

# TEHNOLOGIJE I ODRŽIVI RAZVOJ

1. povijest znanosti i odnosa prema okolišu
2. prirodni sustavi i njihova hijerarhija
3. iskorištavanje i onečišćivanje tla
4. iskorištavanje i onečišćivanje voda
5. onečišćivanje zraka
6. onečišćenje bukom i svjetlom
7. onečišćivanje informacija
8. uzroci i posljedice klimatskih promjena
9. neobnovljivi izvori energije
10. obnovljivi izvori energije
11. stambeni prostor i nove tehnologije
12. različiti pristupi očuvanju okoliša

Popis obavezne literature potrebne za studij i polaganje ispita

- grupa autora. (2001). *Ekološki leksikon*. Zagreb: Barbat
- Lay, V., Kufrin K., Puđak J. (2007). *Kap preko ruba čaše*. Zagreb: Hrvatski centar "Znanje za okoliš"

Popis preporučene literature

- Shiva, Vandana. (2006). *Ratovi za vodu*. Zagreb: DAF
- Shiva, Vandana. (2006). *Biopiratstvo*. Zagreb: DAF
- McKibben, Bill. (2005). *Smrt prirode*. Zagreb: Biovega
- Rifkin, Jeremy. (2002). *Entropija*. Zagreb: MISL
- Graham, Bell. (2002). *Put permakulture*. Cres: Tisak MORE
- Chomsky, Noam. (2006). *Mediji, propaganda i sistem*. Zagreb: što čitaš?
- Glavač, Vjekoslav. (2000). *Uvod u globalnu ekologiju*. Zagreb: Inter grafika

Ime nastavnika: mr. sc. Robert Faber

Status kolegija: izborni

Preduvjeti upisa: nema uvjeta

Oblik nastave: predavanja (2P)

Broj ECTS bodova: 3

**Napomena: Ovaj materijal ne predstavlja skriptu za spremanje ispita, već samo pomoć u obliku kratkog pregleda sadržaja predavanja.**

## Povijest znanosti i odnosa prema okolišu

Prvi crteži životinja i ljudi, prije oko 20.000 godina (zadnje ledeno doba).

Politeizam i mitski odnos prema prirodi i prirodnim pojavama.

Oko 3100g pne. pojava pisma kod Sumerana na području Mezopotamije. Pretpostavlja se da je najstariji nađeni zapis dio izračuna poreza.

Oko 3000g pne. pojava Egipatskih hijeroglifa.

Oko 1800g pne. pojava Kineskih slova sličnih današnjim.

Oko 1000g pne. pojava prvog alfabetskog pisma u Grčkoj.

Pojava latiničkog brzopisa 63g pne.

### A N T I K A

Pitagora (oko 582. pne - oko 507. pne) - filozof i matematičar

- Vjerovao da se svijet može razumjeti samo kroz brojeve.

- Imao veliki utjecaj na Platona

Sokrat (470. pne - 399. pne) - filozof

- Ne nameće svoje mišljenje, već ljudima postavlja pitanja o moralu i ukazuje na manjkavost njihova znanja. Osuđen na smrt.

Platon (oko 428. pne - 348. pne) - filozof, Sokratov učenik

- Razvija teoriju da apstraktni pojmovi kao npr. "istina", doista postoje s one strane fizičkog svijeta.

- U svom najvećem djelu "Zakoni", odbacuje atensku demokraciju i dokazuje da se ekstremi kod upravljanja državom moraju izbjegavati.

Aristotel (384. pne - 322. pne) - filozof, Platonov učenik

- Osim goleme ostavštine, njegov rad obilježava sustavnost kojom posebno dobro klasificira različita područje ljudskog znanja.

- Rimski filozofi dobro poznaju Aristotelov rad, ali s padom Rimskog Carstva u zapadnom svijetu pada u zaborav. Ponovo ga otkrivaju arapski znanstvenici, a prebjegli grčki znanstvenici njegove radove nakon pada Carigrada 1453. donose u Italiju gdje se prevode na latinski i imaju veliki utjecaj na srednjovjekovnu umjetnost i znanost.

### R I M S K O C A R S T V O

Uzlet Rimskog Carstva započinje osvajanjima Apeninskog poluotoka koja su završila 264. g. pne. Daljnji uspon nastavlja se inozemnim osvajanjima, da bi se na vrhuncu rasprostiralo od Atlanskog oceana na zapadu do Sirijske pustinje na istoku, te od Škotske i ušća Rajne na sjeveru do Sahare na jugu.

Početak 4. stoljeća car Konstantin odbacuje tradicionalne rimske bogove i kršćanstvo proglašava državnom vjerom.

395.g Carstvo se dijeli na Istočno koje traje do 1453.g i Zapadno koje traje do 476.g.

Kao europsko nasljeđe ostaje latinski jezik, kao jezik crkve i izvor velikog broja europskih jezika, te judeo-kršćanska vjera. To nasljeđe utječe na formiranje europskog odnosa prema prirodi i okolišu.

Iz veze jezika i okoliša stvara se naše viđenje prirode kao divljeg i neprijateljskog svijeta kojeg treba udomačiti.

Judeo-kršćanska vjera obilježava odnos čovjeka prema prirodi na način da se njome treba ovladati na korist čovjeka.

## SREDNJI VIJEK

Europom u 5. i 6. st. (tzv. mračno doba) haraju razni narodi što uzrokuje dugo razdoblje nestabilnosti i nemira koji završavaju krunidbom Karla Velikog za cara Svetog Rimskog Carstva 800. godine čime započinje novi uzlet znanosti.

Provale vikinga u 9. i 10. stoljeću čije potomke asimilira lokalno stanovništvo.

Rastuća papinska moć na štetu svjetovnih vladara obilježava 12. i 13. stoljeće.

Franjo Asiški (1182. - 1226.) - talijanski redovnik, kršćanski radikal

- 1209. - osnovao red franjevaca

- Imao je duboko poštovanje prema prirodi i svim njezinim stvorenjima, te propovijedao jednakost svih vrsta. Radi sa siromašnima i bolesnima.

- 1980. Papa ga proglašava svecem zaštitnikom ekologije.

Albert Veliki (1193. - 1280.) -

- Piše prve traktate o "ekologiji", botanici i zoologiji u kojima prevladavaju teološke koncepcije.

Srednjovjekovno razdoblje završava s početkom renesanse kada ponovo oživljavaju antičke vrijednosti i stilovi.

## RENEŠANSA (14.-16.st)

Leonardo da Vinci (1452. - 1519.) izrađuje studije iz područja hidraulike, optike, astronomije i anatomije. Skicira brojne izume.

Nikola Kopernik (1473. - 1543.) knjigom "O gibanju nebeskih tijela" opovrgava geocentrizam i skicira zemljinu orbitu oko sunca kao kružnicu.

Giordano Bruno (1548. - 1600.) podržava Kopernikovu teoriju i osporava Bibliju kao izvor astronomskih spoznaja. Postavlja teoriju da je svemir neograničen i sastavljen od bezbroj svjetova i solarnih sustava nalik našem. Tvrdi da je zemlja živa i da bi mogli biti živi i drugi planeti. Spaljen na lomači kao heretik.

Galileo Galilei (1564. - 1642.) 1613. pismom podržava Kopernikovo učenje. 1632. objavljuje "Dijalog" o dva glavna svjetska sustava i time nepobitno osporava Ptolomejev (Aristotelov) svemir. 1633. odrekao se svojih vjerovanja pred inkvizicijom.

Johannes Kepler (1571. - 1630.) iz podataka o gibanju planeta koje je naslijedio od Tycho Brahe, izvodi između 1609. i 1619. svoja tri zakona o gibanju nebeskih tijela.

- doba velikih pomorskih otkrića

## PROSVJETITELJSTVO (17.-18.st)

- Začeto u Britaniji kao "doba razuma" i obilježeno antiklerikalizmom i političkim radikalizmom. Tvrdi da je pravi predmet čovjekova izučavanja čovjek. Proglašavaju ljudsku nadmoć nad prirodom i ističu pravo na njezino iskorištavanje.

Francis Bacon (1561. - 1626.) osuđuje nagađanja i tvrdi da činjenice uvijek moraju prethoditi teoriji. Promovira tzv. Baconovski kredo prema kojem je tehnologija nadmoćna prirodi. Industrijalcima daje znanstveni alibi za nemilosrdno ponašanje. Odbacuje heliocentrizam. Osuđen zbog primanja mita.

Isaac Newton (1643. - 1727.) u knjizi "Matematički principi filozofije prirode" iz 1687. daje matematičke opise zakona mehanike i gravitacije. Opisuje tri zakona gibanja i zakon gravitacije. Njegovi radovi predstavljaju začetak mehanicističkog pogleda na svijet koji se održao do danas.

Noël-Antoine Pluche (1688. - 1761.) (opat) u knjizi "Spectacle de la Nature" objavljenoj između 1732. i 1750. klasificira biljke i životinje na korisne i nekorisne za čovjeka. Takav antropocentričan stav prema prirodi odražava se i u zakonima velikog broja država, koji dozvoljavaju istrebljenje brojnih divljih vrsta koje su proglašene štetnima.

Adam Smith (1723. - 1790.) izlaže ekonomsku filozofiju "očiglednog i jednostavnog sistema prirodne slobode" (iz Laissez-faire filozofije francuskih ekonomista) . 1776. izdaje knjigu "Bogatstvo naroda" u kojoj tvrdi da natjecanje među pojedincima u stjecanju bogatstva dovodi do boljitka čitavog društva. Kritizira merkantilizam kao gospodarsku praksu (16. - 18. st.) i zagovara slobodnu trgovinu.

- Kao reakcija na prosvjetiteljstvo javlja se romantizam koji osuđuje dehumanizaciju i upozorava da će čovjek sam sebe nadmudriti, te naglašava ljepotu prirode. (Lord Byron, Johan Goethe, William Blake, Mary Shelly, Robert Schumann, Richard Wagner, ...)

## NOVO DOBA

Jean-Baptiste Lamarck (1744. - 1829.) iznosi teoriju po kojoj se razvitak vrsta događa postepeno i pod utjecajem sredine. (lamarkizam)

Rudolf Emanuel Clausius (1822. – 1888.) između 1850. i 1865. uvodi entropiju u termodinamiku.

Karl Marx (1818. - 1883.) Filozof i ekonomist zajedno s Engelsom 1848. objavljuje "Komunistički manifest". Djelo "Kapital" objavljeno nakon njegove smrti predstavlja kritiku političke ekonomije.

Charles Darwin (1809. -1882.) u knjizi "O podrijetlu vrsta" objavljenoj 1859. izlaže teoriju evolucije koja tumači postanak vrsta. U knjizi "O podrijetlu čovjeka" objavljenoj 1871. proširuje tu teoriju i na čovjeka.

Francis Galton (1822. - 1911.) Darwinov rođak, psiholog i utemeljitelj eugenike čije postavke daje u djelu "Nasljedni genij" iz 1869.

Albert Einstein (1879. - 1955.) postavljanjem svoje "specijalne teorije relativnosti" 1905., mijenja shvaćanje fizike kakvo je razvio Isaac Newton. Dobiva Nobelovu nagradu za fiziku 1921. ali za radove na području fotoelektričnog efekta.

## Dinamika čestice

**Sila** - Opisujemo je pomoću njena djelovanja, a to djelovanje može biti dvojako:

- sila može ubrzati ili usporiti neko tijelo, tj. promijeniti mu stanje gibanja
- sila može promijeniti oblik tijela, tj. deformirati ga.

**Masa** - Svojstvo svakog tijela koje određuje njegovo ponašanje pri djelovanju sile. Što je masa tijela veća, ono je tromije, pa ga je teže ubrzati ili usporiti, tj. promijeniti mu stanje gibanja. Masa je kvantitativna mjera tromosti tijela.

**Količina gibanja** -  $\vec{p} = \frac{m \cdot \vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  - općeniti oblik (relativistički)

$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$  - nerelativistički oblik

mjerna jedinica = (kg m/s)

### Prvi Newtonov zakon

Svako će tijelo ostati u stanju mirovanja ili jednolikog gibanja po pravcu sve dok djelovanjem vanjskih sila to stanje ne promijeni.  
(zakon ne vrijedi u svakom referentnom sustavu, već je ograničen na inercijalne sustave)

### Drugi Newtonov zakon

Opisuje ponašanje tijela kad na njega djeluje vanjska sila  $F$  i može se izraziti u dva oblika:

- općeniti oblik (vrijedi u relativističkoj i klasičnoj mehanici)
- nerelativistički oblik (vrijedi samo u klasičnoj mehanici)

### Treći Newtonov zakon

Svatom djelovanju (akciji) uvijek je suprotno i jednako protudjelovanje (reakcija).  
Djelovanja dvaju tijela jednoga na drugo uvijek su jednaka i protivnog smjera.  
(Opisuje interakciju tijela i njegove okoline)

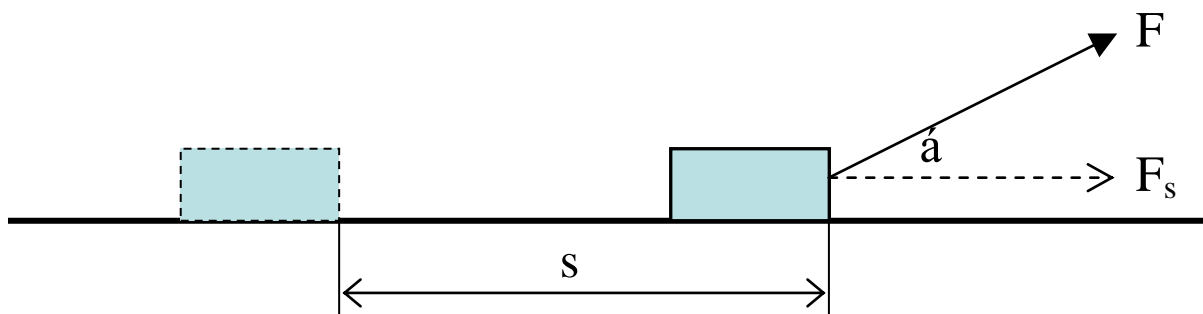
## Rad i energija

**Rad** - U fizici je definiran kao svladavanje sile na određenom putu.

Kod pravocrtnog gibanja tijela pod utjecajem stalne sile  $F$  koja djeluje u smjeru pravca gibanja tijela, rad je jednak umnošku sile i prijeđenog puta.  $W = F \cdot s$

Kad stalna sila  $F$  djeluje pod kutem  $\alpha$  prema smjeru gibanja tijela, rad je jednak umnošku komponente sile u smjeru puta i prijeđenog puta :  $W = F \cdot s \cdot \cos(\alpha) = F_s \cdot s$

Rad je skalarna veličina koja može biti pozitivna i negativna.

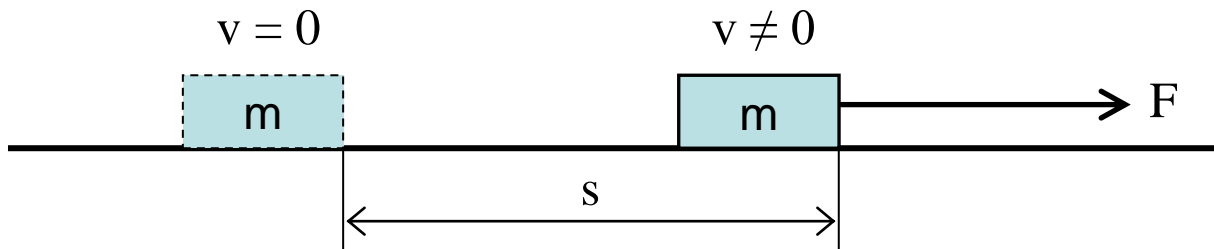


**Energija** - Definirana je kao sposobnost tijela ili sistema tijela da obavljaju rad. Kad tijelo obavlja rad, energija mu se smanjuje i obratno. Rad može prelaziti u energiju i obratno. Jedinica za rad i energiju je jednaka i zove se džul (joule), a označava J.

$$J = Nm = kg \cdot m^2/s^2$$

**Kinetička energija** - Sposobnost tijela da mogu izvršiti rad zato što imaju određenu brzinu.

$$E_k = m \cdot v^2/2$$



$$Uz \quad \frac{m \cdot v_1^2}{2} = F_1 \cdot s \quad i \quad \frac{m \cdot v_2^2}{2} = F_2 \cdot s \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \Rightarrow v_1 = v_2 \cdot \sqrt{\frac{F_1}{F_2}}$$

$$Npr. \quad uz \quad F_1 = 2F_2 \Rightarrow v_1 = v_2 \cdot \sqrt{2}$$

**Potencijalna energija** - Energija koja proizlazi iz položaja tijela prema drugim tijelima ili zbog konfiguracije tijela.

**Zakon očuvanja energije** - Energija se može pretvarati iz jednog oblika u drugi, pri čemu je u izoliranom sistemu zbroj energija konstantan.

**Snaga** - Definira se omjerom rada i vremena. (Brzina obavljanja rada ili prijenosa energije.) Jedinica za snagu je vat (watt), a označava W.  $W = J/s$

## Zakoni termodinamike

**Prvi** zakon termodinamike je zakon o očuvanju energije. U prirodi energija prelazi iz jednog u drugi oblik ili s jednog tijela na drugo, ali ne može nestati ili nastati iz ničega.

**Drugi** zakon termodinamike definira da su procesi preobrazbe energije iz jednog oblika u drugi spontani i da su uvijek usmjereni prema stanju niže energetske razine.

Nemoguć je proces u kojem bi toplina spontano prelazila s tijela niže temperature na tijelo više temperature. U realnim procesima je zbog njihove nepovratnosti za povratak u početno stanje potrebno uložiti energiju. Ta nepovratnost se mjeri porastom entropije.

**Treći** zakon termodinamike definira da je entropija nekog sustava pri 0K jednaka nuli, pri čemu je entropija mjera za nered u njemu. Što je u sustavu veći nered, entropija je veća.

Jedinice za energiju i rad		
Naziv	Znak	Odnos prema SI (J)
kalorija	cal	1cal = 4,1868 J
kilovatsat	kWh	1kWh = 3,6 · 10 <sup>6</sup> J
British thermal unit	Btu	1Btu = 1055,06 J
elektronvolt	eV	1eV = 1,602 · 10 <sup>-19</sup> J

## Prirodni sustavi i njihova hijerarhija

Sustavi osnovnih znanosti	
Sustav	Znanost
subelementarne čestice	fizika subelementarnih čestica
elementarne čestice	fizika elementarnih čestica
atomi	fizika
Idiobiološki sustavi	
Sustav	Znanost
molekule	kemija, fizikalna kemija
replicirajuće molekule	molekularna biologija
organele	biokemija, fiziologija
stanica	citologija, fiziologija
tkivo	histologija, anatomija, fiziologija
organi	histologija, anatomija, fiziologija
organizam	autekologija, ekofiziologija
Sinbiološki sustavi	
Sustav	Znanost
populacija	demekologija, populacijska ekologija
ekosustav, biogeocenoza	sinekologija
skup ekosustava, skup biogeocenoza	krajobrazna ekologija, geoekologija
biogeografske regije, megaekosustavi	krajobrazna ekologija, geoekologija
ekosfera	globalna ekologija

(Ekološki leksikon)

1. Živa priroda je hijerarhijski organizirana.
2. Manji su sustavi sastavni dijelovi većih.
3. Porast složenosti sustava smanjuje brzinu mnogih za sustav značajnih procesa.
4. Porast složenosti sustava smanjuje predvidivost sistemskih procesa.
5. Svaki sustav ima svoja specifična obilježja.

Tri osnovne značajke prirode su **gibanje**, **tvar** i **oblik**, a njihove mjerne veličine **energija**, **masa** i **informacija**.

U organizaciji žive materije od najnižih razina do životnih zajednica vlada visoka unutrašnja organiziranost životnih funkcija koja se zasniva i održava na kontaktu sa životnim prostorom.

Organizirani sustav bolje se koristi raspoloživom energijom i građevnim materijalom.

Ekosustavi rade kao entropijske pumpe koje raspoloživu energiju troše za održanje niskog stupnja entropije.

Poremećaji u unutrašnjoj organizaciji životnih funkcija i mehanizama kojima organizam (biocenoza) stoji u vezi sa svojim životnim okruženjem dovode do povećanja entropije, što može uzrokovati njihov potpuni raspad.

**Ekosustav** je osnovna organizacijska jedinica prirode, u kojoj su živa bića i njihov neživi okoliš prostorno i vremenski ujedinjeni protokom energije i kružnim tokovima tvari, te koja posjeduje za nju svojstvene informacijske sadržaje, sposobnost samoorganizacije, samoobnove i samoodržanja. To je jedinstvo životne zajednice i njezina neživog okoliša s osebujnim i kroz to prepoznatljivim strukturnim i funkcionalnim obilježjima.  
(def. Ekološki leksikon)



# Studija slučaja: Asuanska brana

## Potrebe

- omogućiti navodnjavanje poljoprivrednih površina
- regulirati protok rijeke da se spriječe poplave ("štetni utjecaji")
- proizvoditi električnu energiju za potrebe daljnjeg ekonomskog rasta
- poboljšati kvalitetu života i standard stanovništva
- prihvatiti napredniji način iskorištavanja prirodnih resursa
- spriječiti sukobe Egipta i Sudana oko vodnih resursa Nila

## Gradnja i postignuća

- prvu branu projektirali su britanski inženjeri i završena je 1902.
- gradnja velike brane započinje 1960. nakon bilateralnog ugovora između Egipta i Sudana, a završava 1970.
- ugrađeno je 17 puta više materijala nego u veliku piramidu u Gizi ( $43 \times 10^6 \text{ m}^3$ )
  - dimenzije brane: 3.830m duga, 111m visoka, širina 980m na dnu i 40m na vrhu
- stvoreno umjetno jezero (Nasser-egipatski dio, Nubia-sudanski dio) dužine 600 km i maksimalne širine 50 km, ukupne površine veće od  $6.200 \text{ km}^2$ . ( $162 \text{ km}^3$ )
  - generatori u brani namiruju manje od 13% sadašnjih potreba Egipta za električnom energijom, 4% ukupnih potreba za en. (1970-tih 60% el.en.)
- omogućeno je navodnjavanje poljoprivrednih površina i reguliran protok rijeke
- primijenjena napredna tehnologija

## Epilog

- 1) Spriječeno donošenje mulja rijekom što uzrokuje:
  - neophodno korištenje velikih količina umjetnih gnojiva
  - eroziju obala i dna rijeke zbog nedostatka mulja koji se tamo taložio
  - eroziju delte Nila i salinizacija zbog napredovanja mora
  - smanjuje se produktivnost u jugoistočnom Mediteranu, pada ulov riba
  - ugrožena proizvodnja cigli zbog nedostatka kvalitetne sirovine
- 2) Smanjena ukupna količina vode zbog isparavanja iz umjetnog jezera (2m/god.)
  - dodatna salinizacija delte Nila zbog smanjenog protoka vode
  - povećana opasnost vojnog sukoba za vodu zainteresiranih država
- 3) Nezadovoljstvo 100.000 stanovnika južnog Egipta i sjevernog Sudana zbog prisilnog preseljenja 1960. za koje nisu dobili obećane odštete.
- 4) Nezadovoljstvo ostalih (7) država zainteresiranih za vode Nila, a nisu bile konzultirane o gradnji (posebno Etiopije iz koje dolazi 80% vode Nila).
- 5) Povećana učestalost bolesti poput malarije i bilharzije. Nakon gradnje prve brane učestalost bilharzije je povećana pet puta. Danas u pet država više od 50% stanovništva je oboljelo, a u nekim navodnjavanim područjima čak 100%.
- 6) Poremećen ekosustav rijeke umjetnom preprekom.
- 7) Potopljene povijesne znamenitosti

<http://arhiva.h-alter.org/vijesti/najbolji-projekt-na-svijetu>

<http://arhiva.h-alter.org/vijesti/egipatsko-upozorenje-svijetu>

# Iskorištavanje i onečišćivanje tla

1. Postanak i svojstva tla
2. Povijest čovjekovog utjecaja na tlo
3. Štetni utjecaji na tlo i posljedice
4. Metode ublažavanja štetnih utjecaja
5. Nove tehnologije

## 1. Postanak i svojstva tla

### Postanak tla

Tlo (pedosfera) je tanak rastresiti sloj na površini kamene kore Zemlje (litosfere) iz koje je nastao njenim trošenjem (usitnjavanjem) tzv. pedogenskim procesima koje dijelimo na fizikalne, kemijske i biološke procese.

Tlo je prostor kruženja i pohrane tvari i energije potrebne za život organizama kojima ujedno predstavlja njihov životni prostor.

Fizikalni procesi - usitnjavanje stijena pod utjecajem:

- promjene temperature (do 500 bara)
- smrzavanja vode (i više od 2200 bara)
- kristalizacijom iz prezasićene tekućine (100 bara).

Kemijski procesi - otapanje minerala kemijskim spojevima i stvaranje sekundarnih minerala.

Biološki procesi - usitnjavanje stijena rastom korjena (10-15 bara)

Veličina			Jedinica		
Naziv	Znak	Definicija	Naziv	Znak	Definicija/odnos
tlak	p	$p=dF/dA$	pascal	Pa	$1Pa = 1N/m^2$ (SI)
			bar	b	$1bar = 105 Pa$

$1ha(\text{hektar}) = 10.000 m^2$      $1km^2 = 100ha = 1.000.000 m^2$

### Svojstva tla

*Vanjska morfologija* - određena reljefom te živim i mrtvim biljnim pokrovom.

*Unutarnja morfologija* - određena slojevima nastalim tijekom postanka i razvoja tla.

Fizikalna svojstva tla:

*Tekstura tla* - određena kvantitativnim odnosom veličinskih klasa čestica tla.

Skelet (šljunak) - čestice veće od 2 mm (promjer)

Sitno tlo (sitnica) - čestice manje od 2 mm: pijesak - čestice od 2 do 0,05 mm  
blato - čestice od 0,05 do 0,002 mm (mulj)  
glina - čestice manje od 0,002 mm

Osnovne kategorije tla prema teksturi su gline, ilovače i pjeskulje.

*Struktura tla* - sposobnost čestica da se vežu u strukturne agregate (sljepljuju).

*Poroznost tla* - definirana prostorom između čestica i strukturnih agregata.

*Kapacitet tla za vodu* - maksimalni, retencijski, ekološki

*Kapacitet tla za zrak* - razlika između poroznosti tla i retencijskog kapaciteta.

*Temperatura tla* -

Kemijska svojstva tla:

*Količina humusa* -

*Kiselost tla* - ovisi o odnosu koncentracija ( $H^+$ ) i ( $OH^-$ )

*Adsorpcijska sposobnost tla* - sposobnost tla da na čestice veže tvari iz okoline.

Biotička svojstva tla: - živi organizmi u tlu i njihovi međuodnosi.

## 2. Povijest čovjekovog utjecaja na tlo

Prije oko 400.000 godina čovjek je ovladao vatrom i postaje učinkovit u antropizaciji okoliša. Zajednice temeljene na lovu i sakupljanju jestivih plodova.

Između 8. i 7. tisućljeća pne. javlja se poljoprivreda i stočarstvo na području Mezopotamije. Pojava prvih naselja.

Između 6. i 5. tisućljeća pne. razvijaju se prvi sustavi za natapanje u južnoj Mezopotamiji. Pojava prvih gradova.

U 6. tisućljeću pne. poljoprivreda i stočarstvo šire se prema sjeverozapadu (Europa) "neolitizacija". Tome pogoduje i širenje "atlantske" klime (od oko 5500. do 3000.g pne) koja uzrokuje topljenje ledenjaka i podizanje razine mora.

Putujuća poljoprivreda - Krčenje šuma vatrom u svrhu stvaranja poljoprivrednih površina. Naselja okružena poljima, garištima ili čistinama u šumskom području.

Krajem 4. tisućljeća pne. pojava kovina (bakra) poboljšava alate za obradu.

Korištenje teglećih životinja i prijevoza kotačem.

1100.g pne. željezno doba, uvođenje pluga, povećanje poljoprivrednih površina i brže krčenje šuma.

Platon i Cezar pišu o problemima erozije tla.

Oko 800.g n.e. počinje se sa gnojdbom polja.

Oko 1000.g n.e. dvogodišnji plodored se počinje zamjenjivati trogodišnjim. Formiraju se sela odvojena od svojih polja dvorištima ili vrtovima.

U 13. i 14. st. počinju se ograđivati polja (živica, drveće, nasipi, kanali, ...)

U razdoblju od 8.-9. do 13.-14. stoljeća na području Europe ubrzano se smanjuju površine pod šumama zbog krčenja i hidroloških promjena uzrokovanih isušivanjem močvara i vlažnih nizina. Širenje gradova.

Intenzivno iskorištavanje drveta kao energenta, posebno u 16. i 17. st. (Europa)

Oko 1800. započinje industrijska revolucija koja uvodi mehanizaciju i mineralna gnojiva u poljoprivredu i nove oblike štetnih utjecaja na tlo.

Između 1930. i 1950. uvodi se upotreba herbicida. Upotreba herbicida i mineralnih gnojiva stvara potrebu za nizom drugih kemijskih sredstava. Ubrzava se nestanak staništa i vrsta.

Iza 1960. ubrzava se specijaliziranost poljoprivrede (monokulture) i raste upotreba gnojiva i drugih kemijskih sredstava.

## 3. Štetni utjecaji na tlo i posljedice

1. "Huang He sindrom" - promjena tradicionalnog načina korištenja tla
2. "Dust-bowl sindrom" - degradacija tla intenzivnom poljoprivredom
3. "Sahel sindrom" - prekomjerna poljoprivredna djelatnost na siromašnom tlu
4. "Saravak sindrom" - prekomjerno iskorištavanje šuma (ekosustava)
5. "Aralsko jezero sindrom" - pogrešno planiranje poljoprivredne djelatnosti
6. "Kisela kiše sindrom" - unos atmosferskog onečišćenja u tlo
7. "Bitterfeld sindrom" - lokalno onečišćenje odlaganjem otpada
8. "Sao Paulo sindrom" - neplanska urbanizacija
9. "Los Angeles sindrom" - raspršena naselja i glomazna infrastruktura
10. "Katanga sindrom" - rudarstvo, površinski kopovi
11. "Alpski sindrom" - degradacija tla turizmom i rekreacijom
12. "Spaljena zemlja sindrom" - posljedice ratnih razaranja

(WBGU 1996.)

<http://arhiva.h-alter.org/vijesti/dust-bowl-sindrom>

Štetni utjecaji:

Poljoprivreda: - erozija (vodom, vjetrom)

- melioracije
- monokulture
- umjetna gnojiva
- kemijska sredstva (herbicidi, fungicidi, insekticidi, rodenticidi, ...)
- zbijanje tla mehanizacijom
- smanjenje biomase

Iskorištavanje šuma: - erozija

- smanjenje kapaciteta tla za vodu

Urbanizacija: - gubitak tla zbog rasta gradova

- infrastruktura (autoputevi, ceste, dalekovodi, plinovodi, pruge, telekomunikacije, ...)
- odlaganje otpada
- zbijanje tla
- transport

Industrija: - onečišćenje tla oborinama

- odlaganje otpada

Turizam i rekreacija: - gubitak tla prenamjenom i onečišćenjem (golf, skijanje,...)

Rudarstvo: - uklanjanje tla (površinski kopovi)

- snižavanje razine podzemnih voda (podzemni kopovi)

Ratna razaranja: - požari

- defolijanti
- osiromašeni uran
- rasipanje olova i drugih toksičnih metala iz streljiva
- posljedice mogućeg potapanja broda na nuklearni pogon

1975. godine u svijetu se za proizvodnju hrane koristilo 1.500 milijuna ha, od čega je do 2000. za potrebe poljoprivrede izgubljeno 275 milijuna ha, a do 2025. se očekuje gubitak dodatnih 300 milijuna ha.

Trenutno stanje u svijetu

- potrošnja mineralnih gnojiva raste
- potrošnja zaštitnih sredstava raste
- broj otpornih vrsta štetnika raste
- uzrokovane štete ostaju iste (30%)
- od 1984. porast proizvodnje hrane zaostaje za porastom stanovništva
- od 1950. poljoprivredna površina po osobi je smanjena više od 50%
- nestajanje obradivog tla napreduje
- omjer uzgojena/uložena energija je u stalnom padu
- smanjena raznolikost uzgajanih vrsta

#### 4. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

- smjer oranja (brazdi) orjentirati okomito na smjer odtjecanja vode
- prostore (kanale) namijenjene odvodnji vode zasijati travom ili drugim prikladni raslinjem.
- zemljišta na padinama oblikovati u terase
- smanjenje veličine parcela
- sadnja grmlja ili drveća po rubovima parcela u svrhu smanjenja snage vjetra i erozije tla.
- izbjegavati monokulturu kao tehniku uzgoja

## 5. Nove tehnologije

Sustavi projektiranja	
Ekonomija	Permakultura
Tehnike	
Agrobiznis	Biotehnike
Tehnologije	
Biotehnologije	"Biološki uzgoj"
Znanja (informacije)	
Specijalizacija znanja po područjima (redukcionistički pristup problematici)	Opća znanja iz velikog broja područja (holistički pristup problematici)
Otežan protok znanja zbog konkurencije i kritike. Izostanak suradnje.	Razmjena znanja u cilju poboljšanja individualnih i zajedničkih rezultata.
Ciljevi	
Patentiranje organizama	Suradnja u svrhu selekcije organizama
Maksimizacija profita u što kraćem vremenu	Optimiranje prinosa i potrošnje resursa.
Standardizacija	Uspostavljanje općeg kodeksa ponašanja
Centralizacija uzgoja	Decentralizacija uzgoja
Prodaja na globalnom tržištu	Prodaja na lokalnom tržištu
Povećanje ovisnosti o vladajućim strukturama	Smanjenje ovisnosti o vladajućim strukturama
Primjenjivost za geopolitičke svrhe	Zdrava i nutricionistički kvalitetna hrana
Usporedba	
Uzgoj uz intenzivno iskorištavanje resursa. (ubrzano povećanje entropije sustava)	Uzgoj uz smanjeno iskorištavanje resursa. (usporeno povećanje entropije sustava)
Velika ovisnost o energetske izvorima.	Mala ovisnost o energetske izvorima.
Potrebno malo ljudskog rada. Smanjenje zaposlenosti u poljoprivredi.	Potrebno puno ljudskog rada. Povećanje zaposlenosti u poljoprivredi.
Novi organizmi	Nove sorte organizama
Monokulture na velikim površinama uz smanjenje bioraznolikosti.	Povećanje kompleksnosti sustava i bioraznolikosti.
Porast BDP-a, zbog većeg protoka kapitala na samom poslu i poslovima saniranja štetnih učinaka.	Porast kvalitete života.
Povećanje varijacija u količini prinosa.	Smanjenje varijacija u količini prinosa zbog kompleksnosti sustava.
Povećanje ovisnosti stanovništva o tehnologiji i njenim vlasnicima.	Smanjenje ovisnosti o vladajućim strukturama.

# Iskorištavanje i onečišćivanje voda

1. Svojstva vode
2. Povijest čovjekovog utjecaja na vode
3. Štetni utjecaji na vode i posljedice
4. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

## 1. Svojstva vode

Fizikalna svojstva: - gustoća

- viskoznost
- površinska napetost
- toplinska svojstva
  - specifični toplinski kapacitet
  - toplinska provodljivost
- električna svojstva
  - električna provodljivost
  - dielektrična konstanta
- optička svojstva
  - refleksija svjetla
  - lom svjetla
  - apsorpcija svjetla
  - boja

Kemijska svojstva: - otapanje

- ionizacija

Gustoća:

Gustoća vode ovisi o faznom stanju (kruto, tekuće, plinovito), tlaku i temperaturi.

(uz tlak 1 bar)	Gustoća (g cm <sup>-3</sup> )
Zrak	0,001293
Led 0°C	0,917
Voda 0°C	0,9998
Voda 4°C	1,000
Voda 20°C	0,998
Voda 100 °C	0,958

Viskoznost:

Otpor protjecanju tekućine uslijed unutrašnje sile trenja koje potječu od slabih međumolekulskih veza.

Otpor vode prema kretanju čvrstih tijela.

Viskoznost vode negativno korelira s temperaturom.

Utječe na gibanje vode i stratifikaciju (taloženje).

Mjerna jedinica za viskoznost ( 1 poise = 1 g cm<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup> )

Površinska napetost:

Molekule vode u tekućem stanju međusobno se privlače elektrostatskim silama - van der Waalsovima (dipol-dipol veza). (dipol zbog asimetrije)

Negativno korelira s temperaturom, salinitetom i koncentracijom organskih tvari. (detergenti jako smanjuju površinsku napetost)

Ovisi i o tvari sa kojom voda graniči.

Mjerna jedinica (  $\text{N m}^{-1}$  )

Specifični toplinski kapacitet:

Definiran kao količina toplinske energije potrebne da masi od jednog kilograma povisi temperaturu za  $1^\circ\text{K}$ . (s  $15^\circ\text{C}$  na  $16^\circ\text{C}$ )

Mjerna jedinica (  $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$  ), oznaka (  $c$  ),  $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$

Specifični toplinski kapacitet vode iznosi  $1 \text{kcal}/(\text{kg K}) = 4,186 \text{kJ}/(\text{kg K})$  što je više od bilo koje druge tvari. (granit:  $0,79 \text{kJ}/(\text{kg K})$ ; aluminij:  $0,897 \text{kJ}/(\text{kg K})$ ; živa:  $0,135 \text{kJ}/(\text{kg K})$ )

To svojstvo vode omogućuje stabilnost temperature kopna okruženog vodom i stabilnost temperature ljudskog tijela.

*Latentna toplina transformacije* - apsorbirana ili oslobođena toplina kod promjene faznog stanja.

Toplinska provodljivost:

Definirana kao količina toplinske energije koja proteče u jednoj sekundi s jedne na drugu stranu kocke sa stranicama od  $1\text{m}$ , ako je razlika temperature među njima  $1^\circ\text{K}$ .

Mjerna jedinica (  $\text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$  ), oznaka (  $\lambda$  )

Voda ima nisku toplinsku provodljivost  $0,568 \text{W}/\text{m K}$ . (npr. aluminij:  $229 \text{W}/\text{m K}$ )

Električna provodljivost (konduktivitet):

Definirana kao vodljivost otopine izmjerene između dvije elektrode površine  $1\text{cm}^2$ , razmaknute  $1\text{cm}$ .

Mjerna jedinica (  $\text{S cm}^{-1}$  ), oznaka (  $\gamma$  )

Ovisi o koncentraciji iona i njihovoj pokretljivosti.

Porast temperature povećava pokretljivost iona što povećava električnu provodljivost vode.

Električna provodljivost vode se povećava  $2\%$  uz povećanje temperature za  $1^\circ\text{C}$ .

Porast saliniteta povećava električnu provodljivost vode (električni otpor se smanjuje).

Refleksija svjetla (albedo):

Izračunava se Fresnelovom relacijom.

Lom svjetla:

Čimbenici loma svjetlosti:

Valna dužina svjetlosti

Kut upada zrake svjetlosti

Brzina svjetlosti u zraku

Brzina svjetlosti u vodi

#### Apsorpcija svjetla:

Smanjenje svjetlosne energije s dubinom uz pretvaranje u toplinu. 53% svjetlosne energije pretvori se u toplinu do 1m dubine.

Organske tvari povećavaju apsorpciju svjetla.

Više od 50% sunčevog zračenja pripada infracrvenom dijelu spektra i najviše doprinosi zagrijavanju vode.

#### Otapanje:

Zbog svojih osobina (velika molarna unutrašnja energija, električne osobine) voda je vrlo dobro otapalo. Otapanje neke tvari u vodi ovisi i o osobinama te tvari.

Hidrofilne tvari - imaju izražene adhezijske sile prema molekulama vode.

Hidrofobne tvari - nemaju izražene adhezijske sile prema molekulama vode.

Otopivost se povećava kad tvari koje se otapaju mogu i kemijski reagirati s vodom.

Temp. ( °C )	l plina / l vode uz tlak od 1 bar			
	Zrak	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>
5	0,0330	0,0429	1,424	62,97
10	0,0293	0,0380	1,194	52,52
20	0,0242	0,0310	0,878	36,31

Otopivost plinova negativno korelira s temperaturom i salinitetom vode, pozitivno korelira s tlakom plina.

U oceanima je otopljeno 50 puta više CO<sub>2</sub> nego što ga ima u atmosferi.

#### Salinitet:

Ukupna količina otopljenih soli u morskoj vodi u promilima, ‰,

U vodama na kopnu < 0.5 ppm

Morske vode 35 g soli na 1000 g vode, 35 ppm.

S dolaskom novih konduktometara, definirana je nova "praktična skala saliniteta";

Salinitet je definiran preko vodljivosti propisanog standarda i jedinica mu je psu (*practical salinity units*). U većini slučajeva može se pretpostaviti da su psu i ‰ sinonimi.

S porastom saliniteta raste gustoća vode.

#### Pokretački čimbenici:

-sunčeva energija

-konvekcija

-evaporacija

-gravitacija

-površinska napetost vode



## 2. Povijest čovjekovog utjecaja na vode

Od 11. do 13. stoljeća gradovi se zatvaraju obrambenim zidinama, gradnjom kanala i skretanjem rijeka opskrbljuju se vodom za potrošnju i odvodnju.

Obrtnička proizvodnja (uglavnom prerada lana i kože) vodu koristi kao energent i za potrebe prerade (namakanje, bojanje,...). Redosljed obrta složen tako da otpadne tvari jednih pomažu obradu drugih ili umanjuju utjecaj na vodu njihovih otpadnih tvari (bojanje kože (stipsa), štavljenje kože (tanin), klaonice). Proizvodnja stvara neugodne mirise, ali zbog tekuće vode ostali štetni utjecaji nisu veliki.

U 16. stoljeću u Europi (izuzev Engleske) grade se veliki obrambeni zidovi okruženi jarcima ispunjenim vodom iza kojih se često nastavljalo močvarno tlo. Stajave vode zamjenjuju tekućice i koriste se za odlaganje otpada što uz povišenje vlage pogoduje razvoju komaraca i bakterija. Proizvodni procesi zamjenjuju kemijska sredstva sa pljesnima, truljenjem, izmetom, urinom.

U 17. stoljeću Europski gradovi se proširuju izvan zidina i dio proizvodnje se premješta na selo. Jarci oko gradova i otvoreni kanali u gradovima i dalje služe za odlaganje otpada, ali polako nestaju i zamjenjuju ih podzemni kanali. Ponovna upotreba kemijskih sredstava (klor) u proizvodnji.

Uzrok problema se tražio u smrdljivim isparavanjima iz vode, a manje u samoj vodi. (aeristička koncepcija, mijazmi)

U 18. stoljeću započinje se s organiziranim prikupljanjem otpadnih tvari i pretvaranjem u gnojivo. Gradovi se prilagođavaju da omoguće što bolji protok zraka i voda.

U 19. stoljeću (sredinom) uviđa se da širenje zaraza uzrokuje zagađena voda.

1876. Koch otkriva bakterije kao uzročnike bolesti, pa kvaliteta vode postaje važna.

Odvođenje otpadnih voda na polja gdje su se koristila kao gnojivo i prikupljanje otpada zamjenjuje se kanalizacijom što povećava potrošnju vode.

Uočavaju se problemi zagađenja jezera organskim tvarima, a u poljoprivredu se sve više uvode kemijska gnojiva.

Sredinom 19. st. počinje se intenzivno razvijati kemijska i ostale industrije, a s Kochovim otkrićem sva pažnja se usmjerava na organski otpad dok industrija s kemijskim otpadom ostaje amnestirana iako već postoje dokazi o štetnosti.

Vode rijeka gube sposobnost samočišćenja zbog ugibanja mikroorganizama.

Započinje doba intenzivnih sukoba ekonomije i ekologije.

Nameće se stav da pogoršanje životnih uvjeta predstavlja cijenu za napredak.

Početkom 20. st. vode rijeka uz velike industrijske pogone u potpunosti gube sposobnost samočišćenja i postaju nepogodne za navodnjavanje. Povećava se upotreba gnojiva i pesticida u poljoprivredi te deterdženata u kućanstvima.

1970-ih započinju intenzivnije kampanje za zaštitu kopnenih voda.

### 3. Štetni utjecaji na vode i posljedice

Ribolov - poremećen protok biomase u ekosustavu (poremećaj piramide biomase)

Naselja (urbanizacija) - poremećaj mikroklimе, hidroloških i edafskih (tlo) čimbenika

Industrija - otpadne organske, anorganske i sintetske tvari ispuštene u vode

- teški metali (živa, olovo, kadmij, bakar,...)

- radioaktivni otpad

- kemijski spojevi ispušteni u obliku dima otapaju se u padalinama

- ispuštena prašina zaklanja sunčevu svjetlost (smanjuje prim. produkciju)

- onečišćenje otpadnom toplinom (mijenja fizikalna svojstva vode)

Poljoprivreda - umjetna i organska gnojiva, ispiranje tla (izaziva eutrofikaciju)

- pesticidi i ostala kemijska sredstva

  - (onečišćenje površinskih i podzemnih voda)

- obrada tla i uzgoj žitarica povećava evaporaciju vode

Iscrpljivanje podzemnih voda - slijeganje tla, salinizacija podzemnih voda

Nafta - eksploatacija, transport, korištenje (1l nafte onečisti 1.000.000 l vode)

(godišnje se u mora izljeva 682 milijuna tona naftnih derivata iz antropogenih izvora i 584 milijuna tona iz prirodnih izvora (2005.)). Biorazgrađiva tvar. Dio isparava u zrak, a dio tone na dno.

### Studija slučaja: Aralsko jezero (more)

Od 1920-ih vode koje pritječu u jezero se sve intenzivnije koriste za navodnjavanje.

1937. SSSR postaje izvoznik pamuka "bijelog zlata".

U 1950-im sve više vode se odvodi za potrebe navodnjavanja.

1956. otvoren kanal koji skreće vode rijeke Amu Dar'ya za natapanje pustinje u Turkmenistanu.

U 1960-im količina vode koja se uzima iz rijeka Amu Dar'ya i Syr Dar'ya raste. Dotok vode u jezero je od 1960-ih (50 km<sup>3</sup>/god.) do početka 1980-ih pao na 0.

Delta rijeka se pretvaraju u poljoprivredne površine uz veliku primjenu kemijskih sredstava.

Od 1960-ih jezero je izgubilo 75% volumena vode i više od 50% površine.

Regionalna klima se promijenila.

Skraćenjem trajanja vegetacije uzgoj pamuka je otežan, a zamjenske kulture (riža) zahtijevaju još više vode.

Snižavanjem razine vode u jezeru opada i razina podzemnih voda okolnog područja.

Presušuju oaze u blizini jezera.

Vjetar raznosi sol i kemijska sredstva po okolnim poljima čineći ih neplodnim.

Karcinom grla i respiratorne bolesti su u velikom porastu.

Ekosustav jezera potpuno narušen. Izumrlo 20 od 24 riblje vrste. Salinitet jezera raste.

Izgubljeno 60.000 radnih mjesta u ribarstvu i godišnji ulov ribe od 44.000 tona.

Planira se skretanje sibirskih rijeka prema jugu, kao rješenje problema.

Mihail Gorbačov uvođenjem "glasnosti" zaustavlja projekte i sprečava daljnje katastrofe.

#### 4. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

Uređaji za čišćenje otpadnih voda:

<b>PRETHODNO</b> - Rešetanje - Usitnjavanje - Uklanjanje pijeska i masnoća - Izjednačavanje	<b>PRVI STUPANJ</b> - Uklanjanje raspršene tvari - Taloženje - Isplivavanje - Cijedenje na mikrosita
<b>DRUGI STUPANJ</b> - Uklanjanje biorazgradive tvari - Biološki postupci - Fizikalno-kemijski postupci (zgrušavanje, pahuljičenje)	<b>TREĆI STUPANJ</b> - Uklanjanje dušika i fosfora - Uklanjanje postojeće organske tvari - Uklanjanje teških metala i otopljenih anorganskih tvari

Alternativni postupci čišćenja otpadnih voda:

- čišćenje u dubokim spremnicima
- čišćenje u biljnim uređajima (akvakultura)
- čišćenje na/u tlu

Duboki spremnici

Služe za prikupljanje i čišćenje otpadne vode tijekom godine. Moguća ponovna upotreba vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina. Dubina 7 - 10 m.

Čišćenje se odvija taloženjem, razgradnjom organske tvari i dušikovih spojeva (nitrifikacija i denitrifikacija). Razvijaju se bakterije, alge i zooplankton.

Aerobni mikroorganizmi pročišćuju vode u površinskom sloju, a anaerobni na dnu.

Biljni uređaji (BU) (Akvakultura)

BU su plitki bazeni sa šljunčanim dnom i posađenom vegetacijom u svrhu imitiranja procesa močvare u čišćenju voda. Biološki, kemijski i fizički procesi.

Mikroorganizmi razgrađuju organsku tvar, a biljke i ostali organizmi razgrađenu organsku tvar koriste kao hranu.

Isti procesi razgradnje organskih tvari kao i kod konvencionalnih uređaja uz manji utrošak energije ali na većem prostoru.

- BU s plivajućom vodenom vegetacijom
- BU s površinskim tokom vode
- BU s potpovršinskim tokom vode

*BU s plivajućom vodenom vegetacijom*

Bazeni s vodenim biljkama koje plutaju na površini vode svojim listovima, a korijen im je u slobodnoj vodi.

*BU s površinskim tokom vode*

Na nepropusni sloj nasipan je sloj plodnog tla iz kojeg rastu vodene biljke, između kojih teče voda. Najslužnije prirodnim močvarama.

Dimenzioniranje: površina od 7-9 m<sup>2</sup>/stanovniku.

### *BU s potpovršinskim tokom vode*

Sloj tla je omogućava protjecanje vode i dizanje prema površini, ali voda nije vidljiva.  
Dimenzioniranje: površina od 2-3 m<sup>2</sup>/stanovniku.

#### Primjena BU u čišćenju:

Komunalnih otpadnih voda pojedinačnih kuća i manjih naselja do 1000 stanovnika  
(farme, turistička naselja, hoteli, kampovi, itd.)  
Procjednih voda (eluata) iz deponija smeća  
Otpadnih voda s autocesta  
Otpadnih voda iz tekstilne i prehrambene industrije  
Sekundarno pročišćenih otpadnih voda

#### Prednosti BU:

Niski troškovi izgradnje  
Jednostavno i jeftino održavanje  
Vrlo mala potrošnja energije  
Visok stupanj pročišćavanja bez neugodnih mirisa  
Izvršno se uklapa u okoliš i koncept permakulture  
Stanište za životinje  
Retencija toksičnih supstanci  
Decentralizacija kanalizacijskog sustava  
Omogućava neovisnost od kanalizacijskog sustava  
Korištenje pročišćene vode za navodnjavanje i kao tehnološke vode

#### Nedostaci BU:

Zauzimanje zemljišne površine  
Smanjena učinkovitost pri dugotrajnim vrlo niskim temperaturama

#### Protjecanje po površini tla

Voda teče u tankom mlazu po jednoliko nagnutom tlu (2-8%) bez udubina zasađenom travom. Biljke zadržavaju raspršene tvari, a organske se tvari razgrađuju mikroorganizmima na travi i tlu.

Koriste se slabo propusna tla, pa se manji dio vode procjeđuje kroz tlo, dio isparava, a ostatak se prikuplja u podnožju.

Dimenzioniranje: za 1 l/s treba površina od 0,25 - 1 ha

#### Procjeđivanje kroz slojeve tla

Otpadna voda isprekidano se ispušta iz spremnika u propusno tlo (pješčano, šljunčano), gdje se pročišćava fizikalnim, kemijskim i biološkim procesima, a manji dio ispari. Isprekidanim ispuštanjem omogućava se prozračivanje gornjih slojeva tla.

Vodu je prije ispuštanja u tlo potrebno čistiti najmanje primjenom prvog stupnja čišćenja, kako bi se spriječilo zasićenje tla.

Procjeđivanjem i zbog nedostatka kisika potpuno se uklanjaju bakterije, virusi, itd.

## Onečišćivanje zraka

Problem	Razina
Onečišćenje zraka urbanih sredina	lokalno
Otrovne tvari	regionalno i lokalno
Prizemni ozon	regionalno
Zakiseljavanje	regionalno
Ozonska ovojnica	globalno
Globalno zatopljenje	globalno

### Atmosfera

Sastav: - dušik 78,1%  
- kisik 20,9%  
- argon 0,93%

Troposfera - (0-12 km) 75% mase  
Stratosfera - (12-50 km) 19% mase  
Ostala tri sloja - 6% mase  
Mezosfera - (50-80 km)  
Termosfera - (80-700 km)  
Egzosfera - (700-800 km)

### Onečišćenje zraka urbanih sredina

CO - ugljikov monoksid (izlaganje koncentraciji od 0,001% par sati može imati smrtni ishod)  
NO<sub>x</sub> - dušikovi oksidi (uzrokuju stvaranje prizemnog ozona)  
SO<sub>2</sub> - sumpor dioksid  
VOC - hlapljive organske tvari  
BTX - zajednički naziv za benzen, toluen i ksilen  
NH<sub>3</sub> - amonijak  
H<sub>2</sub>S - sumporovodik  
sitne čestice - posebno štetne čestice promjera manjih od 10 μm (PM10)  
i promjera manjih od 2,5 μm (PM2,5)  
teški metali - olovo, živa

### Otrovne tvari

Izvori: - industrija

- poljoprivreda
- spalionice otpada

Teški metali - kadmij (Cd) (boje, plastika, baterije ...)  
- živa (Hg) (baterije, fluorescentne cijevi, fosilna goriva ...)  
- olovo (Pb) (boje, stare vrste benzina ...)

Postojani organski spojevi (POP) - dioksini (nastaju spaljivanjem kloriranih spojeva)  
(Persistent Organic Pollutants) - pesticidi (DDT, DDD, DDE ...)

Emisije teških metala (osim žive) i POP-a može se reducirati ugradnjom filtera koji uklanjaju čestice iz otpadnih plinova (za neke tvari i do 99,99%), ali se stvara problem deponiranja jako toksičnog otpada.

### Prizemni ozon

Uzrok: - emisija dušikovih oksida NO<sub>x</sub>

Izvori: - 60% emisije NO<sub>x</sub> -a dolazi od transporta  
- ložišta

Nastajanje:  $N_2 + O_2 \rightarrow 2NO$   
 $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$   
 $NO_2 + UVzračenje \rightarrow NO + O$   
 $O_2 + O \rightarrow O_3$

Raznosi se na velike udaljenosti.

Toksičan za ljude u koncentracijama iznad 100 ppbv.

Štetno djeluje na ljude, usjeve, šume (posebno tijekom vegetacije) i materijalna dobra.

Koncentracije ozona u Europi rastu tijekom ljeta.

### Zakiseljavanje

Uzrok: - emisija sumpornog dioksida SO<sub>2</sub>, dušikovih oksida NO<sub>x</sub> i amonijaka NH<sub>3</sub>

Izvori: - termoelektrane  
- izgaranje u industriji  
- izgaranje fosilnih goriva u kućanstvima  
- transport  
- obrada otpada

Nastajanje: - SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> u atmosferi i na tlu oksidiraju u sumpornu i dušičnu kiselinu  
- NH<sub>3</sub> reagira s tim kiselinama i stvara amonijev sulfat i nitrati  
(eutrofikacija)

Raznose se na velike udaljenosti.

Štetno djeluje na ljude, usjeve, šume, vodene sustave (nestajanje riba iz jezera, koraljni grebeni) i materijalna dobra (korozija, građevine).

### Ozonska ovojnica

U stratosferi postoji prirodna dinamička ravnoteža nastajanja i razgradnje ozona.

$O_3 + UVzračenje \rightarrow O_2 + O$   
 $O_2 + UVzračenje \rightarrow 2O$   
 $O_2 + O \rightarrow O_3$

Uzrok razgradnje: - emisija CFC klorfluorogljik, HCFC hidrafluorogljikovodici  
- haloni  
- emisija NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> i dima iz zrakoplova  
- smanjenje temperature u stratosferi zbog stakleničkog učinka  
- promjena cirkulacije zraka u stratosferi zbog klimatskih promjena

Stanje ozonske ovojnice mjeri se u Dobsonovim jedinicama (DU) - 100DU je ekvivalent debljine sloja čistog ozona od 1mm pri tlaku 1013 hPa i temperaturi 0°C.

Štetno djeluje na ljude, usjeve, šume, vodene ekosustave i materijalna dobra.

Smanjenje koncentracije od 1% povećava učestalost melanoma kože 2%.

U vrijeme ozonskih rupa na antarktiku primjećeno smanjenje produkcije fitoplanktona i do 30%. Fitoplankton asimilacijom veže oko 35GtC godišnje.

## Globalno zatopljenje

Staklenički učinak - sposobnost reflektiranja (zadržavanja) infracrvenog zračenja. Bez prirodnog stakleničkog učinka srednja temperatura na površini zemlje bi bila -18°C umjesto sadašnjih +15°C. Razlika 33°C.

- Doprinos stakleničkom učinku:
- vodena para (20,6°C)
  - staklenički plinovi (12,4°C)
  - ugljikov dioksid CO<sub>2</sub> (7,2°C)
  - troposferski ozon O<sub>3</sub> (2,4°C)
  - didušik oksid N<sub>2</sub>O (1,4°C)
  - metan CH<sub>4</sub> (0,8°C)
  - ostali staklenički plinovi (0,6°C)

Staklenički plinovi čine manje od 0,1% sastava atmosfere.

Antropogeni (dodatni) staklenički učinak - dodatna emisija stakleničkih plinova kao posljedica ljudskih aktivnosti.

Antropogeni (dodatni) staklenički učinak - dodatna emisija stakleničkih plinova kao posljedica ljudskih aktivnosti.

- Doprinosi:
- CO<sub>2</sub> (50%)
  - CH<sub>4</sub> (21%)
  - CFC (17%)
  - O<sub>3</sub> (7%) (troposferski)
  - N<sub>2</sub>O i ostali (5%)

Staklenički plin	Formula	Vrijeme života god.	GWP (20 g.)	GWP (100 g.)	GWP (500 g.)
Ugljikov dioksid	CO <sub>2</sub>	50-200	1	1	1
Metan	CH <sub>4</sub>	12-17	72	25	7,6
Didušik oksid	N <sub>2</sub> O	114	289	298	153
Troposferski ozon	O <sub>3</sub>				
CFC-11	CCl <sub>3</sub> F	45	6.730	4.750	1.620
CFC-12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	100	11.000	10.900	5.200
CFC-13	CClF <sub>3</sub>	640	10.800	14.400	16.400
CFC-115	CClF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	1.700	5.310	7.370	9.990
HCFC-22	CHClF <sub>2</sub>	12	5.160	1.810	549
Halon-1301	CBrF <sub>3</sub>	65	8.480	7.140	2.760
Halon-1211	CBrClF <sub>2</sub>	16	4.750	1.890	575
PFC-14	CF <sub>4</sub>	50.000	5.210	7.390	11.200
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10.000	8.630	12.200	18.200
Sumporheksafluorid	SF <sub>6</sub>	3.200	16.300	22.800	32.600

GWP - global warming potential (samo direktni) IPCC 2007. (AR4)

CO<sub>2</sub> - ugljikov dioksid

Antropogeni izvori: - izgaranje fosilnih goriva (77%)  
- promjena u iskorištavanju zemljišta (sječa šuma) (21%)  
- industrijski procesi (npr. industrija cementa (2%))

Hidrosfera sadrži 40.000 GtC

Odnos mjernih jedinica:  $12/44 \text{ tC} = 1 \text{ tCO}_2$  (  $\text{tCO}_2 \cdot 12/44 \rightarrow \text{tC}$  )

(atomski broj: C=6, O=8 molekularne težine: C=12, O=16)

Emisija: - 1990. 5,8 GtC

- 1996. 6,0 GtC

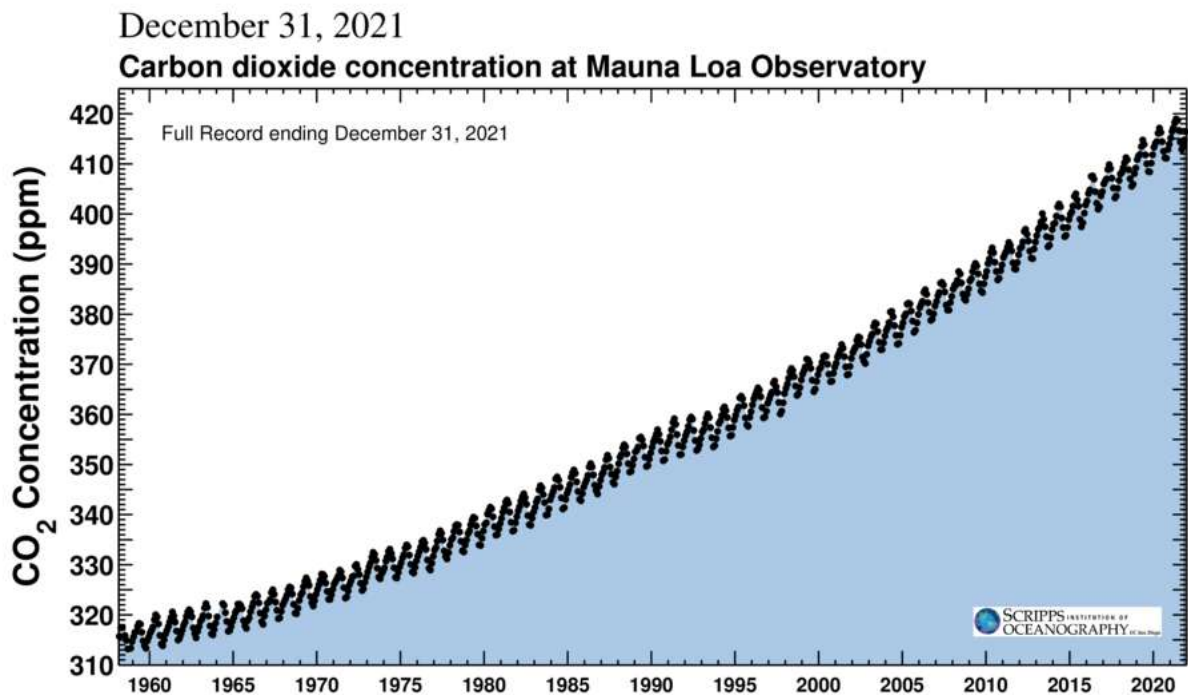
- 2000. 6,4 GtC

- 2005. 7,8 GtC

- 2010. već oko 10 GtC

- 2020. 9,8 GtC (bila predviđanje bez primjene Kyoto protokola)

2020. SAD 14,24 tCO<sub>2</sub>/st. Kina 7,41 tCO<sub>2</sub>/st. Hrvatska 4,14 tCO<sub>2</sub>/st. Etiopija 0,13 tCO<sub>2</sub>/st.  
Projekcije zaustavljanja porasta koncentracije CO<sub>2</sub> ukazuju da bi se to moglo dogoditi tek kod koncentracija od 450 ppmv do 650 ppmv. Trenutni porast je oko 2 ppmv/godina.  
Oceani apsorbiraju 25-30% antropogene emisije ugljikovog dioksida. (prijasnje procjene 30-50%)





#### CH<sub>4</sub> - metan

Izvori: - poljoprivreda (uzgoj riže, uzgoj goveda, životinjski gnoj ...)

- izgaranje fosilnih goriva
- izgaranje biomase
- curenje plina iz instalacija
- curenje plina iz rudnika ugljena
- odlagališta otpada
- otpadne vode
- anaerobni procesi mikroorganizama u močvarama i oceanima
- živa vegetacija doprinosi 10-30% (Keppler 2006. ali nije prošlo provjere)

Atmosfera sadrži oko 5 Gt metana.

Emisija iz antropogenih izvora: - 2012. 550 Mt

Emisija iz prirodnih izvora iznosi oko 160 Mt

#### N<sub>2</sub>O - didušik oksid

Izvori: - poljoprivreda (umjetna i ostala gnojiva, )

- izgaranje biomase
- izgaranje fosilnih goriva
- proizvodnja kiselina

Emisija iznosi od 3-8 Mt

Projekcije daljnjeg rasta emisije tog plina su od 14-53% do 2100. godine.

#### Aerosoli

- prašina (mineralni aerosoli)
- sumpor dioksid
- organski ugljik iz fosilnih goriva i biogoriva (POM - particulate organic matter)
- crni ugljik iz fosilnih goriva (BC - black carbon)
- nitratni aerosoli

Direktni utjecaj u pravilu smanjuje zagrijavanje, a indirektni imaju različite efekte.

## Milankovićeve ciklusi

- promjena ekscentriciteta putanje Zemlje oko Sunca
- promjena nagiba osi rotacije Zemlje
- precesija (rotacija osi Zemlje)

## Varijacije sunčevog zračenja

Promjene intenziteta sunčevog zračenje događaju se u ciklusima od oko 11 godina.

## Pregled globalnog odgovora na problem

- 1824. Jean Fourier upozorava na nakupljanje CO<sub>2</sub> u atmosferi usljed spaljivanja fosilnih goriva. (autor metafore "staklenika")
- 1896. Svante Arrhenius dovodi u vezu koncentraciju CO<sub>2</sub> i temperaturu atmosfere.
- 1979. Prva konferencija o klimi (Geneva)
- 1988. Znanstvena konferencija o promjenama u atmosferi (Toronto) - poziv na smanjenje emisije stakleničkih plinova iz 1988. za 20%.
- 1990. Prvo izvješće IPCC
- 1992. Druga konferencija o okolišu i razvoju (Rio de Janeiro) - poziv na zadržavanje razine emisije stakleničkih plinova iz godine 1990.  
- procjene ukazuju da bi emisije trebalo smanjiti od 50 do 70%.
- 1995. Drugo izvješće IPCC
- 1997. Kyoto protokol - poziv na smanjenje emisije stakleničkih plinova za 5,2% do 2010. godine.
- 2001. Treće izvješće IPCC
- 2002. Treća konferencija o okolišu i razvoju (Johannesburg)
- 2005. Kyoto protokol stupa na snagu.
- 2007. Četvrto izvješće IPCC (AR4); Bali (Indonezija) COP13 UN-ova konferencija o klimi
- 2008. Poznan (Poljska) COP14,
- 2009. Kopenhagen COP15
- 2010. Cancun (Meksiko) COP16
- 2011. Durban (Južna Afrika) COP17
- 2012. Doha (Katar) COP 18
- 2013. Peto izvješće IPCC (AR5); Varšava (Poljska) COP 19
- 2014. Lima (Peru) COP 20
- 2015. Pariz (Francuska) COP21
- 2016. Marrakech (Maroko) COP22
- 2017. Bonn (Njemačka) COP23
- .....
- 2021. Glasgow COP 26

# Onečišćenje bukom

1. Svojstva zvuka
2. Štetni utjecaji
3. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

## 1. Svojstva zvuka

Infrazvuk - frekvencije ispod 20Hz

Čujni zvuk - frekvencije od 20Hz do 20.000Hz

Ultrazvuk - frekvencije iznad 20.000 Hz

Razina jakosti (snage) zvuka mjeri se decibelima (dB).

Porast razine od 3dB jednaka je udvostručenju jakosti zvuka.

Porast razine zvuka za 10dB čovjek (subjektivno) čuje kao dvostruko glasnije.

Zbrajanje razina - zbroj ovisi o razlici njihovih razina (nije jednostavni zbroj).

Rezonancija - pojava pojačanja titranja pri pobuđivanju frekvencijom jednakom vlastitoj frekvenciji pobuđenog sustava.

Indeks zvučne izolacije - svojstvo smanjenja prolaza zvuka u dB.

Opadanje razine s udaljenošću - smanjenje za 6dB s udvostručenjem udaljenosti. (nakon što amplituda titranja izvora postane mala u odnosu na udaljenost izvora)

## 2. Štetni utjecaji

Buka je svaki nepotrebn/nekorisni zvuk koji se emitira u prostor koji može imati štetan utjecaj na čovjeka i njegov okoliš.

Osjetljivost na buku ovisi o:

- karakteristikama buke ( jakost, ritam, frekventni spektar)
- trajanju izloženosti
- režimu izloženosti
- individualnim karakteristikama (dob, osjetljivost, itd.)

Glavni izvori buke na otvorenom: - promet

- građevinski i javni radovi
- industrija
- rekreacija, sport, zabava ...

Glavni izvori buke u zatvorenom: - zajednički uređaji (liftovi, klima, grijanje, ...)

- kućanski strojevi (usisači, perilice, računala, ...)
- buka iz susjedstva

Štetni utjecaji na: - ekosustave (okoliš)

- ljudsko zdravlje (fizičko i psihičko)
- javna i privatna sigurnost
- financije i potrošnju resursa

Štetni utjecaji na ekosustave:

- poremećen ritam životnih ciklusa životinja koje spavaju zimski san ili hiberniraju
- otežano razmnožavanje
- otežana komunikacija životinja (posebno vodenih)
- smanjena otpornost životinja na druge vanjske utjecaje (slabije zdravstveno stanje)

Štetni utjecaji na ljudsko zdravlje:

Direktni: - naglušost

- gluhoća (ne čuju se zvukovi intenziteta ispod 93 dB)

Kod izloženosti buci intenziteta preko 85 dB može doći do oštećenja sluha.

Indirektni: - utjecaj na vegetativni i endokrini sustav

- smetnje u orijentaciji (održavanju ravnoteže)
- razdražljivost, dekoncentracija, agresivnost
- poremećaj sna (kad buka prelazi 30 dB i/ili pojedinačni podražaji 45 dB)

Više od 60 dB izaziva podraživanje simpatikusa (ubrzan rad srca, povišeni krvni tlak, suženje krvnih žila, ubrzano disanje, znojenje, nesanica, poremećaj apetita i seksualnih funkcija, tjeskoba, depresija ...). Poremećaji mogu biti akutni, a kod duže izloženosti preći u kronične. Povišen rizik od infarkta.

Više od 80 db izaziva agresivno ponašanje.

Oko 140 db prag bola ljudskog uha.

Štetni utjecaji na javnu i privatnu sigurnost:

- smanjena sposobnost orijentacije i npr. vozačkih sposobnosti
- povećana opasnost od povreda na radu
- povećana agresivnost i razdražljivost ljudi
- smanjena sposobnost zamjećivanja opasnosti sluhom (npr. u prometu)
- otežana komunikacija

Štetni utjecaji na financije i potrošnju resursa:

- projektiranje zaštite od buke
- dodatna potrošnja resursa

### 3. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

Prihvatljive razine buke:

- Najsloženiji poslovi, rad vezan uz veliku odgovornost, znanstveni rad 35 dB
- Rad koji zahtijeva veliku koncentraciju i/ili preciznu psihomotoriku 40 dB
- Rad koji zahtijeva često komuniciranje govorom 50 dB
- Lakši mentalni rad te fizički rad koji zahtijeva pozornost i koncentraciju 65 dB

Sníženje razine buke djelovanjem na: - izvor buke (mjesto emisije)

- puteve širenja buke
- prostor (ugrožene osobe)

Izvor buke: - izmještanje i zvučna izolacija izvora

- konstrukciona rješenje
- smanjenje površina koje titraju
- izbor materijala (npr. izrada kolnika od materijala koji smanjuju razinu buke

usljed dodira gume i podloge tzv. drenažni asfalt, smanjuje buku izvora 3-5 dB)

Putevi širenje: - sprječavanje širenja strukturne buke (izbjegavanje krutih veza)

Prostor: - korištenje materijala za apsorpciju buke

Osobna zaštita: - čepovi za uši, slušalice ...

# Onečišćenje svjetlom

1. Svojstva svjetla
2. Štetni utjecaji
3. Metode ublažavanja štetnih utjecaja

## 1. Svojstva svjetla

Svjetlo je elektromagnetsko zračenje koje čovjek može opažati osjetilom vida.

frekvencije (  $f$  ): od  $4,3 \cdot 10^{14}$  Hz do  $7,5 \cdot 10^{14}$  Hz

brzina rasprostiranja u vakumu (  $c$  ):  $299792458$  m/s ( $c \approx 3 \cdot 10^8$  m/s = 300.000 km/s)

valne dužine (  $\lambda$  ): od 700 nm do 400 nm (u vakumu)

Pojave vezane uz svjetlo: - refleksija

- lom (refrakcija)

- difrakcija

- interferencija

- polarizacija

Povrat boje - ovisi o frekventnom spektru izvora svjetlosti.

Najveći dio energije koji stiže sa sunca na zemlju nalazi se u tom uskom dijelu elektromagnetskog spektra.

Veličina			Jedinica		
Naziv	Znak	Definicija	Naziv	Znak	Definicija
svjetlosna jakost	$I_V$	---	candela	cd	osnovna
luminancija	$L$			cd/m <sup>2</sup>	1cd/m <sup>2</sup> = 1cd/1m <sup>2</sup>
svjetlosni tok	$\Phi$	$\Phi = I \cdot \Omega$	lumen	lm	1lm = 1cd · 1sr
osvjetljenje	$E$	$E = \Delta\Phi / \Delta S$	lux	lx	1lx = 1lm/1m <sup>2</sup>

## 2. Štetni utjecaji

**I.** Svjetlosno onečišćenje - svaka nepotrebna/nekorisna emisija umjetne svjetlosti u prostor izvan zone koju je potrebno osvijetliti. "Zločinac s dječjim licem"

**II.** Neergonomska (loša) izvedba rasvjete javnog, stambenog i radnog prostora.

Uzroci: - neodgovarajući dizajn rasvjetnih tijela

- nepravilna montaža rasvjetnih tijela

- nepotrebna rasvjetna tijela

(reklame, demonstracija "brige" političara za sigurnost građana, itd.)

- neodgovarajući izbor izvora svjetla u rasvjetnom tijelu

(energetski neučinkovita, loš povrat boje (spektar), treperenje, ...)

Štetni utjecaji na: - ekosustave (okoliš)

- ljudsko zdravlje (fizičko i psihičko)

- javna i privatna sigurnost

- znanstvena istraživanja (astronomija)

- financijsku i energetska potrošnju

Etički, moralni i pravni problem.

### Štetni utjecaji na ekosustave (okoliš):

- dezorijentacija u vremenu (poremećaj prirodnog ciklusa izmjene dana i noći)
- nedovoljno vrijeme za hranjenje, odmor
- gubitak staništa
- otežano razmnožavanje (npr. cvjetanje u krivo vrijeme)
- remećenje dnevnih ciklusa života štetnika i njihovih predatora
- dezorijentacija u prostoru (kopnene i vodene životinje, (ptice, kornjače, kukci, itd.)
- stradavanje na izvorima svjetla koji razvijaju visoku temperaturu
- nepotrebna potrošnja energije (posljedice uzrokovane potrošnjom energije)

Izumiranje biljnih i životinjskih vrsta.

Godišnje u svijetu više ptica stradava od onečišćenja svjetlom nego od drugih antropogenih utjecaja.

Izumrla kolonija šišmiša kod Kanfanara zbog utjecaja rasvjete "istarskog ipsilona".

Drastično smanjenje populacije krijesnica.

### Štetni utjecaji na ljudsko zdravlje:

Uzroci: - prejako svjetlo

- loša spektralna raspodjela svjetla
- treperenje

Posljedice:

- poremećaj životnog ritma
- poremećaj sna
- poremećaji u lučenju hormona (posebno onih koji se stvaraju noću, npr. melatonin) (smanjenje stvaranja melatonina povezano s pojavom karcinoma dojke)
- smanjenje seksualnih sposobnosti
- osjećaj tjeskobe
- glavobolje
- umor
- stres

### Štetni utjecaji na javnu i privatnu sigurnost:

Uzroci: - prejako svjetlo (zahtjevi za rasvjetom zbog "povećanja" sigurnosti)

- loša spektralna raspodjela svjetla (povrat boje)
- veliki kontrasti
- brze izmjene svjetlo-tama

Posljedice:

- zasljepljivanje u prometu
- kratkotrajno sljepilo zbog adaptacije oka kod izmjena svjetlo-tama
- otežana kontrola šticećenih objekata (zasljepljivanje, kontrasti)

### Štetni utjecaji na znanstvena istraživanja (astronomiju):

- smanjuju se kontrasti noćnog neba (sky glow) što onemogućava promatranja
- izmjenjeni uvjeti za promatranje ekosustava

### Štetni utjecaji na financijsku i energetska potrošnju:

- troškovi za nepotrebno utrošenu energiju
- troškovi premještanja opservatorija na lokacije manje onečišćene svjetlom
- troškovi saniranja zdravstvenih problema

Etički, moralni i pravni problem:

- pravo na zvjezdano nebo (UN proglasio zvjezdano nebo baštinom čovječanstva)
- estetska vrijednost
- izvor osjećaja bliskosti s prirodom (oduzeto pravo na prirodu)
- ometanje posjeda svjetlom

"Da se zvijezde, umjesto što sjaju uvijek nad našim glavama, mogu vidjeti samo s jedne točke zemaljske kugle, ljudi ne bi prestali u hrpama onamo putovati, da motre nebo i da se dive čudesima neba." Seneca

### 3. Metode ublažavanje štetnih utjecaja

Ispravno izvedeno rasvjetno tijelo je ono koje ne emitira svjetlost iznad horizontalne ravnine.

(Full cut off)

Ravno staklo minimizira emisiju svjetla iznad horizontalne ravnine.

U nekim slučajevima rasvjetno tijelo se može postaviti pod kutem do  $7^\circ$ , a u iznimnim slučajevima pod kutem do  $15^\circ$  prema horizontali. Veći nagib od  $15^\circ$  nije dopušten (EU).

## Onečišćivanje informacija

Gubici informacija:

Nestanak tradicionalnih znanja (zamisli, iskustva) koja su se oblikovala iz težnje prema održanju što manje entropije sustava uz minimalno ulaganje energije.

Odumiranje svjetskih jezika tempom od jednog jezika po danu.

Izumiranje vrsta (smanjenje bioraznolikosti) tempom oko 70 vrsta po danu.

- u vrijeme dinosaura pretpostavlja se tempo od 1 vrste svakih 100 godina

- u vrijeme početka industrijalizacije tempom od 1 vrste svakih 10 godina

Onečišćivanje:

Informacija prenošenih zvukom, mirisima i svjetlom

GMO - genetski modificirani organizmi

## Sadašnji izvori energije

Udjeli u ukupnoj potrošnji energije u svijetu 2019. godine. (BP 2020.)

- nafta 33 %
- ugljen 27 %
- zemni plin 24,2 %
- nuklearna fisija 4,3 %
- hidroenergija 6,4 %
- novi obnovljivi 5 %
- Neobnovljivi: 88,5 %
- Obnovljivi: 11,4 % (problem udjela biomase)

Jedinice za energiju i rad		
Naziv	Znak	Odnos prema SI (J)
kalorija	cal	1cal = 4,1868 J
kilovatsat	kWh	1kWh = 3,6 · 10 <sup>6</sup> J
British thermal unit	Btu	1Btu = 1055,06 J
elektronvolt	eV	1eV = 1,602 · 10 <sup>-19</sup> J

### Nafta

Nafta - naziv izveden iz grčke riječi "naftha" - kameno ulje.

Petroleum - iz grčkih riječi "petra" - stijena i "elaion" - ulje (lat. oleum - ulje).

Nastajanje - taloženje uginulih biljnih i životinjskih organizama na dnu mora prije 300 milijuna godina.

- raspadanje organske tvari bez prisutnosti kisika
- prirodna frakcijska destilacija zbog povišenog tlaka i temperature

Vrste - teška i laka, ovisi o smjesi frakcija

Mjerna jedinica za sirovu naftu - 1 barel (1 bbl)

1 bbl = 159 l = 42 US galon 1m<sup>3</sup> = 6,29 bbl

1 bbl = 0,136 t (metrička tona) - ovisi o omjeru frakcija (vrsti nafte)

1 gal US (US galon) = 3,7854 l

Energetska vrijednost: 42 MJ/l

### Povijest korištenja nafte

- prije 5.000 godina Sumerani koriste asfalt za izradu mozaika
- u Mezopotamiji se koristi bitumen u brodogradnji i gradnji kanala za navodnjavanje (brtvljenje)
- u Egiptu se nafta koristi u postupku balzamiranja
- prije oko 3.500 godina nafta se koristi kao energent za svjetiljke
- prije oko 2.600 godina u Kini prva vađenja nafte iz bušotina u zemlji
- oko 1.500 godine n.e. Kinezi vade naftu s dubina oko 600 m
- 1855. Abraham Gesner patentirao proces izdvajanja kerozina
- 1870. Ruski parobrodovi na Kaspijskom jezeru koriste mazut kao gorivo
- 1885. Gotlieb Daimler konstruirao motor sa unutarnjim sagorijevanjem
- 1928. osnovan kartel "Sedam sestara", dogovorena podjela zaliha nafte
- 1960. u Bagdadu osnovan OPEC (Organisation of the Petroleum Exporting Countries)
- 1973. prvi "naftni šok", embargo zemalja OPEC-a na izvoz nafte u SAD.
- 1979. drugi "naftni šok", talačka kriza u Iranu
- 1991. prvi "zaljevski rat"
- 2003. drugi "zaljevski rat"



## Proizvodnja nafte

Tri faze eksploatacije nafte iz bušotina:

Primarna - kada nafta sama izlazi na površinu zbog pritiska u ležištu

- može se izvaditi oko 20 % ukupne količine nafte iz ležišta

Sekundarna - povećanje pritiska koji izbacuje naftu, injektiranjem vode ili plina

- može se izvaditi oko 10-15 % ukupne količine nafte iz ležišta

Tercijarna - smanjenje viskoziteta injektiranjem kemikalija ili pare u bušotinu

- može se izvaditi 5-15 % ukupne količine nafte iz ležišta

Ukupan postotak ekstrakcije nafte iz bušotina je 35-50 %.

## Transport nafte

Naftovodi - samo u SAD izgrađeno 300.000 km naftovoda

Kamioni cisterne - oko 50g CO<sub>2</sub> / t / km

Tankereri - oko 20g CO<sub>2</sub> / t / km

## Prerada nafte

Rafiniranje - razdvajanja raznih frakcija iz smjese nafte (frakcijske destilacije)

Krekiranje - kemijska razgradnja teških frakcija da se dobije više lakših frakcija

Veći sadržaj sumpora u nafti poskupljuje postupak rafiniranja nafte.

## Zemni plin

Nastajanje - kao nafta

Smjesa - metana, etana, propana...

Energetska vrijednost: od 34 do 38 MJ/Nm<sup>3</sup>

Za eksploataciju plina vrijede slična pravila kao i za naftu, ali smanjenje proizvodnje iz ležišta, nakon dosizanja maksimuma može biti puno brže nego kod nafte.

## Ugljen

Nastajanje - taloženje biljnih ostataka u močvarnim šumama prije oko 350 milijuna godina.

- raspadanje organske tvari bez prisustva kisika uz djelovanje povišenog tlaka i temperature

Vrste - lignit, mrki, kameni, antracit (ovisi o postotku ugljika (25-98 %))

Energetska vrijednost: od 12,6 do 37,7 MJ/kg

Svjetske rezerve ugljena:

Procjena iskoristivih rezervi - 900 Gt

Svjetska godišnja potrošnja - 5 Gt

## Nuklearna fisija

Gorivo - U235 (Uran)

Potrošnja urana u svijetu - 72.000 t/god (2010.)

Poznate ekonomski iskoristive rezerve urana - 4,7 Mt (130\$/kg) (2006.)

Od ukupne količine urana: - sadržaj U238 je 99,3 % (neiskoristiv za fisiju)

- sadržaj U235 je 0,7 % (iskoristiv za fisiju)

Energetska vrijednost prirodnog urana: 500 GJ/kg

Nuklearna fisija daje 12,9% svjetske proizvodnje struje. (2005.)

Ostala fizijska goriva

- Pu239 (Plutonij) - nastaje tijekom fisije urana

- Th232 (Torij) → U233 (Th232 nije fisibilan-potrebna pretvorba u U233))

Procjene rezervi torija su kao i rezerve urana.

Prva komercijalna fizijska nuklearna elektrana započela s radom 06.1954. (Obninsk, SSSR)

Proizvodnja urana:

Konvencionalne rudarske tehnike

- Površinskim i podzemnim kopovima te mljevenjem rude danas se iskorištavaju ležišta s koncentracijama urana iznad 1.000 ppm (0,1%).

- Tehnike iskopa kao u rudnicima ugljena uz dodatnu opasnost od radioaktivnosti.

- Tim tehnikama se pridobiva oko 70% urana (2003.).

- Ležišta s koncentracijama iznad 10.000 ppm (1%) su većinom iscrpljena.

Podzemno ispiranje urana

- U ležište se upumpava voda s oksidirajućim sredstvom koje uran vraća u valentno stanje u kojem je topiv u vodi (U4+ → U6+), nakon čega se voda ispumpava na površinu gdje se uran izdvaja procesom ionske izmjene.

- Tehnika se koristi kod pješčenjačkih ležišta.

- Omogućava iskorištavanje ležišta s manjim koncentracijama urana.

Nekonvencionalni izvori urana

- Izdvajanje urana kao nusproizvoda pri proizvodnji fosfatne kiseline iz fosfatnih stijena morskog podrijetla. U većini takvih stijena koncentracije urana su 50-200ppm.

( procjena rezervi 9-22 MtU )

- Izdvajanje urana kao nusproizvoda pri proizvodnji zlata.

- Izdvajanje urana iz ležišta uljnih škriljaca s koncentracijama urana 25-300ppm.

- Izdvajanje urana iz morske vode (koncentracija 0,003 ppm) (rezerve 4.000 MtU)

Tipovi reaktora:

Reaktori se razlikuju po gorivu, moderatoru (sredstvu za smanjenje energije neutrona) i rashladnom sredstvu koje koriste.

Reaktori hlađeni plinom - GCR (Gas Cooled Reactor) - hlađen s CO<sub>2</sub>

- AGR (Advanced Gas Cooled Reactor) - hlađen s CO<sub>2</sub>

- HTR (High Temperature Reactor) - hlađen s He

Reaktori hlađeni vodom (H<sub>2</sub>O) (LWR-Light Water Reactor)

- PWR (Pressurised Water Reactor)

- BWR (Boiling Water Reactor)

Reaktori hlađeni teškom vodom (D<sub>2</sub>O)

- PHWR (Pressurised Heavy Water Reactor)

- BHW (Boiling Heavy Water Reactor)

- CANDU (CANada Deuterium Uranium)

Termički oplodni reaktori - lakovodni termički oplodni reaktor

- teškovodni termički oplodni reaktor tipa CANDU
- teškovodni reaktor s praškastim gorivom (exp.)
- reaktor s tekućom uranskom soli (exp.)

Brzo oplodni reaktori - LMFBR (Liquid Metal Fast Breeder Reactor) - hlađen s Na

- veliki početni troškovi za gradnju NE
- tehnološki zahtjevan izvor energije (ovisnost o vlasnicima tehnologije)
- ovisnost o proizvođačima goriva
- centralizirani izvor energije pogodan za manipulacije s potrošačima
- štetni utjecaji na okoliš i velika potrošnja energije u procesima pripreme goriva
- organizacijski, financijski i energetske zahtjevnost održavanje sigurnosti svih faza u ciklusu nuklearnog goriva
- emisije stakleničkih plinova u ciklusu nuklearnog goriva
- i pri normalnom radu uzrokuje znatne poremećaje u lokalnim ekosustavima
- opasnosti od krađe i zloupotrebe gorivog i otpadnog materijala
- opasnost od kvara ili sabotaze nuklearne elektrane
- opasnosti od razaranja postrojenja i skladišta otpada tijekom ratnih sukoba ili prirodnih katastrofa
- dugoročno, a financijski, sigurnosno i energetske zahtjevnost skladištenje radioaktivnog otpada (iznose nije moguće procijeniti za tako dugo razdoblje)

## Biomasa

Sve biorazgradive tvari biljnog i životinjskog podrijetla.

Izvori biomase:

- šume (drvo i drvni otpad)
- drvena industrija (drvni otpad)
- poljoprivreda (proizvodi i ostaci poljoprivredne proizvodnje)
- otpad iz urbanih sredina (organski)

Korištenje biomase:

- izravnim spaljivanjem
- pretvorbom u kruti energent (drveni ugljen)
- pretvorbom u tekući energent (biljno ulje, biodizel, metanol, etanol...)
- pretvorbom u plinoviti energent (bioplina (metan))

Zbog male specifične energije (energija po jedinici mase) transport biomase na veće udaljenosti nije energetski isplativ (veća potrošnja energije od energetskog dobitka).

Pretvorbom biomase u druge oblike (kruti, tekući, plinoviti) povećava se specifična energija, olakšava transport i skladištenje, ali se troši energija na obradu i pretvorbu.

Procjene energetskog potencijala:

- Godišnja energetski doprinos biomase (2001.) u svjetskoj potrošnji je oko 50 EJ (11%), od čega se oko pola iznosa (24 EJ) dobiva iz drvene mase.
- Energetska vrijednost neto godišnje proizvodnje biomase 10 puta veća od ukupne godišnje svjetske energetske potrošnje. (4.500 EJ)
- Energetska vrijednost godišnjeg prirasta samo šumske biomase 3 puta veća od ukupne godišnje svjetske energetske potrošnje.
- Raspon procjena površina za plantažni uzgoj šuma i usjeva 100 Mha - 1.300 Mha
- Raspon procjena godišnje iskoristive energije iz biomase 67 - 450 EJ
- IPCC-TAR (2001.) - Procjena da se godišnje uzgojem biomase može dobiti 440 EJ.

Izravno spaljivanje biomase

Drvo - energetska vrijednost 8,2 - 18,7 MJ/kg (ovisno o vrsti drva i postotku vlage)

Drveni otpad -

Biljni ostaci - energetska vrijednost 5,8 - 16,7 MJ/kg (ovisno o vrsti i postotku vlage)

Otpad iz urbanih sredina (organski) -

Stajski gnoj -

Piroliza

Termokemijski proces zagrijavanja biomase na visoku temperaturu bez dotoka kisika.

Postupkom se mogu dobiti bioplina, bioulje i drveni ugljen. (metanol, aceton...)

Zagrijavanjem uz ograničeni dotok kisika može se izdvajati vodik (H<sub>2</sub>).

Biljno ulje

Izvori: - iz biljaka koja sadrže ulje (uljna palma, uljana repica, suncokret...)

(PPO - pure plants oil (EU), SVO - straight vegetable oil (SAD))

- prerada iskorištenog biljnog ulja iz prehrambene industrije i domaćinstava (WVO - waste vegetable oil)

Korištenje: - izravno korištenje biljnog ulja kao goriva

- prerada biljnog ulja u biodizel

Biljni ostaci se mogu koristiti kao stočna hrana ili gnojivo.

Izravno korištenje biljnog ulja

Jednostavan postupak dobivanja.

Ne može se koristiti u sadašnjim motorima. Potrebne velike preinake ili novi tipovi.

Karakteristike kao goriva lošije nego kad je prerađeno u biodizel. (trajnost motora, skladištenje, ledište...)

Biodizel

Dobiva se daljnjom preradom biljnog ulja.

Složeniji postupak dobivanja i potreba za dodatnim sirovinama (metanol 99% ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), natrij hidroksid ( $\text{NaOH}$ )). Esterifikacija biljnih ulja s alkoholom.

Nusprodukt - glicerol

Može se koristiti u sadašnjim motorima uz minimalne preinake ili bez njih.

Može se miješati s dizelskim gorivom dobivenim iz nafte.

Bolje karakteristike kao goriva od biljnog ulja.

Energetska vrijednost biodizela: 37,2 MJ/l

S povećanjem udjela biodizela u gorivu smanjuje se emisija CO i do 50%, emisija  $\text{NO}_x$  ostaje otprilike ista, a emisija sitnih čestica malo raste.

Etanol

Može se dobivati iz šećera, škroba i celuloze.

Hidroliza škroba enzimima u šećer koji fermentira u etanol.

Postupak dobivanja je puno složeniji od dobivanja biodizela, a pogreške u postupku mogu bitno smanjiti količinu dobivenog etanola.

Ovisno o fazama potrebno je hlađenje ili grijanje smjese.

Efikasnost fermentacije ovisi o soju upotrebljenog kvasca.

Bioplin (metan)

Dobiva se anaerobnim truljenjem (fermentacijom) organskog otpada.

(60%  $\text{CH}_4$ , 35%  $\text{CO}_2$ , 5% ostalih plinova ( $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ , ...))

Svojstva bioplina ovise o uvjetima truljenja i sastavu materijala koji trune.

Najčešće se dobiva truljenjem životinjskog ili ljudskog izmeta u digestoru i skupljanjem bioplina sa odlagališta otpada.

Energetska vrijednost: 26 MJ/Nm<sup>3</sup>

Biomasa općenito

-  $\text{CO}_2$  "neutralan" izvor energije (izuzev dijela otpada iz urbanih sredina)

- energetske nasade imaju velike prinose

- energetske nasade se mogu koristiti kao biljni filteri za pročišćavanje otpadnih voda

- iskorištavanje viškova iz poljoprivredne proizvodnje

- iskorištavanje ostataka iz poljoprivredne proizvodnje

- da bi ciklus bio održiv potrebno je obnavljanje nasada (šume) i povrat hranjivih tvari

- upitan odnos dobivena/uložena energija

- problemi degradacije tla

## **Hidroenergija**

U svijetu je do 2003. iskorišteno 33 % ukupnih tehnički i ekonomski iskoristivih hidropotencijala.

Hidroenergija daje 16 % svjetske proizvodnje električne energije. (2020.)

Emisija CO<sub>2</sub> za sjeverne krajeve:

40.000 tCO<sub>2</sub> / TWh prema (IHA - International Hydropower Association)

70.000 tCO<sub>2</sub> / TWh prema (WRR - World Resource Review).

Prednosti hidroenergije:

Dugovječnost postrojenja (više od stoljeća).

Visoka pouzdanost.

Mogućnost pohrane energije.

Mogućnost brzih promjena u proizvodnji el.en. ovisno o potrošnji čime se npr. termoelektranama omogućava da rade u optimalnom režimu (najefikasnije).

Brane imaju višestruku namjenu (navodnjavanje, kontrola poplava...).

Nedostaci hidroenergije:

Ograničena mogućnost povećanja instalirane snage u svijetu.

Poremećaj vodenih ekosustava.

Akumulaciona jezera najčešće nastaju na štetu obradivih površina.

Emisija stakleničkih plinova CO<sub>2</sub> i CH<sub>4</sub> (posebno u tropskim područjima)

Problemi raseljenog stanovništva.

Opasnost od uništenja tijekom ratnih operacija.

Ovisnost o klimatskim promjenama. (promjene u količini padalina, temperaturi...)

## **Energija vjetra**

Planovi da se u svijetu do 2020. 12 % ukupne električne energije u dobiva vjetrom.

Ekonomska isplativost postavljanja vjetrenjača je na mjestima gdje prosječna brzina vjetra prelazi 5 m/s.

Snaga vjetra raste s kubom ( $v^3$ ) brzine vjetra.

Najčešća izvedba, rotor s 3 krila od sintetičkih materijala na stupu od čelika.

Mala pojedinačna instalirana snaga (obično oko 1-2MW).

Smještaj vjetroparkova na kopnu i na moru blizu kopna.

Prednosti energije vjetra:

Smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u odnosu na proizvedenu energiju tijekom eksploatacije.

Velike mogućnosti za povećanje instalirane snage u svijetu.

Može se postaviti na mjesta gdje ima vrlo mali utjecaj na okoliš.

Moguće izvedbe vjetrenjača malih snaga i dimenzija za kućnu upotrebu.

Tehnologija bez skrivenih štetnih utjecaja (koji postoje lako su vidljivi).

Nedostaci energije vjetra:

Tehnički problemi kod izrade vjetrenjača većih snaga.

Izrada i održavanje mogu biti zahtjevni. (često teško pristupačni tereni)

Vjetroviti krajevi često su i slabo naseljeni (transport energije na veće udaljenosti).

Ovisnost o promjenama brzine vjetra.

Ovisnost o klimatskim promjenama. (promjene u prosječnoj brzini vjetra)

## **Geotermička energija**

- podzemnih fluida
- suhih stijena
- toplinske pumpe

## **Energija Sunca**

Ekstraterestičko ozračenje (Sunčeva konstanta) - tok Sunčeva zračenja na ulazu u zemljinu atmosferu po jediničnoj površini okomitoj na Sunčevo zračenje i srednjoj udaljenosti Zemlje od Sunca.  $I_0 = 1367 \text{ W/m}^2$  (  $1321\text{-}1412 \text{ W/m}^2$  )

Zemlja godišnje primi od Sunca oko  $5,4 \cdot 10^{24} \text{ J}$ .

Načini upotrebe energije Sunca:

- izravna pretvorba u električnu energiju (fotonaponski sustavi)
- pretvorba u toplinsku energiju (termocentrale, grijanje, hlađenje)

## **OTEC/DOWA**

Ocean Thermal Energy Conversion / Deep Ocean Water Applications

Prednosti OTEC-a:

Nema emisije  $\text{CO}_2$  tijekom eksploatacije.

Stabilan izvor energije (osim servisa).

Velike mogućnosti za povećanje instalirane snage u svijetu.

Može se postaviti na mjesta gdje ima vrlo mali utjecaj na okoliš.

Mogućnosti daljnjeg razvoja ove tehnologije.

Mogućnost korištenje plutajućih platformi za više namjena. (npr. proizvodnja vodika, gnojiva (nutrijenti iz dubokih voda), desalinizacija, poljoprivreda, akvakulture...)

Pogodna geografska područja za primjenu su u siromašnijim državama.

Nedostaci OTEC-a:

Zasada skupa tehnologija.

Geografska područja u kojima su uređaji najefikasniji izložena uraganima.

Skupo održavanje postrojenja.

Dugi cjevovodi do vode koja ima potrebnu razliku u temperaturi.

Prijenos el.en. do mjesta potrošnje.

## **Energija plime i oseke**

## **Energija valova**

## **Nuklearna fuzija**

-----

Korisni linkovi:

United Nations Environment Programme

<http://www.unep.org/>

Food and Agriculture Organization of United Nations

[http://www.fao.org/index\\_en.htm](http://www.fao.org/index_en.htm)  
<http://www.oxfam.org/>  
<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>  
<http://www.skepticalscience.com/>  
<http://www.obnovljivi.com/>  
International Renewable Energy Agency  
[www.irena.org](http://www.irena.org)  
<http://www.ren21.net/>  
<http://freedocumentaries.org/>