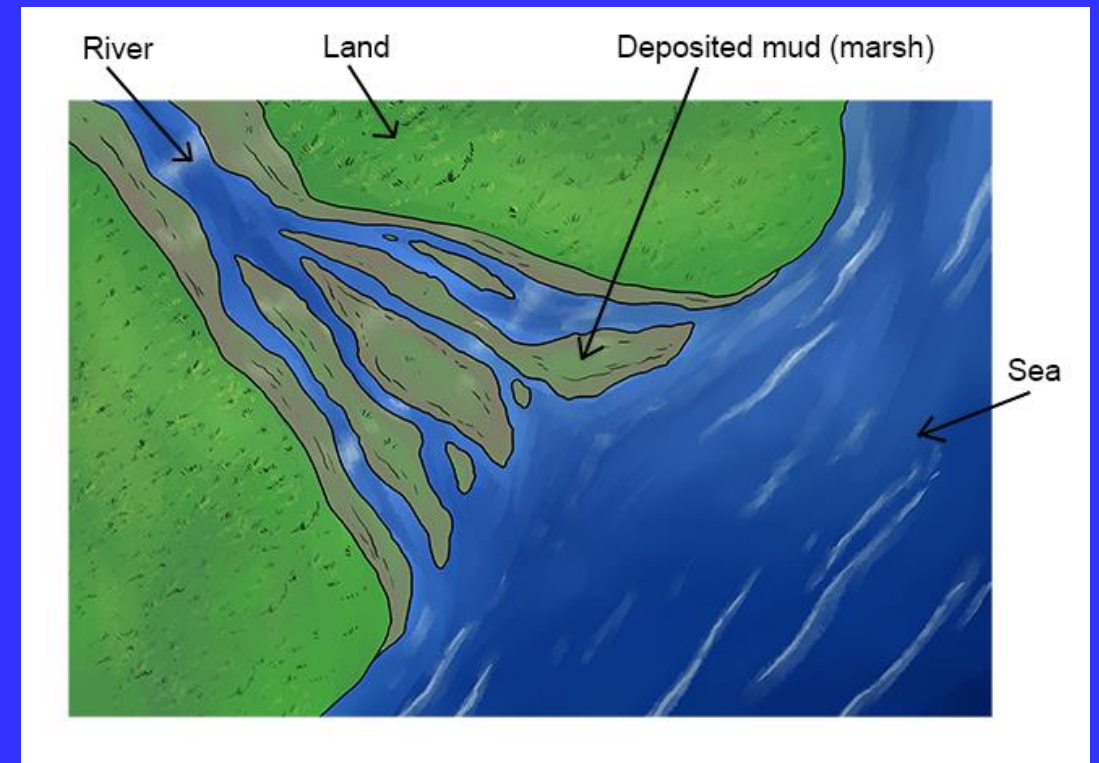
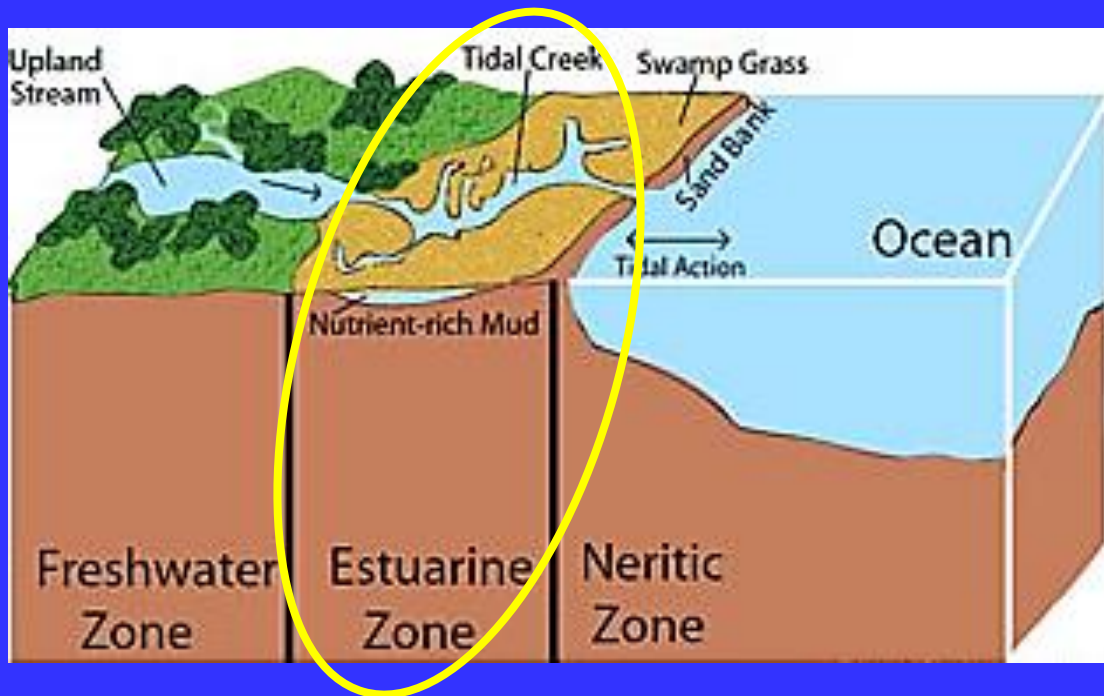


An aerial photograph of a large, intricate estuarine system. The water is a deep blue, while the surrounding land is a mix of green and brown, indicating dense vegetation and some cleared areas. The water channels are highly branched and meandering, creating a complex network. A semi-transparent blue rectangular box is centered over the image, containing the word "ESTUARI" in a bold, dark blue, sans-serif font.

ESTUARI

ESTUARI

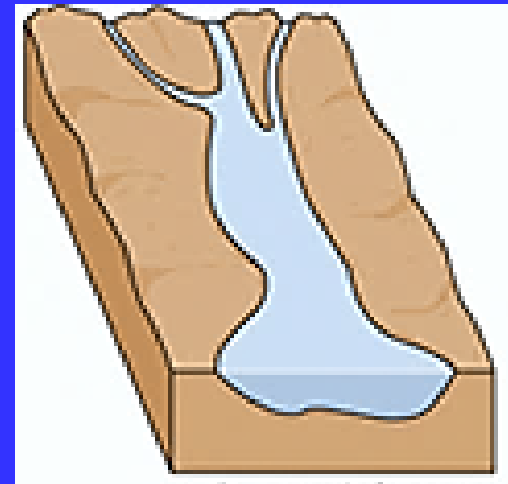
Poluzatvoreni vodeni sistemi povezani sa otvorenim morem, u kojima dolazi do raznostepenog miješanja slane i slatke vode – prelazne zone između kopnenih voda i mora



Klasifikacija estuara po postanku

1) Poplavljene rječne doline

- Nastali su plavljenjem rječnih dolina usled izdizanja nivoa mora nakon poslednjeg ledenog doba
- Najučestaliji tip estuara u Evropi
- Relativno su široki i plitki, sa velikim odnosom širine i dubine (100 : 1)
- Sedimentacija je slaba, kao i protok vode



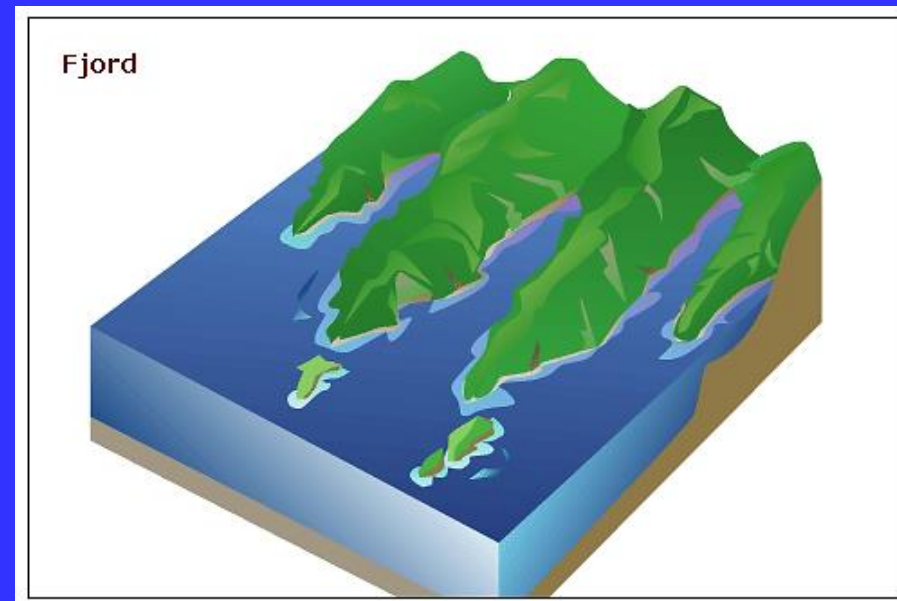
Poplavljene riječne doline



Klasifikacija estuara po postanku

2) Fjordovi

- Fjord je poplavljena glacijalna dolina – nastala radom nekadašnjih glečera
- Na velikim geografskim širinama (duž obala Aljaske, Norveške, Kanade, Novog Zelanda)
- Dublji su od prethodnih, strmih obala, a odnos širine i dubine je znatno manji (10 : 1)
- Imaju slab dotok slatke vode i on je obično sezonski - prolječni, otapanjem snijega. Stepenn sedimentacije je nizak





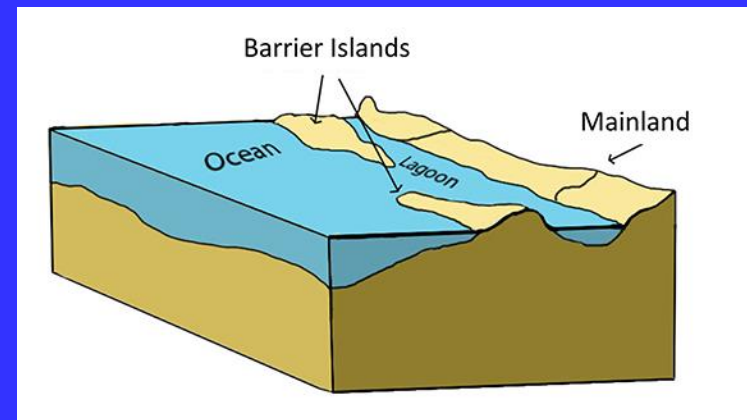
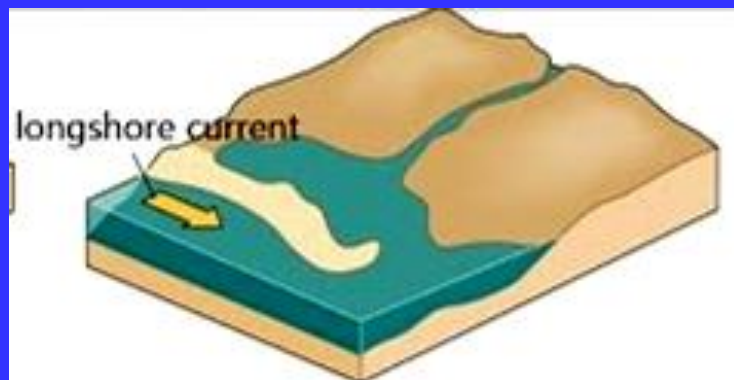
Fjordovi



Klasifikacija estuara po postanku

3) Estuari u vidu podignutih brana

- Poplavljene riječne doline sa **visokom stopom sedimentacije**, kod kojih se sedimenti talože na ušću u vidu djelimične brane - barijere (plaže ili ostrva) koja se pruža paralelno sa obalom mora i odvaja estuar od mora
- Ove barijere nastaju i akumuliranjem pijeska i sedimenata radom morskih talasa i struja
- Sezonske oscilacije vode (poplave udružene sa monsunima), periodično ruše branu
Poslije monsunu brana se obnavlja i estuar zadobija prvobitan izgled
- Tipični su za **tropske** krajeve; relativno plitki



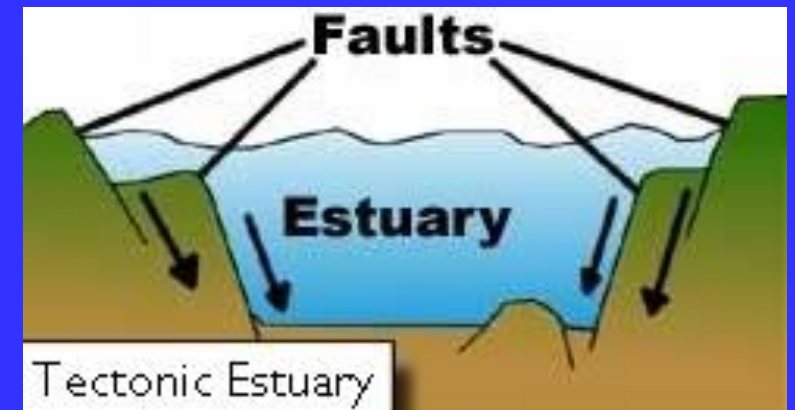
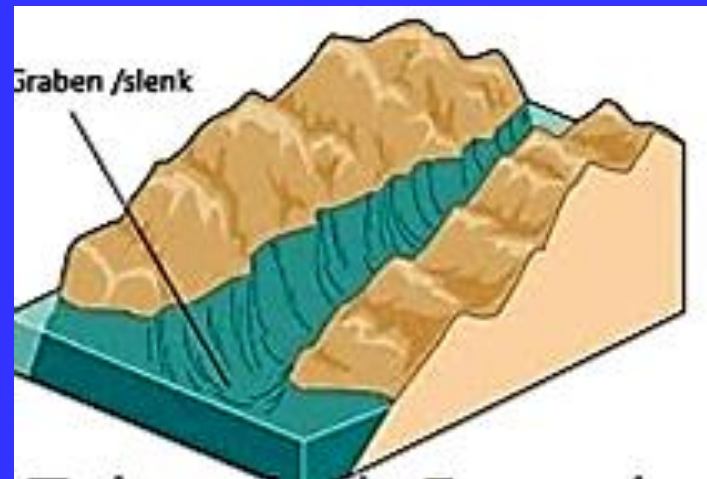
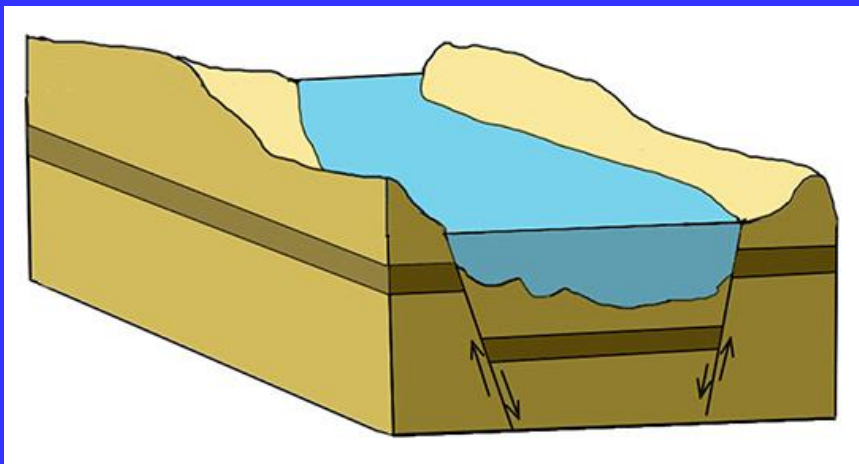
**Estuari u vidu
podignutih brana**



Klasifikacija estuara po postanku

4) Estuari nastali tektonskim pokretima

- Tektonski estuari su nastali naglim rasjedanjem i tonjenjem tla ispod nivoa mora
- Kada se ovo desi u obalnoj zoni, rasjed se brzo napuni morskom vodom i postane prirodni drenažni kanal okolnog kopna, koji sakuplja slatku vodu u novonastalom estuaru.
- Karakteriše ih velika dubina



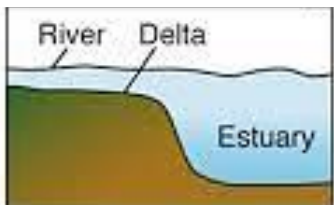
Tektonski estuar

Zaliv San Francisko
(Kalifornija)



Klasifikacija estuara po postanku

Poplavljena rječna dolina



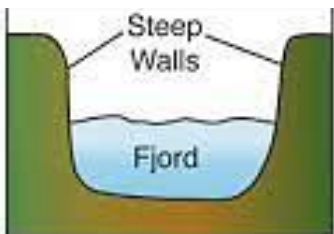
Tektonski estuar



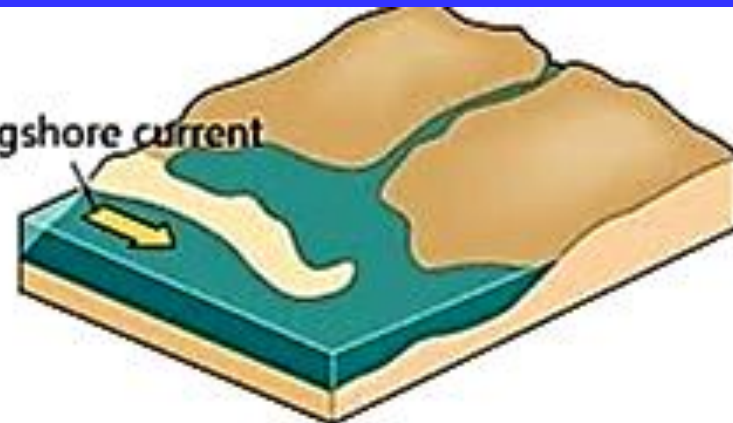
Barijerni estuar



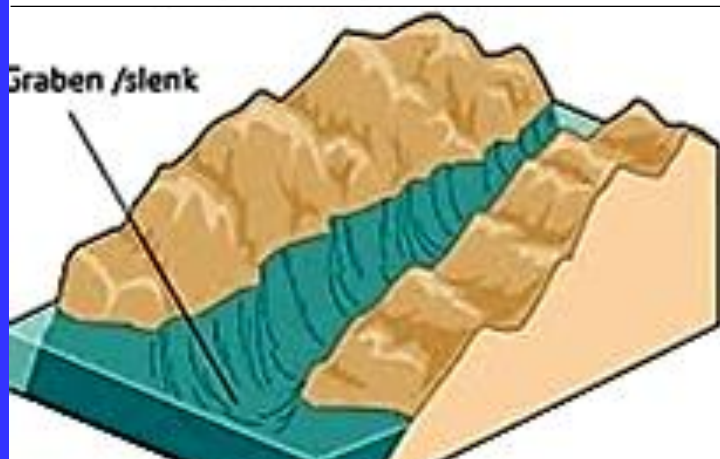
Fjord



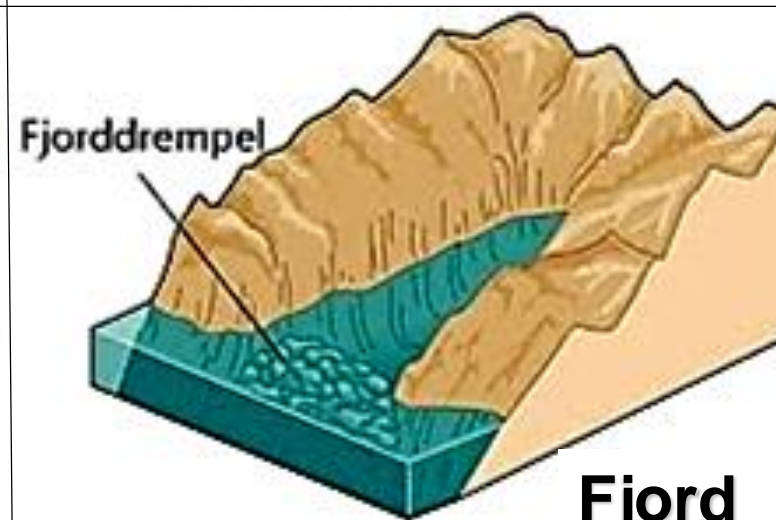
Poplavljena rječna dolina



Barijerni estuar



Tektonski estuar



Fjord

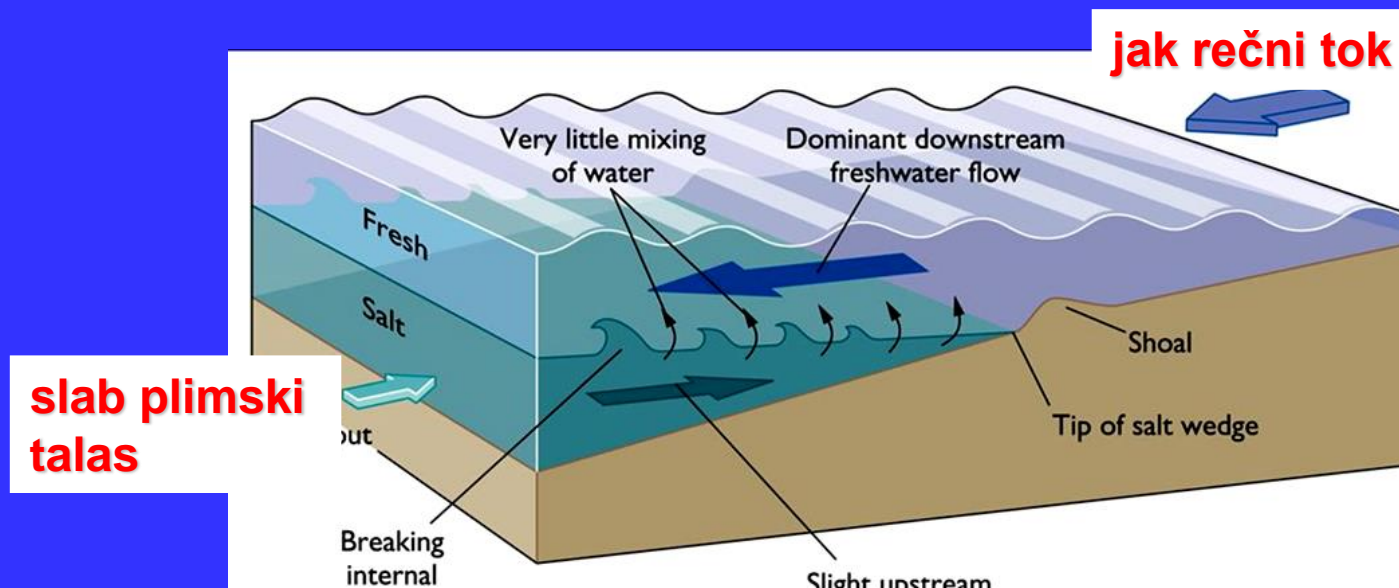
Klasifikacija estuara po salinitetu

- Stepen saliniteta u estuaru se može kretati od maksimalnih vrijednosti (**35-37‰**) na morskoj strani estuara, do vrijednosti saliniteta slatke vode (**0‰**) sa kopnene strane estuara – salinitet raste horizontalno - ka otvorenom moru
- Distribucija saliniteta zavisi od: oblika i dubine estuara, inteziteta plime, jačine vjetrova, evaporacije i od sezonskog dotoka slatke vode sa kopna (rijeke, površinsko oticanje, otapanje snijega)
- Vertikalna distribucija: u pravilu – salinitet raste sa dubinom
- Podjela na 4 osnovna tipa estuara bazirana je na distribuciji slane i slatke vode i na stepenu njihovog miješanja

Klasifikacija estuara po salinitetu

1) Estuar tipa - slani prodor

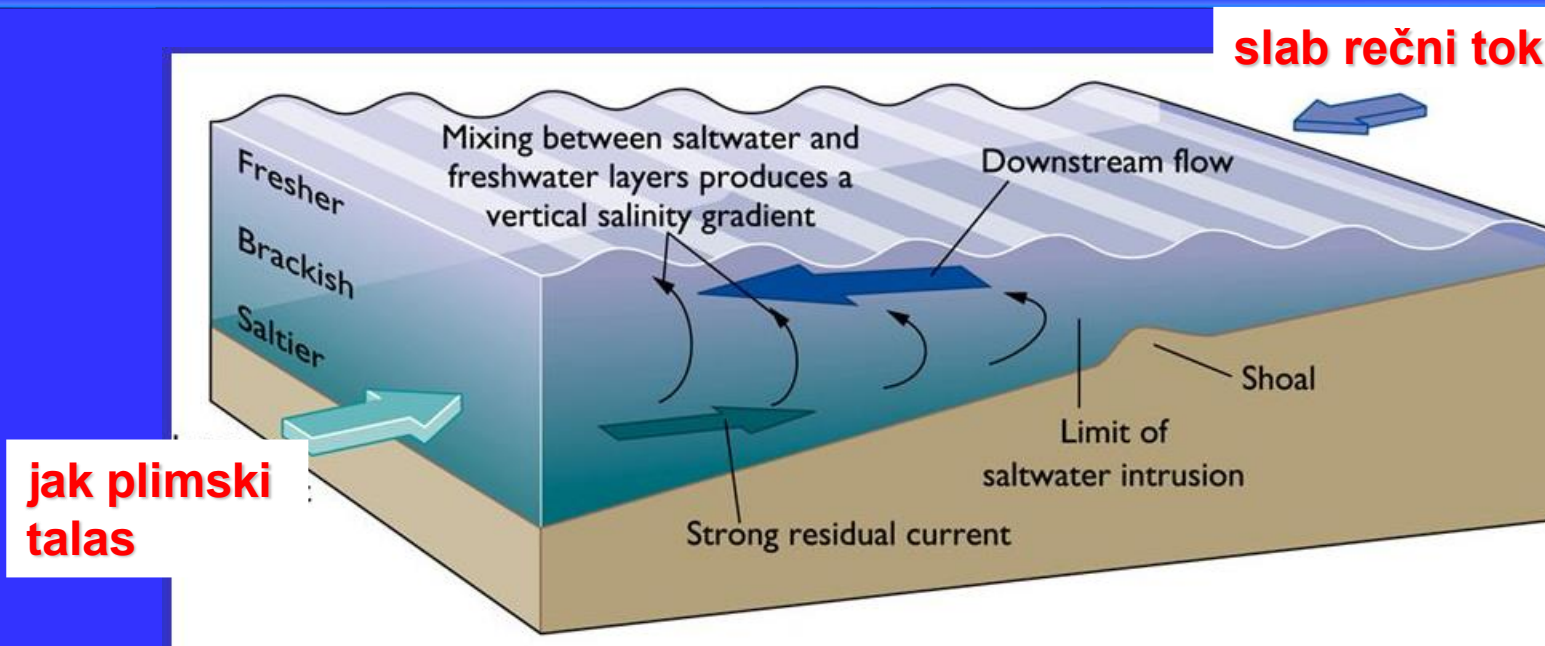
- Nastaje na mjestu ušća rijeke u more sa **slabo izraženom plimom i osekom**
- Gustina slatke vode je manja nego gustina slane, tako da riječna voda leži iznad morske vode - nema miješanja
- Kako se slatka voda kreće u susret slanoj, to se u unutrašnjosti stvara talas, koji kada se prelomi izaziva prodor dijela slane vode u slatkovodni sloj (u vidu klina).
- Zbog slabe plime, dva tipa vode se uopšte ne miješaju (stratifikovana voda) - **haloklina**



Klasifikacija estuara po salinitetu

2) Estuari sa djelimičnim miješanjem

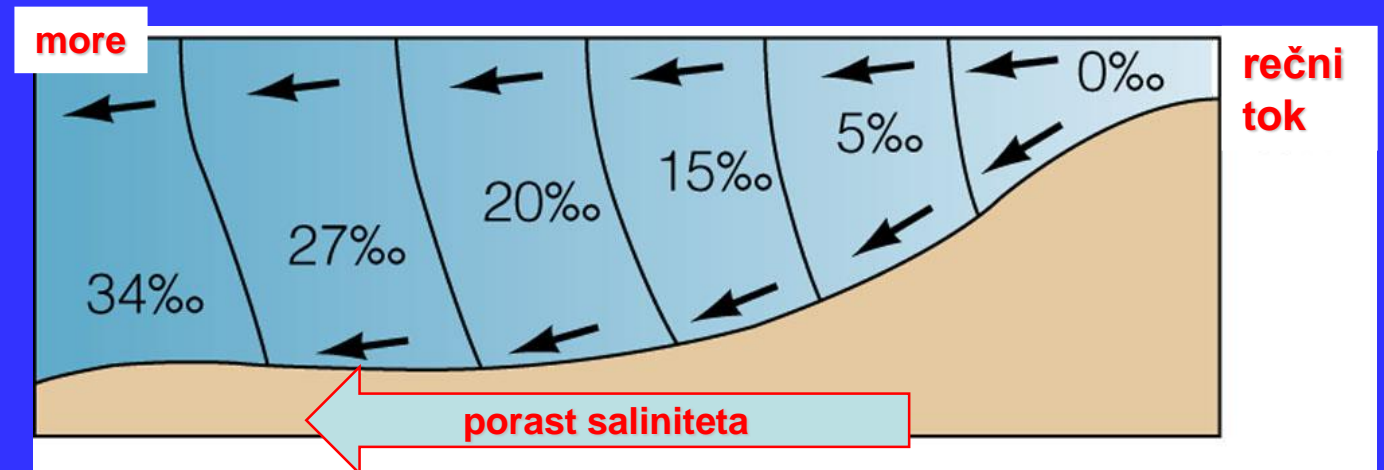
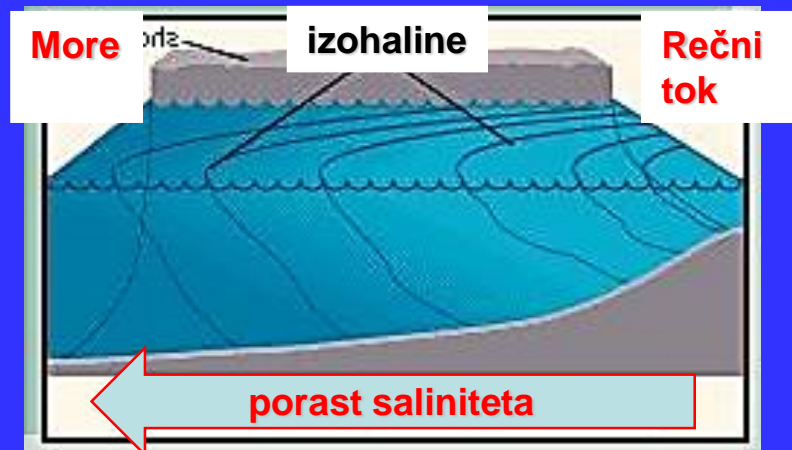
- Nastaju na mjestu ušća rijeke u more sa izraženim plimskim pokretima. Što se više slane morske vode uputi ka slatkom sloju to će se isto toliko vode iz gornjeg slatkog sloja spustiti ka dnu. Turbulencijom se postiže djelimično miješanje vode i dvosmjerni tok vode umanjuje haloklinu – djelimična stratifikacija
- **Duboki estuari, sa relativno uzanim ušćem** (San Francisco bay)



Klasifikacija estuara po salinitetu

3) Estuari sa potpunim miješanjem

- U širokim i plitkim estuarima, gdje je nivo plime visok, po intezitetu jednak riječnom toku, voda se miješa čitavom visinom vodenog stuba
- Salinitet se neznatno mijenja sa dubinom - haloklina ne postoji



Klasifikacija estuara po salinitetu

4) Negativna (inverzna) estuarska cirkulacija

- U sušnim oblastima (Arabijski zaliv), zbog velike evaporacije, površinski sloj vode je hipersalinizovan i kao gušći od obične morske vode tone, potiskujući na površinu morsku, manje slanu vodu iz donjih slojeva
- Ovo vodi ka inverziji saliniteta – opadanje saliniteta sa dubinom



Adaptacije organizama na salinitet

Stanovnici estuara su generalno podijeljeni u 3 grupe:

- vrste sa marinskim porijeklom - većina estuarskih vrsta ($>18\text{‰}$)
- vrste sa slatkovodnim porijeklom ($< 5\text{‰}$)
- iskonske estuarske vrste (5-18‰)

1. Marinske vrste - adaptirane na uslove maksimalnog saliniteta:

- stenohaline - vrste koje ne podnose veću oscilaciju saliniteta – zadržavaju se na morskoj strani estuara - nema ih uzvodno gdje je salinitet niži od 30‰ (npr. koralji)
- eurihaline (najveći broj estuarskih vrsta) - sposobne da tolerišu velike promjene saliniteta - naseljavaju gotovo sva područja estuara (ostrige, krabe, mnoge ribe itd). Većina toleriše salinitet sa donjom granicom od 18‰

2. Brakične – preferiraju vodu osrednjeg saliniteta (5-18‰)

3. Slatkovodne vrste (oligohaline) - ne trpe salinitet veći od 5‰, po pravilu ne zalaze u oblast estuara

Adaptacije na promjene saliniteta: **fiziološke** i **bihevioralne**

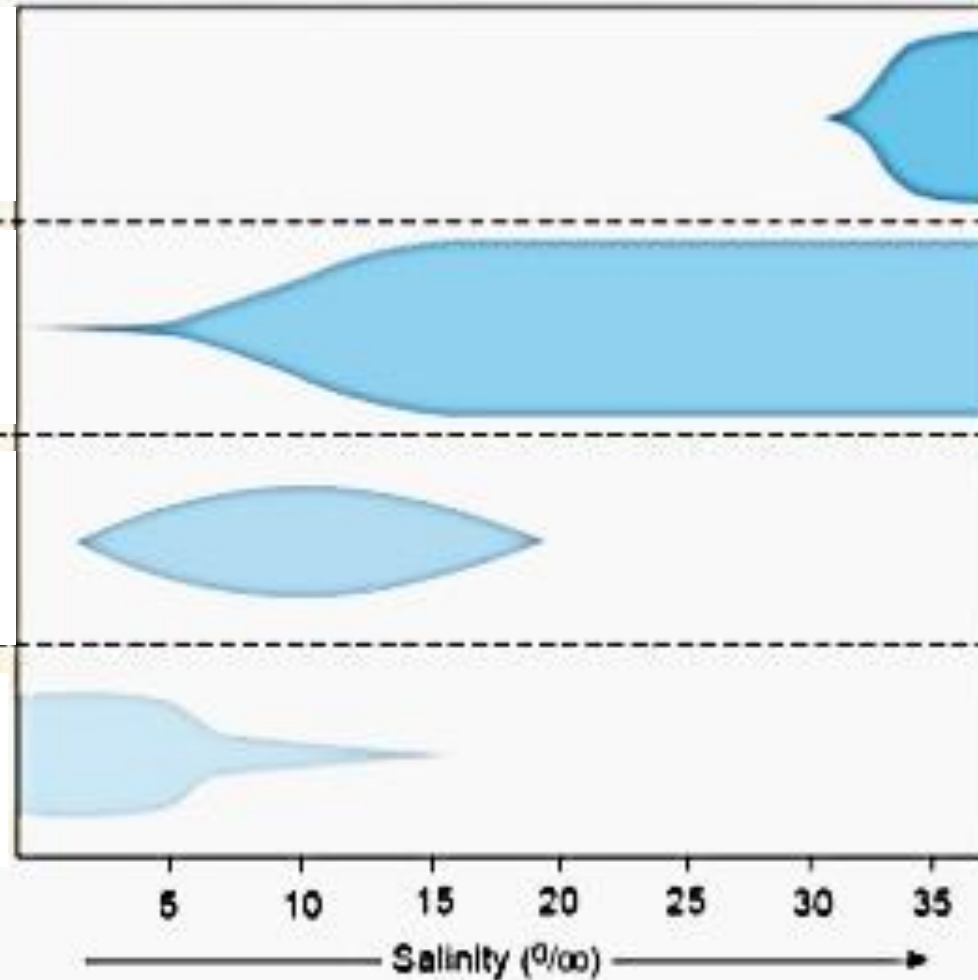
Adaptacije organizama na salinitet

**Stenohaline
morske
vrste (>30‰)**

**Eurihaline
morske
vrste**

**Brakične
vrste (5-18‰)**

**Slatkovodne
vrste (<5‰)**



Adaptacije organizama na promjene saliniteta

Fiziološke adaptacije

1. **Osmokonformereri** (neke vrste tunikata, anemone, mekušci, polihete) nemaju mehanizme za održavanje koncentracije tjelesnih tečnosti konstantnom, pa mijenjaju koncentraciju aminokiselina unutar svojih ćelija i tako izjednačavaju koncentraciju ćelijskog soka sa koncentracijom spoljašnje sredine.

Ovi mehanizmi su obično mogući jedino pri salinitetu od 10-12‰.



Adaptacije organizama na promjene saliniteta

Fiziološke adaptacije

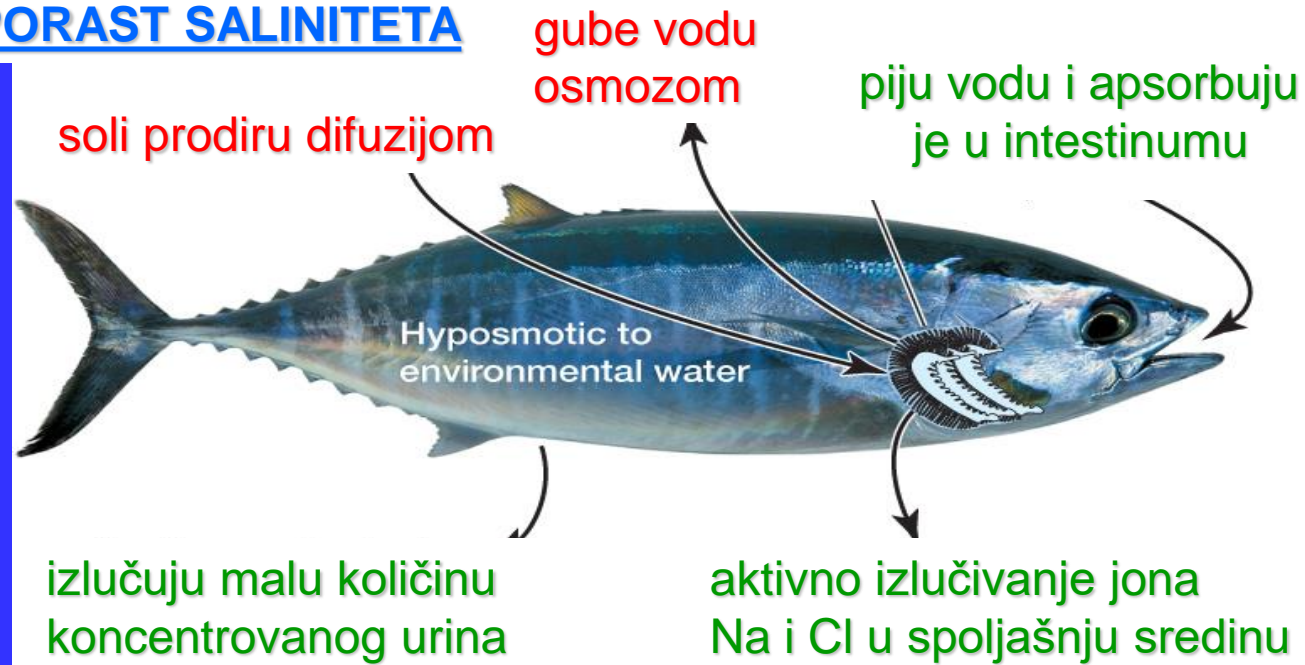
2. Osmoregulatori su razvili mehanizme za stabilizaciju koncentracije soli u svojim tijelima uprkos varijaciji u spoljašnjoj sredini, tj. imaju sposobnost održavanja konstantne koncentracije jona u tjelesnim tečnostima (ribe, krabe)

- Mehanizmi:

- aktivno usvajanje ili izlučivanje jona (nasuprot gradijentu koncentracije)
- proizvodnja veoma razblaženog (hipotoničnog) ili koncentrovanog (hipertoničnog) urina

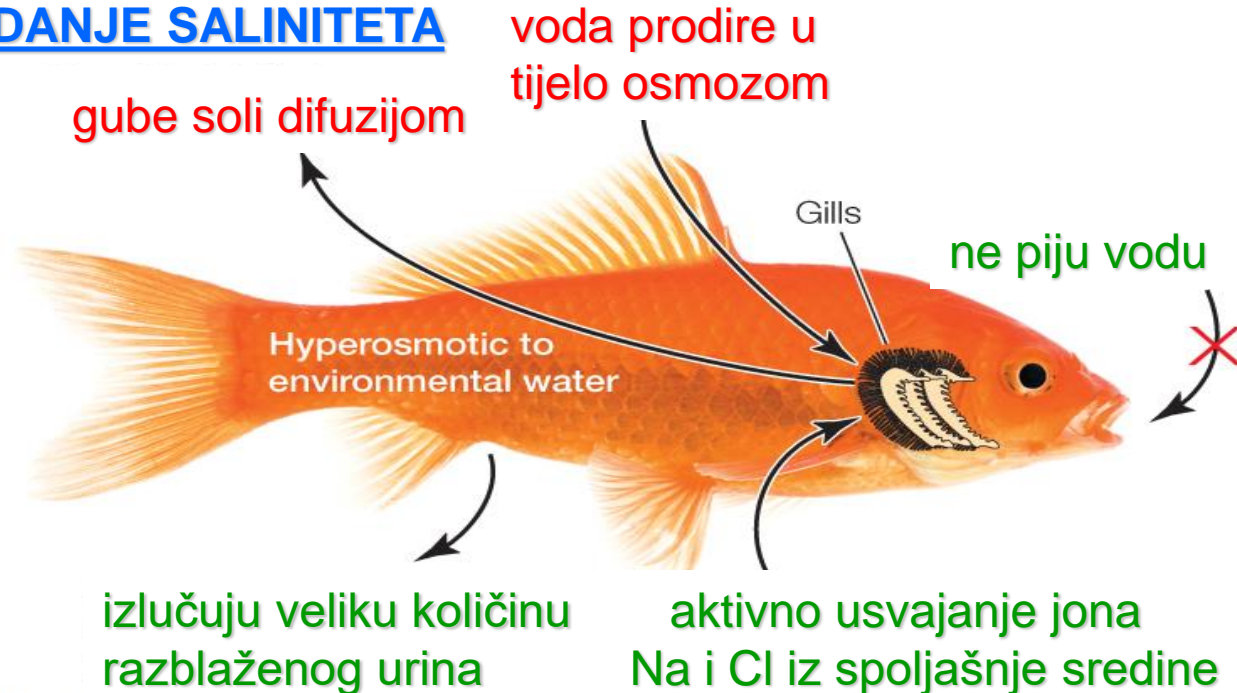


PORAST SALINITETA



OSMOREGULATORI

OPADANJE SALINITETA



Adaptacije organizama na promjene saliniteta

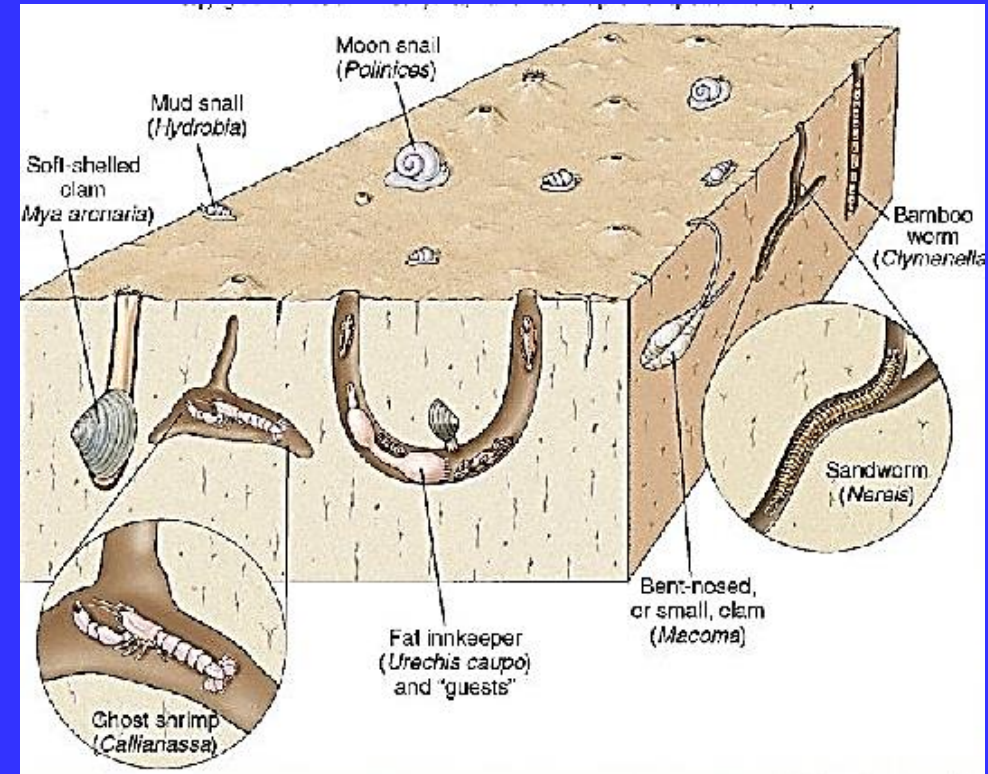
2. Bihevioralne adaptacije

Mekušci

- zatvaranje u ljušturu (puž pomoću operkuluma, školjka - kapci) kada i prestaju sa hranjenjem i prelaze na anaerobno disanje
- ukopavanje u podlogu (mulj)

Ribe

- Anadromne i katadromne vrste – dobro razvijeni mehanizmi osmoregulacije. Estuar im služi za **aklimatizaciju** pri prelasku iz morske u slatku vodu i obratno



Unos energije u estuarima

Estuari su jedan od najproduktivnijih ekosistema na Zemlji

Nutrijenata ima uvijek dovoljno – unos rijekama, plimom i razgradnjom organske materije (detritusa)

Primarna produkcija

- Producenti: fitoplankton, fitobentos, biljke okolnih slanih močvara i mangrove (na marginama), makroalge i morske cvjetnice
- Velika zamućenost vode ograničava fotosintezu – zato primarna produkcija nije glavni način unosa organske materije u estuar



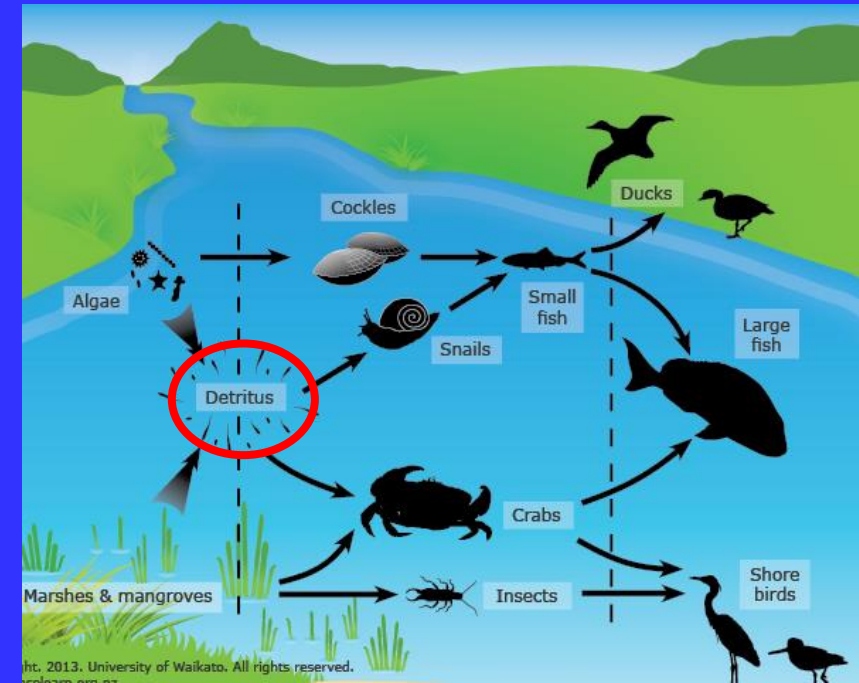
Unos energije u estuarima

Detritus - glavni izvor organske materije u estuaru - osnova većine lanaca ishrane

- Izvori detritusa:
 - **autohtoni** materijal (ostaci slano-močvarnih biljaka ili vegetacije mangrova)
 - **alohtoni** materijal - ispran riječnim tokovima ili donesen sa otvorenog mora

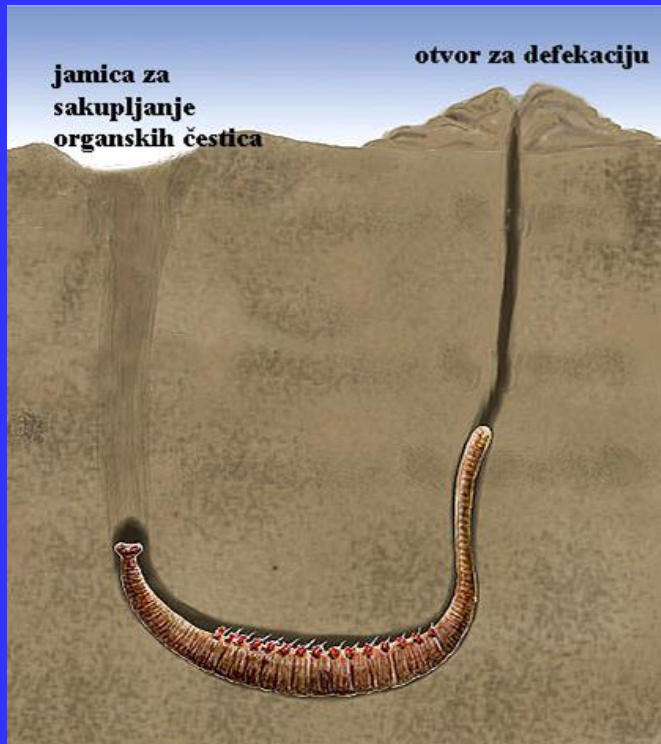
Načini ishrane:

- **filtracija** – suspendovane čestice detritusa (zooplankton)
- **sakupljanje detritusa** (zoobentos) istaloženog na dnu estuara pomoću specifičnih izraštaja, kojima usisavaju površinski sloj podloge, usvajajući samo organske materije, a izbacujući mineralne čestice. Većina estuarskih organizama se hrani na ovakav način.



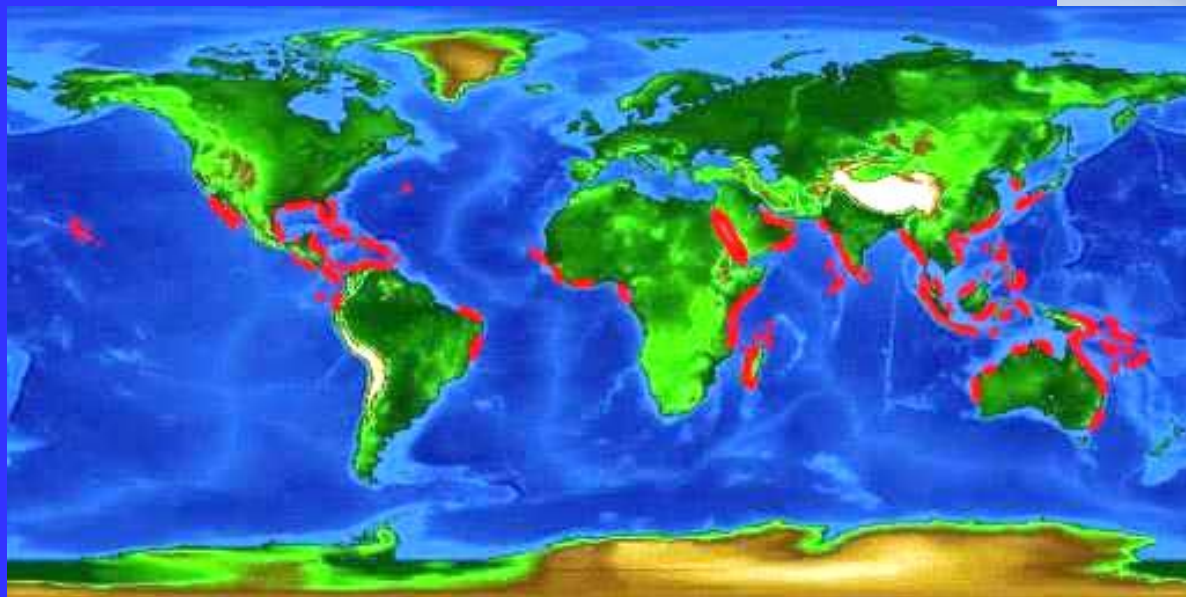
Crv *Arenicola marina* – način ishrane:

- Živi u mulju u tunelu U - forme i kontinuirano guta sediment, usled čega u površinskom sloju iznad nastaje mala jamica u kojoj se sakupljaju sitne organske čestice.
- Na suprotnoj strani tunela, periodično izbacuje repni dio na površinu sedimenta vršeći defekaciju, a zatim se vraća nazad u tunel



Mangrove

Vegetacija koja se razvija na muljevitim terenima zaliva, laguna i ušća rijeka u **tropskim oblastima** - zimzelene drvenaste biljke



Mangrove

Uslovi:

- Povećana koncentracija soli
- Nedostatak kiseonika u mulju (uslovljen velikom produktivnošću)
- Pomičan (muljevit) supstrat
- Izraženi pokreti vode (plima i oseka)
- **Povećana koncentracija soli:** veliki broj biljaka su sukulentne - fiziološka suša - koncentracija soli u morskoj vodi i ćelijskom soku ovih biljaka je jednaka, pa je onemogućena razmjena vode i minerala između ove dvije sredine. Zato biljke deponuju rezerve vode u svojim organima, a izlučuju so pomoću slanih žlijezda



Mangrove

Nedostatak kiseonika – vazdušno korijenje za ventilaciju koje raste negativno geotropno (naviše) - tzv. *pneumatofori* koji strče u vazduhu (*Sonneratia*, *Avicenia*)



Mangrove

Pomičan (muljevit) supstrat – *Rhizophora* (crvena mangrova) je drvo sa potpornim korijenjem poput mreže koje dodatno podupire biljku u pomičnom muljevitom supstratu



Mangrove

Pokreti vode – plima – *Rhizophora* (crvena mangrova) - sjeme ove biljke proklija prije nego što napusti roditeljsku biljku i na taj način može da se ukorijeni čim padne na tlo. Ova prilagođenost omogućava sjemenu da ga plima ne odnese daleko na pučinu.



klijanje

Mangrove

- Skokunice ili muljski skakači (*Periophthalmus*) su tipične ribe mangrova, uz pomoć modificiranih grudnih peraja mogu da skaču i da se penju po stablima drveća
- Veliki dio disanja obavljaju preko kože, a na suvom mogu dugo da izdrže, jer imaju uzane škržne proreze, što sprečava isušivanje škrva.





Periophthalmus

