

# 6 Uvod v oceanografske razmere Tržaškega zaliva

*Darko Ogrin*

## 6.1 Dimenzije ter značilnosti slovenske obale in morskega dna

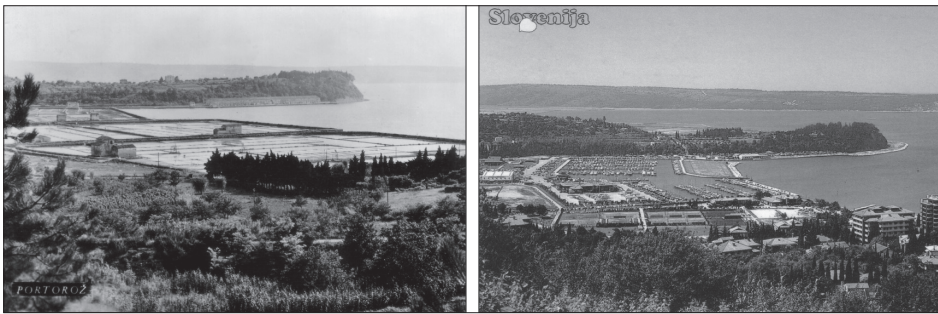
Slovensko morje je del Tržaškega zaliva v severnem delu Jadranskega morja. Z morske strani ga omejuje črta, ki povezuje rt Savudrijo in Gradež (Grado). Dolžina črte je približno 21 km in po Radinji (1990a) njegovo površino določa na 551 km<sup>2</sup>. Približno tretjina zaliva pripada Sloveniji. Za Tržaški zaliv je značilno, da se njegova površina zaradi nasipavanja rek (predvsem Soče) in antropogenega zasipavanja plitvin zmanjšuje. Zaliv ima pravokotno obliko s stranicami 19 do 24 km. Slovensko etnično ozemlje sega do Tržaškega zaliva ob njegovi severovzhodni obali, med Devinom in Trstom, po razmejitvi po 2. svetovni vojni in koridorju, ki ga je Italija dobila do Trsta, je Sloveniji pripadel jugovzhodni del zaliva. Morska meja, ki slovensko morje omejuje navzven, je po Osimskem sporazumu (iz leta 1974) dolga okoli 40 km. Od Lazareta na meji z Italijo do Dragonje je obalna črta dolga okoli 46 km (Rejec Brancelj, 2003; Radinja, 1990). Kopenska meja ob izlivu Dragonje in morska meja s Hrvaško v Piranskem zalivu še nista določeni.

Obala je v osnovi riaškega tipa in je zelo razčlenjena. Večja zaliva sta Koprski in Piranski, manjša pa Strunjanski in Izolski. V notranjih delih zalivov so ob izlivih obalnih rek in potokov (Rižana, Badaševica, Strunjanski potok, Fazan, Drnica, Dragonja) obsežne akumulacijske ravnice, na polotokih pa prevladujejo do 70 m visoki klifi. Izolo obdaja nizka apneniška obala, ki pa je večinoma antropogeno spremenjena. Za celotno slovensko obalo, še posebej za njene nižje dele velja, da jo je človek močno spremenil – le dobra petina je je še naravne – in sicer v preteklosti najprej zaradi gradnje solin, nato zaradi pridobivanja površin za širitev obalnih mest in gradnje komunikacij med njimi (npr. obalna cesta in nekdanja železnica med Kopro in Izolo) ter za luško, industrijsko in turistično dejavnost. Zaradi zasipavanja morja sta Izola in Koper iz otokov postala polotoka, pri izgradnji portoroške marine pa so del nekdanjih solin spremenili v otok (slika 6.1). V načrtih je še izgradnja umetnih otokov pri Izoli in Koprju. Človek je (so)ustvaril tudi dve laguni ob naši obali, to je Stjužo v Strunjanskem zalivu in Škocjanski zatok, ki je nastal zaradi gradnje Luke Koper.

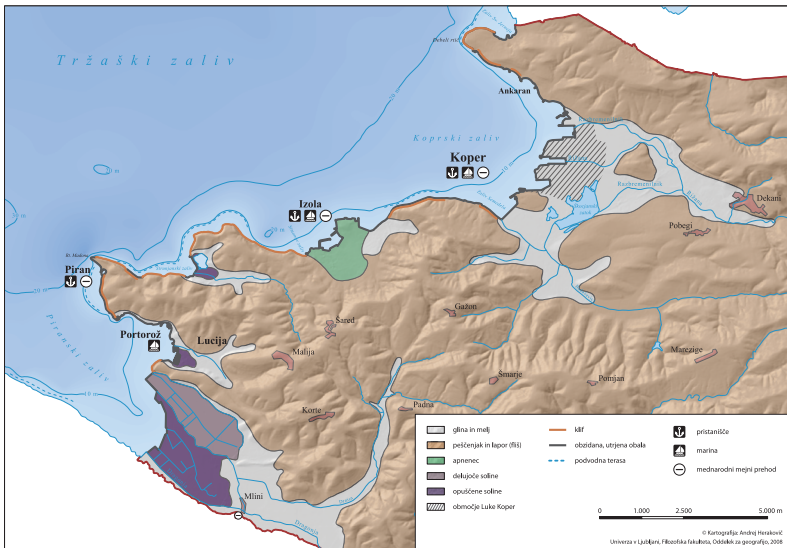
Pomembna značilnost slovenskega morja je njegova plitvost. Povprečna globina je 18,7 m, najgloblje, 37,2 m, je pri piranski Puntji. Ob slovenski obali se dno Tržaškega zaliva hitro, čeprav neenakomerno spušča. Podvodno pobočje je razčlenjeno s pregibi, strmimi stopnjami in

abrazijskimi terasami, ki so nastale ob postopnem dvigu morske gladine v holocenu. Dno je v globinah med 20 in 25 m; je gladka podvodna ravnina iz mulja in drobnozrnatih sedimentov. Živoskalna osnova, večinoma flišna, sega do največ 100 m od obale. Ravno dno prekinjajo le posamezne kotanje, v katerih globina preseže 25 m. Nastanek kotanj ni popolnoma pojasnjen. Le za osem lijakastih kotanj v Izolskem zalivu (Žumerjeve luknje) vemo, da so posledica termalnih izvirov žveplene vode s temperaturo 22–30 °C (Žumer, 2004). Proti severozahodni obali se dno Tržaškega zaliva dviga bolj postopoma in enakomerno. Ta del še vedno nasipava Soča, njeni sedimenti segajo daleč v osrednji del zaliva. Zaradi severne lege, globoke zajednosti v kopno, plitvosti in majhne količine vode (11 km<sup>3</sup>, v slovenskem delu 4 km<sup>3</sup>) ima Tržaški zaliv izrazite celinske značilnosti (hitro se ohladi in hitro segreje) in je ekološko zelo občutljiv.

**Slika 6.1: Sprememba obale in rabe tal na primeru akumulacijske ravnice ob izlivu Fazana v Luciji. Po 2. svetovni vojni so opustili solinarstvo (levo, razglednica iz leta 1950), nekdanje solinarske površine so do konca 20. stoletja urbanizirali ali jih namenili turistični dejavnosti (desno, razglednica iz leta 1991).**



**Slika 6.2: Slovensko morje in obala (prirejeno po: Plut, 2000, str. 195).**



## 6.2 Fizikalne in kemične lastnosti morske vode

Pionir oceanografskih raziskav Tržaškega zaliva je bil avstrijski geograf in oceanograf Alfred Merz, ki je v začetku 20. stoletja opravil prve sistematične meritve v celotnem zalivu (Merz, 1911). Po 2. svetovni vojni se je število raziskav povečalo, predvsem zaradi potreb po poznavanju ekološke občutljivosti Tržaškega zaliva (Malačič in Petelin, 1991). Od leta 2000 potekajo meritve osnovnih oceanografskih značilnosti južne polovice Tržaškega zaliva na oceanografski boji Vida, ki se nahaja 1,2 navtične milje (2,3 km) severozahodno od piranskega rta Madona v smeri proti Gradežu. Sodelavci Morske biološke postaje Nacionalnega inštituta za biologijo dopolnjujejo kontinuirane meritve na boji s pomočjo meritev in opazovanj raziskovalnega plovila Sagita (Oceanografska boja Vida, 2012).

**Temperatura morske vode** v Tržaškem zalivu ima zaradi celinskosti izrazit letni hod. Najnižja je običajno februarja (8–9 °C), najvišja pa avgusta (okoli 24 °C). Povprečna letna amplituda je 15–16 °C, povprečna letna temperatura pa okoli 16 °C, kar je 2–3 °C višje od povprečne temperature zraka. Tako kot za zrak je tudi za morje značilno, da se v zadnjih desetletjih postopoma segreva, še posebej po letu 1995, ko se je morje ob naši obali do konca prvega desetletja tega stoletja segrelo za okoli 1 °C (Strojan in Robič, 2010, str. 76). Med januarjem in marcem vlada homotermija, poleti je izrazita temperaturna stratifikacija. Najnižja temperatura morja ob obali je bila zabeležena 10. februarja 1956 (1,6 °C), najvišja pa 2. avgusta 1958 (28,6 °C) (Bernot, 1990). Ob dolgotrajnih ohladitvah lahko morje v predelih, kjer se meša s sladko vodo (Škocjanski zatok, izliv Rižane), celo zmrzne. Zaradi plitvosti Tržaškega zaliva se morje zelo ohladi tudi v globinah. 13. februarja 2012 se je po obdobju zelo hladnega vremena z burjo po meritvah oceanografske boje Vida voda pri dnu ohladila na 4,7 °C, 15. februarja 2012 pred vhomom v Koprski zaliv v globini 22,5 m pa na 4,5 °C. Ti vrednosti pa nista najnižji, saj so ob hudi zimi leta 1929 v globini 22 m pred vhomom v Koprski zaliv izmerili 3,95 °C (Malačič, 2012, str. 272). Nič nenavadnega ni, če se morje tudi poleti ob ohladitvi in močni burji v enem dnevu ohladi za 4–5 °C. Tedaj burja odpihne zgornjo, toplejšo plast vode, in na površje pride hladnejša voda iz globin. Od sredine junija do začetka oktobra je temperatura vode višja od 21 °C, kar zagotavlja okoli 110 dni dolgo kopalno sezono.

Kljub bolj celinskim kot maritimnim značilnostim ima Tržaški zaliv zaradi izmenjave vode s Sredozemskim morjem zelo pomemben podnebni, predvsem temperaturni vpliv, ki pri nas seže vse do Visokih dinarskih planot. Ker ima morje vse leto višje temperature, kot so povprečne minimalne temperature zraka, celo leto blaži nočne minimume. Zaradi počasnega ohlajanja med oktobrom in februarjem (morje je v povprečju toplejše od zraka za več kot 4 °C) v tem času zadržuje ohlajevanje ozračja. Spomladi, med marcem in majem, ko se segreva počasneje, zadržuje hitrejše segrevanje ozračja čez dan. To po eni strani zavira vegetacijo, po drugi pa ji koristi, ker so v tem času še zelo pogosti vdori hladnega zraka, ki lahko povzročijo pozebe. V poletnem času pa z maestralom blaži poletne vročine (Ogrin D., 1995).

Tržaški zaliv ima kljub celinskosti visoko povprečno **slanost** (37–38 ‰), ki je višja od slanosti oceanov (35 ‰; Bailey, 1998). Slanost se spreminja glede na letni čas in dotok sladke vode.

Po deževju slanost morja na površini ob izlivu Soče pade tudi pod 20 ‰. Zaradi izliva Soče je slanost na splošno nižja v severozahodnem delu zaliva, večja – tudi zaradi dotoka bolj slane vode iz južnega Jadrana – pa ob slovenski obali. Večja je pozimi (tudi 39 ‰), ko je manj padavin in so tokovi močnejši. Sekundarni višek je lahko konec poletja oziroma v začetku jeseni (avgust, september), ko je zaradi visokih temperatur močno izhlapevanje. Najnižja, tudi 33 ‰, je maja, ko imajo pritoki v severni Jadran visoke vodostaje, in novembra, ko je višek padavin (Bičanič, 1998; Kolbezen, 1998). Ugodne reliefne razmere na obalnih ravninah, zadostna slanost morske vode in dokaj ugodni podnebni pogoji so v preteklosti obalnim mestom na istrski strani Tržaškega zaliva omogočili razvoj solinarstva.

*Slika 6.3: Zadostna slanost morske vode, obalne ravnice v višini morske gladine in dokaj ugodni vremenski pogoji v topli polovici leta so ob istrski obali Tržaškega zaliva omogočili razvoj solinarstva. Na sliki je Lera, še aktivni del Sečoveljskih solin. (foto: N. Uršič)*



Za slovensko morje je značilna velika kalnost oziroma slaba **prozornost**. Ta je posledica muljastega in drobno peščenega dna, plitvosti ter velike količine hranil in planktona. K večji kalnosti in slabši vidljivosti v spodnjih plasteh veliko prispevajo tudi številni delci odmrlih organizmov, ki so prisotni v obliki »morskega snega« in prehodi med plastmi vode z različno temperaturo in slanostjo. Običajna vidljivost na površini je 6–8 m, pozimi, ko je morje bistrejše, tudi več kot 10 m. Prozornost morja se zelo poslabša po večjih deževjih, ko Soča in druge reke prinašajo obilo naplavin, tudi trstičja in drevja. Tedaj se modra in zelenkasta barva morja spreminita v rjavkasto.

## 6.3 Gibanje morja

Kljub odprtosti Tržaškega zaliva proti Jadranu so **tokovi** v njem šibki. Glavni tokovi se že ob južni obali Istre obrnejo proti zahodu; le šibek tok doseže Tržaški zaliv in večinoma teče ob slovenski obali proti severu in severozahodu, v južni Jadran pa se vrača ob italijanski obali. Kljub šibkosti je ta tok zelo pomemben, saj z njim po Richterju (2005) začasno prihaja v Tržaški zaliv kar precej vrst organizmov, ki sicer tukaj ne živijo stalno. Med njimi so bili v preteklosti gospodarsko pomembni predvsem tuni, danes pa so to male vrste skuš, sardel in inčunov. Ugotovljeno je bilo, da se spomladi en krak tega toka pri rtu Savudrija odcepi in zavije ob slovenski obali v notranjost zaliva (Malačič, 2002). Hitrost tokov, tudi ko jih okrepijo vetrovi, ne preseže 1,5 km/h, tokovi so izrazitejši le ob vhodu v Tržaški zaliv in ob rtih. Prevladujoči tok v nasprotni smeri urnega kazalca je izrazitejši v globljih plasteh morske vode. Tokovi na površini so zelo spremenljivi, saj nanje vpliva vreme (vetrovi, padavine, ohlajanje vode), sladkovodni pritoki (pretočni viški rek zaradi taljenja snega v Alpah in padavinskih viškov), kakor tudi vplivi različnih sil (Coriolisova sila, gradientna sila tlaka kot posledica različne gostote morske vode, gradientna sila nagiba morske gladine). Burja potiska vodo iz Tržaškega zaliva in odpriva osnovno strujanje proti jugozahodu. Ob ugodnih astronomskih razmerah so ob osekah ob takih situacijah zabeležene najnižje gladine morja. Tedaj npr. v Viližanu pri Izoli nad gladino pogledajo ostanki nekdanjega rimskega pristanišča (slika 6.4). Ob zelo nizkih osekah je morje do 1,2 m pod srednjo višino. Jugo kopiči vodo v severnem Jadranu, zato ta v Koprski zaliv priteka v smeri urnega kazalca od severozahoda. Spomladi, ko imajo alpske reke, ki se izlivajo v Tržaški zaliv, visok vodostaj, prevladujejo prečni tokovi.

*Slika 6.4: Ob močni oseki, ki jo spremlja burja, so v Viližanu pri Izoli vidni ostanki nekdanjega rimskega pristanišča. (foto: D. Ogrin)*



**Plimovanje** ob slovenski obali je mešanega tipa. Običajno se v enem lunarnem dnevu (24 ur 50 minut) izmenjata dve plimi in dve oseki (poldnevni tip plimovanja). Ena od plim je običajno višja od druge. Med kvadraturto, to je okoli prvega in zadnjega krajca, ko ima plimovanje manjše amplitude, pa sta pogosto le ena izrazita plima in ena oseka (dnevni tip plimovanja). Povprečna amplituda plimovanja je po podatkih mareografske postaje v Kopru 66 cm, povprečje za Tržaški zaliv je 88 cm, kar je največ v Jadranu. V posameznih primerih nastopi tudi t. i. visoka plima, ko se lahko morje ob naši obali dvigne tudi do 1,7 m nad srednjo višino (srednja višina je na mareografski letvi v Kopru pri 215 cm). To se najpogosteje zgodi ob visoki astronomski plimi (sizigalna plima ob mlaju in ščipu), nizkem zračnem tlaku (znižanje tlaka za 1 mb povzroči dvig morske gladine za 1–1,5 cm) in ob jugu, ki morske mase potiska v severni Jadran. Dodatno lahko k visoki plimi prispevata tudi valovanje in lastno nihanje morja v Tržaškem zalivu oziroma v posameznih zalivih znotraj njega. Ko morska gladina preseže 85 cm nad srednjo vrednostjo (300 cm na mareografski letvi), morje ob slovenski obali prestopi obalno črto. Poplave morja najbolj ogrožajo nabrežja v Piranu, Izoli in Kopru, ne povzročajo pa večje škode. Visoke plime in poplave morja so najpogostejše pozno jeseni in v prvi polovici zime, v sezoni jih je v povprečju 10–15 (Robič in Vrhovec, 2002). V prihodnje pa utegnejo biti manjša poplavljanja še pogostejša in posledice ob izjemnih plimovanjih večje, saj podnebne napovedi zaradi globalnega segrevanja ozračja predvidevajo dvig morske gladine. Po dosedanjih raziskavah je najverjetneje, da se bo gladina morja v naslednjih 100 letih zvišala za okoli 50 cm. Trend dviga višine morja je prisoten tudi v sedanosti in znaša za obdobje 1960–2008 skoraj 1 mm na leto (Strojan in Robič, 2010, str. 75), kar je podobnega velikostnega reda kot v Sredozemlju..

*Slika 6.5: Mirno morje ob večernem brezvetrju. (foto: D. Ogrin)*



**Valovanje** je skupaj s plimovanjem najznačilnejši in najopaznejši morski pojav. Odvisno je od vetrov. Ob burji nastanejo kratki, ozki in strmi valovi nepravilnih oblik, ki se lomijo in penijo. Običajno so visoki do 3 m, izjemoma tudi več, spremlja jih dim morja (prš vodnih kapljic). Ob močni burji so na oceanografski boji Vidi 13. februarja 2012 zabeležili rekordno višino valov, in sicer 4,8 m (Malačič, 2012, str. 274). Ker se valovi križajo in sekajo, so za pomorski promet nevarnejši od valov ob jugu, ko so ti večinoma višji (do 4 m), vendar pravilnejših oblik in daljši. Do zelo visokih valov, ki imajo tudi rušilno moč in pomenijo resno nevarnost, prihaja ob tramontani in drugih lokalnih močnih vetrovih, ki se razvijejo ob nevihtah. Nasprotno pa so valovi ob maestralu večinoma nizki in morsko gladino le nakodrajo. Ob brezvetrju, ob prehodu burina v maestral v jutranjih urah in maestrala v burin zvečer, imamo značilno »bonaco«, ko je morska gladina gladka in mirna.

## Viri in literatura

- Bailey, R., 1998. Ecoregions – The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents. Springer Verlag, New York, 176 str.
- Bernot, F., 1990. Hidrografske značilnosti morja ob slovenski obali. V: Primorje, Zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov. Portorož, str. 29–34.
- Bičanič, Z., 1998. Temperatura, slanost in gostota morske vode v Piranskem zalivu. Geografski vestnik, 70, str. 45–58.
- Kolbezen, M., 1998. Hidrografija. V: Geografija Slovenije (ur.: Gams, I.; Vrišer, I.). Slovenska matica, Ljubljana, str. 139–172.
- Malačič, V., 2002. Vloga oceanografskih pogojev Tržaškega zaliva pri nesrečah na morju. V: Nesreče in varstvo pred njimi. Uprava RS za zaščito in reševanje MO, Ljubljana, str. 184–192.
- Malačič, V., 2012. O letošnjih izredno nizkih temperaturah morja v Tržaškem zalivu. Proteus, 74, 6, str. 272-274.
- Malačič, V., Petelin, B., 2001. Gulf of Trieste. V: Physical Oceanography of the Adriatic Sea, Past, present in Future (ur.: Cushman-Roisin, B.; Gačić, M.; Poulain, P. M.; Artegiani, A.), Kluwer Academic Press, Dordrecht, str. 167-177.
- Merz, A., 1911. Hydrographische Untersuchungen im Golfe von Triest. Bande der Denkschriften der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 87. Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien, 107 str.
- Oceanografska boja Vida, 2012. <http://www.mbss.org/portal/index.php>, (citirano, 12. marec 2012).
- Ogrin, D., 1995. Podnebje Slovenske Istre. Knjižnica Annales, 11. Koper, 381 str.

- Plut, D., 2000. Geografija vodnih virov. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 281 str.
- Radinja, D., 1990. Dimenzije Tržaškega zaliva in slovenskega morja ter njegov regionalni pomen. V: Primorje, Zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov, Portorož, str. 13–20.
- Rejec Brancelj, I., 2003. Morje. V: Vodno bogastvo Slovenije (ur: Uhan, J.; Bat, M.). ARSO, Ljubljana, str. 69–73.
- Richter, M., 2005. Naše morje, Okolja in živi svet Tržaškega zaliva. SIJart, Piran, 382 str.
- Robič, M., Vrhovec, T., 2002. Poplavljanje morske obale. V: Nesreče in varstvo pred njimi. Uprava RS za zaščito in reševanje MO, Ljubljana, str. 256–259.
- Strojan, I., Robič, M., 2010. Višine morja in podnebne spremembe. V: Okolje se spreminja – Podnebna spremenljivost Slovenije in njen vpliv na vodno okolje (ur.: Cegnar, T.), MOP ARSO, Ljubljana, str. 71–78.
- Žumer, J., 2004. Odkritje podmorskih termalnih izvirov pred Izolo. Geografski obzornik, 51, 2, str. 11–17.