# Uvod

Oceanografija je znanost koja se bavi proučavanjem oceana na Zemlji, njihovim fizičkim i kemijskim svojstvima. Istražuje i opisuje bazene ispunjene morskom vodom, njihov opći oblik, razvedenost reljefa, morsko dno te karakteristike sedimenata koji pokrivaju morsko dno. Također se bavi proučavanjem svojstava morske vode (kemijski i fizički sastav). Proučava se gibanje svjetskoga mora, valova, struja, morskih mijena, gibanja nastalih djelovanjem vjetra ili drugih prirodnih sila. Oceani i mora zauzimaju 70% površine Zemlje

Oceanografija je interdisciplinarna znanost jer se u svrhu razumijevanja procesa koji se odvijaju u oceanima, podmorju i ekosustavima koriste znanja iz raznih područja (astronomija, biologija, kemija, geografija, meteorologija, fizika...).

Općenito oceanografiju možemo podijeliti na:

**1. Bio-oceanografiju** – bavi se proučavanjem biljaka i životinja unutar mora (oceana). Proučava se brojnost i razvoj morskih organizama, njihova međusobna povezanost, prilagođenost okolini u kojoj žive.

**2. Kemijska oceanografija** – bavi se proučavanjem svojstava morske vode, njenim procesima i interakcijom s atmosferom i morskim dnom. Analizira se sastav morske vode, utjecaj onečišćenja i njegov utjecaj na morske organizme. Također se proučava utjecaj različitog sastava morske vode (i elemenata u njoj) na stvaranje morskih struja i utjecaja na vrijeme i klimu.

**3. Geološka oceanografija (pomorska geologija)** - proučava oceansko dno i procese koji stvaraju podmorske uzvisine, kanjone, i doline. Također se proučavanjem uzoraka (s morskog dna) proučavaju različiti klimatski, geološki uvjeti u prošlosti koji nam pomažu u shvaćanju sadašnjih uvjeti i olakšavaju nam predviđanje budućih promjena. Proučava se također vulkanska aktivnost, kretanje i stvaranje zemaljske kore i hidro-termalno kruženje.

**4. Fizička oceanografija** proučava valove, struje, oceansko kruženje, plime i oseke te međudjelovanje između atmosfere i oceana te njihov utjecaj na klimu i vrijeme- ovo možemo smatrati i posebnom disciplinom-meteorološkom oceanografijom.

## Postanak mora

More je nastalo u vrijeme kada je temperatura Zemlje pala na 374°C. Vrelište vode povećava se s povećanjem tlaka (u atmosferskim uvjetima vrije na 100°C), a u laboratorijskim uvjetima se može postići vrenje vode i na 374°C pa je to **kritična temperatura za vodu (na višim temperaturama su vodik i kisik u plinovitom stanju bez obzira na tlak)**

Izlučivanjem vode iz atmosfere i popunjavanjem nižih dijelova vodom stvorena su svjetska mora.

### Podrijetlo soli u morima:

* na visokim temperaturama i mnoge druge tvari bile su u plinovitom stanju (ne samo voda) i one su se otapale u vodi
* danas padaline otapaju minerale na kopnu pa tekućice donose sol u more
* salinitet se ne povećava jer se u njemu odvijaju procesi koji mu oduzimaju dio soli

### Struktura vode

* molekula vode = dva atoma vodika + 1 atom kisika
* atomi vodika zatvaraju kut od 105° što ih čini elektrodipolarnim:
* svaka molekula vode sposobna je vezati se s drugim molekulama drugih elemenata bilo da su pozitivnog ili negativnog naboja pa se kaže da je **voda univerzalno otapalo**!
* dipolarnost molekula vode
  + važna kemijska i fizikalna svojstva vode
  + voda kemijski aktivna 🡪 jako djelovanje korozije
* Molekule vode se privlače vodikovom vezom i međusobno pa se stvaraju nakupine molekula vode - u vodi se nikada ne nalaze pojedinačno već vezane po 2, 4 ili 8 molekula:
  + više temperature – 2 molekule u formi štapića
  + oko 0°C – štapići po 4 molekule
  + ispod 0°C – prstenovi od 8 molekula, unutar rupe od 8 molekula zaostaje dio soli (soli matičnice) – duže stajanje leda 🡪 desalinizacija leda

Kod nakupine od 8 molekula (led) dva atoma vodika i molekule vode grade vodikove veze s atomima kisika iz druge dvije molekule vode pri čemu nastaju mreže O-H-O u sve tri dimenzije. Posljedica toga je manja relativna gustoća pa led pliva na vodi!

## Povijesni razvoj moderne oceanografije

Prvim oceanografima možemo uvjetno nazvati Polinežane koji su već prije nekoliko tisuća (neki navodi spominju i 25000 g.) godina započeli naseljavanje Pacifičkih otoka. Bez upotrebe složenih navigacijskih naprava uspjeli su se proširiti po velikom broju otoka sakupljajući znanja o otocima, obalama, karakteristikama struja i vjetrova. Izradili su i prve oceanografske karte koristeći komadiće bambusa i drva tzv. *stick charts (drveni štapići predstavljaju smjer oceanskih valova, školjke predstavljaju otoke.)*

U antičko vrijeme grčki, egipatski, fenički i kretski pomorci su izradili prve zabilješke i karte. Prije otprilike 2900 godina grčki istraživači su izašli iz Mediterana kroz Gibraltar. Uočivši jaku struju mislili su da je riječ o velikoj rijeci jer su tako jako strujanje uočili samo u rijekama pa su je nazvali *okeanos –* pojam koji označava veliku rijeku koja obuhvaća cijeli svijet.

Također značajna su i otkrića koja su na svojim putovanjima sredinom 10-tog i početkom 11. stoljeća učinili Vikinzi; Erik Crveni i njegov sin Leif Erikson koji su došli do Grenlanda, Islanda i Sj. Amerike.

Krajem 15-tog stoljeća započinje doba velikih otkrića koje su poduzeli Bartholomeo Dias (1487–1488), Kristofor Kolumbo (1492–1494), Vasco da Gama (1497–1499), Ferdinand Magellan (1519–1522), i mnogi drugi.

Razvoj moderne oceanografije počinje krajem 18. i početkom 19. stoljeća. Od 1760. do 1780. kapetan James Cook započinje s prvim istraživanjima koja su imala elemente oceanografskih istraživanja, uz glavnu svrhu koja je bila izrada karata do tada nepoznatih područja. Cook i ostali članovi ekspedicija uzimali su mnoge uzorke biljaka, životinja, tla i vodili detaljne bilješke o područjima koje su posjetili. Također su radili vrlo opsežna mjerenja dubina, temperature mora, struja i vjetrova. Daljnji razvoj je uslijedio na putovanjima Charles Darwina na brodu HMS Beagle od 1831 do 1836. Darwin poznat po svojoj teoriji o porijeklu vrsta i evoluciji bio je izniman prirodoslovac koji je napravio i niz zanimljivih geoloških opažanja na svojim putovanjima. Darwin je razvio teoriju o koraljnim grebenim i atolima.

Prvom oceanografskim istraživanjem možemo nazvati ekspediciju iz 1870-ih, HMS Challenger-a na kojoj je zabilježeno oko 4700 novih vrsta i prikupljen iznimno veliki broj uzoraka. Početkom 20-og (1908. g) stoljeća, na putovanju predvođenim Fridtjofom Nansenom, norveškim arktičkim istraživačem došlo se do zaključka o postojanju polarnog mora (oceana).

U 20-om stoljeću započeta su prava moderna oceanska istraživanja u kojima su se istražile oceanske površine, podmorje i morsko dno. Tako 1912 g. njemački meteorolog i geofizičar Alfred Weneger objavljuje svoju teoriju o tektonskim pločama. 1915. g. razvija svoju teoriju u knjizi o porijeklu koninenata i oceana. 1930 započinje istraživanje dubokog oceana kada William Beebe i Otis Barton konstruiraju svoju prvu batisferu (batysphere)podmornicu kružnog oblika za velike dubine.

Daljnji razvoj je uslijedio nakon što su Jacques Cousteau Emile Gagnan izumili modernu ronilački uređaj (SCUBA aqualung ) i time omogućili sigurniji dugotrajniji boravak pod vodom (do 60 m dubine.). Jacques-Yves Cousteau (1910. - 1997.), francuski istraživač mora i redatelj dokumentarnih filmova. Najpoznatiji svjetski istraživač i filmski dokumentarist podmorja.

Krajem 1957. napravljena je prva karta dna Atlantskog oceana.

1960. Don Walsh i Jacques Piccard se spuštaju u batiskafu Trieste na dno Marijanskog jarka. Slika. Batiskaf Trieste

1970. g. SAD osnivaju NOAA – agenciju za proučavanje oceana i atmosfere.

1977. podmornica Alvin istražuje hidrotermalne otvore na dnu mora.

1995. objavljene su prve satelitske snimke cjelokupnog oceanskog dna.

2007. Kao rezultat dugotrajnog istraživanja objavljeni su nalazi *Fourth Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* koji jasno pokazuju na povećanje razine oceana i povećanje njegove temperature i kiselosti kao posljedica povećanja udjela CO2 u atmosferi.

Popratni materijal: Prezentacija učenika o istraživačima

## Pitanja za ponavljanje i provjeru znanja

1. Što proučava oceanografija kao znanost? (ispiši u natuknicama)
2. Zašto se kaže da je oceanografija interdisciplinarna znanost?
3. Oceanografija se dijeli na: (ispiši u natuknicama, za svako područje ime i čime se bavi)
4. Kada je nastalo more? Koje je podrijetlo soli u moru?
5. Od čega je sačinjena molekula vode i zašto je ona univerzalno otapalo?
6. Što je dipolarnost vode?
7. Kada nastaju i kako izgledaju molekule s 2, 4 ili 8 molekula vode? Zašto led pluta na moru?
8. Kratke natuknice o povijesti oceanografije i tablica s podacima o istraživačima

# Morsko dno

Dok je kopno – dio litosfere iznad morske površine, morsko je dno – dio litosfere prekriven morskom vodom. Pucanjem i pomicanjem Zemljine kore na morskom dnu nastaju potresi.

Klasifikacija mora može se provesti na nekoliko načina, a jedan je na temelju topografije. Na temelju profila (reljefa) morskog dna razlikuju se:

* obalna linija (litoral, žal)
* kontinentalna podina (šelf)
* kontinentalni slaz
* abisalna ravnica
* kotline i jarci

Na slici se vidi tzv. hipsografska krivulja koja prikazuje odnos prosječnih visina na kopnu i dubina u svjetskome moru.

## Reljef morskog dna

### Šelf

Kontinentalni šelf (engleski shelf: prud), pojas razmjerno plitka morskoga dna koji okružuje kontinente; na vanjskom rubu naglo silazi prema dnu dubokoga mora. Dio je kontinentalne kore Zemlje. Od obalne linije postupno se spušta do izobate od 200 m; vanjska granica u nekim morima može biti na dubini od 100 do 500 m.

Na njemu se nalaze najkrupniji sedimenti i raznovrsna konfiguracija. Najbliži je kontinentima i još se zove kontinentalna podina. To je najbogatije područje života u moru. Kontinentalna podina (šelf) zauzima 7% morskog dna, prosječna širina oko 70 km.

Prosječna širina svjetskog šelfa iznosi oko 70 km, najširi je (oko 640 km) u Sjevernom ledenome moru pred obalom Sibira. Kontinentalni šelfovi često su područja bogata naftom (Meksički zaljev, Perzijski zaljev, Sjeverno more, Beaufortovo more i dr.).

U stručnoj literaturi upotrebljavaju se i nazivi kontinentalni prag, epikontinentalni pojas, kontinentalna stepenica, priobalni rub, epikontinentalni rub.

### Nagib ili slaz

Kontinentski slaz ili kosina se nalazi od 200 m dubine dalje. To je dio od ruba šelfa prema sredini oceana gdje se dno naglo spušta do dubine od oko 3000m. Širina mu iznosi od 20 do 100 km. Karakteristični su kanjoni kao nastavci dolina rijeka sa kopna. U tom dijelu su:

* *zona batijala ili zona sumraka od 200 do 1500 m*
* *mračna zona do 4 000 m*

Kontinentalni slaz zauzima 15% morskog dna.

### Podkosinska područja

Podkosinska područja se nalaze u nastavku kosina ako nema dubokomorskih graba. Dosežu dubine do 5000 m a širina je do 300km (može se uvrstiti u široki slaz).

### Dubokomorsko dno - ambis i brazde

Područje dubine od 4000 do 7000 m koje se još zove *ambisalna ravnica ili zona abisala.* Abisalna ravnica zauzima 78% morskog dna (2/5 ukupne Zemljine površine); do 6000-7000 m dubine.

Karakteristični oblici ovog područja su duboko-morske brazde (grabe, jarci) s dubinom većom od 6000m, srednje-oceanski grebeni, duboko-morske ravnice, bregovi, stubasta područja, glavice i oceanski otoci.

Najveća izmjerena dubina je 10994 m (± 40 m) u Marijanskoj brazdi (jarku, grabi). Brazde sunastale u najmlađoj geološkoj prošlosti Zemljine kore u vrijeme alpskog nabiranja.

## Klasifikacija mora na temelju batimetrije

Batimetrija je grana oceanografije koja se bavi mjerenjem morske dubine. Porastom dubine bitno se mijenjaju tri parametra: temperatura, svjetlost i tlak. Kao parametar za klasifikaciju pojedinih zona u moru koristi se i razina svjetla. Temeljem razine do koje dopire/ne dopire svjetlo more se dijeli na **fotičku i afotičku zonu.**

Fotička ili trofogena zona obuhvaća pojas od površine do dubine od koji 1500m. To je područje u kojem dopire svjetlost ili se na bilo koji način osjeća utjecaj svjetlosti. Razlikuju se dva područja:

* eufotička ili osvjetljena zona do 200 m dubine, područje do kojeg prodire svjetlost gdje su prisutne alge i fitoplankton te velika bioraznolikost životinjskog svijeta
* disfotička (oligofotička) ili sumračna zona od 200 do 1000-1500 m dubine.

Afotička ili trofolitička zona je na većim dubinama i na tom djelu nema nikakvog utjecaja svjetla.

### Neritička i oceanska provincija

Neritičku provinciju sačinjava skup epikontinentalnih mora (mora koja prekrivaju kontinentalnu podinu ili šelf) te obuhvaća 7% morske površine. Neritičko područje se sastoji od

* **litorala** koje je neposredno uz obalu, do 60 m. dubine
* **sublitorala** na dubinama od 60-200m.

Oceanska provincija se odnosi na preostala mora koja prekrivaju morska dna koja se protežu ispod kontinentalne podine; obuhvaća 93% morske površine. Sastoji se od

* **batijala**: obuhvaća kontinentalni slaz
* **abisala**: obuhvaća abisalnu ravnicu
* **hadala:** obuhvaća kotline i jarke

### Pelagičko i bentosko područje

Na moru se razlikuju područje morske vode - pelagičko i morskog dna – bentosko,

**Pelagičko područje** obuhvaća slobodnu vodu (vodeni stupac) ili pučinu, a svi organizmi koji žive u vodenom stupcu zajedničkim se imenom nazivaju **pelagijal ili pelagos.** Pelagičko područje se po dubini, od površine prema dnu, dijeli na pet zona:

* **epipelagička zona**, površinski sloj mora dubine do ~120m, u eufotičkoj zoni, a uz obalu se poklapa sa šelfom
* **mezopelagička zona**, sloj mora ispod epipelagičkog od dubina od ~120m do ~1200m koji se poklapa sa disfotičkom zonom i zauzima dubine kontinentalnog slaza
* **batipelagička** zona, sloj mora od 1200m do 3000m dubine
* **abisopelagička** zona, sloj mora od 3000m do 4000m dubine
* **hadopelagička** zona, sloj mora u dubokomorskim brazdama.

**Bentosko područje** obuhvaća morsko dno, a svi organizmi koji žive na morskom dnu ili su o njemu ovisni nazivaju se **bental ili bentos**

## Mjerenje dubine mora

Opisano u terestričkoj navigaciji 😊

## Sedimenti morskog dna

Sedimeti se na dnu mora nakupljaju od nastanka mora. Mogu biti:

* terigeni – s kopna
* biogeni – ostaci uginulih živih bića
* halmirogeni – izlučivanje minerala kada je more prezasićeno
* kozmički – dijelovi meteorita
* vulkanski

Najveći dio dolazi s kopna donesen u more mehaničkim/kemijskim rastvaranjem stijena (vulkani, vjetrovi koji nose pustinjski pijesak). Veći nataloženi dijelovi su bliže obalama, a manji daleko od kopna. Sloj od 1mm se taloži oko 1000 godina (talozi crvene gline) pa se po debljini sloja procjenjuje starost oceana oko 1000 milijuna godina.

### Podjela sedimenata prema veličini čestica

Za podjelu sedimenata prema veličini čestica koristi se Wentworthova skala koja ima ove vrste čestica:

* stijena: >2 mm
* pijesak: 62μm –1 mm
* mulj: 4 –31 μm
* glina: <1.5 μm

Dna se dijele prema strukturi supstrata na:

**čvrsta ili nepomična dna** (hridinasta, tvrdoća i heterogenost)

**pomična dna** koja mogu biti: ljušturna dna –prijelazni oblik između čvrstih i pomičnih dna, šljunkovita dna, pjeskovita dna, muljevita dna

**živa dna.**

Veličina čestica sedimenta pokazatelj je jačine morskih struja. Struje odnose finiji sediment i na taj način povećavaju prosječnu veličinu zrnaca sedimenta

## Pitanja za ponavljanje i provjeru znanja

1. Nacrtaj morsko dno i označi područja po dubini (šelf….)

2. Što su i gdje fotička i afotička zona i koje su podpodjele?

3. Što su i kako se dalje dijele neritička i oceanska provincija?

4. Što su i kako se dalje dijele pelagičko i bentosko područje?

5. Koje vrste sedimenata postoje?

6. Kako se dijele sedimenti prema veličini čestica?

# Podjela morskih površina

Ocean je u užem smislu jedinstvena, neprekinuta vodena masa golemih dimenzija, u širem smislu ukupna vodena masa mora na Zemlji koja pokriva skoro tri četvrtine (71%) Zemljine površine. Ta globalna, međusobno povezana masa slane vode, nazivana i Svjetskim oceanom, podijeljena je kontinentima i otočjima na sljedećih pet cjelina, od najveće prema najmanjoj: Tihi ocean, Atlantski ocean, Indijski ocean, Južni ocean i Arktički ocean. Njihove službene granice definirala je Međunarodna hidrografska organizacija (IHO). Južni ocean, koji je dugo vremena bio poznat u pomorskoj tradiciji, službeno je potvrđen 2000. godine te je jedinstven jer se definira linijom zemljopisnih širina bez ikakvih kopnenih granica.

Oceanografi ipak govore o četiri oceana, smatrajući Arktički ocean (ili Arktičko more) dijelom Atlantskog oceana. Manja područja oceana nazivaju se morima, zaljevima, prolazima i dr.

Prema geološkom gledištu, ocean je područje oceanske kore pokrivene vodom. Oceanska kora je tanak sloj skrućenog vulkanskog bazalta koji prekriva Zemljin plašt na mjestima gdje nema kontinenata.

Površina Svjetskog oceana iznosi 361 milijun km2, obujam 1370 milijuna km3, a prosječna mu je dubina 3790 m. Te vrijednosti ne uključuju mora koja nisu povezana sa Svjetskim oceanom kao što je Kaspijsko more (jezero).

### Pacifički ocean

Tihi ocean (od latinskog Mare Pacifium, hrvatski Mirno more), najveća je morska površina na svijetu. Ime mu je dao Ferdinand Magellan, poznati portugalski istraživač. Ovaj ocean zauzima skoro trećinu Zemljine površine (28%) => 179,7 milijuna km2. Proteže se na približno 15.500 kilometara, od Beringovog mora na Arktiku na sjeveru do ledenih dijelova Antarktike na jugu, iako se dio oko Antarktike naziva i Južni ocean. Tihi ocean najširi je na 5° sjeverne zemljopisne širine. Proteže se na 19.800 kilometara od Indonezije do obala Kolumbije i Perua. Najdublja točka ujedno je najdublja točka na svijetu. Zove se Marijanska brazda (jarak), koja se nalazi na 11.020 metara ispod površine mora. Prosječna dubina iznosi 4.300 metara. Tihi ocean sadrži oko 25.000 otoka (više nego u svim drugim oceanima zajedno), od kojih je većina južno od ekvatora. Duž nepravilnih zapadnih granica Tihog oceana leže mnoga rubna mora, od kojih su najveća Koraljno, Južnokinesko, Japansko,

Tasmansko i Žuto more. Malajskim prolazom je spojen s Indijskim oceanom na zapadu, te Magellanovim tjesnacem na istoku s Atlanstskim oceanom

### Atlantski ocean

Atlantski ocean, zvan i Atlantik, drugi je najveći ocean na Zemlji i pokriva približno petinu njene površine. Ime oceana potječe iz grčke mitologije i znači "Atlasovo more".

Atlantski je ocean od sjevera prema jugu izduženi bazen u obliku slova S, kojega se u području ekvatorskih protustruja na približno 8° sjeverne širine može podijeliti na sjeverni i južni dio. Na zapadu ga omeđuju Sjeverna i Južna Amerika, na istoku Europa i Afrika, a preko Arktičkog oceana na sjeveru i Drakeovog prolaza na jugu povezan je s Tihim oceanom.

Od godine 1914. postoji i poveznica s Pacifikom kroz Panamski kanal. Na istoku granica Atlantskog i Indijskog oceana teče po 20° istočne dužine. Granica s Arktičkim oceanom ide po izlomljenoj crti od Grenlanda do najjužnijih dijelova Svalbarda i natrag na jug do Norveške.

Atlantski ocean pokriva oko 20% površine Zemlje i drugi je po veličini nakon Tihog oceana. Zajedno sa susjednim morima obuhvaća površinu od oko 106.450.000 km2; a bez njih 82.362.000 km2.

Prosječna dubina Atlantika i susjednih mora je 3.332 m; a bez njih čak 3.926 m. Najdublja točka, 8.605 m, nalazi se u Portorikanskoj brazdi. Širina oceana kreće se od 2.848 km između Brazila i Liberije do oko 4.830 km između SAD-a i sjeverne Afrike.

Obala Atlantskog oceana je razvedena, s brojnim zaljevima i morima, uključujući Karipsko more, Meksički zaljev, Zaljev St. Lawrence, Sredozemno more, Crno more, Sjeverno more, Baltičko more, Norveško more i Weddellovo more.

Među otocima Atlantskog oceana ističu se Svalbard, Grenland, Island, Velika Britanija, Irska, Veliki i Mali Antili, Fernando de Noronha, Azori, Madeira, Kanarski otoci, Zelenortski otoci, Bermuda, Karibi, Ascension, Sveta Helena, Tristan da Cunha, Falklandski otoci i Južna Georgija.

### Indijski ocean

Indijski ocean je treća po veličini vodena površina na svijetu, a pokriva oko 20 % površine Zemlje. Sa sjevera je okružena Azijom (Indijski potkontinent), sa zapada Arapskim polutokom i Afrikom, s istoka Malajskim poluotokom, Sunda otočjem i Australijom, a na jugu s Južnim oceanom.

Od Atlantskog oceana ga, južno od Afrike, dijeli meridijan 20° E, a od Tihog oceana meridijan 147° E. Najsjevernija točka oceana je u Perzijskom zaljevu, na oko 30° sjeverne zemljopisne širine. Ocean je na svojim južnim rubovima, između najjužnijih točaka Afrike i Australije, širok skoro 10,000 km. Zajedno s Perzijskim zaljevom i Crvenim morem ima 73,556,000 km2.

U oceanu se nalazi otočna država Madagaskar, inače četvrti po veličini otok na svijetu. Uz njega su tu i otočne države Mauricijus, Komori, Sejšeli, Maldivi i Šri Lanka i obale otočne države Indonezije.

Važni morski prolazi su Bab el Mandeb, Hormuški tjesnac, Malajski prolaz, Sueski kanal (južni ulaz) i tjesnac Lombok.

Prosječna dubina je 3900 m, dok se najdublja točka nalazi u Javanskom jarku (7200 m).

### Arktički ocean

Arktički ocean, najveće dubine do 5.449 m naziva se još i Sjeverno polarno more, Arktik ali i Arktičko sredozemno more. Prosječna dubina iznosi približno 1000m.

To je s 12,26 milijuna km2 najmanji ocean na Zemlji, a velikim dijelom je pokriven ledom. Arktički ocean se nalazi na krajnjem sjeveru sjeverne polutke Okružen je, uvijek prema jugu, s Azijom, Europom i Sjevernom Amerikom.

Okružen je s više kontinenata i iako je, znanstveno gledano, jedan od 5 oceana na Zemlji, smatra ga se i interkontinentalnim sredozemnim morem. S Atlantikom je spojen oko 1.500 km širokim Sjevernim morem (Europskim) između Grenlanda i Sjeverne Europe odnosno Skandinavije do Kanade i Grenlanda. S Tihim oceanom povezan je 85 km širokim Beringovim prolazom. Na Arktik izlaze najsjeverniji dijelovi država :Aljaska (SAD), Kanada, Grenland (Danska), Island, Norveška i Rusija.

Osim toga, uz njegov rub nalaze se i sljedeći veći otoci ili grupe otoka: Otok Banks, Otoci kraljice Elizabete, Otok Ellesmere, Grenland, Island, Svalbard, Kolgujev, Zemlja Franje Josipa, Novaja Zemlja, Severnaja Zemlja, Novosibirski otoci i Wrangelov otok.

### Južni ocean

Poznat kao Južni polarni ocean (Antarktički ocean), velika je vodena masa koja se nalazi blizu Antarktike. To je Zemljin četvrti najveći ocean, a posljednji koji je definiran kao ocean od Međunarodnoj hidrografskoj organizaciji (engl. IHO) 2000 godine no još uvijek nije službeno potvrđen iako su mnoge države to prihvatile i unijele u službene podjele. Predložena je granica Južnog oceana određena na 60. stupnju južne Zemljine polutke.

Južni ocean, je oceanografski rečeno, definiran kao ocean koji pripada Antarktičkoj struji, koja kruži oko Antarktike. Mora koja Južni ocean uključuje su Amundsenovo, Bellinghasuenovo, Rossovo, Wedellovo i dio Drakeovog prolaza. Ukupna površina koju ovaj ocean zauzima je

20.327.000 km2. Južni ocean je smješten na južnoj Zemljinoj polutci. Prosječna dubina je između 4.000 i 5.000 metara.

Najveća dubina je 7,236 m u jarku kod Sendvičkih (South Sandwich Trench) otoka na približnoj poziciji 60°00'S, 024°W.

## Ostala morska područja

### Mediterani (mediteranska područja – mora)

To su rubna područja oceana u kojima se vrši djelomična cirkulacija (izmjena mora) iz oceana. Cirkulacija je izazvana razlikama u temperaturi i salinitetu, a ne djelovanjem vjetra. Uz Sredozemlje mediternaima se još smatra područje Kariba, Indonezije

### Rubna mora

**Rubnim morima** se smatraju mora koja se nalaze uz rub kontinenta odnosno oceana, a od njega su djelomično odvojena otočnim nizom, pragom ili morskim jarkom. Neka od rubnih mora su Sjeverno more, Beringovo more, Ohotsko, Japansko, Žuto more,

Unutrašnja mora su od svjetskih oceana odvojeni tjesnacima. To je osnovna razlika između **unutrašnjeg** i **rubnog** mora. U unutrašnja mora spadaju Baltičko more, Jadransko, Crno more.

### Zaljev

Zaljevom smatra jasno istaknuta uvala uvučena u kopno, čija je morska površina jednaka površini ili je veća od površine polukruga kojemu je duljina promjera jednaka duljini prave crte koja zatvara ulaz u zaljev.

**Zaljev** je naziv za vodenu površinu koja prodire u kopno i njime je okružena s tri strane. Veličina zaljeva može biti od više metara, pa do više stotina kilometara širine ili pružanja u kopno, a u njemu mogu biti otoci, otočne skupine, poluotoci, otočići ili hridi.

Porijeklo zaljeva može biti promjena razine mora ili jezera, kretanje kontinentalnih ploča, spuštanje ledenjaka, utonuće estuarija. Zaljevi koji su nastali kao posljedica otapanja i spuštanja glečera prema moru nazivaju se fjordovi.

### Zaton

Zaton je zaljev manje veličine od one definirane za zaljev. To je manji zaljev.

### Estuarij

**Estuarij** (lat. *aestuarium*, "nisko riječno ušće") je naziv za riječno ušće oblikovano poput lijevka pod utjecajem plime i oseke, tj. tamo gdje su razlike između plime i oseke velike. U estuariju se događa prijelaz od slatke vode prema slanoj. Estuariji su rjeđi od ušća u obliku delte.

Oblik estuarija imaju ušća Temze, Elbe, Oba, Jeniseja i niza drugih rijeka. Svakako je najupečatljiviji estuarij Amazone čije ušće je široko preko 30 km. Na ušću postoji otok Marajo, kao i niz drugih, malih otoka, no oni nisu rezultat nanosa, nego je okolni materijal u more odnijela oseka i tako ih pretvorila ih u otoke.

Neke od najvećih svjetskih luka nalaze se na ušćima velikih rijeka. Takav položaj omogućava dolazak velikih brodova i razvoz tereta po rijekama duboko u zaleđe države ili kontinenta. Od 32 najveća svjetska grada, 20 ih je na estuarijima.

### Delta

Delta je oblik ušća rijeke u obliku grčkog slova delta. Nastaje odlaganjem sedimenta (nanosa) materijala koji rijeka donosi sa sobom. Delta je razdvojena nizom rukavaca. Najpoznatije delte su: Nil, Mississippi, Ganges, Parana, Žuta rijeka.

### Rijas

**Rijas** je zaljev nastao potapanjem riječnog ušća. Rijasi su ljevkastog oblika i često su duboki i uvučeni u kopno zbog djelovanja struja morskih mijena koje odvlače riječni materijal.

### Fjord

Fjord (norv.), dugi, uski morski zaljev, strmih obala i zaravnana dna; nastao potapljanjem riječnih dolina oblikovanih radom ledenjaka. Tipična fjordovska obala u Norveškoj na Grenlandu, u Kanadi i J Čileu.

### Laguna

Laguna je plitak dio mora koji je djelomično ili potpuno odijeljen od pučine uskim pješčanim sprudom ili koraljnim grebenima (paralelno).

Mogu biti odvojeni dijelovi obale (Venecija) ili dijelovi otoka (atoli)

### Liman

Liman je potopljeno riječno ušće odvojeno od mora pješčanim sprudom (okomito); često na obali Crnoga mora...

## Pitanja za ponavljanje i provjeru znanja

1. Reci nešto o svakom oceanu

2. Reci nešto ostalim morskim područjima

# Morfologija obale i razvedenost

Geomorfologija (morfologija-znanost o oblicima) proučava nastajanje i promjene oblika na Zemljinoj površini.

Obala je područje gdje kopno dolazi u dodir s vodenim površinama. Razlikuju se morska, riječna i jezerska obala.

Morska obala je područje čvrste podloge na kojem kopno dolazi u doticaj s morem, koje je za plime pod morem, a za oseke na suhome.

Obale se može podijeliti prema nekoliko kriterija:

* po izgledu: strme, visoke i blage, zaravnjene;
* po sastavu (materijalu)
* prema donošenju/odnošenju materijala: akumulacijske (donošenje) i erozijske (odnošenje);
* prema procesima koji ih stvaraju: oblikovane djelovanjem valova, morskih mijena ili donosom iz rijeka.

Obala može biti stjenovita, pješčana ili šljunčana. Također može biti ravna ili razvedena. Razvedenost obale se izražava **koeficijentom razvedenosti**. On predstavlja stvarnu dužinu obale (ukupnu dužinu) podijeljenu s udaljenošću između krajnjih točaka. Hrvatska sa svojih 1185 otoka, otočića, hridi i grebena ima drugu najrazvedeniju morsku obalu u Europi. Koeficijent razvedenosti hrvatskog dijela jadranske obale iznosi 11,1 što svrstava hrvatsku obalu među najrazvedenije na svijetu. Ukupna dužina Hrvatske obalne crte je 4398 km. Od toga na otoke otpada 3573 km, na otočiće 717 km, te na hridi i grebene 107 km. Najrazvedenija obala Europe se nalazi u Norveškoj gdje su otapanjem brojnih ledenjaka u prošlosti nastali fjordovi. Ukupna vrijednost svih obala na Zemlji iznosi 400 000 km.

Koeficijent razvedenosti otoka je odnos duljine obale otoka i duljine obale koju bi otok imao da je kružnog oblika, a iste površine. Što je veći koeficijent to je razvedeniji otok. Npr ako je ukupna duljina obale 150 km, a opseg kruga iste površine kao otok 50 km: koeficijent razvedenosti otoka je150/50 = 3.

## Klasifikacija otoka

* Otok je dio kopna u potpunosti okružen morem, površine veće od 1 km2, a manji od kontinenta. Neki podaci za RH: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Popis_otoka_Hrvatske>
* Najveći otoci u Jadranu su Cres (405,7 km2) i Krk (405,22 km2)
* Najmanji otok u Jadranu je Smokvica Vela (1,04 km2)
* Otok s najdužom obalnom crtom je Pag 302, 5 km.
* 78 otoka, 50 naseljenih otoka, 525 otočića, 389 hridi

Otočić je kopno potpuno okruženo morem veličine od 0,01 do 1 km2.

* Najveći otočić je Badija (0,97 km2), najmanji Galicija (0,01 km2 )

Hrid i grebeni su manji od 0,01 km2 . 4.2.

### Podjela otoka

Općenito otoke se može podijeliti na tri (četiri) vrste:

1. **kontinentalni** – leže na kontinentalnome šelfu:
   1. Azija - Borneo, Java, Sumatra
   2. Australija - Nova Gvineja, Tasmanija, Kangaroo Island
   3. Europa: Velika Britanija, Irska, Sicilija;
   4. Amerika: Grenland, Newfoundland, Long Island, Sable Island, Barbados, Falklandi i Trinidad
2. **tropski otoci**:
   1. koraljni: Maldivi, Nauru, Tonga i Polinezijsko otočje
   2. granitni; Sejšeli, Sv. Helena
3. **oceanski otoci** (ne nalaze se na kontinentalnom šelfu), većinom su vulkanskog porijekla:
   1. Aleutski otoci, Havajski otoci, Tristan de Cunha, Island;
   2. u Jadranu: Jabuka, Brusnik i Komiža
4. **umjetni otoci** –Kanasai aerodrom blizu otoka Honshu, Flevopolder, Nizozemska, Palmini otoci u Dubaiju.

Najveći svjetski otok je Grenland veličine 2,1 milijun km2 .

Pojam **arhipelag** označava grupu ili lanac otoka zajedničkih osobina. Arhipelag može biti otočje unutar jedne države (kao što je napr. Kvarnerski arhipelag ili naš Cresko-Lošinjski arhipelag), ili može biti država za sebe (Velika Britanija, Malta, Filipini,…). Ne treba brkati geografski pojam arhipelaga s pravnim pojmom arhipelaškog mora koji se odnosi isključivo na države koje se sastoje samo od otoka.

Najveće grupe otoka čine Indonezijsko otočje, Japansko otočje, Britansko otočje, Filipini.

Švedsko otočje na istočnoj obali Švedske je arhipelag s najviše otoka (65000).

## Riječna ušća i smještaj luka

Najveće svjetske luke su na ušćima rijeka (estuariji i rijasi, delte). O lukama iz prezentacija učenika!

## Morski prolazi i tjesnaci

**Tjesnac** (eng. *strait*), morski prolaz, a ponekad i vrata su mjesta u morima na kojima se dvije veće kopnene mase približavaju i tvore negdje širok a negdje vrlo uzak morski prolaz. Tjesnaci imaju (prije svega su imali u prošlosti) veliko strateško značenje za pomorski promet. Njihova obilježja su slična:

* uski su i plitki
* postoji velika mogućnost njihovog zatvaranja i blokiranja
* njihovo zatvaranje i blokada rezultiralo bi velikim poremećajima u svjetskoj trgovini.

Dok je tjesnac uski morski prolaz, suprotno značenje u odnosu na tjesnac ima prevlaka. **Prevlaka** (eng. isthmus) označava uski kopneni pojas koji spaja dvije kopnene mase..

Na područjima prevlaka i na nekim drugim strateškim područjima su prokopani umjetni prolazi.

### Najvažniji prolazi, tjesnaci i kanali

Veliki dio svjetskog teretnog prometa prolazi kroz nekoliko prirodnih i umjetnih morskih prolaza i tjesnaca.

* Sueski kanal
* Panamski kanal
* Kielski kanal
* St. Lawrence Seaway
* Korintski kanal
* Malajski prolaz (Malacca)
* Hormuški prolaz (Hormuz)
* Sundski prolaz
* Bab el Mandeb
* Bospor
* Dardaneli
* Falkirk Wheel

Detalji iz prezentacija učenika!

## Pitanja za ponavljanje i provjeru znanja

1. Obala
2. Tri podjele obala
3. Razvedenost obale
4. Razvedenost otoka
5. Klasifikacija otoka
6. Podjela otoka
7. otocima u RH
8. Arhipelag
9. Riječna ušća pogodna za luke
10. Morski prolaz
11. Najvažniji prolazi, tjesnaci i kanali
12. Prevlaka

# Svojstva morske vode - salinitet

Morska voda se sastoji od vode, soli, plinova, elemenata u tragovima otopljenih u moru i organskih tvari. U 1 litri (oko1000g) mora je u prosjeku 965 grama vode i 36 grama raznih soli.

Salinitet je izraz za zaslanjenost morske vode. Izražava se u promilima ‰ odnosno u gramima po kilogramu (g/kg). Najniži salinitet je izmjeren na području Arktika i Antarktika (ljeti kada se led otapa) i na ekvatoru (kiše, slab vjetar i isparavanje). Najviši salinitet je izmjeren na φ između 10° i 30° (područje Pasata, nema padalina, toplo, vjetar, godišnje ispari količina vode od 1,3m). Linije koje na karti mora i oceana spajaju točke jednakih vrijednosti saliniteta zovu se **izohaline**.

Neki podaci o salinitetu:

* prosječan salinitet 37,5‰
* na ušćima rijeka manji salinitet
* salinitet zatvornih mora različit
* manja slanost (rijeke) – Baltik (i 3‰), Hudsonov zaljev, Sjeverno ledeno more, Crno more
* veća slanost (jako isparavanje, nema rijeka ni padalina) – Mediteran, Crveno more, Perzijski zaljev (i 41‰)
* u polarnim područjima zaleđivanjem se povećava salinitet zimi (led je uglavnom sastavljen od slatke vode, dok sol tone i zajedno s hladnom gušćom vodom tone prema dnu), to uzrokuje stvaranje dubinske struje koja se polagano kreće prema ekvatoru
* ljeti, odleđivanjem se površinski salinitet smanjuje.

**Haloklina** - sloj u moru u kojem se salinitet naglo mijenja s dubinom. Povezana je s opadanjem saliniteta na dubinama od 100 do 500 m. Izražena je i u blizini obale, napose u estuarijima i ušćima velikih rijeka (Amazona, Nil, Mississippi).

Prosječni površinski salinitet svjetskoga mora:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | *Sjeverna geografska širina* | | | | | | | | | | | | |
| Geogr. širina (°) | 0–10 | 10–20 | | 20–30 | | 30–40 | | 40–50 | | 50–60 | | 60–70 | |
| Salinitet (‰) | 34,4 | 34,8 | | 35,6 | | 35,3 | | 33,8 | | 32,4 | | 33,0 | |
|  | *Južna geografska širina* | | | | | | | | | | | | |
| Geogr. širina (°) | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | | 30-40 | | 40-50 | | 50-60 | | 60-70 |
| Salinitet (‰) | 35,0 | | 35,4 | | 35,6 | | 35,2 | | 34,4 | | 34,0 | | 33,9 |

Kemijski sastav morske vode je stalan:

* NaCl – glavni sastojak 77 ‰
* klorid Cl- – 55,2 ‰
* natrij Na+ – 30,4 ‰

Promjena saliniteta mijenja svojstva mora – gustoću, struje, a kao krajnja posljedica mijenja se klima.

Najpreciznije određivanje saliniteta obavlja se kemijski postupkom koji se zove **titriranje**, temeljem elektroprovodljivosti i to u laboratoriju ili induktivnom sondom.

Za svakodnevne potrebe (ili za pokuse u školi!) može se koristiti **refraktometar**. Refraktometar je mjerni instrument kojim se određuje indeks loma svjetlosti. Danas se upotrebljavaju refraktometri za tekućine i čvrste tvari kod kojih se određuje indeks loma svjetla koji varira s obzirom na gustoću/slanost.

### Mrtvo more

Mrtvo more ima najslaniju vodu na svijetu. Voda koja utječe u Mrtvo more nosi sa sobom otopljene soli i druge minerale. Budući da je Mrtvo more najveća depresija na površini Zemlje i da su njegove obale znatno niže od okolnog područja, voda može otići iz njega samo na jedan način - isparavanjem. Ljeti se zbog isparavanja razina mora može smanjiti čak 2,5 centimetara na dan. Zbog toga slanost vode u površinskom sloju iznosi oko 300‰, što je gotovo deset puta više od slanosti Sredozemnog mora. Budući da se s povećanjem slanosti povećava i gustoća vode, primjerice kupači mogu plutati na samoj površini vode (bez ikakvog zračnog jastuka ležati na leđima i čitati novine).

## Toplina u moru

More se zagrijava sunčevim zračenjem. U jednom danu dospije 1233 J topline na cm² tako da sunčevo toplinsko kratkovalno zračenje prolazi kroz atmosferu (ne grije atmosferu) i prodire u more te ga grije. Ostali izvori zagrijavanja su: zemljina toplina, podmorski vulkani, trenje čestica, oksidacija i prirodno radioaktivno zračenje. Velik dio Sunčeve energije se odbija od morske površine.

More se hladi emitiranjem dugovalnoga zračenja, isparavanjem te vođenjem topline između mora i atmosfere. More se najviše zagrijava u ekvatorskim područjima, a najviše hladi u polarnima, pa se prosječne površinske temperature smanjuju s povećanjem geografske širine.

Isparavanje mora grije i udaljenija mjesta: kada topli zrak stigne u hladnija područja, vodena para se kondenzira ili sublimira i oslobađa toplinu. Sveukupno, more predaje atmosferi 90% topline.

Za zagrijavanje 1l vode se troši više energije nego za grijanje drugih tvari jer je specifična toplina vode najveća! More se zagrijava sporije od kopna, ali i sporije hladi – djeluje kao regulator topline (kod nas zimi više temperature, ljeti niže temperature i manje dnevne promjene temperature nego na kopnu). **Za zagrijavanje 1m³ mora treba energije kao za zagrijavanje 3118 m³ zraka!**

### Mjerenje temperature u morima

Za mjerenje temperature mora koriste se posebni termometri, termografi, a mjeri se površinska temperatura – na dubini od pola metra. Na brodu se koristi termograf na oplati (postoji i termometar/graf koji mjeri temperaturu vode za hlađenje u strojarnici). Za istraživanja se koriste CTD sonde (Conductivity, Temperature Depth).

|  |  |
| --- | --- |
| Raspored temperature morske vode:   * 53% mora >20°C * 35 mora >25°C * prosjek 17-18°C * sjeverna polutka oko 19°C * južna polutka oko 16°C * najtopliji Crveno more i Perzijski zaljev, ljeti i do 35°C * prosječna toplina mora 3,8°C, na ekvatoru 4,9°C. |  |

Površinske temperature (prikazuju se linijama koje se zovu **izoterme** **ili hidroizoterme**) pokazuju nepravilnosti koje nastaju zbog utjecaja struja na temperaturno polje. Oko 53% površine mora ima prosječnu temperaturu višu od 20°C; najtoplija je površina Crvenoga mora i Perzijskoga zaljeva (35°C).

Prosječna godišnja temperatura Tihog oceana iznosi 19,1°C, Indijskoga 17,0°C, a Atlantskoga 16,9°C.

U području niskih geografskih širina temperatura se prema dnu smanjuje tako da je na dubini od oko 1000 m takozvani sloj **termokline** u kojem temperatura opada za približno 20°C. Sve morske vode dublje od približno 1000 m temperature su približno 4°C. Na dubinama od 2000 do 3000m, temperatura je niža, a u još većim dubinama se povećava – **adijabatsko povećanje temperature zbog povećanoga tlaka**!

Godišnje kolebanje površinske temperature u području srednjih geografskih širina iznosi 8°C, a u tropima i području visokih geografskih širina oko 2°C; u plitkim obalnim područjima temperaturno kolebanje je veće, npr. u sjevernom je Jadranu 16°C. Godišnje kolebanje temperature na otvorenome moru dopire do dubine od stotinjak metara. Dnevno kolebanje površinske temperature u srednjim je geografskim širinama oko 0,3°C, u tropskim područjima do 1°C za mirna vremena, a osjeća se do dubine od nekoliko desetaka metara.

Prosječna površinska temperatura svjetskoga mora

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Sjeverna geografska širina* | | | | | | | | | | | |  | |
| Geogr. širina (°) | 0–10 | 10–20 | | 20–30 | | 30–40 | | 40–50 | | 50–60 | | 60–70 | |
| Temperatura (°C) | 27,7 | 26,9 | | 24,2 | | 19,5 | | 11,3 | | 6,9 | | 4,4 | |
|  | *Južna geografska širina* | | | | | | | | | | | | |
| Geogr. širina (°) | 0-10 | | 10-20 | | 20-30 | | 30-40 | | 40-50 | | 50-60 | | 60-70 |
| Temperatura (°C) | 27,0 | | 25,7 | | 22,7 | | 17,7 | | 10,0 | | 3,3 | | –0,4 |

## Tlak i gustoća mora, specifična težina mora

**Tlak u moru** zbroj je tlaka stupca mora iznad promatrane dubine i atmosferskoga tlaka, npr. na dubini od 4000 m (tipična dubina oceana) iznosi oko 40 milijuna paskala.

**Gustoća vode** ovisi o temperaturi, salinitetu i tlaku. Gustoća morske vode opada radi: ugrijavanja, miješanja sa slatkom vodom, padalina, voda s kopna. Gustoća morske vode raste radi: isparavanja, ohlađivanja morske vode, leda u moru.

**Čista voda najgušća je na temperaturi od 4°C, a s povećanjem saliniteta snižava se temperatura pri kojoj voda postiže najveću gustoću**. Najgušće su vode polarnih, a najrjeđe vode tropskih mora. Gustoća na površini oceana iznosi od 1021 do 1028 kg/m³ (neslana voda najgušća pri +4°C, gustoće 1.000,0 kg/m³). U obalnim područjima moguće su i druge vrijednosti, pa tako u sjevernom Jadranu zimi, nakon jakog hlađenja, gustoće premašuju 1029kg/m³. Na dubinama većima od 1000 m tlak utječe na gustoću, npr. površinskoj gustoći od 1028 kg/m³ na dubini od 5000 m odgovara gustoća od 1051 kg/m³. Treba voditi računa o **utjecaju na gaz broda!**

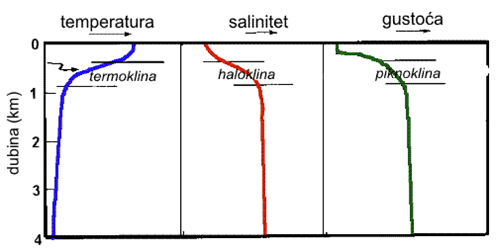
|  |  |
| --- | --- |
| **Specifična težina mora (s) je omjer gustoće morske vode i gustoće obične vode.** S obzirom da je gustoća vode 1, specifična težina mora se računa vrlo lako: npr. za more gustoće 1021 kg/m³ specifična težina će biti: s = 1021/1000 = 1,021. |  |

Ovisnost temperature pri kojoj voda postiže maksimalnu gustoću o salinitetu

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Salinitet (‰) | 0 | 10 | 20 | 30 | 35 |
| Temperatura (°C) | 4,0 | 1,9 | –0,2 | –2,4 | –3,4 |
| Ledište (°C) | 0,0 | -0,5 | -1,1 | -1,6 | -1,9 |

**Termoklina** je područje u moru u kojem postoji izraziti temperaturni gradijent (promjena temperature). Uz termoklinu često su vezane i **haloklina i piknoklina** (zone nagle promjene saliniteta i gustoće).

Promjena gustoće ovisno o temperaturi i salinitetu prikazana je na slici:



Gustoća vode ne raste pravilno s dubinom. Uz pojavu termičkog skoka (termokline) nastaje i nagla promjena gustoće vode.

**Piknoklina** predstavlja granicu između dva oceanska (morska) sloja različite gustoće. Stvaranje piknokline rezultat je promjene u gustoći. Zbog svoje postojanosti piknoklina predstavlja granicu za odvijanje površinskih procesa jer je to područje u kojem površinske aktivnosti prestaju. Zbog toga su promjene u salinitetu i temperaturi vrlo male ispod piknokline, dok su promjene u površinskom sloju sezonske.U oceanima velika razlika u gustoći između površinskog sloja (od 0 do približno 100 i nešto više metara) i dubokooceanskih voda sprječava stvaranje vertikalnog strujanja (iznimka su polarna područja gdje uglavnom nema piknokline).

S obzirom na piknoklinu, mogu se razlikovati tri odvojene vodene mase:

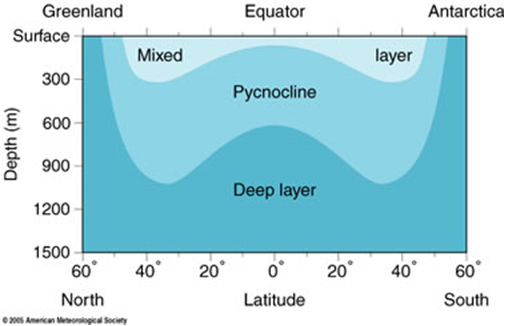
1. površinski sloj - zona miješanja iznad piknokline koja je vrlo ujednačenih karakteristika (miješanje površinskog sloja zbog struja, valova i vjetra):

2. gornji sloj – rjeđi sloj u kojem se pojavljuju termoklina i piknoklina a izražen je u nižim i umjerenim širinama;

3. dubinski sloj – ispod piknokline

U visokim geografskim širinama (polarna područja) nema velikih razlika u temperaturama površinskog i dubinskog sloja. Zbog toga se termoklina i piknoklina rijetko pojavljuju u visokim geografskim širinama.

Piknoklina i slojevi u oceanu prema geografskoj širini prikazani su na slici:



## Stlačivost morske vode

Voda se teoretski smatra nestlačivom. Voda je ipak stlačiva radi soli i drugih sastojaka koji mijenjaju strukturu molekula vode. S porastom dubine utjecaj kompresije je sve veći. Litra vode iz sa 9800 m dubine kod Filipina je teška 1071,2 g, ako se donese na površinu će se raširiti i u litri će ostati 1027,7g.

Bez stlačivosti bi razina mora bila 32m viša. Stlačivost se još zove kompresibilitet.

## Optička svojstva mora

Elektromagnetsko se zračenje u moru apsorbira i raspršuje, što ovisi o valnoj duljini zračenja, o fizikalnim svojstvima morske vode, otopljenim tvarima i suspendiranim česticama (čestice koje „lebde“).

Ultraljubičasto i infracrveno zračenje brzo se prigušuje, a modrozelena svjetlost dopire do dubine od stotinjak metara. Najdublje prodire modri dio spektra: žutu boju more upija 10x brže, crvenu 100x (morska zvijezda koja pada prema dnu od crvene postaje smeđa)

Slabljenje svjetla radi upijanja zraka svjetla od strane mora zove se **ekstinkcija:**

* do 1m dopre samo 90% svjetla
* do 100m dopire 0,03% svjetla
* na 300m potpuna tama

**Prozirnost mora** je veća što je manje hranjivih tvari. Mjeri se Scchijevim diskom ili pločom. **Secchijev disk** se sastoji od jedne okrugle limene ploče koja ima promjer od 20 do 25 centimetara, a obojena je bijelom bojom. Disk se drži pomoću uzice pričvršćene u sredini ploče. Na uzicu se na svakih 10 centimetara poveže čvor da se može ustanoviti dubina urona. Prozirnost vode se mjeri tako da se disk postavljen na površinu vode polako spušta prema dubini i zabilježi se kada nestane. Nakon toga se ponovo polako izvlači i označi kada se ploča ponovo pojavi. Presjek ovih dviju vrijednosti daje podatke o prozirnosti vode. Secchijev disk je osmislio Angelo Secchi 1865., a koristio ga je za mjerenje prozirnosti jezera i mora. Za slatku vodu je s vremenom modificirana, manja je i obojana u crno-bijelu boju.

Najveću prozirnost ima Sargaško more (66m), u tropskim i suptropskim morima ona je u prosjeku od 40 do 50m, a u morima subpolarnih širina od 15 do 20m.

U Sredozemnome moru prozirnost se povećava od zapada prema istoku (kraj Baleara je 50m, u Jonskome moru 54m, u Levantu 60m). Prozirnost u Crvenome moru iznosi 60m, u Baltičkome moru 13m, a u Bijelome moru 8m. Prozirnost morske vode mijenja se i tijekom godine, ovisno o rasporedu kišnih razdoblja

Modrozelena svjetlost najdalje prodire u morsku vodu, najviše se raspršuje i najviše reflektira, pa se ona najčešće opaža kao boja mora. Modra je boja tipična za umjerene i tople dijelove svjetskih mora, zelena prevladava bliže obalama, a uz neke se obale opaža smeđa ili crvena boja (stvaraju ju naselja alge Trichodesmium i crvenih bakterija).

Odstupanja se javljaju zbog boje otopljenih tvari i čestica suspendiranih u moru ili pak zbog promjena→insolacije i stanja atmosfere. Boju morske vode mijenjaju i erupcije podmorskih vulkana. Neka su mora prema svojoj boji dobila ime.

* Crveno more - Trichodesmium Erythraeum - bakterija iz fitoplanktona koja u većim količinama izaziva izrazito crvenu boju na površini mora (crvene su bakterije, a ne more).
* Žuto more - izrazito smeđe-žute boje vode koja teče iz Žute rijeke, koja nosi velike količine mulja.

### Bioluminescencija

**Svjetlucanje ili bioluminiscenciju mora** je „svjetlo koje proizvode morski organizmi – bičaši, račići, crvi, meduze, plaštenjaci. nekada se u tami vidi brazda broda ili prelamanje vala. Bioluminescencija daje zelenkasto, nekada vrlo jako (ljeti, kada nema mjesečine uočljivije) svjetlo. Uočava se i kod većih riba na velikim dubinama gdje ne dopire svjetlost Sunca.

## Pitanja za ponavljanje i provjeru znanja

1. Sastav morske vode
2. Salinitet
3. Haloklina, termoklina i piknoklina (nacrtati sa slajda gdje su sve tri na istom crtežu)
4. Stalnost odnosa među solima u moru
5. Toplina u moru i zagrijavanje vode
6. Prenošenje topline iz mora u atmosferu
7. Mjerenje temperature u morima
8. Koja su mora (i polutka) toplija, a koja hladnija?
9. Gustoća morske vode i specifična težina mora
10. Vodene mase u odnosu na piknoklinu
11. Kompresibilitet morske vode
12. Optička svojstva mora
13. Prozirnost mora
14. Boja mora
15. Bioluminescencija

# Led na moru

Led u moru

1. Postanak i klasifikacija leda

2. Fizikalna svojstva leda

3. Rasprostranjenost leda na svjetskim morima i njegovo kretanje

4. Plovidba u području s ledom

5. Nastajanje leda na brodu, opasnost i dostupna pomoć

6. Ponavljanje i provjeravanje

Morski valovi

7. Definicija i uzroci pojave morskih valova Elementi vala

8. Valovi vjetra Mrtvo more Interferencija valova

9. Stojni val Valovi nastali potresom

10. Utjecaj plitke vode na širenje valova i promjenu elemenata vala

11. Opažanje valova s broda i određivanje njihovih elemenata

12. Ponavljanje i provjeravanje

Morske struje

13. Geostrofičke struje Struje vjetra

14. Vrtložne struje

15. Plimne struje

16. Glavne morske struje GOO

17. Ponavljanje i provjeravanje