



Istraživački rad za natjecanje iz biologije

ožujak, 2014.

---

1. razred

**Učenik: Lovro Rašan**

Mentor: Mišo Rašan

Srednja škola Prelog

---

**POKROVNOST MAKROFITSKIH ALGI I MORSKIH CVJETNICA U  
PODMORJU OTOKA GOZA, LOŠINJA I KRALJEVICE**

---



Agencija za odgoj i obrazovanje

## SADRŽAJ

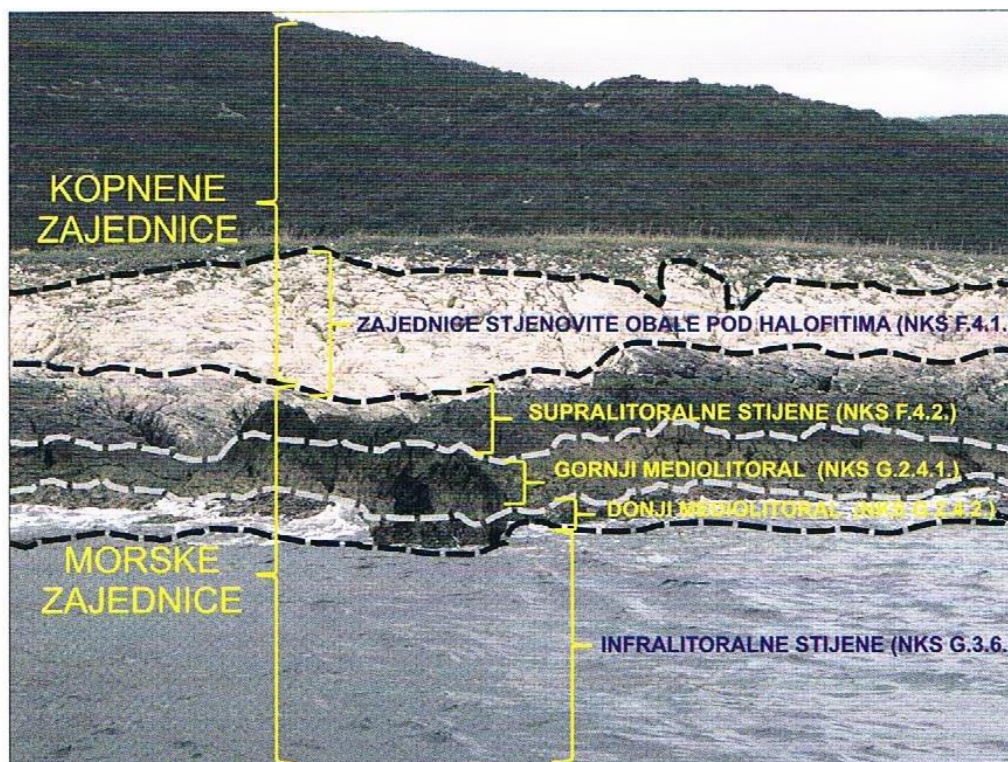
1. UVOD.....	3
2. OBRAZLOŽENJE TEME .....	7
3. MATERIJAL I METODE RADA.....	8
3.1. Materijal.....	8
3.2. Metode.....	8
4. RASPRAVA .....	13
5. RASPRAVA .....	18
6. ZAKLJUČCI .....	20
7. SAŽETAK .....	21
8. POPIS LITERATURE .....	22

## 1. UVOD

Obale Sredozemnog mora i njegovih otoka su tzv. ingresijske jer su nastale potapanjem kopna. Obale u Jadranskom moru nastale su izdizanjem razine mora tako da su niži dijelovi kopna (sinklinale) pretvoreni u kanale i zaljeve, a viši dijelovi (antiklinale) pretvoreni u otoke i poluotoke (Feletar i sur., 2003). U daljem procesu oblikovanja obala sudjeluju valovi koji nastaju pod utjecajem vjetrova. Ta se pojava naziva abrazija. Najjači utjecaj abrazije je na strmim i stjenovitim obalama. Značajan je i utjecaj valova na žalima jer zaobljuje stijenske fragmente i usitnjava čestice. Osim abrazije na oblik obale mogu još utjecati morske mjene, plima i oseka. Stijene na obalama mogu biti različite otpornosti na abraziju. Tamo gdje su stijene mekše proces abrazije će brže napredovati, na takvim mjestima nastaju zaljevi. Na mjestima gdje su stijene otpornije nastaju rtovi, poluotoci i hridi, a ispod površine mora podmorski grebeni. Na hrvatskoj obali Jadranskog mora prevladavaju karbonatne stijene (vapnenci) koje se slabo mehanički troše te prevladava otapanje odnosno korozija. Stoga je takav tip obale poseban i izdvojen je kao dalmatinski tip obale (Feletar i sur., 2003). Na strmijim obalama valovi se odbijaju prema otvorenom moru, a na obalama s blažim nagibom energija valova se raspršuje te je utjecaj mlata valova slabiji (Marković i sur., 1991.). Šljunčane obale nastaju u manjim i otvorenijim uvalama te kao posljedica geoloških djelovanja u prošlosti Zemlje (Bakran-Petricioli, 2006.). Veličina kamenja na takvim mjestima je različita. Mlatom valova nastaju oblutci. Pješćane obale su na onim mjestima gdje na obali ima prirodnih naslaga pijeska ili tamo gdje je donesen vjetrom (Bakran-Petricioli, 2007.), no i djelovanjem valova može nastati pijesak kao i sitnozrnatije čestice.

Valovi imaju utjecaj na oblikovanje plićeg morskog dna ovisno o dubini do koje se kreću čestice vala. U Jadranskom moru utjecaj valova uobičajeno varira do dubine od 10 do 30 m. U otvorenom moru je veća dubina valne baze, a u zaštićenim kanalskim dijelovima manja. To su tzv. valovi lijepog vremena. Za vrijeme olujnog vremena mogući je i dublji utjecaj valova (Juračić, 2014.). Dno je hridinasto tamo gdje je utjecaj valova jači, a šljunkovito i pjeskovito tamo gdje je utjecaj valova slabiji. Muljevito dno je ono koje nije pod utjecajem valova (ispod valne baze). Na pjeskovitom i muljevitom morskom dnu rasprostiru se podvodne livade morskih cvjetnica koje imaju gusto isprepletene puzajuće stabljike. Iz tih puzajućih stabljika izrastu listovi koji su ponekad duži od jednog metra. Plitkim korijenjem se podzemne stabljike učvršćuju za morsko dno (Pavičić i Hudek, 1997.). Upravo takva gusta vegetacija podzemnih livada može spriječiti eroziju dna i u područjima gdje je slabiji utjecaj valova na dnu.

Postoje četiri bentoske stepenice u litoralnom području Sredozemnog mora (slika 1.). To su supralitoral (pojas prskanja) mediolitoral (obalni pojas plime i oseke), infralitoral (pojas fotofilnih algi i morskih cvjetnica) te cirkalitoral (pojas scijafilnih algi) (Bakran-Petricioli, 2007.).



Slika 1. Litoralne stepenice (Bakran-Petricioli, 2006.)

Iznad supralitoralne stepenice na stjenovitim obalama razvijene su životne zajednice u kojima se pojavljuju biljke slanuše, halofiti (petrovac, mrižica, primorski trputac) (Bendelja i sur., 2010.). To je područje u kojem vladaju izuzetno ekstremni životni uvjeti: stalni nedostatak vlage, zaslanjivanje, velika kolebanja temperature.

U području supralitorala su vrlo oskudni životni uvjeti. Vrlo su velika kolebanja temperature (dan – noć, ljeto – zima). Ta se stepenica povremeno navlažuje prskanjem valova i izložena je visokom salinitetu. Ako je obala zaštićena od djelovanja valova tada je pojas prskanja valova vrlo uzak i obrnuto (Pavičić i Hudek, 1997.). Zbog vrlo teških životnih uvjeta područje supralitorala nastanjuje vrlo malo organizama. Dominiraju cijanobakterije koje tom području daju tamnosmeđu do crnu boju.

Mediolitoral je obalno područje plime i oseke. To je područje izloženo stalnom ritmu uronjavanja i izronjavanja pod utjecajem privlačnih sila Sunca i Mjeseca. I u tom dijelu vladaju vrlo oskudni životni uvjeti. To područje također nastanjuju cijanobakterije, ali svjetlije (sivkaste do svijetloljubičaste) u odnosu na područje supralitorala (Pavičić i Hudek, 1997.). Osim cijanobakterija i bentoskih makroalgi koje oblikuju niski pokrov tu se nalaze i

uglavnom pokretne životinje koje za vrijeme oseke odlaze u infralitoral (Bakran-Petricioli, 2007.).

Infralitoralna stepenica je stalno uronjena u more te su na njoj životni uvjeti u odnosu na prethodne dvije opisane puno bolji. To je najproduktivnija stepenica u moru koja se prostire do 30 m dubine, a u južnom Jadranu i do 45 m (Bakran-Petricioli, 2007.). Pokrov pličeg, uglavnom stjenovitog vapnenačkog morskog dna, čine infralitoralne alge, pretežito zelene i smeđe. Na onim mjestima gdje je prozirnost mora manja ili postoji nešto što sprječava prodor svjetlosti donja granica infralitoralnih algi je pliča i obrnuto. Na pjeskovitim i muljevitim dnima Sredozemnog mora samoniklo rastu morske cvjetnice poput posidonije (*Posidonia oceanica* L.) koja tvori guste podvodne livade na dubinama čak do 40 m (Šolić, 2005.). Posidonija je jedan od indikatora čistoće mora (Bakran-Petricioli, 2007.) i nastanjuje infralitoral vrlo čistih voda srednjeg i južnog dijela Jadranskog mora. Podvodne livade posidonije u sjevernom Jadranu su rijetke.

Cirkalitoral je stepenica koja se prostire od donje granice infralitorala do donje granice rasprostiranja scijafilnih algi (oko 200 m dubine). Životni uvjeti za alge i biljke su manje povoljni u tom području zbog smanjene količine svjetlosti. Porastom dubine cirkalitorala raste biomasa heterotrofa, a smanjuje se biomasa fotoautotrofa.

## 2. OBRAZLOŽENJE TEME

Gotovo svake godine ljetujem na otoku Lošinju. Na plaži Punta u Velom Lošinju već poznajem svaki detalj morskog dna kojeg sam mogao dosegnuti ronjenjem na dah. Stoga sam odlučio zaroniti u veće dubine te sam upisao tečaj ronjenja. Nisam trebao dugo tražiti jer sam ronioce ronilačkog kluba „Roniti se mora“ zatekao na plaži Punta u Velom Lošinju te sam započeo razgovor s njima. Isti sam dan obavio teoretsku obuku i već sam drugi dan, u opremi za ronjenje i bocom zraka na leđima, krenuo u podvodni svijet. Svakim zaronom sve sam više uživao u bogatstvu i raznolikosti života mora i njegovog dna. Nakon ronilačke obuke uspješno sam položio ronilačke ispite prve razine i time stekao međunarodnu licencu za ronjenje „Open water diver“ (OWD). Navedenom međunarodnom licencom sam stekao pravo ronjenja na dubinama do 20 metara i postao sam član ronilačkog kluba „Roniti se mora“ iz Zagreba. Moja daljnja ronilačka iskustva vezana su za moj ronilački klub. S članovima ronilačkog kluba proveo sam osam dana dodatnog usavršavanja u ronjenju u podmorju otoka Gozo na Malti (rujan 2013.) i tri dana u području Kraljevice (studeni 2013). Namjeravam se i dalje baviti ronjenjem i proučavanjem morskog dna na većim dubinama sukladno mojim mogućnostima. Budući da sam zadivljen ljepotom algi i drugih organizama, odlučio sam istraživati pokrovnost markofitskih algi i morskih cvjetnica do 20 metara dubine.

Cilj istraživanja je ustanoviti kako je tip dna (kamenito, šljunkovito, pjeskovito) i nagib obale povezan sa rasprostranjenošću i pokrovnošću makrofitskih algi i morskih cvjetnica. Isto tako je cilj odrediti postoji li i na kojoj je dubini granica između zone makrofitskih algi i zone morskih cvjetnica.

Na osnovi proučene literature pretpostavio sam da će na onim lokacijama gdje je dno kamenito ili šljunkovito dominirati makrofitske alge, a tamo gdje je dno pjeskovito ili muljevito morske cvjetnice. Tamo gdje je strmija obala očekujem da će dno u plićaku biti stjenovito s pokrovom makrofitskih algi. Morske cvjetnice će se pojavljivati na većim dubinama. Na obalama s manjim nagibom i manjim utjecajem valova pretpostavljam da će pojava morskih cvjetnica biti na manjim dubinama. Zbog puzajuće stabljike i dugih listova pretpostavljam da će morske cvjetnice imati veću pokrovnost morskog dna u odnosu na makrofitske alge.

### **3. MATERIJAL I METODE RADA**

#### **3.1. Korišteni materijal**

Za potrebu istraživanja korišten je sljedeći materijal: odijelo za ronjenje marke Mares debljine 6 mm, peraje za ronjenje marke Mares, ronilačka maska marke Aqualung, regulator plovnosti marke Mares, ronilačko računalo marke Sunto D6I, boce za ronjenje volumena 12 litara punjene zrakom, manometar i regulator, stolarski metar - 4 komada, podvodna pločica marke Sopras sub, podvodna kamera Nikon D700, objektiv Tokina fisheye 10-17, kućište za podvodnu kameru Bs Kinetics od karbona, potezni metar za mjerenje i markiranje linije određivanja, školski pomični kutomjer, GPS uređaj marke Etrex, papir, olovka, prijenosno računalo Emachines G730G.

#### **3.2. Metode**

Istraživačke lokacije su praktički određene prema godišnjem rasporedu ronjenja ronilačkog kluba „Roniti se mora“ i prilagođene su mom izboru (ona ronjenja u kojima sam ja sudjelovao). To su već navedeno podmorje uz plažu Punta u Velom Lošinju, podmorje otoka Gozo na Malti te podmorje u zaljevu Kraljevice. Na svakoj istraživačkoj lokaciji su odabrane postaje za istraživanje. Tako je lokacija Veli Lošinj označena s VL, a transekti na toj lokaciji su označene brojevima (VL1, VL2, VL3), lokacija otok Gozo (stjenovite vapnenačke obale u obliku klifa) je označena s GK, lokacija na otoku Gozo na kojoj su stijene oblikovane od pješčenjaka označena je s GP (postaje označene brojevima), a KR označava zaljev u Kraljevici.

Istraživačka lokacija GK se nalazi u zaljevu Xlendi, udaljenom stotinjak metara od istoimenog grada na otoku Gozo (slika 2). To je u stvari izbočina kopna u more. U stjenovitom rtu more je načinilo tunel dugačak oko 50 metara koji povezuje dvije obale. Obje obale rta su stjenovite i u obliku klifa i naizgled su gotovo okomitog položaja u odnosu na more. Istraživanje nije bilo moguće obaviti s one strane obale gdje je smješten zaljev i grad jer je tu dubina mora svega 3 metra. Stoga su istraživačke postaje određene na drugoj strani rta u odnosu na zaljev s lijeve i desne strane s obzirom na tunel. Geografske koordinate lokacije su: N36°1,782' i E14°12,824'. Na strmoj obali nisu bile vidljive biljke slanuše. Iznad klifova je ravan sa travnjačkim pokrovom.





Slika 2. Karta istraživačke lokacije GK (www.google.com/maps)

Istraživačka lokacija GP smještena je na južnoj obali otoka Gozo između naselja Mgar ix-Xini i Mgar (slika 3). Lokacija se nalazi na obali okomito prema sjeveru od ronilačkog mjesta Wreck Karwelo. Wreck Karwelo označava mjesto potopljenog broda u podmorju. Geografske koordinate obale su: N36° 1.052', E14° 17.113'. Obale su načinjene od pješčenjaka izloženog stalnom trošenju. Na stijenama su vidljivi različito obojeni slojevi. Prva kopnena vegetacija je udaljena 60 metara od obale. Biljke slanuše su vidljive mjestimično na obali u obliku nakupina do 25 metara udaljeno od obale.



Slika 3. Karta istraživačke lokacije GP (www.google.com/maps)

Sljedeća istraživačka lokacija PL smještena je uz plažu Punta na otoku Lošinj (slika 4). Uz obalu je smješteno hotelsko naselje. Ljeti na plaži boravi velik broj kupača. Plaži Punta je dodijeljeno međunarodno priznanje - Plava zastava. Obale su stjenovite, vapnenačke. Za potrebe turista na stjenovitim su obalama uređene manje terase za sunčanje i odmor ljudi. Na obali plaže Punta rijetke su biljke slanuše. Razlika između plime i oseke iznosi 25 cm.



Geografske koordinate su: N44° 31.484', E14° 29.777'. Već u plićem podmorju uz plažu moguće je vidjeti komade betona i popriličan broj dotrajalih plastičnih ležaljki. Zona kopnenih biljaka je na udaljenosti od 6 do 9 metara od mora.



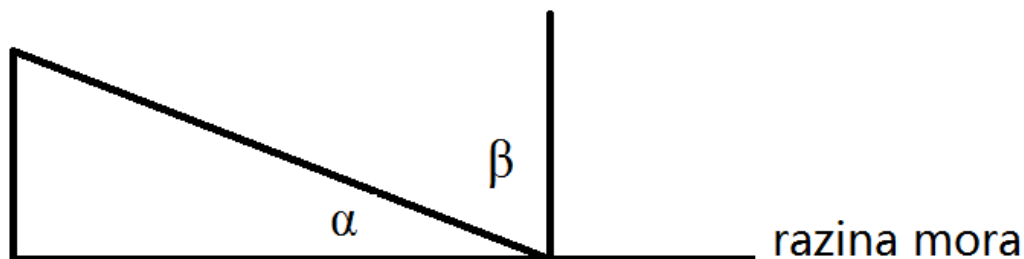
Slika 4. Karta istraživačke lokacije VL ([www.google.com/maps](http://www.google.com/maps))

Posljedna istraživana lokacija KR je smještena u Kraljevici i to je dio obale uz šetalište Vladimira Nazora, ispred objekta koji pripada ronilačkom klubu „KPA Adria“ iz Kraljevice (slika 5). Obala je na tom dijelu šljunkovita i stjenovita. Kopnena vegetacija se pojavljuje na 7 do 10 metara udaljenosti od mora. Nagib obale iznosi mjestimično i manje od 8°. Između stijena i šljunka samoniklo rastu biljke slanuše i to u obliku manjih nakupina. Amplituda morskih mijena varira tijekom godine. Ljeti je niža i iznosi do 30 cm, a zimi je nešto viša (Frka, 2013.). Geografske koordinate te lokacije su: N45° 15.949', E14° 33.762'.



Slika 5. Karta istraživačke lokacije KR ([www.google.com/maps](http://www.google.com/maps))

Nagib obale je određivan kao kut  $\alpha$  (slika 6) što ga zatvara okomica na razinu mora sa obalom do početka kopnene vegetacije. Mjeren je školskim pomičnim kutomjerom. Kutomjer se otvori toliko da je njegov gornji krak usmjeren u okomito na razinu mora, a donji krak kutomjera se usmjeri donjoj granici kopnene životne zajednice. Izmjereni kut je  $\beta$ . Nagib se izračina tako da se od  $90^\circ$  oduzme vrijednost kuta  $\beta$ . Izmjerena vrijednost se bilježi u terenski dnevnik.



Slika 6. Shema određivanja nagiba obale

Tip dna je određivan vizualno. Prema temeljnim obilježljima morsko dno se može podijeliti na četiri osnovna tipa: stjenovito, šljunkovito, pjeskovito i muljevito.

Pokrovnost morskih cvjetnica i makrofitskih algi na svakoj istraživačkoj lokaciji je određivana na tri transekte okomita na smjer obale. Na svakom transektu određene su četiri plohe svakih 5 m dubine (5, 10, 15 i 20 m) u odnosu na morsku razinu – nezavisna varijabla. Uz markiranu liniju koja je načinjena poteznim metrom određivana je pokrovnost na kvadratima  $40 \times 40$  cm (slika 7). Svakih 5 m dubine na dnu je načinjeno stolarskim metrom 4 kvadrata i položeni su na morsko dno, unutar svakog kvadrata se procjenjuje pokrovnost u postocima kojima makrofitske alge ili morske cvjetnice prekrivaju morsko dno. Dakle na određenoj dubini jedne lokacije polaže se tri transketa, a na svakom se transektu obavlja procjena pokrovnosti na četiri dubine i na svakoj unutar četiri kvadrata ( $40 \times 40$  cm).



Slika 7. Procjena pokrovnosti

Zona razgraničenja između makrofitskih algi i morskih cvjetnica određuje se opažanjem. Ronilačkim računalom mjeri se dubina prijelaza s dominacije makrofitskih algi u dubinu na kojoj se pojavljuju morske cvjetnice. Pokrovnost se bilježi u terenski dnevnik s oznakama pokrovnosti koji je prikazan u tablici 1. Svi podaci iz terenskog dnevnika se unose u program microsoft office excell 2007, na temelju unesenih podataka se izrađuju grafički prikazi.

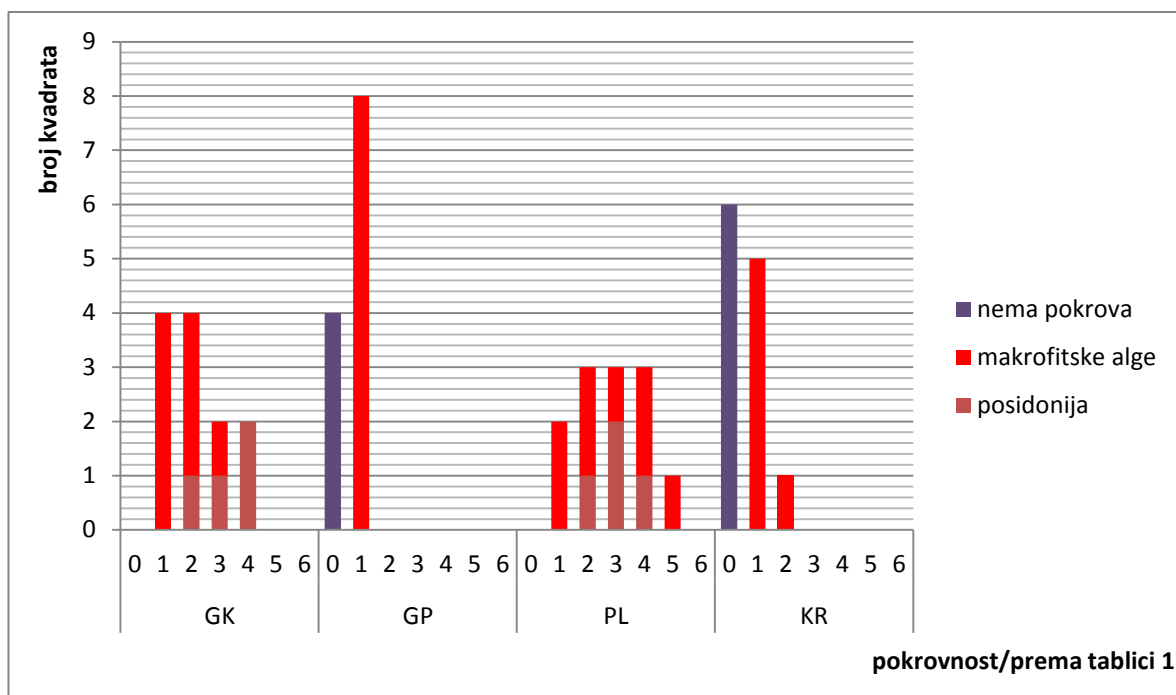
Tablica 1. Oznake pokrovnosti

Oznaka pokrovnosti	Postotak pokrovnosti	obrazloženje
0	0 %	pokrovnost 0
1	1-25 %	prekriveno do jedne četvrtine dna u kvadratu
2	26-49 %	prekriveno više od jedne četvrtine ali manje od jedne polovine dna u kvadratu
3	50 %	prekrivena točno jedna polovina dna u kvadratu
4	51- 75 %	prekriveno od jedne polovine do tri četvrtine dna u kvadratu
5	76-99 %	prekriveno više od tri četvrtine ali manje od 100% dna u kvadratu
6	100 %	pokrovnost 100%

## 4. REZULTATI

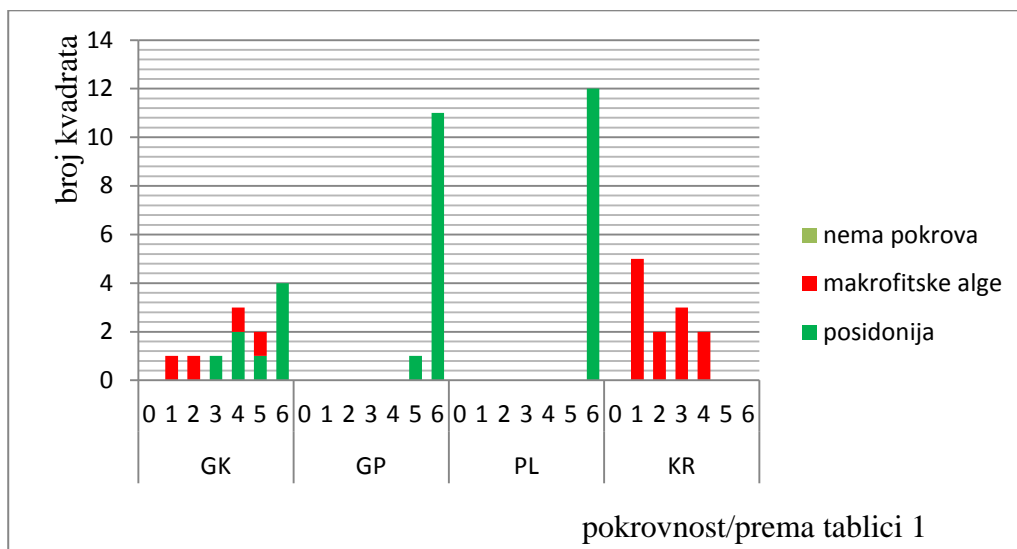
Na svim procjenjivanim kvadratima gdje raste posidonija, dno je pjeskovito. Mulj nije pronađen niti na jednom ispitivanom kvadratu morskog dna. Makrofitske alge su dobro zastupljene na stjenovitom ili nešto slabije na šljunkovitom morskome dnu. U istraživanom dijelu podmorja Kraljevice nije pronađena posidonija niti na jednom kvadratu. Šljunkovit sediment je ustanovljen samo na dnu u području Kraljevice (KR)

Na slici 8 prikazan je broj kvadrata pokrovnosti makrofitskih algi ili posidonije prema skali iz poglavlja 3.2.4. na 5 metara dubine svih istraživačkih postaja. Vidljivo je da je pokrovnost slabija. Niti na jednoj istraživačkoj lokaciji nije pronađen kvadrat sa pokrovnosću 100% (oznaka 6). Na istraživačkoj lokaciji Punta u Velom Lošinju pokrovnost broj 5 (od 76-99 %) zabilježena je samo na jednom kvadratu. Na postaji GP (Gozzo) 4 kvadrata su bez pokrova, dok na lokaciji KR (Kraljevica) taj broj iznosi 6. Posidonija na 5 m dubine se pojavljuje na sve 4 kvadrata na lokacijama GK (Gozzo) i PL (Punta, Veli Lošinj). Na 5 m makrofitske alge su zastupljene na 32 kvadrata, posidonija na 8, a na 8 kvadrata nema pokrova.



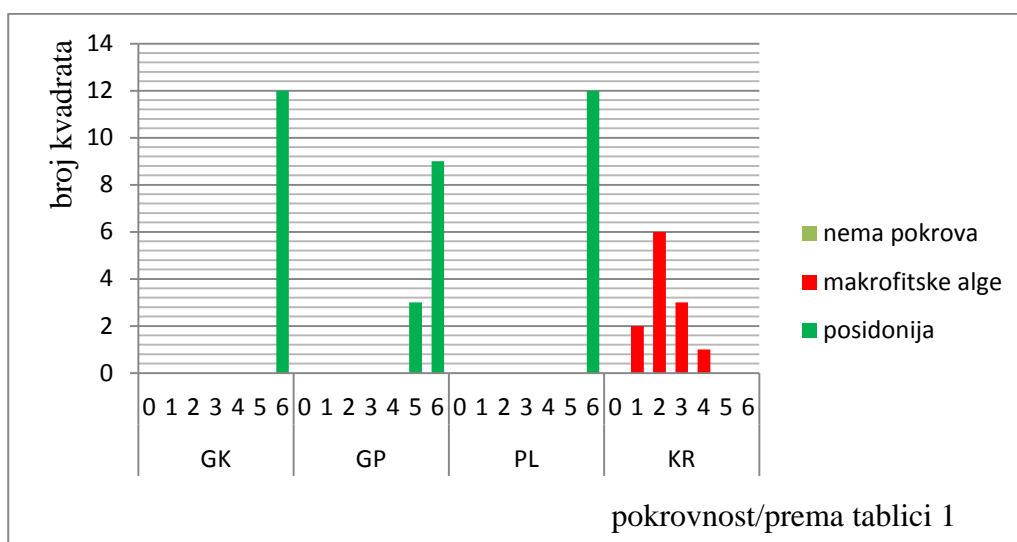
Slika 8. Grafički prikaz pokrovnosti na 5 metara dubine

Na slici 9 je grafički prikazana pokrovnost makrofitskih algi i posidonije na 10 m dubine. Pokrovnost posidonije 100% (6) ustanovljena je na istraživačkoj lokaciji PL (Punta Lošinj) na svih 12 kvadrata, a na istraživačkoj lokaciji GP (Gozo) na 11 kvadrata. Makrofitske alge prisutne su na svih 12 kvadrata na lokaciji KR (Kraljevica).



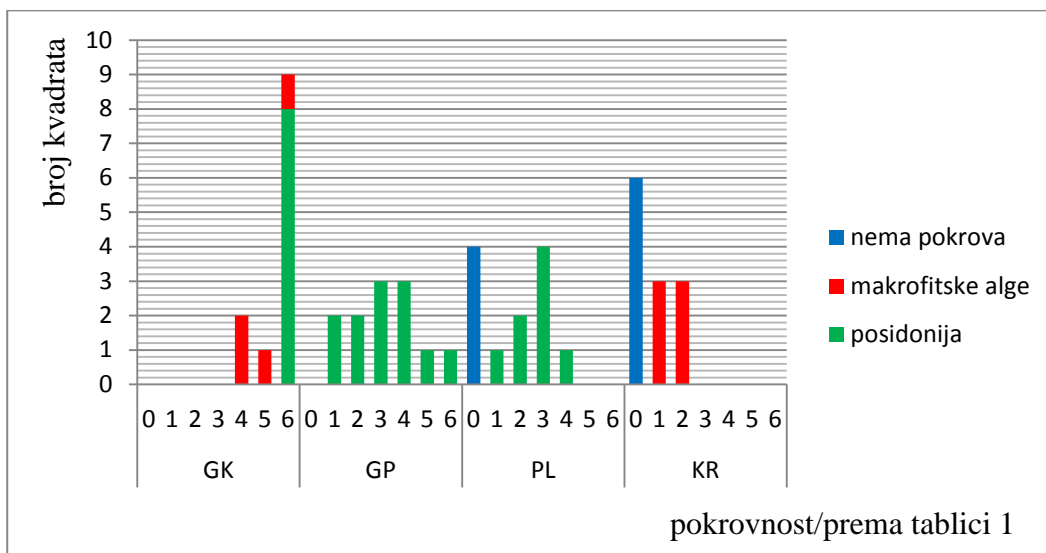
Slika 9. Grafički prikaz pokrovnosti na 10 metara dubine

Na istraživačkim lokacijama GK, GP i PL isključivo je prisutna posidonija na svih 12 kvadrata pokrovnošću od 100% (slika 10). Makrofitske alge su zastupljene i dalje na lokaciji KR sa maksimalnom pokrovnošću od 51% do 75% (broj 4) na svega jednom kvadratu.



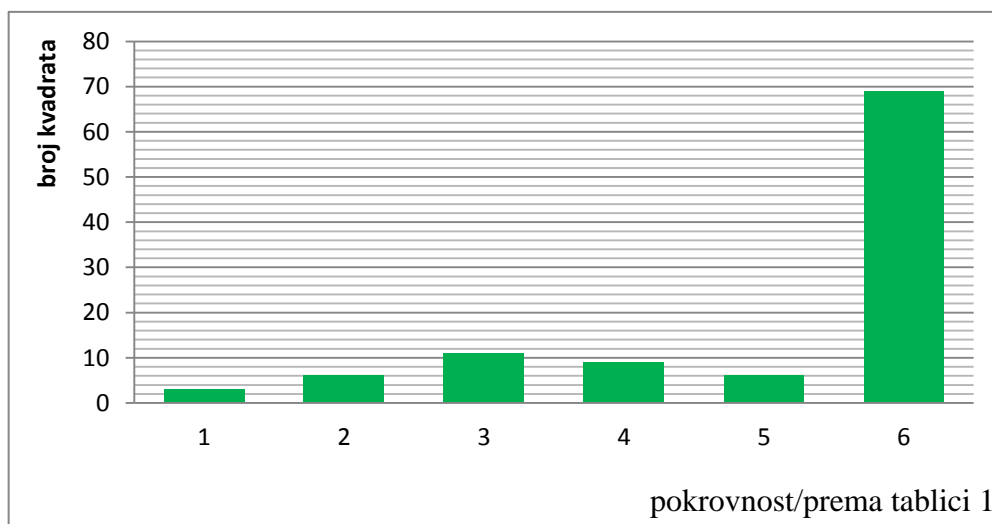
Slika 10. Grafički prikaz pokrovnosti na 15 metara dubine

Prisutnost posidonije je dominantna i na 20 metara dubine (slika 11). Na lokaciji GP je prisutna na svim 12 kvadrata s pokrovnošću do 50% (oznaka 3). Na lokaciji PL je prisutna na svega 8 od 12 kvadrata. Na lokaciji GK uz posidoniju su prisutne i makrofitske alge na 4 od 12 kvadrata. Na 8 kvadrata prisutna je posidonija s pokrovnošću 100% (broj 6).



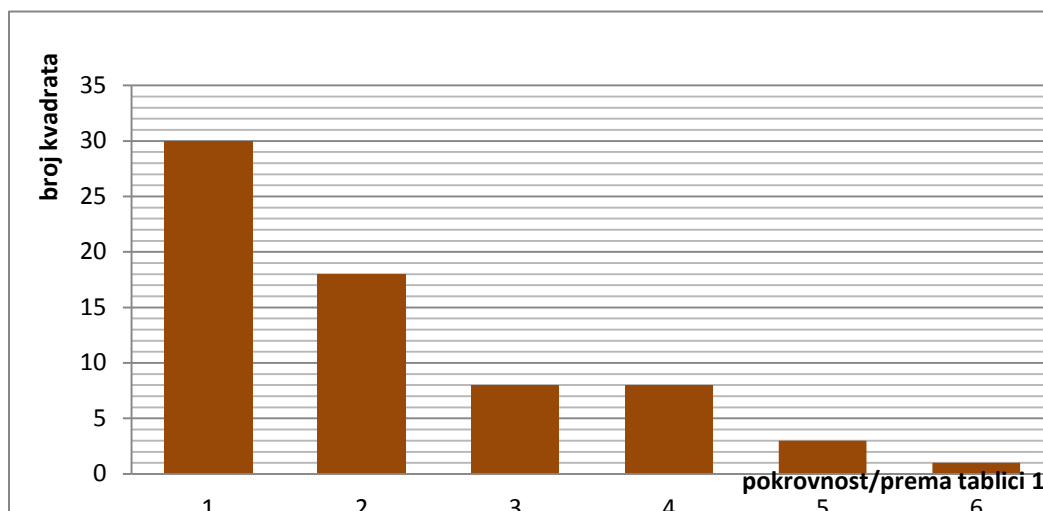
Slika 11. Grafički prikaz pokrovnosti na 20 metara dubine

Na većini istraživanih kvadrata, gdje je bila prisutna posidonija, njenja je pokrovnost procjenjena brojem 6 ili 100% (slika 12). Smanjenjem pokrovnosti posidonije opada i broj kvadrata na kojima je prisutna.



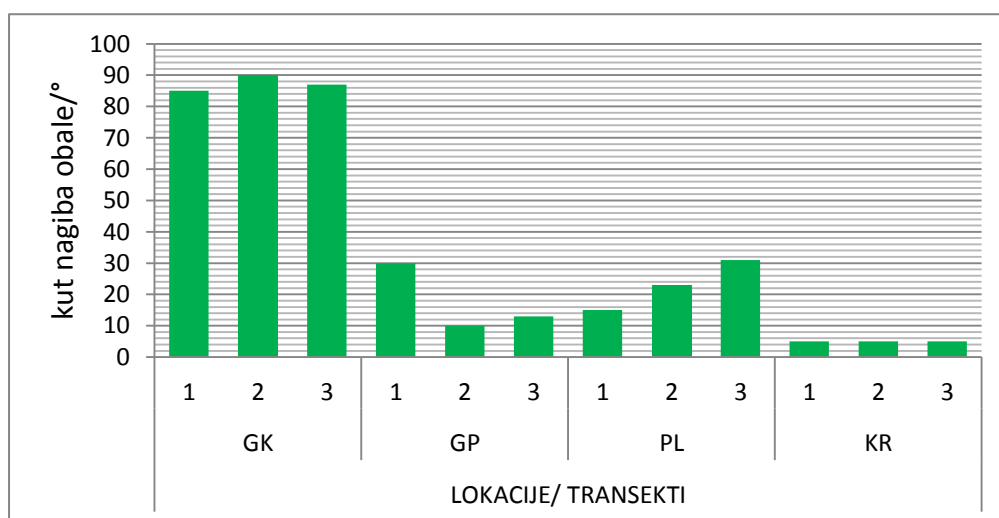
Slika 12. Pokrovnost posidonije

Pokrovnost makrofitskih od 1 do 25% procjenjena je na 30 kvadrata (slika 13). Povećanjem pokrovnosti od 1 do 6, broj kvadrata na kojima su prisutne makrofitske alge se smanjuje.



Slika 13. Pokrovnost makrofitskih algi

Rezultati mjerenja kuta što ga zatvara obala sa okomicom na razinu mora mjereno na granici kopna i mora prikazani su na slici 14 na sva 3 transekta svake istraživačke lokacije. Najstrmija obala je bila na lokaciji GK na otoku Gozzo, na lokacijama GP (otok Gozzo) i PL (Punta Lošinj) izmjereni kutevi su od  $10^{\circ}$  do  $30^{\circ}$ . Na lokaciji KR (Kraljevica) nagib obale je vrlo najmanji, izmjereni su kutevi do  $5^{\circ}$ .

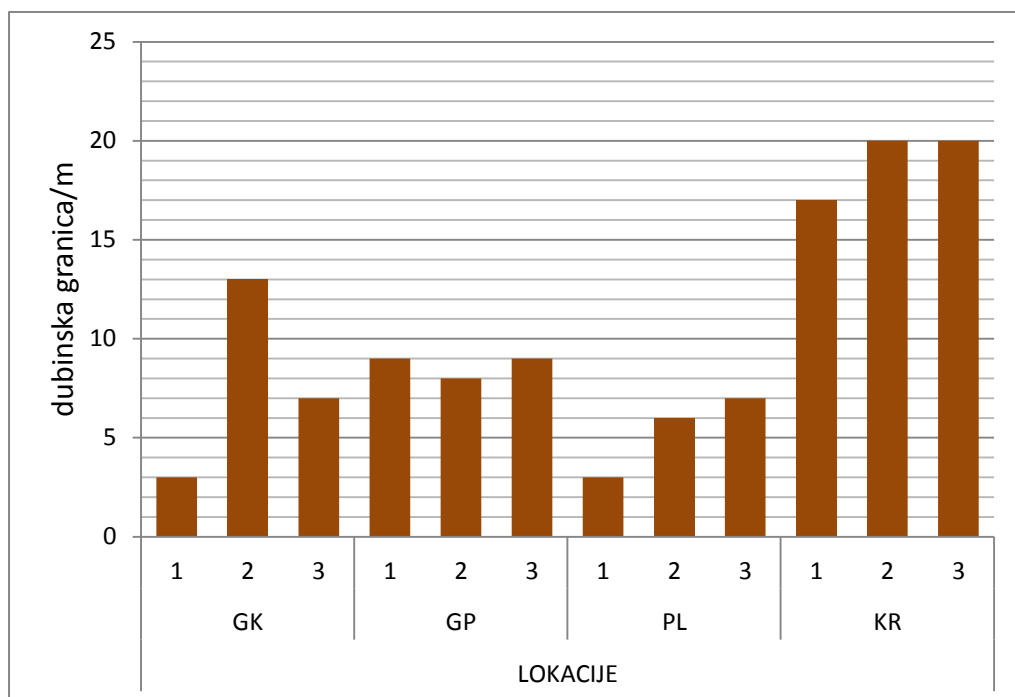


Slika 14. Grafički prikaz kuta nagiba obale

Na slici 15 prikazana je dubinska granica rasprostiranja makrofitskih algi i posidonije mjereno na tri transekta na svakoj od istraživačkih lokacija. Najveći raspon dubinske granice zabilježen je na istraživačkoj lokaciji GK (otok Gozo) i kreće se od 3 m do 13 m. Na istraživačkoj postaji PL (Punta Lošinj) iznosi od 3 m do 7 m. Na lokaciji GP (Gozo) dubinska granica rasprostiranja je ujednačena na sva tri transekta. Budući da na lokacijama na području Kraljevice nije zabilježena posidonija, na grafičkom prikazu nema navedene lokacije. Dubinska granica rasprostiranja posidonije je ujedno dubinska



granica između stjenovitog i šljunkovitog dna s jedne strane i pjeskovitog sedimenta s druge strane.



Slika 15. Grafički prikaz dubine rasprostiranja algi

## 5. RASPRAVA

Tijekom ljeta i jeseni 2013. godine na četiri istraživačke lokacije je analizirano ukupno 192 kvadrata na kojima je procjenjivana pokrovnost makrofitskih algi i morskih cvjetnica na dubinama 5 m, 10 m, 15 m i 20 m. Od toga prisutnost posidonije je zabilježena na 104 kvadrata, prisutnost makrofitskih algi na 68 kvadrata, dok na 20 kvadrata nije zabilježen nikakav pokrov. Od 104 kvadrata na kojem je bila prisutna posidonija čak 69 kvadrata ima procijenjenu 100 postotnu pokrovnost (broj 6), na 6 kvadrata je procijenjena pokrovnost od 76% do 99%) (broj 5), na 9 kvadrata je procijenjena pokrovnost od 51% do 75% (broj 4) , a na preostalim 20 kvadrata pokrovnost iznosi do 50% (slika 12). Zbog prisutnosti i visoke pokrovnosti posidonije na istraživačkim postajama GK i GP na otoku Goza te PL na Lošinju, moguće je tvrditi da je more na tim lokacijama visoke čistoće. No to nije moguće pouzdano tvrditi za podmorje lokacije KR u Kraljevici jer tamo posidonija nije bila prisutna. Postoje i drugi pokazatelji čistoće mora. Stoga na osnovi rezultata istraživanja nije moguće ništa tvrditi o čistoći mora uz obale Kraljevice. Inače je vrlo rijetko prisutna u sjevernom Jadranu. Od ronioca ronilačkog društva KPA Adria dobivena je informacija da posidonija nije nikada bila prisutna na toj istraživačkoj lokaciji (Frka, 2013.). Makrofitske alge su zastupljene na manjem broju kvadrata i s manjom pokrovnosću. Samo na jednom kvadratu pokrovnost makrofitskih algi iznosi 100% (slika 13). Kako se poveća broj kvadrata na kojima su prisutne makrofitske alge tako se postotak njihove pokrovnosti smanjuje. Tako procjenjena pokrovnost brojem 1 prisutna je na 30 kvadrata. Očekivana je veća pokrovnost posidonije u odnosu na makrofitske alge zbog razlike u građi. Posidonija je sjemenjača s razvijenim listovima širine oko 1 cm, dužine od 30 cm do 80 cm, a pojedini litovi su duži i od 1m (Bakran-Petricioli, 2007.). Nadalje, posidonija ima puzajuće, gusto isprepletene stabljike po dnu. Tijela makrofitskih algi prisutnih na istraživačkim lokacijama su u obliku steljke i zauzimaju manju površinu. Vjerovatno je to razlog veće pokrovnosti posidonije u odnosu na makrofitske alge. Može se pretpostaviti da je istraživanje provedeno tijekom proljeća, makrofitske alge bi imale veću pokrovnost jer su tada najbujnije. Bilo bi dobro načiniti istraživanje u različitim godišnjim dobima na istim lokacijama jer bi tada vjerojatno dobili različite pokrovnosti. Nadam se će to biti predmet nekog od sljedećih istraživanja.

Dubinska granica rasprostiranja makrofitskih algi (slika 15) i posidonije ovisna je o tipu dna. Posidonija uspijeva na pjeskovitim i muljevitim dnima, dok makrofitske alge na stjenovitim. Tip dna ovisi o više čimbenika. Najvažniji su nagib obale, utjecaj valova i geološka podloga. Najstrmija je obala na lokaciji GK (Gozo) (slika 14). Tamo gdje je strmija obala i snažan utjecaj valova tamo će podmorje biti stjenovito. Na obalama manjeg nagiba

poput istraživačke lokacije u Kraljevici (slika 14) energija valova se rasprši. Stoga je na takvim obalama i plitkom podmorju dno uglavnom šljunkovito jer valovi donose čestice šljunka. Na prvom transektu istraživačke lokacije GK (Gozo) obala je strma u obliku klifa. Na dubini 5 m je dno pjeskovito i sav pokrov čini posidonija. Pretpostavljam da je razlog tomu što se transekt nalazi u zaklonu gdje je slabiji utjecaj energije valova. Prema tipu dna (stjenovito, šljunkovito i pjeskovito) istraživanih lokacija moguće je zaključiti da se svi procjenjivani kvadrati do 20 m dubine nalaze u području iznad valne baze. Van utjecaja valova se nalaze muljevita dna. Čestice mulja se talože na onim dnima gdje nema utjecaja valova.

Na dubini od 5 m (slika 8) makrofitske alge prisutne su na 30 kvadrata, posidonija na 8 kvadrata i 10 kvadrata je bez pokrova. Pokrovnost makrofitskih algi na jednom kvadratu lokacije PL na Lošinju iznosi od 76% do 99%. Na ostalim istraživačkim postajama pokrovnost makrofitskih algi je manja i iznosi do 50%. Posidonija se pojavljuje na istraživačkim lokacijama PL na Lošinju te samo na jednom transektu lokacije GK na otoku Gozo. Vjerojatno je na tim mjestima slabiji utjecaj valova pa je dno pjeskovito što odgovara za rast posidonije.

Na dnima dubine 10 m (slika 9) posidonija je prisutna na 32 kvadrata, a makrofitske alge na svega 16. Ako izuzmemo lokaciju KR na području Kraljevice gdje su prisutne samo makrofitske alge, tada su na preostale tri lokacije zastupljene na svega 4 kvadrata. Na dnima dubine 15 m (slika 10) posidonija je prisutna na svih 36 kvadrata na prve tri lokacije, a makrofitske alge i dalje samo na postaji KR. Pokrovnost posidonije na 15 m dubine iznosi gotovo 100% gdje stvara gusta naselja. Zbog velike pokrovnosti posidonije, intenzitet fotosinteze je visok te je voda bogata kisikom. Takvo stanište omogućuje heterotrofima dobre životne uvjete, dovoljno hrane i kisika te dobro sklonište od predatora, stoga je i bioraznolikost živog svijeta na takvom staništu velika. Na dnima dubine od 20 m i dalje je najprisutnija posidonija (29 kvadrata), zatim makrofitske alge (9 kvadrata). Na 10 kvadrata nije zabilježen pokrov, na PL 4 kvadrata i KR 6 kvadrata. Na kvadratima lokacije PL (Lošinj) gdje je prisutna posidonija, zabilježena je njena manja pokrovnost od uobičajene od 100%. Razlog tomu je prisutnost plastičnog otpada (ležaljke za plažu) na dnu. Plastične ležaljke prave zasjenu te posidonija na takvom prostoru nije u mogućnosti apsorbirati dovoljne količine svjetla za fotosintezu. Vjerojatno je to jedan od razlog njenog izostanka na pjeskovitom dnu dubine 20 m. Potrebno je pažljivo postupati s naseljima posidonije jer prirodna obnova oštećenih naselja traje više desetaka godina (Bakran-Petricioli, 2007.). Očuvanje podvodnih livada morskih cvjetnica značajno je i s gospodarskog aspekta. U njima

brojni organizmi važni za gospodarstvo pronalaze hranu, razmnožavaju se ili pronalaze zaklon. Na lokaciji GK na otoku Gozo uz posidoniju, čija pokrovnost na 9 kvadrata iznosi 100%, na tri lokacije se pojavljuju makrofitske alge. Razlog tomu je pojava stjenovitog dna na 20 m dubine. Na istraživanim kvadratima u podmorju Kraljevice bilo je onih bez pokrova. Jedan od razloga tomu je vjerojatno to što donja granica rasprostiranja u sjevernom Jadranu niža zbog manje prozirnosti vode (Bakran-Petricioli, 2006.). No moguće je također prevelik dotok mineralnih i organskih tvari antropogenim utjecajem na koje je zajednica infralitoralnih algi vrlo osjetljiva. Isto tako postoji mogućnost da su potrošači 1. reda poput puževa „pobrstili“ alge na određenom broju kvadrata bez pokrova. Puževi i ježinci su bili prisutni na dnu.

## 6. ZAKLJUČCI

Nakon provedenog terenskog istraživanja i obrade podataka zaključeno je sljedeće:

- makrofitske alge na istraživanim lokalitetima su prisutnije na 5 m dubine (30 kvadrata) u odnosu na posidoniju (8 kvadrata) zbog stjenovitog dna
- na dnu 10 i 15m dubine na lokacijama GK, GP i PL na najvećem broju kvadrata prisutna je posidonija s pokrovnošću od 100%
- rasprostranjenost makrofitskih algi i posidonije ovisi o tipu dna. Tip dna ovisi o tipu stijena koje grade obalno područje te o izloženosti obalnog prostora djelovanju valova (energiji valova)
- svi kvadrati na kojima je procjenjivana pokrovnost se nalaze plice od valne baze
- pokrovnost posidonije je veća u odnosu na makrofitske alge zbog većeg udjela pjeskovitog dna te razlike u njihovoj građi
- podvodne livade posidonije i drugih morskih cvjetnica te infralitoralnih algi važno je zakonski štititi iz razloga očuvanje bioraznolikosti i zbog gospodarskih razloga.

## 7. SAŽETAK

Istraživana je pokrovnost morskih cvjetnica i makrofitskih algi te dubina razgraničenja istih u području infralitoralne stepenice do dubine 20 m na 4 lokacije. Dvije su istraživačke lokacije u podmorju otoka Gozo, jedna na Lošinj i jedna u podmorju Kraljevice. Također je uspoređivan nagib obale sa tip dna. Na svakoj lokaciji postavljena su 3 transekta okomita na smjer obale širine 80 cm. Procjenjivana je pokrovnost svakih 5 m dubine na 4 kvadrata 40 cm x 40 cm načinjenih drvenim stolarskim metrom. Pokrovnost je procjenjivanja prema skali od 1 do 6, pri čemu broj 0 označuje plohu bez pokrova, a broj 6 plohu s pokrovom 100%. Dubina razgraničenja je mjerena ronilačkim računalom. Nagib obale je mjereno školskim drvenim kutomjerom. Tip dna određivan je vizualno. U istraživanom podmorju Kraljevice je zabilježena prisutnost samo makrofitskih algi bez posidonije, dok je na ostalim lokacijama bila prisutna i posidonija. Na najvećem broju kvadrata (104) je bila prisutna posidonija, makrofitske alge su prisutne na 68 ispitivanih kvadrata, a svega 20 kvadrata je bilo bez pokrova. S porastom dubine pokrovnost posidonije raste, dok pokrovnost makrofitskih algi opada. Sve istraživane lokacije se nalaze unutar valne baze. Dubinska granica rasprostiranja makrofitskih algi i posidonije ovisi o energiji valova i sedimentu na dnu.

## 8. POPIS LITERATURE

- Anonymus, (ur.) (2014) Google map, On-Line URL://[http: www.google.com/ maps](http://www.google.com/maps). Pristupljeno 8.3.2014.
- Bakran-Petricioli, T. 2007. Morska staništa, Bakran-Petricioli, T. (ur), Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. 10-24.
- Bakran-Petricioli, T. 2006. Morska staništa, Bakran-Petricioli, T. (ur), Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, str. neobilježene.
- Bendelja, D. i sur., 2010. Životne zajednice mora i voda na kopnu, Ćorić, S (ur.), Volim život 6: udžbenik iz prirode za 6. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, str. 106-126.
- Feletar, D. i sur., 2003. Marinski i jezerski (limnički) procesi i oblici, Feletar D (ur.), Geografija 1: udžbenik iz geografije za 1. razred gimnazije, Meridijani, Samobor, str. 95-98.
- Frka, D. 2013. usmeni izvor, ronilac Ronilačkog kluba KPA Adria iz Kraljevice.
- Juračić, M. (ur.) (2012) Geološko kartiranje morskog dana, resursi, pravo mora – predavanje studentima RGNF. Pristupljeno 8.10.2013.
- Marković, A. i sur., (ur.) () Održivo upravljanje plažema u Hrvatskoj, On-Line URL:[http://www.undp.hr/upload/file/258/129127/FILENAME/Plaze-Zavrsno\\_ izvjesce\\_ WEB.pdf](http://www.undp.hr/upload/file/258/129127/FILENAME/Plaze-Zavrsno_izvjesce_WEB.pdf), CRA/PPA, COAST, Split, Pristupljeno 8.3.2014.
- Pavičić, V., Hudek, J. 1997. Život u vodi, Matekalo Draganović, J. (ur.), Priroda 6: udžbenik iz prirode za 6. razred osnovne škole, Školska knjiga, Zagreb, str. 77-89.
- Šolić, M. 2005. Ekologija, interna skripta, On-LineURL: [ttp://jadran.izor.hr/hr/nastava/solic/EKOLOGIJA/SKRIPTA.pdf](http://jadran.izor.hr/hr/nastava/solic/EKOLOGIJA/SKRIPTA.pdf), Institut za oceanografiju i ribarstvo, Sveučilište u Splitu, Pristupljeno 8.3.2014.