



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

MORSKA BIOLOŠKA POSTAJA PIRAN
MARINE BIOLOGY STATION PIRAN

50
1969
2019

MOŽNOSTI ZA POVEČANJE POTENCIALA LOKACIJ ZA MARIKULTURO NA OBALI IN V SLOVENSKEM MORJU

Končno poročilo



Evropska unija



Evropski sklad za
pomorstvo in ribištvo



Republika Slovenija

Marec 2020

AVTORJI:

Flander-Putrlje, V., A. Bolje, J. Francé, M. Grego, V. Malačič, B. Petelin in M. Šiško (2020): Možnosti za povečanje potenciala lokacij za marikulturo na obali in v slovenskem morju. **Končno poročilo**, marec 2020. Poročila **188**. Morska biološka postaja, Nacionalni inštitut za biologijo, Piran, 76 str.

NASLOV PROJEKTNE NALOGE: MOŽNOSTI ZA POVEČANJE POTENCIALA LOKACIJ ZA MARIKULTURO NA OBALI IN 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

NOSILKA PROJEKTA: dr. Vesna FLANDER PUTRLE

SODELAVCI NA PROJEKTU: dr. Mateja GREGO, dr. Janja FRANCÉ, prof. dr. Vlado MALAČIČ, Milijan ŠIŠKO, mag. Aleš BOLJE

KRAJ IN DATUM: PIRAN, MAREC 2020

KAZALO

1. UVOD.....	1
2. PREDSTAVITEV PROBLEMA	1
3. PREGLED METODOLOGIJ IN IZBOR PRIMERNIH MERIL ZA DOLOČANJE POTENCIALNIH OBMOČIJ MARIKULTURE	2
3.1. VPLIV OKOLJA NA MARIKULTURO IN OMEJITVE PRI IZBIRI OBMOČJA MARIKULTURE.....	3
3.1.1. RAZLIČNE RABE PROSTORA	5
3.1.1.1. PLOVNE POTI, SIDRIŠČA IN PRISTANIŠČA.....	5
3.1.1.2. VOJAŠKA OBMOČJA	6
3.1.1.3. PODVODNI KABLI IN CEVOVODI.....	8
3.1.1.4. TURIZEM IN KOPALNE VODE.....	8
3.1.1.5. RIBOLOVNA OBMOČJA IN RIBOLOVNI REZERVATI.....	9
3.1.2. NARAVNE IN KULTURNE VREDNOTE	10
3.1.2.1. NARAVNE VREDNOTE	11
3.1.2.2. KULTURNE VREDNOTE	13
3.1.3. POMEMBNI BENTOŠKI HABITATNI TIPI V SLOVENSKEM MORJU	14
3.1.4. NARAVNE DANOSTI OKOLJA	16
3.1.4.1. GLOBINA	16
3.1.4.2. VETROVI, MORSKI TOKOVI IN VALOVANJE	17
3.1.4.2.1. OCEANOGRAFSKI NUMERIČNI MODELI	17
3.1.4.2.2. NUMERIČNE SIMULACIJE VETRNIH SITUACIJ	18
Burja 9.–11. oktober 2015	18
Jugo 3.–5. september 2015	21
3.1.4.2.3. VALOVANJE	24
3.1.4.3. SEDIMENT	25
3.1.4.4. TEMPERATURA.....	26
3.1.5. KAKOVOST MORSKE VODE	27
3.1.5.1. EKOLOŠKO STANJE PO VODNI DIREKTIVI	27
3.1.5.2. MERILA IN KAZALNIKI ZA OPIS DOBREGA STANJA MORSKEGA OKOLJA V SKLADU Z DOLOČILI IN PRIPOROČILI MORSKE STRATEGIJE (ODMS)	28
3.1.5.3. ONESNAŽEVALA	29
3.1.5.4. KISIK	30
3.1.5.5. HRANILA.....	31
3.1.5.6. KLOOROFIL A	32
3.1.5.7. MIKROBNI PATOGENI	33
3.1.6. INFRASTRUKTURA NA KOPNEM	34
3.2. DEJAVNIKI, KI LAHKO NEGATIVNO VPLIVAJO NA PROIZVODNJO MARIKULTURE	35
3.2.1. ŠKODLJIVA CVETENJA ALG (HARMFUL ALGAL BLOOMS – HAB).....	35
3.2.2. OBRAB NA MARIKULTURI	39
3.2.3. PREDACIJA	40
3.3. VPLIV MARIKULTURE NA OKOLJE	41
4. OBSTOJEČE LOKACIJE MARIKULTURE.....	46

4.1.	OCENA PROIZVODNJE NA OBSTOJEČIH LOKACIJAH – ŽE DODELJENA VODNA DOVOLJENJA.....	48
5.	OBSTOJEČI IN POTENCIALNI NAČINI MARIKULTURE.....	49
5.1.	UVEDBA NOVEGA NAČINA MARIKULTURE NA NEKEM OBMOČJU.....	49
5.2.	GOJITVENE VRSTE IN TEHNOLOGIJE GOJENJA MORSKIH ORGANIZMOV V SLOVENSKEM MORJU ..	50
5.2.1.	SREDOZEMSKA KLAPAVICA – <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819).....	50
5.2.2.	BRADAVIČASTA LADINKA – <i>Venus verrucosa</i> (Linnaeus, 1758).....	53
5.2.3.	OSTRIGA – <i>Ostrea edulis</i> (Linnaeus, 1758).....	54
5.2.4.	BRANCIN – <i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758).....	55
5.2.5.	ORADA – <i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758).....	57
5.2.6.	ROMB – <i>Scophthalmus maximus</i> (Linnaeus, 1758).....	58
5.2.7.	NEKAJ DRUGIH POTENCIALNIH VRST MORSKIH ORGANIZMOV ZA GOJENJE.....	60
5.2.7.1.	KORBEL – <i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758).....	60
5.2.7.2.	PIC – <i>Diplodus puntazzo</i> (Walbaum, 1792).....	60
5.2.7.3.	RAKI IN ALGE.....	61
	Solinski rakec (<i>Artemia salina</i>).....	61
	Dunaliela (<i>Dunaliella salina</i>).....	61
5.2.7.4.	MOŽNOST GOJENJA MLADIC RIB IN/ALI ŠKOLJK.....	61
6.	POTENCIALNE LOKACIJE MARIKULTURE.....	62
6.1.	OBMOČJE 1 – PIRANSKI ZALIV.....	64
6.2.	OBMOČJE 2 – MORSKO DNO MED OBEMA CEVEMA IZPUSTA PIRANSKE ČISTILNE NAPRAVE.....	65
6.3.	OBMOČJE 3 – ODPRTE VODE MED IZOLO IN STRUNJANOM.....	66
6.4.	OBMOČJE 4 – ODPRTE VODE PRED DEBELIM RTIČEM.....	67
7.	MARIKULTURA NA KOPNEM.....	68
8.	ZAKLJUČKI.....	69
9.	VIRI:.....	71

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Posamezna merila, ki smo jih upoštevali pri izbiri območja marikulture.</i>	4
<i>Tabela 2: ARSO, Ocena ekološkega stanja morja za obdobje 2009–2015 (2016).</i>	28

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Pregled naravnih dejavnikov in človeških dejavnosti, ki smo jih upoštevali kot merila pri določanju potencialnih območij marikulture.</i>	3
<i>Slika 2: Območja plovnih poti, sidrišč in pristanišč.</i>	6
<i>Slika 3: Območja vojaških vadbišč.</i>	7
<i>Slika 4: Podvodne cevi v slovenskem morju.</i>	7
<i>Slika 5: Območja kopalnih vod.</i>	9
<i>Slika 6: Ribolovna območja in ribolovni rezervati.</i>	10
<i>Slika 7: Območja naravnih in kulturnih vrednot.</i>	11
<i>Slika 8: Območja pomembnih morskih habitatov.</i>	15
<i>Slika 9: Prikaz globine slovenskega morja.</i>	16
<i>Slika 10: Prikaz območij in topografij numeričnih modelov NAPOM (levo) in TSPOM (desno), barvna lestvica označuje globine v metrih.</i>	18
<i>Slika 11: Vektorski graf vetra na lokaciji oceanografske boje Vida (45,5488 N, 13,5505 E) v obdobju 9.–11. oktober 2015. Zgoraj: napoved modela ALADIN/SI. Spodaj: izmerjena hitrost in smer vetra na boji Vida.</i>	19
<i>Slika 12: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 10:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 1 m. Rumene črte omejujejo območja, ki so predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	19
<i>Slika 13: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 05:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 10 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	20
<i>Slika 14: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 05:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 15 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	21
<i>Slika 15: Vektorski graf vetra na lokaciji oceanografske boje Vida (45,5488 N, 13,5505 E) v obdobju 3.–5. september 2015: (zgoraj) napoved modela ALADIN/SI, (spodaj) izmerjena hitrost in smer vetra na boji Vida.</i>	22
<i>Slika 16: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 04:00 UTC na globini 1 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	22
<i>Slika 17: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 07:00 UTC na globini 10 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	23
<i>Slika 18: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 07:00 UTC na globini 15 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.</i>	24
<i>Slika 19: Sedimentne cone. Vir: knjiga Slovenska Istra (v tisku), avtor Milijan Šiško</i>	25

<i>Slika 20: Srednje letne vrednosti raztopljenega kisika na površini in v pridnenem sloju (<20 m globine) izmerjene na merilnih postajah v slovenskem morju, s standardnimi napakami in trendi v drugem ciklu Direktive 56/2008/ES (2011–2015). Vir: podatki Agencija Republike Slovenije za okolje, graf Inštitut za vode Republike Slovenije (iz poročila Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019)</i>	<i>31</i>
<i>Slika 21: Ocena stanja glede na biomaso fitoplanktona – koncentracija klorofila a. Vir: NUMO (2017)</i>	<i>32</i>
<i>Slika 22: Zapore prometa s školjkami iz gojišča v Strunjanu (po Francé, 2018)</i>	<i>38</i>
<i>Slika 23: Obstoječe marikulture. Vrisane so tudi hrvaške marikulture, ki posegajo v slovenske vode.</i>	<i>47</i>
<i>Slika 24: Deleži površin za gojenje školjk - aktivni/neaktivni/v pripravi, 2019.</i>	<i>49</i>
<i>Slika 25: Gojitvene linije klapavic v Strunjanskem zalivu. Foto: A. Bolje</i>	<i>51</i>
<i>Slika 26: Podvodni posnetek gojitvene linije in snopov klapavic. Foto: A. Bolje</i>	<i>52</i>
<i>Slika 27: Masa v Sloveniji proizvedenih klapavic (v tonah) v letih od 2013 do 2018. Vir: SURS</i>	<i>52</i>
<i>Slika 28: Bradavičasta ladinka (Venus verrucosa). Foto: A. Bolje</i>	<i>53</i>
<i>Slika 29: Ostriga; zgornja, bolj ravna lupina (levo), in spodnja, konkavna lupina s katero je pritrjena na podlago (desno). Foto: A. Bolje</i>	<i>54</i>
<i>Slika 30: Brancin.</i>	<i>55</i>
<i>Slika 31: Iztovor ulovljenega (»divjega«) brancina (v tonah) v Sloveniji v letih od 2008 do 2018. Vir: SURS.....</i>	<i>56</i>
<i>Slika 32: Gojitvene mrežne kletke v Piranskem zalivu. Foto: V. Flander Putrle</i>	<i>56</i>
<i>Slika 33: Orada. Foto: A. Bolje</i>	<i>58</i>
<i>Slika 34: Romb. Foto: A. Bolje</i>	<i>59</i>
<i>Slika 35: Prikaz seštevka dejavnosti in rab, ki ne dopuščajo dejavnosti marikulture (sivo obarvano).</i>	<i>62</i>
<i>Slika 36: Z modro je označeno območje, ki dopušča dejavnosti marikulture, ob upoštevanju ostalih dejavnosti in rab. Zelene črte označujejo razdaljo 1 oz. 1,5 NM od obale, znotraj katerih je najprimernejše območje za nove marikulture. Z rdečo so zarisana štiri nova območja marikulture v slovenskem morju, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.</i>	<i>63</i>
<i>Slika 37: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture v Piranskem zalivu, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.</i>	<i>64</i>
<i>Slika 38: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture na morskem dnu med obema cevema izpusta piranske čistilne naprave, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.</i>	<i>65</i>
<i>Slika 39: Z rdečo črtkano črto je označeno večje območje med Izolo in Strunjanom, znotraj katerega se določi območje v prikazani velikosti (črtkan kvadrat). S sivo barvo je označena obstoječa marikultura.</i>	<i>66</i>
<i>Slika 40: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture v vodah pred Debelim rtičem, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.</i>	<i>67</i>

1. UVOD

V skladu s projektno nalogo »Možnosti za povečanje potenciala lokacij za marikulturo na obali in v slovenskem morju« smo pripravili Končno poročilo projektne naloge.

Cilj projektne naloge je bil preveriti potencial že obstoječih lokacij marikulture na morju ter opredeliti potencialne nove lokacije na obali in v slovenskem morju, kjer bi bilo mogoče v prihodnje povečati obstoječe in razvijati nove oblike marikulture.

V projektni nalogi smo uporabili le razpoložljive podatke. Pregledali smo veljavno zakonodajo na področju okoljevarstva, upravljanja in rabe voda, varovanja habitatov ter zdravja in dobrega počutja živali iz akvakulture, strokovno-raziskovalne ugotovitve in pripadajočo znanstveno literaturo.

2. PREDSTAVITEV PROBLEMA

Gojenje morskih organizmov je danes pomembna in hitro rastoča gospodarska panoga, ki ima lahko tudi negativne posledice na ekološko ravnovesje v morskem ekosistemu.

Razpoložljivost ustreznih območij za marikulturo v sredozemski regiji postaja velik problem za razvoj in širitev te dejavnosti. Obstaja potreba po območjih z ustreznimi okoljskimi značilnostmi in dobro kakovostjo vode. Poleg teh naravnih omejevalnih dejavnikov so omejitve, ki jih je treba upoštevati pri izbiri novih območij marikulture, tudi socialni vidiki interakcij z drugimi človeškimi dejavnostmi ali konflikti glede uporabe in razporejanja virov v zelo izkoriščenem obalnem območju.

Izbira območja marikulture je kompleksen problem in mora upoštevati veliko dejavnikov, med drugimi tudi naravne danosti okolja, naravovarstvene zahteve in postopke prostorskega načrtovanja na celini in morju (Operativni program ESPR, 2015).

Za trajnostni razvoj marikulture moramo dobro poznati in razumeti okolje. Območje marikulture mora zagotavljati optimalno kakovost vode za gojene organizme in hkrati ne povzročati gojenim organizmom stresa, zmanjšane rasti in bolezni (UNEP/EEA 1999; Villalba 2003). Istočasno pa marikultura ne sme negativno vplivati na naravno okolje do te mere, da bi se poslabšalo njegovo stanje. Izbira območja marikulture je verjetno najpomembnejši dejavnik, ki določa ekonomsko upravičenost marikulture. Gojenje različnih vodnih organizmov namreč zahteva različne okoljske značilnosti.

Pri izbiri območja marikulture moramo upoštevati dejstvo, da je morje z vidika Strategije prostorskega razvoja Slovenije (2004) izjemnega pomena na področju izrabe voda. Zato se na morju in v obalnem pasu omogoča razvoj tistih dejavnosti, ki jih zaradi nujne prisotnosti morja ni mogoče izvajati nikjer drugje in ne zmanjšujejo kvalitete vode, povečujejo pa kvaliteto izrabe ter pri tem ne ovirajo javne dostopnosti morja in obale. Še posebej se na obalnem in priobalnem pasu ne sme izvajati posegov, ki bi kakorkoli zoževali pogled na morje ter bi ogrožali ohranjanje narave in kulturne dediščine (Morje in obala, 2017). Upoštevati je treba tudi EU in domačo politiko na področju okoljevarstva, upravljanja in rabe voda, varovanja habitatov ter zdravja in dobrega počutja živali iz akvakulture (Nacionalni strateški načrt za razvoj akvakulture v RS za obdobje 2014-2020, 2014).

3. PREGLED METODOLOGIJ IN IZBOR PRIMERNIH MERIL ZA DOLOČANJE POTENCIALNIH OBMOČIJ MARIKULTURE

V prvi fazi projektne naloge smo se osredotočili na izbor primernih meril za določanje potencialnih območij marikulture. Pregledali smo veliko domače in tuje literature, na podlagi katere smo določili merila za določanje potencialnih območij marikulture (Slika 1).

Pri določitvi novih ali razširjenih območij marikulture smo presodili vpliv gojenja različnih vodnih organizmov na kemijsko in ekološko stanje okolja, možne prostorske konflikte z drugimi morskimi rabami (npr. plovne poti in sidrišča, navtični turizem, kopalne vode, podvodna kulturna dediščina itd.), njihov vizualni učinek (zlasti pomemben za turizem), pa tudi logistične težave (prostorske omejitve za infrastrukturo na kopnem, obremenitev s hrupom, sidranje, ravnanje z odpadki itd.). Zato smo pri izbiri območja marikulture upoštevali tudi druge rabe morskega prostora in uporabili „**merila za izključitev**“. Merila za izključitev smo upoštevali tudi za zavarovane habitate ali vrste, na primer travnike pozejdonke, pa tudi onesnažena območja ali dejavnosti, ki bi lahko škodovale marikulturi in obratno. Šele ko smo izključili vsa območja, kjer prihaja do konflikta interesov, smo lahko začeli podrobno preučevati preostala potencialna območja za marikulturo. Pri tem smo upoštevali tudi **kumulativne učinke** marikulture na vodna telesa ali obale z omejenim prostorom; sinergijske in/ali antagonistične učinke z drugimi rabami prostora, drugimi viri hranil, pa tudi onesnaženih območij ali dejavnosti, ki bi lahko škodovale marikulturi in obratno. Taki negativni vplivi antropogenih dejavnosti na marikulturo so npr. eutrofikacija,

onesnaženost morja, večanje morskega prometa, vnos škodljivih vodnih organizmov in patogenov (HAOP), tudi tujerodnih vrst, z balastnimi vodami.



Slika 1: Pregled naravnih dejavnikov in človeških dejavnosti, ki smo jih upoštevali kot merila pri določanju potencialnih območij marikulture.

3.1. VPLIV OKOLJA NA MARIKULTURO IN OMEJITVE PRI IZBIRI OBMOČJA MARIKULTURE

Ker Direktiva 2014/89/EU, za katero se je Slovenija zavezala, da jo bo spoštovala, določa, da morajo biti v pomorskem prostorskem načrtu usklajene rabe na morju in opredeljena prostorska porazdelitev ustreznih obstoječih in prihodnjih dejavnosti in rab, smo izrisali karte različnih rab morja ter zavarovanih območij in preučili možnosti soobstoja le-teh z

marikulturo. Na območju slovenskega teritorialnega morja se izvajajo številne aktivnosti, ki se kljub svoji raznolikosti večinoma uspešno medsebojno usklajujejo.

Pregledali smo tudi merila in kazalnike za opis dobrega stanja morskega okolja v skladu z določili in priporočili morske strategije (ODMS), saj mora biti na območju marikulture kakovost morske vode primerna za življenje in rast gojenih morskih organizmov.

Na podlagi razpoložljivih podatkov in pregledanega materiala smo najprej opredelili širša območja, na katerih bi bilo morda možno izvajanje marikulture dejavnosti. Ta širša potencialna območja smo nato podrobneje preučili in določili potencialne lokacije kot tudi oblike in vrste marikulture.

Pri izbiri območja marikulture smo kot pomembna merila upoštevali (Tabela 1):

- rabo prostora,
- naravne in kulturne vrednote,
- pomembne morske habitate,
- naravne danosti okolja,
- kakovost morske vode in
- infrastrukturo na kopnem.

Tabela 1: Posamezna merila, ki smo jih upoštevali pri izbiri območja marikulture.

RABA PROSTORA	NARAVNE IN KULTURNE VREDNOTE	POMEMBNI MORSKI HABITATI	NARAVNE DANOSTI OKOLJA	KAKOVOST MORSKE VODE	INFRASTRUKTURA NA KOPNEM
turizem	naravni rezervati	morski travniki	tip morskega dna	raztopljen kisik	bližina ceste
kopalne vode	krajinski parki	prekoraligene formacije	razpon plimovanja	slanost	komunalni priključki
navtični turizem	območja Natura 2000	sekundarno školjčno detritno dno	globina	koncentracija klorofila <i>a</i>	globina morja (pristajanje plovila)
obstoječa marikultura	območja podvodne kulturne dediščine	biogene formacije sredozemske kamene korale	hitrost in smer tokov	temperatura	pomol
potapljanje			največja višina valov	hranilne snovi (NH ₄ , ...)	ribiško pristanišče
plovne poti			izpostavljenost vetru	PAR	
ribolovna območja			bližina izliva rek, potokov, hudournikov	suspendirani delci (organski in anorganski)	
sidrišča				halogenirane organske spojine	
pristanišča				vsebnost kadmija	
vojaška vadblišča				vsebnost živega srebra	
podvodni kabli, cevovodi in druge ovire				mikrobiološka kakovost vode (bakterije fekalnega izvora)	
komunalni izpusti					

3.1.1. RAZLIČNE RABE PROSTORA

V slovenskem morju imamo fizično omejene prostorske možnosti, zato prihaja do delnih nesoglasij med različnimi rabami. Večji del slovenskega morja zavzema območje plovnih poti in sidrišč. Potrebno je učinkovito usklajevanje posameznih rab, da ne bi prihajalo do motenj pri sovpadanju rab ter nesoglasij in nasprotij med različnimi interesi. Zato smo za nadaljnji obstoj in širitev marikulture, z morebitnim uvajanjem novih gojitvenih oblik oz. gojitev novih vrst organizmov, preučili njihovo ustreznost in usklajenost le-teh z ostalimi rabami na tem območju.

Pri tem smo upoštevali plovne poti, sidrišča, pristanišča, območja športnega potapljanja in rekreacijske plovbe, ribolovna območja in ribolovne rezervate, turizem, kopališča in kopalne vode, podvodne kable, cevi in druge ovire, bližine komunalnih izpustov, vojaška vadbišča, že obstoječe marikulture idr. Nekatere od teh rab se z marikulturo izključujejo. Take so plovne poti in sidrišča, pristanišča, bližina komunalnih izpustov, kopališča, medtem ko je z morebitnimi omejitvami sobivanje možno z območji za potapljanje, turizmom, ribolovnimi območji, podvodnimi kabli in cevovodi.

3.1.1.1. PLOVNE POTI, SIDRIŠČA IN PRISTANIŠČA

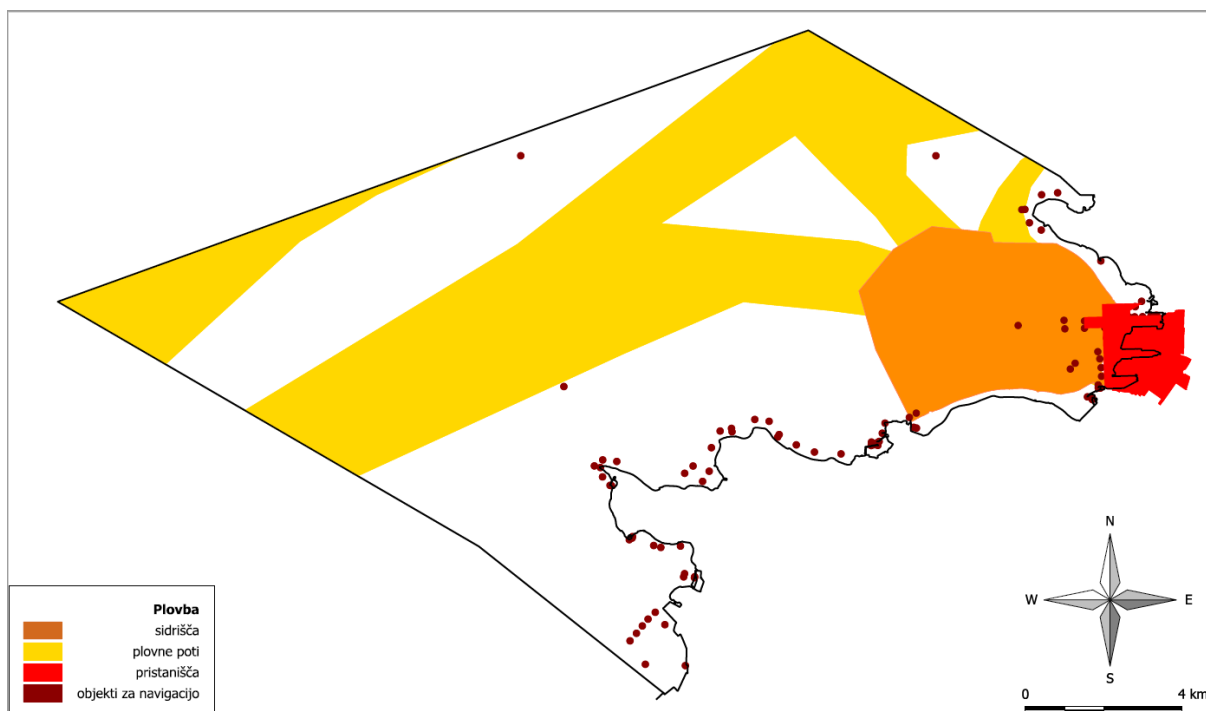
Območja plovnih poti, sidrišč in pristanišča (Slika 2), ki obsegajo približno polovico celotnega slovenskega morja, kot tudi območja poglobljanja morskega dna, so nezdržljiva z marikulturo. Objektov marikulture ni mogoče postaviti na glavnih plovnih poteh, saj predstavljajo oviro za ladijski promet in lahko motijo varno plovbo. Po drugi strani pa bi ladijski promet (transportne in ribiške ladje) lahko uničil objekte marikulture. Večje ladje, tudi ribiške, plujejo vsaj 1,5 NM od obale.

Pomorski promet in pristaniške dejavnosti tudi imajo negativne vplive na okolje, kar ni ugodno za dejavnosti marikulture:

- resuspenzija morskih usedlin, v katerih so med drugim tudi težke kovine, ki se nato lahko vključijo v prehranjevalni splet, katerega člen smo tudi uživalci morske hrane,
- nevarnost nastanka nesreče na morju je večja,
- nevarnost onesnaženja morja in priobalnega pasu ter posledično ogrožanje morskih organizmov, tudi gojenih, v primeru pomorskih nesreč (izlitje nevarnih snovi, požar),
- povečan podvodni hrup,

- možen vnos tujerodnih, patogenih in potencialno toksičnih organizmov preko balastnih vod in sedimentov ter ladijske obrasti ...

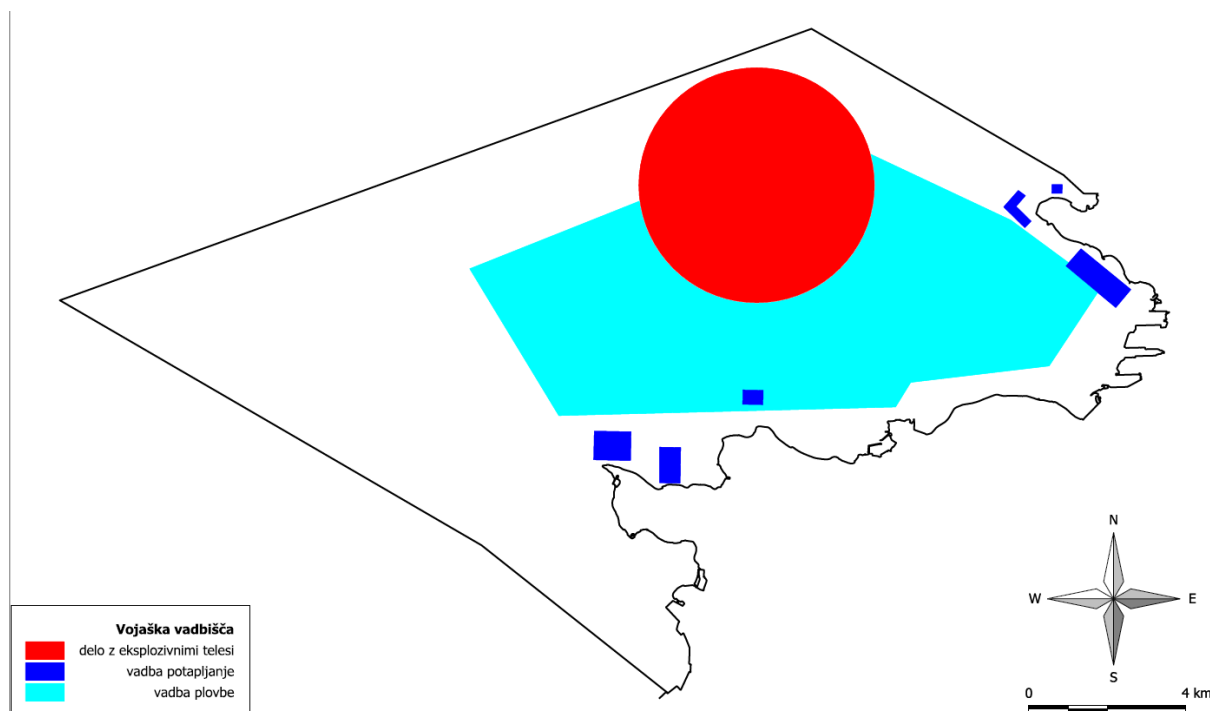
Na območjih plovnih poti, sidrišč in pristanišč se torej ne more izvajati dejavnost marikulture. Območje sidrišča zaseda praktično celoten Koprski zaliv, kjer voda dosega primerno globino.



Slika 2: Območja plovnih poti, sidrišč in pristanišč.

3.1.1.2. VOJAŠKA OBMOČJA

Aktivnosti Ministrstva za obrambo (MORS) na morju so relativno maloštevilne (SUPREME, 2018). Vojaška območja namenjena delu z eksplozivnimi telesi (Slika 3), so nezdržljiva z marikulturo, ostala območja, ki so namenjena predvsem za vadbo plovbe in potapljanja, pa so združljiva. Tudi zato, ker se je izkazalo, da je MORS pri izvajanju aktivnosti z vidika usklajevanja zelo fleksibilen ter da se določena območja, namenjena potapljanju, lahko v določeni meri tudi lokacijsko prestavijo (SUPREME, 2018).



Slika 3: Območja vojaških vadbišč.



Slika 4: Podvodne cevi v slovenskem morju.

3.1.1.3. PODVODNI KABLI IN CEVOVODI

Vse evidentirane podvodne cevi (Slika 4), razen cevi izpusta piranske čistilne naprave, so v bližini obalne linije (do približno 500 m v morje). Z vzpostavitvijo marikulture bi lahko zaradi sidranja plavajočih objektov povzročili poškodbe na obstoječih podvodnih ceveh. Podvodni kabli v slovenskem morju niso evidentirani.

Razmisliti je potrebno o možnostih gojenja školjk v sedimentu med obema cevema izpusta piranske čistilne naprave. To območje je neizkoriščeno in varno pred negativnimi posledicami pridnenega ribolova. Več o tem v poglavju 6.2. tega poročila.

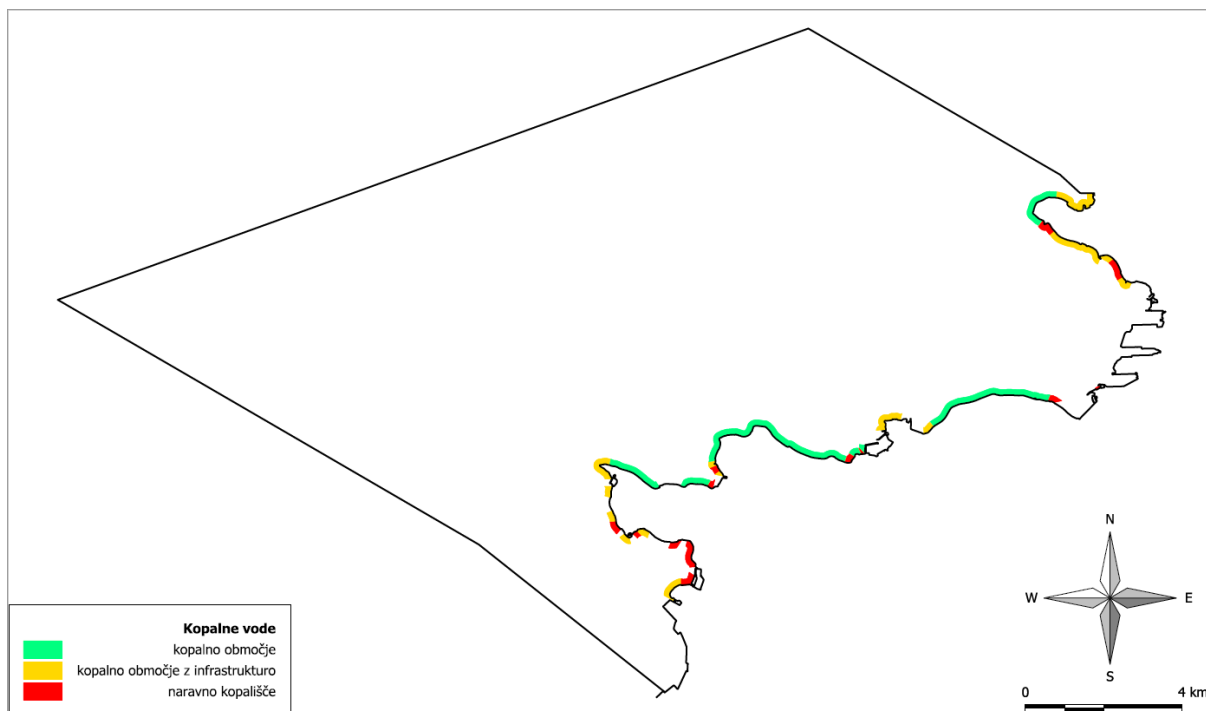
3.1.1.4. TURIZEM IN KOPALNE VODE

Ugotavljamo, da je turizem, poleg pomorskih dejavnosti, ena ključnih gospodarskih panog slovenskega primorja. V obdobju turistične sezone se poveča število sezonskih prebivalcev v slovenskem primorju, kar posledično povzroči, med drugim, tudi povečano količino komunalne odpadne vode in večje onesnaževanje morja. Neprečiščena ali nezadostno prečiščena komunalna odpadna voda lahko povzroča obogatitev morskega okolja s hranili in organskimi snovmi in uvajanje mikrobnih patogenov. Obogatitev morskega okolja s hranili ima direkten vpliv na koncentracije hranil v vodnem stolpcu in posledično na višjo primarno produkcijo fitoplanktona, makroalg in kritosemenk. Poleg tega se lahko zaradi spremenjenih hranilnih razmer spremeni tudi vrstna sestava, biomasa in sezonskost teh organizmov. Obogatitev z organsko snovjo pa lahko zaradi povečane mikrobne razgradnje vpliva na koncentracijo kisika, ki se lahko občutno zniža predvsem v pridnenem sloju.

Večje število turističnih plovil prav tako bolj onesnaži morsko okolje. Trup teh plovil je zaščiten proti obraščanju z zaščitnimi premazi, ki lahko vsebujejo tributilkositrove spojine (TBT) ali baker. Več o TBT v poglavju 3.1.5.3. tega poročila.

Ker pa dejavnost turističnih plovil ni prostorsko omejena, kljub onesnaževanju, ki ga povzroča, načeloma ne ovira dejavnosti marikulture. Je pa marikultura tista, ki predstavlja oviro za priobalno rekreacijsko plovbo in sidranje ter omejuje vodne športe.

Na območju kopalnih vod (Slika 5) je kvaliteta morske vode lahko spremenjena zaradi uporabe krem za sončenje, ki se spirajo s kopalcev ter zaradi človeških izločkov. V kakšnem obsegu kopalne vode vplivajo na okolje je odvisno tudi od smeri morskih tokov.

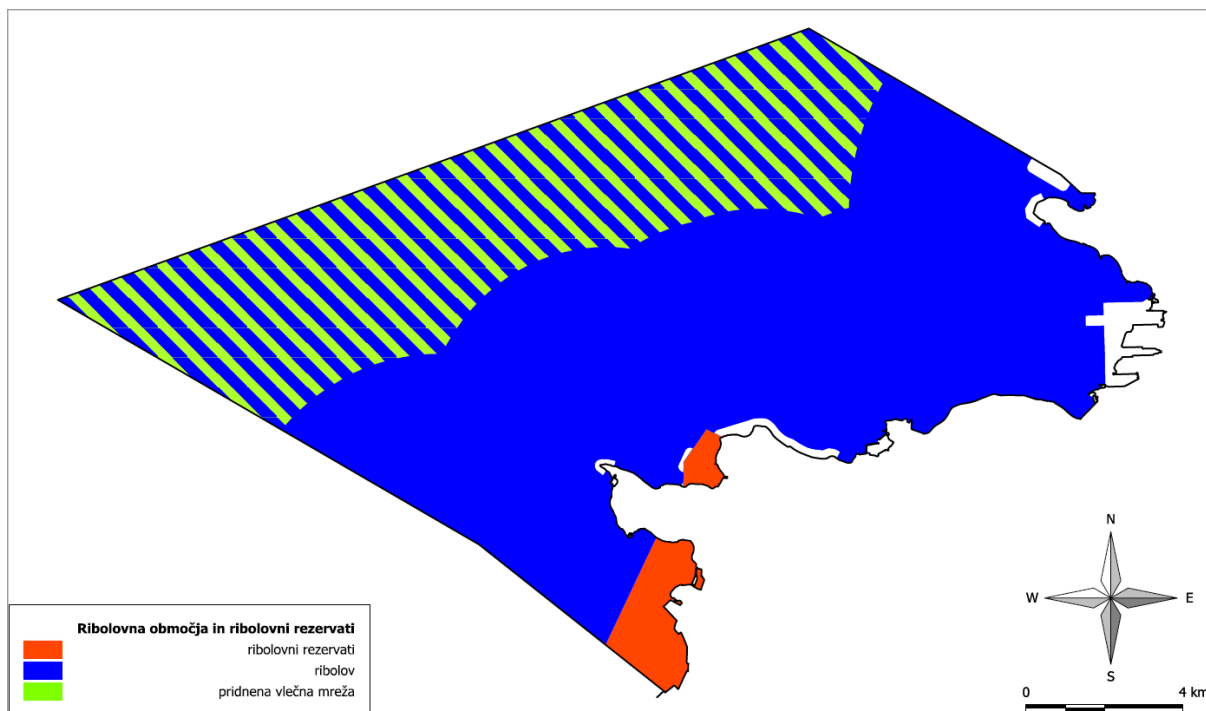


Slika 5: Območja kopalnih vod.

Marikultura, zaradi vizualnega vpliva gojitvenih polj neposredno ob obalni liniji, ne sodi na območja, kjer je razvit turizem. Prav tako ta dejavnost na školjčičih povzroča hrup zaradi natovarjanja na plovilo, predvsem v nočnih in zgodnjih jutranjih urah. Problematičen za turizem je tudi odvoz školjk preko turističnih območij (plaže, nastanitveni objekti idr.). Marikultura in turizem se ne izključujeta, so pa potrebne določene omejitve. Če bodo gojitvena polja postavljena 1 NM od obale, bo s tem manjši vpliv na turizem, predvsem na turizem v obalnem pasu.

3.1.1.5. RIBOLOVNA OBMOČJA IN RIBOLOVNI REZERVATI

Kljub temu, da marikultura predstavlja fizično oviro ribičem, je hkrati sinergistična ribiški dejavnosti. Kar pomeni, da se na ribolovnem območju, razen na območju ribolova s pridreno vlečno mrežo (Slika 6), lahko izvaja dejavnosti marikulture. Le določene prilagoditve oz. omejitve je potrebno sprejeti in upoštevati prostorsko omejenost malega obalnega ribolova. Po drugi strani pa školjkarji pravijo, da so športni ribiči celo dobrodošli na območju školjčič, saj lovijo orade, ki se prehranjujejo z mladimi školjk in tako uničijo približno 10-15 % letnega pridelka. V kolikor bi se dovolil športni ribolov na območju školjčič, bi bilo potrebno najti način, kako le-tega istočasno tudi omejiti.



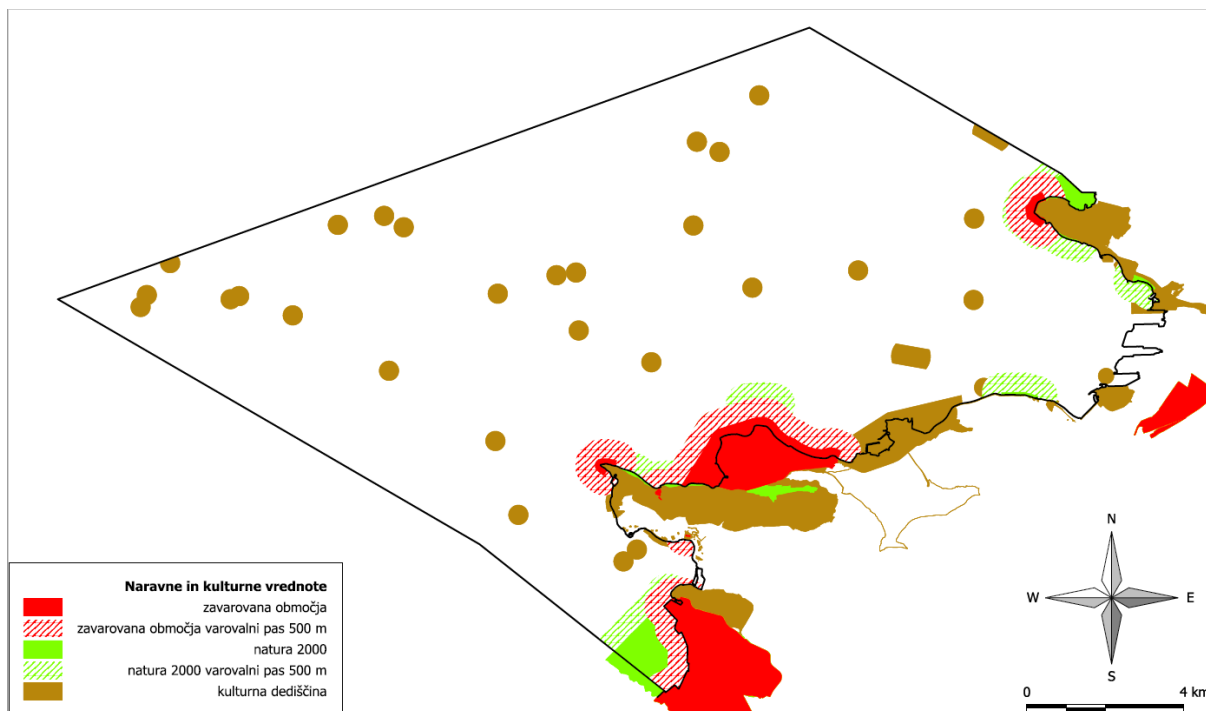
Slika 6: Ribolovna območja in ribolovni rezervati.

Na podlagi Zakona o morskem ribištvu (ZMR-2) je na območjih ribolovnih rezervatov prepovedan negospodarski ribolov, medtem ko je gospodarski ribolov dovoljen le v omejenem obdobju in na osnovi posebnih dovoljenj. V slovenskem morju imamo dva ribolovna rezervata, Portoroški in Strunjski (Slika 6), namenjena varstvu ribolovnih virov. Na teh območjih že imamo marikulturo.

3.1.2. NARAVNE IN KULTURNE VREDNOTE

Območja naravnih in kulturnih vrednot so nezdružljiva z marikulturo. Varovalni pasovi zagotavljajo ohranjanje naravnih in kulturnih vrednot.

Po drugi strani pa lahko školjčičišča, če imajo primerno obliko plovkov, predstavljajo ključna počivališča in prenočišča varovanih vrst morskih ptic (npr. za sredozemskega vranjeka - *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*) (Operativni program ESPR, 2015; <http://simarine-natura.ptice.si/domov/sredozemski-vranjek/>).



Slika 7: Območja naravnih in kulturnih vrednot.

3.1.2.1. NARAVNE VREDNOTE

Na zavarovanih območjih z namenom ohranjanja narave so prepovedi in omejitve odvisne od določb akta o zavarovanju. Navadno je, med drugim, tudi prepovedano oz. omejeno izvajanje posegov v morsko okolje, odvajanje odpadnih vod, gospodarsko izkoriščanje naravnega vira, plovba in sidranje, promet z motornimi čolni idr. Trajno varstvo narave in ohranjanje biotske raznovrstnosti je izredno pomembno.

Osredotočili smo se na zavarovana območja (krajinski parki, naravni spomeniki, naravni rezervati) ter območja Natura 2000. Vsem smo dodali še 500 m varovalni pas (Slika 7), v katerem naj se ne bi izvajale dejavnosti, ki bi lahko imele negativne vplive na ta območja in med katere sodi tudi marikultura. V okolici ribogojnic je ta vpliv predvsem zaradi vnosa hranil in po potrebi zdravil, kot tudi zaradi možnosti vnosa tujerodnih, patogenih in potencialno toksičnih organizmov. V okolici školjčičišč pa je lahko problematična filtracijska aktivnost školjk, ki z odvzemom suspendiranih delcev iz morske vode vpliva na njihovo manjšo razpoložljivost za naravno živeče organizme.

Varstveni režim v zavarovanih območjih prepoveduje marikulturo. To je posredno ali neposredno določeno v različnih uredbah in odlokih.

Tako Uredba o Krajinskem parku Sečoveljske soline (UL RS 29/2001) v parku prepoveduje izvajanje posegov, opravljanje dejavnosti ali ravnanje na način, ki bi lahko škodljivo vplival na naravne vrednote in biotsko raznovrstnost v parku in spreminjal ali ogrožal njegovo ekološko, biotsko ali krajinsko vrednost. Med te spadajo tudi spreminjanje vodnega režima; vznemirjanje, ubijanje ali odvzemanje živali prosto živečih vrst in njihovih razvojnih oblik iz narave; uničevanje ali poškodovanje gnezdišč ali habitatov, kjer se živali prosto živečih vrst zadržujejo, hranijo ali razmnožujejo; vnašanje rastlin ali živali tujerodnih vrst; odkopavanje ali zasipavanje zemljišča. V prvem varstvenem območju parka je med drugim prepovedano tudi posegati v obrežno vegetacijo; umetno osvetljevati živali, njihova gnezdišča, bivališča in zavetišča; povzročati hrup ali vibracije; opravljati gospodarsko rabo naravnih virov, razen solinarstva, ki se izvaja na tradicionalni način; izvajati ribolov in ribogojne ukrepe ter gojiti morske živali (marikultura). V drugem varstvenem območju parka je poleg nekaterih že naštetih prepovedi prepovedano tudi uničevati, poškodovati ali odnašati mikrobno odejo, ki prekriva dno solinarskih bazenov. Tudi v tretjem varstvenem območju parka je prepovedano izvajanje dejavnosti in posegov, ki bi lahko poslabšali hidrološke in ekološke razmere v prvem in drugem območju parka.

Uredba o Krajinskem parku Strunjan (UL RS 107/2004) med drugim v naravnem rezervatu Strunjan – Stjuža prepoveduje spreminjanje vodnega režima, spreminjanje obstoječe strukture dna lagune, izvajanje zemeljskih del, opravljanje gospodarske rabe naravnih virov, razen solinarstva, izvajanje ribolova in ribolovnih ukrepov ter gojenje morskih živali (marikultura).

Odlok o Krajinskem parku Debeli rtič (UL RS 48/2018) znotraj parka prepoveduje izvajanje posegov in dejavnosti, ki pomenijo dodatno obremenitev morja s plovili in rekreacijskimi napravami, vnašanje tujerodnih oziroma invazivnih vrst rastlin in živali ter sidranje v 200 m obalnem pasu. V drugem varstvenem območju med drugim ni dovoljeno sidranje, izvajanje gradbenih posegov v morje in na kopnem, postavljanje pomožnih in začasnih objektov na naravno ohranjenih delih morja in morskega obrežja na način, da le to spreminja naravne lastnosti ter podobe obrežja. V prvem varstvenem območju tudi ni dovoljeno izvajanje gradbenih posegov, postavljanje trajnih ali začasnih objektov v morje, kot so pomoli in splavi, ter plovba s plovili na motorni pogon.

3.1.2.2. KULTURNE VREDNOTE

Na območju slovenskega morja se nahaja 49 registriranih arheoloških najdišč, od tega 36 v celoti podvodnih. Ocena arheološkega potenciala območja morja izven registriranih arheoloških najdišč ni znana. Na celotnem območju morja obstaja možnost odkritja arheoloških ostalin pomorskega značaja. Na sliki 7 so zarisane tudi lokacije kulturnih vrednot in varovalni pas okrog njih, kot je vključen v zaris enote podvodne kulturne dediščine v Registru kulturne dediščine in sistemu Pravni režimi varstva kulturne dediščine (eVRD). Arheološke ostaline na vseh 36 podvodnih arheoloških najdiščih ležijo izpostavljene na morskem dnu ali plitvo ugreznjene v vrhnje sloje morskih usedlin in so fizično nezaščitene. Njihovo pravno varstvo je zagotovljeno zgolj v postopkih sprejemanja prostorskih aktov, v primerih poseganja vanje pa ni vzpostavljeno (SUPREME, 2018). Nobeno izmed podvodnih arheoloških najdišč ni razglašeno za kulturni spomenik. K celostnemu ohranjanju podvodne arheološke dediščine Republiki Slovenijo zavezuje tudi Konvencija o varovanju podvodne kulturne dediščine (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 1/08).

Na območjih enot registrirane podvodne kulturne dediščine v slovenskem morju, velja varstveni režim za registrirano arheološko najdišče iz Priročnika pravnih režimov varstva, ki jih je treba upoštevati pri pripravi planov in posegih v območja kulturne dediščine. Ta med drugim določa, da se posegi in dejavnosti v prostoru načrtujejo in izvajajo tako, da se arheološka najdišča ohranjajo v neokrnjenem stanju. Najdišča se varujejo pred posegi ali uporabo, ki bi lahko poškodovali arheološke ostaline ali spremenili njihov vsebinski in prostorski kontekst. Prepovedano je predvsem:

- poglobljati in zasipavati morsko dno,
- postavljati ali graditi trajne aličasne objekte, vključno z nadzemno in podzemno infrastrukturo,
- ribariti z globinsko vlečno mrežo in se sidrati.

Izjemoma so dovoljeni posegi v prostor robnih delov najdišč, če se na podlagi rezultatov opravljenih predhodnih arheoloških raziskav izkaže, da je območje mogoče sprostiti za poseg.

Glede na vse zgoraj napisano zaključujemo, da območja arheoloških najdišč načeloma niso primerna za vzpostavitev marikulture.

3.1.3. POMEMBNI BENTOŠKI HABITATNI TIPI V SLOVENSKEM MORJU

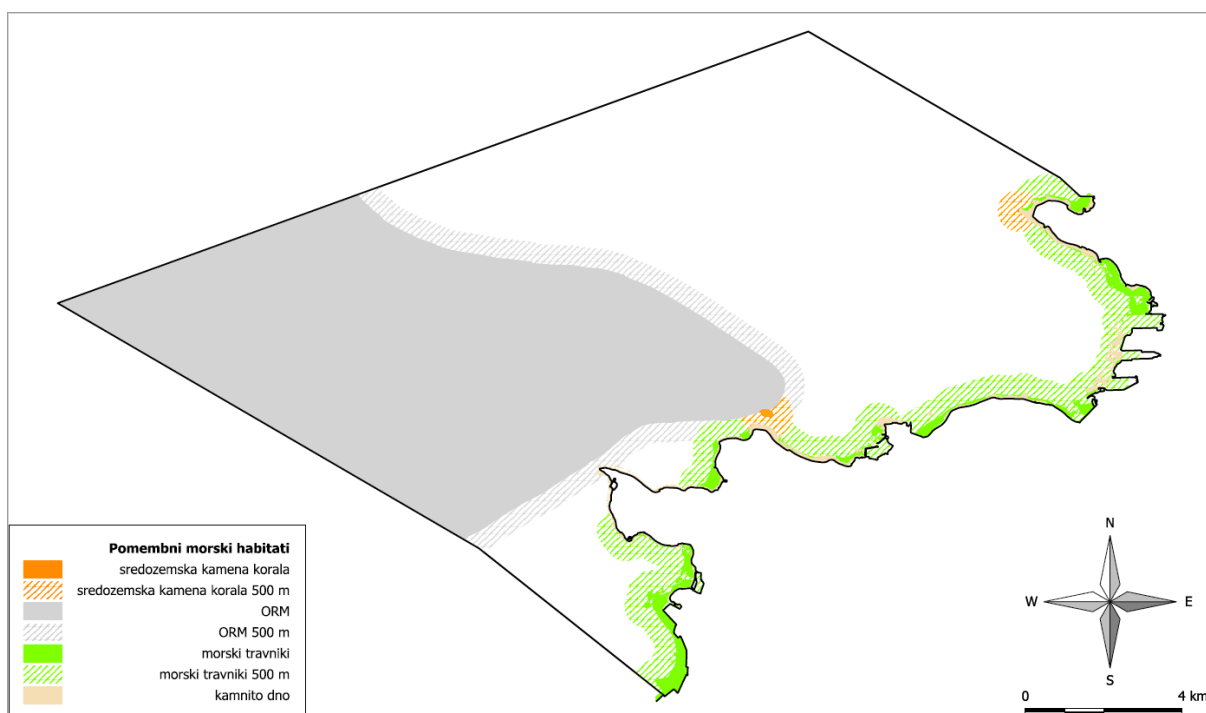
Morsko dno predstavlja več kot 70 % Zemeljskega površja in je eno ključnih območij za življenje v morju. Na morskem dnu in v njem obstajajo številni habitatni tipi, ki številnim vrstam organizmov zagotavljajo osnovne pogoje za njihovo preživetje, domovanje, hrano, skrivališče, počivališče, razmnoževalno območje idr. Pridnena združba, ki se razvije, je močno odvisna od značilnosti substrata, globine morja, hidrodinamike in drugih značilnosti. Na morskem dnu in v njem se v veliki meri zadržujejo pritrjeni ali pa slabo mobilni organizmi. Zaradi te lastnosti, ki jim onemogoča ali močno oteži beg, so zelo podvrženi pritiskom na morsko dno. Stanje pridenih združb tako odraža kombinacijo vplivov vseh pritiskov, ki se na tistem mestu pojavljajo (Orlando-Bonaca in sod., 2019b).

Marikultura spada med največje fizične motnje na morsko dno (Orlando-Bonaca in sod., 2019b); ribogojnice zaradi obogatitve sedimenta z organsko snovjo (padajoča nezaužita hrana, ribji iztrebki), školjčičišča zaradi ustvarjanja sekundarnega trdega dna pod gojiščem (Lipej s sod., 2016). Zaradi visoke koncentracije rib v majhnem prostoru je verjetnost pojava bolezni visoka, s tem pa tudi možnost širjenja bolezni izven ribogojnic. Problem bolezni ribogojci po potrebi rešujejo s kurativnim dodajanjem farmacevtskih preparatov v ribjo hrano, kar pomeni vnos teh nevarnih snovi tudi v morski ekosistem okrog ribogojnic. Tudi motnost vode, ki je lahko posledica dejavnosti marikulture, predvsem ribogojstva, ima negativen vpliv zlasti na morske trave in makroalge, zaradi oviranja prodiranja svetlobe. Prav tako ima marikultura negativen vpliv na okolje zaradi možnosti vnosa tujerodnih, patogenih in potencialno toksičnih organizmov.

Vse to lahko negativno vpliva na pomembne morske habitate, zato marikultura ni sprejemljiva na območjih, ki jih ti habitati zasedajo (Slika 8). Pomembni habitatni tipi v slovenskem morju, ki jih velja še posebej zaščititi in se izključujejo z novimi območji za marikulturo, so travniki, prekoraligene formacije, sekundarno školjčno detritno dno in območji biogenih formacij sredozemske kamene korale na rtu Ronek in na Debelem rtiču. Travniki in prekoraligene formacije so prisotni le v infralitoral. Infralitoral sega do globine, kjer je še 1 % vpadne svetlobe in tu še uspevajo morske cvetnice ali zelene alge. V slovenskem morju se ta meja giblje do 10 m globine (Lipej in sod., 2006; Orlando-Bonaca in sod., 2015). Ker smo postavili mejo za gojenje živalskih organizmov na območja z globino >15 m, smo s tem izključili možnost obremenitve teh dveh pomembnih habitatnih tipov, kar

tudi sovpada z željami školjkarjev in ribogojcev, saj je za gojenje organizmov območje z globino >15 m ustrežnejše. Območji biogenih formacij sredozemske kamene korale se nahajata v bližini rta Ronek pred zavarovanim območjem Krajinskega parka Strunjan, in v bližini svetilnika v okviru Krajinskega parka Debeli rtič, obe v globini med 10 in 21 m (Lipej in sod., 2015). Kartografski izris biocenoze obrežnega detritnega dna, ki so jo leta 1976 Fedra in sodelavci po prevladujočih vrstah poimenovali združba ORM (*Ophiothrix-Reneira-Microcosmus*), je le približen (Lipej s sod., 2018), zato območja te biocenoze pri izbiri novih območij za marikulturo ne bomo upoštevali kot izključujočega za marikulturo. Za omilitev morebitnih negativnih vplivov marikulture smo območjem pomembnih morskih habitatov dodali še 500 m varovalni pas, znotraj katerega naj se ne bi izvajale dejavnosti marikulture, ki bi lahko imele negativen vpliv na ta območja.

Za območje odprtega morja, kjer so potencialne lokacije za marikulturo, žal nimamo na voljo novjših podatkov o bentoških združbah.



Slika 8: Območja pomembnih morskih habitatov.

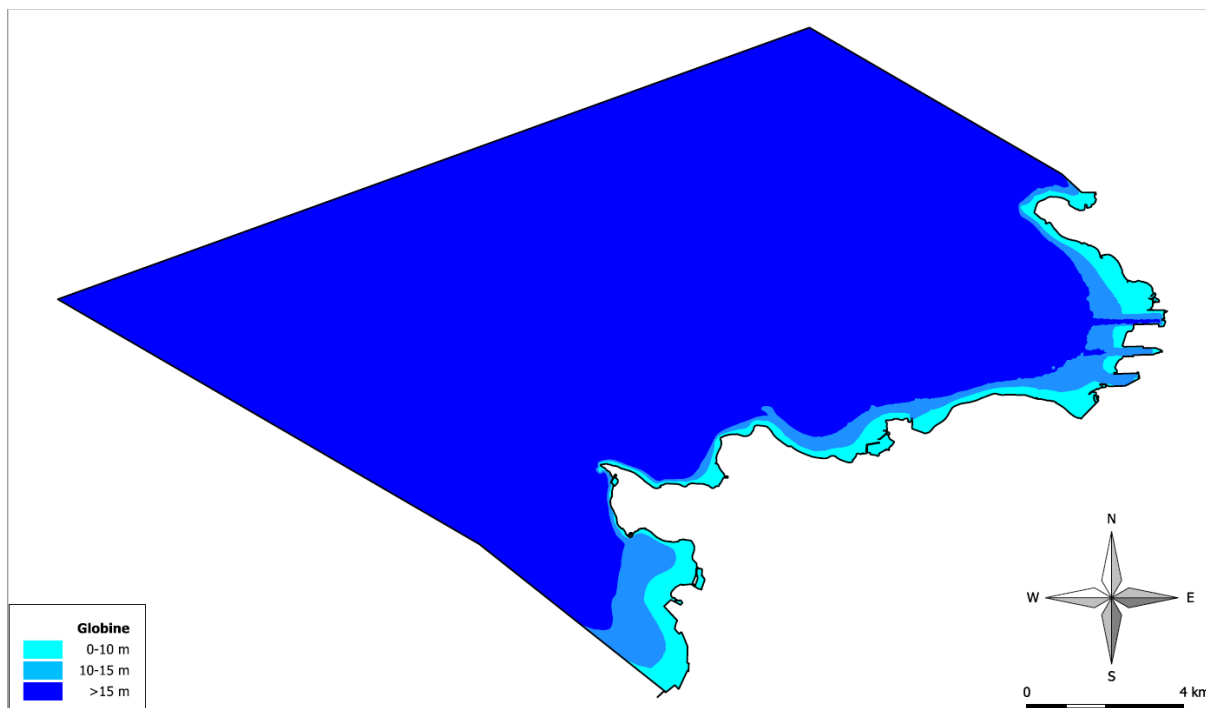
3.1.4. NARAVNE DANOSTI OKOLJA

Pri izbiri območja marikulture smo upoštevali tudi naravne danosti okolja, kamor spadajo batimetrija in tip morskega dna, vpliv vetrov (smer in hitrost), morski tokovi (smer in hitrost), največja višina valov, plimovanje, bližina hudourniških izlivov in izlivov rek. Za različne vrste marikulture je ustrezna različna globina in tip morskega dna.

Območja marikulture načeloma ne smejo biti izpostavljena ekstremnim meteorološkimi pogojem, kot so močni vetrovi in visoki valovi. Tudi morski tokovi ne smejo biti premočni. Upoštevali smo tudi temperaturo in slanost morja ter hidrografijo. Zaželeno je, da je na območju marikulture količinska spremenljivost vnosa sladke vode čim manjša. Razlike med velikimi in majhnimi pretoki rek med letom naj bi bile čim manjše, in da ni močnih hudourniških prilivov, saj se s tem izognemo morebitnemu večjemu vnosu fekalnih bakterij in suspendiranih delcev, ki lahko negativno vplivajo na gojene organizme.

3.1.4.1. GLOBINA

Za različne vrste marikulture je pomembna tudi ustrezna globina morja, ki omogoča uspešno rast gojenih morskih organizmov.



Slika 9: Prikaz globine slovenskega morja.

Za gojenje večine školjk je ugodnejše območje z globino >15 m, zaradi večje vodne mase in termokline, ki se navadno vzpostavi na globini okoli 10-14 m. Globina večja od 15 m tudi omogoča, da školjke na dnu v poletnih mesecih rastejo pod termoklino. V plitvejših območjih se voda poleti preveč segreje, kar ni ugodno za njihovo rast. Več o vplivu temperature v poglavju 3.1.4.4. tega poročila.

Tudi za gojenje rib je ugodnejše območje z globino >15 m, čeprav se sedaj v Piranskem zalivu kletke za gojenje rib nahajajo na manjši globini (12-13 m).

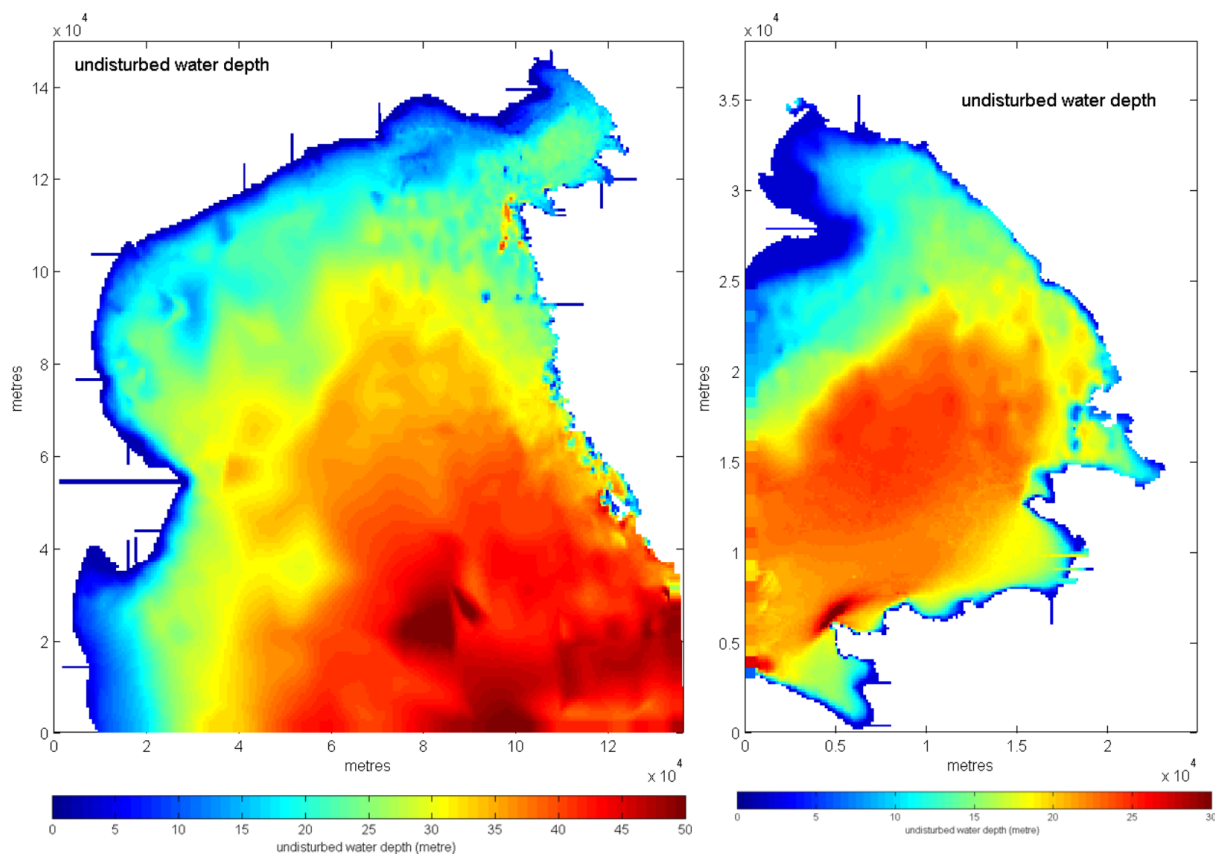
Potencialna območja marikulture je zato smiselno postaviti na območjih z globino >15 m (Slika 9).

3.1.4.2. VETROVI, MORSKI TOKOVI IN VALOVANJE

Vetrovi imajo velik vpliv na morske tokove in na valovanje morja. Pri nas sta pomembna vetrova burja in jugo, tako za tokove pri gladini, kot za tokove v globini. Burja je dominanten veter in predstavlja 26 % vseh vetrov, jugo predstavlja 18 % vseh vetrov, medtem ko je odstotek brezvetrja manjši od 2 % (Jeromel in sod., 2009).

3.1.4.2.1. OCEANOGRFSKI NUMERIČNI MODELI

Za oceno hitrosti morskih tokov znotraj območij, ki so predvidena za marikulturo (več o predvidenih območjih v poglavju 6. tega poročila), smo uporabili oceanografski numerični model za cirkulacijo znotraj Tržaškega zaliva – TSPOM. Le-ta je zasnovan na modelu Princeton Ocean Model (POM) in ima horizontalno ločljivost približno 150 m, po vertikali pa vsebuje 25 sigma-plasti, ki sledijo topografiji. Model TSPOM prejema atmosferske podatke od modela ALADIN/SI (ARSO) ter začetne in robne pogoje od modela North Adriatic Princeton Ocean Model (NAPOM) (Malačič in sod., 2012), ki pokriva območje severnega Jadrana in ima horizontalno ločljivost približno 600 m. Oba modela vključujeta tudi plimovanje in upoštevata klimatološke rečne pretoke. Rezultati, ki jih dobimo iz omenjenih modelov, so urne vrednosti hitrosti morskih tokov, višine gladine morja, temperature in slanosti. Slika 10 prikazuje območji, ki pokrivata domeni numeričnih modelov NAPOM in TSPOM, kot tudi globine morskega dna na omenjenih območjih.



Slika 10: Prikaz območij in topografij numeričnih modelov NAPOM (levo) in TSPOM (desno), barvna lestvica označuje globine v metrih.

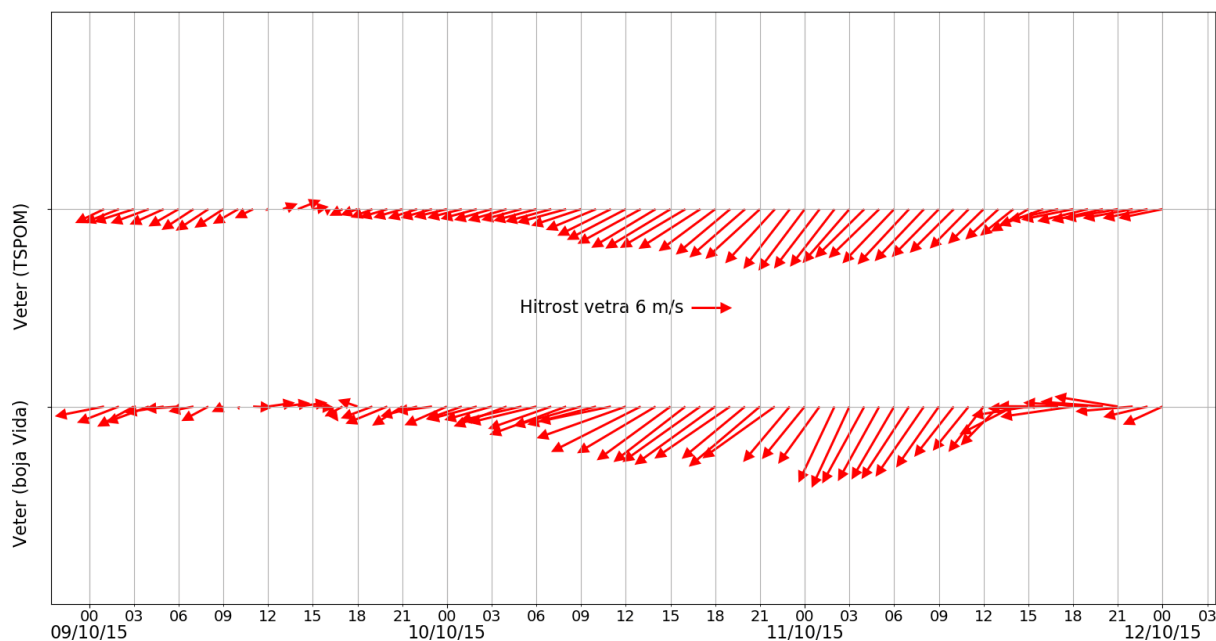
3.1.4.2.2. NUMERIČNE SIMULACIJE VETRNIH SITUACIJ

V Tržaškem zalivu sta burja in jugo najpogostejša močnejša vetrova, pri katerih nastanejo močnejši morski tokovi. Zato smo za izvedbo numeričnih simulacij izbrali dve značilni vetrni situaciji:

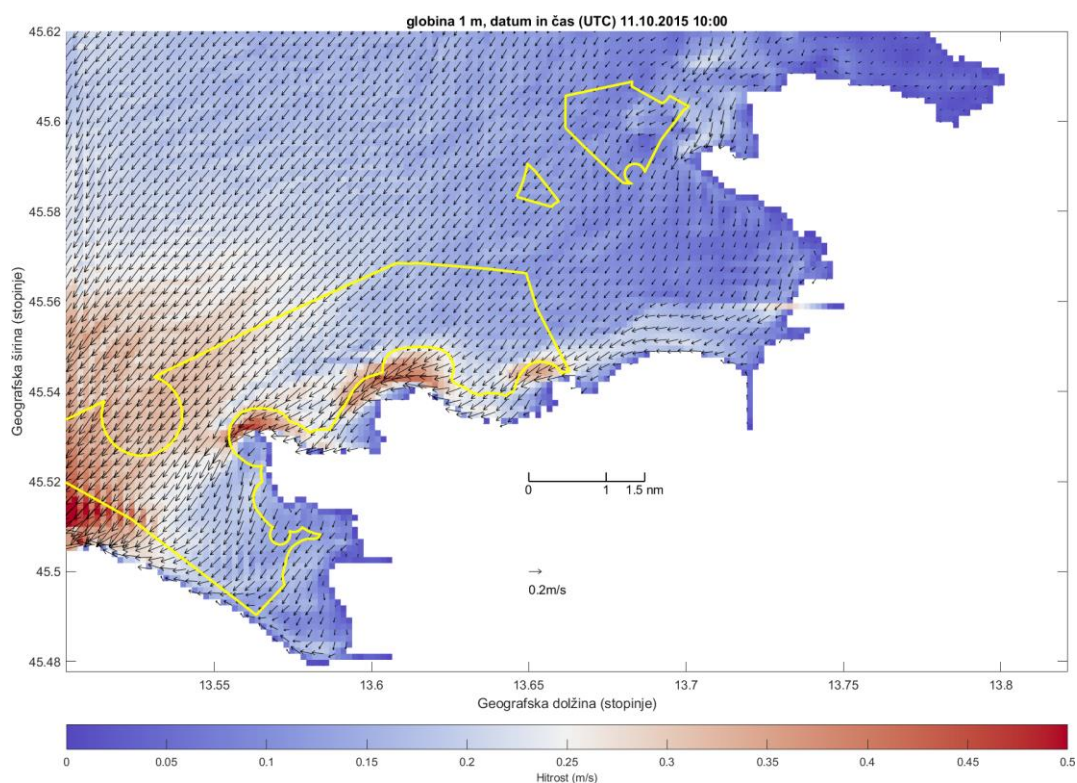
- Burja v obdobju 9.–11. oktober 2015
- Jugo v obdobju 3.–5. september 2015

Burja 9.–11. oktober 2015

Slika 11 prikazuje hitrost in smer burje v obdobju 9.–11. oktober 2015 na lokaciji oceanografske boje Vida, kot jo je napovedal meteorološki model ALADIN/SI in kot je bila dejansko izmerjena na oceanografski boji Vida. Vidimo, da se tridnevna napoved modela ALADIN/SI na omenjeni lokaciji dobro ujema z dejanskim (izmerjenim) vetrom, kar pomeni da je vetrno vsiljevanje modela kar zanesljivo.



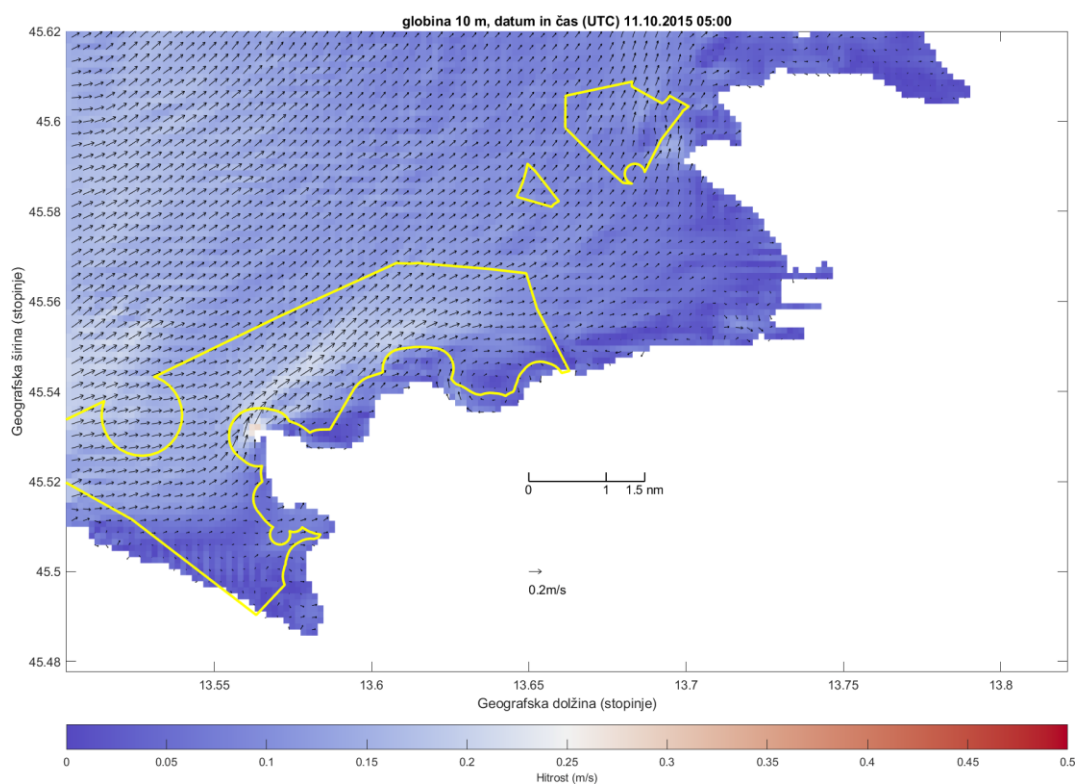
Slika 11: Vektorski graf vetra na lokaciji oceanografske boje Vida (45,5488 N, 13,5505 E) v obdobju 9.–11. oktober 2015. Zgoraj: napoved modela ALADIN/SI. Spodaj: izmerjena hitrost in smer vetra na boji Vida.



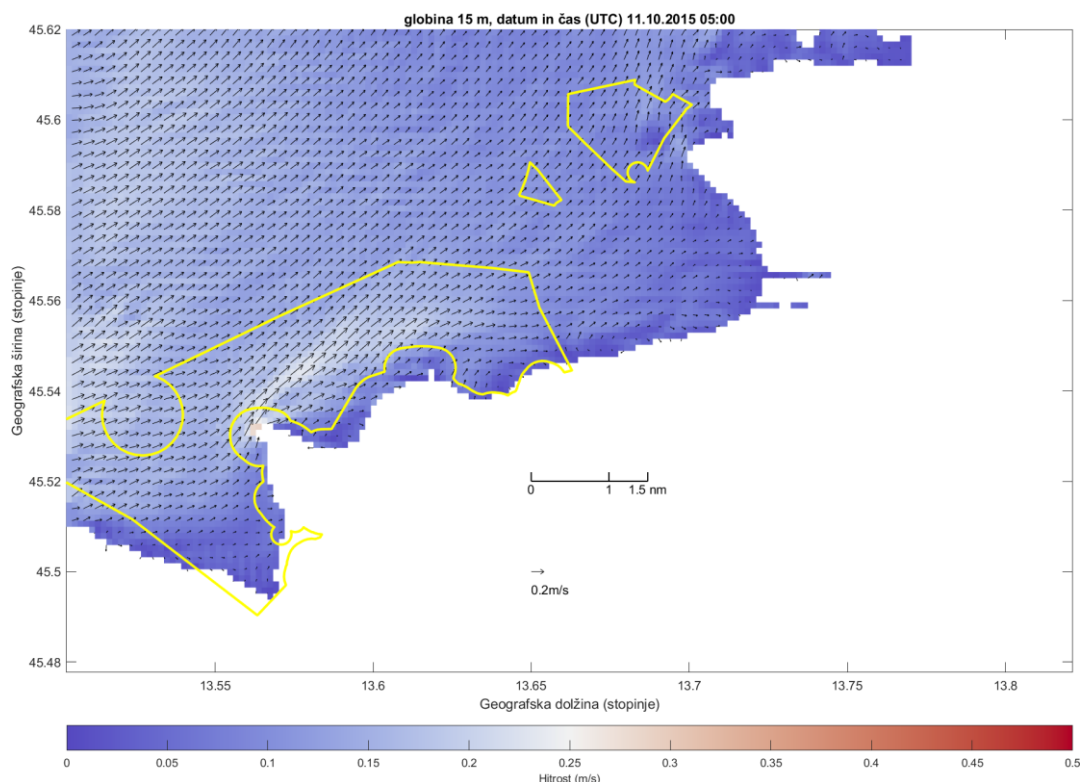
Slika 12: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 10:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 1 m. Rumene črte omejujejo območja, ki so predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.

V primeru burje se v površinskih plasteh pojavijo morski tokovi v smeri, ki se približno ujema s smerjo vetra, v večjih globinah pa se pojavijo tokovi v nasprotni smeri (povratni, kompenzacijski tok). Pri pregledu 72 rezultatov za vsako uro v obdobju 9.–11. oktober 2015 smo ugotovili, da so tokovi na globini 1 m najmočnejši 11. oktobra 2015 ob 10:00 UTC, kar prikazuje slika 12. Kar se tiče povratnih tokov na večjih globinah (10 in 15 m), pa se le-ti ne pojavijo ob istem času kot najmočnejši površinski tokovi, ampak 11. oktobra 2015 ob 05:00 UTC (glej sliki 13 in 14). Vidimo, da hitrosti tako površinskih kot globinskih tokov ne presegajo $0,25 \text{ m s}^{-1}$ znotraj območij predvidenih za marikulturo (rumene črte na slikah), razen površinskih tokov na območju severozahodno od Piranskega zaliva in v pasu od Piranskega rta do rta Petelin v Izoli, pri čemer je območje izrazitejšega površinskega toka ob burji najboljše okoli rta Ronek.

Povratni tokovi ob burji so v globinah 10 m in 15 m pretežno usmerjeni od Piranskega rta proti Debelemu rtiču, oz. vzdolž osi Tržaškega zaliva proti njegovi notranjosti, v nasprotni smeri burje (Sliki 13 in 14).



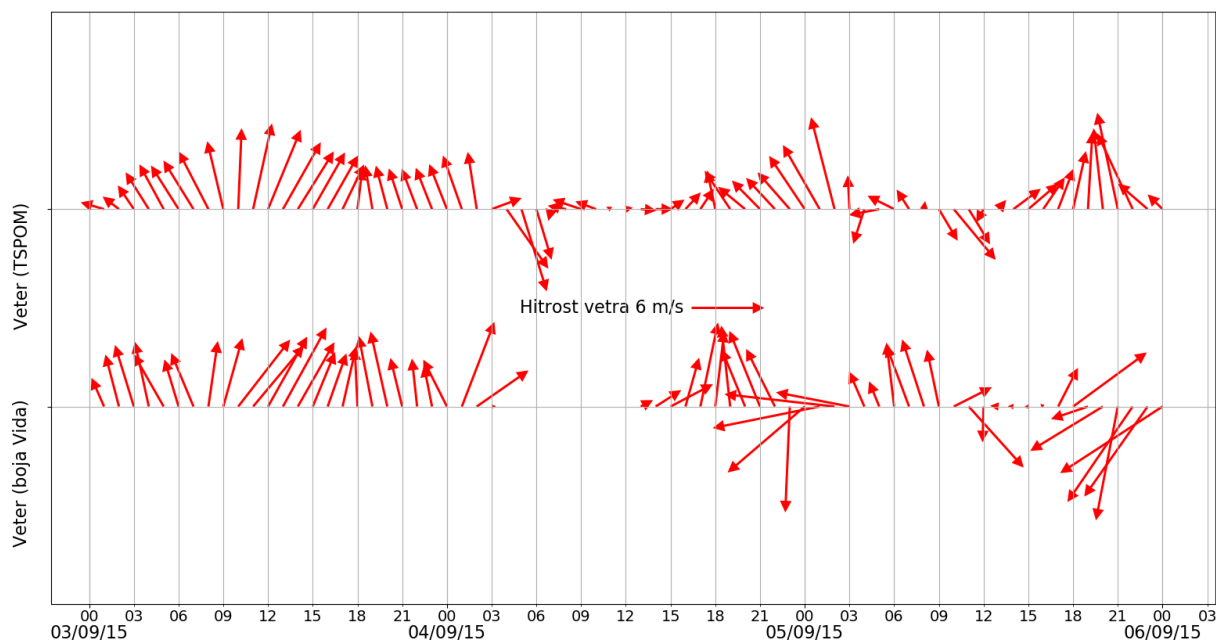
Slika 13: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 05:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 10 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.



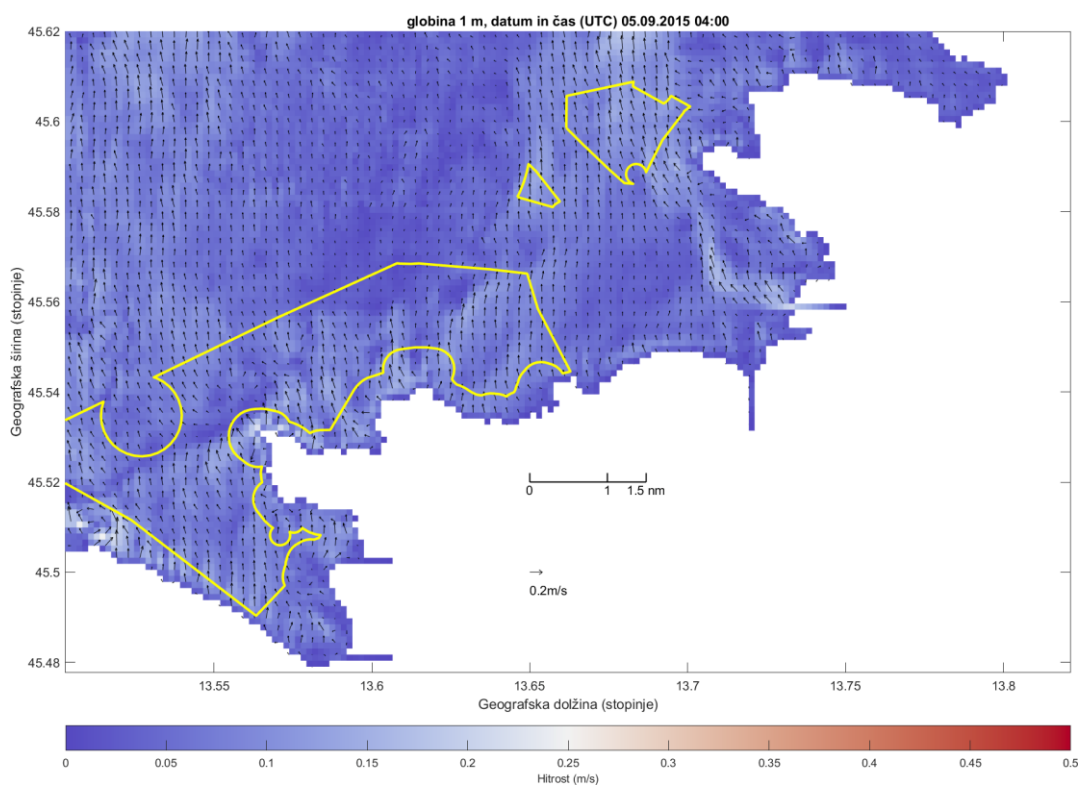
Slika 14: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v primeru burje 11. oktobra 2015 ob 05:00 UTC v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM na globini 15 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskoga toka.

Jugo 3.–5. september 2015

Slika 15 prikazuje hitrost in smer juga v obdobju 3.–5. september 2015 na lokaciji oceanografske boje Vida, kot jo je napovedal meteorološki model ALADIN/SI in kot je bila dejansko izmerjena na boji Vida. Podobno kot smo videli v primeru burje, imamo dovolj dobro ujemanje napovedi modela ALADIN/SI z dejanskimi meritvami na boji Vida v obdobju slabega vetra. Ob izdatnih spremembah vetra pa modelska napoved seveda odpove. Tudi tokrat lahko zaključimo, da je vsiljevanje cirkulacijskega modela s prognozo sprejemljiva. Tudi v primeru juga se v površinskih plasteh pojavijo morski tokovi, katerih smer je podobna smeri vetra, na večjih globinah pa se pojavljajo kompenzacijski tokovi, ki so usmerjeni predvsem v severovzhodni smeri proti notranjosti Tržaškega zaliva. Eni in drugi pa so v primeru juga manj izraziti kot v primeru burje. Na podoben način kot v primeru burje smo izbrali čase, ko so bili ti tokovi najmočnejši, in sicer 5. septembra 2015 ob 04:00 UTC za globino 1 m (Slika 16) ter 5. septembra 2015 ob 07:00 UTC za globini 10 in 15 m (Sliki 17 in 18).

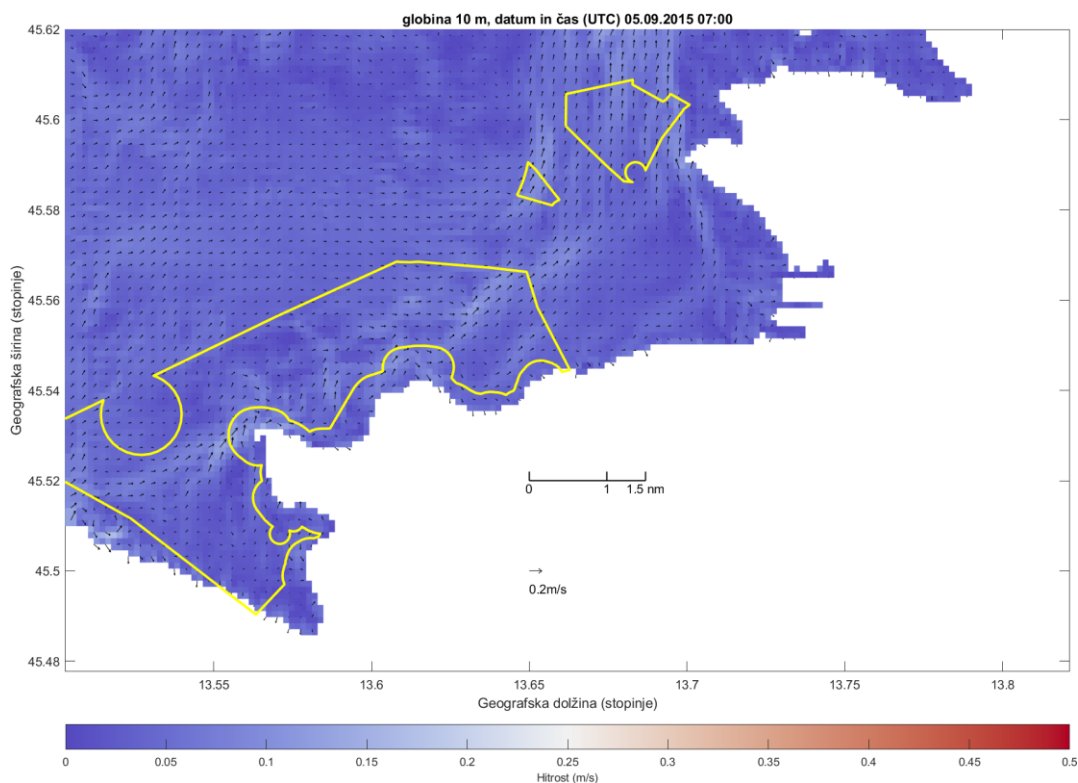


Slika 15: Vektorski graf vetra na lokaciji oceanografske boje Vida (45,5488 N, 13,5505 E) v obdobju 3.–5. september 2015: (zgoraj) napoved modela ALADIN/SI, (spodaj) izmerjena hitrost in smer vetra na boji Vida.



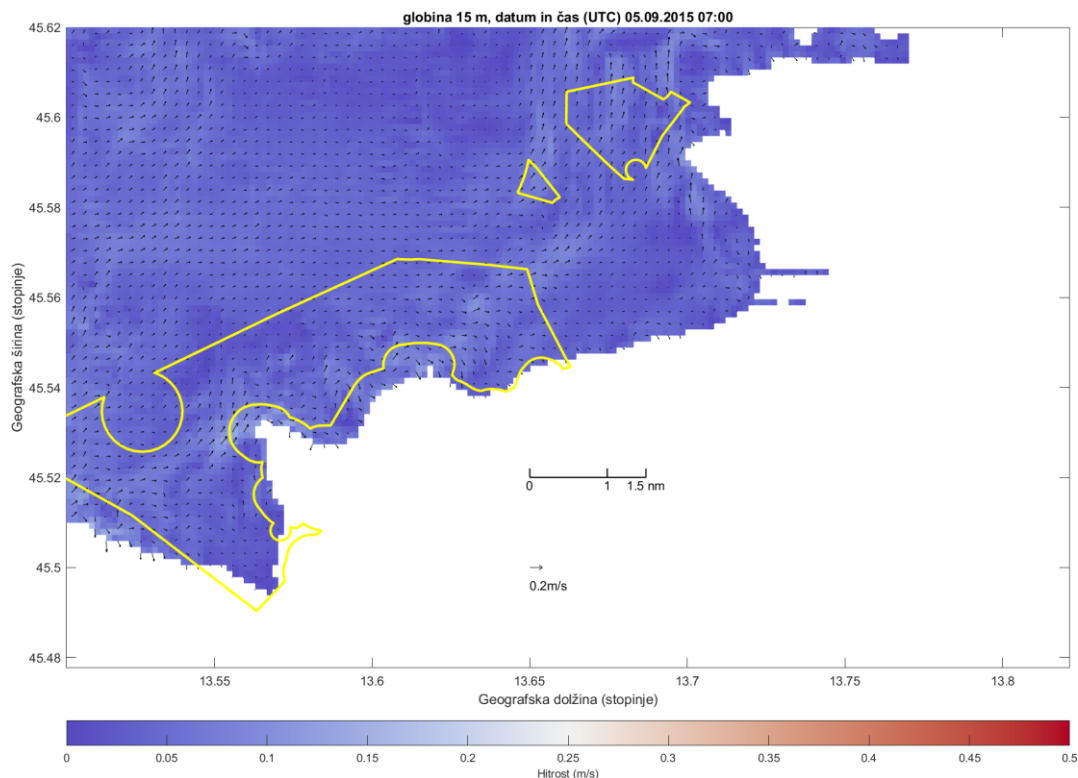
Slika 16: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 04:00 UTC na globini 1 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.

Tokrat so površinski tokovi usmerjeni pretežno proti severu. Iz Piranskega in Koprškega zaliva površinska vodna masa zapušča zaliva s povečanimi hitrostmi ob njihovih severnih obalah, površinski tokovi so ob njih usmerjeni proti severozahodu. Skratka, s stališča hitrosti tokov, tokovi ob južnem vetru pomenijo manjšo nevarnost za razvoj marikulture, kot ob burji.



Slika 17: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 07:00 UTC na globini 10 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.

Prikazali smo dve dokaj izraziti sinoptični vetrovni situaciji, ki povzročata izdatnejše tokove. Zanimarili smo druge mehanizme, ki povzročajo gibanje vodne mase, npr. termohalino cirkulacijo ter plimovanje, saj slednji zaznavno ne prispevata k morskim tokovom. V območjih, ki so omejena z rumeno črto, lahko izpostavimo predel okoli konice rta Madona v Piranu (Sliki 13 in 14), saj tja globinski tokovi ob burji prinašajo vodno maso, katera vsebuje sledi komunalno izpuščene vodne mase piranskega izpusta. To območje sodi v zavarovano območje in tam marikultura dejavnost ni predvidena, pomorski promet pa se odvija nedaleč proč.



Slika 18: Prikaz hitrosti in smeri morskih tokov v južnem delu domene numeričnega modela TSPOM v primeru juga 5. septembra 2015 ob 07:00 UTC na globini 15 m. Rumene črte omejujejo območja, predlagana za razvoj marikulture. Barvna lestvica prikazuje hitrosti morskega toka.

Odprto je vprašanje komunalnih izpustov ob južni, savudrijski obali Piranskega zaliva. Tokovi tako ob burji, kot ob jugu seveda odnašajo vodno maso od te obale proti osrednjemu delu Piranskega zaliva, pa tudi ven iz njega. Vendar ni videti, da bi iz savudrijske obale s tokovi prispela voda možnih komunalnih izpustov do okolice območja obstoječe marikulture dejavnosti, registrirane v Sloveniji.

Širitev marikulture pred Debelim rtičem je manj primerna zaradi tokov, ki ob močnem jugu prinašajo vode iz Koprškega zaliva, kamor se tudi izlivajo vode s koprške čistilne naprave. To območje je morda primerno za potrebe proizvodnje mladice klapavice, ki bi jih kasneje premestili na druga gojitvena območja.

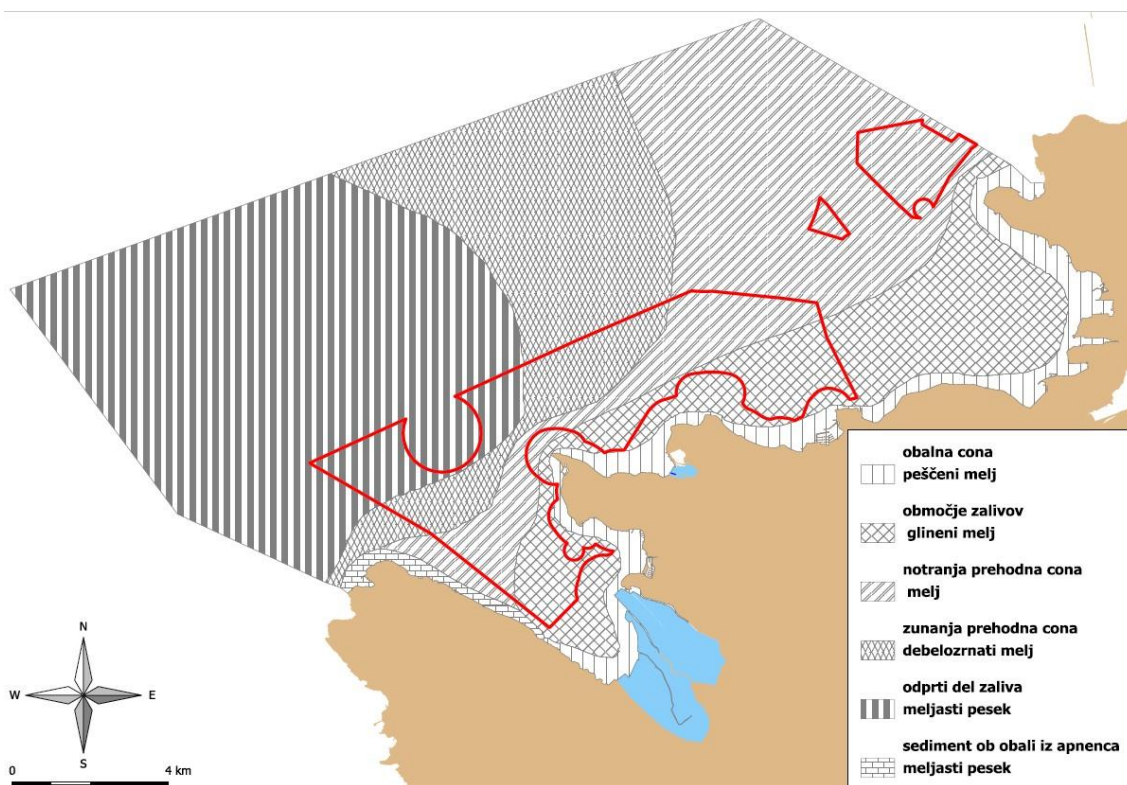
3.1.4.2.3. VALOVANJE

Vetrovi povzročajo tudi valovanje morja. Kot je navedeno v poročilu Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije (2019) rezultati modeliranja SWAN kažejo na to, da je pri tipičnih vetrovni jakosti okoli 10 m s^{-1} maksimalna značilna višina valov manjša od 3 m pri južnem vetru in večja od te meje pri burji, vendar pa ta

maksimum leži daleč izven Tržaškega zaliva in slovenskega morja. Maksimalna značilna višina valov v slovenskem morju se tipično naslanja na severno obalo Istre in razteza več 10 km zahodno od nje. To območje značilne višine valov, ki presežejo 2 m, se razteza tudi v Tržaški zaliv in v slovensko morje, vendar prizadene samo konice rtov, predvsem rt Savudrija; rt Madona in rt Debeli rtič pa že bistveno manj. V času najvišje značilne višine valov v slovenskem morju so ob južnem vetru praktično neprizadeta območja široko odprtih zalivov, npr. Piranski in Koprski zaliv. Jugo, ki je manj pogost in po jakosti šibkejši, povzroča večje in daljše valove, kot burja. Korelacije kažejo, da je višina valov odvisna od jakosti vetra. Najvišje višine valov presegajo 4 m, v povprečju pa so valovi nižji od 2,5 m (večinoma okoli 0,5 m). Perioda valov v slovenskem morju, je vedno manjša od 5 s (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019).

3.1.4.3. SEDIMENT

Struktura sedimenta (Slika 19) je pomembna predvsem za gojenje organizmov vkopanih v sediment. Taka je npr. ladinka, ki živi vkopana v muljeviti ali peščen sediment. Glede strukture sedimenta bi bila širitev možna na vseh predvidenih območjih. Več o predvidenih območjih v poglavju 6. tega poročila.



Slika 19: Sedimentne cone. Vir: knjiga Slovenska Istra (v tisku), avtor Milijan Šiško

3.1.4.4. TEMPERATURA

Temperatura slovenskega morja vse od leta 2002 dalje statistično značilno narašča tako na površini, kot v pridnenem sloju (Orlando-Bonaca in sod., 2019a).

Največje razlike v temperaturi morja se pojavljajo v Tržaškem zalivu zaradi intenzivnega poletnega segrevanja ter zimskega ohlajanja relativno plitvih voda. Povprečna temperatura morja v površinskem sloju se giblje med 6 °C v zimskem času in 28 °C poleti (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019), v globini 1 m se giblje med 8,3 °C v februarju in 24,5 °C v avgustu, v pridnenem sloju osrednjega dela Tržaškega zaliva pa med 13,9 °C in 15,5 °C (Peterlin in sod., 2014a). V povprečju je temperatura na globini 10 m, za 1 °C nižja od tiste na površini. Ob dnu so letni razponi temperature nižji, zlasti v predelih globljih od 20 m. Temperaturna razslojenost v vodnem stolpcu je razvita spomladi in poleti, jeseni pa se temperatura izenači po celotnem stolpcu. Močan veter (burja) lahko vodni stolpec premeša v nekaj urah. Meritve v zadnjih 50 letih odražajo trend naraščanja temperature vode, pri čemer se najhitreje zvišujejo poletne temperature v površinskem sloju. Predviden je porast temperature za 2 °C v 20 letih, predvsem zaradi višjih poletnih temperatur (Peterlin in sod., 2014a).

Temperatura, poleg slanosti, vpliva na razslojenost vodnega stolpca. V zimskem obdobju je vodni stolpec med površino in dnom dokaj homogen, zato zaradi dodatnega ohlajanja površinskega sloja prihaja do konvekcijskih tokov med dnom in površino. V topli polovici leta pa je temperatura površinskega sloja lahko mnogo višja od temperature pri dnu. Pogosto se vzpostavi t.i. termoklina (nagel upad temperature), oz. zaporedje termoklin v različnih globinah. Avgusta je termoklina običajno na globini okoli 10-14 m. Razpon vrednosti temperature med površino in dnom je največji septembra (>10 °C) v obdobju mirnega in stabilnega vremena (Peterlin in sod., 2014a).

Temperatura zelo vpliva na metabolizem morskih organizmov. Tako prenizka kot tudi previsoka temperatura v okolju lahko upočasni rast le-teh. Ker so nihanja temperature v plitvejšem morju bolj izrazita, smo postavili mejo za potencialne nove marikulture na območja kjer je globina večja od 15 m.

3.1.5. KAKOVOST MORSKE VODE

Za marikulturo je potrebna ustrezna kakovost morske vode. To ugotavljamo z meritvami različnih fizikalnih, kemijskih in bioloških parametrov, kot so koncentracija klorofila *a*, koncentracija raztopljenega kisika, slanost, temperatura, PAR (fotosintetsko aktivno sevanje), koncentracija hranilnih snovi, koncentracija suspendiranih delcev (organskih in anorganskih), koncentracija halogeniranih organskih spojin in vsebnost težkih kovin (živega srebra in kadmija). Nenazadnje je pomembna tudi mikrobiološka kakovost morske vode, ki jo določamo s štetjem bakterij fekalnega izvora (indikatorske koliformne bakterije). Za različne vrste marikultur se primerne vrednosti posameznih parametrov razlikujejo.

Ocena kakovosti se izvede glede na priporočene in mejne vrednosti parametrov, določene s predpisom, ki ureja kakovost vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev.

Priporočeni vrednosti sta določeni za kisik ter mikrobiološko kakovost vode. Vodno telo ali del vodnega telesa se šteje za neustrezno oz. čezmerno obremenjeno, če se ugotovi, da rezultati ne ustrezajo predpisanim kriterijem.

3.1.5.1. *EKOLOŠKO STANJE PO VODNI DIREKTIVI*

Nova območja za marikulturo se lahko nahajajo samo v vodnih telesih, ki dosegajo skladno z zahtevami Vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES) dobro ekološko stanje. Ekološko stanje vodnega telesa se ugotavlja na podlagi bioloških, splošnih fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov ter posebnih onesnaževal. Spremljanje stanja in razvrščanje vodnih teles površinskih voda v Sloveniji poteka v skladu z Vodno direktivo, Uredbo o stanju površinskih voda (Uradni list RS 14/09, 98/10, 96/13, 24/16) in Pravilnikom o monitoringu stanja površinskih voda (Uradni list RS 10/09, 81/11, 73/16) na vodnih telesih določenih s Pravilnikom o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda (Uradni list RS, št.63/05,26/06 in 32/11).

Za vodno telo (VT), kjer so prisotna območja pomembna za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev, mejne vrednosti predstavljajo dodatne in/ali strožje kriterije v primerjavi s kriteriji za doseganje dobrega stanja površinskih voda. Po oceni ekološkega stanja morja za obdobje 2009 - 2015 imajo vsa naša vodna telesa dobro ekološko stanje (Tabela 2). Ekološko stanje ni definirano za VT Jadransko morje (SI5VT1) ter za Močno preoblikovano VT Morje Koprski zaliv (SI5VT3) (ARSO, Ocena ekološkega stanja morja za obdobje 2009 – 2015, 2016).

Metodologije za vrednotenje ekološkega stanja morja so dostopne na spletnih straneh Ministrstva za okolje in prostor

(http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/ekolosko_stanje_povrsinskih_voda/).

Tabela 2: ARSO, Ocena ekološkega stanja morja za obdobje 2009–2015 (2016).

(http://www.arso.gov.si/vode/morje/Ekolo%20stanje_NUV2_morje.pdf)

Legenda: VT – vodno telo, MPVT – močno preoblikovano vodno telo

Šifra VT	Ime VT	BIOLOŠKI ELEMENTI			KEMIJSKI IN FIZIKALNO-KEMIJSKI ELEMENTI				EKOLOŠKO STANJE	RAVEN ZAUPANJA
		Fitoplankton	Makroalge	Bentoški nevretenčarji	Nitrat	Ortofosfat	Celotni fosfor	Posebna onesnaževala		
S15VT1	VT Jadransko morje	Ocena ekološkega stanja se v skladu z 2. členom Pravilnika o monitoringu stanja površinskih voda ne podaja.								
S15VT2	VT Morje Lazaret – Ankaran	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO	DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO	visoka
S15VT3	MPVT Morje Koprski zaliv				DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	DOBRO		
S15VT4	VT Morje Žusterna – Piran	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO	visoka
S15VT5	VT Morje Piranski zaliv	ZELO DOBRO	-	DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	ZELO DOBRO	DOBRO	DOBRO	nizka
S15VT6	MPVT Škocjanski zatok							DOBRO		

3.1.5.2. MERILA IN KAZALNIKI ZA OPIS DOBREGA STANJA MORSKEGA OKOLJA V SKLADU Z DOLOČILI IN PRIPOROČILI MORSKE STRATEGIJE (ODMS)

Stanje morskega okolja se v skladu z določili in priporočili ODMS opiše z 11 deskriptorji kakovosti stanja morskega okolja (v nadaljevanju besedila: deskriptor kakovosti): biotska raznovrstnost (D1), tujerodne vrste (D2), ribji stalež – komercialne vrste rib in lupinarjev (D3), elementi prehranjevalnih spletov (D4), obogatitev s hranili (D5), neoporečnost morskega dna (D6), hidrografske razmere (D7), onesnaženje morskega okolja z onesnaževali (D8), onesnaževala v morski hrani (D9), morski odpadki (D10) in podvodni hrup (D11). Za opis vsakega izmed deskriptorjev kakovosti (D1–D11) so bila predpisana merila in kazalniki, izhodišča zanje pa podana na ravni Evropske skupnosti s Sklepom Komisije o merilih in metodoloških standardih na področju dobrega okoljskega stanja morskih voda (2010/477/EU) in kasneje popravljena z novim sklepom komisije (2017/848/EU).

V času izvajanja naše projektne naloge je postala znana presoja stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije in opis dobrega okoljskega stanja za drugi cikel ODMS (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). Rezultati začetne presoje morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije in opis dobrega okoljskega stanja so za prvi cikel ODMS (Peterlin in sod., 2014a) zajemali podatke večinoma iz leta 2010, izjemoma 2011. Čeprav za veliko kazalnikov zaradi pomanjkanja podatkov ali nerazvitosti metodologije ocena stanja še ni bila podana, je bilo stanje okolja v slovenskem morju večinoma ocenjeno kot dobro.

V drugem ciklu ODMS so bili zajeti novejši podatki. Izbrana merila in parametri, kot tudi uporaba meril in rezultati so opisani v poročilu Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije (2019). Stanje okolja v slovenskem morju je večinoma ocenjeno kot dobro.

3.1.5.3. ONESNAŽEVALA

Zaradi pomorskega prometa obstaja velika nevarnost onesnaženja morja in obale na celotnem območju severnega Jadrana, še posebej v Tržaškem zalivu na območjih velikih pristanišč, kjer se pretovarjajo nafta, naftni derivati in druge nevarne snovi. Evidence o onesnaženjih v slovenskem morju obstajajo od leta 1977 dalje (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). Doslej v slovenskem morju še ni bilo zabeležene nesreče večjih razsežnosti z razlitjem naftnih derivatov ali drugih nevarnih snovi. Se pa pojavljajo operativna onesnaženja, ki imajo glede na značilnosti slovenskega morja (to je polzaprt, plitvo morje z majhno prostornino, velik vpliv klimatskih faktorjev, slaba izmenjava vodnih mas) lahko znatne negativne vplive na morske vode, še posebej v primerjavi z globljimi odprtimi morji. Poleg ladijskega prometa prispevajo pri nas pomemben delež k onesnaženju tudi čolni. Pri teh gre za majhna nelegalna izlitja olj v morske vode, ki so še posebej izrazita v poletnem času. Tveganje za večje izlitje nafte ali njenih derivatov pri nas ali v neposredni bližini slovenskega morja še vedno ostaja, glede na to, da je severni Jadran ena pomembnejših plovni poti v svetovnem merilu za nafto in njene derivate (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019).

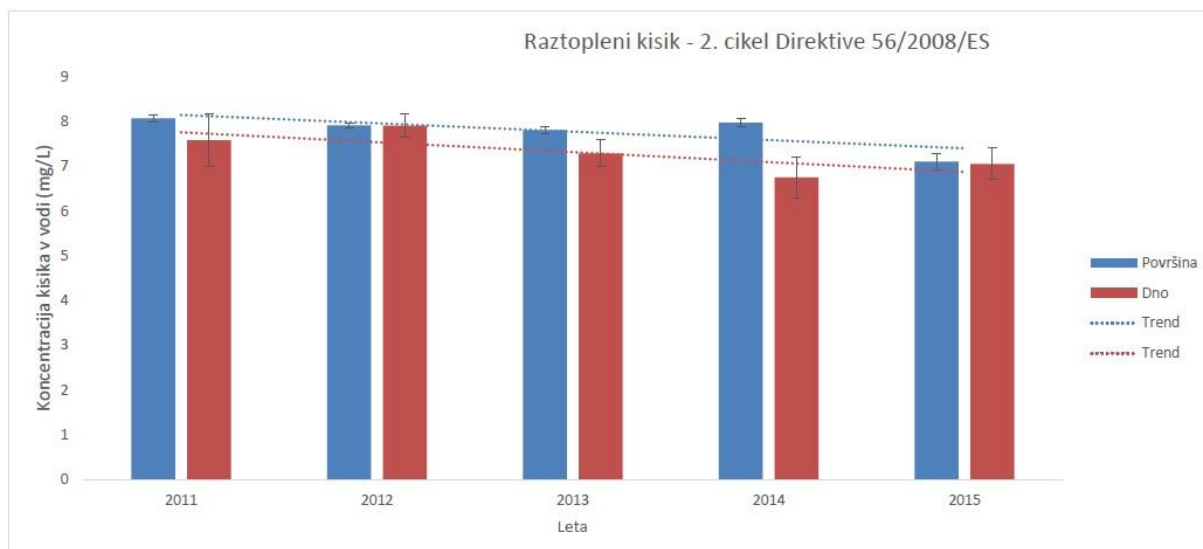
Trup plovil je zaščiten proti obraščanju z zaščitnimi premazi, ki lahko vsebujejo tributilkositrove spojine (TBT) ali baker. TBT spada med obstojna organska onesnaževala. To so težko razgradljive in strupene kemijske snovi. Poglavitne značilnosti tovrstnih organskih onesnaževal (angl. persistent organic pollutants – POPs) so dolg zadrževalni čas, zmožnost prenašanja na velikih razdaljah, strupenost in bioakumulacija (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). V evropski skupnosti je uporaba organokositrovih spojin na ladjah, z nekaterimi izjemami, prepovedana od leta 2003. Kljub temu so rezultati monitoringa kakovosti obalnega morja v letih 2008-2010 kazali na slabo stanje zaradi prekomernih koncentracij TBT v vodi (Peterlin s sod., 2014b). V letih 2011 in 2014 je stanje tako vodnih teles obalnih voda (z izjemo Škocjanskega zatoka, kjer se meritve TBT niso izvajale) kot teritorialnih morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije

ocenjeno kot slabo zaradi preseženega okoljskega standarda kakovosti (OSK) za TBT v vodi (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). V morski vodi sredi Koprškega zaliva so tudi bile izmerjene najvišje koncentracije TBT. V letih 2012, 2013, 2015 in 2016 koncentracije TBT v morski vodi niso bile merjene, zato stanja za ta leta ni možno določiti. Zaradi majhnega števila meritev v obravnavanem obdobju tudi trenda za TBT ni mogoče primerno ovrednotiti. Meritve koncentracije TBT v morski vodi so bile ponovno izvedene leta 2017, ko je bilo stanja v morski vodi boljše (ARSO). V letih 2018 in 2019 se meritve niso izvajale, ponovno se izvajajo letos (2020). Poudariti moramo, da lahko le na podlagi dovolj dolgega niza meritev statistično značilno ovrednotimo spremembe, zato bomo izboljšanje stanja lahko morebiti potrdili šele v prihodnosti.

3.1.5.4. KISIK

Aerobni organizmi pri dihanju porabljajo kisik. Ta se porablja tudi v procesih razkrajanja organske snovi in pri drugih oksidativnih procesih. Obnavljanje kisika v vodi poteka z difuzijo iz zraka in preko fotosinteze. Občasno je na določenem območju hitrost porabe kisika večja od hitrosti obnavljanja, zato pride do pomanjkanja kisika oziroma do hipoksije, ko je koncentracija raztopljenega kisika manjša kot 2 mg l^{-1} ali anoksije, ko se koncentracija raztopljenega kisika približa ničli. Do pomanjkanja kisika prihaja predvsem v pridnenem sloju v obdobjih razslojenega vodnega stolpca. Razslojenost se pojavi ob odsotnosti izrazitih vetrov in rečnih vnosov v vročih poletnih dneh, ko se segreva zlasti površinska plast morja, medtem ko spodnja plast ostaja hladnejša. Ker je ob močni razslojenosti vodnega stolpca vnos kisika v pridnene sloje zelo oviran, poraba pa velika, se lahko v takih razmerah koncentracija v vodi raztopljenega kisika pri dnu zelo zniža. Hipoksije v Tržaškem zalivu so se v zadnjih dvajsetih letih prejšnjega stoletja pojavljale skoraj vsako leto, praviloma pozno poleti ali zgodaj jeseni. Anoksije so se pojavljale znatno redkeje, največ jih je bilo v 80-ih letih prejšnjega stoletja. Huda anoksija z obsežnimi posledicami septembra 1983 je trajala kar dva tedna (Stachowitsch, 1984). Bentoška združba, ki je takrat naseljevala velik del Tržaškega zaliva, se še do danes ni popolnoma obnovila. V Tržaškem zalivu je pomanjkanje kisika pri dnu delno odraz naravnih hidromorfoloških pogojev in dogajanj v vodnem stolpcu, delno pa tudi posledica antropogenih obremenitev okolja. V zadnjem obdobju (po letu 2000) je opazno zmanjševanje evtrofikacije Tržaškega zaliva zaradi omejitve rabe fosfatov v detergentih in zaradi izgradnje komunalnih čistilnih naprav, pa tudi zaradi zmanjšanja rečnih

pretokov. Tudi to je pripomoglo k temu, da v zadnjem desetletju anoksij ne zaznavamo več (Peterlin in sod., 2014a). Obdobja, ki jih zaznamuje hipoksija, pa so še zmeraj prisotna tudi v relativno plitvem delu zaliva, kot na primer poleti 2015 in 2016 (Kralj in sod., 2019).



Slika 20: Srednje letne vrednosti raztopljenega kisika na površini in v pridnenem sloju (<20 m globine) izmerjene na merilnih postajah v slovenskem morju, s standardnimi napakami in trendi v drugem ciklu Direktive 56/2008/ES (2011–2015). Vir: podatki Agencija Republike Slovenije za okolje, graf Inštitut za vodo Republike Slovenije (iz poročila Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019)

Ker v zadnjem desetletju anoksij ne zaznavamo več menimo, da koncentracija raztopljenega kisika ni omejujoč dejavnik za potencialno marikulturo. Ocena stanja slovenskega morja glede raztopljenega kisika je dobra (Slika 20; Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019).

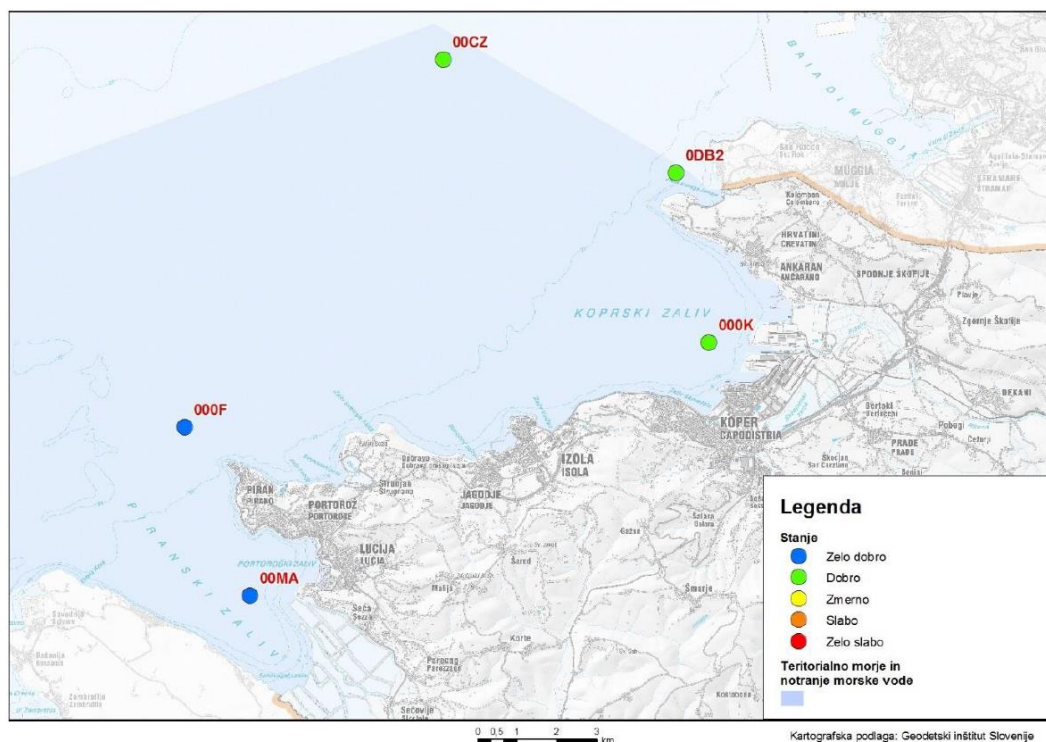
3.1.5.5. HRANILA

Na slovenski obali so najpomembnejši vnosi hranilnih (dušikovih in fosforjevih) snovi prečiščene komunalne odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav, komunalna odpadna voda iz gospodinjstev, ki niso priključena na komunalno čistilno napravo in kmetijska dejavnost (Peterlin in sod., 2014a). Ko je v okolju preveč hranilnih snovi, govorimo o eutrofikaciji.

Eutrofikacija povzroča povečano rast alg in vodi v nezaželene spremembe sestave združb vodnih organizmov ter zmanjšuje kvaliteto vode. Neposredne posledice pri fitoplanktonu so porast biomase, spremembe sestave fitoplanktonske združbe in pogostejša škodljiva

cvetenja, s čimer pa je povezano usedanje biomase na dno. Posredne posledice evtrofikacije so lahko raznolike in zajemajo spremembe celotnega ekosistema, npr. pridneno pomanjkanje kisika in s tem povezani pogini organizmov, spremembe bentoške združbe ali celo spremembe strukture prehranjevalnih spleto. Evtrofikacija ima tudi socio-ekonomske posledice kot so zmanjšanje dohodka v ribiškem sektorju, zastrupitve s školjkami in zmanjšanje privlačnosti prizadetih območij za turiste (Peterlin in sod., 2014a). Primerjava doseganja dobrega stanja med prvim in drugim ciklom izvajanja Direktive 56/2008/ES, kaže da je dobro okoljsko stanje, ki je bilo določeno v začetni presoji ohranjeno (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). Učinki evtrofikacije so v slovenskem morju različni v obalnem pasu in na odprtem morju. Potencialna nova območja marikulture se nahajajo na odprtem morju, kjer je stanje, glede na koncentracije rastlinskega barvila (klorofila *a*), glede na pogostost cvetenj fitoplanktona v vodnem stolpcu ter glede na pomanjkanje kisika v sloju pri dnu, opredeljeno kot dobro (Peterlin in sod., 2014a).

3.1.5.6. KLOROFIL A



Slika 21: Ocena stanja glede na biomaso fitoplanktona – koncentracija klorofila *a*. Vir: NUMO (2017)

Klorofil *a* je glavno rastlinsko barvilo, ki sodeluje v procesu fotosinteze. Zato je količina klorofila *a* v morski vodi dober pokazatelj fitoplanktonske biomase. Ekološko stanje slovenskega morja glede na fitoplanktonsko biomaso je ocenjeno kot dobro v osrednjem in vzhodnem delu slovenskega morja in zelo dobro v zahodnem delu (Slika 21; NUMO, 2017). Na podlagi analize dolgoletne serije klorofilne biomase je vidno splošno upadanje koncentracij klorofila *a* v Tržaškem zalivu (Mozetič in sod., 2010). Prav tako je bil opažen padec koncentracij celotne suspendirane snovi.

Glede na rezultate najnovejše presoje je ocena stanja tako obalnih kot teritorialnih morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije za koncentracijo klorofila *a* v obdobju 2011–2016 dobra (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019).

3.1.5.7. MIKROBNI PATOGENI

Vnosi mikrobnih patogenov so le poredko vključeni v poročila rednega monitoringa okolja. Izjema so podatki o mikrobiološkem onesnaženju kopalnih voda, prisotnosti patogenih vrst na območjih gojenja morskih organizmov in poročila o morebitni kontaminaciji morske hrane (NUMO, 2017). Kvantitativen pokazatelj fekalnega onesnaženja voda so indikatorske koliformne bakterije, kot so *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* in spore *Clostridium perfringens* (Peterlin in sod., 2014a).

Vnos patogenih mikroorganizmov je povezan z vnosi fekalno onesnaženih voda iz točkovnih virov – predvsem komunalnih čistilnih naprav. Mikrobiološko onesnaženje iz razpršenih virov nastaja zaradi spiranja onesnaženja iz kmetijskih območij. Najbolj je z mikrobiološkim onesnaženjem obremenjeno območje notranjega dela Koprškega zaliva, kamor se izlivajo komunalne odpadne vode koprške čistilne naprave, in komunalno in industrijsko obremenjeni reki Rižana in Badaševica, ter območje v okolici podvodnega izpusta iz komunalne čistilne naprave Piran (NUMO, 2017). Ob upoštevanju dolgoletne serije podatkov o fekalnih koliformnih bakterijah kot indikatorjev vnosa onesnaženih voda v ustja rek in na kopališča vzdolž obale Republike Slovenije izhaja, da se vnosi ne zmanjšujejo in so fekalno obremenjena območja v bližini izpustov komunalnih voda (Peterlin in sod., 2014a). Z oddaljenostjo od vira onesnaženja se število indikatorskih mikroorganizmov hitro zmanjšuje (Mozetič in sod., 1999). Stanja glede na mikrobiološko onesnaženje izven območij kopalnih voda ni mogoče oceniti zaradi pomanjkanja podatkov.

Pri izbiri potencialnih novih območij marikulture smo upoštevali z mikrobiološkim onesnaženjem obremenjeno območje notranjega dela Koprskega zaliva, kot tudi predvideli varovalni pas okrog izpusta piranske čistilne naprave. Ker smo za potencialna območja marikulture predvideli območja 1 NM stran od obale, so le-ta dovolj oddaljena tudi od območij kopalnih vod.

3.1.6. INFRASTRUKTURA NA KOPNEM

Pri določanju območja marikulture moramo upoštevati tudi bližino razpoložljive infrastrukture na kopnem. Ob povečanju marikulture bi bilo potrebno urediti nove tehnološke infrastrukture na kopnem, kamor spadajo pomoli za raztovor školjk, rib in opreme, do katerih bi bil možen dostop tudi s težjimi tovornimi vozili. Prav tako bi bilo potrebno urediti ribiška pristanišča s primerno globino za vplutje in pristajanje delovnih plovil.

Poleg že obstoječih kapacitet na kopnem so določene možnosti za infrastrukturo na kopnem v Seči, kjer bi bilo potrebno poglobiti pristanišče, da bi bilo omogočeno pristajanje večjih delovnih plovil. Ob ureditvi Jernejevega kanala bi bilo potrebno tudi razširiti in utrditi dostopno cesto. Tako bi omogočili neoviran dostop večjim tovornjakom za transport školjk, rib, ribje hrane in opreme. Sedaj je transport problematičen, saj pristanišči v Piranu in Strunjanu nimata primerne dostopa za večje tovornjake. Pristanišča v Izoli, Kopru in Ankaranu pa tudi imajo določene omejitve glede prometnega režima. So pa že sedaj večja delovna plovila privezana v pristanišču Izola in potrebujejo do npr. gojišča v Seči dobre pol ure plovbe.

Po trenutnih informacijah je občina Piran edina obalna občina, ki načrtuje dopolnitev obstoječih objektov marikulturnih dejavnosti, servisnih delavnic za ribiške ladje in ribiškega pristanišča ter izgradnjo novega objekta ribogojnice in novo razširjeno ribiško pristanišče na rtu Seča (SUPREME, 2018). Občina Koper načrtuje le podaljšanje ribiškega pomola, sicer prednost daje turizmu. Tudi občina Izola daje prednost turizmu. Občina Ankaran pa, poleg turizma, daje prednost zaščiti naravnih vrednot.

Školjkarji in ribogojci za svoje obstoječe kapacitete na morju uporabljajo lastne kapacitete na kopnem za potrebe skladiščenja opreme, ribje hrane, prostore za delavce ipd. Večinoma so to območja v industrijskih conah posameznih občin. Nekatere obstoječe kapacitete so že

popolnoma zasedene, zato bi bilo, za morebitno širitev proizvodnje, potrebno povečati tudi omenjene kapacitete na kopnem.

Skladišča in potencialne dostopne točke na kopnem za oskrbo in raztovor ter velike dobave, in s tem povezane večje in težje tovornjake, bi lahko uredili v okolici Luke Koper ali v Izoli na območju bivše ladjedelnice, kjer je že vsa potrebna prometna infrastruktura in bližina avtoceste.

Dejstvo pa je, da je slovenska obala kratka in v nobenem primeru ne moremo govoriti, da je neko območje v slovenskih teritorialnih vodah daleč od kateregakoli mesta na slovenski obali.

3. 2. DEJAVNIKI, KI LAHKO NEGATIVNO VPLIVAJO NA PROIZVODNJO MARIKULTURE

3.2.1. ŠKODLJIVA CVETENJA ALG (HARMFUL ALGAL BLOOMS – HAB)

Značilnost fitoplanktona je, da se ob ugodnih pogojih, npr. ob dovolj visokih koncentracijah hranilnih snovi in ugodnih svetlobnih razmerah, lahko hitro namnoži, predvsem na račun oportunističnih, hitro rastočih vrst fitoplanktona (Devlin s sod., 2007). Določena vrsta ali več različnih vrst fitoplanktona se ob takih pogojih lahko namnožijo do nekaj milijonov celic na liter morske vode. Cvetenje lahko vodo tudi obarva ali kako drugače spremeni lastnosti morske vode. Med take vrste sodijo diatomeje, ki ob visokih koncentracijah hranil hitro rastejo in s tem vzdržujejo velik prispevek k biomasi celotnega fitoplanktona (Fawcett in Ward, 2011).

Med značilnimi predstavniki fitoplanktonske združbe v slovenskem morju so tudi vrste, ki jih uvrščamo med (potencialno) toksične. Če se take vrste toliko namnožijo, da povzročajo raznovrstne težave v ekosistemu (pomori morskih organizmov, pomanjkanje kisika) in/ali pri ljudeh (zastrupitve z morskno hrano zaradi toksinov, ki jih določene vrste proizvajajo) ter škodo v gospodarskih dejavnostih (npr. marikultura, ribištvo, turizem), pojavu pravimo škodljiva cvetenje alg (angl. harmful algal blooms - HAB).

Škodljiva cvetenja alg obsegajo različne pojave, ki jih povzročajo enocelične alge.

Povzročitelje lahko glede na škodljiv vpliv na morski ekosistem in na človekove dejavnosti ločimo v pet skupin (Hallegraeff in sod., 2004):

1. razmeroma neškodljiva cvetenja nestrupenih vrst, ki se tako močno namnožijo, da lahko obarvajo morsko vodo (t. i. rdeče plime); običajno nimajo resnih posledic za

- morske organizme in ljudi, vendar lahko občasno privedejo do pogina morskih organizmov zaradi pomanjkanja kisika,
2. vrste, ki proizvajajo močne toksine, ki se preko vektorskih organizmov (predvsem školjk in rib) lahko prenesejo v človeka in povzročajo različne simptome,
 3. vrste, ki sicer niso strupene za človeka, a so njihova cvetenja predvsem v marikulturah odgovorna za obsežne pomore rib in morskih nevretenčarjev zaradi mehanskih poškodb škrg ali izločanja spojin z ihtiotoksičnim učinkom. V svetu taka cvetenja povzročajo bistveno večjo gospodarsko škodo kot pa okužbe morske hrane s toksini (Hallegraeff, 2018),
 4. cvetenja vrst, katerih toksini škodijo človeku ob neposrednem stiku in ne preko zaužitja okužene hrane (npr. ob raznašanju toksinov z aerosoli) in
 5. vrste, za katere je znano, da proizvajajo toksine, katerih toksični učinek za enkrat še ni poznan, vendar predstavljajo potencialno nevarnost za človeka.

Za marikulture v slovenskem morju predstavljajo največjo grožnjo vrste mikroalg iz 2., 3. in morda 5. skupine. Obsežno cvetenje fitoplanktona (vrste iz 1. skupine), ki bi morebiti privedlo do obsežnejšega pomanjkanja kisika (hipoksij ali celo anoksij), bi bilo potencialno nevarno tudi za nekatere marikulture. Čeprav smo bili v Tržaškem zalivu v preteklosti priča obsežnim anoksijam (največje je bilo leta 1983), se v zadnjem obdobju ne pojavljajo več, medtem ko so hipoksične razmere sporadično še zmeraj prisotne (Kralj in sod., 2019). Tudi s težavami, ki bi jih povzročile vrste iz 5. skupine se v slovenskem morju še nismo srečali, čeprav so nekatere lahko prisotne v planktonski združbi.

Najbolj pogosta težava, s katero se soočajo slovenski gojitelji školjk so začasne prepovedi prodaje školjk zaradi prekomerne koncentracije toksinov v školjkah (2. skupina). Glede na prisotnost vrst mikroalg so v slovenskem morju možne tri vrste zastupitev (Francé, 2018).

Amnezijsko zastupitev s školjkami (ASP – Amnesic Shellfish Poisoning) povzročajo številne vrste diatomej, predvsem iz rodu *Pseudo-nitzschia*, ki tvorijo toksin domoično kislino. Najbolj značilen znak zastrupitve je izguba kratkotrajnega spomina, pri nizkih odmerkih se pojavijo gastroenterološke težave, pri večjih pa deluje nevrotoksično, kar se lahko konča tudi s smrtjo. ASP lahko prizadene vse vretenčarje, povzroča množične pogine morskih ptic in sesalcev in veliko ekonomsko škodo. Nekatere vrste iz tega rodu se v slovenskem morju redno pojavljajo kot pomemben predstavnik fitoplanktonske združbe in se občasno tudi zelo

namnožijo – zacvetijo. V Tržaškem zalivu je bilo do sedaj ugotovljenih osem vrst iz rodu *Pseudo-nitzschia* (Turk Dermastia in sod., v tisku), med njimi je za sedem vrst znano, da (vsaj) v laboratorijskih pogojih proizvajajo domojsko kislino in so zato potencialno toksične (Moestrup in sod., od 2009 dalje). Kljub temu prisotnost toksinov, ki povzročajo amnezijsko zastrupitev, v slovenskih školjkah še ni bila ugotovljena. Previdnost pa je vseeno potrebna, saj so, v sicer nizkih koncentracijah, prisotnost domojske kisline že dokazali tudi v jadranskih školjkah.

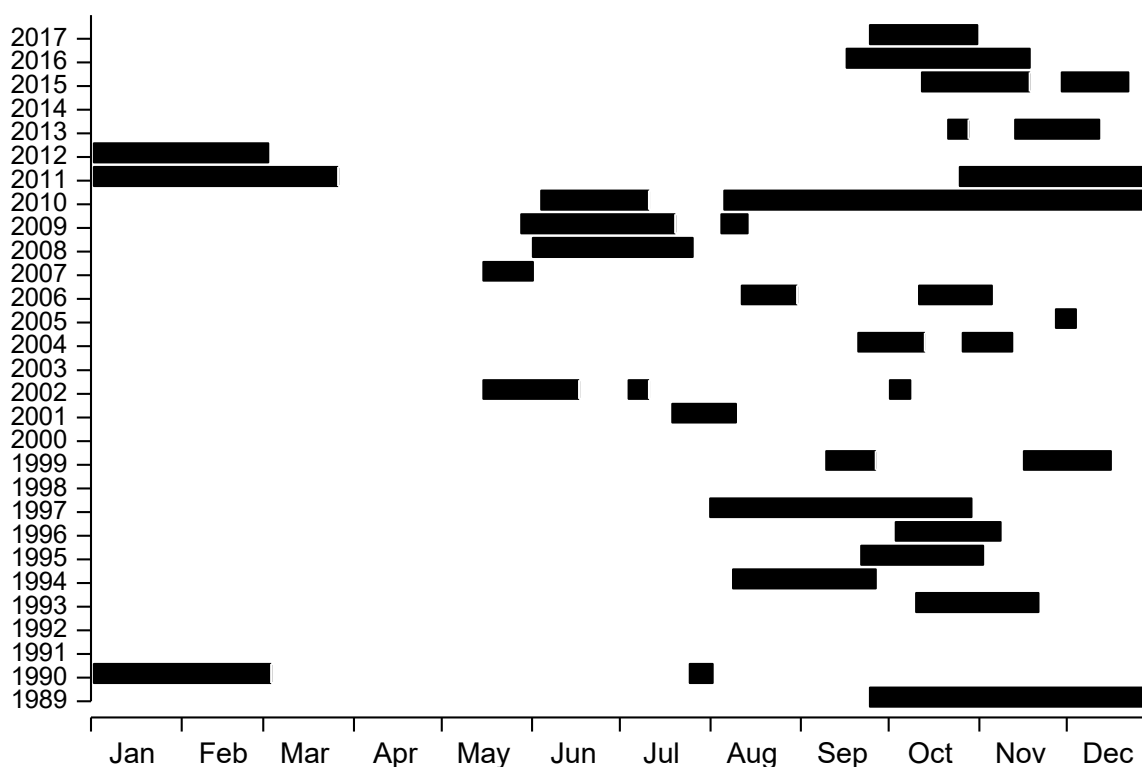
Dinoflagelati iz rodu *Alexandrium* lahko povzročijo **paralitično zastrupitev s školjkami** (PSP – Paralytic Shellfish Poisoning). Na seznamu toksičnih vrst je 13 takih iz rodu *Alexandrium*; nekatere izmed njih se redno pojavljajo tudi v slovenskem morju. V vzorcih jih lahko najdemo vse leto, najbolj številčni pa so spomladi, vendar je njihova številčnost je praviloma nizka. Toksini, ki povzročajo to vrsto zastrupitve, v slovenskih školjkah prav tako še niso bili odkriti. Kljub temu je tak pojav preseženih koncentracij PSP toksinov v slovenskih školjkah možen, saj so taki primeri znani iz Jadranskega morja (Ujević in sod., 2012).

Edini toksini, ki se v slovenskih školjkah praviloma pojavljajo vsako leto, so lipofilni toksini, ki pri ljudeh povzročajo predvsem prebavne motnje z drisko. Toksikozni, ki jo povzročajo, tradicionalno pravimo **diarejogena zastrupitev s školjkami** (DSP – Diarrhetic Shellfish Poisoning). Povzročitelji so nekatere vrste dinoflagelatov iz rodov *Dinophysis*, *Phalacroma* in *Prorocentrum*, ki so pogosti predstavniki fitoplanktona tudi v slovenskem morju. DSP je najbolj razširjena toksikoza v Evropi in tudi v svetu, dokumentirana je bila tudi pri pacientih v Sloveniji (Turk, 2018). Pozornost pri teh vrstah je vseskozi potrebna, saj so lahko škodljive že pri nizki številčnosti.

Prisotnost lipofilnih toksinov so v slovenskih školjkah prvič dokazali leta 1989 (Sedmak in sod., 1990). Takrat so uvedli nadzor nad školjkami iz slovenskih gojišč. Od leta 1999 poteka organiziran sistematski nadzor školjk, za katerega je pristojna Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin – UVHVVR in vključuje nadzor onesnaženja mesa školjk z mikroorganizmi, toksičnosti školjk in ugotavljanje njihovega kemijskega onesnaženja. Od leta 1995 dalje vzporedno poteka tudi monitoring toksičnih mikroalg v morski vodi na območjih gojišč školjk.

Spremljanje toksinov iz teh treh skupin je urejeno z evropsko zakonodajo. Preiskave s predpisanimi metodami opravlja akreditiran laboratorij. V slovenskih školjkah preverjajo 14

različnih lipofilnih toksinov (OA, DTX1, DTX2, PLTX-1, PLTX-2, YTX, homo YST, 45-OH YTX, 45-OH-homo YTX, AZA1, AZA2, AZA3, 13-desmethyl spirolide C - SPX-1, gimnodimin GYM), 12 PSP toksinov (STX, neoSTX, dc-STX, GTX1, GTX2, GTX3, GTX4, GTX5, dc-GTX 2, dc-GTX 3, C1, C2) in domojisko kislino. Najpogosteje vzorce pregledujejo za lipofilne toksine, manj pogosto tudi za druge. V primeru prekoračitve mejnih vrednosti koncentracij toksina mora pristojni organ takoj prepovedati promet s školjkami in njihovo prodajo za prehrano. V takih primerih se poostri tudi kontrola v drugih gojiščih in na divjih nabirališčih. Prepoved nabiranja školjk velja, dokler dve zaporedni analizi nista negativni (koncentracije toksinov pod mejnimi vrednostmi) iz zaprtega gojišča v razmiku najmanj 48 ur.



Slika 22: Zapore prometa s školjkami iz gojišča v Strunjanu (po Francé, 2018)

Od prvega dokazanega primera toksičnosti leta 1989 se lipofilni toksini v slovenskih školjkah pojavljajo skoraj vsako leto, kar v primeru prekoračitve mejnih vrednosti za posamezne toksine vodi v začasno prepoved prodaje školjk (Slika 22; Francé, 2018). To za gojitelje užitnih klapavic nedvomno predstavlja pomembno izgubo dohodkov, kar še posebej nazorno prikazuje primer iz leta 2010. Tega leta je namreč proizvodnja užitnih klapavic drastično upadla zaradi toksičnosti školjk, saj je prepoved prodaje na vseh treh gojiščih školjk le z nekaj

krajšimi prekinitvami trajala do začetka aprila 2011. V ostalih letih zapore niso bile daljše od dveh mesecev. Zapore so bile najpogostejše v poznopoletnem in jesenskem času (nekajkrat so se zavlekle celo v zimo), v nekaterih letih je bilo potrebno školjčičišča zapreti tudi pozno spomladi. To je v skladu s pojavljanjem toksičnih vrst mikroalg v morski vodi: vrsta *Dinophysis fortii*, ki je na splošno najbolj pogost povzročitelj DSP v Jadranu, je izrazito jesenska vrsta, prav tako strupena vrsta *D. caudata* pa se pojavlja od spomladi do jeseni. Z globalizacijo, ki jo predstavlja predvsem ladijski transport in z njim povezano širjenje toksičnih mikroalg, se je nevarnost toksikoz zaradi uživanja morske hrane povečala (Mozetič in Turk, 2018). K temu lahko pripomorejo tudi spremenjene podnebne razmere, ki ustvarjajo ugodno okolje za uspevanje nekaterih toksičnih vrst, ki jih do nedavnega nismo poznali. Tako smo v zadnjih letih v slovenskem morju začeli opazovati tudi nekatere vrste, ki so bile pred tem zelo redke (*Dinophysis tripos*, potencialni povzročitelj DSP, in *Karenia papilionacea*, potencialni povzročitelj nevrotoksične zastrupitve s školjkami - NSP) ali pa jih opažamo na novo (*Pseudo-nitzschia multistriata*, potencialni povzročitelj ASP).

3.2.2. OBRASST NA MARIKULTURI

V školjčičiških obrast prizadene gojene vrste v smislu fizičnih poškodb in kompeticije za hranila (Lesser s sod., 1992), v ribogojnicah pa obrast na infrastrukturi pomeni zmanjšan pretok vode skozi kletke in možne poškodbe kletk ter večjo možnost za prenos bolezni pri ribah. Ekonomski stroški za kontrolo obrasti se gibajo od 5 % do 10 % celotnih stroškov proizvodnje (Fitridge s sod., 2012). Slovenski školjkarji poročajo o večjem problemu obrasti na območju portoroškega ribolovnega rezervata v primerjavi z ostalimi gojišči. Prav tako so veliko škodo hrvaškimi školjkarjem v Piranskem zalivu povzročili plaščarji vrste *Clavelina oblonga*, ki so leta 2015 popolnoma prekrili školjke. V naslednjih letih se je ta vrsta razširila tudi na naša školjčičišča v Piranskem zalivu. Piranski zaliv je najsevernejša točka pojavljanja te atlantske vrste, ki naj bi bila v Sredozemsko morje prinesena v začetku 20. stoletja (<https://www.savjetodavna.hr/2016/02/02/pojava-nove-vrste-plastenjaka-na-uzgajalistima-skoljkasa-u-savudriji/>). Preventivni ukrepi so redno čiščenje opreme in plovil, omejitev premeščanja (izmenjave) školjk na druge lokacije ter prepoved presajanja školjk julija, ko je abundanca larv te vrste plaščarja najvišja. Prav zaradi tega se tudi priporoča, da se nove mreže s školjkami postavi v morje šele kasneje, jeseni

(<https://hgk.hr/documents/vukovar2018-015-miokovic-nova-invazivna-vrsta-u-jadranskom-moruc-oblonga5c470a144bb8c.pdf>).

Tudi nekatere druge tujerodne vrste, npr. mahovnjak *Tricellaria inopinata*, že najdemo kot obrast na vseh naših školjčiščih (Fortič in Mavrič, 2018).

Obrast mnogoščetinca *Pomatoceros triqueter* na školjkah je problematična, saj se je ne da fizično odstraniti. To bistveno zniža ceno školjk. Na Škotskem npr. že samo 7 % obrast mnogoščetinca na školjki pomeni, da le-ta ni več prve kategorije (Campbell in Kelly, 2002). Ta vrsta mnogoščetinca spada med najbolj pogoste epifite tudi na drugih školjkah v slovenskem morju, npr. na leščurjih (Lipej s sod., 2012).

3.2.3. PREDACIJA

S sonaravnim gojenjem školjk vzpostavimo novo nišo, ki jo izkoristijo tudi prostoživeče vrste za skrivališče in za hranjenje. Nekatere prostoživeče ribe, npr. orade, se hranijo z mladimi školjkami, kar včasih, v primeru prisotnosti večjih jat rib, povzroči znaten izpad pridelka za školjkarje. V pozno poletnih in jesenskih mesecih lahko v samo enem dnevu jata prostoživečih orad zdesetka linijo sredozemskih klapavic in poje tudi nekaj ton školjk. Klapavice so prilagojene na življenje v mediolitoralu, kjer so že zaradi plimovanja polovico časa na suhem in se tako izognejo predatorjem, prav tako je tam manj predatorjev. Lupina gojenih školjk je zato mehkejša od lupin školjk, ki jih v naravnem okolju najdemo v infralitoralu. Problem bi lahko omilili z dovoljenjem lova v času pojavljanja večjih jat orad. V pripravi so tudi projekti s katerimi bi preizkusili različne metode zaščite pred oradami, kot je npr. uporaba zaščitnih mrež.

V nekaterih državah Sredozemskega morja (Španija, Italija, Malta, Turčija) škodo v ribogojnicah povzročajo skakavke (*Pomatomus saltatrix*), ki plenijo orade in brancine v kletkah (Sanchez-Jerez s sod., 2008). Pri nas se skakavka v zadnjih letih čedalje pogosteje pojavlja. Če bo trend v prihodnje enak, lahko začne povzročati škodo tudi v ribogojstvu (<https://www.slovenskenovice.si/novice/slovenija/clanek/v-jadran-vdira-vse-vec-tropskih-rib-200381>).

Potencialni predatorji rib iz ribogojnic so tudi sredozemski vranjeki (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*).

3.3. VPLIV MARIKULTURE NA OKOLJE

Na območju marikulture lahko prihaja do obremenjevanja morskega okolja z organskimi snovmi in hranili iz iztrebkov gojenih vrst ali nepojedene hrane, kot tudi odmrli deli organizmov, školjčnimi lupinami idr. Dober indikator za spremembe v vnosu hranil je tudi ocena stanja makroalg s pomočjo Indeksa ekološkega stanja (EEIc). Na območju Piranskega zaliva je, glede na EEIc, ocenjeno zmerno stanje (Peterlin s sod., 2014b; Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019), kar je delno lahko pripisati tudi marikulturi. Ne sme se zanemariti tudi drugih dejavnosti v zalivu, ki lahko doprinesejo k slabšem stanju glede na EEIc, to so kmetijstvo in komunalne odpadne vode (Peterlin s sod., 2014b), pa tudi turistična plovba.

Vplivi marikulture na okolje so lahko vidni tako v vodnem stolpcu (planktonski in nektonski organizmi, suspendirani delci, hranilne snovi itd.), kot tudi na morskem dnu in sicer v pridnenih habitatih in v pridnenih združbah (zlasti na makro- in meiobentoških organizmih) ter v sedimentu (obremenitve sedimenta z organskim ogljikom) (Kovač s sod., 2001; Grego s sod., 2009; Forte, 2016).

Ribogojstvo ima lahko precejšnje vplive na okolje zaradi uporabe barv proti obraščanju ribjih kletk, ki jih pri nas zaenkrat ne uporabljajo, vnosa dodatnih hranil v ekosistem in proizvodnje velikih količin detrita v ribogojnicah, ki lahko lokalno vplivajo na sestavo sedimenta. Zaradi visoke koncentracije rib v majhnem prostoru je verjetnost pojava bolezni visoka, s tem pa tudi možnost širjenja bolezni izven ribogojnic. Problem bolezni ribogojci rešujejo s kurativnim dodajanjem farmacevtskih preparatov v ribjo hrano, kar pomeni vnos teh nevarnih snovi tudi v morski ekosistem okrog ribogojnic. Vpliv ribogojnic na okolje je močan, vendar je bil vsaj na primeru piranskih ribogojnic ugotovljen trend upadanja vpliva le-teh z oddaljenostjo od gojitvenih kletk (Forte s sod., 2010; Flander-Putrlje, 2011; Forte, 2016). Za pridnene združbe meiofavne se je pokazal zelo omejen vpliv le do nekaj deset metrov od ribogojnice (Grego in sod., 2009). Ribogojnice v Piranskem zalivu imajo vpliv tudi na ribje združbe portoroškega ribolovnega rezervata, saj nudijo zatočišče in hrano divjim populacijam. To se kaže v povečanem deležu pelagičnih vrst rib, v večji biomasi in pestrosti ter v manjši spremenljivosti ribje združbe tekom leta (Pengal, 2013). Tudi ta učinek je prostorsko omejen, saj se izgubi že na razdalji približno 200 m od gojitvenih kletk.

Na območju gojišč školjk je vpliv na okolje povsem drugačen, saj so školjke filtratorski organizmi, ki precejajo vodo, s čimer iz morske vode jemljejo hranilne snovi in fitoplankton, ki ga je zato manj za naravno živeče organizme v okolici školjčičšč.

Se pa na dnu pod gojiščem školjk sčasoma nakopičijo lupine školjk, ki jih školjkarji pri pobiranju ali čiščenju zavržejo ali se odlučijo od matične gruče. Te lupine pod gojiščem ustvarjajo sekundarno trdno dno (Lipej s sod., 2016), ki se postopno zaraste s filtratorskimi organizmi. Bogato zarasla združba filtratorskih organizmov lahko deluje kot miniaturna čistilna naprava in z odstranjevanjem suspendiranih delcev blaži negativne vplive gojenja rib na okolje. Zato je dobrodošlo, da se gojišča školjk nahajajo v neposredni bližini ribogojnic. Pri gojenju školjk dodatno hranjenje ni potrebno in je zaradi tega vpliv na okolje morda manjši kot pri nekaterih drugih vrstah marikulture. Tudi školjčičšča so območja, kjer se zadržujejo populacije divjih rib. Nekatere vrste rib, kot npr. orada, se tudi hranijo s školjkami. Orada ima zelo močno zobovje s katerim lahko zdrobi tudi večje školjke.

Poleg že naštetega so problematični tudi razni plastični delci. V morskem okolju sekundarna mikroplastika nastaja med drugim tudi pri uporabi in razpadu plastičnih izdelkov, ki se uporabljajo v marikulturi, kot so mreže, plovki, vrvi in embalaža za shranjevanje (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). Izgubljene ali zavržene mrežice za gojenje školjk ali koščki mrežic predstavljajo pomemben delež onesnaževanja morskega okolja z odpadki iz plastičnih materialov. V 16-mesečnem obdobju spremljanja količin morskih odpadkov na 1.350 m slovenske obale je bilo skupno zbranih skoraj 1700 koščkov takšnih mrežic, kar jih uvršča v enega višjih deležev posameznih vrst najdenih odpadkov (Peterlin in sod., 2014b). V letih 2014 do 2017 so koščki mrežic predstavljali 2,9 % vseh odpadkov na slovenski obali, med plavajočimi odpadki v letu 2015 pa kar 3,7 % (Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije, 2019). Ni pa ovrednoteno, kolikšen delež morskih odpadkov je posledica čezmejnih obremenitev.

Izberemo lahko vrsto okoljskih spremenljivk, s katerimi določamo negativen vpliv marikulture na okolje. To so npr. nizka vsebnost kisika v vodi (hipoksija), visoka koncentracija klorofila *a* ali partikulatnega organskega ogljika v vodi (eutrofikacija) v primeru ribogojnic, poškodbe pomembnih habitatov ali vrst. Nova območja marikulture v nobenem primeru ne

smejo poslabšati okoljskega stanja. Pri presoji vpliva na okolje je vedno potrebno upoštevati kumulativne učinke vplivov vseh marikultur na nekem območju.

Nekaterim negativnim vplivom marikulture na okolje se lahko izognemo z izbiro območja marikulture, ki je bolj na odprti oz. izpostavljeni legi (tu je velika izmenjava vode in s tem tudi odstranjevanje ali redčenje suspendiranih delcev, dodanih nepopasenih hranil ter morebitnih farmacevtskih preparatov), na primerni globini (s tem zmanjšamo vpliv na občutljiv obalni ekosistem) in dlje od obale (za minimalen konflikt z drugimi uporabniki obalnega območja).

Vodna direktiva (VD, 2000/60/ES), ki sicer zadeva le obalno morje do 1 NM od obalne črte, postavlja za marikulture okvir, v katerem morajo delovati, da ne vplivajo negativno na kakovost obalnega morja. Po drugi strani pa VD zahteva, da je kakovost obalnih voda dobra oziroma se ne poslabšuje in s tem omogoča primerno okolje za marikulturo.

Slovenska zakonodaja, ki se nanaša na kakovost morske vode na območjih za gojenje (Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev UL RS 52/07; Pravilnik o monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev UL RS 71/07), je nastala na podlagi starih evropskih direktiv (npr. Direktiva Sveta 79/923/EGS z dne 30. oktobra 1979 o zahtevani kakovosti voda za lupinarje), ki so prenehale veljati in so zdaj predmet Vodne direktive. Torej mora morska voda kakor tudi ostali habitati, ki jih zaseda ali nanje vpliva marikultura (na primer morsko dno) ustrezati merilom iz vodne direktive.

V slovenskem morju je ocenjeno dobro ekološko stanje vodnih teles (ARSO, 2016) (razen Koprškega zaliva, ki je močno preoblikovano vodno telo) kar pomeni, da so vsa vodna telesa (razen Koprškega zaliva) ustrezna za marikulturo, pod pogojem da marikultura dobrega ekološkega stanja ne poslabša.

Okvirna direktiva o morski strategiji (ODMS, 2008/56/ES) se področja gojenja morskih organizmov dotika znotraj več različnih deskriptorjev. Vpliv različnih načinov marikulture na procese in stanje, ki jih obravnavajo deskriptorji ODMS, je seveda različen, odvisen od načina gojenja, vrste itd. Vendar je vloga, ki jo ima ODMS pri vzpostavitvi okoljsko sprejemljivih načinov gojenja morskih organizmov, velika. Marikultura nedvomno prispeva k vplivu, ki ga imajo na okolje različne človekove dejavnosti, kar obravnavajo deskriptorji 2, 5, 7, 8, 10. S

temi različnimi vplivi marikultura vpliva na komponente ekosistema kot so biodiverziteti in prehranjevalni spleti, kar obravnavajo deskriptorji 1, 4 in 6. Poleg direktive je pomemben tudi SKLEP KOMISIJE (EU) 2017/848 z dne 17. maja 2017 o merilih in metodoloških standardih na področju dobrega okoljskega stanja morskih voda ter specifikacijah in standardiziranih metodah za spremljanje ter presojo in razveljavitvi Sklepa 2010/477/EU. Ta določa merila in metodološke standarde, ki jih morajo države članice uporabiti pri določanju dobrega okoljskega stanja.

D2 - *Neavtohtone vrste, ki so posledica človekovih dejavnosti, so na ravneh, ki ne škodujejo ekosistemom.* S širitvijo marikulture ali vpeljevanjem novih načinov gojenja in novih vrst gojenih organizmov lahko v morje nehote vnesemo tujerodno vrsto, bodisi tisto, ki jo gojimo, bodisi spremljajoče organizme (epifite, parazite itd.). Primarno merilo D2C1 (2017/848/EU) omejuje število na novo vnesenih neavtohtonih vrst v naravo, ki so posledica človekovega delovanja, na najmanjšo možno mero in, kjer je to mogoče, mora biti to število zmanjšano na nič.

D5 - *Evtrofikacija, ki jo povzroči človek, in zlasti njeni škodljivi učinki, kot so upad biotske raznovrstnosti, degradacija ekosistemov, škodljivo cvetenje alg in pomanjkanje kisika v spodnjih plasteh voda, so minimalni.* Marikultura lahko prispeva k evtrofikaciji, saj procesi, kot so hranjenje, iztrebki, iztoki iz obratov na kopnem, vplivajo na obogatitev s hranilnimi in organskimi snovmi. V Prilogi III (Okvirni seznam značilnosti, pritiskov in vplivov), Tabeli 2 (Pritiski in vplivi) direktive je marikultura tudi izrecno omenjena kot vir teh snovi (DIREKTIVA KOMISIJE (EU) 2017/845).

D7 - *Trajna sprememba hidrografskih pogojev ne škoduje morskim ekosistemom.* Pri umestitvi novih objektov je pozornost potrebno nameniti tudi določilom tega deskriptorja, saj lahko neprimerna izbira mesta ali tehnologije marikulture povzroči trajne spremembe hidrografskih pogojev. Glede metod za spremljanje hidrografskih sprememb je v Sklepu 2017/848/EU določeno, da je potrebno spremljanje sprememb, povezanih z razvojem infrastrukture bodisi na obali bodisi na morju, da se za presojo vplivov zaradi umeščanja infrastrukture v morsko okolje uporabijo validirani in umerjeni hidrodinamični modeli in da se za obalno morje uporabijo hidromorfološki podatki in ustrezne presoje v skladu z Direktivo 2000/60/ES.

D8 - *Koncentracije onesnaževal so na ravneh, ki ne povzročajo onesnaženosti.* Pri gojenju morskih organizmov se pogosto uporabljajo snovi, ki sodijo med onesnaževala, npr. sredstva proti obrasti na kletkah, antibiotiki, hormoni itd. Merilo D8C1 določa, da koncentracije onesnaževal znotraj obalnih morij in teritorialnih voda ne smejo presežati mejnih vrednosti, določenih v Direktivi 2000/60/ES ali pa z regionalnim/podregionalnim sodelovanjem držav članic.

D10 - *Lastnosti in količine morskih odpadkov ne škodujejo obalnemu in morskemu okolju.* K odpadkom v morju pomembno prispevajo tudi odpadki, ki so povezani s pomorskimi dejavnostmi. Med te nedvomno poleg ribištva in pomorskega prometa sodi tudi marikultura, npr. z odpadnimi mrežicami za gojenje mladice školjk, ki se pogosto najdejo med odpadki v morju. Seveda tudi odpadki lahko negativno vplivajo na marikulturo. Če je v morski vodi veliko mikroplastike lahko školjke, ki se hranijo s precejanjem vode, te delce akumulirajo v tkivih, to pa se nadalje prenese na končnega konzumenta – človeka.

V seznamu Pritiskov in vplivov (Priloga III, Tabela 2 direktive) so med biološkimi motnjami omenjeni tudi mikrobnimi patogeni, ki tudi lahko predstavljajo problem, če jih s procesi v marikulturi vnesemo (npr. z nakupom mladice) v morsko okolje, kjer jih prej ni bilo in organizmi v naravi nanje niso prilagojeni.

Marikultura ima torej zaradi opisanih vplivov potencialno negativen učinek na biodiverzitetu, morske ekosisteme in procese v njih, kar obravnavajo deskriptorji D1, 4 in 6.

D1 – *Biotska raznovrstnost se ohranja. Kakovost in prisotnost habitatov ter razporeditev in številčnost vrst so v skladu s prevladujočimi fiziografskimi, geografskimi in podnebnimi pogoji.* Lokaliziran vpliv na biodiverzitetu se predvsem lahko zgodi ob slabem upravljanju marikulture, zaradi pobeglih organizmov, morebitnih boleznih in parazitov.

D4 - *Vsi elementi morskih prehranjevalnih spletov so, kolikor je znano, prisotni v normalnih količinah in so normalno raznoliki ter se pojavljajo na ravneh, ki lahko zagotavljajo dolgoročno številčnost vrst in ohranitev njihove polne sposobnosti razmnoževanja.* Lokaliziran vpliv na morski prehranjevalni splet se ravno tako lahko zgodi ob slabem upravljanju marikulture, zaradi pobeglih organizmov, morebitnih boleznih in parazitov.

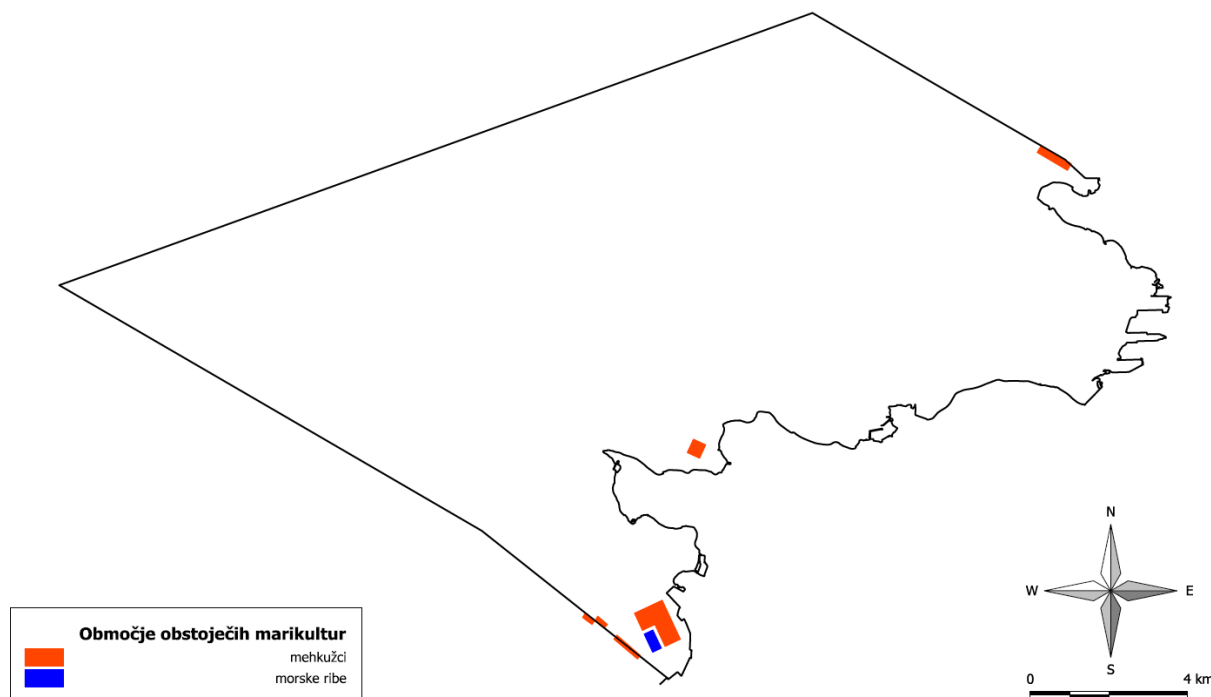
D6 - *Neoporečnost morskega dna je na ravni, ki zagotavlja zaščito strukture in funkcije ekosistemov ter preprečuje škodljive vplive zlasti na bentoške ekosisteme.* Nekaj vpliva je

pričakovati pod kletkami in v določeni razdalji od njih, zaradi povečane sedimentacije, odpadnih produktov iz objektov itd. Vendar gre običajno za lokalno omejen vpliv.

4. OBSTOJEČE LOKACIJE MARIKULTURE

Pred dobrimi tremi desetletji so posamezniki začeli s poskusno vzrejo školjk klapavic, ki je dala obetavne rezultate in se tako razvija naprej. S predpisom Pravilnik o določitvi območij za gojenje morskih organizmov (Uradni list RS, št. 38/15), sprejetim na podlagi zakona o vodah in Zakona o morskem ribištvu so bila določena tri območja za gojitev školjk in eno območje za gojenje morskih rib. Tako danes v slovenskem morju morske organizme gojijo v Piranskem zalivu, v Strunjanskem zalivu in v zalivu Sv. Jerneja pri Debelem rtiču (Slika 23). Po podatkih Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano je novembra 2019 skupna površina območij, ki so namenjena gojenju morskih organizmov, znašala 900.340,73 m² (90 ha). Območje namenjeno gojenju morskih organizmov v Piranskem zalivu obsega 639.140,25 m² (63,9 ha) v Strunjanu 113.852,62 m² (11,4 ha) in na Debelem rtiču 147.347,86 m² (14,7 ha) Znotraj območij, ki so namenjena gojenju morskih organizmov, so z vodnimi dovoljenji podeljene vodne pravice. V Piranskem zalivu je za gojenje školjk predvideno območje s skupno površino 510.640,22 m² (51 ha) in za gojenje rib ena gojitvena parcela s površino 128.500,03 m² (12,8 ha). Vodne pravice so podeljene za celotno gojitveno območje namenjeno školjčičem (23 vodnih dovoljenj), in 1 vodno dovoljenje za gojitveno parcelo namenjeno gojenju rib. V Strunjanu so izdana vodna dovoljenja za vseh 6 predvidenih gojitvenih parcel. Na Debelem rtiču so izdana 4 vodna dovoljenja za celotno gojitveno območje predvideno za gojenje školjk. Se pa v Piranskem zalivu nahajajo tudi hrvaške marikulture, ki po arbitražni razsodbi glede meje med državama, posegajo v slovensko morje. Te parcele nimajo vodnega dovoljenja s strani Direkcije za vode Republike Slovenije. Vodna dovoljenja so izdana za vse razpoložljive parcele, na katerih so tudi nameščene naprave za gojenje. Kletke za vzrejo rib so plavajoče ribogojne ploščadi, pod katerimi so razpete različno globoke mreže, sidrane na dno. V slovenskem morju se kletke nahajajo v Piranskem zalivu, kjer gojijo v glavnem brancina (*Dicentrarchus labrax*), občasno v manjših količinah pa tudi orade (*Sparus aurata*) in pice (*Diplodus puntazzo*). Školjčiča oz. področja za gojenje školjk vsebujejo gojitvene linije, na katere so pritrjene školjke. Po podatkih Direkcije RS za vode je najpogosteje gojena vrsta sredozemska klapavica (*Mytilus galloprovincialis*), v

manjših količinah pa tudi ladinka (*Venus verrucosa*) in ostriga (*Ostrea edulis*) (Ministrstvo za okolje in prostor RS, 2019). V Sloveniji se marikultura izvaja izključno za proizvodnjo hrane za ljudi.



Slika 23: Obstoječe marikulture. Vrisane so tudi hrvaške marikulture, ki posegajo v slovenske vode.

Kljub konstantnemu številu vodnih dovoljenj in omejenem območju po podatkih SURS letna proizvodnja marikulture izdelkov za trg narašča. Čeprav dostopnost podatkov za nekatera leta ni na voljo (zaradi zaupnosti podatkov) je opazen trend naraščanja, ki je v zadnjih letih (nekje od leta 2005) vedno bolj izrazit. K naraščajočemu trendu v veliki meri prispeva povečevanje vzreje mehkužcev. Proizvodnja gojenih morskih rib in školjk je od leta 1990 s 77 ton narasla na 377 ton v letu 2009. Povečala se je proizvodnja brancinov in školjk ladink. V letu 2018 pa je bilo v morju vzrejenih okoli 684 ton morskih organizmov, 6 % manj kot v 2017 (<http://www.instore.si/newsarticle/newsarticle/V-letu-2018-rekordna-proizvodnja-v-akvakulturi>). V letu 2017 je marikultura petkratno preseгла količino nalovljenih prostoživečih rib in drugih organizmov, predvsem zaradi večje proizvodnje sredozemske klapavice (Bolje in sod., 2019).

V okviru Nacionalnega strateškega načrta za razvoj akvakulture v Republiki Sloveniji za obdobje 2014–2020 (Vlada RS, 2014) je bil cilj dvigniti proizvodnjo klapavic s 311 ton na 1.000 ton školjk (glede na letni donos 25 t ha⁻¹), ter povečati in zagotoviti redno vzrejo

ladink, in dvigniti proizvodnjo morskih rib z 52 na 120 ton (NACIONALNI STRATEŠKI NAČRT ZA RAZVOJ AKVAKULTURE V REPUBLIKI SLOVENIJI ZA OBDOBJE 2014–2020, 2014). Ta cilj v letu 2020 najverjetneje še ne bo dosežen.

4.1. OCENA PROIZVODNJE NA OBSTOJEČIH LOKACIJAH – ŽE DODELJENA VODNA DOVOLJENJA

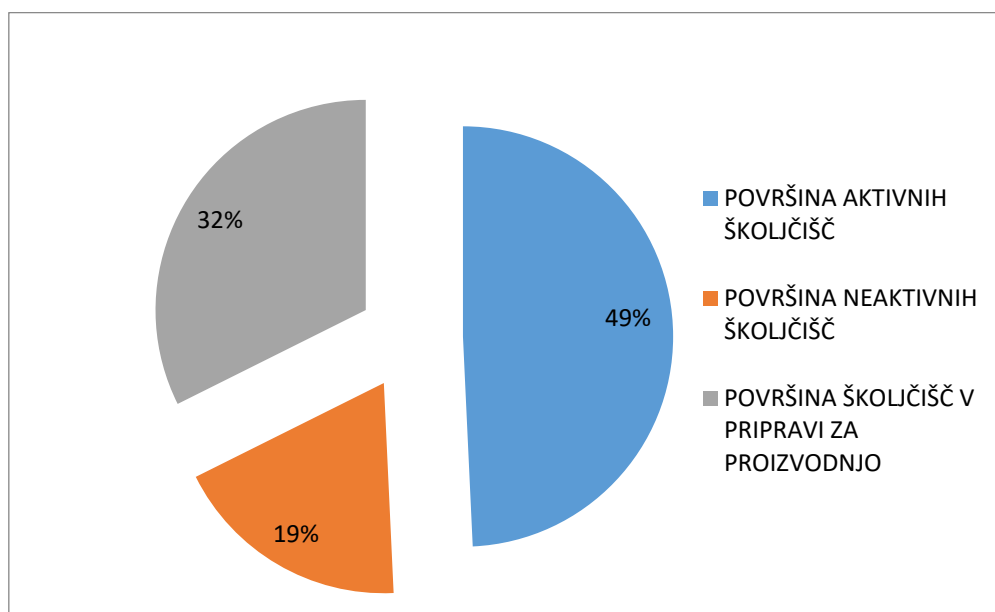
Po podatkih CRA (Centralnega registra akvakulture, november 2019) so bila dodeljena vodna dovoljenja za skupno skoraj 77,2 ha gojitvenih površin za školjke ter 12,8 ha gojitvenih površin za ribe.

Glede na podatke o letni proizvodnji klapavic (SURS, 2018) in uporabljeni (aktivni) površini gojitvenih parcel v letu 2018, je letna proizvodnja v letu 2018 znašala 15,2 tone ha⁻¹. Sicer bi glede na nasaditveno gostoto posameznih snopov školjk (»rešt«) ta izračun bil lahko znatno višji (ocene znašajo tudi do 60 ton ha⁻¹ v ravnem ciklusu 18 mesecev). Vendar je potrebno upoštevati, da potrebujejo približno tretjino kapacitet za lovilce in gojitev mladice, nekaj pa tudi za presajanje. Na izračun letne proizvodnje vpliva tudi trajanje gojitvenega ciklusa ki je, poleg bioloških in oceanografskih pogojev, odvisen tudi od tega, kakšno končno velikost klapavic želimo. Glede na kupce (veletrgovci, tuji kupci, gostinski sektor...) se vsak školjkar odloča za zanj najoptimalnejšo dobo gojenja.

Zato smo pri naši oceni letne proizvodnje konservativni in jo ocenjujemo na 12 ton ha⁻¹.

Od 77,2 ha gojitvenih površin za školjke jih je bilo leta 2019 v proizvodnjo vključenih 38 ha (Slika 24). Od preostalih 39 ha »neaktivnih površin« jih je skoraj 25 ha v pripravi na proizvodnjo, kjer lahko pričakujemo prve količine školjk v začetku leta 2021, 14 ha že dodeljenih površin pa ni v proizvodnji. Ob upoštevanju zgoraj navedene letne proizvodnje (12 ton ha⁻¹), bi ob polni izkoriščenosti obstoječih gojitvenih površin proizvedli dodatnih 460 ton klapavic. Če to dodamo sedanji letni proizvodnji okrog 600 ton, bi lahko presegli načrtovano skupno proizvodnjo 1.000 ton letno. Seveda gre za oceno, saj dejanske rasti školjk v močno »zasedenem« akvatoriju ne moremo napovedati. Večina od 39 ha površin, ki trenutno (še) niso v proizvodnji, je namreč v Sečoveljskem zalivu, ki je relativno plitev (globina okrog 10 - 12 m). Prav tako lahko na količino proizvedenih školjk, ki pridejo na tržišče, vplivajo zapore prodaje školjk zaradi prekomerne vsebnosti algalnih toksinov, katerih obsega prav tako ne moremo napovedati.

Površina za gojenje rib (brancinov in orad) obsega skupno 12,8 ha in trenutno niso vse parcele polno zasedene, saj so bila vodna dovoljenja za nekatere parcele izdana pred kratkim. V kolikor bi bile vse površine optimalno izkoriščene in ob predpostavki, da izključimo bolezni in pobege, bi ob naselitveni gostoti 10 kg m⁻³ lahko skupna letna proizvodnja dosegla 400 ton in tako močno preseгла načrtovano.



Slika 24: Deleži površin za gojenje školjk - aktivni/neaktivni/v pripravi, 2019.

5. OBSTOJEČI IN POTENCIALNI NAČINI MARIKULTURE

5.1. UVEDBA NOVEGA NAČINA MARIKULTURE NA NEKEM OBMOČJU

Pred uvedbo nove marikulture je potrebno določiti merila za sprejemljivost novih načinov marikulture (novih tehnologij gojenja oz. novih gojitvenih vrst organizmov). Izpolnjene morajo biti specifične potrebe za rast potencialnih novih organizmov.

Potencialni novi organizmi za gojenje morajo biti domorodni. Izkazalo se je, da tujerodni organizmi niso primerni za gojenje, saj se lahko razširijo v naravno okolje, kjer lahko negativno vplivajo na domorodne organizme. Veliko študij to potrjuje. Tudi v Načrtu upravljanja z morskim okoljem 2017–2021 (NUMO, 2017) se omenja vzpostavitev zakonodajnega sistema za preprečitev vnosa tujerodnih vrst iz marikulture. Sprejet bo predpis, ki vključuje določbe o preprečevanju gojenja izbranih tujerodnih vrst v marikulturi in ustrezne ukrepe za preprečitev vnosa tujerodnih vrst iz marikulture v morsko okolje. Namen tega ukrepa je vzpostaviti sistem nadzora nad gojenjem tujerodnih vrst v marikulturi.

Gojenje školjk, ki se hranijo s precejanjem vode, lahko zaradi odstranjevanja hranilnih snovi in v vodi suspendiranih delcev koristno vpliva na kakovost obalne vode, zaradi česar je gojenje školjk primerno za polikulturo (multitrofičen način gojenja morskih organizmov na istem območju, kjer se stranski proizvodi, pridobljeni pri gojenju neke vrste, uporabijo kot vhodni material (gnojila, hrana) za druge vrste). Če so školjčičišča v bližini ribogojnic, lahko s precejanjem vode zmanjšajo negativne učinke ribogojnic na okolje. Takšen sistem je že vzpostavljen v Piranskem zalivu, kjer so školjčičišča nekaj sto metrov oddaljena od ribogojnice. Delovanje multitrofičnega načina gojenja v Piranskem zalivu bi lahko optimizirali na podlagi podrobne študije smeri tokov skozi daljše časovno obdobje, ki bi pokazala najboljšo postavitev ribjih kletk in školjčičišč na tem območju.

Če bi uvedli marikulturo na kopnem (npr. vzreja mladice), bi se le-ta lahko izvajala le v obstoječih industrijskih conah, saj ob morju ni razpoložljivih kapacitet.

V procesu določanja novih načinov marikulture smo, tako kot v primeru določanja novih potencialnih območij, preučili ustreznost določenega območja. Upoštevali smo tako naravne dejavnike, kot tudi človeške dejavnosti, in za vsako od teh preverili ustreznost za določen način marikulture.

5.2. GOJITVENE VRSTE IN TEHNOLOGIJE GOJENJA MORSKIH ORGANIZMOV V SLOVENSKEM MORJU

Predstavljamo nekaj vrst morskih organizmov primernih za gojenje na obstoječih območjih in/ali za širitev marikulture na nova območja. Upoštevati je potrebno tudi možnost selitve obstoječih gojitvenih kapacitet iz nekaterih obstoječih območij v nova. Pri izbiri obstoječih oz. novih gojitvenih vrst je poleg ustreznih oceanografskih razmer, pomemben tudi tržni vidik.

5.2.1. SREDOZEMSKA KLAPAVICA – *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819)

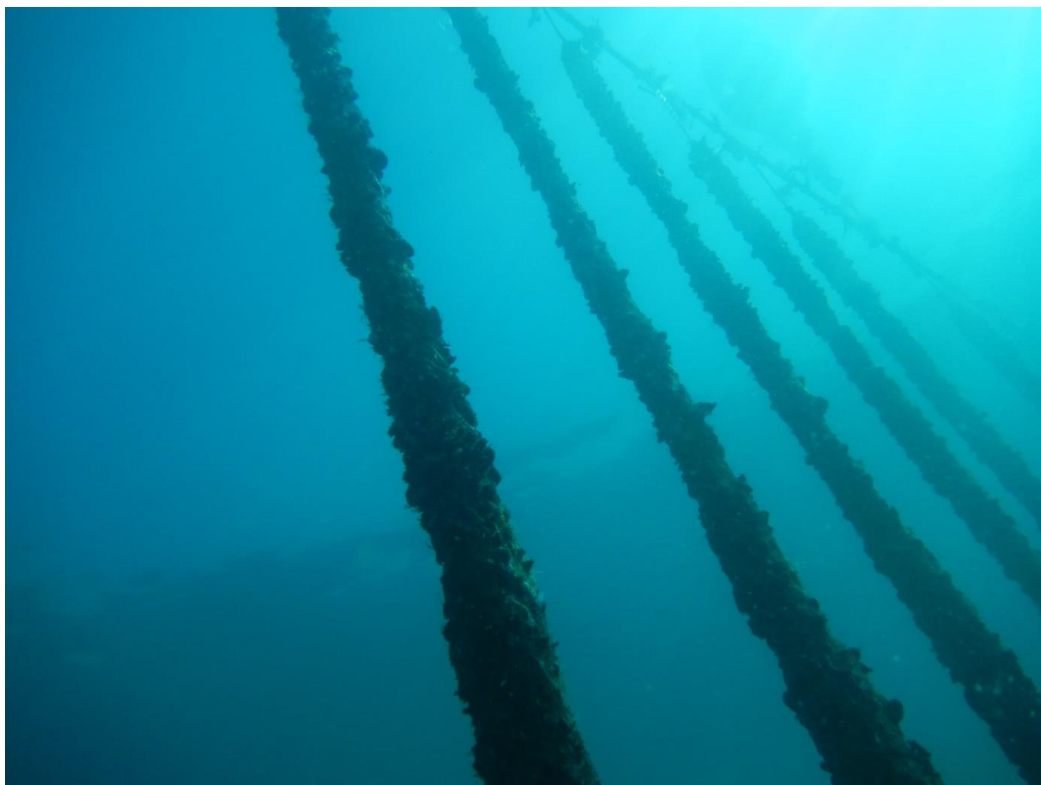
Klapavice živijo v bibavičnem pasu (mediolitoralu), največkrat pritrjene na skale, večje kamne ali vrvi. Klapavica je filtratorski organizem, sposoben prečrpati tudi do 80 litrov vode dnevno. Drstijo se lahko večkrat letno, oploditev je zunanja. Preobrazba planktonskih ličink poteka v različnih stopnjah. Mlade klapavice se ob prehodu na bentoški način življenja pritrjujejo na podlago. To izkoriščajo školjkarji, ko »nabirajo« mladice, večinoma na t.i. lovilcih (vrveh).

V Sloveniji so pričeli z gojenjem klapavic sredi 70ih let prejšnjega stoletja, v ribolovnem rezervatu Piranskega zaliva. Klapavice so gojili na plavajočih linijah (Slika 25) s tehnologijo, ki so jo pred tem že uporabljali v sosednji Italiji. Ta tehnologija se, z različnimi prilagoditvami, pri nas uporablja še danes. Posamezno gojitveno linijo, ki je sestavljena iz ene ali dveh vzporednih vrvi, sestavljajo plovci, ki so med seboj povezani z vrvmi. Na vrveh med plovci (sodi) so obešene mreže s školjkami («rešte»; Slika 26). Na obeh koncih je plavajoča linija sidrana na morsko dno z betonskimi bloki. Ko školjke rastejo iz sredine mreže proti zunanosti, jih je potrebno presajati v mrežice z večjim očesom. Tržno velikost dosežejo v letu in pol.



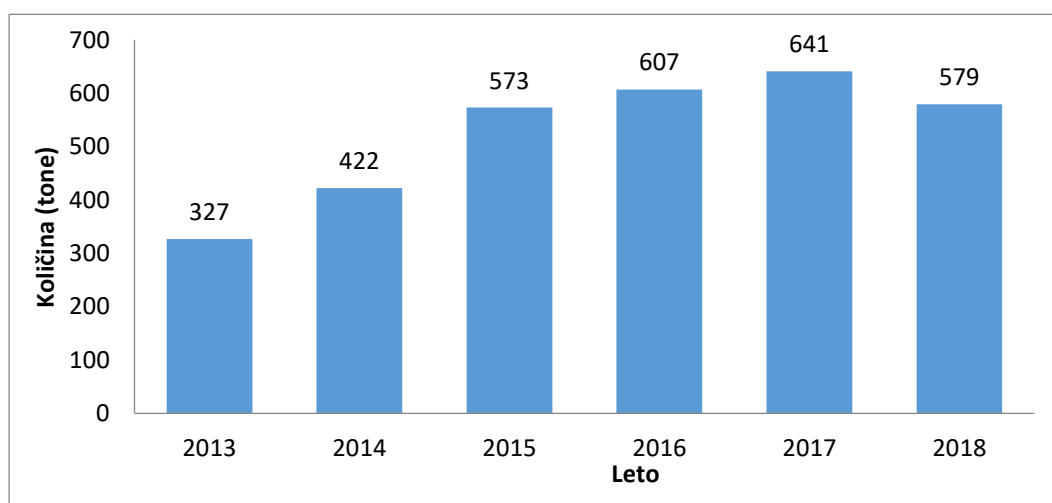
Slika 25: Gojitvene linije klapavic v Strunjanskem zalivu. Foto: A. Bolje

Za gojenje sredozemskih klapavic na gojitvenih linijah je bolj ugodno območje z globino >15 m, čeprav jih lahko gojimo tudi v plitvejši vodi, saj so zelo prilagodljive. Pomemben je predvsem dober pretok morske vode bogate s fitoplanktonom.



Slika 26: Podvodni posnetek gojitvene linije in snopov klapavic. Foto: A. Bolje

Med gojenimi školjkami je v Evropi proizvodnja klapavic na prvem mestu. Skupna proizvodnja v Evropi je leta 2017 znašala 98.736 ton (FAO), od tega v Sloveniji 641 ton (SURS). Tudi sicer se naša proizvodnja v zadnjih letih giblje okrog 600 ton letno (Slika 27). Dve večji podjetji sta v minulih letih posodobili proizvodnjo, ki bi jo lahko še povečali predvsem ob širitvi na nove lokacije.



Slika 27: Masa v Sloveniji proizvedenih klapavic (v tonah) v letih od 2013 do 2018. Vir: SURS

Ob morebitni širitvi (in/ali selitvi) gojišč v območja na »odprtem morju« bi bili zaradi večje globine morja snopi školjk lahko daljši, na površinsko enoto bi tako lahko pridelali večjo količino školjk.

5.2.2. BRADAVIČASTA LADINKA – VENUS VERRUCOSA (LINNAEUS, 1758)

Ladinka (bradavičasta) ali dondola (Slika 28) živi vkopana v muljevit ali peščen sediment, skozi katerega filtrira morsk vodo.



Slika 28: Bradavičasta ladinka (*Venus verrucosa*). Foto: A. Bolje

Ladinke nabirajo večinoma potapljači. V gojiščih manjše osebke dogojijo do tržne velikosti, odrasle osebke pa shranjujejo do prodaje. Mladic ladinke ne proizvajajo in jih ne »lovijo« z lovilci tako kot npr. klapavice. Pilotne poskuse gojenja ladink so izvedli v beneški laguni. Ladinke so tržno visoko cenjene ter dosegajo ceno okrog 10 - 12 EUR kg⁻¹ in so, glede na vrednost proizvodnje morskih organizmov v letu 2016 (SURS), s 35 tonami proizvodnje dosegle kar 44 % delež prodaje slovenske marikulture. Sicer je velik del te količine po poreklu iz drugih jadranskih držav in jih v slovenskih gojiščih le dogojijo do tržne velikosti. Kulinarično je ladinka zelo cenjena školjka in je v gastronomiji »nadomestila« zavarovanega prstaca ali morskega datlja (*Lithophaga lithophaga*).

Za gojenje ladinke je zelo pomembna primerna podlaga, saj živijo 10 cm globoko zakopane v pesku. Globina morja mora biti večja od 15 m, kar omogoča, da školjke v poletnih mesecih

rastejo pod termoklino. V plitvejših območjih se voda poleti preveč segreje, kar pa ni ugodno za njihovo rast.

Glede na to, da mladice ne proizvajajo, je širitev gojenja ladink odvisna od razpoložljivosti mladice iz naravnega okolja. Širitev je možna na vseh predvidenih lokacijah.

5.2.3. OSTRIGA – *OSTREA EDULIS* (LINNAEUS, 1758)

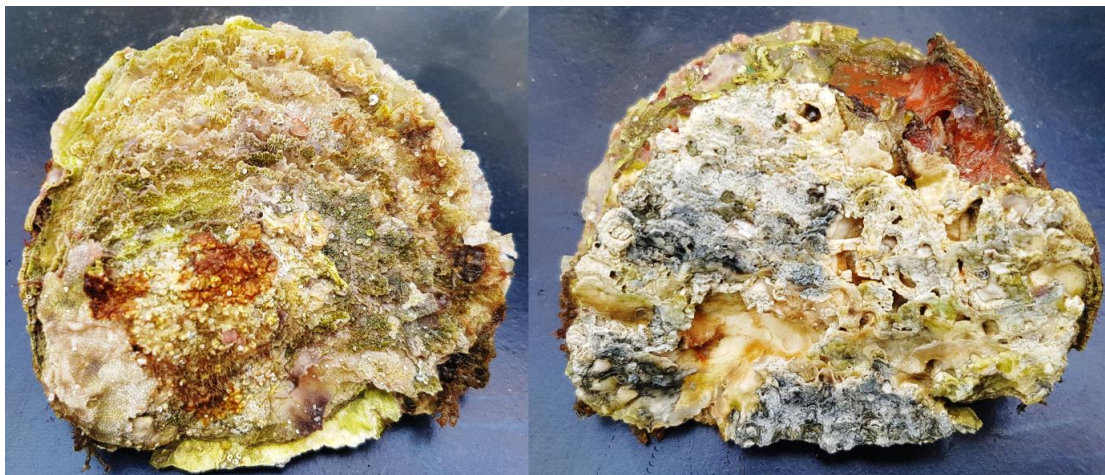
Ostrigo ali tudi ploščato ostrigo (Slika 29) so gojili že stari Rimljani, danes pa je poznana kot kulinarčna specialiteta.

Mladice ostrige nabirajo na posebnih lovilcih na območju gojišč. Mladice proizvajajo tudi v drstiščih, predvsem na območjih, kjer ni dovolj naravnih mladice, in zaradi večje odpornosti tako proizvedenih mladice na patogene.

Do tržne velikosti lahko gojijo ostrige po različnih tehnoloških postopkih:

- v košaricah, obešenih na plavajoče linije,
- zlepljene v paru na vrv obešeno na plavajočo linijo,
- v košaricah na morskem dnu,
- neposredno na morskem dnu.

Med rastjo je potrebno ostrige in košarice čistiti, saj jih obrastejo različni organizmi. V slovenskem morju je ta obrast še bolj izrazita.



Slika 29: Ostriga; zgornja, bolj ravna lupina (levo), in spodnja, konkavna lupina s katero je pritrjena na podlago (desno). Foto: A. Bolje

Proizvodnja ostrig je v Evropi leta 2017 znašala 85.848 ton (FAO), njena vrednost pa slabih 408 milijonov evrov. Natančnih statističnih podatkov o proizvodnji ostrig v Sloveniji ni, vendar ocenjujemo, da ne presega nekaj ton letno.

Za gojenje ostrig je bolj ugodno območje z globino >15 m, čeprav jih lahko gojijo tudi v nižji vodi, saj so zelo prilagodljive. Zanje je pomemben predvsem dober pretok morske vode bogate s fitoplanktonom.

Širitev proizvodnje je možna na vseh predvidenih lokacijah. Poleg obstoječih tehnologij bi jih na obstoječi lokaciji v Piranskem zalivu, v hladni polovici leta, lahko gojili tudi v košaricah na morskem dnu, v plitvejši vodi. Mladice ostrig lahko nabirajo iz naravnih rastišč. Lovilce, na katere se prijemajo mladice ostrig, lahko izdelajo tudi iz lupin klapavic ter tako dodatno izkoristijo odpadke pri kulinarčni uporabi klapavic.

5.2.4. BRANCIN – *DICENTRARCHUS LABRAX* (LINNAEUS, 1758)

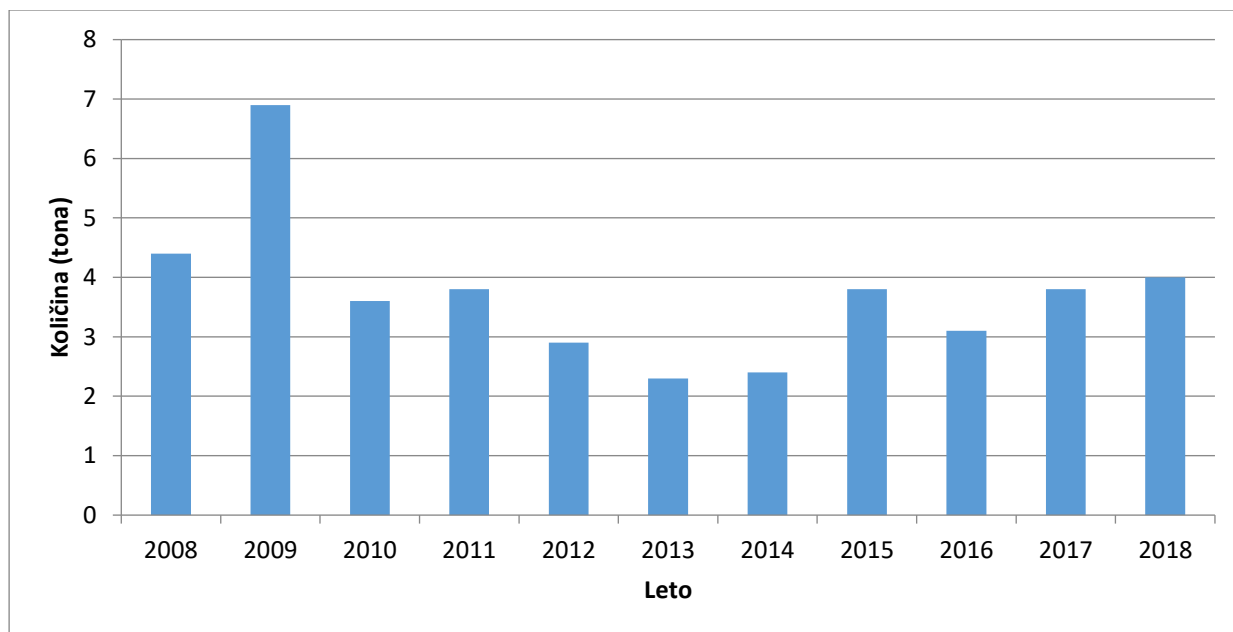
Brancin (Slika 30) je morska riba, vendar zaide tudi v brakične vode. Je prva proizvodno gojena ne-salmonidna morska riba v Evropi, kjer ga še danes uspešno gojijo. Svetovna proizvodnja gojenega brancina je leta 2017 znašala 215.636 ton (FAO). V obdobju 2014 - 2018 so slovenski ribiči iztovorili od 2,4 do 4 tone »divjega« brancina (Slika 31), ribogojci pa v enakem obdobju v povprečju letno proizvedli 56 ton gojenega brancina (SURs, MKGP).



Slika 30: Brancin.

Brancina gojijo v plavajočih mrežnih kletkah v Piranskem zalivu (Slika 32). Po uspešnem poskusnem gojenju so ob koncu 80ih let uvedli proizvodno gojenje v kletkah kovinske konstrukcije, ki pa kljub relativno zaščitenemu zalivu neviht niso dobro prenesle. Zato so jih sredi 90ih let zamenjali s sodobnejšo tehnologijo okroglih kletk premera 12 m, izdelanih iz

cevi polietilena visoke gostote (HDPE) z vertikalnimi nosilci na katere se obesi mrežni bazeni. Krovno so bazeni zaradi plenilcev (ptiči) tudi zaščiteni z mrežo. Kletke so različnih dimenzij, od manjših (8 m premera) za mladice do večjih (12 m premera in več) za gojenje odraslih rib. Ta tehnologija gojenja je v uporabi še danes.



Slika 31: Iztovor ulovljenega (»divjega«) brancina (v tonah) v Sloveniji v letih od 2008 do 2018. Vir: SURS



Slika 32: Gojitvene mrežne kletke v Piranskem zalivu. Foto: V. Flander Putrle

V Sloveniji ne proizvajajo mladice brancina, zato jih ribogojci nabavljajo iz evropskih drstišč (Italija, Francija, Španija, Hrvaška) ter v kletke naseljujejo v topli polovici leta. Zaradi rasti rib ter obrasti na mrežah je med rastnim ciklusom mreže potrebno menjati. Mladice se naseljuje v mrežne bazene z očesom mrež 6 do 8 mm, odrasle ribe pa z očesom mrež 16 do 20 mm. Hranijo jih s peletirano ali ekstrudirano ribjo hrano, mladice večkrat dnevno, odrasle ribe večinoma 1-krat dnevno. Sicer režim hranjenja prilagajajo razmeram gojitvenega okolja oz. sezoni (temperaturi). Ker je gojen brancin zelo dovzeten za različne bakterijske in virusne okužbe je zelo pomembno, da dobro skrbijo za ustrezne zoohigienske razmere. Tako zelo zmanjšajo možnost (večjega) pogina rib ter se izogonejo uporabi antibiotikov v proizvodnji.

5.2.5. ORADA – SPARUS AURATA (LINNAEUS, 1758)

Orada (Slika 33) je poleg brancina v Sredozemlju najpomembnejša gojena morska riba. Uvrščamo jo v družino šparov (Sparidae).

Orado uspešno gojijo. Svetovna proizvodnja gojene orade je leta 2017 znašala 218.099 ton (FAO). Glavne proizvajalke gojene orade so Grčija, Španija, Turčija in Italija. Tehnološko gojijo orade v plavajočih mrežnih kletkah in bazenih, v manjšem obsegu v lagunah.

Orado so v plavajočih mrežnih kletkah v Sloveniji uspešno gojili do leta 2004. Nato so v podjetju Fonda nadaljevali le z gojenjem brancina. V zadnjem obdobju so ponovno pričeli tudi z gojenjem orad. Tako kot brancina tudi orade gojijo v okroglih kletkah iz cevi polietilena visoke gostote (HDPE), ki so povezane v strukture po 4 in več kletk. V primeru širitve na nove lokacije bi bila ta tehnologija gojenja v plavajočih mrežnih kletkah najverjetneje optimalna rešitev. Na »odprtem morju« je vpliv vetra in valovanja na plavajoče strukture večji, prožnost omenjenih kletk pa zagotavlja vzdržljivost tudi v takih razmerah. So pa lahko zaradi močnega vetra otežena ostala dela na ribogojnici.

Tako kot brancina tudi orade hranijo s peletirano ali ekstrudirano ribjo hrano. Rezultati gojenja orad so bili zelo dobri. Rast je bila hitrejša kot pri brancinu, smrtnost nižja. Kvaliteta gojenih orad pa je bila izredna, primerljiva z naravno živečimi. Tudi odpornost na posamezne patogene (npr. *Vibrio spp.*, podvrste bakterije *Photobacterium damsela*) je pri oradah boljša kot pri brancinu. Edina dva večja problema sta možne nizke temperature morja v zimskem obdobju ter poškodbe mrež zaradi grizenja orad. Orade imajo močne zobe s katerimi drobijo školjke in druge organizme, v gojitvenih kletkah pa povzročajo poškodbe mrež in posledično je možen pobeg orad iz kletk. Zato je potrebna redna podvodna kontrola mrežnih kletk,

krpanje morebitnih lukenj ter dovolj pogosta menjava mrež. Glede nizkih temperatur, bistvenih razlik med obstoječimi in možnimi novimi lokacijami ni. Poleg tega so v zadnjem desetletju najnižje (zimске) temperature v povprečju nad 9 °C in pri ustrezni tehnologiji ne bodo povzročale bistvenih težav pri gojenju. Težave zaradi nizkih temperatur so ribogojci uspešno reševali v obdobju 1992 do 2004. Nizkim temperaturam se je potrebno prilagoditi z ustrezno dietno prehrano v jesenskem obdobju, da s tem organizem pripravimo na počasnejši metabolizem.



Slika 33: Orada. Foto: A. Bolje

5.2.6. ROMB – SCOPHTALMUS MAXIMUS (LINNAEUS, 1758)

Romb (Slika 34) je obrežna, pridnena riba. Živi na muljevitem ali peščenem dnu, ali je rahlo vkopana vanj.

Romba v svetu uspešno gojijo. Največja proizvajalka je Španija. Svetovna proizvodnja gojenega romba je leta 2017 znašala 57.072 ton (FAO).

Ribogojci so romba v Sloveniji poskusno gojili v mrežnih kletkah v letih 2000 do 2002, vendar so zaradi patoloških problemov pri mladicaх v prvem letu rasti projekt predčasno zaključili.



Slika 34: Romb. Foto: A. Bolje

Možne tehnologije za gojenje romba so:

- v potopljenih kletkah na odprtem morju,
- v bazenih na kopnem s pretočno morskovo vodo,
- v zaprtih recirkulacijskih bazenih na kopnem,
- kombiniran sistem: zaprt recirkulacijski bazen na kopnem in gojenje do tržne velikosti (mase) v potopljenih kletkah na odprtem morju.

V primeru bazenov na kopnem s pretočno morskovo vodo morajo biti le-ti lokacijsko blizu obale, zaradi črpanja morske vode. Pri gojenju na kopnem je potrebno upoštevati tudi temperaturni režim in visoke poletne temperature. V tem primeru bi bilo smiselno rasti cikl pričeti konec poletja ter ga zaključiti pred poletjem v naslednjem letu. Optimalna temperatura za gojenje romba je 16–18 °C. Pod 5 °C in nad 25 °C se romb ne prehranjuje. Glede slanosti je romb dokaj eurihalin, saj prenese slanosti od 10 do 35 psu. Večji problem bi lahko predstavljale le visoke poletne temperature, zato bi bilo potrebno kletke namestiti v ustrezno globino, pod termoklino. V razmerah v slovenskem morju, glede na desetletno

povprečje meritev temperature morja, to pomeni blizu dna ali vsaj globlje od 15 m. Vse potencialne nove lokacije marikulture so na območjih, kjer globina preseže 15 m.

Ne glede na tehnologijo gojenja bi bilo potrebno izvesti pol-proizvodni poskus gojenja ali raziskovalni projekt, s katerim bi pridobili ustrezne podatke ter optimalne tehnološke rešitve za proizvodno gojenje.

5.2.7. NEKAJ DRUGIH POTENCIALNIH VRST MORSKIH ORGANIZMOV ZA GOJENJE

S tehnologijo plavajočih mrežnih kletk lahko gojijo tudi številne druge vrste rib. Nekatere so v Sloveniji že gojili, druge bi lahko uvedli v proizvodni proces. Bistvenega pomena pri tem je možnost nabave mladic določene vrste in ustreznost oceanografskih razmer v Tržaškem zalivu za izbrano vrsto preko celega leta. V vsakem primeru je potrebno izbirati med avtohtonimi vrstami rib ter najprej izvesti pilotni poskus gojenja. Nekaj potencialnih vrst rib in drugih organizmov za gojenje v slovenskem morju in na kopnem predstavljamo v nadaljevanju.

5.2.7.1. *KORBEL – Umbrina cirrosa (Linnaeus, 1758)*

Korbela ali ombrino so v Sloveniji uspešno poskusno gojili v mrežnih kletkah v letih 1996-1998. Mladice korbela so nabavili v Italiji. Ob koncu druge rastne sezone so osebki dosegli povprečno težo okrog 400 g, ob koncu tretje 780 g in ob koncu četrte rastne sezone 1450 g. Poudariti moramo izredno lepo pigmentacijo gojenih rib, luske brez deformacij ter lepo obliko rib, ki je pomembna pri predstavitvi ribe na trgu. Poleg izredne teže je ta odlika korbela prispevala k njegovi visoki tržni vrednosti. Korbela je izredno redek na trgu, saj teh rib iz ribolova praktično ni. Ker je od prvih poskusov gojenja te vrste že več kot 20 let, bi bilo smiselno ponovno izvesti poskusno gojenje v večjem obsegu.

5.2.7.2. *PIC – Diplodus puntazzo (Walbaum, 1792)*

Pica so gojili v manjšem obsegu v letih 1998-1999. Mladice so dobili iz okolice gojitvenih kletk, saj predstavlja to okolje za mladice različnih vrst organizmov naravno doraščališče. Pici, ki so jih nasedli v kletke z oradami, so lepo rastli. Hranili so jih s peletirano hrano. Poleg tega so pici jedli obrast z mrež ter s tem hkrati pripomogli k boljšemu pretoku vode skozi kletko. Telesno maso okrog 500 g so dosegli v dveh letih.

Podobno kot pice bi lahko gojili tudi šarga (*Diplodus sargus*, Linnaeus, 1758), ali druge vrste rib iz družine šparov (Sparidae).

5.2.7.3. RAKI IN ALGE

SOLINSKI RAKEC (Artemia salina)

Solinski rakec je avtohtona vrsta v Sečoveljskih in Strunjanskih solinah. V akvakulturi je zelo pomembna naravna hrana za zgodnje faze rasti različnih vrst rib v drstiščih. Ta listonožni rak proizvaja odporna jajčeca t.i. ciste (zarodek obdan s cisto), ki so zelo primerna za transport ter uporabo v drstiščih in akvaristiki. Svetovna proizvodnja znaša okrog 2000 ton cist letno. Pri nas bi solinskega rakca lahko gojili v zaprtih marikulturah na kopnem. Gojenje v Sečoveljskih in Strunjanskih solinah, zaradi varstvenega režima v zavarovanih območjih, danes ni več možno.

DUNALIELA (Dunaliella salina)

Dunaliela je avtohtona vrsta slanoljubne zelene alge, ki uspeva v Sečoveljskih solinah. Zaradi njenega antioksidativnega delovanja in sposobnosti proizvodnje velikih količin β -karotena jo uporabljajo v kozmetični industriji, kot prehransko dopolnilo in v drstiščih. Tako kot solinskega rakca bi lahko tudi dunalielo gojili v zaprtih sistemih na kopnem.

V Sloveniji so tako solinskega rakca kot tudi dunalielo v okviru različnih raziskovalnih projektov na Sečoveljskih solinah preučevali konec 80ih let (Žnidarčič in sod., 1987). Gojenje v Sečoveljskih solinah, zaradi varstvenega režima v zavarovanih območjih, danes ni več možno.

5.2.7.4. MOŽNOST GOJENJA MLADIC RIB IN/ALI ŠKOLJK

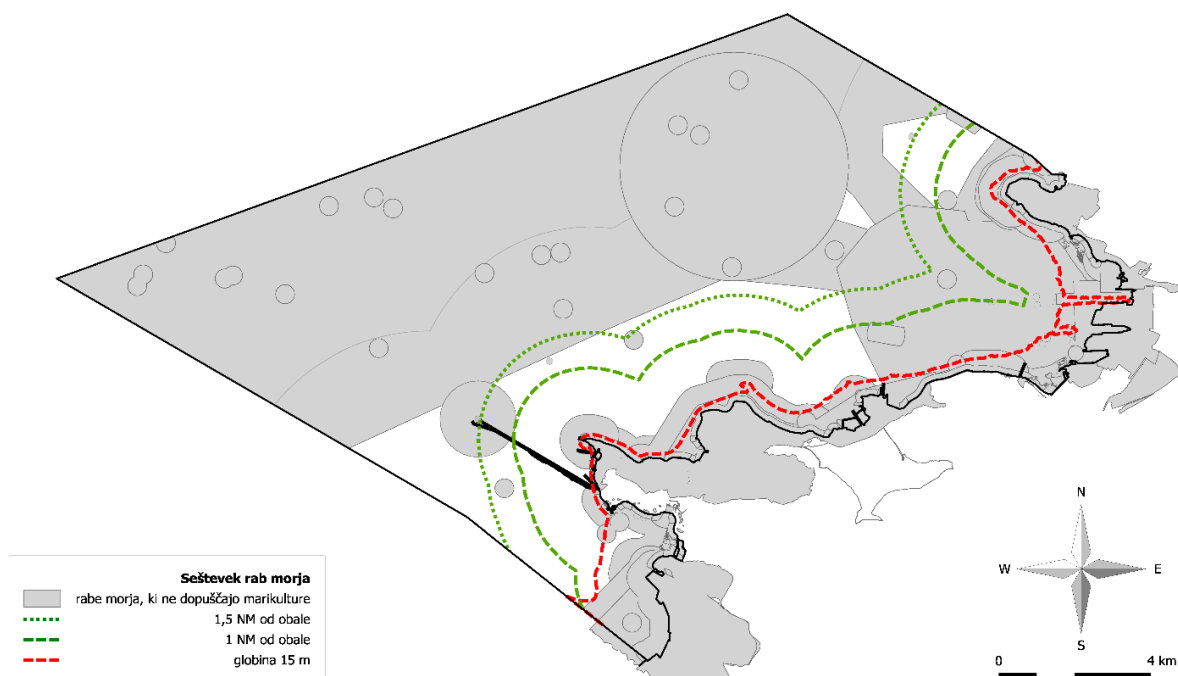
O lastni proizvodnji mladice brancina in orad so v Sloveniji razmišljali že sredi 90-ih let, ko je bila proizvodnja teh vrst že v polnem razmahu in letno dosegala okrog 50 ton. Vendar je bila že takrat glavna »ovira« minimalni obseg proizvodnje mladice, ki bi moral dosegati vsaj 1 milijon mladice letno. To bi daleč presevalo slovenske potrebe po mladicih, hkrati pa so bila v bližini drstišča, ki so že proizvodila kvalitetne mladice. V današnjem času se je ta razkorak še bistveno povečal. Drstišča morajo za doseganje rentabilnosti proizvoditi 10 in več milijonov mladice letno, saj so proizvodni stroški mladice visoki, cena mladice pa se je zaradi velike konkurence na trgu znižala. Poleg tega v Sloveniji ni primernih lokacij ob morju za postavitve drstišča, zaprti sistemi pa omenjene proizvodnje v takem obsegu ne omogočajo.

Gojenje mladice klapavice ni smiselno, ker se zaradi prisotnosti odraslih osebkov klapavice drstijo v gojiščih (in naravnih rastiščih) in je enostavneje ter bistveno cenejše mladice zagotoviti z lovci iz naravnega okolja.

Možno bi bilo proizvajati mladice drugih vrst školjk (npr. ladinke), ki jih je v naravi manj in katerih proizvodnja mladic ne bi zahtevala velike proizvodnje. Drstišče bi lahko bilo v zaprtem, recirkulacijskem sistemu v nadzorovanih pogojih. Za proizvodnjo določene vrste mladic potrebujemo strokovno znanje, ustrezen strokovni kader, tehnologijo ter seveda ustrezno opremo v drstišču.

6. POTENCIALNE LOKACIJE MARIKULTURE

Na podlagi razpoložljivih podatkov smo naredili seštevek območij dejavnosti oz. rab morja, ki ne dopuščajo dejavnosti marikulture (Slika 35). Med te smo vključili plovne poti, sidrišča, пристanišča, objekte za plovbo, območje za delo z eksplozivnimi telesi, naravne (tudi Natura 2000) in kulturne vrednote z varovalnimi pasovi, pomembne morske habitate (razen območja sekundarnega školjčno detritnega dna, ki ga sestavlja združba ORM) skupaj z varovalnim 500 m pasom, podvodne cevi, kopalne vode in območje ribolova s pridneno vlečno mrežo. Upoštevali smo tudi kilometrski varovalni pas okoli konice izpusta piranske čistilne naprave, kjer naj bi po izračunih bilo redčenje komunalnih odpadkov že zadostno (Malačič, 2001).



Slika 35: Prikaz seštevka dejavnosti in rab, ki ne dopuščajo dejavnosti marikulture (sivo obarvano).

Na sliki 35 smo označili izobato 15 m, saj je za marikulturo, ki je primerna za slovensko morje, ugodnejše območje z globino večjo od 15 m. Označili smo tudi liniji 1 NM in 1,5 NM od obale. Ugotovili smo, da je pas med obema linijama najprimernejši za nova območja marikulture, saj tu ni več dovoljena plovba večjih plovil, pa tudi vpliv območij kopalnih vod, podvodnih izpustov in iztokov kanalizacije, razbremenilnikov in meteornih voda je že manjši. Poleg ostalih dejavnosti in rab smo pri določitvi potencialnih lokacij upoštevali tudi različne dejavnike, kot so morski tokovi, struktura sedimenta, temperatura morja, vsebnost kisika, hranil in klorofila *a*, prisotnost mikrobnih patogenov, vpliv iztokov meteornih voda in odpadnih voda iz čistilnih naprav. Za vodni stolpec je značilna velika spremenljivost abiotičnih dejavnikov (temperatura, slanost idr.) med letom. Upoštevanje različnih dejavnikov, ki so ključni za morski ekosistem, nam zoži potencialna območja, ki dopuščajo dejavnost marikulture. Na teh območjih smo preučili pogoje za različne načine gojenja morskih organizmov in določili štiri potencialna nova območja marikulture (Slika 36).

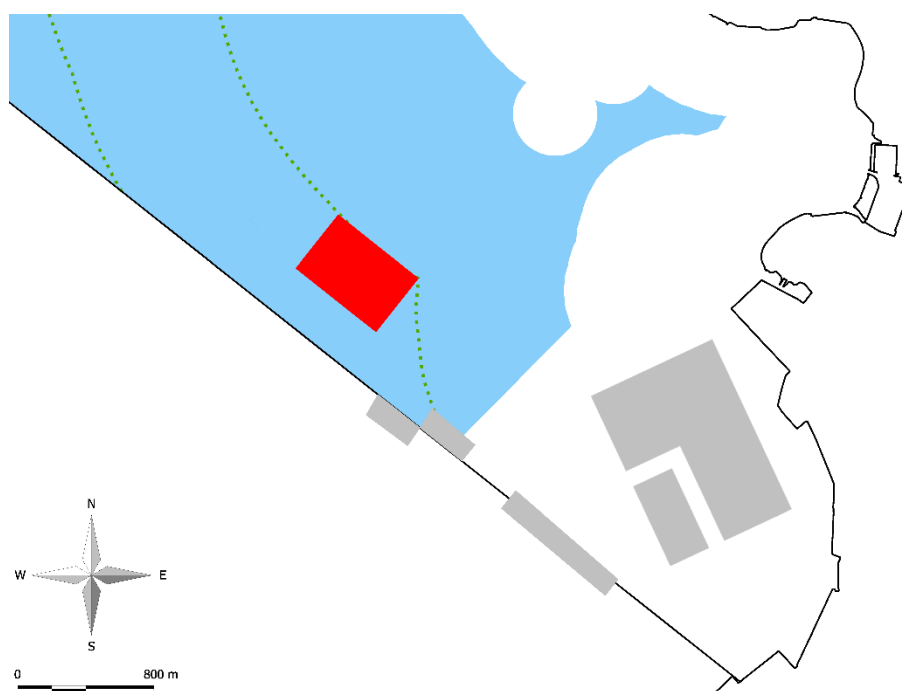


Slika 36: Z modro je označeno območje, ki dopušča dejavnosti marikulture, ob upoštevanju ostalih dejavnosti in rab. Zelene črte označujejo razdaljo 1 oz. 1,5 NM od obale, znotraj katerih je najprimernejše območje za nove marikulture. Z rdečo so zarisana štiri nova območja marikulture v slovenskem morju, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.

6.1. OBMOČJE 1 – PIRANSKI ZALIV

Potencialno območje marikulture v Piranskem zalivu (Slika 37) je dobro zaščiten pred večjimi valovi, predvsem ob burji, in je blizu že obstoječe infrastrukture na kopnem. Zato smo ga prednostno namenili gojenju rib, vendar pogoji ustrezajo tudi gojenju školjk. Možno je gojenje tako v vodnem stolpcu kot tudi na dnu. Sprejemljivi so vsi načini gojenja, ki smo jih omenili v poglavju 5.2.

Za namene marikulture smo predvideli območje v izmeri 400 x 600 m (24 ha), znotraj katerega se določi več gojitvenih parcel. V kolikor bi se podeljevalo vodne pravice tako za gojenje rib kot školjk svetujemo predhodno izvedbo podrobne študije smeri tokov na tem območju skozi daljše časovno obdobje. Na podlagi študije, ki bi pokazala prevladujočo smer in jakost tokov na tem območju, bi lahko opredelili optimalne postavitve ribjih kletk in školjčičišč in s tem optimizirali delovanje multitrofičnega načina gojenja v Piranskem zalivu. Ker pa ustreznih podatkov nimamo, tega sedaj ne moremo narediti.



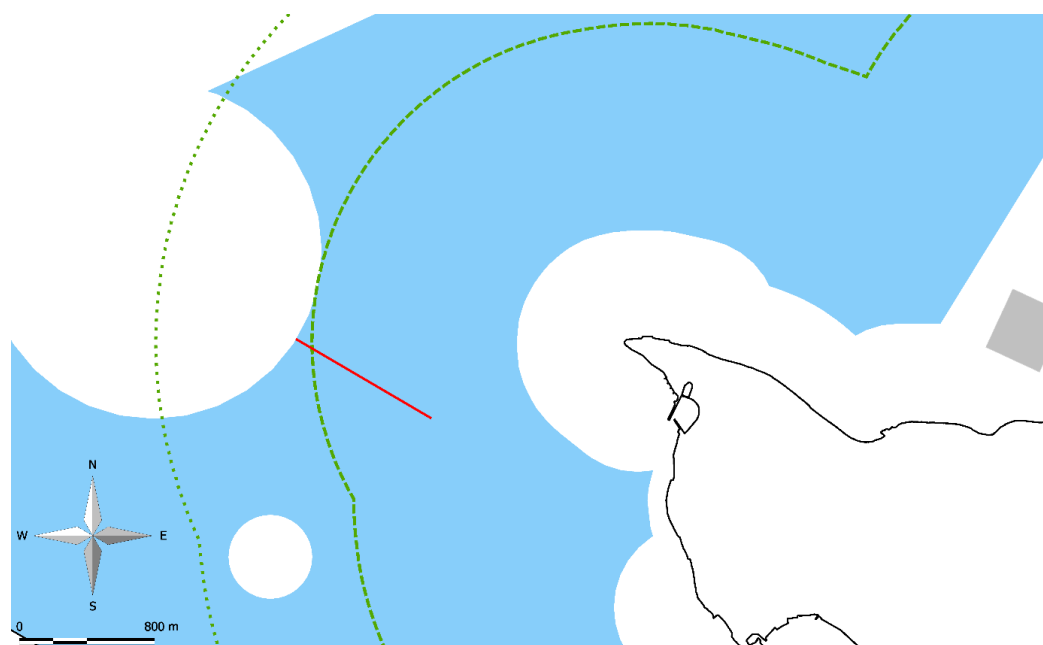
Slika 37: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture v Piranskem zalivu, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.

6.2. OBMOČJE 2 – MORSKO DNO MED OBEMA CEVEMA IZPUSTA PIRANSKE ČISTILNE NAPRAVE

Izjemoma smo eno potencialno območje marikulture določili izven pasu, ki ga opredeljujeta razdalji 1 in 1,5 NM od obale, in sicer bliže obali. To območje med obema cevema izpusta piranske čistilne naprave (Slika 38) je primerno samo za gojenje mehkužcev (ostrige, ladinke) na dnu. Izkazalo se je, da dno na tem območju ni prizadeto z vplivi odpadne vode (Vukovič in Malačič, 1997). Po drugi strani je to območje neizkoriščeno in varno pred negativnimi posledicami pridnena ribolova.

Tukaj je predvideno zelo ozko območje za gojitvene parcele. Območja nismo mogli natančno izrisati, ker podatki o poteku cevi niso natančni. Zaželeno pa je, da je oddaljeno cca. 5 m od vsake cevi. Poteka v dolžini pol navtične milje. Ker nimamo natančnih podatkov, je potrebno dodatno preveriti, ali struktura usedlin morskega dna na tem območju ustreza gojenju mehkužcev.

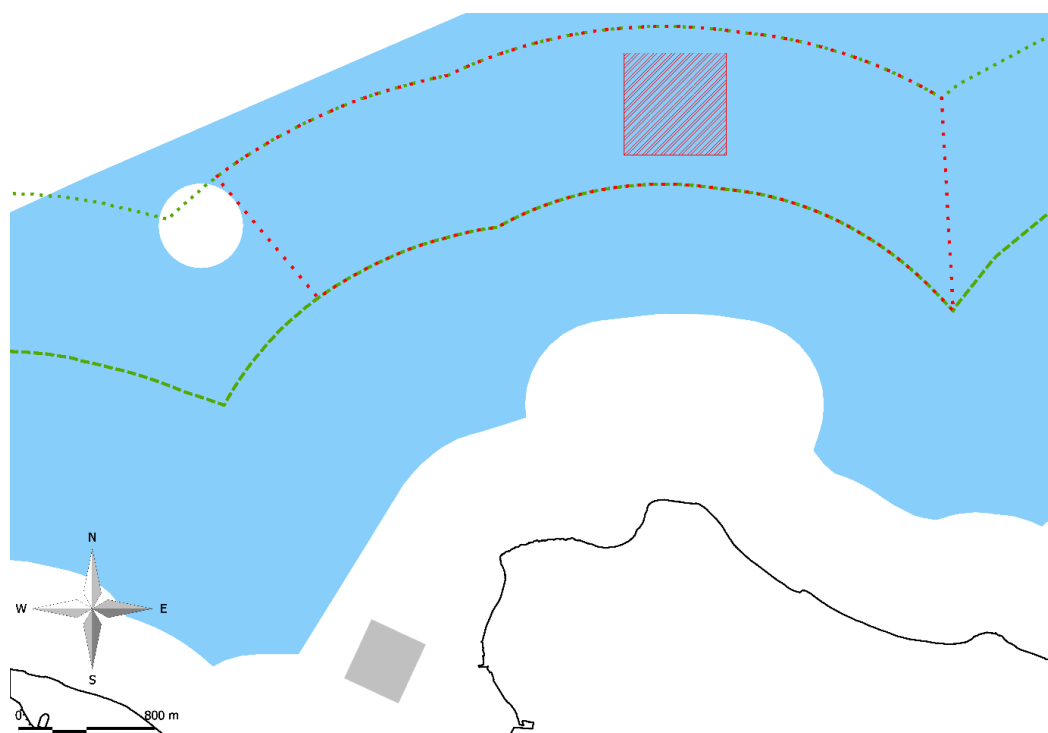
Problemi, ki jih je tukaj potrebno izpostaviti, so morebitni vzdrževalni posegi na cevovodu, kot tudi morebitne poškodbe cevovoda zaradi marikulture dejavnosti.



Slika 38: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture na morskem dnu med obema cevema izpusta piranske čistilne naprave, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.

6.3. OBMOČJE 3 – ODPRTE VODE MED IZOLO IN STRUNJANOM

V odprtih vodah med Izolo in Strunjanom (Slika 39) smo za marikulturo predvideli površino v izmeri 600 x 600 m (36 ha), znotraj katere se določi več gojitvenih parcel. Tu izjemoma nismo natančno določili, kje naj bo to območje. Označili smo le meje območja, znotraj katerega naj bi se nahajala marikultura v taki izmeri, saj menimo, da je potrebno usklajevanje z drugimi človeškimi dejavnostmi (ribiči, turistični delavci idr.), da ne bi prihajalo do konfliktov glede uporabe tega območja.



Slika 39: Z rdečo črtkano črto je označeno večje območje med Izolo in Strunjanom, znotraj katerega se določi območje v prikazani velikosti (črtkan kvadrat). S sivo barvo je označena obstoječa marikultura.

To območje smo izbrali tudi zaradi bližine izolskega pristanišča, kjer so že danes zasidrana nekatera delovna plovila. Zaradi tega predvidevamo, da bi bili stroški nižji.

Na tem območju je možno gojenje tako rib kot školjk, v vodnem stolpcu in na dnu.

Sprejemljivi so vsi načini gojenja, ki smo jih omenili v poglavju 5.2. V kolikor bi se podeljevalo vodne pravice tako za gojenje rib kot školjk svetujemo predhodno izvedbo podrobne študije smeri tokov na tem območju skozi daljše časovno obdobje. Na podlagi študije, ki bi pokazala prevladujočo smer in jakost tokov na tem območju, bi lahko opredelili optimalne postavitve

ribjih kletk in školjčič in s tem optimizirali delovanje multitrofičnega načina gojenja na tem območju. Ker pa ustreznih podatkov nimamo, tega sedaj ne moremo narediti.

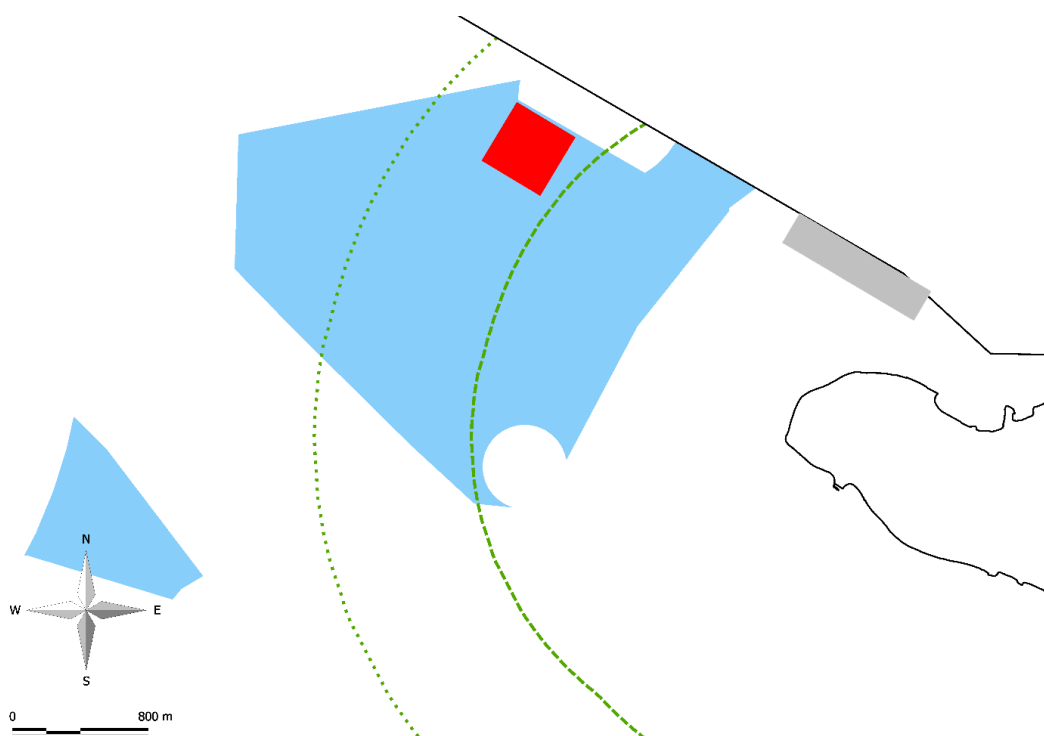
Ob interesu školjkarjev in ostalih zainteresiranih, bi se lahko obstoječa školjčiča iz Strunjskega zaliva preselilo na to novo območje. Tako bi se območje znotraj Strunjskega zaliva sprostilo za druge dejavnosti, npr. za turizem. Vendar je potrebno poudariti, da gre z vidika akvakulture v Strunjskem zalivu za parcele z dobrimi gojitvenimi rezultati, ki so tudi dobro zaščitene in imajo svoje pristanišče za raztovor školjk.

6.4. OBMOČJE 4 – ODPRTE VODE PRED DEBELIM RTIČEM

Na obstoječi lokaciji v zalivu Sv. Jerneja pri Debelem rtiču širjenje območja marikulture ni možno zaradi bližine zavarovanega območja (Krajinski park Debeli rtič) kot tudi zaradi plovne poti, ki tam poteka. Zato smo območje namenjeno marikulturi, v izmeri 400 x 400 m (16 ha), znotraj katerega se določi več gojitvenih parcel, postavili v območje pred Debelim rtičem, kjer ni plovnih poti (Slika 40).

Prednostno bi to območje namenili gojenju školjk, vendar je ustrezno tudi za gojenje rib.

Možno je gojenje tako v vodnem stolpcu kot tudi na dnu. Sprejemljivi so vsi načini gojenja, ki smo jih omenili v poglavju 5.2.



Slika 40: Z rdečo je označeno potencialno območje marikulture v vodah pred Debelim rtičem, s sivo barvo je označena obstoječa marikultura.

Zaradi možnega vpliva vod iz Koprskega zaliva, kamor se izlivajo tudi vode s koprške čistilne naprave, ki jih tokovi ob močnem vetru prinašajo na to območje, predlagamo, da se območje nameni gojenju mladice školjk. Ker ne razpolagamo s podatki o mikrobiološkem stanju vode na tem območju, bi bilo potrebno izvesti dodatne analize mikrobiološke kakovosti morske vode ob različnih vremenskih situacijah.

V kolikor bi se podeljevalo vodne pravice tako za gojenje rib kot školjk svetujemo predhodno izvedbo podrobne študije smeri tokov na tem območju skozi daljše časovno obdobje. Na podlagi študije, ki bi pokazala prevladujočo smer in jakost tokov na tem območju, bi lahko opredelili optimalne postavitev ribjih kletk in školjčičišč in s tem optimizirali delovanje multitrofičnega načina gojenja na območju pred Debelim rtičem. Ker pa ustreznih podatkov nimamo, tega sedaj ne moremo narediti.

7. MARIKULTURA NA KOPNEM

Pri iskanju možnih lokacij marikulture na kopnem smo upoštevali, da je glede na Zakon o vodah (ZV-1) v 25-metrskem priobalnem pasu možno postavljati le javno infrastrukturo. V tem primeru bi se potencialni obrati za marikulturo na kopnem morali postavljati več kot 25 m od obale, kar bi zahtevalo posebno infrastrukturo (močne črpalke za črpanje morske vode, čiščenje odpadnih voda idr.). Zaradi pomanjkanja prostora na kopnem in drugih interesov ter prioritet na priobalnem območju, kot je npr. turizem, bi marikulturo zelo težko umestili na kopno. Tudi obstoječa namembnost rabe prostora tik ob morju, ki je trenutno še nepozidan, ne predvideva tovrstne dejavnosti. Potrebno bi bilo podrobno preučiti občinske prostorske načrte ter sovpadanje marikulture z ostalimi interesnimi dejavnostmi. Načeloma bi lahko bili kopenski obrati marikulture v industrijskih conah, ki pa so navadno precej oddaljene od morja, oz. v že obstoječih objektih, katerim bi se spremenila namembnost. Na kopnem že imamo zaprte sisteme, ki pa niso namenjeni proizvodnji temveč prečiščevanju ter hrambi živih organizmov, večinoma školjk.

V tem poročilu smo tudi že obrazložili, zakaj ni možno imeti marikulture v zavarovanih območjih, kot je npr. Krajinski park Sečoveljske soline. Varstveni režim v zavarovanih območjih prepoveduje marikulturo, kar je posredno ali neposredno določeno v različnih uredbah in odlokih.

Na kopnem bi se načeloma lahko gojilo romba, solinskega rakca in algo dunalielo.

8. ZAKLJUČKI

Morebitna nova območja marikulture se lahko umeščajo na območja, kjer so okoljski pogoji primerni za gojenje posameznih vrst morskih organizmov in kjer ne prihaja do konfliktov z ostalimi rabami morja. Morebitna nova območja marikulture morajo, ob upoštevanju elementov varovanja naravnih in kulturnih vrednot, biti izven zavarovanih območij, območij pomembnih morskih habitatov in plovni poti. Prav tako morajo biti primerno oddaljena od kopališč, podvodnih izpustov in iztokov kanalizacije, razbremenilnikov in meteornih voda. Iz prekrivanja območij z različnimi rabami, ob upoštevanju primerne globine in primerne razdalje od kopnega, je razvidno, da je za nova območja marikulture najbolj primeren pas morja med 1 in 1,5 NM od obale, v delih kjer ni druge rabe oz. konflikta interesov.

Poleg vseh v nalogi upoštevanih prostorskih in drugih omejitev, je potrebno poudariti, da je pred odločitvijo za morebitno umestitev novih območij za marikulturo, le-ta potrebno uskladiti z malim obalnim ribolovom, saj vsa za gojenje primerna območja posegajo v ribolovno območje malega obalnega ribolova. Mali obalni ribolov je že sedaj prostorsko zelo omejen.

Prav tako je pred dokončno opredelitvijo novih parcel na morju potrebna tudi celovita presoja vpliva na okolje. Opredelitev novih območij za marikulturo mora seveda potekati v sodelovanju z lokalnimi oblastmi. Ob pričetku obratovanja novih območij marikulture pa je potrebno spremljanje stanja (monitoring) sprememb glede na Okvirno direktivo o morskimi strategiji (Sklep 2017/848/EU). Monitoring, ki zajema med drugim sanitetno kvaliteto morske vode in druge biološke parametre, kot tudi spremembe na morskem dnu, se mora izvajati vsaj 5 let. Če v petih letih ni zaznanih sprememb v okolju, se lahko monitoring ukine. V kolikor pride do občutnih negativnih sprememb v okolju, se mora prilagoditi obseg marikulture ali jo na tem območju celo ukiniti.

Pri izbiri organizmov za gojenje smo se omejili na avtohtone vrste, ki so tržno zanimive za EU tržišče. Za katerokoli drugo avtohtono vrsto se lahko z raziskovalnim projektom preuči možnost gojenja, kot tudi tržišče zanjo. V vsakem primeru pa je potrebno pred pričetkom gojenja neke nove vrste najprej izvesti pilotni poskus gojenja.

Smiselno je, da se vse obstoječe marikulture v slovenskem morju ohranijo v enakem obsegu. Poleg obstoječih pa smo v projektni nalogi podali še najprimernejše možne nove lokacije za

marikulturo v slovenskem morju. Končno odločitev glede točnih pozicij parcel v vseh primerih prepuščamo odločevalcem, ki bodo usklajevali vse interese rabe morja.

Prav tako nismo omejevali vrst organizmov, ki bi jih bilo možno gojiti na novih lokacijah, niti načinov gojenja. Na treh predlaganih območjih (1, 3 in 4) je možno gojenje vseh v projektni nalogi omenjenih organizmov in/ali uvedbo gojenja novih domorodnih vrst. Glede na dejansko potrebo se lahko katerokoli od teh potencialnih območij nameni ribogojnici in/ali školjčišču. Glede na dejansko potrebo se lahko na teh treh opredeljenih območjih podeli vodne pravice tudi za morsko dno. Izjema je le območje 2, kjer je možno podeljevati samo vodne pravice za morsko dno.

Predlagamo tudi nekaj ukrepov:

1. Zaradi prostorske stiske je potrebno maksimalno izkoristiti obstoječe in potencialne nove lokacije marikulture. V ta namen bi predlagali tudi inšpekcijske kontrole izkoriščenosti posameznih parcel na terenu in v primeru neizkoriščenosti kapacitete posamezne parcele odvzeti vodno pravico in jo dodeliti drugim zainteresiranim.
2. Za dodeljevanje vodnih pravic predlagamo uvedbo sistema z določenimi merili za izbor najprimernejšega kandidata, ki bo v najboljši možni meri izkoristil kapaciteto določenega območja.
3. Orade, ki se prehranjujejo z mladimi školjkami, s tem negativno vplivajo na velikost pridelka. Ta problem bi lahko omejili z dovoljenjem kontroliranega ribolova na območju školjčišč.
4. Na območjih marikulture, predvsem na školjčiščih, je potrebno najmanj vsaki 2 leti počistiti po morskem dnu najrazličnejše odpadke, ostanke mrež, lupine idr., ki se tam naberejo zaradi dejavnosti marikulture.

9. VIRI:

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Ocena ekološkega stanja morja za obdobje 2009 – 2015 (2016).

Bolje A., B. Marčeta, T. Modic, E. Avdič in N. Terčon (2019). RIBIŠTVO. Gradivo za splošno javnost - Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, ISBN 978-961-6024-83-9, 144 str.

Campbell, D.A. in M. Kelly (2002). Settlement of *Pomatoceros triqueter* (L.) in two Scottish lochs, and factors determining its abundance on mussels grown in suspended culture. *Journal of Shellfish Research* 21(2), 519-527.

Devlin, M., Best, M., Coates, D., Bresnan, E., O'boyle, S., Park, R., Silke, J., Cusack, C., Skeats, J. (2007). Establishing boundary classes for the classification of UK marine waters using phytoplankton communities. *Marine Pollution Bulletin*, 55:91-103.

Direktiva 2014/89/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 23. julija 2014 o vzpostavitvi okvira za pomorsko prostorsko načrtovanje.

DIREKTIVA KOMISIJE (EU) 2017/845 z dne 17. maja 2017 o spremembi Direktive 2008/56/ES Evropskega parlamenta in Sveta v zvezi z okvirnimi seznamami elementov, ki se upoštevajo pri pripravi morskih strategij.

FAO - Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (Food and Agriculture Organization of the United Nations)

Fawcett, S.E., Ward, B.B. (2011). Phytoplankton succession and nitrogen utilization during the development of an upwelling bloom. *Marine Ecology Progress Series*, 428: 13-31.

Fedra, K., E. M. Ölscher, C. Scherübel, M. Stachowitsch & R. S. Wurzian (1976). On the ecology of a North Adriatic benthic community: distribution, standing crop and composition of the macrobenthos. *Mar. Biol.*, 28(2), 129-145.

Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J. & R. de Nys (2012). The impact and control of biofouling in marine aquaculture: a review. *Biofouling* 28(7), 649-669. doi: 10.1080/08927014.2012.700478.

Flander-Putrle, V. (2011). Phytoplankton composition in the fish farm area: pigment analyses. V: KATTEL, Giri (ur.). *Zooplankton and phytoplankton : types, characteristics, and ecology*, (Marine Biology). Hauppauge, N.Y.: Nova Science Publishers. cop.: 141-157.

Forte, J., V. Turk, B. Čermelj, V. Flander-Putrle, M. Grego, T. Tinta, B. Mavrič & A. Malej (2010). ECASA study site report: final report, (Reports MBS - Marine biological station, 122). Piran: National Institute of Biology - Marine Biology Station Piran, Apr. 2010: 41 str.

Forte, J. (2016). Indikatorji obremenitve okolja z marikulturo. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Fortič, A. & B. Mavrič (2018). First record of the bryozoan *Tricellaria inopinata* (d'Hondt and Occhipinti Ambrogi, 1985) from the Slovenian sea. *Annales : Series Historia Naturalis*; Koper 28(2), 155-160. doi: 10.19233/ASHN.2018.19

Francé, J. (2018). Predpisi in spremljanje toksičnosti školjk ter toksičnih mikroalg. V: Turk, T. (Ur.), *Dinoflagelati, diatomeje, njihovi toksini in zastrupitve z morsko hrano*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 119-130.

Grego, M., M. De Troch, J. Forte & A. Malej (2009). Main meiofauna taxa as an indicator for assessing the spatial and seasonal impact of fish farming. *Marine Pollution Bulletin* 58: 1178-1186.

Hallegraeff, G. M. (2018). How do algal blooms kill finfish and how can we mitigate their impacts? *Harmful Algae News*, 59: 9-11.

Hallegraeff, G. M., Anderson, D. M. in Cembella, A., Ur. (2004). *Manual on harmful marine microalgae*. UNESCO Publishing, Paris.

Jeromel, M., V. Malačič, in J. Rakovec (2009). Weibull distribution of bora and sirocco winds in the northern Adriatic Sea. *Geofizika*, Vol. 26, No. 1: 85-100.

Konvencija o varovanju podvodne kulturne dediščine (MKVPKD) (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 1/08.

Kovač, N., B. Vrišer & B. Čermelj (2001). Impacts of net cage fish farm on sedimentary biogeochemical and meiofaunal properties of the Gulf of Trieste. *Annales*, 11(1): 65-74.

Kralj, M., M. Lipizer, B. Čermelj, M. Celio, C. Fabbro, F. Brunetti, J. Francé, P. Mozetič, M. Giani (2019). Hypoxia and dissolved oxygen trends in the northeastern Adriatic Sea (Gulf of Trieste). *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 164, 74-88.

Lesser, M.P., Shumway, S.E., Cucci, T. & J. Smith (1992). Impact of fouling organisms on mussel rope culture: interspecific competition for food among suspension-feeding invertebrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 165(1), 91-102. doi: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(92\)90291-H](https://doi.org/10.1016/0022-0981(92)90291-H).

Lipej, L., R. Turk & T. Makovec (2006). Ogrožene vrste in habitatni tipi v slovenskem morju = Endangered species and habitat types in the Slovenian sea. Ljubljana, Zavod RS za varstvo narave: 264 str.

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

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca, B. Mavrič & M. Grego (2015). Biogene formacije v slovenskem morju : preliminarni rezultati raziskav v slovenskem morju. Nova gorica, Univerza v Novi Gorici, april, 2015 = Mostra di formazioni biogene dell'Alto Adriatico all'Università di Nova Gorica, aprile 2015 : risultati preliminari delle ricerche in mare Sloveno.

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca, B. Mavrič & V. Pitacco (2016). Biodiverziteteta biogenih formacij. Piran. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja: 1-175.

Lipej, L., M. Orlando-Bonaca, M. Šiško & B. Mavrič (2018). Kartografski prikaz in opis bentoških habitatnih tipov v slovenskem morju: zaključno poročilo. Piran. Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja: 44 str.

Malačič, V. (2001). Numerical modelling of the initial spread of sewage from diffusers in the Bay of Piran (northern Adriatic). *Ecological Modelling*, 138: 173–191.

Malačič, V., B. Petelin in M. Vodopivec (2012). Topographic control of wind-driven circulation in the northern Adriatic. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C6): 1-16.

Ministrstvo za okolje in prostor RS (2019). Posodobitev začetne presoje stanja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije (Bistvene lastnosti in značilnosti, antropogeni pritiski, ocena stanja, okoljski cilji in definicija dobrega okoljskega stanja). 540 str.

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

Morje in obala; gradivo za sestanek Tematske fokusne skupine v okviru prenove Strategije prostorskega razvoja Slovenije, MOP, Direktorat za prostor, graditev in stanovanja (2017).

Mozetič, P., V. Malačič in V. Turk (1999). Ecological characteristics of seawater influenced by sewage outfall. *Annales, Series Historia Naturalis* 9: 177-188.

Mozetič, P., C. Solidoro, G. Cossarini, G. Socal, R. Precali, J. Francé, F. Bianchi, C. De Vittor, N. Smolaka in S. Fonda Umani (2010). Recent trends towards oligotrophication of the Northern Adriatic: evidence from chlorophyll a time series. *Estuaries and coasts*, vol. 33, št 2: 362-375.

Mozetič, P. in Turk, T. (2018). Uvod. V: Turk, T. (Ur.), *Dinoflagelati, diatomeje, njihovi toksini in zastrupitve z morsko hrano* Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 5-8.

NUMO - Načrt upravljanja z morskim okoljem 2017–2021 (2017). Ministrstvo za okolje in prostor (2017).

Odlok o Krajinskem parku Debeli rtič (Uradni list RS 48/2018).

Okvirna direktiva o morski strategiji. DIREKTIVA 2008/56/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 17. junija 2008 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju politike morskega okolja (ODMS, 2008/56/ES).

Operativni program za izvajanje Evropskega sklada za pomorstvo in ribištvo (ESPR) v Republiki Sloveniji za obdobje 2014 – 2020 (2015).

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

Orlando-Bonaca, M., J. Francé, L. Lipej, B. Mavrič in P. Mozetič (2019a). 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. A. Priprava strokovne podlage za posodobitev vsebin za opis stanja morskega okolja. Zaključno poročilo, januar 2019. Poročila 176. Morska Biološka Postaja, Nacionalni Inštitut za Biologijo, Piran, 365 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.

Pengal, P. (2013): Vpliv marikulture na ribje združbe v Portoroškem ribolovnem rezervatu. IV Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.

Peterlin, M., A. Palatinus, G. Urbanič, D. Stanič Racman, I. Strojman, M. Orlando-Bonaca, L. Lipej, A. Malej, J. Francé, B. Čermelj, O. Bajt, N. Kovač, B. Mavrič, V. Turk, P. Mozetič, A. Ramšak, T. Kogovšek, M. Šiško, V. Flander-Putrlje, M. Grego, T. Tinta, B. Petelin, M. Vodopivec, M. Jeromel, U. Martinčič, V. Malačič, B. Marčeta, s sod., M. Vahtar (urednik), (2014a). Trajnostno živeti z morjem : načrt upravljanja morskega okolja : začetna presoja morskih voda v pristojnosti Republike Slovenije: določitev dobrega stanja morskega okolja, ciljnih vrednosti in kazalnikov. Ljubljana: Inštitut za vode Republike Slovenije, 59 str.

Peterlin, M., M. Kramar, E. Gabrijelčič, A. Palatinus & Š. Trdan (2014b): Poročilo o delu Inštituta za vode Republike Slovenije za leto 2014, PROGRAMSKI SKLOP: I. SKUPINA EU POLITIKA DO VODA, Naloga: I/3 IZVAJANJE OKVIRNE DIREKTIVE O MORSKI STRATEGIJI (Analiza pristojnosti in ukrepov), 159 str.

Pravilnik o monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (Uradni list RS 71/07).

Pravilnik o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda (Uradni list RS, št.63/05,26/06 in 32/11).

Pravilnik o določitvi območij za gojenje morskih organizmov (Uradni list RS, št. 38/15)

Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda (Uradni list RS 10/09, 81/11, 73/16).

Pravni režimi varstva kulturne dediščine (eVRD). Državni portal prostorskih podatkov in aplikacij:

<https://gisportal.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=403a54629867466e940983d70a16ad9e>

Priročnik pravnih režimov varstva, ki jih je treba upoštevati pri pripravi planov in posegih v območja kulturne dediščine (http://giskd6s.situla.org/evrdd/P_11_11_02.htm).

Sanchez-Jerez, P., Fernandez-Jover, D., Bayle-Sempere, J., Valle, C., Dempster, T., Tuya, F., et al. (2008). Interactions between bluefish *Pomatomus saltatrix* (L.) and coastal sea-cage farms in the Mediterranean Sea. *Aquaculture* 282(1–4), 61–67.

Sedmak, B., Obal, R. in Fanuko, N. (1990). Biotoksini, nevarnost za gojenje školjk. *Morsko ribarstvo*, 42: 18–19.

SKLEP KOMISIJE (EU) z dne 1. september 2010 o merilih in metodoloških standardih na področju dobrega okoljskega stanja morskih voda (2010/477/EU).

SKLEP KOMISIJE (EU) 2017/848 z dne 17. maja 2017 o merilih in metodoloških standardih na področju dobrega okoljskega stanja morskih voda ter specifikacijah in standardiziranih metodah za spremljanje ter presojo in razveljavitvi Sklepa 2010/477/EU. (2017/848/EU).

Stachowitsch, M. (1984). Mass mortality in the Gulf of Trieste: the course of community destruction. *Marine Ecology* 5, 243–264.

Strategije prostorskega razvoja Slovenije (Odlok o Strategiji prostorskega razvoja Slovenije (Uradni list RS, št. 76/2004).

SUPREME, Supporting Maritime Spatial Planning in Eastern Mediterranean. Report on the Case study Slovenia (2018), 131 str.

SURS - Statistični urad Republike Slovenije

Turk Dermastia, T., Cerino, F., Stanković, D., Francé, J., Ramšak, A., Tušek Žnidarič, M., Beran, A., Natali, V., Cabrini, M. in Mozetič, P. (v tisku). Ecological time series and integrative taxonomy unveil seasonality and diversity of the toxic diatom *Pseudo-nitzschia* H. Peragallo, 1900 in the northern Adriatic Sea. *Harmful Algae*.

Turk, T. (2018). Toksikozе. V: Turk, T. (Ur.), *Dinoflagelati, diatomeje, njihovi toksini in zastrupitve z morskо hrano*. Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana: 27–118.

Ujević, I., Roje, R., Ninčević-Gladan, Ž. in Marasović, I. (2012). First report of Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) from eastern Adriatic Sea (Croatia). *Food Control*, 25: 285–291.

UNEP/EEA (United Nations Environment programme/ European Environment Agency) (1999). *State and Pressures of the Marine and Coastal Mediterranean Environment*. Environmental Issues Series No. 5. European Communities.

Uredba o Krajinskem parku Sečoveljske soline (Uradni list RS 29/2001).

Uredba o Krajinskem parku Strunjan (Uradni list RS 107/2004).

Uredba o kakovosti vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev (Uradni list RS 52/07).

Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS 14/09, 98/10, 96/13, 24/16).

Villalba, A.U. (2003). Environmental considerations for site selection of marine fish farms. *Ocean Engineering*, 30: 251–270.

Vlada RS (2014). Nacionalni strateški načrt za razvoj akvakulture v Republiki Sloveniji za obdobje 2014–2020, št. 34200-1/2014/5. Vlada Republike Slovenije, Ljubljana, 37 str.

Vodna direktiva. DIREKTIVA EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA 2000/60/ES z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike (VD, 2000/60/ES).

Vukovič, A. in V. Malačič (1997). Ekološko oceanografski pregled morja v okolici podmorskega izpusta Piran. 59 s.

Zakon o morskem ribištvu (ZMR-2) (Uradni list RS, št. 115/06, 76/15 in 69/17).

Zakon o vodah (ZV-1) (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15).

Žnidarčič, S., R. Jenko, B. Tušnik, M. Lenarčič, Z. Bem, A. Bolje, B. Kocjančič, E. Mihelič, K. Mally, P. Puhalič in V. Vojvoda (1987). Optimalizacija gojenja enoceličnih alg, artemije in brancinov, (Marikultura-racionalno pridobivanje hrane iz morja), (Hrana). Portorož: RSS. 126 str.

<https://hgk.hr/documents/vukovar2018-015-miokovic-nova-invazivna-vrsta-u-jadranskom-moruc-oblonga5c470a144bb8c.pdf>

<http://simarine-natura.ptice.si/domov/sredozemski-vranjek/>

<http://www.instore.si/newsarticle/newsarticle/V-letu-2018-rekordna-proizvodnja-v-akvakulturi>

<https://www.savjetodavna.hr/2016/02/02/pojava-nove-vrste-plastenjaka-na-uzgajalistima-skoljkasa-u-savudriji/>

<https://www.slovenskenovice.si/novice/slovenija/clanek/v-iadran-vdira-vse-vec-tropskih-rib-200381>

<http://4d.rtv slo.si/arhiv/primorska-kronika/174320410>

<http://4d.rtv slo.si/arhiv/tuttoggi-i-edizione/174321316>

Vir GIS podatkov: Geodetska uprava Republike Slovenije, Inštitut za vode Republike Slovenije in Morska biološka postaja Piran Nacionalnega inštituta za biologijo.