

Utjecaji čovjeka na morske ekosisteme

- 1. Prekomjerno iskorištavanje živih resursa
- 2. Unošenje vrsta
- 3. Smanjenje i poremećaji prirodnih staništa
 - 3.1. Uništavanje staništa
 - 3.2. Fragmentacija (usitnjavanje) staništa
 - 3.3. Degradacija staništa
 - 3.4. Uznemiravanje staništa
- 4. Zagađenje morskog okoliša
- 5. Globalno zatopljenje
- 6. Ozonske rupe





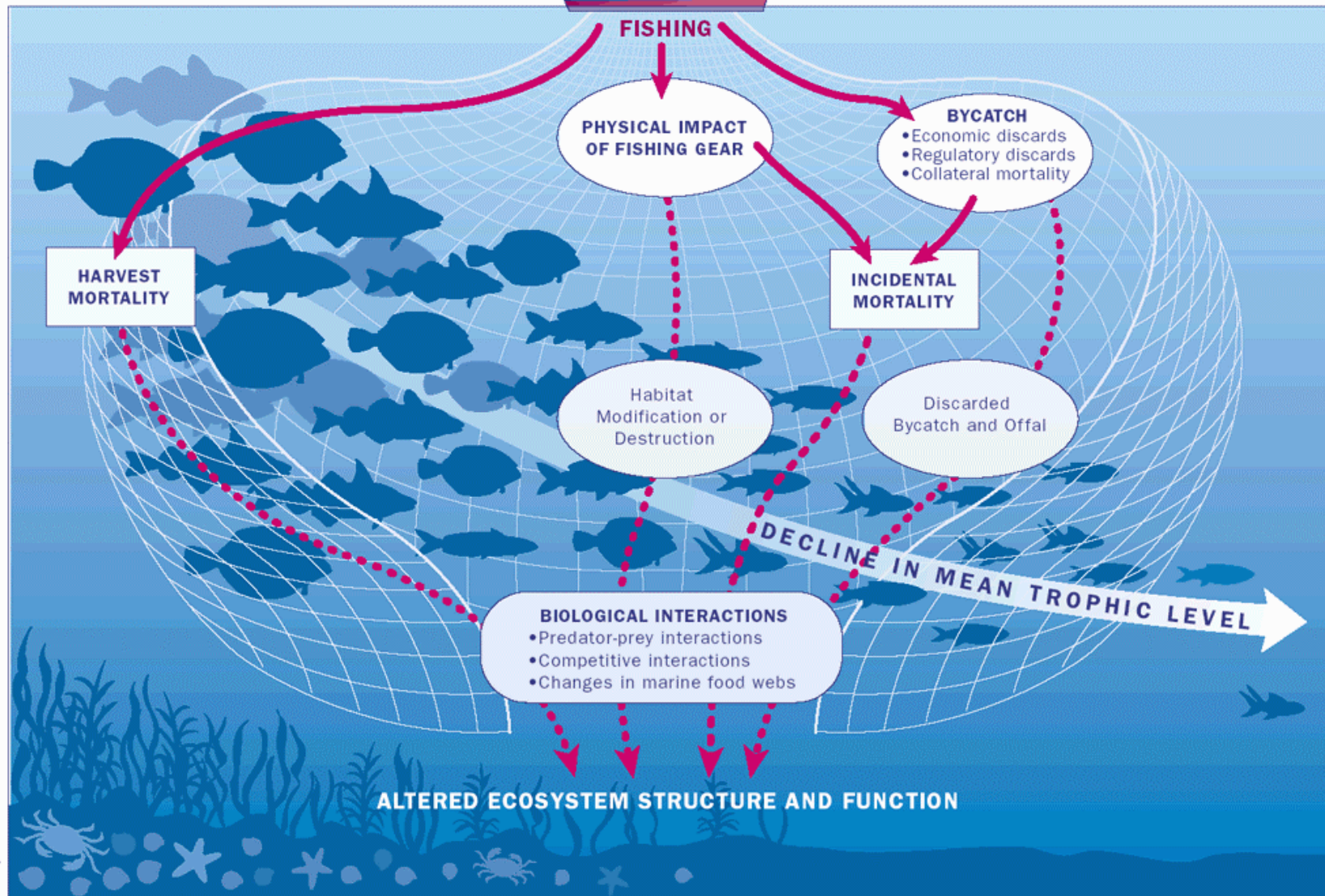
1. Prekomjerno iskorištavanje živih resursa

Prekomjerno iskorištavanje živih resursa

- Čovjek iskorištava (izlovljava) morske organizme zbog hrane, krzna, nakita, sirovine za različite proizvode, kolekcionarstva, sporta (sportski lov i ribolov)
- Pod pojmom prekomjernog iskorištavanja podrazumijevamo situaciju kada je stopa kojom se organizmi uklanjaju iz njihovih prirodnih staništa veća od stope kojom se oni obnavljaju. To neizbježno vodi k smanjenju njihovih populacija, a u konačnici i do nestanka populacija kao i čitavih vrsta
- Zbog ove su ljudske aktivnosti već mnoge vrste nestale, a mnoge su ozbiljno ugrožene i nalaze se pred istrebljenjem
- Prekomjerno iskorištavanje pojedinih vrsta ne odražava se samo na te vrste već na čitav ekosistem

Ecosystem Overfishing

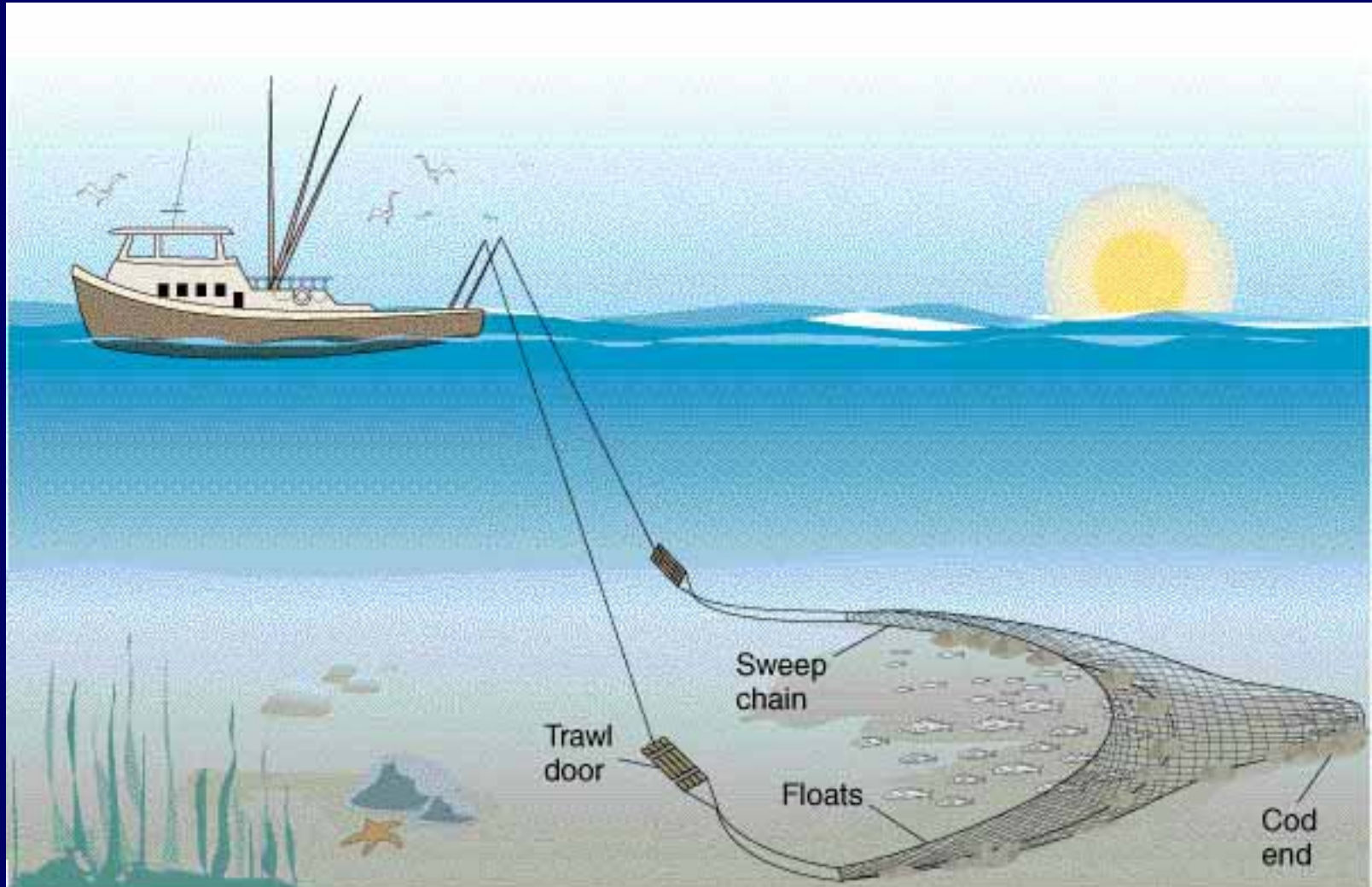
Utjecaj prekomjerne eksploatacije na ekosistem



Art: John Michael Yanson

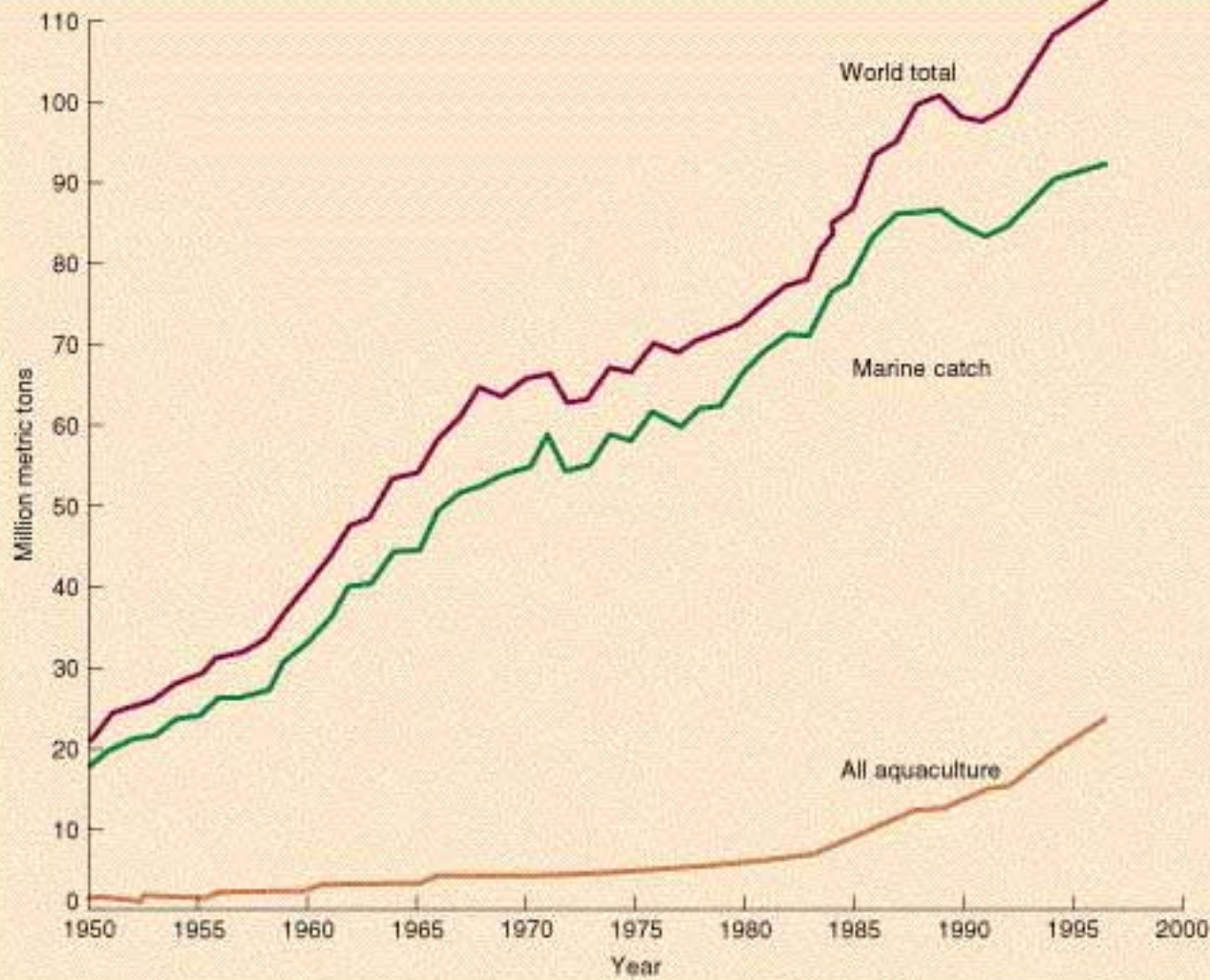
Source: Adapted from Pauly et al., 1998; Goñi, 2000.

Broj i efikasnost ribolovnih alata sve se više povećava



Pet zemalja koje najviše sudjeluju u ukupnom svjetskom ribolovu, te 4 najvažnija ribolovna područja u svijetu (podaci iz 1998. godine)

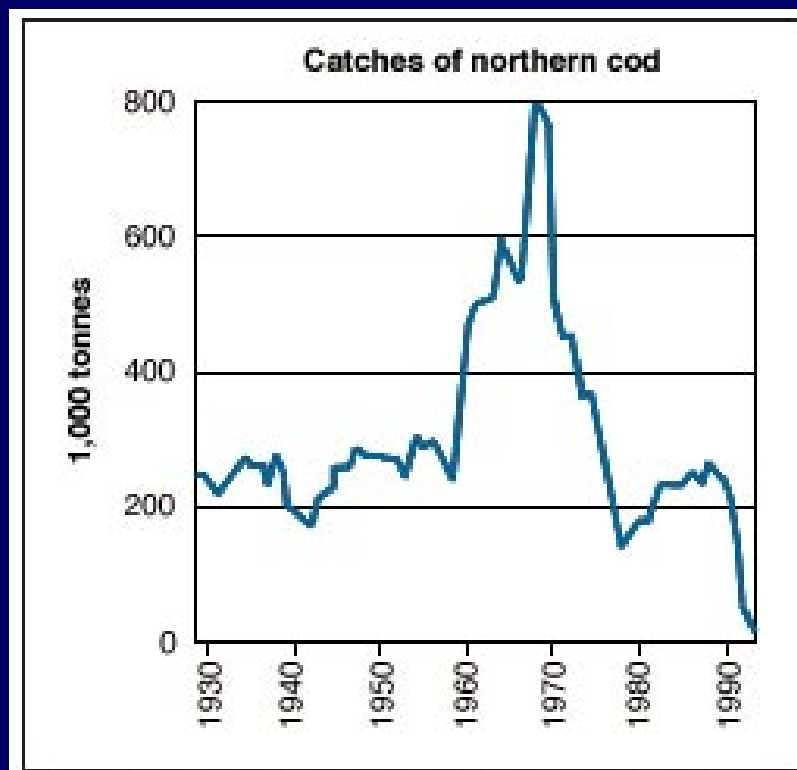
Zemlja	Ulov (tisuće metričkih tona godišnje)	Ribolovno područje	Ulov (tisuće metričkih tona godišnje)
Kina	15130	Sjeverozapadni Pacifik	24773
Japan	5180	Sjeveroistočni Atlantik	10935
SAD	4673	Zapadni centralni Pacifik	9279
Peru	4303	Jugoistočni Pacifik	8041
Rusija	4183		



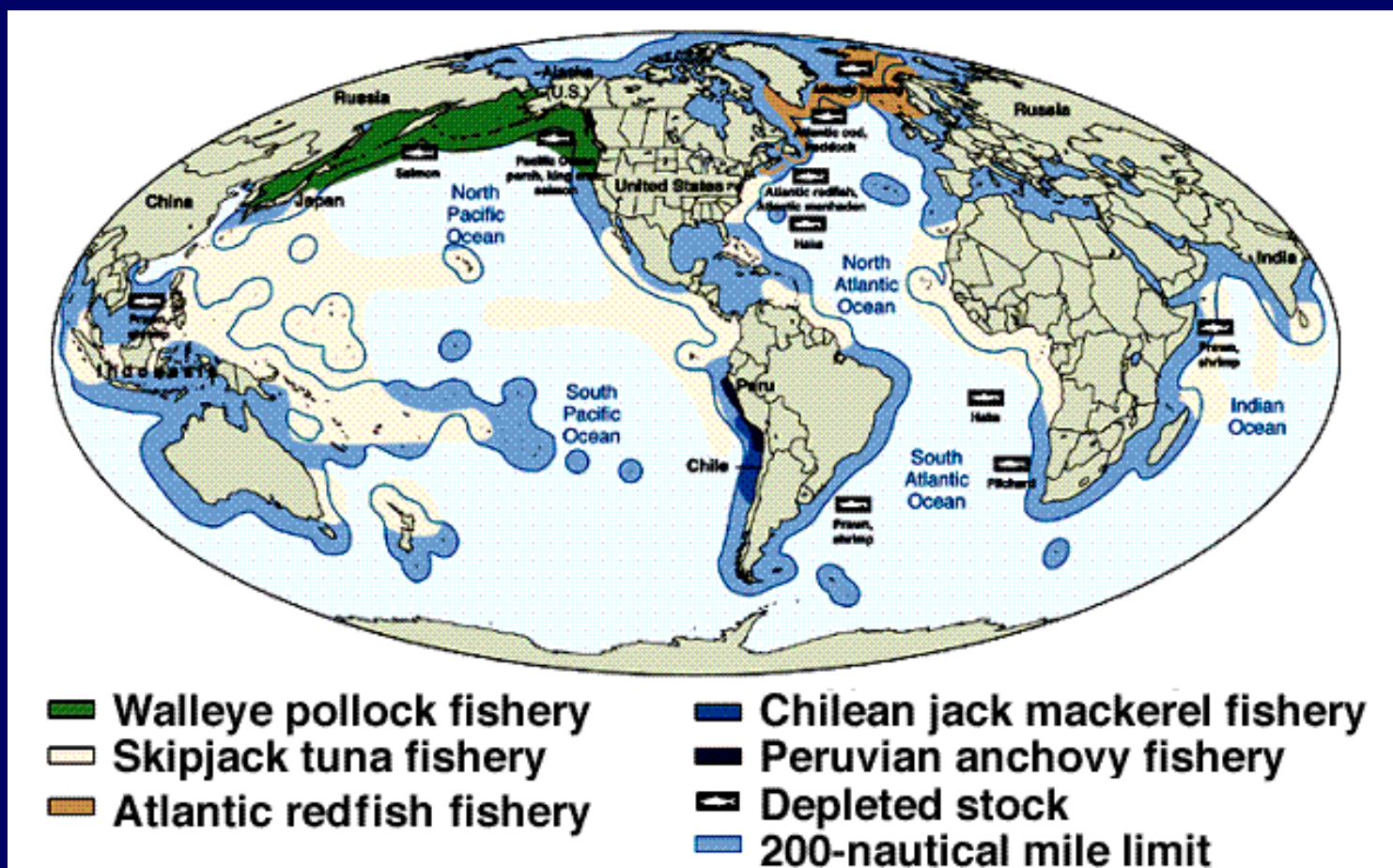
**Riblje populacije
su u mnogim
morima
prekomjerno
eksploatirane, što
je dovelo do
propasti ribarske
privrede**

**Dio potreba za
ribljim proteinima
danas se nastoji
ostvariti kroz
uzgoj
(akvakultura)**

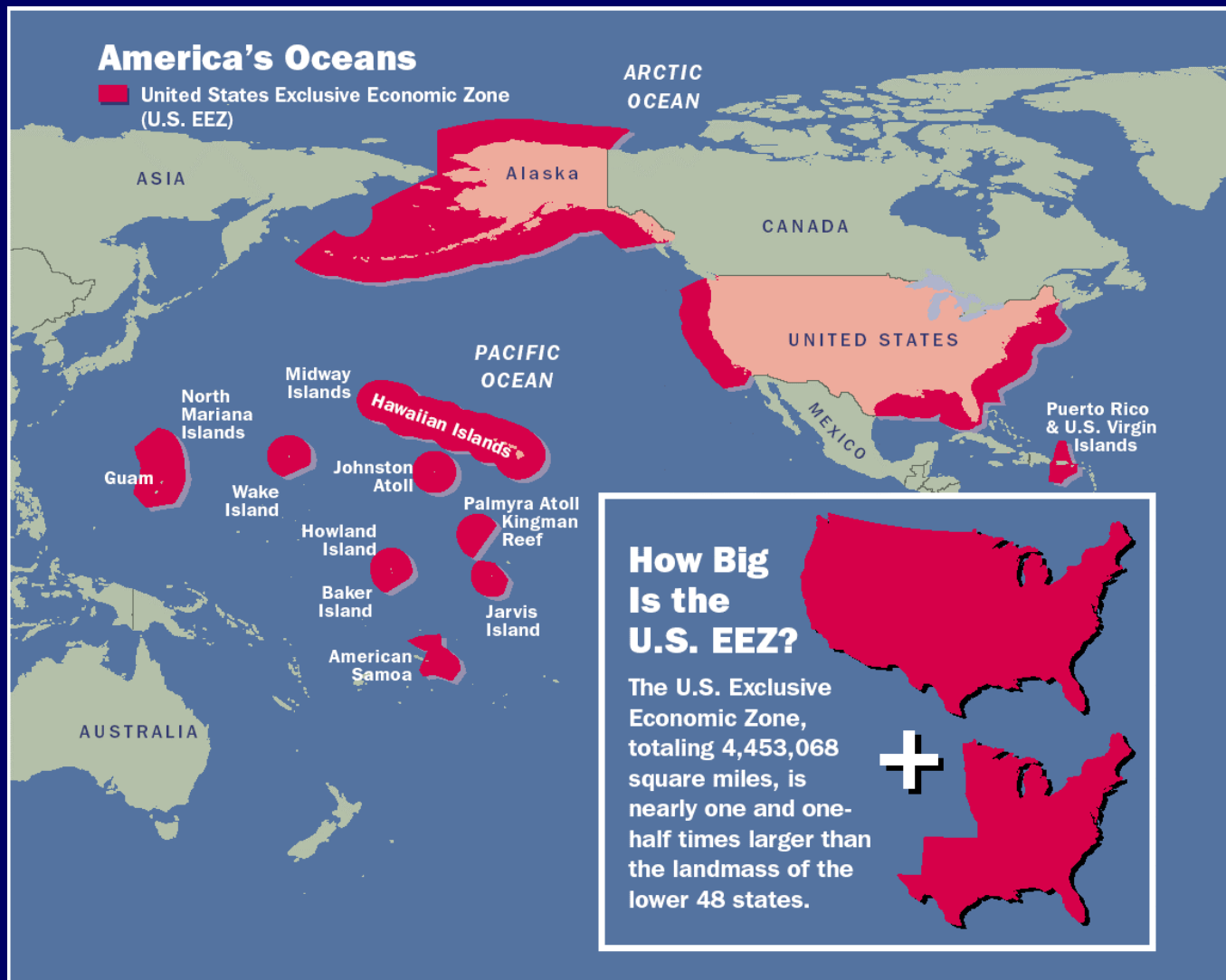
Ulov bakalara bilježi od 1970. trend opadanja



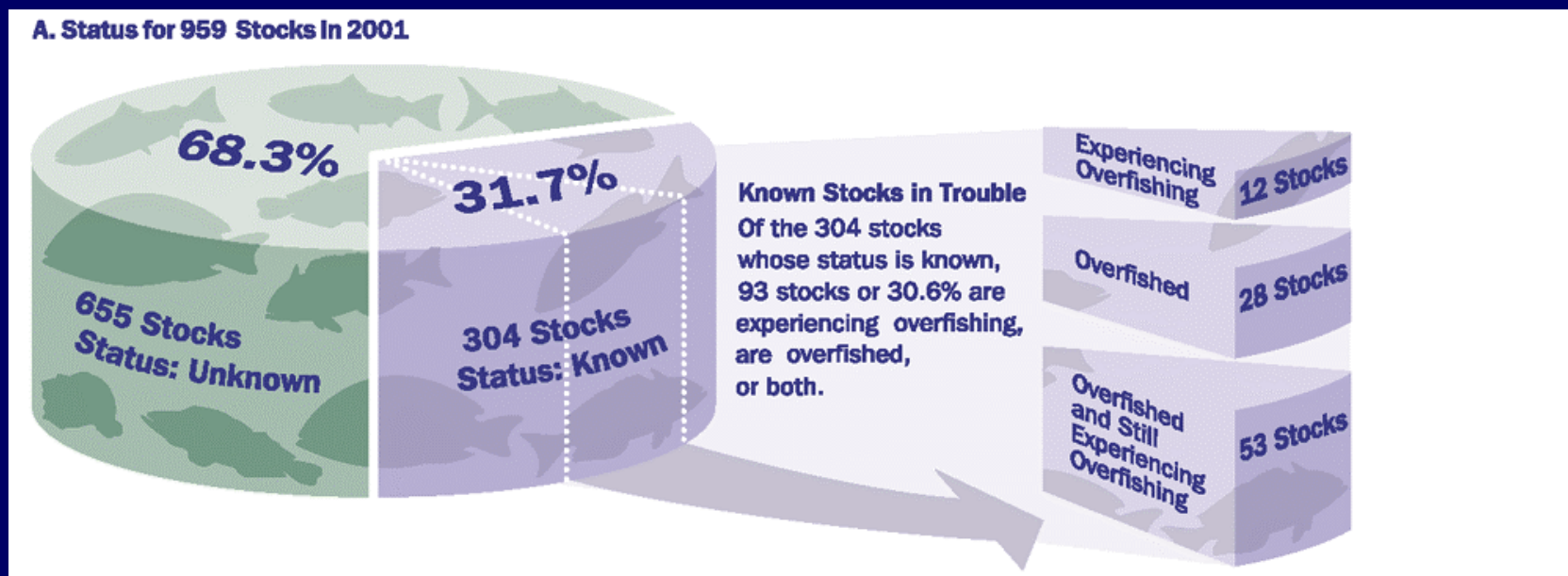
Područja prekomjerne eksploatacije pojedinih vrsta riba



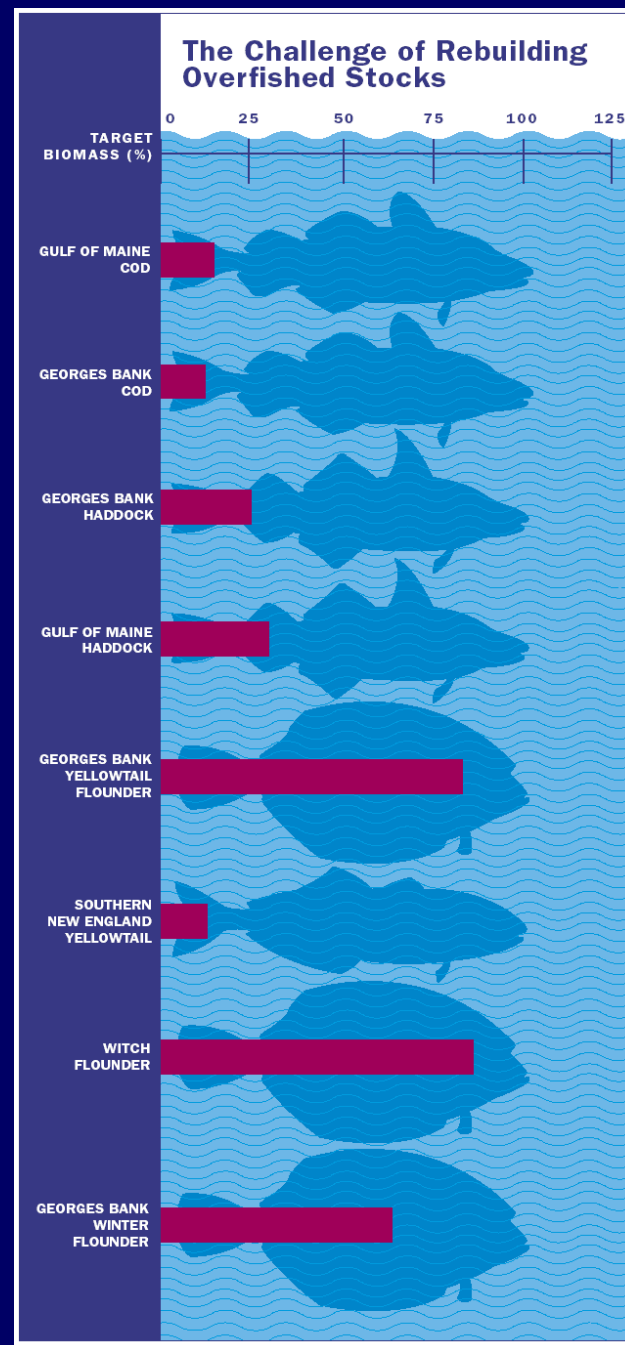
Gospodarski pojas SAD-a



Od stokova čiji je status u pogledu izlovljenosti poznat (poznato je svega oko 32%), 30% je prekomjerno izlovljeno ili se prekomjerno izlovljava

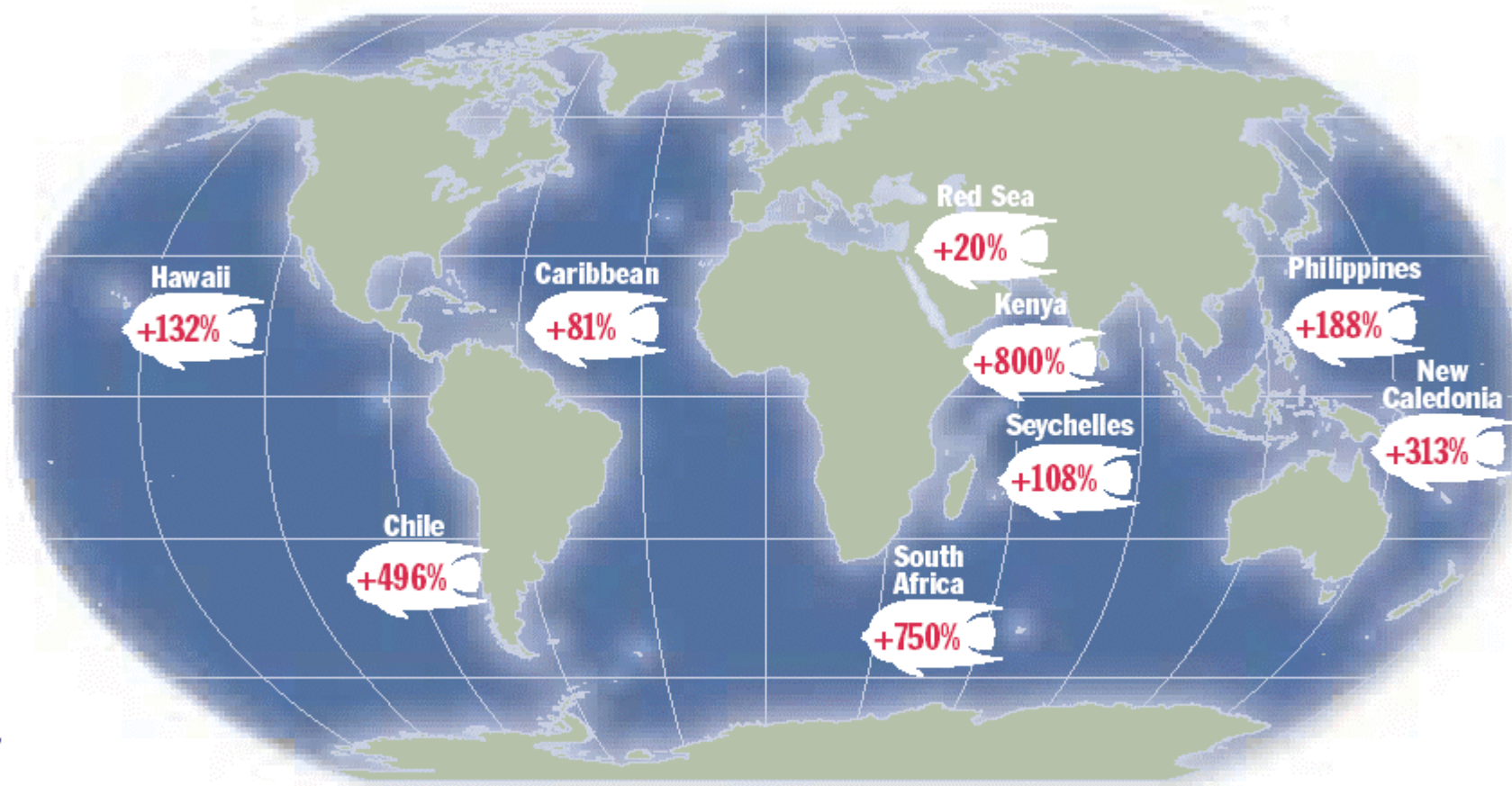


Danas se inteziviraju
pokušaji obnove
ribljih populacija, koji
kod nekih vrsta daju
dobre rezultate



Porast riblje biomase u morskim rezervatima

Map: Jerome N. Cookson; Art: John Michael Yanson

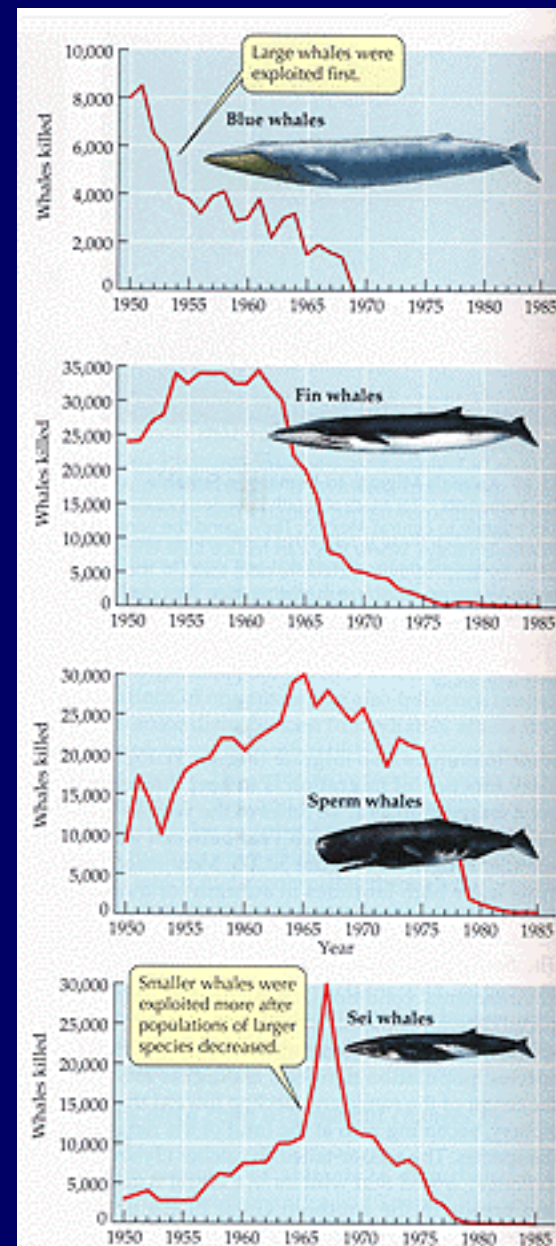


Source: Data are from 32 studies summarized by Halpern (2003) that were published in peer-reviewed journals.

Danas su sve vrste velikih kitova ozbiljno ugrožene



Grbavi kit



51.17 Overexploitation of Whales The graphs show the number of whales of four species killed each year from 1969 to 1985.



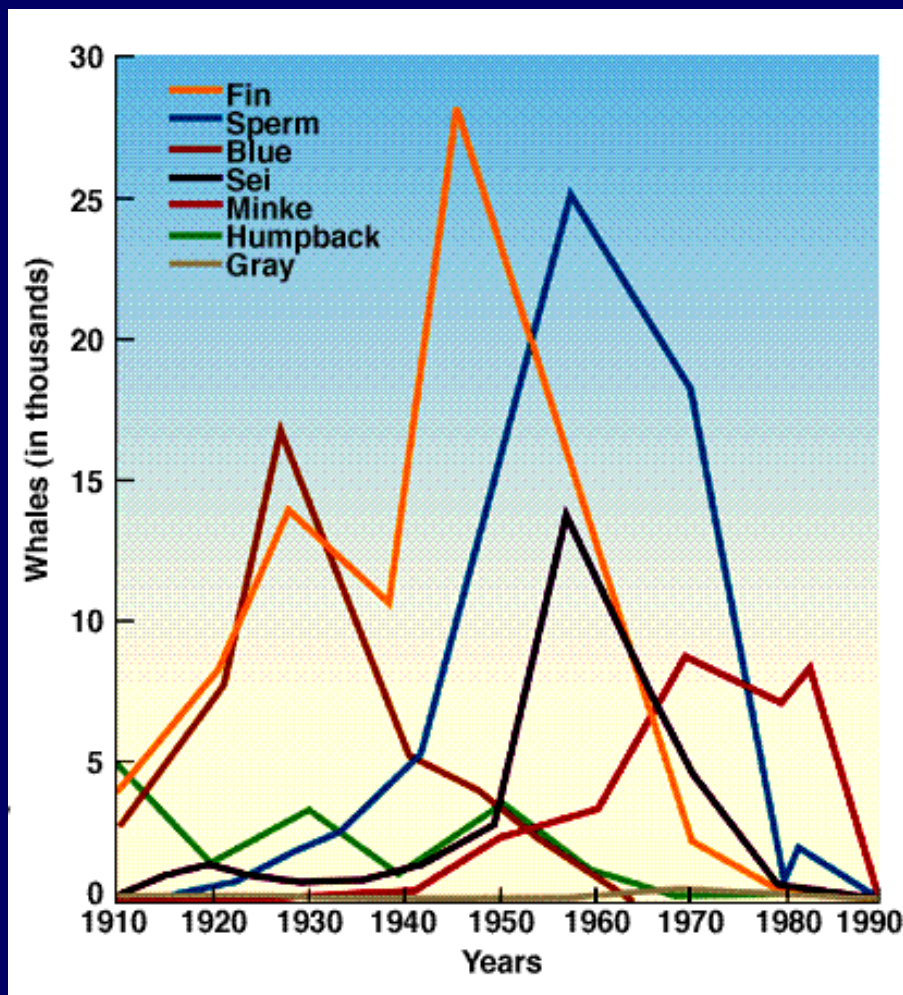
Plavetni kit – najveća životinja koja je ikada živjela na Zemlji. Populacije ove vrste smanjuju se još od 1950-tih godina



Ulješura



Beluga



Kako bi ulov pojedine vrste kita postao ekonomski neisplativ, lov se preusmjeravao na drugu vrstu. Graf prikazuje seriju pikova (maksimalnih ulova pojedinih vrsta kitova) koji slijede jedan iza drugoga.



Godišnje se ulovi
oko 200 milijuna
velikih morskih
pasa. Posljedice
koje će to imati na
morske ekosisteme
teško je predvidjeti



Velika bijela psina – ugrožena vrsta čija
se opasnost za čovjeka preuveličava

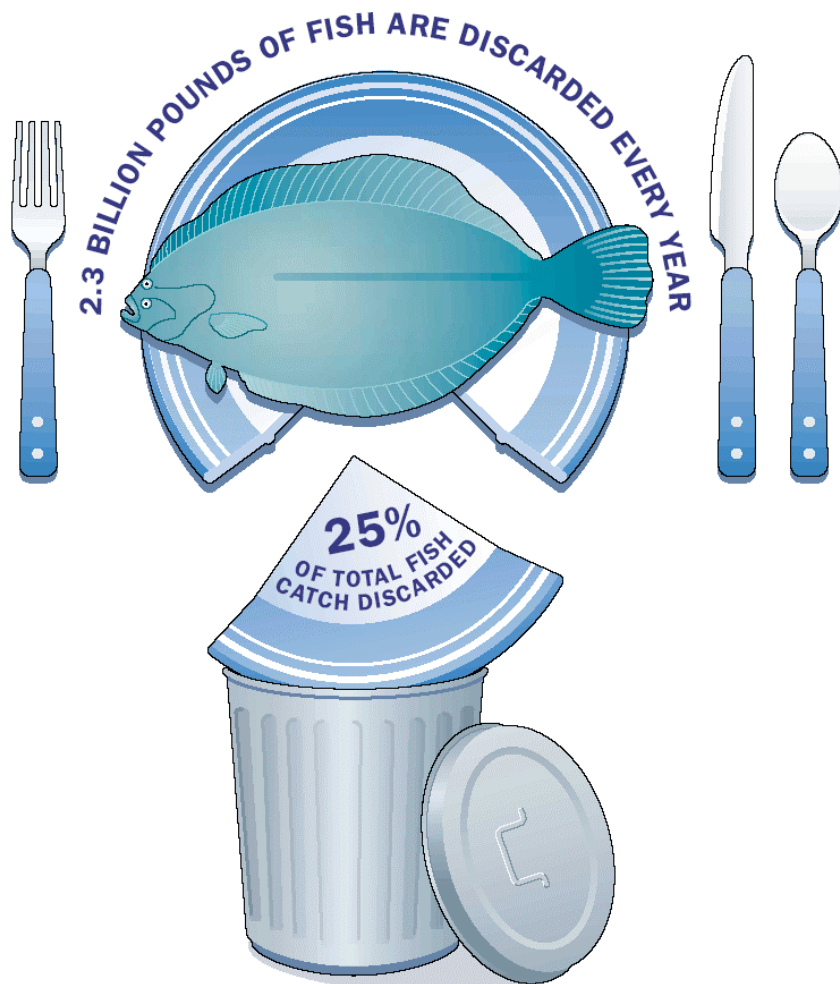
Ulov neciljanih vrsta



**Zbog neselektivnih
ribolovnih alata,
prilikom ribolova
stradaju i mnoge
vrste koje nisu bile
cilj lova**

**Lov na tune u istočnom tropskom Pacifiku ubio je
najmanje 6 milijuna dupina u zadnjih 30 godina!**

Bycatch



Art: John Michael Yanson

Oko 25% ukupnog ulova riba se odbaci kao neprikladno za jelo ili drugu upotrebu

INDIREKTNI EFEKTI (ULOV NECILJANIH VRSTA)

Ulov japanske ribolovne flote specijalizirane za ulov liganja)

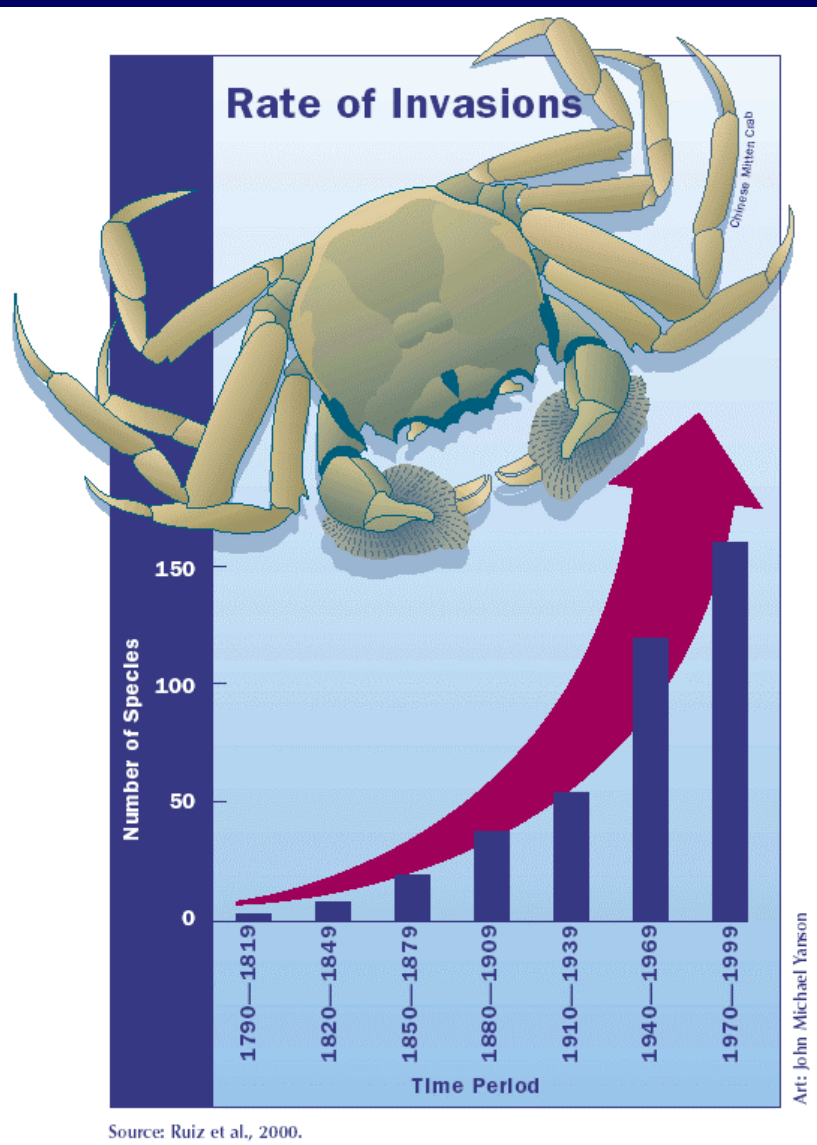
ULOVljeni ORGANIZMI	BROJ ULOVLJENIH PRIMJERAKA
Lignje (ciljana vrsta)	70 milijuna
Druge ribe	
- Grboglavke	32 milijuna
- Dugoperajna tuna	1.4 milijuna
- Plava psina	1.2 milijuna
- Palamida	200 000
Ptice	
- Albatros	14 000
- Zovoji (različite vrste)	200 000
Sisavci	
- Dupini	24 000
- Sjeverni tuljan krznaš	4000
Gmazovi	
- Kornjače	500



2. Unošenje vrsta

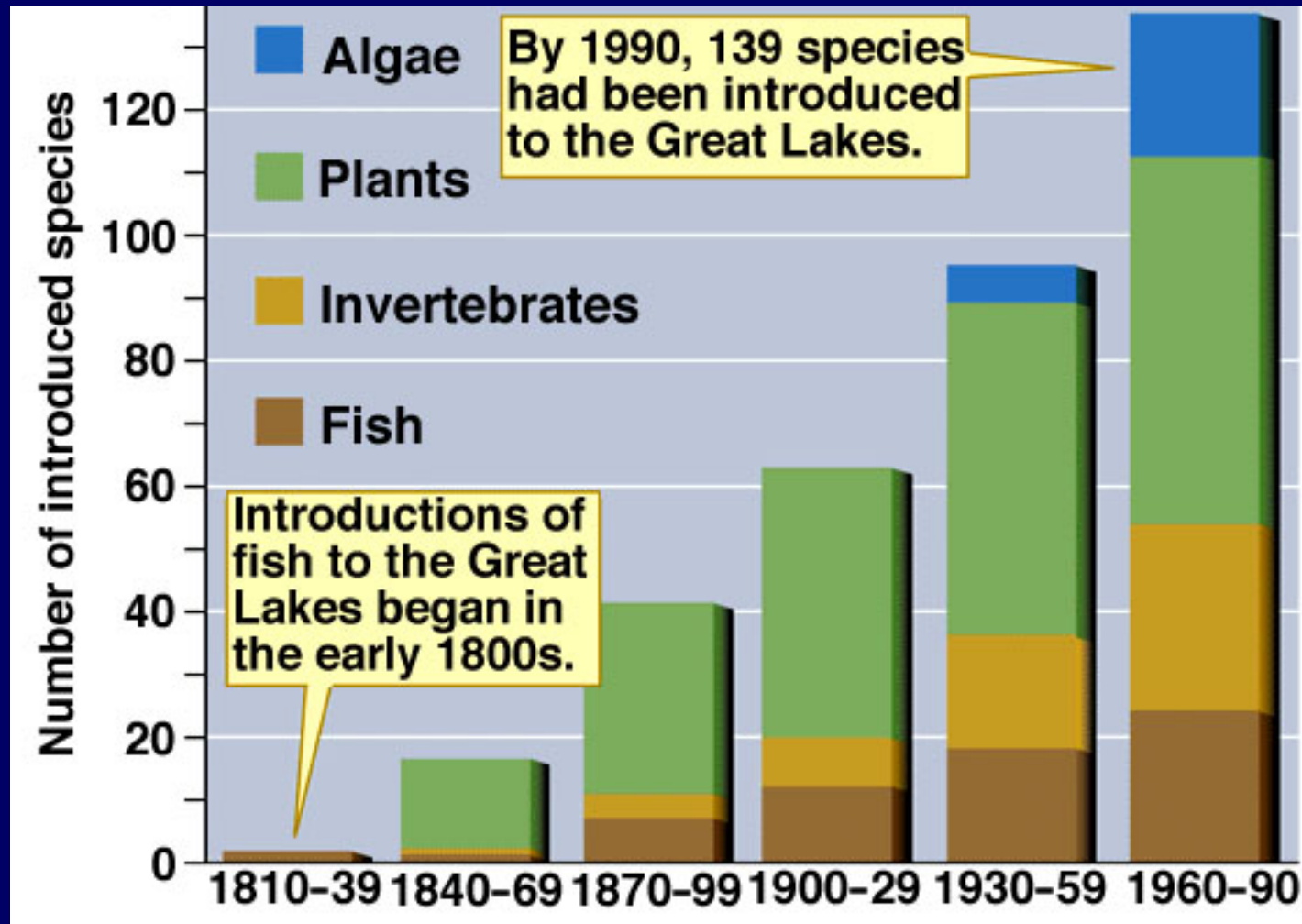
Unošenje vrsta

- Namjerno ili slučajno unošenje vrsta u područja u kojima te vrste ne žive sve je učestalija pojava budući da je prometna povezanost svih dijelova Zemlje bolja nego ikada
- Sudbina unešenih (stranih, egzotičnih, alohtonih) vrsta može biti različita:
 - 1. Vrste se ne mogu prilagoditi novim uvjetima i ubrzo nestaju
 - 2. Vrste se asimiliraju u zajednice bez većih negativnih utjecaja
 - 3. Brzo se adaptiraju, često nemaju prirodnih neprijatelja, te njihove populacije ubrzano rastu i istiskuju domaće (autohtone) vrste. Posljedice mogu biti vrlo ozbiljne i mogu se manifestirati kroz smanjenje biološke raznolikosti, te poremećaje u funkcioniranju hranidbenih mreža i čitavih ekosistema

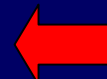
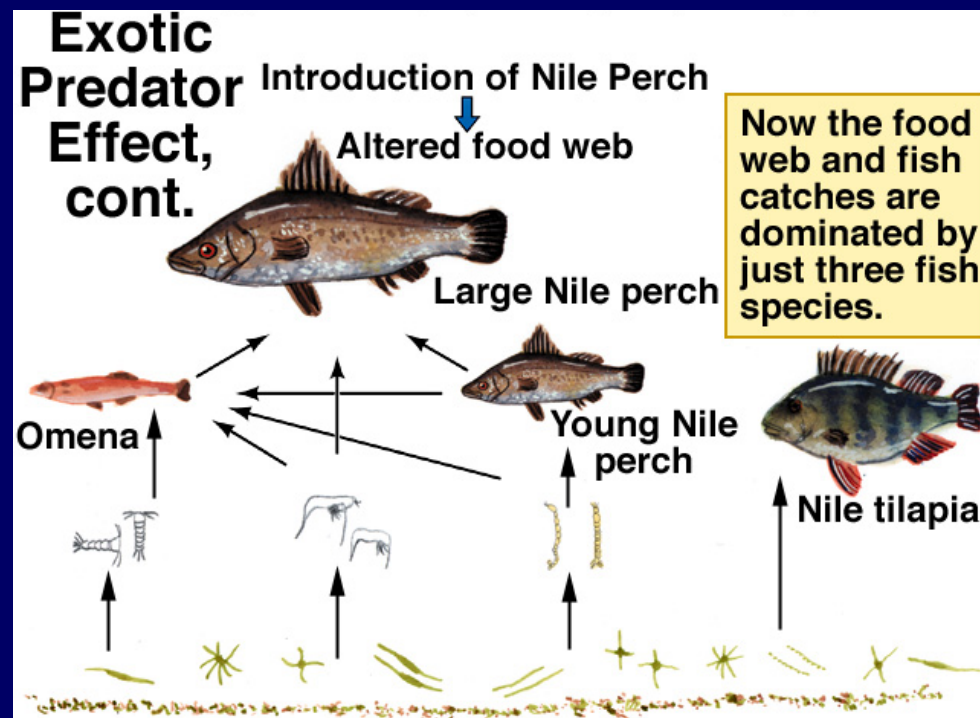
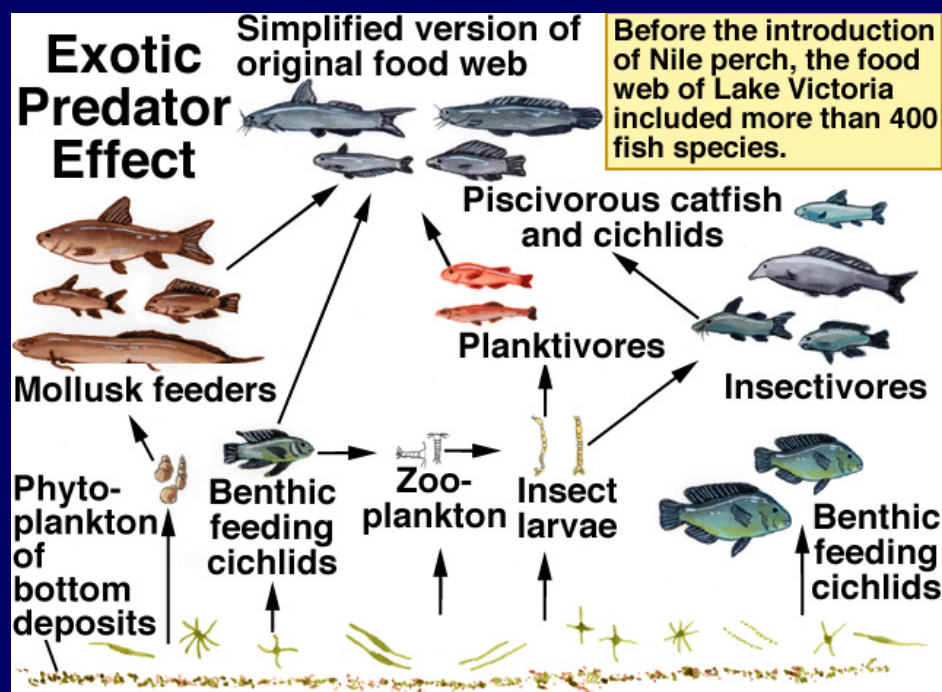


Zbog velikog broja
plovila i bolje
prometne povezanosti
svjetskih mora stopa
unošenja vrsta
povećava se
eksponencijalno

Broj unešenih vrsta u Velika jezera narastao je od 1810 do 1990 na 139 vrsta

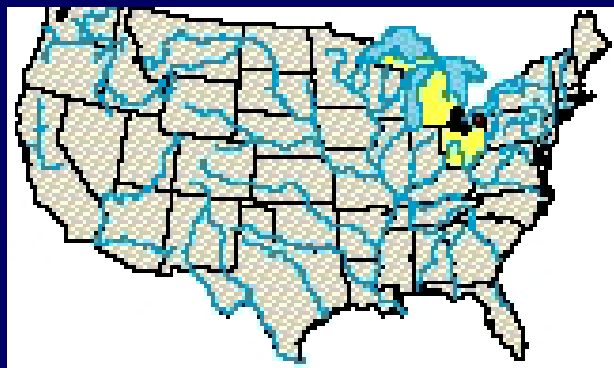


Prije unošenja nilskog grgeča u Viktorijino jezero u njemu je živjela vrlo bogata fauna autohtonih riba koja je brojila preko 400 vrsta

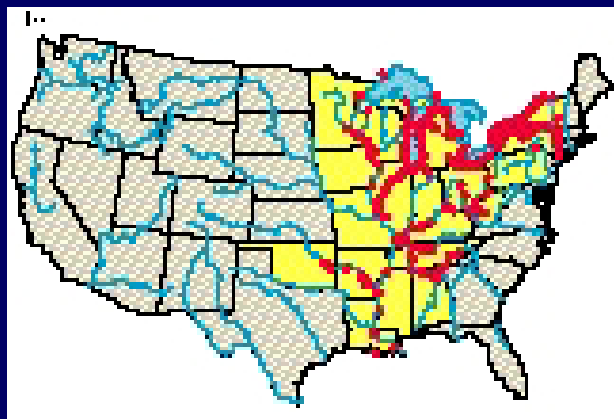


Nakon unošenja nilskog grgeča broj vrsta se značajno smanjio, a hranidbena mreža je postala vrlo jednostavna sa svega tri dominantne vrste riba

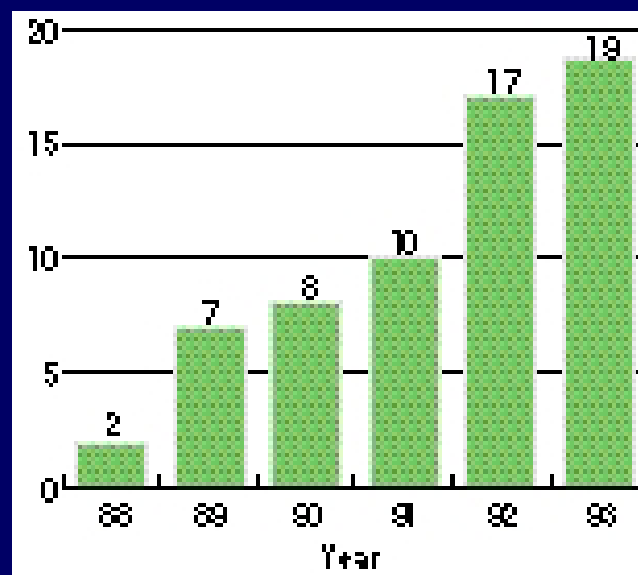
1988



1993



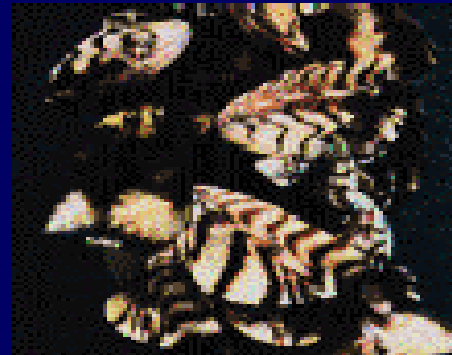
Invazija prugaste dagnje započela je u Velikim jezerima odakle se u svega 6 godina proširila na 19 saveznih država SAD



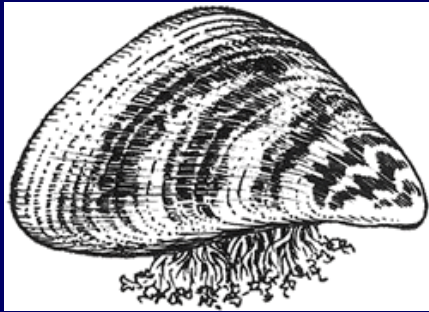
Broj saveznih država SAD u kojima je došlo do invazije prugaste dagnje



Prugasta dagnja

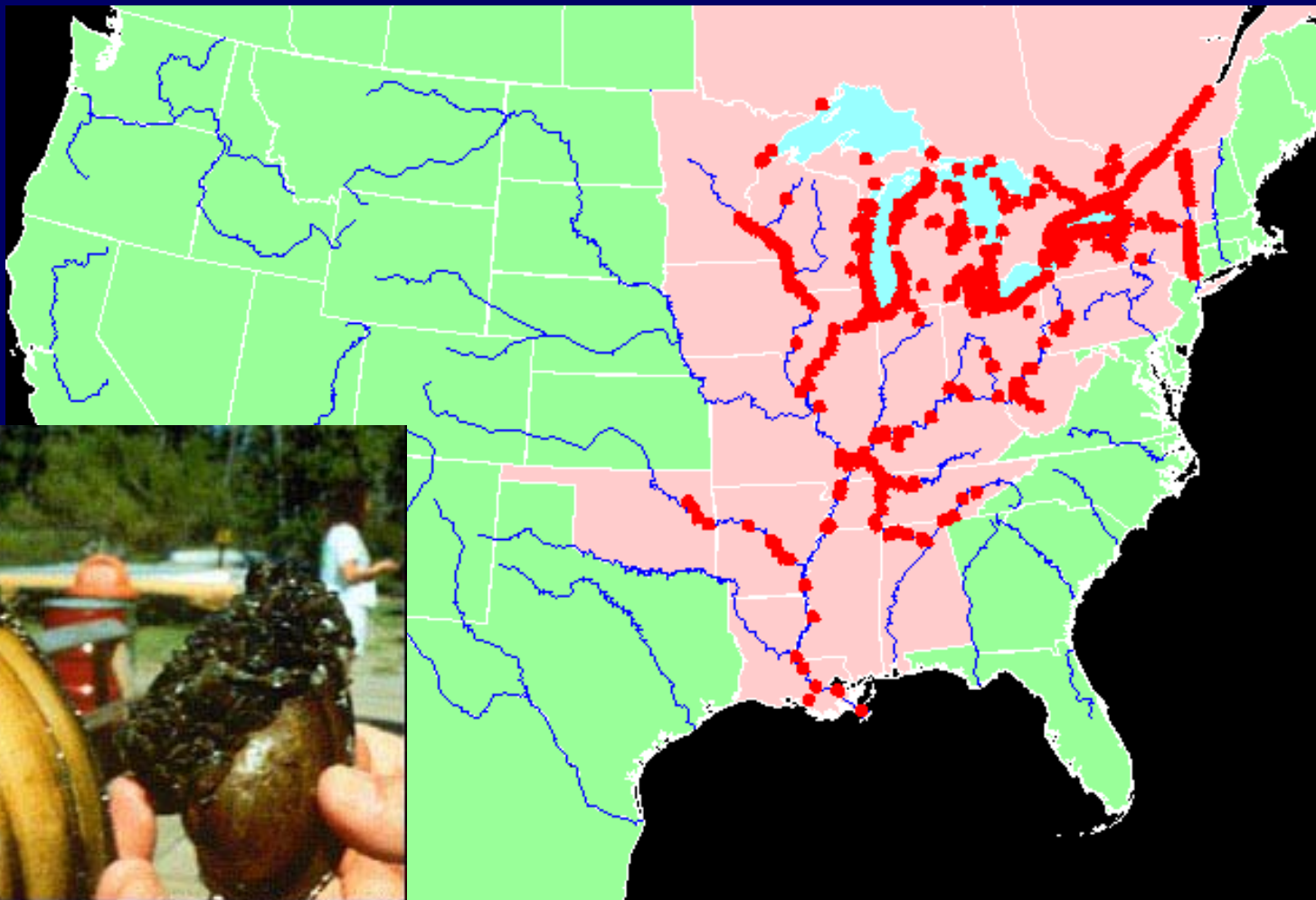


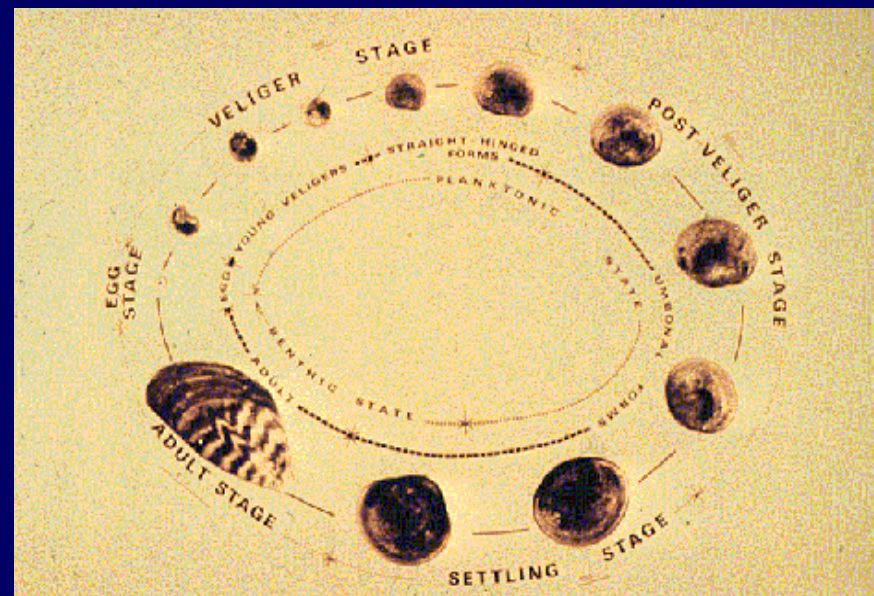
M. Šolić: Ekologija mora



Prugasta dagnja je vrlo agresivna vrsta koja naseljava sve podloge, začepljuje odvodne cijevi u različitim postrojenjima i nanosi velike ekonomske štete

Prugasta dagnja koristi kao podlogu i druge vrste školjkaša





Razlozi za brzo širenje prugaste dagnje

1. Brzo spolno sazrijevanje i prva reprodukcija u ranoj dobi
2. Odrasli proizvode veliki broj gameta (jaja i spermiji)
3. Velike gustoće populacija povećavaju uspješnost oplodnje
4. Planktotrofne ličinke s velikom sposobnošću rasprostranjenja

**Paklara kao unešena vrsta
koja napada pastrve**





Paklare na
pastrvi

Invazija tropskih alga i morskih cvjetnica u Jadransko more

- Invazija tropskih vrsta poprima sve veće razmjere u Jadranu. U ovom je trenutku zabilježeno prisustvo tri vrste zelenih tropskih alga iz roda *Caulerpa* na više različitih lokacija u hrvatskom dijelu Jadrana, kao i prisustvo tropske cvjetnice *Halophila stipulacea* u priobalju Albanije
- Za sve je ove vrste karakteristično da su vrlo agresivne, prekrivaju sve vrste podloga, te na taj način guše i eliminiraju autohtone vrste alga, kao i sesilnih životinja

Caulerpa taxifolia



Starogradski
zaljev (Hvar)



Caulerpa prolifera

Lokrum, Lastovo-skrivena luka, Starogradoski zaljev



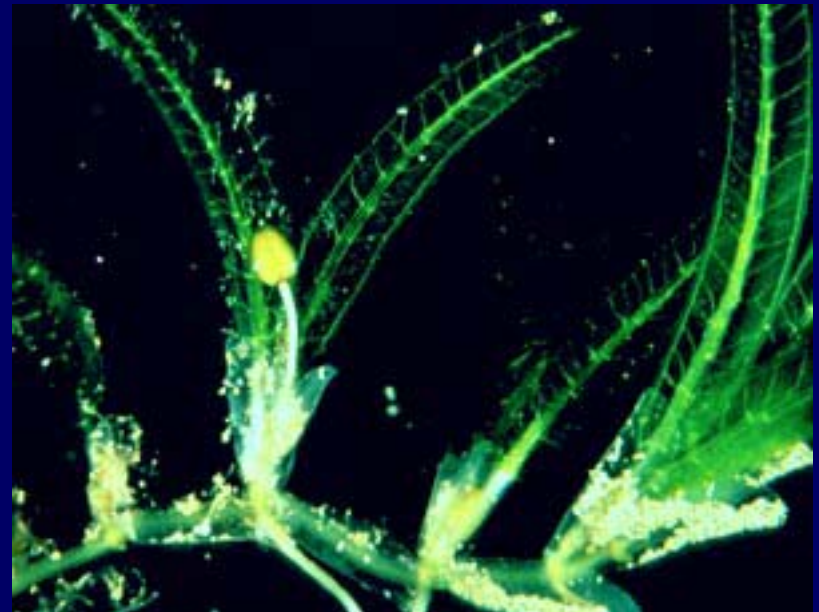
Caulerpa racemosa



Morska cvjetnica
Halophila stipulacea



Prisutna je uz obalu Albanije



Balastne vode

**Balastne vode su jedan od najznačajniji
vektora prijenosa alohtonih organizama u
različita morska staništa**

**Procjenjuje se da u današnjim uvjetima oko 80.000
brodova godišnje prenese oko 12 milijardi tona vodenog
balasta u kojemu se nalazi preko 4.500 različitih vrsta
organizama (oko 3.000 različitih planktonskih vrsta)**

Vrste organizama koje se prenose balastnim vodama	R e l a t i v n a v e l i č i n a	
	Aprox. veličina	Neki primjeri
Virusi	0,02 – 1 μm	<i>Hepatitis virus</i> : 0,02 μm HIV: 0,08 μm
Bakterije	0,25 – 5 μm	<i>Pseudomonas</i> : 0,5–0,62 μm <i>Vibrio cholerae</i> : 1 μm
Protozoa	1 – 80 μm	<i>Myxosporeans</i> , 5–30 μm
Gljive	1 – 100 μm	<i>Aphanomyces</i>
Cianobakterije (plavo-zelene alge)	0,2 – 20 μm	<i>Microcystis elegans</i> , 2–6 μm <i>Spirulina subsalsa</i> , 0,4–4 μm <i>Chroococcus limneticus</i> , 6–12 μm
Fitoplankton	>0,2 μm	<i>Skeletonema costatum</i> , 7–15 μm <i>Thalassiosira eccentrica</i> , 40-120 μ <i>Cryptomonas, pseudobalstica</i> , 18-30 μ <i>Chrysomonas amphioxera</i> , 10-19 μ <i>Euglena proxima</i> , 18-25 μm <i>Pfiesteria</i> , 5-450 μm (u stadiju ciste 7-60 μm) <i>Gymnodinium</i> (red tide), 20-25 μm <i>Gonyaulax</i> (red tide), 28-43 μm
Zooplankton i drugi organizmi	>30 μm	Zebrasta dagnja, 30-65 mm Ličinke kopepoda, >20 μm Odrasli kopepodi, 1,6 – 3,2 mm Različiti rakovi, 5 mm Ličinke morskih ehinodermata, 0,7 – 2,3 mm
Riblja jajašca	0,5 – 5,0 mm	
Riblje ličinke	>2 mm	

Metode uklanjanja organizama iz balastnih voda

- 1. Izmjena balastnih voda na otvorenom moru (>90%)**
- 2. Dodavanje biocida (klor, ozon, hidrogen peroksid, kemijski spojevi koji troše kisik – anaerobni uvjeti)**
- 3. Premazivanje tankova**
- 4. Filtracija**
- 5. UV-zračenje**
- 6. Termička obrada**
- 7. Ultrazvučna obrada**
- 8. Istovar balastnih voda na kopnu i njihova obrada na kopnu**
- 9. Izmjene u dizajnu brodova**

3. Smanjenje i poremećaji prirodnih staništa



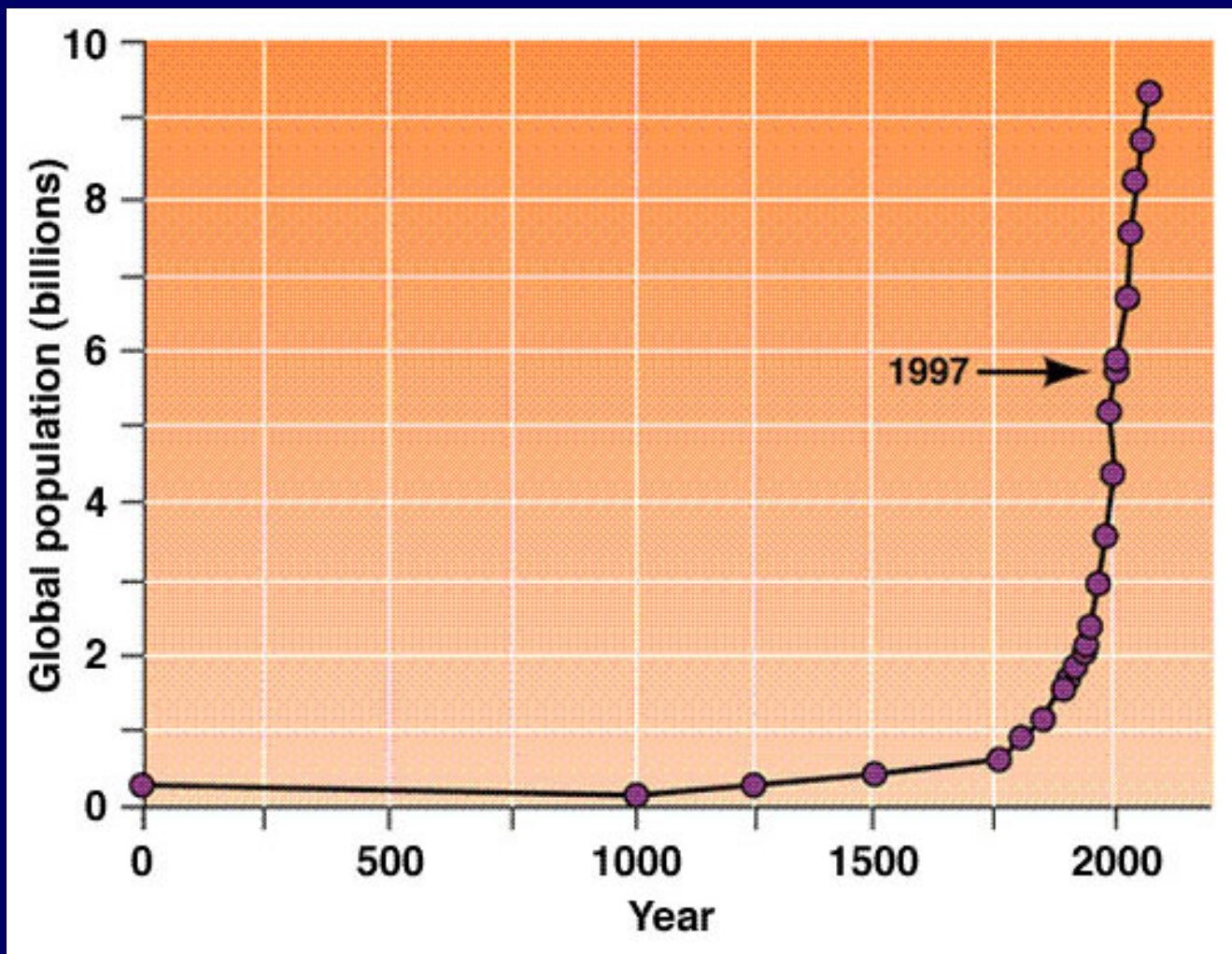
Smanjenje i poremećaji prirodnih staništa

- Pod utjecajem čovjeka prirodna se staništa mijenjaju na najmanje 4 načina:
 - 1. Zbog urbanog i industrijskog razvitka, proizvodnje hrane i iskorištavanja prirodnih resursa prirodna se staništa uništavaju i njihova se površina sve više smanjuje
 - 2. Izgradnja objekata u priobalju i druge ljudske aktivnosti uzrokuju usitnjavanje (fragmentaciju) staništa što može imati velike negativne posljedice na biljne i životinjske zajednice
 - 3. Kvaliteta staništa se degradira uslijed zagađenja mora i na taj način mnoga staništa postaju nepovoljna za život mnogih vrsta
 - 4. Ljudske aktivnosti poput turizma, korištenja prometnih sredstava, pa čak i znanstvenih istraživanja uznemiravaju staništa što mnoge vrste ometa u njihovim životnim aktivnostima, pogotovo u razmnožavanju (buka kao zagađenje)

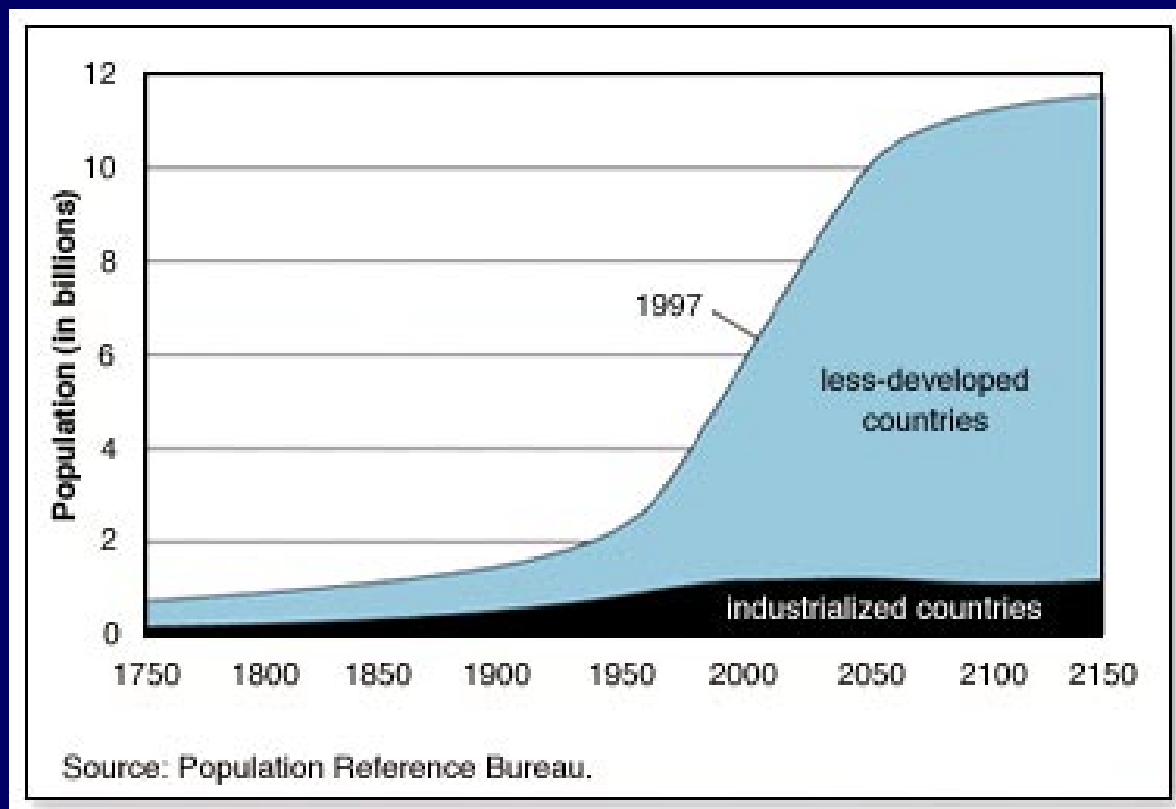
Zbog porasta ljudske populacije raste pritisak na morski okoliš



Porast svjetskog stanovništva naglo se ubrzao od početka industrijskog doba, a danas se povećava s brzinom od 90 milijuna ljudi godišnje



Porastu svjetskog stanovništva najviše doprinose nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju



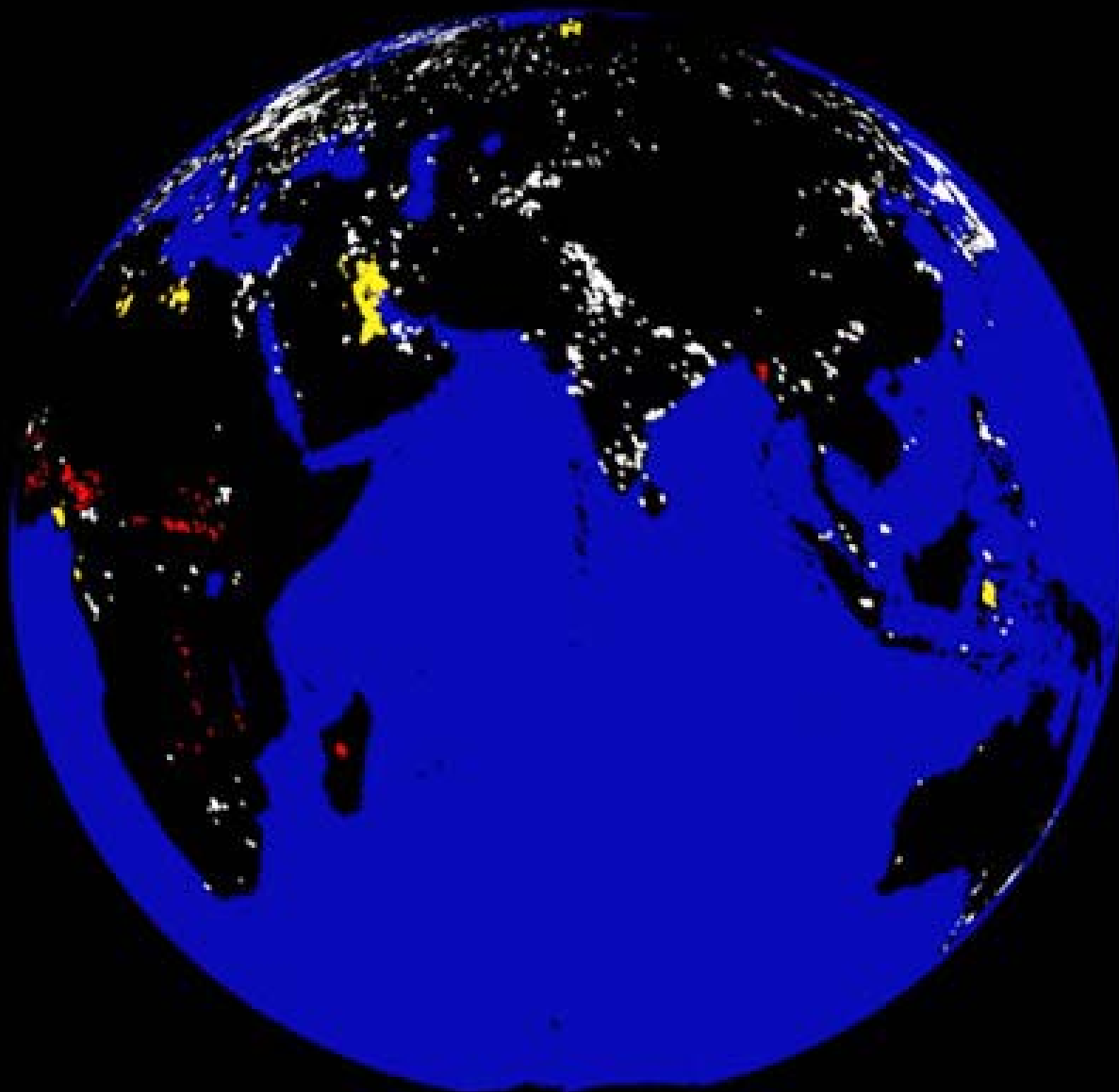
Urbanizacija



Posljedice urbanizacije vidljive su i iz svemira

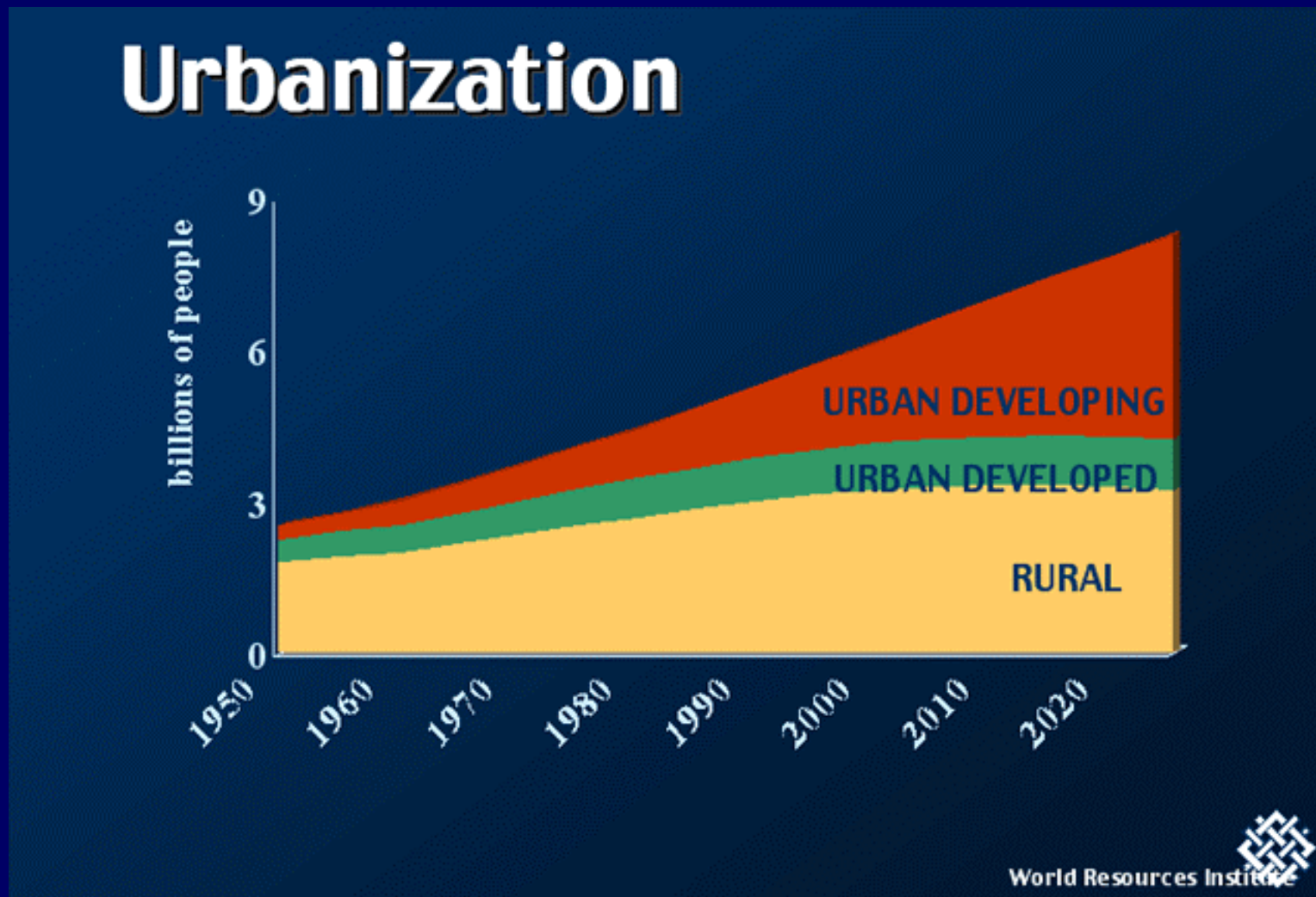
(na snimci se vide svjetla velikih gradova i gusto naseljenih područja)

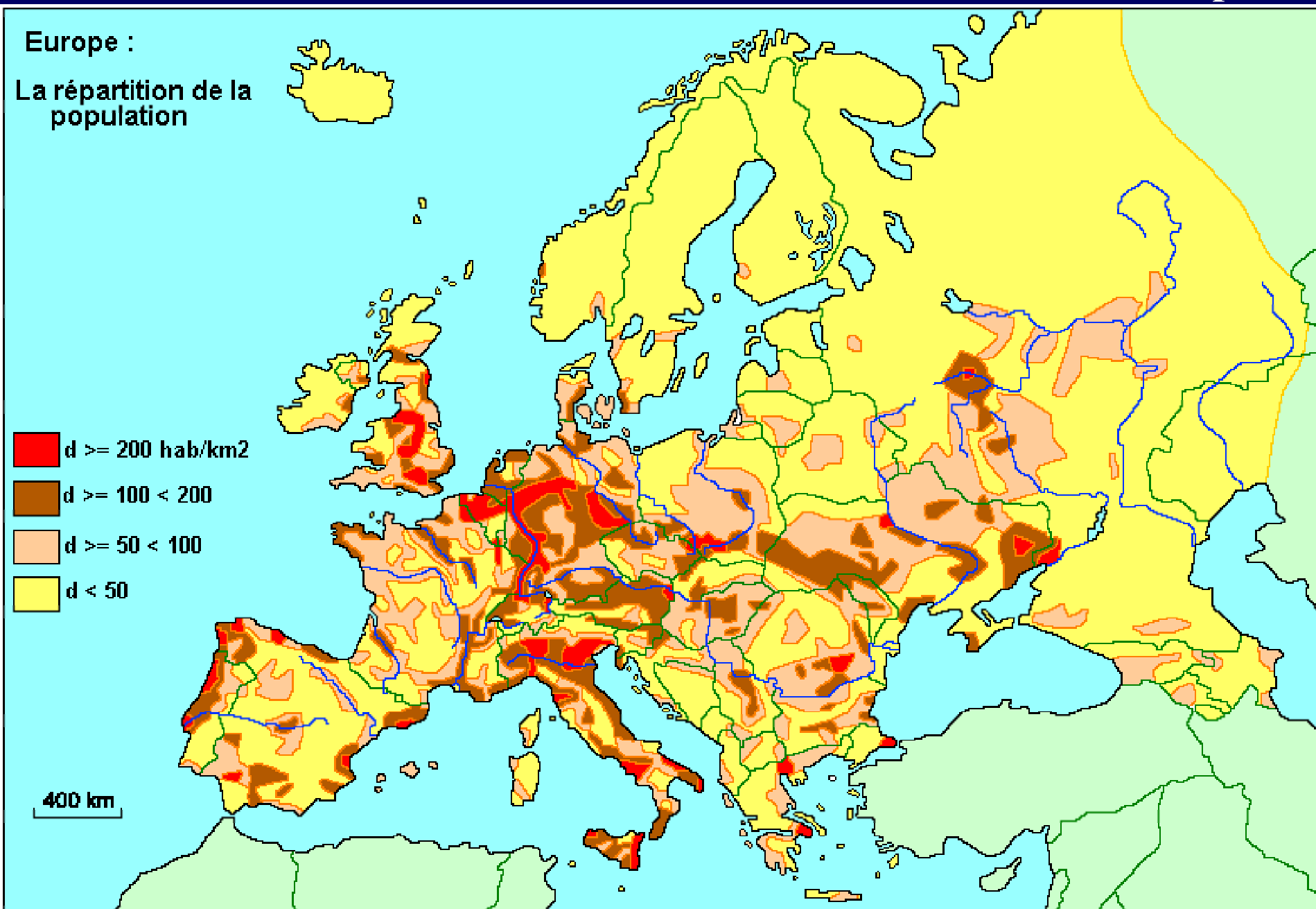




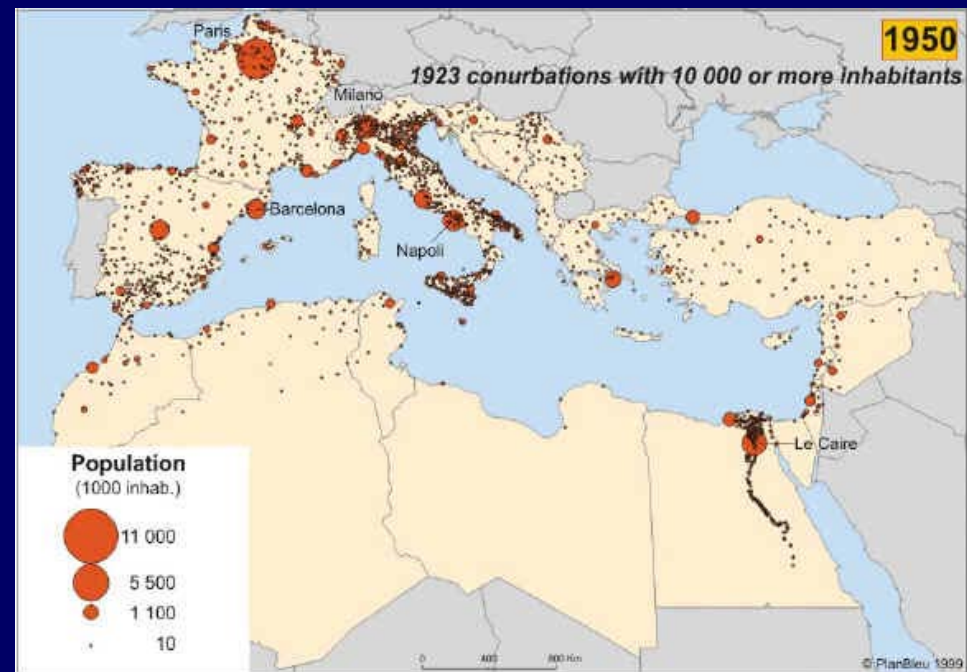
Earth at Night Showing City Lights and Fires

Posljedica urbanizacije je sve veće koncentriranje stanovništva u gradovima

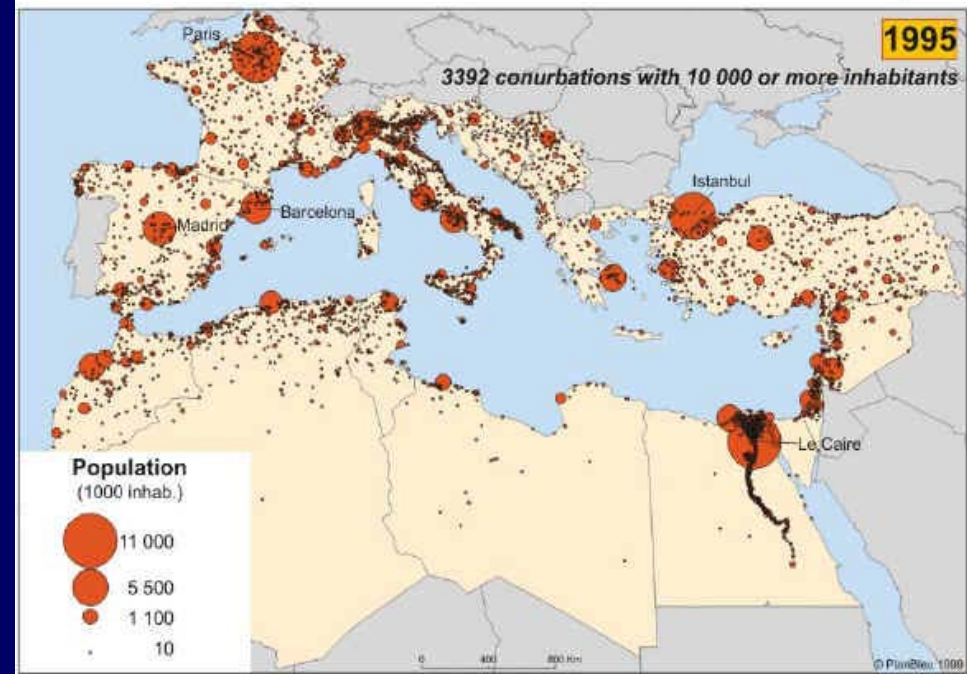




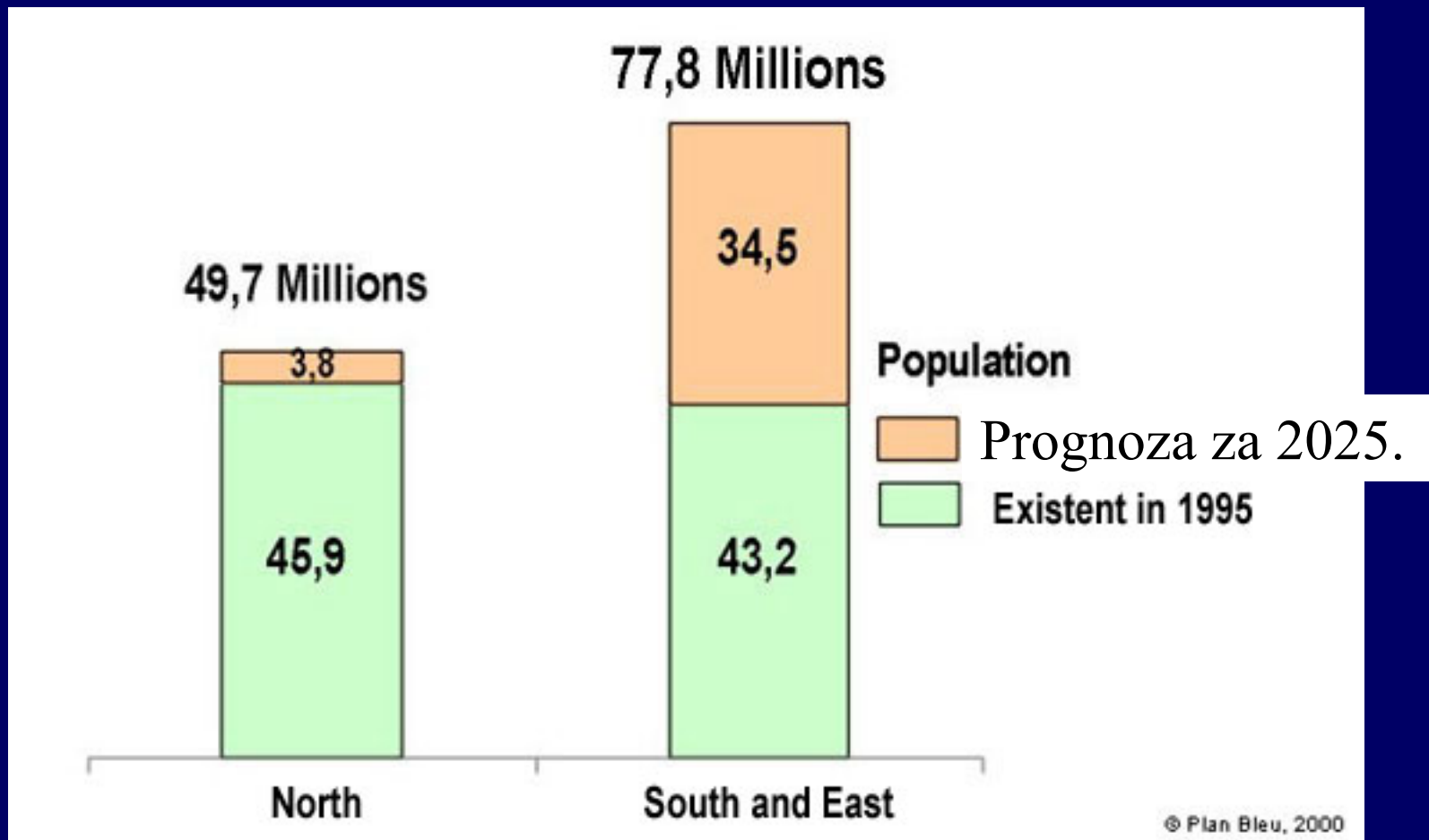
Urbanizacija na području Mediterana (usporedba 1950-1995)



Source : Géopolis 1998



Broj stanovnika u zemljama Mediterana koji žive u gradovima većim od 10.000 stanovnika

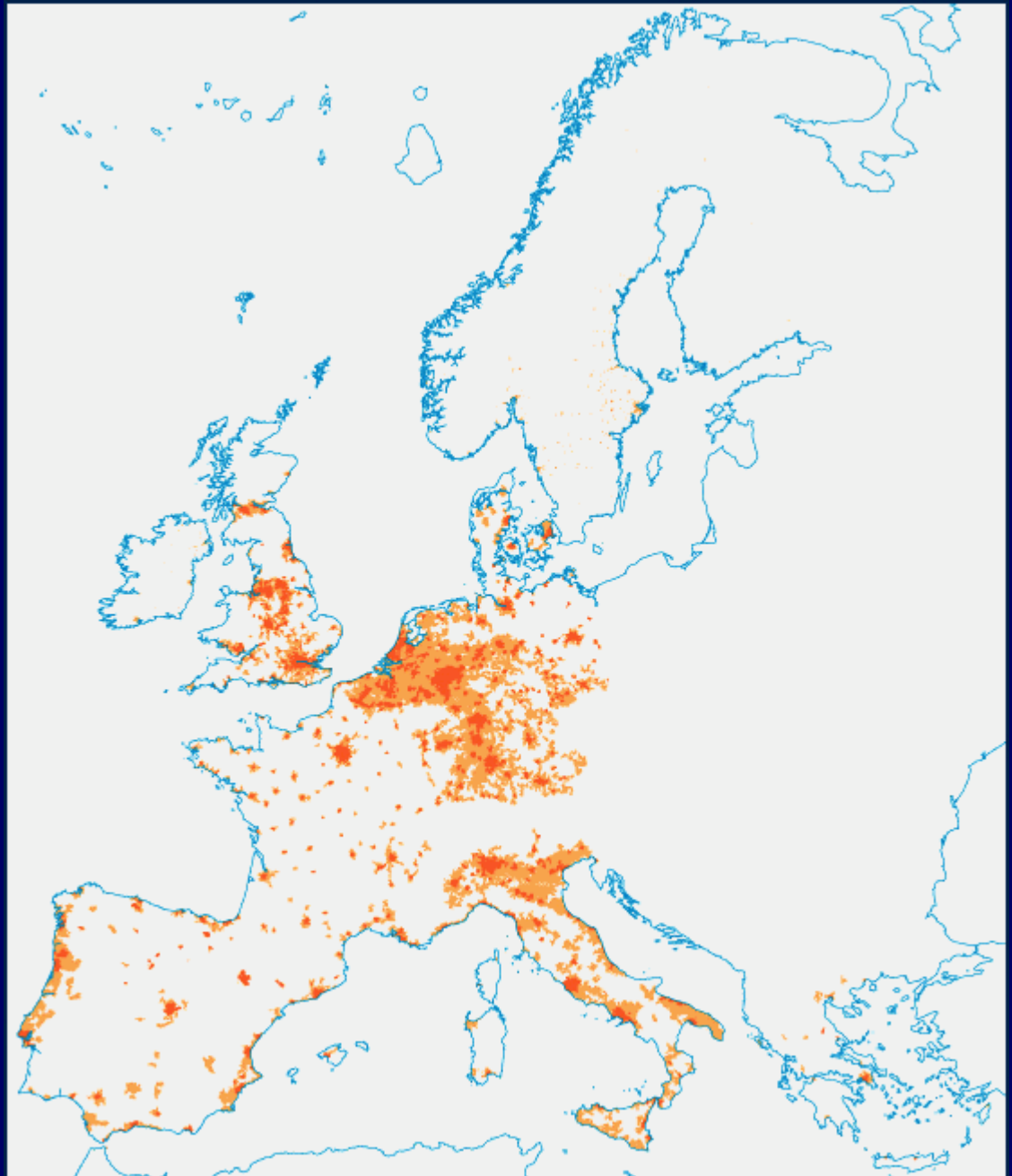


Litoralizacija – nestanak priobalnih staništa

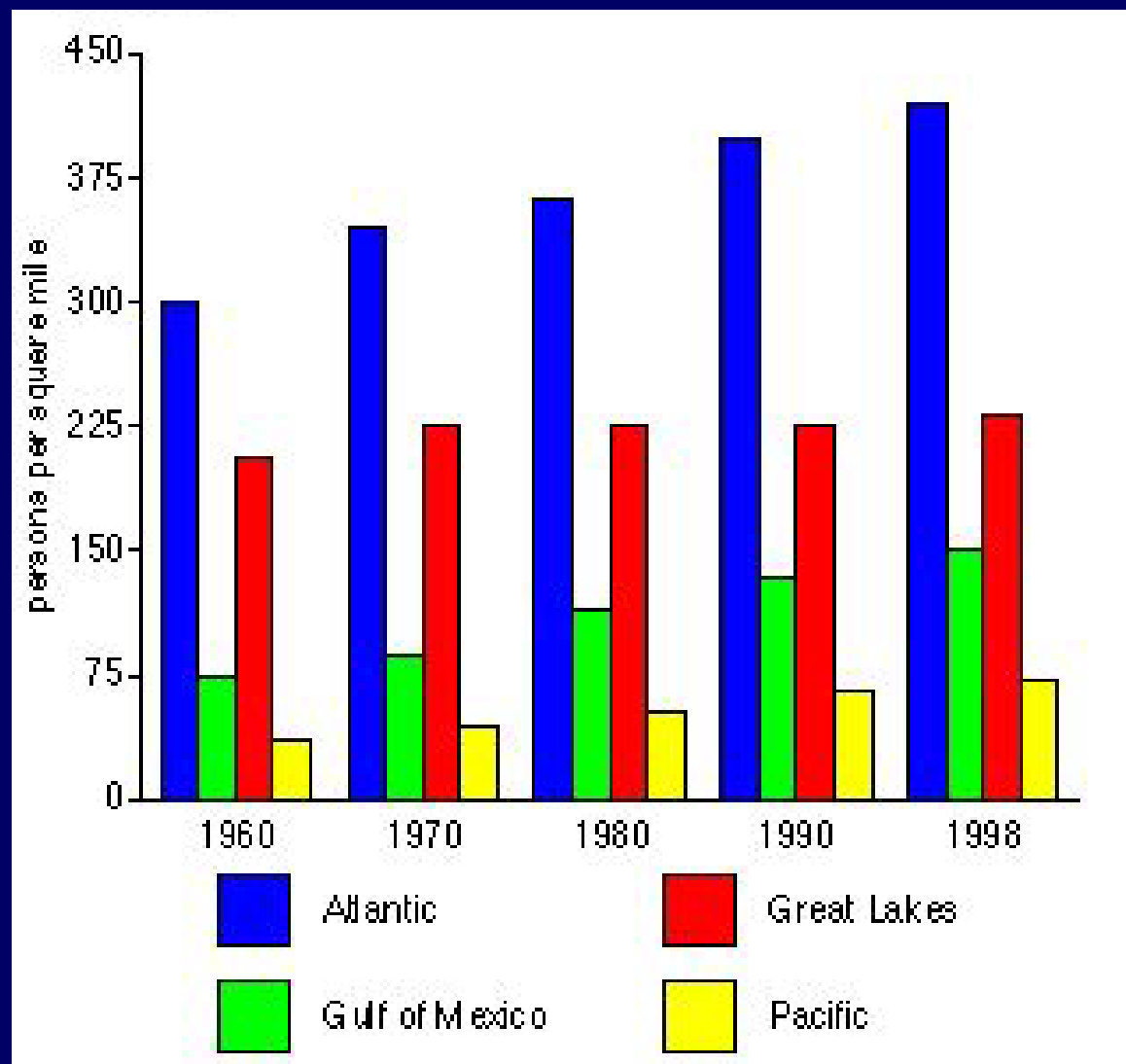


Litoralizacija

Gustoća
stanovništva je u
mnogim zemljama
najveća uz obalu



Postotak stanovništva koje živi u obalnom području SAD-a u razdoblju od 1960. do 1998. godine



Florida Coastal Population 1900 to 1990

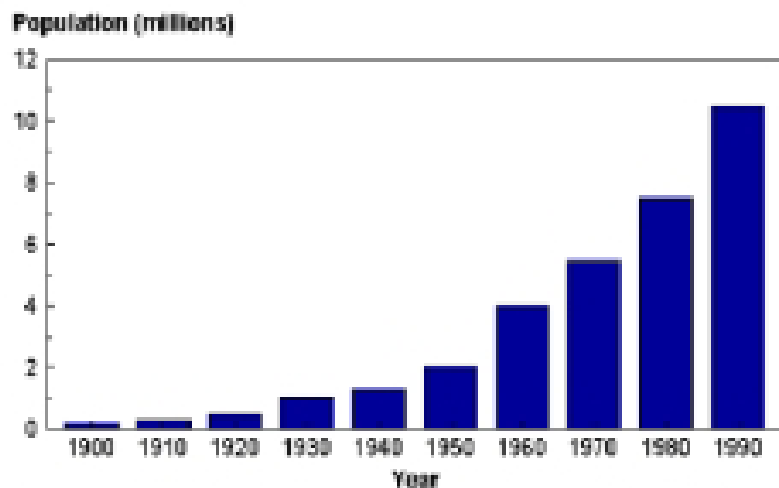
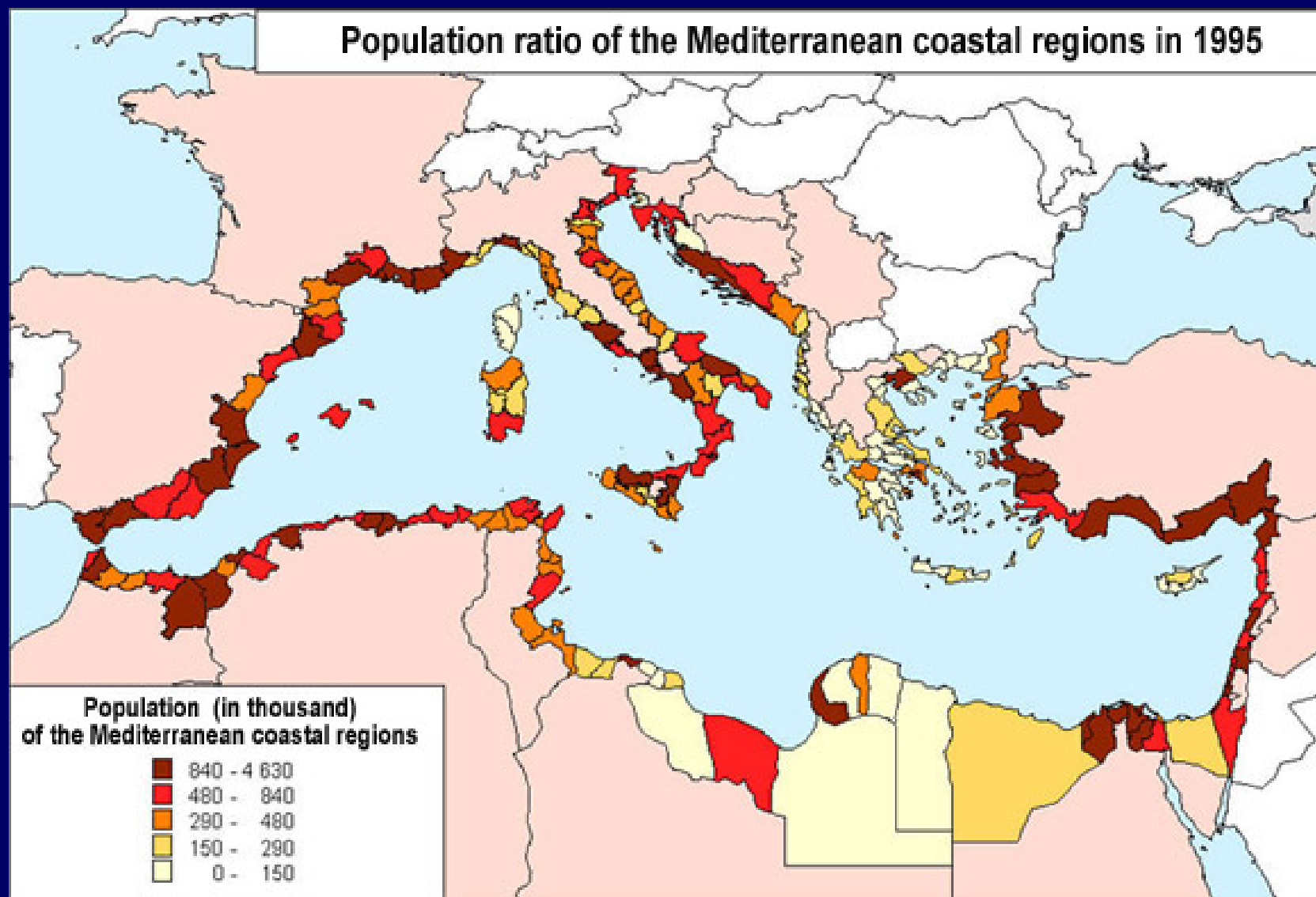


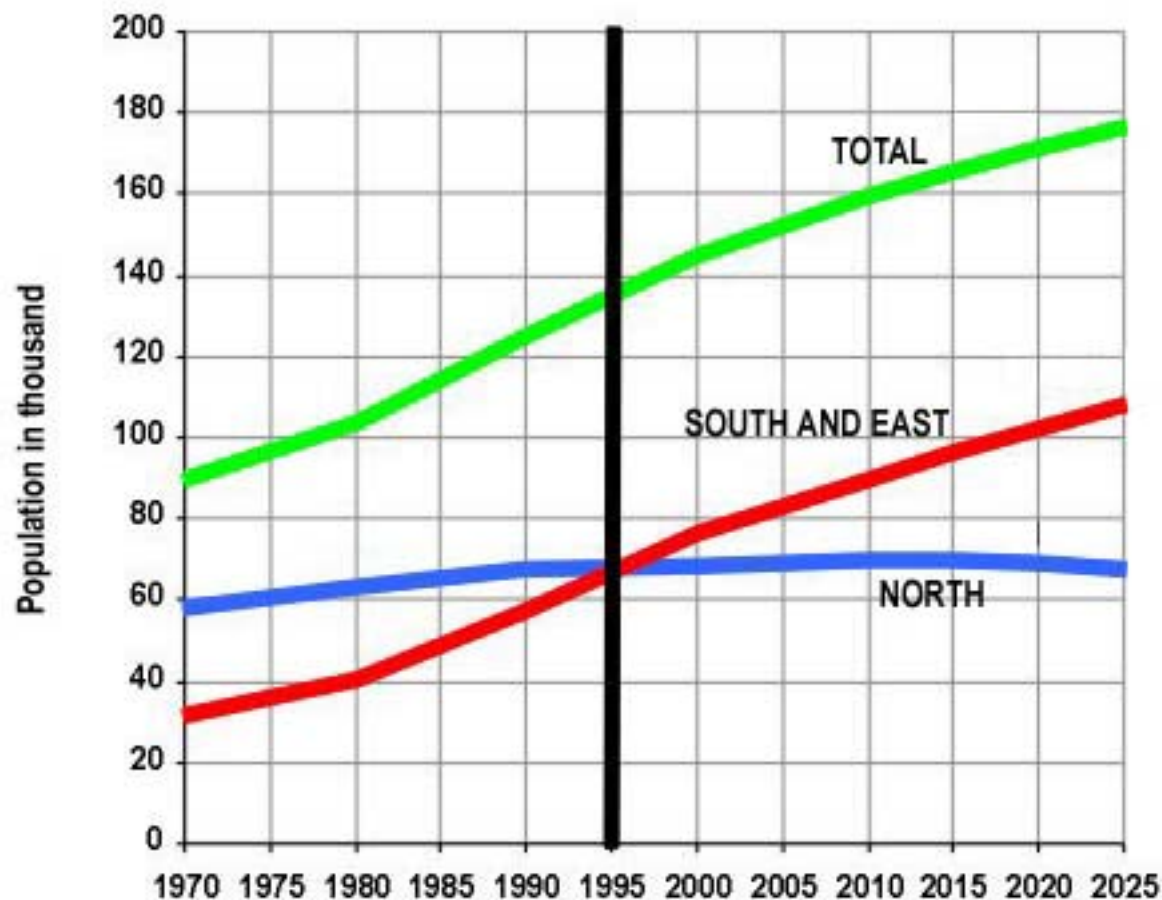
Figure 3. Growth in Florida's coastal population 1900-1990.
Source: U.S. Census.

**Porast broja stanovnika
koji žive uz obalu u
državi Florida za
razdoblje 1900-1990**

Gustoća stanovništva u obalnom području Mediterana

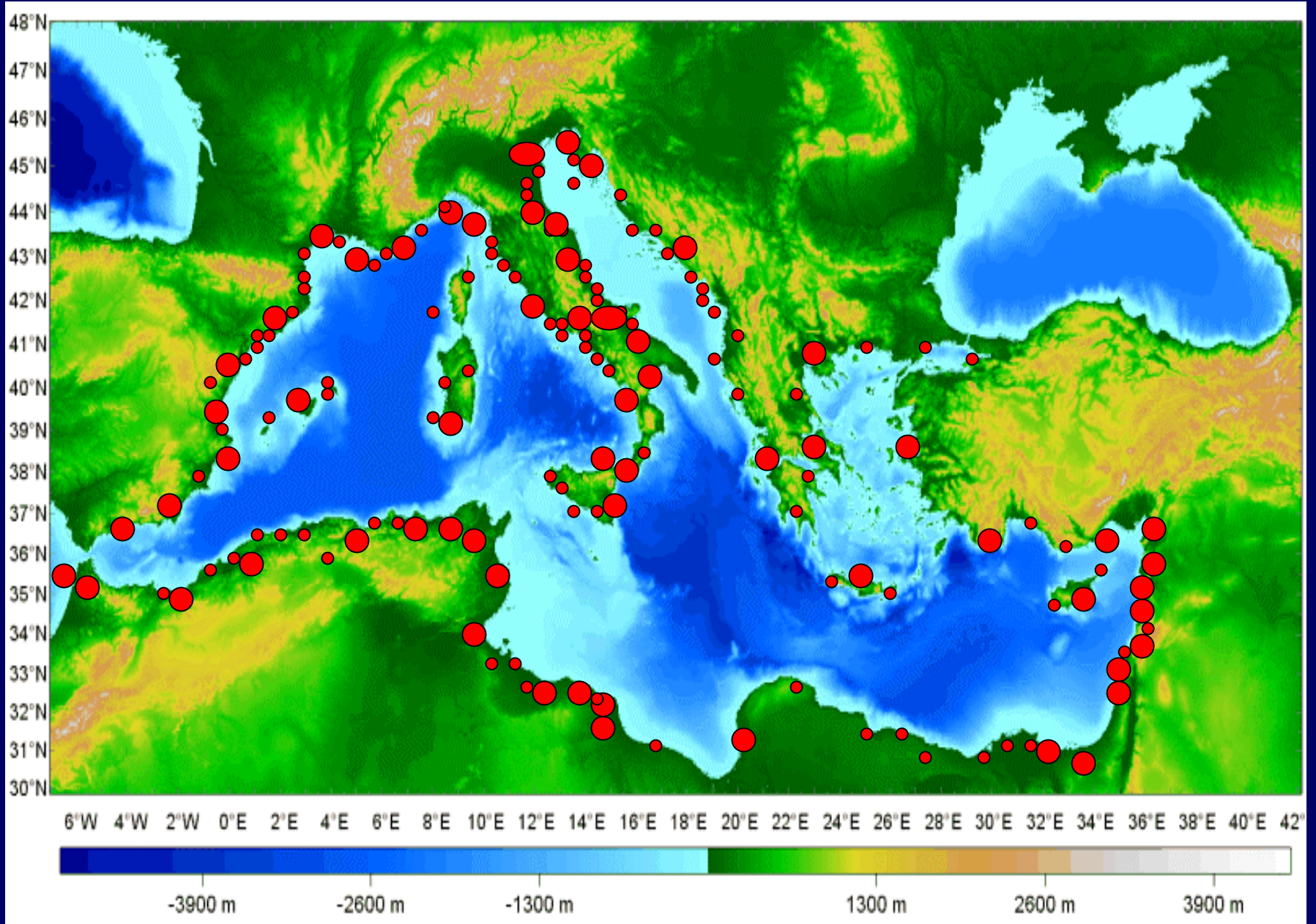


Broj stanovnika u obalnom području Mediterana od 1970. do danas, te prognoza do 2025. godine



- North countries : Spain, France, Monaco, Italy, Malta, Slovenia, Greece, Croatia, Bosnia, Yugoslavia
- South countries : Turkey, Syria, Lebanon, Israel, Egypt, Libya, Tunisia, Algeria, Morocco, Cyprus
- Total

M. Šolić: Ekologija mora	Last Year Available	POPULATION			DENSITY		
COUNTRY		Total	Med	Med/Tot	Total	Med	Med/Tot
		(Thousand inhabitants)		(%)	(inhab./km2)		(index)
SPAIN	1991	39 434	15 926	40	78	167	2,13
FRANCE	1990	56 556	5 839	10	103	124	1,20
ITALY	1991	57 104	32 621	57	190	197	1,04
MALTA	1992	362	362	100	1 145	1 145	1,00
MONACO	1990	30	30	100	15 000	15 000	1,00
SLOVENIA	1991	2 020	250	12	100	57	0,57
CROATIA	1991	4 900	1 520	31	87	59	0,68
BOSNIA-HERZEGOVINA	1991	4 470	300	7	87	51	0,58
SERBIA-MONTENEGRO	1991	10 580	360	3	104	57	0,55
ALBANIA	1990	3 256	1 325	41	113	146	1,29
GREECE	1991	10 264	9 209	90	78	92	1,18
TURKEY	1990	56 473	11 336	20	72	92	1,28
CYPRUS	1982	503	503	100	54	54	1,00
SYRIA	1995	14 186	1 362	10	77	324	4,23
LEBANON	1992	3 000	2 700	90	293	552	1,88
ISRAEL	1994	5 472	3 041	56	263	784	2,98
PALESTINIAN AUTHORITY	1995	2 250	843	37	365	2 310	6,33
EGYPT	1995	58 978	24 004	41	59	209	3,54
LIBYA	1994	4 900	3 920	80	3	23	8,28
TUNISIA	1994	8 785	6 164	70	57	135	2,37
ALGERIA	1987	23 039	10 105	44	10	215	22,21
MOROCCO	1990	26 074	3 670	14	37	87	2,39
TOTAL*		392 636	135 391	34	45	132	2,95



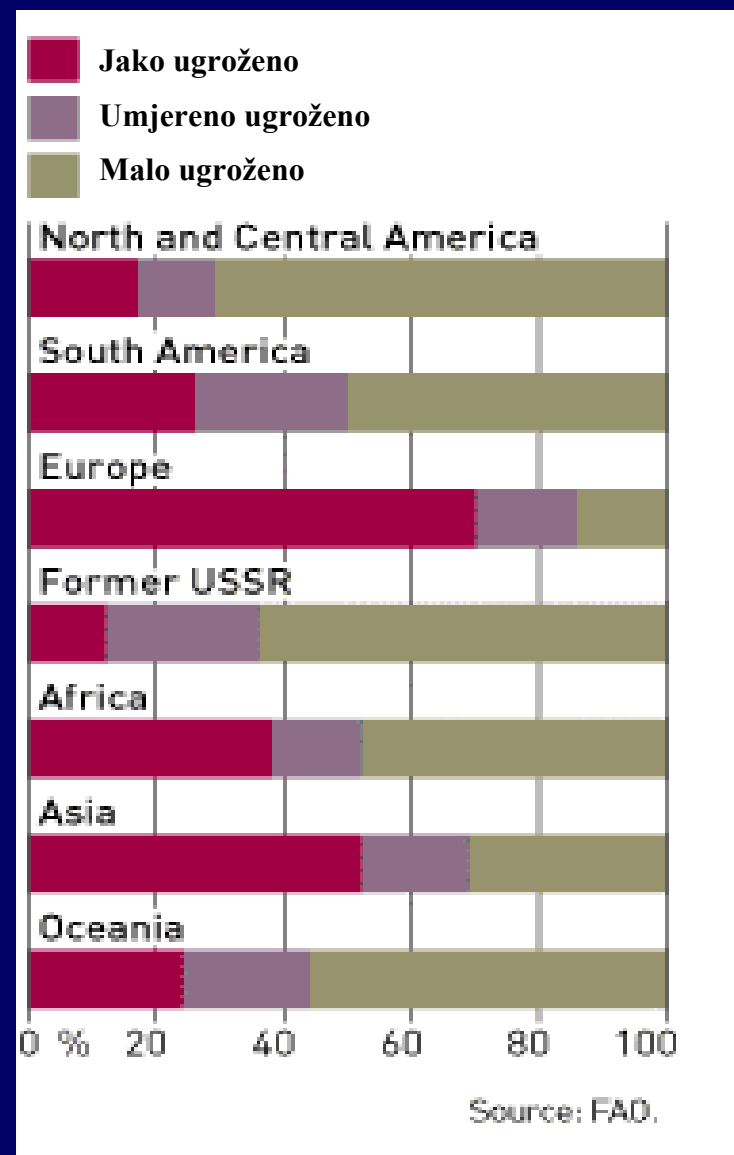
• 10.000-100.000 stanovnika

● >100.000 stanovnika

Duljina (km) obale
kod pojedinih
mediteranskih zemalja
(izvor: UNEP/MEDU)

	KOPNO	OTOCI	UKUPNO	%
ALBANIJA			470	1.04
AŽIR			1300	2.88
BOSNA			24	0.05
CIPAR			537	1.20
CRNA GORA			278	0.62
EGIPAT			996	2.21
FRANCUSKA	901	802	1703	3.77
GRČKA	7300	7700	15000	33.23
HRVATSKA	1745	4028	5773	12.79
ITALIJA	4184	3766	7950	17.61
IZRAEL			222	0.49
LIBANON			195	0.43
LIBIJA			1685	3.73
MALTA			190	0.42
MAROKO			352	0.78
MONAKO			5	0.01
SLOVENIJA			41	0.09
SIRIJA			152	0.34
ŠPANJOLSKA	1679	910	2589	5.74
TUNIS			1028	2.29
TURSKA	4141	499	4640	10.28
UKUPNO	19950	17705	45130	100.00

**Udio obale koja je
ugrožena zbog utjecaja
čovjeka na pojedinim
kontinentima (podaci iz
1998. godine)**

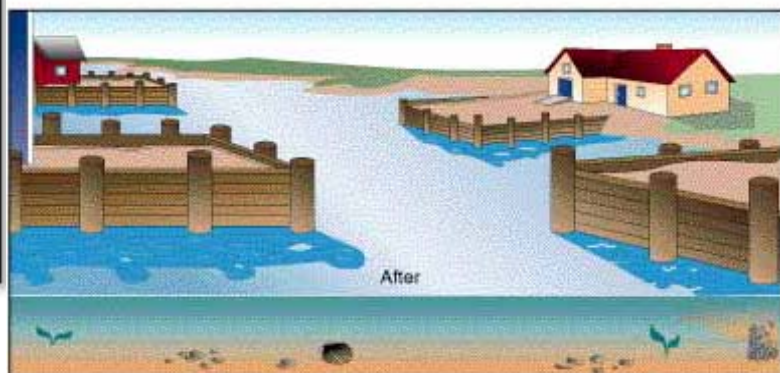


Pored šumskih staništa, močvarna staništa spadaju među najugroženija na Zemlji

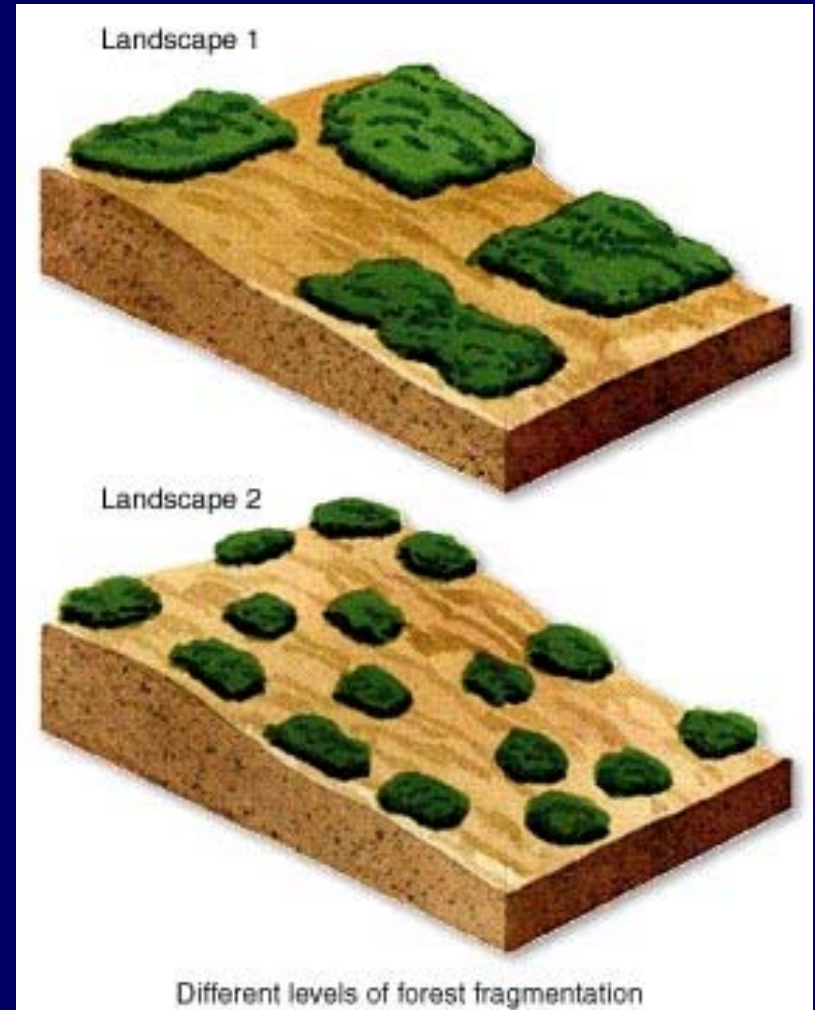
Wetland losses in the United States

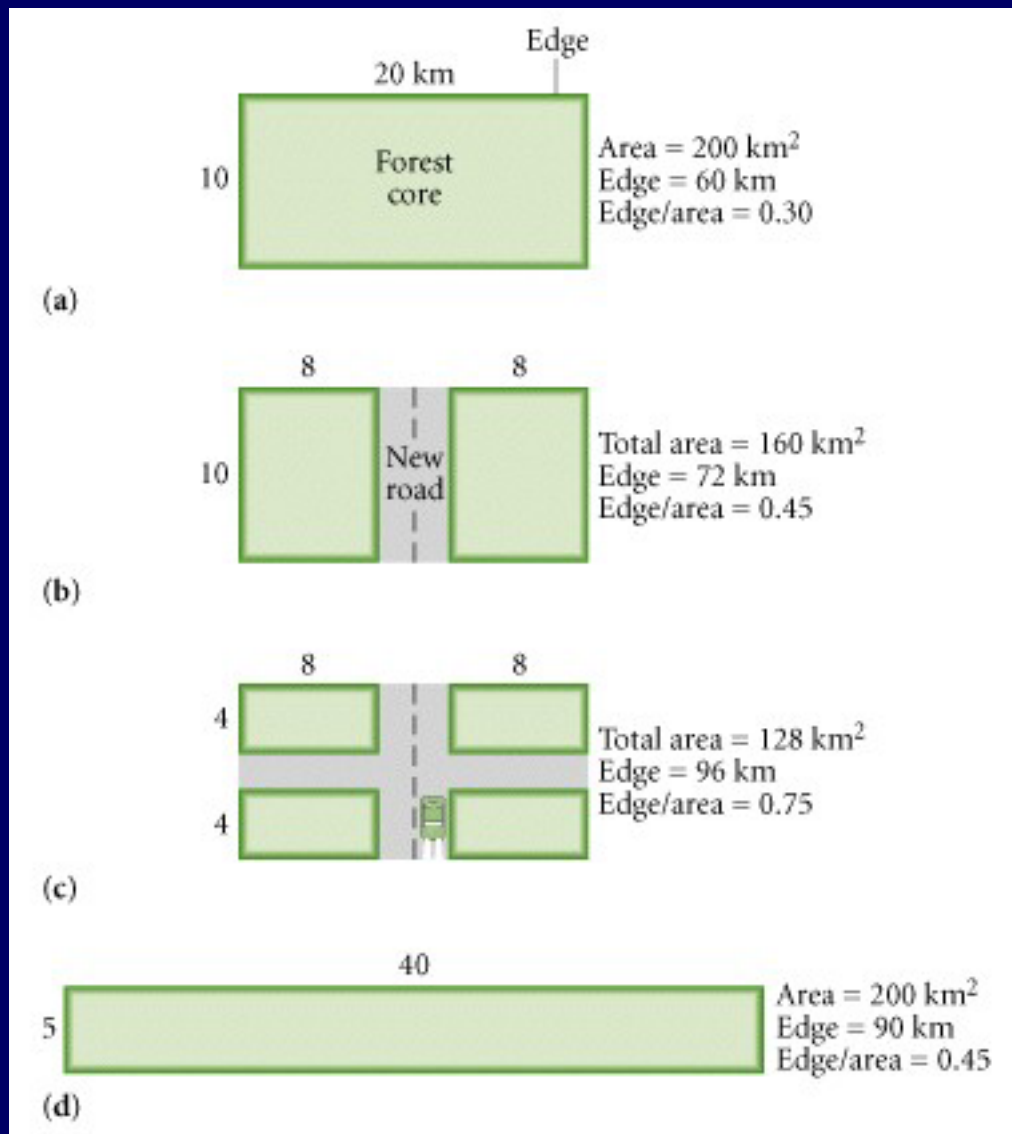
State	Wetland Type	Original Area (ha)	Percentage Lost
Iowa	Marshes	930,000	99
California	Marsh & delta	2,000,000	91
Nebraska	Potholes	38,000	91
Michigan	Marsh & bog	4,500,000	71
Minnesota	Marsh & bog	3,500,000	53
Louisiana	Woodland swamps & coastal marshes	2,300,000	50
Connecticut	Coastal marshes	6000	50
North Carolina	Pocosins	610,000	40
Wisconsin	Marshes	2,700,00	32

Source: Data from United Nations Environment Program, 1992.
This table represents only some of the states with depleted wetlands.



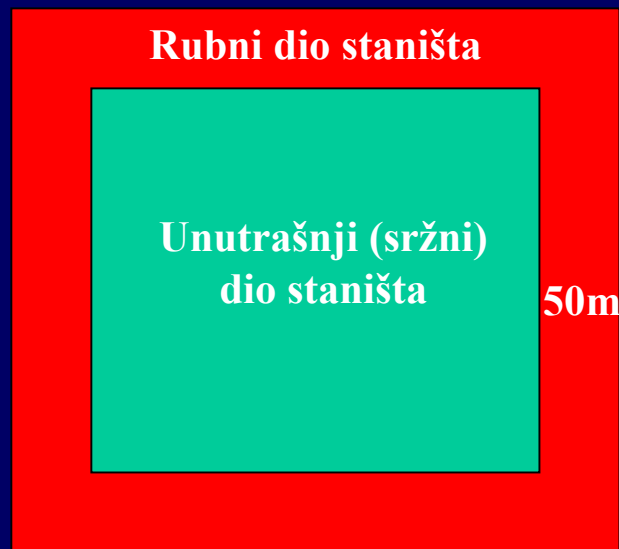
Fragmentacija (usitnjavanje) staništa



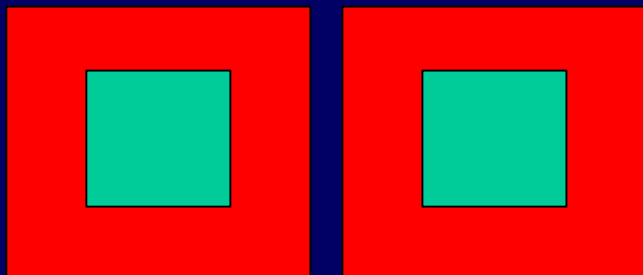
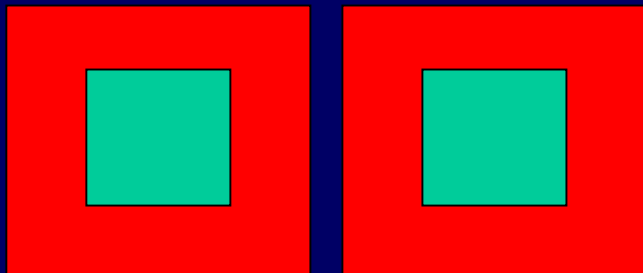


Većina zajednica sadrži vrste koje su karakteristične za unutrašnji (sržni) dio zajednice (**unutrašnje vrste**); kao i one vrste koje preferiraju rubne dijelove zajednice (**rubne vrste**)

Udio rubnih dijelova zajednice u odnosu na ukupnu površinu koju zauzima zajednica ovisi o stupnju fragmentiranosti zajednice, kao i o obliku prostora kojeg zajednica zauzima (izduženi oblik ima veći udio rubnih dijelova od kružnog oblika)



1000 m



500 m

“Rubni efekt”

$$\begin{aligned} P_{\text{RUBNI}} &= 1.000.000 \text{ m}^2 - 810.000 \text{ m}^2 \\ &= 190.000 \text{ m}^2 = 19 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{RUBNI}} &= (4 \times 250.000) - (4 \times 160.000) \\ &= 1.000.000 \text{ m}^2 - 640.000 \text{ m}^2 \\ &= 360.000 \text{ m}^2 = 36\% \end{aligned}$$

4. Zagađenje morskog okoliša

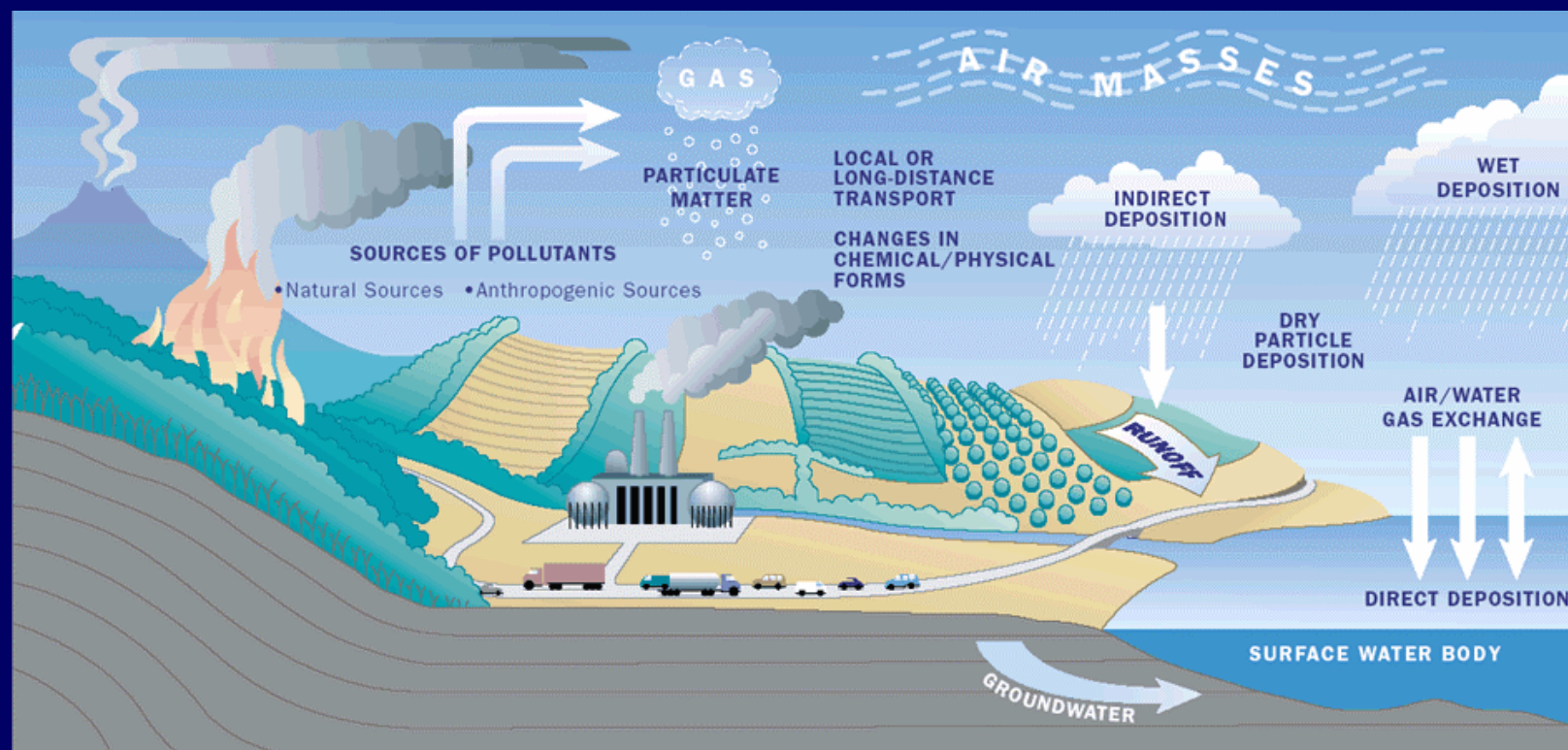


Izvori zagađenja mora:

KOPNO: rijeke, podzemne vode, ispiranje kišom, vjetar, aktivnost ljudi (otpadne vode, odlaganje otpada itd.)

ATMOSFERA: izmjena na granici more-atmosfera

MORE: plovila, podmorske bušotine, podmorski naftovodi i plinovodi itd.)



Tipovi zagađenja:

Kruti otpad

Toksične tvari

Radioaktivno zagađenje

Termalno zagađenje

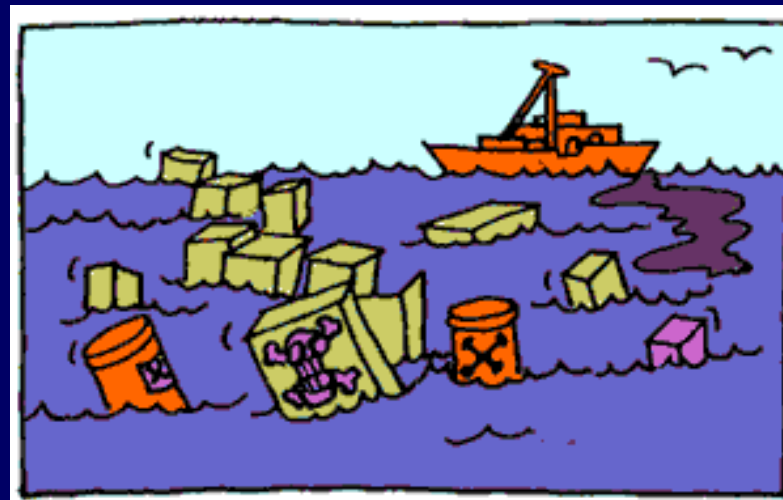
Biološko zagađenje

Eutrofikacija

Kruti otpad



Izvori krutog otpada sakupljenog na plažama



IZVOR	BROJ OTPADAKA	%
Turisti/rekreativci	64 272	22.1
Brodovi	50 654	17.4
Kanalizacija	39 240	13.5
Ribolov	36 467	12.5
Doneseno zrakom	2 822	1.0
Medicinski materijal	214	0.1
Neutvrđeni izvor	97 559	33.5

**Količine otpada odloženog
u Sjeverno more tijekom
1985. godine**



VRSTA MATERIJALA	GODIŠNJA KOLIČINA
Bagerirani otpad	5 milijuna tona
Kruti i tekući industrijski otpad	1.9 milijuna tona
Kanalizacijski talog	5 milijuna tona

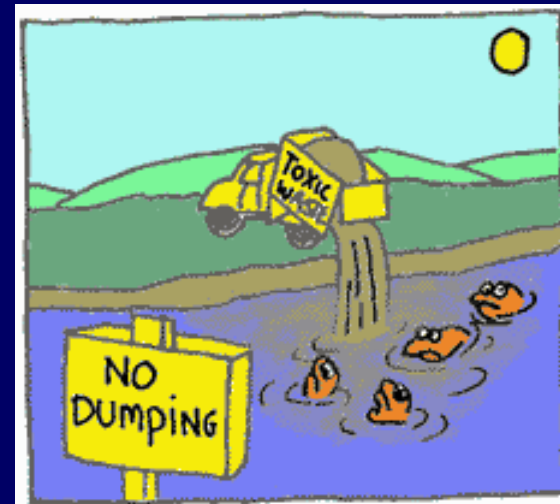
Vrijeme potrebno za razgradnju različitih vrsta materijala

VRSTA MATERIJALA	VRIJEME
Autobusna karta	2-4 tjedna
Pamučna tkanina	1-5 mjeseci
Kora od naranče ili banane	2 godine
Opušak	1-5 godina
Vunena odjeća	1-5 godina
Plastificirani papir	5 godina
Obojeni komad drveta	13 godina
Plastična vrećica	10-20 godina
Plastična kutijica za film	20-30 godina
Predmeti od najlona	30-40 godina
Predmeti od kože	50 godina
Limena konzerva	50 godina
Aluminijska konzerva	80-100 godina
Staklena boca	1 milijun godina
Plastična boca	BESKONAČNO

Toksične i opasne tvari



Toksične tvari



- Teški metali (Hg, Pb, Zn, Cu, Cd ...)
- Protuobraštajne boje (TBT – tri-butyl-tin)
- Pesticidi (lako se ispiru a sporo razgrađuju)
- Poliklorirani bifenili (PCB) – maziva
- Nafta (najmanje je toksična sirova nafta)
- Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) – derivati fosilnih goriva

Teški metali

- **Izvori teških metala**

- Otpadni pridukti brojnih industrijskih procesa (npr. industrija celuloze oslobađa živu)
- Urbana naselja (kanalizacijske vode; olovo na prometnicama)
- Teški metali su sastavni dio različitih pesticida i protuobraštajnih boja (tri-butyl-tin)

- **Djelovanje na organizme**

- Cink i bakar denaturiraju proteine
- Bakar blokira respiratorne krvne pigmente
- Živa i olovo djeluju na živčani sustav
- Kadmij djeluje na funkcije bubrega
- Organizmi imaju sposobnost stvaranja organskih kompleksa s metalima i na taj ih način čine manje toksičnim (iznimka je živa koja je upravo najtoksičnija u organskom kompleksu – metilživa)

- **Napori u rješavanju problema**

- Smanjenje primjene teških metala u industriji; pesticidi koji ne sadrže teške metale; bezolovni benzin itd.



Pesticidi

- Široko se primjenjuju u poljoprivredi, odakle ispiranjem tla dospijevaju u more
- Najopasniji pesticidi su oni koji imaju sljedeće osobine: (1) lako se ispiru iz tla; (2) u moru se sporo razgrađuju

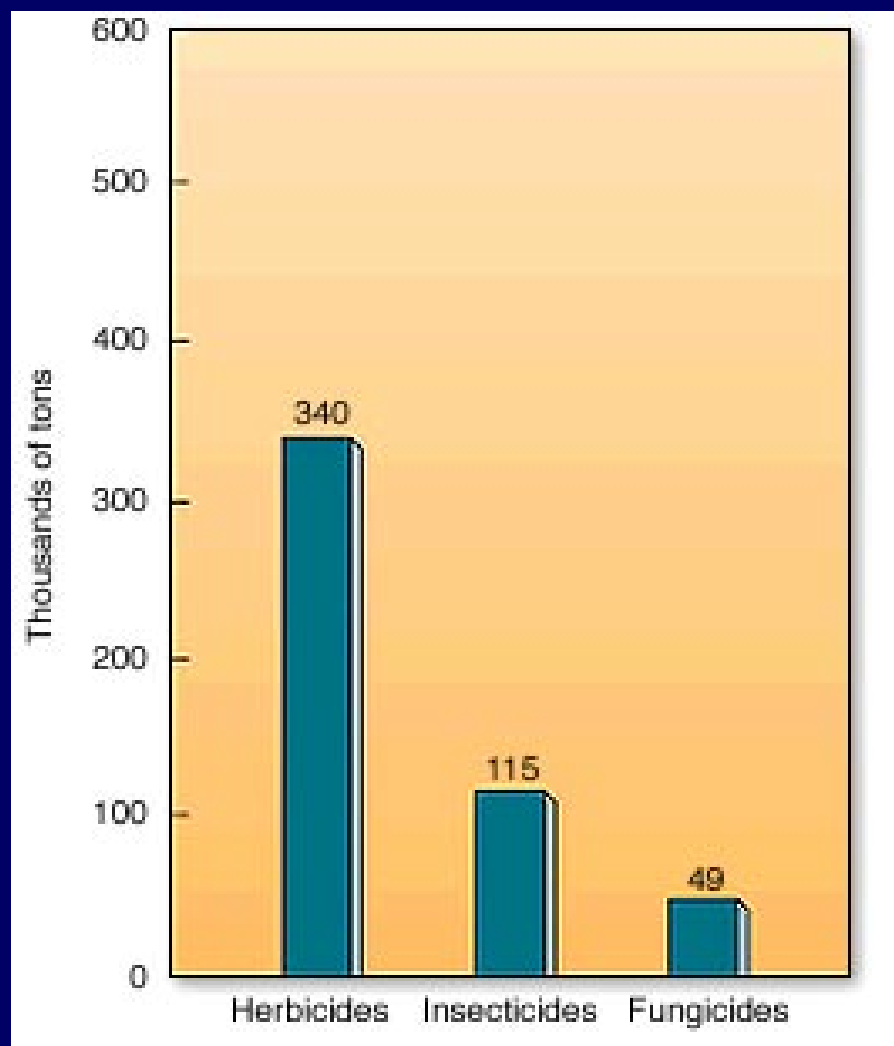
Poliklorirani bifenili (PCB)

- Široka primjena u industriji maziva
- Vrlo su toksični za sve morske organizme, te kancerogeni za ljude
- Kemijski su stabilni i netopljivi u vodi
- U ovu skupinu spojeva spada DIOKSIN (TCDD) koji je naopasniji otrov koji je čovjek proizveo.
- Nastaje spaljivanjem organske tvari; nusprodukt je organske kemijske industrije
- Bio je prisutan u kemikaliji “Agent Orange” koja je u vijetnamskom ratu upotrebljavana za defolijaciju šuma
- Izaziva poremećaje u metabolizmu masti; oštećuje jetru, slezenu, limfna tkiva

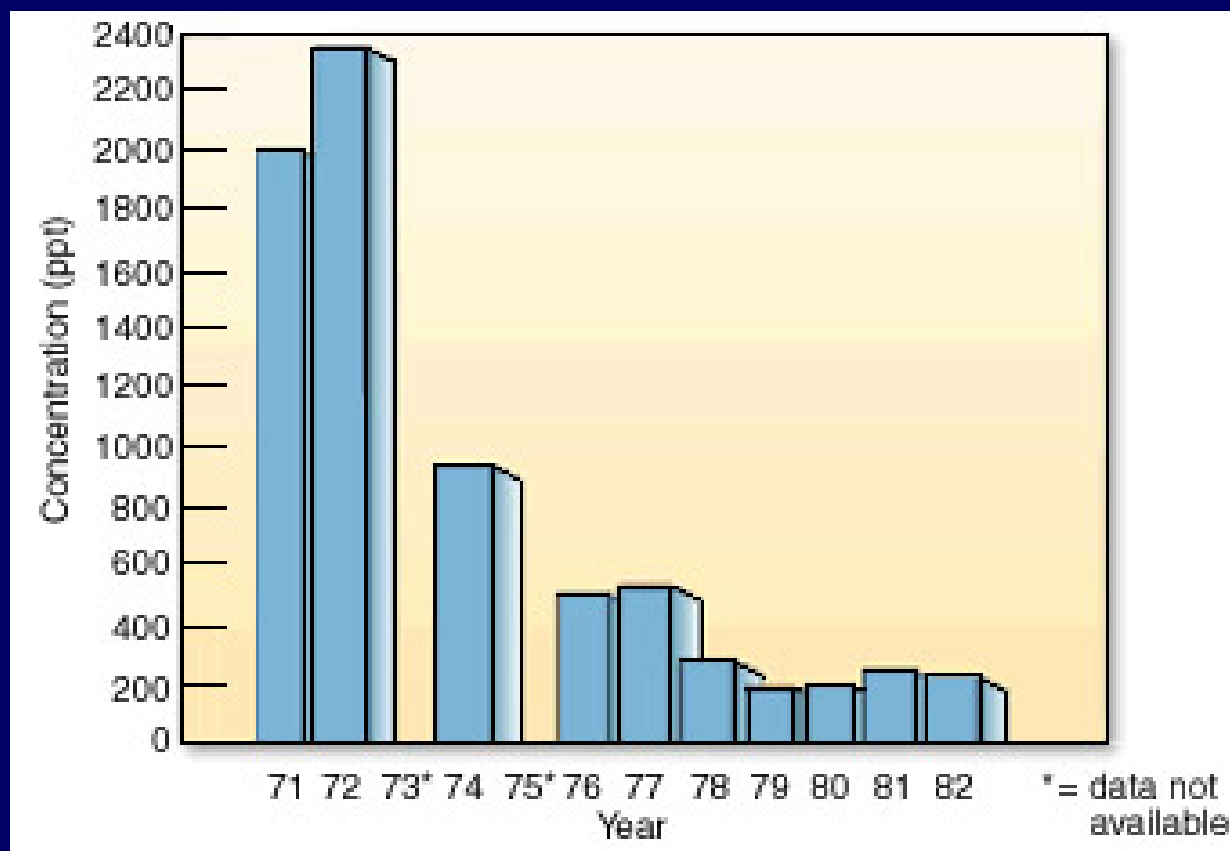
Pesticidi



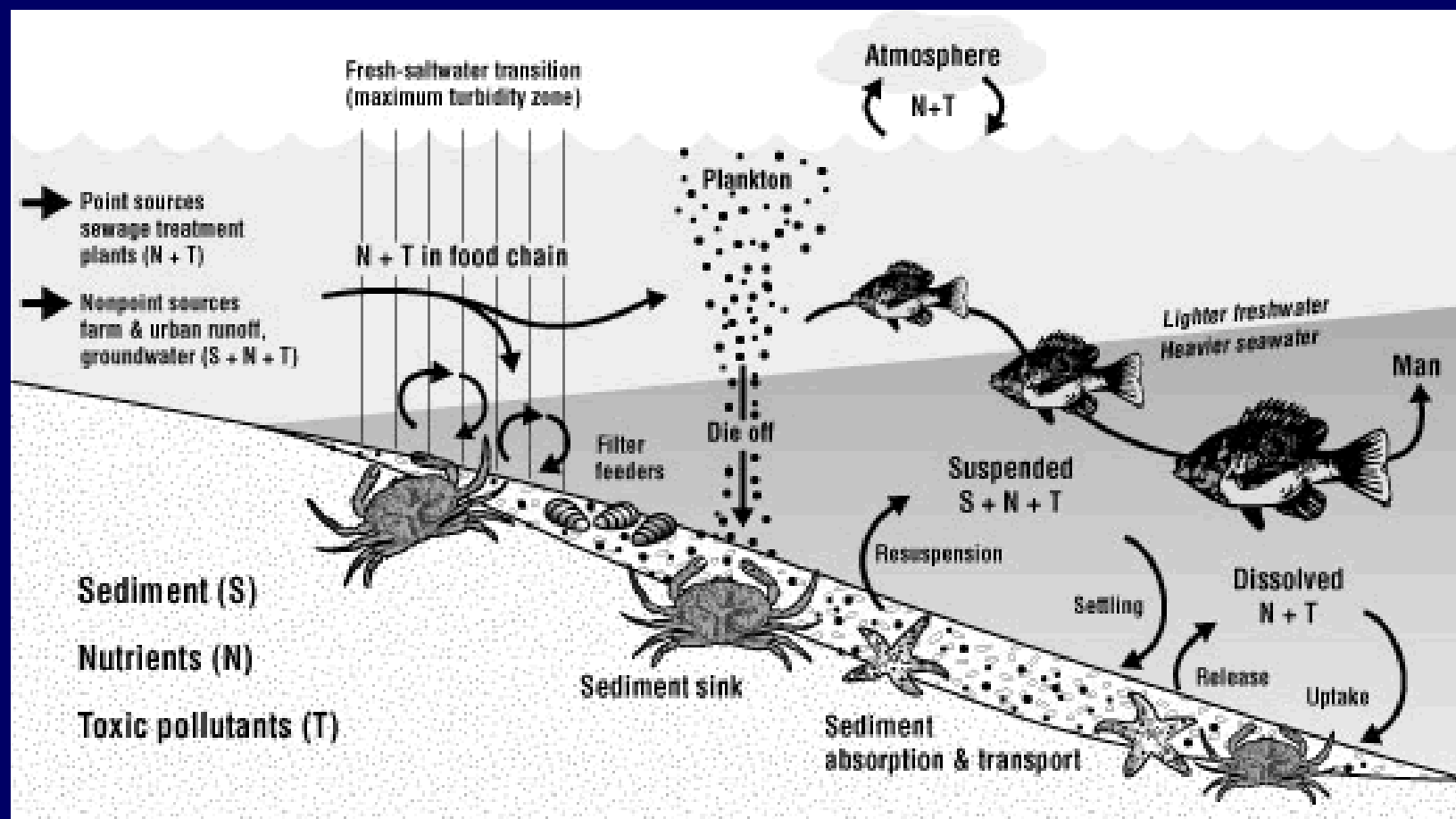
**Godišnje količine
pesticida koje se
upotrebljavaju u
SAD (podaci za
1995. godinu)**



Koncentracije dioksina u galebovima na području jezera Ontario



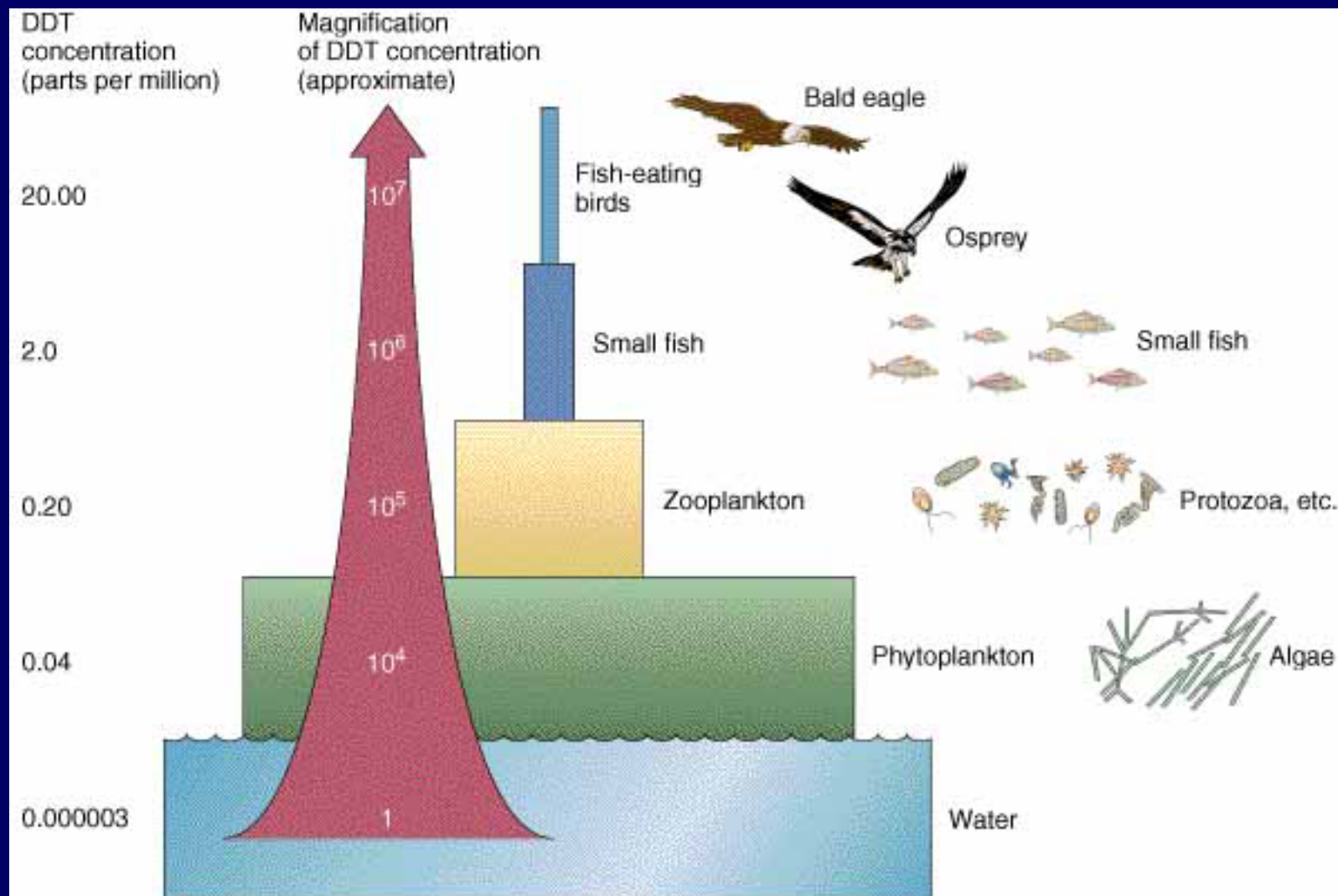
Fizikalni, kemijski i biološki procesi koji sudjeluju u protoku toksičnih tvari kroz ekosistem



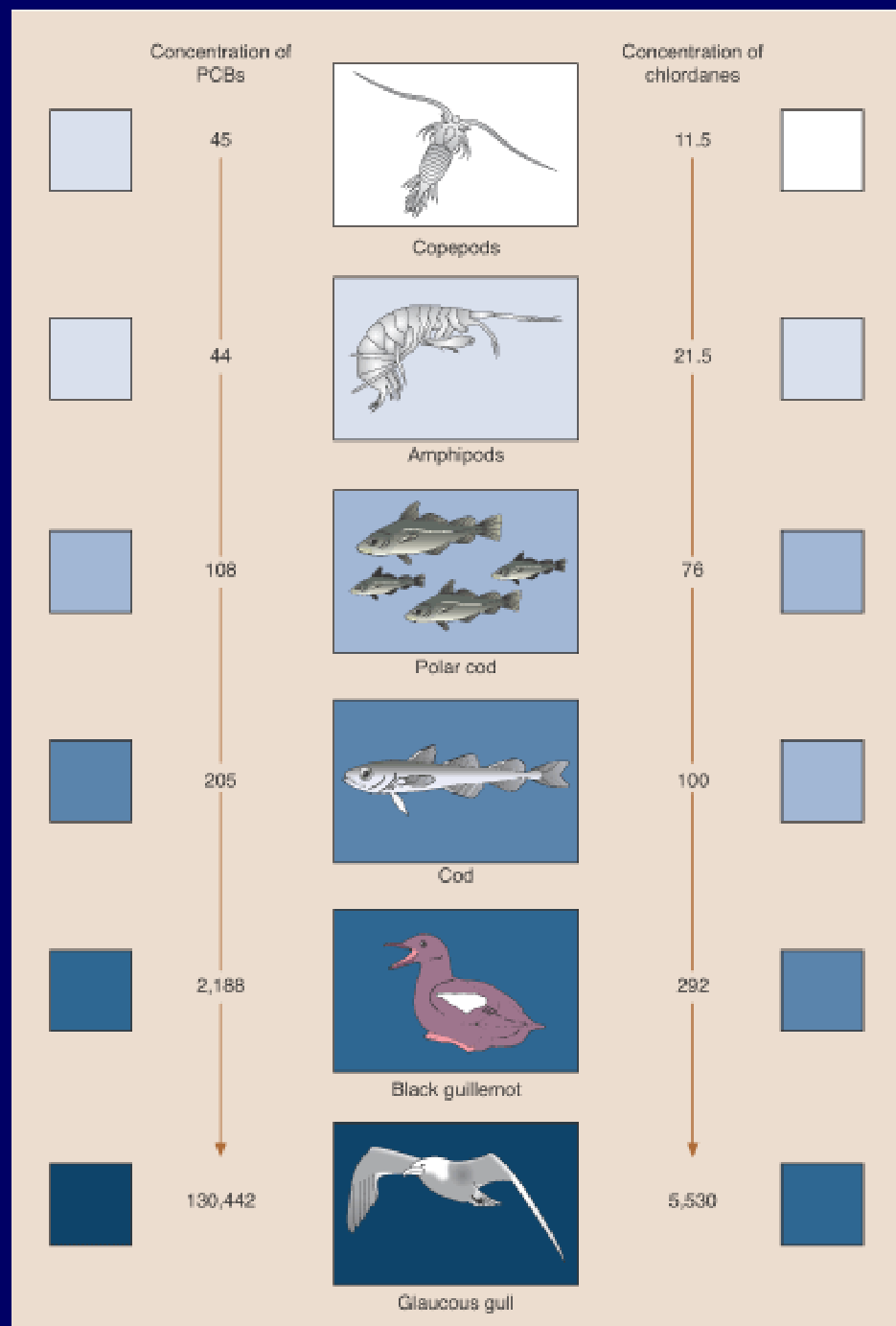
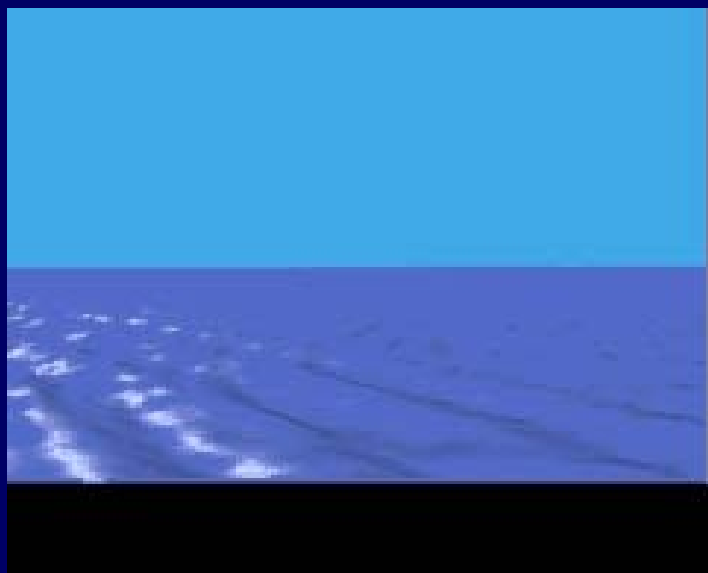
Bioakumulacija toksičnih tvari u morskim organizmima

- Jedna od karakteristika mnogih toksičnih tvari (teški metali, pesticidi, poliklorirani bifenili itd.) je njihovo koncentriranje u organizmima tijekom vremena (najčešće se koncentriraju u pojedinim tkivima i/ili organima)
- Na primjer, kadmij ima tendenciju akumuliranja u probavnim žlijezdama rakova.
- Pesticidi i poliklorirani bifenili su netopljivi u vodi, ali se lako otapaju u mastima pa se koncentriraju u masnim tkivima organizama (npr. nađene su visoke koncentracije pesticida DDT u masnom tkivu pingvina i drugih morskih ptica)
- Koncentracije toksičnih tvari se višestruko povećavaju duž hranidbenih lanaca (biomagnifikacija)

Povećanje koncentracija DDT-a duž hranidbenog lanca (biomagnifikacija)



Biomagnifikacija PCB-a i klordana (pesticida sličnog DDT-u)





**Nafta i policiklički aromatski
ugljikovodici (PAH)**

Nafta i policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)

- Sirova nafta je najmanje toksična jer sadrži manje od 5% toksičnih aromatskih spojeva
- Rafinirana ulja se daleko toksičnija jer sadrže 40-50% aromatskih spojeva
- Toksični aromatski ugljikovodici (derivati fosilnih goriva) zaustavljaju funkcije staničnih membrana što onemogućava čitav niz životnih funkcija kao što su razmnožavanje, razvitak jaja i ličinka, fitoplanktonsku proizvodnju itd.
- Kancerogeni su za sisavce i ribe

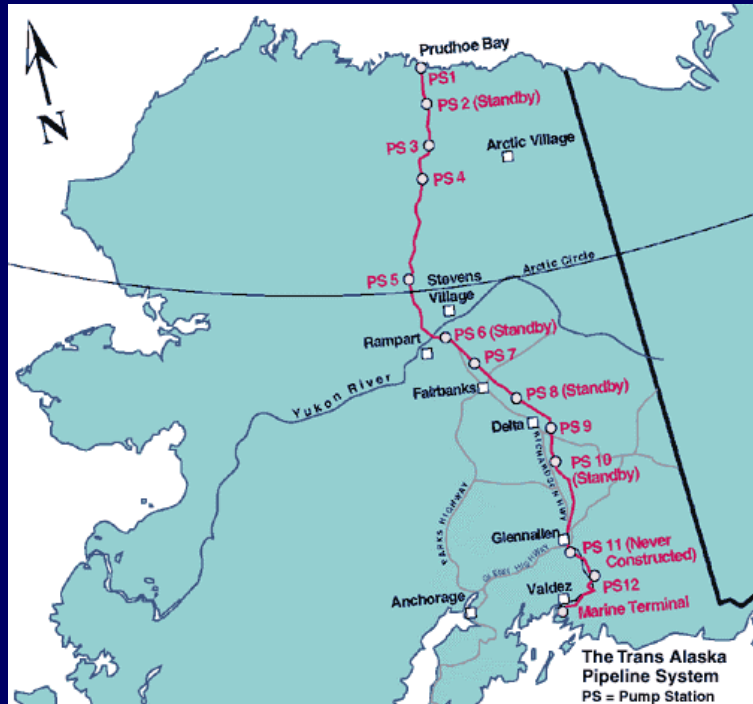


**Nafta ima poguban
utjecaj na morske ptice
jer upijanjem u njihovo
perje onemogućava letenje
i održavanje tjelesne
temperature što vrlo brzo
dovodi do njihove smrti**



Porijeklo nafte i naftnih derivata u svjetskim morima (procjena za razdoblje 1973-1981)

PORIJEKLO	KOLIČINA (u tisućama tona)
Gradovi	1080 – 2500
Tanker prilikom prekrcaja	600 – 1080
Nesreće tankera	300 – 400
Druge vrste nesreća	200 – 750
Taloženje iz atmosfere	300 – 600
Prirodna izviranja	200 – 600
Obalne rafinerije	60 – 200
Drugi obalni ispusti	50 – 150
Podmorske bušotine	50 – 80



**Tankeri, naftovodi i
podmorske bušotine često
su uzrok prisustva nafte u
morskom okolšu**

**Broj tankera koji je
plovio svjetskim
morima, broj
incidenata i ukupna
količina izlivena nafte
u more za razdoblje
1973-1991**

Godina	Broj tankera	Broj incidenata	Količina izlivena nafte (tona)
1973	3750	36	84,485
1974	3928	48	67,115
1975	4140	45	188,042
1976	4237	29	204,235
1977	4229	49	213,080
1978	4137	35	260,488
1979	3945	65	723,533
1980	3898	32	135,635
1981	3937	33	45,285
1982	3950	9	1,716
1983	3582	17	387,773
1984	3424	15	24,184
1985	3285	9	15,000
1986	3139	8	5,035
1987	3132	12	8,700
1988	3100	14	10,700
1989	3170	10	9,200
1990	3090	7	4,700
1991	3010	6	6,200

Radioaktivno zagađenje

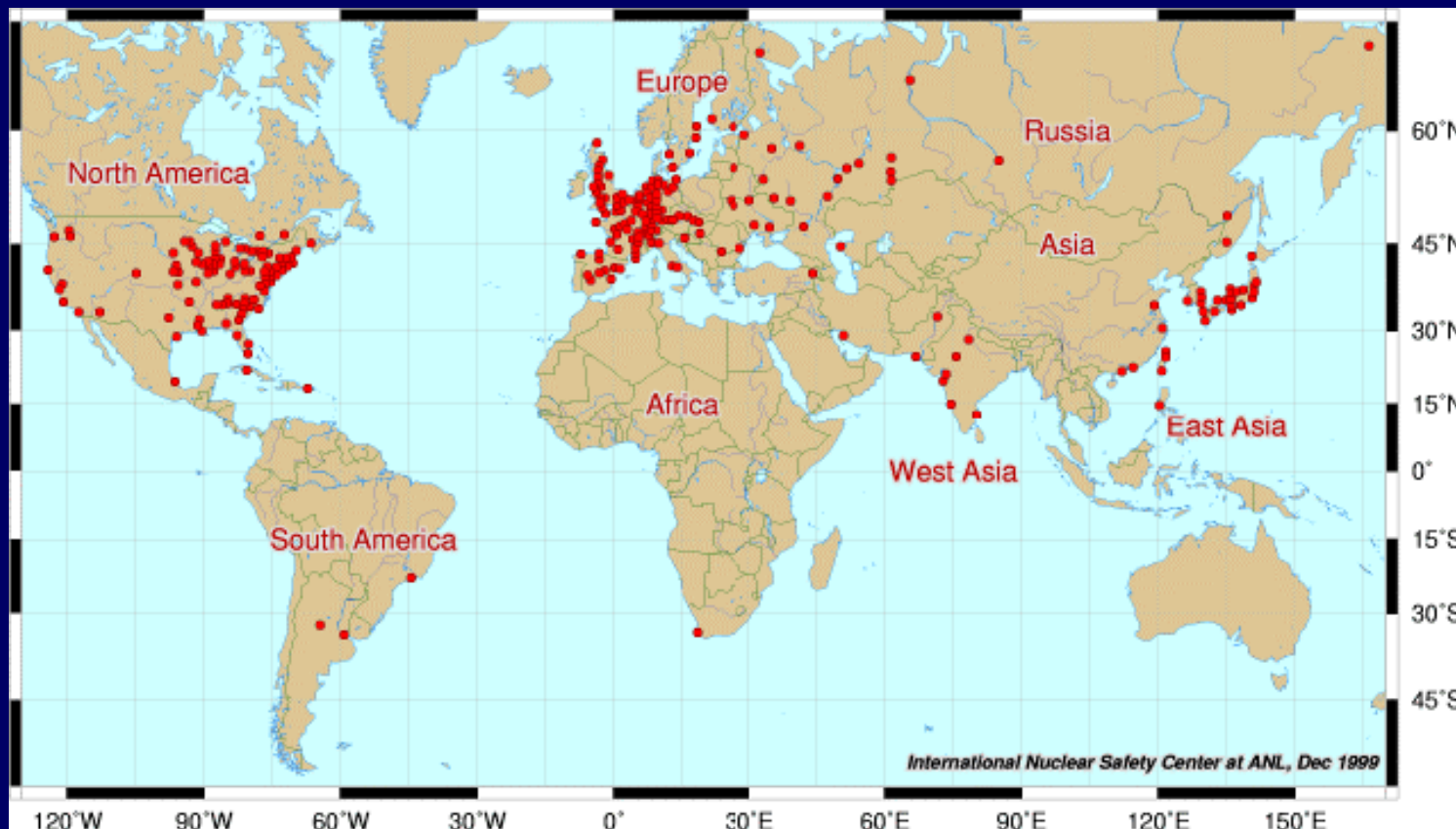


Radioaktivno zagađenje

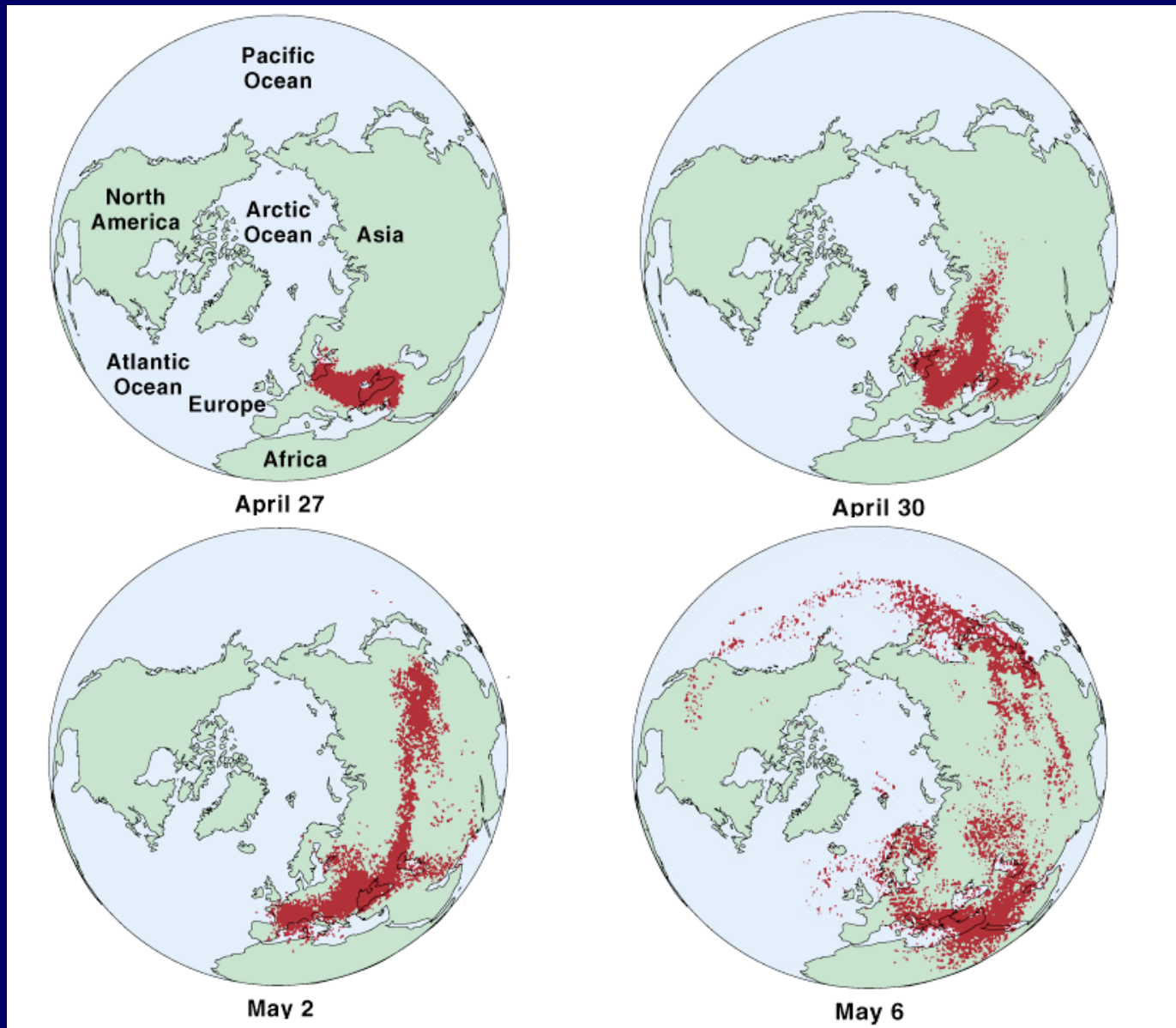
- Nuklearne elektrane i brojni nuklearni pokusi općenito su povećali prisutnost radioaktivnih izotopa na Zemlji, pa tako i u morskom okolišu
- Najznačajniji izotopi koji su prisutni u morskoj vodi su Cezij-137, Stroncij-90 i Plutonij-239
- Akutne visoke radijacije do kojih može doći incidentnim situacijama uglavnom imaju letalni učinak
- Kronična izloženost niskim radijacijama može imati za posljedicu različite oblike karcinoma, te genetičke promjene kod organizama
- Kao i u slučaju teških metala i pesticida, radioaktivne doze se akumuliraju tijekom vremena u organizmu



Najveći broj nuklearnih elektrana u svijetu koncentriran je u Europi, SAD-u i Japanu, a mnoge su smještene na morskoj obali



Širenje radioaktivnog oblaka nakon incidenta u nuklearnoj elektrani u Černobilu



Termalno zagađenje

- Mnoga industrijska postrojenja, posebice nuklearne i termo elektrane koriste morsku vodu kao rashladnu i nakon njenog prolaska kroz sustave za hlađenje ispuštaju je natrag u more ali zagrijanu iznad temperature okolnog mora
- Zagrijana morska voda djeluje na morske organizme i ekosisteme na dva načina:
 - Nagla promjena temperature koja se događa u neposrednoj blizini ispusta može izazavati trenutačnu smrt (letalni efekt) ili stres i fiziološke poremećaje (subletalni efekti)
 - Povišenje temperature mora može rezultirati povećanom primarnom proizvodnjom i bakterijskom razgradnjom može imati za posljedicu ubrzavanje procesa eutrofikacije

Biološko zagađenje



Bakterije

Gljivice

Virusi

Paraziti

Alohtoni mikroorganizmi u moru

Odakle dospijevaju u more?

Fekalnim (komunalnim) otpadnim vodama

Rijekama

Atmosferom

Kupačima

Volumen i postotak tretiranih otpadnih voda u nekim zemljama Mediterana

Država	Volumen	% tretiranih
Francuska	$361 \times 10^6 \text{m}^3/\text{god}$	87
Španjolska	$589 \times 10^6 \text{m}^3/\text{god}$	69
Slovenija	$4.6 \times 10^6 \text{m}^3/\text{god}$	82
Hrvatska	$71.4 \times 10^6 \text{m}^3/\text{god}$	12
Cipar	$16.6 \times 10^6 \text{m}^3/\text{god}$	14

Postrojenje za obradu otpadnih voda

Najveći dio otpadnih
voda fekalnog
porijekla se u
Hrvatskoj još uvijek
ispušta u more bez
prethodnog tretmana



PATOGENE BAKTERIJE U MORSKOJ VODI (prema WHO/UNEP 1995)

Salmonella	<i>S. typhi, S. paratyphi A i B</i>
Shigella	<i>S. dysenteriae, S. flexneri, S. boydii, S. sonnei</i>
Vibrio	<i>V. cholerae, V. fluvialis, V. metschnikovii, V. parahaemolyticus*, V. alginoliticus* (*autohtone morske)</i>
Staphylococcus	<i>S. aureus</i>
Pseudomonas	<i>P. aeruginosa</i>
Campylobacter	<i>C. jejuni, C. coli, C. faecalis</i>
Aeromonas	<i>A. hydrophilla, A. sobria</i>
Streptococcus	<i>S. faecalis, S. faecium, S. bovis, S. equinus</i>
Clostridium	<i>C. perfringens</i>
Yersinia	
Klebsiella	<i>K. pneumoniae</i>

PATOGENE GLJIVICE U MORSKOJ VODI (prema podacima WHO/UNEP, 1995)

Rod	Vrsta
Candida	(<i>C. albicans</i>) – najčešće pješčane plaže
Mucor	
Fusarium	
Rhizopus	

**PREGLED HUMANIH VIRUSA KOJI MOGU BITI PRISUTNI U
ZAGAĐENOM MORU (B. ST.- broj serotipova)
(Prema: Schwartzbord i Deloince, 1995.)**

PORODICA	ROD	VIRUS	B. ST.	BOLESTI
PICORNAVIRIDAE	Enterovirus	Poliovirus	3	Paraliza, menengitis, groznica, polionielitis
		Coxsackie A virus	23	Herpangina, respiratorne bolesti, menengitis, groznica
		Coxsackie B virus	8	Miokardija, kongenitalna srčana anomalija, groznica, menengitis, respiratorne bolesti, pleurodinia
		Echovirus	32	Menengitis, respiratorne bolesti, akutni hemoragični konjuktivitis, groznica
		Enterovirus	4	Menengitis, encephalitis, groznica, respiratorne bolesti, akutni hemoragički konjuktivitis
	Hepatovirus	Hepatitis A virus	1	Virusni hepatitis A
REOVIRIDAE	Reovirus	Humani Reovirus	3	Nisu jasno utvrđene
	Rotavirus	Humani Rotavirus	6	Gastroenteritis

PREGLED HUMANIH VIRUSA KOJI MOGU BITI PRISUTNI U ZAGAĐENOM MORU – nastavak tablice

PORODICA	ROD	VIRUS	B. ST.	BOLESTI
CALCIVIRIDAE	Calcivirus	Humani Calcivirus	3 (5)	Gastroeneritis
		Norwalk virus	1	Gastroenteritis
		Mali okrugli virus	13	Gastroenteritis
	Astrovirus	Hepatitis E virus	1	Infektivni hepatitis
		Humani Astrovirus	5	Gastroenteritis
		Parvovirus-sličan	1	Gastroeneritis
CORONAVIRIDAE	Coronavirus	Humani Coronavirus	1	Enterokolitis
		Coronavirus-sličan		Gastroenteritis
ADENOVIRIDAE	Masadenovirus	Humani Adenovirus	41	Respiratorne bolesti, infekcije očikju, gastroenteritis

PREGLED VIRUSA IZOLIRANIH IZ MORSKOG OKOLIŠA NA PODRUČJU MEDITERANA (PREMA: WHO/UNEP, 1995.)

VIRUS	LOKACIJA	SUPSTRAT
Enterovirus		
Poliovirus	Italija Italija Grčka	Sedimenti Morska voda Otpadne vode, morska voda
Echovirus	Italija, Francuska Grčka Grčka Francuska Francuska Francuska	Morska voda Otpadne vode Morska voda Morska voda Morska voda Otpadne vode
Coxsackie virus A	Francuska Francuska	Morska voda Otpadne vode
Coxsackie virus B	Italija, Francuska Grčka Francuska Francuska Grčka Francuska	Morska voda Otpadne vode Otpadne vode Morska voda Morska voda Morska voda

**PREGLED VIRUSA IZOLIRANIH IZ MORSKOG OKOLIŠA NA
PODRUČJU MEDITERANA – nastavak tablice**

VIRUS	LOKACIJA	SUPSTRAT
Hepatitis A virus	Španjolska	Otpadne vode
Neidentificiran	Francuska Italija	Morska voda Sedimenti
Neidentificiran	Grčka Italija	Otpadne vode, morska voda Otpadne vode, morska voda
Drugi virusi Adenovirus	Grčka Francuska Francuska Italija	Otpadne vode Otpadne vode Otpadne vode Morska voda
Rotavirus	Španjolska	Otpadne vode

Eutrofikacija



Eutrofikacija

Eutrofikacija je proces obogaćivanja vodenog staništa hranjivima što ima za posljedicu porast fitoplanktonske biomase, povećan protok partikulirane organske tvari prema dnu gdje se odvijaju intenzivni procesi bakterijske razgradnje koji troše kisik. Eutrofikacija se događa kao prirodni proces koji se odvija sporo, ali postaje problem kada se odvija ubrzano zbog utjecaja čovjeka (antropogena eutrofikacija)

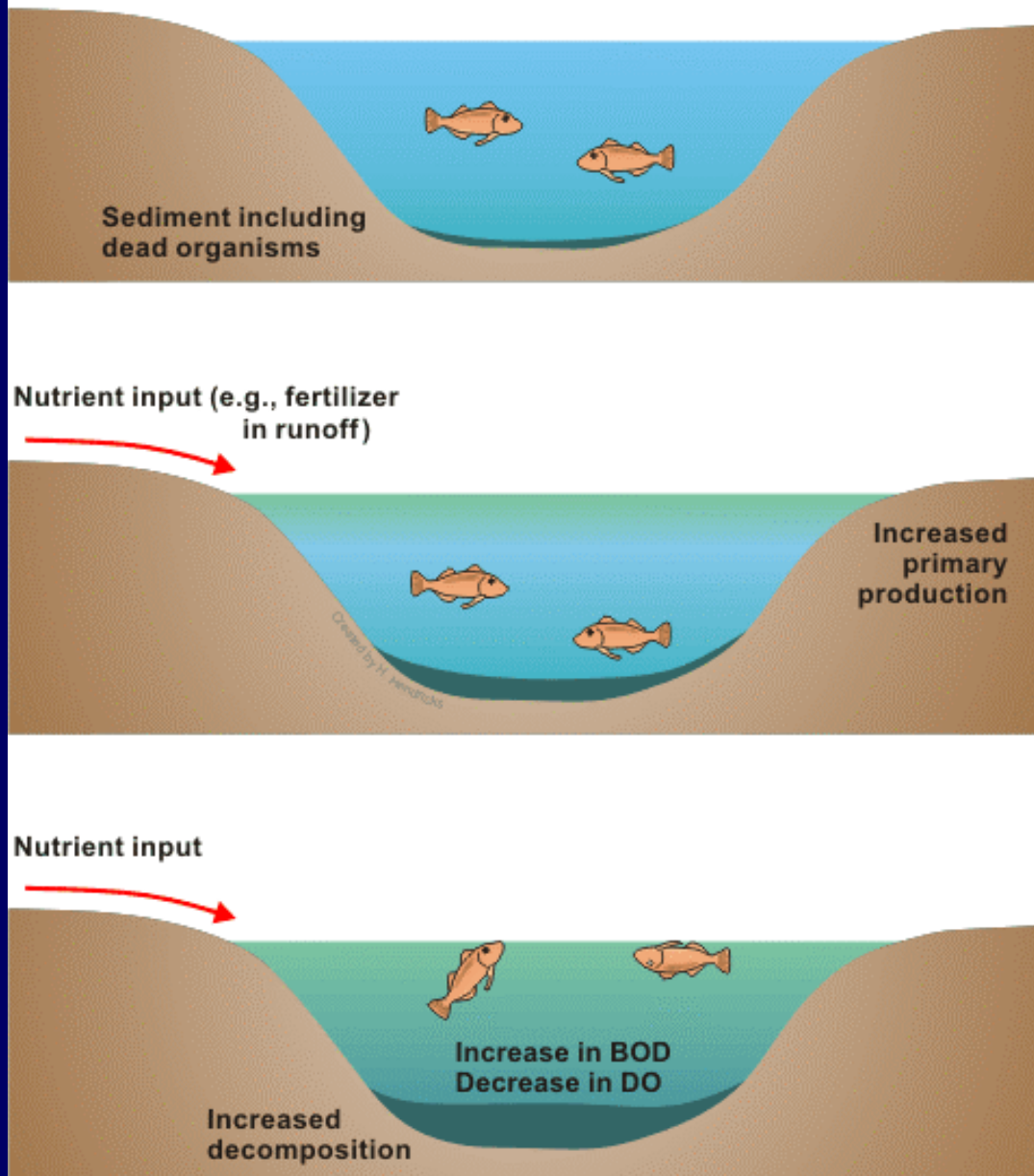
POSLJEDICE EUTROFIKACIJE:

Fitoplanktonske cvatnje

- netoksične
- toksične

Hipoksija, anoksija

Impact of Cultural Eutrophication

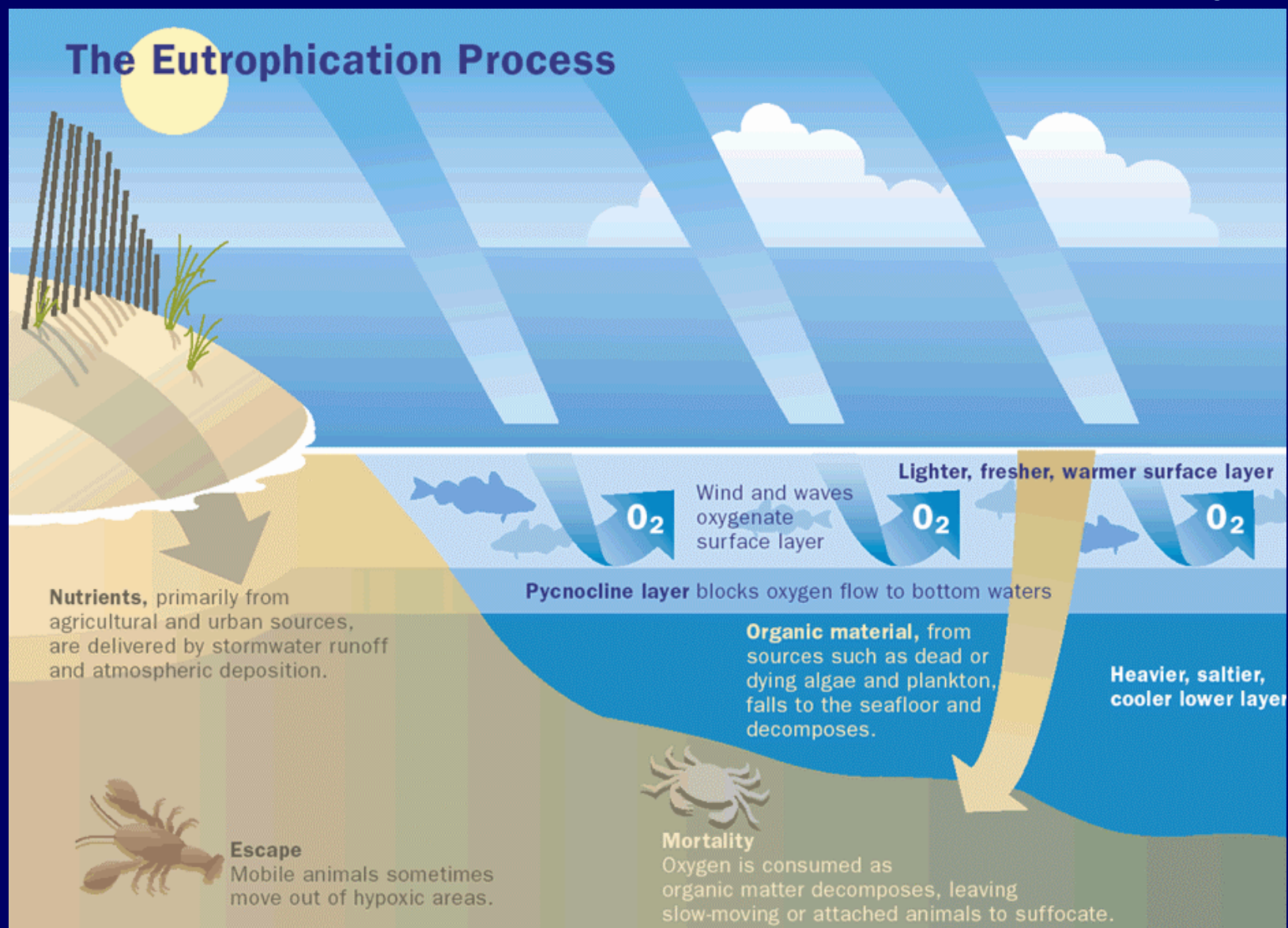


U uvjetima niske eutrofikacije (oligotrofni uvjeti) more je bistro i prozirno, fitoplanktonska biomasa niska, koncentracije otopljenog kisika visoke

Obogaćivanjem hranjivima raste primarna proizvodnja i biomasa fitoplanktona, povećava se količina partikulirane organske tvari na dnu

U uvjetima visoke eutrofikacije (eutrofni uvjeti) biološka potrošnja kisika raste (bakterijska razgradnja organske tvari), koncentracije kisika opadaju. Dolazi do pojava hipoksije i anoksije

Proces eutrofikacije





**Dodatkom
hranjivih soli
došlo je do
eutrofikacije
jezera**

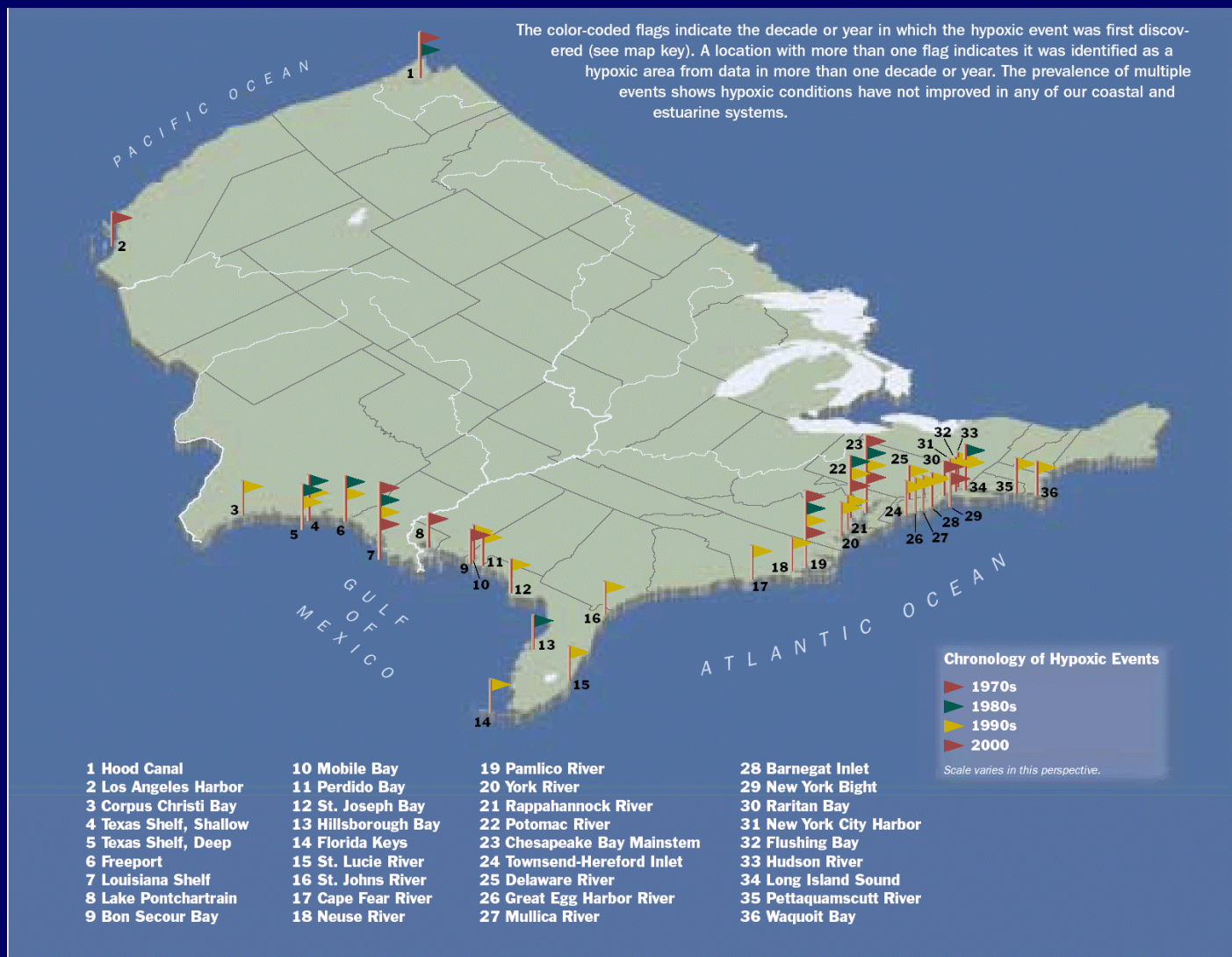


**Prije
eutrofikacije**



**Nakon
eutrofikacije**

Pojave hipoksije u obalnim područjima SAD-a gdje je utjecaj čovjeka velik (urbane zone)





Netoksične cvatnje



**Sluzave dijatomejske
cvatnja u srednjem
Jadranu u lipnju
2002.godine**



Sluzava dijatomejska cvatnja



Phaeocystis sp.



Phaeocystis sp.



Toksične vrste fitoplanktona u Jadranu:

Alexandrium minutum, A. tamarense

*Dinophysis acuminata, D. acuta, D. caudata, D. fortii,
D. sacculus, D. mitra, D. tripos, D. rotundata*

*Gonyaulax polygramma
Gymnodinium sanguineum,
Lingulodinium polyedrum
Noctiluca scintilans,
Protoperidinium crassipes,
Prorocentrum micans, P. lima, P. minimum*

Pseudo-nitzschia cf. seriata



Dinoflagelat *Dinophysis fortii* je najtoksičnija vrsta iz roda *Dinophysis*

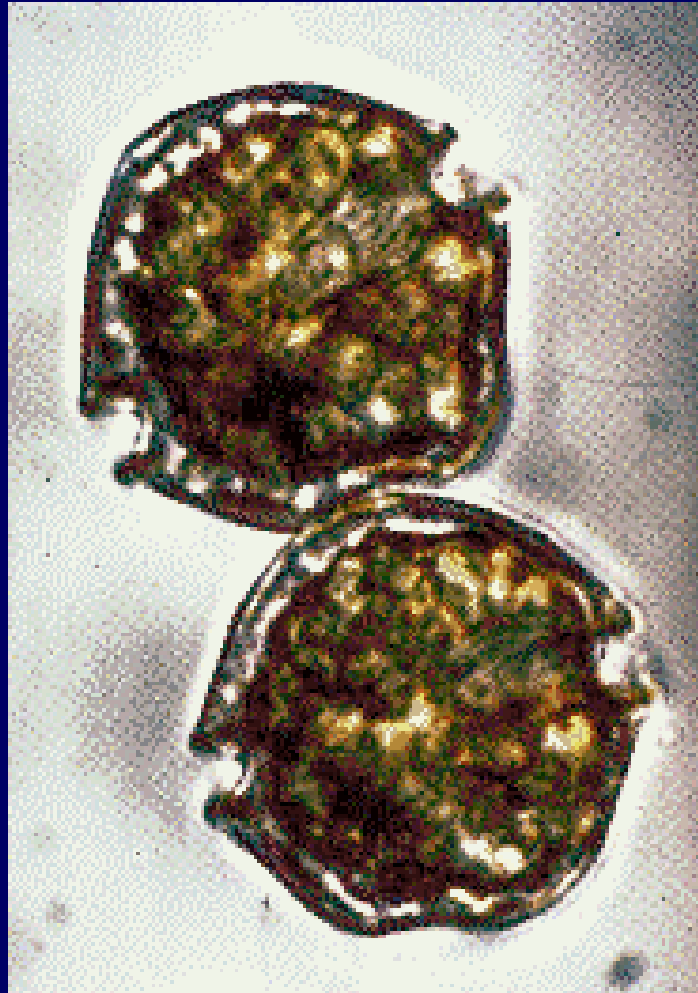


Dinoflagelat *Prorocentrum lima*



Cvatnja dinoflagelata
Lingulodinium polyedrum

Alexandrium tamarense –red tide vrsta



Cvatnja dinoflagelata
Noctiluca scintillans



Dinoflagelat
Noctiluca scintillans



Osobita opasnost od patogenih mikroorganizama i biotoksina prisutna je kroz konzumaciju školjkaša

- Školjkaši su rizična skupina organizama za ljudsko zdravlje, a razlozi za to su sljedeći:
 - PREHRANA
 - Filtracija morske vode
 - U prosjeku 40 l/dan
 - U optimalnim uvjetima 80 l/dan
 - Koncentriranje mikroorganizama na škragama, probavilu i drugim djelovima tijela
 - SESILNOST
 - JESTIVOST
 - PRISTUPAČNOST
 - RASPROSTRANJENOST
 - PRIPREMA ZA JELO



INFEKCIJE I TROVANJA PUTEM ŠKOLJKAŠA



Bakterijske infekcije

Bakterijska trovanja

Virusne infekcije

Parazitske infekcije

Biološka zagađenja
(patogeni mikroorganizmi)

Trovanja biotoksinima

Toksična fitoplanktonska "cvjetanja"

Kemijska trovanja

Toksične tvari (kumulativne i nekumulativne)

Teški metali, protuobraštajne boje, pesticidi, PCB-poliklorirani bifenili (kancerogeni), PAH-pol ciklički aromatski ugljikovodici, nafta i sl.

NAJČEŠĆI PATOGENI PRENOSIVI PUTEM ŠKOLJKAŠA

Bakterijske infekcije:

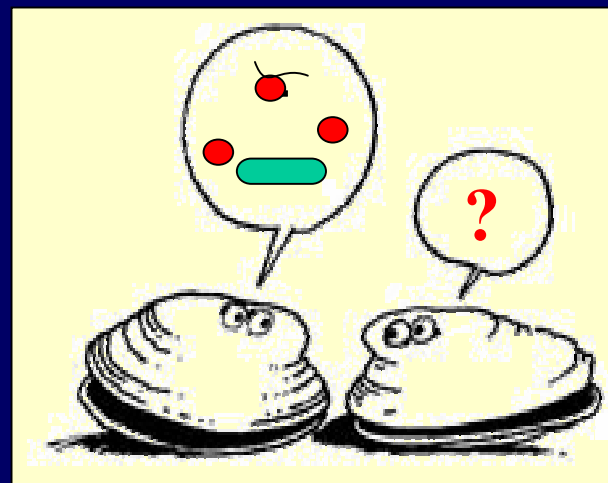
- Salmonella: *S. typhi* (tifoidna groznica, salmoneloze)
- Vibrio: *V. parahaemolyticus* (dijareja), *V. cholerae* (kolera)
- *Staphylococcus aureus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Aeromonas hydrophyla*

Bakterijska trovanja:

- *Clostridium perfringes*, *C. botulinum*

Virusne infekcije:

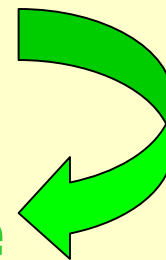
- hepatitis tipa A
- enterovirusi



Uzročnici toksičnog cvjetanja



Dinoflagelati



Dijatomeje



PSP (Paralytic Shellfish Poisoning)
DSP (Diarrethic Shellfish Poisoning)
NSP (Neurotoxic Shellfish Poisoning)
AZA (Azaspiracid Poisoning)
VSP (Venerupin Shellfish Poisoning)
CFP (Ciguatera Fish Poisoning)



ASP (Amnestic Shellfish Poisoning)



Trovanja uzrokovana biotoksinima

PSP

Alexandrium minutum, A. catanella, A. fundyense, A. tamarense, A. taylori, Pyrodinium bahamense

DSP

Dinophysis fortii, D. acuminata, D. acuta, D. caudata, D. tripos, D. rotundata, D. sacculus, Prorocentrum lima

NSP

Gymnodinium breve (Karenia brevis)

AZA

Protoperidinium crassipes

VSP

Prorocentrum minimum

CFP

Gambierdiscus toxicus, P. lima, P. concavum, P. emarginatum, Ostreopsis ovata, O. lenticula, Scripsiella subsalsa, Amphidinium carterae.

ASP

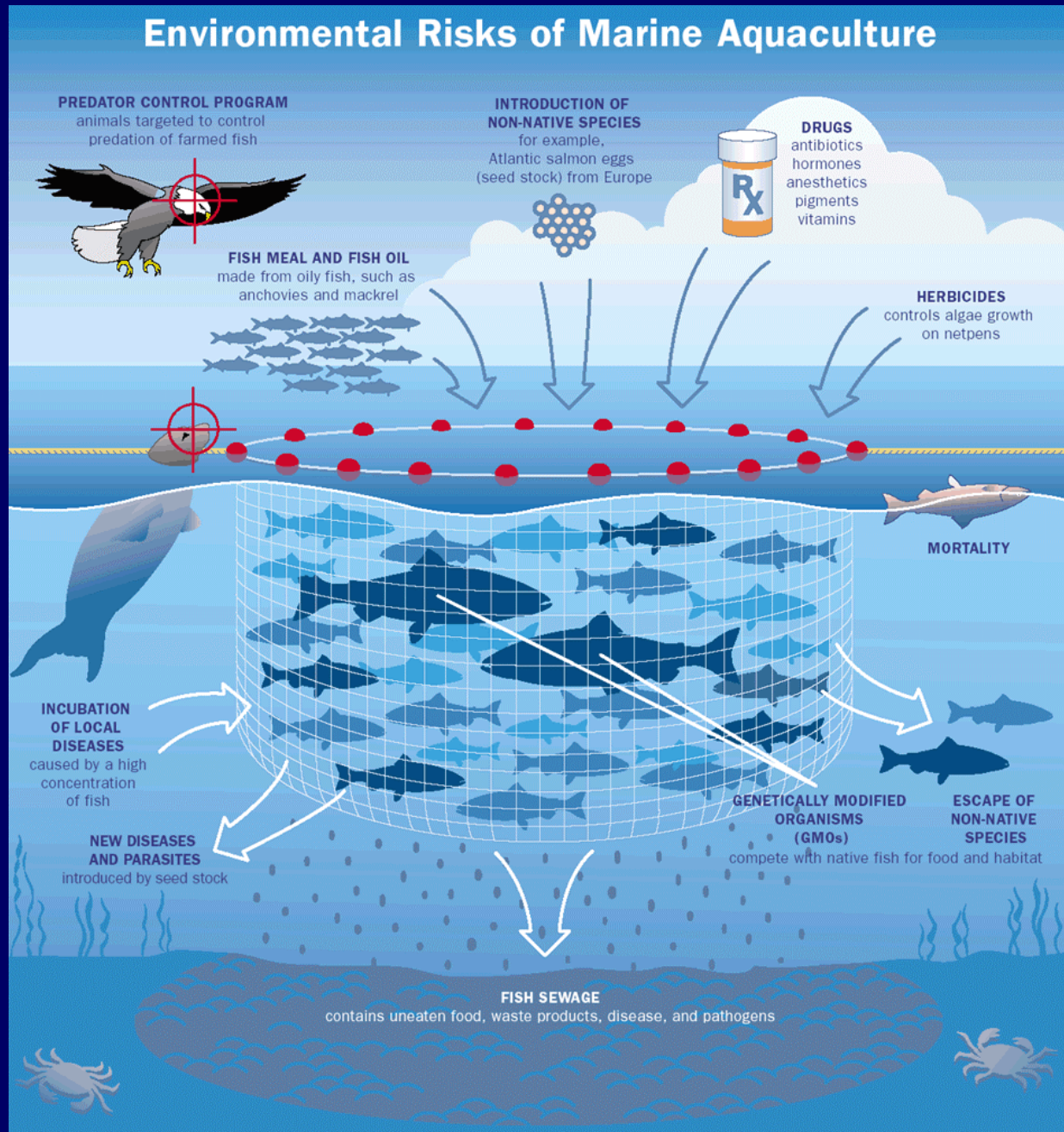
Pseudo-nitzschia pungens, Pseudo-nitzschia australis, Pseudo-nitzschia multiseriis

M. Šolić: Ekologija mora

TOKSIN/UZROČNIK	SIMPTOMI	DJELOVANJE
PSP (Paralitičko trovanje)	Već nakon 30-tak min; utruće lica, jezika i usta; paraliza udova, dišnih organa i smrt (smrtnost 8-14%)	Spriječava prijenos živčanih podražaja (priječi ulaz Na ⁺ u stanicu)
DSP (Dijaretičko trovanje)	Povraćanje, proljev (često se dijagnosticira kao bakterijsko trovanje hranom)- nekoliko dana	Probavni poremećaji; postoje naznake da potiču razvitak tumora
NSP (Neurotoksično trovanje)	Glavobolja, mučnina, bol u mišićima, povraćanje, drhtavica, otežano disanje - kratkotrajno	Djelovanje na živčani sustav (stimulira ulazak Na ⁺ u stanicu)
ASP (Amnezijsko trovanje)	Povraćanje, proljev, halucinacije, kratkotrajni gubitak pamćenja	Djelovanje na živčani sustav
VSP (Venerupinsko trovanje)	Probavne smetnje, glavobolja, krvarenje iz nosa, usta i desni, u ozbiljnim slučajevima žutica i podljevi, u ekstremnim slučajevima atrofija jetre, delirij i gubitak svijesti	
AZP (Azaspiracidno trovanje)	Otkriveno 1995. Probavne smetnje slično DSP, ali novi toksin (azaspiracid)	
CFP (ciguatera trovanje ribama)	Slično simptomima NSP, ali traje duže (mjeseci, godine)	Slično djelovanju NSP

Štetni utjecaji marikulture na morski okoliš

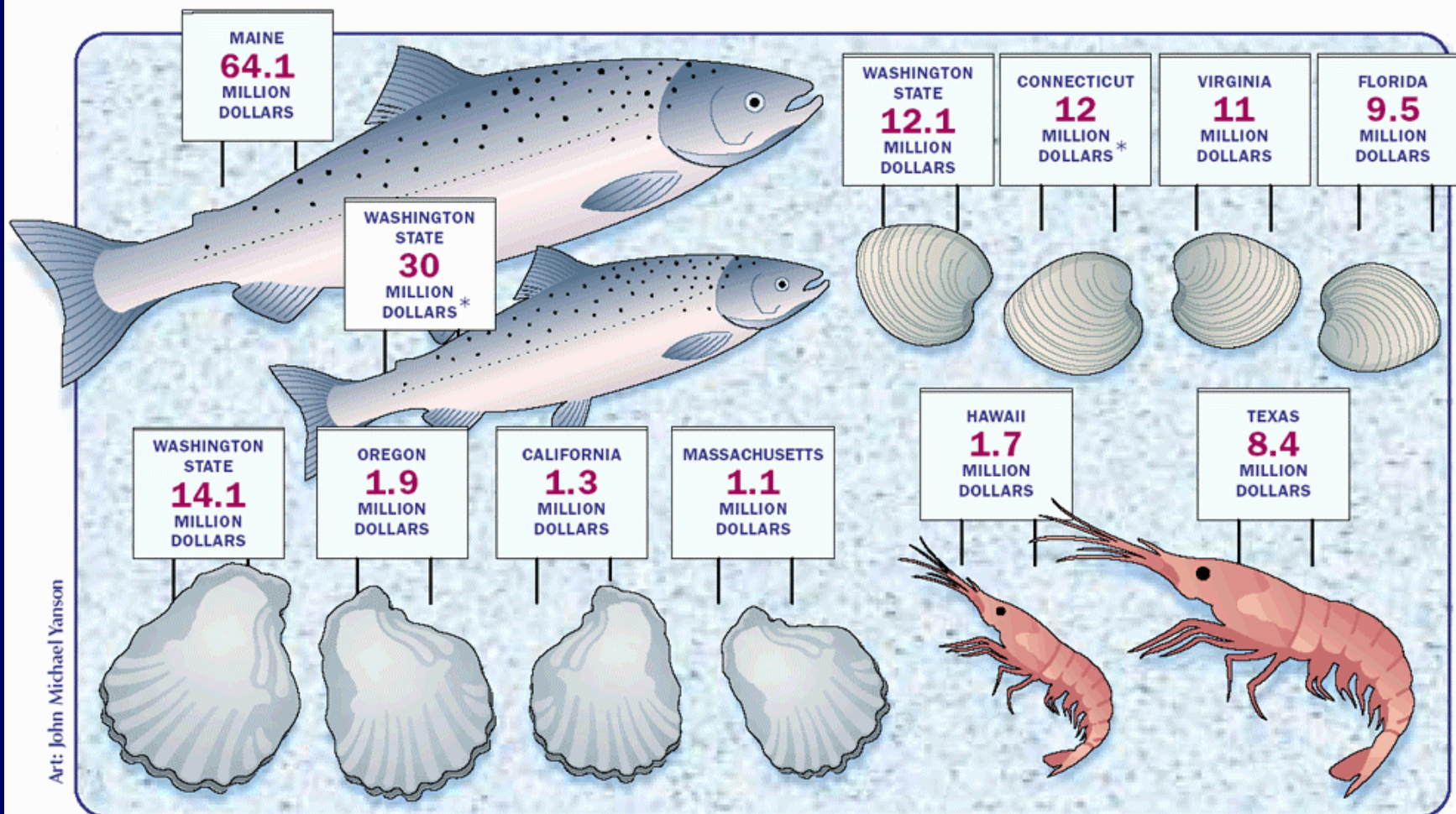
- **Zagađenje/Eutrofikacija**
 - Dodavanje antibiotika, hormona, anestetika, pigmenata, vitamina i herbicida
 - Ostaci hrane i produkti ekskrecije
- **Unošenje alohtonih vrsta**
 - Jaja i mlađ alohtonih vrsta
 - Genetički modificirani organizmi
- **Bolesti i paraziti**
 - Unošenje novih parazita i bolesti preko matičnog stoka i hrane
 - Inkubiranje lokalnih bolesti zbog velike koncentracije riba
- **Uklanjanje potencijalnih predatora**



1998 U.S. Aquaculture Production

Value of Prominent Farmed Marine Animal by Key-Producing States

The major marine animals farmed in the United States are salmon, clams, oysters, and shrimp. The 1998 production of these organisms is recorded here as the value of the farmed product in millions of dollars.



Art: John Michael Yanson

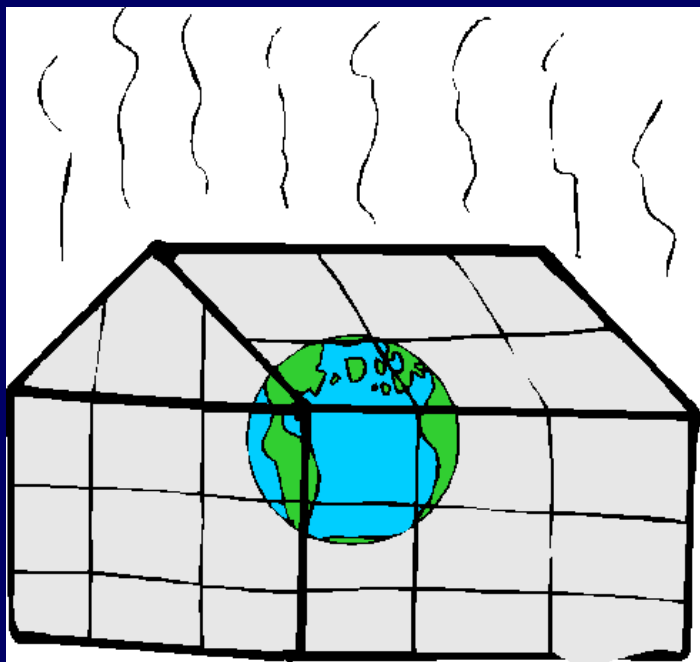
*Estimated; exact figures are not available due to confidential data.

Globalno zatopljenje



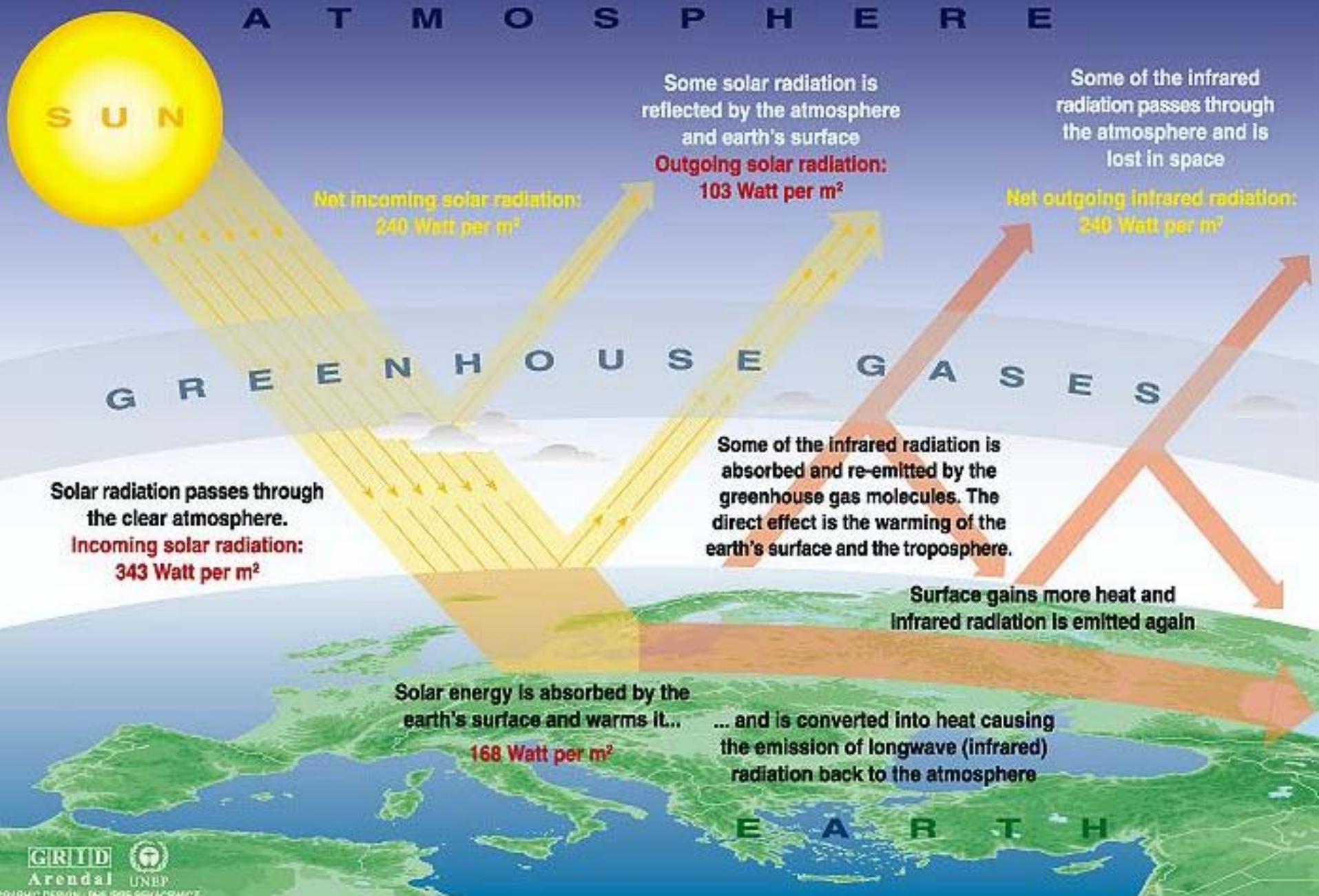
Globalno zatopljenje

- Povećanje koncentracije ugljičnog dioksida i drugih “stakleničkih plinova” ima za posljedicu povećanje temperature na Zemlji (fenomen poznat kao “efekt staklenika”)

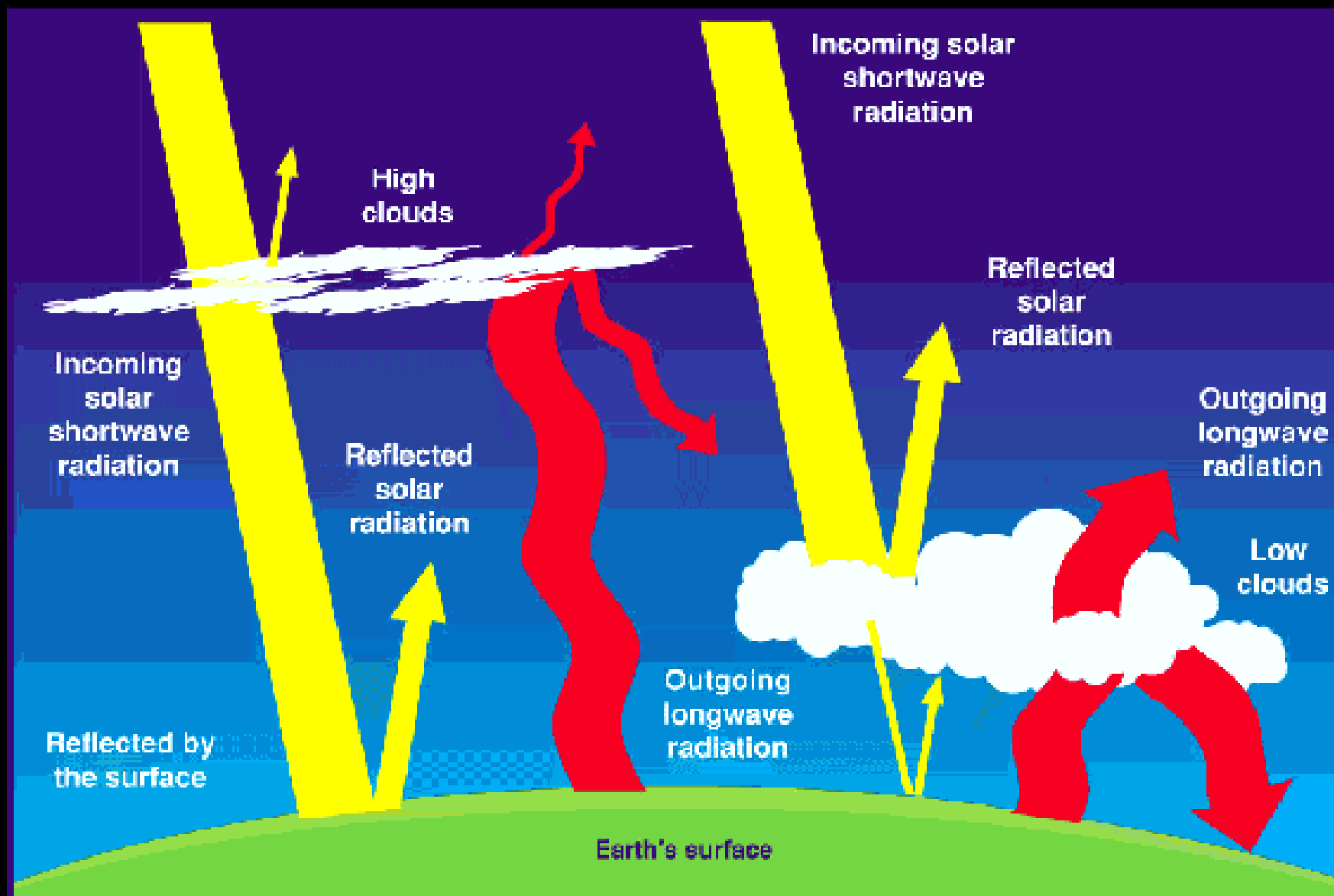


Energija sunca koju tijekom dana apsorbira Zemlja, se tijekom noći isijava u obliku dugovalnog zračenja (infracrvenog) i vraća u svemir. Staklenički plinovi usporavaju prolaz infracrvenog zračenja kroz atmosferu.

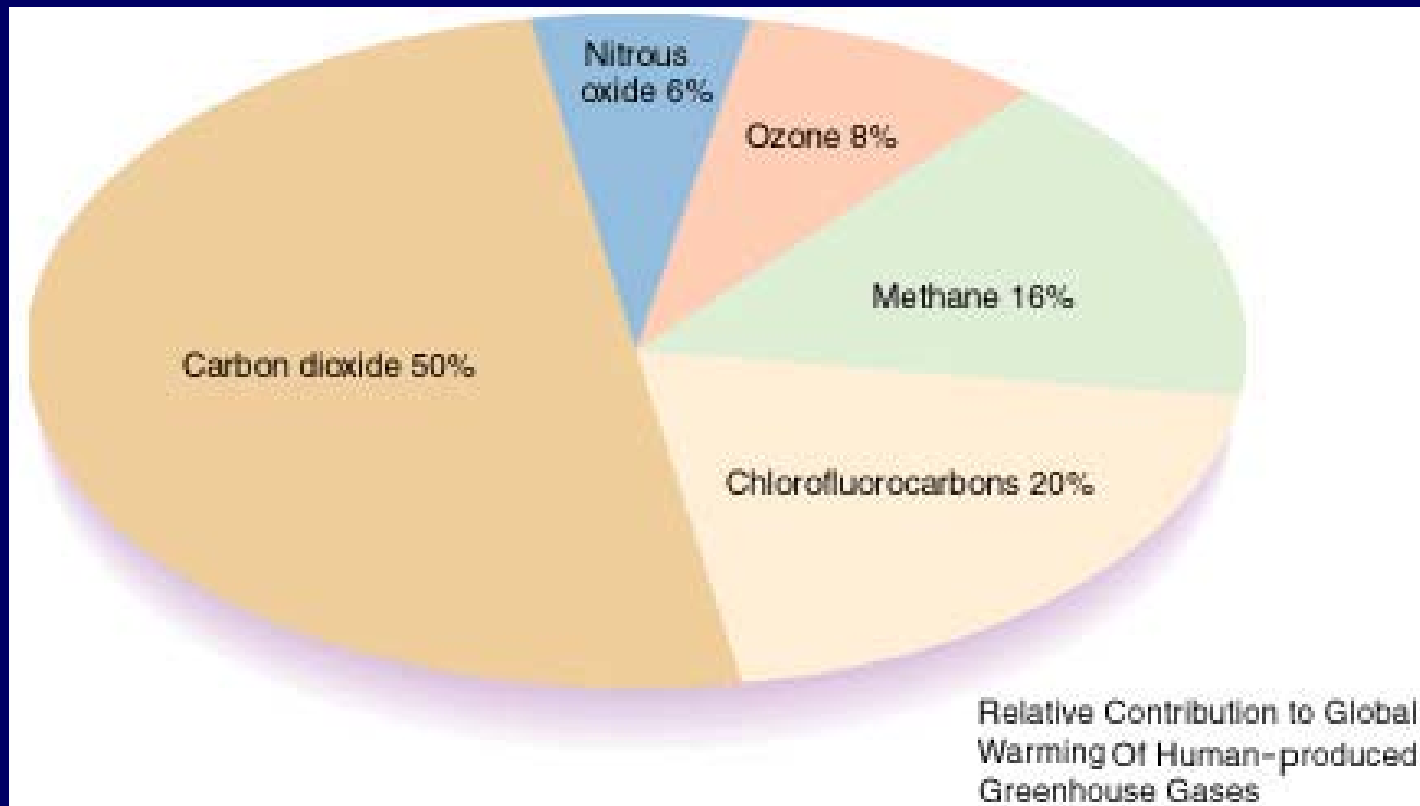
Apsorpcija CO_2 u oceanima ima važnu ulogu u ublažavanju ovog efekta



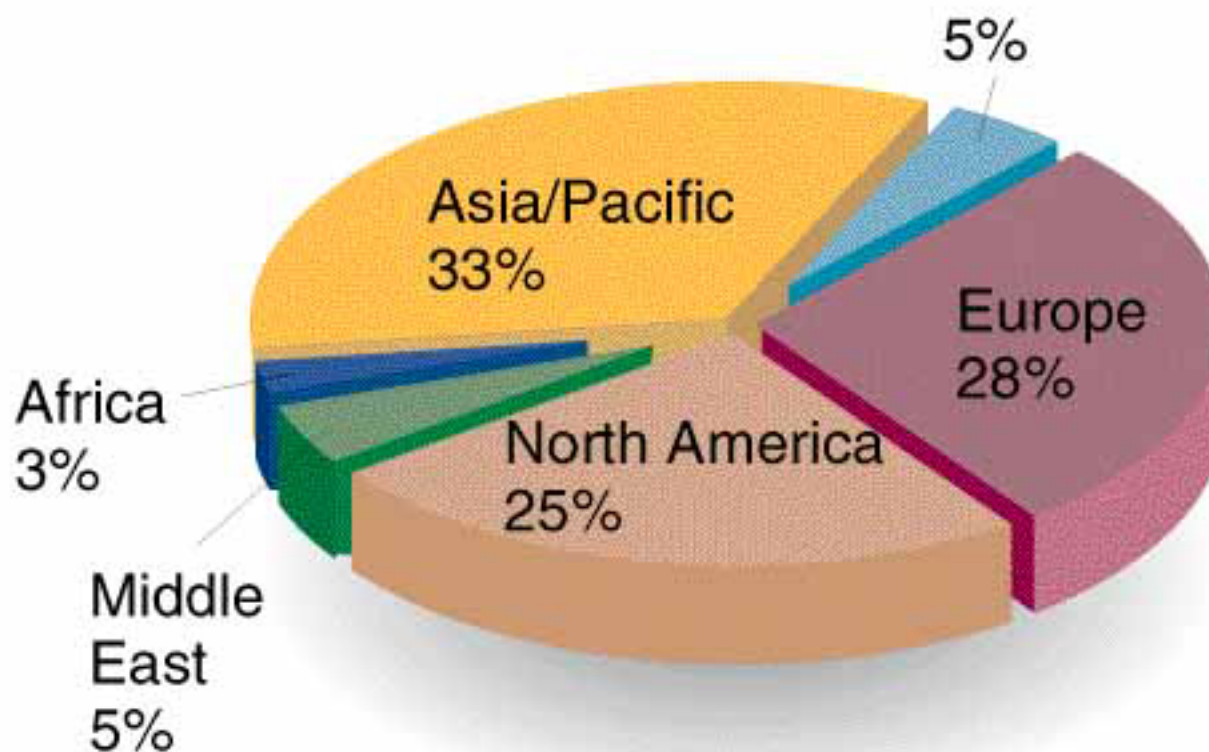
Cloud Effects On Earth's Radiation



Staklenički plinovi

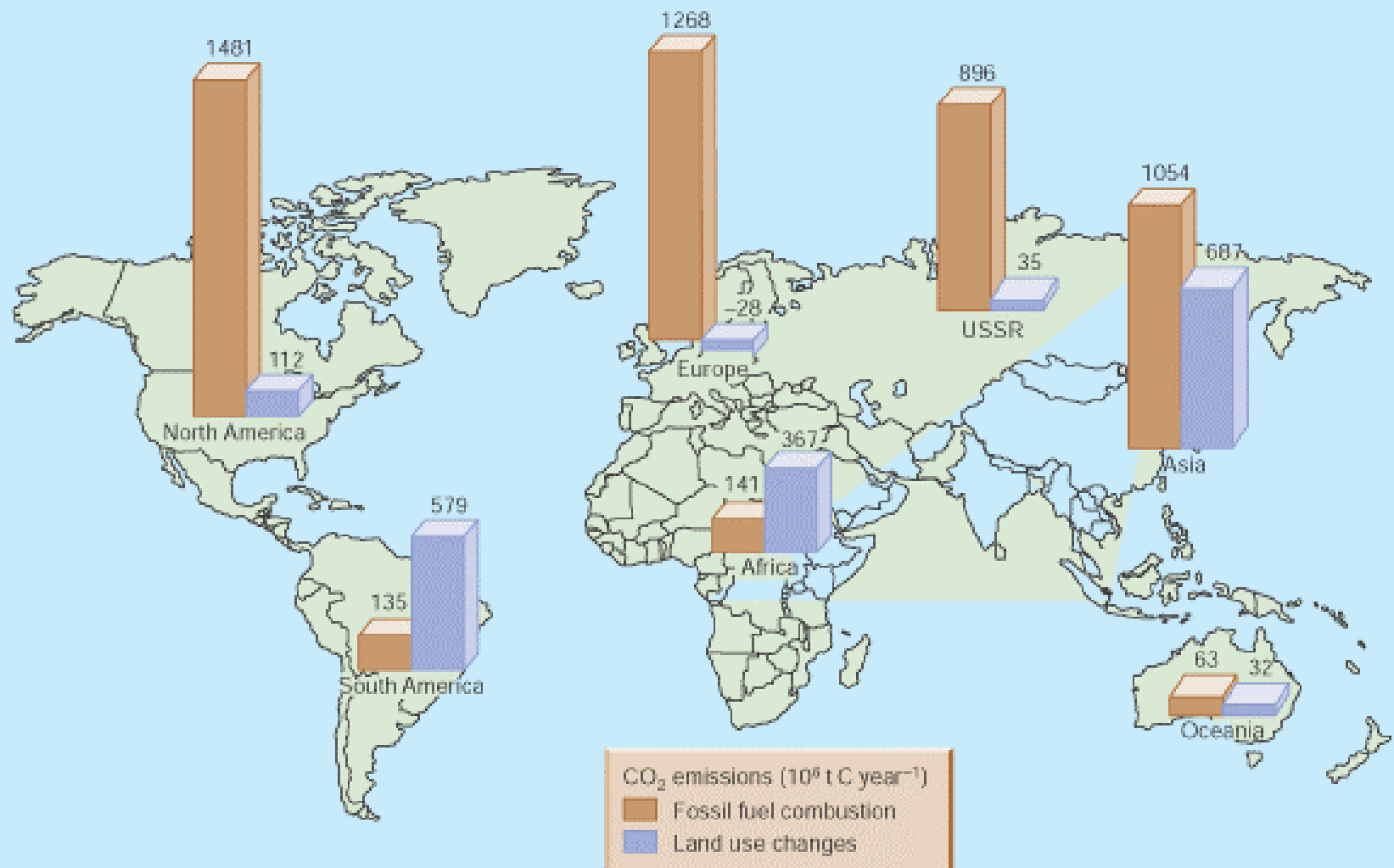


Emisija CO₂ na Zemlji



Total emissions:
6 billion metric tons
of carbon per year

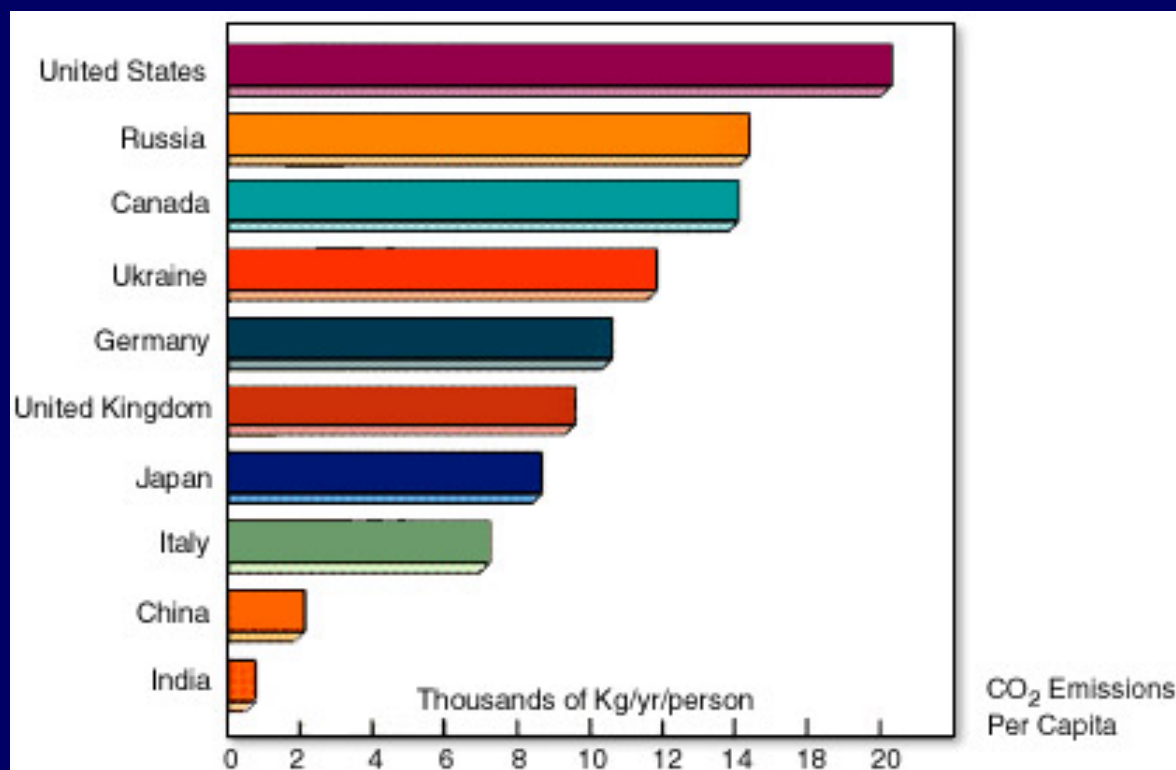
Emisija CO₂ na Zemlji



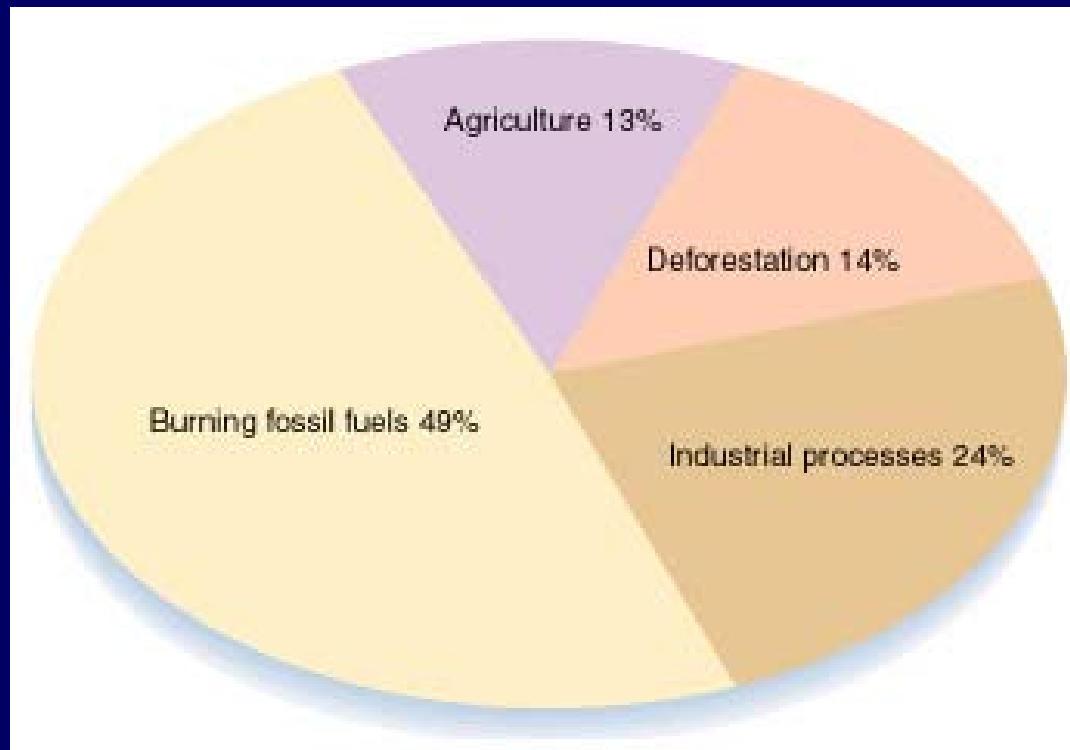
Područja najvećih emisija CO₂ na Zemlji



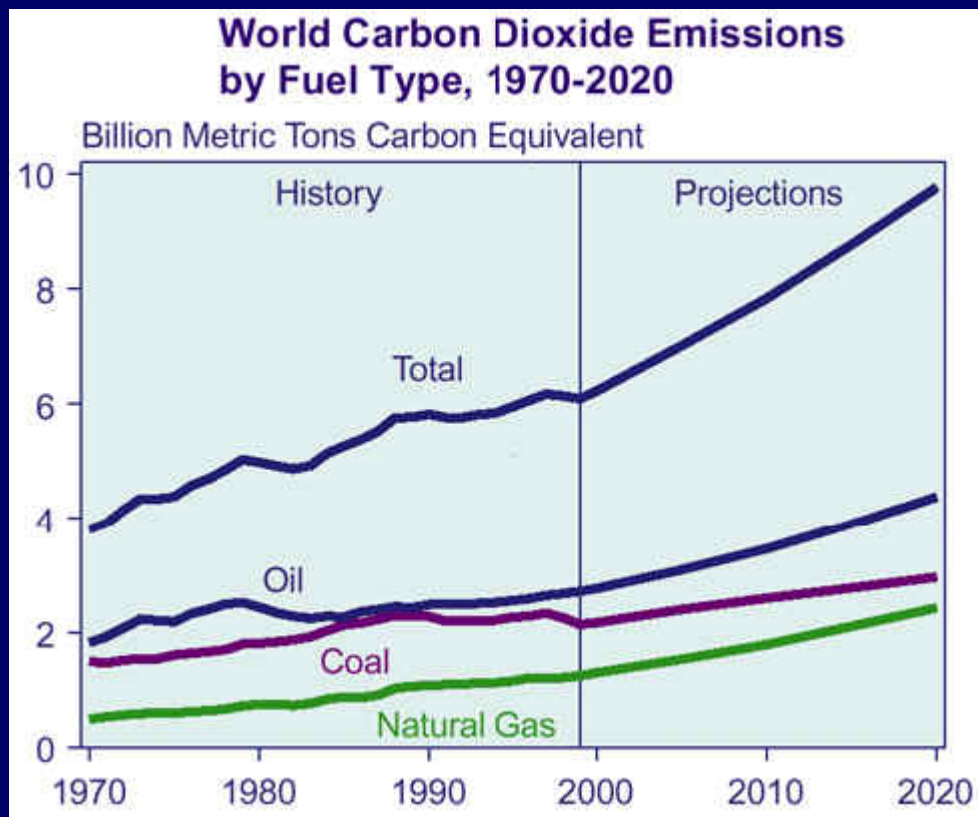
Emisija CO₂ izražena po stanovniku



Izvori CO₂ na Zemlji



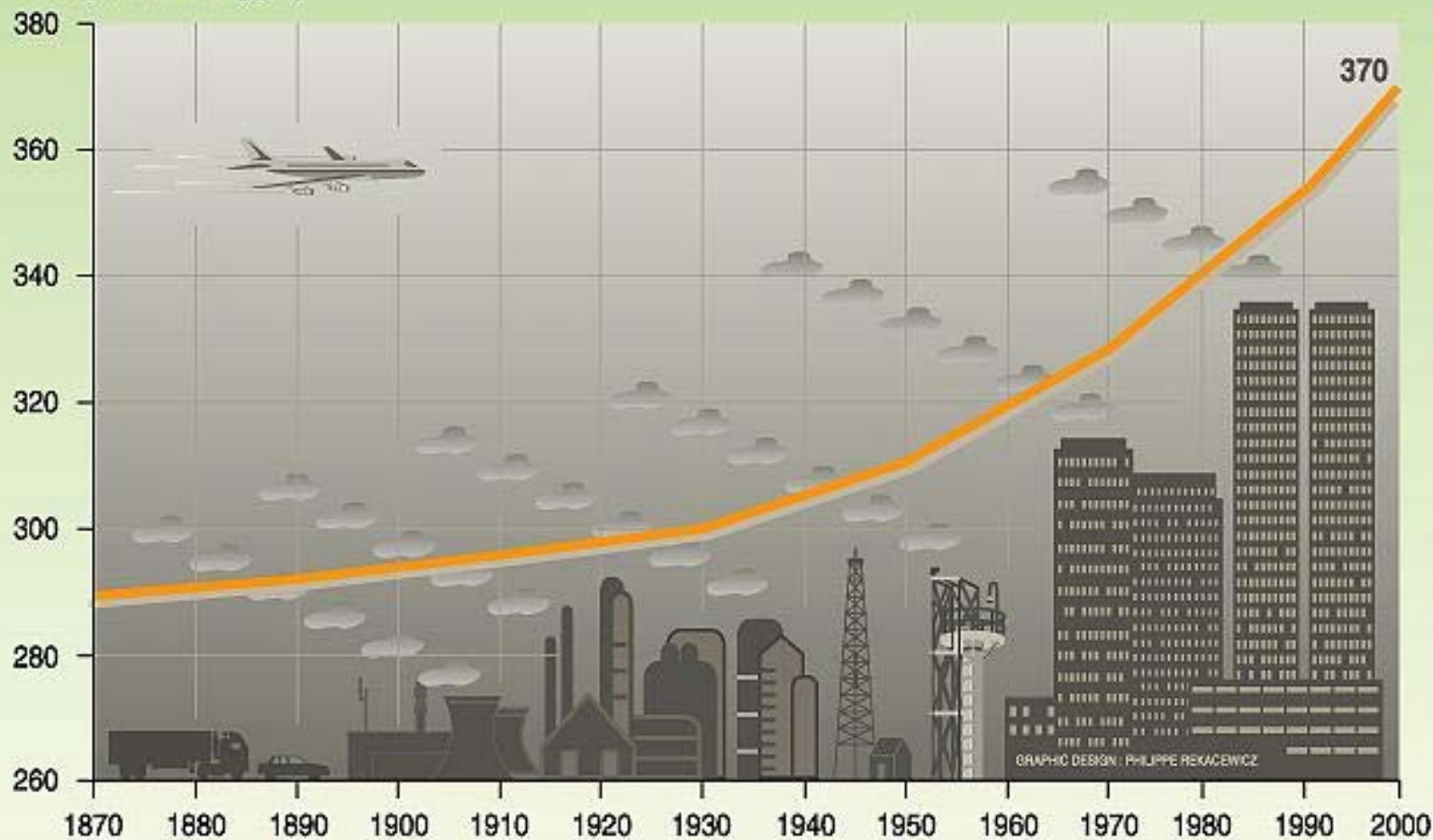
Spaljivanje fosilnih goriva je najvažniji izvor stakleničkih plinova



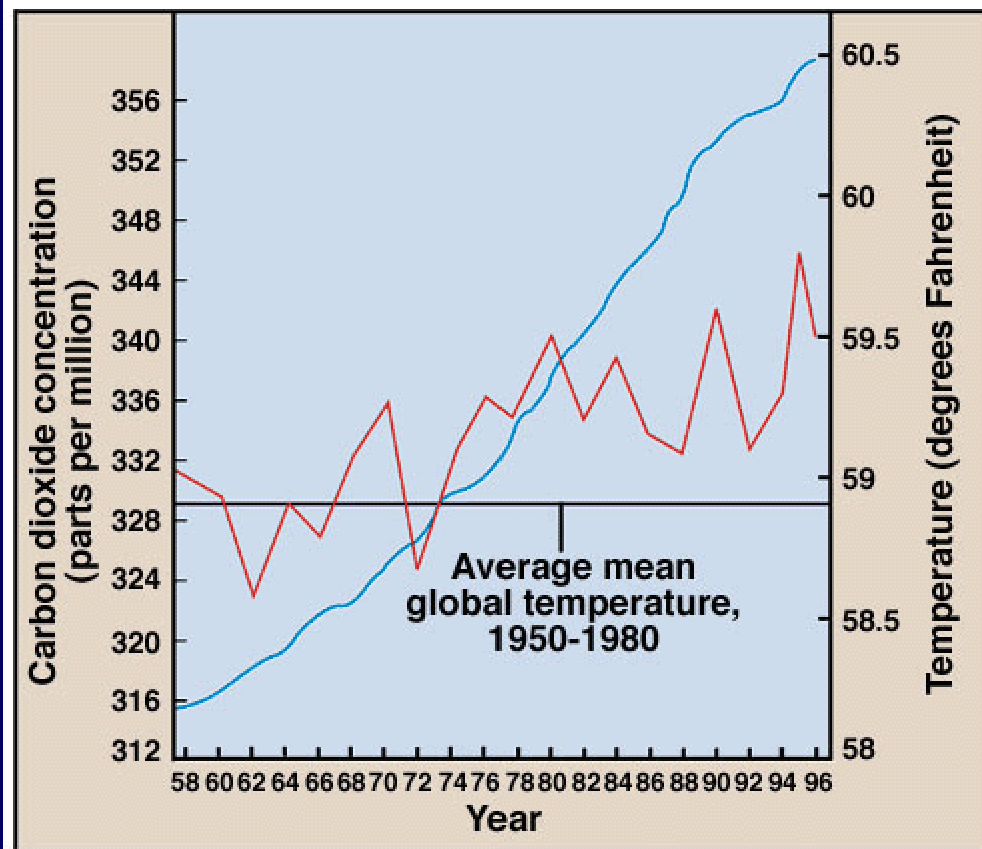
Porast koncentracije CO₂

Global atmospheric concentration of CO₂

Parts per million (ppm)

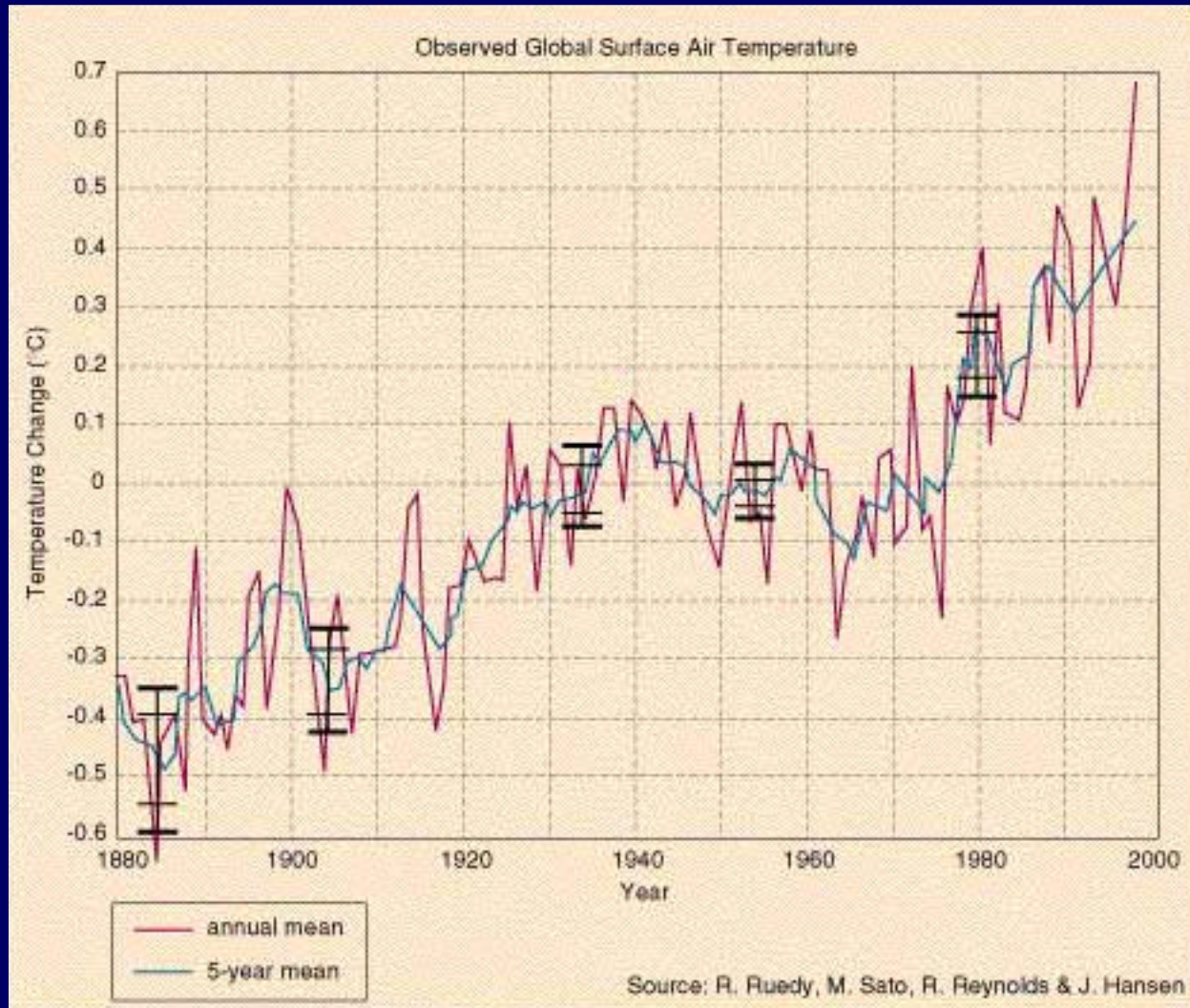


Greenhouse Effect

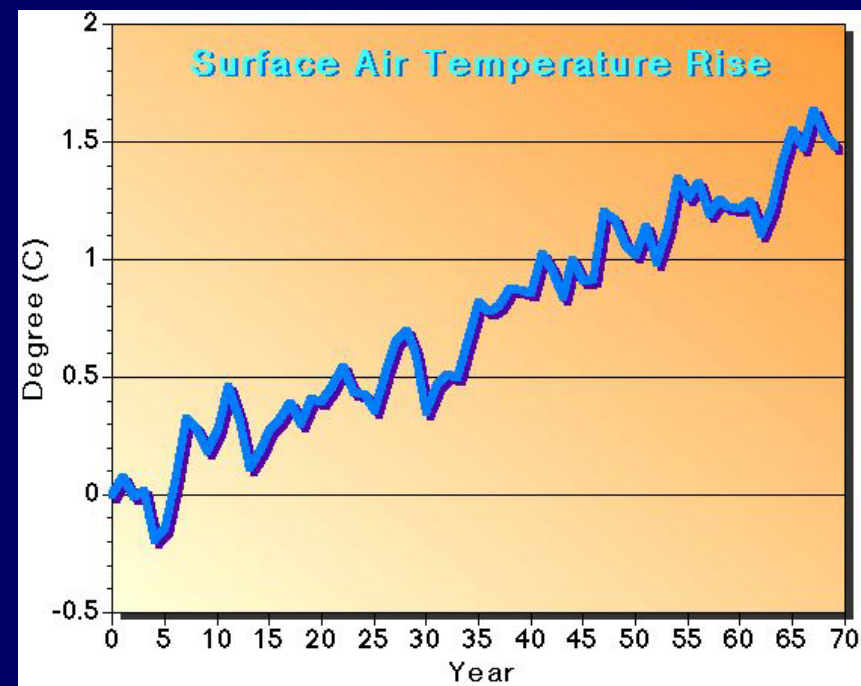


**Povećanje
koncentracije CO₂ i
drugih stakleničkih
plinova ima za
posljedicu povećanje
temperature na
Zemlji**

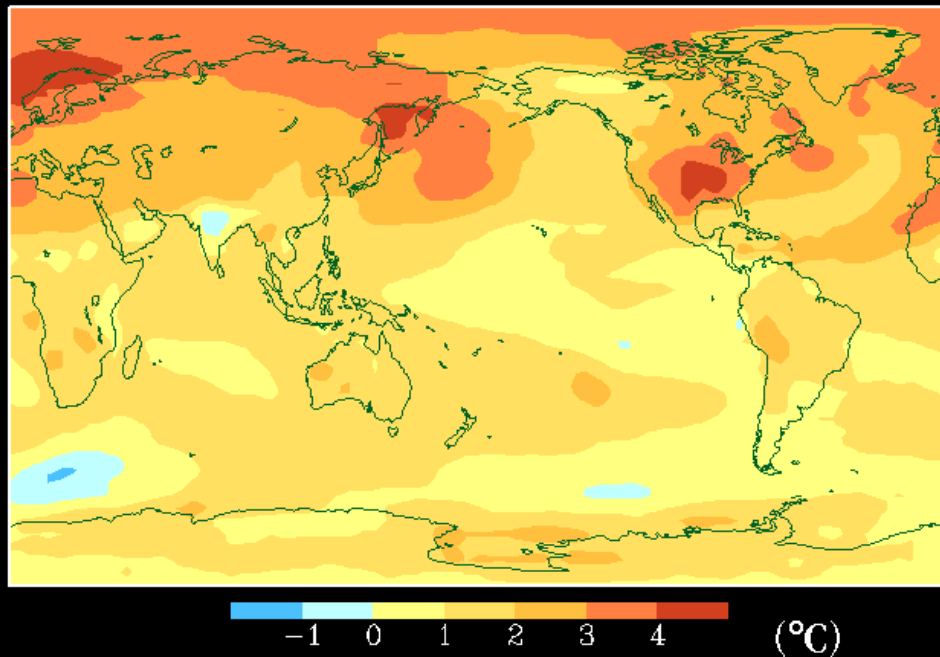
Opažene promjene temperature u zadnjih 120 godina



Prognoze porasta temperature ...



Surface Air Temperature Rise Year= 70



... i njene raspodjele
na Zemlji

Ublažavajući efekti

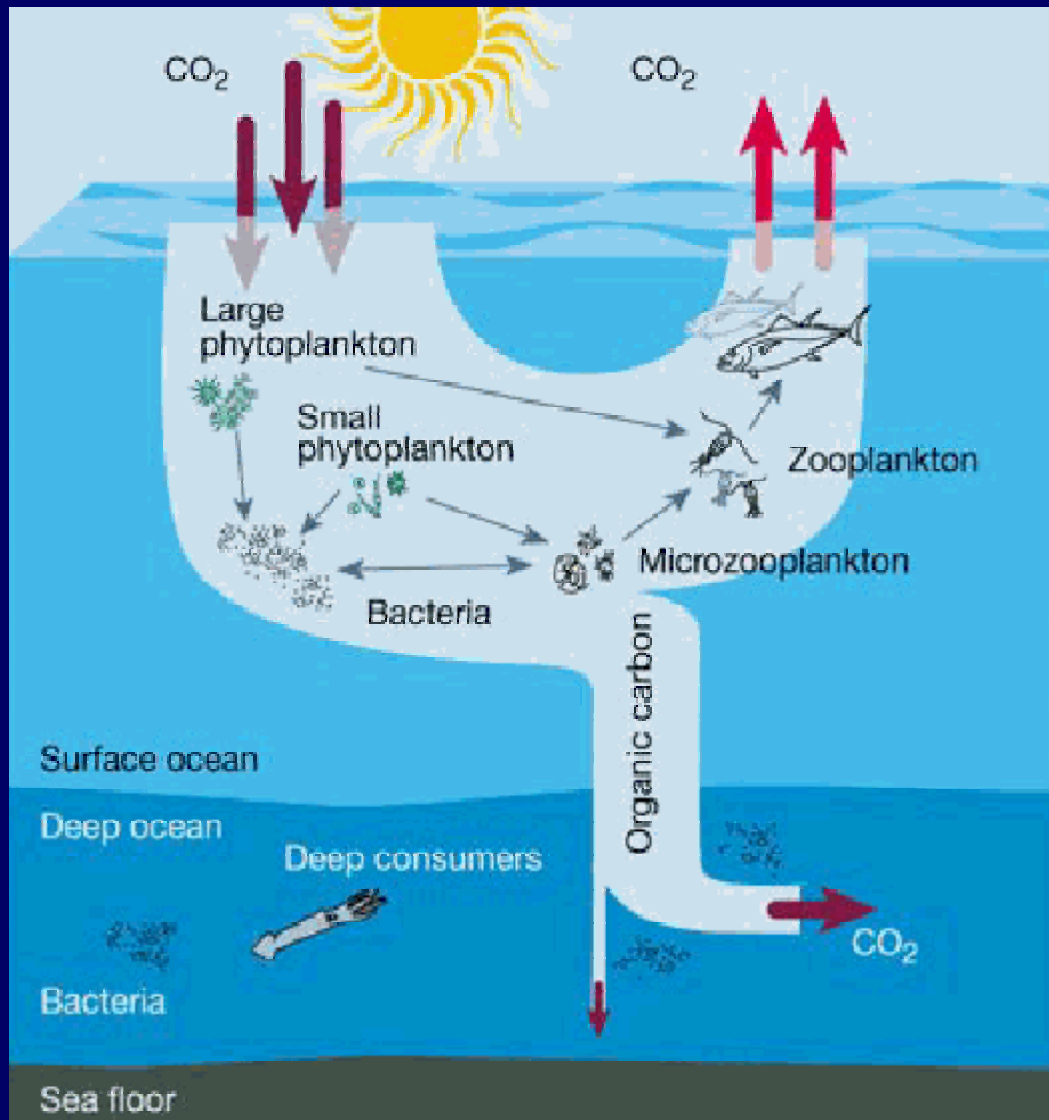
- Višak CO₂ u atmosferi jednim dijelom završi u oceanima. Fitoplankton koji troši CO₂ u površinskom sloju omogućava njegov protok iz atmosfere u more (fenomen koji je poznat kao “biološka pumpa”)
- Neki plinovi u atmosferi dijelom poništavaju efekte stakleničkih plinova. Tu u prvom redu spadaju neki sumporni spojevi koji reflektiraju sunčevo zračenje i tako smanjuju zagrijavanje Zemlje
- Pored toga ovi spojevi mogu iznad mora djelovati kao jezgre kondenzacije vode i tako pospiješiti stvaranje oblaka koji reflektiraju sunčevo zračenje
- Najznačajniji sumporni sloj koji sudjeluje u formiranju oblaka je dimetilsulfid (DMS), plin kojeg proizvodi fitoplankton.

TABLE 11-2 Fate of anthropogenic CO₂
in the global carbon budget

Compartment or process	Rate $\times 10^{15}$ g C yr ⁻¹
Source of anthropogenic CO ₂	
Fossil fuel combustion	5.0
Deforestation and changing land use patterns	2.0
Uptake of anthropogenic CO ₂	
Atmospheric accumulation	3.2
Uptake by oceans	2.0
Net balance (sources – uptake)	–1.8

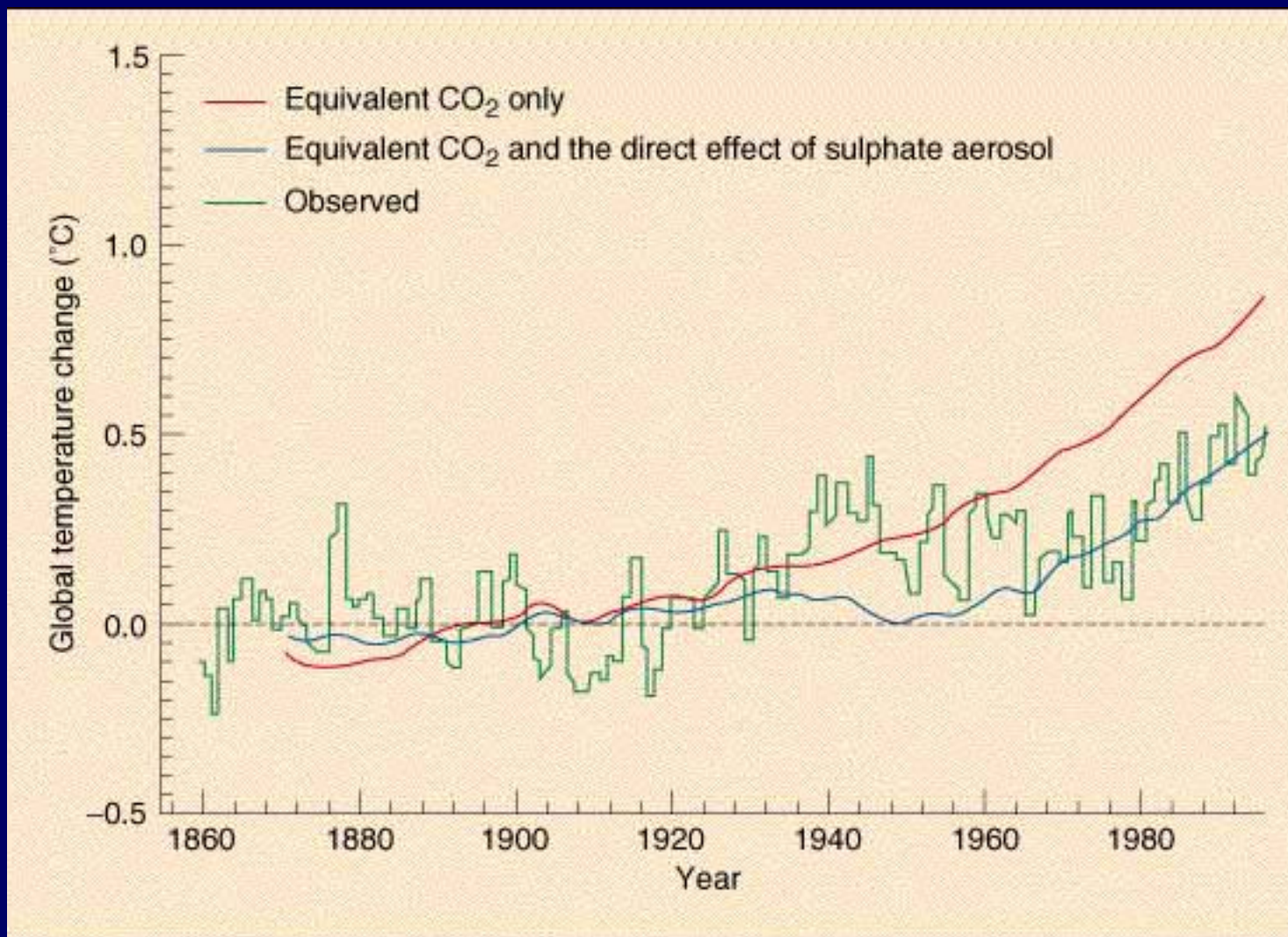
(Data from Schlesinger 1991, Siegenthaler and Sarmiento 1993.)

**More uzima dio
“viška” CO₂ iz
atmosfera**



**“Biološka
pumpa”**

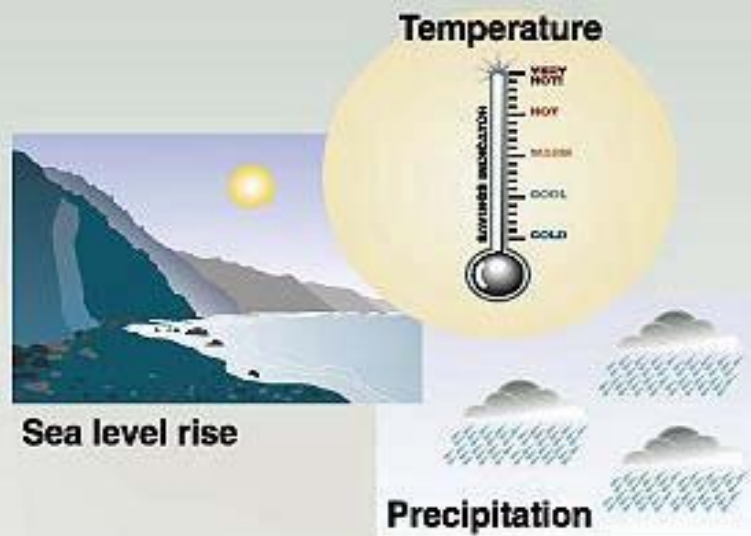
Prisustvo sumpornih spojeva u atmosferi ublažava efekte globalnog zagrijavanja



Utjecaji klimatskih promjena na ekosisteme

Klimatske promjene bi preko svojih izravnih manifestacija: promjena temperature, količine oborina i razine mora imale snažan utjecaj na ekosisteme kao i na čitav spektar ljudskih djelatnosti kao što su agrikultura, šumska bogatstva, zdravlje, rezerve pitke vode, eroziju obalnih područja, gubitak mnogih prirodnih staništa

M. Šolić: Ekologija mora Potential climate changes impact



Impacts on...

Health



Weather-related mortality
Infectious diseases
Air-quality respiratory illnesses

Agriculture



Crop yields
Irrigation demands

Forest



Forest composition
Geographic range of forest
Forest health and productivity

Water resources



Water supply
Water quality
Competition for water

coastal areas



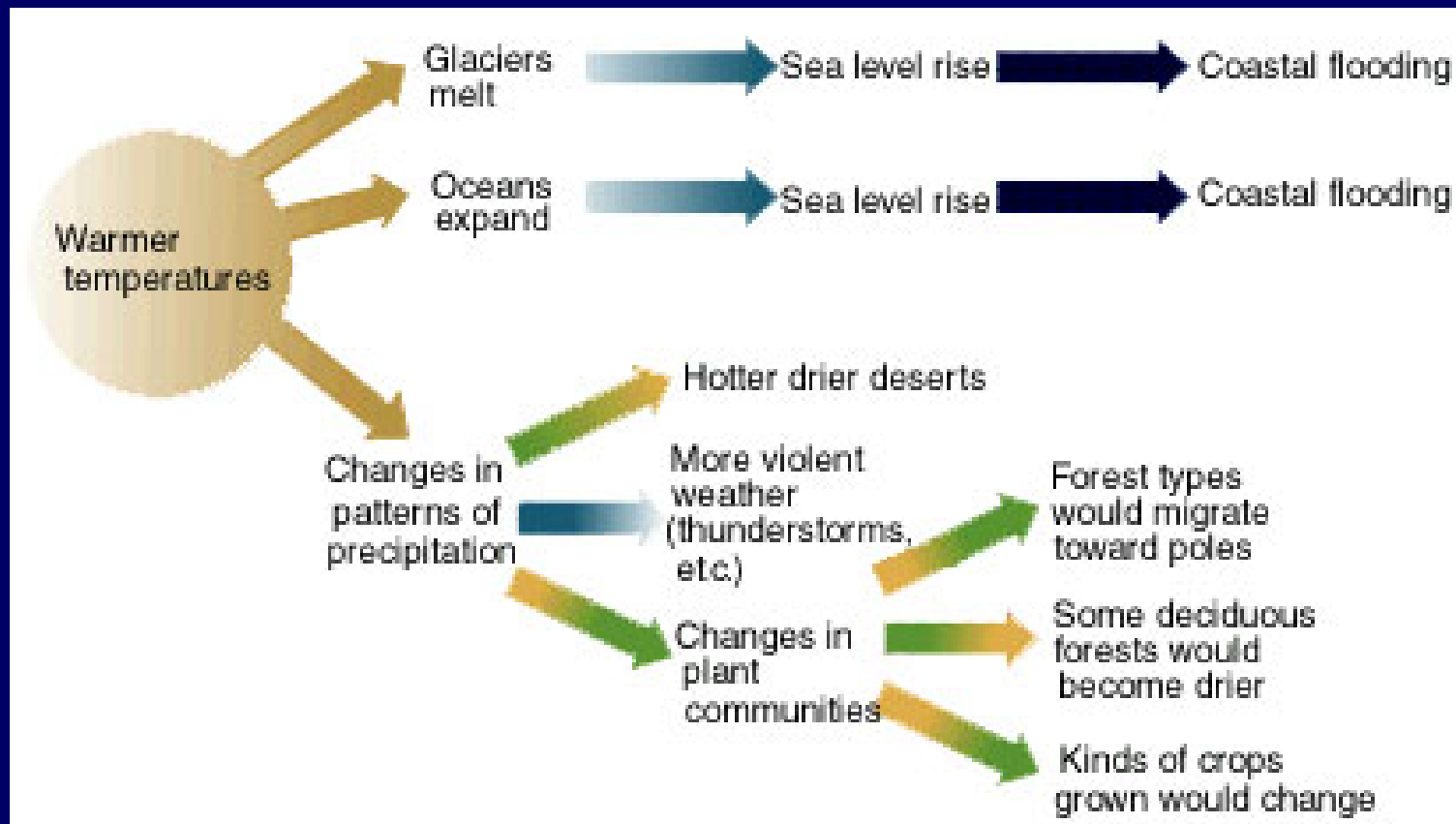
Erosion of beaches
Inundation of coastal lands
additional costs to protect coastal communities

Species and natural areas



Loss of habitat and species
Cryosphere: diminishing glaciers

Posljedice globalnog zatopljenja



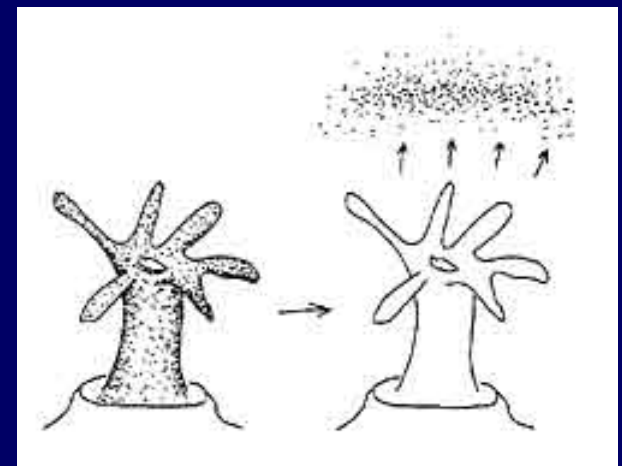
Prognoze mogućih utjecaja globalnog zatopljenja na koraljne grebene

- Učestale pojave ekstremnih temperatura značajno bi smanjile rasprostranjenje koraljnih grebena
- Povećane koncentracije CO₂ u moru (smanjenje pH) imale bi za posljedicu smanjenje sposobnost precipitacije kalcijevog karbonata kod koralja i koralogenih alga. Takvi bi uvjeti pogodovali nekim vrstama alga koje bi u kompeticiji za prostorom mogle eliminirati koralje
- Koraljni grebeni koji su vezani za kopnenu masu bili bi pod snažnim utjecajem promjena koje bi se dogodile u režimu oborina i dotoka slatkih voda

Izbljeđivanje koralja



Zbog povišene temperature koralji gube simbiotske alge iz svojih tkiva što rezultira njihovom depigmentacijom i smrću



Izbljeđivanje koralja

Alcyonium digitatum - mrtvi koralj



© Peter Dyrinda



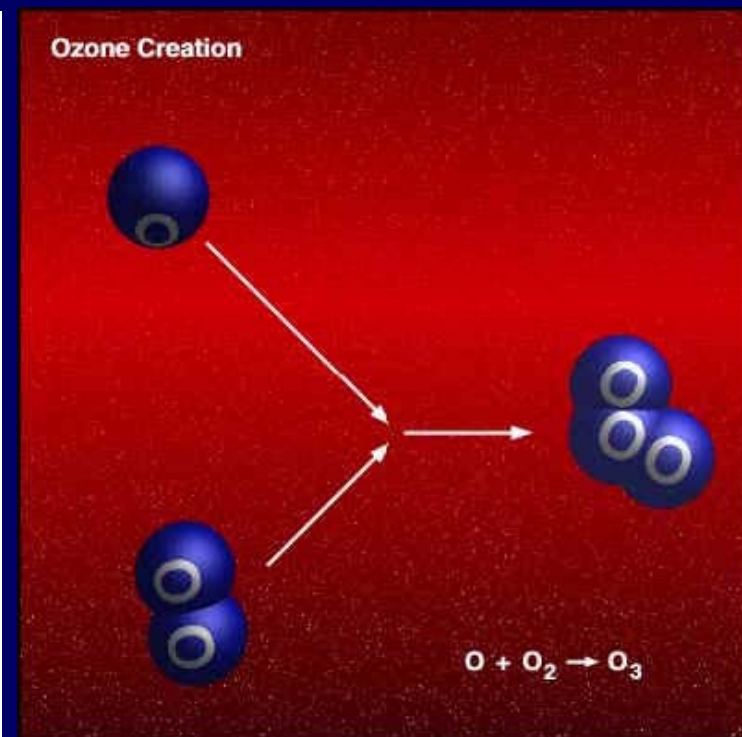
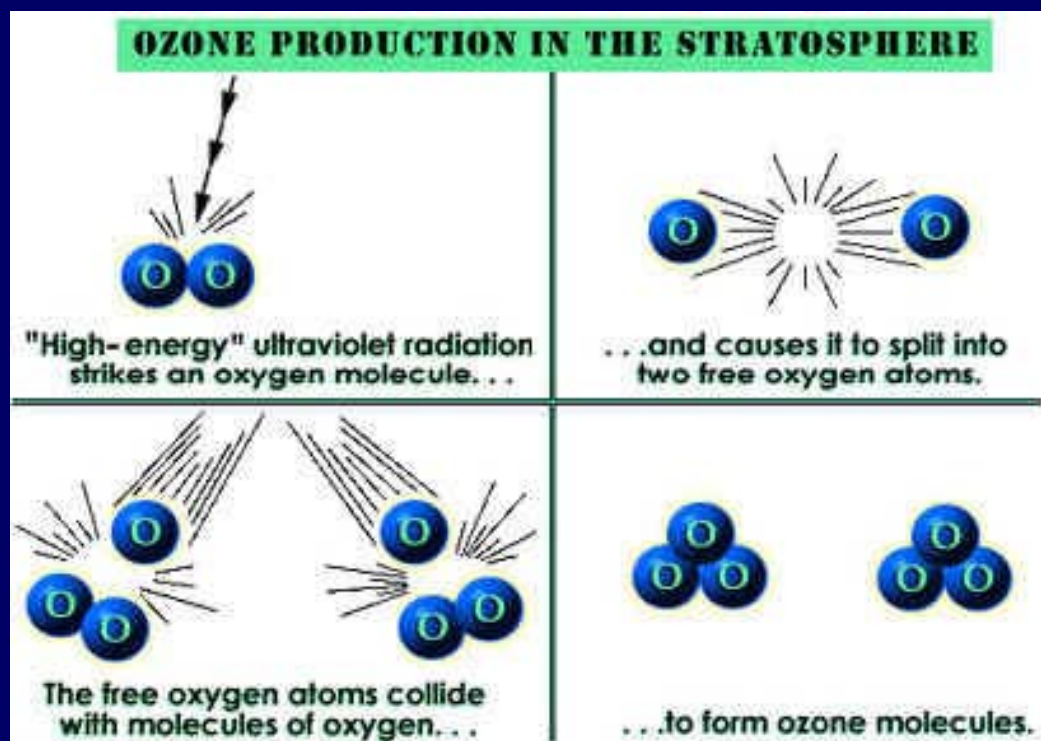
Ozonske rupe i UV zračenje



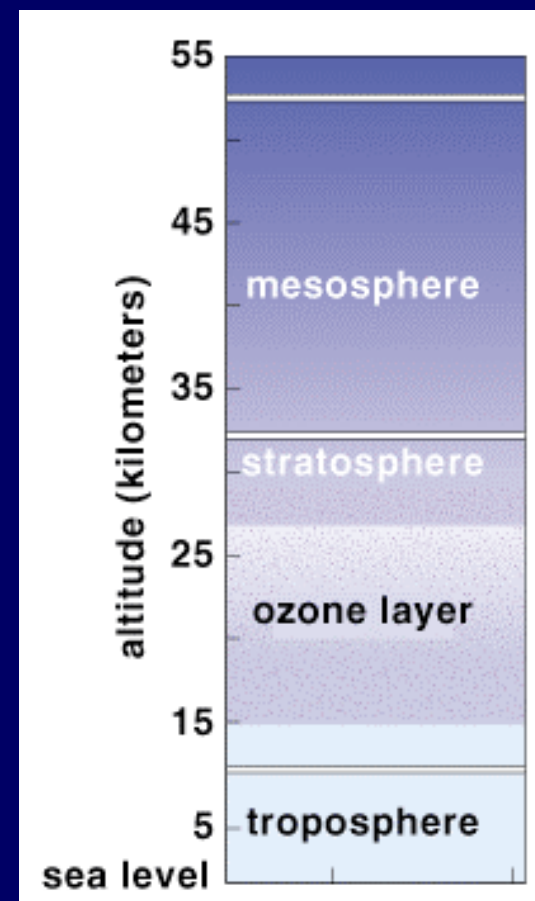
Ozonske rupe i UV zračenje

- Uloga ozona u atmosferi je izuzetno važna za život na Zemlji budući da ozon apsorbira za organizme opasno ultraljubičasto (UV) zračenje
- U zadnjih je nekoliko dekada opaženo veliko smanjenje količine ozona u atmosferi, a taj je fenomen prvi put opažen 1970-tih iznad Antarktika
- Trend gubitka ozona iznad polova iznosi oko 8% po dekadi
- Za razaranje ozonskog omotača su odgovorni spojevi s klorom koji u lančanoj reakciji razaraju molekule ozona
- Glavni izvor klora u atmosferi su spojevi pod nazivom klorofluorougijici (CFC) koji se koriste u hladnjacima, klima uređajima, raznim sprejevima itd

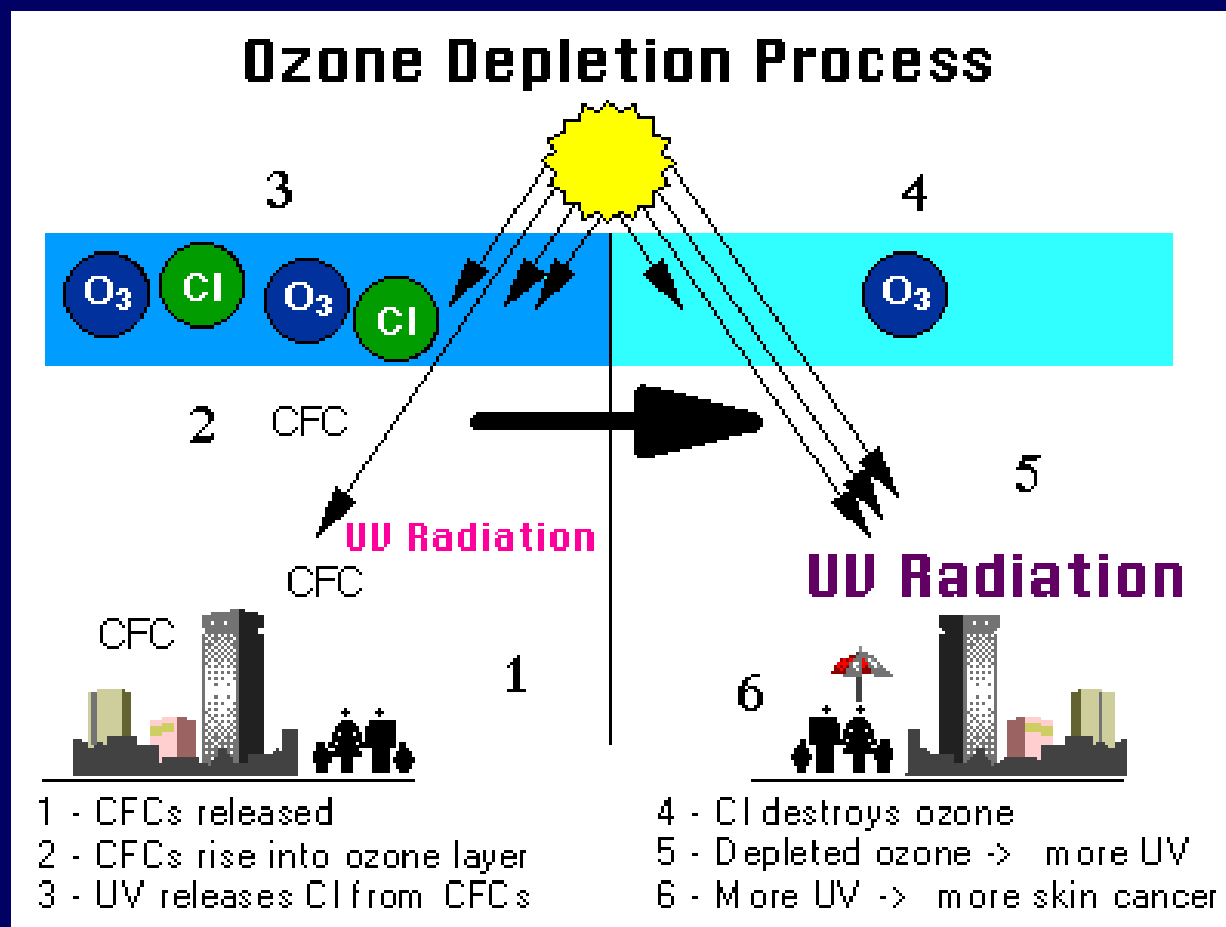
Stvaranje ozona u stratosferi



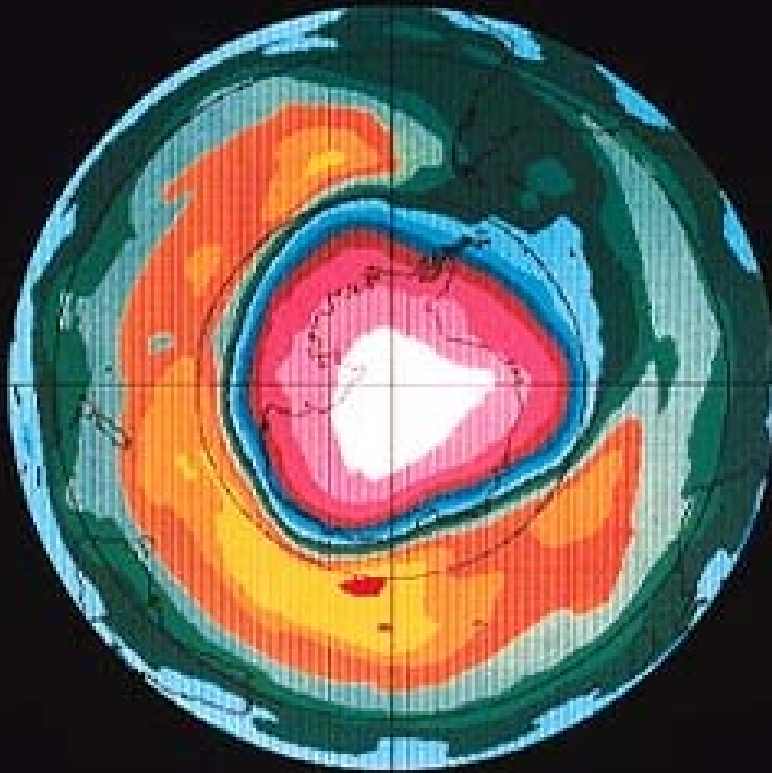
Sloj ozona (“ozonski štit”) nalazi se u stratosferi na visini između 20 i 30 km



Proces razaranja ozona pod utjecajem klorofluorouglijika (CFC)



Ozonska “rupa” iznad Antarktika



Pojave smanjenja
debljine ozonskog
sloja nazivamo
ozonske “rupe”



Ozonske “rupe” iznad sjevernog pola

Štetno djelovanje UV zračenja

- UV zračenje ubija ili oštećuje fitoplanktonske stanice i tako smanjuje primarnu proizvodnju u moru
- Smanjnjem primarne proizvodnje UV zračenje posredno smanjuje apsorpciju CO_2 u moru, čime se potpomaže globalno zagrijavanje
- UV zračenje izaziva karcinom kod riba i drugih morskih organizama

