

## KRESNICE IN SVETILNIKI na nebu

*Pogled k zvezdam na jasnem nočnem nebu vzbuja številne izzive za razmišljanje, tako v matematično-fizikalnem, naravoslovnem kot tudi filozofsko-fantazijskem pogledu. Tokrat se bomo sprehodili po zvezdnem nebu le toliko, da bomo primerjali zvezde med seboj glede njihovega oddanega (izsevanega) svetlobnega toka ali na kratko – glede njihovega izseva. Presenečeni boste. Gledamo mirne, drobne in dobre zvezde, pa sploh ne vemo in ne vidimo, kaj se skriva zadaj, kakšne skrivne lastnosti pravzaprav imajo zvezde. To odkrijejo šele natančne raziskave zvezd. Zdi se nam, da na nebu opazujemo same pridne in prijazne drobcene lučke, dejansko pa tam med njimi mrgoli kresničk, baterijskih lučk, leščerb, sobnih luči, uličnih svetilk, avtomobilskih luči, raznih svetilnikov in tako naprej.*

Zvezde, ta večja ali manjša sonca v globinah vesolja, na nočnem nebu pa vidne kot drobne svetle pike, se med seboj razlikujejo po številnih značilnih lastnostih (parametrih), najbolj pa po njihovem izsevu. Največji astronom antike, stari Hiparh, za omenjeno lastnost, da imajo zvezde različen izsev, niti slučajno ni mogel vedeti. Je pa vedel, ker je dosti opazoval, da zvezde različno sijajo, ene močnejše, druge šibkeje, da imajo različen sij. Zato jih je po tem, kakšen očesni občutek ima človek, ko jih opazuje s prostim očesom, torej po siju, razvrstil v šest razredov ali magnitud. Najsvetlejša zvezda je imenoval zvezda prve magnitude, manj svetle zvezde druge magnitude, še manj tretje magnitude, potem četrte, pete magnitude, s prostim očesom komaj vidne zvezde pa šeste magnitude. Ta razvrstitev zvezd po siju v bistvu velja še danes. Le skalo sijev so razširili na obe strani, tako za svetlejša nebesna telesa od zvezd prve magnitude (npr. za Venero v največjem siju, Luno, Sonce) in tudi za šibkejša nebesna telesa od zvezd šeste magnitude, vidna le z daljnogledi.



**Hiparh (2. stol. pr.n.š.) je v svojem katalogu 1022 zvezd razporedil zvezde po siju na 6 razredov – magnitud.**

Je sij zvezd mogoče izmeriti? S tem vprašanjem so se začeli ubadati v času rokokoja (18. stol.). Na vprašanje niso znali odgovoriti pritrdilno. Znali so le meriti svetlobni tok zemeljskih svetil. To je bilo že veliko. Iznašli so svetlomer (fotometer), ki so ga astronomi pozneje razvili za moderne načine merjenja sijev zvezd. Dve različni svetli svetilki so premikali na različne oddaljenosti toliko časa, dokler nek predmet (na primer kos ravnega hrapavega obarvanega papirja), na katerega sta svetilki sijali ločeno, ni bil od obeh svetilk enako osvetljen. Iz znanih oddaljenosti svetilk od predmeta in znanega oddanega svetlobnega toka prve svetilke so nato izračunali svetlobni tok druge, neznane oziroma raziskovane svetilke.

Zvezd ni mogoče premikati sem in tja in na podoben način izmeriti njihov sij. Dolga je bila pot od rokokojevskega preprostega primerjanja svetlobnega toka zemeljskih svetil do natančne astronomske fotometrije – merjenja sijev zvezd. Šele okoli leta 1860 so izdelali prvi uporaben svetlomer za merjenje sijev zvezd, in sicer z znamenito sliko umetne zvezde, ki jo je posredovala svetilka (petrolejka) v obliki točke, odbite v zorno polje daljnogleda poleg slike zvezde. S posebnim vijačnim mehanizmom je bilo možno sij svetilke uravnati tako, da sta bili obe svetli točki v zornem polju daljnogleda - prava in umetna zvezda - enako svetli. Iz zasuka vijaka so nato razbrali vrednost za sij zvezde.

Takšen način merjenja sijev zvezd s prostimi očmi je bilo zamudno (samo pomislite, koliko zvezd je na nebu in za vsako tak dolg postopek za ugotovitev njenega sija) in tudi dolgočasno opravilo. Potem je astronomom prišlo na misel, da bi namesto določanja sijev zvezd s prostim očesom (vizualni sij zvezd) sij zvezd izmerili iz njihovih slik na fotografski plošči (fotografski sij zvezd) - v enem trenutku nekaj sto ali tisoč svetlobnih pik na eni sami fotografiji. Na fotografsko ploščo so ob številnih slikah zvezd hkrati nanесли skalo očrnenosti fotografske plošče (fotometrični klin) in izdelali občutljiv svetlomer, s katerim so merili velikost (premer) fotografskih slik (krožcev) zvezd. Tako je bilo mogoče ugotavljati fotografski sij tudi najbolj drobnih in oddaljenih zvezd, česar oči niso zmogle. Pozneje so merili še vrsto drugačnih sijev, toda še vedno niso neposredno izmerili kakega izseva zvezde.



**“Kako svetle smo?”**

Zdaj pa povejmo naravnost. Sij zvezd lahko izmerimo, izseva pa ne moremo izmeriti, lahko ga le izračunamo. Treba je vedeti, da sta sij zvezde in izsev zvezde dve različni svetlobni količini. Prva je povezana z magnitudo zvezde, to je s sprejetim svetlobnim tokom z zvezde, druga pa z vati (W), to je z oddanim svetlobnim tokom zvezde. Po domače: sij zvezde je tisto, kar vidimo na nebu (navidezno), izsev pa tisto, kar zvezda v sekundi izseva svetlobe v prostor (resnično).

Ne bomo se spuščali v dolg in zelo zahteven prikaz zgodovine meritev vseh mogočih sijev zvezd. Bistveno je, da so astronomi našli obrazec, po katerem iz izmerjenega (znanega) sija zvezde izračunamo gostoto svetlobnega toka, ki z zvezde pade (pride) na Zemljo. S tem podatkom in z znano oddaljenostjo zvezde pa lahko vedno izračunamo izsev zvezde (Opomba:  $\text{izsev zvezde} = \text{gostota vpadnega svetlobnega toka z zvezde} \times 4\pi \times (\text{oddaljenost})^2$  – obrazec lahko takoj pozabite, če niste matematični tip; če pa ste, ga lahko s pridom uporabite). Tako lahko neka neugledna šibka zvezdica, ki je zelo oddaljena od nas, oddaja več svetlobnega toka, oz. ima večji izsev kot sijajni Sirij v naši neposredni bližini (gl. spodnjo sliko in še podpis k njej).



Del zimskega zvezdnega neba z velikim zimskim nebesnim trikotnikom, ki ga oblikujejo svetle zvezde Sirij, Betelgeza in Prokijon. Poiščite ozvezdje Orion, v njem zvezdo Betelgezo in po njem še zvezdi Sirij in Prokijon. Na fotografiji so prikazane številne zvezde z različnim sijem, kar pa ni prikaz njihovih izsevov. Poglejte sliko natančno. Vse tri omenjene svetle zvezde imajo skoraj enak sij (groba primerjava), a zelo različen izsev: Sirij v oddaljenosti 9 svetlobnih let seva za 25 Sonc, Betelgeza v oddaljenosti 650 svetlobnih let seva za 20.000 Sonc, Prokijon v oddaljenosti 11 svetlobnih let za 7 Sonc. Sij nikoli ne more biti merilo za izsev, ker je izsev odvisen tako od gostote sprejetega svetlobnega toka kot tudi od oddaljenosti zvezde. Zvezda ima lahko šibek sij, ker pa je zelo daleč, ima zato zelo velik izsev.

Ko izračunamo izseve zvezd, lahko po izsevu zvezde primerjamo. To zglada tako, kot če bi zvezde postavili v enako oddaljenost in bi neposredno ugotavljali, katera seva močnejše ali šibkeje od druge. Preglednica približno prikazuje, kako velik je izsev nekaterih zvezd oz. kako se nekatere zvezde po izsevu razlikujejo med seboj.

Zvezda	Izsev zvezde glede na Sonce	Primerjava z znanim svetlobnim virom
S Doradus, Antares, Rigel, Betelgeza, Deneb	10. 000 do 500. 000	svetilnik
Kapela, Arktur, Regul	100	100 vatna žarnica
Sonce	1	sveča
Sirijeva spremljevalka	1/100	razžarjeno oglje
Rdeča pritlikavka	1/50000	kresnica

Če bi torej zvezde lahko postavili v enako oddaljenost, bi najšibkejša zvezda proti najsvetlejši zgladala kot kresnica proti svetilniku. Razlike v izsevu zvezd so tako ogromne, da jih lahko doumemo le na takem praktičnem primeru. Zvezda z oznako S Doradus (S – super velikanka) še vedno velja za zvezdo z največjim znanim izsevom, to je okoli 500.000 izsevov Sonca. Seva v eni od sosednjih galaksij, v Velikem Magellanovem oblaku, v oddaljenosti 170.000 svetlobnih let. Če bi stala na mestu Sonca, bi v najkrajšem času segrela Zemljo za nekaj tisoč stopinj. Zemlja bi zgorela, se spremenila v pepel in plin. Zvezda z najmanjšim izsevom pa bi se na oddaljenosti Sonca

videla komaj tako, kot košček tlečega oglja na nekem oddaljenem hribu. Če bi ta bila naša dnevna zvezda, bi se temperatura na Zemlji zagotovo kmalu spustila do absolutne ničle. Zrak bi se pretvoril v tekočino, vse na Zemlji bi globoko zledenelo in vse živo bi umrlo. Imamo kar srečo, da nam je narava za naše Sonce dodelila vesoljsko luč s povprečno zmernim izsevom.

Toda tale zvezda, S Doradus, ki sveti v južnem ozvezdju Zlata riba, je res od sile. Nadomešča skoraj pol milijona naših Sonca. Zdi se neverjetno. A tako je. Meritve in računi to pokažejo.

Številke v preglednici so orientacijske, slike pa so s spleta.

Kranj, 16. december 2015

*Marijan Prosen*