slika 24) je bilo ugotovljeno skupno 12 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 19). Večina vrst je povezana s pomorskim prometom, predvsem z obrastjo, ki jo tvorita tujerodna mahovnjaka *Amathia verticillata* in *Bugula neritina*.



Slika 24: Območja vzorčenja na območju marine Lucija in povezovalnih kanalov (poligoni obrobljeni z belo črto).

Tabela 19: Pojavljanje tujerodnih vrst na območju Marine Lucija in povezovalnih kanalov v obdobjih 2018/2019 in 2020-2021.

	taxa	vrsta	2018/2019	2020/21
1	Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>		1
2	Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>	1	
3	Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>		1
4	Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>	1	
5	Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>		1
6	Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	1	1
7	Bryozoa	<i>Hydroides elegans</i>		1
8	Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>	1	
9	Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	1	
10	Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	1	
11	Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	1	1
12	Tunicata	<i>Styela plicata</i>	1	1
sum			8	7
prirastek				+4
kumulativno				12

2.2. REZULTATI ZA FITOPLANKTON

Luka Koper

Identificirali smo 258 različnih taksonov (Priloga 2), od tega 110 diatomej (*Bacillariophyta*), 121 dinoflagelatov (*Dinophyceae*), 13 kokolitoforid (*Coccolithophyceae*), 3 silikoflagelate (*Dictyochophyceae*), po dva predstavnika debel *Chlorophyta*, *Euglenophyta* in *Ochrophyta* ter 4 vrste cianobakterij (*Cyanobacteria*). Ena vrsta, ki ni kokolitoforida, je še pripadla razredu *Coccolithophyceae* (*Chrysochromulina* sp.) in ena vrsta skupini Ebriida, ki vključuje heterotrofne predstavnike (*Hermesinum adriaticum*). Želeli bi poudariti, da zaradi velikosti očes mrežice večina najdenih taksonov spada v velikostni razred mikrofitorplanktona (> 20 µm). Manjši organizmi, ki pripadajo velikostnemu razredu nanofitorplanktona (od 2 do 20 µm), so se v mrežico ujeli le po naključju.

Vrste oziroma taksoni, ki smo jih uvrstili v eno izmed ciljnih kategorij, so zbrane v tabeli 21. Določili smo 25 taksonov HAB, 1 tujerodno vrsto in 3 kriptogene vrste. Šestnajst vrst smo v slovenskem morju zabeležili prvič.

Prvič opažena je bila diatomeja *Odontella aurita*, ki pa je široko razširjena vrsta in je že bila zabeležena v severnem Jadranu (Viličić in sod., 2002). Med dinoflagelati so bile prvič opažene tri pelaške morske vrste (*Peridinium quadridentatum*, *Scaphodinium mirabile* in *Tripos teres*) in ena bentoška vrsta (*Prorocentrum* cf. *formosum*). Dinoflagelat *Peridinium quadridentatum* je bil v vzorcih prisoten avgusta. Čeprav te vrste ni na seznamih HAB vrst, je v literaturi navedena kot vrsta, ki povzroča rdeče plime (cvetenja z veliko biomaso) (Okolodkov in sod., 2016; Rodríguez-Gómez in sod., 2019). Vrsta je prilagojena na plitke, evtrofne vode (Okolodkov in sod., 2016). Prisoten je v večjem delu Sredozemskega morja in tudi v Jadranskem morju (Gómez, 2003). *Scaphodinium mirabile* je heterotrofna vrsta dinoflagelata, ki po svoji obliki ne spominja na sorodne vrste in je bila do sedaj najverjetneje spregledana. Vrsta je razširjena v Sredozemskem morju (Gómez in Furuya, 2003), v Jadranskem morju pa so jo prvič našli leta 2002 ob hrvaški obali (Pećarević in sod., 2013) in jo označujejo kot vrsto, ki se širi zaradi klimatskih sprememb. *Tripos teres* je na novo zabeležena vrsta izmed številnih vrst iz tega rodu, ki so že na seznamu za Slovensko morje. Prisotna je v

vseh regionalnih morjih v Sredozemlju, tudi v Jadranskem (Gómez, 2003). Za vrsto, ki smo jo določili kot *Prorocentrum* cf. *formosum*, smo opredelili kot verjetno kriptogeno, saj je bila ta vrsta opisana iz mangrov v Karibskem morju (Faust, 1993). Pravilna določitev te vrste je sicer vprašljiva, saj gre za majhno bentoško vrsto, pri kateri bi bila potrebna potrditev z elektronskim mikroskopom.

Prvič smo zabeležili tudi vrsto silikoflagelata *Dictyocha crux*. Vrsta je bila v Jadranskem morju že zabeležena (Totti in sod., 2000).

Med prvič opaženimi je bilo tudi nekaj sladkovodnih vrst: dve vrsti diatomej (*Gomphonema* cf. *acuminatum* in vrsta, ki najverjetneje spada v rod *Cymbella*) in ena vrsta dinoflagelata (*Gymnodinium* cf. *fuscum*). Dinoflagelat *G.* cf. *fuscum* je široko razširjena vrsta celinskih in brakičnih voda, zabeležen tudi v nekaj mediteranskih regionalnih morjih (Gómez, 2003). Tudi pri prvič opaženih cianobakterijah iz rodov *Anabaena*, *Lyngbya*, *Merismopedia* in *Oscillatoria* je možno, da gre za sladkovodne vrste, saj imajo vsi omenjeni rodovi tako sladkovodne, kot brakične in morske predstavnike. Vsi ti taksoni so bili najdeni v drugem luškem bazenu (vzorčno mesto PBS2), kamor se izteka Rižana, ki lahko s sabo prinaša sladkovodne organizme. Vrste iz rodu *Merismopedia* so bile najdene tudi v italijanskem pristanišču v Bariju v okviru raziskave PBS projekta BALMAS in so bile kategorizirane kot kriptogene (Mozetič in sod., 2017).

Med kriptogene vrste smo uvrstili še vrsto dinoflagelata *Azadinum caudatum* var. *margalefii*. Vrsto so kot kriptogeno uvrstili tudi Mozetič in sod. (2017), ki so jo prav tako v okviru projekta BALMAS našli v italijanski luki v Anconi.

Največ taksonov smo uvrstili v kategorijo HAB (Tabela 21), in sicer 20 dinoflagelatov, diatomeje iz rodu *Pseudo-nitzschia*, dve vrsti cianobakterij in eno vrsto silikoflagelatov, skupaj 25 taksonov.

Dinoflagelati iz rodu *Alexandrium*, ki lahko povzročijo paralitično zastrupitev s školjkami (PSP – Paralytic Shellfish Poisoning), se v slovenskem morju redno pojavljajo. Najbolj številčni so v spomladanskih mesecih, od aprila do junija, vendar so njihove abundance le redko višje od nekaj 100 celic/l. Toksini, ki jih proizvajajo nekatere izmed vrst iz tega rodu v slovenskih školjkah še niso bili odkriti. V vzorcih iz območja Luke Koper smo prepoznali štiri vrste iz rodu *Alexandrium* (Tabela 21), neprepoznane vrste pa smo združili pod imenom *Alexandrium* spp. Vrste je namreč pod svetlobnim

mikroskopom težko določiti, za zanesljivo določitev je potrebna uporaba elektronskega mikroskopa. Čeprav lahko nekatere vrste iz rodu *Alexandrium* najdemo na različnih seznamih tujerodnih vrst (npr., Streftaris *in sod.*, 2005), je opredeljevanje vrst iz tega rodu kot tujerodnih, predvsem zaradi težavne identifikacije, vprašljivo (Gómez, 2008).

Veliko lažje je določati dinoflagelate, ki s svojimi lipofilnimi toksini pri ljudeh povzročajo predvsem prebavne motnje z drisko, čemur pravimo diaroična zastrupitev s školjkami (DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning). Povzročitelji so nekatere vrste dinoflagelatov iz rodov *Dinophysis*, *Phalacroma* in *Prorocentrum*. Na območju Luke Koper smo našli šest vrst iz rodu *Dinophysis*, dve vrsti iz rodu *Phalacroma* in vrsto *Prorocentrum lima* (Tabela 21). Vse te vrste so značilni predstavniki v fitoplanktonu slovenskega morja, ki se običajno pojavljajo v nizkih abundancah (od nekaj 10 do nekaj 100 celic/l).

Dinoflagelate *Lingulodinium polyedra*, *Protoceratium reticulatum* in *Gonyaulax spinifera*, ki so proizvajalci yessotoksinov in smo jih našli na območju Luke Koper, so tudi sicer značilni predstavniki fitoplanktonske združbe slovenskega morja. Vrsto *Gonyaulax polygramma* smo uvrstili na seznam HAB (Tabela 2), ker lahko povzroča obsežna cvetenja oz. rdeče plime. Ker rod *Heterocapsa* vključuje tudi škodljive vrste, smo ga prav tako umestili v Tabelo 21.

Med diatomejami so na referenčni listi IOC-UNESCO HAB nekatere vrste iz rodu *Pseudo-nitzschia*, ki proizvajajo domojso kislino in so odgovorne za amnezično zastrupitev s školjkami (ASP – Amnesic Shellfish poisoning). Pri veliki večini vrst iz tega rodu je točna identifikacija možna le z elektronskim mikroskopom oziroma z genetskimi analizami, zato smo vse najdene primerke uvrstili kot *Pseudo-nitzschia* spp. Izjema je bila le *Pseudo-nitzschia*, ki je zaradi značilne oblike edina lahko prepoznavna vrsta iz tega rodu. Vrsta smo določili kot NIS in je opisana v poglavju z opisi tujerodnih vrst. Poudariti moramo, da smo jo opazili samo v prvem letu projektne naloge (pozimi 2018/2019), medtem ko je kasneje nismo več našli. V Slovenskem morju je bilo do zdaj ugotovljenih 8 vrst, poleg omenjene *P. multistirata* še *P. calliantha*, *P. fraudulenta*, *P. delicatissima*, *P. galaxiae*, *P. mannii*, *P. pungens* in *P. subfraudulenta* (Turk Dermastia *in sod.*, 2020).

Med potencialno škodljive vrste smo uvrstili tudi dve cianobakteriji, ki ju najdemo na referenčni listi IOC-UNESCO HAB. Nekatere vrste iz rodu *Anabaena* namreč proizvajajo toksine mikrocistin (Mohamed in sod., 2006) in cilindrospermopsin (Spoof in sod., 2006). Dermatotoksin proizvaja tudi ena vrsta iz rodu *Lyngbya* (Osborne in sod., 2001). Primerjava rezultatov te študije z rezultati projekta BALMAS (PBS – Port Baseline Survey in monitoring) iz let 2014 in 2015 (Mozetič in sod., 2017) ni pokazala bistvenih razlik v sestavi fitoplanktonske združbe. Na novo opažene vrste iz te raziskave so najverjetneje odraz pogostejšega vzorčenja, ki je vključevalo vse mesece.

Tabela 21: Fitoplanktonske vrste z območja Luke Koper (označene z +), ki smo jih opredelili kot (potencialno) škodljive (HAB), tujerodne (NIS), kriptogene ali prvič opažene

	HAB	NIS	kriptogena	prvič opažena
Bacillariophyta				
cf. <i>Cymbella</i>				+
<i>Gomphonema</i> cf. <i>acuminatum</i>				+
<i>Odontella aurita</i>				+
<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	+	+		
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+			
Dinophyceae				
<i>Alexandrium</i> cf. <i>insuetum</i>	+			
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i>	+			
<i>Alexandrium</i> cf. <i>tamarense</i>	+			
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	+			
<i>Alexandrium</i> spp.	+			
<i>Azadinium caudatum</i> var. <i>margalefii</i>			+	
<i>Dinophysis acuminata</i>	+			
<i>Dinophysis caudata</i>	+			
<i>Dinophysis fortii</i>	+			
<i>Dinophysis ovum</i>	+			
<i>Dinophysis sacculus</i>	+			
<i>Dinophysis tripos</i>	+			
<i>Dinophysis</i> spp.	+			
<i>Gonyaulax polygramma</i>	+			
<i>Gonyaulax spinifera</i>	+			
<i>Gymnodinium</i> cf. <i>fuscum</i>				+
<i>Heterocapsa</i> spp.	+			
<i>Lingulodinium polyedra</i>	+			

	HAB	NIS	kriptogena	prvič opažena
<i>Peridinium quadridentatum</i>				+
<i>Phalacroma mitra</i>	+			
<i>Phalacroma rotundatum</i>	+			
<i>Prorocentrum</i> cf. <i>formosum</i>			?	+
<i>Prorocentrum lima</i>	+			
<i>Protoceratium reticulatum</i>	+			
<i>Scaphodinium mirabile</i>				+
<i>Tripos teres</i>				+
Dictyochophyceae				
<i>Dictyocha crux</i>				+
<i>Dictyocha speculum</i>	+			
Coccolithophyceae				
<i>Calcidiscus leptoporus</i>				+
<i>Helicosphaera</i> cf. <i>carteri</i>				+
Chlorophyta				
<i>Scenedesmus</i> sp.				+
Cyanophyceae				
cf. <i>Anabaena</i>	(+)			+
<i>Lyngbya</i> sp.	(+)			+
<i>Merismopedia</i> sp.			+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.				+
število taksonov	25	1	4	16

Škocjanski zatok

V Škocjanskem zatoku smo identificirali 202 različna taksona (Priloga 3), od tega 104 diatomeje (*Bacillariophyta*), 77 dinoflagelatov (*Dinophyceae*), 8 kokolitoforid (*Coccolithophyceae*), 3 silikoflagelate (*Dictyochophyceae*), 5 vrst cianobakterij (*Cyanobacteria*), dva predstavnika razreda *Chlorophyceae* in po en iz razredov *Cryptophyceae* in *Xanthophyceae*. Ena heterotrofna vrsta pripada skupini *Ebriida*.

Ker smo vzorčili v plitvi brakični laguni je bila v vzorcih mešana združba morskih in sladkovodnih mikroalg ter takih, ki imajo široko slanostno toleranco in jih najdemo tako v morskih kot v brakičnih in celinskih vodah. Zaradi bližine dotoka morske vode so vseeno prevladovale morske mikroalge. Pri okoli 20 % mikroalg gre za bentoške taksone oziroma take, ki jih najdemo tako v planktonu kot v bentosu.

Prva nam znana raziskava fitoplanktonske združbe v Škocjanskem zatoku je bila opravljena v letih 1999 in 2000 (Čermelj in sod., 2000). Vzorci za fitoplankton so bili

takrat vzeti zelo blizu mesta, kjer smo vzorčili tokrat, vendar je bil mikroskopski pregled opravljen z drugačno, kvantitativno metodo. Natančnega popisa vrst zato ni, prevladujoča vrsta diatomej je bila *Cylindrotheca closterium*, dinoflagelatov pa *Prorocentrum cordatum* (sinonim *P. minimum*), ki sta bili zelo pogosti tudi v naši raziskavi, vendar nista prevladovali.

Vrste oziroma taksoni, ki smo jih uvrstili v eno izmed ciljnih kategorij, so zbrane v Tabeli 22. Določili smo 19 taksonov HAB in nobene nove NIS ali kriptogene vrste. Trinajst vrst mikroalg smo v slovenskem prostoru zabeležili prvič.

Med prvič opaženimi vrstami je bilo 7 vrst diatomej in po dve vrsti dinoflagelatov in cianobakterij. Vrsta diatomeje, ki je podobna *Chaetoceros subtilis* je bila prvič določena, vendar je njena razširjenost v Jadranskem morju znana (Bosak, 2013). Diatomeja *Gyrosigma fasciola* je bila v okviru raziskave PBS projekta BALMAS zabeležena v sosednjem tržaškem pristanišču (Mozetič in sod., 2019) in ima kozmopolitsko razširjenost. Pozornost je potrebno nameniti pravilnosti določitve vrste *Asteromphalus* cf. *parvulus*, katere razširjenost je omejena na območje Antarktike (Lavigne v: Guiry & Guiry, 2020). V rodu *Asteromphalus* je namreč precej vrst, nekatere izmed njih se redno pojavljajo v slovenskem morju, vendar redko v velikem številu. Diatomeja *Eupyxidicula* (sin. *Stephanopyxis*) *turris* se sicer pojavlja na nekaterih seznamih evropskih NIS (AquaNIS in EASIN), vendar Gómez (2019) trdi, da je vrsta kozmopolitska in je ne moremo šteti za NIS. Diatomejo *Corethron* sp. sicer nismo uspeli določiti do vrste, vendar je za Jadransko morje znana vrsta *C. hystrix* (Viličić in sod. 2002). Vrsta *C. criophilum* se tudi pojavlja na seznamih NIS, za kar pa Gómez (2008) trdi, da je verjetno napačno določena. Prvič sta bili opaženi dve sladkovodni vrsti diatomej: cf. *Craticula cuspidata*, ki jo za severni Jadran navajajo Viličić in sod. (2002) in *Nitzschia* cf. *sigmoidea*, ki je široko razširjena v evropskih vodah (Guiry v: Guiry in Guiry, 2021).

Prvič opaženi dinoflagelat *Peridinium quadridentatum* je bil v vzorcih prisoten avgusta, tako kot v vzorcih iz Luke Koper. Tudi vrsta *Scaphodinium mirabile* je bila opažena tako v Luki Koper kot v Škocjanskem zatoku. Prvič smo opazili tudi vrsti zelenih alg iz rodov *Pediastrum* in *Scenedesmus*. V rodu *Pediastrum* je več kot sto po vsem svetu razširjenih sladkovodnih vrst, v rodu *Scenedesmus* pa so vrste, ki jih najdemo v sladkovodnih in brakičnih habitatih (Guiry v: Guiry in Guiry, 2021).

Med cianobakterijami smo tako kot v vzorcih iz Luke Koper prvič zabeležili vrsto iz rodu *Lyngbya*. Samo v Škocjanskem zatoku smo zabeležili še dve vrsti cianobakterij: *Nostoc* sp. in *Synechococcus* sp. V cianobakterijskem rodu *Synechococcus* je okoli 40 tako morskih, brakičnih kot sladkovodnih vrst, ki so zelo heterogene. Cronberg in Annadotter (2006) uvrščajo rod med toksigene, saj proizvaja hemolitične toksine. Na referenčni listi IOC-UNESCO HAB organizmov tega rodu ni.

Največ taksonov smo uvrstili v kategorijo HAB (Tabela 22), in sicer 16 dinoflagelatov, diatomeje iz rodu *Pseudo-nitzschia* in po eno vrsto silikoflagelatov in cianobakterij, skupaj 19 taksonov. Vse taksone, razen vrste *Dinophysis acuta*, smo našli tudi med pregledom v Luki Koper in smo njihove značilnosti in vpliv že opisali. Dinoflagelat *D. acuta*, ki proizvaja DSP toksine, se v slovenskem morju pojavlja redko in vedno v nizkem številu.

Tabela 22: Fitoplanktonske vrste iz brakične lagune Škocjanskega zatoka, ki smo jih opredelili kot tujerodne (NIS), (potencialno) škodljive (HAB), prvič opažene ali kriptogene.

	HAB	NIS	kriptogena	prvič opažena
Bacillariophyta				
<i>Pseudo-nitzschia</i> spp.	+			
<i>Asteromphalus</i> cf. <i>parvulus</i>				+
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>subtilis</i>				+
<i>Corethron</i> sp.				+
<i>Gyrosigma fasciola</i>				+
<i>Eupyxidicula</i> (<i>Stephanopyxis</i>) <i>turris</i>				+
cf. <i>Craticula cuspidata</i>				+
<i>Nitzschia</i> cf. <i>sigmoidea</i>				+
Dinophyceae				
<i>Alexandrium</i> cf. <i>minutum</i>	+			
<i>Alexandrium pseudogonyaulax</i>	+			
<i>Alexandrium</i> spp.	+			
<i>Dinophysis acuta</i>	+			
<i>Dinophysis caudata</i>	+			
<i>Dinophysis fortii</i>	+			
<i>Dinophysis ovum</i>	+			
<i>Dinophysis sacculus</i>	+			
<i>Gonyaulax polygramma</i>	+			
<i>Gonyaulax spinifera</i>	+			
<i>Heterocapsa</i> spp.	+			
<i>Lingulodinium polyedra</i>	+			
<i>Peridinium quadridentatum</i>				+
<i>Phalacroma mitra</i>	+			
<i>Phalacroma rotundatum</i>	+			
<i>Prorocentrum lima</i>	+			
<i>Protoceratium reticulatum</i>	+			
<i>Scaphodinium mirabile</i>				+
Dictyochophyceae				
<i>Dictyocha speculum</i>	+			
Chlorophyceae				
<i>Pediastrum</i> sp.				+
<i>Scenedesmus</i> sp.				+
Cyanophyceae				
<i>Lyngbia</i> sp.	(+)			+
<i>Nostoc</i> sp.				+
<i>Synechococcus</i> sp.				+
število taksonov	19	-	-	13

3. PRELIMINARNA INTERPRETACIJA VPLIVA TUJERODNIH VRST NA DOMORODNE VRSTE, HABITATE IN EKOSISTEME TER NA RIBOLOVNE IN MARIKULTURNE VIRE

Pri interpretaciji morebitnih vplivov tujerodnih vrst v novem okolju, še posebej tistih, ki so invazivne, je potrebno biti zelo previden. V morskem okolju lahko hkratno delujejo številni pritiski in zato je potrebno biti trdno prepričan, ko neko spremembo pripisujemo zgolj enemu od njih. Nekateri strokovnjaki določene tujerodne vrste smatrajo za invazivne, drugi pa ne. To je tudi posledica dejstva, da je lahko določena vrsta v nekem okolju invazivna, v drugem pa ne.

Tekom projektne naloge nismo zaznali nobene tujerodne vrste, ki bi jo lahko pri nas označili za invazivno in naj bi torej nedvoumno povzročila zaznavno ekonomsko in/ali ekološko škodo. V nadaljevanju tako omenjamo zgolj 5 vrst, ki so bile v nekaterih drugih območjih Sredozemlja in Črnega morja prepoznane kot invazivne.

- *Callinectes sapidus*

Od tujerodnih vrst, za katere so v drugih geografskih okoljih dokazali negativen vpliv na samoniklo favno, smo ponovno potrdili pojavljanje modre rakovice *Callinectes sapidus*. Doslej so bili zabeleženi štirje primeri pojavljanja te vrste v slovenskem delu Jadranskega morja, poleg tega pa so bili vsi najdeni v zelo podobnem okolju plitvega sedimentnega dna v zaščitelih predelih (zalivih). Trenutno je še prezgodaj sklepati o tem ali bo tudi v našem okolju vrsta imela vpliv te vrste na domorodno biodiverziteto ali katero od gospodarskih dejavnosti v morju.

- *Mnemiopsis leidyi*

Med invazivnimi vrstami, za katere je bilo ugotovljeno, da lahko povzročajo ekonomsko in/ali ekološko škodo, je v slovenskem delu Jadrana v toplem delu leta prisotna rebrača *M. leidyi*. Triletna preiskava več kot 500 želodčnih vsebin te rebrače v slovenskem delu Jadrana je pokazala, da so ribja jajca in mladice v prehrani prisotne v zanemarljivo majhnem deležu (Mavrič s sod., 2018). Poleg tega je bil potrjen v poletnih mesecih tudi kanibalizem, saj so večje rebrače plenile manjše primerke svoje vrste. Kot plen so bili nabolj pogosti mikrozooplanktonski organizmi v velikostnem

razredu med 0 in 200 µm. Najpogostejše so bile ličinke rakov ceponožcev (Copepoda, navpliji in kopepoditi) in ličinke rakov vitičnjakov (Cirripedia). Velike gostote rebrač lahko tako požro velike količine mikrozooplanktona, vendar je ekološke razsežnosti, v kolikšni meri to vpliva na prehranjevalni splet slovenskega morja in posredno na ribištvo in marikulturo, trenutno nemogoče napovedati. Kljub vsemu pa je invazivnost te vrste zaradi omenjenega za zdaj še vprašljiva.

Nekatere klobučnjaške meduze (npr. *Rhizostoma pulmo*) ob velikih namnožitvah lahko povzročajo probleme v ribištvu, ker se množično lovijo v mreže in s tem onemogočajo lov. Pri namnožitvah rebrače *M. leidy* do tega ne prihaja saj so osebkim manjših velikosti, prav tako pa njihovo telo ni tako trdno in ob stiku z ribiško mrežo večinoma razpade.

- *Magallana gigas*

Tudi za japonsko ostrigo je status invazivne vrstev slovenskem morju neupravičen ali vprašljiv. Ta vrsta se pojavlja skoraj izključno le v mediolitoralnem (bibavičnem) pasu v razponu od 0,5 do 1 m globine. Ta pas je že sicer znan kot skrajno življenjsko okolje, kjer lahko preživijo le najbolj ekološko trpežni živi organizmi. Obenem tvori gosta obrast iz lupin možnost naseljevanja drugim organizmom, ki lahko najdejo med gosto prevleko iz školjk bolj ugodne bivalne niše za preživetje v fazi emerzije (za časa oseke), ko so morski organizmi izpostavljeni izsuševanju.

- *Arcuatula senhousia*,

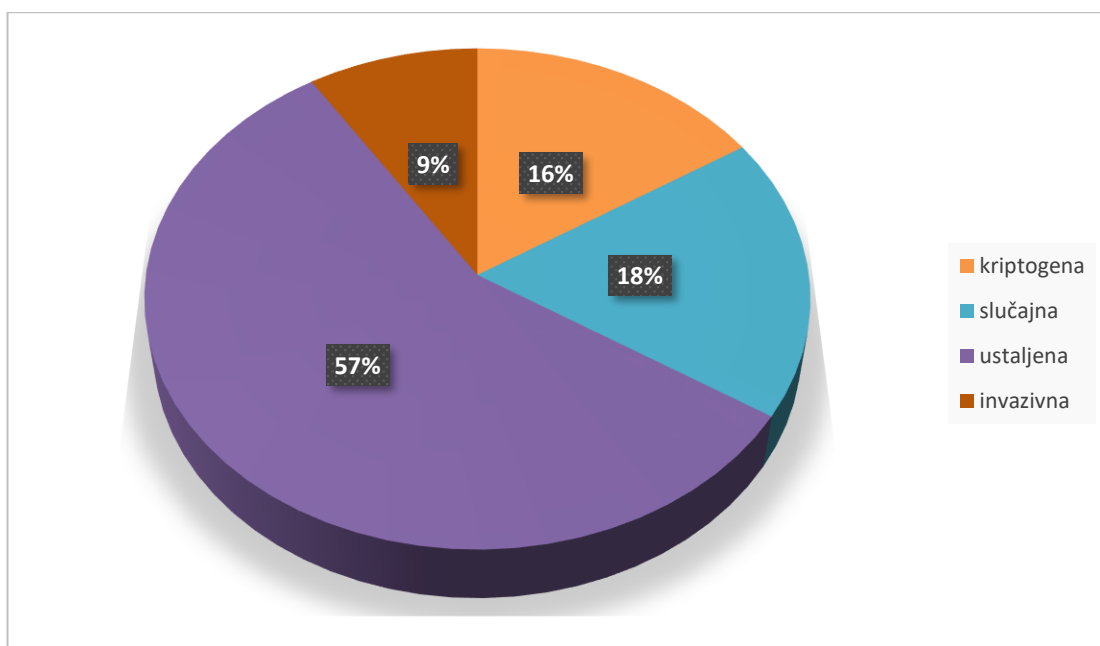
Školjka *Arcuatula senhousia* se je pojavila v Škocjanskem zatoku po posegu obnove osrednje struge in drugih renaturacijskih del. Takoj po posegu je začela kot pionirska vrsta naseljevati novo okolje, a se je njena gostota kasneje postopno pričela zmanjševati. Danes je v Škocjanskem zatok prisotna v manjšem številu osebkov. Med podvodnimi opazovanji smo kljub vsemu zaznali določena območja vzdolž glavnega kanala, kjer se v mehkem muljastem dnu nahajajo v zaplatah številni osebki zelo blizu skupaj. Te zaplate so nekakšni otoki sekundarnega trdnega dna v drugače predvsem zelo muljastem okolju. Kljub vsemu je tudi v tem primeru njen status invazivne vrste v slovenskem morju vprašljiv.

- *Haloa japonica*

Zelo pogosto se na območju koprške bonifike pojavlja tujerodni polž zaškrGAR *Haloa japonica*, ki v obravnavanem okolju tudi polaga mrest. Njegovega vpliva na domorodno favno nismo zasledili, saj se pojavlja v opustošenih in efemeralnih (začasnih) življenjskih okoljih. Ker se hrani z velikimi količinami morske solate (*Ulva* spp.), vendar dejanskih podatkov kako velik je njegov učinek ni, lahko pa bi bil precej velik. Na ta način bi lahko tudi omilil problem eutrofikacije, ki se kaže v obsežni biomasi te alge.

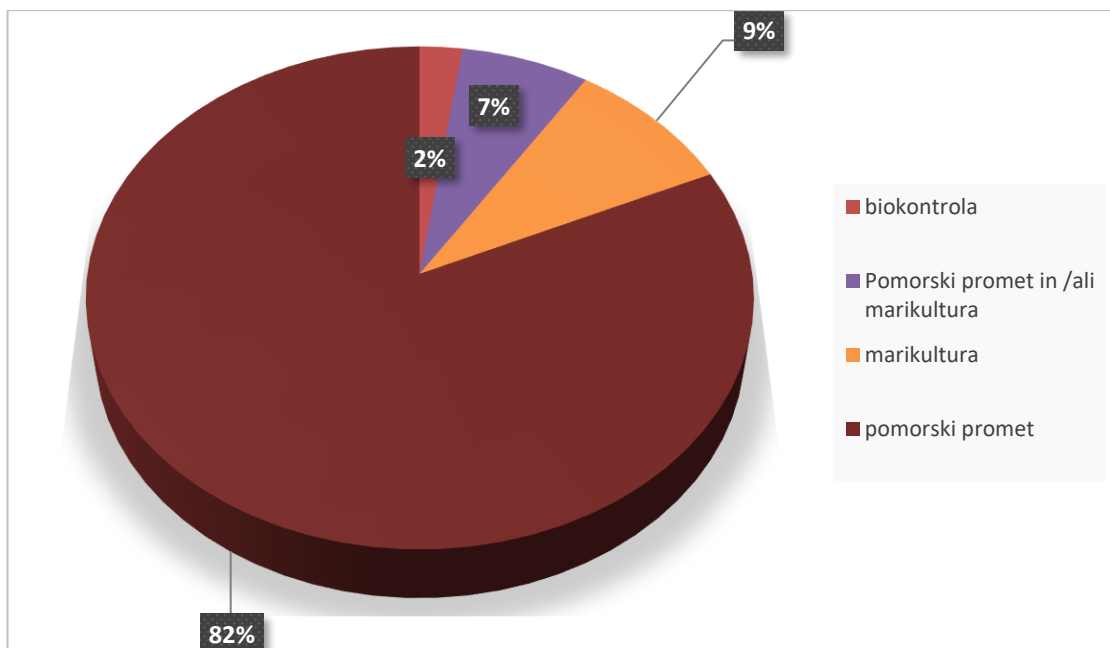
4. OPREDELITEV POTI VNOSA IN ŠIRJENJA PRISOTNIH TUJERODNIH VRST, PREDVSEM INVAZIVNIH

V času izvajanja projektne naloge je bilo na obravnavanih predelih slovenskega morja ugotovljenih 44 vrst tujerodnih organizmov (Tabela 22). Med temi je bilo 57% tujerodnih vrst, ki so se v novem okolju že ustalile, 9% invazivnih ali potencialno invazivnih vrst, 16% kriptogenih vrst in 18% tujerodnih vrst, ki so se pojavljale v enem ali dveh primerih in jih zato obravnavamo kot slučajne (Slika 25).



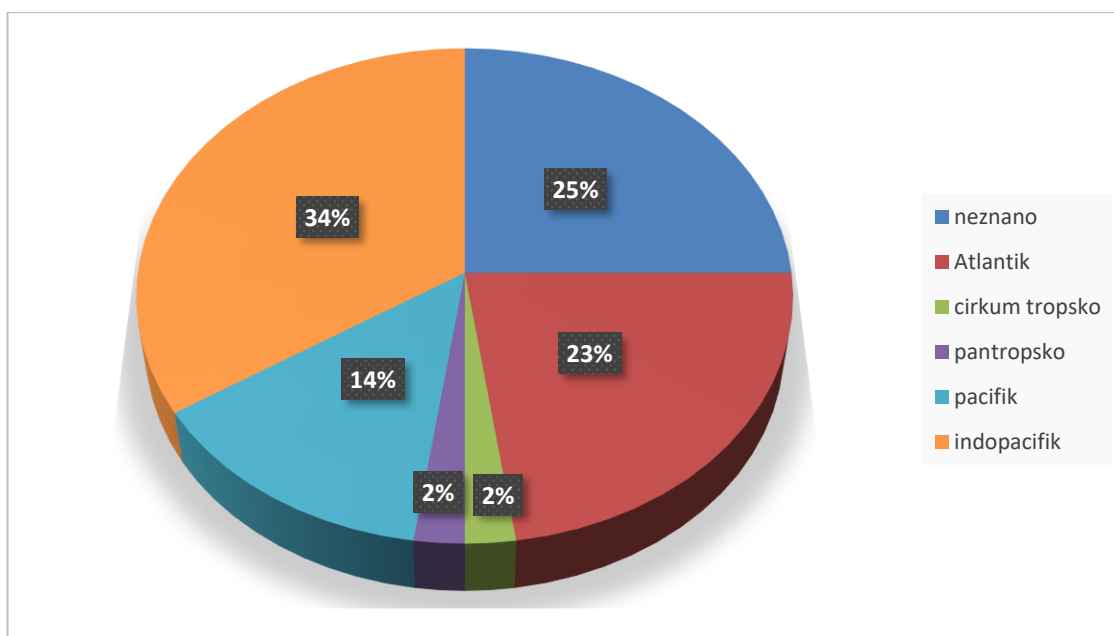
Slika 25: Opredelitev tujerodnih vrst, zabeleženih v slovenskem morju v času izvajanja projektne naloge.

Velika večina vrst (82%) je prišla v slovensko morje s pomorskim prometom, bodisi z balastnimi vodami ali kot obrast na plovilih, pri še dodatnih 7% ni povsem jasno, ali je glavni vektor vnosa marikultura ali pomorski promet (ali kar oboje). Približno 9% tujerodnih vrst je tesno povezanih z marikulturo kot vektorjem vnosa (Slika 26). Ena vrsta (*Gambusia holbrooki*) je povezana z biokontrolo. To vrsto so v dvajsetih letih prejšnjega stoletja naseljevali v slovenska obrežna mokrišča, da bi rešili probleme s komarji oziroma malarijo.



Slika 26: Opredelitev tujerodnih vrst, ugotovljenih v slovenskem morju v obdobju 2019-2020 glede na vektor vnosa.

Največji delež vrst (34%) izvira iz Indo-Pacifika, 23 % vrst izvira iz Atlantika in 14% iz Tihega oceana (Slika 27). Za kar velik delež (25%) izvorno območje še ni znano.



Slika 27: Opredelitev tujerodnih vrst, ugotovljenih v slovenskem morju v obdobju 2019-2020 glede na izvor vrst.

Tekom izvajanja projektne naloge smo ugotovili pojavljanje kar nekaj tujerodnih in kriptogenih vrst, ki do leta 2018 (začetek izvajanja naloge) niso bile zabeležene v slovenskem morju. Med drugim so to vrste *Thecacera pennigera*, *Polydora cornuta*, *Paranthura japonica*, *Celleporaria brunea*, *Watersipora arcuata*, *Watersipora subtorquata*, *Callinectes sapidus*, *Clavellina oblonga*. Za nekatere vrste smo opazili, da smo jih od prvega pojavljanja zabeležili na večih območjih in mogoče zaznali v večjem številu. Kljub vsemu bi bilo za zanesljivo ovrednotenje tega, ali so te vrste v fazi širjenja oz. ekspancije, zagotoviti nadaljnje (vsaj nekaj letno) kontinuirano spremljanje stanja. Še posebej bi veljalo biti pozoren tudi na mordo rakovico (*Callinectes sapidus*) in plaščarja *Clavellina oblonga*, ki sta se v številnih območjih Sredozemskega morja izkazali za invazivni.

Vsaj osem ugotovljenih tujerodnih vrst je tesno povezanih s pojavljanjem tujerodnih in domorodnih mahovnjakov, le-ti pa so povezani z obrastjo plovil (plovila, ki dolgo niso plula in nimajo čistega trupa) in murinških vrvi. Nadalje so s plovili in marikulturnimi objekti povezani mnogi tujerodni plaščarji (Tunicata) in raki vitičnjaki (Cirripedia).

Osem vrst je tudi med polži zaškrGARji, ki so pogosto vrstno specifično odvisni od pojavljanja določene vrste plena. Tako je na primer vrsta *Haloa japonica* tesno povezana s pojavljanjem morske solate (*Ulva*), gološkrGAR *Thecacera pennigera* pa s pojavljanjem, domorodnega mahovnjaka *Crisularia plumosa*.

Poleg marikulturnih objektov, pristanišč in obrežnih mokrišč so zelo zanimiva okolja za tujerodne vrste efemeralna življenjska okolja, ki nastanejo ob raznih gradbiščih, in vodno omrežje raznih kanalov, ki so lahko povezani z morjem ali na primer Škocjanskim zatokom. V takih opustošenih okoljih je lahko abundanca tujerodnih organizmov zelo velika, nekatere vrste pa so bile doslej potrjene le v takih habitatih. To velja na primer za vrsto školjke *Xenostrobus securis*. Poleg tega lahko nekatere vrste tujerodnih organizmov ustvarjajo habitate za druge vrste. Tujerodni kolonijski mnogoščetinec ustvarja več kot 1 m velike grebene, v katerih se lahko skrivajo nekatere tujerodne vrste kot npr. školjka *Arcuatula senhousia*.

Tabela 22: Seznam tujerodnih vrst in njihova opredelitev glede izvora, vektorjev vnosa in statusa v slovenskem morju na izbranih lokalitetah v obdobju projektne naloge.

Taxon	Vrsta	Izvorno širše območje	Vektor vnosa	Status v slovenskem morju
Algae	<i>Codium fragilefragile</i>	Z Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Amphipoda	<i>Caprella scaura</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Bacillariophyceae	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Bivalvia	<i>Arcuatula senhousia</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet /Marikultura	invazivna
Bivalvia	<i>Teredo navalis</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Bivalvia	<i>Magallana gigas</i>	Indo-Pacifik	Marikultura	Ustaljena
Bivalvia	<i>Ruditapes philippinarum</i>	Indo-Pacifik	Marikultura	Ustaljena
Bivalvia	<i>Anadara transversa</i>	Atlantik	Pomorski promet	Ustaljena
Bivalvia	<i>Xenostrobus securis</i>	JZ Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Bryozoa	<i>Tricellaria inopinata</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Bryozoa	<i>Bugula neritina</i>	?	Pomorski promet /Marikultura	kriptogena
Bryozoa	<i>Arbopercula tenella</i>	Z Atlantik	Pomorski promet	slučajna
Bryozoa	<i>Amathia verticillata</i>	Atlantik	Pomorski promet	ustaljena
Bryozoa	<i>Celleporaria brunnea</i>	V Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Bryozoa	<i>Watersipora arcuata</i>	?	Pomorski promet	ustaljena
Bryozoa	<i>Watersipora cf. subtorquata</i>	?	Pomorski promet	ustaljena
Bryozoa	<i>Watersipora subatra</i>	?	Pomorski promet	ustaljena
Cirripedia	<i>Amphibalanus eburneus</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Cirripedia	<i>Amphibalanus improvisus</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Cirripedia	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	slučajna
Cirripedia	<i>Balanus trigonus</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Cnidaria	<i>Mnemiopsis leidyi</i>	Atlantik	Pomorski promet	invazivna
Cnidaria	<i>Diadumene cf. lineata</i>	Z Pacifik	Pomorski promet	slučajna
Copepoda	<i>Pseudodiaptomus marinus</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	invazivna
Decapoda	<i>Callinectes sapidus</i>	Z Atlantik	Pomorski promet	slučajna
Florideophyceae	<i>Asparagopsis armata</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet /Marikultura	ustaljena
Gastropoda	<i>Halio japonica</i>	Indo-Pacifik	Marikultura	invazivna

Gastropoda	<i>Cuthona perca</i>	Atlantik	Pomorski promet	slučajna
Gastropoda	<i>Stiliger cf. fuscovittatus</i>	Pacifik	Pomorski promet	slučajna
Gastropoda	<i>Polycera hedgpethi</i>	Indo-Pacifik	Marikultura	ustaljena
Gastropoda	<i>Bursatella leachii</i>	Circumtropsko	Pomorski promet	ustaljena
Gastropoda	<i>Polycerella emertoni</i>	Atlantik	Pomorski promet	ustaljena
Gastropoda	<i>Thecacera pennigera</i>	?	Pomorski promet	ustaljena
Gastropoda	<i>Okenia zoobotryon</i>	Atlantik	Pomorski promet	slučajna
Isopoda	<i>Monocorophium sextonae</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	slučajna
Isopoda	<i>Paracerceis sculpta</i>	Pantropsko	Pomorski promet	ustaljena
Isopoda	<i>Paranthura japonica</i>	SZ Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Pisces	<i>Gambusia holbrooki</i>	Atlantik	biokontrola	ustaljena
Polychaeta	<i>Ficopomatus enigmaticus</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Polychaeta	<i>Hydroides elegans</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Spongiaria	<i>Paraleucilla magna</i>	Indo-Pacifik	Pomorski promet	ustaljena
Tunicata	<i>Botryllus schlosseri</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Tunicata	<i>Styela plicata</i>	?	Pomorski promet	kriptogena
Tunicata	<i>Clavellina oblonga</i>	Atlantik	Marikultura	ustaljena

5. OCENA DOSEGANJA DOBREGA STANJA MORSKEGA OKOLJA (GES) ZA DESKRIPTOR D2 ODMS

V skladu s projektno nalogo »Strokovne podlage za posodobitev začetne presoje stanja morskega okolja skladno z Direktivo o morski strategiji 2008/56/ES, zadnjič spremenjeno 17. maja 2017 – biološki elementi in elementi povezani z njimi. C. Priprava strokovne podlage za posodobitev ocene in presoje stanja morskega okolja – to je za vsebine, ki neposredno in/ali posredno vplivajo na elemente vezane na presojo stanja glede bioloških elementov morskega okolja« smo v letu 2019 pripravili poročilo za Ministrstvo za okolje in prostor. Poročilo je vsebovalo tudi presojo stanja morskega okolja po deskriptorju 2 ODMS (Orlando-Bonaca in sod., 2019b).

V omenjenem poročilu smo zapisali, da je ***dobro okoljsko stanje*** v povezavi s tujerodnimi vrstami doseženo, kadar: 1) število na novo vnesenih tujerodnih vrst v naravo, ki so posledica človekovega delovanja, je za posamezno obdobje presoje (6 let), merjeno od referenčnega leta, zmanjšano na najmanjšo možno mero in, kjer je to mogoče, zmanjšano na nič; 2) številčnost in prostorska porazdelitev naseljenih tujerodnih vrst, zlasti invazivnih vrst, ki imajo znatno škodljiv učinek na posebne skupine vrst ali glavne tipe habitata, sta omejena; 3) delež skupine vrst ali prostorskega obsega glavnega tipa habitata, ki je posledica škodljivega vpliva tujerodnih vrst, zlasti invazivnih, je zanemarljiv (Sklep Komisije (EU) 2017/848).

Tabela 23 prikazuje vsa merila in elemente meril za presojo stanja morskega okolja za deskriptor D2 v skladu s Sklepom Komisije ((EU) 2017/848), ki so predmet presoje stanja morskega okolja v 2. ciklu ODMS.

Obseg presoje za izbrana merila za deskriptor D2 za Slovenijo vključuje:

- obalne vode in
- teritorialne vode morja v pristojnosti RS.

Čeprav je **D2C1** (število na novo vnesenih neavtohtonih vrst v naravo, ki so posledica človekovega delovanja v 6-letnem obdobju presoje in seznam navedenih vrst) primarno merilo, **na nacionalni ravni nima opredeljenih mejnih vrednosti**. Prav tako **nimata opredeljenih mejnih vrednosti** sekundarni merili **D2C2** (številčna in prostorska

porazdelitev naseljenih neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih vrst, ki imajo škodljiv učinek na posebne vrste skupin ali glavne tipe habitata) in **D2C3** (delež skupine vrst ali prostorskega obsega glavnega habitatnega tipa, ki je posledica škodljivega vpliva neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih).

Tabela 23: Vsa merila in elementi meril v okviru deskriptorja D2 (Sklep komisije (EU) 2017/848) so predmet presoje stanja morskega okolja v 2. ciklu ODMS za deskriptor D2.

Elementi meril	Merila	Metodološki standardi
Na novo vnesene neavtohtone vrste	D2C1 – Primarna: Število na novo vnesenih neavtohtonih vrst v naravo, ki so posledica človekovega delovanja, je za posamezno obdobje presoje (6 let), merjeno od referenčnega leta, kakor je navedeno v členu 8(1) Direktive 2008/56/ES, zmanjšano na najmanjšo možno mero in, kjer je to mogoče, zmanjšano na nič. Države članice mejne vrednosti glede števila na novo vnesenih neavtohtonih vrst določijo z regionalnim in podregionalnim sodelovanjem.	Obseg presoje: Pododdelki regije ali podregije, po potrebi razdeljeni z državnimi mejami. Uporaba meril: V kolikšni meri je bilo doseženo dobro okoljsko stanje, se za vsako območje, podvrženo presoji, izrazi na naslednji način: — število na novo vnesenih neavtohtonih vrst, ki so posledica človekovega delovanja, v 6-letnem obdobju presoje in seznam navedenih vrst.
Naseljene neavtohtone vrste, zlasti invazivne neavtohtone vrste, vključno z relevantnimi vrstami na seznamu invazivnih neavtohtonih vrst, ki zadevajo Unijo, sprejetem v skladu s členom 4(1) Uredbe (EU) št. 1143/2014, in vrste, ki so pomembne za uporabo na podlagi merila D2C3. Države članice seznam oblikujejo z regionalnim in podregionalnim sodelovanjem.	D2C2 – Sekundarna: Številčnost in prostorska porazdelitev naseljenih neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih vrst, ki imajo znatno škodljiv učinek na posebne skupine vrst ali glavne tipe habitata.	Obseg presoje: Kakor se uporablja za presojo zadevnih skupin vrst ali glavnih tipov habitata na podlagi deskriptorjev 1 in 6. Uporaba meril: Merilo D2C2 (številčna opredelitev neavtohtonih vrst) je izraženo za posamezno vrsto, podvrženo presoji, in prispeva k presoji merila D2C3 (škodljivi učinki neavtohtonih vrst).
Skupine vrst in glavnih tipov habitata, ki jih ogrožajo neavtohtone vrste, izbrane med tistimi iz deskriptorjev 1 in 6. Države članice seznam oblikujejo z regionalnim in podregionalnim sodelovanjem.	D2C3 – Sekundarna: Delež skupine vrst ali prostorskega obsega glavnega tipa habitata, ki je posledica škodljivega vpliva neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih. Države članice z regionalnim in podregionalnim sodelovanjem določijo mejne vrednosti škodljivih sprememb v skupinah vrst in tipih habitata, ki jih povzročajo neavtohtone vrste.	Merilo D2C3 zagotavlja delež za posamezno skupino vrste in obseg glavnega tipa habitata, podvrženega presoji, kjer so nastale škodljive spremembe, ter tako prispeva k presoji deskriptorjev 1 in 6.

Tudi na regijski (Sredozemsko morje) in podregijski (Jadransko morje) ravni trenutno ni usklajenih pristopov za oceno stanja po merilih D2C1, D2C2 in D2C3, zato tudi ni razpoložljivih mejnih vrednosti.

V poročilu UNEP MAP (2017) pa je zapisano, da se trend novih vnosov tujerodnih vrst v Sredozemlju **povečuje**. V obdobju 2000-2009 je stopnja vnosov presegla vrednost 200 novih tujerodnih vrst na desetletje. V znanstveni literaturi so bili objavljeni številni nacionalni sezname morskih tujerodnih vrst, **med katerimi je večina bila potrjena v**

zadnjem desetletju (vključno s Hrvaško, Ciprom, Grčijo, Izraelom, Italijo, Libijo, Libanonom, Malto, Slovenijo, Tunizijo in Turčijo). Vendar pa ta trend naraščanja števila novih vnosov večinoma odraža nove vnose tujerodnih vrst v **vzhodnem Sredozemlju**, medtem ko se v drugih podregijah stopnja novih vnosov zmanjšuje (Slika 28).



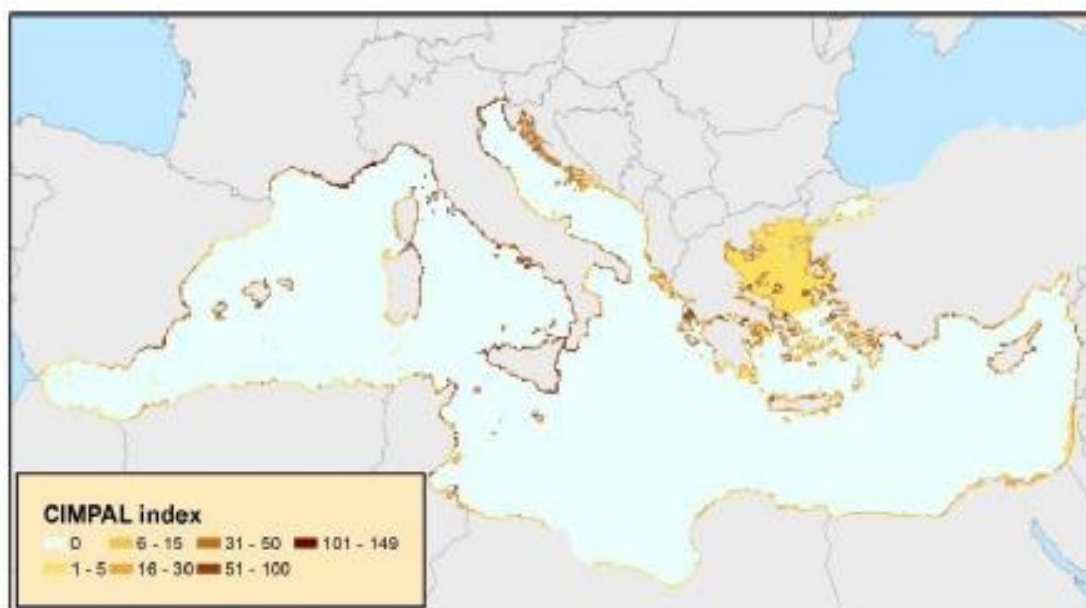
Slika 28: Trend novih vnosov tujerodnih vrst na desetletje v sredozemskih podregijah (vzhodno, osrednje, zahodno Sredozemlje in Jadransko morje) (Vir: MAMIAS <http://www.mamias.org/> v UNEP MAP, 2017).

Med štirimi sredozemskimi podregijami je bilo največje število ustaljenih tujerodnih vrst potrjeno v vzhodnem Sredozemlju, najmanjše pa v Jadranskem morju (Tabela 24).

Tabela 24: Povzetek informacij za vsako sredozemsko podregijo o statusu tujerodnih vrst (Vir: MAMIAS <http://www.mamias.org/> v UNEP MAP, 2017).

	vzhodno Sredozemlje	osrednje Sredozemlje	Jadransko morje	zahodno Sredozemlje
Število ustaljenih tujerodnih vrst	468	183	135	215
Najbogatejši taksoni tujerodnih vrst	Mollusca (mehkužci), Crustacea (raki)	Macrophyta (makroalge in cvetnice), Polychaeta (mnogoščetinci)	Macrophyta (makroalge in cvetnice), Mollusca (mehkužci)	Macrophyta (makroalge in cvetnice), Crustacea (raki)
Trend stopnje novih vnosov (na podlagi zadnjih tridesetih letih)	naraščajoč	upadajoč	upadajoč	upadajoč

V poročilu UNEP MAP (2017) je še zapisano, da so bili skupni vplivi tujerodnih vrst na sredozemske morske habitate nedavno ocenjeni in kartirani z indeksom CIMPAL, ki temelji na porazdelitvi tujerodnih vrst in habitatov, pa tudi na poročani velikosti ekoloških vplivov. Indeks CIMPAL je pokazal močno prostorsko heterogenost, vpliv pa je bil večinoma omejen na obalna območja (Slika 29).



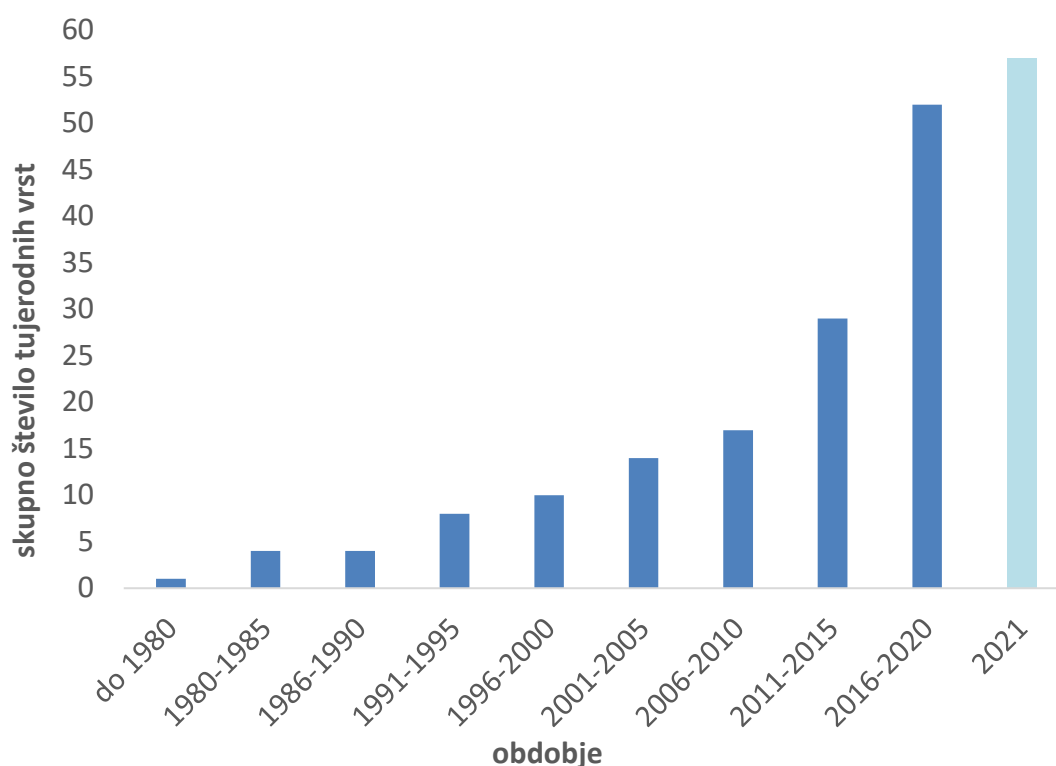
Slika 29: Zemljevid kumulativnih vplivov (CIMPAL) invazivnih tujerodnih vrst na morske habitate (Vir: spremenjeno iz Katsanevakis in sod. (2016) v UNEP MAP, 2017).

V poročilu UNEP MAP (2017) so še zaključili, da so dokazi za večino poročenih vplivov tujerodnih vrst šibki in večinoma so podani na podlagi strokovne presoje. Ocena trendov številčnosti in prostorske porazdelitve je večinoma pomanjkljiva. Prizadevanja za spremljanje stanja in raziskave tujerodnih vrst se trenutno med sredozemskimi državami zelo razlikujejo, zato so lahko na (pod)regionalni ravni trenutne ocene in primerjave pristranske. Pomanjkanje namenskega in usklajenega spremljanja stanja tujerodnih vrst na nacionalni in regionalni ravni implicira nizko zaupanje v trenutno oceno, čeprav se število novih vnosov kontinuirano povečuje. Pomanjkanje standardiziranega spremljanja stanja in podatkov trenutno ogroža reprezentativnost in primerljivost med ocenjevalnimi cikli (UNEP MAP, 2017).

5.1. PRESOJA STANJA ZA IZBRANA MERILA NA NACIONALNI RAVNI

D2C1: Število na novo vnesenih neavtohtonih vrst v naravo, ki so posledica človekovega delovanja v 6-letnem obdobju presoje in seznam navedenih vrst

Do leta 2012 je bilo število zabeleženih tujerodnih in kriptogenih vrst 17. V obdobju med letom 2012 in marcem 2020 se je to število povzpelo na 52 (Orlando-Bonaca in sod., 2020), v zadnjem letu pa je kumulativna številka tujerodnih in kriptogenih vrst narasla na **57** (Slika 30). Število se je povečalo zaradi večjega raziskovalnega napora, ki mu je botrovala pričujoča projektna naloga, nekaj pa je bilo tudi dejanskih novih prišlekov (npr. modra rakovica).



Slika 30: Kumulativno naraščanje števila tujerodnih vrst v zadnjih štiridesetih letih v slovenskem delu Jadrana.

Pričakovati je, da se bo ta naraščajoč trend še nadaljeval. Prvi razlog je povezan s siceršnjim trendom bioinvazije, s katero se soočata Jadransko in Sredozemsko morje. Drugi razlog je povezan z večjim raziskovalnim naporom. Nekaterim taksonomskim skupinam je bilo doslej posvečeno znatno manj raziskovalne pozornosti. To velja na primer skupini luknjičark (Foraminifera) in migetalkarjev (Ciliophora), znatno manj

raziskane pa so bile nekatere večje skupine kot so npr. mnogoščetinci (Polychaeta). Tretji razlog za naraščajoč trend lahko iščemo tudi v tem, da smo doslej največ raziskovalne pozornosti usmerjali v tako imenovane vroče točke (hot spots) bioinvazije kot so školjčišča, pristanišča, mandrač in marine ter obrežna mokrišča, manj pozornosti pa drugim okoljem.

D2C2: Številčna in prostorska porazdelitev naseljenih neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih vrst, ki imajo škodljiv učinek na posebne vrste skupin ali glavne tipe habitata

Večina tujerodnih vrst, ki so bile ugotovljene v obdobju med 2018 in 2021, se pojavlja na večjem številu lokalitet (Tabela 4). 17 tujerodnih in kriptogenih vrst od 44 ugotovljenih v obravnavanem obdobju se je pojavila zgolj v enem ali dveh območjih, ki smo jih preiskovali. Izmed njih velja omeniti dve vrsti, algo *Codium fragile fragile* in školjko *Arcuatula senhousia*, ki sta se, v sicer omejenem območju, vsaj občasno pojavljali v precejšnjem številu oz. biomasi.

11 vrst je bilo prisotnih v vsaj polovici obravnavanih območij. V 12 smo zaznali plaščarja *Styela plicata*, v 11 območjih pa mahovnjaka *Bugula neritina* in japonsko ostrigo (*Magellana gigas*). Večino teh vrst predstavljajo živali, ki tvorijo obrast in njihovi epibionti (živijo na njih). Velikokrat so ti organizmi dominantni, kar pomeni da so med prevladujočimi po številu oz. biomasi. V to skupino zelo razširjenih vrst sodi tudi rebrača *Mnemiopsis leidyi*, ki je edina izmed njih planktonska, njeno pojavljanje pa je v veliki meri odvisno od gibanja vodnih mas in jo zato lahko dobimo praktično v vsakem delu slovenskega morja. Tudi ta vrsta se občasno pojavlja masovno, predvsem med mesecem junijem in oktobrom.

Približno polovica ugotovljenih tujerodnih vrst se je v obdobju med 2018 in 2021 pojavljala masovno (kadar v določenem vzorcu prevladujejo ali skoraj popolnoma prekrivajo določeno površino). Masovno pojavljanje je lahko časovno omejeno na najbolj ugodno obdobje leta, ki omogoča hitro razrast (npr. mahovnjak *Amathia verticillata* in rebrača *M. leidyi*), pri določenih vrstah pa je to masovno pojavljanje lahko bolj dolgotrajno (npr. japonska ostriga).

D2C3: Delež skupine vrst ali prostorskega obsega glavnega habitatnega tipa, ki je posledica škodljivega vpliva neavtohtonih vrst, zlasti invazivnih

V poročilu Orlando-Bonaca in sod. (2019b) smo zapisali, da so bile konkretne posledice na premoženju ugotovljene v neposredni bližini slovenskega morja, v hrvaškem delu Sečoveljskega zaliva, pri vrsti plaščarja *Clavellina oblonga*, ki prerašča gojene vrste školjk na gojiščih. Odkrili so masovno preraščanje užitnih klapavic, poleg tega pa našli njihove ličinke. V slovenskem delu Jadranskega morja smo na to vrsto plaščarja naleteli šele leta 2018, poleg tega je za zdaj le nekaj zapisov o pojavljanju te vrste. Zato je trenutno nemogoče presoditi razsežnost vpliva te vrste na gojišča školjk, problem pa je tudi v tem, da gre za sezonsko pojavljanje, predvsem v toplem delu leta. Tudi v primeru japonske ostrige (*Magallana gigas*), ki se masovno pojavlja povsod, kjer je prisotno skalnato dno ali pa umetne strukture, je nemogoče opredeliti konkretne škodljive posledice. Problem je namreč v tem, da naseljuje v največji meri le mediolitoralni skalnati pas. Ker gre za okolje, za katerega je tudi sicer značilna nizka diverziteta, in dejstva, da tvori ostriga poseben mikrohabitatni tip, ni povsem jasno, ali je gosta razrast iz japonskih ostrig negativna ali pozitivna posledica za sicer stresno okolje. Zato menimo, da dosedanje poznavanje stanja tujerodnih invazivnih vrst v slovenskem delu Jadrana še vedno ni dovolj dobro za opredelitev merila D2C3.

5.2. PREGLED DOLOČITVE DOBREGA OKOLISKEGA STANJA V DRUGEM CIKLU ODMS

D2C1: Okoljsko stanja za celotno tujerodno biodiverziteto po merilu D2C1 smo ocenili kot »**ni dobro**«, saj smo zaznali naraščajoč trend rasti števila tujerodnih organizmov (Tabela 18). Kljub temu, da smo prepoznali najpomembnejša recipientska mesta (luke, pristanišča in mandrač, marine in obrežna mokrišča), kjer se pojavljajo tujerodne vrste, je stopnja zanesljivosti še vedno »samo« srednja, saj obstajajo nekatere skupine, ki so bile manj intenzivno raziskane. Obenem so nekatere vrste, ki smo jih potrdili, opredeljene kot kriptogene, torej z nejasnim zoogeografskim statusom.

D2C2: Glede merila D2C2 smo ovrednotili okoljsko stanje kot »**dobro**« (Tabela 18), saj ugotovljene tujerodne vrste za zdaj ne povzročajo vidnih ekoloških in ekonomskih posledic. Število razpoložljivih podatkov za večino od ugotovljenih tujerodnih vrst je

zelo veliko, obenem pa ti kažejo, da je večina tujerodnih vrst prisotna na večjem številu lokalitet in navzoča v razmeroma visokih abundancah. To velja tudi za tujerodne invazivne vrste. Tudi v tem primeru je zaznati naraščajoč trend, saj smo vrste odkrivali na novih lokalitetah, obenem pa tudi večkrat potrdili v različnih časovnih obdobjih navzočnost vrste na določeni lokaliteti (stalnost pojavljanja). Vseeno pa smo zanesljivost označili za srednjo, saj smo največ vzorčenj opravili na nekaterih specifičnih okoljih, ki so znana kot recipientska za tujerodne vrste, zato ne moremo zaključkov posplošiti na vsa okolja, oziroma habitatne tipe.

D2C3: Glede merila D2C3 še ni možno oceniti okoljskega stanja (Tabela 24). Glavni problem je v tem, da ni povsem jasno, kakšne so škodljive posledice v okolju. Pri tujerodnem plaščarju (*C. oblonga*) so v neposredni bližini Slovenije znane konkretne škodljive posledice na gojiščih školjk, v Sloveniji pa je bila ta vrsta ugotovljena šele leta 2018. Poleg tega so te posledice sezonske, torej predvsem v toplem delu leta. Za ugotavljanje tovrstnih primerov bi bilo potrebno opravljati raziskave analitično (raziskave posamezne vrste) in ne sintetično (raziskava celotne tujerodne združbe). To velja tudi za japonsko ostrigo (*M. gigas*). Ni jasno, kakšne škodljive posledice bi lahko ta vrsta imela na okolje, če pa naseljuje bibavični pas, ki je že itak stresno okolje, v katerem lahko preživijo le najbolj ekološko trpežni organizmi, ki takim razmeram uspejo kljubovati.

Tudi trend smo označili za naraščajoč, vendar z vprašajem, saj je invazivnih vrst za zdaj zelo malo, poleg tega pa različni sredozemski raziskovalci različno opredeljujejo tujerodne vrste kot invazivne. Zaradi vseh omenjenih težav in pomanjkanja znanja na nivoju ugotavljanja škodljivih posledic (invazivne vrste so definirane kot tiste, ki povzročajo ekološko in ekonomsko škodo), ki se kaže tudi v omejenem številu razpoložljivih objav v sredozemski znanstveni literaturi, smo zanesljivost opredelili kot nizko.

Naj še poudarimo, da menimo, da je treba stanje po deskriptorju D2 ovrednotiti v sodelovanju z drugimi državami **na nivoju severnega Jadrana in na nivoju podregije**.

Tabela 24: Ocena stanja, trendov in stopnje zanesljivosti ocene za merila D2C1-D1C3 v drugem ciklu ODMS (nmo – še ni mogoče oceniti) za slovensko morje (Orlando-Bonaca in sod., 2019b).

	Ocena okoljskega stanja	Trend	Stopnja zanesljivosti
D2C1: ŠTEVILO NA NOVO VNESENIM NEAVTOHTONIM VRST V NARAVO, KI SO POSLEDICA ČLOVEKOVEGA DELOVANJA V 6-LETNEM OBDOBJU PRESOJE IN SEZNAM NAVEDENIH VRST			
Celotna tujerodna biodiverziteta	Ni dobro	naraščajoč	srednja
D2C2: ŠTEVILČNA IN PROSTORSKA PORAZDELITEV NASELJENIH NEAVTOHTONIM VRST, ZLASTI INVAZIVNIH VRST, KI IMAJO ŠKODLJIV UČINEK NA POSEBNE VRSTE SKUPIN ALI GLAVNE TIPE HABITATA			
Celotna tujerodna biodiverziteta	Dobro	naraščajoč	srednja
D2C3: DELEŽ SKUPINE VRST ALI PROSTORSKEGA OBSEGA GLAVNEGA HABITATNEGA TIPA, KI JE POSLEDICA ŠKODLJIVEGA VPLIVA NEAVTOHTONIM VRST, ZLASTI INVAZIVNIH			
Celotna tujerodna biodiverziteta	nmo	naraščajoč?	nizka

6. PREDLOG PRIHODNJE SCHEME ZA SPREMLJANJE TUJERODNIH VRST V SLOVENSKEM MORJU

Na podlagi izkušenj in ugotovitev tekom izvajanja projekta »Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju« predlagamo načrt nadaljnjega spremljanja tujerodnih vrst v morju vključno z metodologijo spremljanja za potrebe izpolnjevanje obvez v skladu z Okvirno direktivo o morski strategiji in Uredbo (EU) št. 1143/2014 .

OBMOČJA

Ciljni monitoring tujerodnih vrst je potrebno izvajati na območjih, ki so najbolj izpostavljena vnosu tujerodnih vrst (pristanišča in školjčičišča) ter območjih, ki so najbolj občutljiva za naseljevanje tujerodnih vrst (obalna tranzicijska območja, ki so pod vplivom bližnjih pritokov sladkih vod).

Glede monitoringa na območju pristanišč predlagamo, da se le-ta izvaja na območju akvatorija Luke Koper (II pomol in potniški terminal), Marine Izola, Piranskega mandrača in Portoroške marine. Med temi območji je novo predlagano območje in sicer Portoroška marina, ki se je tekom sedanjega dela izkazala kot pomembno mesto pojavljanja tujerodnih vrst. Glede na velikost in strukturo plovil se kaže tudi v naprej kot verjetno mesto vnosa z manjšimi komercialnimi in prostočasnimi plovili.

Monitoring na območjih za gojenje morskih organizmov (območja marikulture) naj se izvaja na 3 območjih, namenjenim gojenju rib in mehkužcev (Debeli rtič, Strunjanu in Sečovelje).

Monitoring območij, občutljivih za naseljevanje tujerodnih vrst, naj se izvaja na območju Škocjanskega zatoka, vključno z Badaševico in manjšimi vodnimi bazeni na območju Koprške Bonifike, na območju lagune Stjuža in Strunjanskih solin, ter na območju Sečoveljskih solin med Dragonjo in Jernejevim kanalom (vsa stagnantna, evrihalina in evritermna okolja).

Poleg teh predlagamo tudi pregled plavajočih objektov, ki lahko služijo kot vroče točke kolonizacije tujerodnih vrst in so tudi potencialni vektorji razširjanja.

METODE

Pridneni organizmi

Kot osrednjo metodo pregledovanja stanja tujerodne flore in favne na vseh območjih naj se uporablja metodo hitrega pregleda (pregled, popis in dokumentiranje (foto in video dokumentacija) območij ter selektivno pobiranje vzorcev).

Praviloma je treba hitre preglede izvajati v vodi s pomočjo prostega potapljanja in potapljanja z avtonomno potapljaško opremo, odvisno od območja in razmer v času vzorčenja. To se lahko dopolni tudi s pregledi s kopnega. Na tranzicijskih ter manjših in plitvejših vodnih telesih (globina manj kot 2 m), kot je npr. reka Badaševica, območja na Koprski Bonifiki, Stjuža, soline in kanali, se lahko preglede in selektivna vzorčenja opravlja samo z obale.

Pri vizualnih pregledih praviloma zaznamo večje organizme in njihove skupke. Nekateri med njimi je treba, za natančnejšo določitev do vrste, tudi povzorčiti. Vzorčenje je potrebno tudi za detekcijo manjših in kriptičnih organizmov. Njih vzorčimo tako, da pobereмо selektivne vzorce obrasti, posebej tam kjer je ta zelo razvita (npr. gosti sestoji grmičastih alg, mahovnjakov, preplet školjk). Še posebej so primerna tudi mesta kjer se pojavljajo številčnejši tujerodni epibentoški elementi (npr. vrste kot so grmičasti tujerodni mahovnjaki).

Pregled naj zajema celoten globinski razpon na lokaciji, od mediolitorala do najgloblje točke. Pri tem naj pregled ne bo samo točkovni ampak naj pokrije čim širše območje in različne habitate/mikrohabitate oz. prostorske elemente. V lukah in pristaniščih naj se pregled izvaja predvsem na umetnih trdnih konstrukcijah (stene, stebri pomolov, skalometi, plavajoči pomoli), vrveh, bojah, plovilih in baražah, predvsem v mediolitoralu in infralitoralu, v školjiščih pa na gojitvenih konstrukcijah (vrvi, boje, sidrišča) in med/na šopih školjk.

Da zagotovimo primeren in primerljiv vzorčevalni napor na vsaki lokaciji naj bodo vzorčenja časovno omejena in prostorsko primerno obsežna. Podvodno vzorčenje naj traja približno 1 uro. Dodatni pregledi s kopnega na isti lokaciji lahko trajajo do 1 ure, pri čemer se pregleda preostali del območja (tako da je pregledan večinski del območja) in predvsem prostorske elemente, ki jih s podvodnim pregledom nismo pokrili. Na območjih, kjer se izvaja le pregled s kopnega, naj le ta traja do dve uri, pregleda pa naj se večinski del območja, oz. vsi različni prostorski elementi oz. habitati.

Hitre preglede naj se izvaja 3x letno, glede na letni čas (jesen/zima: november-februar, pomlad: marec-junij in poletje: julij-oktober). Preglede bi bilo potrebno izvajati redno, vsaj vsako drugo leto.

Pelaški organizmi (fito- in zooplankton)

Preglede za HAOP vrste planktona naj se izvaja samo na območju Luke Koper, kjer je največja verjetnost za vnos preko balastnih voda. Dodatno naj se vzorči še fitoplankton v Škocjanskem zatoku, kjer lahko HAOP organizmi najdejo zatočišče.

Podatki o morebitnih HAOP vrstah fitoplanktona se črpajo tudi iz že obstoječih monitoringov. To sta monitoringov toksičnih vrst fitoplanktona na školjčičih pod okriljem UVHVVR, ki ima pogostejšo frekvenco vzorčenja predvsem v obdobju od pomladi do jeseni, in monitoring ekološkega stanja morja pod okriljem ARSO, znotraj katerega se z enkrat mesečno frekvenco pregleduje fitoplankton na postaji 000F, ki ima kontinuirano dolgoletno serijo podatkov.

V Luki Koper naj se pregled izvede vsake 3 leta, z mesečno frekvenco vzorčenja, v Škocjanskem zatoku prav tako na vsake 3 leta, vendar le 4x letno, v različnih sezonah. Metoda vzorčenja za fitoplankton naj bo horizontalni vlek s fitoplanktonsko mrežico (20 μ m). V Luki Koper naj bo ta vlek v dolžini okoli 100 m od sredine drugega bazena proti zunanosti, v Škocjanskem zatoku pa v severnem delu, kjer je dotok slane vode in je globina največja. Zooplankton naj se vzorči z dvema vertikalnima vlekoma v drugem bazenu Luke Koper z zooplanktonsko mrežico (80 μ m).

Analiza vzorcev je z mikroskopiranjem, tarčno za HAOP vrste ali še neznane vrste.

Izbrani tujerodni organizmi

Za določene izbrane tujerodne organizme, npr. invazivne, se lahko izvede ciljni monitoring za ugotavljanje stanja in vpliva teh vrst. V preteklosti je bilo tako spremljanje stanja izvedeno za rebračo *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju in školjko *Arcuatula senhousia* v Škocjanskem zatoku. Shema in metodologijo monitoringa je potrebno sproti prilagajati izbranemu organizmu, območju izvajanja in namenu spremljanja.

DODATNI PROGRAMI SPREMLJANJA

Na dveh območjih, ki se z vidika pojavljanja tujerodnih vrst med podobnimi območji kažeta kot bolj zanimivi (Marina Izola in školjčišče Sečovlje), naj se za naslednje obdobje monitoringa pregled izvaja z večjo frekvenco. To bi bilo namenjeno ugotavljanju podrobnejše znotraj letne dinamike populacij tujerodnih vrst in možnih vplivov na obravnavanem območju na dejavnosti, ki se tam izvajajo. Določene vrste lahko tekom leta doživijo zelo hitro rast in namnožitve, ki pa jih ob preredkih pregledih lahko spregledamo. Preglede na teh dveh območjih naj se izvede 1x mesečno v okviru enega leta.

Na območju Luke KP predlagamo za spremljanje stanja tujerodnih vrst tudi uporabo struktur ARMS (Artificial Reef Monitoring Structure) - sistem PVC plošč, ki oponašajo trdne kriptične habitate. Predlagamo uprabo ene strukture z devetimi PVC ploščami, ki bi se jih v obdobju enega leta izmenično nastavljal in pobiralo v intervalu 4 mesecev (februar, junij, oktober). Po potopitvi strukturo začnejo naseljevati prisotne larve, zaraščene plošče pa nato po 4 mesecih odstranimo in analiziramo obrast na podlagi morfološke determinacije (podrobna določitev vrst) in na podlagi fotoanalize (kvantifikacija), ter molekularnih analiz. Ta metodologija nam omogoča vpogled kakšen je larvalni naselitveni potencial, ki je na voljo v določenem obdobju. Prav tako uvajanje novih praznih površin, ki jih predstavljajo plošče te struktur, omogoči hitro naselitev oportunističnih pionirskih vrst, kar tujerodne vrste po navadi so. Zaznamo lahko tudi vrste, ki se v okoliške habitate ne bi mogle naseliti zaradi kompeticije, oziroma bi se zaradi nje vsaj v začetku pojavljale v mnogo manjšem številu in bi bile s tem težje zaznavne.

Poleg tega predlagamo tudi intenzivnejšo komunikacijo s širšo javnostjo z namenom seznanjanja s situacijo glede tujerodnih vrst, kot tudi z namenom vključitve javnosti v pridobivanje podatkov (ribiči, potapljači, druga zainteresirana javnost). To se je že velikokrat izkazalo za zelo uspešno, kar kažeta npr. primera pojavljanja modre rakovice *Callinectes sapidus* in polža zaškrgarja *Melibe viridis*, ali pa modre gospice *Chrysiptera cyanea*. V ta namen predlagamo tudi postavitev on-line aplikacije, na katero bi se sprejemalo podatke in objavljalo relevantne informacije.

ZAHVALA

Avtorji poročila se zahvaljujemo vsem sodelavcem Morske biološke postaje Piran in Eriku Lipeju za pomoč pri terenskem in laboratorijskem delu. Hvala tudi prof. dr. Davorju Lučiču za pomoč pri determinaciji zooplanktona. Prva tako gre zahvala Manji Rogelji iz Akvarija Piran in Iztoku Škorniku iz Krajinskega parka Sečoveljske soline za poslane podatke o posameznih tujerodnih vrstah. Izpostaviti želimo tudi slovenske ribiče, potapljače in številne druge zainteresirane posameznike, ki so nas obveščali o svojih opazanjih in nam posredovali slike in vzorce.

VIRI

Allen, F. (1953): Distribution of Marine Invertebrates by Ships. Mar. Freshw. Res., 4, 307.

Álvarez-Blanco, I. in S. Blanco (2014). Benthic diatoms from Mediterranean coasts. Bibliotheca Diatomologica 60, Gebr. Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Nemčija, 409 str.

Banta, W.C. (1969): *Watersipora arcuata*, a new species in the subovidea-cucullata-nigra complex (Bryozoa, Cheilostomata). Bull. South. Calif. Acad. Sci., 68, 96-102.

Bertasi, F. (2016): The occurrence of the alien species *Polydora cornuta* Bosc, 1802 (Polychaeta: Spionidae) in North Adriatic lagoons: an overlooked presence. Italian Journal of Zoology, 83,77-88.

Bosak S. (2013): Taksonomija i ekologija planktonskih dijatomeja iz porodice Chaetocerotaceae (Bacillariophyta) u Jadranskom moru. Doktorska disertacija, PMF Zagreb, Hrvatska.

Canning-Clode, J., J. Souto in L. Mccann (2013): First record of *Celleporaria brunnea* (Bryozoa: Lepraliellidae) in Portugal and in the East Atlantic. Mar. Biodivers. Rec., 6, e108.

Carlton, J.T. (1996): Biological Invasions and Cryptogenic Species. Ecology, 77: 1653-1655.

Chartosia N., D. Anastasiadis, H. Bazairi, F. Crocetta, A. Deidun, M. Despalatović, V. di Martino, N. Dimitriou, B. Dragičević, J. Dulčić, F. Durucan, D. Hasbek, V. Ketsilis-rinis, P. Kleitou, L. Lipej, A. Macali, A. Marchini, M. Ousselam, S. Piraino, B. Stancanelli, M. Theodosiou, F. Tiralongo, V. Todorova, D. Trkov, Domen in S. Yapici (2018): New Mediterranean biodiversity records. Mediterranean Marine Science. 2018, vol. 19, no. 2, str. 398-415.

Çinar, M.E., Z. Ergen, E. Dagli in M.E. Petersen (2005): Alien species of spionid polychaetes (*Streblospio gynobranchiata* and *Polydora cornuta*) in Izmir Bay, eastern Mediterranean. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 85, 821-827.

Cook, E.J., J. Stehlíková, C.M. Beveridge, M.T. Burrows, H. de Blauwe in M. Faasse (2013): Distribution of the invasive bryozoan *Tricellaria inopinata* in Scotland and a review of its European expansion. *Aquat. Invasions*, 8(3), 281-288.

Cronberg, G. in H. Annadotter (2006): Manual on aquatic cyanobacteria. A photo guide and a synopsis of their toxicology. ISSHA in UNESCO, Danska. 106 str.

Čermelj, B., P. Mozetič, O. Bajt, V. Turk, B. Vrišer, N. Kovač, L. Lipej in A. Vukovič (2000): Raziskave in monitoring Škocjanskega zatoka – pregled stanja kakovosti vode in sedimenta v vodni laguni znotraj rezervata in kakovosti vode Badaševce. Zaključno poročilo, junij 2019. Poročila 5. Morska Biološka Postaja Piran, Nacionalni Inštitut za Biologijo, 48 str.

David, M., S. Gollasch in E. Leppäkoski (2013): Risk assessment for exemptions from ballast water management – The Baltic Sea case study. *Marine Pollution Bulletin*, 75: 205-217.

d'Hondt, J.L. in A. Occhipinti Ambrogi (1985): *Tricellaria inopinata*, n.sp., a new Cheilostome Bryozoan from the Mediterranean Fauna. *Mar. Ecol.*, 6, 35-46.

Winston JE (1978) Polypide morphology and feeding behavior In marine ectoprocts *Bull Mar Sci* 28 1-31.

Dodge, J.D. (1982): Marine Dinoflagellates of the British Isles. Her Majesty's Stationary Office, London, 303 str.

Doneddu, M. in E. Trainito (2015): Lo strano caso di *Thecacera pennigera* (Montagu, 1815) (Nudibranchia: Polyceridae) nel Mar Mediterraneo: ovvero, quando la natura corregge l'errore umano. *Contributi, Notiziario S.I.M.*, 33(1), 3-10.

Dyrynda, P.E.J., V.R. Fairall, A. Occhipinti Ambrogi in J.L. d'Hondt (2000): The distribution, origins and taxonomy of *Tricellaria inopinata* d'Hondt and Occhipinti Ambrogi, 1985, an invasive bryozoan new to the Atlantic. *J. Nat. Hist.*, 34, 1993-2006.

Faust, M.A. in R.A. Gulledge (2002): Identifying Harmful Marine Dinoflagellates. Department of Systematic Biology - Botany, Washington, DC, 144 str.

Ferrario, J., J.L. d'Hondt, A. Marchini in A. Occhipinti-Ambrogi (2015): From the Pacific Ocean to the Mediterranean Sea: *Watersipora arcuata*, a new non-indigenous bryozoan in Europe. *Mar. Biol. Res.*, 11, 909-919.

Ferrario, J., Rosso, A., Marchini, A., Occhipinti-Ambrogi, A. (2018): Mediterranean non-indigenous bryozoans: an update and knowledge gaps. *Biodiversity and Conservation*, 27, 2783-2794.

Ferrario, J., Bogi, C., Cardeccia, A., Langeneck, J., Marchini, A. et al. (2018): Fouling community in the harbour of Piran (Slovenia). *Biologia Marina Mediterranea*, 25, 147-151.

Fofonoff, P.W., G.M. Ruiz, B. Steves, C. Simkanin in J.T. Carlton (2018): National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. <http://invasions.si.edu/nemesis/>. Access Date: 28-Apr -2020

Fortič, A. in B. Mavrič (2018): First record of the bryozoan *Tricellaria inopinata* (d'Hondt & Occhipinti Ambrogi, 1985) from the Slovenian sea, *Annales, Series Historia Naturalis*, 28(2), 155-160.

Fortič, A., D. Trkov, B. Mavrič in L. Lipej (2019): Assessment of Bryozoan Xenodiversity in the Slovenian Coastal Sea. *Annales, Ser. Hist. Nat.*, 29(2), 173-186.

Fortič A. in L. Lipej (2020): The alien nudibranch *Thecacera pennigera* in Slovenia. Str. 139-140. V: *New Alien Mediterranean Biodiversity Records 2020*, Bariche, M., Al-Mabruk, S., Ateş, M., Büyük, A., Crocetta, F., in sod., *Mediterranean Marine Science*, 21(1).

Fortič A. in A. Rosso (2021): First record of *Arbopercula tenella* (Hincks, 1880) in the Adriatic Sea: the alien bryozoan spreads to the colder regions of the Mediterranean Sea. Str. 190-191. V: *New Alien Mediterranean Biodiversity Records (March 2021)*, Orfanidis, S.; Alvito, A.; Azzurro, E.; Badreddine, A.; Ben Souissi, J.; Chamorro, M. in sod., *Mediterranean Marine Science*, 22(1).

Fritz, L. in R. E. Triemer (1985): A rapid simple technique utilizing Calcofluor white M2R for the visualization of dinoflagellate thecal plates. *J. Phycol.* 21, 662-664.

Frumen, A., B. Vrišer in A. Malej (2003): Suspended biofilters: Succession of fouling communities immediately adjacent to a fish cage and control location. *Annales, Series historia naturalis*, 13(1), 21-24.

Galil, B. S. in R. Gevili (2014): *Zoobotryon verticillatum* (Delle Chiaje, 1822) (Bryozoa, Ctenostomatida, Vesiculariidae), a new occurrence in the Mediterranean coast of Israel Mar. Biodivers. Rec., 7, p. e17

Gómez, F. (2003): Checklist of Mediterranean free-living dinoflagellates. Bot. Mar. 46, 215-242.

Gómez, F. (2008): Phytoplankton invasions: Comments on the validity of categorizing the non-indigenous dinoflagellates and diatoms in European Seas. Marine Pollution Bulletin, 56: 620-628.

Gómez, F. (2019): Comments on the non-indigenous microalgae in the European seas. Mar. Pollut. Bull. 148, 1-2.

Gordon, D.P. in S.F. Mawatari (1992): Atlas of marine-fouling Bryozoa of New Zealand ports and harbours. N Z Oceanogr Instit Misc Publ. 107:1–52.

Hoppenrath, M., S. A. Murray, N. Chomérat in T. Horiguchi (2014): Marine benthic dinoflagellates – unveiling their worldwide biodiversity. Kleine Senckenberg-Reihe 54, Schweizerbart, Stuttgart, Nemčija, 276 str.

Hustedt, F. (1930): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, Germany, 920 str.

Igić, L. (2007): Cirripedia of adriatic. Stud. Mar. 24 (2), 1–167.

IMO (2004): International convention for the control and management of ships' ballast water and sediments. Adopted on 13 February 2004. International Maritime Organization, London: 36 str.

Kang, C.-K., E.J. Choy, S.-K. Paik, H.J. Park, K.S. Lee in S. An (2007): Contributions of primary organic matter sources to macroinvertebrate production in an intertidal salt marsh (*Scirpus triqueter*) ecosystem. Marine Ecology Progress Series, 334, 131-143.

Katsanevakis, S., Poursanidis, D., Hoffman, J., Rothman, S.B.S., Levitt-Barmats, Y.A., et al. (2020): Unpublished Mediterranean records of marine alien and cryptogenic species. Bioinvasions Rec. 9 (2), 165–182. <http://dx.doi.org/10.3391/bir.2020.9.2.01>.

Koçak F. (2007): A new alien bryozoan *Celleporaria brunnea* (Hincks, 1884) in the Aegean Sea (eastern Mediterranean). Scientia Marina 71, 191–195. doi:10.3989/scimar.2007.71n1191.

Kraberg, A., M. Baumann in C.D. Dürselen (2010): Coastal Phytoplankton. Photo Guide for Northern European Seas. Verlag Friedrich Pfeil, München, Germany.

Langeneck, J., M. Lezzi, M. Del Pasqua, L. Musco, M. C. Gambi, A. Castelli in A. Giangrande (2020): Non-indigenous polychaetes along the coasts of Italy: a critical review. *Mediterranean Marine Science*, 21(2), 238-275.

Lavigne R. v Guiry, M. D. in G.M. Guiry (2020): AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>, dostop 1. junij 2020.

Lassus, P., N. Chomérat, P. Hess in E. Nézan (2016): Toxic and Harmful Microalgae of the World Ocean / Micro-algues toxiques et nuisibles de l'océan mondial. International Society for the Study of Harmful Algae / Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, Denmark. IOC Manuals and Guides, 68.

Lezzi, M., C. Pierri in F. Cardone (2015): Presence of *Celleporaria brunnea* (Bryozoa: Lepraliellidae) in the Central Mediterranean: first occurrence in the Gulf of Taranto. *Marine Biodiversity Records*, 8(e137).

Linnaeus, C. (1758): Systema naturæ per regna trianaturæ, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis. Tomus I. Editio decima, reformata. Holmiæ (Salvius), 824 pp.

Lipej, L. (1994): Assessment of influence of salt-making and maricultural activities on the ornitofauna of Sečovlje salinas. *Acrocephalus*, 15 (62): 31-33.

Lipej, L., Trkov, D. in B. Mavrič (2018): Polži zaškrjarji slovenskega morja. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja Piran. 299 str.

Lipej, L., D. Trkov, D. Stanič, S. Cernich in S. Ciriaco (2019): First Record of Sergeant Major, *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) In The Adriatic Sea. *Annales Series Historia Naturalis*, 29(2): 159–166.

Lodola, A., J. Ferrario in A. Occhipinti-Ambrogi (2015): Further Mediterranean expansion of the nonindigenous bryozoan *Celleporaria brunnea*: multiple records along the Italian coasts. *Sci. Mar.*, 79, 263-274.

Lorenti, M., E. Keppel, A. Petrocelli, M. Sigovini in D. Tagliapietra (2016): The non-indigenous *Paranthura japonica* Richardson, 1909 (Isopoda: Anthuroidea: Paranthuridae) from the Mar Piccolo lagoon, Taranto (Italy, Mediterranean Sea). *Environmental science and pollution research international*, 23(13), 12791–12796. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4994-5>.

Marchini, A., J.-C. Sorbe, F. Torelli, A. Lodola in A. Occhipinti-Ambrogi (2014): The non-indigenous *Paranthura japonica* Richardson, 1909 in the Mediterranean Sea: travelling with shellfish? *Mediterranean Marine Science*, 15, 545-553.

Marcus, Ernst (1937). Bryozoarios marinhos brasileiros, 1. Bol. da Faculdade de Filosofia, Ciencias e Letras, Univ. Sao Paulo, vol. 1, Zoologia, no- I, pp. 1-224.

Marić, M., J. Ferrario, A. Marchini in A. Occhipinti-Ambrogi (2017): Rapid assessment of marine nonindigenousspecies on mooring lines of leisure craft: new records in Croatia (eastern Adriatic Sea). *Marine Biodiversity*, 47(3), 949-956.

Matjašič, J., J. Štirn, A. Avčin, L. Kubik, T. Valentinčič, F. Velkovrh, in A. Vukovič (1975): Flora in favna severnega jadrana. Inštitut in Oddelek za biologijo Univerze v Ljubljani.

Mavrič, B., L. Lipej, M. Šiško & T. Kogovšek (2019): Pregled stanja, ovrednotenje vpliva na okolje ter pregled možnih ukrepov za obvladovanje populacije tujerodne vrste rebrače *Mnemiopsis leidyi* v slovenskem morju. Poročila MBP, 185, 43 str.

McDermott, G. in R. Raine (2006): The Dinoflagellate Genus *Ceratium* in Irish Shelf Seas. The Martin Ryan Institute, Galway, Ireland.

McKenzie, L.A., E.L. Johnston in R. Brooks (2012): Using clones and copper to resolve the genetic architecture of metal tolerance in a marine invader. *Ecology and evolution*, 2(6), 1319-1329.

Moestrup, Ø., R. Akselman, G. Cronberg, M. Elbraechter, S. Fraga, Y. Halim, G. Hansen, M. Hoppenrath, J. Larsen, N. Lundholm, L.N. Nguyen in A. Zingone (2009 dalje): IOC-UNESCO Taxonomic Reference List of Harmful Micro Algae. Available online at <http://www.marinespecies.org/hab/index.php>, Accessed on 2013-06-28.

Mozetič, P., M. Cangini, J. Francé in sod. (2019): Phytoplankton diversity in Adriatic ports: Lessons from the port baseline survey for the management of harmful algal species. *Marine Pollution Bulletin*, 147: 117-132. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.029>

Munda, I. M. (1992): Associations of benthic marine algae from the Northern Adriatic. In: *Flora in vegetacija Slovenije* (Ed. by Jogan N. & Wraber T.). Društvo biologov Slovenije, Ljubljana, 32-33.

Okolodkov, Y. B., G. Campos-Bautista in I. Gárate-Lizárraga (2016): Circadian rhythm of a red-tide dinoflagellate *Peridinium quadridentatum* in the port of Veracruz, Gulf of Mexico, its thecal morphology, nomenclature and geographical distribution. *Marine Pollution Bulletin*, 108 (1-2): 289-296.

Orlando-Bonaca, M., A. Fortič, J. Francé, L. Lipej, B. Mavrič, P. Mozetič, P. Slavinec, D. Trkov in L. Zamuda (2019a): 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., O. Bajt, B. Čermelj, J. Francé, L. Lipej, V. Malačič, B. Mavrič, P. Mozetič in B. Petelin (2019b): Strokovne podlage za posodobitev začetne presoje stanja morskega okolja skladno z Direktivo o morski strategiji 2008/56/ES, zadnjič spremenjeno 17. maja 2017 – biološki elementi in elementi povezani z njimi. C. Priprava strokovne podlage za posodobitev ocene in presoje stanja morskega okolja – to je za vsebine, ki neposredno in/ali posredno vplivajo na elemente vezane na presojo stanja glede bioloških elementov morskega okolja. Zaključno poročilo, junij 2019. Poročila 182. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 192 str.

Orlando-Bonaca, M., A. Fortič, J. Francé, L. Lipej, B. Mavrič, P. Mozetič, P. Slavinec, V. Pitacco, D. Trkov, I. Vascotto in L. Zamuda (2020): Spremljanje vrstne pestrosti in abundance tujerodnih vrst v slovenskem morju. Drugo fazno poročilo, junij 2020. Poročila 192. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 60 str.

Pansch, C., A. Nasrolahi, Y.S. Appelhans in M. Wahl (2013): Tolerance of juvenile barnacles (*Amphibalanus improvisus*) to warming and elevated pCO₂. *Mar Biol.* 160(8):2023–35

Petović, S. in L. Lipej (2017): First record of the sea slug *Thecacera pennigera* (Montagu, 1815), (Nudibranchia, Polyceridae) in the Adriatic Sea. Str. 355-384. V: New Mediterranean Marine biodiversity records (July, 2017), Gerovasileiou, V., Akel, E., Akyol, O., Alongi, G., Azevedo, F. et al., *Mediterranean Marine Science*, 18(2).

Pyšek, P., P.E. Hulme in W. in W. Nentwig (2009): Glossary of the main technical terms used in the handbook. V: Daisie (Ur.), *Handbook of alien species in Europe*. Springer, Berlin: 375-379.

Radashevsky, V. in Z.P. Selifonova (2013): Records of *Polydora cornuta* and *Streblospio gynobranchiata* (Annelida, Spionidae) from the Black Sea. Mediterranean Marine Science, 14, 261-269.

Radashevsky, V.I. (2005): On adult and larval morphology of *Polydora cornuta* Bosc, 1802 (Annelida: Spionidae). Zootaxa, 1064, 1-24.

Rampi, L. in M. Bernhard (1980): Chiave per la determinazione delle peridinee pelagiche mediterranee. C.N.E.N. (RT/B10(80)8), Roma, 193 str.

Reverter-Gil, O. in Souto, J. (2019): Watersiporidae (Bryozoa) in Iberian waters: an update on alien and native species. Marine Biodiversity, 49, 2735–2752.

Ryland, J.S., Bishop, J.D., De Blauwe, H., El Nagar, A., Minchin, D., Wood, C.A. in A.L. Yunnie (2011): Alien species of *Bugula* (Bryozoa) along the atlantic coasts of Europe. Aquat. Invasions 6 (1). 17-31

Richardson, H. (1909): Isopods collected in the Northwest Pacific by the U.S. Bureau of Fisheries steamer 'Albatross' in 1906. Proceedings of the U.S. National Museum, 37, 75-129.

Rodríguez-Gómez, C. F., J. A. Aké-Castillo in G. Vázquez (2019): Short-term Responses of the Bloom-Forming Dinoflagellate *Peridinium quadridentatum* in Tropical Coastal Waters: Environmental Variables and Phytoplankton Community. Journal of Coastal Research, 92: 22–32.

Rosso, A. (1994): Segnalazione di *Electra tenella* (Hincks) (Bryozoa) lungo le coste sud-orientali della Sicilia. Bollettino dell' Accademia Gioenia di Scienze Naturali, 27 (346), 241-251.

Rosso A. (2012): New findings of the bryozoan *Electra tenella* (Hincks) in the Mediterranean: are we seeing the spreading of an alien species? Str. 322-324. V: New mediterranean biodiversity records (december 2012), Thessalou-Legaki, M., Aydogan, Ö., Bekas, P., Bilge, G., Boyaci, Y.O. in sod., Mediterranean Marine Science, 13(2).

Round, F. E., R. M. Crawford in D. G. Mann (2000): Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press, Cambridge, Velika Britanija, 747 str.

Schiller, J. (1931-1933): Dinoflagellateae. Rabenhorst's Kryptogamen Flora Teil 1. Akademische Verlag, Leipzig, 617 str.

Soule, D.F. in J.D. Soule (1964): The Ectoprocta (Bryozoa) of Scammon's Lagoon, Baja California, Mexico. American Museum Novitates, 2199, 1-56.

Steidinger, K. A. in K. Tangen (1996): Dinoflagellates. V: Tomas, C. R. (Ur.), Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press, New York: 387-584.

Tena, J., R. Capaccioni-Azzati, R. Porras in F. Torres-Gavilá (1991): Cuatro especies de poliquetos nuevas para las costas mediterráneas españolas en los sedimentos del antepuerto de Valencia. Miscellània Zoològica, 15, 29-41.

Thiel, M. in L. Gutow (2005): The ecology of rafting in the marine environment. II. The rafting organisms and community. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 43, 279-418.

Tomas, C.R. (1993): Marine phytoplankton: a guide to naked flagellates and coccolithophorids. Academic Press, Inc., 263 str.

Tomas, C.R. (1997): Identifying marine phytoplankton. Academic Press, San Diego, ZDA.

Ulman, A., J. Ferrario, A. Occhipinti, A. Arvantidis, A. Bandi, M. Bertolino in sod. (2017): A massive update of non-indigenous species records in Mediterranean marinas. PeerJ 5, e3954. <http://dx.doi.org/10.7717/peerj.3954>.

UNEP/MAP (2017): Mediterranean Quality Status Report, Athens, 539 str.

Vieira, L.M., M.S. Jones in P.D. Taylor (2014): The identity of the invasive fouling bryozoan *Watersipora subtorquata* (d'Orbigny) and some other congeneric species. Zootaxa, 3857, 151-182.

Viličić, D. (2002): Fitoplankton Jadranskoga Mora - biologija i taksonomija. Školska knjiga, Zagreb, Hrvatska.

Viličić, D., I. Marasović in D. Mioković (2002): Checklist of phytoplankton in the eastern Adriatic Sea. Acta Bot. Croat. 61(1): 57-91.

Vrišer, B. (1986): Biološka obrast na apnenčastem substratu, zašćenem pred morskim ježem *Paracentrotus lividus* (L.). Biološki vestnik 34 (1), 101–114.

Vrišer, B. in A. Vuković (1984): Biološka obrast na poskusnih površinah naravnega substrata, zašćenih pred konzumenti. Bilten Društva ekologa Bosne i Hercegovine, Serija B" : 1. str. 49-52

Winston, J. E. (1982): Marine bryozoans (Ecto- procta) of the Indian River area (Florida). Bulletin of the American Museum of Natural History 173: 99–176.

Wrange, A.-L., G. Charrier, A. Thonig, M. Alm Rosenblad, A. Blomberg, J.N. Havenhand,... in C. André (2016): The story of a hitchhiker: Population genetic patterns in the invasive Barnacle *Balanus* (*Amphibalanus*) *improvisus* Darwin 1854. PLoS ONE, 11, e0147082.