

# Svojstva morske vode

Meteorologija i oceanografija 3.N

# Sastav morske vode

## Sastav morske vode

- Morska voda se sastoje od
  - vode
  - soli
  - plinova
  - elemenata u tragovima otopljenih u moru
  - organskih tvari
- U 1 litri (~1000g) mora je u prosjeku
  - 965 grama vode
  - 36 grama raznih soli

## Salinitet

- zaslanjenost morske vode
- u promilima ‰
- u gramima po kilogramu (g/kg)

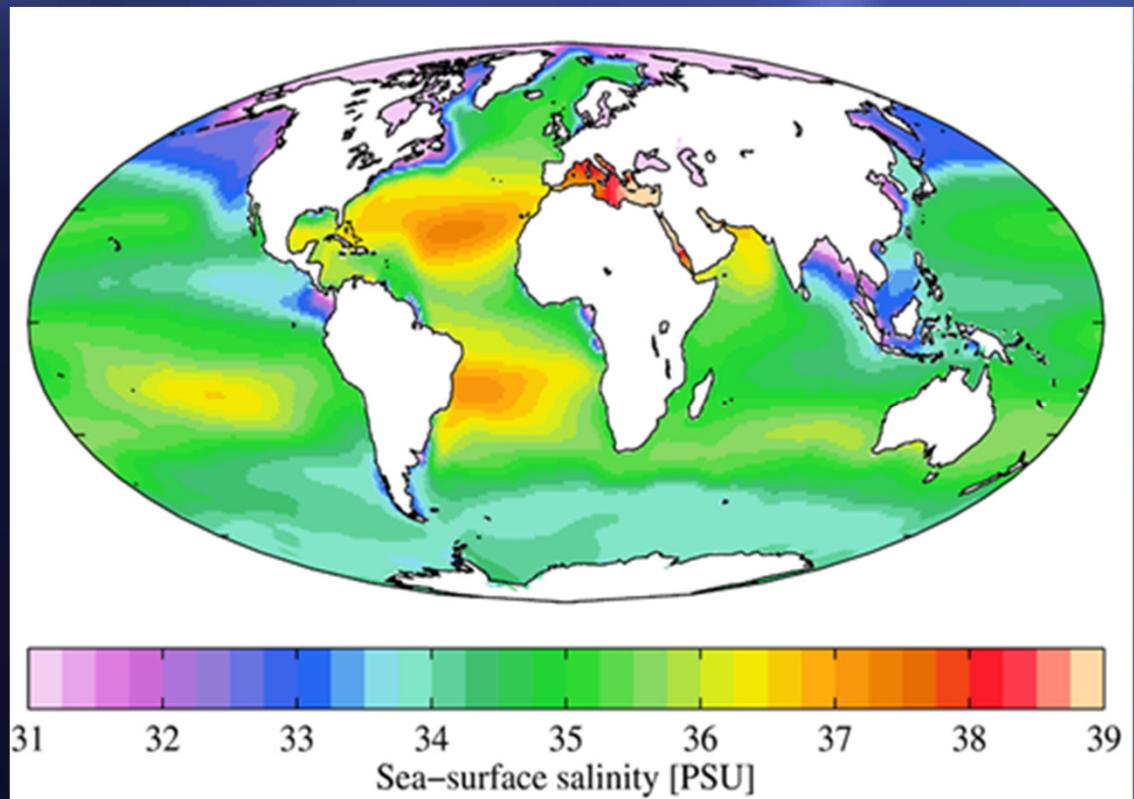
# Salinitet

➤ najniži salinitet:

- Arktik i Antarktik (ljeti kada se led otapa)
- ekvator (kiše, slab vjetar i isparavanje)

➤ najviši salinitet:

- φ između  $10^{\circ}$  i  $30^{\circ}$  (područje Pasata, nema padalina, toplo, vjetar, godišnje ispari količina vode od 1,3m)



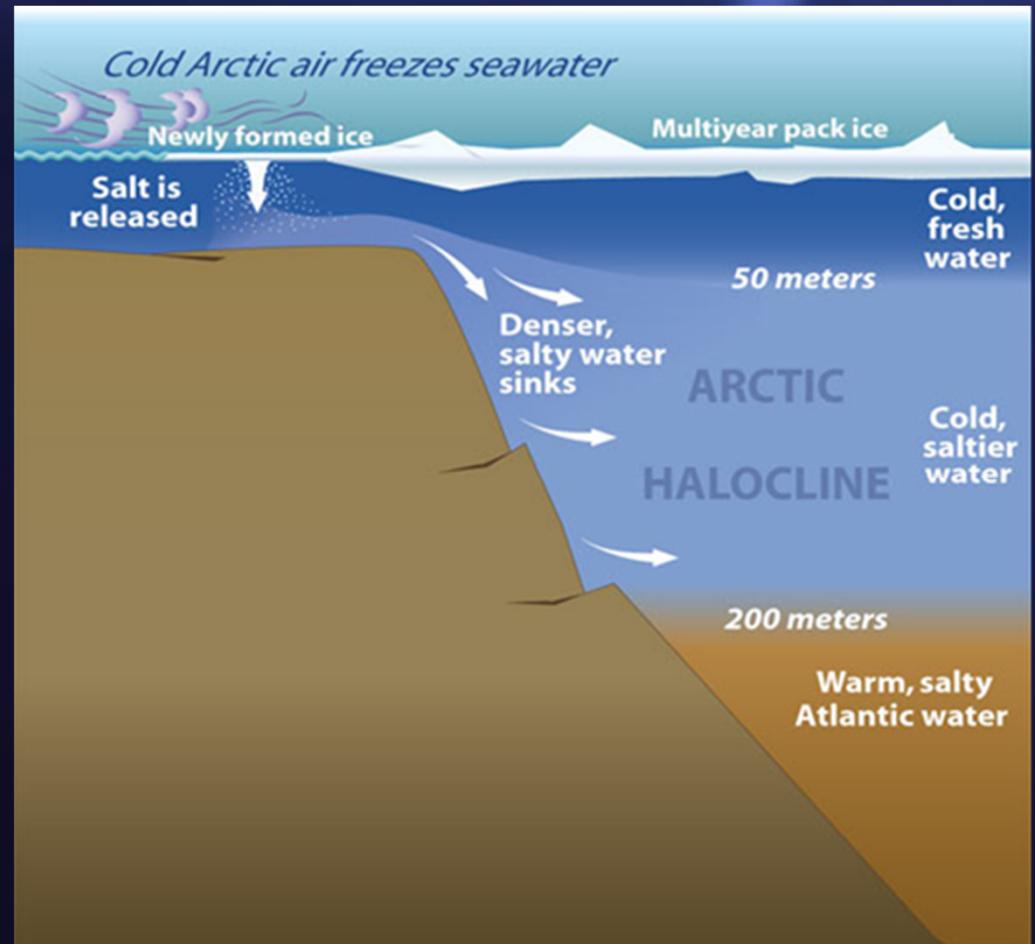
Izohaline  
*linije koje na karti mora i oceana spajaju točke jednakih vrijednosti saliniteta*

# Salinitet

- 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 zaledivanjem 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 ekuatoru*
    - *ljeti, odleđivanjem se površinski salinitet smanjuje.*

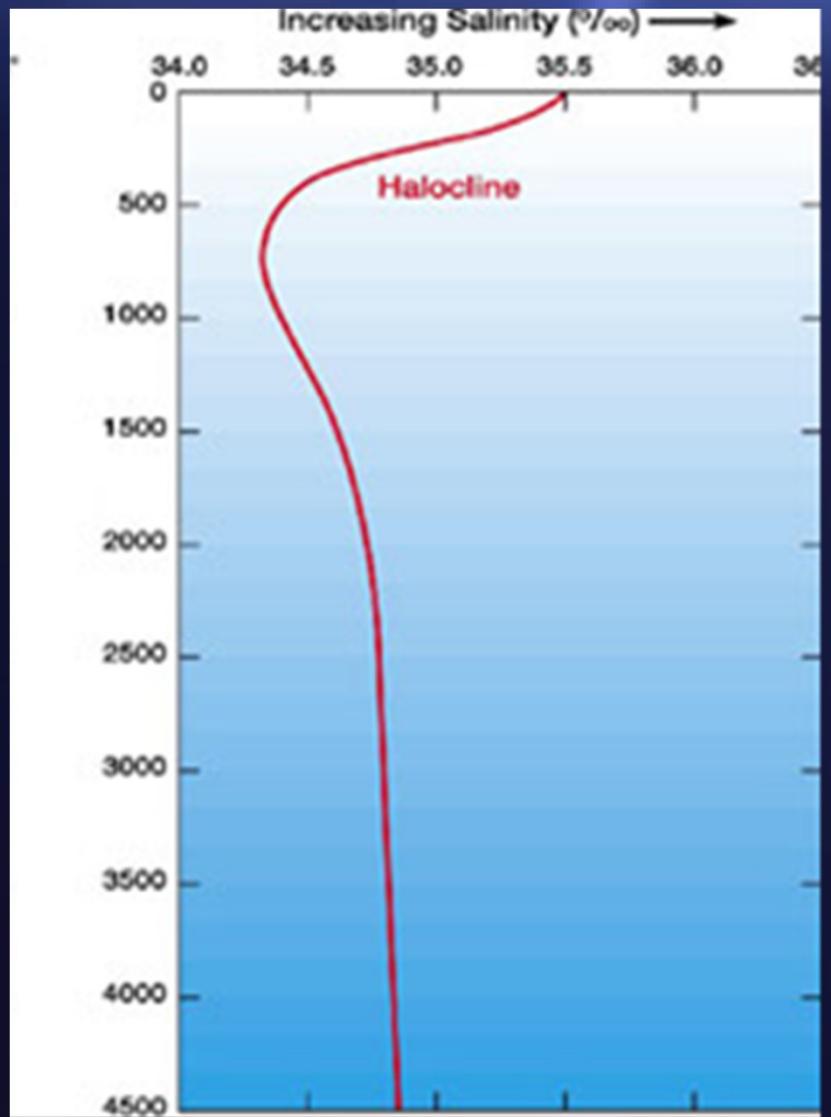
# Izdvajanje soli u polarnim morima

na slici i na pozadini se vidi  
„curenje“ otopine soli iz  
novostvorenog antarktičkog leda  
(Discovery Channel)



# Haloklina

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



# Stalnost odnosa među solima u moru i određivanje saliniteta

- stalnost kemijskog sastava morske vode
  - NaCl – glavni sastojak
    - 77 %
    - klorid  $\text{Cl}^-$  – 55,2 %
    - natrij  $\text{Na}^+$  – 30,4 %
- promjena saliniteta mijenja svojstva mora
  - najpreciznije određivanje saliniteta kemijski
    - titriranje
  - temeljem elektroprovodljivosti
    - u laboratoriju
    - induktivnom sondom

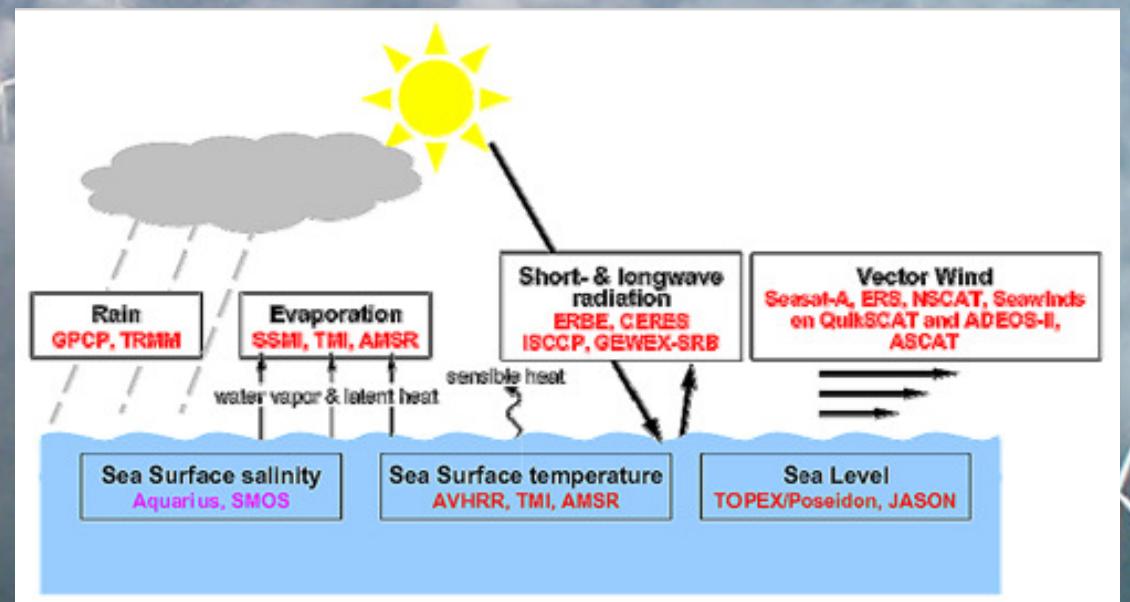
# Mrtvo more

- jezero koje napaja rijeka Jordan
- salinitet na površini do 300%
- nadmorska visina : -430 m  
(kriptodepresija)
- površina: 605 km<sup>2</sup>
- duljina: 50 km
- širina: 15 km
- volumen: 147 km<sup>3</sup>



# Toplina u moru

- sunčevim zračenjem
  - u jednom danu 1233J topline na cm<sup>2</sup>
  - sunčeve toplinsko kratkovalno zračenje prolazi kroz atmosferu (ne grijе atmosferu) i prodire u more te ga grijе
- zemljina toplina
- podmorski vulkani
- trenje čestica
- oksidacija
- radioaktivno zračenje (prirodno)



# Prenošenje topline s mora na atmosferu

- odbijanje Sunčeve energije od morske površine
  - kratkovalno zračenje, manji utjecaj
- grijanje donjih slojeva atmosfere:
  - zagrijano more isijava dugovalno zračenje
  - dodir mora i donjih slojeva atmosfere
  - isparavanje mora
- isparavanje mora grije i udaljenija mjesta: kada topli zrak stigne u hladnija područja, vodena para se kondenzira ili sublimira i oslobađa toplinu
- more predaje atmosferi 90% topline

# Zagrijavanje vode

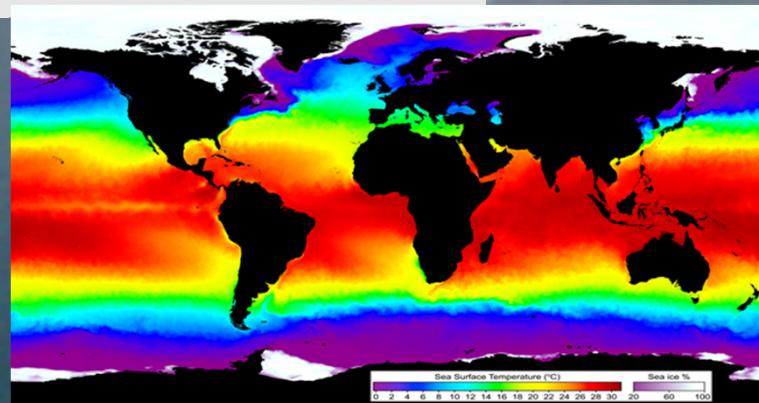
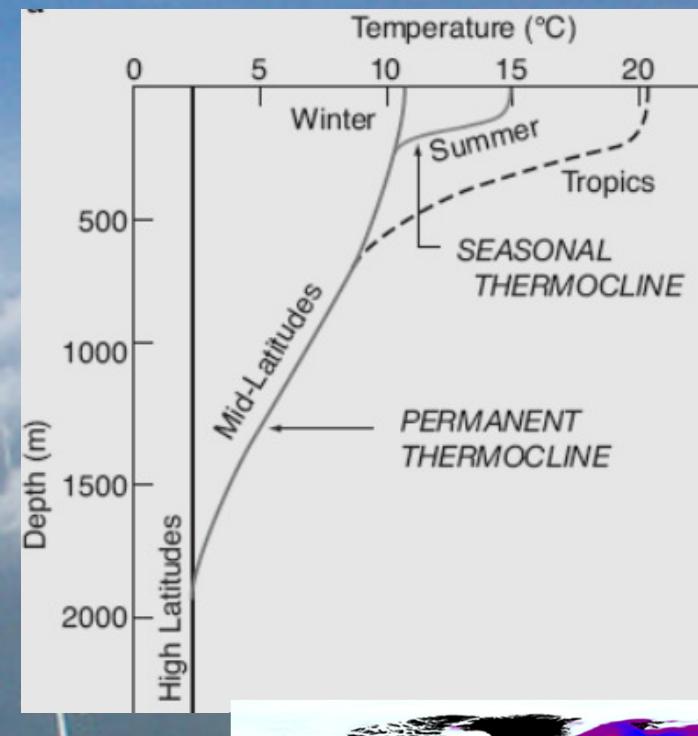
- za zagrijavanje 1l vode se troši više energije nego za grijanje drugih tvari
- specifična toplina vode najveća!
- more se zagrijava sporije od kopna, ali i sporije hlađi – djeluje kao regulator topline
  - kod nas zimi više temperature, ljeti niže temperature i manje dnevne promjene temperature nego na kopnu
- za zagrijavanje  $1\text{m}^3$  mora treba energije kao za zagrijavanje  $3118\text{ m}^3$  zraka

# Mjerenje temperature u morima

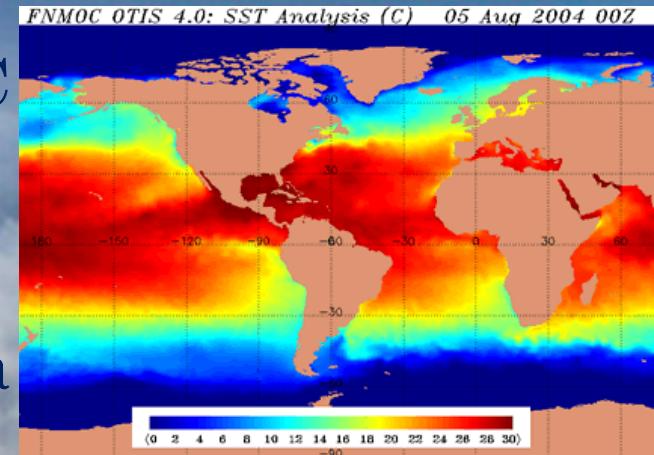
- termometri, termografi
- površinska temperatura – na dubini od pola metra
- na brodu –
  - termograf na oplati,
  - temperatura mora za hlađenje motora
- za istraživanja CTD sonde (Conductivity, Temperature Depth)



# Raspored temperature morske vode



- 53% mora  $>20^{\circ}\text{C}$
- 35 mora  $>25^{\circ}\text{C}$
- prosjek  $17\text{-}18^{\circ}\text{C}$
- sjeverna polutka oko  $19^{\circ}\text{C}$
- južna polutka oko  $16^{\circ}\text{C}$
- najtoplji Crveno more i Perzijski zaljev, ljeti i do  $35^{\circ}\text{C}$
- prosječna toplina mora  $3,8^{\circ}\text{C}$ , na ekvatoru  $4,9^{\circ}\text{C}$

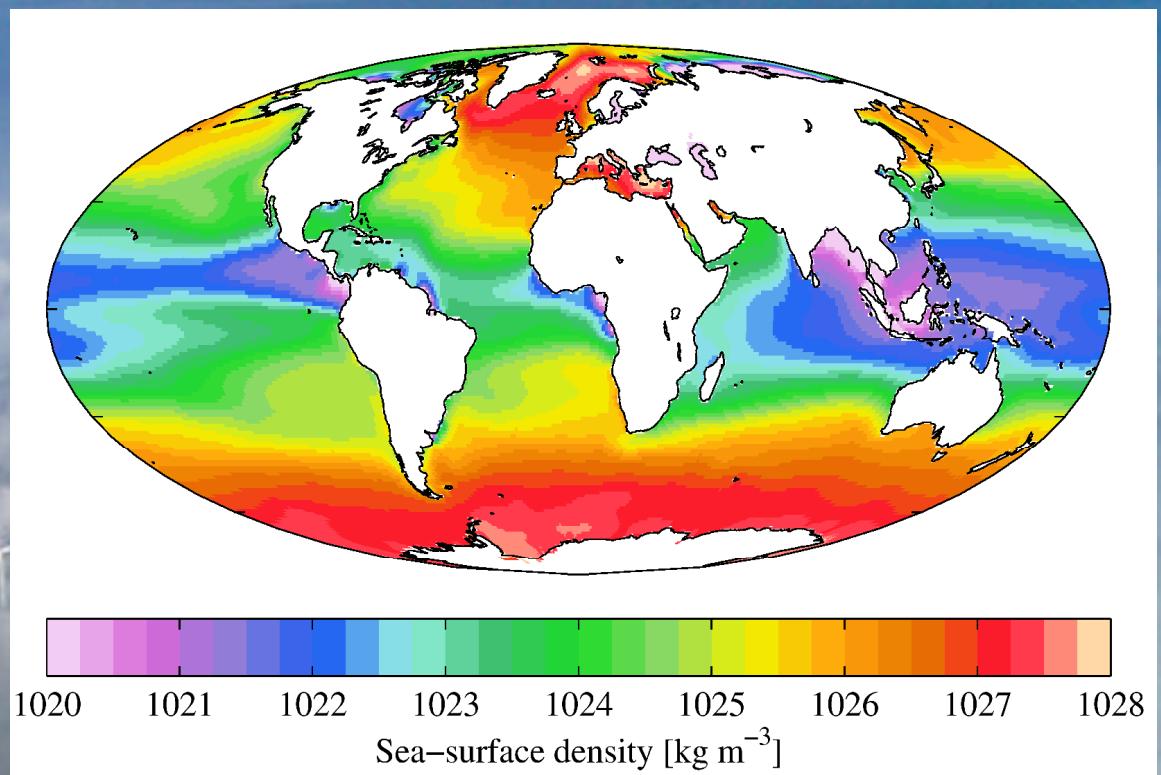


*Sjeverna geografska širina*

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
<i>Južna geografska širina</i>							
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

# Gustoća morske vode

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



- neslana voda najgušća pri  $+4^{\circ}\text{C}$ , gustoće  $1.000,0 \text{ kg/m}^3$
- gustoća mora  $1.021,0\text{-}1.027,5 \text{ kg/m}^3$
- utjecaj na gaz

# Utjecaj saliniteta na gustoću i ledište

Slanost	0‰	10‰	20‰	30‰	35‰
Max. gustoća pri temperaturi:	4,0°C	1,9°C	-0,3°C	-2,5°C	-3,6°C
Ledište pri temperaturi:	0,0°C	-0,5°C	-1,1°C	-1,6°C	-1,9°C

# Specifična težina mora

- Specifična težina je omjer gustoće morske vode i gustoće obične vode

$$s = \frac{\sigma_t}{1000} + 1 = \frac{\rho_{\text{morskavoda}}}{1000}$$

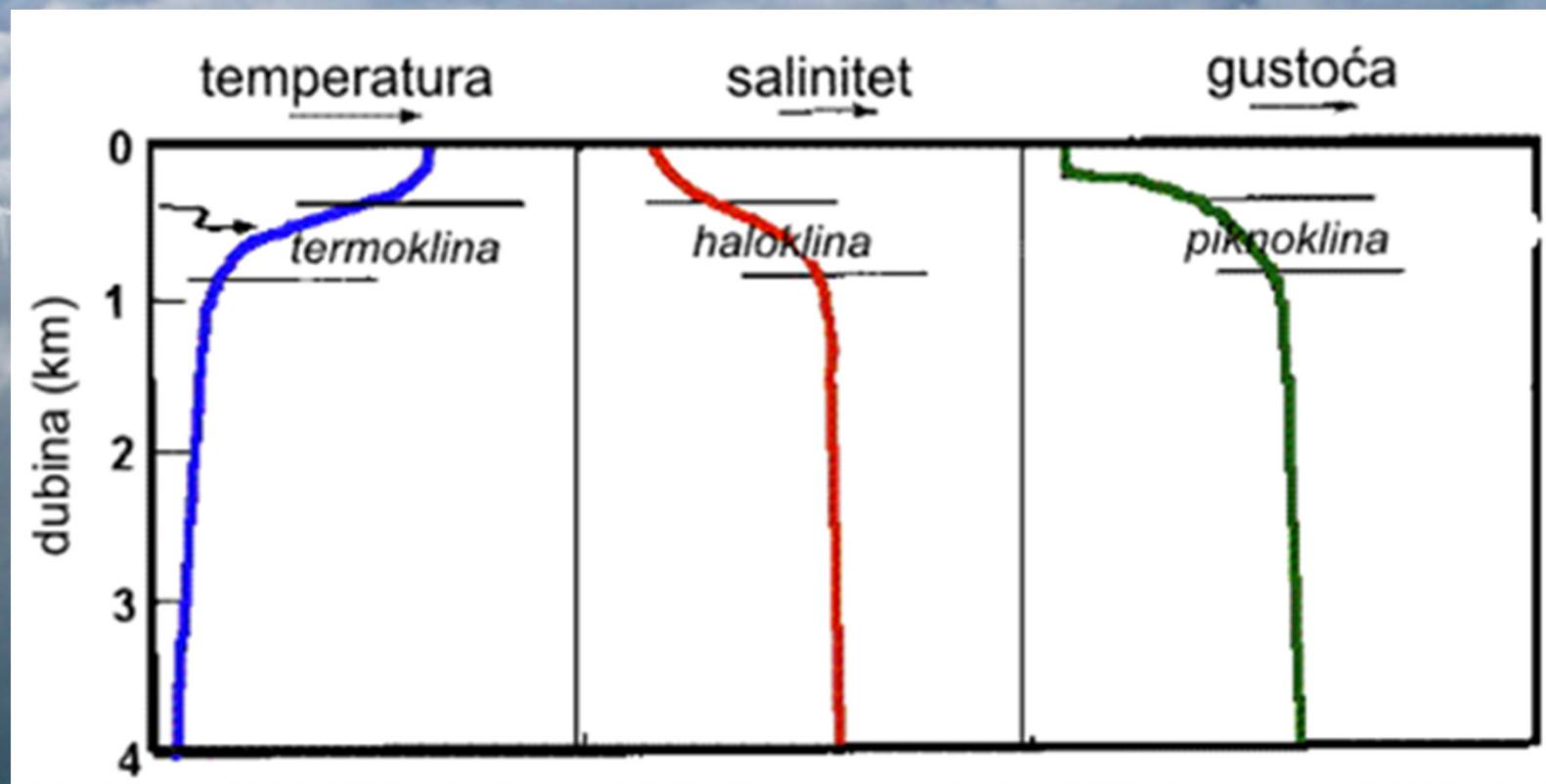
- npr. za more gustoće  $1021 \text{ kg/m}^3$  specifična težina će biti:
- $s = 1021/1000 = 1,021.$

**Table 2. Specific gravity and refractive index as a function of seawater's salinity of seawater. The bold rows (34-36 ppt) represent the range usually encountered in the open ocean.**

Salinity (ppt)	Specific Gravity at 25° C	Refractive Index (20° C)
0	1.0000	1.33300
30	1.0226	1.33851
31	1.0233	1.33869
32	1.0241	1.33886
33	1.0249	1.33904
<b>34</b>	<b>1.0256</b>	<b>1.33922</b>
<b>35</b>	<b>1.0264</b>	<b>1.33940</b>
<b>36</b>	<b>1.0271</b>	<b>1.33958</b>
37	1.0279	1.33976
38	1.0286	1.33994
39	1.0294	1.34012

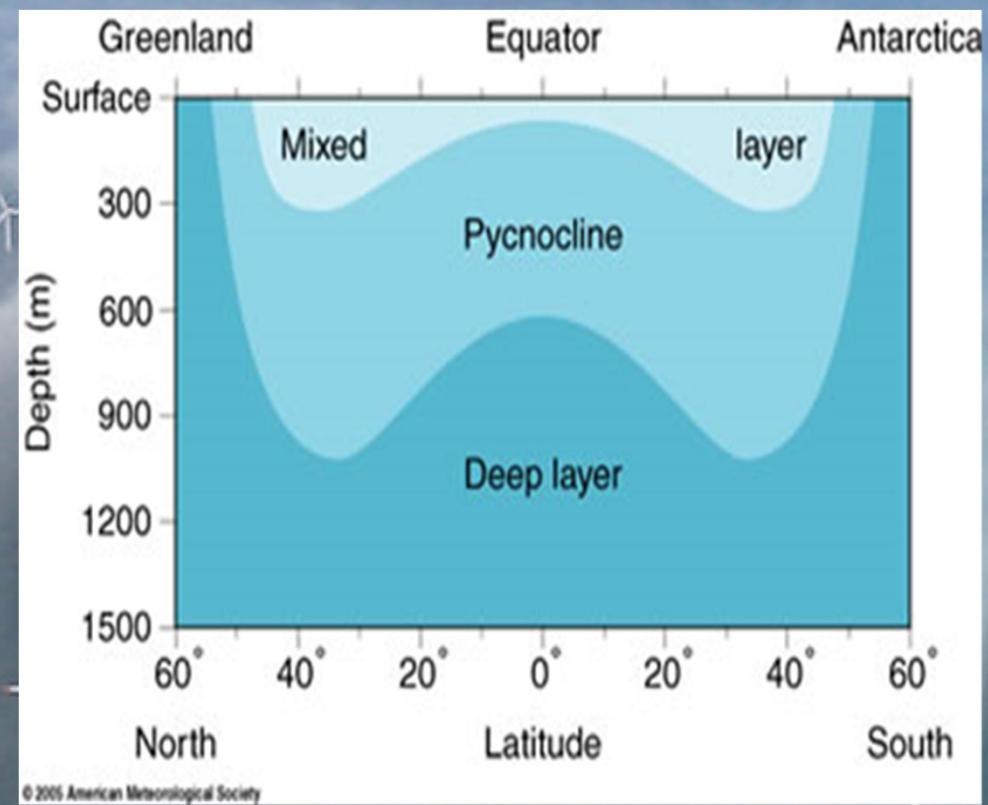
# Termoklina i piknoklina

- područje u moru u kojem postoji izrazita promjena temperature odnosno gustoće



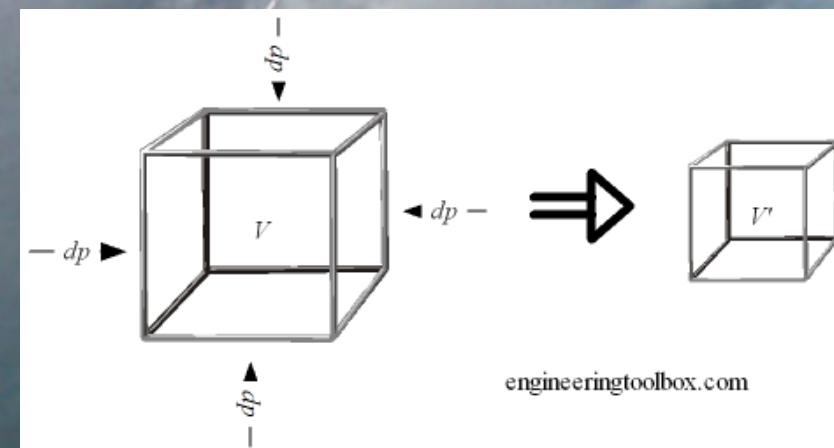
S obzirom na piknoklinu, mogu se razlikovati tri odvojene vodene mase

- 1. površinski sloj - zona miješanja iznad piknokline koja je vrlo ujednačenih karakteristika (miješanje površinskog sloja zbog struja, valova i vjetra);
- 2. gornji sloj – rjedi sloj u kojem se pojavljuju termoklina i piknoklina a izražen je u nižim i umjerenim širinama;
- 3. dubinski sloj – ispod piknokline



# Kompresibilitet morske vode

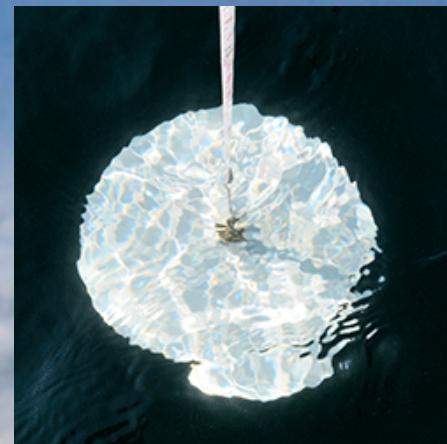
- voda se teoretski smatra nestlačivom
- voda je ipak stlačiva radi soli i drugih sastojaka koji mijenjaju strukturu molekula vode
- s porastom dubine utjecaj kompresije je sve veći
  - litra vode iz sa 9800m dubine kod Filipina je teška 1071,2g, ako se donese na površinu će se raširiti i u litri će ostati 1027,7g
- bez stlačivosti bi razina mora bila 32m viša



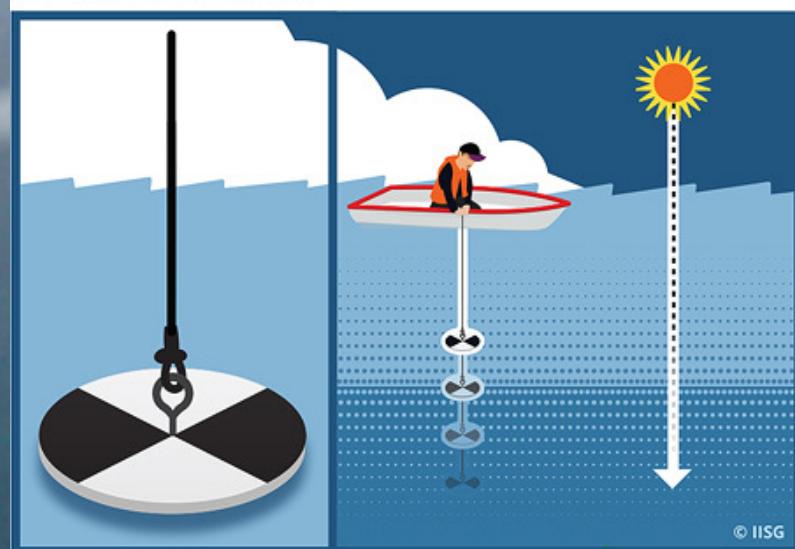
# Optička svojstva mora

- Dubina prodiranja dijelova spektra svjetla → prozirnost, boja
- ekstinkcija – slabljenje svjetla radi upijanja zraka svjetla od strane mora
  - do 1m dopre samo 90% svjetla
  - do 100m dopire 0,03% svjetla
  - na 300m potpuna tama





**Secchi Disk**



## Prozirnost mora

- veća što je manje hranjivih tvari
- za mjerjenje se koristi Secchijeva (bijela) okrugla ploča promjera 50 cm se spušta u more i mjeri dubina
- najdublje prodire modri dio spektra
- žutu boju more upija 10x brže, crvenu 100x (morska zvijezda koja pada prema dnu od crvene postaje smeđa)

# Boja mora

- modra radi apsorpcije crvenog djela spektra
- utjecaj dubine, dna, alga, račića, planktona, pritoka vode, mulja....
- područja gdje se susreću dvije morske struje



# crveno Crveno more

➤bakterija *Trichodesmium Erythraeum*



# žuto Žuto more

➤mulj iz Žute rijeke



➤cvjetanje zelenih alga:



WWW.NEWS.CN



## Bioluminescencija

- svjetlo koje proizvode morski organizmi – bičaši, račići, crvi, meduze, plaštenjaci
- nekada se u tami vidi brazda broda ili prelamanje vala
- zelenkasto, nekada vrlo jako (ljeti, kada nema mjesecine uočljivije)
- i kod većih riba na velikim dubinama