

KAKO NAJKRAĆE STIĆI DO KINE?

Ili prilog za raspravu teoriji relativiteta

*Postoje neki drugi svjetovi
Za nas bi bili rajski cvjetovi
O samo da si htjela pobjeći
Ovako stisni zube ne plači*

Priljavo Kazalište, Tu noć kad si se udavila

Volim da čitam SF, a jedan od mojih omiljenih pisaca je Artur Klark. Njegova dela imaju popularno naučni stil i ništa tamo nije napisano bezveze. Možda je i zato moj omiljeni pisac jer pretpostavljam da sve što stavi na papir mora imati bar nekog naučnog smisla. Uz to ide i slika budućnosti kakvu ćemo možda imati.

Kakva je to budućnost ljudi, jer Klark se bavi ljudima? Dakle, ako prethodno sami sebe ne uništimo (što je vrlo moguće), u daljoj budućnosti čeka nas tehnološka utopija u kojoj će planete (Sunčevog sistema) imati ulogu država; sa jednog na drugi kraj Zemlje stizaće se za 15 minuta; biće moguće oporaviti čak i ljude koji su već *sigurno* umrli; religija više neće biti potrebna, niti Bog jer ljude će tehnologija osloboditi strahova, a neće biti ni potrebe za podelama. Ovaj tehnološki, racionalistički raj ipak ima jedno ograničenje – **brzina svetlosti nikada neće biti pređena!** Jedan drugi naučopopularni autor, Karl Segan, u svom kapitalnom delu Kosmos tvrdi da bi prevazilaženje brzine svetlosti proizvelo mnoge nerešive paradokse, koje je teorija relativiteta jedva već nekako rešila.

Ja se ovde neću baviti paradoksima kakvi se suprotstavljaju oživljavanju umrlih, nestajanju *vere* u neki viši princip ili opštem bratstvu (demokratiji) među ljudima. Tema je brzina svetlosti i mogućnost njenog prekoračenja. Ali pre nego što nastavim osvrnuo bih se na neka SF dela.

U uvodu u jedno od svojih dela Artur Klark navodi kako dela tipa *Star Wars* nije smatrao naučnom već epskom fantastikom. Tu je pomenuta i sumnja da je moguće da smo ipak sami u Kosmosu. Lično ne verujem mnogo u teorije tipa *X-files*. Nešto su mi bliže teorije Denikena o vanzemaljskom poreklu ljudi i bogovima-kosmonautima. No, vratimo se na stvar.

Star Wars svakako pre spada u žanr epske fantastike, što ne znači naravno da je delo lišeno smisla. Kod naučne fantastike izdvojio bih dva dela: *Odiseja 2001* i *Dinu*.

Ovo pišem upravo *2001*. Prema onome što je prikazano u *Odiseji* sada bi možda ekspedicija na Marsu otkrivala monolit, a let do Meseca ili svemirskih stanica bio bi prosta stvar. Za deset godina trebalo bi Čovek da ima i ekspediciju na Jupiter. Uz sve to hladni rat bi tutnjao punom parom.

Iako je avet mogućeg nuklearnog sukoba otišla daleko sa hladnim ratom (pretao pre 10 i više godina), još je Mars veoma daleko. Možda baš i zbog prestanka hladnog rata!? Ovom digresijom želim ukazati da pristalice naučnog pogleda na SF ne zaziru od razvoja nauke, čak su tu veliki optimisti. Ipak, granica je nekako postavljena na Sunčev sistem. Međuzvezdani letovi smatraju se i dalje uglavnom utopijom.

Drugo delo, *Dina*, polazi od neke daleke budućnosti u kojoj su međuzvezdani letovi normalna stvar, spojeni sa mnogim ograničenjima. Upravo logična celovitost i zaokruženost ovih ograničenja daje delu neprevaziđenu vrednost. Hiperkosmički let (preko brzine svetlosti) je rizičan bez predikcije. To je zato što je nemoguće videti ispred sebe ako se krećeš brže od svetlosti.

Svako presecanje Svemira nemoguće je bez odgovarajuće predikcije. Predikciju su nekada vršili kompjuteri koji su *džihadom* odstranjeni. Jedini drugi način je stvaranje proročanskih mogućnosti kod samog čoveka. Ove sposobnosti »pogleda unapred« omogućava droga Začin (*melanž*) koja uspeva samo na jednoj planeti – Dini. Svemirskim brodovima upravljaju ljudi mutirani na nivo lebdećih crva koji žive u atmosferi melanža na ogromnim brodovima – *navigatori*. Proricanje budućnosti otvara i mnoga druga pitanja kojima se neću ovde baviti. Najbolje je pročitati ovu skupinu knjiga koje je napisao Frenk Hebert.

Pošto smo odali omaž velikanima SF, recimo nešto o organizaciji daljeg rada. Pored ovog uvodnog, tekst je podeljen na još tri neformalna dela. U prvom dajem postavke i značaj teorije relativiteta uz razmatranje vlastite kompetentnosti. U drugom delu je reč o tome šta bi se desilo ako bi ipak prešli brzinu svetlosti. U trećem delu, govorim o mogućim sredstvima za ovakav poduhvat. Ali, pre nego što pređemo na dalje izlaganje kazaću nešto o svojoj poziciji.

Da li sam ja pisac SF-a? Ako bih sebe definisao kao pisca uopšte, to bi bilo kao kad bi neko ko nije zavistan od cigareta rekao za sebe da je pušač. Pisac nije moje zanimanje, ali ponekad nešto napišem. Pri tome do sada nisam pisao neki »teški« SF; nema tu nekih drugih rasa, Zergova, Orgova, Ordosa, Protosa... Jednostavno, radi lakšeg pisanja koristim fantastične elemente kao svojevrsni otklon od realnosti. Sa druge strane, svakako sam ljubitelj fantastike uopšte, počevši od Dartha Vadera, pa nadalje...

Dakle, ako ovo pisanje uopšte ima neki cilj to je: pokazati da sva ona pominjanja »brzine vorpa«, »skoka u hiperkosmos«, kakva nalazimo u delima tipa Star Trek ili Star Wars nisu obične gluposti. Odnosno da će to jednoga dana i biti moguće.

Prvo da raščistim nešto o svojoj kompetentnosti za ono što nameravam. Ja nisam fizičar, ja sam informatičar. Sve ovo pišem kao ljubitelj astronomije i naučne

fantastike. Kako mi je matematički aparat mnogo bliži od fizičkog (moja znanja fizike svode se na gimnaziju), ovde ću se pre svega baviti matematičkim aspektima. Osim toga, teorija relativiteta i jeste pre svega matematička. Nisam imao neke posebne pripreme po pitanju literature, mada to nije isključeno za neki tekst u budućnosti.

Uputno je odmah dati relativističke jednačine. Sve se vrti oko relativističkog korena koji je dat formulom:

$$(1) \quad RK = \sqrt{1-(U/C)^2}$$

Relativistički koren se sukcesivno zamenjuje u sledeće jednačine koje daju uticaj porasta brzine na masu, dimenziju tela i vreme.

$$(2) \quad m = m_0 / RK$$

$$(3) \quad t = t_0 * RK$$

$$(4) \quad l = l_0 * RK$$

Gde je U brzina tela, C brzina svetlosti; m_0 , t_0 i l_0 su masa, vreme i dužina tela u stanju mirovanja; m , t i l su masa, vreme i dužina tela promenjeni pod dejstvom dovoljno velike (relativističke) brzine.

Posmatrajmo dejstvo brzine U na vrednost relativističkog korena, koja se kasnije zamenjuje u jednačinama 2,3 i 4. Pre toga dodaću da je C – brzina svetlosti jednaka 300000km/s, odnosno svetlosti treba jedna sekunda da dodje sa Zemlje do Meseca i 10min da dopre od Sunca do Zemlje. Smatra se da je dejstvo relativističke fizike uočljivo od četvrtine brzine svetlosti. Brzina tela biće predstavljena u odnosu na brzinu svetlosti:

$$U=C/4 \Rightarrow RK=\sqrt{1-(1/4)^2}=\sqrt{1-1/16}=\sqrt{15/16}=\sqrt{15}/4 = 0.982$$

$$U=C/2 \Rightarrow RK=\sqrt{1-(1/2)^2}=\sqrt{1-1/4}=\sqrt{3/4}=\sqrt{3}/2 = 0.866$$

$$U=3C/4 \Rightarrow RK=\sqrt{1-(3/4)^2}=\sqrt{1-9/16}=\sqrt{7/16}=\sqrt{7}/4 = 0.661$$

$$U=0.9C \Rightarrow RK=\sqrt{1-(9/10)^2}=\sqrt{1-81/100}=\sqrt{19/100}=\sqrt{19}/10 = 0.436$$

Ili dato preglednije – za sledeće brzine dobijamo sledeće vrednosti relativističkog korena:

$$U=C/4 \Rightarrow \quad RK = 0.982$$

$$U=C/2 \Rightarrow \quad RK = 0.866$$

$$U=3C/4 \Rightarrow \quad RK = 0.661$$

$$U=0.9C \Rightarrow \quad RK = 0.436$$

Vidi se dakle kako vrednost relativističkog korena opada sa približavanjem svetlosnoj brzini. Kada se ovo zameni u 2,3 i 4 videćemo kako će masa tela rasti, dužina će se smanjivati, a vreme će teći sporije. Tako pri brzini 0.99C telo će biti 20 puta teže, 20 puta kraće, a vreme će mu proticati 20 puta sporije. Da li bi se putnik u zamišljenom svemirskom brodu zaista osećao teže, da li bi časovnik na zidu broda otkucavao zaista sporije? Ni govora! To će biti jasnije posle sledećeg pasusa. Pre toga treba dodati da su ovo »košer« brzine. Svetlosna barijera još nije pređena!

Sada recimo nešto o značaju teorije relativiteta. Brzina svetlosti je data kao neka misaona barijera. Brzine se ne mogu unedogled sabirati. To je zbog toga što ne postoji povlašćeni (jedinstveni) referentni sistem, bar ne u ovom Kosmosu. Ovo je izmenilo pogled na svet! Svi bi rekli da se dečko na skejtu kreće oko zgrade. Međutim, iz njegove perspektive, on stoji, zgrada se kreće. Pitanje je samo ugla posmatranja.

Vratimo se sada našem putniku u vasijskom brodu. Iz njegovog pogleda na svet (referentnog sistema) sve je savršeno u redu. Njegova masa ostaje ista. On dilataciju ne oseća. Posmatraču spolja stvari izgledaju drugačije. Zaista, prilikom usklađivanja superpreciznih časovnika putnika koji su bili u supersoničnim avionima i onih koji su ostali na zemlji, primećeno je izvesno odstupanje. Pre toga mnogi su mislili kako je Ajnštajn bio lud.

Razmotrimo sada putovanje do najbližeg zvezdanog sistema, *Proxima Centaur*, brzinom koja je 99% brzine svetlosti. Sistem je udaljen od matične planete nešto više od 4 svetlosne godine, što znači da bi za put do tamo trebalo oko 50 meseci, ako bi se odmah vratili 100 meseci ili nesto vise od 8 godina. Zaista – ako bi sad ispratili svemirski brod u jednu takvu ekspediciju, mogli bi ga očekivati za 8 godina, naravno ako sve bude u redu. Međutim, samim putnicima u tom brodu prošlo bi samo 5 meseci! *Kakav eliskir mladosti!* Ako bi putovali brzinom još bližoj brzini svetlosti mogli bi obići ceo poznati Svemir za nekoliko godina.

Međutim, kada bi se vratili, zatekli bi ostatke ugašenog Sunca – na matičnom svetu prošli bi milioni godina.

Da li je ovo jedini mogući način obilaska Svemira? Videćemo kasnije da ne mora da znači. Pre toga, razmotrimo šta bi bilo ako bi se kretali tačno brzinom svetlosti.

Saglasno navedenim jednačinama – masa bi postala beskonačna, vreme bi stalo, a dimenzije tela bi se izgubile. Zamolio bih cenjenog čitaoca da ovo zapamti, zatrebaće kasnije.

Šta se kreće brzinom svetlosti – logično *sama svetlost*. Kako foton ima masu mirovanja jednaku nuli (ne postoji ako se ne kreće svetlosnom brzinom), njegova masa je jednaka 0/0, tj neodređena. Problem dimenzija i vremena rešava talasno-čestični dualizam fotona, koji ovde samo pominjem. Za bolje razumevanje potrebno je znati nešto o kvantnoj teoriji – drugoj fundamentalnoj teoriji XX veka koja je utrla put u nauku budućnosti. Još jedna bitna teorija: *bing-bang*, nastanak Kosmosa. Prema toj teoriji Kosmos je nastao iz fantastično zgusnute mase pre mnogo milijardi godina. Ne postoji mesto koje se zove Centar Svemira, bar se do njega ne može stići u poznatim dimenzijama. Upravo zato ne postoji opšti referentni sistem. Kosmos je trodimenzionalna površina lopte. Moguće je krenuti pravo, pa stići na početak putovanja, baš kao i prilikom puta oko ove planete.

Razmotrimo sad, matematički, kretanje brzinom većom od svetlosne brzine. Da ne bismo odmah pobijali teoriju relativiteta, gledajmo na U i C kao na obične brojeve, pri čemu je $U > C$. Kako se prema (1) kvadrat razlomka U/C oduzima od 1 podkorena veličina postaje negativna. Koren negativne vrednosti je kompleksan broj. *Šta ovo znači?*

Kompleksni brojevi se predstavljaju u ravni u kojoj je na x osi prikazan realan, a na y osi imaginaran deo. Ako bi ovo posmatrali u fizičkom pogledu, realna osa predstavlja svet koji znamo, a imaginarna onaj svet koji nam nije *realno* dostupan, koji možemo samo zamisliti (kako samo ime kaže). To bi značilo da bi putnik koji bi prešao brzinu od 300000km/s, koliko

svetlost pređe u jednoj sekundi, jednostavno u tom momentu nestao iz sveta koji ga okružuje. *Njegova masa, vreme i dimenzija postale bi kompleksne vrednosti.*

Pogledajmo to sa aspekta vremena. Ako posmatramo svemirski brod koji je prešao brzinu svetlosti kao poseban referentni sistem videćemo se da se ništa nije promenilo. Časovnik na zidu broda i dalje otkucava isto vreme, baš kao što smo videli dok se brod približavao svetlosnoj brzini. Ali u kom vremenu, u kom *svetu* se nalazi taj svemirski brod.?

U knjizi Kosmos, iako apriori odbija mogućnost prelaska brzine svetlosti, Karl Segan navodi zanimljive pretpostavke o putu kroz vreme. Tamo je prvo genijalno rečeno da svi mi putujemo u budućnost brzinom od jednog dana dnevno. Ubrzavanjem do relativističke brzine moguće je taj put ubrzati (kao što smo videli) tako što bi »lokalno« vreme ostalo isto, dok bi vreme brže proticalo u sistemu iz kojega smo krenuli na put kroz prostor i vreme. Segan odmah nakon toga postavlja pitanje o putu u *prošlost* (pošto je put u budućnost već ustanovljen kao realna mogućnost). Kaže da bi put u prošlost izrodio mnoge paradokse tipa »čovjek sretne sebe u mladosti«, »osujeti svoje rođenje« i tome slično. Ali neki fizičari dozvoljavaju i ovu mogućnost, s tim što bi se ovakav putnik kroz vreme našao u nekom *paralelnom svetu*. Paradoks, povratak u prošlost, paralelni svetovi, sastavni su deo mnogih SF filmova. Vratimo se našoj raspravi.

Korenovanjem negativnog broja dobija se konjugovano kompleksni broj. Ako posmatramo realnu osu kao dimenziju vremena, imaginarna komponenta bi bilo odstupanje od ove ose. Jednostavno, na jednoj osi bi mogli dobiti i negativno vreme, tj put u prošlost, dok bi nam druga osa govorila u kom se paralelnom svetu nalazimo. Naš putnik kroz prostor bi (možda i svojom greškom) prilikom prelaska brzine svetlosti postao i putnik kroz vreme, odnosno putnik u neki drugi, paralelni, svet.

Problem je kako bi se mogli vratiti u realni svet iz koga smo krenuli na put.

Putnik bi se mogao kretati kroz kompleksan prostor i na kraju vratiti se u početni svet kada kompleksna kriva preseče realnu osu. Kretanje po kompleksnoj krivoj moglo bi biti brže od pravolinijskog kretanja kroz realni svet sa relativističkom fizikom. Kako bi mogli stići na određenu tačku? Da li je ovakvo putovanje brzinama većim od svetlosne upravljivo? Da li je moguća navigacija? *Kroz šta* bi smo prolazili na takvom putu? Ne želim ovde odgovarati ni na jedno od ovih pitanja. Kao što rekoh, nisam posebno kompetentan, a čini mi se da ova pitanja prevazilaze opseg današnje nauke. Ovo su, pak, samo neka od pitanja na koja bi morao odgovoriti svako ko bi pokušao krenuti na putovanje prečicom kroz Svemir.

Ipak, pre nego što pređemo na mogućnosti (teoretske) da se svetlosna barijera preskoči, pogledajmo još jednu stvar. Kao što sam već rekao, Kosmos možemo shvatiti kao trodimenzionalnu površinu lopte, slično našoj Zemlji sa dvodimenzionalnom površinom. *Koji je najkraći put do Kine? Jedini odgovor je : kroz središte Zemlje!* Dakle, putovanjem kroz središte Kosmosa izbili bismo najbrže na njegovu drugu stranu. Posmatraču spolja bi izgledalo kao da smo »u zemlju propali«. Na njegovom ekranu bi jednostavno nestali. Ovu frazu bi na matičnoj planeti mogli bukvalno shvatiti. Putnik kroz središte Zemlje bi jednostavno propao u tlo, da bi se na drugom kraju pojavio. Ali šta bi video putnik kroz hiperkosmos na svom ekranu? Da li bi video kako se zvezde pretvaraju u prave linije koje kao strele proleću oko njega? Ovo je popularna predstava u serijalima tipa Star Wars ili Star Trek. Ostaje još pitanje: *kako omogućiti ovaj hiperkosmički skok?*

Crne rupe su često korišćena apstrakcija koja savremenim astrofizičarima omogućava da objasne neke fenomene. Otkriveno je da je masa kosmosa veća od očekivane, svetlost putuje zakrivljenom putanjom. Ceo Svemir je zakrivljen, što odgovara modelu trodimenzionalne lopte. Po definiciji *crna rupa je mesto gde je sila gravitacije toliko jaka da je ni svetlost ne*

može napustiti. Crne rupe nastaju verovatno ekskluzivno *supernovih*, tj umirućih zvezda. Koliko ja znam ovaj fenomen još nije pozitivno dokazan, tj još ne možemo tvrditi da tako nešto uopšte postoji.

Zamislimo »apsolutnu crnu rupu«. Njena masa je neograničena, dimenzije ravne nuli, vreme u crnoj rupi ne protiče. *Da li se crne rupe kreću brzinom svetlosti?* Putniku koji bi preziveo ogromnu gravitaciju, zračenja i slične fenomene bilo bi veoma zanimljivo u takvom mestu. Na kakav bi svet on tamo naišao?

Fizičari pominju i suprotni fenomen – *bele rupe*. Možemo zamisliti kako crna rupa ima samo input, a bela samo output. Prema toj teoriji, u belu rupu ništa ne bi moglo ući, stvari bi mogle samo izlaziti iz nje. Da bi putnik mogao ući u crnu rupu i praktično se teleportovati u belu rupu na sasvim drugom kraju svemira? Brzina, kako je klasična fizika zamišlja u tom slučaju ne bi igrala nikakvu (poznatu) ulogu. Da li bi se moglo proći pored crne rupe i iskoristiti njeno gravitaciono ubrzanje kao što je Voyager iskoristio gravitaciju Jupitera? Da li bi ovakvo ubrzanje bilo dovoljno za hiperkosmički skok? Da li bi se to moglo postići pikiranjem pravo u centar crne rupe?

Ovde nailazimo na tanak led. Ovakvim presecanjem Svemira (presecanjem uopšte), fizičko telo bi nestalo na jednom mestu i pojavilo se na drugom. Da li telo može biti u jedno vreme na dva mesta? Još antički filozofi Elejske škole bavili su se ovakvim pitanjima. Setimo se Zenonovih aporija. Strela se ne kreće prema meti – to je samo privid. Jer u suprotnom ona bi se našla na dva mesta u isto vreme. Iako je izgledalo da je ova teorija prevaziđena kvantna teorija joj daje za pravo. Sva tela se nalaze u diskretnim kvantnim stanjima (strela se nalazi prilikom svog leta u konačnom broju diskretnih tačaka). Da li se strela stvarno nalazi u dva stanja u isto vreme (pošto kontinualnog prelaza nema)? Gde se nalazi strela prilikom kvantnog prelaza iz jedne u drugu tačku? Problem sa presecanjem Svemira je sličan samo mnogo većih dimenzija. Ali to nije jedini aspekt.

Savremeni materijalizam deli materiju na supstanciju (masu) i energiju. Sama masa je tu još podznakom pitanja. U svakom slučaju, formula $E = m \cdot C^2$ prelaz iz mase u energiju. Ono C je pogadjate brzina svetlosti. Moja znanja ne obuhvataju objašnjenje zašto je to tako i kakva je veza ove formule sa ostalim relativističkim formulama. Ono što bih rekao je da su masa i energija direktno povezane. Pretvaranje mase u energiju ne predstavlja nestanak materije iako fizičko telo vidljivo nestaje (anhilira se). Da li je moguće na drugom kraju Kosmosa izvesti obrnut prelaz iz energije u masu? Da li tako funkcioniše tandem crna/bela rupa?

Kako izvršiti anhilaciju mase? Fitičari barataju pojmom antimaterija za koji takođe nije pozitivno dokazano da postoji. Antimaterija predstavlja energetsku strukturu obrnutu materiji. Elektroni su kod nje pozitivno naelektrisani – *pozitroni*. Samo jezgro atoma, protoni, su negativni. Spoj materije i antimaterije rezultirao bi totalnom anhilacijom koja bi proizvela strahovito mnogo energije. Neka čitalac sam izračuna koliko bi se dobilo anhilacijom mase od 1kg! Ovo je opasna igračka koja bi mogla razoriti ceo Sunčev sistem. Da li omogućava put do zvezda?

Drugi izvor ogromnih energija leži u unifikaciji sila. Još je Dubrovčanin Ruđer Bošković dokazivao da materija predstavlja samo zbir privlačnih i odbojnih sila. Svaka struktura : molekul, atom, jezgro atoma, sve do kvantnih veličina (a možda i dalje) predstavlja samo »jezgro + omotač« pri čemu je omotač neuporedivo veći. Možda nigde i ne postoji nekakav kompaktni atom materije. Možda je takvo stanje samo u crnoj rupi.

Ove privlačne i odbojne sile su: elektromagnetna, gravitaciona, nuklearna i nuklearna sila kratkog dometa. U akceleratoria vrši se unifikacija ovih sila. Za sada nije pronađena odbojna gravitaciona sila i to predstavlja veliku nepoznanicu. Smatra se da bi akcelerator potreban za unifikaciju svih sila bio veličine Sunčevog sistema. Ovakav proces oslobodio bi ogromnu energiju. Da li bi to izazvalo novi

veliki prasak, big-bang koji bi stvorio novi Kosmos u okviru postojećeg. Ovoliki izvor energije mogao bi poslužiti za probijanje svetlosne barijere.

I šta reći na kraju? Sva pitanja ostaju otvorena. Možda je sve ovo bio pucanj u prazno, a možda nečega tu i ima. Potpisnik ovih redova smatra da ništa ne treba smatrati kao konačno – pa čak ni teoriju relativiteta!