

*Sonce, Luna, planeti, zvezde, ... so vesoljska telesa, saj se gibljejo v vesolju. Vidimo pa jih na nebu. Zato jim rečemo tudi nebesna telesa. Človek je že zelo zgodaj začel razmišljati o bistvu nebesnih teles, posebno glede njihovih oddaljenosti od Zemlje. Na nekaj takih razmišljanj v različnih zgodovinskih obdobjih se spomnimo v tem spisu.*

## **To in ono o vesolju v zadnjih 25-tih stoletjih**

Najprej se bomo podali v antično Grčijo, potem skočili v srednji vek, obdobje zadnjih dvesto let v zvezi z oddaljenostjo zvezd in galaksij in še čim pa bomo na kratko pregledali na koncu.

### **Antika**

Že okoli petsto let pr. n. š. je starogrški filozof Anaksagora v Atenah trdil, da je Sonce ognjena skala, večja od peloponeškega polotoka, in da je oddaljeno od Zemlje najmanj 20 000 km. Za Luno je menil, da so na njej gore in doline in da sveti z odbito Sončevo svetlobo, ki pada nanjo. Anaksagoro so obsodili brezboštva in bogokletstva. Kot krivoverec je moral zapustiti Atene.

Na nebu običajni ljudje opazujejo Sonce, Luno, planete in zvezde, včasih komete, toda tam astronomi zaznavajo tudi zvezdne kopice, galaksije, vesoljski prah in plin - meglice, rdeče orjakinje, bele pritlikavke in druge tipe zvezd, nevtronske zvezde, pulzarje in še kvazarje, črne luknje in celo nevidno temno snov, katere resnična fizikalna narava je še vedno velika skrivnost ali uganka današnjega časa, ker je sestavljena iz nam neznanih elementov in naši snovi podobnih stvari.

V antiki in srednjem veku so verjeli, da na nebu, no, v "nebesih" prebivajo ali počivajo tudi bogovi oziroma krščanski bog, angeli in svetniki.

Grški filozofi so naravne zakone poskušali pojasnjevati razumsko, medtem ko so navadni ljudje ali tudi misleci v drugih družbah verjeli, da včasih v zemeljske dogodke posegajo ali jih celo usmerjajo človeku podobna božanstva. Zaradi demokratičnosti grške družbe zanemarjanje bogov navadno ni vodilo v politične obsodbe, medtem ko so se v drugih družbah tistega časa nekateri voditelji proglašali za bogove ali pa vsaj za tesno sorodstvo z njimi, tako da so bila takšna razmišljanja lahko že napad na družbeni red. To je imelo za posledico življenjsko nevarnost za tistega, ki je kaj razumsko pojasnjeval. Ko so npr. Anaksagora v Atenah proglasili za brezbožca oziroma bogokletnika, današnji zgodovinarji upravičeno menijo, da je bila to poteza, povezana s

politično borbo državnika in politika Perikleja, ki je bil zelo dober prijatelj Anaksagora.

Grški misleci so razumsko želeli dojeti in pojasnjevati tudi vesolje. Vselej so ga poskušali pojasnjevati na čim bolj razumljiv način. Okoli 400 pr. n. š. so oblikovali mnenje, da vse sestoji iz štirih sestavin: ognja, zraka, vode in zemlje, ki sami po sebi niso sestavljeni iz manjših delcev - elementov. To mnenje je bilo osnova za vso znanost, tja do Lavoisierja okoli leta 1750. Še danes se pogosto omenja v popularnih medijih. Kitajska tradicija ima pet elementov, poleg omenjenih štiri še les kot peti element.

Takšno mnenje je znanstveno napačno. Gre za špekulacijo, ki ni in ne more biti osnova za fizikalno kemijska opazovanja. Špekulativne ideje ne pomenijo čistega ugibanja, so pa vendarle razmišljanje, ki izvira iz globoke domišljije filozofov glede naravnih zakonov in imajo malo povezave z izkustvom. Vendar pa se starim mislecem zaradi tega ne bi smeli posmehovati. Vedeti moramo, da je resnico zelo težko najti ali odkriti. Zato še vedno živimo s številnimi zmotnimi predstavljaji. Toda v matematiki in znanosti je možno z razmišljanjem, sklepanjem, izračunanjem in izkušnjami pridobiti tako stopnjo gotovosti, da ostane razmeroma malo vzrokov za dvom.

Pri večini antičnih mislecev srečamo špekulativne ideje, za katere bi lahko vseeno rekli, da ne zmanjšujejo zgodovinskega pomena. Takšne so npr. Filolajeve, Platonove in Aristotlove ideje glede zgradbe vesolja. Arhimed pa zavzema edinstveno vlogo kot znanstvenik, katerega metode in rezultati raziskovanj imajo večno vrednost, kot na primer zakon o ravnovesju in sili vzgona v vodi, kar je izpeljal z izkušnjami (poskusi) in matematiko. V geometriji je posebno znana njegova fantastična določitev števila "pi", katerega številčno vrednost 3,14... teoretično in praktično uporabljamo še danes. Arhimed je brez dvoma oče moderne znanosti, prvi pravi naravoslovec, ki je dejansko ustvaril fiziko. Zakone mehanike, ki jih je odkril, je uporabil pri vojaških strojih, ki so kar dve leti preprečevali Rimljanom, da bi osvojili Sirakuze.

Vse špekulativne ideje izvirajo iz neustavljive človeške želje po iskanju razlage za vse, kar vidi ali izkusi, na primer glede resnične narave Sonca, ciklov dneva in noči, nastanka vesolja in stvarjenja človeka, življenja po smrti itn. Človek sprejme te razlage delno s svojim razumom, delno pa, ker verjame avtoritetam oziroma karizmatičnim voditeljem. Kritična misel in trdo raziskovalno delo pa lahko postopno vodita do razlag oz. teoretičnih opisov, ki so sami dovolj trdni oz. zanesljivi in se ujemajo z večino pomembnih opazovanj.

Grki so vpeljali teorijo v astronomijo z namenom, da bi čim bolj napredovali pri napovedi leg planetov na nebu ter Sončevih in Luninih mrkov. Predlagali so veliko število možnih sistemov (variant) zgradbe vesolja, dokler ni končno Ptolemajeva avtoriteta zasenčila vse. Nekaj jih bomo omenili.

Anaksimenes iz Mileta je okoli leta 550 pr. n. š. na primer izrekel misel, da je Zemlja zelo širok valj (premer osnovne ploskve naj bi bil štirikrat daljši od višine) in da naj bi jo obdajali trije istosrediščni obroči, ki zapored nosijo Luno, Sonce in zvezde. Obroči naj bi imeli premere 9, 18 in 27 Zemljinih premerov.

Hkrati je Pitagora delno iz matematičnega, delno povsem iz špekulativnega razloga ugotovil, da je Zemlja krogla, saj je menil, da je v vesolju krogla edina idealna oblika telesa, delno pa tudi zato, ker je videl okroglo Zemljino senco na površju Lune pri Luninem mrku.

Okoli leta 350 pr. n. š. je Aristotel postavil Zemljo v središče sveta, tj. vesolja, obdano z istosrediščnimi krogli vode, zraka in ognja, ki ji sledijo krogle - sfere za nebesna telesa. Ta sistem je postal nekakšen temelj za kozmologijo in fiziko naslednjih dva tisoč let.

Homer v svojem epu *Odiseja* omenja, da je "Veliki medved edino ozvezdje, ki se ne okoplje v Okeanu." To ozvezdje namreč leži tako blizu zvezde Severnice, da ostaja pri navideznem kroženju neba vedno nad obzorjem. Tako je v Grčiji. V Egiptu ni več tako. Tam Veliki medved vsako noč za kratek čas potone v puščavski pesek. To je opazil grški filozof Tales iz Mileta, ki se je za kratek čas mudil v Egiptu.

Njegov učenec Anaksimander je iz tega opazovanja pomembno zaključil, da Zemlja ne more biti krožna plošča, kajti sicer bi bil Veliki medved povsod na Zemlji viden nad obzorjem. Zemlja je torej v resnici krogla, ki lebdi v vesolju, nebo pa ima samo po sebi tudi obliko krogle, tj. nebesne sfere, ki je v vseh smereh enako oddaljena od Zemlje.

V starem veku tisoče let ni niti eden babilonski astronom ugotovil, da bi "nebesni zvon" zaokrožil v nebesno kroglo, čeprav so zvezde povsem očitno stoletja krožile noč in dan nad njihovimi glavami. To pomeni, *kako težko je doumeti, ugotoviti in pojasniti tisto, kar gledamo, kar imamo celo neposredno pred očmi.*

Da so obravnavali Zemljo kakor kroglo, je bilo v zvezi s svobodo duha, do katere se je tedaj lahko dokopala edino grška kultura. Odkrili so, da je krogla geometrijsko najbolj perfektna, najbolj čista telesna oblika, ki postane temeljni princip izgradnje sveta in da je nebo po obliki takšno kakor Zemlja. Iz tega spoznanja je nastal pojem sveta pod imenom kozmos - popoln red, absolutna harmonija. Pitagora je to razširil v "harmonijo sfer". Ni se zadovoljil s tem, da se z zvezdami posuta nebesna sfera vrti okrog Zemlje, ampak da znotraj nebesnega svoda kroži še sedem sfer.

Babilonci so odkrili, da Sonce, Luna in pet planetov z različno hitrostjo potujejo prek zodiaka. Vendar po kozmosu ne sme po milji volji tavati nobeno nebesno telo. Tako si je Pitagora izmislil za vsako od sedmero premičnic po eno

kroglasto posodo (lupino, sfero) in povrhu tega še tudi deveto zadnjo, zunanjo sfero, ki vse ostale premika na nek nepojasnen način, po nekem božjem principu. Za takšno vesolje je želel dokazati, da se vsa gibanja v njem stapljajo v neko harmonijo - harmonijo tonov, ki jo je odkril v glasbi. Mislil je, da so različne hitrosti sfer morda odvisne od njihovih medsebojnih oddaljenosti in da so v enakem številčnem razmerju kakor harmonični toni v naravi. Zaradi vsega tega bi bil kozmos tako krasno urejen, da bi lahko kar poslušali harmonično urejeno glasbo z neba oz. prijetno nebesno glasbo za dušo. Te harmonije sfer seveda niso mogli nikoli dokazati niti on niti njegov učenci. Tudi z nobenimi dodatnimi sferami niso mogli doseči harmonije sfer. Astronomskih problemov ne moremo na noben način reševati in rešiti samo z golim razmišljanjem. Nujno so potrebna opazovanja, ki pa tudi še ne pripeljejo vedno do zastavljenega oz. zelenega cilja.

Razmišljanje starih Grkov o zgradbi vesolja je cvetelo v več mestih vzdolž Sredozemlja, od Aleksandrije v Egiptu, kjer so delovali Eratosten, Hiparh, Ptolemaj, do Sirakuz na Siciliji, kjer je ustvarjal Arhimed, če omenimo le dve bistveni žarišči antične naravoslovne misli. Dejavnost na tem območju je bila v dolgem obdobju, vse od okoli 300 let pr. n. š. do približno leta 200 n. š. Čas za zanimanje in razmišljanje o takšnih stvareh je seveda imel zelo ozek del družbe, le zelo redki izbranci, daleč od ljudstva. Njihovo razmišljanje se je pozneje preneslo preko Rimljanov in Arabcev v evropski srednji vek.

Zanimivo idejo o zgradbi vesolja je predlagal Aristarh okoli 280 pr. n. š., da majhna Zemlja obkroži zelo veliko Sonce v enem letu, medtem ko se zavrti okrog svoje osi v enem dnevu in noči (24 urah). Vendar takrat ta osamljena ideja ni dobila široke podpore. Bila je tudi proglašena za brezbožno. Potrebni bi bili celih 1800 let, da je Nikolaj Kopernik (1473-1543) preoblikoval v bistvu isti predlog tako, da je samo premaknil središče vesolja iz Zemlje v Sonce.

Stari Grki so pravilno določili velikost Zemlje. Opazili so, da je določenega dne med letom opoldne Sonce višje na nebu, ko ga gledamo iz južnejših geografskih širin kakor iz severnejših. Iz razlike opoldanskih višinskih kotov Sonca, izmerjenih v različnih krajih na Zemlji, in znani razdalji med njima, je lahko Eratosten okoli 250 pr. n. š. izračunal obseg Zemlje in s tem njen polmer, ko je pravilno domnel, da je Sonce zelo zelo daleč od Zemlje.

Grki so tudi določili oddaljenost Lune od Zemlje. To je naredil okoli 120 pr. n. š. oče astronomije Hiparh po opazovanju Sončevega mrka, ki se je zgodil dne 14. 3. 189 pr. n. š. Iz poročil je zvedel, da je Luna v Helespontu popolnoma zakrila Sonce, v Aleksandriji pa le 4/5 Sonca. Pravilno je sklepal, da je Sonce od Zemlje veliko bolj oddaljeno kakor Luna in je tako z lahkoto izračunal oddaljenost Lune (gl. priloženo preglednico).

Kotno oddaljenost Lune od Sonca pri opazovanju s teh dveh krajev na Zemlji je torej Hiparh uporabil za merjenje oddaljenosti Lune. Podobno metodo uporabljajo danes za merjenje oddaljenosti zvezd. Kot med bližnjo zvezdo in drugo zelo oddaljeno zvezdo se s časom spreminja. Če to upoštevamo pri dveh opazovanjih na razmiku polovice leta, ko je ta kot največji, ker se je Zemlja v pol leta premaknila na nasprotno stran Sonca, kar pomeni, da se je premaknila za 300 milijonov km, lahko ugotovimo oddaljenost bližnjih zvezd. To merjenje pa je zamotano zaradi lastnega gibanja zvezd v prostoru, saj je za razločitev lastnega gibanja zvezd in ugotovitve natančne oddaljenosti bližnje zvezde potrebno več let garaškega opazovanja.

## **Srednji vek**

V srednjem veku krščanska vera ni dovoljevala mišljenja, da je Zemlja krogla in da jo z vseh strani obdaja okrogli nebesni svod. Zemlja je bila zanjo okrogla plošča z Jeruzalemom v sredini, obdana z oceanom, hkrati pa prekrita z nebom, ki ima obliko zvona. Za tem zvonom, na neki celini na vzhodu se je nahajalo kraljestvo blaženih. Ta raj se je razprostiral tudi nad nebom, v nebesih, kjer so angeli upravljali gibanja nebesnih teles. Pri tem je na primer Sonce v času noči vodeno okrog nebesne osi do svojega ponovnega vzida.

Dante je študiral na univerzah v Firencah in Bologni. Zdi se, da je bil dobro seznanjen s stanjem astronomije takratnega časa. Značilno in pomembno zanj je, da je v Božansko komedijo vključil številne astronomske oz. fizikalne vidike v pesniški preobleki, ki je razmeroma dovolj jasna in še kar razumljiva, če seveda beremo sprotne komentarje. Dante potuje skozi pekel, vice in nebesa. Nenavadno in neverjetno je, kako pogosto omenja astronomske osebe.

Dante je moral mimo Luciferja v središču Zemlje, da je vstopil v kanal, ki vodi skozi Zemljo na goro Vice na drugi strani Zemlje. Jahal je na hrbtu svojega vodnika, rimskega pesnika Vergila. Ko je dosegel "okrogolino Luciferjevega kolka" ob središču Zemlje, se je moral obrniti in nadaljevati z glavo pot v nasprotno smer. To naj bi pomenilo, da je tam središče Zemlje. Ko Dante stoji na gori Vice in gleda vzhajanje Sonca, opazi, da bo Sonce zašlo prek njegove leve rame. Vergil torej že zna pojasniti, da je to zato, ker stoji na južni Zemljini polobli.

Opisi primerov so tako nazorni, da bi bilo možno izrisati sliko vesolja, kakršnega so videli Dante in srednji vek, tj. sliko vesolja z Zemljo v središču, obdano s krogli (sferami) Ognja, Lune, Merkurja, Venere, Sonca, Marsa, Jupitra, Saturna, zvezd, kristalne krogle in najvišjega nebesnega kraljestva s svetniki, angeli in bogom. Ta naiven in zelo popularni videz vesolja v času srednjega veka z Zemljo v središču in bogom na robovih oz. skrajnostih pa se ni

skladal s teološkim, ki je zagovarjal, da je bog prisoten vsepovsod in tudi v vseh časih.

Dantejeva slika vesolja z bogom na vrhu pa se sklada s priloženo preglednico, ki prikazuje oddaljenosti vesoljskih teles v nam znanem vidnem vesolju po Ptolemaju in po dejanskih oddaljenostih, ki so sčasoma postale znane dovolj natančno. Brez dvoma je Dante poznal oddaljenosti, ki jih je objavil grški astronom Ptolemaj v svojem slavnem delu *Almagest* okoli leta 150 pr. n. š., saj so bile njegove oddaljenosti splošno sprejete in dobro znane vsemu izobraženstvu, krščanskemu in muslimanskemu.

V antiki se niso vedno strinjali glede razdalj v vesolju in tudi zaporedja planetov. Najdemo različna zaporedja, npr. Zemlja-Luna-Sonce-planeti, Zemlja-Luna-Venera-Merkur-Sonce- ..., Zemlja-Luna-Sonce-Venera-Merkur- ... itn. Soglasje so dosegli šele, ko je Kopernik odločno postavil Sonce v središče: Sonce-Merkur-Venera-Zemlja- ..., pri čemer je bila Luna najbliže Zemlji.

Glasbeno teorijo nebesnih sfer so uporabljali za odkrivanje planetnih tirov, kajti naravne intervale tonov so imeli kot osnovo za zgradbo narave. Harmonija nebesnih sfer je bila pomembni koncept raziskovanja vesolja ves čas od Pitagore do Keplerja, ki je o tem leta 1596 napisal zanimivo delo *Misterium Cosmographicum* (*Kozmografska skrivnost*). Danes vemo, da je povsem napačna, brez povezave z naravnimi zakoni, z astronomijo.

### ***Orientacijska preglednica oddaljenosti v vesolju***

<b><i>Oddaljenost oz. razdalja do</i></b>	<b><i>Oddaljenost, privzeta po Ptolemaju, veljavna do Danteja oz. Tycha Braheja</i></b>	<b><i>Današnja vrednost oddaljenosti</i></b>
središča Zemlje	polmer Zemlje, 6000 km	polmer Zemlje, 6400 km
Lune	33 - 65 polmerov Zemlje	60 polmerov Zemlje
Sonca	1 200 polmerov Zemlje	24 000 polmerov Zemlje
zvezd	20 000 polmerov Zemlje ali 14 milijonink sv.leta	vsaj 4,3 svetlobnega leta
najoddaljenejših zvezd v naši Galaksiji	–	30 000 svetlobnih let
najglobljšega vidnega vesolja	20 000 polmerov Zemlje	13,7 milijarde svetlobnih let
boga, angelov in svetnikov	–	–

Glasbena teorija kot astronomsko raziskovalno orodje je postala nepomembna in povsem odveč po objavi *Pricipov* (leta 1687), slavnega Newtonovega dela, tj. knjige o novi fiziki, ki je prišla na dan, da bi na novo ovrednotila svet in dogajanja v njem. Newton opisuje naravne zakone matematično na osnovi koncepta hitrosti, pospeška, sile, mase, absolutnega časa, absolutnega prostora in gravitacije, kar je bil prej neznan koncept ali vsaj brez natančno opredeljenega pomena. Svoje zakone je postavil na osnovi zakonov gibanja planetov, ki jih je odkril J. Kepler iz Tycho Brahejevih meritev leg planeta Marsa. Newtonovi zakoni so veljavni povsod, na Zemlji in v celotnem vesolju. Do zdaj so jih uporabljali za opis pojavov v naravi, gibanja planetov in strukture atomov. V sodobni tehniki pa jih uporabljajo oz. upoštevajo tudi pri konstrukciji mostov, teleskopov, motorjev, raket, vesoljskih ladij itn.

## Novi vek

Inštrumenti in merilni načini (metode) so temelj našega znanja o vesolju. Preveč prostora bi tu porabili, da bi vse to predstavili. Vseh stvari preprosto tudi ni mogoče opisati niti razumeti. Raziskovanja vesolja nezadržno potekajo dalje. Človek želi, da bi čim več spoznal, čeprav se z vsako razvozlano neznanko pred njim pojavi vse več neznank.

Astronomi so pogosto spreminjali mnenja o razdaljah v vesolju, včasih polagoma, včasih pa je to šlo kar na hitro. Ptolemajevih oddaljenosti so se trdno držali 1800 let, do Tycha Braheja, upošteval jih je tudi Kopernik. Vse se pa zelo hitro spreminja v zadnjih sto, dvesto letih. Ko takšen razvoj neke znanosti spremljamo, bi se skoraj obvezno morali vprašati:

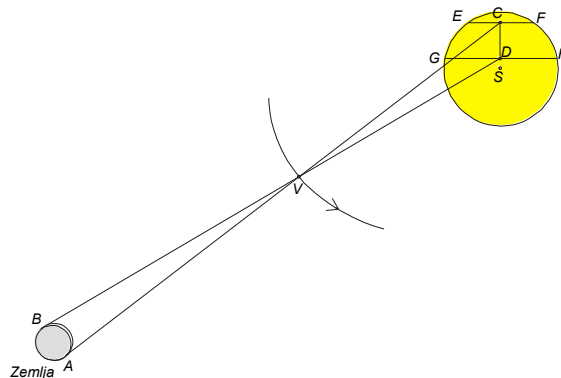
Ali sploh kaj zatrdno vemo? Ali sploh kaj zagotovo drži? Ali se lahko to tako spreminja še naprej? Odgovori pa so: DA in NE.

Polmer Zemlje in oddaljenost Lune od Zemlje so precej pravilno ugotovili že okoli sto let pred našim štetjem. Oddaljenost Sonca pa so lahko kolikor toliko natančno izmerili šele po izumu daljnogleda in njegovi uporabi v astronomskih opazovanjih, kar je prvi naredil Galileo Galilej leta 1610. Toda astronomi so morali še vedno čakati na zelo redek dogodek (pojav), tj. prehod Venere čez Sončevo navidezno okroglo ploskvico (krožec), in poslati odprave v eksotične kraje na Zemlji, da so se tam dokopali do opazovanj, ki so omogočila dobiti tako željeno vrednost razdalje Zemlja-Sonce (astronomsko enoto). To se je prvič zgodilo leta 1761. Za tisti čas je bil način zelo uspešen. Danes pa je ta način povsem pozabljen, kajti zdaj nekatere razdalje v Osončju vrhunsko natančno izmerijo neposredno z odbojem radarskih signalov, ki jih pošljejo z Zemlje proti Luni ali Veneri oz. bližnjim planetom.

Merjenje oddaljenosti zvezd je moralo počakati čas industrijske revolucije. Eden od predpogojev za to revolucijo je bilo tudi poznavanje

naravnih zakonov, kakor jih je opisal Newton leta 1687. Odkar pa je Kopernik leta 1543 zabetoniral, da je Sonce v središču Zemljinega tira gibanja, so astronomi poskušali izmeriti razdaljo do zvezd po letnem premiku Zemlje na njenem tiru. Toda uspehi so prišli šele z razvojem dobrih teleskopov, hkrati pa tudi z odlično izpopolnjenimi matematičnimi metodami obravnavanja opazovanj in njihovih napak. Veliki mojster merjenj in analize opazovalnih podatkov je bil nemški astronom F. W. Bessel (1784–1846). Svojo metodo je uporabil pri zvezdi 61 v ozvezdju Labod. Njegovo skrbno analiziranje in objava rezultata merjenj leta 1838 je prepričala številne astronome, da je dobil pravilni rezultat. Izmeril je, da je zvezda oddaljena 11 svetlobnih let. Ugotovil je torej milijon krat večjo oddaljenost, kakor jo je glede oddaljenosti zvezd zapisal Ptolemaj.

Merjenje oddaljenosti zvezd po njihovem letnem kotnem premiku, torej po letni paralaksi, je bilo od tedaj dalje možno za zvezde, ki so oddaljene od Sonca le nekaj desetink odstotka premera naše Galaksije. Oddaljenosti bolj oddaljenih zvezd ali drugih galaksij danes lahko ugotovijo po drugih metodah, ki jih tu ne moremo navesti.



**Princip merjenja oddaljenosti Zemlje od Sonca (astronomske enote) iz Venerinega prehoda prek Sončeve navidezne ploskvice. S - Sonce, V - Venera, A in B - opazovališči na Zemlji. Astronomska enota je na skici označene z  $|AS| = |BS|$ . Iz kraja A opazujemo navidezni prehod Venere čez Sonce vzdolž tetive ECF, iz kraja B pa po tetivi GDH. Kot, v katerem je z Zemlje viden razmik tetiv CD, je odvisen od razdalje med A in B, oddaljenosti Venere od Sonca in oddaljenosti Zemlje od Sonca. Ta kot je mogoče izmeriti in pri znanih navedenih podatkih nato izračunamo  $|AS|$ , tj. vrednost astronomske enote.**

V zadnjih osemdesetih letih je možno z radijskimi tehnikami in z opazovanjem zunaj Zemljine atmosfere, tj. z umetnimi sateliti, proučevati elektromagnetno sevanje iz vesolja v vseh valovnih dolžinah elektromagnetnega spektra, ne le v ozkem pasu vidne svetlobe, ki je bila osnova za vso dosedanjo astronomijo. Do leta 1960 je veliki petmetrski palomarski teleskop v ZDA lahko zabeležil šibke galaksije dve milijardi svetlobnih let daleč, danes pa iz



Hubblovega vesoljskega teleskopa opazujejo oddaljene galaksije, od katerih je svetloba potovala 13 milijard let in še več, tj. skoraj od časa začetka velikega poka.

Opazovali so tudi sevanje, ki je odpotovalo, ko je bilo vesolje staro komaj slabih 400 000 let, ko je temperatura ognjene krogle velikega poka padla pod 3000 K. To sevanje (prasevanje) so odkrili leta 1964 kot mikrovalove, ki prihajajo od vsepovsod z neba. To vesoljsko sevanje ima zdaj veliko daljšo valovno dolžino, kakor pa takrat, ko je zaradi širjenja vesolja začelo svoje potovanje pred 13,7 milijardami let. To starost vesolja je zelo natančno izmeril satelit WMAP.

Vesolje opazujemo z Zemlje. Svetloba ali katerokoli sevanje, ki ga beležimo, je odšlo od vesoljskega telesa na svojo pot nek trenutek glede na veliki pok pred 13,7 milijarde leti. Ta zelo dolg, toda končen čas, opredeljuje naše kozmično obzorje, ki se zdi kakor sfera s središčem v opazovalcu.

Ves čas smo govorili o oddaljenostih vesoljskih teles v vidnem vesolju, to je v vesolju znotraj našega kozmičnega obzorja. Precej stresno se sliši, da bi bilo celotno vesolje lahko veliko večje. Toda opazovanja z WMAP satelitom kažejo, da je vesolje verjetno končno. V vsakem primeru celotno vesolje nima središča. Vsakemu opazovalcu se zdi približno enako, nekako tako kakor neka velikanska okrogla stvar.

Oddaljeno galaksijo vidimo takšno, kakršna je izgledala, ko je pred nekaj milijardami let z nje odšla svetloba. Temu času bi lahko rekli "čas pogleda nazaj". Oddaljenost galaksije izračunamo tako, da "čas pogleda nazaj" pomnožimo s svetlobno hitrostjo 300 000 km/s. Če opazujemo isto vrsto galaksije na dvakrat večji razdalji, pričakujemo, da bo izgledala dvakrat manjša in štirikrat šibkejša (svetlobni tok pada s kvadratom oddaljenosti). Takšna zakonitost pa velja le do oddaljenosti nekaj sto milijonov svetlobnih let, ne pa za več milijard svetlobnih let. Za tako zelo oddaljene galaksije je potrebno upoštevati še na drugačni način opredeljene oz. definirane oddaljenosti kakor pri oddaljenostih navadnega "pogleda nazaj", da bi naša opazovanja lahko opisali z enakimi zakoni.

Prostor in čas sta opisana kot štiridimenzionalni prostor-čas v splošni relativnostni teoriji, ki jo je postavil Einstein leta 1915. Ta teorija opisuje vesolje brez središča. Nudi nove vrste razdalj v razširjajočem se vesolju, pri čemer splošne značilnosti galaksij lahko obravnavamo skladno tudi na večjih oddaljenostih. Dejansko širjenje vesolja je raziskal E. Hubble leta 1929. Odkril je, da so značilne črte v spektru oddaljenih galaksij pomaknjene proti rdečemu delu spektra, kar kaže na njihovo oddaljevanje od nas, in to pri večjih oddaljenostih z večjo hitrostjo. Ker je hitrost sorazmerna z oddaljenostjo, bi opazovalec v kateremkoli kraju vesolja videl podobno širjenje vesolja.

S teorijo in modernimi opazovanji so dosegli najoddaljenejše dele vidnega vesolja. Med najbolj presenetljivimi rezultati raziskovanj izstopa to, da je masa vseh vidnih stvari, iz katere so na primer zvezde, galaksije ter prah in plin v vesolju, premajhna, da bi lahko pojasnili hitrosti zelo oddaljenih galaksij in jat galaksij. Celotno gravitacijo, potrebno za pojasnitev opazovanih hitrosti, pripisujejo navadni vidni atomski snovi in še neki drugi vrsti snovi, to je temni snovi. Domnevajo, da je desetkrat več temne snovi kakor navadne vidne. Dejansko gibanje galaksij in jat galaksij torej upravlja gravitacija temne snovi. Ta uganka izhaja iz najnovejših opazovanj zelo zelo oddaljenih objektov v vesolju. Prav tako se zdi, da je širjenje vesolja zdaj hitreje, kakor je bilo v preteklosti. Ta učinek pripisujejo temni energiji, ki naj bi pospeševala širjenje. *Temna snov* in *temna energija* sta zdaj neka izraza (pojma), ki ju uporabljajo astronomi, ko poskušajo pojasnjevati velike hitrosti, ki jih opazujejo v gibanju vidne snovi daleč v vesolju. Tu gre za velik izziv sedanji astronomiji in fiziki, da bi poskušali razvozlati pravo fizikalno naravo temne snovi in temne energije.

Zaradi prisotnosti vidne in nevidne temne snovi ter temne energije je vesolje rahlo ukrivljeno. Zaradi prisotnosti temne energije pa se bo verjetno še nadalje širilo vse hitreje in hitreje.

***Kranj – Zlato Polje, 10. 8. 2017***

***Majo Prosen***