

Prof. dr. sc. **Dinko Zorović**

Mr. sc. **Robert Mohović**

**Dani Mohović**, dipl. inž.

Pomorski fakultet

Studentska 6, Rijeka

---

## O HIPOTEZI NADSVJETLOSNE BRZINE

### SAŽETAK

Pomorska navigacija oduvijek je koristila svjetlost za uspostavu odnosa s okolinom: bilo da pomorac opaža objekte oko sebe, bilo da očitava podatke s elektroničkih navigacijskih uređaja ili da opaža nebeska tijela te pomoću njih određuje poziciju broda ili kutove.

Dugo je čovjek bio sputan ograničavanjem brzine na brzinu svjetlosti. Genijalnim eksperimentom **George W. Hewit** i suradnici zamislili su tu brzinu za 25%, **L.J. Wang** i suradnici za 300 puta. To nas je nagnalo na razmišljanje jesu li ranije u prirodi postojale brzine veće od svjetlosti, te koje vrijednosti mogu te brzine dosegnuti.

Mišljenja smo da linearne brzine mogu postići do vrijednosti  $\infty \cdot c$ , plošne do  $\infty^2 \cdot c$ , kubne do  $\infty^3 \cdot c$  pa sve do Hilbertove  $\infty^\infty \cdot c$ .

Te vrijednosti brzina ne dovode u pitanje relativističku masu, vrijeme i ostale zakonitosti pod uvjetom da se pojam beskonačnosti odnosi samo na onaj inercijalni prostor kojeg se razmatra.

### 1. UVOD

U pomorskoj navigaciji, plovidbi broda od luke polaska do luke dolaska, zasigurno je najvažnije pomagalo vid. Posebno nekad, ali i danas je vizualno opažanje okoline glavni oslonac u sigurnoj plovidbi. Važnost te činjenice očituje se i u postojanju posebne Konvencije (Konvencija STCW 78/95 Svjetske pomorske organizacije (IMO)) koja u jednom svom dijelu obrađuje područje sigurnog držanja straže.

Ranije je, doista, jedini kontakt kojeg je pomorac mogao uspostaviti s okolinom bio vizualni. Jedino je dubinu mora i svoju brzinu određivao nekim pomagalima, no opet je dobiveni rezultat očitavao vizualno. Sluh je koristio jedino u uvjetima slabe vidljivosti. I danas, kada su sustavi elektroničke navigacije preplavili zapovjednički most, daleko najveći broj podataka se očitava vizualno.

Otiskivanjem pomorca na debelo more u prvim stoljećima prošlog tisućljeća uputila je pomorce na korištenje nebeskih tijela, po uzoru na astronome na kopnu. Pomoću njih se određivala pozicija broda (pa makar samo geografska širina), kurs te se određivala varijacija i devijacija magnetskog kompasa. Astronomska navigacija i danas je ostala važnom, kao faktor sigurnosti u slučaju zakazivanja elektroničkih sustava.

Da bi pomorac mogao koristiti nebeska tijela, treba poznavati njihov položaj na nebeskom svodu: deklinaciju i satni kut. Sadašnji, trenutni položaj nebeskih tijela pomorcu daje Nautički godišnjak tekuće godine. Razlog je tomu što se položaj nebeskih tijela na nebeskom svodu stalno mijenja. Navigator koristi, a i u Nautičkom godišnjaku su prikazani podaci samo najsvjetlijih nebeskih tijela. To su nama bliski Mjesec, nešto dalje Sunce i planeti, no koriste se i sjajna nebeska tijela koja su daleko tisuće godina svjetlosti. Zraka svjetlosti koja sada pada pomorcu u oko je ona odaslana s nebeskog tijela ponekad i vrlo davno. Nautički godišnjaci daju, prema tomu, poziciju nebeskog tijela na nebeskom svodu u suprotnom smjeru od dolazeće zrake u trenutku opažanja, a ne u smjeru stvarnog položaja nebeskog tijela koje je u trenutku opažanja već jako daleko od tog smjera.

Izračuni efemerida u Nautičkom godišnjaku za buduće vrijeme polaze od pretpostavke da se svjetlost giba konstantnom brzinom i da će se tako gibati i ubuduće. Tu konstantnu brzinu eksperimentalno su odredili Michelson i Morley 1881. i 1887. godine, a Einstein je tu činjenicu prihvatio.

Veliki broj godina svjetska znanost je prihvaćala pojam brzine svjetlosti kao gornje granice brzine, vjerojatno pod utjecajem velikog genija. Bio je to podatak o kojem se nije dvoumilo, pokušalo dodatno istraživati.

One koji su pokušali osporiti Einsteina smatralo se u najmanju ruku čudacima. Među takvima bio je npr. i znanstvenik iz naših krajeva M. Knežević.<sup>1</sup>

Na neslaganja uputili su tek satovi na vrlo brzim svemirskim letjelicama koji i nisu baš u potpunosti zadovoljavali zakonitost:

$$t = t_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

gdje je:

$t$  - vrijeme u sustavu koji se kreće

$t_0$  - vrijeme u sustavu koji miruje

$v$  - brzina kretanja pomičnog sustava

$c$  - brzina svjetlosti

Koliko nam je poznato, eksperimentalna asinhronost nije se ozbiljnije razma-

<sup>1</sup> M. Knežević, "125 obljetnica pomorskog školstva u Dubrovniku" - Zbornik radova, Dubrovnik 1977., str. 227.

trala, valjda i stoga što točnost eksperimentalnih podataka nije bila zadovoljavajuća, a možda i stoga što prirodne zakonitosti i nisu baš u potpunom skladu s jednostavnim citiranim analitičkim izrazom. Stojimo na stajalištu da su izrazi za vrijeme i masu općenito takvi kako je to prihvaćeno; neskladi mogu bit vrlo mali.

Odlučni iskorak postignut je eksperimentom **George W. Hewit** i suradnika u kojem je genioznom domišljatošću premašena brzina svjetlosti za  $75 \cdot 10^6$  m/s, odnosno za 25%, a **L.J. Wang** i suradnici su na *NEC Research Institut - Princeton* postigli brzine 300 puta veće od brzine svjetlosti.<sup>2</sup>

Postavlja se pitanje: obara li ta činjenica Einsteinovo relativističko vrijeme i relativističku masu? Ako da, koje su nove zakonitosti?

## 2. CILJ RADA

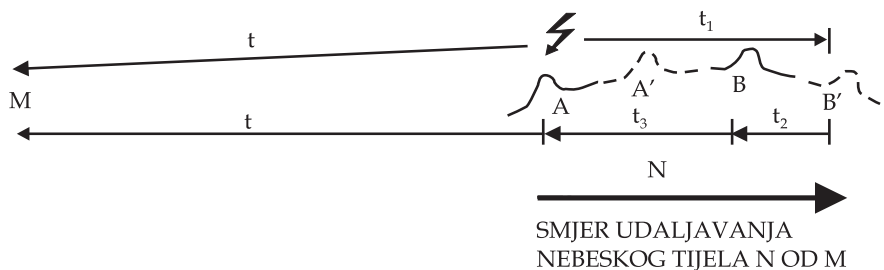
Donedavno izvedenih najnovijih eksperimenata, velike brzine postojale su jedino u Svemiru.

Želi se ukazati da u Svemiru postoje brzine veće od brzine svjetlosti ( $c$ ). Te brzine utoliko premašuju brzinu svjetlosti koliko su veće brzine udaljavanja između dva nebeska tijela. Nadalje, u ovom radu želi se pokazati da su moguće brzine veće od brzine svjetlosti čak i unutar gravitacijskog polja Zemlja/Mjesec te ukazati da su se takve brzine mogle eksperimentalno izmjeriti.

## 3. MOGUĆNOSTI BRZINA VEĆIH OD BRZINE SVJETLOSTI U SVEMIRU

Pretpostavit ćemo da se unutar inercijalnog sustava nebeskog tijela  $M$  (slika 1) nalazi inercijalni sustav nebeskog tijela  $N$ .

*Slika 1. Brzina veća od  $c$  u svemiru*



Neka se nebesko tijelo  $N$  udaljava od nebeskog tijela  $M$  u smjeru strelice velikom brzinom. Ako nad planinom  $A$  zasvijetli munja, svjetlosti će trebati vrijeme:

<sup>2</sup> Wang L.J., Kuzmich A., Dogariu A., Gain-assisted superluminal light propagation, *Nature*, Vol 406/20 July 2000, str.277.

$$T_1 = t$$

da dođe do možebitnog opažača koji se nalazi na nebeskom tijelu  $M$  brzinom  $c$ . Na nebeskom tijelu  $N$ , da bi svjetlost brzinom  $c$  stigla od planine  $A$  do planine  $B$ , treba vrijeme  $t_1$ . No, dok je svjetlost putovala od planine  $A$  do planine  $B$ , nebesko tijelo  $N$  se udaljavalo u smjeru strelice pa je planina  $B$  došla u položaj  $B'$ . Opažač na nebeskom tijelu  $M$  ne može opažati ali "sluti" da je za vrijeme  $t_1$  svjetlost prešla put od  $A$  do  $B'$ , dakle brzinom većom od  $c$ . Da bi opažač na nebeskom tijelu  $M$  vidio odsjaj munje s planine  $B$  u položaju  $B'$ , potrebno je vrijeme:

$$T_2 = t_1 + t_2 + t_3 + t$$

Razlika vremena  $\Delta T$  od kada opažač primi direktnu svjetlost s planine  $A$  i reflektiranu s planine  $B$  u položaju  $B'$  iznosi:

$$\Delta t = T_2 - T_1 = t_1 + t_2 + t_3$$

Kako je:

$$t_1 = t_3$$

a njihove vrijednosti su:

$$t_1 = \overline{AB'} / c' \qquad t_3 = \overline{AB} / c$$

gdje je  $c'$  brzina svjetlosti za opažača na nebeskom tijelu  $M$  na putu na nebeskom tijelu  $N$ .

Izjednačavanjem se dobiva:

$$\overline{AB'} / c' = \overline{AB} / c$$

odatle je:

$$c' = \overline{AB'} / \overline{AB} \cdot c$$

kako je:

$$\overline{AB'} = \overline{AB} + \overline{BB'}$$

to je:

$$\overline{AB'} = \overline{AB} + \overline{BB'} \quad \text{odnosno} \quad c' = \left( 1 + \frac{\overline{BB'}}{\overline{AB}} \right) \cdot c$$

Lako se uočava da je brzina  $c'$  veća od brzine  $c$  za faktor koji je veći od jedinice.

#### 4. BRZINE VEĆE OD $c$ U GRAVITACIJSKOM SUSTAVU ZEMLJA-MJESEC

Malo veću brzinu od svjetlosti, iako vrlo malo veću, mogli su izmjeriti već prvi astronauti Armstrong i Aldrin koji su stali na površinu Mjeseca (nebesko tijelo  $M$  na slici 1.). Za njih je Zemlja nebesko tijelo  $N$  bila u inercijalnom sustavu Mjeseca. Oni su mogli izmjeriti razliku vremena potrebnog da vide direktan odsjaj munje koja je sijevnula nad Učkom i reflektirane svjetlosti s Frankopanskog dvorca u Kraljevici. Nadalje, oni su znali parametre Zemlje: udaljenost od Učke do Kraljevice, linearnu brzinu rotacije Zemlje na geografskoj širini Učka-Kraljevica te brzinu svjetlosti  $c$  na Zemlji.

Neka je nad Učkom zaszjala munja kada je mjesec bio na zapadu. Da bi svjetlost došla do njih na Mjesecu trebalo je vrijeme  $t$ . Svjetlost s munje na Učki udaljavala se na sve strane, pa tako i prema Kraljevici. Kako se Zemlja okretala, Kraljevica se za to vrijeme udaljavala od Mjeseca. Tu svjetlost astronauti nisu mogli opaziti, no opaziti su mogli odsjaj munje sa zidina Frankopanskog dvorca.

Uz prihvaćanje sljedećih parametara:

- udaljenost od Učke do Kraljevice = 28.000 m,
- Michelson - Morley - Einsteinova brzina svjetlosti  $c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ,
- Učka i Kraljevica nalaze se na geografskoj širini  $45,3^\circ \text{ N}$ ,
- Zemlja učini jednu rotaciju za 23h 56min 4,09s,
- opseg Zemlje iznosi 40.064.592 m,
- linearna brzina Kraljevice zbog rotacije Zemlje iznosi  $v = 325,6475 \text{ m s}^{-1}$

da bi svjetlost brzinom  $c$  (za opažača na Zemlji) došla od Učke do Kraljevice, potrebno je vrijeme  $93,3 \cdot 10^6 \text{ s}$ . Za to vrijeme, zbog rotacije Zemlje, Kraljevica se pomakla prema istoku (udaljila od Mjeseca) za put  $s = 0,0304 \text{ m}$ . Astronauti su mogli izračunati veću brzinu svjetlosti na Zemlji od  $c$ , a koja je iznosila:

$$c' = \left( 1 + \frac{0,0304}{28000} \right) \cdot 2,99792458 \cdot 10^8 \quad [\text{ms}^{-1}]$$

## 5. LINEARNA, PLOŠNA, TRO- I VIŠEDIMENZIONALNA BRZINA

Pod linearnom brzinom podrazumijeva se brzina duž pravca.

Da bi se opisalo postizavanje većih brzina od dozvoljenih (ili mogućih), najlakše je poslužiti se vlakom kojemu je na jednoj ravnoj dionici dozvoljena brzina npr. 100 km na sat. U inercijalnom sustavu kojeg čini željeznička pruga, okolno zemljište, zgrade i mjerači brzina, doista neka se vlak kreće brzinom 100 km/sat. Tu brzinu svi opažaju, mjere.

U drugom inercijalnom sustavu - vagonu, putnik sjedi. Njegova brzina prema vagonu je jednaka nuli. No, ako se prošeće hodnikom, tada se on prema svojem inercijalnom sustavu - vagonu, kreće naprijed brzinom od 5 km/sat.

No, prema drugom inercijalnom sustavu - tračnicama, okolnom zemljištu i promatraču u njemu kreće se brzinom 105 km/sat. Dakle, 5 km/sat je premašio dozvoljenu brzinu.

Važno je napomenuti da čovjek mora biti “unutar” svojeg inercijalnog sustava, vagona, koji je, pak, potpuno “unutar” prvog inercijalnog - okoline.

Mora se uzeti da je unutar jednog inercijalnog prostora granična brzina svjetlosti. Potvrđuje to već *Doppler* s istoimenim efektom na Jupiterovim satelitima. I svjetlost s Jupiterovih satelita i astronom *Doppler* nalazili su se unutar istog inercijalnog sustava, našeg Sunčanog sustava.

Da bi moglo doći do zbrajanja brzine, mora jedan inercijalni sustav biti potpuno “unutar” drugog.

Unutar jednog sustava granična brzina je brzina svjetlosti  $c$ . No tu brzinu nemoguće je doseći jer masa postaje beskonačnom. Dakle, ta brzina mora biti nešto manja:

$$v_1 < c$$

Sve okolo prvog inercijalnog sustava u istom smjeru neka se kreće drugi inercijalni sustav. I njegova brzina može narasti tako da bude “tek malo manja” od  $c$ , odnosno:

$$v_2 < c$$

I tako redom. Kako se u jednom smjeru mogu kretati  $\infty^1$  prostora, to najveća moguća linearna brzina iznosi:

$$v < \infty \cdot c$$

Na plohi se brzina može poistovjetiti s “brzinom širenja” uljne mrlje na vodi.

Kako se ploha definira s obim osima, a u svakoj osi brzina može doseći vrijednost:

$$v < \infty \cdot c$$

to za obje osi, dakle, na plohi, brzina može doseći vrijednost:

$$v < \infty^2 \cdot c$$

U trodimenzionalnom prostoru brzina širenja se može usporediti sa širenjem plina u zraku.

Analogijom s dvodimenzionalnim prostorom može se prikazati da brzina trodimenzionalnog prostora može doseći vrijednost:

$$v < \infty^3 \cdot c$$

Slijedeći istu nit razmišljanja i povećavanjem dimenzije prostora na 4, 5, itd., pa sve do Hilbertovog prostora, brzina u Hilbertovom prostoru može doseći vrijednost:

$$v < \infty^\infty \cdot c$$

## 6. BESKONAČNOST MASE

Ne dovodeći u pitanje grubo kostur relativističke mase:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

gdje je:

$m$  - masa u sustavu koji se kreće

$m_0$  - masa u sustavu koji miruje

$v$  - brzina sustava koji se kreće

$c$  - brzina svjetlosti.

Prema tom izrazu slijedi da:

$$m \rightarrow \infty \quad \text{kada} \quad v \rightarrow c$$

Kada bi u jednom sustavu brzina postala jednaka  $c$ , tada bi masa tijela koja se kreće postala beskonačnom. Ona bi tada ispunila cijeli svoj inercijalni prostor. Ne postoji, dakle, mogućnost da se “zbrajaju” brzine dvaju (ili više) izdvojenih inercijalnih prostora te da tada premaše vrijednost brzine svjetlosti  $c$  i masa postane beskonačnom. Svaki inercijalni prostor je jedinka za sebe i u njemu brzina ne može doseći brzinu svjetlosti. Premašiti je može jedino ako su inercijalni sustavi jedan unutar drugog.

## 7. ZAKLJUČAK

- 7.1. Michelson, Marley i Einstein brzinu svjetlosti definirali su najvišom, graničnom brzinom,
- 7.2. George W. Hawit i suradnici procijenili su veću brzinu od  $c$ ,
- 7.3. U prostorima viših dimenzija brzine mogu doseći vrijednosti skoro sve do  $\infty \cdot c$
- 7.4. Pri brzinama koje u jednom inercijalnom sustavu dostižu  $c$  masa postaje beskonačno velikom; ta masa ispunjava cijeli “svoj” inercijalni prostor; ne znamo što se dešava s unutarnjim ili vanjskim prostorima unutar onoga gdje je brzine dosegla  $c$ .

## LITERATURA

1. Knežević M., “125. obljetnica pomorskog školstva u Dubrovniku” - Zbornik radova, Dubrovnik 1977.
2. Wang L.J., Kuzmich A., Dogariu A., Gain-assisted superluminal light propagation, Nature, Vol 406/20 July 2000.
3. Nautičke tablice, Hrvatski hidrografski institut, Split, 1999.

Dinko Zorović  
Robert Mohović  
Đani Mohović



## ABOUT THE SUPER LIGHT TIME HYPOTHESIS

### SUMMARY

Since the beginning of nautical navigation, light has been used by seafarers in establishing the relationship with the surroundings, either in the observation of surrounding objects or in reading electronic navigational equipment, or in the observation of celestial bodies with a view to determining vessel's position or angles.

For a long time man had been bound with speed limitation to light time. By a brilliant experiment, **George W. Hewit** and his companions have increased the speed by 25% and **L. J. Wang** and his companions by 300 times. This has prompted us to question whether there have ever existed natural speeds higher than the light time and what values they could reach.

In our opinion, linear speeds can reach any value up to  $\infty \cdot c$ , plane speeds up to  $\infty^2 \cdot c$ , cubic speeds up to  $\infty^3 \cdot c$  and over to the Hilbert  $\infty^\infty \cdot c$  speed.

These speed values do not make the relativist mass, time and other laws questionable, under the provision that the idea of infinity only refers to the inertial space being under observation.