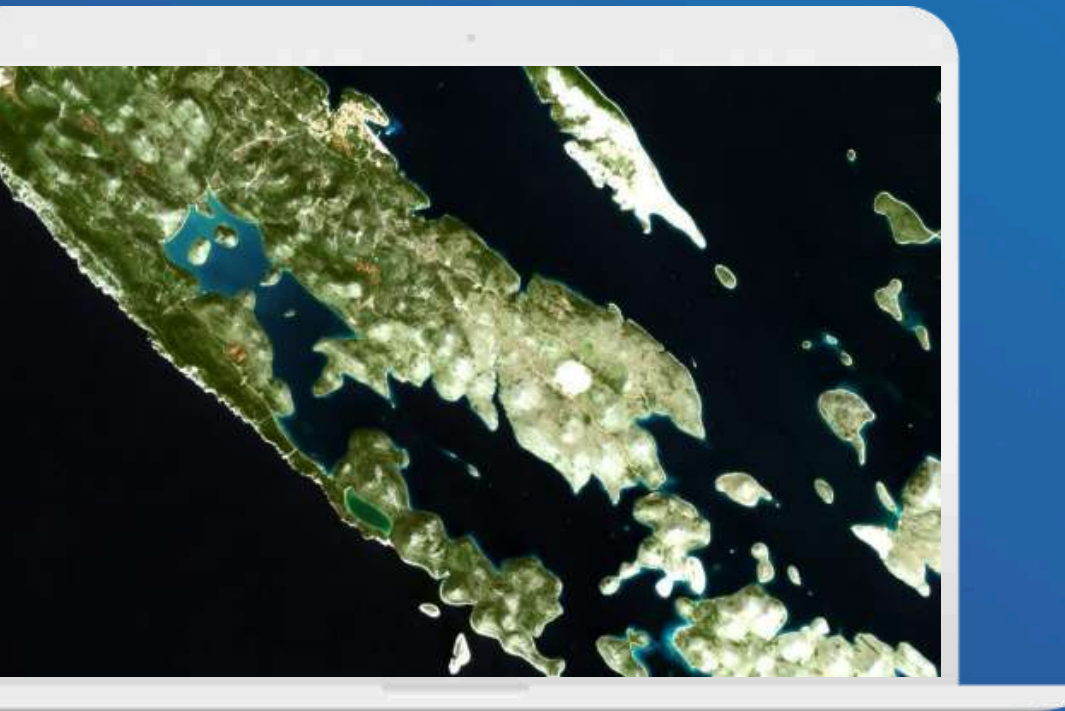


Eutrofikacija mora i praćenje izvora potencijalnih onečišćenja - mjerenje antropogenog pritiska, LIPANJ, 2024.



PARK PRIRODE TELAŠĆICA - MJESEČNI IZVJEŠTAJ

Izradili: Sea Cras d.o.o.

Datum: 23. srpnja 2024.

Mjesto: Zagreb

Usluga: Monitoring nad područjem mora "Park prirode Telašćica" satelitima

Naručitelj: Park Prirode Telašćica, Sali X1, Općina Sali

OIB: 39112943608



Izvršitelj: SEA CRAS d.o.o. Avenija Dubrovnik 15, Zagreb,

OIB: 70844303390



SEA CRAS d.o.o.

Direktor:
dr. sc. Mario Špadina

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "M. Špadina", written in a cursive style.

MONITORING NAD PODRUČJEM JAVNE USTANOVE PARK PRIRODE TELAŠĆICA, lipanj, 2024.

PARK PRIRODE TELAŠĆICA - MJESEČNI IZVJEŠTAJ

Voditelj izrade dr.sc. Mario Špadina



Stručni suradnici dr.sc. Stipe Lukin



Robert Šulc, mag. geogr.



SADRŽAJ

| | |
|--|-----------|
| SADRŽAJ..... | 3 |
| PODRUČJE I VRIJEME MONITORINGA..... | 4 |
| Praćenje eutrofikacije mora na području parka prirode..... | 4 |
| Praćenje izvora potencijalnih onečišćenja visoke prostorne razlučivosti..... | 6 |
| PRAĆENJE EUTROFIKACIJE MORA..... | 8 |
| SATELITSKE SNIMKE ZA OBRADU..... | 8 |
| Rezultati obrade satelitskih snimki..... | 9 |
| KARTE KONCENTRACIJE KLOROFILA a..... | 9 |
| STATISTIČKA ANALIZA..... | 15 |
| Statistička analiza cijelog područja PP Telašćica..... | 17 |
| Statistička analiza posebno definiranih područja unutar PP Telašćica..... | 19 |
| MJERENJE ANTROPOGENOG PRITISKA - praćenje izvora potencijalnih onečišćenja visoke prostorne razlučivosti..... | 22 |
| Procjena kakvoće mora..... | 22 |
| Detekcija plovila..... | 32 |
| ZAKLJUČAK..... | 38 |

PODRUČJE I VRIJEME MONITORINGA

Praćenje eutrofikacije mora na području parka prirode

Ukupna vodna površina za monitoring iznosi 40,81 km². Na tom području vršio se monitoring eutrofikacije praćenjem koncentracije klorofila *a* dobivene spektralnom analizom satelitskih snimki Sentinel-2 satelita. Satelit Sentinel-2 prelazi preko definiranog područja monitoringa uvijek u jutarnjim satima, između 10:45 – 12:00 h CET i sve snimke su se prikupile u tom vremenskom period.



Slika 1. Pregled područja satelitskog monitoringa eutrofikacije na području PP Telašćica. Satelitska snimka parka prirode Telašćica snimljenog Sentinel-2 satelitom u RGB formatu. Narančasti poligon definira područje monitoringa. Nad svim područjima je izvršena statistička analiza.

Satelitsko praćenje koncentracije klorofila *a* kao indikatora eutrofikacije provedeno je u vremenu od 01. lipnja 2024. do 01. srpnja 2024. U tom periodu su četiri satelitske snimke zadovoljavale meteorološke kriterije potrebne za uspješnu analizu, a to je prvenstveno odsutnost naoblake iznad i oko definiranog područja monitoringa. Osim odsutnosti

naoblake direktno iznad područja monitoringa, nije zabilježena i sjena koja može biti rezultat oblaka izvan područja monitoringa i ovisi o upadnom kutu zračenja Sunca i položaja satelita u trenutku prikupljanja podataka. U transparentnim vodama (visoke prozirnosti) dolazi do refleksije svjetlosti s dna do dubina od 10 – 15 m. Uslijed toga, spektroskopskom analizom u takvim pličinama je moguće zamijetiti povećanu procjenu klorofila a, koja je rezultat spomenutog efekta za čiju su korekciju potrebni precizni batimetrijski podaci. Dodatno, u slučaju da je morsko dno u takvim pličinama prekriveno morskim cvjetnicama (e.g. *Posidonia oceanica*), efekt je još izraženiji.

Praćenje izvora potencijalnih onečišćenja visoke prostorne razlučivosti

Uz monitoring eutrofikacije, proveden je i monitoring antropogenog pritiska koji uključuje procjenu kakvoće mora i detekciju plovila. Područje tog monitoringa obuhvaća područja pod nadležnošću Parka prirode Telašćica (u daljnjem tekstu: PP Telašćica) i proteže se na 6,37 kvadratnih kilometara.



Slika 2. Pregled područja na kojem izvršila procjena kvalitete mora i detekcije plovila na području PP Telašćica. Satelitska snimka parka prirode Telašćica u RGB formatu. Narančasti poligoni definiraju područja monitoringa.

Odabrane lokacije monitoringa na kojima vršila procjenu kakvoće mora vršila i detekcija broja plovila su:

- Zona stroge zaštite 1A - rasjedni strmci
- Zona stroge zaštite uvala Čuška dumboka
- Zona stroge zaštite 1B - otočić Veli Garmenjak
- Sidrišta

S obzirom na kompleksnost monitoringa te su lokacije dodatno podijeljene na 35 područja (P1 - P35) radi detaljnije statističke obrade (slika 2). Analiza je temeljena na satelitskim snimkama iznimno visoke rezolucije prikupljenim nad definiranim područjem monitoringa između 11:00 – 13:00 h CET. Na odabranim lokacijama, obradom satelitskih snimaka, provedeno je praćenje kvalitete mora i identificiran je broj usidrenih plovila. U izvještaju su prikazane odabrane satelitske snimke.

PRAĆENJE EUTROFIKACIJE MORA

SATELITSKE SNIMKE ZA OBRADU

Satelitsko praćenje koncentracije klorofila *a* kao indikatora eutrofikacije provedeno je u vremenu od 01.05.2024. do 01.06.2024.

Datumi obrađenih snimaka su: 05.06., 10.06., 15.06. i 30.06.

U ovom *Izveštaju* prezentirani su obrađeni podaci, napravljena je statistička analiza i prikazane su karte klorofila *a* na području od interesa za PP Telašćica.

Rezultati obrade satelitskih snimki

KARTE KONCENTRACIJE Klorofila α

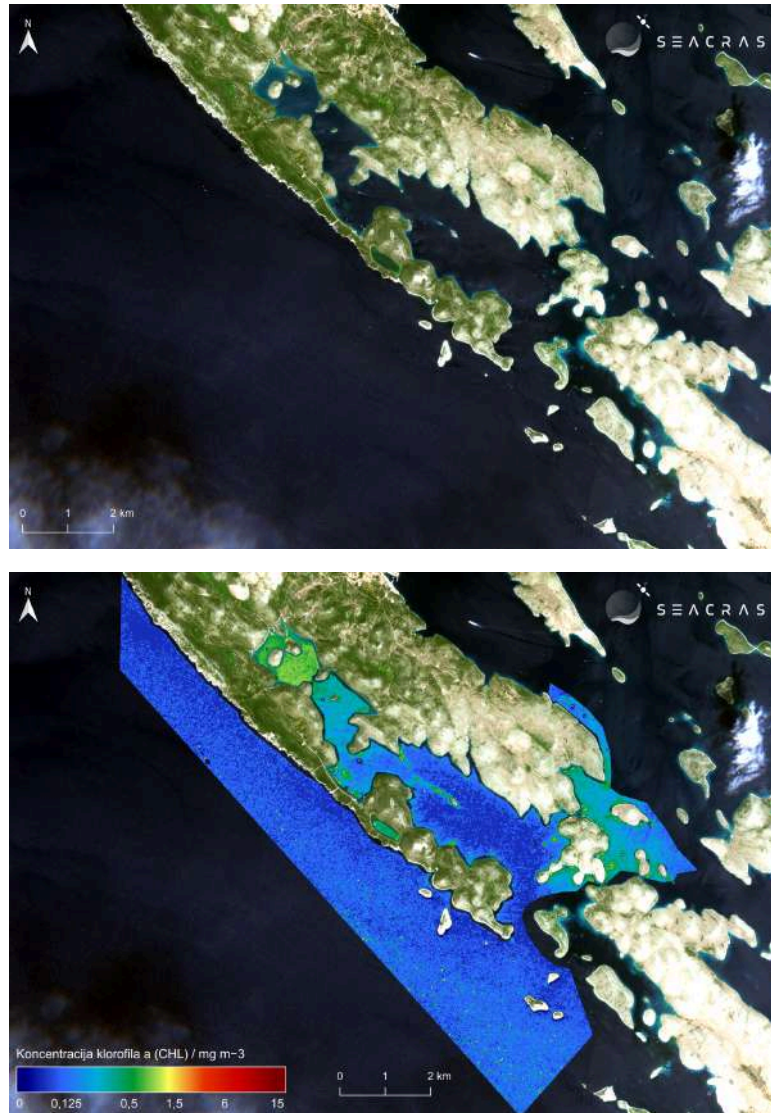
DATUM: 05.06.2024.



Slika 3. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore), te obrađenom snimkom na kojoj je kartirana vrijednost koncentracije klorofila α za područje Parka prirode Telašćica (dolje) na datum 05.06.2024.

Na datum 05.06.2024. zabilježeno je sunčano vrijeme bez naoblake. Prema podacima Europskog centra za srednjoročne prognoze vremena (ECMWF) temperatura mora iznosila je 22 °C, površinski tlak zraka iznosio je 1014 hPa, relativna vlažnost iznosila je oko 61 %, ukupna količina vodene pare u stupcu zraka iznosila je 31 kg m⁻² a ukupna količina ozona u vertikalnom stupcu pri površini izražena u Dobsonovim jedinicama iznosila je 331 D.U. Na slici 3 prikazane su karte koncentracije klorofila a.

DATUM: 10.06.2024.



Slika 4. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore), te obrađenom snimkom na kojoj je kartirana vrijednost koncentracije klorofila a za područje Parka prirode Telašćica (dolje) na datum 10.06.2024.

Na datum 10.06.2024. zabilježeno je sunčano vrijeme bez naoblake. Prema podacima ECMF-a temperatura mora iznosila je 23 °C, površinski tlak zraka iznosio je 1006 hPa, relativna vlažnost iznosila je oko 78 %, ukupna količina vodene pare u stupcu zraka iznosila je 32 kg m⁻² a ukupna količina ozona u vertikalnom stupcu pri površini izražena u Dobsonovim jedinicama iznosila je 342 D.U. Na slici 4 prikazane su karte koncentracije

klorofila a.

DATUM: 15.06.2024.

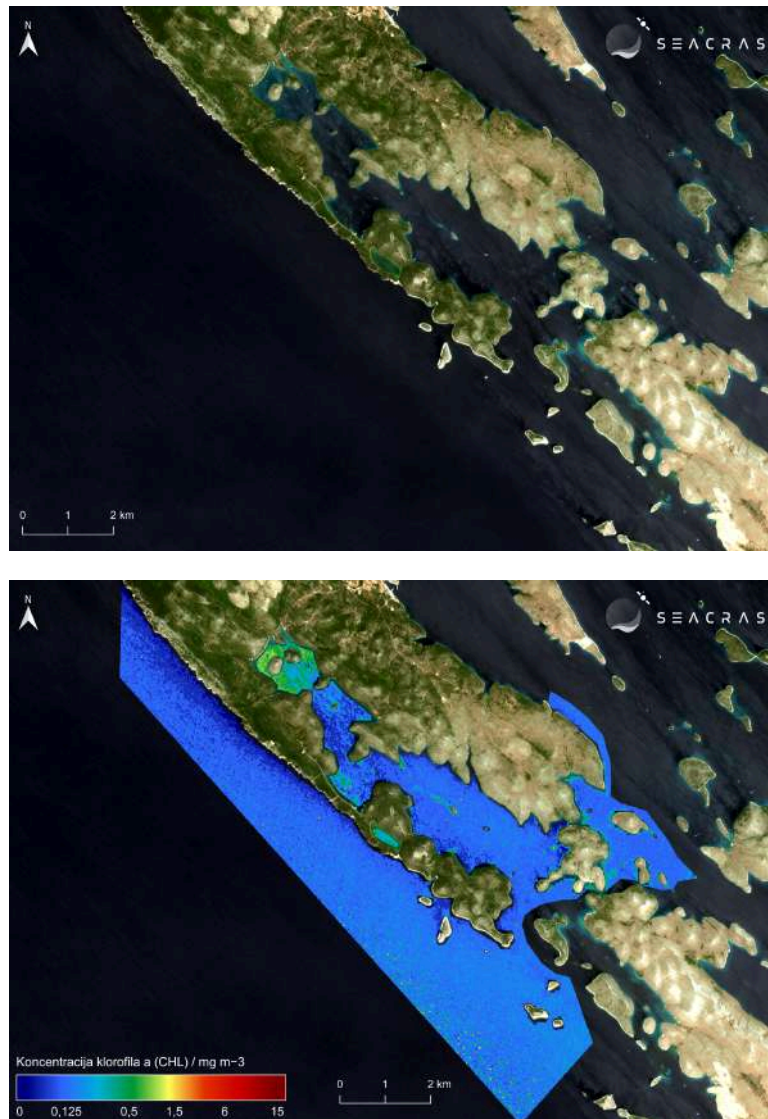


Slika 5. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore), te obrađenom snimkom na kojoj je kartirana vrijednost koncentracije klorofila a za područje Parka prirode Telašćica (dolje) na datum 15.06.2024.

Na datum 15.06.2024. zabilježeno je sunčano vrijeme bez naoblake. Prema podacima ECMF-a temperatura mora iznosila je 23 °C, površinski tlak zraka iznosio je 1014 hPa, relativna vlažnost iznosila je oko 71 %, ukupna količina vodene pare u stupcu zraka iznosila je 26 kg m⁻², a ukupna količina ozona u vertikalnom stupcu pri površini izražena u

Dobsonovim jedinicama iznosila je 339 D.U. Na slici 5 prikazane su karte koncentracije klorofila a.

DATUM: 30.06.2024.



Slika 6. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore), te obrađenom snimkom na kojoj je kartirana vrijednost koncentracije klorofila a za područje Parka prirode Telašćica (dolje) na datum 30.06.2024.

Na datum 30.06.2024. zabilježeno je sunčano vrijeme. Prema podacima ECMF-a temperatura mora iznosila je 26 °C, površinski tlak zraka iznosio je 1012 hPa, relativna vlažnost iznosila je oko 65 %, ukupna količina vodene pare u stupcu zraka iznosila je 31 kg m⁻², a ukupna količina ozona u vertikalnom stupcu pri površini izražena u Dobsonovim jedinicama iznosila je 317 D.U. Na slici 6 prikazane su karte koncentracije klorofila a.

STATISTIČKA ANALIZA

Na slici 1 je prikazano područje na kojim je provedena statistička analiza valjanih piksela. Srednja vrijednost određena je kao usrednjenje svih validnih piksela unutar zadanog poligona:

$$\text{CHL} = \frac{\sum_i^N p_i}{N} \quad \text{Jed. 1}$$

gdje je p vrijednost pojedinog piksela, a N ukupni broj piksela. Standardna devijacija određena je izrazom:

$$\text{s. d.} = \frac{\sum_i^N (p_i - \text{CHL})^2}{N-1} \quad \text{Jed. 2}$$

Medijan predstavlja srednju vrijednost u nizu podataka nekog statističkog skupa poredanih od najmanjeg prema najvećem koja dijeli skup na dva jednaka dijela. Za asimetrične distribucije (kakve su uobičajeno za koncentracije klorofila a u priobalnim vodama) medijan je bolji procjenitelj prave očekivane vrijednosti distribucije, pogotovo u slučaju većeg broja odstupanja (outlier-a).



Slika 7. Definirano područje statističke analize. Narančastom bojom je definirano cijelo područje, dok su Lokacije 1 - 7 posebno istaknuta područja nad kojima je izvršena dodatna statistička analiza.

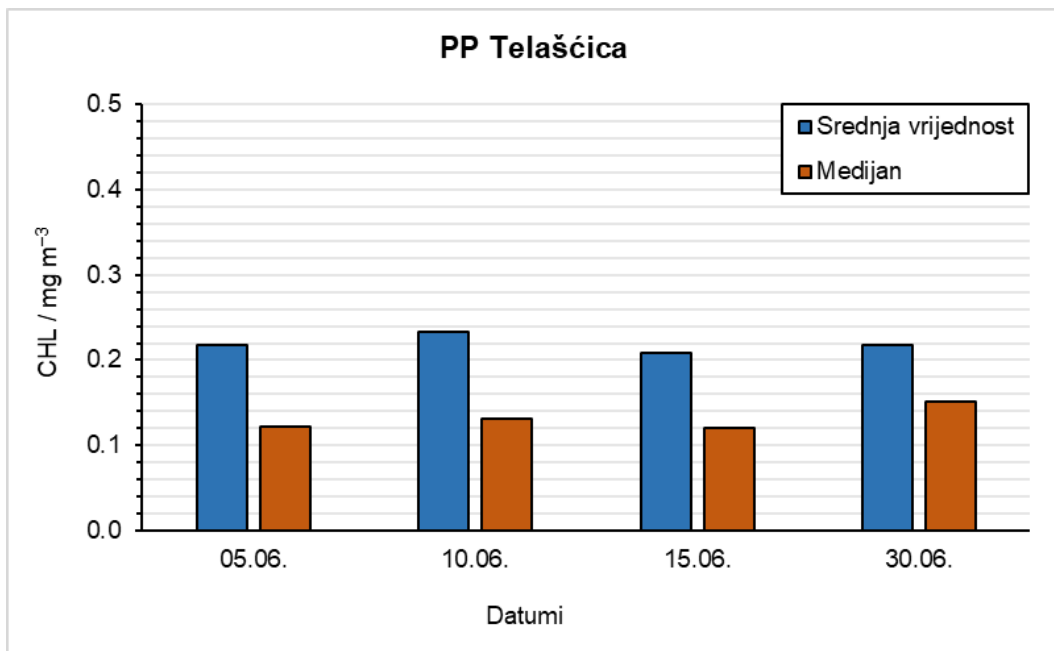
Ulogu standardne devijacije treba uzeti u razmatranje kao veličinu koja definira kolika je varijabilnost u vrijednostima na određenom prostoru i ne mora biti prava procjena standardne greške, pogotovo jer nije riječ o standardnoj raspodjeli vrijednosti koncentracije klorofila *a*. Usporedba srednje vrijednosti i medijana je još jedan pokazatelj prave prosječne vrijednosti koncentracije klorofila *a* nad određenim prostorom. Naime što je sličnija vrijednosti medijana i srednje vrijednosti to ukazuje na manju varijabilnost u podacima i potencijalno manjem broju outlier-a, a u odsustvu sistematičnog doprinosa koncentraciji klorofila *a* ukazuje i na pravu vrijednost takve distribucije.

Statistička analiza cijelog područja PP Telašćica

U tablici 1 dane su brojčane vrijednosti statističkog određivanja koncentracije klorofila *a* za cijelu površinu PP Telašćica, svih pet datuma u lipnju. Srednja vrijednost određena je kao usrednjenje svih validnih piksela unutar zadanog poligona (slika 7). Srednja vrijednost prikazana je na dvije signifikantne znamenke, iako je standardna devijacija svih piksela na jednoj signifikantnoj znamenki. Razlog je što standardna devijacija u ovom slučaju nije najbolja procjena standardne greške već upućuje na značajnu prostornu varijabilnost u koncentraciji klorofila *a*.

Tablica 1. Srednja vrijednost, standardna devijacija i medijan vrijednosti koncentracije klorofila *a* za piksele unutar područja monitoringa za PP Telašćica u lipnju 2024.

| Datum | CHL / mg m ⁻³ | | |
|--------|--------------------------|-----------------------|---------|
| | srednja vrijednost | standardna devijacija | medijan |
| 05.06. | 0,22 | 0,30 | 0,12 |
| 10.06. | 0,23 | 0,31 | 0,13 |
| 15.06. | 0,21 | 0,28 | 0,12 |
| 30.06. | 0,22 | 0,27 | 0,15 |



Slika 8. Stupčasti grafikon s prikazom srednje vrijednosti i medijana koncentracije klorofila a za sve datume u lipnju 2024.

Iz tablice 1 i slike 8 vidljivo je da koncentracija srednje vrijednosti klorofila a na području PP Telašćica varira u rasponu od 0,21 do 0,23 mg m⁻³, dok medijan vrijednosti koncentracije klorofila a varira u rasponu od 0,12 do 0,15 mg m⁻³ što spada u kategoriju oligotrofnih priobalnih voda s niskom stopom eutrofikacije.

Statistička analiza posebno definiranih područja unutar PP Telašćica

U tablici 2 prikazane su koordinate posebno definiranih područja, Lokacije 1-7 nad kojima je izvršena statistička analiza (slika 7).

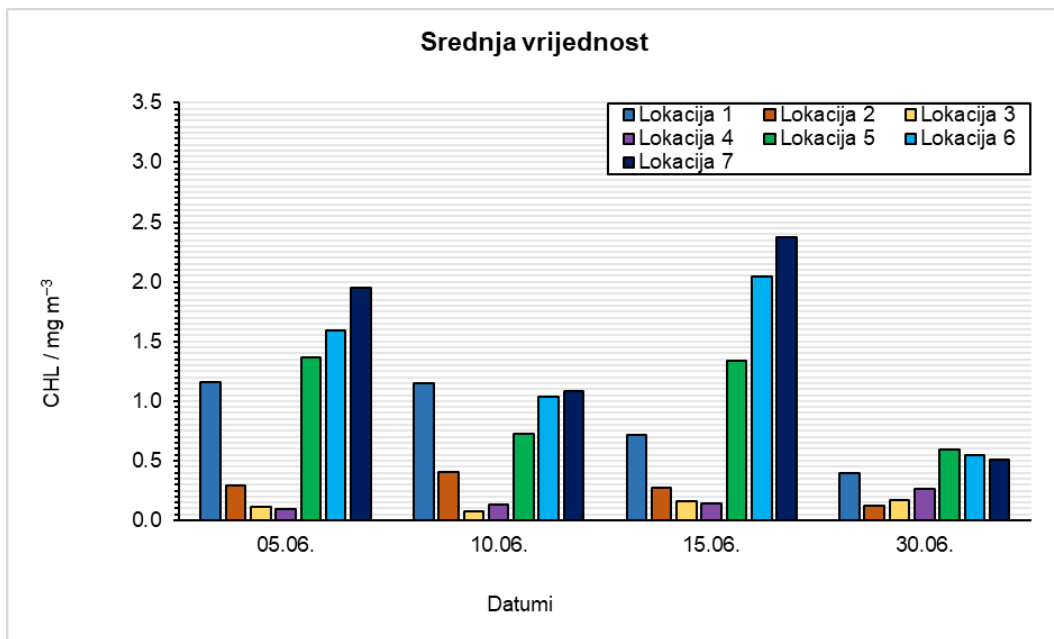
Tablica 2. Posebno definirane lokacije monitoringa unutar područja monitoringa za PP Telašćica (Lokacije 1 - 4).

| Lokacija | Geografska dužina | Geografska širina |
|----------|-------------------|-------------------|
| 1 | 15,1426° E | 43,9182° N |
| 2 | 15,1539° E | 43,9058° N |
| 3 | 15,1910° E | 43,8880° N |
| 4 | 15,1497° E | 43,8846° N |
| 5 | 15,1658° E | 43,8862° N |
| 6 | 15,1389° E | 43,9264° N |
| 7 | 15,1349° E | 43,9250° N |

U tablici 3 dane su brojčane vrijednosti statističkog određivanja koncentracije klorofila a u PP Telašćica za sva tri datuma na posebno definiranim područjima, Lokacijama 1-7 definiranim u tablici 2 i na slici 7.

Tablica 3. Srednja vrijednost koncentracije klorofila a u lipnju za posebno definirane lokacije monitoringa unutar područja monitoringa za PP Telašćica (Lokacije 1 - 7).

| Datum | CHL / mg m ⁻³ | | | | | | |
|--------|--------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Lokacija 1 | Lokacija 2 | Lokacija 3 | Lokacija 4 | Lokacija 5 | Lokacija 6 | Lokacija 7 |
| 05.06. | 1,15 | 0,30 | 0,11 | 0,10 | 1,37 | 1,59 | 1,95 |
| 10.06. | 1,15 | 0,41 | 0,07 | 0,13 | 0,73 | 1,04 | 1,08 |
| 15.06. | 0,72 | 0,27 | 0,16 | 0,14 | 1,33 | 2,05 | 2,37 |
| 30.06. | 0,40 | 0,12 | 0,17 | 0,27 | 0,59 | 0,55 | 0,51 |



Slika 9. Stupčasti grafikon s prikazom srednje vrijednosti koncentracije klorofila a na Lokacijama 1 - 7 za sve datume u lipnju 2024.

Iz tablice 3 i grafikona na slici 9 vidljivo je da srednje vrijednosti koncentracije klorofila a na području PP Telašćica imaju dodatnu prostornu varijabilnost, ovisno o koordinatama mikrolokacija (Lokacije 1 – 7) koje su naznačene na slici 7.

Sve lokacije spadaju u kategoriju oligotrofnih priobalnih voda s niskom stopom eutrofikacije. Lokacija 5 odnosi se na jezero Mir te je najzatvoreniji tip vodnog tijela od svih proučavanih mikrolokacija te pokazuje sustavno znatno veću eutrofikaciju što je očekivano. Lokacije 1, 6 i 7 također se nalaze u zatvorenijem tipu vodnog tijela te pokazuju veću eutrofikaciju od prosjeka. Uz to, na lokacijama 6 i 7 (uvale Magrovica i Podugopolje) zamijećena je povećana procjena klorofila a koja je rezultat jače refleksije s dna.

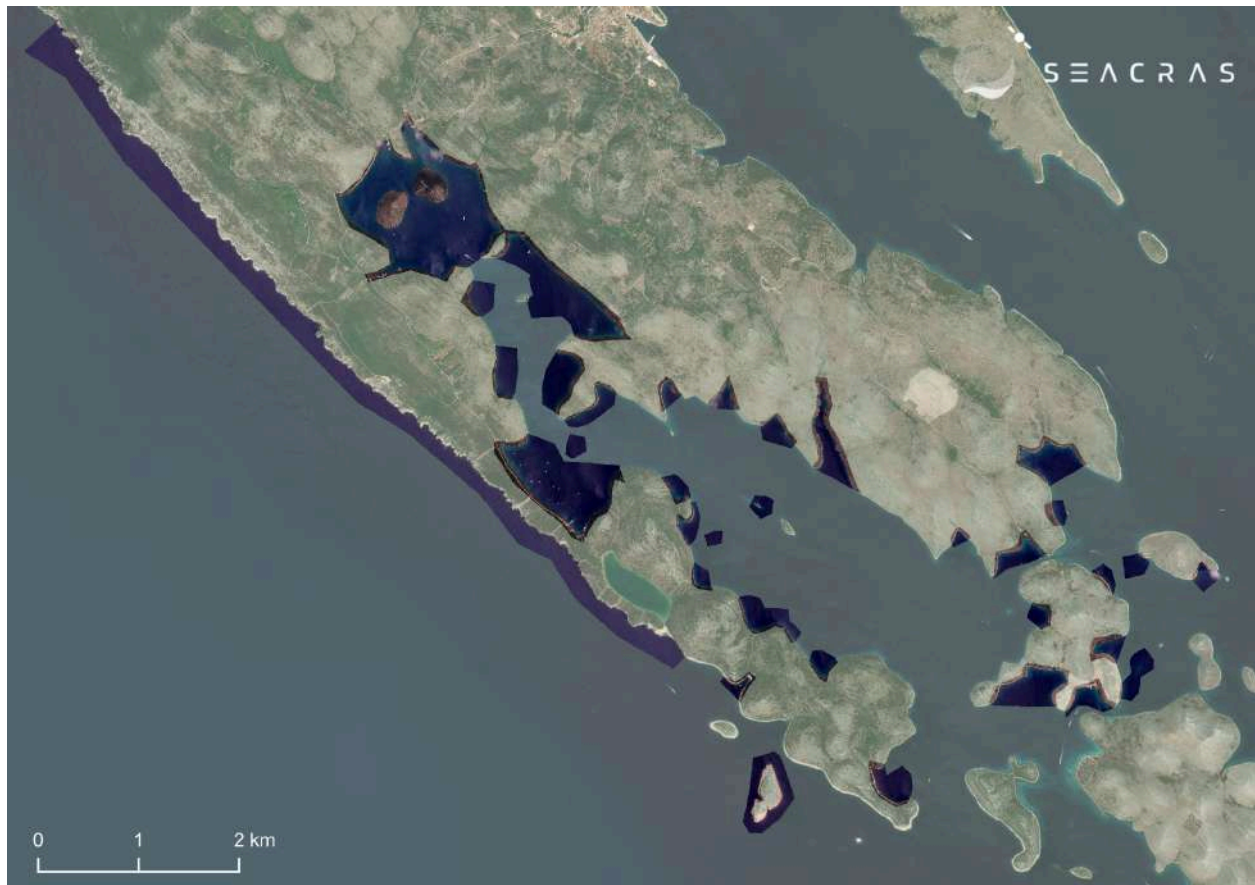
Koncentracija klorofila a na lokaciji 1 varira između 0,40 i 1,15 mg m⁻³. Koncentracija klorofila a na lokaciji 2 varira između 0,12 i 0,41 mg m⁻³. Koncentracija klorofila a na lokaciji 3 varira između 0,07 i 0,17 mg m⁻³. Koncentracija klorofila a na lokaciji 4 varira između 0,10 i 0,27 mg m⁻³. Koncentracija klorofila a na lokaciji 5 varira između 0,59 i 1,37 mg m⁻³.

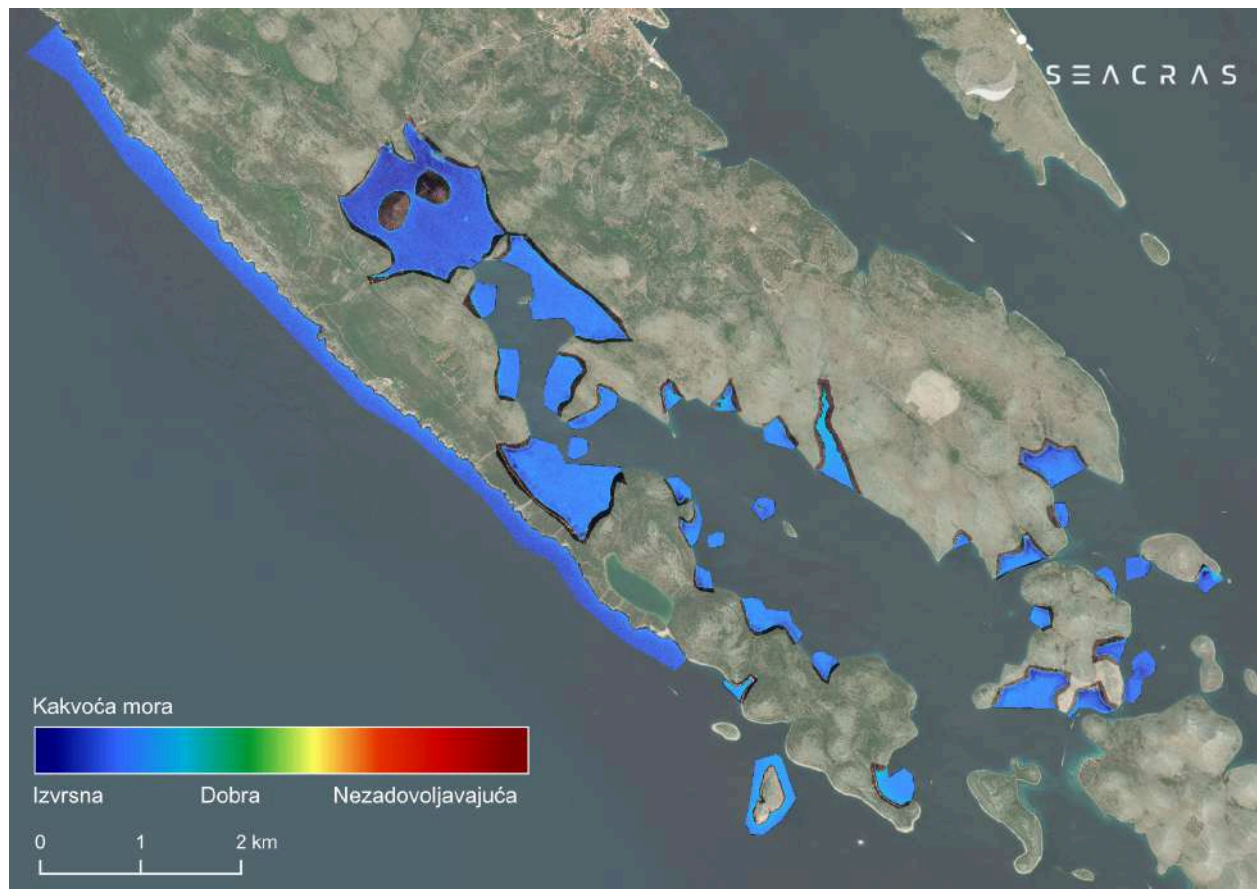
Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 6 varira između 0,55 i 2,05 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 7 varira između 0,51 i 2,37 mg m⁻³.

MJERENJE ANTROPOGENOG PRITISKA - praćenje izvora potencijalnih onečišćenja visoke prostorne razlučivosti

Procjena kakvoće mora

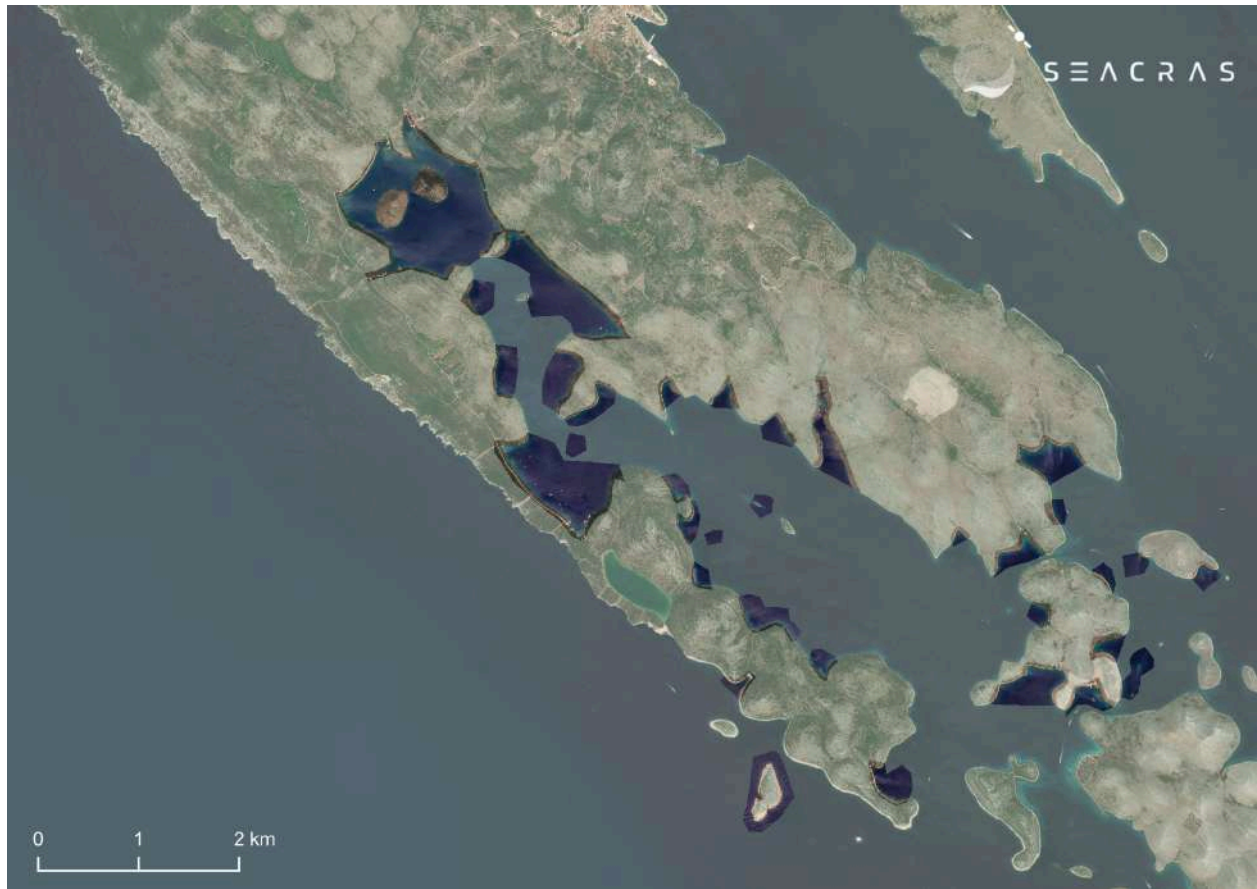
Dan, datum i vrijeme: utorak, 04.06., 11:55h

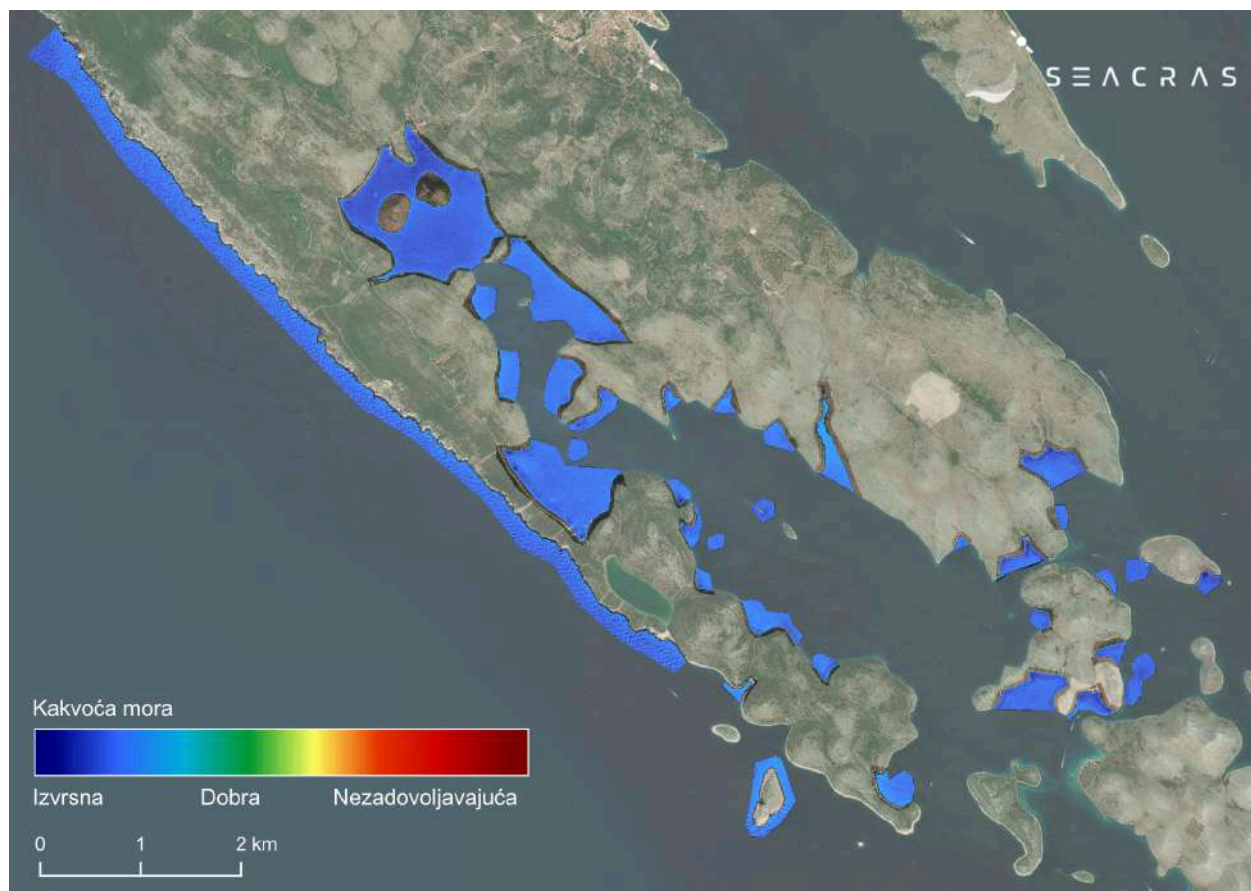




Slika 10. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore) te obrađenom snimkom (dolje) na datum 04.06.2024.

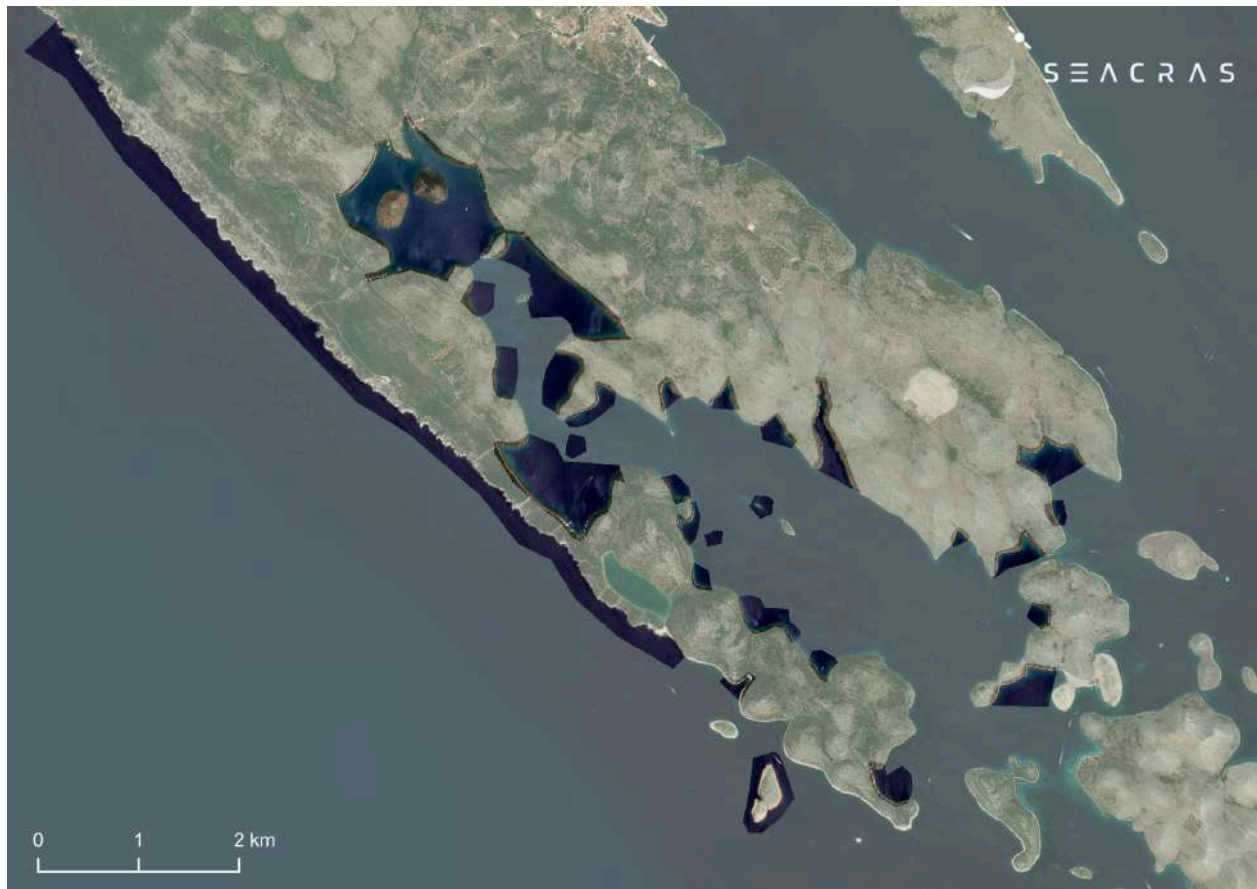
Dan, datum i vrijeme: ponedjeljak, 10.06., 12:01h

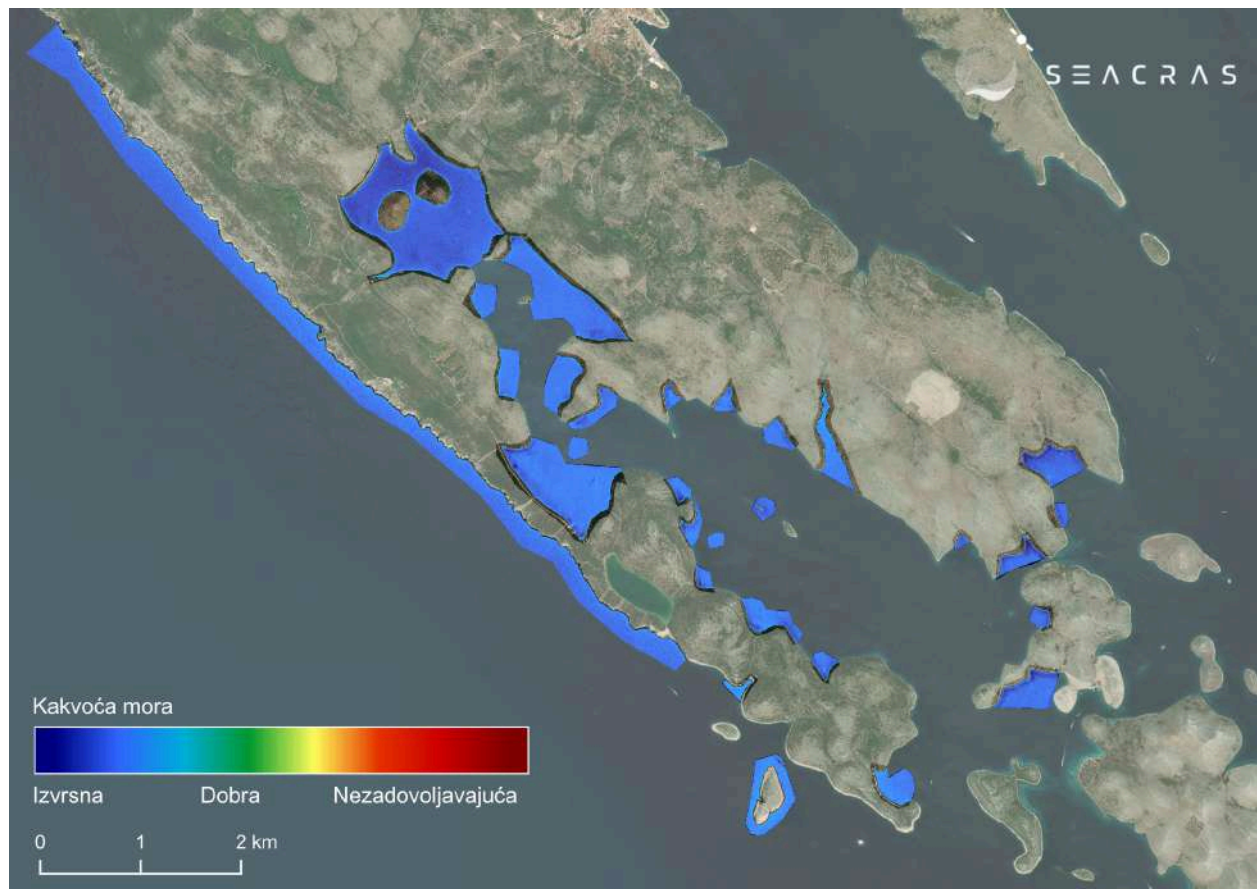




Slika 11. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore) te obrađenom snimkom (dolje) na datum 10.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: subota, 15.06., 11:59h

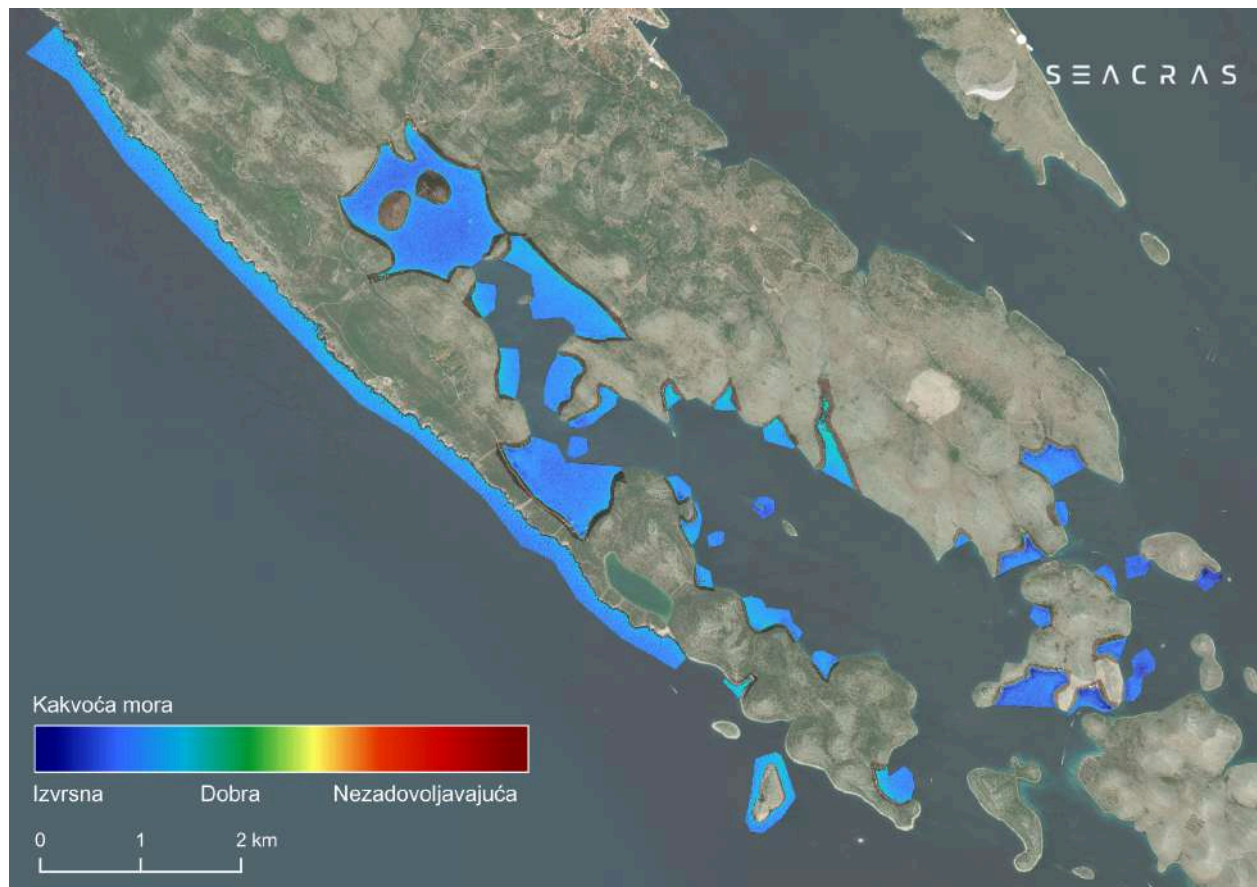




Slika 12. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore) te obrađenom snimkom (dolje) na datum 15.06.2024.

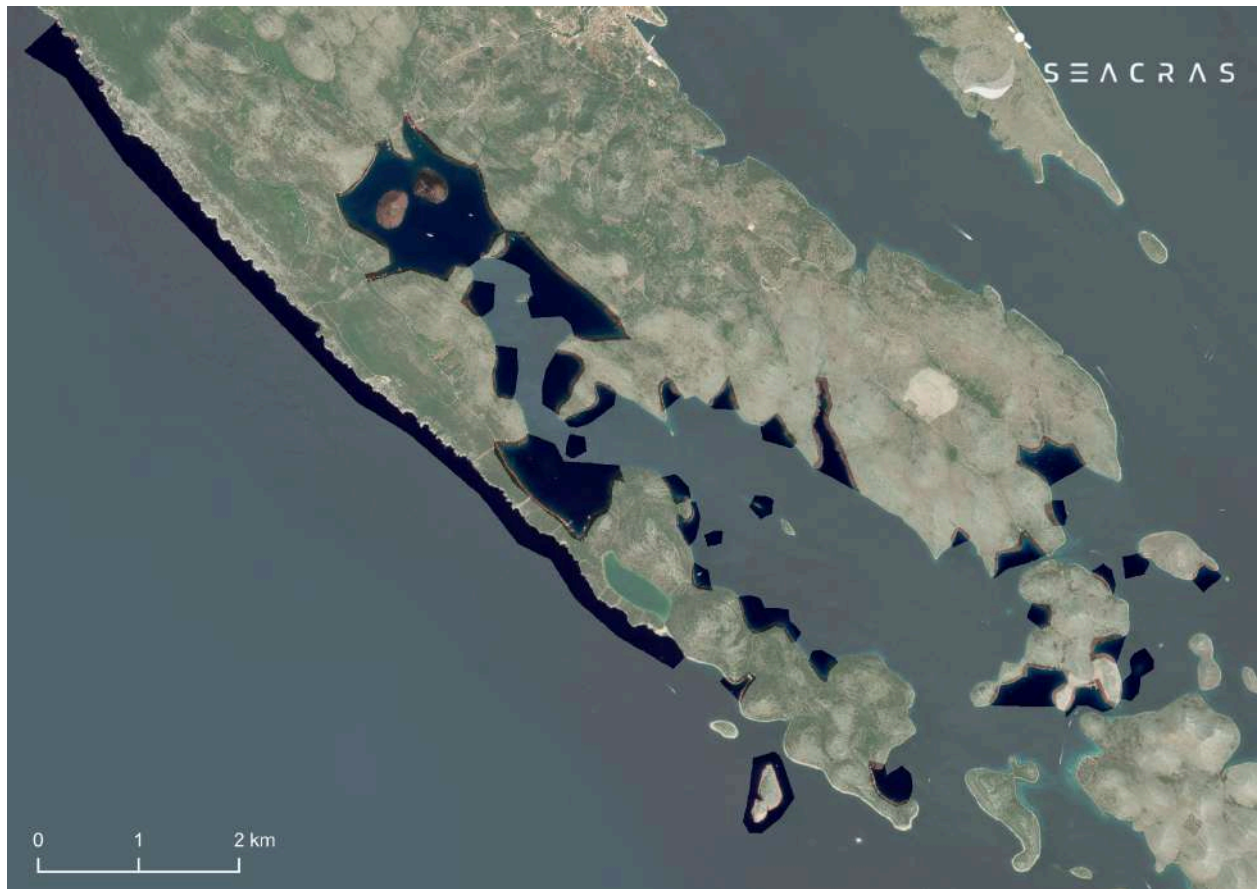
Dan, datum i vrijeme: subota, 22.06., 11:59h

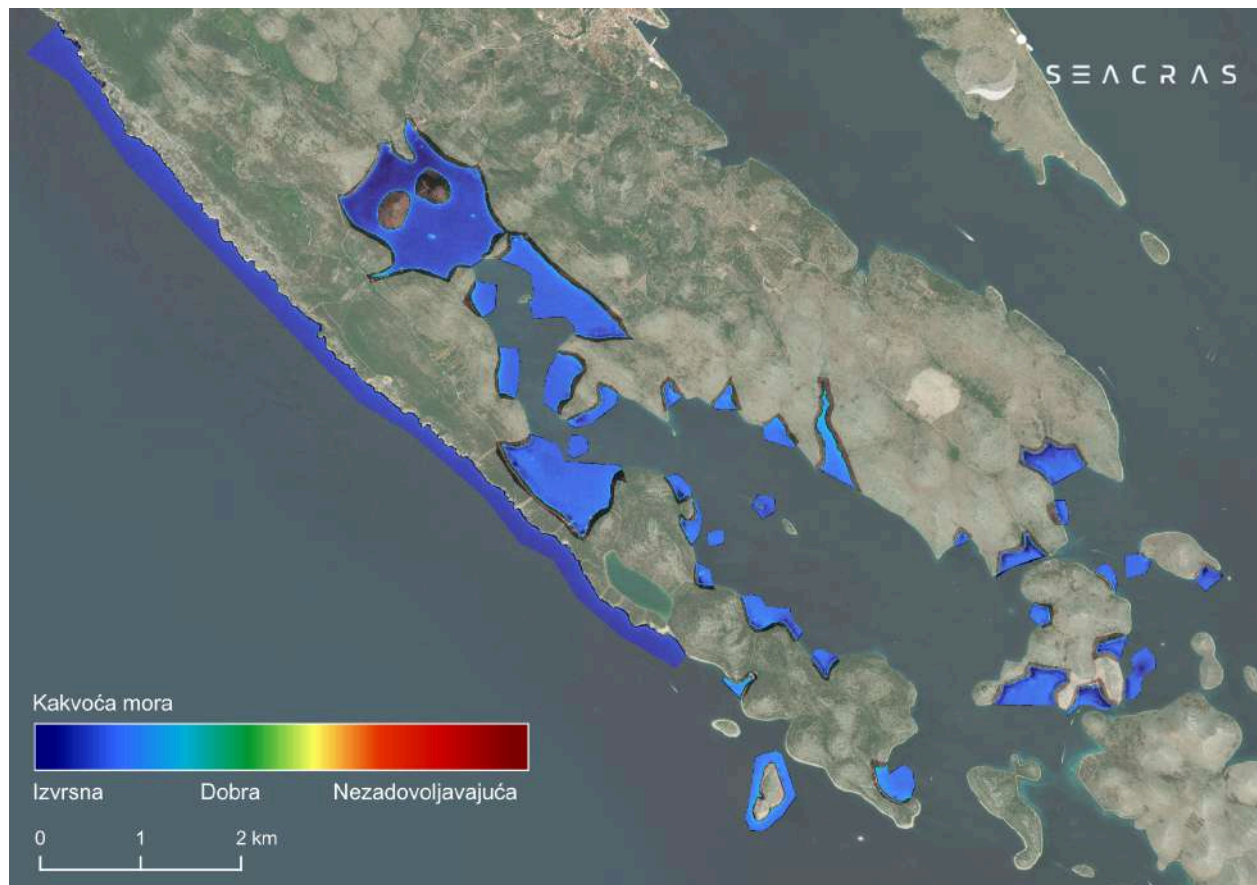




Slika 13. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore) te obrađenom snimkom (dolje) na datum 22.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: subota, 29.06., 11:22h





Slika 14. Panel sa satelitskom snimkom u RGB formatu (gore) te obrađenom snimkom (dolje) na datum 29.06.2024.

Detekcija plovila

Detekcija plovila je provedena na lokacijama P1 - P35 gdje su se plovila kategorizirala u dvije klase – plovila duljine do 15 m i plovila iznad 15 m duljine.

Dan, datum i vrijeme: utorak, 4.6., 11:55h



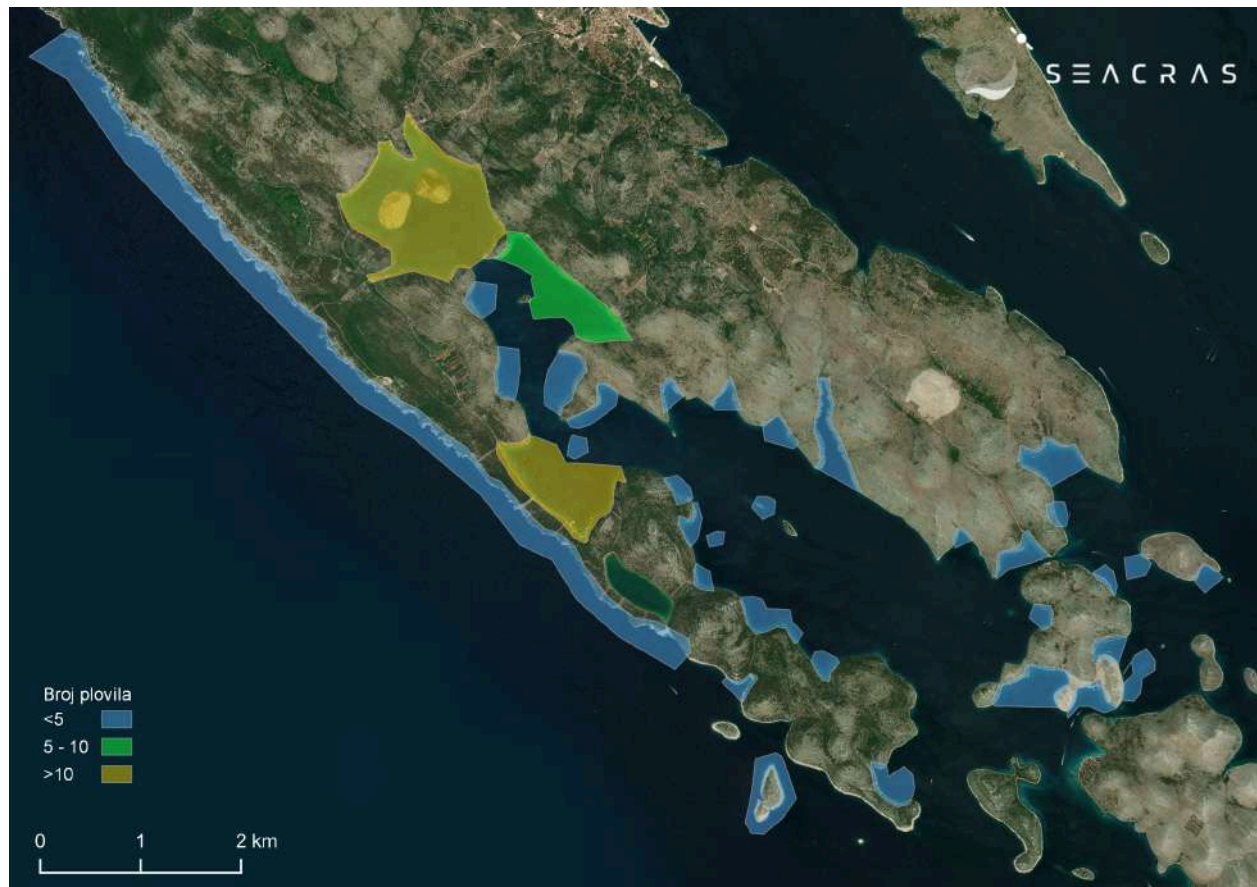
Slika 15. Tematska karta gustoće plovila u promatranim područjima PP Telašćica na datum 04.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: subota, 15.06., 11:59h



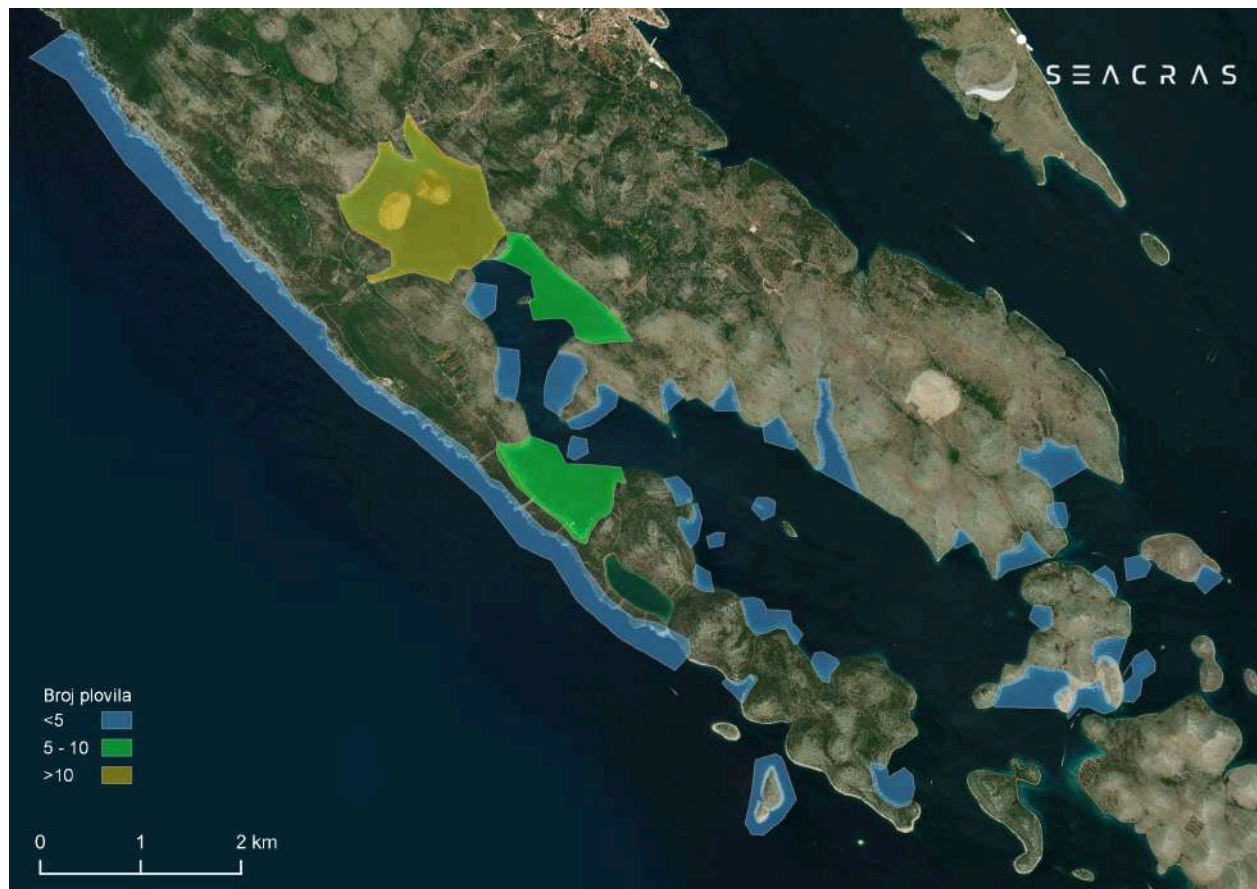
Slika 16. Tematska karta gustoće plovila u promatranim područjima PP Telašćica na datum 15.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: četvrtak, 20.06., 11:59h



Slika 9. Tematska karta gustoće plovila u promatranim područjima PP Telašćica na datum 20.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: subota, 22.06., 11:59h

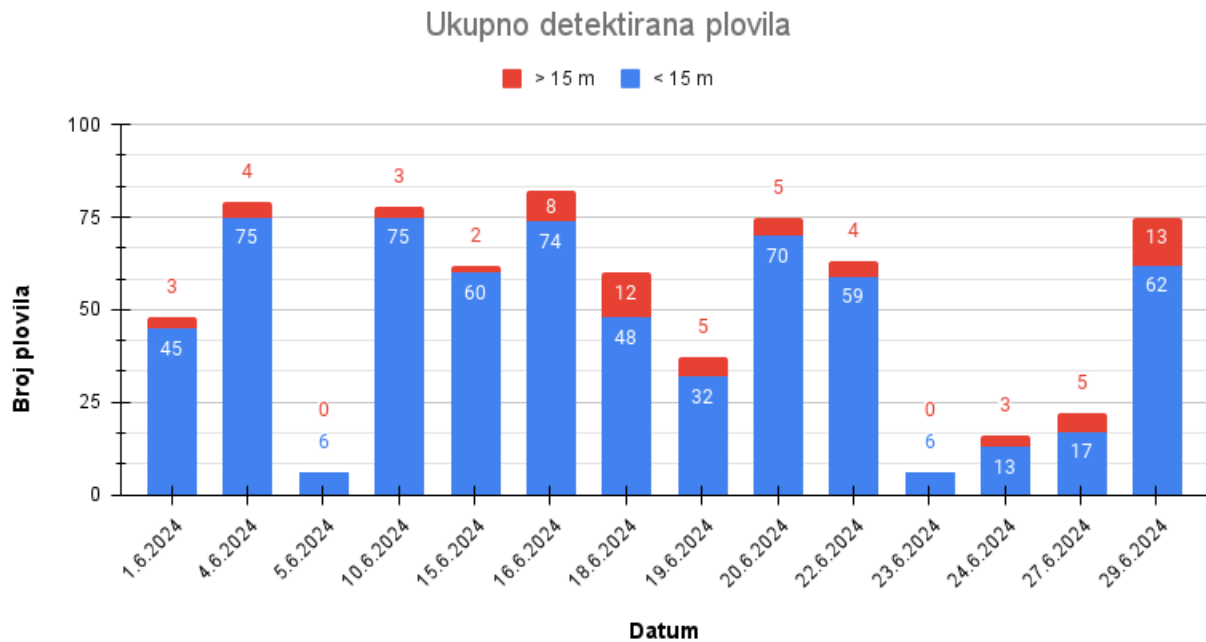


Slika 17. Tematska karta gustoće plovila u promatranim područjima PP Telašćica na datum 22.06.2024.

Dan, datum i vrijeme: subota, 29.06., 11:22h



Slika 18. Tematska karta gustoće plovila u promatranim područjima PP Telašćica na datum 29.06.2024.



Slika 19. Složeni stupčasti dijagram raspodjele ukupno detektiranih plovila za sve raspoložive datume u mjesecu lipnju, 2024.

Grafički prikaz raspodjele ukupno detektiranog broja plovila (slika 19) temeljen je na svim raspoloživim satelitskim snimkama visoke rezolucije u mjesecu lipnju. Važno je napomenuti da za neke datume snimka ne obuhvaća sveukupna definirana područja (slika 2), ovisno o atmosferskim uvjetima. Zbog toga, ukupan broj plovila prikazan za te datume može biti manji od stvarnog.

ZAKLJUČAK

U periodu od 01. lipnja 2024. do 01. srpnja 2024. proveden je satelitski monitoring na području PP Telašćica. Obradom četiri satelitske snimke određena je vrijednost koncentracije klorofila *a* i kreirane su karte koncentracije klorofila *a* na području monitoringa.

Provedena je statistička analiza i zaključeno je da je u **lipnju** na širem području PP Telašćica koncentracija klorofila *a* varirala između 0,21 do 0,23 mg m⁻³, dok je medijan vrijednosti koncentracije klorofila *a* varirao u rasponu od 0,12 do 0,15 mg m⁻³ što spada u kategoriju oligotrofnih priobalnih voda s niskom stopom eutrofikacije.

Provedena je dodatna statistička analiza utjecaja mikrolokacije gdje se promatrao utjecaj otvorenog mora i zatvorenost vodnog tijela na razinu eutrofikacije.

Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 1 varira između 0,40 i 1,15 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 2 varira između 0,12 i 0,41 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 3 varira između 0,07 i 0,17 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 4 varira između 0,10 i 0,27 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 5 varira između 0,59 i 1,37 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 6 varira između 0,55 i 2,05 mg m⁻³. Koncentracija klorofila *a* na lokaciji 7 varira između 0,51 i 2,37 mg m⁻³.

Također, provedeno je i satelitsko praćenje definiranih područja (slika 2) koja su pod nadležnošću PP Telašćica. Korištenjem satelitskih snimaka visoke rezolucije, provedeno je praćenje kakvoće mora i identificiran je broj usidrenih plovila.

Za vrijeme trajanja monitoringa nisu detektirana iznenadna onečišćenja mora uzrokovana antropogenim učinkom upravljanja plovilima, kao npr. izljevom goriva, mazuta, ili crnog tanka.

Detekcija plovila

- Provedena je detekcija plovila većih od 5 m, te su plovila kategorizirana u dvije klase, manje od 15 m duljine i više od 15 m duljine.
- Za vrijeme trajanja monitoringa nije uočena korelacija između detektiranih plovila i promjene trenda kvalitete mora, odnosno nije uočeno pogoršanje kvalitete mora koje bi se moglo pripisati povećanoj prisutnosti plovila.

NAPOMENA O POHRANI PODATAKA: SEA CRAS d.o.o. pohranjuje na svojim serverima sve obrađene podatke o stanju morskog okoliša, detekciji i nadzoru brodova na vezovima i sidrištima i snimke na period od godinu dana od dana kraja monitoringa. U tom period je moguće zatražiti pristup svim obrađenim podacima, koje je moguće dobiti u odgovarajućim formatima.