

DINAMIKA, TEMPERATURA IN SLANOST MORJA V MARCU 2024

Sea dynamics, temperature and salinity in March 2024

Daniela Turk, Špela Colja

Marca 2024 smo zabeležili rekordne mesečne temperature morja. Na mareografski postaji Koper so vse tri izmerjene temperature morja, najvišja mesečna temperatura (T_{vk}), 15,6 °C, srednja temperatura (T_s), 13,3 °C in najnižja temperatura (T_{nk}), 11,8 °C, presegle maksimalne vrednosti v referenčnem obdobju 1991–2020. Visoke temperature morja so sovpadale z nadpovprečnimi temperaturami zraka. V marcu je morje na mareografski postaji Koper dvakrat prestopilo visokovodno vrednost 300 cm in sicer 10. in 27. marca pozno zvečer, ko je merjena višina morja odstopala od astronomske plime (vir: https://www.arso.gov.si/vode/morje/Plima2024_a5.pdf) za okrog 40 cm. Na dvig gladine morja nad pričakovano astronomsko višino v marcu 2024 je vplivalo predvsem sovpadanje prehoda ciklonov oziroma znižanje zračnega tlaka nad območjem, močnejši veter in povišano valovanje iz jugozahodne smeri ter visoka astronomska plima v času mrka in tik pred polno luno. V tem času smo zabeležili tudi večjo količino padavin na obali in posledično večje pretoke rek, ki se izlivajo v Tržaški zaliv. Morje je 10. in 27. marca poplavelo **izpostavljene dele obale** (vir: <https://spin3.sos112.si/javno/porocilo/dnevnibilten>). Zaradi visoke gladine morja ob plimovanju je bila v Piranu prožena sirena javnega alarmiranja z opozorilom na nevarnost.

Višina morja

Preglednica 1. Značilne mesečne vrednosti višin morja marca 2024 in v primerjalnem obdobju 1991–2020
Table 1. Characteristic sea levels in March 2024 and in the reference period 1991–2020

VIŠINA MORJA / SEA LEVEL					
Mareografska postaja Koper/ Tide gauge Koper					
Marec 2024			Marec 1991–2020*		
	čas	cm	minimalna	povprečna	maksimalna
			cm	cm	cm
NVVV	10. 3., 21.50	322	261	294	345
SMV	—	236	200	216	245
NNNV	22. 3., 14.20	159	118	142	174

*niz podatkov ni homogen / the data set is not homogeneous
Legenda/Explanations:

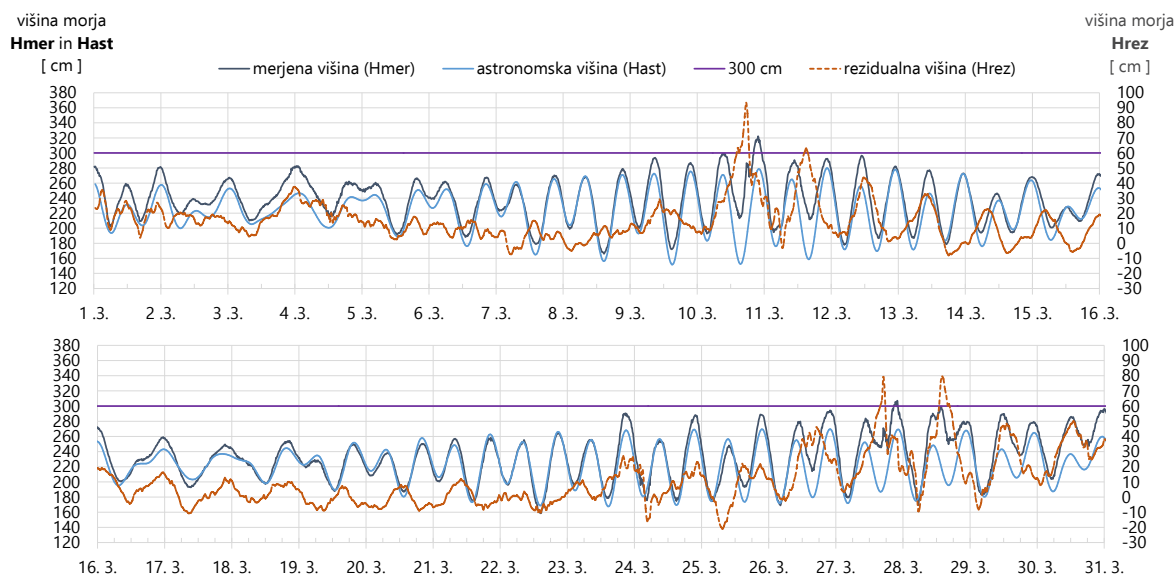
SMV srednja mesečna višina morja je aritmetična sredina urnih višin morja v mesecu / Mean Monthly Water is the arithmetic average of mean daily water heights in month
NVVV najvišja višja visoka voda je najvišja višina morja, odčitana iz srednje krivulje urnih vrednosti / The Highest Higher High Water is the highest height water in month.
NNNV najnižja nižja nizka voda je najnižja višina morja, odčitana iz srednje krivulje urnih vrednosti / The Lowest Lower Low Water is the lowest low water in month

Srednja mesečna višina morja (SMV) na mareografski postaji Koper je bila v marcu 2024 višja od povprečja. Znašala je 236 cm in bila 3. najvišja marčevska SMV v primerjavi z višinami v referenčnem obdobju 1991–2020 (preglednica 1). Presegale so jo le višine v letih 2018 (245 cm) in 2013 (239 cm). Tudi najvišja (NVVV) in najnižja (NNNV) zabeležena gladina v letošnjem marcu sta bili višji od povprečja. NVVV 2024 (322 cm) je bila 4. najvišja, NNNV 2024 (159 cm) pa 5. najvišja v primerjavi z 1991–2020.

Izmerjena višina morja je na mareografski postaji v Kopru v tem mesecu dvakrat presegla visokovodno vrednost 300 cm (slika 1). Do tega pojava je prišlo 10. marca pozno zvečer, ko je višina presegla 320 cm

ter 27. pozno zvečer, ko je višina segla do 307 cm (preglednica 2). Od prognozirane astronomske višine je v tem času odstopala za okrog 40 cm (slika 1, rezidualna višina). Najvišje vrednosti rezidualne višine (93 in 79 cm) pa so bile opažene nekaj ur pred najvišjimi izmerjenimi višinami. Astronomska višina je bila 10. marca izrazitejša zaradi obdobja luninega mrka, 27. marca pa zaradi polne lune, ko se pojavijo relativno višje vrednosti plime v mesecu¹. Odstopanje kaže na vpliv vremena, največji vpliv imata zračni tlak in veter. Največja razlika med najvišjo in najnižjo dnevno višino morja (dnevni hod), je bila 28. marca, 130 cm.

Mareografska postaja Koper



Slika 1. Merjena (Hmer), astronomska (Hast) in rezidualna višina morja (Hrez) marca 2024
Figure 1. Measured (Hmer), astronomic (Hast) and residual (Hrez) sea level in March 2024

Valovanje morja

Marca smo na lokaciji oceanografske boje Vide pred Piranom zabeležili nekaj obdobjev povišanega valovanja in močnejšega vetra. Valovi so 10. marca, ko je pihal jugovzhodni in južni veter s sunki do 18 m/s, segli do 1m (slika 2). Med močnejšim južnim in zahodnim vetrom s sunki do 28 m/s, 23. in 24. marca, je bilo opaženo povišano valovanje do 2 m. Tudi med 27. in 28. marcem so se valovi dvignili čez 1 m, ob južnem in jugovzhodnem vetru s sunki do 21 m/s. Valovanje z jugozahodne smeri 10. in 27. marca je sovpadalo z visoko gladino morja in doprineslo k razlivanju morja (preglednica 2). Najvišji valovi z jugovzhodne smeri 24. marca, pa niso povzročili razlivanja morja.

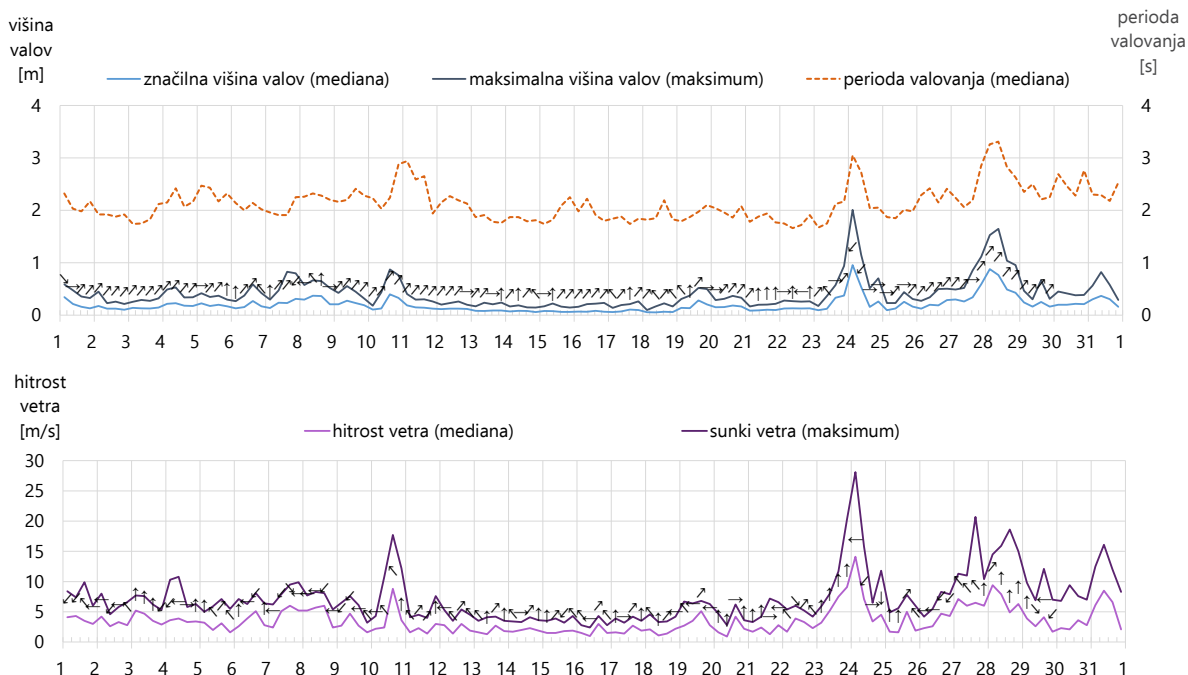
Preglednica 2. Dogodki merjene višine morja nad visokovodno vrednostjo 300 cm marca 2024
Table 2. Events when measured sea level exceeded the high water mark of 300 cm in March 2024.

	Datum/ura	Hmer cm	Hast cm	Hrez cm	WHmax m
1	10. 3., 21.50	322	279	42	1,0–1,5
2	27. 3., 22.00	307	269	38	0,7–0,9

Legenda/Explanations:

Merjena (Hmer), astronomska (Hast) in rezidualna višina morja (Hrez) in maksimalna višina valov (WHmax) marca 2024 / Measured (Hmer), astronomic (Hast) and residual (Hrez) sea level, and maximum wave height (WHmax) in March 2024

Oceanografska boja Vida



Slika 2. Valovanje morja (zgoraj) in hitrost vetra (spodaj) na oceanografski boji Vida v Tržaškem zalivu (6-urni intervali) marca 2024. Smer valovanja in vetra je prikazana s puščicami.

Figure 2. Sea waves (above) and wind speed (below) measured at the oceanographic buoy Vida in Gulf of Trieste (6- hourly intervals) in March 2024. The arrows present the wave and the wind direction.

Temperatura in slanost morja

Marca je bilo morje ekstremno toplo. Vse tri izmerjene temperature morja na mareografski postaji Koper, najvišja mesečna temperatura (T_{vk}), 15,6 °C, srednja temperatura (T_s), 13,3 °C in najnižja temperatura (T_{nk}), 11,8 °C, so presegle maksimalne vrednosti v referenčnem obdobju 1991–2020 (preglednica 3). T_s je bila rekordna v celotnem merjenem obdobju (1957–2024) in kar za 1,4 °C višja od prejšnje najvišje vrednosti v letih 2007 in 2014, 11,9 °C. Tudi T_{vk} in T_{nk} sta za okrog 1,0 °C prekoračili prejšnji najvišji marčevski temperaturi, 14,7 °C (T_{vk}), izmerjeno v letu 2021 in 10,8 °C (T_{nk}) v letu 2007.

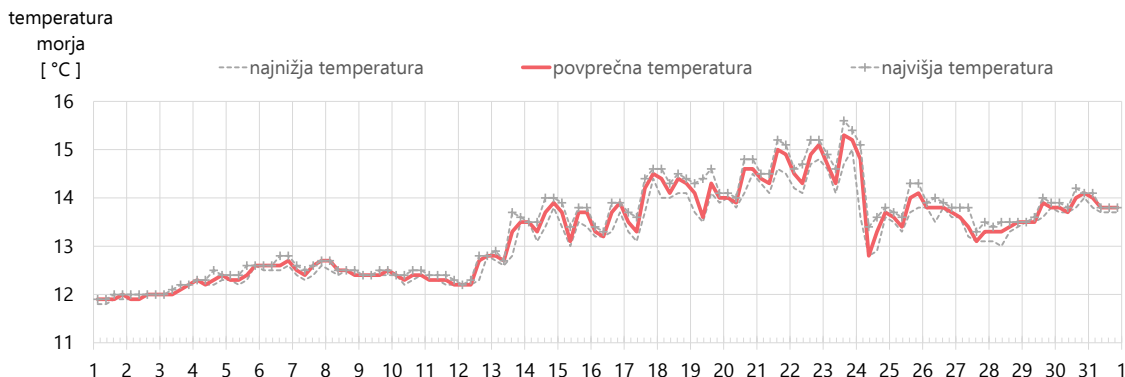
Preglednica 3. Najnižja (T_{nk}), srednja (T_s) in najvišja (T_{vk}) temperatura morja marca 2024 in značilne marčevske temperature morja v primerjalnem obdobju 1991–2020

Table 3. Low (T_{nk}), mean (T_s) and high (T_{vk}) sea surface temperature in March 2024 and characteristic sea surface temperatures in the reference period 1991–2020

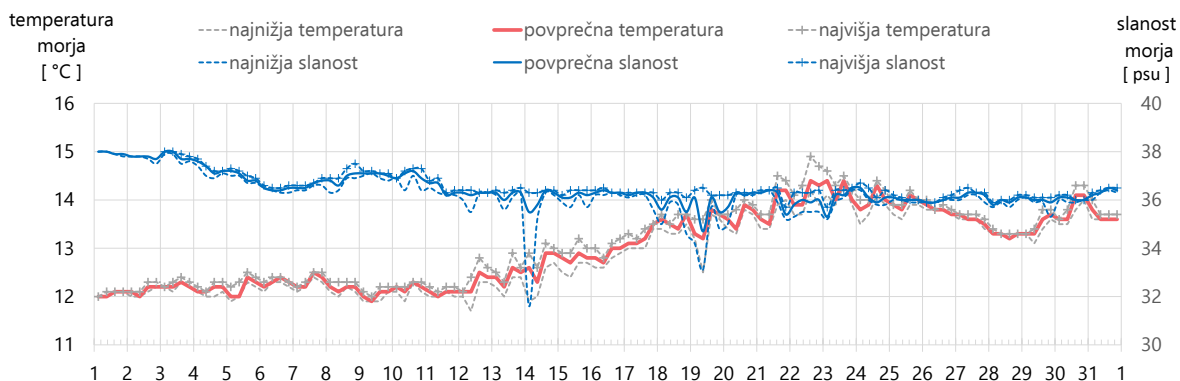
TEMPERATURA MORJA / SEA SURFACE TEMPERATURE					
Mareografska postaja Koper/ Tide gauge Koper					
Marec 2024			Marec 1991–2020*		
	čas	°C	minimalna	povprečna	maksimalna
			°C	°C	°C
T_{vk}	23. 3. 15.20	15,6	10,1	12,5	14,6
T_s	—	13,3	8,2	10,0	11,9
T_{nk}	1. 3. 2.40	11,8	6,2	8,3	10,8

*niz podatkov ni homogen / the data set is not homogeneous

Mareografska postaja Koper



Oceanografska boja Vida



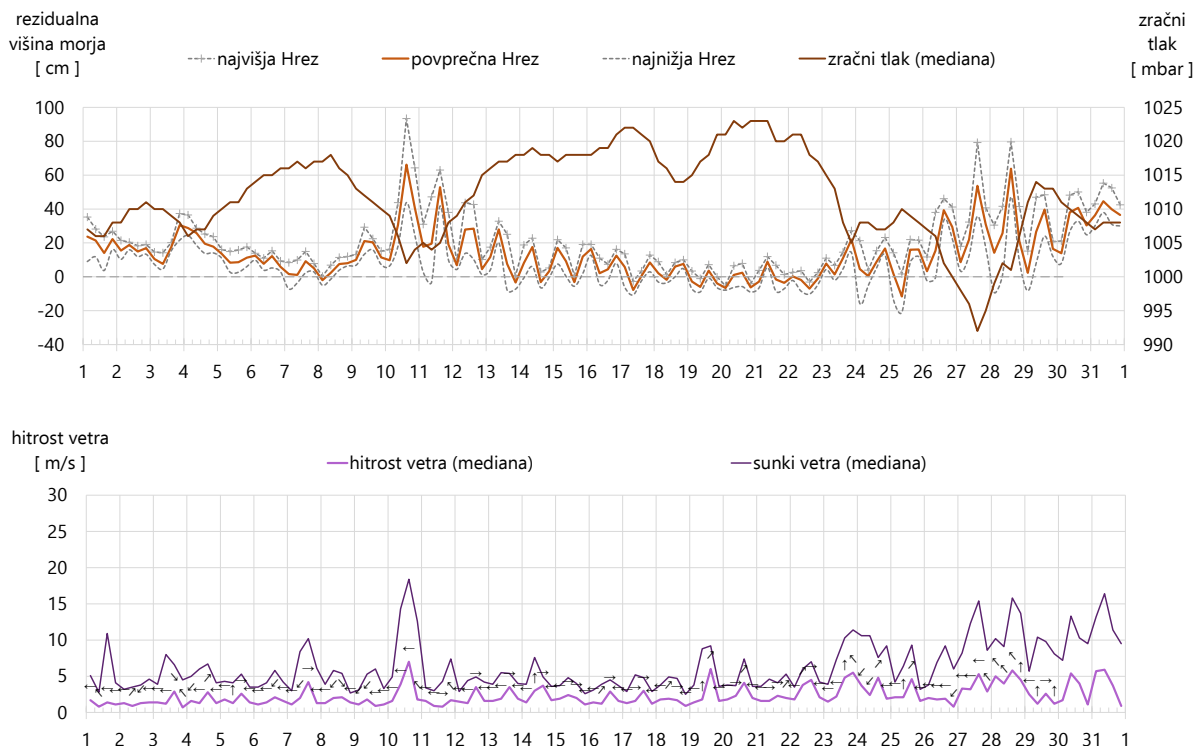
Slika 3. Temperatura morja (6-urni intervali) marca 2024 v Kopru (zgoraj) in Tržaškem zalivu (spodaj)
Figure 3. Sea temperature (6-hourly intervals) in March 2024 at Koper (above) and Gulf of Trieste (below)

Temperatura morja ob obali v Kopru in v Tržaškem zalivu se v prvem obdobju marca ni veliko spreminjala, med 12. in 24. pa se je morje neenakomerno segrevalo od okoli 12 °C do 15 °C (slika 3). V tem obdobju opazimo dnevna nihanja temperature. Bolj izrazito naglo znižanje temperature (za okoli 2 °C) smo 24. zabeležili ob obali v Kopru pri močnejšem vetru in povišanem valovanju v Tržaškem zalivu. Na boji Vida pa je bil padec temperature manj izrazit, kljub močnemu vetru. Ob koncu marca je temperatura morja na obeh lokacijah dosegla malo pod 14 °C. Povprečna slanost morja na boji Vida se je gibala med 34,7 in 38 psu.

Vpliv vremena in rek na dinamiko, temperaturo in slanost morja

V marcu 2024 je na dvig gladine morja nad pričakovano astronomsko višino vplivalo več dejavnikov: sovpadanje prehoda ciklonov oziroma znižanje zračnega tlaka nad območjem, močnejši veter iz južne in zahodne smeri, povišano valovanje iz jugozahodne smeri ter visoka astronomska plima v času mrka in tik pred polno luno¹ (slika 4). Povprečna rezidualna višina morja je v dveh obdobjih nizkega tlaka 10. (manj od 1005 mbar), in 28. marca (manj od 950 mbar) preseгла 60 cm. Najvišja rezidualna višina pa je 10. marca popoldne (ob 15.00) dosegla 93 cm (slika 4, zgoraj).

Mareografska postaja Koper

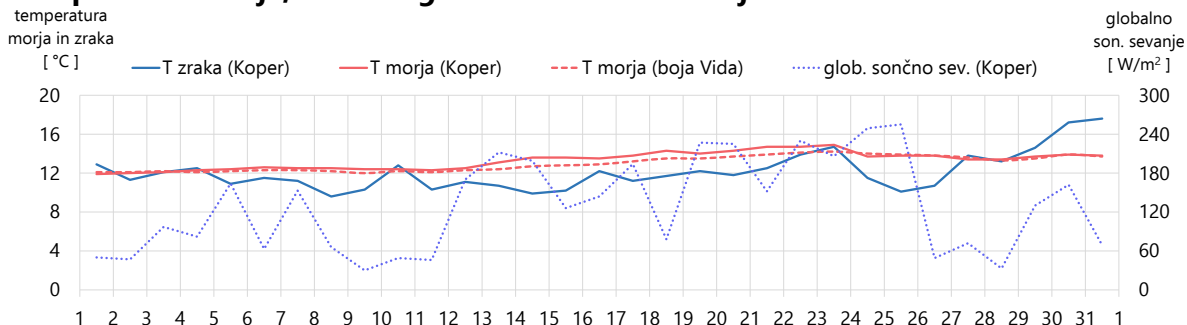


Slika 4. Rezidualna višina morja (Hrez) in zračni tlak (zgoraj) ter hitrost vetra (spodaj) na mareografski postaji Koper (6-urni intervali) marca 2024. Smer vetra je prikazana s puščicami.

Figure 4. Residual sea level (Hrez) and air pressure (above) and wind speed (below) at the Koper mareographic station (6-hour intervals) in March 2024. The arrows present the wind direction.

Na ekstremne temperature in postopno segrevanje morja so vplivale predvsem nadpovprečne temperature zraka in zvišanje globalnega sončnega obsevanja. Na obali v Kopru se je temperatura zraka neenakomerno dvigala od okrog 12 °C na začetku meseca do okrog 18 °C na koncu meseca, morje ob obali pa od okrog 12 °C na začetku meseca do okrog 15 °C (slika 5). Morje je bilo večinoma toplejše od zraka, z izjemo 29.–31. marca, ko je bila temperatura zraka višja od temperature morja. Nagel padec temperature morja 24. je sovpadal s znižanjem temperature zraka.

Temperatura morja, zraka in globalno sončno sevanje

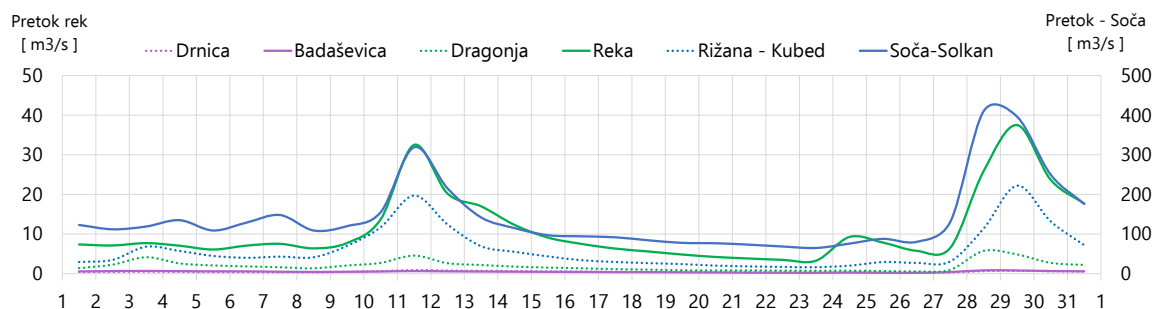


Slika 5. Srednje dnevne vrednosti temperature morja in zraka ter globalnega sončnega sevanja na mareografski postaji Koper ter srednje dnevne temperature morja na oceanografski boji Vida v Tržaškem zalivu marca 2024

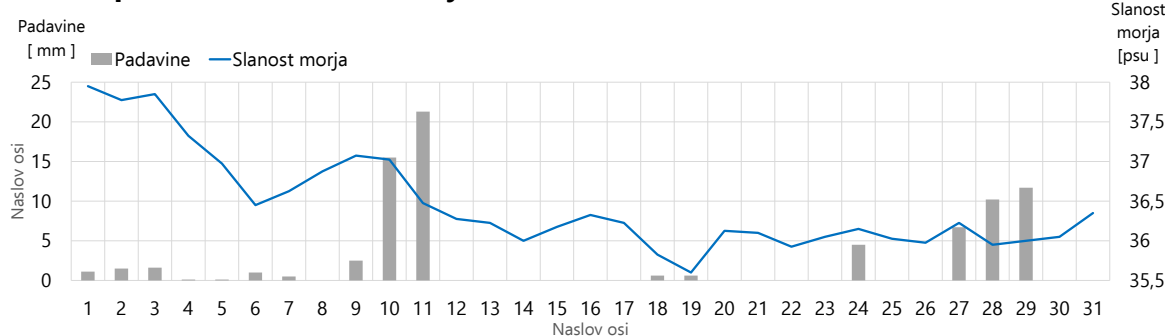
Figure 5. Mean daily values of sea and air temperature and solar radiation at the Koper mareographic station and mean daily sea temperature at the buoy Vida buoy in Gulf of Trieste in March 2024

Na površinsko slanost obalnega morja vpliva kompleksno prepletanje dotoka sladke vode iz rek in padavin (slika 6), izhlapevanja, temperature in gostote morja in podnebnih vzorcev. V dveh obdobjih razlivanja morja 10. in 27. marca smo zabeležili porast padavin in posledično večje pretoke rek, ki se izlivajo v Tržaški zaliv. Povišan vnos sladke vode je sovpadal z manjšim znižanjem površinske slanosti morja (0.5–1 psu), vpliv na višino morja pa je sicer možen, vendar težko merljiv.

Pretoki rek z izlivom v Tržaški zaliv



Dnevne padavine in slanost morja



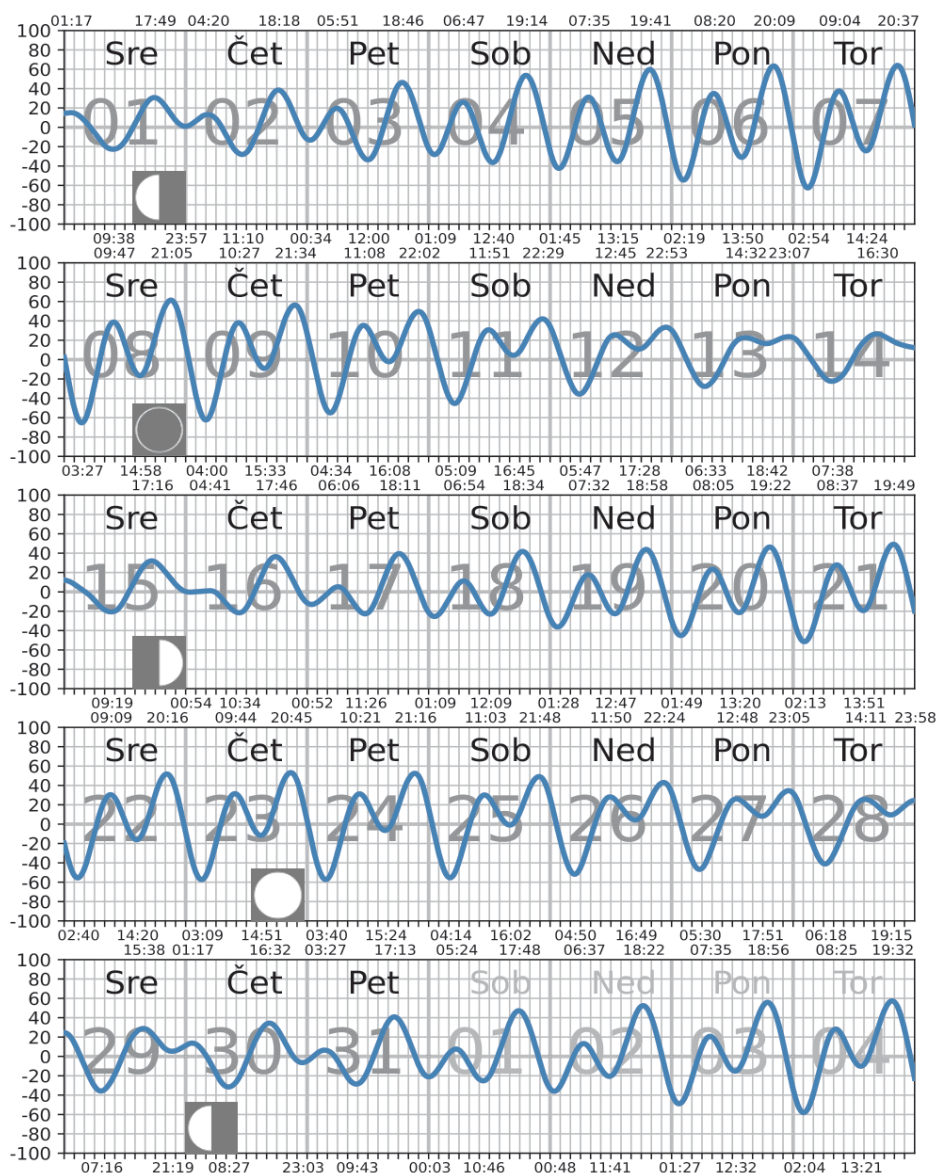
Slika 6. Srednji dnevni pretoki rek ki se izlivajo v Tržaški zaliv (zgoraj) ter dnevne vrednosti padavin (24 ur) na letališču Portorož in srednja dnevna površinska slanost morja na boji Vida (spodaj) marca 2024.

Figure 6. Mean daily flow values for rivers entering the Gulf of Trieste (above) and daily values (24 h) of precipitation at Portorož airport and sea surface salinity at oceanographic buoy Vida (below) in March 2024

Opazovanje dinamičnega dogajanja v morju in atmosferi je pomembno za razumevanje sprememb v gladini morja in vpliva na obalna območja.

Astronomsko plimovanje morja v prihodnjem mesecu

Maja bodo najbolj izrazite razlike med višinami plime in oseke ob astronomskem plimovanju med 7. in 9. ter med 22. in 25. majem, ko bo astronomska višina ob plimi najmanj 40 cm višja in ob oseki več kot 40 cm nižja od srednje višine morja (224 cm) na mareografski postaji Koper (slika 7). Dejanska višina morja pa bo odvisna tudi od vpliva vremenskih dejavnikov in lastnega nihanja Jadranskega morja. Prognozirano astronomsko plimovanje morja za celotno leto 2024 in več drugih informacij je dostopno na spletnem naslovu <http://www.arso.gov.si/vode/morje>.



Slika 7. Prognozirano astronomsko plimovanje morja maja 2024 na mareografski postaji Koper.
Figure 7. Tidal predictions for Maj 2024 at the Koper mareographic station.

SUMMARY

In March 2024, we observed record monthly sea surface temperatures at the tide station Koper. All three measured sea surface temperatures, i.e. the highest monthly temperature (T_{vk}), 15.6 °C, the average temperature (T_s), 13.3 °C and the lowest temperature (T_{nk}), 11.8 °C, exceeded the maximum values in the reference period 1991–2020. High sea surface temperatures coincided with above-average air temperatures. In March, the sea level at the Koper tide gauge station exceeded the high water mark of 300 cm two times, namely on March 10 and 27 late in the evening. The measured height of the sea level deviated from the astronomical tide by approximately 40 cm. The rise of the sea level above the expected astronomical height in March 2024 was mainly influenced by the coincidence of the passage of cyclones, i.e. a decrease in air pressure over the area, stronger winds and increased waves from the southwest, and high astronomical tides during the eclipse and just before the full moon. During this time, we also recorded increased rainfall and as a result, higher discharge of rivers that flow into the Gulf of Trieste. On March 10 and 27, the sea flooded the exposed parts of the coast. Due to the high tide of the sea, a public alarm siren was activated in Piran to warn of danger.