
1. Hidrološka opredelitev postaje na peščeni plitvini pri Križu

Delovna skupina

Odgovorna oseba: univ. dipl. Lorenza BABBINI

Sodelavci: univ. dipl. Riccardo GERIN¹

univ. dipl. Enrico VINZI²

Raziskovalni program, ki se nanaša na hidrološko opredelitev peščene plitvine v bližini Križa, je poleg spremljanja glavnih kemijsko/fizikalnih dejavnikov vključeval študijo optičnih morskih značilnosti proučevanega kraja.

Material in metode

Fizikalno-kemijske in optične meritve pri tem poizkusu so bile izvedene s pomočjo različnih naprav:

- z multiparametrično sondo CTD Idronaut – Ocean Seven 316 Probe, ki omogoča merjenje pritiska, temperature, prevodnosti (slanosti), prostega kisika, pH, kalnosti, klorofila na (Sl. 1.1; 1.2);
- s spektrofotometrom WetLabs – AC9 za merjenje koeficienta ublažitve vzdolž vodnega stebriča (Sl. 1.3; 1.4);
- s selektivnima radiometroma Satlantic OCI-200, OCR-200 za merjenje navzdoljnega sevanja in rastoče sevalne gostote (Sl. 1.5);
- z radiometroma PAR LiCor – Li-192SA za merjenje sferičnega sevanja (Sl. 1.6; 1.7).

Vse naprave imajo vgrajen senzor za merjenje globine razen radiometrov Li-Cor, v primeru katerih so se profili zabeležili s pomočjo merilne vrvi.

Od decembra 2004 se je vse podatke pridobivalo mesečno, in sicer v drugi polovici meseca (razen januarja 2006 zaradi slabih vremenskih razmer). Vsa vzorčenja so bila izvedena v času med 10.40 h in 13.40 h.

1 Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Borgo Grotta Gigante, 42/c, Trieste.

2 Riserva Naturale Marina di Miramare, Viale Miramare, 349, Trieste.

Vzorčenje je potekalo po spodaj navedenem postopku:

- kablenska povezava, umerjanje v zraku (po potrebi) in potopitev naprav, da bi se prilagodile temperaturi vode;
- prvi profil z radiometri Satlantic in s senzorji Li-Cor za sferično obsevanje PAR;
- istočasno pridobivanje podatkov z radiometri Satlantic in s senzorjem Li-Cor za 10 minut na vsaki izmed naslednjih globin: 0-m (pod površino), 7m, 9.5m in 12m;
- prva pridobitev podatkov z multiparametrično sondo CTD in spektrofotometričnim profilom AC9 (absorbiranje in zmanjševanje na 9 valovnih dolžinah);
- po prvi seriji pridobivanja optičnih podatkov in fiksnih globin se ponovijo sočasni profili z radiometri Satlantic in Li-Cor;
- druga serija pridobivanja podatkov na fiksnih globinah (0-m, 7m, 9.5m, 12m), ki traja 2 minuti na posamezni globini;
- tretja serija pridobivanja podatkov na fiksnih globinah (0-m, 7m, 9.5m, 12m), ki traja 10 minut na posamezni globini;
- drugi profil z AC9 in z multiparametrično sondo CTD;
- vzorčenje se zaključuje s sočasnimi profili z radiometri in s senzorjem Li-Cor.

Pri vsakem izhodu so se v morju pridobili naslednji podatki:

- 2 profila z sondo CTD;
- 2 profila z AC9;
- 3 profili s senzorjem Li-Cor;
- 3 profili z radiometri Satlantic;
- 2 niza podatkov Li-Cor, 10 minut za posamezno globino (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 1 niz podatkov Li-Cor, 2 minuti za posamezno globino (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 2 niza radiometričnih podatkov Satlantic, 10 minut za posamezno globino (0-m, 7m, 9.5m, 12m);
- 1 niz radiometričnih podatkov Satlantic, 2 minuti za posamezno globino (0-m, 7m, 9.5m, 12m).

Zabeleženi podatki (Sl. 1.8) so se pretvorili s pomočjo primerne programske opreme v format.txt in očistili sumljivih podatkov (*spikes*). Podatki, pridobljeni pri merjenju globine z batimetrom, so se izračunali za vsak meter, tisti, pridobljeni v časovnem razmiku, pa vsakih 5 sekund; na koncu so se shranili in vstavili v tabele v programu Excell.

Razprave fizikalno/kemijskih meritev

Na osnovi izračunanih vrednosti temperature, zabeleženih na vodnem stebriču, so se izračunale povprečne vrednosti za meter, pri čemer se je izključil pas tik pod morsko gladino, ki predstavlja povprečje prve polovice metra.

Zato se je med januarjem 2005 in marcem 2006 upoštevalo spreminjanje temperature glede na globino.

Analize podatkov so pokazale tipične lastnosti Tržaškega zaliva (Sl. 1.10), kjer je v zimskih mesecih na vodnem stebriču s temperaturo 6-7 °C (absolutni minimum 6.31°C, zabeležen dne 11. 3. 2005 na globini 1 m) prisotna homotermija. Spomladi, ko so temperature višje, je opaziti progresivno večanje vrednosti, ki so vzdolž celotnega vodnega stebriča enake vse do junija, ko se pojavi termoklina, značilna za najtoplejše mesece (julij in avgust). Ta pojav vpliva tudi na razporeditev ribjih vrst, ki so prisotne v bližini podvodnih struktur (D.S. Orel).

Vrednosti otoplitve, ki so na vodnem stebriču v vseh spomladanskih mesecih enake, so se pridobile s pomočjo interpolacije enega samega mesečnega podatka, na podlagi katerega pa ni mogoče oceniti širjenja termičnega vala iz zgornjih slojev v smeri proti dnu.

Najvišje toplotne vrednosti so bile zabeležene 21.7.2005, in sicer na globini 0.25m, kjer je bila izmerjena temperatura 27.11°C, medtem ko je bilo na dnu 23.78°C. Po fazi največje otoplitve je sledilo postopno ohlajanje, ki je v oktobru znižalo temperaturo na približno 18.5°C vzdolž celotnega vodnega stolpca. Ohladitev se je nadaljevala vse do decembra, ko temperatura doseže 10.5°C.

Kemijske meritve slanosti, ki so bile zabeležene v obdobju vzorčenja, so pokazale precej neenakomerne letne spremembe, ki opozarjajo na tipične lastnosti tega območja (Sl. 1.11).

V zimskih mesecih so bile vrednosti slanosti največje (38.2 psu v mesecih februar-marec 2005 in januar-februar 2006), najnižje pa v maju 2005 (srednja vrednost prvih 50 cm: 31.29 psu) in februarju 2006 (srednja vrednost prvih 50 cm: 33.73 psu) (Tab. 1.1).

Vrednosti slanosti med februarjem 2005 in marcem 2005 so precej enotne vzdolž celega vodnega stebriča. Podobno velja za obdobje med oktobrom 2005 in januarjem 2006; med to fazo se je slanost povečevala postopoma, tako da so se vrednosti s 37.4 psu v oktobru povečale na 38.2 psu v januarju 2006.

Med aprilom 2005 in avgustom 2005 (Sl. 1.11) je bilo opaziti rahlo stratifikacijo, ki jo je povzročil dotok površinske sladke vode, ki v bližini dna meji na bolj slana območja (37.9 v avgustu 2005).

Takšni podatki potrjujejo glavne značilnosti Tržaškega zaliva, kjer je povprečna vrednost slanosti 37 psu, ki se v zimskih mesecih poveča, medtem ko se spomladi in jeseni zaradi dotoka sladkih obalnih vod na površju zmanjša.

Optika [glejte “Bio-optiko”]

Glavni optični parametri, ki so se spremljali in zabeležili s pomočjo metodologije in na podlagi zgoraj omenjenih postopkov, so bili obsevanje, sevalna gostota na 7. izbranih valovnih dolžinah in obsevanje PAR.

Naslednji termini pomenijo:

sevanje (*Ed*) pomeni sevalni tok oziroma energija, ki vpliva na določeno površino in se meri v $W m^{-2}$;

sevalna gostota (*Lu*) ne pomeni samo enoto površine, ampak tudi enoto pravičnega kota, in se meri v $W m^{-2} sr^{-1}$;

sevanje PAR (Photosynthetically active radiation) pomeni svetlobno sevanje, ki je fotosintezno aktivno in potrebna za fotosintezo; meri se v $\mu mol s^{-1} m^{-2}$. Sevanje PAR je običajno enako 50-odstotnemu celotnemu sončnemu sevanju. Kopiči se v modrih in rdečih pasovih z maksimalnima vrednostma valovne dolžine 430 in 680 nm.

Za merjenje optičnih parametrov so bili uporabljeni selektivni radiometri, ki analizirajo svetlobni tok v zelo ozkem pasu vidnega spektra. Namerjeni so na 7 valovnih dolžin, izraženih v nanometrih (412, 443, 490, 510, 555, 665, 683) z dolžino pasu, ki je omejen na 10 nm.

Po metodologiji, ki jo opisuje Gerin (2004), so se preverili vsi zabeleženi profili, očiščeni sumljivih podatkov in nato izračunani.

Postopek je bil naslednji:

globina se je izmerila ročno, pri čemer se niso upoštevale nepravilne vrednosti (tudi različne od -999) in vrednosti, pridobljene pri trku sonde ob dno ali ob oviro med profilom; na površju zabeležene vrednosti so se ročno preverile in tudi v tem primeru se nepravilne vrednosti (tudi različne od -999) niso upoštevale;

izločile so se vse negativne vrednosti in tiste, ki so presegle maksimalno zabeleženo vrednost (podatek je posredoval proizvajalec);

plastna ekstrapolacija (20cm in 1m) z uporabo naravnega logaritma energije, da bi se dosegla linearnost. Izračunale so se statistične vrednosti in izločile vse vrednosti, ki so presegle 3 sigme. Zatem so se ponovno izračunale statistične vrednosti.

Ustvarile so se datoteke z ekstrapoliranimi podatki na meter z dodatno vrednostjo 20m in zadnjo vrednostjo, pridobljeno s presledki 20cm. Vrednosti PAR so bile naknadno pridobljene z združitvijo podatkov.

Konstantno beleženi podatki na določeni globini so bili očiščeni sumljivih podatkov in izračunani, kot je opisano zgoraj (izločeni podatki, ki presegajo 3 sigme).

Ker je bilo ugotovljeno (Gerin, 2004), da obstaja možnost razvrščanja svetlobne energije v tri glavne skupine (modro, zeleno, rdeče), so se pri analizi pridobljenih podatkov upoštevale valovne dolžine 443 nm, 510 nm in 665 nm.

Sevanje (*Ed*) rdeče (665 nm) je bilo manjše kot ostali dve, medtem ko je bila sevalna gostota (*Lu*) zelo različna vzdolž celega profila. Pri zmanjšanju vplivnega energetskega toka običajno ustreza premik krivulje sevalne gostote ali sevanja, ki pa ne vedno ustreza profilu prejšnjih vzorčenj. Iz prve analize je razvidno, da so optične lastnosti preučevanega vodnega telesa zelo spremenljive vzdolž vodnega stolpca.

Pri analizi podatkov o sevanju se je preučeval relativni potek svetlobne energije (Sl. 1.12) v obdobju januar 2005 – marec 2006 in njene odstotne vrednosti (Sl. 1.13) na posamezni globini. V enakem obdobju (Sl. 1.14) so se ocenili tudi podatki površinskega sevanja (pred in po profilu).

Obdelava podatkov PAR, ki so bili zabeleženi s pomočjo fotometra Li-Cor, je bila izvedena tako, da se je upoštevala povprečna vrednost, izmerjena na vsakem metru globine. Nato se je izračunala odstotna vrednost svetlobne energije vzdolž vodnega stolpca v primerjavi z v zraku izmerjeno energijo, pri kateri se je upoštevala povprečna zabeležena vrednost na površju pred in po profilom.

Izkazalo se je, da je sevanje precej neenakomerno (Sl. 1.12) s predvidljivimi minimalnimi vrednostimi izžarevanja v zimskem času, maksimalnimi pa v poletnih mesecih; opaziti je torej največje izžarevanje v poletnih mesecih, ko je sonce najvišje. Neenakomerno sevanje je opaziti pri primerjavi z vrednostmi PAR, zabeleženimi na površju (zrak) pred in po vsakem profilu (Sl. 1.14).

Takšno 'nekontinuirano' vzorčenje ni dovolilo pridobiti podrobnih rezultatov o spremenljivosti sevanja v posameznih letnih časih, kljub temu pa je pokazalo, da je za preučevani kraj značilna velika spremenljivost svetlobne energije. Da bi se lahko pojasnile te razlike, so bili analizirani štirijski tipični primeri: primerjala sta se dva zimska in dva poletna dneva, tako da se je vzorčenje izvedlo v kratkem časovnem razmiku in v različnih pogojih izžarevanja (Tab 1.1).

Za vsak posamezen dan so bili izrisani grafi vseh navpičnih profilov, ki so vključevali podatke o temperaturi (°C), slanosti, PAR ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) in PAR (%). Poleg tega sta se izdelali dve tabeli; v prvi so povprečne vrednosti in standardna

odstopanja vrednosti, zabeležene s pomočjo naprave na različnih fiksnih globinah (0-m; 7m; 9.5m; 12m); v drugi pa so podatki povprečnega sevanja na površini.

Kar zadeva hidrološko delovanje v dveh poletnih dnevih, ni opaziti večjih razlik, razen večje slanosti, ki je bila izmerjena na globlji polovici stebra dne 11. 8. 2005. Iz primerjave vzorčenj, izvedenih v poletnih mesecih, je opaziti večjo spremenljivost svetlobne energije tudi v krajšem časovnem razmiku med posameznimi dnevi vzorčenja. Vrednosti sevanja vzdolž stolpca, zabeležene dne 11. 8. 2005, so zelo nizke in podobne vrednostim, ki so se zabeležile na dan v februarju, ko je bilo sonce zelo močno (1. 2. 2006) (Sl. 1.15; 1.17). Takšen dan je posebnost predvsem zaradi velike spremenljivosti, ki je bila zabeležena v treh urah vzorčenja (Sl. 1.17); tretji profil se namreč bistveno razlikuje od prejšnjih dveh in predstavlja zelo nizke vrednosti, celo nižje od vrednosti, pridobljene v sončnem februarskem dnevu.

Iz primerjave različnih vrednosti vzorčenj, pridobljenih v zraku, je razvidno, da so bile največje vrednosti zabeležene februarja (1. 2. 2006) (Sl. 1.15); nasprotno so bile vrednosti sevanja v vodi večje na dan 17. 8. 2005 (Sl. 1.18).

Analiza podatkov, pridobljenih na dan 21. 2. 2006, je pokazala prisotnost dobro vidnega površinskega haloklina (Sl. 1.16) (zelo pogost pojav, ker so v bližini pritoki reke Soče) in precej nizko vrednost svetlobne energije že na prvih metrih globine.

Zaključek

Ugotovljena spremenljivost je zelo visoka in, kot se zdi, nanjo bolj vpliva zunanje izžarevanje kot drugi dejavniki. Oblačnost in kot, pod katerim pada sončna svetloba na morsko gladino, pa sta glavna dejavnika, ki vplivata na razpoložljivost energije. Poudariti velja, da na peščeni plitvini blizu Križa, kjer je povprečna globina 12 m, manjšanje jakosti svetlobe v globini ne povsem onemogoči sevanje, tako da je v bližini dna vedno prisotna relativno močna energija, ki jo lahko rastline izkoriščajo. Na podlagi pričujoče študije so se pridobile zanimive ugotovitve o značilnostih analiziranega kraja, čeprav bi bilo za natančnejšo analizo količine svetlobe v morju primernejše neprekinjeno vzorčenje.