

# Tople morske struje

---

**Miljević, Ivo**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:098072>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-23**



**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**  
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

IVO MILJEVIĆ

TOPLE MORSKE STRUJE

ZAVRŠNI RAD

Dubrovnik, Rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU

POMORSKI ODJEL

STUDIJ NAUTIKA

TOPLE MORSKE STRUJE

WARM OCEAN CURRENTS

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

kap. MILOŠ BRAJOVIĆ dipl.ing.

Pristupnik:

IVO MILJEVIĆ

Dubrovnik, Rujan 2019.

Republika Hrvatska

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**

**POMORSKI ODJEL**

**Preddiplomski sveučilišni studij**

Ur. broj:

Dubrovnik, Rujan 2019.

Kolegij: Navigacijska meteorologija

Mentor: kap. Miloš Brajović dipl.ing.

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Pristupnik: **IVO MILJEVIĆ**, ak. 2018./2019. god.

Zadatak: **TOPLE MORSKE STRUJE**

Zadatak treba sadržavati:

1. Teorijski dio o morskim strujama
2. Mjerenje morskih struja
3. Tople površinske struje u oceanima

Osnovna literatura:

1. Britannica. URL: <https://www.britannica.com/science/ocean-current>
2. Hrvatska enciklopedija. URL: <http://www.enciklopedija.hr/>
3. Pomorska enciklopedija, JLZ, Zagreb, 1981.

Zadatak uručen pristupniku: Svibanj, 2019.

Rok za predaju završnog rada: Rujan, 2019.

Mentor:

Kap. **MILOŠ BRAJOVIĆ** dipl.ing.

Pročelnik Pomorskog odjela:

doc.dr.sc. **ŽARKO KOBOEVIĆ**

## **SAŽETAK**

Tema završnog rada su tople morske struje. Objasnjeno je Coriolisovo djelovanje. U radu su navedeni i uređaji za mjerenje morskih struja, kao i bitne tople struje u oceanima. Cilj rada ukazati je na postojanje toplih morskih struja u svjetskim oceanima, njihove karakteristike, važnost i moguće iskorištavanje. Objasnjeno je utjecaj pojedinih struja na klimu tog područja. Navedeni su tokovi, brzine struja, područje u kojem se nalaze kao i ostali bitni podatci.

**KLJUČNE RIJEČI:** topla morska struja, Coriolisovo djelovanje, Golfska struja, klima

## **SUMMARY**

The topic of this undergraduate thesis is warm ocean currents. Coriolis effect is explained. Devices for measuring sea currents are listed in thesis. Goal of a thesis is to point out existing of warm ocean currents in oceans, their characteristics, importance and possible use. Influence of individual currents to a climate is explained. Flow of the currents, their speed, area they cover are listed, as well as other important data.

**KEY WORDS:** warm ocean current, Coriolis effect, Gulf current, climate

## **SADRŽAJ:**

I. UVOD.....	1
1. MORSKE STRUJE.....	2
1.1 CRTE KONVERGENCIJE I DIVERGENCIJE MORSKOG STRUJANJA.....	3
1.2 PODJELA STRUJA I UZROČNE SILE.....	4
1.2.1 Coriolisov učinak.....	5
1.2.2 Vrtložne struje.....	6
1.2.3 Ekmanova spirala.....	7
2. MJERENJE STRUJA.....	8
2.1 DIREKTNO MJERENJE MORSKIH STRUJA.....	8
2.2 INDIREKTNO MJERENJE STRUJA.....	9
2.3 UREĐAJI ZA MJERNJE MORSKIH STRUJA.....	10
2.3.1 Langrangeova plutača.....	10
2.3.2 Eulerovo mjerilo.....	11
3. TOPLE MORSKE STRUJE.....	12
3.1. TOPLE STRUJE ATLANTSKOG OCEANA.....	13
3.1.1. Golfska struja.....	14
3.1.2. Floridska i Antilska struja.....	18
3.1.3. Sjevernoatlantska struja.....	19
3.1.4. Brazilska struja.....	20
3.2. TOPLE STRUJE INDIJSKOG OCEANA.....	22
3.2.1. Agulaška struja.....	23
3.3.2. Monsunske struje.....	24
3.3. TOPLE STRUJE TIHOG OCEANA .....	27

3.3.1. Kuroshio struja.....	28
3.3.2. Istočnoaustralska struja.....	29
3.4. STRUJE NISKIH GEOGRAFSKIH ŠIRINA.....	32
3.4.1. Pasatne struje.....	32
3.4.2. Ekvatorske morske struje .....	33
3.4.3. Ekvatorske protustruje.....	33
4. ZAKLJUČAK.....	35
POPIS LITERATURE.....	36
POPIS SLIKA.....	37
POPIS TABLICA.....	38

## I. UVOD

Ljude su još od njihovog primjećivanja zanimale morske struje, prvenstveno zbog njihovog korištenja u plovidbi, ribolovu, a kasnije i zbog utjecaja na klimu cijele zemlje. Neke oceanske struje u velikoj su se mjeri koristile, pa čak i danas koriste u preoceanskoj plovidbi. Rad je podijeljen u tri dijela. U prvom poglavlju obuhvaćena je osnovna teorija o morskim strujama, kao i njihova podjela. Nadalje u drugom poglavlju navedene su različite metode mjerenja morskih struja, kao i uređaji za mjerenje. Treće poglavlje obuhvaća sve bitne tople morske struje u oceanima. Ovo poglavlje dijeli se na Atlantski, Tihi i Indijski ocean, te Ekvatorske struje koje su prisute u svim trima oceanima. Bitan utjecaj na klimu sjeverne Europe ima Gofjska struja, koja je jedna od bolje istraženih struja. Za istočne obale Azije, prvenstveno Japana bitna je Kuroshio struja, a primjerice na Indijski poluotok velik utjecaj imaju Monsunske struje. Od prvotnih načina mjerenja smjera i brzine morske struje, pomoću plutajućih predmeta, došli smo do vrlo sofisticiranih načina mjerenja koristeći se GPS podacima. Takva mjerenja dala su nam mnogo preciznije podatke o svjetskim strujanjima. U radu su opisane velike svjetske tople struje, koje blagotvorno djeluju na klimu obližnjih obala. Navedeni su i svi uzroci nastanka morskih struja općenito, kao i faktori koji utječu na njihove karakteristike i oblik. Svjetska mora obiluju morskim strujama koje prenose morsku vodu određenih karakteristika na velikim udaljenostima, što uvelike utječe na život u moru.



## 1. MORSKE STRUJE

Morska struja je gibanje vodenih čestica u morima zbog djelovanja raznih vanjskih i unutrašnjih sila; vjetra, nejednakog zagrijavanja, morskih mjena, zemljine rotacije, Zemljine gravitacije, kao i gravitacije Sunca i Mjeseca. Također bitni uzroci su i razlika u salinitetu određenih područja kao i riječni tokovi na Zemlji. Grana znanosti koja se bavi promatranjem struja, njihovih učinaka i uzroka naziva se oceanografija.

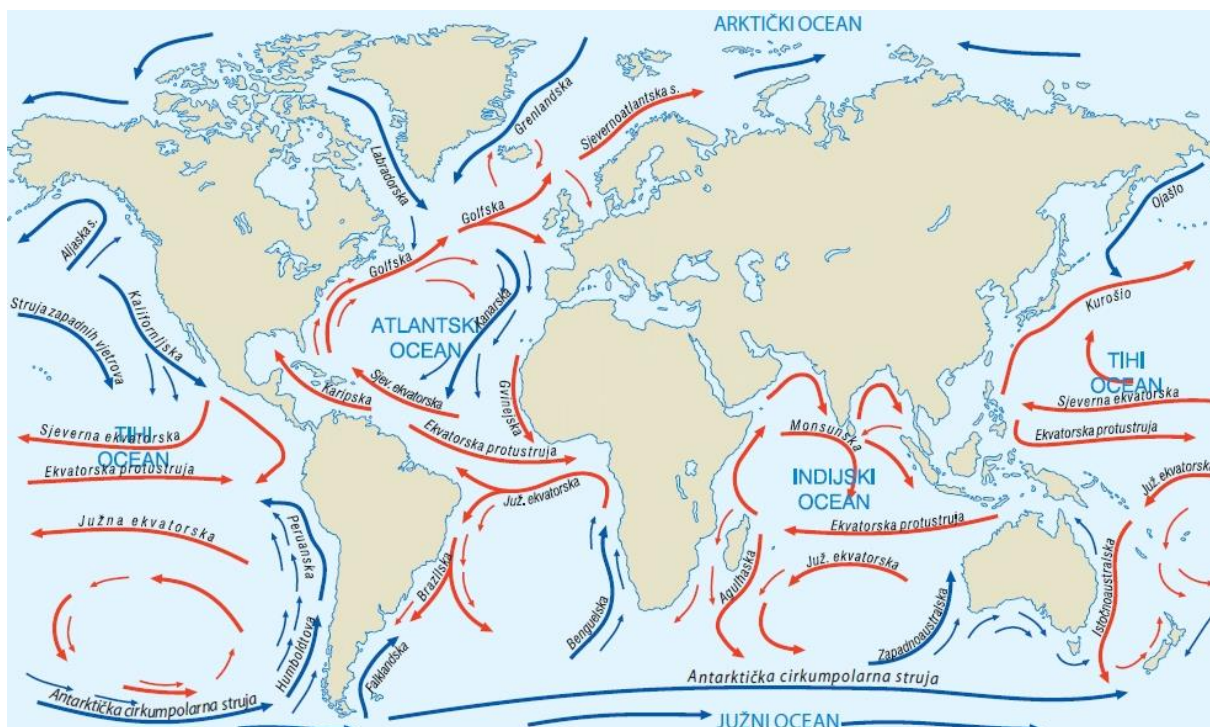
Kretanja vodenih masa pod utjecajem stalnih sustava strujanja vrlo su važna za život na Zemlji. U manjim područjima javljaju se povremene ili periodične morske struje ovisno o uvjetima koji prevladavaju u tom području. Stalne morske struje javljaju se u oceanima i imaju značajan utjecaj na život u njima, kao i na klimu u obalnim područjima. Dije se na tople i hladne. Utjecaj zemljine rotacije na nastanak morskih struja naziva se Coriolisovim učinkom. Osnovni elementi struje su brzina (najčešće izražena u nautičkim miljama), smjer (pravac u kojem teče struja) i stalnost (izražava se u postotcima). Smjer struje određuje se suprotno od smjera vjetra pa će se tako sjeverna struja kretati u smjeru sjevera, dok bi sjeverni vjetar dolazio iz smjera sjevera. Stalnost struje odnosi se na konstantnost brzine i smjera. Dubina do koje dopiru morske struje ovisi o stalnosti i jakosti same struje i može iznositi i do 1000 metara, ali za navigaciju to nije presudan čimbenik. Za navigaciju su bitni samo površinski slojevi morskih struja. Morske struje obično se gibaju horizontalno, ali u nekim slučajevima gibanja mogu biti kosa ili vertikalna.

Podatke o strujama pomorci obično vade sa posebnih pomorskih karata gdje su navedena uobičajena strujanja u nekom području (smjer i brzina struje). Kod vađenja tih podataka sa pomorske karte moramo uzeti u obzir da bočni rubovi morskih struja nisu stalni i da mijenjaju svoje pozicije. Na smjer i brzinu struje utječu brojni čimbenici od kojih je najbitniji vjetar koji svakako moramo uzeti u obzir. Npr. kod dugotrajnih vjetrova suprotnog smjera od smjera struje može se dogoditi da naiđemo na blagu struju protusmjernu onoj označenoj na pomorskoj karti.

Sverdrup je uobičajena mjerna jedinica koja se koristi u oceanografiji. Ime je dobila po norveškom oceanografu Haraldu Ulriku Sverdrupu, a označava obujam transportirane vode u jedinici vremena.

$$1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3/\text{s}$$

Na slici 1 prikazan je raspored glavnih struja u oceanima. Tople struje na kartama se obično označavaju crvenom bojom, dok se hladne označavaju plavom bojom. Tople morske struje obično se nalaze uz istočne obale kontinenata, što se može zaključiti i sa slike.



Slika 1. Prikaz oceanskih struja na karti svijeta;

izvor: <https://www.e-sfera.hr>

## 1.1 CRTE KONVERGENCIJE I DIVERGENCIJE MORSKOG STRUJANJA

Na oceanu se često nailazi na mjesta gdje se susreću dvije struje različitih smjera. Ako im se tokovi približavaju (konvergiraju), voda koju prenose na mjestu susreta se nagomilava i ponire u dubinu; ako smjerovi divergiraju voda se duž linije divergencije diže iz morske dubine na površinu. U oba slučaja stvara se dubinsko strujanje. Linije divergencije i konvergencije prepoznaju se po naglim promjenama temperature i slanosti. Te promjene pokazuju da su susjedne vode različitih fizičkih i kemijskih karakteristika. npr. Duž paralele 50 stupnjeva južno pruža se Antarktička konvergencija koja pokazuje rub velikog strujanja koje teče oko cijele Antarktike. Na morskoj površini određena je izoterma od 5 stupnjeva Celzijevih. Oko paralele od 40 stupnjeva južno opaža se druga nagla promjena slanosti i temperature koja pokazuje subtropsku konvergenciju.

## 1.2 PODJELA STRUJA I UZROČNE SILE

Postoje razne podjele morskih struja, pa tako i podjela morskih struja po uzroku nastanka i podjela po nekim njihovim karakteristikama. Po uzroku nastanka struje mogu biti uzrokovane vjetrom, razlikom u temperaturi, slanoći ili uzrokovane Coriolisovim učinkom. Struje mogu biti i periodične i neperiodične. Periodične struje posljedica su periodične pojave kao što su morske mjene. Također poznata periodična struje je Monsunska struja u Indijskom oceanu. Neperiodične nisu pravilne ni smjerom ni brzinom i javljaju se kao posljedica neke iznenadne pojave kao što je vjetar. Nestankom te pojave brzo prestaju. Također postoje stalne morske struje u oceanima. Česta podjela je i na površinske i dubokoceanske struje, od kojih su površinske bitne za plovidbu broda. Prema toplinskom stanju morske struje mogu se podijeliti na tople i hladne. Tople morske struje kreću se iz nižih geografskih širina prema višima, na sjevernoj polutki u smjeru kazaljke na satu, a na južnoj u obrnutom smjeru. Hladne se kreću u istom smjeru kao i tople, ali iz velikih geografskih širina prema ekvatoru. Mjesta gdje se susreću topla i hladna struja vrlo su bitna za ljude jer su to bogata ribolovna područja.

Uzročne sile, o kojima ovise morske struje zgodno je podijeliti na primarne (unutarnje i vanjske i sekundarne). Unutarnje sile koje uzrokuju morska strujanja jesu: pritisak koji nastaje zbog vode nagomilane vjetrom i raspored polja mase, tj. razlike u temperaturi i slanosti mora. Svi uzroci unutrašnjih sila uvijek su na morskoj površini: porivna sila vjetra koja nagomilava vodu u nekom području i poremećaji polja mase zbog promjena u temperaturi i slanosti. I ti elementi ovise o vanjskim silama: temperatura o razlici i izmjeni topline između mora i atmosfere, a slanost o isparavanju, oborinama, zaleđivanju, topljenju leda i dotoku slatke vode s kopna. Poremećaji polja mase na morskom dnu zbog prenošenja topline iz unutrašnjosti Zemlje toliko su neznatni da se zanemaruju.

Vanjski uzroci morskog strujanja su tangencijalna porivna sila vjetra, plimotvorna sila i promjene tlaka zraka. Porivna sila vjetra je najvažnija jer stvara porivne struje na morskoj površini, a nagomilavanjem prenesenih vodenih masa stvaraju se unutrašnje sile tlaka. Plimotvorna sila izaziva periodična gibanja morske vode zbog morskih mijena pa stoga ne premješta vodene mase u oceanskim razmjerima.

Sekundarne sile su one koje ne stvaraju morsko strujanje, nego samo djeluju na već postojeće. To su trenje i Coriolisova sila. Trenje smanjuje brzinu strujanja, a Coriolisova sila mijenja smjer struje.

**TABLICA 1: Podjela toplih morskih struja po oceanima u kojima nastaju:**

Atlantski ocean	Tihi ocean	Indijski ocean
Golfska struja	Kuro-shio	Monsunska struja
Sjevernoatlantska struja	Sjevernoekvatorska struja	Agulaška struja
Sjevernoekvatorska struja	Južnoekvatorska struja	Južnoekvatorska struja
Južnoekvatorska struja	Ekvatorska protustruja	Ekvatorska protustruja
Brazilska struja	Istočnoaustralska struja	
Gvinejska struja		

Izvor: izradio student

### 1.2.1 Coriolisov učinak

Coriolisov učinak (Coriolisova sila) je inercijska sila koja djeluje na sve čestice u rotirajućim sustavima kad se gibaju pod nekim kutom u odnosu na rotacijsku os; okomita je na brzinu gibanja i na rotacijsku os. Ovisi o masi, obodnoj brzini čestica unutar sustava i kutnoj brzini sustava. Naziv je dobio prema Gaspardu Gustaveu Coriolisu, koji ga je prvi matematički opisao. Coriolisov učinak vrlo je bitan faktor u nastanku morskih struja. Uzrok je „kružnog“ gibanja morskih struja. Na Sjevernoj polutki djeluje nadesno s obzirom na smjer gibanja, a na Južnoj polutki nalijevo. Nastaje zbog razlike u brzini čestica na ekvatoru i na polovima. (Čestice se brže kreću na ekvatoru u odnosu na polove).



Slika 2. Shematski prikaz smjera gibanja struja u izostanku drugih sila osim Coriolisove;

Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis\\_force#/media/File:Coriolis\\_effect14.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis_force#/media/File:Coriolis_effect14.png)

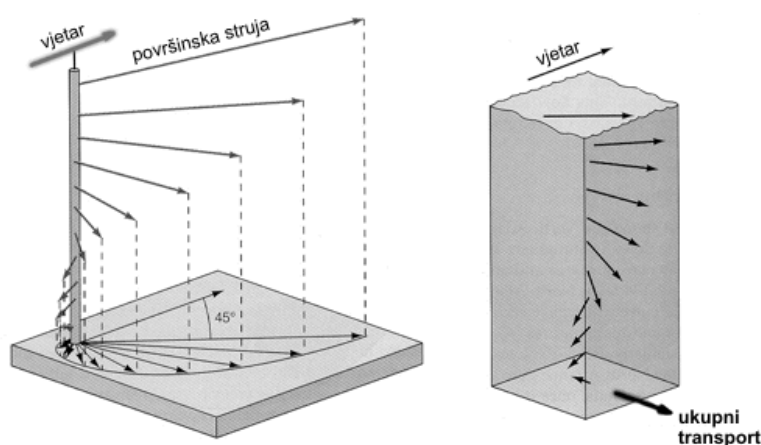
### 1.2.2 Vrtložne struje

U svjetskom moru malo struja teče ravnim tokom; više ima kružnih strujanja, golemih vrtloga sa polumjerom od više tisuća kilometara. Zbog kruženja u vrtlozima se uz Coriolisovu silu, javlja i centrifugalna. Pod pretpostavkom, da je gornji sloj vode lakši od donjeg i da je vrtložno strujanje simetrično, pojava se može proučavati u vertikalnom presjeku kroz središte vrtloga. U slučaju anticiklonalne rotacije, tj. kad se gornja masa vrti brže od donje, granična se ploha uzdiže iz središta vrtloga prema rubovima, a izobarske se plohe iz središta prema rubovima spuštaju. Stoga je u središtima anticiklonalnih vrtloga nagomilana lagana površinska voda. Pri obratnoj, ciklonskoj rotaciji granična se ploha spušta, a izobarske plohe penju od središta prema rubovima. U sredini ciklonalnog vrtloga nagomilana je teža voda, a lakša je potisnuta prema rubovima. Karta svjetskih struja pokazuje u sva tri oceana goleme anticiklonalne vrtloge subtropske vode (slika 1). U njihovim središtima skupljena je laka površinska voda do velike dubine. U visokim geografskim širinama nalaze se ciklonalna površinska strujanja između porivnih struja zapadnih vjetrova i polarnih struja. Tu se u središtima vrtloga uzdiže iz dubina teška voda do površine mora. Tople su i lagane vode u središtima subtropskih anticiklonalnih vrtloga siromašne planktonom, jer iz dubina ne dolaze hranjivi sastojci. Stoga su centralna područja anticiklonalnih subtropskih vrtloga nepogodna za život u moru i tvore morske pustinje. Naprotiv golemi ciklonalni vrtlozi u središtima donose iz dubine na površinu

tešku hladnu vodu bogatu hranjivim tvarima, pa se tu razvija i bujan život u moru. U subpolarnim ciklonalnim vrtlozima su najbogatija svjetska lovišta.

### 1.2.3 Ekmanova spirala

Nazvana je po Švedskom oceanografu Vagnu Walfridu Ekmanu koji je objavio važan rad o utjecaju Zemljine rotacije na struje (1905. g.). Strujanje (Ekmanova spirala) nastaje zbog međudjelovanja sila vjetra s površinom vode, rotacije Zemlje (Coriolisova sila) i sila trenja između slojeva vode. Kada zbog utjecaja Coriolisove sile ili utjecaja vjetra na površini nastane struja, trenje između gornjeg i sljedećeg sloja vode uzrokuje da se i taj sljedeći sloj počinje gibati. Takvo gibanje prenosi se na svaki sljedeći sloj, ali sa gubitkom u iznosu gibanja.



Slika 3. Ekmanova spirala

Izvor: [http://skola.gfz.hr/slike/d6\\_4\\_slika1.gif](http://skola.gfz.hr/slike/d6_4_slika1.gif)

Skretanje porivne struje u dubini može se prikazati specijalnim modelom, koji je karakterističan za sjevernu hemisferu. Prva gornja strelica usmjerena je za neki kut na desno. Ostale su strelice ispod nje kraće i sve više zakrenute udesno. Na nekoj dubini strelica postaje znatno kraća od gornje ( $1/23$  početne dužine) i suprotna smjera. (slika 3.)

## **2. MJERENJE STRUJA**

Za plovidbu su važni brzina i smjer struje. O smjeru ovisi pravac u kojem struja zanosi brod u plovidbi, a daljina je proporcionalna brzini za toliko koliko u određenom vremenu struja zanese brod od položaja u kojem bi se nalazio da je plovio u mirnoj vodi. Smjer struje mjeri se istodobno s brzinom pa su i strujomjeri obično podešeni tako da daju oba podatka zajedno. Brzina struje se obično označava u čvorovima, ali nekad i m/s ili nm/d. Struje se mogu određivati na dva načina: direktno, mjerenjem brzine i smjera ili indirektno, mjerenjem razlike u temperaturi i slanosti morske vode duž vertikala u dvije točke oceana, ali taj se način upotrebljava samo za mjerenje struja gustoće jer se smjer i brzina ostalih struja može odrediti samo direktnom metodom.

### **2.1 DIREKTNO MJERENJE MORSKIH STRUJA**

Direktnom metodom struje se mjere na dva načina: mjerenjem zanosa ili mjerenjem struje s nepomičnog stajališta. Najstariji način mjerenja struja je mjerenje zanosa pri čemu su se upotrebljavali razni plutajući predmeti kao što su boce, komadi drva, bakrene lopte i sl. Ta metoda točnije, naziva se metoda nekontroliranog zanosa jer su ti predmeti pušteni s nekog mjesta, plutajući bez kontrole njihove pozicije dok se nebi nasukali na obalu. Koristeći se tom metodom mogli smo odrediti samo početnu i završnu poziciju predmeta kao i vrijeme provedeno u moru i tako je bilo moguće odrediti prosječnu brzinu struje na području koje je taj predmet preplutao. U 19. Stoljeću u svrhu istraživanja morskih struja u more je bačeno mnogo boca i drugih predmeta od kojih bi neki plutali i više godina. Veći dio tih predmeta nakon bacanja više nije pronađen, ali oni predmeti koji jesu, dali su neke nove podatke o morskim strujama.

Druga metoda direktnog mjerenja morskih struja je metoda kontroliranih zanosa koja daje mnogo točnije podatke. Kod te metode, zanošenje, brzina, smjer i ostali podatci kontroliraju se za vrijeme plutanja niz struju. Tom metodom otkriveni su tokovi glavnih oceanskih struja i prikupljeno je najviše podataka sa svih mora i oceana. Za plovidbe na brodovima se procjenjuju smjer i brzina struje po razlici između procjenjenog i pravog položaja broda u određenom trenutku. Procjenjeni položaj broda pomorci određuju iz kursa u kojem brod plovi po kompasu i prevaljenog puta koji dobiju uz pomoć brzinomjera. Poslije određenog vremena svaki pomorac kontrolira poziciju astronomskim metodama ili u novije vrijeme uz pomoć GPS pozicije. Pomoću tih metoda dobiva pravu poziciju broda. Ako se ta pozicija poklapa sa procjenjenom znači da na putovanju struja nije zanosila brod

što je rijedak slučaj. Češće ipak se pokaže razlika između prave i procjenjene pozicije i to je dokaz da je neka sila na putovanju zanosila brod. Treba uzeti u obzir da osim struje, to može biti i vjetar, koji ipak ima slabiji utjecaj na zanošenje broda.



Slika 4. Metoda direktnog mjerenja struje

Izvor: Izradio student

## 2.2 INDIREKTNO MJERENJE STRUJA

Pri indirektnom mjerenju struja uvijek se traži neka fizička ili kemijska karakteristika morske vode, koja služi kao pokazatelj, da bi se jedna vodena masa mogla razlikovati od druge. Karakterističnih pokazatelja nema mnogo; glavni su temperatura i slanoća, ali se mogu iskoristiti i količina kisika, nitrata, fosfata, bakterija, planktona, pH vode i dr.

Temperatura je najčešći pokazatelj jer jedan sloj morske vode ne može biti hladniji od drugih slojeva oko njega, a da nema nekog posebnog uzroka. Jedan je uzrok taj što sloj potječe iz područja gdje je more hladnije. Ako rasporedimo mjerenja po nekom području, možemo odrediti odakle dolazija hladnija voda i tako odrediti smjer strujanja.

Glavni se tokovi dubinskih struja određuju mjerenjem temperature, slanoće, sadržaja kisika i dr. po određenim linijama, a zatim se iz dobivenih podataka crtaju profili područja pa i čitavog oceana. Iz profila se određuju premještanja vode više i niže temperature, veće i manje slanoće itd. Može se koristiti još jedan pokazatelj, ako se upotrijebi dijagram temperature i slanoće, jer se njime mogu otkriti tzv. glavne oceanske vode; može se pratiti mješanje voda i odrediti kako im dubinska strujanja mjenjaju odnose.

Istraživač G. C. Wust je u južnom Atlantiku tako otkrio u dubini između 1200 i 2800 m sloj neobično slane vode; prećenjem tog sloja ustanovio je da dolazi iz Sredozemnog mora kroz Gibraltarska vrata.



Jednak se postupak može primijeniti i s karakterističnim slojevima sadržaja kisika. Maksimumi tada pokazuju vode gdje se slojevi brzo obnavljaju, a minimumi vode koje odavno nisu bile u kontaktu s atmosferom. Rezultate svih mjerenja Wust je analizirao i ucrtao na karte, sintezom je otkrio glavne tokove strujanja u južnom Atlantiku. Metodom karakterističnih slojeva morske vode otkrivaju se opći tokovi oceanskih struja, ali se ne dobivaju detaljni podaci, tj. sasvim točni smjerovi i brzine.

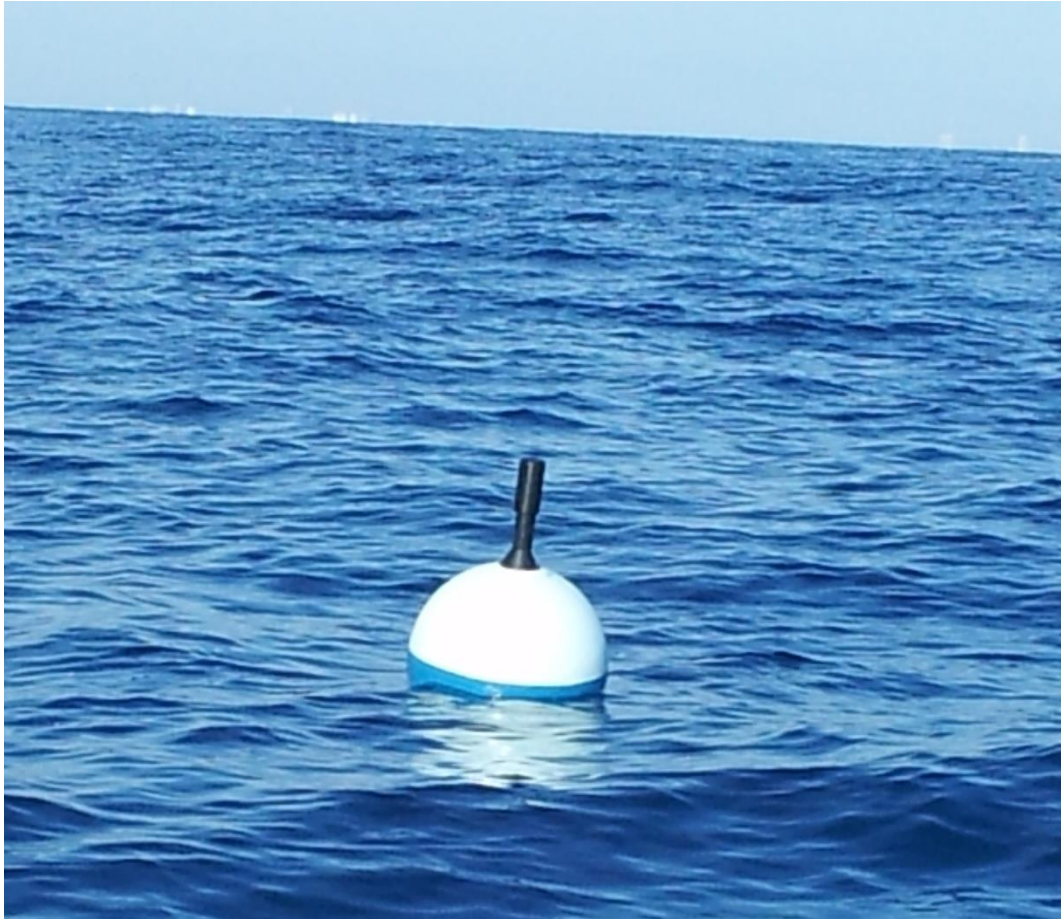
## **2.3 UREĐAJI ZA MJERNJE MORSKIH STRUJA**

U današnje vrijeme uređaji za mjerenje struja imaju sličan koncept kao i kroz povijest, ipak glavna razlike je u tome što su današnji uređaji opremljeni brojnim manjim uređajima za očitavanje raznih podataka o strujama, kao i GPS prijemnikom.

Sva plutajuća mjerila nazivaju se Lagrangova mjerila, a taj naziv dobila su po matematičaru J. L. Lagrangeu koji je prvi opisao putanje fluida. Također poznata vrsta mjerača je i Eulerovo mjerilo, nazvano po švicarskom matematičaru L. Euleru. Taj uređaj smješten je na jednom mjestu i očitava podatke o brzini i smjeru struje koja prolazi u njegovoj blizini.

### **2.3.1 Langrangeova plutača**

Langrangeova mjerenja struja se obavljaju pomoću plutajućih plovaka koji mogu biti površinski i dubinski. U određenom vremenskom intervalu plovak određuje svoj položaj pomoću nekog satelitskog navigacijskog sustava (npr. GPS-a), te odašilja signal prema satelitu, označavajući svoju geografsku dužinu i širinu u određenom trenutku. Spajanjem slijeda podataka dobije se putanja plovka u moru koja prati tok struje.



Slika 5. Lagrangeova plutača

Izvor: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/SVP-B.jpg>

### 2.3.2 Eulerovo mjerilo

Eulerova mjerenja struja uključuju metode koje omogućavaju određivanje smjera i brzine struje u nekoj točki. Smjer i brzina struja se mjere strujomjerom, pri čemu se instrument sidri na određenoj poziciji (autonomni strujomjeri) ili se postavlja na brod (tzv. brodski strujomjeri). Jedan od pionirskih instrumenata konstruirao je V. W. Ekman, a sastojao se od rotora koji je pomoću brojčanika mjerio brzinu te krila i kompasa koji su određivali smjer struje. Noviji klasični strujomjeri rabe isti princip mjerenja, no podaci se pohranjuju na memorijske kartice. Drugačiji princip mjerenja struja imaju tzv. Dopplerovi strujomjeri – ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) – koji odašiljaju zvučne valove te mjere pomak u frekvenciji vala reflektiranog od gibajućih čestica morske vode. Koristeći više valnih zraka u različitim smjerovima, moguće je odrediti brzinu i smjer struja u više desetaka slojeva u moru, ovisno o frekvenciji odašiljanog signala.

### 3. TOPLE MORSKE STRUJE

Topla morska sfera pokriva velik dio svjetskog mora. Prostire se od južnog do sjevernog polarnog fronta. Njezini su gornji slojevi najjače izloženi utjecaju vjetra, osobito pasata, koji stvaraju stalne porivne struje u svim oceanima sjeverno i južno od ekvatora. Izuzetak je jedino Indijski ocean gdje se porivne struje mjenjaju zajedno s monsunima.

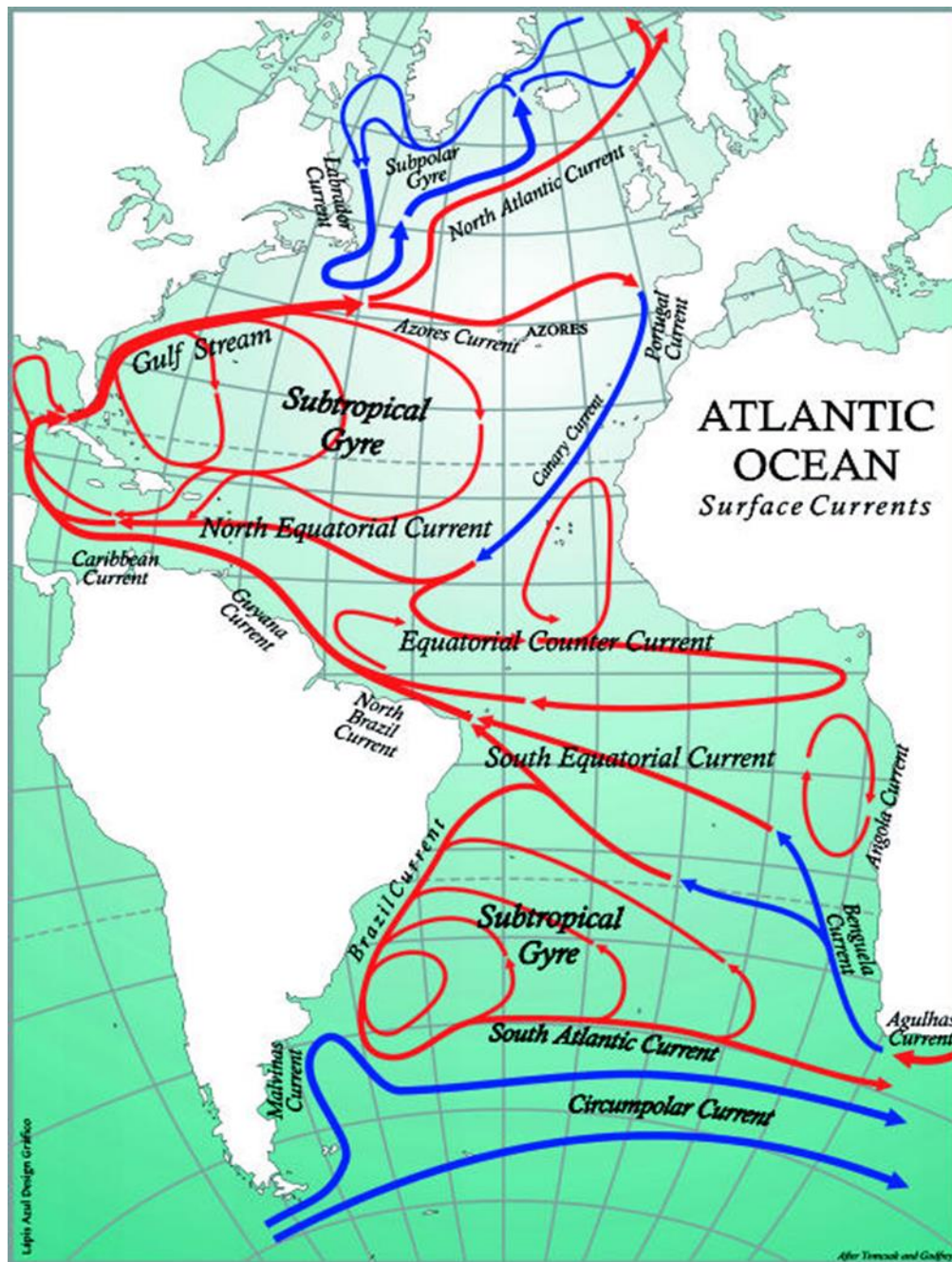
Mjerenja su pokazala da se u tropskim i subtropskim širinama svih oceana nalazi dosta istaknuti prijelazni sloj temperature (gustoće) s osobitim rasporedom slanoće i sadržaja kisika. Prijelazni sloj razdvaja homogeni gornji sloj tople sfere od donjeg sloja tople sfere slabije homogenosti. Krivulje vertikalnog rasporeda temperature, slanoće, gustoće i količine otopljenog kisika pokazuju da u tropskoj zoni Atlantika homogeni površinski sloj doseže dubinu od oko 80 metara, u pacifiku do 100 metara, a u Indijskom oceanu do 25 metara. Ispod tih razina proteže se manje homogeni donji sloj, koji prema dnu prelazi u hladnu sferu. Prijelazni sloj održava se u svim morima kroz cijelu godinu, a nastaje u dubini gdje prestaje vertikalni prijenos topline s površine i hladnijeg donjeg sloja, koji se hladi djelovanjem hladnijih voda iz viših širina.



Slika 6. Koralni greben- rezultat toplih morskih strujanja

Izvor: [https://rtl-static.cdn.sysbee.net/image/veliki-koraljni-greben-a2e384ed1b60e73c905a017629ec5d58\\_view\\_article\\_new.jpg?v=21](https://rtl-static.cdn.sysbee.net/image/veliki-koraljni-greben-a2e384ed1b60e73c905a017629ec5d58_view_article_new.jpg?v=21)

### 3.1. TOPLE STRUJE ATLANTSKOG OCEANA



Slika 7. Struje u Atlantskom oceanu;

Izvor: [https://www.bigmarinefish.com/map\\_currents\\_atlantic.jpg](https://www.bigmarinefish.com/map_currents_atlantic.jpg)

Zbog pasatnih vjetrova, koji pušu sa sjeveroistoka i jugoistoka prema pojasu ekvatorskih tišina, struji topla voda prema zapadu i tako nastaju sjeverna i južna ekvatorska struja, a između njih prolazi povratna ekvatorska struja. Tople ekvatorske vode, prešavši Atlantski ocean, skreću kod rta São Roquea (istočni rt Južne Amerike) prema

sjeverozapadu i teku duž obale Južne Amerike, jedan ogranak teče s vanjske strane Antilskog otočja, a drugi ulazi u Karipsko more i Meksički zaljev, odakle izlazi kao Golfska struja koja prolazi kroz Floridski prolaz (između Floride i Kube) s 30 milijuna m<sup>3</sup>/s. Odatle duž američke obale teče do rta Hatterasa, pa skreće prema istoku. Prešavši gotovo cijeli ocean, Golfska se struja razdvaja: desni ogranak pred pirenejskom obalom skreće prema jugu kao hladna Kanarska struja i prelazi u sjevernu ekvatorsku struju, koja okružuje Sargaško more. Lijevi ogranak nastavlja tok prema obalama sjeverozap. Europe i prelazi u Barentsovo more. Sa sjevera duž jugoistočne obale Grenlanda teče hladna Grenlandska struja, a kroz Davisova vrata hladna Labradoriska struja. Vode Labradoriske struje dodiruju se pred Newfoundlandom s toplim vodama Golfske struje, poniru pod njih i ispunjavaju duboke dijelove Atlantskog oceana. Na južnoj hemisferi duž brazilske obale teče prema jugozapadu jedan dio ekvatorske struje (Brazilska struja). Južno od 30° S skreće prema jugu, a zatim prema istoku, spaja se s ledenim antarktičkim vodama u subantarktičku struju, od koje jedan dio skreće prema sjeveroistoku kao hladna Benguelska struja, a veći dio teče u Indijski ocean.

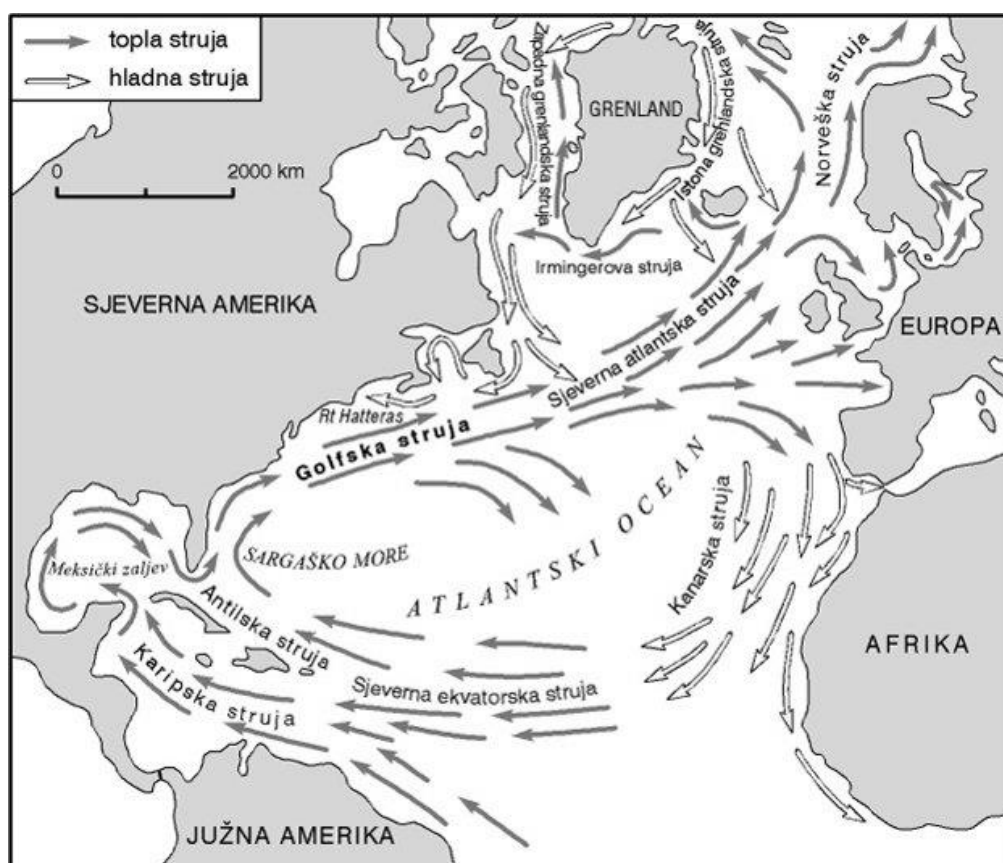
### **3.1.1. Golfska struja**

Golfska struja je sustav toplih morskih struja u sjevernom dijelu Atlantskog oceana od Meksičkog zaljeva do obala Svalbarda i poluotoka Kola na sjeveroistoku i do obala Pirinejskog poluotoka i sjeverozapadne Afrike na istoku.

Već je 1513. Španjolac Francisco de Alaminos opazio brzo strujanje morske vode u Floridskom prolazu kad je plovio do Bahamskog otočja prema Floridi. Naziv Golfska struja upotrijebio je prvi put tek 1770. B. Franklin kada ju je označio na pomorskoj karti. U Golfskoj se struji nižu različite heterogene, često divergentne struje. Od Meksičkog zaljeva do rta Hatterasa teče Floridska struja, a od rta Hatterasa do Azora Golfska struja otvorenog Atlantskog oceana, koja se opet dijeli na manje ogranke. Procjenjuje se da kroz Floridski prolaz prođe 25 milijuna metara kubnih vode u sekundi. Protječući kroz Atlantski ocean te vode gube velik dio svojih prvotnih osobina. Općenito se misli da Golfska struja nastaje pod utjecajem toplih ekvatorskih voda Atlantskog oceana koje prodiru u Karipsko more kroz prolaze između Malih Antila. Te vode protječu Karipskim morem od istoka prema zapadu. Goleme vodene mase Karipskog mora, stisnute između poluotoka Yucatana i Kube, ulaze u Meksički zaljev i tu uzrokuju povišenje razine mora za nekoliko decimetara, otjecanje vode kroz Floridski prolaz i stvaranje Floridske struje.

Na južnom kraju Newfoundlandskog plićaka dolazi Golfska struja u dodir s hladnom Labradorskom strujom, koja donosi mnogo ledenih brijegova sa sjevera. Na granici između tih struja temperatura varira za 10 do 15 stupnjeva na razmaku od 10 NM.

Na području Newfoundlandskog plićaka zbog mješanja hladne i tople vode temperatura vode Golfske struje padne za 10-18° C, a za 4-6 stupnjeva na dubini od 1000 metara; slanost iznosi 35,5 do 36 promila. Prošavši Newfoundlandski plićak, Golfska struja se pod utjecajem zapdnih i jugozapadnih vjetrova udaljava od kopna Sjeverne Amerike te se u otvorenom oceanu kreće prema istoku s prosječnom brzinom od 0,28 m/s. Istočno od pedesetog meridijana zapadno struja se lepezasto širi, pa se taj dio zove delta Golfske struje. Velik dio površinskih i dubinskih voda otklanja se po utjecajem rotacije Zemlje (Coriolisov učinak) na istok i jugoistok, a jedan dio i prema sjeveru duž istočne obale Newfoundlanda i Labradora do Davisovih vrata, usporedno s Arktičkim vodama, koje se kreću u suprotnom smjeru.



Slika 8. Prikaz Golfske struje na karti

Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Golfska\\_struja.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Golfska_struja.jpg)

Granica Golfske struje prema Američkoj obali. Golfska struja ne teče neposredno uz obale Sjeverne Amerike, pa ni u Floridskom prolazu. Prostor između Golfske struje i kopna ispunjen je hladnom vodom, koja dolazi kao kompenzacijska voda iz dubina. Prijelaz je između hladnih voda uz obalu i Golfske struje postepen, sastoji se od više pojava koji imaju različitu temperaturu, te se pružaju usporedno s tokom Golfske struje. Amerikanci ovu termičku granicu Golfske struje nazivaju Hladnim zidom (*Cold Wall*). Zimi razlike u temperaturi između vode Golfske struje i hladnih voda uz obalu južno od rta Hatterasa dosežu 8 stupnjeva, pa se povećavaju do širina na kojima leže New York i Boston. U proljeće i jesen razlike su manje. Ljeti od lipnja do kolovoza razlike gotovo da i nema, jer su vode uz obalu zbog utjecaja američkog kopna gotovo jednako tople kao i voda Golfske struje.

Na sjevernoameričkom kontinentu stvara se zimi od studenog do siječnja, visok tlak zraka, koji se neprekidno spaja s tropskim područjem visokog tlaka zraka, pa se zbog toga i Golfska struja od otoka Kube do Long Islanda nalazi u području visokog tlaka zraka. Oko otočja Bermuda puše istočni i jugoistočni vjetar, a sjevernije od 30 stupnjeva sjeverno, pušu sjeverozapadni vjetrovi. U zoni Golfske struje nastaju zbog toga između 25° i 45° sjeverno jaka kolebanja temperature. Prosječna je siječanjaska temperatura južno od poluotoka Floride 21,1 stupanj, kod rta Hatterasa 10 stupnjeva, a južnije od Long Islanda - 1,1 stupanj.

Ljeti se područje tropskog visokog tlaka zraka odmiče u otvoreni ocean prema Sargaškome moru, pa se zbog toga pojas Golfske struje nalazi u području srednjeg tlaka zraka. U južnom dijelu tog pojasa pušu vjetrovi s jugoistoka, a u sjevernom s juga i jugozapada. Srednja Amerika i Antili nalaze se u području visokih temperatura (viših od 26° C). Razlika u temperaturi za vrijeme ljeta između rta Hatterasa i Long Islanda nije veća od 5 stupnjeva. Prodorom tropskih zračnih masa u zonu Golfske struje, zračno strujanje gotovo se podudara sa strujanjem mora. Iako su zatišja između Antila i Newfoundlanda rijetka, ipak su sjeverno od rta Hatterasa karakteristične vrlo česte magle. Jugoistočno od Newfoundlandskog plićaka na dodiru hladnih arktičkih i toplih voda Golfske struje (između 40° i 45° sjeverno te 48° i 53° zapadno) nastaju vrlo često guste i niske magle. Prema tome su sjeverni dijelovi Golfske struje područja magle, a južni (južno od rta Hatterasa) područje tropskih ciklona malog polumjera. Gotovo se sve tropske ciklone kreću parabolom koja se pruža tokom Golfske struje uz Antile i južni dio SAD-a. Promjer im je često manji od 160 km. Najbrojnije su ljeti i početkom jeseni; od siječnja do travnja ih

nema. Kod najjačih ciklona brzina vjetra doseže 230-240 km/h. Katkad se ciklone Karipskog mora kreću i prema sjeverozapadu preko Meksičkog zaljeva.

Vode Golfske struje kreću se u sjevernom dijelu Atlantskog oceana prema klimatski umjerenim obalama zapadne Europe koje se nalaze između 34 i 60 stupnjeva geografske širine na sjevernoj polutki. Godišnja izoterma od 5 stupnjeva pruža se preko luke st. John'sa na Newfoundlandu i južnom obalom Islanda pa je na taj način na istoku 20 stupnjeva sjevernije nego na zapadu. Izoterma od 10 stupnjeva prolazi južnim dijelom Newfoundlandskog plićaka do sjevernih obala Irske koje leže 12 stupnjeva sjevernije od Newfoundlandskog plićaka. Također značajne izoterme su siječanjska i Srpanjska izoterma. Siječanjska izoterma od 1,7 C pruža se od Newfoundlanda do obala Islanda, a izoterma od 7,2 C, koja je karakteristična za obalu SAD-a sjevernije od rta Hatterasa, prolazi kroz Irsku i Bretagnu. U srpnju Newfoundland i sjeverna Škotska imaju jednaku temperaturu (prosječno 12,8° C), a izoterma od 10° C pruža se od Newfoundlanda do Danskog prolaza. Zagrijavanje zapadne Europe osjeća se posebno od studenog do veljače. U to doba godine izoterme koje prolaze Atlantskim oceanom prema Europi najjače se otklanjaju prema sjeveru. U tim širinama su nad morskom površinom relativno visoke temperature i nizak tlak zraka. Prostorna ciklona se održava cijele godine, osobito zimi jugozapadno od Islanda. Nešto manja središta niskog tlaka zraka nalaze se od veljače do svibnja kraj južnog dijela Grenlanda, a ljeti iznad Norveškog mora. Na taj način svi ti krajevi niskog tlaka zraka između 55 i 65 stupnjeva sjeverno formiraju gotovo stalno veliko područje niskog tlaka zraka, koje određuje meteorološki režim sjevernog dijela Atlantskog oceana. Karakteristična je dugotrajna oblačnost s velikim količinama oborina kojih ima u svako godišnje doba. Vjetrovi nastaju zbog kolebanja položaja središta niskog tlaka zraka i tropske anticiklone u Sargaškom moru. To općenito i stalno kretanje nižih slojeva atmosfere od jugozapada prema sjeveroistoku, bez obzira na mjestimično kružno kretanje zračnih masa, podudara se s kretanjem površinskih voda u sjevernom dijelu Atlantskog oceana.

Prema tome goleme mase tople vode Golfske struje zagrijavaju zrak, koji se diže u visinu i stvara nad pojasom Golfske struje nizak tlak zraka. Pod utjecajem zapadnih vjetrova u umjerenim širinama stvara se struja toplog morskog zraka u smjeru Europe. Zbog toga su znatne klimatske razlike između krajeva koji se nalaze na jednakim širinama s obje strane Atlantskog oceana (Norveška i Grenland). Zbog utjecaja Golfske struje,



temperature morske vode blizu poluotoka Kole ne padaju niže od 0 C, pa se ni luka Murmansk ne zaleđuje.

Rasprostranjenost različitih organizama u sjevernom dijelu Atlantskog oceana ovisi o utjecaju toplih voda Golfske struje. Iako se južni dio Golfske struje do rta Hatterasa nalazi u toplim morima, ipak se već od Floride osjeća utjecaj hladnih obalnih voda. Područje sjeverno od rta Hatterasa pripada moru umjerenog pojasa, a od geografske širine Bostona subarktičkim vodama. Golfska struja uvjetuje rasprostranjenost organizama tropskih mora prema sjeveru, a arktičkih prema jugu (različite vrste morskih ptica, kitovi i dr.).

Visoka temperatura i čistoća vode Floridske i Antilske struje utječe povoljno na razvitak koraljnih grebena u području Antila i Bahamskog otočja, iako Atlantski ocean općenito nije povoljan za razvitak koraljnih polipa koji izgrađuju koraljne grebene. Obilje mikroplanktona u vodama hladnog zida i Golfske struje uvjetuje bogatu faunu riba, rakova i mekušaca. Lovišta bakalara nalaze se daleko na jugu od Newfoundlandskog plićaka, zbog arktičkih voda koje se provlače između obale i Golfske struje.

### **3.1.2. Floridska i Antilska struja**

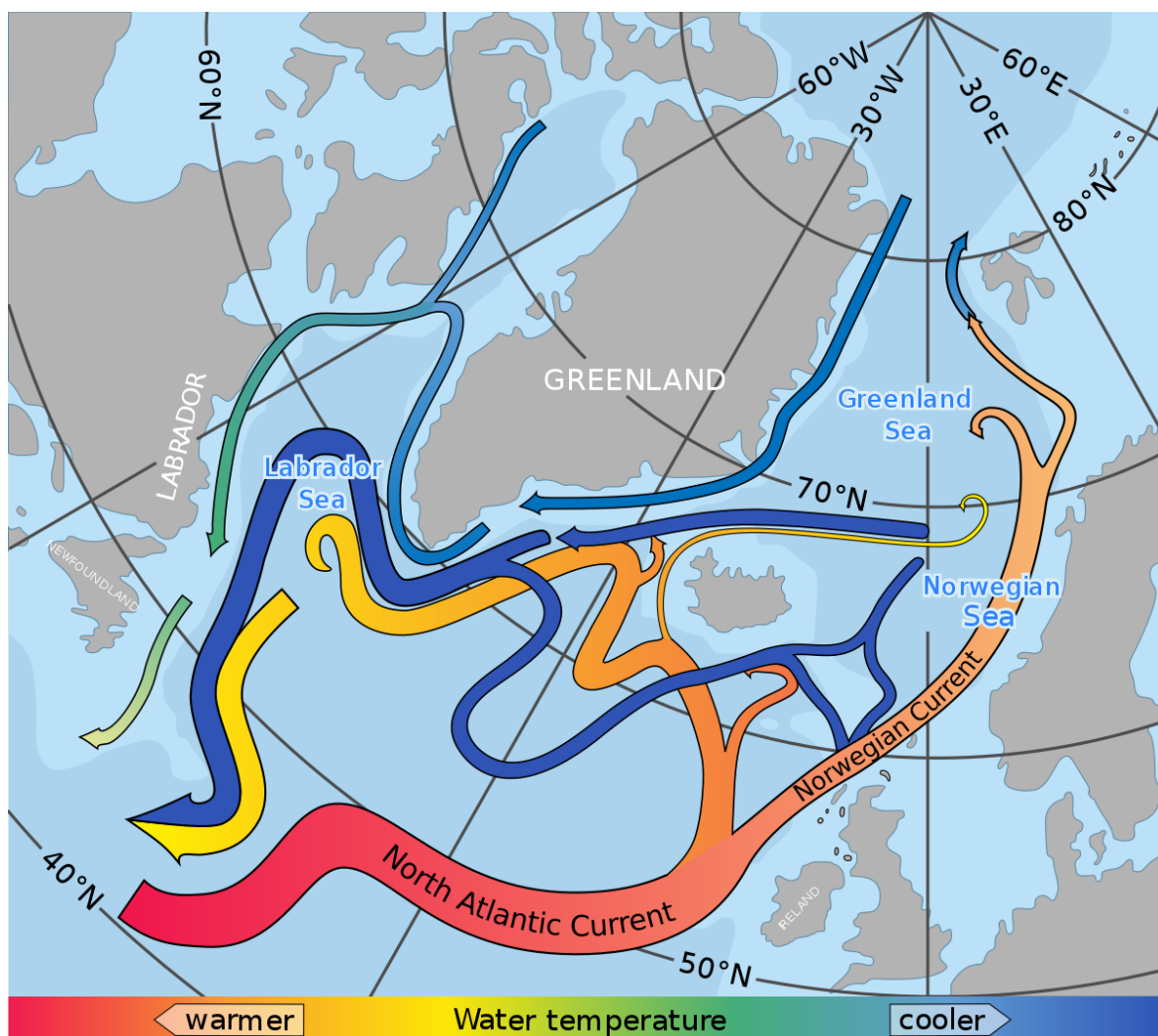
Antilska struja je topla morska struja koja se nalazi u Atlantiku sjeveroistočno od otočja koje odvaja Karibsko more i Atlantski ocean. Nastaje kao posljedica toka Atlantske Sjeverno Ekvatorske Struje. Teče u smjeru kazaljke na satu, sjeverno od Puerto Rica, Hispaniole i Cube, južno od Bahama, olakšavajući pomorsku komunikaciju s Atlantika na sjeverne obale ovih otoka. Utječe u Golfsku struju na križanju sa Floridskim tjesnacem. Zbog svoje vode bogate nutrijentima ribari sa Karibski otoka koriste je za ribolov.

Floridska struja je topla morska struja koja iz Meksičkog zaljeva teče u Atlantski ocean. Struju je istražio još 1513. godine španjolski istraživač Juan Ponce de León. Ova struja rezultat je dotoka vodenih masa iz Atlantika u Karipsko more gdje kao Karipska struja teče uz obale Srednje Amerike i kroz Yucatanski kanal ulazi u Meksički zaljev. Ovdje se još zagrijava i krećući se prema istoku, teče kroz Floridski prolaz, između Floride i Kube. Zatim nastavlja prema sjeveru između istočne obale Sjedinjenih Američkih Država i Bahama. Sjeverno od Bahama ujedinjuje se s Antilskom strujom i formira Golfsku struju.

Vode Floridske struje znatno se razlikuju od voda Karipskog mora iz kojeg dolaze. Temperatura vode Floridske struje niža je od temperature vode Karipskog mora. Slanost vode Floridske struje iznosi 35,4 promila, a vode Karipskog mora 36 promila i više.

Temperatura koja je u površinskom sloju vode Floridske struje viša od 24 C u zapadnom dijelu na dubini od 300 m. iznosi 8 C, a u istočnom dijelu na istoj dubini 17 C. U istim dubinama u zapadnome dijelu je slanost 34,8 promila, a u istočnom 35,8 promila. Prema tome ugrijane i slane vode uz Bahamsko područje spuštaju se u dubinu, dok se hladna i manje slana dubinska voda uz obalu Floride diže prema površini. Zbog toga uz obale Floride nema koralja, a Bahamsko otočje je gotovo u cjelosti koraljnog podrijetla.

### 3.1.3. Sjevernoatlantska struja



Slika 9. Struje u sjevernom Atlantiku; Izvor:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/North\\_Atlantic\\_currents.svg/1200px-North\\_Atlantic\\_currents.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/North_Atlantic_currents.svg/1200px-North_Atlantic_currents.svg.png)

Sjevernoatlantska struja je snažna topla morska struja, koja produljuje od Golske struje i teče sjeveroistočno. Dijeli se u dva pravca zapadno od Irske. Jedna grana (Kanarska struja) ide prema jugu, dok druga nastavlja prema sjeveru duž obale

sjeverozapadne Europe, gdje ima značajni utjecaj na klimu. Ova struja je nastavak Golfske struje, koji teče sjeverno prema Arktičkom oceanu, ponekad se naziva i Norveška struja. Prenosi više tople vode od bilo koje granične struje, više od 40 Sv na jugu i 20 Sv prelazeći Srednjoatlantski greben. Doseže brzinu od 2 čv blizu Sjevernoameričke obale. Budući da njen tok uvelike određuju topografske karakteristike, struja dosta vijuga, ali se ne razdvaja u različite struje. Hladniji dijelovi Golfske struje okreću se prema sjeveru, blizu "repa" Velikih obala na 50 ° W gdje se Azorske struje odvajaju i teku južno od Azora. Od tu Sjevernoatlantska struja teče sjeveroistočno, istočno od rta Flemish. Približavajući se Sjevernoatlantskoj brazdi, okreće se istočno i postaje mnogo šira. Tada se razdvaja u hladniju sjeveroistočnu granu i topliju istočnu granu. Kako toplija grana skreće prema jugu, većina subtropske komponente Golfske struje zakreće se prema jugu. Kao posljedica u sjeverni Atlantik većinom pritječu subpolarne vode.

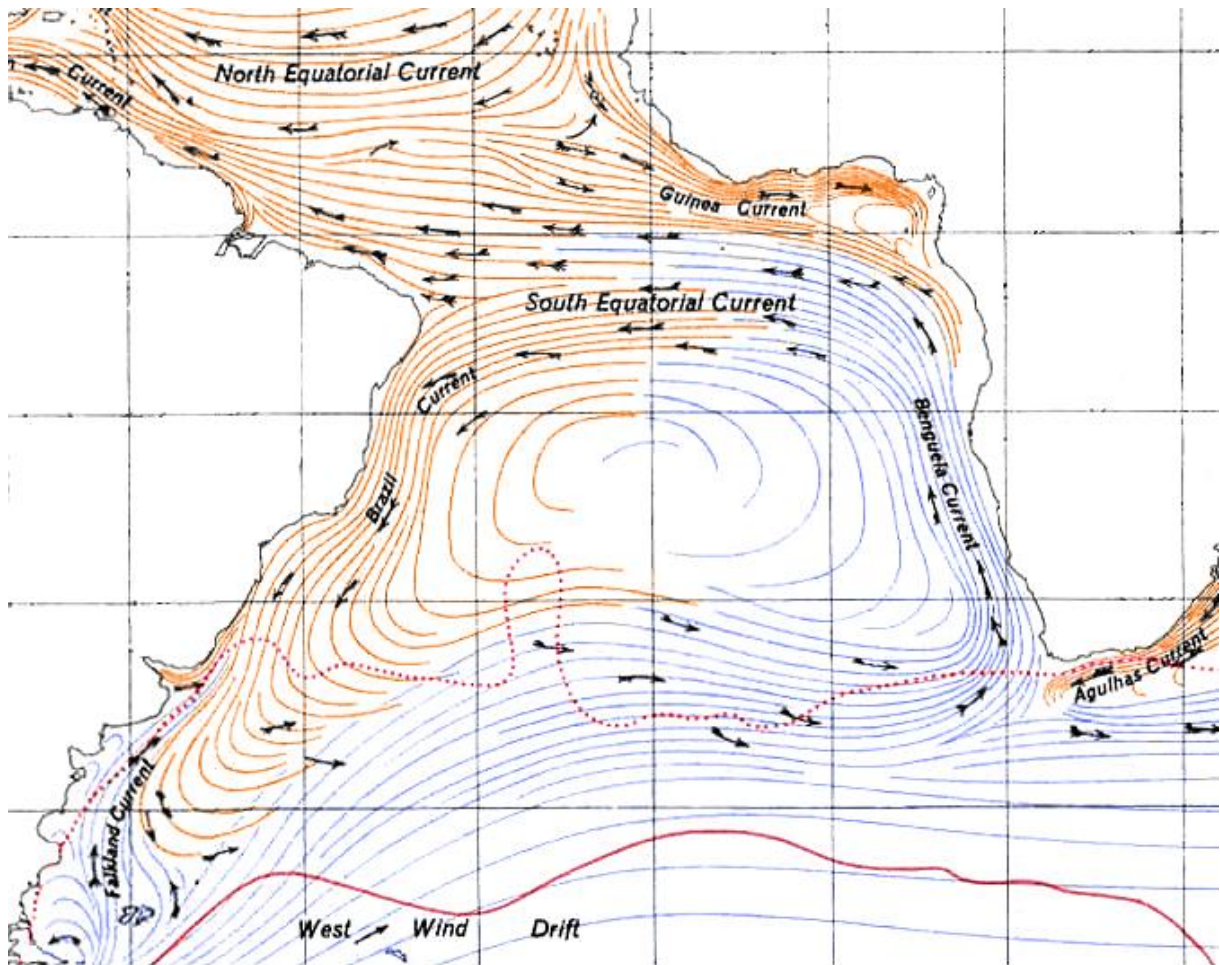
Zapadno od kontinentalne Europe struja se dijeli u dvije glavne grane. Jedna teče jugoistočno postajući Kanarska struja, prolazeći sjeverozapadnu Afriku, i tada se zakreće prema jugozapadu. Druga grana nastavlja teći prema sjeveru uz obale sjeverozapadne Europe dolazeći do Arktičkog oceana. Klimatske promjene, posebno globalno zatopljenje, bi mogli imati značajni učinak na promjene tokova ove struje.

#### **3.1.4. Brazilska struja**

Brazilska struja je topla površinska morska struja u Atlantskom oceanu južno od ekvatora. Teče od rta Sao Roque (10° - 15° S) duž brazilske obale u smjeru jugozapada do 40° južne geografske širine. Brazilska struja mogla bi se nazvati Golfskom strujom južne polutke, međutim značajno je slabija i plića.

Brazilska struja nastaje od dijela tople vode koja s Južnom ekvatorskom strujom dolazi od zapadne Afrike prelazeći cijeli Atlantik u smjeru zapada. Drugi dio ove tople vode Južnoekvatorske struje skreće prema sjeverozapadu i ulazi u Karipsko more gdje postaje Karipska struja i snabdijeva toplom vodom Golfsku struju.

Na svom putu prema jugozapadu uz istočnu obalu Južne Amerike, na oko 40° zemljopisne širine a pred ušćem Rio de la Plate, Brazilska struja sreće se s hladnom Falklandskom strujom.

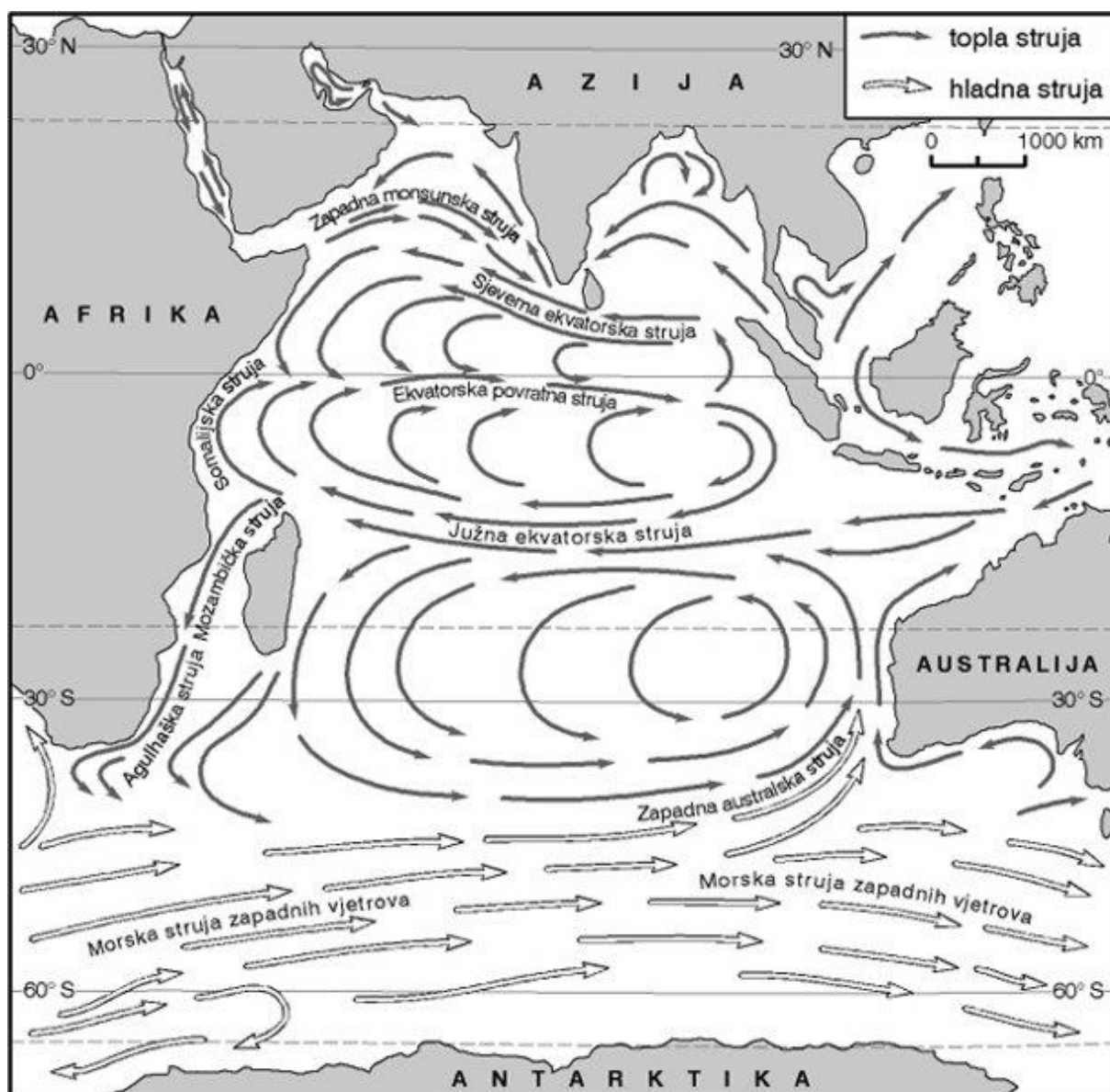


Slika 10. Brazilska struja na karti

Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/South\\_Atlantic\\_Gyre.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/South_Atlantic_Gyre.png)

Obje struje se sjedinjuju i pod utjecajem zapadnih vjetrova idu prema istoku (Antarktička cirkumpolarna struja) a dio ove ohlađene vode nastavlja s Benguelskom strujom. Kako Benguelska struja teče uz jugozapadnu afričku obalu gdje prelazi u Južnu ekvatorsku struju, ove vodene mase dijelom (bez voda koje se odvajaju u Karipsku i koje ostaju u Antarktičkoj cirkumpolarnoj struji) time zatvaraju puni krug. Temperatura joj se kreće od  $18^{\circ}$  do  $26^{\circ}$  C. Struja seže do dubine od 700 m, a procjenjen protok na  $12^{\circ}$  S je 2,5 Sv. Protok se povećava kako struja napreduje prema jugu, pa tako ima protok od 4 Sv na  $15^{\circ}$  S. Na obalnoj strani struje anticiklonski recirkulacijski vrtlog uzrokuje, na otprilike  $30^{\circ}$  S porast protoka Brazilske struje. Tako struja na  $27^{\circ}$  S ima protok od 11 Sv, na  $31^{\circ}$  S ima 17 Sv, na  $34^{\circ}$  S ima protok 22 Sv, a na  $36^{\circ}$  S 41 Sv. Glavni tok struje napušta kontinentalni šelf na oko  $38^{\circ}$  S.

### 3.2. TOPLE STRUJE INDIJSKOG OCEANA



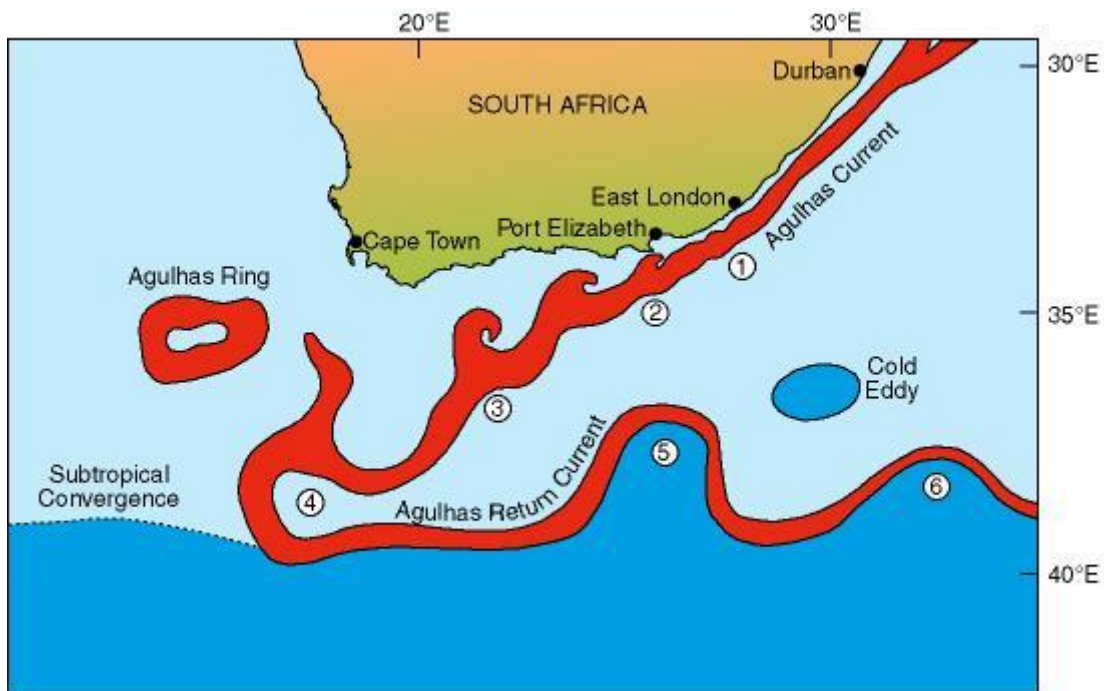
Slika 11. Struje Indijskog oceana

Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Indijski\\_ocean\\_morske\\_struje.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Indijski_ocean_morske_struje.jpg)

U sjevernom dijelu Indijskog oceana struje su uvjetovane izmjenom monsunu. Za sjeveroistočnoga monsunu kreću se vodene mase prema zapadu do obale Somalije, a onda okreću uz obalu Afrike i ulaze u Ekvatorsku povratnu struju. Za jugozapadnoga monsunu Južna ekvatorska struja prelazi južno od ekvatora u Istočnu monsunu struju, koja protječe cijelom širinom Indijskog oceana. Sjeverni rub Južne ekvatorske struje teče u to doba uz istočnu obalu Afrike kao Somalijaska struja brzinom od 74 do 222 km na dan. U južnome dijelu Indijskog oceana nastaje Južna ekvatorska struja pod utjecajem

jugoistočnih pasata, ali ne protječe cijelom širinom oceana, nego samo od otočja Cocos na istoku do Seychelleskog otočja na zapadu. U subpolarnim širinama oceanska voda struji pod utjecajem zapadnih vjetrova od zapada prema istoku. Sjeverni dio te struje skreće prema sjeveru i teče usporedno sa zapadnom obalom Australije kao Zapadna australska struja. Amplituda morskih mijena iznosi kraj Šri Lanke 1 m, kraj Karachija i Bombaya 3,3 do 5,1 m, kraj Yangona (Rangoon) 7,2 m, a kraj Beire 4 m.

### 3.2.1. Agulaška struja



Slika 12. Agulaška struja

Izvor: <http://www.cfoo.co.za/seaatlas/images/agulhasretroflexion.jpg>

Agulaška struja je topla morska struja koja teče na jugozapadu Indijskog oceana uz jugoistočnu obalu Afrike (od 27. do 40. južne paralele) u smjeru suprotnom od smjera kazaljke na satu. Vrlo je snažna i brza. Pretpostavlja se da je to najveća morska struja uz istočnu obalu nekog kontinenta i da njome proteče oko 100 miliona kubičnih metara vode u sekundi. Izvori Agulaške struje su Istočna Madagaskarska, Mozambička struja i Istočno Madagaskarska struja koja dolazi od Južne ekvatorske struje. Tok Agulaške struje određen je topografskim osobinama područja kroz koje prolazi. Struja prati kontinentalni šelf od Maputa do Agulaškog nasipa (250 km južno od Agulaškog rta). Od tog djela struja, zbog svoje brzine napušta šelf. Najveći protok vode struja ima baš kod Agulaškog nasipa gdje

proteče i do 130 Sv. Površinska brzina struje je u prosjeku 1.4 m/s, ali može doseći i do 2,5 m/s.

U južnoistočnom Atlantskom oceanu struja se zbog utjecaja Antarktičke cirkumpolarne struje počinje kretati u smjeru istoka i taj dio struje se naziva Agulaška kontrastruja. Taj dio toka vraća se u Indijski ocean, dok jedan dio tok istječe u južni Atlantik.

Pretpostavlja se da 15 miliona metara kubnih vode Indijskog oceana istječe u južni Atlantik. Od toga je 70% topla slana voda Indijskog oceana, a ostatak je hladna voda niske slanosti iz Antartika. Budući da je voda Indijskog oceana uvelike slanija i toplija od vode južnog Atlantika ova je struja bitan izvor topline i soli za to područje. Taj dotok topline uvelike doprinosi isparavanju vode u Atlantiku. Zbog svoje velike snage i brzine Agulaška struja uz Jugoistočne obale Afrike stvara valove, povremeno veće i od 30 metara. Budući da se to područje nalazilo na glavnoj brodskoj ruti od Bliskog Istoka do Amerike i Europe, na njemu je mnogo brodova doživjelo velike štete ili potonulo uglavnom u osamdesetim godinama dvadesetog stoljeća.

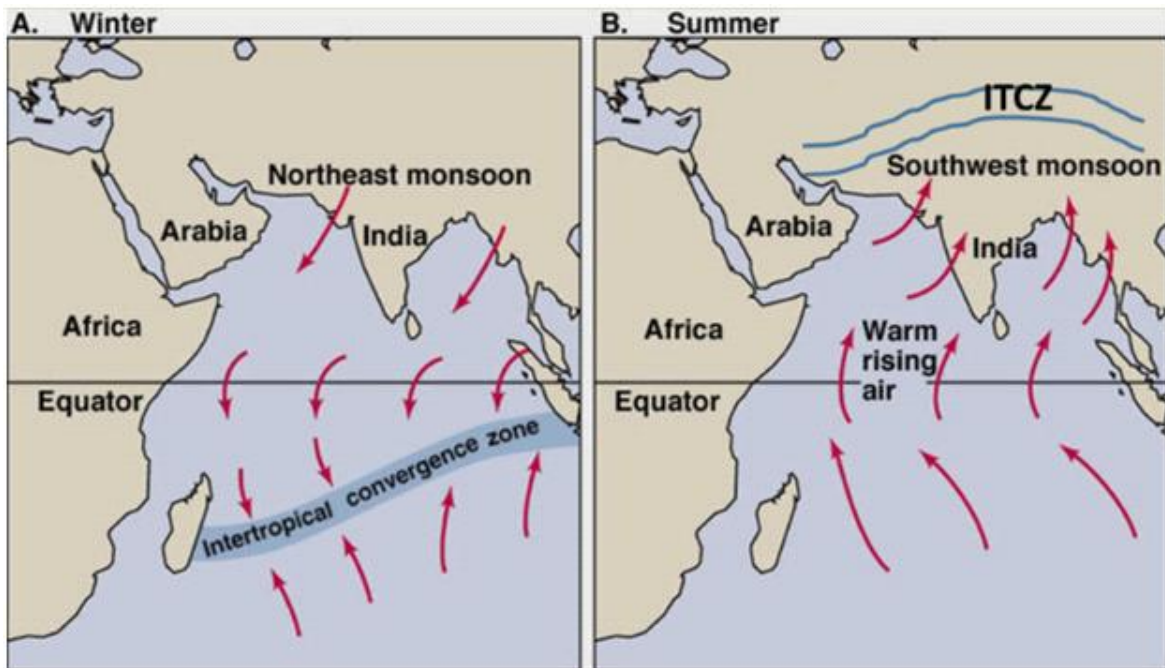
Na mjestu gdje se Agulaška struja zakreće prema istoku povremeno se dio njenog toka odvoji i formira prsten tople vode koja se onda kreće Atlantikom u smjeru sjeverozapada. Ti prsteni nazivaju se Agulaškim prstenima. Temperatura vode u njima je obično za više od 5 stupnjeva Celzijevih viša od temperature ostatka Atlantika.

### **3.3.2. Monsunske struje**

Monsunske struje posljedica su monsunskih vjetrova, koji se periodično mijenjaju u proljeće i u jesen. Istodobno s vjetrovima mijenjaju se i strujanja zbog izmjenjene raspodjele hidrografskih faktora. Kako se monsuni niskih geografskih širina ( tropski) razlikuju od monsun srednjih geografskih širina (istočnoazijski), razlikuju se i strujanja u odnosnim morima.

Zimski sjeveroistočni monsun (od studenog do ožujka-travnja) nastaje kada se nad azijskim rashlađenim kontinentom stvori visok atmosferski pritisak, pa se zrak pri tlu spušta s kopna na more. Zbog devijatorne sile Zemljine rotacije zrak skreće udesno, pa nad sjevernim Indijskim oceanom puše sjeveroistočni vjetar. Nad Stražnjom Indijom puše sjeverni vjetar, a nad istočnoazijskim rubnim morima sjeverni i sjeverozapadni vjetar. U

sjevernom dijelu Indijskog oceana površinska struja teče prema zapadu, kopneni vjetar ne donosi oborine, isparavanje je jako, pa slanoća mora raste.



Slika 13. Monsunske struje

Izvor: <http://blog.iasscore.in/wp-content/uploads/2017/02/28.png>

Ljetni jugozapadni monsun (od svibnja do listopada) puše na sjevernom Indijskom oceanu kao jugozapadni vjetar, a na istočnoazijskim morima kao južni ili jugoistočni vjetar, tj. svugdje s mora prema kopnu. Morske struje se mijenjaju gotovo istodobno s vjetrom.

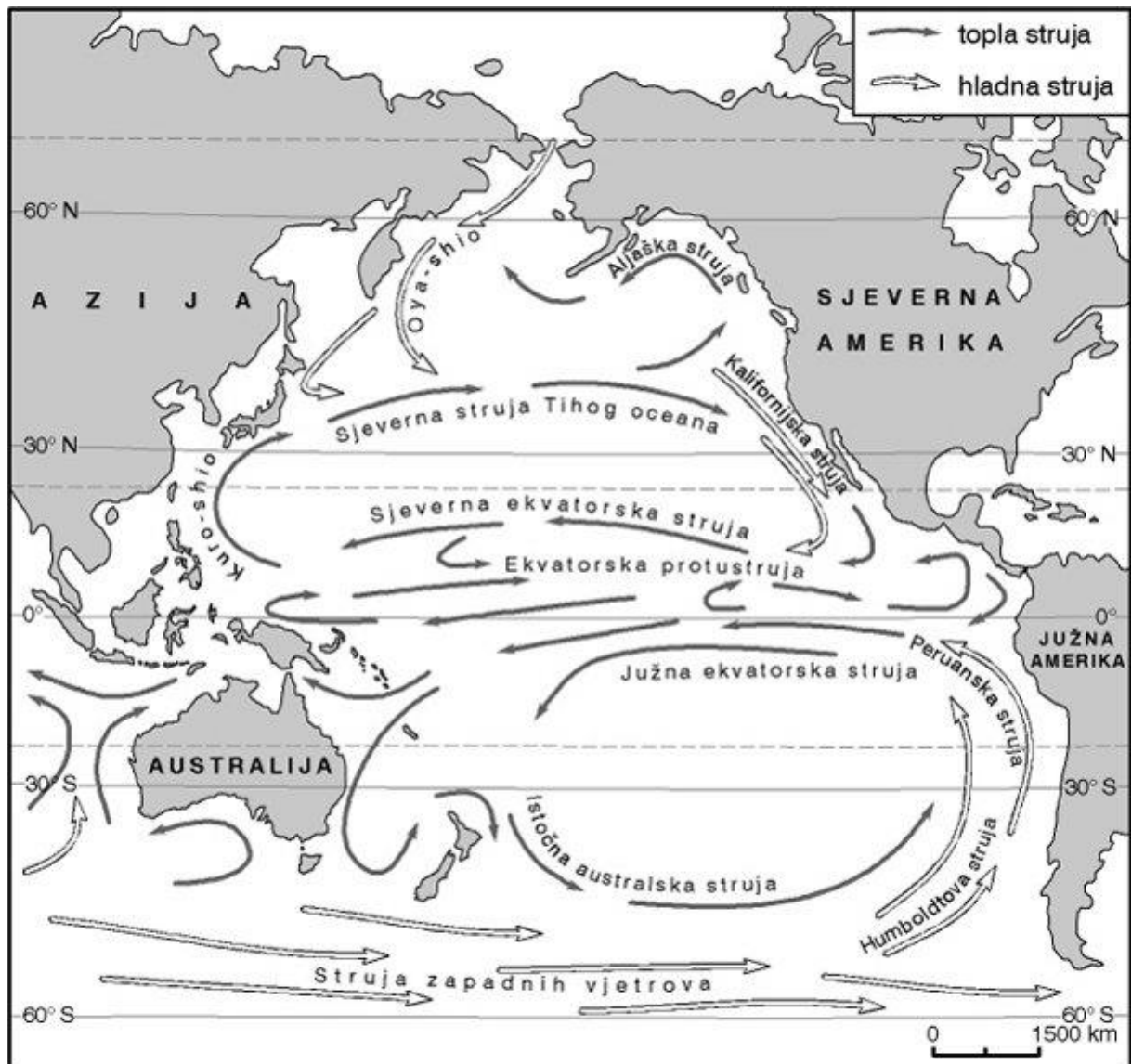
U regiji tropskih monsunu naročito se ističe Somalijska struja za ljetnog monsunu, koja nastaje kao struja pada, jer jugoistočni pasat nagomilava vodu na istočnoj afričkoj obali južno od ekvatora, dok istodobno sjeverno od ekvatora jugozapadni monsun spušta morsku površinu. Struja teče u smjeru pada duž obale, odvaja se od nje tek sjeverno od 8° N, skreće udesno i stapa se sa strujom jugozapadnog monsunu. Što dalje od ekvatora prema sjeveru, slojevitost gustoće dobiva veći dinamički nagib; posljedica je, da se u blizini Somalije stvara zona uzgona s hladnom vodom od 14° do 15° na površini, dok su na suprotnoj strani, u Arapskom moru, temperature više od 25°. Voda je u uzgonoj zoni maslinasto zelena i bogata planktonom. U svemu dakle slični na uzgone zone izvorišta pasatnih ekvatorskih struja. Stvaraju se i guste magle uz obalu, koje pomorci za jugozapadnog monsunu izbjegavaju.



Monsunske struje znatno mijenjaju slanoću u Arapskom moru, Bengalskom zaljevu i Andamanskom moru. Za sjeverne zime sjeveroistočni monsun potiskuje površinsku vodu niske slanoće, koja se stvorila za ljetnih kiša (u doba jugozapadnog monsuna) prema zapadu. Obratno, za sjevernog ljeta vodu potiskuje jugozapadni monsun natrag, gdje je obilate kiše ponovo zaslađuju. Stoga su godišnje promjene slanoće u Bengalskom zaljevu, Andmanskom i Južnokineskom moru abnormalno velike. Amplitude dosežu 1-3 promila (u Atlantiku 0,1-0,2 promila) i od velikog su utjecaja na život u moru.

U istočnoazijskim morima periodične izmjene struja i vjetrova stvaraju velike promjene u temperaturi morske vode. U Istočnokineskom, Žutom, Japanskom, Ohotskom i Beringovu moru zimski vjetrovi s kopna donose hladne zračne mase, a ljetni vjetrovi s oceana tople zračne mase. Stoga površinske temperature pokazuju godišnje amplitude od 10°-15°, a oko sjeverne korejske i mandžurske obale i od 18° do 25°. (Većih amplituda od 20° nema nigdje drugdje u svjetskom moru.) U Japanskom, Ohotskom i Beringovu moru voda se zimi zaleđuje; stvara se tipični morski led plovac čak i pred Vladivostokom, na geografskoj širini Hvara i Splita. U proljeće i u ljeto kada tople zračne mase, zasićene vodenom parom, prodiru nad hladna rubna mora stvaraju se guste magle; stoga ni zimi ni ljeti te obale nisu pogodne za plovidbu.

### 3.3. TOPLE STRUJE TIHOG OCEANA



Slika 14. Struje Tihog oceana

Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Tihi\\_ocean\\_morske\\_struje.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Tihi_ocean_morske_struje.jpg)

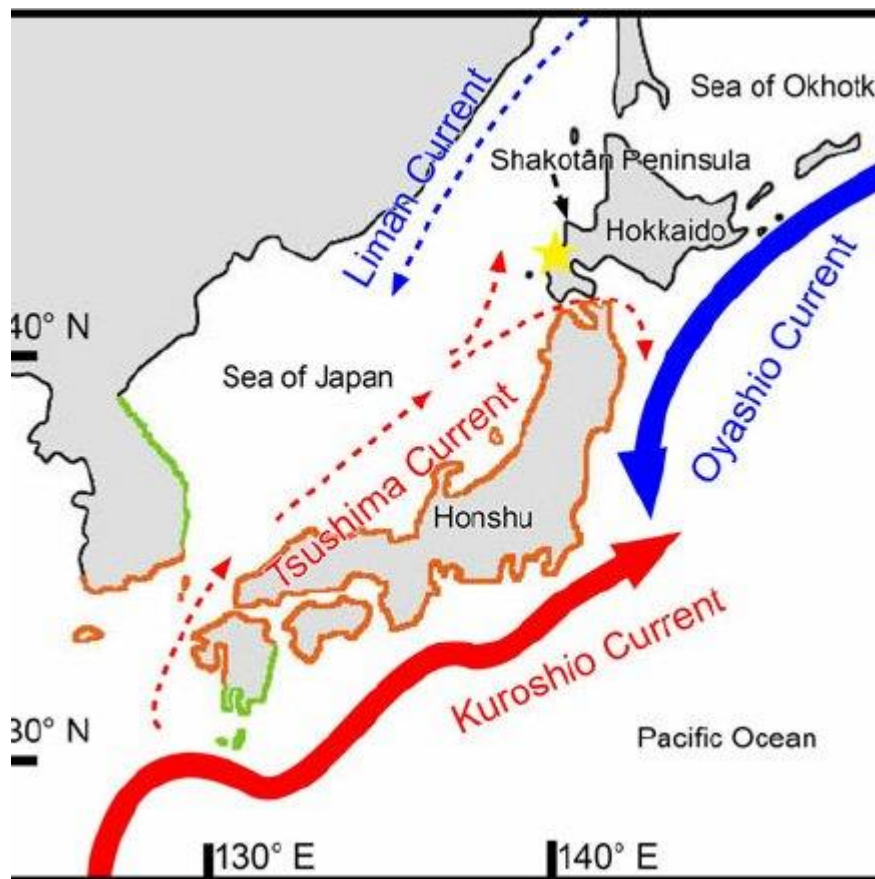
Temperature mora u Tihom oceanu kreću se od smrjavajućih na Zemljinim polovima do vrlo toplih (oko 29°C) na ekvatoru. Salinitet također varira po zemljopisnoj dužini. Voda bliže ekvatoru manje je slana od one u umjerenom pojasu zbog mnogo obilnih padalina na ekvatoru tijekom cijele godine. Također, salinitet vode na polovima vrlo je nizak zbog malenog ili nikakvog isparavanja vode. No, po prosjeku temperatura, Tihi ocean topliji je od Atlantskog oceana.

Morske struje na sjevernoj polutci uglavnom se kreću u smjeru kazaljke na satu, a na južnoj polutci obrnuto. Sjevernoekvatorska struja tjerana vjetrovima kreće se širinom 15°N u smjeru zapada da bi kod Filipina skrenula na sjever i postala topla japanska ili Kuroshio struja. Na oko 45°N Kuroshio struja skreće prema istoku gdje se račva. Dio struje skreće prema sjeveru postajući Aleutska struja. Drugi dio vodenih masa skreće prema jugu i ponovo dolazi u područje sjevernoekvatorske struje. U blizini Sjeverne Amerike, Aleutska struja također se račva. Sjeverni dio ulazi u Beringovo more kružeći njime u smjeru kazaljke na satu. Južni krak usporava i nastavlja prema jugu kao kalifornijska struja. Južnoekvatorska struja prati ekvator u smjeru zapada. Istočno od Nove Gvineje skreće prema jugu da bi se na oko 50°S, priključila antarktičkoj okopolarnoj struji. U blizini čileanske obale, južnoekvatorska se struja dijeli; jedan ogranak teče oko rta Horn, a drugi skreće prema sjeveru i formira peruansku ili Humboldtovu struju.

### **3.3.1. Kuroshio struja**

Prevedeno sa Japanskog znači Crna struja. To je topla morska struja u zapadnom djelu Tihog oceana. Sličnih je svojstava kao i Golfska struja u Atlantiku. Kuroshio struja nazvana po svojoj tamno plavoj boji počinje na istočnoj obali Luzona, Filipina i Tajvana i teče sjeveroistočno prolazeći Japan gdje se spaja sa istočnim tokom Sjeverno Pacifičke struje. Prenosi toplu, tropsku vodu sjeverno u polarno područje. Tople vode ove struje hrane koraljne grebene Japana, najsjevernije koraljne grebene u svijetu. Grana Kuroshio struje koja ulazi u Japansko more zove se Tsushima struja.

Kao i ostale struje zapadnih obala, Kuroshio prenosi morske organizme velikim brzinama i na velikim udaljenostima i brojni komercijalno bitni morski organizmi putuju ovom strujom za vrijeme svog života. Satelitke slike Kuroshio struje pokazuju kako ona krivuda uz obale Japana i stvara izolirane vrtloge i prstenove. Ti vrtlozi zadržavaju se u oceanu po nekoliko mjeseci i zadržavaju njihove početne osobine, ovisne o dijelu oceana gdje su se stvorili. Ciklonski vrtlozi imaju potencijal da uzrokuju uzlazne struje, koje bi onda imale utjecaj na život u moru. Uzlazne struje donose hladne vode, bogate hranjivim tvarima, što onda povećava život u moru.



Slika 15. Kuroshio i Oyashio struje; Izvor:

[https://www.researchgate.net/profile/Yusuke\\_Miyazaki/publication/271843145/figure/fig1/AS:295246589120514@1447403680658/Map-showing-the-warm-red-lines-and-cold-blue-lines-currents-around-Japan-and-the\\_Q640.jpg](https://www.researchgate.net/profile/Yusuke_Miyazaki/publication/271843145/figure/fig1/AS:295246589120514@1447403680658/Map-showing-the-warm-red-lines-and-cold-blue-lines-currents-around-Japan-and-the_Q640.jpg)

Prosječna površinska temperatura Kuroshio struje je 24° C, a široka je u prosjeku 60 NM. Kuroshio se smatra relativno produktivnim ekosustavom i stvara 150-300 g. ugljičnog dioksida po metru kvadratnom. Obalna područja posebno su bogata raznim organizmima. Mjesto gdje se susreću Kuroshio i Oyashio bogato je ribolovno područje, posebno bitno zbog velikog broja sardina i japanskih lignji u tom području.

### 3.3.2. Istočnoaustralska struja

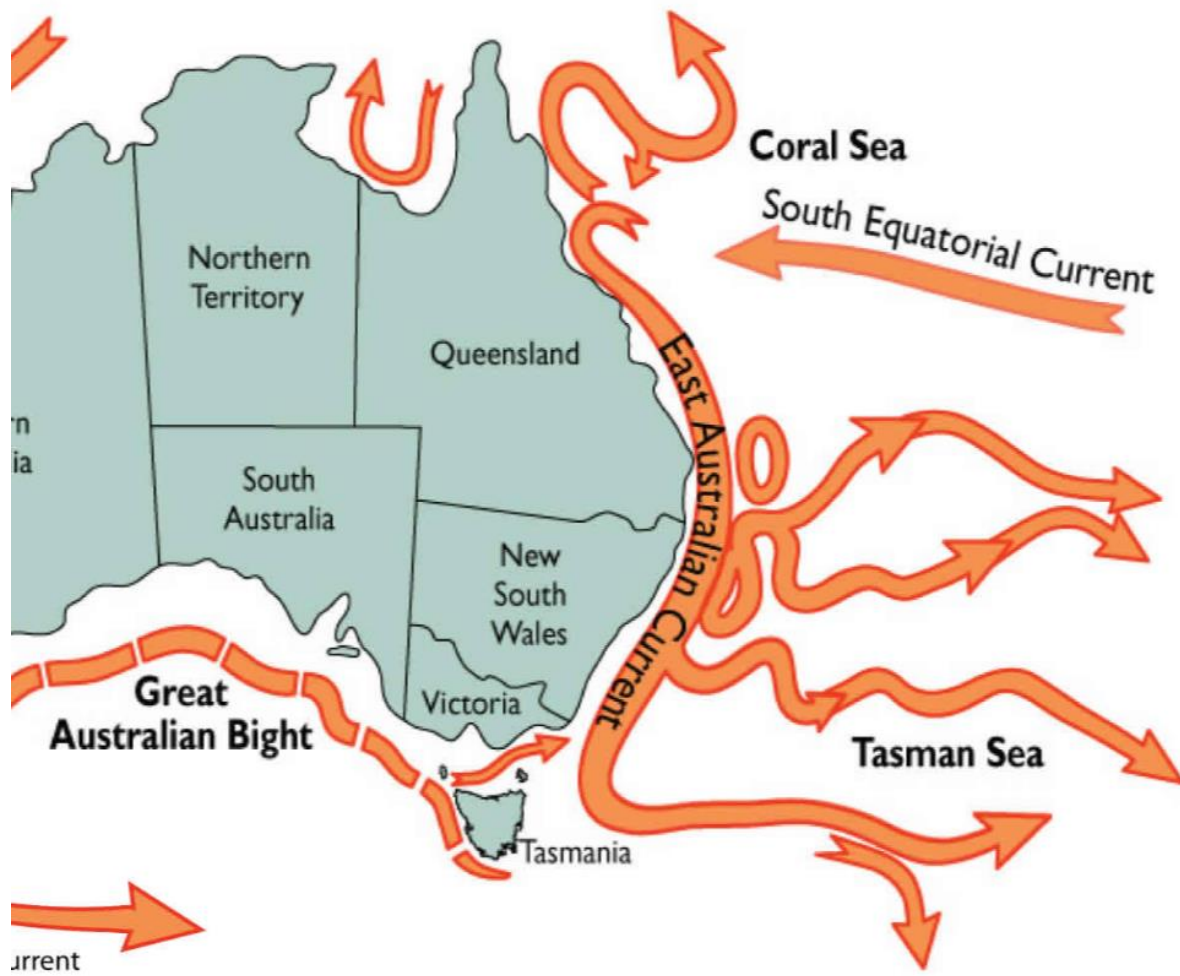
Istočnoaustralska struja je topla morska struja južnog smjera koja teče istočnom obalom Australije. Kreće se smjerom suprotnim od smjera kazaljke na satu što je uobičajeno za struje na južnoj polutki. Formira se od vode Južnoekvatorske struje, prolazi Koraljno more i dolazi do istočnih obala Australije. Na oko 15 stupnjeva južne geografske širine dio Južnoekvatorske struje odvaja se i formira Istočnoaustralsku struju južnog smjera. To je najduža struja koja prolazi u blizini australkih obala. Najveću brzinu postiže

na 30° S gdje može doseći brzinu i do 1 m/s. Na putu prema jugu odvaja se od obale između 31° to 32° S. Na tom mjestu struja doseže najveći transport od 35 Svedrupa. Oko 33 stupnja dio struje se vraća prema sjeveru. Većina njenog toka koji se ne vraća prema sjeveru teče istočno preko Tasmanovog mora izazivajući snažne strujne vrtloge u Tasmanovom moru između Australije i Novog Zelanda. Ostatak struje nastavlja teći južno dok se ne spoji sa hladnom Antarktičkom cirkumpolarnom strujom.

Istočnoaustralska struja je površinska struja pokretana vjetrovima u južnom Pacifiku. Tijekom godine promjene u vjetrovima utječu na tok struje. Struja počinje na zapadnom djelu južnopacifičkog vrtloga gdje sakuplja toplu vodu siromašnu nutrijentima. Nosi velike količine tople vode južno u hladnije pojaseve. Taj proces omogućava postojanje Velikog koraljnog grebena, najvećeg koraljnog grebena i najveće žive cjeline na svijetu. Održava temperaturu istočne obale Australije na 18 °C kroz cijelu godinu, umjesto da temperatura opadne na 12 °C zimi.

Struja je relativno siromašna hranjivim tvarima, međutim vrlo je bitna za morski ekosustav. Istočnoaustralska struja skuplja toplinu iz tropskih širina i otpušta je u srednje širine i u atmosferu. To se događa je struja stvara tople površinske vrtloge, koji Tasmanskom moru omogućuju veliku bioraznolikost. Ipak, iako je siromašna hranjivim tvarima, uz obale stvara uzlazna strujanja koja podižu hladnu, bogatiju vodu na površinu.

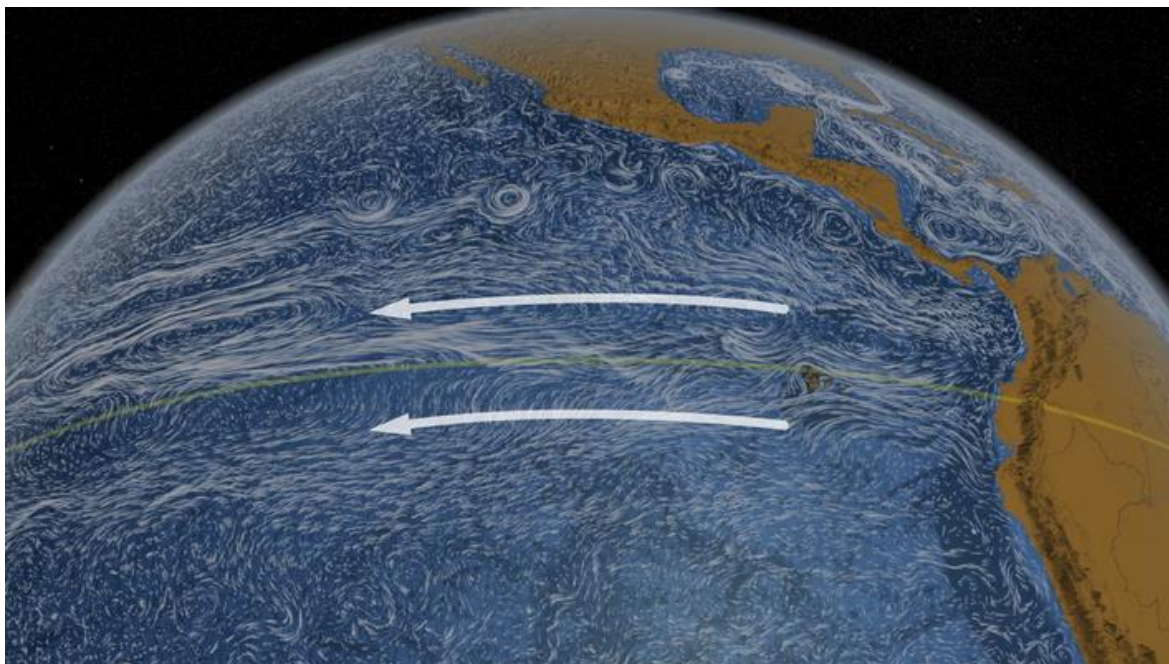
Snaga struje blago varira kroz godinu. Obično je najjača ljeti sa protokom od 36,3 Sv, dok zimi slabi na 27,4 Sv. U površinskom dijelu duž australskog kontinentalnog praga (šelf) može doseći brzinu od 3,60 m/s, no prosječna izmjerena brzina joj je oko 1-1,5 m/s. Ribe je koriste kao autocestu od Velikog koraljnog grebena prema jugu.



Slika 16. Struje na istočnoaustralskoj obali

Izvor: <https://setfia.org.au/wp-content/uploads/2016/10/EAC.png>

### 3.4. STRUJE NISKIH GEOGRAFSKIH ŠIRINA



Slika 17. Smjer strujanja Ekvatorskih struja

Izvor: [https://image.pbs.org/poster\\_images/assets/buac17-img-perpoceanequatorial-poster.png.resize.710x399.png](https://image.pbs.org/poster_images/assets/buac17-img-perpoceanequatorial-poster.png.resize.710x399.png)

#### 3.4.1. Pasatne struje

Pasatne struje obuhvaćaju najveći dio svjetskog mora. Karakteristike su im postojanost kroz sva godišnja doba i zapadni smjer strujanja. Posljedica su tangencijalne porivne sile pasatnih vjetrova, koji se ističu postojanošću, brzinom i prostranošću, jer zahvaćaju najveću površinu svjetskog mora. U Atlantskom i Tihom oceanu postoje po dvije regije pasatnih struja: jedna na sjevernoj, a druga na južnoj polutci. Indijski ocean je u tom pogledu izuzetak, jer se zona pasatnih struja nalazi samo na južnoj polutci, dok je sjeverni dio oceana pod utjecajem monsunskih vjetrova. U svakoj se pasatnoj zoni razlikuju tri dijela strujnog toka: izvorišni (istočni), središnji i zapadni. Na istočni dio toka utječe blizina kontinenta, pa je strujanje usmjereno više prema ekvatoru. Srednji tok, daleko od kopna ima čisto zonalno zapadno strujanje, a u zapadnom dijelu toka zakreću se prema polovima.

### 3.4.2. Ekvatorske morske struje

Ekvatorske struje (srednji tokovi pasatnih struja) teku kroz čitavu godinu postojano i stalno u zapadanom smjeru, sjeverno i južno od ekvatora. To su zone konstantnog vjetra i lijepog vedrog vremena. U doba jedrenjaka bile su najugodnije rute za prijelaz preko oceana (*El golfo de las damas*). Oborine su slabe, ali ipak zone nisu tako ekstremno sušne kao nad uzgonim izvorištima. Isparavanje je prilično jako, pa odatle pasivni balans u prometu vode između mora i atmosfere. Voda ima visoku slanost. Prijelazni sloj se spušta u dubinu prema polovima, pa se prema sjeveru i jugu povećava debljina sloja tople i slane vode ispod površine. Kako tu nema divergencija ni većeg godišnjeg kolebanja površinske temperature, nema vertikalne konvekcije ni prinosa hranjivih tvari iz dubine. Uvjeti za razvoj planktona su nepovoljni, pa su te zone neobično siromašne ribom.

Povratni utjecaj mora na atmosferu u zoni ekvatorskih struja je velik, iako u oceanima i atmosferi vlada jednoličnost u svakom pogledu, osim u slikovitosti. Pod vedrim nebom s tipičnim bjelim oblacima, plavo more postaje kobaltnomodro. Ali slika se sasvim mijenja, kad se pojave tropski orkani, koji se rađaju baš u tim zonama. Te su najžešće tropske vrtložne oluje najzloglasnije u istočnoj Aziji kao tajfuni, a u Indijskom oceanu kao mauricijski orkani, a u Zapadnoj Indiji kao antilski orkani (hurricanes).

Ekvatorske struje, usmjerene prema polovima na zapadnim dijelovima toka ističu se neobično visokom površinskom temperaturom, koja uz snažno isparavanje stvara labilnost u donjim slojevima atmosfere, a rezultat su vrlo jake kiše. Na onim dijelovima obale, gdje padaju i kiše od uzdizanja vlažnog zraka, razvija se bujna tropska vegetacija, npr. na brazilskoj obali južno od Salvadora, na sjeveroistočnoj obali Australije i u čitavoj Polineziji. Povratni se utjecaj mora na atmosferu najbolje vidi, ako se usporede klimatske prilike na suprotnim obalama oceana na jednakim geografskim širinama, npr. nasuprot brazilskoj obali: pustinja Namib u jugozapadnoj Africi, nasuprot sjeveroistočnoj obali Australije: pustinja Atacama u sjevernom Čileu, nasuprot Zapadnoj Indiji: Španjolska Sahara.

### 3.4.3. Ekvatorske protustruje

Ekvatorske protustruje protječu kroz sve oceane, duž čitave širine od zapada prema istoku. Teku u uskom pojasu brzinom od oko pedeset centimetara po sekundi, a sjeverno i južno omeđene su pasatnim ekvatorskim strujama, koje teku suprotnim smjerom od istoka



prema zapadu. U Atlantskom i Tihom oceanu ekvatorske protustruje uvijek su sjeverno od ekvatora. U toku godine tok im se donekle mijenja, a najjače su za sjevernog ljeta. U Atlantiku Ekvatorska protustruja za vrijeme sjeverne zime oko 26 stupnjeva zapadno, a za sjevernog ljeta oko 50 stupnjeva zapadno. Najbolje je razvijena pacifička ekvatorska protustruja.

U Indijskom oceanu matica Ekvatorske protustruje je za vrijeme sjeverne zime na južnoj hemisferi; u proljeće se počne premještati prema ekvatoru, a za sjevernog ljeta, u doba jugozapadnog monsuna, stapa se sa strujom tog monsuna.

Tokovi se ekvatorskih protustruja premještaju s vjetrovima, jer o njima i ovise i uglavnom se poklapaju sa zonom ekvatorskih tišina. U Tihom oceanu ekvatorska protustruja je najbolje razvijena .

Mjerenja su na oceanografskim ekspedicijama pokazala da zbog međusobnog trenja u zoni ekvatorskih struja i ekvatorske protustruje postoje poprečna strujanja oko četiri horizontalne osi. Transport vode u protustruji iznosi 25-43 milijuna m<sup>3</sup>/s. U zoni ekvatorskih tišina atmosferske su oborine vrlo obilate. Na površini se stoga stvara zonalni sloj vode neobično niske slanoće. Zone divergencije na bokovima ekvatorskih protustruja, koje su važne za opstanak čitavog strujnog sistema, uzdižu dubinsku hladniju vodu, pa se na površini primjećuju zone negativne anomalije temperature (Galapagos u Pacifiku, Gvinejska struja u Atlantiku). Uzgono strujanje diže vodu siromašnu kisikom, ali bogatu hranjivim sastojcima, pa čim ta vode stigne do zone svjetlosti, razvija se u bujan plankton.

#### 4. ZAKLJUČAK

U radu su obrađeni generalni uzroci nastanka morskih struja, uređaji za njihovo mjerenje te najbitnije tople morske struje svijeta. Iz rada se može zaključiti da glavne oceanske struje nastaju zbog razlika u temperaturi i slanosti (gustoći) svjetskih mora, kao i pod utjecajem stalnih vjetrova. Ipak bitnu ulogu ima i Coriolisova sila koja strujama daje njihov vrtložni oblik. U radu su pokriveni i uređaji za mjerenje morskih struja koji se u novije vrijeme, pojavom GPS-a ubrzano razvijaju i može se zaključiti da ćemo u budućnosti imati sve više podataka o morskim strujanjima koja su još uvijek relativno neistražena. Tople morske struje bitne su za naš planet zbog svoga blagotvornog učinka na kopno uz koje teku. Bez toplih morskih struja neke od najbitnijih svjetskih luka bile bi zaleđene, što je jako bitno za svjetsku trgovinu. Također možemo uvidjeti veliku ulogu morskih strujanja u obogaćivanju života u oceanima, što utječe i na proizvodnju morske hrane za ljude. Bitno je naglasiti i važnost velikih oceanskih strujanja za preoceanska putovanja u doba jedrenjaka. Osim vjetrova te struje su uvelike olakšale takve poduhvate. Ekvatorske struje, pokretane stalnim vjetrovima, teku prema zapadu i svojevrsan su početak ostalih toplih struja vrtložnog oblika. Kako se one zakreću, primjerice u Atlantsko oceanu, na sjevernoj polutci nastaje Golfska, a na južnoj Brazilska struja. Te struje onda toplu morsku vodu iz tropskih područja prenose u više geografske širine i tako ublažavaju svjetsku klimu, omgućavajući veću rasprostranjenost svih svjetskih vrsta. Poznavanje morskih strujanja općenito, kao i poznavanje faktora koji utječu na njihov nastanak vrlo je važno za odabir pomorske rute jer se odabirom rute sa povoljnim strujanjem može uštedjeti na vremenu i gorivu.

## **POPIS LITERATURE:**

1. Britannica. URL: <https://www.britannica.com/science/ocean-current>
2. Hrvatska enciklopedija. URL: <http://www.enciklopedija.hr/>
3. Mala Internet škola oceanografije. URL: <http://skola.gfz.hr/m4.htm>
4. Mardešić, P.; Riboli, A. Pomorska meteorologija. Zagreb : Naklada Stih, 2003
5. Pomorska enciklopedija, JLZ, Zagreb, 1981
6. Zore-Armanda, M.; Gačić, M. Oceanografija. Split ; Dubrovnik : Pomorski fakultet Dubrovnik, 1988.
7. Ocean : velika ilustrirana enciklopedija, Zagreb : Mozaik knjiga, 2010.
8. Buljan, M.; Zore-Armanda, M. Osnove oceanografije i pomorske meteorologije. 2. dopunjeno izdanje. Split : Institut za oceanografiju i ribarstvo, 1971.
9. Simović, A. I. Navigacijska meteorologija, Zagreb: Školska knjiga, 1996.

## **POPIS SLIKA:**

1. Slika 1. Prikaz oceanskih struja na karti svijeta; izvor: <https://www.e-sfera.hr>
2. Slika 2. Shematski prikaz smjera gibanja struja u izostanku drugih sila osim Coriolisove; Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis\\_force#/media/File:Coriolis\\_effect14.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Coriolis_force#/media/File:Coriolis_effect14.png)
3. Slika 3. Ekmanova spirala; Izvor: [http://skola.gfz.hr/slike/d6\\_4\\_slika1.gif](http://skola.gfz.hr/slike/d6_4_slika1.gif)
4. Slika 4. Metoda direktnog mjerenja struje; Izvor: Izradio student
5. Slika 5. Lagrangeova plutača; Izvor:  
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c2/SVP-B.jpg>
6. Slika 6. Koraljni greben- rezultat toplih morskih strujanja; Izvor: [https://rtl-static.cdn.sysbee.net/image/veliki-koraljni-greben-a2e384ed1b60e73c905a017629ec5d58\\_view\\_article\\_new.jpg?v=21](https://rtl-static.cdn.sysbee.net/image/veliki-koraljni-greben-a2e384ed1b60e73c905a017629ec5d58_view_article_new.jpg?v=21)
7. Slika 7. Struje u Atlantskom oceanu;  
Izvor: [https://www.bigmarinefish.com/map\\_currents\\_atlantic.jpg](https://www.bigmarinefish.com/map_currents_atlantic.jpg)
8. Slika 8. Prikaz Golfske struje na karti;  
Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Golfska\\_struja.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Golfska_struja.jpg)
9. Slika 9. Struje u sjevernom Atlantiku  
Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/North\\_Atlantic\\_currents.svg/1200px-North\\_Atlantic\\_currents.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/1e/North_Atlantic_currents.svg/1200px-North_Atlantic_currents.svg.png)
10. Slika 10. Brazilska struja na karti;  
Izvor: [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/South\\_Atlantic\\_Gyre.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d4/South_Atlantic_Gyre.png)
11. Slika 11. Struje Indijskog oceana;  
Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Indijski\\_ocean\\_morske\\_struje.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Indijski_ocean_morske_struje.jpg)
12. Slika 12. Agulaška struja;  
Izvor: <http://www.cfoo.co.za/seaatlas/images/agulhasretroreflection.jpg>

13. Slika 13. Monsunske struje ;

Izvor: <http://blog.iasscore.in/wp-content/uploads/2017/02/28.png>

14. Slika 14. Struje Tihog oceana;

Izvor: [http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Tihi\\_ocean\\_morske\\_struje.jpg](http://www.enciklopedija.hr/Ilustracije/Tihi_ocean_morske_struje.jpg)

15. Slika 15. Kuroshio i Oyashio struje;

Izvor: [https://www.researchgate.net/profile/Yusuke\\_Miyazaki/publication/271843145/figure/fig1/AS:295246589120514@1447403680658/Map-showing-the-warm-red-lines-and-cold-blue-lines-currents-around-Japan-and-the\\_Q640.jpg](https://www.researchgate.net/profile/Yusuke_Miyazaki/publication/271843145/figure/fig1/AS:295246589120514@1447403680658/Map-showing-the-warm-red-lines-and-cold-blue-lines-currents-around-Japan-and-the_Q640.jpg)

16. Slika 16. Struje na istočnoaustralskoj obali

Izvor: <https://setfia.org.au/wp-content/uploads/2016/10/EAC.png>

17. Slika 17. Smjer strujanja Ekvatorskih struja;

Izvor: [https://image.pbs.org/poster\\_images/assets/buac17-img-perpoceanequatorial-poster.png.resize.710x399.png](https://image.pbs.org/poster_images/assets/buac17-img-perpoceanequatorial-poster.png.resize.710x399.png)

## **POPIS TABLICA:**

1. Tablica 1. Popis toplih struja u oceanima

Izvor: izradio student

## IZJAVA

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora kap. Miloša Brajovića dipl.ing.

Ivo Miljević

Potpis:

---