

## UMETNI PODVODNI GREBENI - ENA IZMED MOŽNOSTI ZA VZDRŽEVANJE BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI V SLOVENSKEM MORJU

Ugo FONDA

dipl. biol., samostojni raziskovalec, SI-6320 Portorož, XXX. div. 12  
B.Sc., biologist, researcher, SI-6320 Portorož, XXX. div. 12

### IZVLEČEK

*Uporaba umetnih podvodnih grebenov v mnogih morjih sveta je povzročila, da se je število organizmov v njihovi neposredni bližini zelo povečalo. Avtor si je na podlagi svojih opazovanj in izkušenj te vrste drugod po svetu zamislil model umetnih podvodnih grebenov, ki bi ustrezal razmeram v slovenskem obalnem morju. V prispevku navaja podatke zamišljenega modela, način postavitve in primerne lokacije za postavitev v slovenskem morju.*

**Ključne besede:** umetni podvodni grebeni, biološka raznovrstnost, slovensko morje  
**Key words:** artificial reefs, biodiversity, Slovene coastal waters

### UVOD

Avtor prispevka letos dopolnjuje 30 let aktivnega poplajaškega udejstvovanja v slovenskem morju. Primerjava prvih izkušenj s sedanjimi, izkušnjami pozornega opazovalca - biologa privede do alarmantne ugotovitve; mnogih vrst, ki jih je bilo tedaj dokaj običajno videti, danes ni več. Nekatere druge pa očitno ta žalostna usoda še čaka. Kaj storiti za zaustavitev tega pogubnega trenda?

### STANJE

V primerjavi z drugimi deli Jadranskega morja je Tržaški zaliv specifičen akvatorij, v katerem so življenjske razmere za mnoge vrste manj ugodne:

- morje je plitvo, kar onemogoča sezonske vertikalne selitve;
- dno je manj razgibano in bolj izpostavljeno naganju sedimenta, kar na splošno pomeni, da je manj zaščiteneh kotičkov za umik pred plenilci in da je prehranjevalna veriga manj raznolika in razvejena;
- tukaj prihaja do največjih temperaturnih nihanj, kar lahko nekatere vrste neposredno ogroža, druge pa ovira pri razmnoževanju;
- znani so primeri občasnih hipoksij, ki prizadanejo predvsem sesilne in omejeno gibljive bentoške vrste.

Vse to pomeni, da v slovenskem morju mnoge vrste živijo v posebej občutljivem ravnotežju in da je lahko

že manjši odmik od zadostnih (ali komaj zadostnih) življenjskih razmer zanje usoden. V zadnjih nekaj desetletjih so v slovenskem morju še posebej pogubni vplivi delovanja človeka. Kaj se je v teh desetletjih dogajalo v slovenskem morju?

Zgradili so novo pristanišče za velike prekoceanske ladje in nekaj pristanišč za gospodarski in turistični promet. Povečala se je dejavnost ladjedelnice, razvila se je kemična industrija, v kmetijstvu so začeli množično uporabljati umetna gnojila in kemična sredstva za zatiranje škodljivcev. Ribiči so začeli uporabljati zelo učinkovita ribolovna plovila, opremljena s sodobnimi elektronskimi napravami in tanke (skoraj nevidne) stoječe mreže iz umetnih vlaken ter zaslepljujoča svetila. Vse te dejavnosti so neposredno ali posredno škodljive za življenje v morju. Do podobnih ugotovitev sta prišla v desetletni raziskavi Stachowitsch & Fuchs (1995).

Obenem prispevajo k onesnaževanju morja tudi gospodinjstva. Prebivalcev je v slovenski Istri čedalje več in njihove zahteve so se v zadnjih letih povečale. Pred štiri-idesetimi leti je bilo le malo stanovanj s tekočo vodo, danes pa so praktično povsod kopalnice, pralni in pomivalni stroji. Uporaba pralnih praškov in drugih čistil močno narašča. Marsikdo v upanju, da bo dosegel temeljitejšo in trajnejšo čistočo, z uporabo detergentov, šampunov, loščil, kislin in drugih čistil tudi močno pretirava. Obenem se povečuje tudi poraba vode, pri čemer ne smemo pozabiti, da skoraj vsa voda, ki priteče čista iz

pip, odteče umazana v morje. V zadnjih letih se je za nekajkrat pomnožil promet na cestah ob morju; ostanke goriv, maziv in gum spira dež z njih neposredno v morje.

Dejstvo, da se proces izrazitega osiromašenja biotske raznolikosti slovenskega morja časovno ujema s strmoglavi razvojem človeških dejavnosti, potrjuje domnevo, da je prav človek tisti, ki posredno ali neposredno povzroča te procese. Gre torej za očitne posledice človeške dejavnosti, ki zato od človeka terjajo odgovornost, da prepreči nadaljnje siromašenje in skuša povrniti stvari v prvotno stanje.

### IZGINULE IN OGRŽENE ŽIVALSKÉ VRSTE

Na tem mestu navajam nekatere vrste morskih živali na podlagi svojih opazovanj, ne pa sistematičnih raziskav. Zaradi tega sem vključil le vrste, ki so lahko opazne in markantne. Med živalmi, ki so bile pred tridesetimi leti pogoste in jih sedaj pri nas praktično ni več, štejem morsko mačko (*Scyliorhinus canicula*), veliko škarpeno (*Scorpaena scrofa*), romba (*Bothus maximus*) in zobatca (*Dentex dentex*) ter velikega morskoga pajka (*Maja squinado*). Še daljši je seznam tistih, ki jih sicer še lahko srečamo, vendar le izjemoma opazimo večje, odrasle živali. To so šarg (*Diplodus sargus*), fratrc (*D. vulgaris*), pic (*D. puntazzo*), kantar (*Cantharus cantharus*), zvezdogled (*Uranoscopus faber*), morska vrana (*Labrus merula*), kavval (*Johnius umbra*) ter školjki Jakobova pokrovača (*Pecten jacobaeus*) in veliki leščur (*Pinna nobilis*).

Zanimivo je, da so praktično vse našete vrste ekonomsko pomembne in kot take predmet intenzivnega lova oziroma nabiranja. Če večji del odrasle populacije polovimo, preostalim pa z vsemi sredstvi otežimo razmnoževanje, je jasno, da je njihovo preživetje pri nas samo še vprašanje časa. Po drugi strani pa moram priznati, da so mladosni primerki zgoraj navedene skupine še vedno dokaj pogosti. Menim, da gre za sicer kritično, toda po vsej verjetnosti še vedno popravljivo stanje morskoga ekosistema. Kaj storiti, da bi slovenskemu morju vrnili prvotno stanje?

### PASIVNI UKREPI

Za pasivne ukrepe imam v mislih predvsem uvedbo raznih prepovedi in omejitev. Najprej bi bilo potrebno zagotoviti dosledno uresničevanje varstvenih režimov v že določenih območjih, kot so naravni rezervati, naravni parki in ribogojni rezervati. Druga skupina pasivnih ukrepov bi morala močno omejiti in regulirati gospodarski ribolov. Sedanji "roparski" način lova, ko vsi v vseh časih ribarijo vse, neizogibno vodi v popolno iztrebljanje ribjih virov. Prihodnost ribolova v tako majhnem in občutljivem morju, kot je slovensko, je v strogo selektivnem gojitvenem pristopu. Prepovedati bi bilo potrebno plovbo tehnično neustreznim in ekološko preveč obremenjujočim plovilom. Predvsem pa bi bilo potrebno zagotoviti

dosledno uresničevanje vseh zakonov in predpisov.

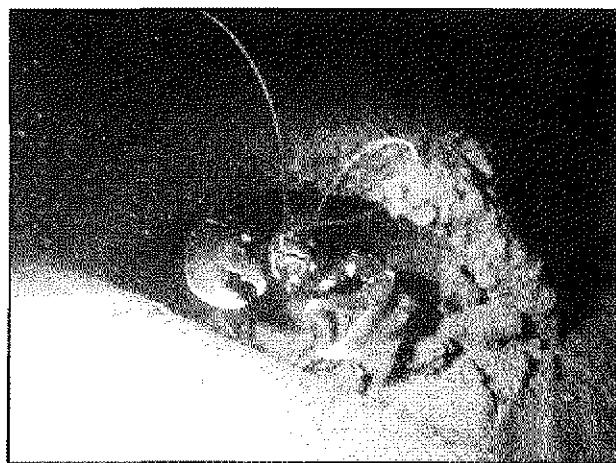
Vseeno pa ocenjujem, da še tako dobra zaščita in varovanje ne bosta dovolj za vrnitev in normalni razvoj ogroženih vrst, saj ne moremo računati na množično priseljevanje rib, rakov in školjk iz italijanskega in hrvaškega dela Tržaškega zaliva, ker je tudi tam ogroženost omenjenih živali približno enaka kot pri nas, poleg tega pa je konfiguracija dna v našem morju neugodna in nepriljubna. Treba bi bilo tudi aktivno ukrepati.

### AKTIVNI UKREPI

Pri aktivnih ukrepih mislim predvsem na izboljšanje manjšega dela nepriljubnega in neugodnega naravnega okolja z graditvijo umetnih podvodnih grebenov (UPG) ter na repopulacijo z umetno gojenimi ali drugje ulovljenimi osebkami avtohtonih vrst. Najboljše in najhitrejše rezultate bi seveda dosegli s sočasnim uresničevanjem oziroma s kombinacijo vseh naštetih ukrepov.

### UMETNI PODVODNI GREBENI

V nadaljevanju tega prispevka se bom osredotočil predvsem na potrebo po graditvi UPG. Moje prepričanje o smotrnosti takega posega temelji na veliki razliki med bioprodukcijo muljastega dna v primerjavi z bioprodukcijo trdnega (skalnatega) razgibanega morskoga dna. Čeprav se ta biotopa razlikujeta le v strukturi substrata in sta lahko v neposredni bližini, pri čemer so vse druge kemične in oceanografske lastnosti obeh biotopov praktično identične, se njuna biomasa na enoto površine znatno razlikuje. Pomen trdnega razgibanega substrata potrjuje tudi dejstvo, da prav ob skalnatih obalah in plitvinah ter ob raznih potopljenih objektih naletimo na največjo gostoto sesilnih organizmov, pa tudi rib, rakov in glavonožcev (slika 1).



Slika 1: Jastog (*Palinurus vulgaris*), domujoč v cevovodu (Foto: U. Fonda).

Figure 1: Lobster (*Palinurus vulgaris*) inhabiting a large pipe (Photo: U. Fonda).

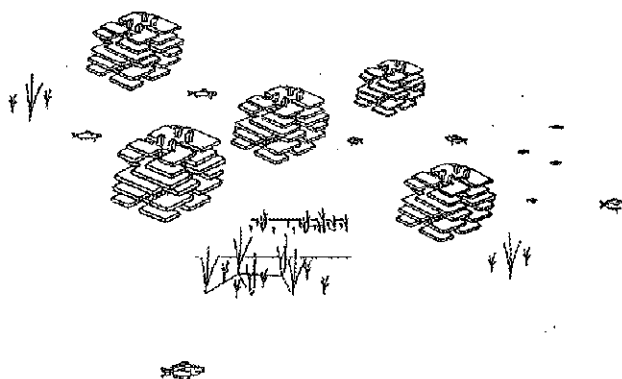
Po svetu so zgradili oziroma sestavili številne UPG. Največ so jih namestili na Japonskem (Nakamura, 1985; Nakamura *et al.*, 1991; Sato, 1985), ob obalah ZDA (Jesee *et al.*, 1985; Matthews, 1985; Bohnsack, 1989) ter v Sredozemlju (Bombace, 1988; Arculeo *et al.*, 1990). Pri graditvi so uporabili najrazličnejše materiale; od naravnih, kot so drevesa ali bambusove palice, do starih avtomobilskih gum ali celo odsluženih karoserij (Bohnsack, 1991; Nakamura *et al.*, 1991). Za najustreznejše in najmanj ekološko sporne so se izkazale konstrukcije iz betona (Bohnsack & Sutherland, 1985). Cilj graditve UPG so predvsem želja po povečanju uspešnosti ribolova, oviranje uporabe vlečnih mrež, raziskovalni projekti, pa tudi želja po zagotavljanju privlačnih koticov za rekreacijske potapljače.

Rezultati večletnega opazovanja povsod po svetu potrjujejo, da se na UPG oziroma v njihovi neposredni bližini močno poveča število organizmov in njihova biomasa (Jesee *et al.*, 1985; Bohnsack, 1989; Matthews, 1985). Edini strokovni precep, ki se predvsem v zvezi z ribami ob tem pojavlja, je, ali gre pri UPG dejansko za povečano bioprodukcijo ali samo za zbiranje živali iz širše okolice, v kateri so bili prej bolj razpršeni (Nakamura, 1985; Bohnsack, 1989). Dokončnega odgovora na to vprašanje dosedanje raziskave niso dale. Bohnsack (1989) ta problem pojasnjuje z razlago, da se gostota živali (zaradi privlačnosti UPG) in bioprodukcija med seboj ne izključujeta. Nekatere ribe morda UPG le privlačijo, pri drugih pa lahko vzpodbudijo reprodukcijo. Za večino vrst pa je značilen sinergizem obeh dejavnikov (Bohnsack, 1989).

#### GRADITEV UMETNIH PODVODNIH GREBENOV V SLOVENSKEM MORJU

Na podlagi opazovanja rib in drugih morskih živali, ki živijo na naravnem in umetnem morskem dnu, ter upoštevajoč lokalne oceanografske parametre in izkušnje drugih avtorjev sem si zamislil model UPG, sestavljen iz velikih betonskih modulov. Njihova oblika in notranje dimenzije bi ustrezale velikosti in načinu vedenja pričakovanih naseljencev. Moduli bi bili sestavljeni iz manjših elementov, kar bi zagotovilo sorazmerno cenenost in enostavnost polaganja.

Pri načrtovanju sem upošteval tudi najugodnejše razmerje med količino porabljenega materiala in pridobljeno površino ter koristno zaščiteni prostornino celotne konstrukcije. Gre za šest razčlenjenih betonskih plošč, ki jih nasadimo na štiri osrednje pokončne stebre. Na stebre med ploščami vložimo distančnike, tako da med ploščami ostane po 40 cm prostora. Tako dobimo precej velik večnadstropni razgiban blok z več kot 200 m<sup>2</sup> trdne podlage, na katero se zelo rade naselijo številne rastline in živali. Med ploščami in med stebri ostane veliko zaščitenih koticov, idealnih skrivališč in drstišč za številne ribe, rake, mehkužce in mnoge sesilne živali.



Slika 2: Načrt postavitve modulov (UPG).  
Figure 2: Artificial reef construction plan.

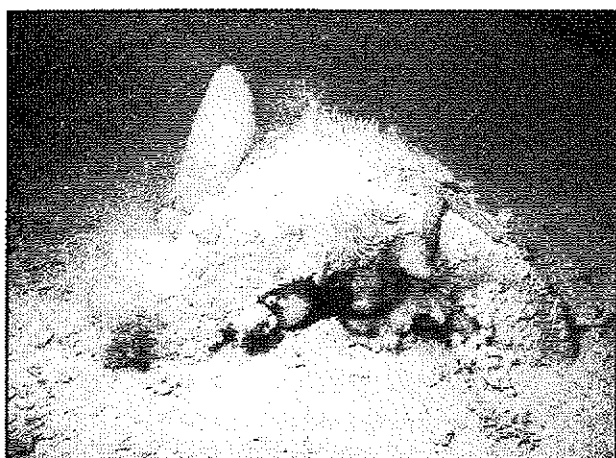
Med tako postavljenimi vodoravnimi ploščami morski tok teče dokaj nemoteno in prinaša hrano in kisik. Zunanje mere posameznega modula bi bile 5,5 x 3,5 x 3,2 m. Tako veliki moduli bi bili dovolj stabilni kljub sorazmerno veliki višini, ki bi bila potrebna, da bi nudila večje možnosti preživetja vsaj nekaterim organizmom tudi v primeru resne pridnene hipoksije.

#### PRIMERNA LOKALITETA ZA UPG V SLOVENSKEM MORJU

Za postavitve prvega UPG v slovenskem morju se nam ponuja skoraj idealna lokaliteta. Od komunalne čistilne naprave pri hotelu Bernardin v Piranu odvajata prečiščene odplake na odprto morje dva cevovoda. Dolga sta 3,5 km in potekata vzporedno, 20 do 30 m narazen v smeri proti Gradežu. Med cevovodoma bi morali po moji presoji položiti približno 25 modulov v skupinah po pet (slika 2) v oddaljenosti ene morske milje od obale. Na tem mestu je globina približno 22 m, dno sestavljata nekoliko bolj groba mivka in školjčni detrit. Meritve so pokazale, da je koncentracija kisika ob poletnih hipoksijah na tem območju nekoliko višja kot drugod (Malej & Malačič, 1995). Tudi sicer so razmere na tej lokaciji zelo primerne; UPG bi bili zunaj običajnih plovni poti, dovolj daleč od priobalne gneče, hkrati pa dovolj na očeh za nadzor (vsaj za nekaj let bi morala na tem mestu veljati prepoved ribolova in ne-nadzorovanega potapljanja). Pomembno je tudi dejstvo, da s postavitvijo UPG na tem mestu ne bi posegli v neokrnjeni del narave, saj sta tu že omenjeni cevi kanalizacije (slika 3). Vpliva odplak pa kljub temu ne bi bilo čutiti, saj bi bila razdalja do difuzorjev, kjer se prečiščene odplake iztekajo v morje, približno 1,5 km.

#### ZAKLJUČEK

Država, ki se ponaša s pomorsko razvojno usmeritvijo, ne bi smela dopustiti, da se v subjektu te usmeritve - morju dogajajo tako pogubni procesi, kot je sploš-



**Slika 3: Cevovod daje primerno nišo in zavetje mnogim nevretenčarjem in ribam (Foto: U. Fonda).**

**Figure 3: Large pipe may become an important ecological niche and shelter for many invertebrates and fishes (Photo: U. Fonda).**

no siromašenje z naglo napredujočim zmanjšanjem biološke raznolikosti. Potrebno bi bilo hitro ukrepanje, še preden bo degradacija dosegla nepovratno stopnjo. Med pomembnejšimi možnimi ukrepi sodi prav gotovo tudi postavitev UPG. Še posebej je to pomembno zato, ker je v slovenskem obalnem morju le malo število naravnih skalnatih biotopov (Punta Madona, rt Ronek in Fiesa). Z uresničitvijo tega projekta bi pridobili kakovosten življenjski prostor za številne ogrožene vrste in primerno okolje za vlaganje umetno razmnoženih ali drugje uvoženih avtohtonih vrst morskih živali. Izobraževalne in raziskovalne ustanove bi lahko tam imele natančno določeno raziskovalno bazo. Z graditvijo UPG bi pripomogli tudi k obogatitvi turistične ponudbe; na grebenih bi lahko organizirali potapljanja, fotosafarije, pozneje pa tudi športni ribolov in selektivni ulov določenih vrst rib in rakov.

## SUMMARY

As a result of the ever increasing pollution of the environment and other consequences of human encroachments upon nature, some fish species have simply disappeared from the Slovene part of the Adriatic Sea. It is evident that its fauna has become generally poor and that many of its autochthonous species are endangered today. On the basis of his own experience as well as knowledge gained by scientists elsewhere in the world, the author believes that by erecting artificial underwater reefs the biomass and abundance of fish as well as benthic fauna in general would be greatly increased in the immediate vicinity of such reefs. By doing so, the experts already succeeded to increase the number of organisms around the artificial reefs in many seas of the world, for the erection of reefs creates a number of favourable conditions, such as more effective fishing, possibilities of various research and educational projects, obstruction of the use of bottom trawling gear, suitable locations for recreational divers and underwater photohunters.

## LITERATURA

Arculeo, M., G. Bombace, G. D'Anna & S. Riggio. 1990. Evaluation of fishing yields from a protected and an unprotected coastal area of NW Sicily. *FAO Fish. Rep.* 428: 70-82.

Bohnsack, J. A. 1989. Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or a behavioral preference? *Bulletin of Marine Science* 44(2):613-645.

Bohnsack, J. A. 1991. Habitat structure and the design of artificial reefs. *Department of Biology. University of South Florida.* 411-426.

Bohnsack, J. A. & D. L. Sutherland. 1985. Artificial reef research: a review with recommendation for future priorities. *Bulletin of Marine Science* 37(1):11-39.

Bombace, G. 1989. Artificial reefs in the Mediterranean sea. *Bulletin of Marine Science* 44(2):1023-1032.

Jessee, W. N., A. L. Carpenter & J. W. Carter. 1985. Distribution patterns and density estimates of fishes on a

southern California artificial reef with comparisons to natural kelp-reef habitats. *Bulletin of Marine Science* 37(1):214-226.

Malej, A. & V. Malačič. 1995. Factors affecting bottom layer oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Adriatic Sea). *Annales* 7: 33-42.

Matthews, K. R. 1985. Species similarity and movement of fishes on natural and artificial reefs in Monterey Bay, California. *Bulletin of Marine Science* 37(1):214-226.

Nakamura, M. 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science* 37(1):329-335.

Nakamura, M., R. S. Groove & C. J. Sonu. 1991. Proceedings of the Japan - U.S. Symposium on Artificial Habitats for Fisheries. *Nihon University Conference Hall, Tokyo, Japan.*

Sato, O. 1985. Scientific rationales for fishing reef design. *Bull. Mar. Science* 37(1):329-335.

Stachowitsch, M. & A. Fuchs. 1995. Long term changes in benthos of the Northern Adriatic Sea. *Annales* 7: 7-16.