

# Kartiranje staništa cvjetnice Posidonia oceanica

---

**Fatuta, Neven**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2011**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:217:884303>

*Rights / Prava:* [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-05-14**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



SVEU ILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO - MATEMATI KI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

## KARTIRANJE STANIŠTA CVJETNICE

*Posidonia oceanica*

MAPPING OF SEAGRASS *Posidonia oceanica*

## HABITATS

SEMINARSKI RAD

Neven Fatuta  
Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)  
Mentor: doc. dr. sc. Petar Kruži

Zagreb, 2011.

# **SADRŽAJ**

1. UVOD .....	2
2. O VRSTI <i>Posidonia oceanica</i> .....	3
3. KARTIRANJE.....	6
3.1. SATELITSKO SNIMANJE.....	6
3.2. AEROFOTO SNIMANJE.....	8
3.3. ULTRAZVU NO (AKUSTI NO) SNIMANJE.....	11
3.4. RONJENJE S AUTONOMNIM RONILA KIM APARATOM.....	14
3.5. SNIMANJE UZ POMO PODVODNE VIDEO KAMERE.....	14
3.6. LASERSKO SNIMANJE.....	6
4. LITERATURA .....	9
5. SAŽETAK.....	12
6. SUMMARY.....	15

## **1. UVOD**

Kartiranje bentoskih zajednica i staništa je posao koji zahtijeva multidisciplinarnost i suradnju različitih znanosti poput biologije, kemije, geologije te oceanografije. Podaci o tipu dna, topografiji, prisutnim vrstama organizama, količini kisika i sl., potrebni su da bi se stvorila vjerodostojna slika morskog dna. Kako niti jedan način kartiranja, sam za sebe, ne pruža cjelovitu sliku morskog dna, koriste se različite tehnike kartiranja i različiti podaci. Uglavnom je najpoželjnije imati što bolju sliku sa što većom razlučivostima, ali finansijska sredstva, vremenski okvir i uvjeti na terenu tako ograničavaju mogućnosti kartiranja (NOAA, 2001).

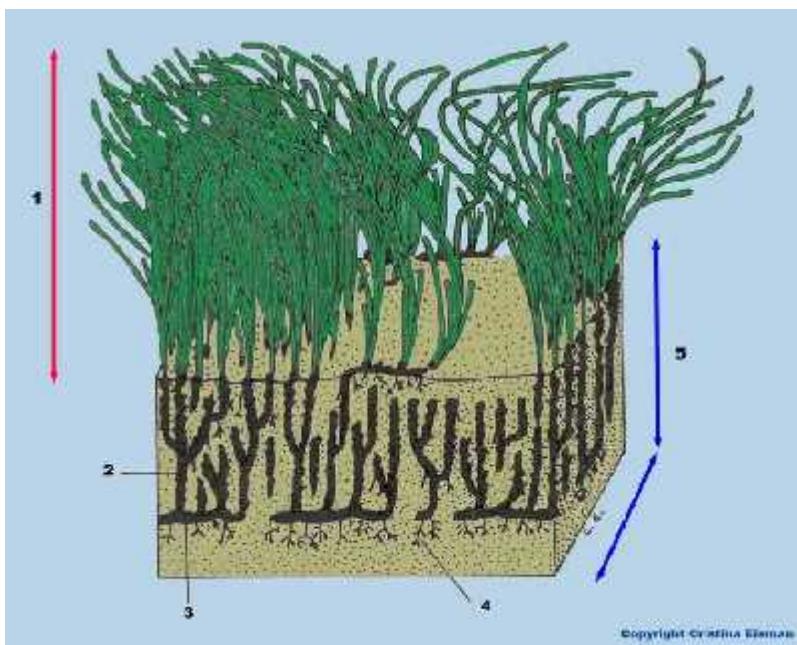
## 2. O VRSTI *Posidonia oceanica*

*Posidonia oceanica* (L.) Delile je morska cvjetnica (sjemenja a) endemska za Sredozemlje. Morske cvjetnice su biljke koje su se prilagodile životu u moru, a pripadaju velikoj skupini kritosjemenja a (Angiospermae). Za razliku od algi imaju razvijene organe kao što su korijen, stabljika, list i cvijet. Nastanjuje morskou stepenicu infralitorala, gdje ima obilje svjetlosti. Na pješ anim dnima, s više ili manje mulja, a ponegdje i na kamenu tvori gusta, prostrana naselja koja sežu gotovo od površine do dubine od etrdesetak metara (Sl. 1). Smatra se da ta naselja prekrivaju više od etvrtine fotofiltnih podru ja sredozemnog infralitorala.



**Slika 1.** Dobro razvijena livada vrste *Posidonia oceanica*  
(<http://mediterraneodiving.files.wordpress.com>)

Biljke imaju puzave, položene stabljike (rizome), korjen i ima pri vrš ene uz podlogu. Pomo u njih se posidonija razmnožava vegetativno, a livada se širi. Iz rizoma se uzdižu izdanci koji nose 4 do 8 listova u snopi u; širokih oko 1 cm, pojedini listovi mogu biti i duži od metra (u prosjeku su dugi 30 do 80 cm). Isprepleteni rizomi i uspravni izdanci prava su "zamka" za sediment, koji pomalo zatrپava prostore izme u njih pa tako nastaju više metara debele naslage isprepletenih rizoma posidonije sa sedimentom u me uprostorima (Sl. 2). Istraživanja su pokazala da rizomi na dnu takvih nasлага mogu biti stari i više tisu a godina.



**Slika 2.** Prikaz kompleksa rizoma u sedimentu (<http://www.regmurcia.com/>).

Posidonija se najvećim dijelom razmnožava vegetativno rizomima. Rjeđe se razmnožava spolno, cvjetanjem. Cvjetovi posidonije su pojedinačni ili ih je po nekoliko skupljeno u cvat. Dugačka i ljepljiva peludna zrnca rasprostranjuju se pasivno, nošena morskim strujama. I na in rasprostiranja plodova, zbog života u moru, vezan je uz posebne prilagodbe. Kad plodovi (koji oblikom i bojom podsjećaju na masline) dozriju, odvajaju se i zbog grane uspone (ispunjenog mješavini plina) isplutaju na morskú površinu, pa ih tako vjetar i morske struje mogu raznijeti (Sl. 3). U svakom je plodu jedna sjemenka, koja nakon raspucavanja uspone tone na morsko dno i zakorjenjuje se. Biljke ne cvatu svake godine, a od trenutka cvjetanja do zrelih plodova pretežno više mjeseci (Bakran-Petricioli, 2007).



**Slika 3.** Plodovi posidonije nanešeni na obalu (<http://luirig.altervista.org>).

Važnosti posidonije i njenih livada za život u moru su sljedeće:

- 1) Livade posidonije proizvode velike količine organskog materijala koji predstavlja hranu za mnoge organizme.
- 2) Posidonija raste uglavnom na sedimentnom dnu gdje svojim korijenjem stabilizira podlogu. Njezini listovi služe kao zamka za suspendirani sediment u stupcu vode pa ga ona taloženjem tih estica proteže ava.
- 3) Svojim dugim listovima i isprepletenim rizomima smanjuje snagu valova i sprječe eroziju obale.
- 4) Livade posidonije su važno stanište različitih vrsta životinja koje tu stalno borave, hrane se, nalaze zaklon od grabežljivaca, razmnožavaju. Listovi su podloga za naseljavanje mnogim sitnim algama, ali i brojnim pokretnim i nepokretnim životinjama. Zbog svega toga biomasa naselja posidonije i raznolikost živog svijeta u njima je jako velika.
- 5) Livade posidonije su plodna morska rastlina jer uvelike obogađuju more kisikom. Jedan etvorni metar livade posidonije proizvede dnevno do 14 litara kisika.

Posidonija raste u području gdje je pritisak ljudskih aktivnosti izrazito velik. Livade sporo rastu i još sporije se obnavljaju pa prirodna obnova tim aktivnostima ošteti enih naselja posidonije traje više desetaka godina, što tu vrstu čini posebno osjetljivom i ugroženom. Posebno ih ugrožava ribolov kom商 i dinamitom, sidrenje, one je i gradnja u obalnom području te postavljanje kaveza za uzgoj ribe iznad njih. U Hrvatskoj vrsta *Posidonia oceanica* spada u strogo zaštićene zavojne svojstva, a livade koje tvori u ugroženi stanišni tip. (Jakl i sur., 2008, Bakran-Petricioli, 2007)

Upravo je zato važno dokumentirati rasprostranjenost posidonije kako bi se moglo utvrditi konzervacijske mjeru za pojedina područja. Prvi korak u tome je kartiranje postojećih livada kao način dobivanja osnovnih podataka za svaki daljnji rad: monitoring i procjena uništavanja ili obnove livada te utvrđivanje faktora odgovornih za promjene stanja u biocenozi livada posidonije (Short i sur., 2006).

## **3. KARTIRANJE**

Bentoske zajednice općenito pa tako i livade posidonije, mogu se kartirati i proučavati korištenjem širokog spektra različitih alata i metoda. Neke od metoda koriste se kako bi se prikazala relativno velika područja (na primjer, reda veličine od nekoliko stotina do više tisuća kvadratnih kilometara). Takve metode nazivamo indirektnim i služe nam za dobivanje opće slike nekog područja koje nam je interesantno. Najpoznatije indirektne metode koje se danas koriste u svijetu su satelitsko snimanje, aerofoto snimanje te akustično tj. ultrazvukovo snimanje morskog dna (Kirkman, 1990).

Različite optičke i fizikalne metode uzorkovanja mogu avaju znanstvenicima da detaljnije proučave manje dijelove morskog dna. Takve, direktnе metode su u prvom redu ronjenje s autonomnim ronilačkim aparatom ili SCUBA ronjenje duž ronilačkih transekata, zatim ronjenje na dno u vrlo plitkim područjima, snimanje uz pomoć daljinskih upravljanog podvodnog plovila ili neke druge podvodne kamere, lasersko snimanje te uzorkovanje sedimenta i organizama. Direktnе metode mogu avaju da se prikupe detaljniji podaci o manjim područjima morskog dna te da se uz pomoć njih kalibriraju i potvrde rezultati indirektnih metoda snimanja. Detaljnije istraživanje potrebno je jer mogu avati izradu precizne karte livada posidonije (Stoddart, 1978).

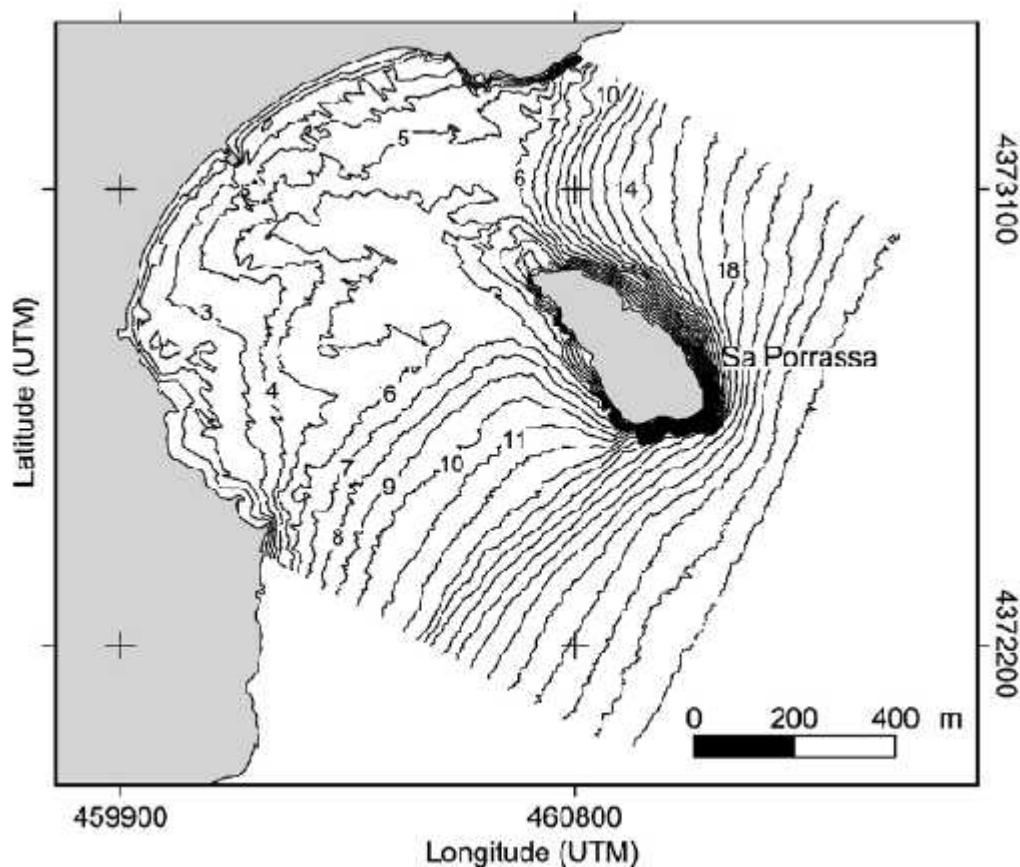
### **3.1. SATELITSKO SNIMANJE**

Sateliti mogu avaju promatranje jako velikih područja Zemlje u vrlo kratkom vremenskom periodu, odnosno, vrlo su efikasni. Satelitski senzori stvaraju sliku Zemlje iz svemira koristeći elektromagnetsko zračenje koje pokriva cijeli niz frekvencija, od radiovalova do gama zraka. Elektromagnetsko zračenje sa Sunca ili samog satelita stiže do objekata na površini Zemlje, a dio tog zračenja reflektira se natrag do satelita. Senzori na satelitu mijere valnu duljinu i intenzitet reflektiranog zračenja. Različiti objekti različito će reflektirati zračenje. Na primjer, mirno more imati će drugačiju refleksiju nego uzburkano more, kopno će se jasno isticati pokraj morske površine i sl. (NOAA, 2001).

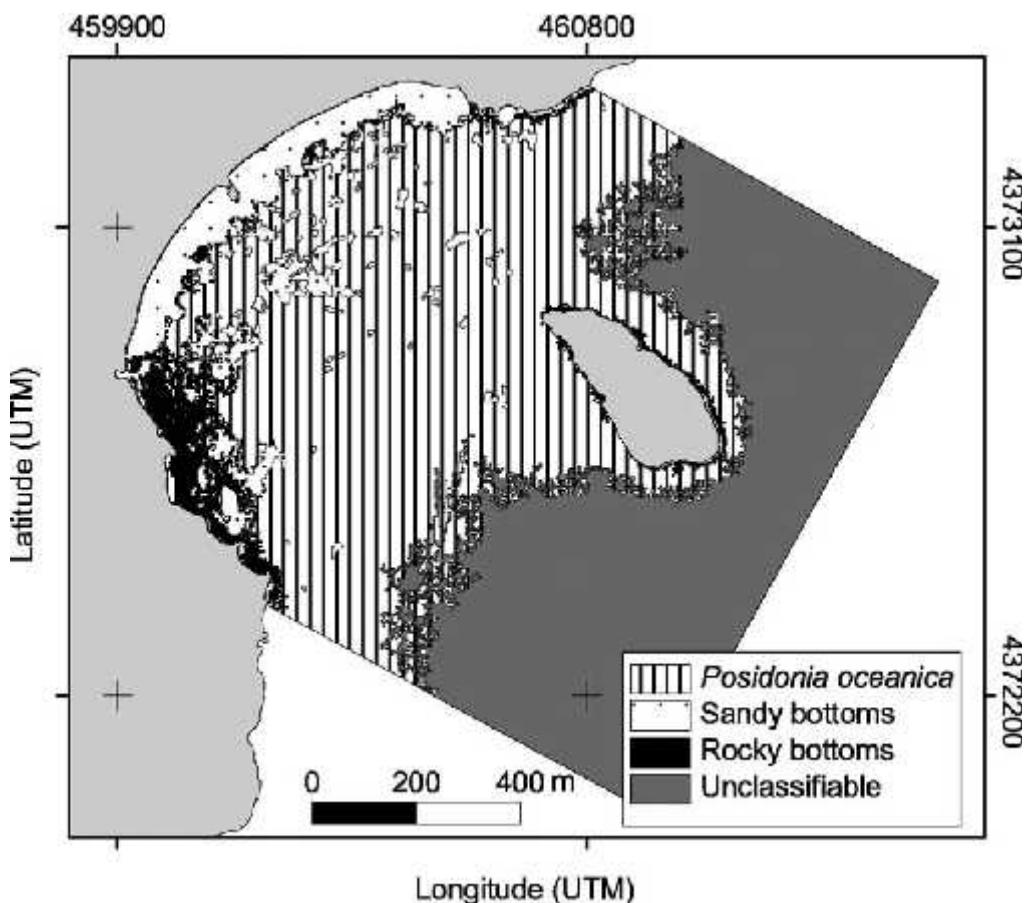
Satelitsko snimanje je povoljno iz razloga jer mogu avati snimanje velikih područja uz relativno mali trošak. Međutim satelitske snimke imaju i različite nedostatke. Najveći

problem je mala razlu ivost koju standardni ure aji omogu avaju te osjetljivost na okolišne uvjete. Oblaci na nebu, refleksija s površine mora ili uzburkano more esto u potpunosti onemogu avaju stvaranje kvalitetne slike (Zainal i sur., 1993).

Nove generacije ure aja za satelitsko snimanje poput sustava IKONOS, prvog komercijalnog satelita koji se koristi za multispektralne snimke površine zemlje u civilne svrhe i to razlu ivosti snimaka do 4 metra, pokazale su se vrlo u inkovite za snimanje velikih podru ja koja zauzimaju naselja morske cvjetnice *Posidonia oceanica*. Sustav funkcioniira tako da se u na injenim fotografijama pojedini pikseli koji predstavljaju odre enu površinu automatski kompjuterskom obradom klasificiraju u etiri (ili više) kategorije: pjesak, kamen, *Posidonia oceanica* i neklasificirani pikseli (Sl. 5). Kasnijom verifikacijom dobivenih podataka utvr eno je da se satelitske snimke uz to nost od 84% (u usporedbi s akusti nim tj. ultrazvu nim snimanjem dna) mogu koristiti samo do dubine od 15 metara i to u bistrijem moru (Sl. 4). Livade posidonije na ve oj dubini ne daju dovoljnu spektralnu razliku da bi ju satelit mogao o itati (Fornes i sur., 2006).



Slika 4. Batimetrija snimanog podru ja (Fornes i sur., 2006).



**Slika 5.** Snimano podru je nakon kompjutorske obrade slike i klasificiranja pojedinih piksela u etiri kategorije (Fornes i sur., 2006).

### 3.2. AEROFOTO SNIMANJE

Kartiranje uz pomo aerofoto snimaka koristi se ve niz godina, ali tek u posljednje vrijeme je zbog napredaka u tehnologiji doživjelo punu primjenu. Aerofoto snimanje je vrlo koristan i u inkovit alat za kartiranje zajednica unutar foti ke zone pa tako i livada posidonije. Neki od podataka koji se mogu dobiti korištenjem aerofoto snimaka su prostorni raspored zajednica, fragmentacija staništa i sli no. Nešto je teže utvrditi kvalitetu zajednice, njeno stanje i sastav vrsta te vrstu sedimenta na morskom dnu. Jedno od staništa koja se mogu u inkovito odrediti uz pomo aerofoto snimaka su upravo naselja morskih cvjetnica tj. livade posidonije (NOAA, 2001).

Metoda aerofoto snimanja u osnovi je sli na metodi satelitskog snimanja. Aerofoto snimke se naj eš e snimaju iz zrakoplova i taj na in snimanja je najpouzdaniji. U novije vrijeme aerofotografije se snimaju iz balona punjenih helijem ili sli nih malih zra nih plovila što je jeftinije, ali još uvijek je takav na in snimanja u eksperimentalnoj fazi. Zrakoplovi su

opremljeni senzorima koji naj eš e pružaju nešto detaljnije informacije nego satelitski senzori. Fotografske kamere montirane su ispod zrakoplova te primaju informacije o objektima koje zrakoplov preleti, fotografije se zatim kompjuterski obra uju te pikseli klasificiraju u kategorije na željeni na in. Snimanje uz pomo zrakoplova esto je prvi korak u mnogim projektima kartiranja livada posidonije, ali i benthoskih zajednica op enito i to upravo zbog velike razlu ivosti koju takav na in kartiranja pruža (Sl. 6) (NOAA, 2001).



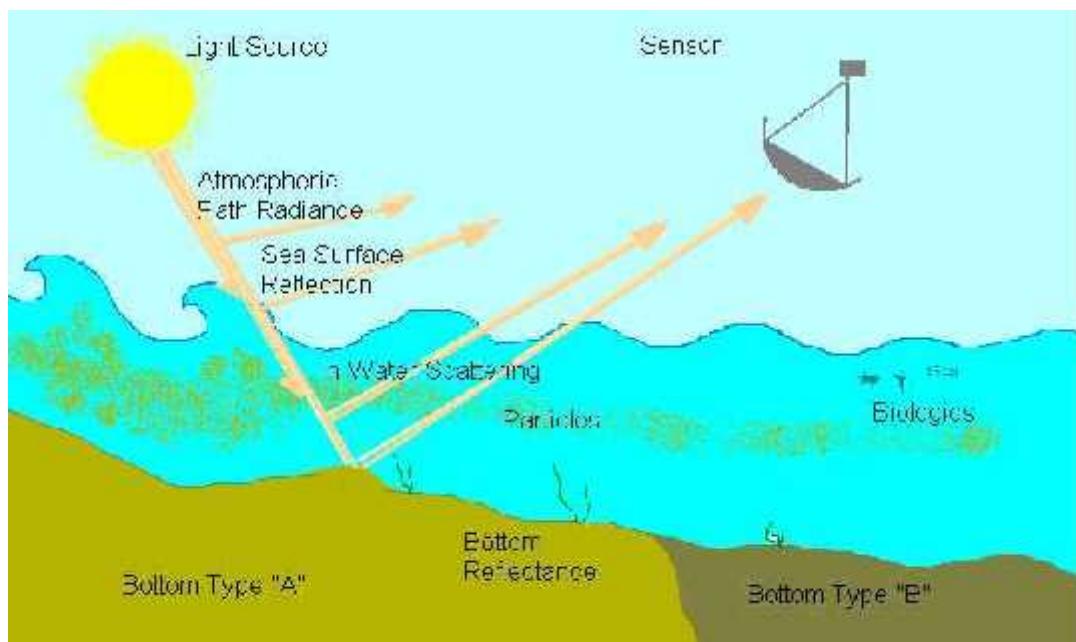
**Slika 6.** Tipi na aerofotografija koja se koristi u svrhe kartiranja. ak i bez kompjutorske obrade zajednice posidonije lako su prepoznatljive golim okom kao tamna podru ja.

Prednosti aerofoto snimanja kao na ina kartiranja nad drugim indirektnim metodama;

- visoka prostorna rezolucija,
- prostorna rezolucija može se prilago avati ovisno o potrebama i postavljenom cilju istraživanja,
- istraživanje je mogu e provesti onda kada su okolišni uvjeti optimalni, let se može planirati i obaviti u željenom godišnjem periodu,
- s aerofoto snimkama lako se manipulira, naro ito ako su u digitalnom obliku,

- lako se uklapa u prostorne planove i planove gospodarenja odre enim prostorom jer prikazuje vjernu sliku odre enog podru ja (Orth i sur., 1991).

Osim navedenih prednosti koje su bitne za aerofoto snimke, prisutni su i odre eni nedostaci. To je u prvom redu cijena. Snimanje aerofotografije je u pravilu skupo i potrebno je snimiti više desetaka odvojenih slika kako bi se dobila cjelovita slika nekog podru ja. Nedostatak svjetlosti može biti problem za tuma enje nešto dubljih i zamu enijih podru ja. Kao i kod satelitskog snimanja, nedostaci aerofoto snimanja dolaze do izražaja u uvjetima nemirnog mora, neželjene refleksije s morske površine i obla nog vremena pri emu oblaci zaklanjaju objekte koje želimo snimiti (Sl. 7) (Short i Coles, 2001).



**Slika 7.** Raspršivanje i smetnje u atmosferi, refleksija na valovitoj površini mora i prozirnost mora kao naj eš te smetnje u dobivanju kvalitetne aerofotografije (Smith i sur., 2000).

Današnja tehnologija aerofoto snimanja ide u pravcu da se daljinsko snimanje iz zraka olakša, da postane jeftinije, dostupnije i lakše za korištenje krajnjim korisnicima, kao npr. znanstvenicima koji iz aerofoto snimaka izra uju detaljne karte bentskih zajednica (NOAA, 2001).

### 3.3. ULTRAZVU NO (AKUSTI NO) SNIMANJE

Mnoge bentske zajednice ne mogu se u inkovito kartirati iz zraka. Prvenstveno su to zajednice na ve im dubinama u koje spadaju i livade posidonije koje u bistrim morima mogu

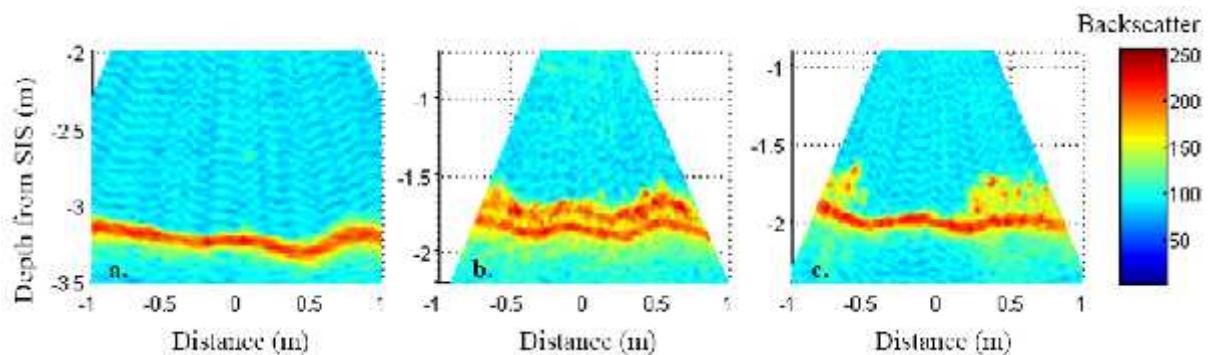
biti raširene i do dubine od oko 40 metara. Problem za snimke iz zraka takođe nastaje na područjuima gdje je more uzburkano, mutno te na ostalim područjuima gdje svjetlost iz različitih razloga ne stiže do morskog dna pa se s toga svjetlosni signal ne može vratiti do uređaja na zrakoplovu ili satelitu. Pod morem se u takvima uvjetima mogu koristiti zvanični signali. Uz pomoć zvuka različitih frekvencija može se dobiti slika morskog dna. Većina sustava koji koriste zvuk kao način stvaranja slike montirana je na plovilo (Sl. 8), esto na dno ili na dodatni uređaji uz pomoć kojeg se povlači iza plovila.



**Slika 8.** Akustična oprema montirana na bok broda (Stevens i sur., 2008).

U pravilu se za kartiranje uz pomoć zvuka koriste veći brodovi i to zbog složene opreme koja je potrebna za takva istraživanja. Batimetrijska istraživanja koja koriste zvuk ne odašiljaće s jednom ili više zraka provode se za dobivanje slike morskog dna nekih opsežnijih morskih područja. Na taj način se slika dna na kojoj se sa velikom točnostom mogu identificirati između ostalog i livade posidonije. Nove tehnologije postižu sve učinkovitost i pomoći u njih moguće je stvoriti vrlo detaljne karte morskog dna (NOAA, 2001). Ultrazvuci u dubinomjeru s brojnim širokim snopom ili panoramski dubinomjer (Side Scan Sonar) jedan je od takvih uređaja pomoći u kojeg se grafički snima morsko dno uz detekciju određenih predmeta na njegovoj površini (preuzeto s <http://www.hhi.hr/hr/odjeli/oco/geologija.htm>).

Panoramski dubinomjer je uređaj koji pruža visoku razlučivost i kvalitetu slike koja se približava kvaliteti fotografije. On posjeduje odašiljač na svojim bočnim stranama koji šalju zvučne signale pod određenim kutom do morskog dna. Nakon što se signal odbije od površine dna ili nekog objekta na dnu, senzor ga prima i prenosi do uređaja za detekciju signala. Zvuci signal se pretvara u grafik te se ispisuje na papiru ili se pohranjuje u računalu za daljnju obradu. Uz pomoć ultrazvuka dubinomjera moguće je razlikovati mulj, fini pijesak, pješčane brazde ili zabilježiti uzdignute i kanjone na vrstom dnu kao i naselja morskih cvjetnica. Stijene ili vrsti metalnih objekti reflektirajuće su signale, dok je pijesak i mulj davati slabiji signal te će različitim kombinacijama boja nastati slika koja se naziva sonogram (Sl. 9). Panoramski dubinomjeri korisni su za snimanje većih područja morskog dna i to na različitim dubinama. Sustavi s manjom frekvencijom odašiljanja signala (oko 100 kHz) koriste se za snimanje prostranih područja bez mnogo detalja. Sustavi s većom frekvencijom (300 kHz i više) se koriste da bi detaljnije snimili područja od interesa. Neki od sustava koji rade na visokim frekvencijama mogu razlikovati objekte na površini morskog dna koji su manji i od 10 centimetara. (NOAA, 2001).



**Slika 9.** Tri sonograma na kojima se jasno mogu očitati golo dno, kontinuirana livada posidonije i fragmentirana livada posidonije (Lefebvre i sur., 2009).

Ipak, kada je riječ o kartiranju livada posidonije ali i naselja ostalih morskih cvjetnica, to je rezultata varira, narođito u području gdje su livade fragmentirane, rastu u manjim "otocima" ili na njihovim rubovima. U istraživanjima u kojima su rezultati dobiveni sonarom verificirani video zapisom istih područja, postignuta je točnost akustičnih rezultata od 74% na kontinuiranoj livadi te samo 43% na fragmentiranim područjima. Naravno, ta točnost može se povećati poboljšanjima na softveru tj. kompjutorskoj obradi sonarom dobivenih podataka kako bi pravilnije prepoznali posidoniju akademski tako fragmentiranim oblicima naselja (Stevens i sur. 2008).

### **3.4. RONJENJE S AUTONOMNIM RONILA KIM APARATOM**

SCUBA ronjenje je u pravilu zahtjevno i opasno te na prvom mjestu mora biti sigurnost ronilaca. Tako er, rad pod morem je ograni en i uglavnom se svodi na oko sat vremena dnevno (Bakran-Petricioli, 2007). Ronjenje je tako er i skupo pa je s toga jasno zbog ega se veliki trud ulaže u razvijanje metoda kartiranja koje e biti brže i u inkovitije. Ronjenje je uglavnom neophodno kao metoda kojom se potvr uju rezultati neizravnih mjerena te kao metoda kalibracije instrumentalnih metoda (Sl. 10) (Piazzi i sur., 2000).



**Slika 10.** Ronilac na transektu, izra enom od užeta dugog 200 metara s oznakama u razmaku od 10 metara, postavljenom na morskom dnu bilježi vrijeme i dubinu zarona pomo u ronila kog ra unala te sva mjerena zapisuje na ronila ku plo icu.

### **3.5. SNIMANJE UZ POMO PODVODNE VIDEO KAMERE**

Podvodno snimanje esto se koristi u kartiranju i utvr ivanju stanja livada posidonije. Naj eš e se koriste daljinski upravljana podvodna plovila (Sl. 11) i video kamere koje se povla e kroz vodu (Sl. 12). Podvodno snimanje koristi se u razli itim uvjetima te ga je ovisno o modelu sustava mogu e upotrebljavati u mutnom kao i u iznimno prozirnom moru (Norris i sur., 1997).



**Slika 11.** Daljinski upravljanu podvodno plovilo izra uje video zapis livade posidonije duž zadano transekta.

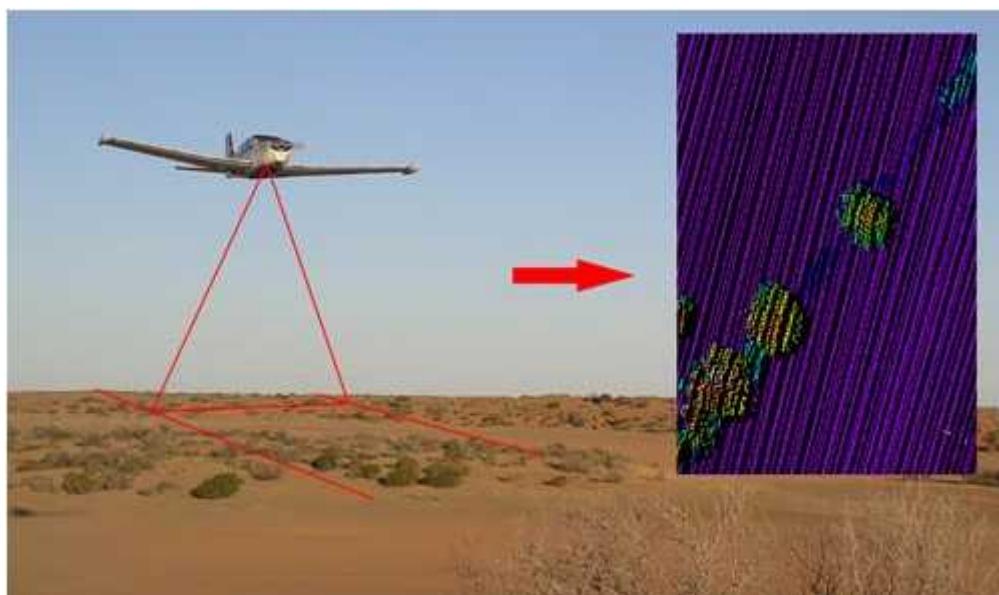


**Slika 12.** Osnovne komponente podvodnog video sustava za kartiranje koji se povla i kroz vodu (Stevens i sur., 2008).

Brojne su prednosti koje pruža podvodno snimanje. Ukoliko je dostupan sustav za podvodno snimanje, ronilački pregled nekog područja može se izostaviti. To uvelike ubrzava kartiranje i smanjuje cijenu, a osim toga može se koristiti i na mjestima koja su za ronioce nedostupna ili opasna. Nakon što se odredi eno područje snimi, zapis se pohranjuje i on je trajan. Time se može izbjegi mogućnost da je ronilac nešto izostavio ili zaboravio te se postiže veća objektivnost pri tumačenju podataka. Pri interpretaciji aerofoto snimaka, korisno je snimiti područje i podvodnim kamerama kako bi detaljnije mogli ustanoviti stanje određenih zajednica i eventualno sastav vrsta. Snimanje znatno olakšava interpretaciju područja koja su na snimci nejasna, mutna ili prekrivena oblacima (Norris i sur., 1997).

### 3.6. LASERSKO SNIMANJE

Sustavi za lasersko snimanje morskog dna poput sustava LIDAR (Light detection and ranging) koriste se u prvom redu za dobivanje detaljnije slike terena, a manje za utvrđivanje benthoskih zajednica. To je koristan alat koji stvara vrlo precizne modele terena te se oni koriste u GIS informacijskim sustavima pri stvaranju karata. (Sl. 13) Princip djelovanja sustava laserskog snimanja sličan je kao i u radarskom sustavu koji koristi radio valove. Ovdje se pak radi o emitiranju laserskim pulzovima koji se odbijaju od podloge te se na temelju vremenskog intervala između emisije i detekcije odbijenog signala može utvrditi udaljenost (NOAA, 2001).



**Slika 13.** Primjer zapisa dobivenog laserskim snimanjem terena pomoću aviona (<http://www.lidar.com.au/>).

Kako se radi o sustavu koji s velikom preciznošću kartira morsko dno, postignuta je i velika preciznost u kartiranju livada posidonije, kontinuiranih i fragmentiranih. U nedavnom istraživanju rezultati dobiveni laserskim kartiranjem (ponekad podloge, kontinuirane livade i fragmentirane livade) potvrđeni su kao potpuno točni nakon verifikacije video zapisom, no radi se o mjerljima na malim dubinama od svega 0.8 do 4.3 metra. Razlozi nemogu nositi upotrebe laserskog sustava u kartiranju livada posidonije na većim dubinama su osnovne mane tog sustava: atenuacija tj. neprodiranje svjetlosti laserske zrake u vodu (ulogu ima i prozirnost mora) kao i njezin povratak te valovi na površini mora koji uzrokuju skretanje laserske zrake i remete njezin normalan povratak što predstavlja najveći problem za upotrebu tog sustava u kartiranju morskog dna općenito. Kako posidonija može tvoriti livade do oko 40 metara dubine, zbog tih manih lasersko snimanje još nije pronašlo svoju intenzivnu primjenu u kartiranju naselja te vrste (Smith i sur., 2000).

## **4. LITERATURA**

Bakran-Petricioli, T., 2007. Morska staništa – Priru nik za inventarizaciju i pra enje stanja (serija Biološka raznolikost Hrvatske; ISBN 978-953-7169-31-2). Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb, 56 str. + 102 str. priloga

Fornes, A., Basterretxea, G., Orfila, A. Jordi, A., Alvarez, A., Tintore, J., 2006. Mapping *Posidonia oceanica* from IKONOS. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 60 (5), 315-322.

Jakl, Z., Bitunjac, I., Plepel, I., Plesli , G., 2008. Priru nik za inventarizaciju morskih vrsta Jadran, Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce, Split, 26-28.

Kirkman, H., 1990. Seagrass distribution and mapping. U: Phillips, R.C., Mc Roy, C.P. (Urednici), Seagrass Research Methods. Monographs on oceanographic methodology, UNESCO, 19-25.

Lefebvre A., Charlotte E.L., Thompson C. E. L., Collins K. J., Amos C. L., 2009. Use of a high-resolution profiling sonar for seagrass detection. National Oceanography Centre, Southampton, University of Southampton Waterfront Campus, European Way, Southampton SO14 3ZH, United Kingdom.

NOAA (US National Oceanic and Atmospheric Administration, Coastal Services Center), 2001. Guidance for Benthic Habitat Mapping: An Aerial Photographic Approach, Technology Planning and Management Corporation, Charleston, SC, USA.

Norris, J. G., Wyllie-Echeverria, S., Mumford, T., Bailey, A., Turner, T., 1997. Estimating Basal Area Coverage of Subtidal Seagrass Beds Using Underwater Videography. Aquatic Botany. 58(3,4), 269-287.

Orth R. J., Ferguson, R. L., Haddad, K. D., 1991. Monitoring Seagrass Distribution and Abundance Patterns. Coastal Wetlands, Coastal Zone '91 Conference. Long Beach, CA, American Society of Civil Engineers, 281-300.

Piazzi, L., Acunto, S., Cinelli, F., 2000. Mapping of *Posidonia oceanica* beds around Elba Island (western Mediterranean) with integration of direct and indirect methods. Oceanologica Acta 23, 339-346.

Short, F.T., Coles, R.G., 2001. Global Seagrass Research Methods. Elsevier, Amsterdam, 482

Short, F.T., McKenzie, L.J., Coles, R.G., Vidler, K.P., Gaeckle, J.L. 2006. SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat, Worldwide edition. University of New Hampshire Publication, 75 p.

Smith, R.A., Irish, J.L., Smith, Michael Q. 2000. Airborne Lidar and Airborne Hyperspectral Imagery: A Fusion of Two Proven Sensors for Improved Hydrographic Surveying, Naval Oceanographic Office Stennis Space Center, Mississippi, 10 p.

Stevens, A.W., Lacy, J.R., Finlayson, D.P., Gelfenbaum, G., 2008, Evaluation of a single-beam sonar system to map seagrass at two sites in northern Puget Sound, Washington: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2008-5009, 45 p.

Stoddart, D.R., 1978. Mapping reef and islands. U: Stoddart, D.R., Johannes, R.E. (Urednici), Coral Reefs Research Methods. Monographs on Oceanographic Methodology, UNESCO, 17-22.

Zainal, A., Dalby, D., Robinson, I., 1993. Monitoring Marine Ecological Changes on the East Coast of Bahrain with Landsat TM, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 59 (3), 415-421.

<http://www.hhi.hr/hr/odjeli/oco/geologija.htm>

<http://www.lidar.com.au/>

<http://luirig.altervista.org>

<http://mediterraneodiving.files.wordpress.com>

<http://www.regmurcia.com>

## 5. SAŽETAK

*Posidonia oceanica* (L.) Delile, morska cvjetnica (sjemenja a) endemska za Sredozemlje, veoma je važan dio morskog ekosustava. Nastanjuje morsku stepenicu infralitorala gdje tvori guste livade koje zbog raznolikosti i broja živih bi a u njima te geološkog i biološkog utjecaja na okoliš nazivamo biocenozama naselja vrste *Posidonia oceanica*. Posidonija je kao primarni producent, uz alge i fitoplankton, važan proizvo a organskog materijala i kisika te kao takva predstavlja temeljni dio morskih hranidbenih lanaca. Zbog ugroženosti posidonije ljudskim aktivnostima (one iš enje, ribolov, sidrenje, gradnja) iznimno je važno dokumentirati njenu rasprostranjenost kako bi se mogle utvrditi konzervacijske mjere za pojedina podru ja i zaštititi tu bitnu sastavnicu morskog ekosustava. Prvi korak u tome je kartiranje postoje ih livada kao na in dobivanja osnovnih podataka za svaki daljnji rad. U ovom seminaru obra ene su naj eš e metode kartiranja posidonije, njihove prednosti i mane te princip rada svake od njih. Indirektne metode u koje spadaju satelitsko snimanje, aerofoto snimanje te akusti no tj. ultrazvu no snimanje morskog dna koriste se kako bi dobili op e slike relativno velikih podru ja od interesa. Direktne metode kao ronjenje s autonomnim ronila kim aparatom ili SCUBA ronjenje duž ronila kih transekata, ronjenje na dah u vrlo plitkim podru jima, snimanje uz pomo daljinski upravljanog podvodnog plovila ili neke druge podvodne kamere te lasersko snimanje omogu avaju znanstvenicima da prikupe detaljne podatke o manjim dijelovima morskog dna. Tako er, takve metode su neophodne u kalibriranju i potvrdi rezultata indirektnih metoda.

## **6. SUMMARY**

*Posidonia oceanica* (L.) Delile, a flowering plant endemic to Mediterranean Sea, is a very important part of marine ecosystem. It inhabits the infralittoral zone where it forms dense meadows which are for the large number and diversity of creatures in them and for geological and biological impact on the environment called *Posidonia oceanica* biocenoses. As a primary producer, along with algae and phytoplankton, Posidonia is important for producing large amounts of organic material and oxygen and as such represents a fundamental part of marine food chains. Because of the threat human activities (pollution, fishing, anchoring, construction) present to posidonia, it is very important to document its distribution which is then used to establish conservation measures for certain areas, thus protecting that essential component of the marine ecosystem. The first step in this is mapping the existing meadows as a way of obtaining the basic data for each following research and activity. This work deals with the most common methods of mapping posidonia, their advantages and disadvantages and working principle of each. Indirect methods, which include satellite imagery, aerial photography and sonar mapping are used to get a general picture of relatively large areas of interest. Direct methods such as diving with scuba equipment along the transect, snorkeling in very shallow areas, using remotely operated vehicles (ROV) or some other method to make an underwater video recording and airborne laser mapping enable scientists to gather detailed information on smaller seabed areas. Also, such methods are necessary to calibrate and confirm the results of indirect methods.