

Umetni podvodni grebeni in umetnost možnega

Artificial reefs and the art of the possible

Tom Turk

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Večna pot 111,
1000 Ljubljana, Slovenija

Korespondenca: tom.turk@bf.uni-lj.si

Izvleček: V številnih evropskih državah so umetni podvodni grebeni (UPG) dobro sprejet način za povečevanje lokalne biodiverzitete. Ideja o umestitvi UPG na dno slovenskega morja je stara 25 let. Ta ideja še vedno ni realizirana, kljub jasnim dokazom, da imajo UPG pozitiven vpliv na lokalno morsko okolje in biocenozo, kar nam sporočajo izkušnje z italijanske strani Tržaškega zaliva. Zaradi različnih vzrokov tako na uresničitev postavitve prvega UPG v slovenskem morju še vedno čakamo. Prepričani smo, da bi bile take potopljene strukture pomemben substrat za naselitev (repopulacijo) morskih habitatov z bentoškimi vrstami, ki zaradi občasnih hipoksij in anoksij na morskem dnu množično poginjajo.

Ključne besede: bentos, biocenosa, hipoksija, repopulacija, umetni podvodni greben

Abstract: In many European countries artificial underwater reefs (AUR) are well established means to increase local biodiversity. In Slovenian part of Adriatic Sea the idea of establishing an artificial reef system was first brought to light 25 years ago. So far, despite strong evidence on the benefits to the local environment and biocenosis brought by AUR in the Italian part of Gulf of Trieste, due to various reasons we are still waiting for the first AUR in Slovenian part of Northern Adriatic Sea. We believe that such a structure would be an important center for the repopulation of local habitats after mass mortality due to the hypoxic or anoxic conditions that occasionally occurs at the benthic communities.

Keywords: artificial underwater reef, benthos, biocenosis, hypoxia, repopulation

Uvod

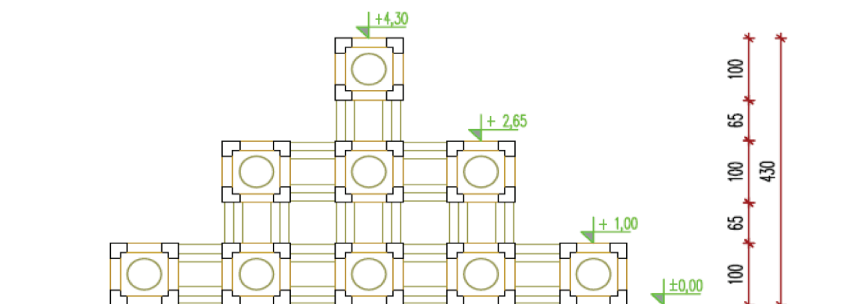
Ker je ta prispevek namenjen spominu na pokojnega prof. dr. Jožeta Štirna, naj ga začnem kar z njegovo mislijo, ki jo je izrekel v intervjuju za *Sobotno prilogo* pred 12 leti: »Nenavadno je, da se morskim grebenom upira veliko biologov, češ da to ne bi prineslo nič za biodiverzitetu. To je seveda nesmisel. Slovenski obali manjka ravno globoka skalna obala, ki omogoča najbolj pestra

naselja pridnenih organizmov in rib. Vsak ribič ve, da se ribe zbirajo in zadržujejo ob grebenih ali pod večjimi in zasidranimi plavajočimi predmeti. V Jemnu sem spremljal projekt FAO, pri katerem so v morje metali lesene plavajoče kolute in čez dobro leto so imeli okoli njih toliko tunov, da si lahko samo gledal. Še na Kon Tikiju so vedeli, da ribe iščejo senco in zatočišče pod splavom. Nasprotovati podvodnim grebenom je nonsens. Dokaznega gradiva je na vseh koncih sveta dovolj,

da bi že morali verjeti. V biologiji ne zadostuje, da poznaš eno samo vrsto. Moraš gledati celoto. Da ne govorim o ekologiji. Pri današnjih ekologih je tudi veliko enosmernega razmišljanja.«

Ugotovitve v tem besedilu so del projektne študije o umestitvi enega samega pilotnega umetnega podvodnega grebena UPG v slovensko morje kakor tudi zapisanega v enem od dokumentov v postopku pridobitve vodnega soglasja za postavitev UPG, ki ga je od izvajalca projekta zahteval MOP (Turk 2020). Načrt za postavitev UPG je izdelal zavod Populus v skladu z idejo Zavoda za trajnost morske krajine /Institute for Sustainable Seascape po načrtih krajinske arhitekta dr. Darje Marinček Prosenc (Marinček Prosenc, Mladenović, Ljubej, 2020). Prvotno je bilo načrtovanih več UPG na različnih lokacijah, nazadnje je ostala le ena sama v neposredni bližini desne kanalizacijske cevi približno 1 navtično miljo od rta Madone (Piranska punta) na globini 23 m. Prav tako se je prvotni tloris grebena z 13.6 x 13.6 m zmanjšal na 7.6 x 7.6 m, višina grebena pa iz 7.6 m na 4.3 m. Načrtovani greben bi sestavljali kvadratni votli betonski bloki povezani z mozniki. Greben naj bi utrjevala bazaltna armaturna mreža, betonski elementi grebena pa bi bili zgrajeni iz morju prijaznega naravnega betona s pH vrednostjo 9. Tako načrtovan UPG bi nudil dovolj skrivališč za ribe in rake in dovolj površin za naselitev pritrjenih bentoških organizmov. Razmiki med votlimi kockami in mozniki so dovolj veliki, da bi omogočali zadostno strujanje morske vode med posameznimi elementi UPG, s tem pa tudi dotok hranil in larvalnih stadijev bentoških živali (Sl. 1).

V številnih evropskih morjih so različne oblike umetnih podvodnih grebenov že dolgo dobro sprejet in uveljavljen način za povečevanje biodiverzitete, varovanje obale, povečanje ribjega fonda ali preprosta turistična atrakcija, ki privablja potapljače (Jensen in sod. 2000). Ideja o postavitvi umetnih podvodnih grebenov v Tržaškem zalivu ni nova, porodila se je že pred desetletji tako pri slovenskih kakor italijanskih biologih. Medtem ko so Italijani načrte tudi uresničili, prvi slovenski UPG še vedno že dolga leta čaka na umestitev na morsko dno in se še vedno bolj ali manj neuspešno prebija skozi administrativne ovire. Prvi načrt modela umetnega podvodnega grebena v Piranu je predstavil že biolog Ugo Fonda, davnega leta 1996. Fonda je izrazil potrebo po postavitvi umetnih podvodnih grebenov kot enega od načinov, s katerim bi lahko delno omejili negativne vplive delovanja človeka na morske ekosisteme, ki naj bi bili pomemben vzrok za izginjanje nekaterih vrst kot so: morska mačka (*Scyliorhinus canicula*), rdeča bodika (*Scorpaena scrofa*), romb (*Bothus maximus*), zobatec (*Dentex dentex*) in veliki morski pajek (*Maja squinado*) iz slovenskega dela Jadranskega morja. Vzroki, ki so porodili idejo za postavitev polja UPG, so bili tudi geomorfološke in fizikalne narave, npr. plitvina morja, majhna razgibanost dna, večja izpostavljenost nalaganju sedimenta, velika temperaturna nihanja ter občasne hipoksije - prav te predstavljajo v Tržaškem zalivu ogrožajoče življenjske razmere za mnoge vrste (Fonda 1996). Poleg Fonde sta v novejšem času problematiko postavitve UPG v slovenskem delu Jadranskega morja obravnavali tudi dve dip-



Slika 1: Prikaz načrtovane strukture grebena z osnovno stranico 7.6 m in skupno višino 4.3 m.

Figure 1: Graphical presentation of the planned artificial reef with a base length of 7.6 m and total height of 4.3 m.

lomski deli iz dveh različnih fakultet Univerze na Primorskem (Cernich 2015; Žabar 2016).

V italijanskih vodah Tržaškega zaliva so konec sedemdesetih let začeli graditi pilotne umetne podvodne grebene v študijske namene (Orel in sod. 2006). V Tržaškem zalivu (vsi v italijanskem delu) je danes enajst umetnih podvodnih grebenov, ki so bili ciljno postavljeni v morsko okolje. Eden izmed teh leži v zavarovanem območju Miramar (Odorico in sod. 2008). Skupina umetnih podvodnih grebenov v bližini peščene plitvine pri Križu (»Dosso di Santa Croce«) pa je bila zavarovana po postavitvi kompleksa na morsko dno. Italijanske izkušnje postavljanja umetnih podvodnih grebenov v Tržaškem zalivu so pokazale, da številne izmed teh struktur privabljajo različne organizme, medtem ko nekatere predstavljajo tudi pomembna območja za razmnoževanje lignjev (*Loligo* sp.), sip (*Sepia* sp.) in predstavnikov polžev zaškrgrarjev (Opisthobranchia) (Odorico in sod. 2008). Podrobne raziskave glede naseljevanja in vpliva, ki ga imajo umetni podvodni grebeni v Tržaškem zalivu, so opravili v sklopu projektov INTERREG II (2001) in INTERREG III (2006), kjer so se osredotočili na skupino umetnih morskih struktur na peščeni plitvini pri Križu. Rezultati preliminarnih raziskav, ki so bile izvedene v obdobju med drugim in tretjim letom starosti umetnih struktur, so pokazale, da je prišlo že po tako kratkem času od postavitve umetnih grebenov do povečane biodiverzitete na območju umetnih podvodnih grebenov (Specchi in sod. 2001; Miletić in sod. 2001). Prišlo je tudi do povišanja abundance larvalnih stadijev rib, ki so značilne za morske grebene, kar nakazuje, da lahko umetni podvodni grebeni omogočijo nastanek nove ribje združbe (Miletić in sod. 2001). V Tržaškem zalivu je prišlo tudi do poskusa postavitve UPG s ciljem izboljšanja kvalitete morske vode (Stachowitsch 1998). Taki UPG delujejo na principu izrabljanja naravnih sposobnosti čiščenja vode filtratorskih organizmov, katerih larvalni stadiji so že naravno prisotni v planktonu. Rezultati raziskave so pokazali, da lahko gosto naseljena obrast prečrpa več 1000 litrov vode na dan. S postavitvijo majhnih struktur, ki so se hitro obrasle s filtratorskimi organizmi, so nastale majhne »biološke precejevalne postaje«, te pa so kasneje prispevale tudi k (hitrejšemu) obnavljanju izvorne bentoške skupnosti (Stachowitsch 1998).

Material in metode

Ekološko stanje in prevladujoči tip biocenoze na širšem območju postavitve UPG

Celotno ožje območje načrtovane postavitve pilotnega UPG lahko prištejemo v t.i. biocenozo muljastega detritnega dna oz. po EUNIS klasifikaciji v MC6 oz. EUNIS A5.381, po RAC/SPA klasifikaciji pa v IV.2.1. (*Pregled habitatnih tipov in njihova opredelitev na nivoju kategorizacije EUNIS in RAC/SPA*, glej Lipej in sod. 2018). Bolj podrobno je to facies z vodilno vrsto *Ophiothrix quinque maculata*. Za to biocenozo so značilne globoke plasti mulja, ki jih pokriva organski detrit, slabo oziroma praktično odsotno strujanje morske vode in, predvsem v toplejših obdobjih leta, močna evtrofikacija, zelo slaba vidljivost ter možnost nastanka hipoksije v pridenem sloju vode (približno do 2 m nad morskim dnom). Občasne hipoksije ali celo anoksije so glavna ekološka grožnja temu tipu biocenoze. Pomanjkanje kisika je posledica slabega mešanja morske vode (stratifikacija) ter že omenjenega velikega števila planktona in organskega detrita. Pojav je izrazit predvsem v poznem poletju, ko zaradi povečane produkcije in odmiranja planktonskih organizmov, posledično pa zaradi povečanega števila mikroorganizmov, ki razgrajujejo biomaso, zmanjka kisika. To lahko povzroči obsežne pomanjkanje pritrjenih bentoških organizmov, ki živijo na dnu ali so zakopani v mulju. Taki organizmi se pomanjkanju kisika ne morejo izogniti, zato množično poginjajo in zaradi mikrobne razgradnje dodatno prispevajo k porabi kisika v pridenih slojih vode. Ker se ustvarijo anoksične razmere to favorizira razvoj anaerobnih mikroorganizmov, ki na morskem dnu z anaerobnim dihanjem (t.i. sulfatno respiracijo) tvorijo žveplovodik (H_2S), ta pa se nato kemijsko pretvori v sivo prevleko železovega sulfita. Hipoksije in anoksije so bile v Tržaškem zalivu zelo obsežen pojav predvsem v 80 letih 20. st. (najhujša leta 1983), so se pa sporadično, sicer v manjšem obsegu, pojavljale tudi v naslednjih letih vse do danes.

Značilnosti biocenoze muljastega detritnega dna

Za muljasto detritno dno je značilna ORM biocenoza (združba kačjerepov iz rodu *Ophiothrix*, spužev iz rodu *Reniera* in kozolnjakov/plaščarjev iz rodu *Microcosmus*). Spužve in kozolnjaki se na površini mulja naselijo na odmrle ostanke/lupine morskih organizmov, predvsem večjih školjk in morskih ježkov, vmes pa so prepleteni sicer gibljivi kačjerepi. Spužve in kozolnjaki so filtratorji, kačjerepi pa prav tako pobirajo hrano iz bogate »hranilne juhe«, ki jih obdaja. Na ta način na enolični muljasti površini mehkega dna nastajajo nekakšni otočki biogeno učvrščenega sekundarnega dna, ki v takem okolju predstavljajo edino površino za naseljevanje drugih pritrjenih

organizmov, prav tako pa tudi edino trdnjše okolje, kamor se lahko skrijejo in zatečejo sicer gibljivi bentoški organizmi, npr. razne ribe in raki. Številni drugi organizmi, ki živijo v tej biocenozi, so t.i. rovači. To so organizmi, ki so bolj ali manj zakopani v mulj ali rijejo po in v njem. Sem spadajo številne školjke (npr. velika pokrovača (*Pecten jacobaeus*), še bolj raznovrstni mnogoščetinci, pa tudi redko videne živali, kot so npr. pršivci (Sipunculida). Med značilne živali take združbe spadata tudi velik plenilski rak morska bogomolka (*Squilla mantis*) in redka listasta morska zvezda (*Anseropoda placenta*). Od rib so v taki biocenozi najpogostejše ribolovno pomembne vrste, kot so bokoplute (npr. morski listi, rod *Solea*) ter nekatere bradači (*Mullus*) in riboni (*Pagellus*) pa tudi številne manjše vrste rib (Tab. 1).

Tabela 1: Nekaj značilnih organizmov muljastega detritnega dna, pogostost in način življenja.
Table 1: Some typical organisms inhabiting muddy bottom, their basic biology and frequency.

Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	Način življenja	Opomba
Bodičasti kačjerep	<i>Ophiothrix quinque maculata</i>	prosto gibljiva vrsta na površini dna	vodilna vrsta biocenoze
Kačjerep	<i>Amphiura chiajei</i>	prosto gibljiva vrsta na površini dna ali delno zakopana	značilna vrsta
Brazdasti ježek	<i>Shizaster canaliferus</i>	zakopana vrsta, rovač	značilna vrsta
Morska kumara	<i>Cucumaria planci</i>	na površini dna, v pokončnem položaju	pogosta vrsta
Zeleni morski ježek	<i>Psammechinus microtuberculatus</i>	na površini dna	pogosta vrsta
Listnata morska zvezda	<i>Anseropoda placenta</i>	zakopana vrsta	redka vrsta
Nagubani kozolnjak	<i>Microcosmus</i> sp.	pritrjena vrsta	značilna vrsta
Velika pokrovača	<i>Pecten jacobaeus</i>	na površini dna, delno zakopana	pogosta vrsta
Spužve več vrst	<i>Reniera</i> spp.	pritrjene vrste	značilne vrste
Morska bogomolka	<i>Squilla mantis</i>	v rovih, plenilec	pogosta vrsta
Vetritični samotarec	<i>Pagurus prideaux</i>	gibljiv na površini dna	pogosta vrsta, skupaj v simbiozi z morsko vetrnico <i>Adamsia palliata</i>
Pršivci	<i>Sipunculus</i> spp.	zakopane vrste	pogoste vrste
Mnogoščetinci	Polychaeta	zakopane vrste	pogoste vrste
Bokoplute, npr. morski listi	<i>Solea</i> spp.	na površini dna ali delno zakopane	pogoste vrste

Opis neposrednega območja za postavitev predvidenega UPG in ocena sedanjega stanja

Lokacija predvidenega UPG leži na globini med 22.5 in 23 m v neposredni bližini desne kanalizacijske cevi, približno 1 navtično miljo od Piranske punte. Enkratni ogled lokacije smo opravili v začetku meseca julija 2020 s pomočjo avtonomne potapljaške opreme, tipično biocenoza dna pa smo slikovno dokumentirali s pomočjo v vodotesno ohišje nameščenega fotoaparata Olympus TG6 s pripadajočo podvodno bliskavico. Ocenjeno območje ogleda je bilo približno 50 m x 50 m. V času potopa je bila vidljivost zelo slaba, na površini okrog 3 m, na dnu pa le slab meter, kar je v tem akvatoriju v poletnih mesecih dokaj pogosto stanje. Temperatura morja je bila (izmerjena s potapljaškimi instrumenti) na površini 25°C, pri dnu pa dve stopinji manj. Termokline ni bilo. Stanje morskega okolja lahko opišemo z 11 deskriptorji (D1-D11) ali ključnimi značilnostmi, ki na integralen način opisujejo stanje morja oziroma morskega okolja, tako da obravnavajo oziroma upoštevajo ključne pritiske in vplive nanj. Mi smo jih uporabili pet, kakor sledi: (i) biotska raznolikost (D1), (ii) tujerodne vrste (D2), (iii) ribji stalež oz. komercialne vrste rib in lupinarjev (D3), (iv) evtrofikacija ali onesnaženje s hranili (D5) in (v) morski odpadki (D10).

Cilji postavitve pilotnega UPG

S postavitvijo pilotnega UPG bi lahko dosegli naslednje cilje:

1. Ustvariti večjo trdno površino za naseljevanje bentoških organizmov, s čimer lahko povečamo biodiverzitetu na območju postavitve.
2. Omogočiti možnost umika in nadomestni habitat gibljivim organizmom v primeru nastanka hipoksije ali anoksije na morskem dnu (višina predvidenega grebena je 4,3 m).*
3. Zagotoviti repopulacijsko jedro za ponovno naseljevanje organizmov na morsko dno, če pride do pogina organizmov zaradi hipoksije ali anoksije.*

4. Ustvariti površino za preučevanje sukcesije naseljevanja bentoških organizmov na večjo trdno podlago na sicer mehkem muljastem morskem dnu.
5. Zagotoviti dodaten habitat in primerna skrivališča za nekatere vrste bentoških rib in rakov.

* Zavedati se moramo, da postavitev UPG v primeru hipoksije ali anoksije ne predstavlja trenutne rešitve za pritrjene vrste ali tiste vrste, ki so slabo gibljive in živijo v mulju, ker se taki organizmi ne morejo umakniti na greben.

Rezultati in razprava

Biotska raznolikost (D1). Na lokaciji smo zasledili združbo, ki jo večinoma predstavljajo pritrjeni organizmi filtratorji, kot so spužve in plaščarji. Na dnu so prevladovali organizmi, ki so za združbo muljastega detritnega dna dokaj značilni in pogosti. (Tab. 2). V vodnem stolpcu pa smo opazili nenavadno veliko prisotnost kolonijskih plaščarjev *Salpa maxima*. To je občasen in dokaj redek pojav, ki kaže na veliko prisotnost hranil, rastlinskega ter živalskega mikroplanktona v morju.

Na lokaciji nismo opazili tujerodnih vrst (D2). Tujerodnih vrst na dnu nismo opazili. V vodnem stolpcu so bile prisotne rebrače, verjetno tujerodne vrste *Mnemiopsis leidyi*. Na lokaciji pri ogledu nismo opazili komercialnih vrst rib ali lupinarjev. Prav tako nismo zasledili večjih rakov, razen nekaj rogov, v katerih domujejo morske bogomolke (*Squilla mantis*) (deskriptor (D3) ribji stalež oz. komercialne vrste rib in lupinarjev). Glede na kriterij D5 (evtrofikacija ali onesnaženje s hranili) smo ugotovili, da je bila na lokaciji v času potopa izredno slaba vidljivost, morska voda zeleno obarvana, kar kaže na veliko število rastlinskega planktona. V vodnem stolpcu pa je bilo veliko število želatinoznega živalskega planktona (kolonijski plaščarji - salpe in rebrače). To potrjuje, da je bilo v morju polno organskih hranil, stanje morja pa evtrofno. Glede kriterija D10 (morski odpadki) lahko zapišemo, da na lokaciji planiranega UPG nismo našli odpadkov antropogenega izvora, kar pa ne izključuje prisotnosti mikro- in nanoplastike tako v okolju kakor v organizmih.

Tabela 2: Prevladujoči opaženi organizmi na muljastem dnu in njihova ogroženost.**Table 2:** Predominant species inhabiting muddy bottom and their vulnerability.

Slovensko ime vrste	Latinsko ime vrste	Število	Ogroženost
Spužve več vrst	<i>Reniera</i> spp., <i>Suberites</i> sp.	več kot 20	niso ogrožene
Bodičasti kačjerep	<i>Ophiothrix quinquemaculata</i>	več kot 50	ni ogrožen
Vetrnični samotarec	<i>Pagurus prideaux</i>	3	ni ogrožen
Nagubani kozolnjak	<i>Microcosmus</i> sp.	5	ni ogrožen
Zeleni morski ježek	<i>Psammochinus microtuberculatus</i>	okrog 10	ni ogrožen

V slovenskem morju obstaja kar nekaj habitatnih tipov, nekateri od teh so izpostavljeni hudim okoljskim pritiskom tako naravnega kakor antropogenega izvora (Lipej in sod. 2006). Eno najbolj ranljivih okolij je nedvomno muljasto-detrinitno dno s sekundarno utrjenimi biogenimi formacijami (Lipej in sod. 2016). Ta tip dna kaže veliko biodiverziteto, vendar je vsaj občasno izpostavljen prekomerni eutrofikaciji in posledično pomanjkanju kisika. Dodatni večji otoki trdnega dna (tudi v obliki UPG) bi lahko prispevali k ohranitvi in večji naseljenosti vrst na takem dnu. Predvidevamo dolgoročnejši pozitiven vpliv UPG na lokalno biocenozo zaradi možnosti, da se bodo na dvignjeno trdno podlago lahko naselili/naseljevali pritrjeni filtratorski organizmi kot so kozolnjaki/plaščarji, mahovnjaki in spužve ter tudi drugi pritrjeni ali na trdno podlago vezani organizmi. Ti lahko z reprodukcijo sčasoma nadomestijo odmrle organizme na morskem dnu in tako predstavljajo repopulacijsko jedro za obnovo prvotne biocenoze muljastega detritnega dna, zlasti k obnavljanju sekundarnih obočkov trdnega dna na muljasti podlagi. Širših vplivov na ekosistem in že vzpostavljeno naravno ravnovesje ne bi smelo biti, saj predstavlja postavitev pilotnega UPG (konstrukcije tlorisra 7,6 m x 7,6 m in višine 4.3 m) zelo omejen poseg na zanemarljiv del morskega dna (56 m² od skupnih 406 kvadratnih kilometrov teritorialnega morja). Še toliko več, če načrtovani poseg primerjamo z vplivi drugih že izvedenih in predvidenih posegov v morje, kot so poglobljanje morskega dna, izgradnja pomolov, sidrišč, postavitev marikultur in drugo oblikovanje - urbanizacija morske obale. Ocenjujemo, da je glede na ugotovljeno biološko-ekološko stanje, postavitev pilotnega UPG smiselna, ker lahko pripomore k povečanju biodiverzitete na omenjenem območju

in hkrati ob pomanjkanju kisika v pridnem sloju vode omogoči nadomestni začasni habitat za nekatere gibljive bentoške organizme. Hkrati lahko zagotovi repopulacijsko jedro za ponovno naselitev nekaterih pomembnih členov biocenoze muljastega detritnega dna po morebitnem poginu tovrstne biocenoze zaradi pomanjkanja kisika na morskem dnu. Na podlagi izkušenj z do sedaj nelegalno in legalno postavljenih struktur v Piranskem zalivu (kip madone, betonske cevi, sidrišča za školjčišča, privezi in boje) in znanstvenih raziskav že nameščenih UPG v Tržaškem zalivu bodo UPG pripomogli k povečanju biodiverzitete. Omogočili bi lahko tudi samoobnovitvene procese v bentoških združbah, ki so jih prizadele občasne hipoksije ali anoksije na morskem dnu. Zato je postavitev UPG nedvomno ukrep ohranjanja ali boljše renaturacije določene življenjskega okolja. Zaradi majhne velikosti objekta širših vplivov ni pričakovati, bi pa na podlagi spremljanja obrasti UPG ter vpliva na okolje v bližini takega pilotnega objekta lahko prišli do trdnejših spoznanj o smiselnosti vključevanje tovrstnih struktur v strategije prostorskega načrtovanja za doseganje okoljskih ciljev Direktive 56/2008/ES.

Kot avtor tega prispevka se popolnoma zavedam, da je nujno na lokaciji postavitev UPG opraviti precej bolj poglobljen monitoring obstoječega stanja, kot sem ga opravil sam v zelo kratkem času. Pretehtati moramo vse mogoče vplive takega posega na morsko okolje, je pa res, da v Tržaškem zalivu to ne bi bil prvi UPG in da izkušnje italijanskih kolegov kažejo na večino pozitivne posledice in odsotnost negativnih vplivov na biocenoze v bližini UPG. Načeloma se tudi strinjam s pristopom, da je treba habitate in morske ekosisteme predvsem ohranjati in če se le da, čim manj posegati vanje. Toda zaradi

specifičnih hidrografskih razmer na dnu Tržaškega zaliva bi lahko UPG, če drugega ne, pomagali pri obnavljanju biocenozo muljasto-detritnega dna, ki je občasno podvržena pomanjkanju kisika in posledično poginom velikega števila pritrjenih ali slabo gibljivih organizmov na morskem dnu. Poskus potopitve prvega UPG v slovensko morje se zaradi birokratsko-administrativnih ovir in tudi zgoraj navedenih pomislekov vleče že več kakor pet let, osnovna ideja Uga Fonde pa je stara že četrto stoletje. Umetnost umeščanja umetnih podvodnih grebenov v slovensko morje torej še naprej ostaja v domeni umetnosti možnega. Vse skupaj pa potrjuje izhodiščno misel velikega slovenskega morskega biologa dr. Jožeta Štirna, kateremu spominu je ta prispevek tudi namenjen.

Summary

Attempts to built artificial underwater reef(s) (AUR) in Slovenian coastal waters are longlived, albeit unsuccessful due to various, mainly administrative reasons. The idea is quite old, born in the end of former century by biologist Ugo Fonda, who planned a network of AUR in order to enrich biodiversity and protect some of the vanishing species. While Italian colleagues realized at least a modest number of AUR in the Italian part of Gulf of Trieste, up to now there is none in the Slovenian part. Since Italian AUR proved to be a successful way to enrich and sustain biodiversity, new attempt to put at least one pilot AUR in the Gulf of Piran started few years ago. In this paper we describe the projects and the results of the brief monitoring at the location of future AUR. We also discuss the benefits as well as possible drawback such a project might have to local benthic community particularly in regards of sporadic hypoxic or anoxic conditions in such environment.

Literatura

- Cernich, S., 2015. Umetni podvodni grebeni kot varstveno orodje. Zaključno delo. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije.
- Fonda, U., 1996. Umetni podvodni grebeni ena izmed možnosti za vzdrževanje biotske raznovrstnosti v slovenskem morju. *Annales series historia naturalis*, 9, 231-234.
- Jensen, A. C., Collins, K. J. Lockwood, A. P. M., eds. 2000. Artificial reefs in European seas. Kluwer Academic Press, Dordrecht, The Netherlands, 508 pp.
- Lipej, L., Turk, R. Makovec, T., 2006. Ogrožene vrste in habitatni tipi v slovenskem morju. Zavod RS za varstvo narave, Piran, 264 pp.
- Lipej, L., Orlando-Bonaca, M., Mavrič, B., 2016. Biogenic formations in the Slovenian sea. NIB, MBSP.
- Lipej, L., Orlando-Bonaca, M., Šiško, M., Mavrič, B., 2018. Kartografski prikaz in opis bentoških habitatnih tipov v slovenskem morju vključno s kartografskim prikazom in opredelitvijo najverjetnejših območij vpliva na habitatne tipe. 1.fazno poročilo NIB; Ljubljana, 43pp.
- Miletić, M., Bottos, P., Sciolis, D., Capon, R., Vanzo, S., Pizzul, E., Specchi, M., 2001. First observations at the artificial reef submerged on the sandbank off Santa Croce (Trieste, Italy). *Annales series historia naturalis*, 11, 25, 159-168.
- Odorico, R., Piron, M., Ciriaco, S., Franci, C., Poloniato, D., Vinzi, E., De Waldestein, W., 2008. Studio sulla "Mappatura e caratterizzazione delle strutture artificiali del Golfo di Trieste" di cui alle linee d'azione 5.4 del progetto "ARIES Pesca 2004-2006 – 3° annualità".
- Orel, G., Valente, R., Zamboni, R., De Walderstein, W., 2006. Popolamenti ittici. V: Bressan G. (ur). Studio della produttività primaria e della produttività secondaria delle strutture artificiali sommerse poste in prossimità del dosso di S.Croce (Golfo di Trieste, Alto Adriatico). Edizioni Università di Trieste, 87-106.
- Specchi, M., Pizzul, E., Miletich, M., Bottos, P., 2001. Approccio zoologico. V: Bressan G. (ur). Studio della produttività primaria e della produzione secondaria delle strutture artificiali sommerse poste in prossimità del dosso di S.Croce (Golfo di Trieste, Alto Adriatico). Edizioni Università di Trieste, 37-62.

-
- Stachowitsch, M., 1998. Biological filter stations: a new artificial reef concept to combat the effects of eutrophication in coastal seas. *Annales series historia naturalis*, 13, 7-14.
- Žabar, A., 2016. Pomen umetnih grebenov za obnovo biotske raznovrstnosti morij - izkušnje z Jadranskega morja. Diplomsko delo. Univerza na Primorskem, Fakulteta za humanistične študije.