

KARDAŠEVE SVEMIRSKJE CIVILIZACIJE

Vladis Vujnović
vujnovicvladis@gmail.com
15.05.2021.

"U nekim svjetovima nema Sunca ni Mjeseca, u nekim su veći nego u našem svijetu, a u drugim ih ima više. U nekim dijelovima ima više svjetova, a u nekim manje; u nekim se rađaju, u drugim umiru. Neki svjetovi su lišeni živih bića ili bilo kakvih mirisa."

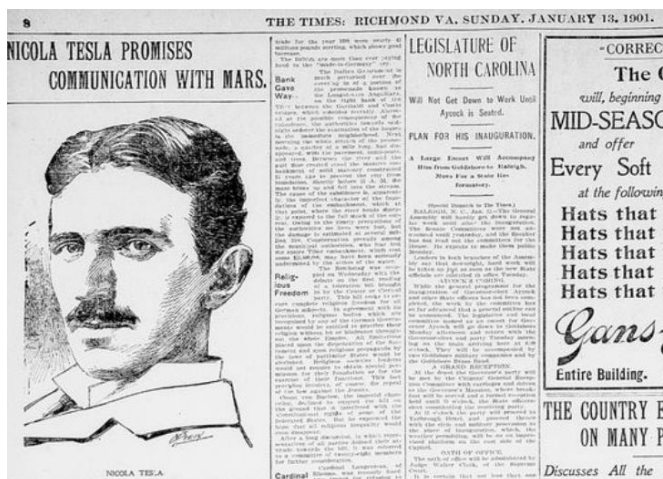
Demokrit (460 - 370)

Očaranost svemirom ima dugu povijest, najprije samo u mašti. Danas maštamo uz pomoć skupih instrumenata. Kant je čvrsto vjerovao u naseljene svjetove. Herschel je bio osvjedočen da postoje izvanzemaljci. Smatrao je da sva okrugla svemirska tijela, svi planeti imaju stanovnike. Na Mjesecu stanuju u kraterima kao u gradovima. Isto je držao i za Sunce, kao velikom „planetu“, čija se površina prozire kroz osvijetljene oblake u sredini tamnih pjega. Za cijeloga 19. st. vodile su se salonske diskusije. Kao razumljivo samo po sebi! Od 17. st. do polovice 20. st. vjerovanje u ET civilizacije prolazilo je kroz maksimume i minimume, bilo je usidreno u popularizaciji astronomije.

Filozofska potpora tom stavu sadržana je u spoznaji da je Zemlja običan, prosječan planet, Sunce obična zvijezda u običnoj galaksiji. Ovo načelo posječnosti ili mediokritetsva poučava da se život može roditi i u drugim zvjezdanim sustavima, u istim ili sličnim uvjetima u kojima se nalazi i Zemlja. Ako život postoji na Zemlji, tada može postojati na svakom planetu sličnom Zemlji. Ali, razuman filozofski stav je jedno, a evidencija astronoma drugo.

Tesla je 1896. ponudio svoj bežični sustav primijeniti za slanje poruka prema Marsu. Pravi znanstveni pokus proveden je 21.-23.VIII. 1924. kada je Mars bio u opoziciji. U dva dana svakoga sata sve su radiostanice ušutile na 5 minuta, dok je s balonom na visinu od 3 km podignut detektor za radiovalove valne duljine 89 m do 9 kilometara. U balonu je bio stručnjak za dešifriranje

signala.



Novine pišu da je Tesla tvrdio kako je čuo signale s Marsa.

Richmond Times, Virginia,
13.01.1901.

Nastavak slijedi. U Americi su 1959. predložili praćenje svemirskih mikrovalova. Tehnička osnova u obliku velikih teleskopa već je postojala. Mnogi od njih služili su i za oslušivanje svemira. Ulagao se novac i vrijeme rada skupocjenih uređaja za potragu "igle u stogu sijena".

Izazov je bio prevelik. Onome astronomu tko prvi otkrije inteligentne signale i dešifrira ih, slijedi Nobelova nagrada. Prvu ozbiljnu potragu za izvanzemaljskom inteligencijom poveo je Frank Drake (1930 -) s projektom *Ozma* u 1960. god. Još živi astronom bacio je pred općinstvo "kost" koja se još "glođe" – formulu kojom se određuje, tj. nagađa broj civilizacija u Galaksiji. Nju ću rastumačiti kasnije.

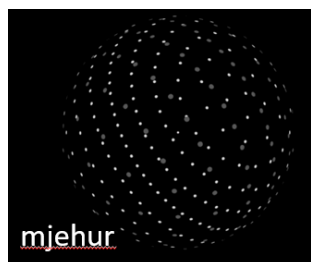




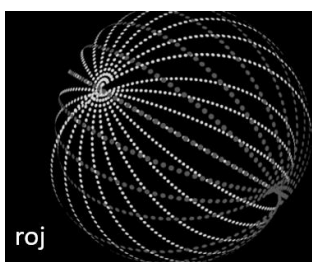
Drake je koristio radioteleskop promjera 26 m u opservatoriju Green Bank i uperio ga prema bliskim zvijezdama Tau Ceti (11,8 gs) i Epsilon Eridani (10,5 gs), na valnoj duljini od 21 cm koju zrači vodik. Ove su zvijezde slične Suncu. U četiri mjeseca utrošeno je 150 sati prisluškivanja. U projektu nastavljenom 1972-1976. praćeno je 670 bližih zvijezda. Potom se pridružila i Američka agencija za svemirska istraživanja koja je 1984. podržala Carla Sagana (1934 – 1996) da osnuje institut SETI (The Search for ExtraTerrestrial Inteligence – Potraga za izvanzemaljskom civilizacijom).

Danas se u svijetu biznisom osluškivanja bavi mnogo institucija sa znatno profinjenijim tehnikama koje omogućuju istodobno praćenje više izvora, uz vrlo veliku osjetljivost i s eliminiranjem smetnji iz zemaljskih izvora. Naravno, od iste tehnike istodobno korist izvlače i klasična istraživanja svemira.

Isto 1960. godine teorijski fizičar Freeman Dyson (1923 – 2020), koji je bio živ još dok sam počeo pisati ovaj tekst, zamislio je 1960. sfernu ljusku oko Sunca na udaljenosti Zemlje. Jupiter bi trebalo razgraditi i od njegove tvari izraditi kuglino oplošje debljine metra, obuhvativši Sunce i Zemlju. Nije predložio način konstrukcije jer to je posao inženjera, pa se nakon njega pojavilo više modela. Problem je u tome što se dijelovi sfere moraju gibati kao samostalni Sunčevi sateliti.



mjehur



roj



mreža

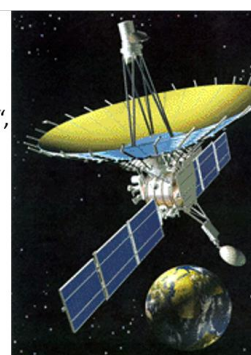
Dyson
2005.

Dysonu je prethodio K. E. Ciolkovski (1857 – 1935) koji je ražio način kako iskoristi Sunčevo zračenje da bi se prehranilo stanovništvo mnogo brojnije od današnjega. Na prijelazu 18. u 19. st. demograf i ekonomist Thomas Malthus predvidio je propast čovječanstva zbog prevelikog nataliteta.



Nikolaj Kardashev (1932-2019)

„Prijenos informacija izvanzemaljskim civilizacijama“,
Astronomičeskij žurnal,
Vol.XLI, No.2, p.282.1964.



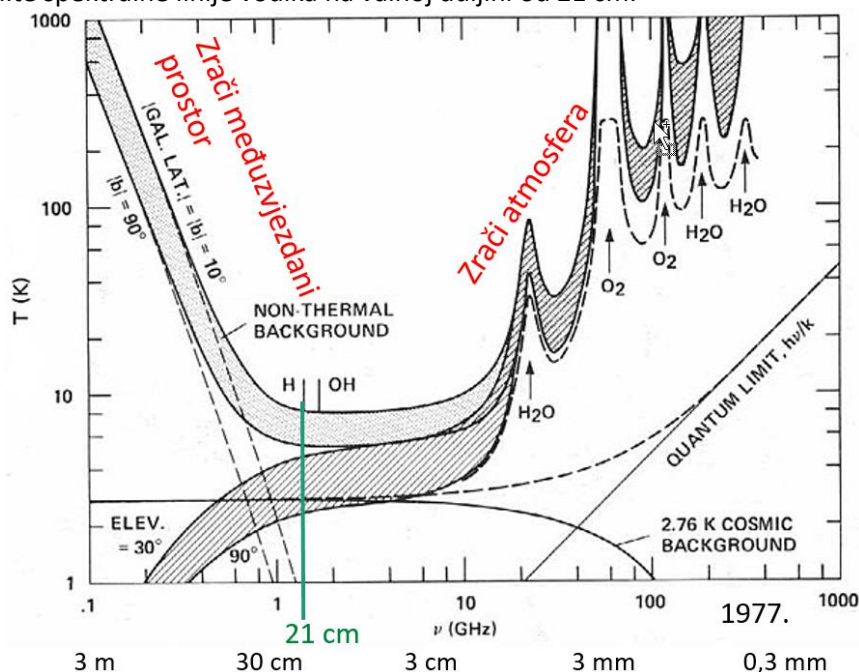
RadioAstron, 10 m, 310 – 350000 km, na 1,35 cm razlučivao 8 μ as.
(2011 – 2019)
“Mnogo veći od Zemlje”

Šezdesetih godina prošloga stoljeća pojavio se i treći vizionar, N. S. Kardašev (1932 – 2019), radioastronom, specijalist za radiovalno zračenje. Poznat je po tome što je inicirao projekt satelitskog radioteleskopa RadioAstron koji je lebdio oko Zemlje od 300 km do 350000 km, gotovo do Mjeseca, i u paru sa svjetskim terenskim radioteleskopima postizao najveće razlučivanje dobivenih slika. Značaj tog pothvata vidljiv je i po broju suradnika koji su surađivali na projektu, stotinjak!

Koristim njegov članak „Prijenos informacija izvanzemaljskim civilizacijama“ koji je objavio 1964. u sovjetskom astronomskom časopisu *Astronomičeskij žurnal* kao znanstveni rad. Članak sam kopirao iste godine i nedavno našao među svojim papirima.

Za saobraćanje sa svemirom, emitiranje i prijam signala, Kardašev je predložio mikrovalove u centimetarskom i decimetarskom području gdje je apsorpcija u međuzvjezdanoj tvari malena, te postoji „prozor“ između radiozračenja neba i Zemljine atmosfere

Prikazujem osuvremenjeni Kardašev nacrt valnog područja. U slici sam dodao položaj znamenite spektralne linije vodika na valnoj duljini od 21 cm.



Njegov znanstveni rad preoblikovao se u znanstvenu fantastiku. Obrazlagao je da je za uspostavljanje kontakta među civilizacijama najvažnija radiovalna tehnika, a kako tehnika ovisi o energiji koju u godini dana rabi inteligentno društvo, zamislio je svemirske civilizacije u tri razreda.

Za prvu svemirsku civilizaciju uzeo je našu koja je 1964. rabila snagu svih uređaja, motora, pogona od 4×10^{12} W. Podatak za 2017. god. iznosi $1,86 \times 10^{13}$ W, što znači da je u toj cijeloj godini iskorištena energija od 6×10^{20} J.

Naša civilizacija je dolična za prvi stupanj zato što signale možemo slati barem do najbližih zvijezda. Njegovu shemu doradio je Carl Sagan s još tri civilizacije, nultom, četvrtom i petom.

Kao opću formulu za civilizacije koje se dadu stupnjevati Sagan je iskrojio formulu:

$$K = (\log P - 6)/10$$

Nulta civilizacija:

Carl Sagan

10^6 W

Prva civilizacija

4×10^{12} W

10^{16} W

Druga civilizacija

zrači Sunce 4×10^{26} W

10^{26} W

Treća civilizacija

zrači Galaksija 4×10^{37} W

10^{36} W

Četvrta civilizacija

10^{46} W

Peta civilizacija

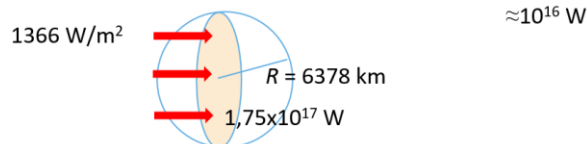
10^{56} W

Zbog ove formule snage Kardaševih civilizacija su se ponešto promijenile.

U prvoj svemirskoj civilizaciji čovječanstvo treba iskoristi najveći dio Sunčeve energije kojom nas svjetlošću zasipava. Na čeonu površinu Zemlje pada snaga od $1,75 \times 10^{17}$ W.

Pitanje je kada će ta snaga, ili 10^{16} W po definiciji, biti dostignuta, što znači još nismo unaprijeđeni niti u stanje **prve** svemirske civilizacije, već je naš stupanj $K = 0,73$ -ća civilizacija.

Prva civilizacija: Iskorištava se snaga Sunčeva zračenja koje pada na Zerr $\approx 10^{16}$ W

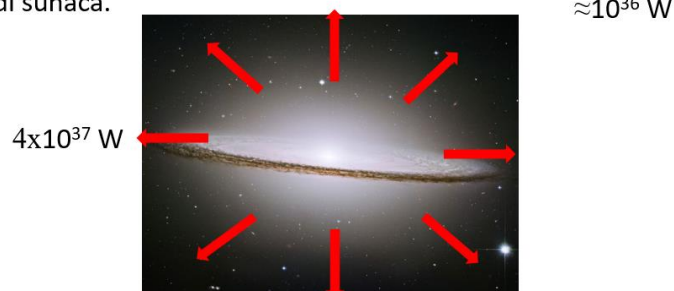


Druga civilizacija: Iskorištava se cijela snaga Sunčeva zračenja pomoću Dysonove sfere $\approx 10^{26}$ W

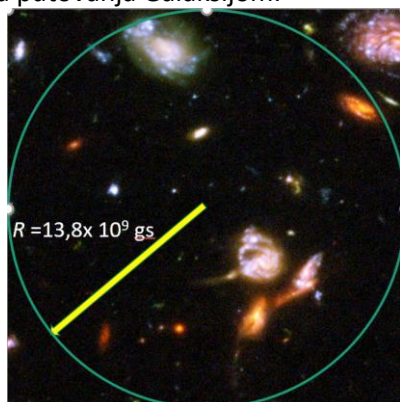


Druga civilizacija treba koristiti 10^{26} W. Ta je snaga približno jednaka snazi cjelokupnog Sunčevog zračenja od 4×10^{26} W. Ovoj civilizaciji potrebna je Dysonova sfera koja bi oklopila svu površinu oko Sunca na udaljenosti Zemlje.

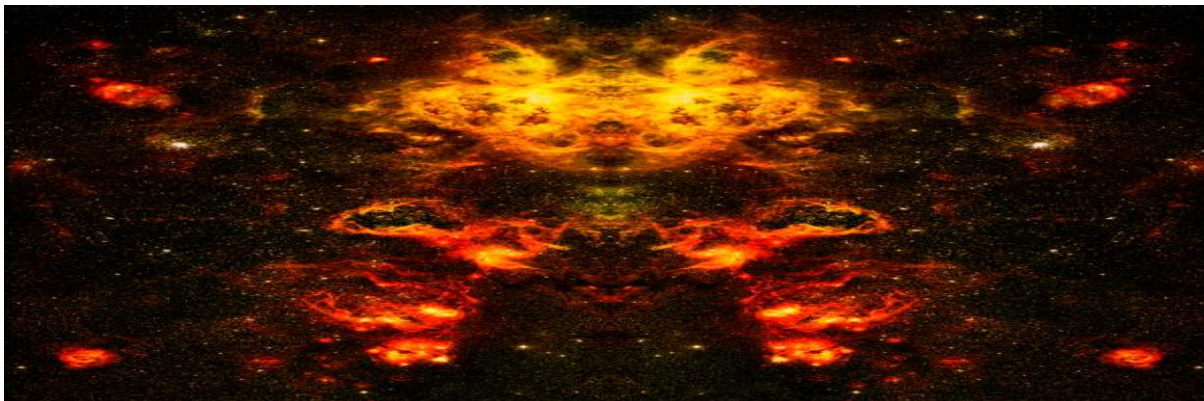
Treća civilizacija: Iskorištava snagu zračenja Galaksije od 100 milijardi sunaca. $\approx 10^{36}$ W



Treća civilizacija koristi snagu zračenja **cijele Galaksije** od 10^{36} W, što je približno 100 milijardi puta više od Sunčeve, jer u Galaksiji ima najmanje sto milijardi zvijezda-sunaca. Pribavljena energija uvjet je bez kojega nema putovanja Galaksijom.



Četvrta civilizacija koristi snagu zračenja svih zvijezda u vidljivom svemiru, 10^{46} W. Takva je civilizacija praktički nezamisliva, a njezinim znanstvenim postignućima možemo se samo klanjati.



Peta civilizacija koristi snagu zračenja multiuniverzuma, mnogostrukoga svemira, ma što god to da znači. Ako postoje paralelni svemiri, tada je zamisliva i civilizacija koja istodobno koristi više svemira. Ukoliko postoje takva bića njihova se priroda možda ne razlikuje od same prirode. Treba li nastaviti još dalje?

Što je potrebno da se ove civilizacije ostvare? Potrebni su izvori energije i tehnologija koja će djelovati u danom obujmu svemira. Potrebni su i kontakti među civilizacijama, ako postoje.

Drakeova formula je “sveti gral” za procjenu broja civilizacija u Galaksiji:

$$N = R_{zv} f_p n_e f_i f_c L$$

Taj broj jednak je **umnošku**

R_z broja zvijezda koje u godini dana nastaju u Galaksiji,
 vjerojatnosti f_p da zvijezde imaju planet
 vjerojatnosti n_e da je planet pogodan za život
 vjerojatnosti f_i da se život pojavio na planetu
 vjerojatnosti f_c da su žive jedinice s ljudskom inteligencijom
 vjerojatnosti f_c da inteligentan život može komunicirati sa svemirom, te
 trajanje civilizacije L godina.

Prva tri faktora mogu se procijeniti na temelju astronomije i drugih prirodnih znanosti.

U Galaksiji se godišnje iz međuzvjezdane sredine formiraju tri zvijezde; oko svake zvijezde ima barem jedan planet; poznato ih je već jako mnogo u bližih zvijezda; uvjeti za život dali bi se procijeniti iz sastava i temperature planetskih atmosfera – podaci koji su još manjkavi.

Ostala tri faktora nemoguće je procijeniti. To su udio pogodnih planeta na kojima je život nastao, dio oživotvorenih planeta na kojima postoji civilizacija, dio civilizacija koje imaju tehniku za izmjenu informacija i na kraju vrijeme preživljavanja civilizacija f_i , f_c i L. Dovoljno je da je samo jedna od tih vjerojatnosti jednaka nuli, pa da nema znaka života u Galaksiji.



Beskonačan svemir?



U beskonačnom svemiru ima beskonačno mnogo kopija.

Obično se polazi od **pogrešne premise** da je svemir tako velik ili beskonačan, da uz nas mora postojati još netko. Ako je beskonačan, onda se svaka pojava morala pojaviti ne jednom, već beskonačno puta, moralo se roditi beskonačno mnogo jednakih jedinki, postojati beskonačno jednakih narodnosti i jezika, jednakih manira, jednakih automobila, pustolova, zločinaca i svetaca ...

Sada ću pretpostaviti, da je vjerojatnost nastanka života pokraj jedne zvijezde

$1 : 10^{22} = 1 : 10\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000$.

Uzimam brojku 10^{22} jer u svemiru koji vidimo ima 10^{11} (sto milijardi) galaksija, a u prosječnoj galaksiji ima 10^{11} zvijezda, dakle ukupno ima 10^{22} zvijezda. Upravo smo našli da je u nama vidljivom svemiru samo pri jednoj zvijezdi nastao život, a ta se zvijezda zove Sunce! Jako malo, ali moguće.

Ovakav proračun je čista matematika. Nikakvi socijalni uvjeti i ideologije, nikakva fizika, prirodoslovlje, darvinizam, filozofija, religija ... Ne tvrdim da smo jedina civilizacija, da ih nema još, ali gdje su? Bi li bilo zanimljivo počakulati s izvanzemaljcem? Što bi se tada događalo, jesmo li na višoj ili nižoj razini od njih? Bi li se oni nama činili kao krave na livadi, ili bismo mi za njih bili krave na livadi?

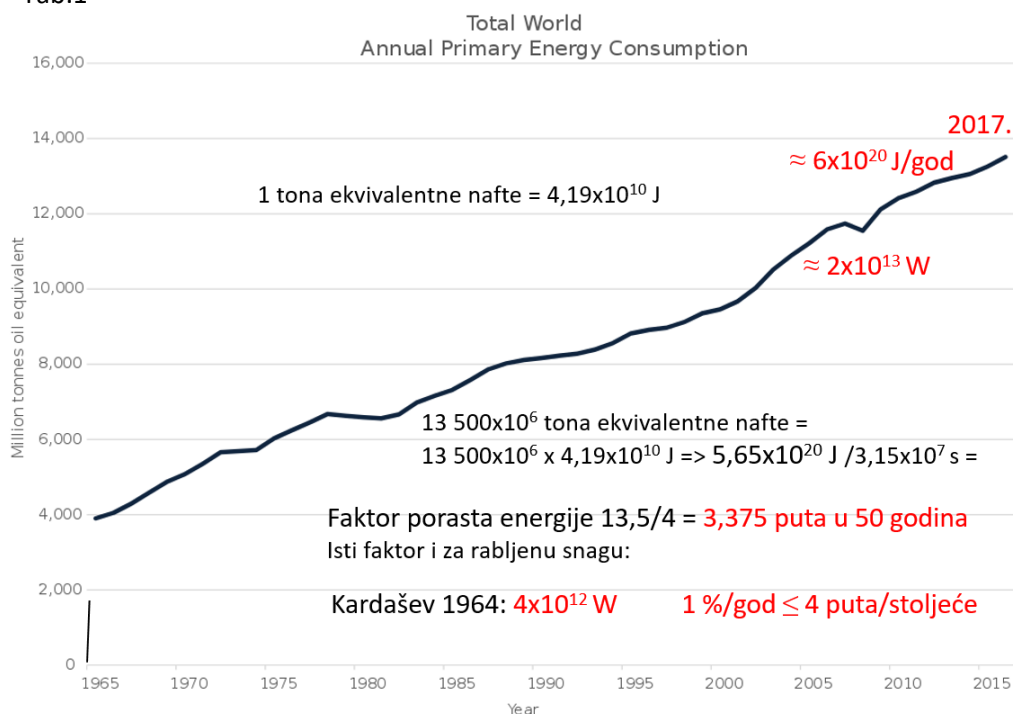
Uzor za osvajanje Galaksije pruža razvoj grčke milećanske kolonizacije koja je od Sredozemlja stvorila civilizaciju obilježenu trgovinom i filozofijom. Asteroidi bi prema ideji Ciolkovskoga, postali galaktički gradovi, postaje, predstavništva koja bi povezivala dijelove Galaksije i služila za osvajanje prostora korak po korak. A mogla bi služiti i kao konjica za prometovanje.

Koju zvijezdu bismo prvu odabrali?

Godišnji porast potrošnje energije.

Za let u svemir potrebna je energija. Svjedoci smo stalnog porasta energije koju koristimo. Imam podatak da je 2017. godine utrošena energija od 6×10^{20} J čemu odgovara prosječna snaga od 2×10^{13} W. Od 1965. do 2015. porasla je oko 3 puta (Tab.1)

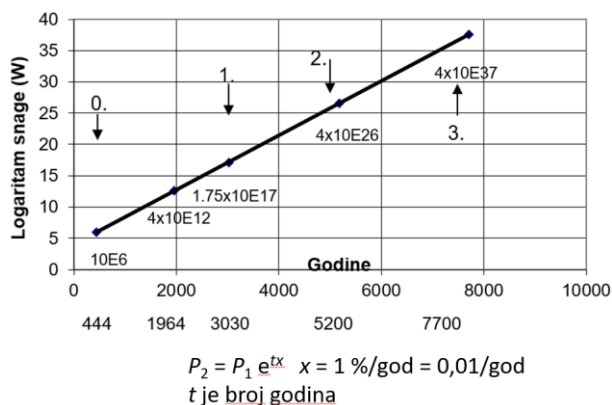
Tab.1



Kardašev je za porast uzeo 1 %/god čemu odgovara stoljetni porast od 2,4 puta. zatim je pomoću eksponencijalne funkcije, formule za kontinuirano (složeno) ukamaćivanje, izračunao da će ljudi za 3200 god rabiti snagu jednaku snazi Sunčevog zračenja, a za 5800 godina snazi zračenja Galaksije. Ponovio sam njegov račun, što je prikazano na sljedećem grafikonu (Tab.2). Uz to na grafikonu sam zapisao vremena kada ćemo dostići prvu svemirsku civilizaciju (10^{16} W), drugu (10^{26} W) i treću (10^{36} W). Uz to sam izračunao kada smo se nalazili u nultoj civilizacija – bilo je to u srednjem vijeku godine gospodnje 444.

Koji su izvori energije na raspolaganju osim zračenja zvijezda? Drugi izvor o kojemu danas možemo maštati je anihilacija. Ona bi bila izvor energije učinkovitiji stotinjak puta od fuzije i zračenja zvijezda. Žele li ljudi četverostručiti energiju svakih stotinu godina, umjesto Kardaševih 1 % treba uzeti 1,4 %. Uzeo sam masu Sunca, Galaksije i cijeloga vidljivoga svemira do udaljenosti od 13,8 milijardi godina sjetlosti, izračunao njihovu energiju mirovanja po Einstenovoj formuli mc^2 , i našao vremena kada će se anihilacijom utrošiti njihova masa=energija (2×10^{47} J, 2×10^{58} J i 10^{70} J)(Tab.3).

Ovisnost snage o godinama od početka Nove ere



Tab.2

Sunčevu ćemo masu utrošiti do 6350. godine (nakon idućih 4350), galaksijsku masu do 8150. godine (nakon 6150) a masu vidljivog svemira do 10700. godine (nakon 8700) Rezultat je iznenađujući, jer je mala vremenska razlika između potrošnje Sunca, Galaksije i cijeloga vidljivoga svemira. Vremenska razlika je mala jer je prirast energije eksponencijalan. Tim tempom kolonizacija i osvajanje svemira zbiti će se za nekoliko tisuća umjesto milijuna godina – predviđanja kojih ima. Faktor 4 koji sam uzeo za porast energije u stotinu godina nije velik. Kada bi godišnji porast bio 4 % = 0,04, što za porast BDP-a priželjkuje svaki ministar financija najmanje, stogodišnji faktor bio bi 55 puta veći i svemir bi nestao za 2600 godina.

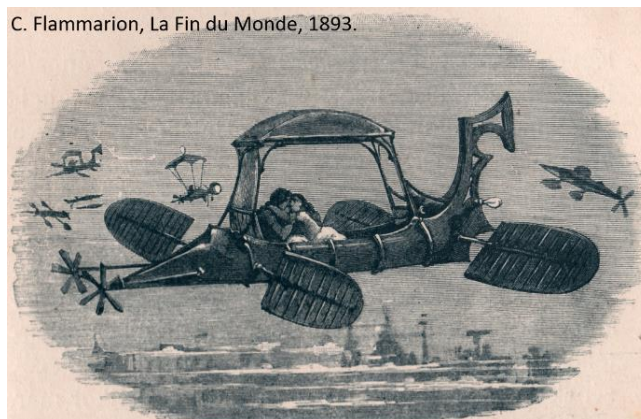
Naravno, ovo je čisto matematička fantazija. Nikakvi socijalni uvjeti i ideologije, nikakva fizika, prirodoslovlje, darvinizam, filozofija ... No zabrinjava, jer tempo kojim se globalni svijet razvija toliko je brz, ako se nastavi, satrti će materiju.

Za ljude nema veće opasnosti od čovjeka.

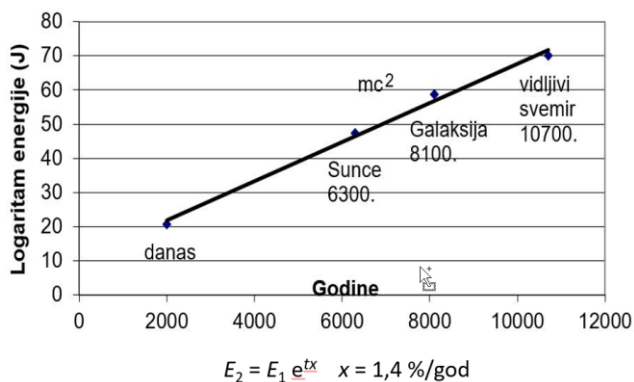
Nisam spekulirao o postupcima ljudi jer nisam uvjeren u moć predviđanja, u moći proroka. Početkom 19. stoljeća jedan je filozof, pozitivist, rekao da nikada nećemo saznati od čega su zvijezde građene. 1859. Mawell je riješio problem svjetlosti – ona je elektromagnetska pojava. Neposredno prije 1900. god. Thomson je pronašao elektron. Svemir se je za većinu astronomia do 1920. godine sastojao od Mliječnoga puta i ničega više. Kvarak je otkriven 1962, a Higgsov bozon 2012. Što će se otkriti za idućih desetak godina? O sljedećih stotinu godina, ni pomisliti!

U doba Ptolemeja nije se moglo maštati o kvarkovima, u doba Herschela o reaktivnim avionima. Zasad se govori o promjeni gena. A dalje?

Na raspolaganju su nam energija zvjezdane svjetlosti, mase zvijezda, kinetička energija razmicanja galaksija i prostor-vrijeme. U ovom trenutku ne znamo koji će se otkriti novi fizički zakoni i koji novi izvori energije. Predviđanje razvoja civilizacije u načelu je nemoguće. U knjizi: *Posljednji dani svijeta* iz godine 1893, Camille Flammarion je zamislio kako će ljudi letjeti u kočijama s perajama. Samo deset godina nakon toga poletio je metalni avion braće Wright. A tvornica Ford je 1962. predvidjela da će početkom 21. stoljeća ljudi putovati u automobilima na nuklearni pogon. Još ih nema...



Ovisnost energije o godinama od početka Nove ere



Tab.3.