

Sveučilište u Zagrebu

Građevinski fakultet

Diplomski sveučilišni studij

Smjer: **GEOTEHNIKA**

Geotehnika i zaštita okoliša 1

Prof. dr. sc. Tomislav Ivšić
Građevinski fakultet Zagreb

Predmet: GEOTEHNIKA I ZAŠTITA OKOLIŠA

- nastavnici i suradnici prof. Tomislav Ivšić
(predavanja i vježbe)
- satnica izvođenja nastave 30 + 15
- oblici nastave: predavanja, vježbe u kompjuterskom laboratoriju, prezentacije seminarskih radova
- polaganje kolokvija: nema kolokvija
- način polaganja ispita: seminarski rad i usmeni
- ispitni termini: prema planu ispitnih rokova
- Konzultacije: ponedjeljak 13-15

Sadržaj kolegija

Osnovni pojmovi zaštite okoliša (*Environmental science*)

Zemlja, voda, zrak, vatra

Geotehnika u zaštiti okoliša (*Environmental geotechnics*)

Pregled aktivnosti (nepotpun !)

- Odlagališta otpada
- Mehanika otpada (stabilnost, deformacije)
- Korištenje geosintetika
- Prijenos zagađenja kroz tlo i vodu
- Sanacija zagađenog zemljišta
- Odlagališta otpadnog materijala od industrije ili rudarstva

- Korištenje netradicionalnih geotehničkih građevinskih materijala
- Stabilnost umjetnih i prirodnih kosina
- Zaštita od vibracija

O zaštiti okoliša

- Pojmovi zaštite i očuvanja okoliša prisutni su danas u svijesti praktički svakog pojedinca, npr. kad je riječ o neposrednoj životnoj okolini ili mogućim nepovoljnim utjecajima neke nove građevine, prometnice ili industrijskog postrojenja na postojeću okolinu.
- globalno zatopljenje, iscrpljivanje ozonskog sloja,
- kontroverze oko korištenja nuklearne energije,
- globalni nestanak biljnih i životinjskih vrsta,
- uvođenje u okoliš hormonskih zagađivača ili kontroverzi oko genetski modificirane hrane,
- ili stalni (i rastući) problem odlaganja krutog otpada.

DAN PLANETA ZEMLJE Nastavlja se kampanja »Za zelenu generaciju!«, s naglaskom na osobni doprinos svakoga

Četiri desetljeća akcije za spas našeg jedinog planeta

Dan planeta Zemlje tradicionalno obilježavaju udruge za zaštitu okoliša kako bi upozorile javnost na važnost očuvanja okoliša

Vesna MAJTIĆ
vesna.japotic@jeskic.hr

U 40. obljetnicu Dana planeta Zemlje svi- jet se nakupi pred naj- većom opasnošću ikad: da li jedinstvenom prirodom u iz- gradnji nove budućnosti. Dan planeta Zemlje pruža mogućnost za ostvarenje povijesnih pomaka u ki- bernetičkoj politici, za kori- šćenje obnovljivih izvora energije i stvaranje »selic- nih radnih mjesta, potičući milijune ljudi širom svijeta na poduzimanje malih koraka u svojim domovima, školama i tvrtkama koji svi za- jebno predstavljaju limitiran kolektivni doprinos u raz- voju zelene ekonomije.

Osobni doprinos

Ove godine nastavlja se ka- mpanja započeta 2008. godine »Za zelenu generaci- ju« (Green Generation Campaign), s naglaskom na osobni doprinos svakoga od nas pred sloganom »Milij- jarda zelenih djela« (A Billion Acts of Green). Dan planeta Zemlje prvi je put obilježen 23. travnja 1970. godine kao događanje na sveučilištima i u students- kim domovima diljem Amerike. Potičući na obilje- žavanje tog dana dao je sena- tor Claydon Nelson pre- ma ustru na tada popularne australske skupove na ame- ričkim sveučilištima.

U tog prvog masovnog de- monstriranja na okoliš nađe- lovalo je više od 20 milijuna ljudi, a promjena je reakci- onarnim skupom o okolišu. Veliki izrazav javnosti za tu problematiku doveo je pu- tanje zaštite okoliša na poli- tičku pozornicu.

Obilježavanje Dana pla- neta Zemlje ponovno je po-



Aktivisti već 40 godina upozoravaju na probleme našeg planeta

Alternativni izvori energije spašavaju planet



Dan planeta Zemlje pruža mogućnost za ostvarenje povijesnih pomaka u kibernetičkoj politici, za korišćenje obnovljivih izvora energije i stvaranje »selicnih radnih mjesta, potičući milijune ljudi širom svijeta na poduzimanje malih koraka u svojim domovima, školama i tvrtkama koji svi zajedno predstavljaju izniman kolektivni doprinos u razvoju zelene ekonomije

nao aktualno dvadeset godina kasnije - 1990. godine kada je u manifestacijama Dana planeta Zemlje sudje- lovalo više od 20 milijuna ljudi diljem svijeta. Svoj je službeni oblik Dan planeta Zemlje dobio 1992. godine

na Konferenciji UN-a o oko- lišu i razvoju u Rio de Janei- ru, kojoj su raspoloživi brojni predsjednici vlada i nevladi- nih udruga koji su pred put uspjeha najvažniju deklaraci- ju o promicanje održiv- og razvoja. Zemlja je vrlo

Ponovno uspostavljanje kontakta

Podjedinjen na Zemlju svake godine širom svijeta želi se pomoći čovjku da ponovno uspostavi kontakt s prirodom, u kojem ga je izgubio te ukusiti na globa- lizaciju ekološke krize koja je danas i uzrok globalnih

klimatskih promjena - naga- đivanje zraka i vode, na- dioaktivo zračenje, iscrplj- vanje neradioaktivnih energijskih izvora, iscrplj- vanje morske flore i faune, prekomjerni ulov, sjajna Ru- ma, izobiljevanje opijih vrsta životinja i bilja, i mnoge druge ekološke krize. Na taj se dan u svijetu također po- tiče kolektivna svijest po- tražbe zaštite života na Ze- mlji, budućnja svijest, odgo- vornosti, odgovaj, ljubavi prema dan života i poma- nje svim stvorenjima koji je nastajaju.

U Hrvatskoj se Dan pla- neta Zemlje organizirano obilježava od 1990. godine.

Dan planeta Zemlje tradi- cionalno obilježavaju udru- ge za zaštitu okoliša kako bi upozorile javnost na važ- nost očuvanja okoliša, dok se Ministarstvo zaštite oko- liša, prostornog uređanja i gradnje odobrava pridružuje udrugama u obilježavanju tog dana potpisom svim gra- đanima da potvrdi okoliša prijateljske načine pouka- nja. Ministarstvo od 1990. financijski podupire projek- te nevladinih udruga vezane uz problematiku zaštite okoliša, pa je tako i 2009. godine sa ekološke projekta izdvojilo sredstva za difu- znog promačana za 2009. go- dinu.

Zemlja se »gubi« u tonama smetla



Zbog našeg nemara nestaju i ledenjaci



Globalne klimatske promjene dovode do suša neviđenih razmjera



Nuklearne elektrane u Europi (stanje 2019) - korist : šteta = ?



Tinejdžerska klimatska aktivistica Greta Thunberg u ponedjeljak 23.09.2019. je otvorila UN-ov summit o klimi osudom svjetskih vođa da su propustili poduzeti snažne mjere u borbi protiv klimatskih promjena:

Ukrali ste mi snove i moje djetinjstvo ispraznim riječima



„Klimatski štrajk” – pokret
‘Petkom za budućnost’

27. Rujna 2019.

Mlada Švedanka Greta Thunberg stala je u petak u Montrealu čelo povorke u novom krugu globalnog štrajka za klimu

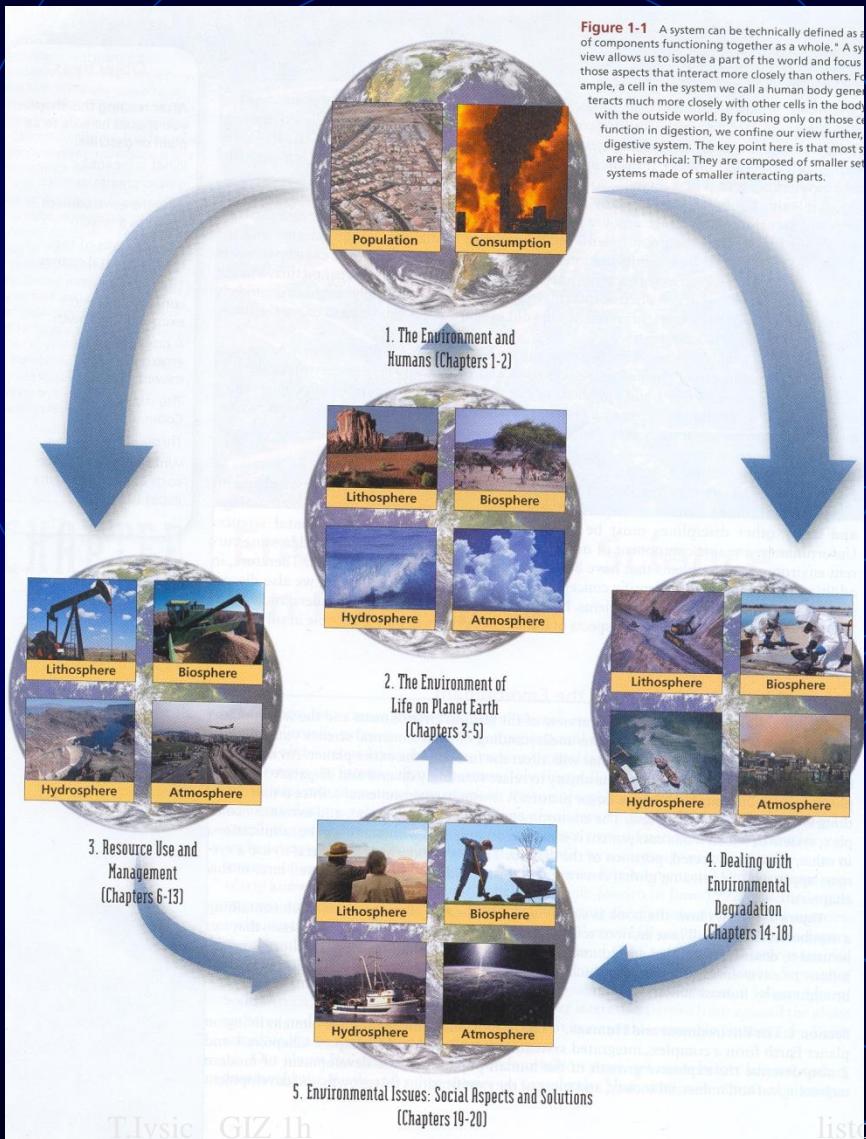
Stotine tisuća mladih okupile su se i u Austriji, Njemačkoj, Švedskoj, Italiji, Rusiji, Španjolskoj, Portugalu, Mađarskoj, Izraelu, Indiji, Maroku, Novom Zelandu, Ekvadoru i drugim državama diljem svijeta

Znanost o okolišu ("environmental science" , ekologija)

- uključuje sva polja prirodnih znanosti u dijelu koji se odnosi na fizički i biološki okoliš oko nas
- uključuje aspekte biologije, kemije, geologije, fizike, meteorologije, ali i niza drugih znanstvenih i inženjerskih disciplina
- uključuje i socijalne aspekte
- ključnu ulogu igraju i pravo, etika, ekonomika i drugi vidovi ljudskog ponašanja
- Znanost o okolišu i ekološko inženjerstvo (inženjerstvo okoliša, environmental engineering) znatniji razvoj doživljavaju tek zadnjih tridesetak godina

Ekološki ciklus , područja proučavanja i bavljenja ekološke znanosti i inženjerstva

Figure 1-1 A system can be technically defined as a group of components functioning together as a whole. A systems view allows us to isolate a part of the world and focus on those aspects that interact more closely than others. For example, a cell in the system we call a human body generally interacts much more closely with other cells in the body than with the outside world. By focusing only on those cells that function in digestion, we confine our view further, to the digestive system. The key point here is that most systems are hierarchical: They are composed of smaller systems made of smaller interacting parts.



Djelovanje ljudi na okoliš (kroz opću potrošnju) :
 a) korištenje i potrošnja izvora (energija, minerali, voda, ...) i
 b) degradacija i zagađenje okoliša.

Utjecaj (impact) na okoliš : $I = P \times C$
 I-impact (utjecaj), P-population (stanovništvo), C-consumption (potrošnja)

Okoliš se predstavlja kao **sustav**. Sustav je skup povezanih dijelova (komponenti) koje djeluju kao cjelina.

Otvorenost sustava označava njegovu mogućnost razmjene s drugim sustavima ("okolina sustava")

Povezanost (integritet) sustava odnosi se na intenzitet (snagu) međudjelovanja pojedinih dijelova sustava

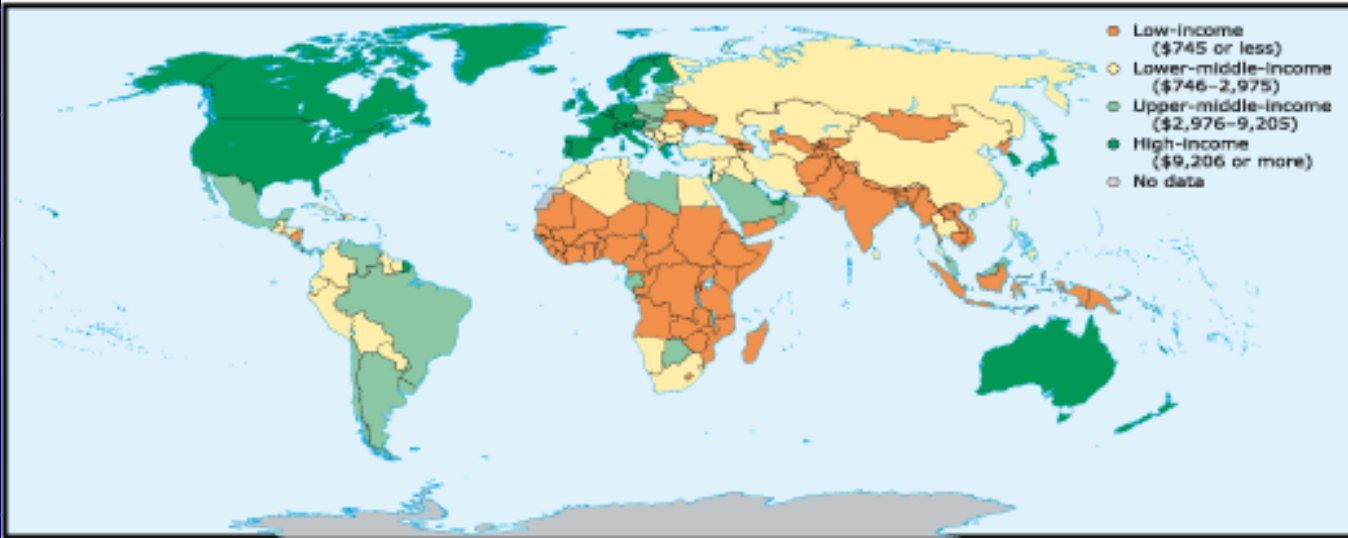
Složenost sustava se odnosi na broj vrsta dijelova ili «podsustava» i njihovih interakcija koje osnovni sustav sadrži

G. Hardin: *Nikad ne možemo učiniti samo jednu stvar. – "zakon nenamjeranih posljedica".*

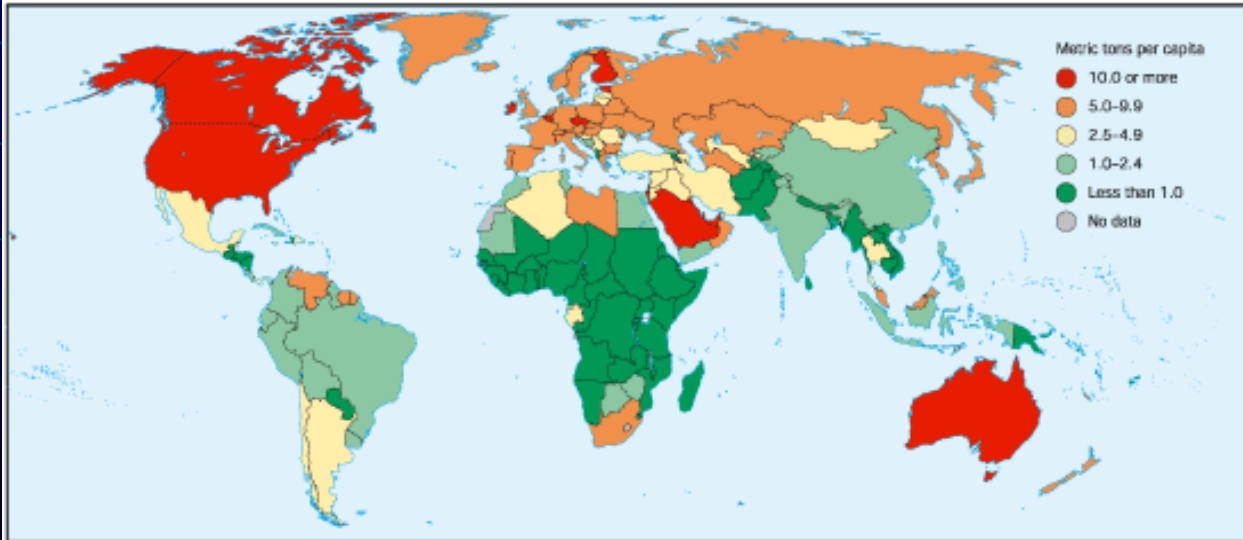
Zašto ljudi troše i zagađuju?

- “tragedija zajedničkog vlasništva” - ponašanje ljudi je takovo da se zajedničkom vlasništvu posvećuje najmanja briga.
- Uloga pojedinca - sustav vrijednosti pojedinaca - usmjereni su na “sad i ovdje”
- Utjecaj društvenih vrijednosti Zapada :
 - a) antropocentrični i humanistički svjetonazor
 - b) zapadna kultura naglašava čovjeka-pojedinca i promiče individualna postignuća
 - c) usredotočena na materijalizam - proizvodnja i potrošnja nužne za dobar život
 - d) prema tradicionalnom zapadnom razmišljanju priroda je prividno neograničena u raznim neiscrpnim izvorima, ali i neograničena u prihvaćanju otpada u atmosferi, vodama, pa i površini zemlje.
 - e) Etika “rasta”. Napredak se mjeri pojmovima rasta – što više ili veće, to bolje
 - f) više se vrednuju tehnološko i znanstveno znanje i postignuća od moralnih ili estetskih znanja i postignuća - slijepa vjera u znanost i tehnologiju

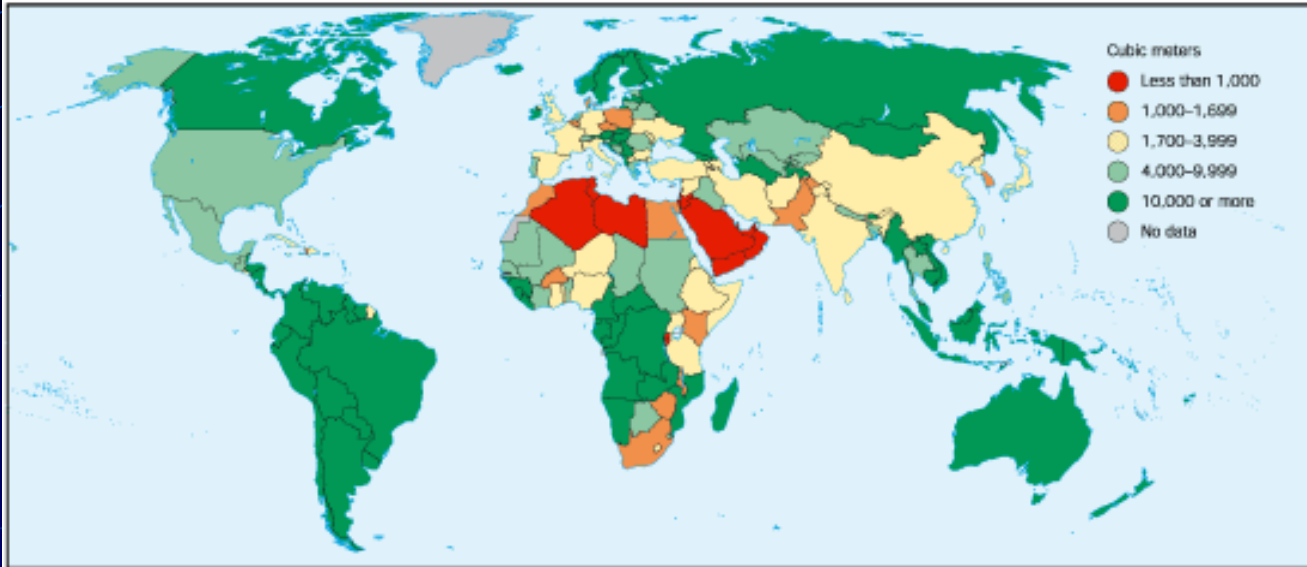
GNI per capita, 2001



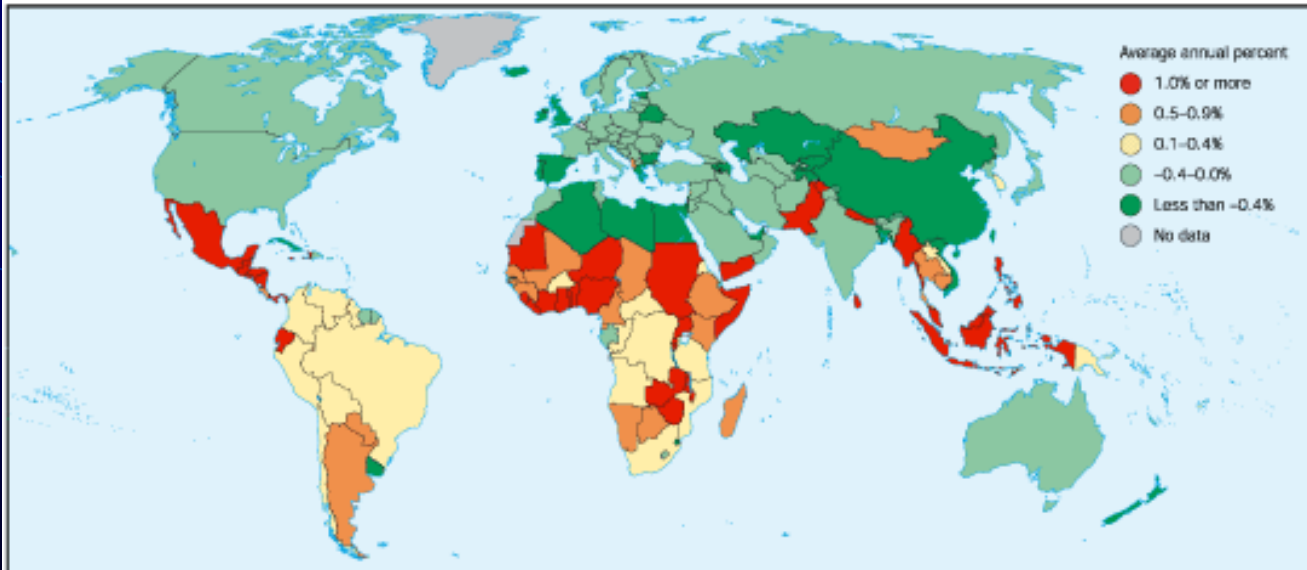
Carbon dioxide emissions, 1999



Freshwater resources per capita, 2000



Deforestation 1990-2000



SUVREMENI TREND GLOBALNIH EKOLOŠKIH RJEŠENJA ISTIČE KAO OSNOVNE MJERE:

- manja potrošnja (energije, svih izvora-resursa, stvari)
- obnovljivost izvora
- učinkovitije tehnologije (manja potrošnja, bolja iskoristivost sirovina, manje otpadnih produkata – recikliranje...)
- kontrola rasta stanovništva?
- veća ulaganja, porezna politika, u cijeni proizvoda treba biti i trošak zbrinjavanja...

Koncept održivog razvoja

ODRŽIVI RAZVOJ

- Razvoj s podizanjem standarda i kvalitete življenja, ali uz uvjet da se ne narušava globalni ekološki sustav (def: Anić, Rječnik hrv.jezika, 2003)
- Razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnje generacije i ne ugrožava mogućnost buduće generacije da zadovolji svoje potrebe (def: Brundtland Report)
- ideja nije nova : kroz povijest čovječanstva mnoge kulture su prepoznale potrebu za skladom okoliša, društva i gospodarstva (tzv. «mudro» gospodarenje svim dobrima)
- novost je da se te ideje formuliraju i primijene u kontekstu globalnog industrijskog i informacijskog društva

Značajke razmišljanja u konceptu održivog razvoja

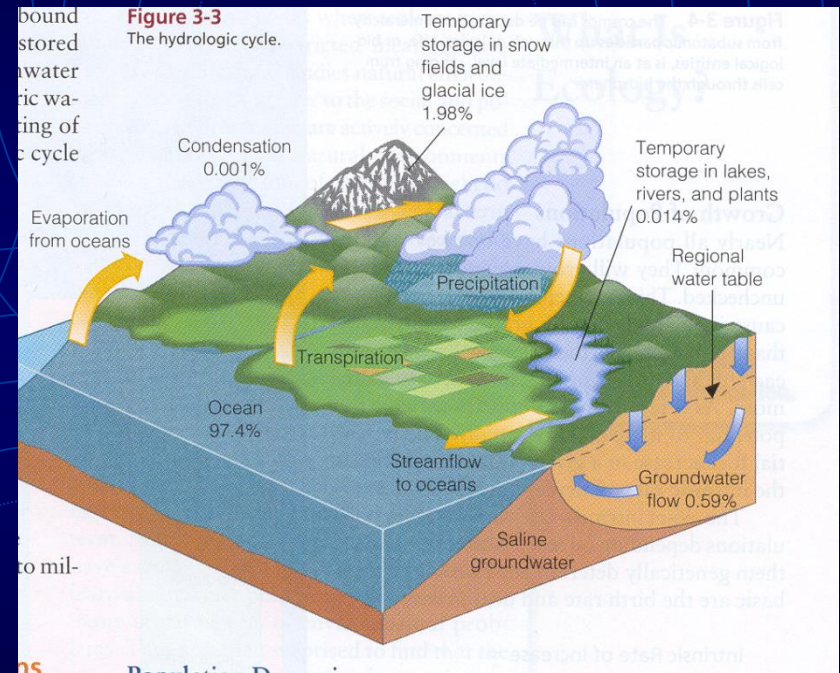
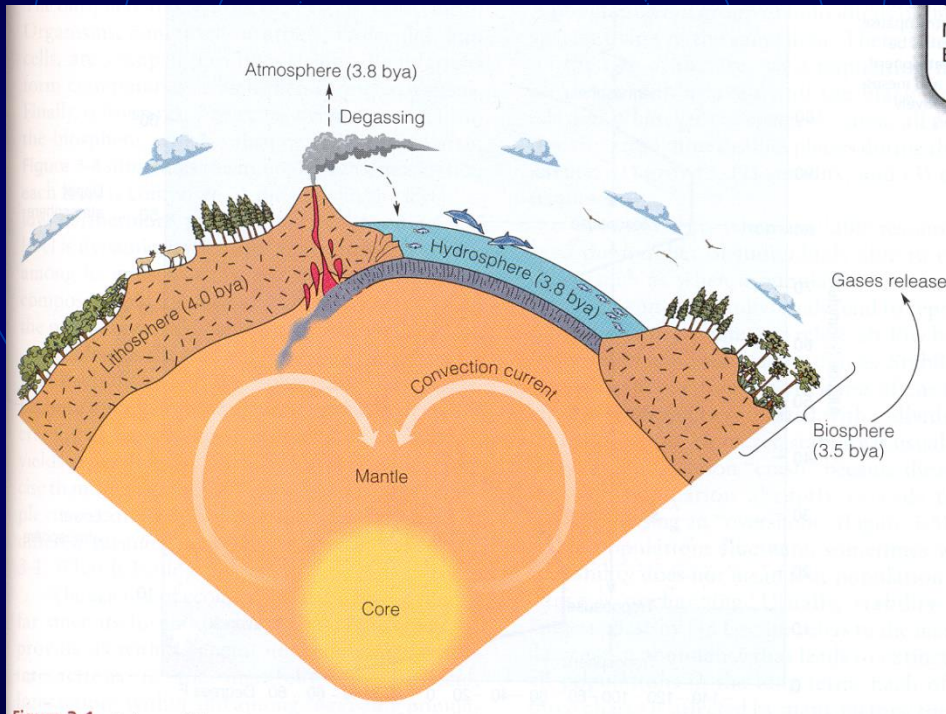
- **briga za jednakost i pravednost** – zajamčiti prava siromašnima i budućim generacijama
- **dugoročno gledanje** – primjena principa prevencije i predostrožnosti
- **sustavno razmišljanje** – razumijevanje povezanosti okoliša, gospodarstva i društva
- OR nije detaljni plan akcije, nego prvenstveno način razmišljanja i razumne primjene osnovnih načela u pojedinim situacijama

Kritična djelovanja

- **Drugačija proizvodnja** – primjena principa ekoefikasnosti (nove tehnologije s manjim utroškom energije i materije, manje nusprodukata, recikliranje...)
- **Drugačija potrošnja** – racionalizacije u svim vidovima potrošnje (osobne, proizvodne, javne)
- **Drugačije se organizirati** – povećati sudjelovanje javnosti, smanjiti mogućnosti korupcije, podupirati eko - politiku i sl.

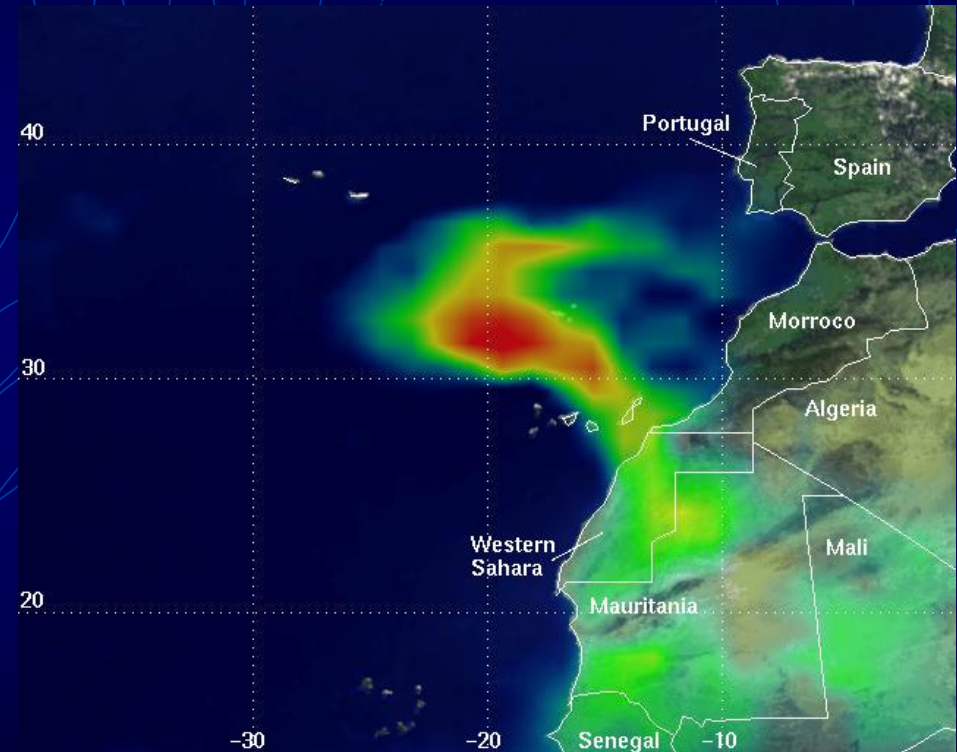
OKOLIŠ NA ZEMLJI

Kružni tok u prirodi - ciklusi stijena, vode, zraka, životni ciklus



OKOLIŠ NA ZEMLJI

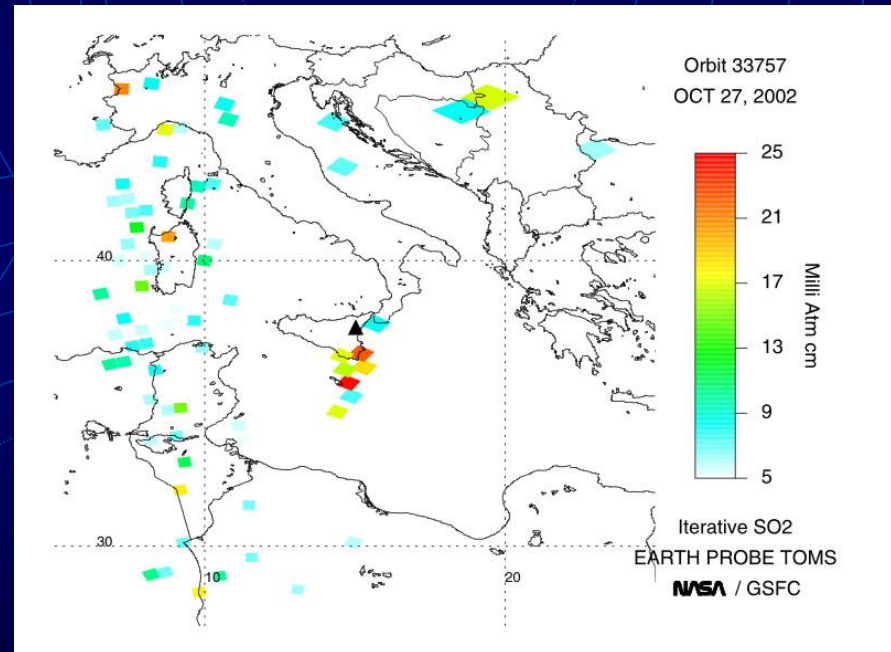
Globalni utjecaji – vodni tokovi , potresi, zračne struje – ne poznaju političke granice
- transport ljudi i dobara (ali i zagađivača) – globalni proces



Vjetar prenosi vjetar iz Sahare – npr. na zapad, preko Atlantika ili na sjever, preko Sredozemnog mora do srednje Europe

OKOLIŠ NA ZEMLJI

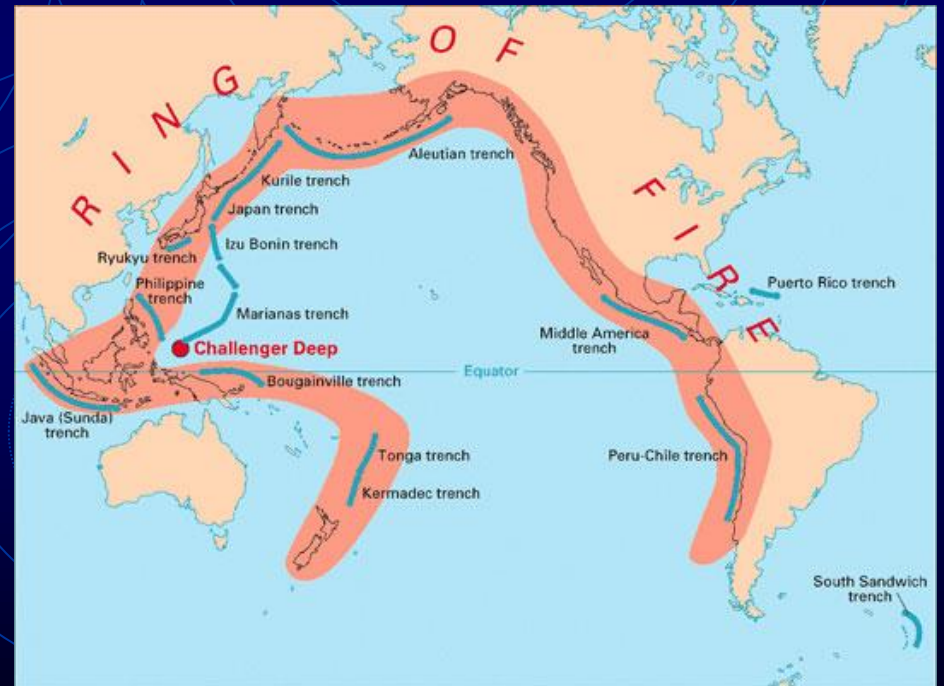
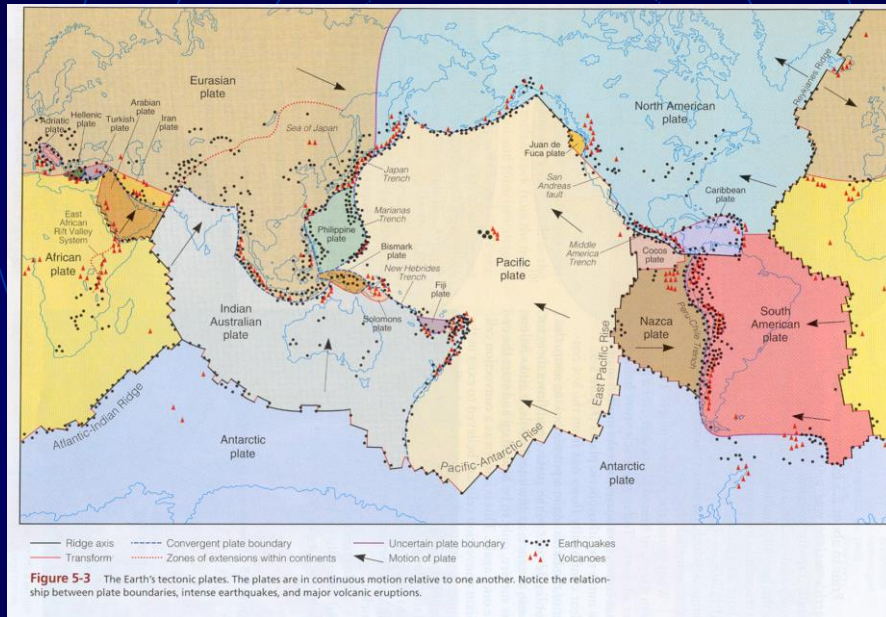
Širenje čestica kroz atmosferu –
primjer: dim iz vulkana Etne, pijesak iz Sahare



OKOLIŠ NA ZEMLJI

Prirodni hazardi (elementarne nepogode) –

sastavni dio života planeta neovisno o ljudskim utjecajima; planet ima «svoj» život



Potresi

Zemlja stalno podrhtava. Primjer: jači potresi početkom 2010.



OKOLIŠ NA ZEMLJI

**Zemlja, voda, zrak, vatra –
potresi, vulkani, poplave, obalni problemi, snažni vjetrovi, požari**



OKOLIŠ NA ZEMLJI

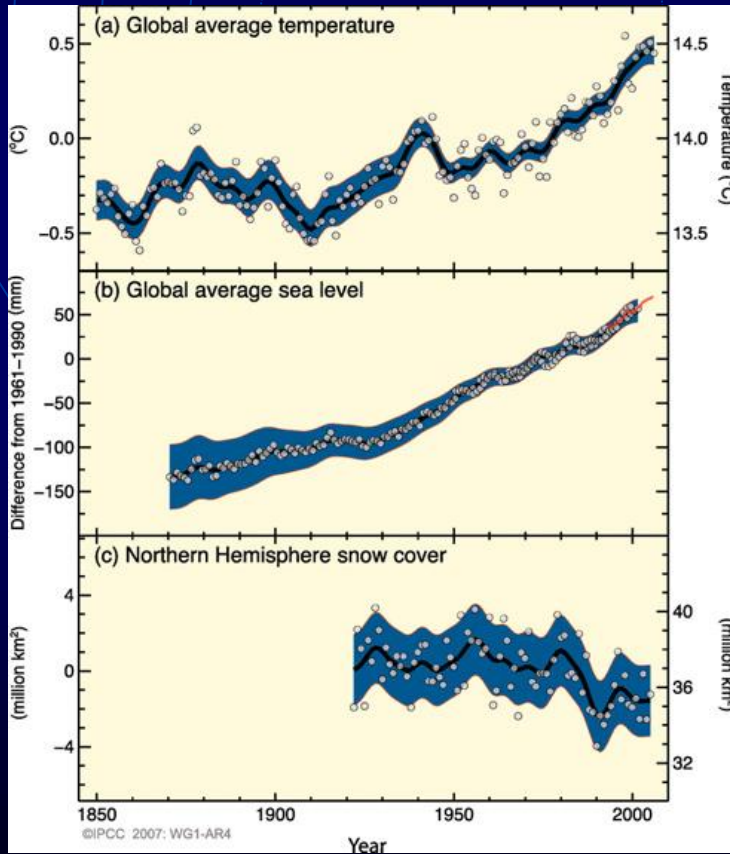
**Zemlja, voda, zrak, vatra –
potresi, vulkani, poplave, obalni problemi, snažni vjetrovi, požari**



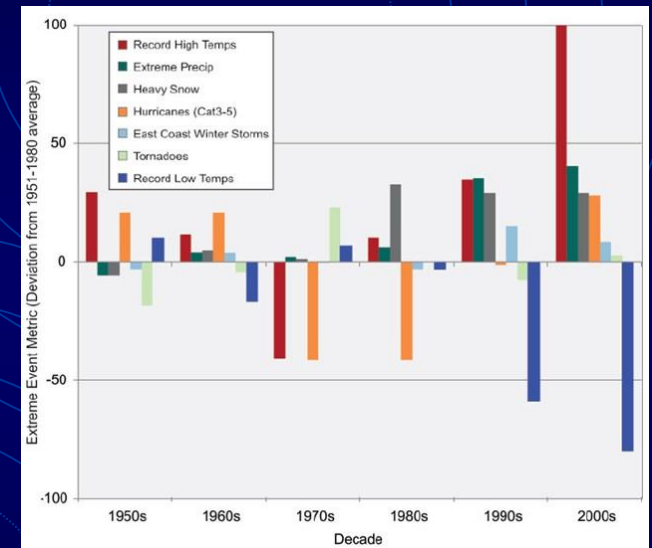
Klimatske promjene

Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC Assesment reports – AR5 (2014-2015)

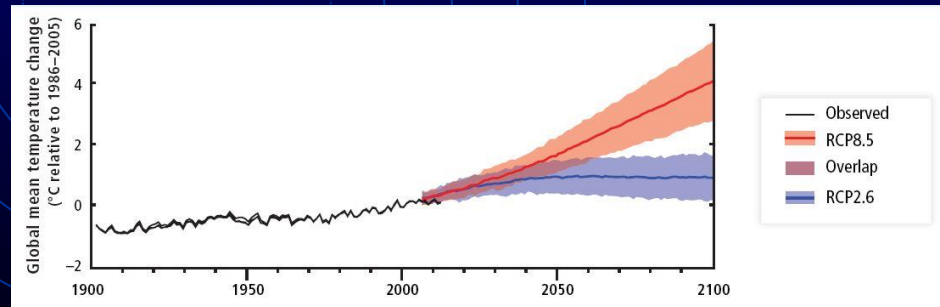
Mjereni podaci



Klimatski ekstremi
po dekadama



Projekcije porasta temperature



IPCC - SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C, October 2018

Sixth Assessment Cycle 2016 - 2021

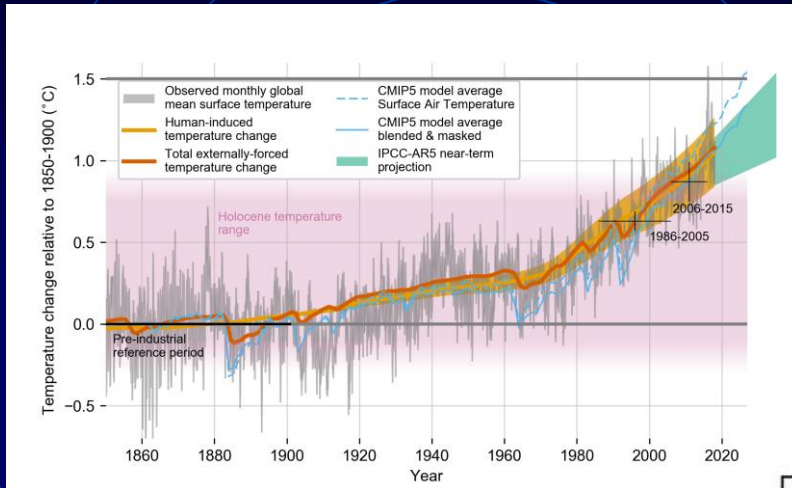
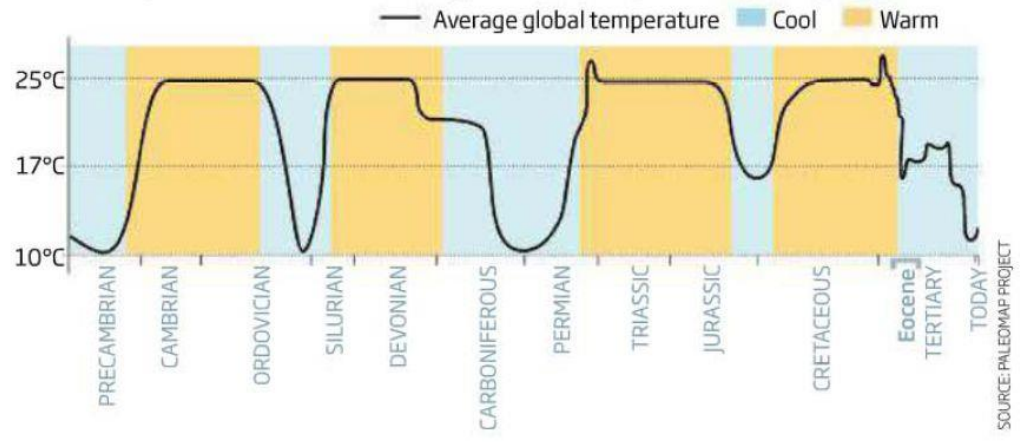


FIGURE 1.2 Evolution of global mean surface temperature (GMST) over the period of instrumental observations

Širi pregled toplih i hladnih razdoblja u geološkoj prošlosti Zemlje:
je li današnje globalno zatopljenje izuzetak ili dio uobičajenog ritma toplinskih izmjena na Zemlji?

Earth's history blows hot and cold

Global temperatures have risen far higher than today's in the geological past



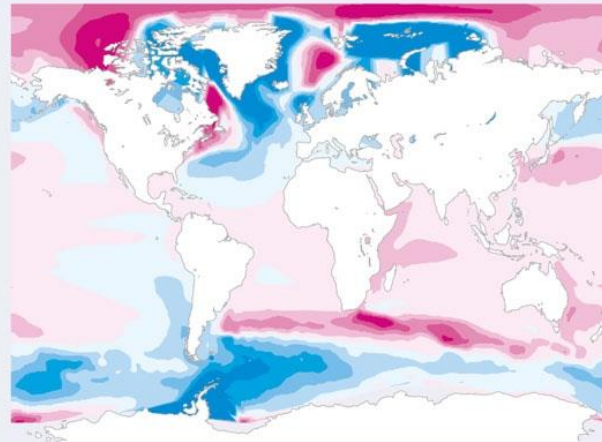
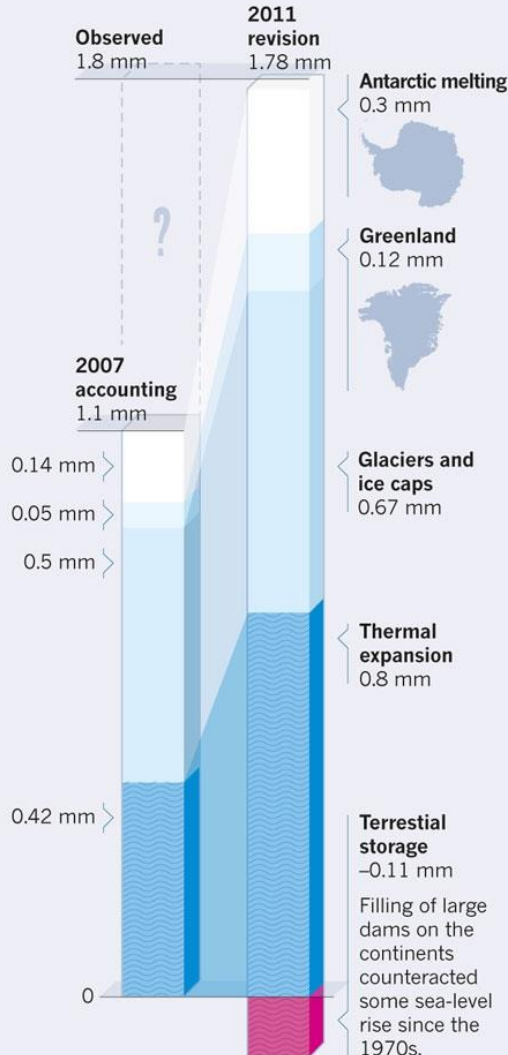
Podizanje razine mora

TOO MUCH WATER

Sea levels have been edging upwards at an accelerated rate over the past decade, and the pace will quicken as the world warms.

BETTER BUDGET

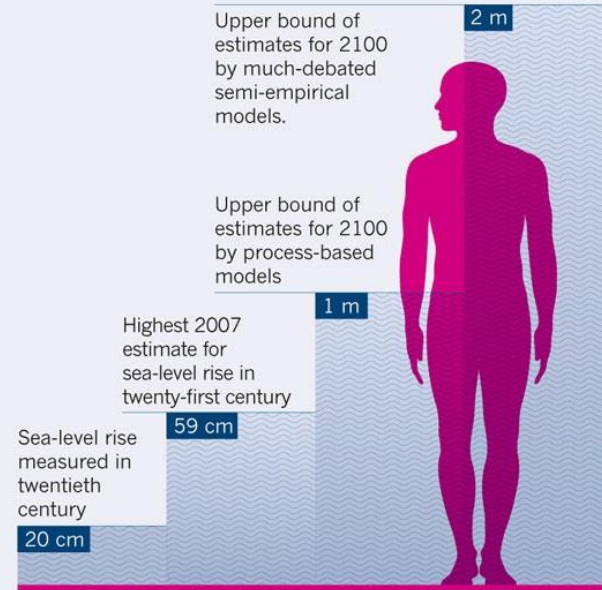
In 2007, researchers could account for only about 60% of the changes in sea level since the 1960s, during a period when the oceans were rising an average of 1.8 millimetres per year. But thanks to improved models, oceanographers can now explain almost all of the changes since the 1970s. Over the past two decades, the rate of rise has picked up, to more than 3 millimetres per year.



HOT SPOTS

For a scenario with an average global sea-level rise of 47 centimetres, local factors will cause the oceans to rise more in some regions and less in others — and even drop in some.

Differences from global average

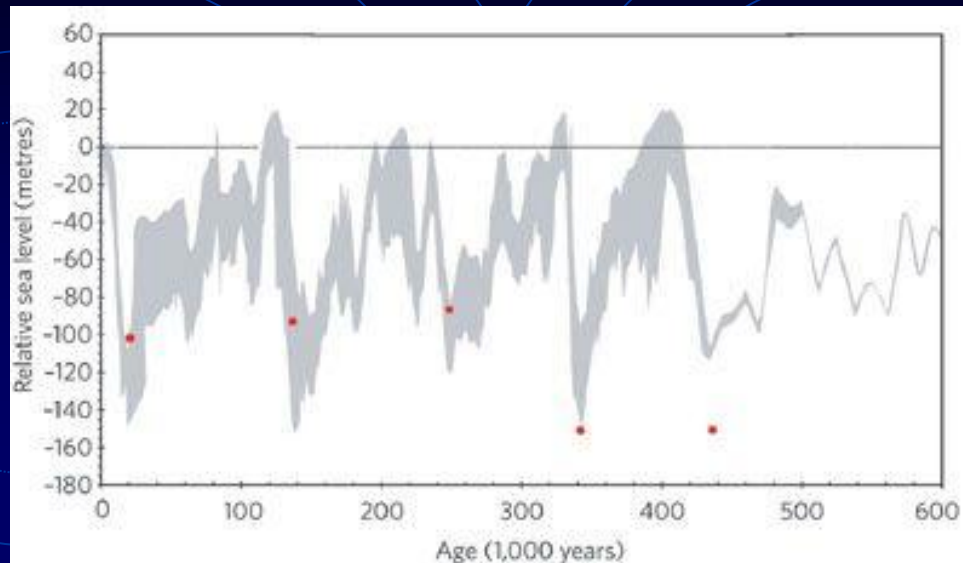


187 million

... people would be swamped by a 2-metre rise in sea levels. That is roughly the combined population of the United Kingdom, Germany and Spain.



Podizanje razine mora 2



Climate science: How low did it go?

Earth Planet. Sci. Lett. doi:10.1016/j.epsl.2006.09.033 (2006)

ELSEVIER

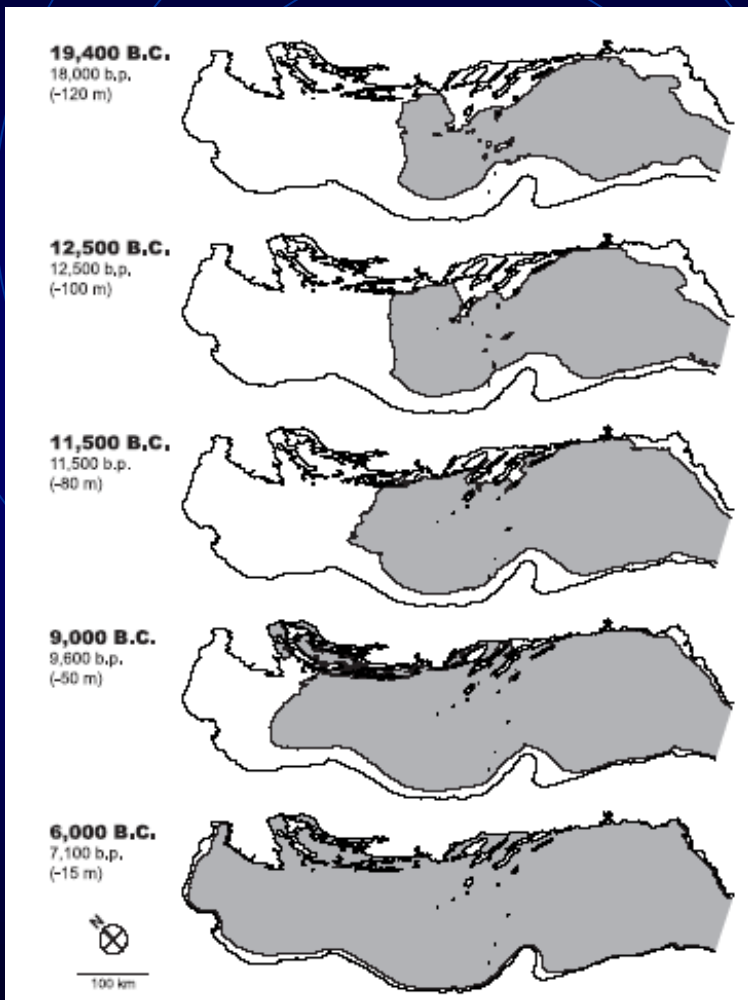
A uniquely well-preserved record of past sea levels in the Gulf of Lions in the Mediterranean has been used to constrain the sea's lowest points over the past 434,000 years.

Marina Rabineau of the National Centre of Scientific Research in Plouzané, France, and her colleagues used high-resolution seismic profiles and shallow drilling cores to determine the position of palaeoshorelines at the peaks of the last five glacial periods (in graphic above, red dots indicate new data, grey areas the range of past estimates).

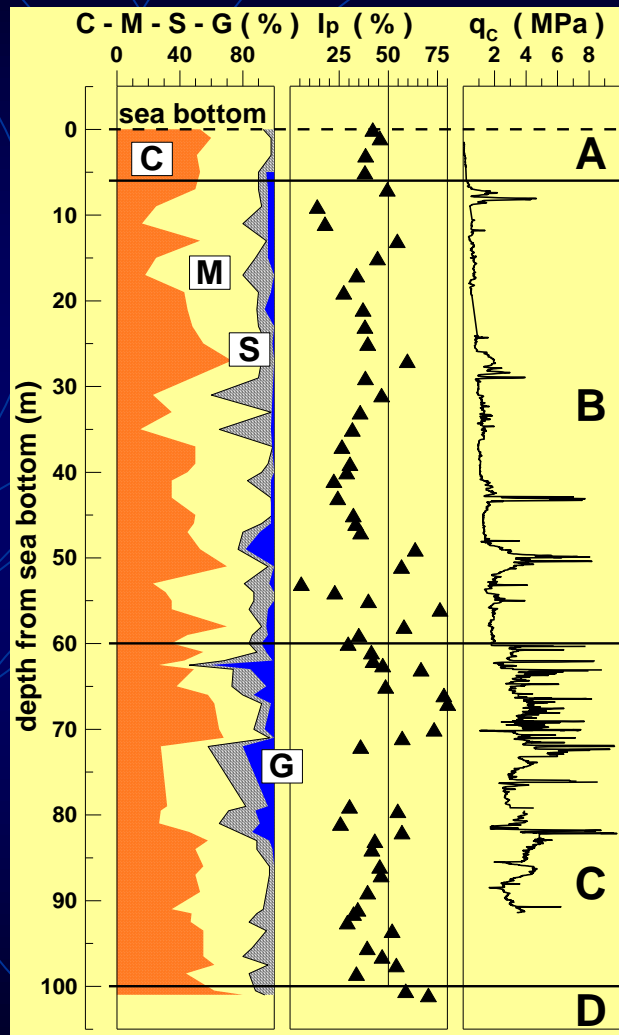
After correcting for the effects of tectonic movement and sediment build-up, they conclude that sea levels were around 100 metres lower than today during the three most recent glacial periods, and around 150 metres lower during the earlier two. The difference points to more extreme glaciations in earlier cycles, which may be associated with the 400,000-year cycle in the eccentricity of Earth's orbit.

Podizanje Jadranskog mora – cca 100m u zadnjih 20 000 g

Približna rekonstrukcija podizanja Jadranskog mora u zadnjih cca 20 000 god



Profil tla po dubini - lokacija mosta Pelješac d mora = 28m



Žitka do lako gnječiva glina

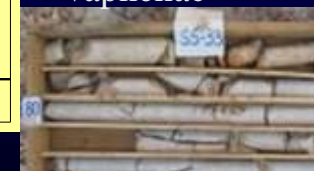
Srednje do teško gnječiva glina



Kruta glina - 'paleoreljef'



Vapnenac



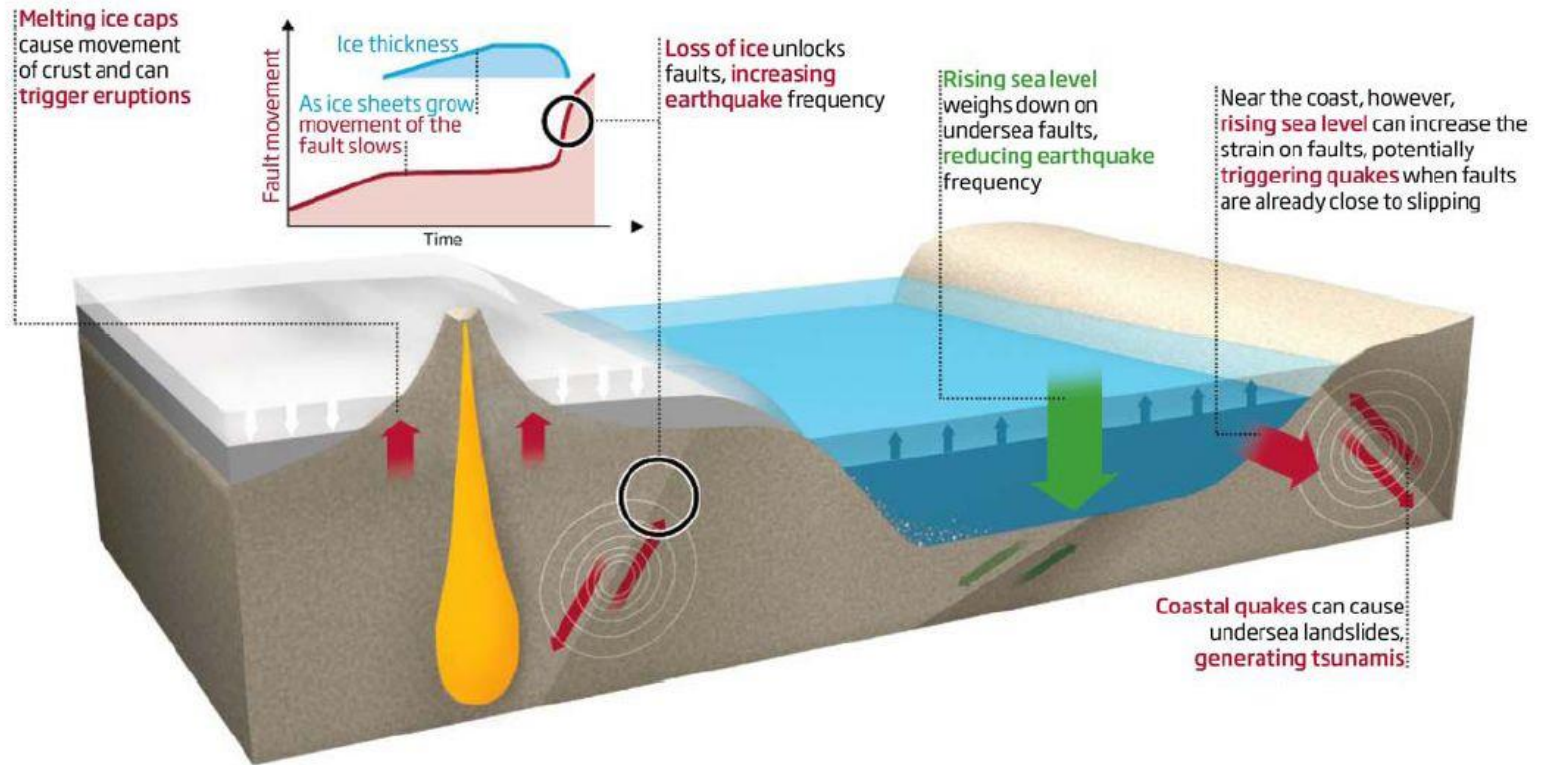
“ novo “

“ staro “

Globalno zatopljenje – utjecaj na potrese i vulkane

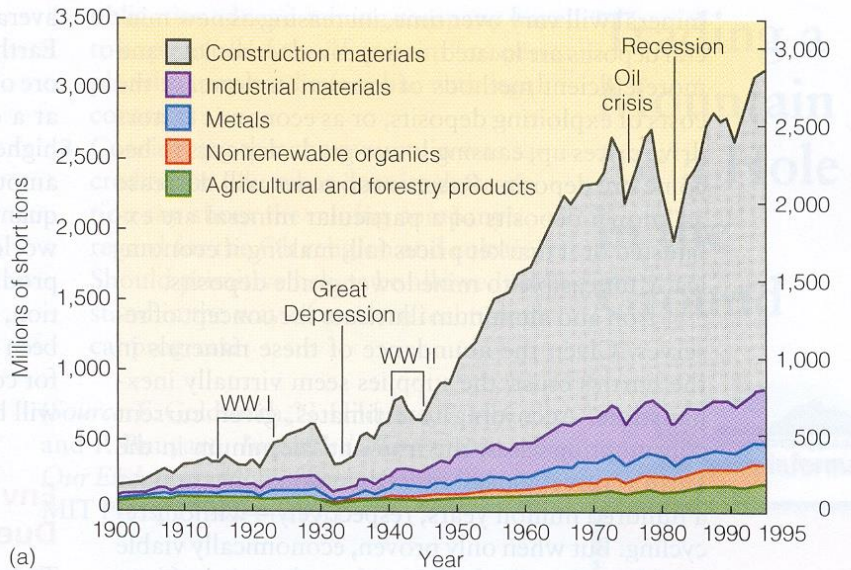
How warming affects quakes and volcanoes

Melting ice sheets and rising sea levels can alter the existing stresses on faults and magma chambers, triggering earthquakes and eruptions. Global warming may mean such events occur sooner than they might otherwise have done, but there will not necessarily be more overall (see inset)



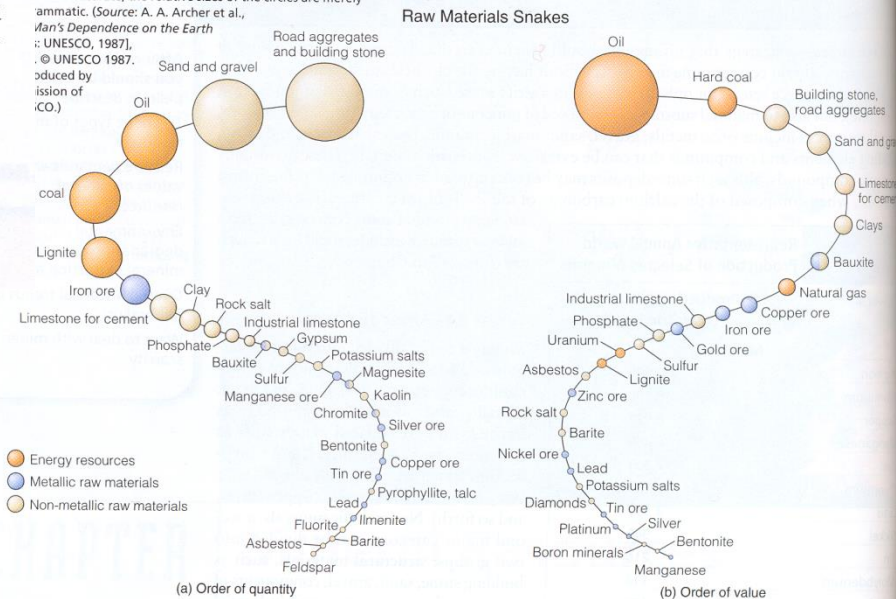
KORIŠTENJE IZVORA

- Obnovljivi i neobnovljivi izvori
- Dijagrami korištenja raznih sirovina – primjer iz USA



(a)

Figure 10-1 Raw materials snakes: (a) in order of world production by quantity, and (b) in order of economic value. Note that while the relative ordering of the various materials is accurate, the relative sizes of the circles are merely schematic. (Source: A. A. Archer et al., *Man's Dependence on the Earth*; UNESCO, 1987). © UNESCO 1987. Produced by permission of UNESCO.



Rast stanovništva na Zemlji

SVJETSKA POPULACIJA

SEDAM NAJNAPUĆENIJIH ZEMALJA

2011. godina

Kina
1.33 milijarde

Indija
1.17 milijardi

SAD
306.8 milijuna

Indonezija
243.3 mil.

Brazil
191.5 mil.

Pakistan
180.8 milijuna

Nigerija
162.3 milijuna

EU 27
502 milijuna

2050. godina

Indija
1.69 milijarde

Kina
1.31 milijarda

Nigerija
433 milijuna

SAD
423 mil.

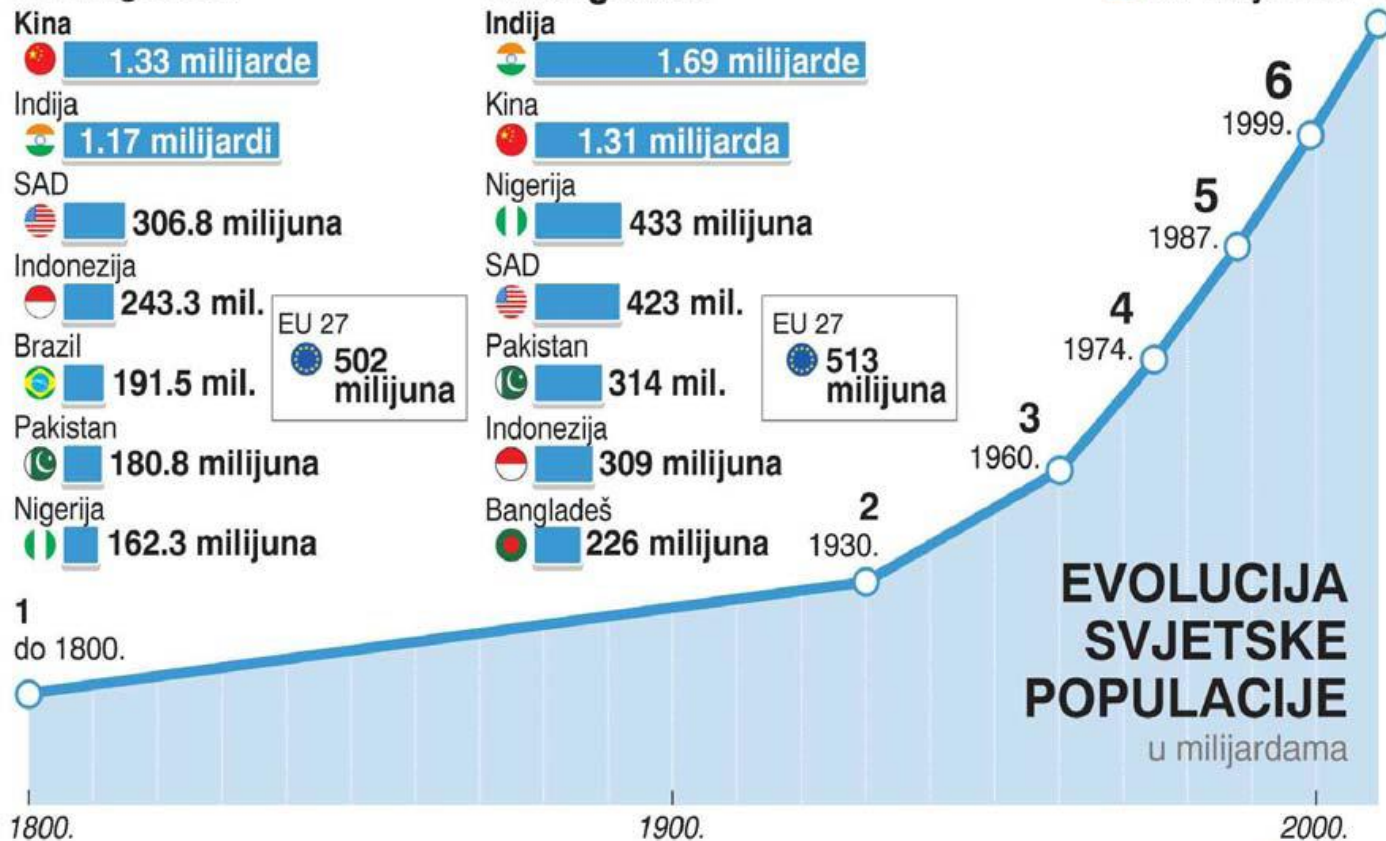
Pakistan
314 mil.

Indonezija
309 milijuna

Bangladeš
226 milijuna

EU 27
513 milijuna

7 milijardi stanovnika do kraja 2011.



$$I = P \times C$$

I - utjecaj

P - populacija
C - potrošnja

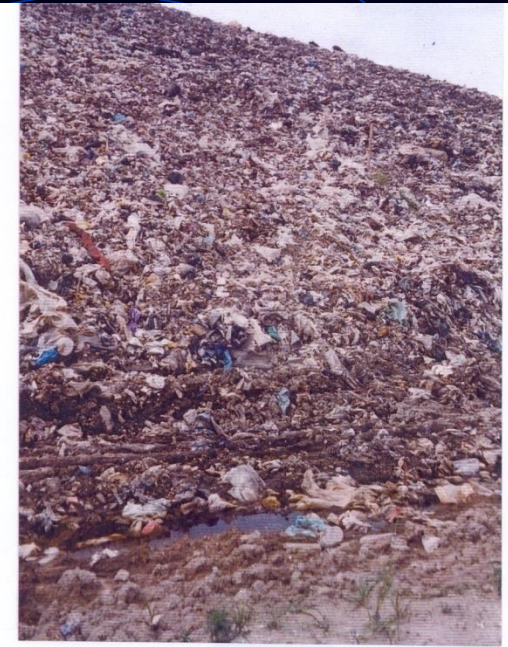
ZAGAĐENJE

- Višak outputa koji društvo odlaže u okoliš u dovoljnim količinama koje su opasne za život ili imovinu

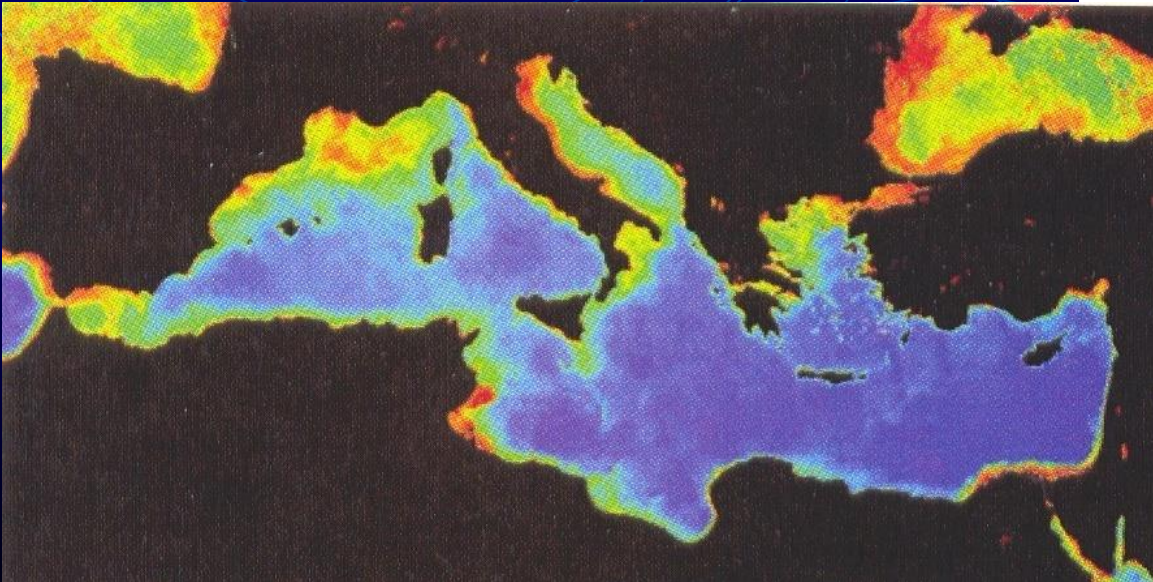
Karakteristike:

- U procesu kruženja materije i tokova energije u prirodi – lokalne nepoželjne koncentracije
- Ubrzavajući prirodni proces
 - Prirodna zagađenja – npr. vulkani , veliki šumski požari, nusprodukti živih bića, gomilanje mrtvih organizama (npr.u moru) – SO₂ , CO₂
 - Ljudska – znatno veća od prirodnih, unose u prirodu dosad nepostojeće tvari i spojeve
- Proces zagađenja se pojavljuje u bilo kojem koraku ljudske aktivnosti (nusprodukti u pojedinim koracima proizvodnje, transport, ambalaža, potrošnja općenito)

ZAGAĐENJE



JAKUŠEVEC ZAGREB: Pogled na odloženi otpad

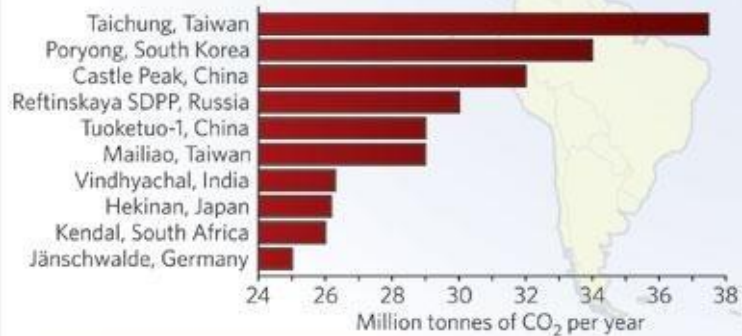


ZAGAĐENJE – UGLJIČNI DIOKSID

GRAPHIC DETAIL COUNTRIES WITH HIGHEST CO₂-EMITTING POWER SECTORS (TONNES PER YEAR)



HIGHEST CO₂-EMITTING POWER PLANTS WORLDWIDE



Požari na Arktiku – srpanj, 2019

- The fires burning in Siberia can be seen from space, as well as the smoke they are producing.
- Snow forests are burning at a rate not seen in at least 10,000 years
- In June, the fires emitted more CO₂ than some European countries do in a year.



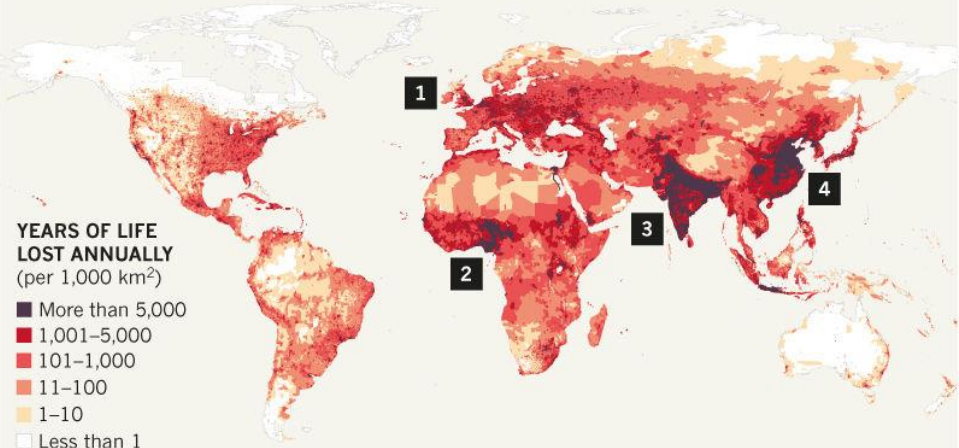
- There is concern permafrost under the razed forests may begin to melt, releasing methane

ZAGADJENJE ZRAKA U SVIJETU



LOST YEARS

Air pollution around the world leads to around 4.5 million deaths and 120 million years of life lost each year.



1 Since 1970, the **UK** death rate from air pollution has reduced by 30% through EU legislation.

2 In **West Africa**, desert dust adds to air pollution.

3 **India's** air quality has worsened fastest in the past decade.

4 **China's** air quality started improving in 2010.

Areas with population data are shown; an average is assumed for countries without detailed data.

©nature

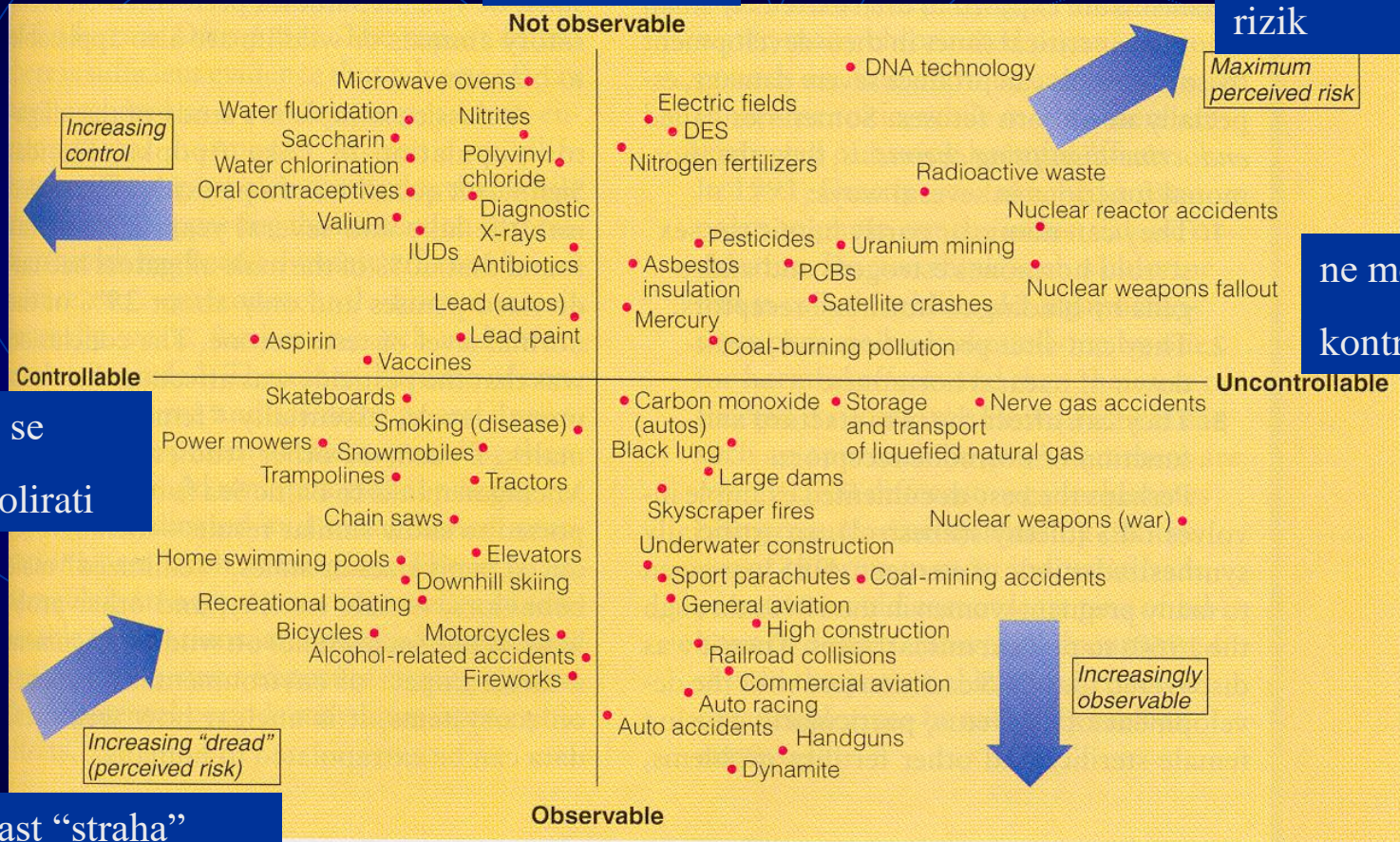
MITOVI O KONTROLI ZAGAĐENJA

- «Čistoća» prirode – priroda nije 100% čista (postoje i prirodna zagađenja), zagađenja se mjere u milijuntim dijelovima (ppm) ili čak i u dijelovima milijarde – kapljica vode 500×10^{12} molekula – sve nisu samo H₂O, nego i plinovi, metali, minerali
- «nulto zagađenje» - nerealno, ne može se održavati život bez nusprodukata; korist od «totalnog» očišćenja nepotrebna, jer ni priroda nije sasvim čista; troškovi i ulaganja u visoki stupanj čistoće prelaze ukupnu korist od te čistoće (cost-benefit)
- «nulti rizik» - zabluda, ne postoji ništa bez nekog rizika ; cilj: Rizik treba minimalizirati, a ne eliminirati.
- Kritična zagađenja: otrovne tvari (kemijske, biološke, radioaktivne)
- Zagađenje neotrovnim tvarima – zbrinjavanje otpada..

Prikaz rizika u okolišu

nevidljivo

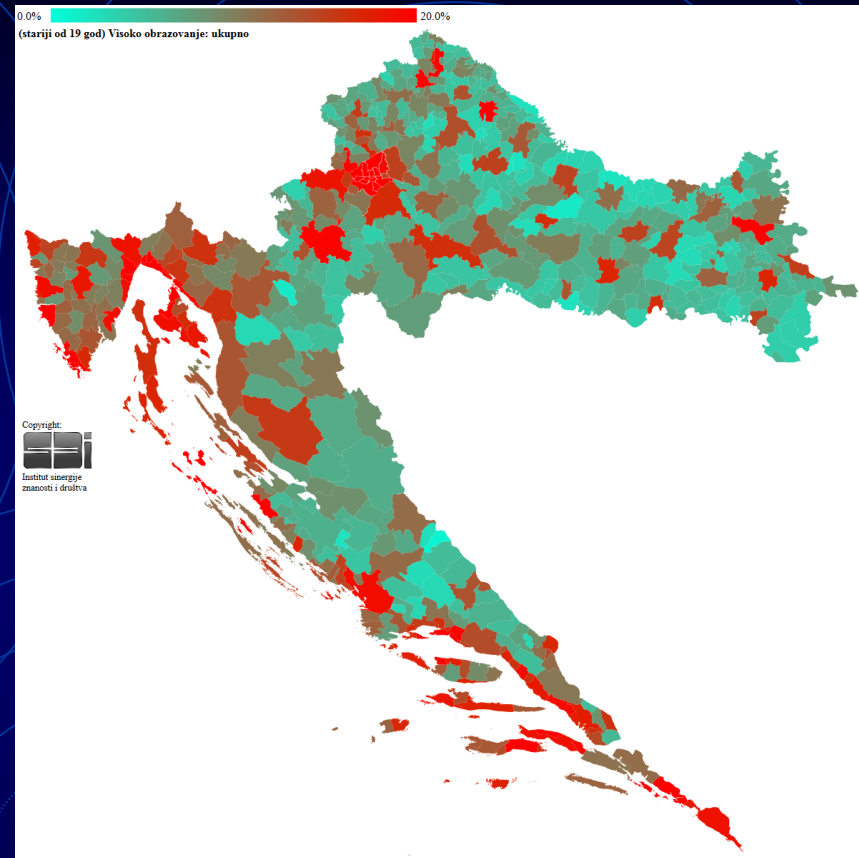
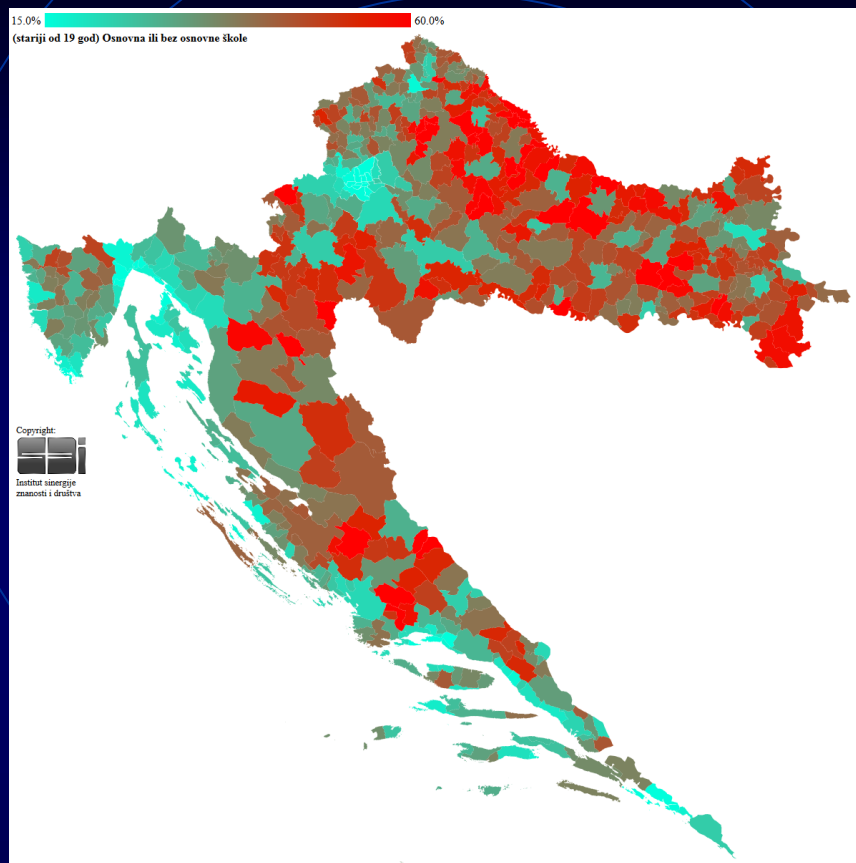
Maksimalni
pojmljivi
rizik



GDJE JE HRVATSKA ?

- **Potreba za razvojem** : npr. pokazatelj BDP (GNP) – u odnosu na najsiromašnijeg člana dosadašnje EU (Portugal) Hrvatska ima cca 50% BDP po stanovniku (faktor 2), u odnosu na prosjek EU (npr. Austrija, Njemačka) omjer BDP je 4. Uz prosječni godišnji rast BDP od 5% potrebno je oko 15 godina za udvostručenje.
 - za postizanje povećanog razvoja turizam nije dovoljan (15-20% BDP-a) nego treba razvijati druge sektore gospodarstva – pitanje održivog razvoja?
 - znatne razlike u razvoju pojedinih regija ili županija – potreba decentralizacije
- **Potreba za obrazovanjem** – nositelji razvoja su u pravilu visokoobrazovane osobe – sadašnje stanje obrazovanja nije zadovoljavajuće. Iako formalno obrazovanje nije automatski i garancija uspjeha, današnji trend, u kojem se razvoj poistovjećuje s usvajanjem i primjenom znanja, zahtijeva od pojedinca brzo prihvaćanje novih znanja za što je ipak potrebno i dugotrajnije formalno školovanje
- **Ekološki standardi** – općenito niski, jedan od uvjeta za EU koji će se vrlo sporo i mukotrpno dosizati

OBRAZOVNA STRUKTURA RH 2011



Osnovna škola ili manje 27.4%

Visoko obrazovanje – stručni,
sveučilišni i doktorski studiji 17.6%
ZG – 30,8%

Hrvatska – ekološke “crne” točke cca 2010-2011



Zagreb - geohazardi

