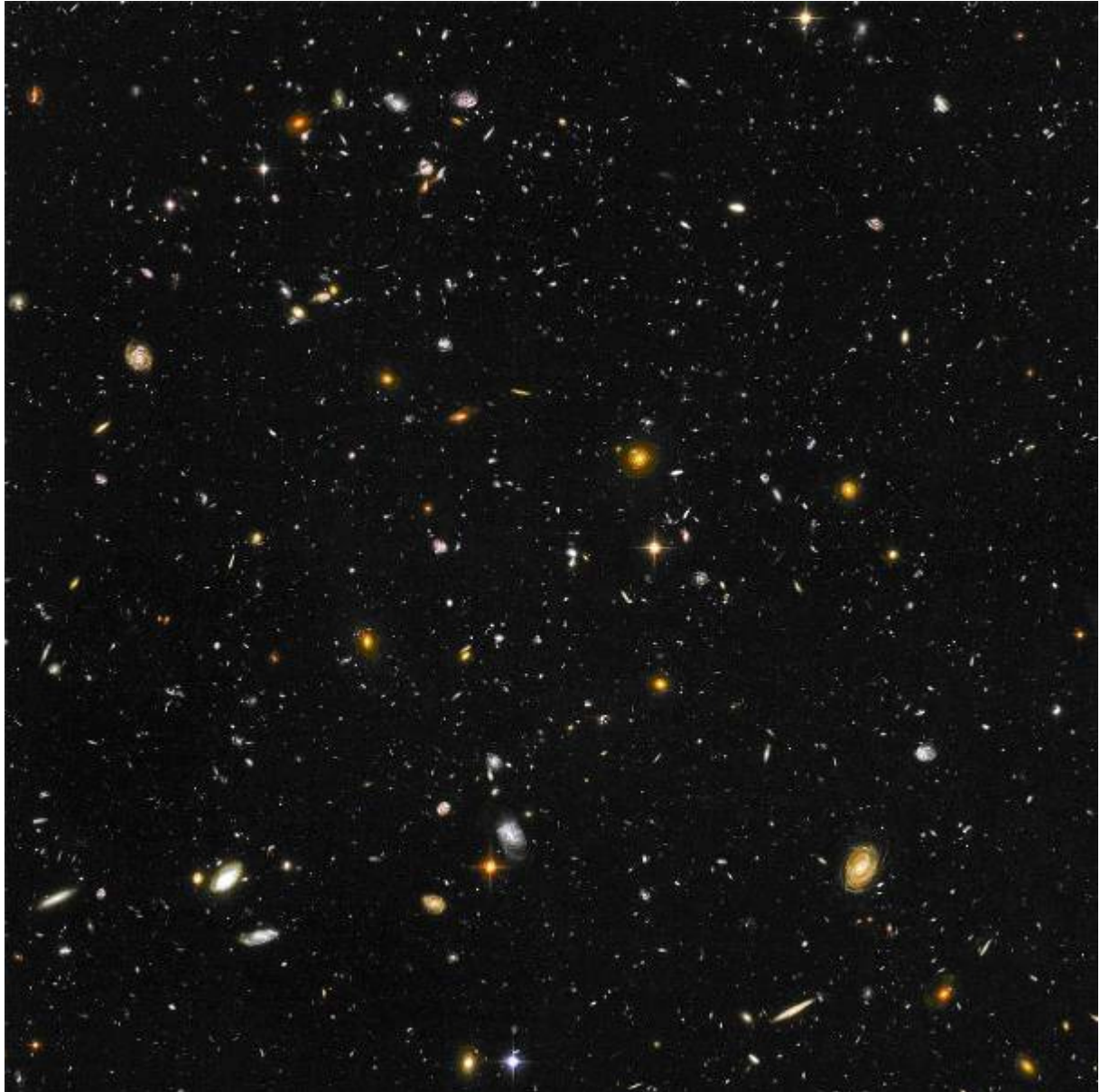


Andrej Ivanuša

LE KJE SO VSI TI NEZEMLJANI?

Kakšna izguba prostora! Tolikšno Vesolje in le en sam planet poln življenja. Ali res? Že od vekomaj smo se spraševali, če je Zemlja edini planet z življenjem?

Zato ves čas iščemo brate po razumu. Iščemo jih in se jih bojimo, ker nas je strah neznanega. A še bolj strašno bi bilo spoznanje, da smo res sami sredi temnega vesolja, v katerem brlijo drobna sonca in se vrtijo silne galaksije.



Slika 1 - Globok pogled teleskopa Hubble v vesolje. Vsaka najmanjša pika predstavlja novo galaksijo, ki ima vsaj 100 milijard zvezd. Mnoge od teh zvezd imajo planete.

Osnova vsake dobre vesoljske znanstvene fantastike je opis prvega stika med Zemljani in Nezemljani ali prikaz borb med vesoljskimi federacijami in galaktičnimi imperiji. Filmske

vesoljske sage so odlične za preživljanje prostega časa, a so, kljub prikazani tehnologiji, bolj fantazija kot znanstvena fantastika. Še posebej takrat, ko vesoljski bojni lovci rohnijo, žvižgajo in cvilijo skozi brezzračni prostor. Prosim vas lepo, kako se prenaša zvok brez medija, ki bi bil njegov nosilec (beri: brez zraka)?

V kinu ali pred domačim TV zaslonom, morda tudi s kakšno knjigo v roki, odmislim fiziko in tehniko in se prepustim zgodbi. Ko bleščeče, energetsko potratne svetlobne sablje švistijo skozi zrak in se jediji bojujejo na srednjeveški način sredi laserskega sveta, je čas za uživanje v dobri... e... pravljici.



Slika 2 - Mednarodna vesoljska postaja kroži okrog Zemlje na višini od 336 do 346 km s hitrostjo nekaj več kot 27.000 km/h. Zemljo obkroži vsakih 91 minut. Težka je okrog 350 ton.

Nato pride streznitev vsakdanjega življenja. Začnem se spraševati, kakšne so možnosti, da obstaja življenje izven Zemlje? In, ali obstajajo civilizacije, ki potujejo med zvezdami, torej povsesoljske civilizacije? Koliko jih je? Kje bi jih lahko našli? Zakaj še nismo z nobeno stopili v stik? Ali pa je vprašanje neumestno in smo že doživeli prvi vesoljski kontakt!

O ŽIVLJENJU NA SPLOŠNO

Zanesljivo vemo, da življenje obstaja na tretjem planetu od Sonca, na Zemlji. Vse ostalo so zaenkrat samo spekulacije. Torej, stopimo na pot miselnih vaj in pogledjmo, kam nas bo pripeljala veriga logičnega sklepanja.

Bolj, ko proučujemo to življenje, ki ga poznamo, bolj spoznavamo, kako je po eni strani strašno krhko in ranljivo, po drugi pa presenetljivo močno. Ne bom se spuščal v filozofska razglabljanja, kdaj je nekaj živo in kdaj neživo. Raje se posvetim kemiji in dejstvu, da življenje na Zemlji temelji na ogljiku. Teoretično je možno tudi življenje na osnovi silicija. A vse raziskave kažejo, da **to** vesolje ustvarja življenje predvsem na osnovi ogljika, ki ima štiri proste valence in se lahko sestavlja v obsežne molekule. Kamorkoli smo doslej pogledali v vesolje, smo odkrili organske molekule, ki temeljijo na ogljiku.

Vsak zvezdni sistem ali osončje se oblikuje iz plinastega oblaka, ki vsebuje predvsem vodik in še nekaj drugih elementov. A vendar prav nobeden ni popolnoma brez molekul, še več, te molekule so v veliki meri organske in na ogljikovi osnovi. Oblak se zgosti v sredini v eno ali več zvezd. Ko se te dovolj stisnejo, se v njih prične termo nuklearna reakcija, ki prične s pretvarjanjem vodika v druge elemente, najprej predvsem v helij. Največ en ali dva odstotka celotne mase prvotnega oblaka je namenjeno oblikovanju planetov. Planeti se oblikujejo istočasno z zvezdo. Ko ta zasije, nastane eksplozivni sončni veter, ki odpihne ves lažji material navzven. Bližje zvezdi se zato oblikujejo čvrsti, kamnati planeti, v zunanem delu pa predvsem plinasti planeti.

Proto-zvezda sije neenakomerno z občasnimi močnimi izbruhi in organske molekule na eni strani trga narazen, na drugi jih spet združuje v nove in bolj kompleksne. Vsekakor je jasno, ko se zvezdni sistem oblikuje, so v njem že zasnove bodočega ogljikovega življenja. Kakor kažejo zadnje raziskave, se »pred-življenje« vedno začne v vsakem novem zvezdnem sistemu. Potrebuje samo dovolj čvrsto osnovo, da se »zasadi« in »razvije«. Potreben je planet z vročo notranjostjo, magnetizmom in z nekaj »čvrste« skorje. Četrty element je njegova »pravilna« oddaljenost od centralne zvezde. Kaj se bo iz tega izcimilo, pokažejo šele drugi pogoji, ki se ustvarijo kasneje, nekaj sto milijonov let po začetku oblikovanja sistema.

Tudi naša Zemlja na začetku ni bila videti kot planet, ki bi omogočal življenje. Bila je vroča, brez vode in z atmosfero iz ogljikovega dioksida. Ostanki tvorjenja sončnega sistema so neprestano padali nanjo v obliki večjih ali manjših meteoritov. Menijo, da je bil eden v velikosti Himalaje ali še večji, ki je od Zemlje odkrnil maso, ki se je preoblikovala v naš Mesec. A ti kamni izpod neba so na Zemljo zanesli vodo in organske molekule. V tej »juhi« se je »skuhalo« prvo primitivno življenje. Pretvarjalo je ogljikov dioksid v kisik in spreminjalo obličje planeta. To spreminjanje se odvija še naprej in je vsak dan vidno okrog nas.

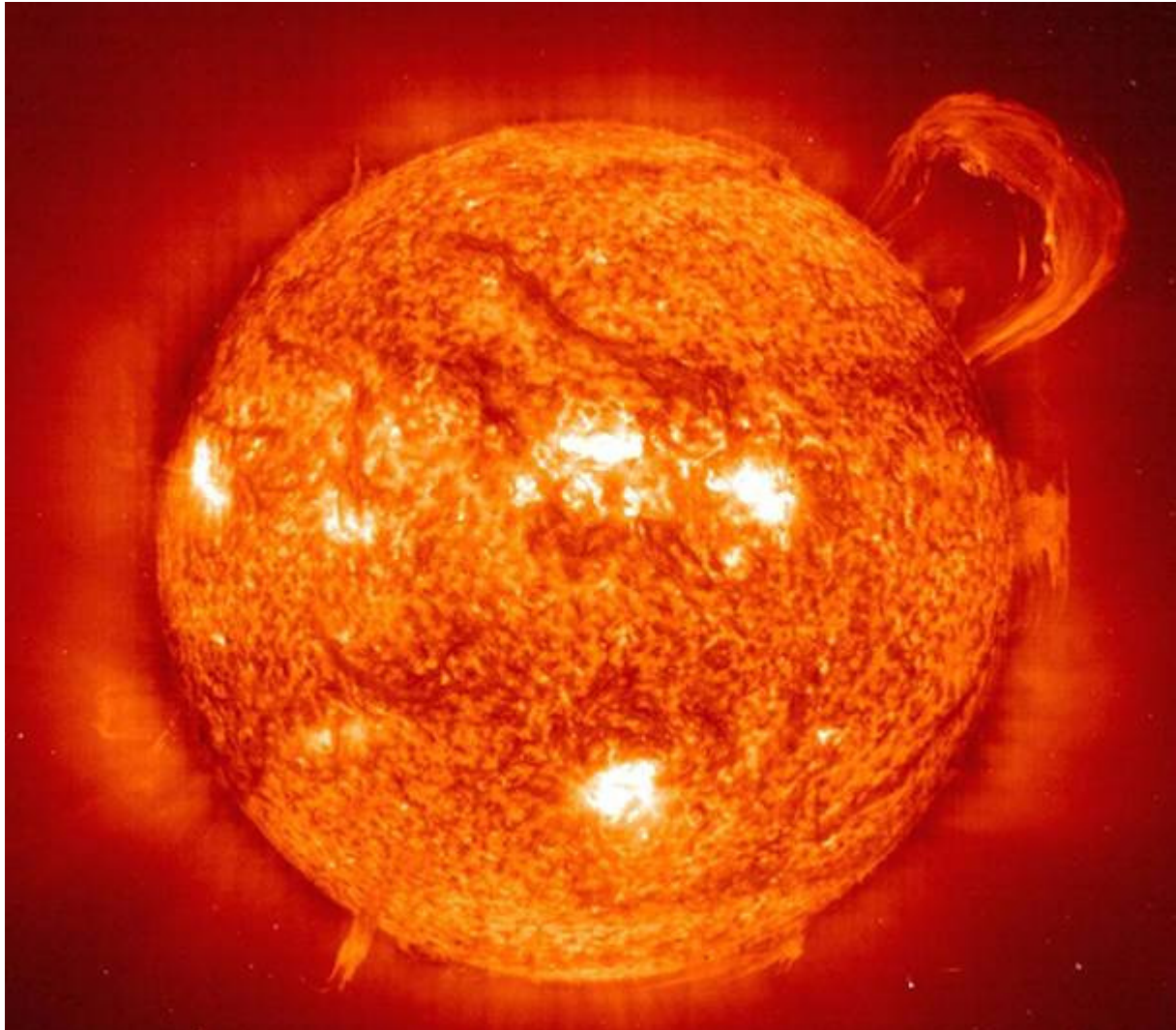
SONCE, KI JE PODOBNO NAŠEMU SONCU

Danes si predstavljamo, da obstaja življenje le na planetih, ki so podobni Zemlji. Če bomo v našem osončju na drugih planetih ali lunah odkrili kakršnokoli življenje v poljubni ali nenavadni obliki, bomo vedeli, da je možnost nastanka življenja kjerkoli v vesolju mnogo večja. Potem bo potrebno naša razmišljanja prilagoditi tem dejstvom. Tako pa nam preostane, da razmišljamo o življenju, ki je podobno zemeljskemu in so zanj potrebni določeni »pogoji«.

Če pogledamo zvezdno mapo najbližjih zvezd, ugotovimo, da nobena izmed njih ni podobna našemu Soncu, temveč so vse različne. Razlike niso velike, so pa posebne in s tem se

možnost za planet, ki bi omogočal življenje, zelo zmanjša. Sonce ima nekaj prav posebnih značilnosti:

- Sonce je samska zvezda. Veliko zvezd ima enega ali več spremljevalcev, imenujemo jih sozvezde. To je dobro za Zemljo, ker imajo planeti okrog samskih zvezd bolj stabilno orbito in stabilne druge pogoje. Okoli večkratnih zvezd planeti krožijo po zamotanih in neenakomernih krožnicah.



Slika 3 - Naše sonce slikano v vidni svetlobi. Vidne so protuberance in drugi "vremenski" učinki na površju sonca. Temperatura vidnega površja je 16 milijonov stopinj Celzija. Sonce sveti, greje in oddaja še druge žarke zaradi fuzije, zlivanja vodika v helij in druge težje elemente. Sonce predstavlja 99,86% vse mase našega osončja, torej odpade na planete le 0,14% mase.

- Sonce je med 10% najbolj masivnih zvezd v bližnji okolici in ni preveč hladno. Je svetla zvezda, ki ni preveč masivna, da bi njeno gorivo zgorelo prej, preden se je pričelo življenje na Zemlji.
- Sonce vsebuje za okrog 50% več težkih elementov kot druge zvezde njegove starosti in tipa. Ima samo tretjino njihove spremenljive svetilnosti. To je zelo dobro, saj so elementi težji od vodika nujno potrebni za oblikovanje čvrstih ali terestrialnih (zemlji

podobnih) planetov. Prav tako lahko večji sončni izbruhi škodijo življenju in ga uničijo z močno radiacijo.

Seveda je jasno, da ni nobena zvezda natančno takšna kot naše Sonce. Zato iščemo zvezde, ki so v določenih mejah, oziroma imajo manjša odstopanja. Najprej je potrebno določite meje v katerih je življenje še možno in nato znotraj teh meja iskati primerne samske zvezde v naši galaksiji. Področje, kjer je življenje možno, so znanstveniki imenovali naseljivost ali habitabilnost.

NASELJIVOST ALI HABITABILNOST (OBMOČJE ZLATOLASKE)

Namesto izraza habitabilnost se v zadnjem času pojavlja tudi pojem "območje Zlatolaske" (Goldilocks zone). To izhaja iz pravljice *Zlatolaska in trije medvedki*, ki jo je leta 1837 zapisal angleški poet Robert Southey. V pravljici se deklica Zlatolaska izgubi v gozdu in po naključju najde koč v kateri živijo trije medvedi, oče, mama in sin. Tam jih že čaka kosilo. Poskusi sesti na enega od stolov, a je eden prevelik, drugi preširok, tretji najmanjši ji je ravno prav. Deklica poskusi iz očetove in materine skodelice, a je jed v eni prevroča, v drugi prehladna. Ravno prav topla je tista iz najmanjše skodelice, zato jo poje. Ker je utrujena, zleze v eno od postelj, a je ena prevelika, druga premehka, tretja ji je ravno prav in zato v njej zaspi. Konec zgodbe verjetno poznate. Torej, v tej zgodbi so trije pogoji "ravno pravi" in zato se Zlatolaska takrat najbolje počuti. Območje Zlatolaske je torej tisto področje, kjer so zagotovljeni vsi najboljši pogoji za uspevanje življenja.

V septembru 2003 je astrobiologinja (astronom, ki so ukvarja z možnostjo življenja na drugih planetih) Maggie Turnbull iz Univerze Tucson v Arizoni pregledala 5.000 zvezd v naši soseščini do 100 svetlobnih let daleč. Izluščila je 30 zvezd (med njimi Chara, 18 Scorpii in 37 Geminorum), ki so se pokazale kot najboljši kandidati za naseljivost. Konec prejšnjega stoletja se je odvijal projekt SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) ali iskanje zunajzemeljske inteligence. Vendar projekt ni dal nobenega rezultata v obdobju 30 let. Problem je bil ta, ker je nebo ogromno in tudi anteno so usmerjali zgolj slučajno.

Zato so se znanstveniki odločili, da najprej naredijo seznam možnih lokacij v vesolju, kjer se nahajajo zvezde, ki omogočajo naseljivost. Za delo so pričeli od leta 2005 naprej uporabljati nov teleskop Allen Telescope Array v okviru projekta iskanja zemlji podobnih planetov (Terrestrial Planet Finder) bi naj bil končan leta 2005. S pomočjo teleskopa so pričeli iskati v različnih spektrih »odtise« vode ali kisika. Prav tako predvideva Evropska vesoljska agencija ESA leta 2013 izstrelitev v krožnico okoli Zemlje šest satelitov - teleskopov, ki bi jih računalniško povezali v enoten sistem in tako dobili izredno močan instrument za opazovanje vesolja. Končni cilj je, da bi pregledali okrog 18.000 zvezd, ki ležijo v krogu 450 svetlobnih let okrog našega Osončja v naši galaksiji Mlečni cesti. Naredili bodo Katalog bližnjih naseljivih zvezd. Da zvezda ustreza naseljivosti mora izpolniti določene predpostavke in ti so:

- žarčenje X-žarkov (rendgenskih žarkov),
- rotacija zvezde,
- spektralni tip zvezde,
- kinematika,

- sestava kovin in
- Strömgrenova fotometrija.

Prvi izločilni pogoj je, da zvezde niso prevelike. Morajo imeti tolikšno maso, da ne zgorijo prehitro. Velike zvezde izgorevajo zelo burno in njihova življenjska doba je krajša od življenjske dobe našega Sonca. Pri tem morajo enakomerno svetiti. To je bistveno, da ima življenje čas, da se oblikuje na trdnem planetu, ki obkroža takšno zvezdo. Veliko zvezd generira dovolj svetilnosti s spreminjanjem vodika v helij v termonuklearni fuziji (zlivanju jeder). Če so 1,5-krat masivnejše od Sonca, potem izgorevajo prehitro, da bi omogočile zemeljskemu podobno življenje, da se razvije. Te zvezde trajajo največ do dve milijardi let. Tudi, če bi imele planete, ki so primerni za razvoj življenja, bi imelo življenje na njih premalo časa za razvoj. V tem času so na Zemlji rastline komaj osvojile kopno, živali pa so živele v praoceanih. Poleg tega je dogajanje v prostoru okrog mlade zvezde še milijardo let zelo živahno. Kometi in asteroidi bičajo površine planetov in planeti so zaradi oblikovanja še vedno precej vroči. Začetek življenja na takem planetu bi bil zelo kritičen.

Če je zvezda polovico manj masivna kot naše Sonce, bodo planeti krožili bližje zvezdi. Taka zvezda je naša najbližja soseda Proxima Centauri, ki je od nas oddaljena 4,3 svetlobna leta. V tem primeru bo njen gravitacijski privlek prisilil planet, da kroži vedno z istim licem obrnjenim k zvezdi, podobno kot kroži Merkur okoli Sonca. Planet je priklenjen z gravitacijsko ključavnico in vedno kaže eno lice svoji zvezdi. Na svetli strani se kovine topijo, na temni strani je temperatura blizu absolutne ničle. Tudi če bi planet imel atmosfero ali vodo, bi oboje izparelo prej, preden bi se življenje sploh začelo. Takšen planet je izpostavljen močnim in smrtonosnim izbruhom zvezdne mase, oziroma sončevemu vetru.

Primerne zvezde za življenje tiste, ki so velike od 0,5 do 1,5 premera našega Sonca. To so zvezde tipov F, G in K v H-R diagramu (Hertzsprung-Russell diagram).

GALAKTIČNA NASELJIVA CONA

Videli smo, da je pomembno, da je osončje sestavljeno iz samske zvezde in iz nekaj planetov, ki krožijo okrog nje. Pomembno je tudi to, kje se to osončje nahaja, oziroma v kakšnem razmerju je z drugimi sistemi. Naše Sonce je, kot smo ugotovili, samska zvezda in kroži okrog centra galaksije po manj ekscentrični eliptični poti kot druge podobne in enako stare zvezde v Mlečni cesti. Orbita Sonca okrog galaktičnega središča je v ravni osnovnega diska galaksije in rahlo nagnjena. Ker je orbita bolj »krožna«, je bolj stabilna in preprečuje, da bi Sonce zašlo proti jedru galaksije. Tam bi mu grozile supernove. V središču se nahaja večja število velikih zvezd, ki hitro izgorejo in eksplodirajo v ogromni eksploziji. Ta za sabo pušča vse vrste radiacij, ki jih naš naravni planetni magnetizem ne more v celoti odkloniti.

Majhen nagib orbite glede na galaktično ravan celo preprečuje ledenim asteroidom Oortovega oblaka, ki so bili oblikovani ob nastanku Osončja, premik s stabilnih krožnic in bombardiranje planetov. Takšno bombardiranje lahko popolnoma spremeni ali izbriše življenje s planeta, kot se je to zgodilo na Zemlji pred 65 milijoni let in povzročilo izumrtje dinosavrov.

Sončeva krožnica je tudi zelo blizu »ko-rotacijskega« radija galaksije. To pomeni, da je kotna hitrost Orionovega kraka naše galaksije skoraj enaka kotni hitrosti zvezd v njemu. Rezultat tega je, da Sonce redko prečka raven spirale galaksije. Pri prečkanju spirale se poveča možnost "stika" s kakšno supernovo, ki so v kraku gostejše. Ti nenavadno ugodni pogoji so povzročili razvoj življenja na Zemlji in pripeljali do pojava človeka na njej. Po oceni dr. Guillerma Gonzaleza iz Iowa State Univerity je manj kakor 5% vseh zvezd v galaksiji, ki imajo za življenje tako ugodno orbito. Drugi astronomi pripominjajo, da imajo tako ugodne orbite bolj ali manj vse Soncu bližnje zvezde.

Sonce se torej nahaja v »palačinkastem« delu galaksije, ki ga imenujemo disk. Zvezde so skoncentrirane v disku debeline 2.000 svetlobnih let. Ta je razdeljen na »tanki disk«, ki vsebuje več relativno mladih zvezd, in je debel do 1.500 svetlobnih let. Mlade in srednje stare zvezde so stare do pet milijard let in imajo višjo stopnjo kovinskosti (več vodika pretvorjenega v helij in vsebujejo več težjih kovin) kot zvezde v drugih galaktičnih regijah izven galaktičnega jedra, predvsem v zunanjem robu diska. Na tem robu, ki se počasi širi, se zvezde tiho in komaj opazno izgublajo v temo vesolja. Zvezde v tem disku nastajajo na pepelu starejših ugaslih zvezd ali supernov. Medzvezdni prostor je poln plinov in prašnih delcev, ki vsebujejo poleg vodika in helija tudi veliko težjih in celo zelo težkih kovin. Zato tukaj lažje nastane osončje, ki ima čvrste, trdne in goste notranje planete, ki so veliki kot Zemlja. Mogoče so še celo večji. Še več, orbite skoraj vseh zvezd v tem pasu so bolj krožne in rahlo nagnjene od galaktične ekliptike.

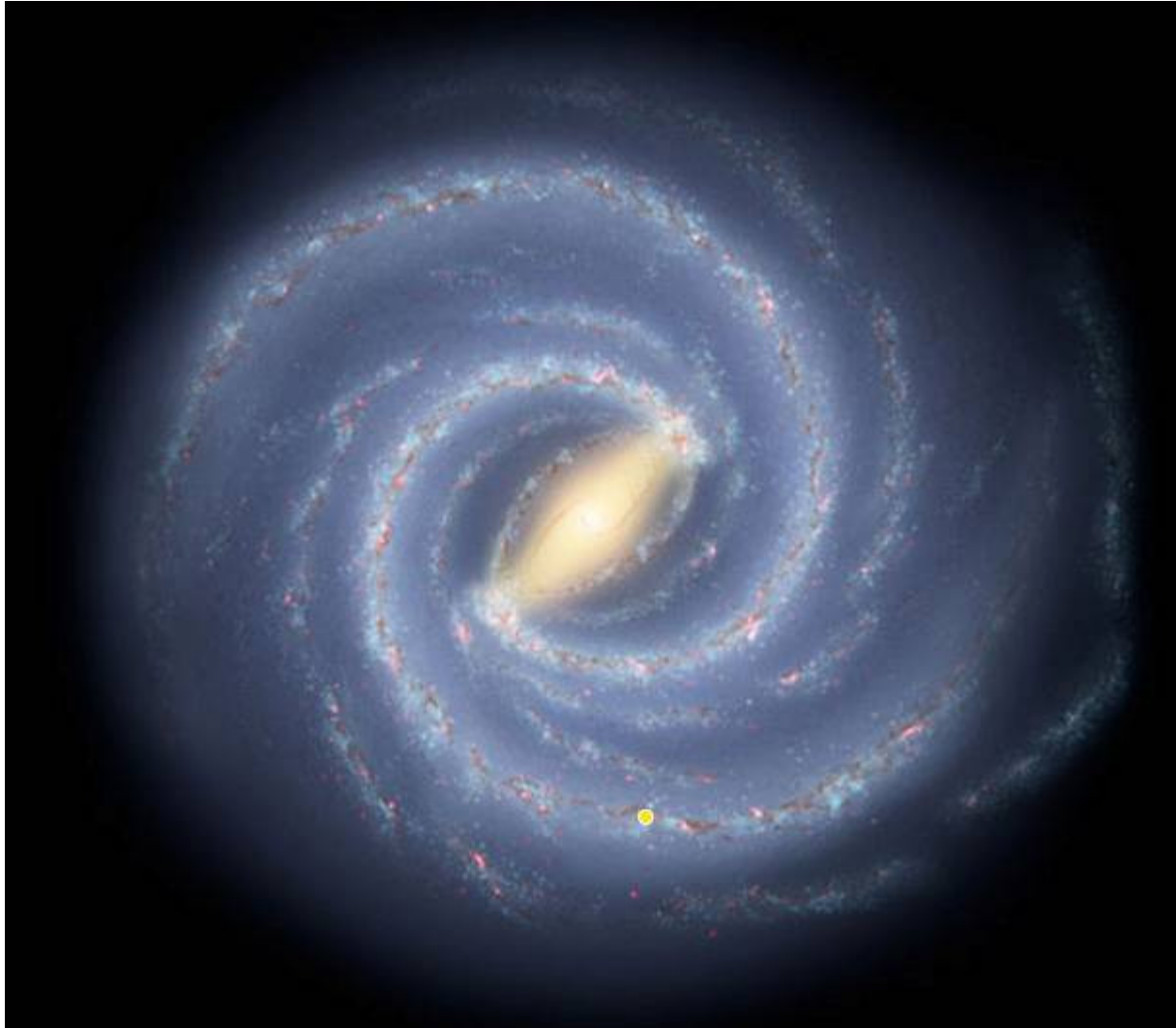
Tako kaže, da je 10% vseh zvezd v Mlečni cesti takšnih, ki imajo planete na katerih se lahko razvije življenje v dobi štirih do osmih milijard let. V naši galaksiji je skoraj 400 milijard zvezd. Preprosti izračun nam pove, da je računsko na voljo okrog 40 milijard zvezd, ki so imajo planete na katerih se lahko razvije življenje. Vendar je potrebno upoštevati še druga negativna dejstva.

V preteklih tisočletjih je Sonce potovalo mimo Lokalnega medzvezdnega oblaka (LIC), ki beži stran od skupine mladih zvezd imenovanih združba Scorpius-Centaurus (Škorpion-Kentaver). V tej združbi prevladujejo zelo vroče in svetle, kratko živeče zvezde spektralnega tipa O in B, ki bodo že v nekaj naslednjih tisočletjih postale supernove. Tako je nevarnost zaradi eksplozij supernov za življenje na Zemlji v tem trenutku majhna.

STABILNE ORBITE IN DVOJNI ZVEZDNI SISTEMI

Od zvezd, ki se nahajajo v galaksijnem naselitvenem obroču, je 65% dvojnih zvezd ali skupinskih zvezd (tri ali več zvezd kroži druga okoli druge). V dvojnem sistemu planet ne sme biti predaleč od ene izmed zvezd in ne preveč blizu centru kroženja zvezdnega dvojčka. Če ne izpolni tega pogoja, je njegova orbita nestabilna. Če planet kroži okrog ene zvezde, se k drugi ne sme približati za več kot 50% razdalje do zvezde okoli katere kroži. V tem primeru bi planet preskočil k drugi zvezdi in pričel krožiti okrog druge zvezde in potem skočil zopet nazaj k prvi.

Znanstvenike skrbijo še drugi fizikalni pogoji in sestava orbitalne ravnine dvojnih sistemov in zato dvomijo, da je veliko sistemov, ki omogočajo stabilne pogoje za kroženje planeta skozi nekaj milijard let, ki so potrebne za razvoj zemeljskemu podobnega življenja.



Slika 4 - Verjetna oblika naše galaksije. Ker kroži sonce na robu galaksije v njeni ravni (približno v področju rumenega kroga na spodnjem delu slike) v kraku Orion, ne moremo popolnoma natančno določiti obliko naše galaksije. Tako je to samo slika ustvarjena na podlagi astronomskih opazovanj. Naša galaksija ima premer 100.000 svetlobnih let in njeno jedro je v sredini debelo 20.000 svetlobnih let, kraki pa okrog 2.000 svetlobnih let.

V večzvezdnih sistemih so mejne vrednosti razdalj med planetom in zvezdami zelo ozke in je zelo majhna verjetnost, da jih obkroža planet s tekočo vodo na površini. Torej je potrebno dvojne in večzvezdne sisteme izločiti iz področja naseljivosti.

Dejansko imamo zdaj na voljo samo 35% zvezd od 40 milijard. Toda ta "samo" pomeni še vedno 14 milijard zvezd, ki so naseljive.

NASELJIVE CONE OKROG ZVEZD

V splošnem velja, da mora biti naseljiv planet čvrst. Lahko je to tudi večja čvrsta luna, ki kroži okrog plinastega planeta. Pomembna je sestava kamnin, ki morajo vsebovati ogljikove in silicijeve spojine. Krožiti mora v krožnici znotraj naseljive cone okrog primerne zvezde. Meje te cone so določene na podlagi agregatnega stanja vode. Planet, ki kroži bližje zvezdi bo izgubil tekočo vodo, ker se bo ta v celoti uparila in izhlapela iz planetove atmosfere. Če je

planet predaleč od zvezde, je voda vsa zamrznjena, oziroma se niti ne nabere na planetovi površini ob njegovem ustvarjanju. Takšna cona v našem Osončju je od 0,95 AE do 1,37 AE (astronomske enote). Ena astronomska enota je povprečna razdalja Zemlje od Sonca in znaša 150 milijonov kilometrov.

Na notranjem robu je sončna radiacija tako močna, da vodo razbije na kisik in vodik. Čvrsti planeti imajo premajhno gravitacijsko privlačnost, da bi osvobojeni vodik zadržali, tako kot to počne naš plinasti gigant Jupiter. Voda naj bi bila na Veneri, čeprav ta leži le 0,7 AE od Sonca. To bi naj bilo zaradi zelo močnega efekta tople grede, ki vodno paro zadrži znotraj planetove atmosfere. Na zunanjem robu naseljive zone se prične ogljikov dioksid kondenzirati v suhi led in s tem preneha njegov vpliv na efekt tople grede. Zvezde v glavnem postanejo svetlejše, ko postajajo starejše. V zadnjih 4,6 milijardah let, od kar Sonce obstaja, je postalo svetlejše in porinilo središnico naseljive cone od 0,95 AE na 1,15 AE. To se dogaja zaradi termo nuklearne fuzije na Soncu in tvori se vedno več helija, zvezdnega »pepela«. Začetek življenja na Zemlji bi naj bil pred 3,6 milijarde let, torej kakšno milijardo let po oblikovanju planeta.

Danes je Sonce svetlejše za 30% od takrat, ko se je oblikovala Zemlja. Ko bo Sonce porabilo ves vodik in ga spremenilo v helij, bo preteklo še 5 milijard let. Takrat se bo spremenilo v rdečega giganta, ki po požrl zemljo. Na vsakih 1,1 milijarde let postane Sonce svetlejše za 10%. Zato bo Zemlja postala negostoljubna celo za življenje v obliki bakterij v naslednjih 500 do 900 milijonov let. Res pa je, da ima življenje sposobnosti prilagajanja in je možno, da bo to obdobje daljše.

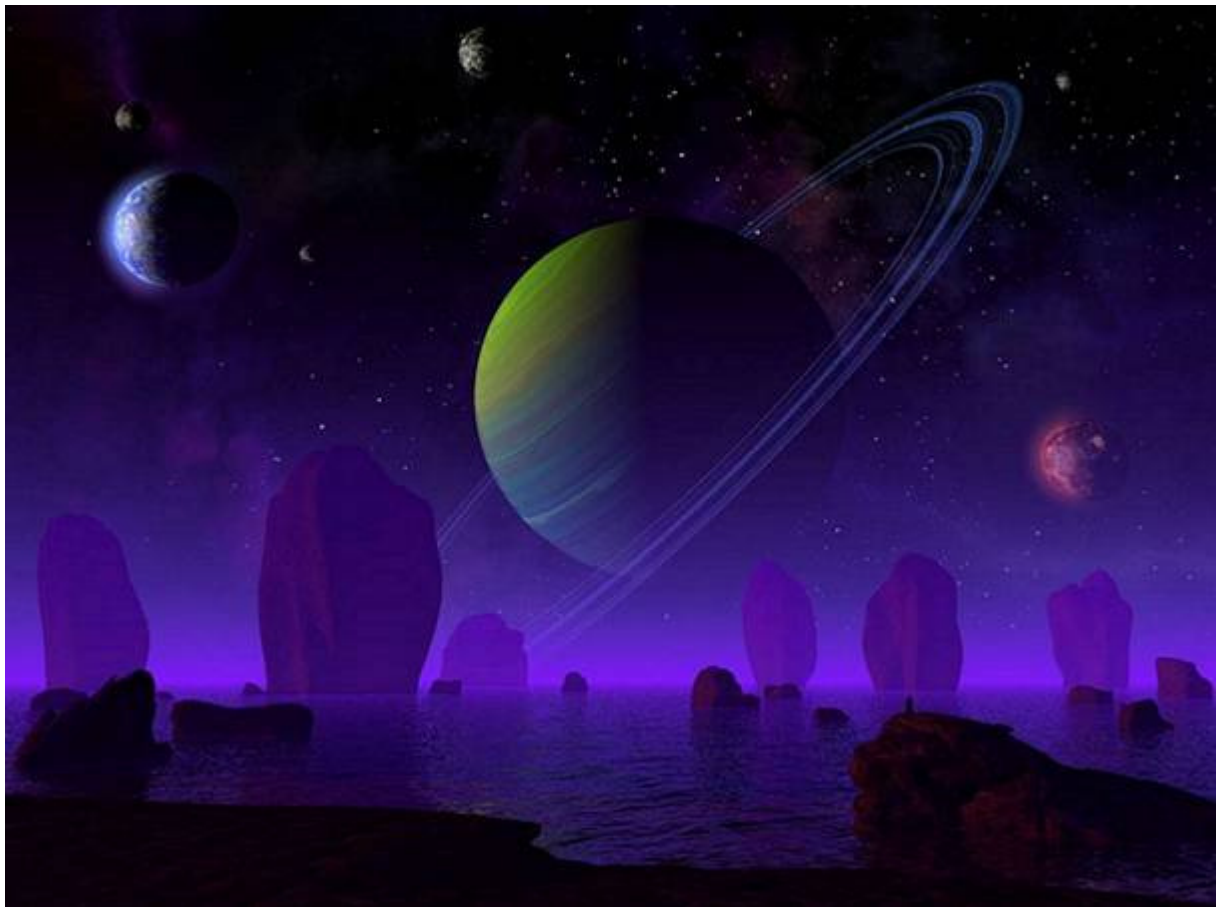
OBLIKOVANJE NASELJIVIH PLANETOV

Sedanje teorije o nastanku planetov govorijo o majhnih kamnitih grudah ali planetezimalih, ki nastanejo z lepljenjem prahu in plinov v disku porajajoče se zvezde. Take diske so astronomi že opazovali okrog na novo nastajajočih zvezd. Znotraj prašnega diska ali globule planetezimali trkajo drug v drugega in se zlepljajo v večja telesa ali protoplanete. V hladnejšem zunanjem delu diska so vse tekočine zamrznjene, prav tako tudi nekateri plini (metan) in so v obliki ledenih delcev, ki se hitro zlepijo s prašnimi delci. Hladni planetezimali se lažje združujejo v večje planete kot vroči. Če je dovolj plinov v disku, se ta prične nabirati okrog čvrstih jeder in oblikujejo se plinasti giganti kot so Jupiter, Saturn, Uran in Neptun. Prav tako mlado sonce s sončevim vetrom poriva pline proti zunanjemu delu Osončja. Zato se bližje soncu tvorijo čvrsti in skalnati planeti. Seveda je dinamika tvorjenja planetov iz zvezdnega prahu zelo zapleten postopek, ki lahko pripelje do planetov različnih velikosti in oblik. Že naš sončni sistem kaže na to, saj niti eden od planetov ni podoben drugemu.

Oblika planeta je odvisna od različnih pogojev v okolici nastanka Osončja. Na oblikovanje vplivajo razpršena magnetna polja bližnjih zvezd, sestava medzvezdnega prahu, turbulence, viskoznost prahu in plinov v disku, lepljivost drobcov, napetosti med planetezimali in njihova gostota, itd. Tako doslej še ni bila narejen noben teoretični ali računalniški model, ki zmoget napovedati pogostost nastanka planetov, njihove velikosti in oblike.

Julija 2003 so astronomi podali prve dokaze o gigantskih planetih izven našega Osončja in v notranjih orbitah teh osončij. Kaže, da se planeti lažje tvorijo okrog zvezd, ki imajo več težkih elementov, oz. so bolj metalitične. Nekateri preračuni in simulacije kažejo, da bi se pri vseh

zvezdah približne mase, kot jo ima Sonce, oblikovalo štiri do pet čvrstih notranjih planetov v razponu od 0,4 AE (Merkur) do 1,5 AE (Mars). Zemlji podoben planet bi lahko nastal, če bi bila njegova masa med 0,5 do 2,0 zemeljske mase in bi imel premer od 0,8 do 1,3 zemeljskega premera. Če bi bil planet večji, recimo od 2,0 do 10,0 zemeljskih mas, bi imel zelo veliko gravitacijsko privlačnost in bi ob nastanku zbral več vodika in helija. Njegova atmosfera bi bila bolj podobna atmosferam plinastih gigantov in nastanek življenja ne bi bil mogoč. Če bi imel planet manj kakor 0,5 zemeljske mase, bi bil podoben Merkurju ali Marsu. Ne bi ga rešilo niti, če bi bila njegova krožnica sredi naseljive zone zvezde. Njegova gravitacija je enostavna prešibka, da bi zadržala atmosfero. Poleg tega ne bi imel notranjega vročega in stopljenega jedra, ki bi povzročal tektoniko plošč in iz skorje osvobajal ogljikov dioksid ter s tem obnavljal izgubljeno atmosfero. Pomembno je tudi raztaljeno jedro z magnetnimi lastnostmi.



Slika 5 - Umetniška vizija tuje lune, ki kroži okrog plinastega velikana v nekem drugem sončnem sistemu. Doslej smo odkrili več kakor 430 planetov (podatek marec 2010), ki krožijo okrog drugih sonc v naši neposredni okolici (ekstrasolarni planeti).

Pomembna je še spremenljivost zvezdnega žarčenja in s tem povezane razdalje od zvezde v kateri planet kroži. Planet Venera ima 81% zemeljske mase, a žal leži izven naseljive cone, kot je določena s trenutno svetilnostjo Sonca. Štiri in pol milijarde let po rojstvu, je Venera še vedno pretopla, da bi bila na njej voda v tekoči obliki. Gosta atmosfera iz ogljikovega dioksida tvori močan učinek tople grede. Ta še povečuje temperaturo na površju planeta. Voda je vsa v atmosferi v obliki vodne pare. Atmosfera vsebuje še žveplasto kislino in sprejema še dodatno žarčenje s Sonca, saj skoraj nima magnetnega polja. Mogoče so bili na

začetku pogoji na Veneri bolj podobni začetnim pogojem na Zemlji, vendar se je planet preoblikoval tako, da se življenje ni razvilo.

EKSCENTRIČNOST ORBITE

Znanstveniki so najprej preverjali cone naseljivosti za skoraj okrogle orbite, torej ko je ekscentričnost orbite blizu ničle ($e \sim 0$). V Osončju je ta cona nekje blizu Venerine orbite in sega nekje do Marsa. Še vedno ni natančno določena, saj obstaja možnost, da so bili tudi na Marsu na začetku pogoji za nastanek življenja in prav sedaj iščemo odgovore na to vprašanje. Zemlja kroži 1 AE (astronomsko enoto) daleč od Sonca po skoraj krožni poti ($e \sim 0,0167$).

Nekateri planeti drugih osončij se nahajajo na zelo ekscentričnih krožnicah ($e > 0,3$). Zato se postavlja vprašanje, kje je meja ekscentričnosti krožnice, da je planet še naseljiv. Rahlo ekscentrična krožnica Zemlje je vedno znotraj naseljive zone in spremembe klime so relativno majhne in počasne. Nekatere računalniške simulacije kažejo, da bi planet lahko bil naseljiv tudi, če bi imel zelo ekscentrično krožnico ($0,3 > e > 0,7$). Če bi potovala Zemlja po krožnici z $e \sim 0,3$, bi bila njena krožnica med 0,7 in 1,3 AE. Velika količina vode v zemeljskih oceanih ima veliko sposobnost sprejemanja in oddajanja toplote. Pri tako ekscentrični orbiti bi bila njena najbližja točka pri Soncu bližja od Venere. Voda bi se zelo zagrela in ko bi Zemlja prišla v najbolj oddaljeno točko izza Marsa, bi se oceani ohladili. Temperatura bi bila še vedno višja kot je sedaj v zimskih mesecih v krožni orbiti. Sedanja povprečna temperatura Zemlje je 14,4 stopinj C. Pri tako ekscentrični orbiti bi narasla na 22,8 stopinj C, a to je še vedno sprejemljiva temperatura za življenje na osnovi ogljika in s presnovo na osnovi kisika.

Pri zelo ekscentrični krožnici $e \sim 0,7$ bi bila orbitalna razdalja od 0,3 AE (Merkur) do 1,7 AE (izza Marsa). Zemlja bi bila še vedno naseljiva, če bi bila svetilnost Sonca manjša za 29%. Tako bi dobila prav toliko svetlobe, kot jo dobiva sedaj. Seveda bi bile poletne temperature v srednjih zemljepisnih širinah, na katerih se mi nahajamo, okrog 60 stopinj C in Sonce bi bilo videti dvakrat večje kot sedaj. Ledene kape bi se stopile in voda bi poplavela velike dele priobalnih pasov. Ob ekvatorju bi bilo tako vroče, da bi voda vrela. Čez pol leta, izza orbite Marsa, bi bilo Sonce videti pol manjše kot sedaj. A oceani bi zadržali temperaturo nad lediščem.

Pri ekscentričnosti nad $e \sim 0,7$ bi bilo življenje še vedno možno. Vendar bi morale biti nekatere planetarne lastnosti spremenjene. Oceani bi morali imeti večjo površino. Potrebna bi bila debelejša atmosfera, kot je na primer atmosfera Venere, ki bi gladila temperaturne ekstreme. Po drugi strani pa so zelo ekscentrične krožnice planetov bolj nestabilne od okroglih. Pri tako ozkih orbitah bi prej prišlo do trkov planetov ali pa bi se planeti izrinili iz Osončja.

JE KDO TAM ZUNAJ?

Na osnovi prej zapisanega lahko začnemo razmišljati o deležih in odstotkih planetov, ki imajo možnosti, da je na njih življenje, o takih, da je na njih zrasla inteligentna vrsta in končno tudi o tistih, kjer ta vrsta že potuje po vesolju.

Kot predpostavke smo vzeli življenje na osnovi ogljika s presnovo kisika, na planetih s tekočo vodo in ob samskih zvezdah približne velikosti našega Sonca. Znanstvena analiza nas pripelje do števila planetov, ki vrvijo od življenja, prav tako kot naša Zemlja. A naprej so samo ugibanja. O planetih, kjer se je življenje razvilo in prispelo do civilizacije, ki je začela z medplanetnim potovanjem, lahko spekuliramo. Vse to je že v domeni znanstvene fantastike in fantazije.

Poglejmo, kaj je mogoče potegniti iz gornjih predpostavk in razmišljanj.

Število zvezd/planetov/civilizacij	OPIS
400.000.000.000,00	vseh zvezd v Mlečni cesti
40.000.000.000,00	10% naseljivih v pasu naseljivosti
14.000.000.000,00	od tega 35% samskih zvezd
1.400.000.000,00	od tega 10% podobno našemu Soncu
140.000.000,00	od tega 10% oblikovanih čvrstih planetov
14.000.000,00	od tega 10% planetov znotraj cone naseljivosti
700.000,00	od tega 5% pričelo življenje
35.000,00	od tega 5% življenje naselilo kopno
1.050,00	od tega 3% razvilo inteligentno obliko življenja
>30,00	od tega 1% civilizacij, ki potuje med planeti

Kratek izračun z ne preveč optimističnimi postavkami za razvoj življenja kaže, da je samo v naši galaksiji Mlečni cesti možnih nekaj več kot 30 civilizacij, ki je zmožna potovanja med planeti. To je povsoljska civilizacije prve stopnje. Da bi se srečali, je potrebno razviti povsoljsko civilizacijo tretje stopnje.

Civilizacija prve stopnje je naša, saj smo potovali na najbližje nebesno telo, na Luno in poslali sonde do drugih planetov. Manjka nam samo še korak, da pošljemo ljudi na planet v našem osončju, na Mars. Drugostopenjska civilizacija se je razvila do te mere, da lahko pošlje sonde in druga vesoljska plovila do drugih osončij. Sama ima več kolonij v lastnem sončnem sistemu. Civilizacija tretje stopnje potuje na večje razdalje in ima kolonije na več planetih v različnih osončjih.

Večino mase vesolja predstavljajo spiralne galaksije, ki so po sestavi in obliki podobne naši galaksiji. V naši lokalni skupini galaksij je nekaj 100 galaksij, od tega okrog 30% spiralnih. Supegruča Virgo, ki je le drobcena skupina v primerjavi z nešteto drugih v našem vesolju, obsega nekaj 10.000 članic. Življenje v vesolju je redko, vendar obstaja določen odstotek za življenje primernih galaksij, zvezd in planetov. Pri tem imamo v mislih zemeljskemu podobno življenje na osnovi ogljika in kisika kot osnovo presnove. Kemija dovoljuje tudi druge možnosti za življenje, recimo na osnovi silicija in metana kot osnove presnove. A so še druge, vendar mnogo manj verjetne možnosti.

Koliko časa je potrebno, da neko življenje iz pramorja preide na kopno, ne vemo. Ne vemo, kolika je verjetnost, da se na koncu cikla razvoja pojavi inteligentna vrsta. Ne vemo kolikšne so možnosti, da ta vrsta odkrije in preživi verjetnost atomskega samouničenja ter zbere dovolj tehnološkega znanja za potovanje med planeti. Še mnogo težje je potovanje med zvezdami, saj so razdalje med naseljivimi osončji izredno velike.

Če vzamemo, da je premer naše galaksije 100.000 svetlobnih let in je na 20 planetih (od prej izračunanih 30) vzniknila inteligentna vrsta, ki zmore potovati na večje vesoljske razdalje, je povprečna razdalja med njimi okrog 2.500 svetlobnih let. Upoštevati moramo povprečno razdaljo galaktične cone naseljivosti, ki je na 50% premera galaksije. Torej moramo deliti 50.000 svetlobnih let z 20 in dobimo ocenjeno vrednost. Predvidevamo, da so vse primerne zvezde podobne našemu soncu in da imajo podobno orbito okrog središča naše galaksije.

Starost našega Osončja je 4,5 do 5 milijard let, življenje na Zemlji bi se naj začelo pred 3,6 do 4 milijardami let. Domnevamo lahko, da se je razvoj življenja odvijal podobno in bi bile vse te vrste "enako" stare. Seveda je možno civilizacijski razvoj pospešiti ali zavreti in je možno, da je razlika med starostmi teh civilizacij tudi po nekaj 10.000 let. V tem času lahko inteligentna vrsta odkrije veliko različnih možnosti in idej, kako premagati velika vesoljska prostranstva. A to je s stališča obstoja celotnega vesolja praktično "istočasno".



Slika 6 - Umetnikova vizija tuje inteligentne rase na nekem izmišljenem planetu.

Na osnovi zgoraj naštetih predpostavk poizkusimo podati približen izračun možnosti, da v naši galaksiji Mlečni cesti obstaja inteligentna vrsta, ki potuje med planeti.

Iz zgornje tabele lahko povzamemo, da je v vsaki galaksiji le malo civilizacij, ki so osvojile medplanetno potovanje. Takšni civilizaciji rečemo "povesoljska civilizacija" (podobno kot "pomorska država"). Potovanje na večje razdalje v sosednja osončja predstavlja velik problem. Ker je možno, da se povesoljske civilizacije razvijejo v različnih eonih (desettisočletjih ali celo milijonletjih), je še manjša verjetnost, da se kadarkoli srečajo. Iz teh predpostavk izhaja le to, da je življenje relativno pogosto, da je pa razvoj povesoljskih civilizacij redek pojav in zgodi se lahko v različnih časovnih obdobjih in se tako ne srečajo.

DRAKOVA ENAČBA

Pri potovanju skozi vesolje igra pomembno mesto tudi osnovna fizika, oziroma struktura vesolja. O tem več kasneje, prej si oglejmo "drakovo enačbo".

Nekateri jo imenujejo še "formula iz Green Banka", a tudi "Saganova enačba". Nastala je v enem od razmišljanj med znanstveniki, ki sodelujejo v projektu SETI, iskanje nezemeljskih civilizacij s pomočjo velikih radijskih teleskopov. Prvi jo je predstavil dr. Frank Drake, profesor astronomije in astrofizike na Kalifornijski univerzi iz Santa Cruza. To je bil prvi resen poizkus določitve nezemeljskih civilizacij v naši galaksiji in način izračuna časovnega okvirja, ki je potreben za stik takšne civilizacije z našo. Pri tem ni razmišljal o fizičnem srečanju, temveč o možnosti, da bi si poslali "radijsko" sporočilo na velike razdalje.

Osnovna zamisel je ta, da opredelimo velikostni razred neznank, ki nastopajo v njej, in ocenimo število povesoljskih civilizacij v galaksiji, oziroma koliko je takšnih civilizacij s katerimi je mogoča povezava na enem izmed valovnih področij (mišljeno je predvsem radijsko področje). Sama ideja je bila prvič predstavljena leta 1960 na sestanku v mestu Green Bank v Zahodni Virdžiniji v ZDA. Na njem so astronomi, fiziki, biologi in drugi razpravljali o možnostih inteligentnega življenja na drugih planetih. Najprej je bila zamišljena le kot pomožno orodje pri razpravah, a je kmalu prerasla v znanstveno senzacijo. Bolj, ko se razplamtevale razprave, bolj je bilo jasno, da je formula v osnovi logična. Vendar so jo kasneje dopolnjevali.

Drake je na podlagi začetne formule dokazoval, da je tehničnih in povesoljskih civilizacij zelo veliko. V prvem obdobju ga je potolklo zelo enostavno in logično vprašanje Fermija (znano kot Fermijev paradoks): "Le kje so vsi ti Nezemljani? Če jih je toliko, kako, da še nobenega nisem srečal?" V prvem trenutku se je Drake domislil enostavnega odgovora, da so tehnične civilizacije nagnjene k temu, da se hitro uničijo zaradi napačne uporabe tehnologije, ki so jo razvile, in dodal nov parameter L k enačbi.

Enačba je bila takšna:

$$N = R^* \times f_p \times n_e \times f_\ell \times f_i \times f_c \times L$$

N = število civilizacij s katerimi je mogoče vzpostaviti radijsko povezavo

R^* = letni prirast novih zvezd v naši galaksiji

f_p = delež zvezd, ki imajo planete

n_e = delež planetov, kjer je možno življenje

f_1 = delež planetov, kjer se je življenje razvilo

f_i = delež planetov, kjer se je to življenje razvilo do inteligentne vrste

f_c = delež planetov, kjer je inteligentna vrsta razvila tehnologijo, ki omogoča poljuben način komunikacije na galaktične razdalje

L = življenjska doba tovrstne civilizacije

Člen R^* je zelo zanimiv. Nekdo bo vprašal, kakšna je povezava med številom civilizacij in med vsakoletnim prirastom novih zvezd v galaksiji. Vsi členi v formuli, razen L , nam povedo, koliko novih civilizacij nastane vsako leto v galaksiji. Če predpostavimo, da se letno povprečno oblikuje 0,01 civilizacij in je njihov vek trajanja samo 500 let, nam enačba s členom R pove, da je v vsakem časovnem obdobju naše galaksije istočasno vsaj po 5 razvitih civilizacij. Pri izvedbi enačbe moramo vzeti v poštev celoten časovni interval obstoja naše galaksije.

Drake je leta 1961 predpostavil naslednje vrednosti:

R^* = letni prirast novih zvezd v naši galaksiji = 10/leto

f_p = je delež zvezd, ki imajo planete = 0,5 (50%)

n_e = je delež planetov, kjer je možno življenje = 2 (po dva na zvezdo)

f_1 = je delež planetov, kjer se je življenje razvilo = 1 (100%)

f_i = je delež planetov, kjer se je to življenje razvilo do inteligentne vrste = 0,01 (1%)

f_c = inteligentna vrsta s komunikacijsko tehnologijo = 0,01 (1%)

L = življenjska doba tovrstne civilizacije = 10.000 let

Dobil je rezultat:

$$N = 10 \times 0,5 \times 2 \times 1 \times 0,01 \times 0,01 \times 10.000 = 10$$

Malo, ne? Z našim logičnim preračunavanjem prej smo dobili 3-krat boljši rezultat. A kritiki so menili, da je tudi število 10 preveliko.

R^* je v astronomsko dobljen podatek, vsi ostali so praktično le predvidevanja. Zelo nezanesljiv je f_p , saj šele sedaj odkrivamo planete okrog drugih zvezd v večjem številu. A velikost elementa n_e je mnogo manjši, saj odkrivamo le plinaste velikane in je torej številka bližja vrednosti, ki je v našem Osončju, to je 1 planet z možnostjo življenja. Tukaj vidimo, zakaj znanstveniki tako zavzeto iščejo življenje na Veneri ali na Marsu ali celo na lunah plinastih velikanov. Če je na njih življenje, se možnost za obstoj življenja v galaksiji enormno poveča.

Upoštevati je potrebno še dejstvo, da v je v naši okolici največ rdečih pritlikavk, torej zvezd, ki so manjše od našega Sonca in sijejo bolj v rdečem delu spektra. So sicer bolj dolgo živeče kot naše Sonce, vendar mnogokrat trpijo za nenadnimi izbruhi X-žarkov, ki delujejo razdiralno na atmosfere planetov.

Na primeru Zemlje vidimo, da je faktor f_1 zelo visok. Zelo zanesljivo je, če je življenje na kakem planetu možno, se na njem slej ko prej pojavi. Prav tako nismo odkrili nobenega dokaza, da se je življenje začelo večkrat in potem zamrlo. Ko se je enkrat pojavilo, se je v različnih oblikah razvijalo kar naprej in naprej. Določene katastrofe so sicer povzročile izumrtje veliko živalskih vrst, a nekatere so se obdržale in se razvijale naprej.

Člen f_i je spet odvisen od tega, če odkrijemo neodvisen razvoj življenja na Marsu ali kje drugje v našem osončju. Če ga, se vrednost tega faktorja zelo poveča. Člena f_i in f_c sta tudi v nekakšni soodvisnosti, saj je na Zemlji zrasla človeška civilizacija šele kakšne 3,6 do 4 milijarde let po nastanku planeta. Možno bi bilo, da ne bi dinosavre zbrisal s površja asteroid in bi ena njihova vrsta razvila inteligenco in ustvarila dino-civilizacijo. Morda bi kasneje prišlo do njenega uničenja in novega razvoja človeške civilizacije. Zato so kasneje faktor f_c dopolnili z možnostjo večkratnega zaporednega razvoja napredne civilizacije. Omeniti je potrebno še to, da je človeška civilizacija stara okrog 70.000 let (doba modernega človeka), tehnična civilizacija, ki je sposobna komunikacije izven planeta, pa je stara le 100 let.

Carl Sagan, astronom in pisatelj ZF, je menil, da so vsi faktorji preveliki, razen L, kjer je menil, da tehnična civilizacija lahko obstane dalj časa, če se le izogne samouničenju. To so potem kot motivacijo uporabljali protinuklearna in protivojna gibanja.

Drugi znanstveniki so menili, da je enačba praktično neuporabna, ker je v njej preveč ugibanja in lahko rezultat raztegnemo od 0,05 (smo praktično sami v galaksiji), do 5.000 (civilizacij je izredno veliko).



Slika 7 - Umetniška vizija pristanka ljudi na Marsu po letu 2050 narejena na podlagi načrtov NASA.

KAJ PRAVI SODOBNA ASTRONOMIJA?

Odmislimo kritike in poskusimo faktorje določiti na osnovi sodobnih astronomskih spoznanj:

R^* = letni prirast novih zvezd v naši galaksiji = 7/leto

f_p = je delež zvezd, ki imajo planete = 0,2-0,6 (20%-60%), najbolj verjetno 0,5 (50%)

n_e = je delež planetov, kjer je možno življenje = 2 (dva na zvezdo)

f_l = je delež planetov, kjer se je življenje razvilo = 0,33 (33%)

f_i = je delež planetov, kjer se je to življenje razvilo do inteligentne vrste = 0,01 (1%)

f_c = inteligentna vrsta s komunikacijsko tehnologijo = 0,01 (1%)

L = življenjska doba tovrstne civilizacije = 10.000

Za f_l kritiki pravijo, da je bilo na Zemlji veliko vrst, a le ena je postala inteligentna. Torej je za njih ta faktor manjši od 0,001. Drugi trdijo, da je prav to argument, da vedno vsaj ena vrsta postane inteligentna, če le ima biološki razvoj dovolj časa na razpolago. Torej je zanje faktor blizu 1. Faktor f_c je odvisen tudi od tega, če civilizacije sploh želijo komunicirati. A o tem nimamo prav nikakršnih podatkov. Faktor L so kritiki računali na čas povprečnega trajanja človeških civilizacij v zgodovini, kar znaša 420 let. Vendar se je tehnično znanje prenašalo med njimi in so vse te civilizacije v Drakovem smislu "ista" civilizacija. Če bi civilizacija premagala notranje napetosti in prešla samouničenje, bi obstajala praktično "neomejeno" dolgo in bi bila že sedaj galaksija polna naprednih civilizacij. Ker teh nismo odkrili, velja kot najboljša ocena še vedno 10.000 let.

Na osnovi trenutnih raziskav narejena formula bi dala rezultat:

$$N = 7 \times 0,5 \times 2 \times 0,33 \times 0,01 \times 0,01 \times 10.000 = 2,31$$

Vendar je problem v tem, ker poznamo premalo dejstev. Večino faktorjev dobimo z ugibanjem. Težava je tudi ta, da jih ne moremo niti oceniti ali določiti vsaj ohlapne meje. Obstaja tudi verjetnost, da morda kakšen element sploh ne poznamo in ga formula ne upošteva. Po drugi strani nobeden od teh elementov ne more biti nič in je vrednost N vedno večja od nič. To nam pove vsaj to, da v galaksiji in jasno posledično v vesolju nismo sami. Možno je, da se zaradi redkosti "poselitve" in "mimobežnosti" v času nikoli ne bomo srečali (se pogovarjali po radiu) z nobeno nezemeljsko civilizacijo.

A če razmislimo o enačbi do konca, bomo ugotovili, da je v njej Drake predpostavil, da se civilizacija razvije, doseže vrhunec in umre le znotraj lastnega osončja. Vesoljske civilizacije po njej komunicirajo le posredno preko radijskega ali kakšnega drugega valovanja. Če je medzvezdno potovanje mogoče, se vse spremeni. Potem moramo upoštevati omejitve Einsteinovega vesolja in dejstvo, da predstavlja svetlobna hitrost zelo resno, mogoče celo nepremostljivo oviro.

VELIKI FILTER

Doslej smo govorili o možnostih za nastanek življenja v vesolju s stališča astronomije in s stališča razumevanja življenja, kot ga poznamo na Zemlji. Poglejmo še drugo možnost, ki je nekako bolj v domeni statistike in filozofskega razmišljanja o življenju.

Praktično velja, da se doslej z Nezemljani še nismo srečali. Seveda, ufologi, realijanci in ugrabljenci Nezemljanov trdijo nasprotno. Vendar uradna znanost srečanja z drugimi oblikami življenja še nikoli ni potrdila. Znanost ni niti potrdila življenja na Marsu v kakršnikoli obliki. Ta planet velja kot največja možnost za neko obliko življenja vsaj v preteklosti, če ne danes. Še manj je mogoče potrditi možnost življenja na drugih planetih in lunah našega Osončja. Tudi s projektom SETI niso potrdili niti ene civilizacije, ki bi vsaj oddajala radijske oddaje, če že ne potuje po vesolju.

Do sedaj smo z različnimi načini in metodami preiskali kar nekaj neba, a rezultata ni bilo v nobeni obliki. Nihče ni opazil nič senzacionalnega. Kaj je vzrok našemu opazanju, da smo v vesolju sami? Če že obstajajo tolikšne možnosti za nastanek življenja, kaj povzroča, da obiskovalcev iz vesolja ni? Odgovor na to daje teorija "velikega filtra" (Great Filter Theory).

Veliki filter je nekakšna ovira, ki prepreči razvoj civilizacije, da bi bila sposobna potovati po vesolju (povesoljska civilizacija). V osnovi je sama teorija sposojena iz ekonomskih znanosti. Pojem je prvi uporabil Robin Hanson na George Mason University v ZDA v eni izmed svojih ekonomskih teorij. Filter se sestoji iz več hipnih (revolucionarnih) stopenj, ki jih mora življenje prekoračiti, da se razvije inteligentna vrsta, ki tvori povesoljsko civilizacijo. Videti je, kakor da življenje prične z neskončnimi možnostmi. Te se s časom zmanjšujejo in na koncu dobimo žalostno dejstvo, da Nezemljanov ni.

Veliki filter je tako močna ovira, da je prečkanje kritičnih točk tako težko, pa čeprav je na voljo na milijarde možnosti, da se enačba na koncu zaključi vedno enako: ni Nezemljanov, ni vesoljskih ladij, ni radijskih signalov. Vsaj doslej nismo še ničesar opazili.

V katero obdobje lahko postavimo veliki filter na Zemlji? Obstajata dve možnosti, da je že za nami ali pa ga bomo dosegli enkrat v bodočnosti. Kakorkoli, nekateri znanstveniki so pričeli ocenjevati katera od obeh možnosti ima večjo težo.

Če je bil veliki filter že premagan, kdaj je to bilo? Ko opazujemo razvoj življenja na Zemlji, hitro ugotovimo, da je bilo veliko prelomnih točk, ko bi bilo lahko prekinjeno. Prvi zelo pomemben dogodek je sploh oblikovanje, začetek življenja samega. Zemlja naj bi nastala pred 4 milijardami let. Sodobne teorije govorijo o tem, da je začetek življenja na planetu, ki ima tekočo vodo in je čvrst (podoben Zemlji = Prozemlja), zelo verjeten. Tudi število takšnih planetov je v naši galaksiji kar veliko.

Vendar ustvarjanje pogojev v laboratoriju ni dalo prav veliko uporabnih rezultatov pri oblikovanju zapletenejših življenjskih molekul. Prav tako nismo odkrili nobenega dokaza o abiogenezi (spontana stvaritev življenja iz nežive snovi). Najstarejši mikrofosili so stari 3,5 milijarde let. Znanost ocenjuje, da se je življenje začelo pred 3,8 milijarde let. A doslej niso našli nobene tako stare kamnine, ki bi to potrjevala. Zaradi stalne vulkanske aktivnosti Zemlje so tako stare kamnine že zdavnaj pretopljene in na novo oblikovane.

Na voljo je okrog 200 do 500 milijonov let, ko se je življenje poskusilo oblikovati (se začeti) na Zemlji. Kako je iz neživega postal živ planet? Narava je morala mnogokrat poskusiti, da ji je uspelo. Torej bi to bil lahko prvi Veliki filter!

Vse kaže na to, da je to mogoče res. Vse kasnejše revolucionarne spremembe življenja na Zemlji so trajale mnogo manj časa. Pomisliti je potrebno koliko raznih variant molekul je moralo nastati, da se je v nekem trenutku zadržala ena, ki je omogočala replikacijo vsaj na najbolj osnovnem nivoju. Čas, ki je bil za to potreben, je zelo dolg, čeprav so bili vsi dobri pogoji ves čas na voljo.

Kolikor nam je znano, se je življenje na Zemlji enkrat začelo in potem brez prekinitev traja še danes. Nikoli nismo našli dokazov, da se je neke vrste življenje začelo in nato zamrlo, da bi se nekaj milijonov let znova pojavilo v drugi obliki. Torej, pred 3,8 milijarde let, se je življenje pričelo v obliki enostavnih enoceličnih bitij (prokarioti) in je v tem načinu trajalo 1,8 milijarde let. Na koncu tega obdobja najdemo prva enocelična bitja z membrano in jedrom (eukarioti).

To je zelo dolga doba, ki je spet odličen kandidat za drugi Veliki filter. Naslednji kandidat je razvoj življenja v večcelična bitja ter spolna reprodukcija (tretji Veliki filter).

Zaključimo lahko, če je Veliki filter že za nami, potem je razvoj v višje sestavljeno življenje zelo redko. Torej je tudi zelo malo primernih planetov, ki gostijo življenje v obliki mnogoceličarjev s spolno reprodukcijo. V ekstremni obliki lahko zaključimo tudi, da je na Zemlji tehnološko napredna civilizacija edina v galaksiji in ena od zelo redkih v vsem opazovanem vesolju. Opazovano vesolje obsega okrog 10^{22} zvezd. Možno je, da mi vidimo le delček vesolja in je tam še nešteto zvezd.



Slika 8 - Umetniška vizija nekega tujega planeta, ki kroži okrog dveh sonc, rdeče in bele pritlikavke.

Tako se lahko tolažimo, če je vesolje neskončno, je tudi neskončno mnogo zvezd in v njem je tudi neskončno mnogo inteligentnih vrst, ki so ustvarile povsoljske civilizacije. A vse te so izven opazovanega vesolja in z njimi stika ne moremo ustvariti na noben način.

Če Velikega filtra v preteklosti ni bilo, bo mogoče v naši prihodnosti. Potem ta Veliki filter onemogoči tudi druge civilizacije v naši galaksiji, da bi opravila medzvezdna potovanja ali vsaj poslala kakšen radijski signal skozi vesolje.

Veliki filter je lahko na primer ta, da vsaka dovolj razvita civilizacija izdelava hote ali po naključju takšen izum, ki povzroči izumrtje inteligentne vrste, oziroma jo postavi na nižji civilizacijski nivo.

Nanj se vrnemo kasneje, saj tukaj že nastopijo ugovori v smislu, da mogoče obstaja veliko število povsoljskih civilizacij, a se skrivajo pred nami, oz. so za nas "nevidne", torej jih ne moremo zaznati z našim razumevanjem. Če jih je res toliko, bi morali po čisto statističnih principih zaznati vsaj eno ali dve. A srečali nismo še nobene.

KOLONIZACIJA VESOLJA

Obstaja veliko idej, ki govorijo o načinu kolonizacije vesolja. Prva je pošiljanje vesoljskih generacijskih ladij, ko se kolonizatorji vkrcajo na vesoljsko ladjo z namenom ustanovitve kolonije na drugem planetu brez vrnitve na matični planet. Potovanje traja nekaj generacij in ko najdejo primeren planet, se na njem naselijo. Potem ga tehnološko razvijejo in postopek ponovijo. Drugi način je kolonizacija s pomočjo von Neumannovih samo-replikativnih strojev. Umetna inteligenca strojev se širi skozi vesolje in pripravlja planete za izdelavo novih in novih replik. Naša galaksija ima premer 100.000 svetlobnih let. Če vesoljske ladje dosegajo le eno desetino hitrosti svetlobe, potem preprost račun pokaže, da bi v obeh primerih Nezemljani morali poseliti vso galaksijo v dveh do treh milijonih let, kar je zelo kratko obdobje. Tudi, če bi potovali še počasneje, recimo le z 1% hitrosti svetlobe, bi galaksijo poselili v 20 milijonih let.

Von Neumannove stroje danes šele pričnemo graditi, a že čez 200 let bodo zagotovo prisotni v vsakdanjem življenju. Prav tako smo zgradili sonde, ki so že daleč izven našega osončja, recimo Voyager I in Voyager II.

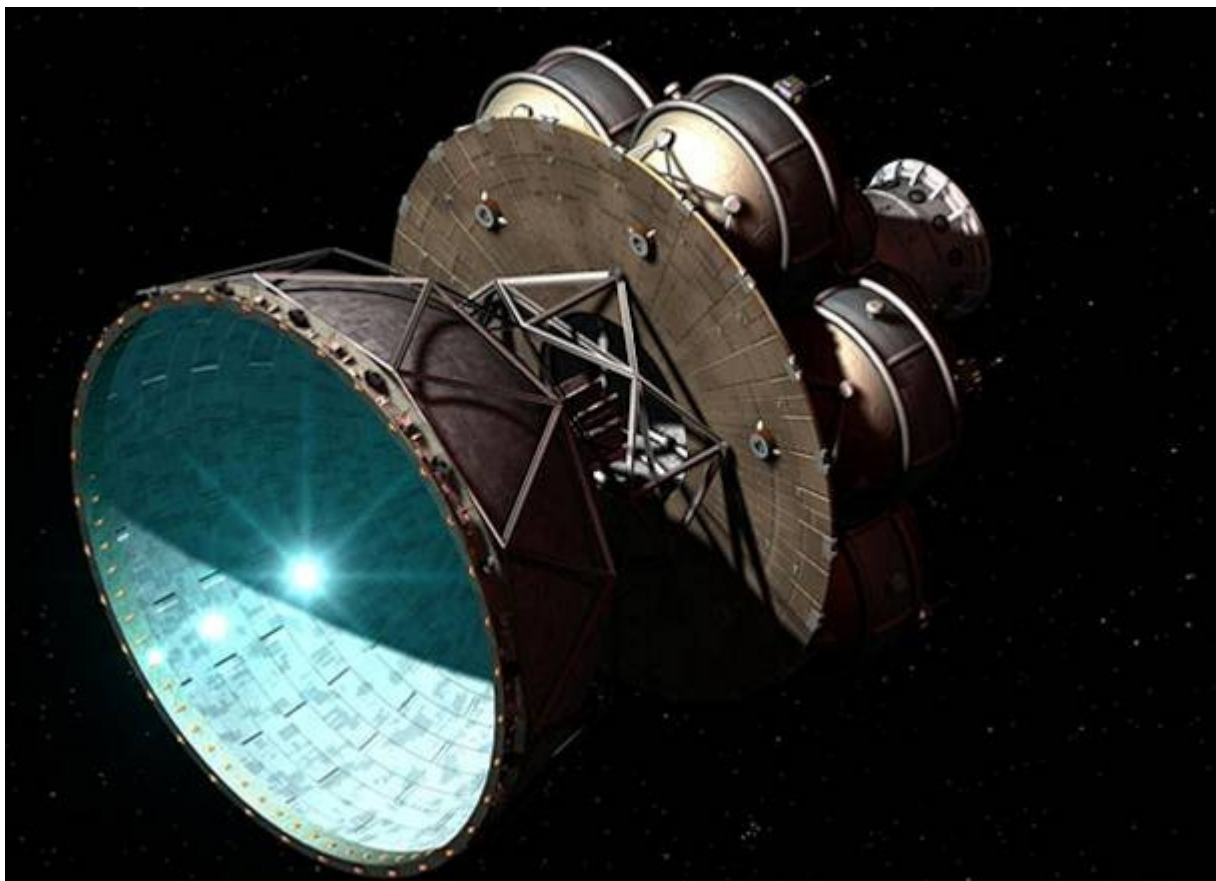
Možno je tudi, da obstajajo civilizacije, ki so sposobne potovati svetlobna leta daleč, a jih to enostavno ne zanima. Vendar kaže, da ima življenje tendenco širjenja navzven, če je to le mogoče. Poskusi osvojiti vsakršno nišo, ki omogoča vsaj najbolj osnovne pogoje za obstanek. V osnovi je to tudi podlaga za Darwinovo evolucijsko teorijo.

Tudi človeštvo je poselilo vsako ped Zemlje. Sedaj silimo navzven, v vesolje, na Luno, na Mars in še naprej. Če bodo vesoljska potovanja poceni, jih bomo tudi opravili. Še posebej, ker je vseh vrst surovin za naš obstoj več drugod kot na Zemlji. Tudi, če imamo veliko civilizacij, ki ne želijo potovati v vesolje, bi samo ena, ki jih obišče, sprožila njihovo željo po potovanju. Vsaj v smislu zaščite lastne civilizacije v borbi za obstanek. Tako dobimo znova vsaj eno civilizacijo, ki se skuša razširiti čez vso galaksijo.

A nekateri menijo, da mogoče obstaja cela plejada povsesoljskih civilizacij, ki dobro vedo za nas, a se trudijo, da bi jih ne odkrili. Vsaj toliko časa, dokler ne bomo dosegli zrelosti, oziroma izpolnili pogoje za včlanitev klub. Morda nas opazujemo tako, kot mi živali v zoološkem vrtu. Mogoče, a se prej vrnimo na naš Veliki filter.

Bolj zaskrbljujoča je hipoteza, da je Veliki filter kar samo-destrukcija razvitih civilizacij. V človeški zgodovini beležimo kar nekaj vzponov in padcev različnih držav in imperijev, ki so bili v nekem obdobju nosilci tehnološkega razvoja. Ti vzponi in padci pomenijo podaljšanje obdobja do razvoja povsesoljske civilizacije. V vesolju je veliko Prozemelj, ki so se oblikovale nekaj milijonov let pred našim planetom. Tako je možno, da smo se zgrešili v času od nekaj tisoč do nekaj milijonov let.

Možno je, da je Veliki filter nekaj zelo dramatičnega, na primer izbruh supervulkanov, padec asteroida, sprememba sija centralne zvezde, ipd. Tudi civilizacija sama lahko ustvari takšne katastrofe, na primer nuklearna vojna, nepovratno onesnaženje okolja z različnimi toksičnimi snovmi, napaka v genetičnem inženiringu, ustvarjanje sovražne umetne inteligence, propadli eksperimenti na področju visoko energijske fizike, itd. A možne so še druge nevarnosti, ki jih danes ne poznamo ali razumemo in jih bo kasnejši razvoj prinesel s seboj.



Slika 9 - Umetniška vizija generacijske vesoljske ladje. Osnovna ideja je, da bi naredili veliko vesoljsko ladjo na kateri bi živelo več kakor 100.0000 ljudi. Plula bi po vesolju in šele po nekaj generacijah bi prispela na cilj.

Vendar so vse te nevarnosti samo "zaviralci", ne pa tudi dejanski "uničevalci" razvoja povsesoljske civilizacije. Padec asteroida bi verjetno le za nekaj milijonov let zavrl naravo, da

znova ustvari inteligentno vrsto. Torej to niso pravi Veliki filtri. Večje možnost je, da vsaka dovolj visoko razvita civilizacija vedno znova in znova ustvari "izum", ki ji prepreči, da bi se res razvila v povsesoljsko civilizacijo.

Kje je torej Veliki filter, izza nas ali pred nami?

Če je še pred nami, se bomo z njim morali spopasti. Očitno velja, da skoraj vse razvite civilizacije izumrejo, preden odkrijejo učinkovit način potovanja skozi vesolje. To se lahko pripeti tudi naši vrsti, saj verjetno nismo bolj inteligentni in zviti, kot so bile druge civilizacije. Če je pred nami, so naše možnosti za razvoj v povsesoljsko civilizacijo izredno majhne, celo nične. Upajmo, da bo naša avantura kot inteligentne vrste še trajala nekaj časa.

Vsekakor bi bilo bolje za nas, če bi bil Veliki filter že za nami. Tukaj je potem bolje, da na Marsu (ali kjer koli v našem sončnem sistemu) ne najdemo nikakršnega življenja, niti v obliki enoceličnih živali ne. In zakaj je to pomembno? V tem primeru je razvoj življenja kjerkoli, kjer obstajajo vsaj najmanjši pogoji za nastanek, zelo redek in zelo težek dogodek. Če se primeri kar naprej v našem osončju, se v galaksiji dogaja kar naprej in naprej. Če je to res, potem to ni Veliki filter! Neprijetno, a lahko upamo, da je ta nekje v teku razvoja življenja v višje oblike.

V kolikor na Marsu odkrijemo življenje v višji obliki s celično z membrano in jedrom ali celo kot večcelično, potem je jasno, da je Veliki filter verjetno še pred nami! Če pa najdejo kakšen fosil, na primer s hrbtenjačo, bi bila to ena od najslabših novic z Marsa. Veliki filter zanesljivo doživimo v prihodnosti.

V kolikor ne najdejo nič, prav ničesar na nobenem planetu ali luni v našem sončnem sistemu, je še upanje za človeško vrsto, da oblikuje povsesoljsko civilizacijo in nekega dne sreča podobno vrsto na potovanju skozi vesolje.

MISELNA ZANKA ALI PARADOKS

A, spet... Čudno bi bilo, če Veliki filter ne obstaja, da bi bila Zemlja edini planet v vsej galaksiji, kjer se je razvila inteligentna vrsta. Če se je zgodilo tukaj, potem je velika verjetnost, da se dogaja ali se je zgodilo na mnogih planetih, verjetno predvsem na tistih, ki jih še nismo preiskali. Nekako se zapletemo v miselno zanko, v paradoks.

Tovrstno razmišljanje večinoma spregleda učinek izbora opazovanj (observation selection effect). Namreč, opazovalec nehote sam sebi določi rezultate. Pravzaprav so ti rezultati odvisni od njega samega in od načina, kako je bil in je oblikovan. A žal na to opazovalec ne more vplivati. Moral bi iti iz samega sebe, da bi dobil objektivnejši rezultat. Še posebej, ker ni jasno ali opazovani zakoni vesolja res veljajo vsepovsod ali pa samo v našem delu. Izhajamo namreč iz predpostavke, da sta Zemlja in človeštvo dejansko nekaj povprečnega in podobnega tistemu, kar tam zunaj pričakujemo. Torej moramo iz naših razmišljanj izločiti "antropični princip", ali način, kako ne bi "počlovečili" drugih. Kar je nemogoče, saj nimamo nikakršne izkušnje o drugih.

Prikažimo to z delfini. Delfini so sesalci kot smo tudi mi. V vesoljskih razmerah smo si narazen le za las. Vendar, njihova dejanja vedno "počlovečimo", saj nimamo nikakršnih delfinskih

izkušenj. Zamišljamo si lahko, kako se je pogovarjati delfinsko, ali kakšen je občutek, ko drsiš skozi vodo in prijetnost toplega sonca na koži. Vendar "dejansko" ne moremo vedeti, kako to "razumejo" delfini. Ne vemo kako občutijo in razumejo magnetizem, ker nimamo nobenega biološkega organa, ki bi nam povedal, kakšna je to izkušnja. Delfini pa ga imajo.

A ne glede na to, pogledajmo dve hipotezi. Prva pravi, da je razvoj inteligentnega življenja kar poravnan in enakomeren proces. Dogaja se na vseh planetih, kjer se je življenje pričelo. Druga je pesimistična in pravi, da je razvoj inteligence zelo kompleksen in opotekajoč proces in se dogaja redko na vsakih milijon milijonov planetov.

Prav lahko damo eni ali drugi. Vendar moramo najprej z logičnim sklepanjem razbrati rezultat. Obe pravita, da se razvoj civilizacije začne, če se je življenje razvilo! Ker imamo v vesolju opravka z velikanskim številom planetov, je samo časovni razpon tisti, ki določa kdaj bo vesolje polno Nezemljanov, ki frčijo po njem. Obe teoriji sta teoriji "uspeha". Slej ko prej nas bo (ali pa že je) kakšen Nezemljan obiskal.

Kar pomeni, da smo ogroženi! Obiskovalec je/bo vedno tehnološko in razvojno pred nami in je mogoče že zasedel vso galaksijo. Nam pa bo prepustil le kakšno drobtinico. V kolikor pa ga še ni (bilo) in smo mi najbolj razviti, potem smo na dobri poti, da mi poselimo vso galaksijo. Veliki filter je v tem primeru za nami.

Tako bo zelo pomembno, če bodo, oziroma bolje, če ne bodo našli na Marsu nobenega življenja. Če ne bo nič, je veliki filter verjetno za nami. Na nas je, da sami s pametjo koloniziramo čim več planetov v Osončju in se odtisnemo še naprej.

V tem primeru je naša prihodnost mnogo veličastnejša od naše preteklosti. Vsi dosedanja koraki so v tem primeru samo stopicanje na mestu. Seveda, prelom se ne bo zgodil čez noč, a vedno hitrejši razvoj tehnologije daje slutiti, da smo startali. Če nam spodleti? Nič hudega, le Zemlja bo potrebovala daljše obdobje, da zadevo nadomesti in zaliže rane. Mogoče ga sploh ne bomo osvajali kot biološka, temveč kot mehanska bitja. A ni gotovo, ker genetski inženiring lahko pripelje do takšnih izboljšav in sprememb, da strojev sploh ne bomo potrebovali.

Kolikor sem doslej spoznal lastno vrsto, nas tudi odkritje življenja ali fosilov na Marsu, ne bo zadržalo. Potem lahko le upamo, da bo zmaga tesna, vendar naša.

WARP POGON - KDAJ?

Poglejmo sedaj, če je v vsem tem kakšen fizikalni zaviralec. Je morda vesolje samo tudi naš sovražnik in nam na pot postavlja nepremostljive ovire. Pustimo drugim visoko razvitim civilizacijam njihove čudežne pogone za potovanje po vesolju. Poglejmo, kaj naše vedenje o vesolju dovoljuje. Ali lahko sami naredimo kaj hitrejšega od kemičnega pogona, ki je trenutno v uporabi.

V vsaki spodobni znanstveno fantastični TV nanizanki ali filmu je na voljo izreden vesoljski pogon, ki vesoljsko ladjo hitro prepelje čez polovico galaksije. Ali nam je na voljo kaj takega? Ali bomo kdaj izumili WARP vesoljski pogon iz TV serije Star Trek (Zvezdne steze)?

Do najbližje zvezde Proxima (Alfa) Centauri je 4,2 svetlobni leti ali 39,7 bilijard kilometrov. Z najhitrejšim raketnim pogonom, ki ga premoremo, bi tja prišli v 180.000 letih. Ali res ne gre hitreje?

Naša sedanja raketna tehnologija z raketami na kemično izgorevanje je popolnoma neprimerna za potovanja do najbližje zvezde. Imamo problem že, če potujemo na Mars, ki nam je najbližji planet. Potovanje na Mars traja okrog šest mesecev v eno smer. Z uporabo najboljše in zelo drage tehnologije bi bilo mogoče ta čas skrajšati na 4 mesece. Razdalja med Zemljo in Marsom je 4 svetlobne minute in 21,3 svetlobne sekunde ali 78.340.000 kilometrov. Do najbližje zvezde Proxima (Alfa) Centauri je 4,2 svetlobni leti ali 39,7 bilijard kilometrov. Za potovanje z najhitrejšo raketo na najboljši pogon, ki ga premoremo, bi tako trajalo okrog 180.000 let (potovalni indeks 0,0000233). Obstajajo ideje za drugačne vrste pogona vesoljske ladje, vendar, razen ionskega pogona, drugih še nismo izdelali. Bolj učinkovit bi bil pogon na kontrolirane atomske eksplozije, ki bi potovanje skrajšal na tretjino ali na 60.000 let (potovalni indeks 0,00007). Lahko bi uporabili sončev veter in izdelali velikansko jadro. Potovanje bi trajalo okrog 40.000 let (potovalni indeks 0,000105). Ionski pogon bi mogel doseči bistveno višje hitrosti, do 10% hitrosti svetlobe. Do najbližje zvezde bi tako potovali 420 let (potovalni indeks 0,01). Sedanji ionski pogoni so majhni in jih uporabljamo le za majhne vesoljske sonde. Magnetni pogoni so še v fazi popolne zamisli.



Slika 10 - Vesoljska ladja na pogon z ionskim plazemskim motorjem bi do najbližje zvezde Proxime Kentavri oddaljene 4,3 svetlobna leta potrebovala 15 let.

Nimamo niti najmanjšega pojma, kako bi dosegli potovalno hitrost blizu svetlobni hitrosti. Svetlobna hitrost je najvišja hitrost, ki jo je mogoče v vesolju doseči. To je ugotovil Albert Einstein in raziskave potrjujejo njegovo trditev. Trenutno menimo, da je to res tako in je

potem to enaka ovira za vse civilizacije, ki se podajajo na medzvezdno potovanje. Morda je to eden izmed vzrokov, da Nezemljanov še nismo srečali.

A tudi svetlobna hitrost bi bila premajhna za potovanja čez vso galaksijo, saj ima ta premer 100.000 svetlobnih let. Ena izmed idej je, da bi izdelali generacijsko vesoljsko ladjo. Prva generacija bi se podala na pot v vesoljski ladji, ki bi omogočala življenje za dolga obdobja. To bi bil majhen umetni planet, v katerega notranjosti bi potovalo vsaj 25.000 ljudi. Vesoljska ladja bi počasi potovala in v njej bi se rojevale nove generacije. Če bi bila takšna ladja na ionski pogon, bi šele 14 generacija prispela do nam najbližje zvezde Proxima Centauri. A takšne vesoljske ladje bi lahko zgradila civilizacija pred kakšnimi 20 milijoni let in bi sedaj bila pred vsakim naseljivim planetom v galaksiji. Tudi počasi se daleč pride in, kot je že bilo rečeno, bi z von Neumannovimi samo- replikativnimi stroji zasedla vse razpoložljive planete v galaksiji.

Ali lahko obidem omejitve hitrosti svetlobe? Obstaja ideja o nekakšnih »črvjih luknjah« ali »črvinah«. So določene fizikalne razlage možnosti, da bi bilo mogoče nekako spojiti dva dela časa in prostora na popolnoma različnih koncih vesolja. To je tako, kakor če bi črvi v les vrtali luknje, namesto da bi se splazili pod lubjem okrog drevesa. Od tukaj ime tej ideji. Seveda ni nikomur jasno, kako bi lahko sami odprli tkanje vesolja in se skozi nekakšen nadprostor prebili na drugo stran. S tem bi v trenutku prešli neverjetne razdalje v času in prostoru. Vendar nihče ne ve, kakšne sile bi bile potrebne in kako bi zaščitili vesoljsko ladjo, da je te sile ne bi raztrgale.

ZAKAJ JE MEDZVEZDNO POTOVANJE TAKO TEŽKO?

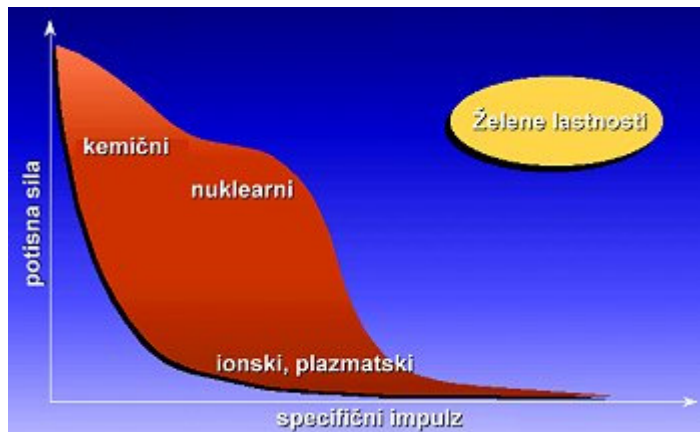
Ko pogledamo nebo ponoči, se zagledamo v nešteto zvezd, ki so vse članice naše lastne galaksije Mlečne ceste. S prostim očesom morda lahko zaznamo še galaksijo Andromedo, ki nam je najbližja. Vse drugo nam je dosegljivo le s teleskopom. Zvezde, tuja sonca se nam zdijo blizu. Toda razdalje med njimi in nami so zares, zelo, zelo velike. Tako velike, da si to zelo težko predstavljamo.

Že, če se ozremo po našem malem vesoljskem dvorišču ali Osončju, kot mu pravimo, so razdalje zelo velike. Razdalja med Zemljo in Soncem je okrog 150 milijonov kilometrov ali eno astronomsko enoto (1 AU = astronomical unit). Za lažjo predstavbo si zamislimo, da je Sonce velikosti frnikule. Ena astronomsko enota bi bila potem razdalja okrog 1,2 metra. Torej bi Zemlja, ki ne bi imela premera večjega od debeline lista papirja, krožila okrog modelnega sonca v razdalji 1,2 metra. Luna pa bi krožila v razdalji 6 milimetrov od modelne Zemlje. Na takšni skali bi bila nam najbližja zvezda Proxima Centauri 338 kilometrov daleč v stran.

Največja hitrost, ki jo je mogoče doseči v vesolju, je hitrost svetlobe. Izmerili so, da svetloba potuje s hitrostjo 300.000 kilometrov na sekundo. Povedano drugače, v eni sekundi svetloba prepotuje 300.000 kilometrov (natančneje 299.792 km/s). Da pride od Sonca do Zemlje potrebuje svetloba več kakor osem sekund. Za razdaljo do Proxime Centauri potrebuje 4,2 svetlobni leti. Da bi prepotovala celotno našo galaksijo Mlečno cesto, bi potovala 100.000 let. A razdalje do drugih galaksij so še mnogo, mnogo večje.

V kolikor bi potovali z avtomobilom, ki doseže povprečno hitrost 90 km/h, bi potovali do nam najbližje zvezde več kakor 50 milijonov let. Raketa Saturn z vesoljsko ladjo Apollo, je do Meseca potovala tri dni. Do Proxime Centauri bi rabila 900.000 let. Zelo hitra je vesoljska sonda Voyager, ki je že zapustila Osončje, in potuje s hitrostjo 60.000 km/h. Do tja bi potrebovala še vedno dolgih 80.000 let. Najhitrejše človeško vozilo je sonda New Horizons, ki trenutno potuje proti Plutonu s hitrostjo 75.600 km/h. Do Proxime Centauri bi potovala 60.000 let. To je starost sodobne človeške vrste! A še večji problem predstavlja masa goriva, ki bi ga potrebovali, da bi dosegli določeno hitrost za potovanje med zvezdami. Avto uporabi silo trenja, ki mu pomaga, da se premika naprej.

Reaktivno letalo se »odriva« od zraka skozi katerega pluje. Raketa se praktično nima kam »upreti«, da bi se »odrinila« na potovanje. Zato mora imeti gorivo, ki hitro izgoreva in ustvarja potisno silo, ki žene raketo naprej (Newtonov tretji zakon). Čim hitreje želimo potovati, tem več goriva potrebujemo.



Za dolgo pot do sosednje zvezde bi potrebovali ogromno količino goriva in potovanje bi bilo tudi zelo drago.

Pri izgorevanju goriva ocenjujemo dve pomembni lastnosti, potisno silo in specifični impulz. Potisna sila nam pove, kolikšna je sila, ki potiska raketo naprej. Na priloženem diagramu je na levi strani narisana potisna sila. Čim višje je na diagramu, tem večja je ta sila. Specifični impulz

podaja učinkovitost uporabljenega goriva. To je podobno kot pri avtomobilu, kjer ugotavljamo porabo goriva v litrih na kilometer. Na priloženem diagramu ima specifični impulz, ki je na desni strani diagrama, večjo učinkovitost in je torej poraba goriva manjša. Specifični impulz nam torej pove, kolikšen »odriv« ima raketno gorivo.

Iz diagrama je razvidno, da je pri kemičnem pogonu zelo velika potisna sila, vendar gorivo hitro izgoreva in raketa hitro pridobi končno hitrost. Pri ionskem pogonu je potisna sila sicer zelo majhna, vendar gorivo dolgo časa izgoreva in raketa počasi pridobiva končno hitrost. A naše želje za potovanje med zvezdami ležijo nekje v rumeni elipsi, torej gorivo z veliko potisno silo in dolgotrajnim specifičnim impulzom.

Predpostavimo, da želimo poslati na potovanje vesoljsko ladjo velikosti današnjega vesoljskega čolnika NASA (Space Shuttle) oz. poenostavljeno, velikosti šolskega avtobusa, do Proxime Centauri v trajanju 900 let. Če bi uporabili sedanji kemični pogon, ki ga čolnik uporablja, bi ne bilo dovolj mase v vsem poznem vesolju, da bi iz nje naredili potrebno količino goriva. Uporabimo torej nuklearni pogon, ki je do 20x učinkovitejši. Če bi uporabili cepitev jeder ali fizijo, bi potrebovali milijardo ladijskih supertankerjev. Če uporabimo zlivanje jeder ali fuzijo, bi bilo še vedno potrebno tisoč ladijskih supertankerjev.

Če za pogon uporabimo ionski ali plazmatski motor, ki je 100x učinkovitejši od kemičnega pogona, bi potrebovali 10 železniških vagonov-cistern goriva. To je sicer sprejemljivo, vendar smo predpostavili, da bi raketa do najbližje zvezde potovala 900 let. Če bi želeli potovanje pospešiti, bi potrebovali še več goriva. A tudi na cilju moramo zavirati. Zato moramo ustvariti proti potisno silo in zanjo potrebujemo natanko enako količino goriva, kot smo ga uporabili na začetku potovanja. Vendar potrebujemo še gorivo za potovanje nazaj. No, morda bomo tam našli planet, na katerem bo mogoče izdelati gorivo za vrnitev rakete na Zemljo.

Pogon	kemični	fizija	fuzija	ion/plazma
Specifični impulz	500 sek.	5.000 sek.	10.000 sek.	50.000 sek.
Potrebna masa goriva	10^{137} kg	10^{17} kg	10^{11} kg	10^5 kg
Primerjava mase	Ni dovolj mase v vsem znanem vesolju	Milijarda ladijskih tankerjev	Tisoč ladijskih tankerjev	10 železniških vagonov - cistern

Če bolje pomislimo, bi morali za medzvezdno potovanje izdelati raketo, ki sploh ne bi potrebovala goriva za pogon! Ali je kaj takega sploh mogoče? Najti bi morali pogon, ki potisno silo proizvede na podlagi gravitacijskih sil ali takega, ki se »upira« na samo osnovno strukturo vesolja.

A dodaten problem še vedno predstavlja poraba energije. Tudi, če bi poznali takšen pogon, ki ne potrebuje goriva, bi rabili mnogo energije za delovanje vesoljske ladje in za vzdrževanje življenja. Ocenjujejo, da bi za to potrebovali prav toliko energije, kot jo potrebujemo za sam raketni pogon. Tako si moramo zamisliti nove naprave, ki bi zmogle energijo dobivati iz vesoljskega vakuuma. Iznajti bi morali naprave, ki bi obšle sedanje pojmovanje fizike in morda celo spremenile naše vedenje o fizikalnih zakonih.

OD NAVDIHA DO IZUMA

V tem trenutku ne vemo, če je medzvezdno potovanje sploh mogoče. Seveda to ne pomeni, da je dejansko nemogoče. Pretekle izkušnje kažejo na določen vzorec pri znanstvenih raziskavah in odkritjih in domnevati smemo, da bo veljal tudi v bodoče. Pa pogledjmo nekaj primerov:

Potovanje na Mesec

Pred več kot sto leti, je Jules Verne v svojem romanu poslal ljudi na Mesec z izstrelitvijo iz velikanskega topa. Ta vizija je navdihovala na stotine raketnih pionirjev, ki so oblikovali zamisli, kako bi bilo mogoče takšno potovanje dejansko izvesti. Na osnovi razvoja znanosti so izoblikovali ideje o raketah namesto o topovih. Njihove vizije so se sčasoma preoblikovale v realne projekte in poizkuse. Vse to je pripeljalo do dejanskih misij Apollo, ki so ponesle človeka na Mesec in nazaj pred 25 leti.

Vstop v vesolje

Podobno se je zgodilo pri vstopu človeštva v vesolje. Buck Rogers in Flash Gordon sta v stripih vstopala v vesolje enostavno kot so v tistih časih letalci poletali v nebo. Vizionarje je ideja ponesla do prvih načrtov vesoljskih ladij in realnost je njihovim idejam sledila. V našem primeru je to vesoljski čolniček NASA (Space Shuttle).

K zvezdam

Osnovna ideja pogona WARP in hipervesolja izvira iz leta 1930, ko jo je v svojih stripih objavil John Cambell. Do konca je to idejo uporabil Gene Roddenberry v TV seriji Zvezdne steze (Star Trek). Vendar v tem trenutku še nimamo izdelanih vizij na znanstveni podlagi, ki bi omogočile dejansko izvedbo potovanja k zvezdam.

Pričeti moramo razvijati osnovne principe, ki bodo omogočili razvoj novih vesoljskih pogonov za potovanje k zvezdam. Za razmišljanje uporabimo Zvezdne steze, ki so nam zaradi poznavanja najbližje in njihovo vesoljsko ladjo Enterprise (Podjetnost). Seveda ne moremo kar tako uporabiti v filmu uporabljene »teho-latovščine«, saj ne temelji na dejanski znanosti. Ta nam naj služi le kot mentalna slika, da bomo lažje razumeli in uporabljali pojme, za izdelavo medzvezdnega pogona in medzvezdne ladje.

Pogon hitrejši od svetlobe ali WARP pogon

Imenujejo ga tudi hipervesoljski pogon, ipd. V osnovi je to pogon, ki omogoča potovanje skozi vesolje v okviru udobnih časovnih intervalov. Takšen pogon tudi ne potrebuje pogonskega goriva, kar je njegova ključna lastnost.

Kontrolirana gravitacija

Vesoljska ladja Enterprise iz serije Star Trek (Zvezdne steze) pozna tri načine kontrole gravitacije, oziroma vztrajnosti. Najprej so tukaj »vztrajnostni blažilniki« (Inertial Dampers), ki omogočajo, da posadka ne odleti s svojih sedežev, ko vesoljska ladja manevrira. »Ščitniki« (Deflectors) odbijajo vse objekte, ki bi se morebiti zaleteli v Enterprise in ji povzročili nepopravljivo škodo. »Umetna težnost« (Synthetic Gravity) omogoča posadki, da se giblje normalno po vesoljski ladji. (Prav to omogoča filmarjem, da izdelajo film z mnogo manj denarja.)

Obvladovanje gravitacije bi imelo tudi pozitiven učinek na izvedbo pogona vesoljske ladje. Če rečemo optimistično, bi obvladovanje gravitacije pomenilo znanstveni preboj pri oblikovanju medzvezdnega pogona in imelo neverjeten vpliv na razvoj naše civilizacije.

Ustvarjanje energije

Za pogon in vzdrževanje vesoljske ladje Enterprise bi morali ustvariti velike količine energije. V nadaljevanju kot vir energije uporabljajo »antimaterijo«. Temu področju bomo kasneje namenili še nekaj pozornosti.

Kje smo sedaj?

Za ponazoritev uporabimo znanstveni meter, ki ponazarja, kako daleč je od zamisli do izvedbe.



- **Domneva:** Prvi korak do uporabe nekega znanja. To je takrat, ko vemo, kaj želimo doseči, nimamo pa niti najmanjšega pojma, če je uresničitev ideje sploh mogoča.
- **Hipoteza:** Ko se naučimo dovolj, da vemo, kaj vemo, lahko postavimo hipotezo. Pri tem tudi vemo, česa ne vemo, da bi lahko rešili problem.
- **Vedenje:** Naučili smo se, kako narava deluje. Vemo, če je zadevo mogoče narediti in vemo, kaj vse potrebujemo, da jo realiziramo.
- **Tehnologija:** Na tej stopnji imajo inženirji dovolj znanja, da izgradijo naprave, ki sledijo spoznanim zakonom narave in so v skladu z osnovno idejo.
- **Uporaba:** To je zadnja stopnja, ko je tehnologija razvita tako, da je v vsakdanji uporabi.

WARP pogon – kje smo sedaj?



WARP pogon in hipervesolje kakor druge ideje potovanja hitreje-od-svetlobe je na sedanjem stopnju človeškega znanja na nivoju hipoteze. Vemo kar nekaj zadev, a še vedno ne vemo, če je potovanje hitreje od svetlobe mogoče. Slaba novica je, da mnogo znanstvenikov na osnovi Einsteinove Specialne relativnostne teorije meni, da potovanje hitreje od svetlobe ni mogoče. Obstajajo določene ideje kot so tahioni, črvine (wormholes), inflacijsko vesolje, ukrivljen čas-prostor (spacetime warping), kvantumski paradoksi, ki skušajo obiti Specialno relativnostno teorijo. Zelo pomembna ovira pri razmišljanju o nadsvetlobnem potovanju so še paradoksi, ki so povezani s časom in njegovo kavzalnostjo (enosmerna usmerjenost) ter determiniranostjo (enosmeren potek).

Glavni problem pri preboju svetlobne hitrosti, je poraba energije. Čim hitreje se gibljemo, tem več energije porabimo za doseganje hitrosti. Ko se bližamo svetlobni hitrosti, poraba energije izredno hitro narašča. Tako bi ob doseganju svetlobne hitrosti potrebovali neskočno veliko količino energije. Po tem, kar vemo sedaj, je svetlobna hitrost podobna debelemu in neprebojnemu zidu. Vseeno pa obstajata vsaj dve ideji, ki skušata obiti omejitev. To sta prehod skozi vesoljsko črvino in Alcubierrov WARP pogon.

Kontrolirana gravitacija – kje smo sedaj?

Kot pri WARP pogonu, smo tudi tukaj na nivoju hipoteze. Vendar na podlagi sedanjega znanja nihče ne trdi, da je kontrolirana gravitacija nemogoča. Vemo, da sta gravitacija in elektromagnetizem nekako povezana med seboj.



Ker zmoremo kontrolirati elektromagnetizem, verjamemo, da je mogoče kontrolirati tudi gravitacijo. Nove teorije iz kvantne mehanike povezujejo gravitacijo in inercijo z nečim, kar imenujejo vakuumske fluktuacije (vacuum fluctuations). Uporabo gravitacije za pogon medzvezdne ladje ni doslej še nihče proučil.

Antimaterija – kje smo sedaj?



Antimaterija je del našega vedenja in se počasi že seli na področje tehnologije. Antimaterija je materija, ki ima obrnjen električni naboj. Anti-elektroni, ki jih imenujejo pozitroni, antiprotoni in drugi delci, se proučujejo v velikih pospeševalnikih, predvsem v CERN v Švici. Ustvarili so že anti-vodikov atom, a le za kratek čas. Vendar antimaterija ni antigravitacija. Čeprav eksperimentalno še ni potrjeno, se tudi antidelci po teoriji obnašajo enako pod vplivom gravitacije, kakor običajni materialni delci. Znanstveniki že razmišljajo, če je antimaterijo mogoče uporabiti za pogon vesoljske ladje.

Vendar je trenutno izdelava antimaterije izredno draga. Za en miligram proizvedene antimaterije bi potrebovali sto milijard dolarjev. Miligram je zdaleč premalo, da bi ga lahko uporabili v obsežnih in resnih raziskavah. Cena bi tako morala pasti ze več kakor 10.000-krat.

Proizvodnja antimaterije požira ogromne količine energije. Tako bi potrebovali ogromno količino energije za proizvodnjo antimaterije in bi daleč presegla količino energije pridobljene iz reakcije materije in antimaterije. Pri tem bi potrebovali podobne varnostne in zaščitne ukrepe kot pri današnjem pridobivanju nuklearne energije.

IDEJE, KI TEMELJIJO NA NAŠEM ZNANJU

Na znanju, ki smo ga nabrali do sedaj, temelji nekaj zanimivih idej.

Projekt ORION

Prva ideja izvira iz let 1950-60, kjer so za pogon uporabili zapovrstje atomskih eksplozij. Iz skladišča na ladji bi vsako sekundo izvrgli zaporedoma 5 nuklearnih bomb. Te bi eksplodirale izven rakete. Sila eksplozije bi se uprla v ogromen ščit na zadnjem delu in tako pognala raketo naprej. Izvedeni so bili poizkusi z običajnim eksplozivom, ki so pokazali izvedljivost projekta. Predvidevali so, da bi tovrstni pogon uporabili za potovanje na Mars in za pogon

manjših vesoljskih sond do zvezd. Projekt je bil ustavljen v šestdesetih kot posledica mednarodnega sporazuma o prepovedi jedrskih poizkusov.

Projekt DEDALUS

V poznih 70-tih letih je British Interplanetary Society prevzelo zamisel iz projekta Orion in ga predlagalo za uporabo le v vesolju. Projekt je predvideval, da se pošlje sonda do Barnardove zvezde, ki je oddaljena 6 svetlobnih let. Trajanje potovanja sonde bi bilo 50 let. Uporabili bi mikrofuzijske eksplozije izotopa, ki bi ga pridobili na Jupitru. Sonda bi izotop pobrala na svoji poti iz Osončja. Zamisel je zelo zahtevna in še vedno preveč drzna.

Bussardov medplanetarni RAMJET

Bussard si je zamislil, da goriva ne bi vzel s seboj z Zemlje, temveč bi ga nabiral kar med potjo. Njegova zamisel iz šestdesetih je bila, da bi vesoljska ladja s pomočjo velikega magneta iz vesolja zbirala protone in jih uporabila v svojem nuklearnem motorju. Omejitvev zamisli je, da ne vemo koliko je prostih protonov v vesolju. Poleg tega bi bilo najprej potrebno ladjo pospešiti do določene hitrosti, da bi se ustvaril določen »vlek« protonov v magnet. Prav tako ni bilo razdelano, kako protone uporabiti v nuklearni reakciji.



Slika 11 - Umetniška predstavitev rakete na pogon Bussard Ramjet.

Medzvezdno lasersko jadro Roberta Forwarda

Med idejami za pogon so tudi jadra, ki lovijo sončev veter ali lasersko svetlobo. Ko svetloba zadene nek objekt, ga premakne za droben delec. Če uporabimo svetlobo na veliki površini,

lahko ustvarimo kar močno potisno silo. Robert Forward je predlagal laser z močjo 10 milijonov gigawatov, ki bi sijal skozi Fresnelovo lečo premera tisoč kilometrov na tisoč kvadratnih kilometrov veliko jadro. Pogon take velikosti bi lahko pognal tisočtonsko vesoljsko ladjo do najbližje zvezde v roku 10 let. Problem predstavlja tako močan laser. Njegova poraba je 10.000-krat večja od vse energije, ki jo Zemljani danes proizvedemo. Podobne zamisli se še vedno pojavljajo in se spreminjajo glede na razvoj laserske tehnologije. Zamisel je obetavna, če bomo rešili problem energijske požrešnosti laserskega topa.

IDEJE, KI SO NASTALE NA OSNOVI NAŠIH ŽELJA

Kljub temu, da spodaj navedene ideje izražajo le naše želje o načinih medzvezdnega potovanja, pa vseeno temeljijo na znanstveni osnovi. Vendar večina predstavlja intelektualne igre na podlagi vprašanja »kaj bi bilo, če...«.



Slika 12 - Vesoljska ladja pluje iz črvine v "normalno" vesolje. Ta prizor je narisana le na osnovi naših teorij o strukturi vesolja in še ni potrjeno, da je kaj takega sploh mogoče.

Potovanje skozi črvino

Ko se je zdelo, da je vesolje dovolj zamotano, so fiziki prišli na dan z idejo o črvinah (wormholes). Posebna relativnostna teorija pravi, da noben objekt ne more potovati hitreje od svetlobe. Vendar iz nje tudi izhaja, da je vesolje ukrivljeno in popačeno. Seveda je potrebno veliko energije, da se ustvari takšna ukrivljenost, vendar po sedaj znanih fizikalnih zakonih to drži in ni v nasprotju z opazovanji.

Zamislimo si analogijo peresa na papirju. Popisati moramo ves list, da pridemo na drugo stran. Če pa bi lahko naredili luknjo skozi papir, bi bili »takoj« na drugi strani. Papir je možno previjati in upogibati tako, da lahko dosežemo katerokoli točko na njem, če izvrtamo luknjo ali črvino skozi list papirja. Iz ene do druge točke bi pero »potovalo« kar nekaj časa, skozi luknjo pa bi bili »takoj« v ciljni točki. Seveda vesolje ni dvo-dimezionalno kot papir. Teorija je tako nova, da še vedno ni proučena do konca in ne vemo, če drži ali pa ne drži. Vsekakor tudi ta povzroča težave s kavzalnostjo časa.

Kako lahko »zgradimo« črvino? Najprej izberemo zelo gosto materijo, recimo kot je nevtronska zvezda. Zbrati bi je morali toliko, da bi ustvarili obroč velikost zemljine orbite okoli Sonca. Potem bi morali zgraditi podoben obroč na drugi strani vesolja, kjer želimo, da se črvina konča. Zberemo velikansko električno napetost in s pomočjo strele povežemo oba obroča skozi tkanje vesolja. Potem samo »porinemo« vesoljsko ladjo v črvino in ta »takoj« izstopi na drugi strani. Vendar ne pričakujte inženirske rešitve črvine kaj kmalu! Saj niti ne vemo, kakšne bi bile sile, ki bi delovale na vesoljsko ladjo in kako bi ta morala biti zgrajena, da bi zdrsnila skozi luknjo. Ob tem se pojavljajo še nove ideje o uporabi »negativne energije« za odpiranje črvine. Ideja črvine je najbolje predstavljena v TV nadaljevanki Zvezdna vrata (Stargate).

Alcubierrow WARP pogon

Čeprav Posebna relativnostna teorija prepoveduje objektom, da bi se gibali hitreje od svetlobe znotraj dimenzije prostor-čas, pa ni nikjer rečeno, da se ne bi smel hitreje »gibati« vesoljski čas (spacetime). Kot prisposobo lahko uporabimo premikajoče se letališke pločnike ali premične stopnice. Alcubierrov WARP pogon je podoben takšnim pomičnim pločnikom. Človek se peš giblje z določeno hitrostjo. To je po prisposobi svetlobna hitrost. Če pa zaidemo v prostor-čas, ki se giblje hitreje od običajnega dela, se pospeši tudi naša hitrost. Tako smo na pomičnem pločniku hitrejši, kot na nepomičnih letaliških tleh.

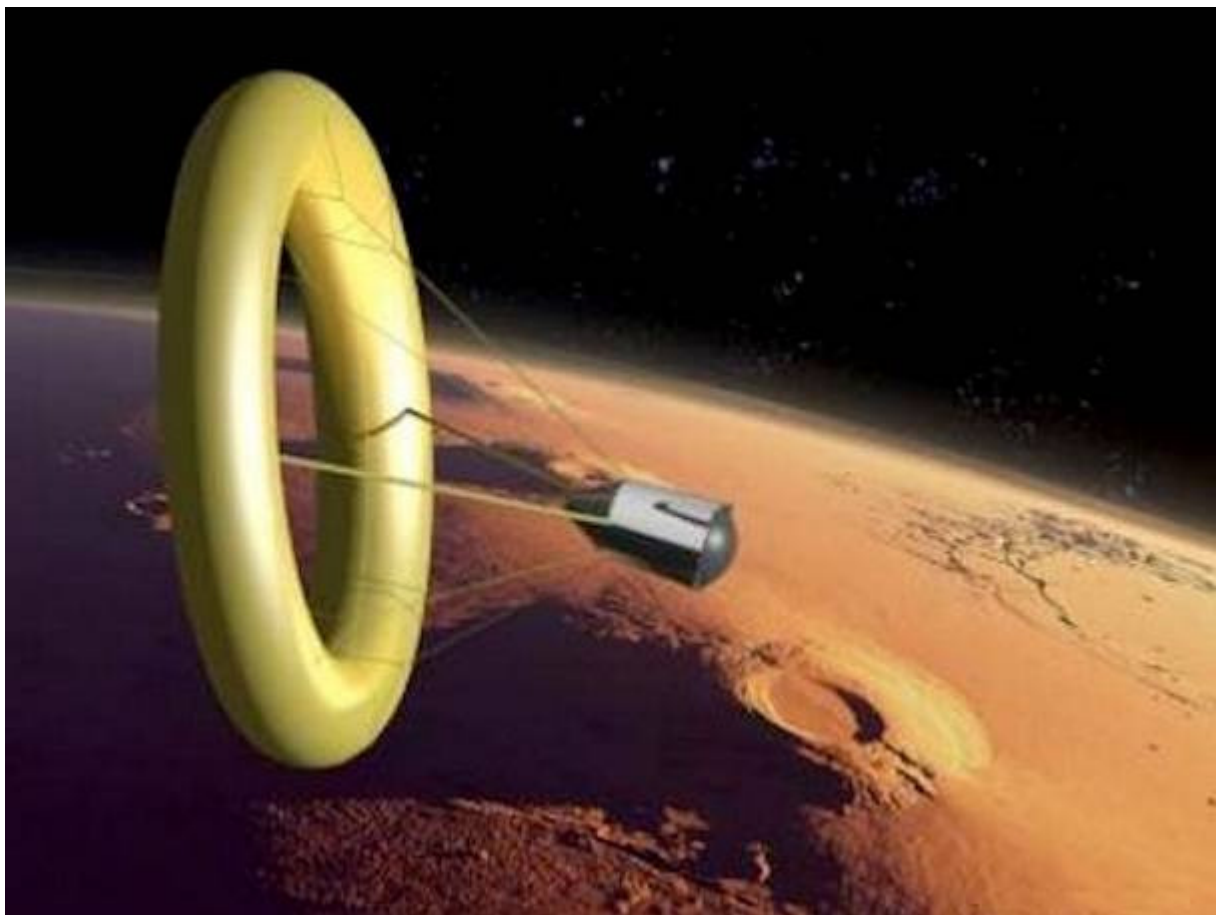
Alcubierrow WARP pogon ustvarja gibajoči vesoljski čas izza ladje (podobno, kot gibajoči pločnik »privre« iz tal na začetku) in ga stiska pred vesoljsko ladjo (podobno, kot gibajoči pločnik »ponikne« v tla na koncu). Ideja razširjajočega se vesolja ni nova. V teoriji »Inflacijskega vesolja« (Inflationary Universe) velja, da se je vesoljski čas razširjal hitreje kot je hitrost svetlobe v zgodnjih trenutkih od Velikega poka (Big Bang). Če se lahko vesoljski čas pospeši ob Velikem poku, zakaj se ne bi mogel pospešiti tudi za pogon vesoljske ladje? Ta teorija je zelo nova in še ni bila preverjena, če vsebuje vsaj kanček soli.

V osnovi bi morali tvoriti veliko negativne energije v obliki obroča ali mehurja okoli vesoljske ladje. Fiziki še vedno razpravljajo, če negativna energija sploh lahko obstaja. Klasična fizika se nagiba k odgovoru »ne«, medtem, ko kvantna fizika pravi, »mogoče res obstaja«. Najti moramo način, kako bi vse skupaj kontrolirali in upravljali. To bi bilo še posebej zahtevno, ker gibanje vesoljske ladje predstavlja en efekt, oblikovanje pospešenega vesoljskega časa pa drugega. Prav tako še ni jasno, če bi takole ustvarjen WARP pogonski sistem res pospešil do nadsvetlobnih hitrosti. Četrta zadržek je spet paradoks povezan s kavzalnostjo časa podobno kot pri potovanju skozi črvino.

Pogon na negativno maso

Teoretično je možno ustvariti potisno silo s postavitvijo negativne in pozitivne mase druge ob drugo. S tem ne kršimo ohranjanje momenta ali energije. Kritična predpostavka je ta, da ima negativna masa tudi negativno vztrajnost. Medsebojna interakcija obeh mas bo povzročila neprestano pospeševanje obeh mas v isto smer. Ideja izvira iz analize lastnosti hipotetične negativne mase, ki jo je idejno zasnoval Bondi leta 1957. Kot način pogona sta jo uporabila Wintenberg in Forward leta 1980.

V teoriji je fizika negativne mase popolnoma razdelana in matematični model ne zahaja v nasprotja. Vendar še vedno ne vemo, če negativna masa sploh obstaja, prav tako ne vemo, če je teoretično dovoljena v sedanjem modelu vesolja in prostor-časa. Astronomi iščejo mogoče dokaze o črvinah in mogli bi ob njih najti tudi kakšno manifestacijo negativne mase.



Slika 13 - Vesoljska ladja - jadrnica izkorišča moč sončevega vetra, da se odtisne na vesoljsko potovanje.

Millisovi vesoljski pogoni

Vesoljski pogon lahko definiramo kot idealizirano obliko pogona, kjer uporabimo osnovne »sestavine« materije in časa (prostora-časa) za oblikovanje pogonske sile. Tako nam ni potrebno nositi goriva s seboj, temveč ga »črpamo« sproti iz vesolja. Millis je na osnovi teh zahtev preveril posebne pogoje, ki bi omogočili takšen pogon. Njegovi namišljeni pogoni so

tukaj le kratko omenjeni. Pri nobenem ni preverjeno, če vesoljska ladja ne potrebuje dodatnih zahtev po energiji za krmiljenje sistemov.

Hipotetično diferencialno jadro: Podobno, kot pri analognem principu idealnega radiometerskega krila, se pojavi majhna razlika v radiacijskem pritisku med refleksijsko in absorpcijsko stranjo. Predpostavil je, da vsebuje vesolje neko obliko ozadnega izotropskega medija (podobno kot vakuumske fluktuacije ali kozmično ozadno zračenje), ki stalno »dežuje« na obe strani jadra. Če bi bilo jadro dovolj veliko, bi razlika med pritiskoma tvorila veliko potisno silo.

Hipotetično diodno jadro: Podobno kot pri diodi ali enosmernem zrcalu potuje vesoljsko zračenje skozi jadro v eni smeri, v drugi pa se odbija. Tako se oblikuje razlika med silama in ustvarja potisna sila, ki žene vesoljsko ladjo.

Hipotetično indukcijsko jadro: Podobno kot pri jadru morske jadrnice zakrivljenost jadra povzroči razliko v pritisku vesoljskega zračenja. Ta razlika tvori potisno silo, ki žene vesoljsko ladjo.

Hipotetičen diametrični pogon: Pri tej zasnovi je preverjal možnosti izdelave lokalnega gradienta na ozadju skalarnih lastnosti vesolja (na primer gravitacijski potencial) s postavitvijo dveh diametralno nasprotnih izvorov polj na vsakem koncu vozila. Pogon je podoben pogonu na negativno maso. Prav tako ima veliko podobnosti s hipotetičnim indukcijskim jadrom.

Hipotetični lučajni (pitch) pogon: Ta zasnova predvideva, da bi na nek način ustvarili lokalno poševnino v skalarnem potencialu čez vse vozilo. To bi proizvedlo silo, ki bi potisnila vozilo. V nasprotju s prejšnjim diametričnim pogonom je zamišljenom, da se takšna poševnina ne bi oblikovala s parom izvornih točk. S fizikalnega stališča še ni jasno, kako bi takšen učinek sploh oblikovali.

Hipotetični nagibni (bias) pogon: Ta zamisel predvideva, da vozilo samo nekako spremeni lastnosti vesolja (prostora-časa), recimo gravitacijske konstante G , kar ustvari lokalni pogonski gradient. Če se spremeni Newtonova konstanta, se ustvari lokalni nagib v strukturi vesolja in dobimo podoben učinek kot pri lučajnem pogonu

Hipotetični ločilni (disjunction) pogon: Pri tej zamisli se je avtor poigral z zamisljivo, da se lahko nekako loči izvor polja in to, kar reagira na polje (reagent). Reagent prestavimo v točko, kjer ima polje brežino ali nagib. To bi ustvarilo potisne sile med izvorom in reagentom. Na podlagi sedanjega znanja zatrdno vemo, da se izvor in reagent ter inertna masa ne morejo ločiti. Vendar obstajajo ideje, da temu ni tako in to bi morda omogočilo izdelavo novega revolucionarnega pogona.

FIZIKALNE TEORIJE, KI OBETAJO

V tem poglavju so kratki opisi nekaterih idej, ki so bile predstavljene v zadnjih letih. Vse so povezane z drugačnimi možnostmi medzvezdnega potovanja in temeljijo na znanstvenih osnovah.

Seznam zanimivih novih fizikalnih odkritij in eksperimentov

Znanost in tehnologija hitro in stalno napredujeta. V znanstveni literaturi se je pojavilo nekaj zanimiv teorij in rezultatov poizkusov, ki pomenijo možen preboj pri izdelavi popolnoma novih načinov pogona vesoljske ladje na medzvezdnem potovanju. Seznam podaja le nekaj kratkih opomb posameznih idej in odkritij:

- 2001 BPP (Breakthrough Propulsion Physics) konferenca v Salt Lake City je prinesla rezultate raziskav prvih meritev repulzivnih kvantnih vakuumskih sil, ki omogočajo nove zasnove vesoljskega pogona.
- 1996 Eberlein: Teorija pravi, da je laboratorijski efekt sonoluminescence dejansko način ekstrahiranja virtualnih fotonov iz elektromagnetnih fluktuacij nulte točke (zero-point fluctuations).
- 1994 Alcubierre: Teorija WARP pogona je v skladu s splošno relativnostno teorijo.
- 1994 Haisch, Rueda in Puthoff: Teorija pravi, da je vztrajnost lastnost vakuumskih elektromagnetnih fluktuacij nulte točke.
- 1992 Podkletnov in Nieminen: Poročilo o eksperimentih s superprevodniki z nenavadnimi učinki – možnost obstoja gravitacijskega ščitnega efekta (shielding effect).
- 1989 Puthoff: Teorija, ki razširja idejo Sakharova iz leta 1968. Predvideva, da je gravitacija samo posebna lastnost vakuumskih elektromagnetnih fluktuacij nulte točke.

Seznam nekaterih raziskav alternativnih pogonov

Čeprav fizika še ni dognala ali so »vesoljski pogoni« ali »warp pogoni« mogoči. Ni jasno, če jih je mogoče na kakršenkoli način izdelati. Vendar se po svetu najdejo posamezniki, ki skušajo iznajti in udejaniti boljše pogone vesoljskih ladij, kot jih danes poznamo. Večina jih to počne na lastne stroške ali ob simbolični podpori določenih znanstvenih središč in ustanov. Vendar naletimo tudi na eksperimente, ki obetajo. Morda so samo vmesni korak do končnega »warp pogona«.

Raziskave in delavnice:

- 1995 Hujsak & Hujsak: Ustanovitev Interstellar Propulsion Society
- 1994 Belbruno: Bennett in drugi: Delavnica NASA o teoriji in posledicah potovanja hitreje-od-svetlobe
- 1991 Forward: Ocena zasnov naprednih vesoljskih pogonov
- 1990 Cravens: Ocena alternativnih teorij o elektromagnetizmu in gravitaciji za uporabo v vesoljskem pogonu
- 1990 British Aerospace Co.: Delavnica o preverjanju teorij in posledicah kontroliranja gravitacije.
- 1990 NASA Lewis Research Center: Simpozij Vizija-21 - potovanje v vesolje v naslednjem tisočletju

Teorije:

- 1996 Millis: Identifikacija obstoječih fizikalnih razvojnih idej, ki bi omogočile »vesoljska potovanja« in predstavitev zasnov sedmih različnih hipotetičnih medzvezdnih pogonov.
- 1994 Craner in drugi: Značilnosti naravnih črv in vzhodi iz negativne mase in kako jih odkriti z obstoječimi astronomskimi opazovanji.
- 1994 Forward: konceptna zasnova »vakuumске fluktuacijske baterije«, ki bi omogočala črpanje energije iz elektromagnetnih fluktuacij na podlagi Casimirjevega efekta (predviden leta 1948, izmeril Sparnaay leta 1958).

Eksperimenti:

- 1996 Forward: eksperimentalni predlogi za testiranje teorije vakuumskih fluktuacij in drugih masnih modifikacijskih teorij.
- 1995 Schlicher: Dokaz potiska (potisne sile) z uporabo »Nesimetričnih magnetnih indukcijskih polj« (nepotrjeno!).

Generalna relativnost

Teorija generalne relativnosti predvideva povezavo med gravitacijo in elektromagnetizmom. Masa raztegne čas, ki je osnova pri merjenju elektromagnetizma. Tako gravitacija vpliva na svetlobo, jo ukloni, potisne k rdečemu delu spektra in upočasni čas. Vedno več opazovanj potrjuje zasnovo teorije. Poznamo dejstvo, da gravitacija vpliva na elektromagnetizem. Nismo še opazili vplivanja elektromagnetizma na gravitacijo, vztrajnost ali potek časa.

Velika unifikacijska teorija ali M-teorija

Teorija počiva na trkanju delcev v velikih pospeševalnikih po vsem svetu. Fiziki proučujejo rezultate teh trkov in poskušajo ugotoviti, kako sta povezani »šibka sila« in elektromagnetizem. Prav tako poskušajo povezati »šibko silo« z »močno nuklearno silo«. Ko bodo dosegli združitev vseh teh elementov v skupno teorijo in jo preverili z eksperimenti, bo nastopil čas povezave omenjenih sil z gravitacijo. Ko bi dosegli to, bi nastala velika unifikacijska teorija. Na njeni podlagi bi bilo mogoče odkriti nove načine medzvezdnega pogona.

VAKUUMSKE FLUKTUACIJE KVANTNE FIZIKE

Energija nulte točke

Energija nulte točke (Zero Point Energy) ali vakuumska fluktuacijska energija je pojem, ki opisuje slučajno elektromagnetno nihanje, ki ostane v vakuumu, ko odstranimo vso ostalo energijo. Če odstranimo iz vesolja vso energijo, vso materijo, vso toploto, vso svetlobo ... čisto vse, ugotovimo, da nekaj energije še vedno ostane. Ena izmed razlag pravi, da po principih kvantne fizike sploh ni mogoče ustvariti nulto energijsko stanje, torej prostor brez energije. Tudi za svetlobne valove veljajo podobno pogoji. Za vsako barvo svetlobe, tudi takšno, ki je človeško oko ne more videti, obstaja vsaj majhna količina te barve svetlobe. Skupna energija vseh teh različnih svetlobnih frekvenc je izredno velika. Teorija predvideva, da je prostoru vesolja, ki bi ga zajeli v šalico kave, toliko energije, da bi lahko v trenutku uparili vse oceane na Zemlji. Ali pa še več!

Pred časom fiziki niso mogli razumeti te zasnove, danes pa je široko sprejeta. Prve slutnje o obstoju energije nulte točke so dobili leta 1948 na podlagi več poizkusov. Ti so dali Casimirjev efekt, Van der Waalove sile, Lamb-Retherfordov zamik, podali razlage za Plankov radiacijski spektrum črnega telesa, pojasnili stabilnost vodikovega atoma v radioaktivnem kolapsu in efekt votlosti, ki zavre ali pospeši spontane emisije iz vzbujenih atomov.

Casimirjev efekt

Najbolj neposreden dokaz vakuumske energije je Casimirjev efekt. Če približamo dve kovinski plošči drugo k drugo, ju bo nenadoma vakuumska energija stisnila skupaj. Plošči namreč blokirata svetlobne valove, ki so preveliki, da bi valovali v prostoru med ploščama.

Ker je več valovanja svetlobe na zunanji strani plošč kot med njima, se pojavi potisna sila, ki stisne plošči med seboj. Ta efekt je bil predstavljen z nedvoumnim eksperimentom.

Vprašanje je, če lahko nekako ugrabimo to energijo za medzvezdni pogon. Zaenkrat dvomijo, da jo je mogoče ugrabiti. Če bi jo bilo mogoče ugrabiti, ne vemo kakšne bi bile sekundarne posledice. Ta energija je na najnižji energijski točki. Menijo, da bi morali sami biti na še nižjem energetskega nivoju, da bi jo lahko uporabili. Razvite so že bile določene teorije, ki predvidevajo, da je mogoče uporabiti ekstrakcijo energije iz tega področja nizkega energijskega nivoja. A žal so še vedno brez ustreznega eksperimenta.

Vprašanje je tudi, zakaj tako energijsko bogatega izvora nismo že prej opazili. Zakaj ga je tako težko zaznati? Zamislite si, da živite na velikanski plošči in ne veste, da ste 30.000 metrov visoko. Z vašega gledišča, so vaša tla na ničelni višini. Če se ne približate robu vaše plošče, ne boste nikoli padli nižje in ne boste izvedeli, da je vaša ničelna točka 30.000 metrov visoko. Z vakuumsko energijo je nekaj podobnega, seveda pa veselje ni samo dvodimenzionalno in zato komaj slutimo kolikšna in kakšna je naša ničelna točka.

Vakuumske fluktuacije so teoretično obdelali Haisch, Rueda in Puthoff glede na gravitacijo in vztrajnost. Njihove teoretične predpostavke so še vedno predmet znanstvene razprave. Tudi, če so teorije pravilne, še vedno ne podajo načina, kako bi z elektromagnetnimi silami inducirali potisno silo. Le Millisova teorija nakazuje možnost, da bi asimetrične interakcije z vakuumsko energijo mogoče zagotovile potisno silo.

Delavnica iz leta 1994 – potovanje hitreje-od-svetlobe

Maja 1994 je Gary Bennett iz vodstva NASA (sedaj je upokojen) vodil delavnico, ki je pregledala fizikalne možnosti in teorije o potovanju hitreje-od-svetlobe. Imenovala se je »Advanced Quantum/Relativity Theory Propulsion Workshop«. Na njej so pregledali možnosti za oblikovanje črvin, tahionov (delcev, ki so hitrejši od svetlobe), uporabo Casimirjevega efekta, kvantumskih paradoksov in fiziko dodatnih dimenzij vesolja. Udeleženci so ugotovili, da je še veliko neraziskanih poti in področij, ki bi z bodočimi raziskovanji lahko omogočili medzvezdno potovanje hitreje-od-svetlobe. Tako sedaj astronomi iščejo možne vhode v naravne črvine in iščejo negativno maso ob njih. Raziskujejo, če svetloba potuje hitreje znotraj Casimirjevega prostora (cavity). Prav tako ugotavljajo, če ima nevtrino imaginarno maso in kako to vpliva na pojav ali zaznavo tahionom podobnih lastnosti ali celo možnosti, da tahioni kot delci hitrejši od svetlobe dejansko obstajajo.

ALI LAHKO NAREDIMO MEDZVEZDNI POGON?

Odgovor je: Žal, v bližnji ali napovedljivi bodočnosti to ni mogoče. Vendar ta nikjer ne nasprotuje fiziki vesolja, oz. kakor jo sedaj razumemo. Sedaj smo nekako na prehodu iz domneve v hipotezo. Napoved WARP pogona bo možna takrat, ko bodo nastali novi prodori v našem fizikalnem znanju. Bistvena sta dva pogoja in sicer kontroliranje gravitacije in preseganje omejitve hitrosti svetlobe.

TOREJ, KJE SO ZDAJ VSI TI NEZEMLJANI?

Verjetno so tam nekje v vesolju na svojih planetih ali pa na potovanju med njimi. V našo mirno dolino morda še niso zašli. Verjetno bolj po naključju, kot namenoma. Lahko, da je tam zunaj kakšen "strašen zmaj", ki jih ne pusti mimo. Lahko popolnoma napačno razumemo vesolje.

Morda pa so že bili tukaj in smo jih proglasili za bogove.

Vedeti je potrebno, da je najnovejša teorija našega doktorskega študenta astronomije v Ameriki pokazala, da se zvezde rojevajo na enem koncu galaksije, umrejo pa na čisto drugem in da njihove orbite okrog centra galaksije niso stalne. Mogoče se zvezde z naseljenimi in s civilizacijami obdarjenimi planeti približujejo in oddaljujejo. Ko so dovolj blizu pride do obiska, sicer pa vsi čakajo na naslednjo možno priložnost.

Da bi imeli potem na voljo "strašna" orožja, ki bi nas zasužnjila za vse večne čase, pa sploh ni verjetno. Za to, da bi nekdo razstrelil planet bi potreboval enormno količino energije. Pa še uporabiti ga potem ne bi mogel.



Slika 14 - Gospodovo veličastje (Jahvina slava), vesoljsko božje plovilo iz Biblije kot jo vidi Branko Hiršl, strojni inženir iz Zagreba na podlagi pričevanja preroka Ezekiela. Če mu gre verjeti, je bil Jehova Nezemljan, ki nas je obiskal okrog leta 4000 pred našim štetjem in se vpletel v človeško zgodovino.

Trenutno nimamo druge možnosti, kot da se zakopljemo v znanost in iščemo odgovore na vsa vprašanja. Nekoč se bo (spet) zgodil obisk Nezemljanov pri nas. Ali še bolje, mi bomo obiskali Nezemljane!