

raziskujmo

Bojan KAMBIČ

OZVEZDJА

z daljnogledom 10x50



Kazalo

O daljnogledih in vsem, kar sodi zraven

Daljnogled	2
Stojalo	8
Skrb za optiko	11
Večni boj z vLAGO	15

Nebesna mehankarija

Ozvezdja	20
Seznam ozvezdij	22
Nebesna krogla	25
Merjenje kotov na nebu	30
Sezonske karte	34
Prvi koraki	46

Ta čudovita, oddaljena sonca

Zvezde	54
Dvozvezdja	59
Spremenljivke	64
Barve zvezd	67
Hertzsprung-Russellov diagram in življenje zvezd	72
Najbližje zvezde	92
Kako daleč so zvezde?	94

Nezvezdniki

Zvezdne kopice	102
Planetarne meglice	105
Meglice	106
GalaksiJE	110
Naša Galaksija	114

Še nekaj zanimivosti

Katalogi in seznamni nezvezdnih teles	138
Modeli vesolja	140
Kako daleč lahko vidimo?	147

Zadnji napotki

Priprave na opazovanje	152
Iskanje nebesnih teles	159
O zvezdnih kartah, fotografijah in simbolih	161

Ozvezdja

Andromeda (Andromeda)	164	Mali lev (Leo Minor)	332
Berenikini kodri (Coma Berenices)	173	Mali medved (Ursa Minor)	333
Bik (Taurus)	180	Mali pes (Canis Minor)	336
Čaša (Crater)	194	Mikroskop (Microscopium)	337
Delfin (Delphinus)	195	Orel (Aquila)	338
in Žrebiček (Equuleus)		Orion (Orion)	344
Devica (Virgo)	196	Oven (Aries)	357
Dletce (Caelum) in Ura (Horologium)	205	Peč (Fornax)	358
Dvojčka (Gemini)	206	Pegaz (Pegasus)	359
Eridan (Eridanus)	210	Perzej (Perseus)	364
Golob (Columba)	212	Puščica (Sagitta)	373
Herkul (Hercules)	213	Rak (Cancer)	376
Južna krona (Corona Australis)	220	Ribi (Pisces)	380
Južna riba (Piscis Austrinus)	221	Ris (Lynx)	384
in Žerjav (Grus)		Samorog (Monoceros)	385
Kača (Serpens)	223	Sekstant (Sextans)	394
Kačenosec (Ophiuchus)	233	Severna krona (Corona Borealis)	396
Kasiopeja (Cassiopeia)	246	Strelec (Sagittarius)	398
Kefej (Cepheus)	254	Ščit (Scutum)	414
Kentaver (Centaurus)	259	Škorpijon (Scorpius)	417
Kipar (Sculptor) in		Tehnica (Libra)	426
Feniks (Phoenix)	262	Trikotnik (Triangulum)	428
Kit (Cetus)	265	Veliki medved (Ursa Major)	432
Kompas (Pyxis)	272	Veliki pes (Canis Major)	442
Kozorog (Capricornus)	273	Vodna kača (Hydra)	448
Krma (Puppis)	275	Vodnar (Aquarius)	457
Krokar (Corvus)	285	Volar (Bootes)	462
Kuščarica (Lacerta)	286	Volk (Lupus) in Kotomer (Norma)	465
Labod (Cygnus)	288	Voznik (Auriga)	466
Lev (Leo)	304	Zajec (Lepus)	472
Lira (Lyra)	313	Zmaj (Draco)	476
Lisička (Vulpecula)	318	Zračna črpalka (Antlia) in Jadro (Vela)	480
Lovska psa (Canes Venatici)	322	Žirafa (Camelopardalis)	481

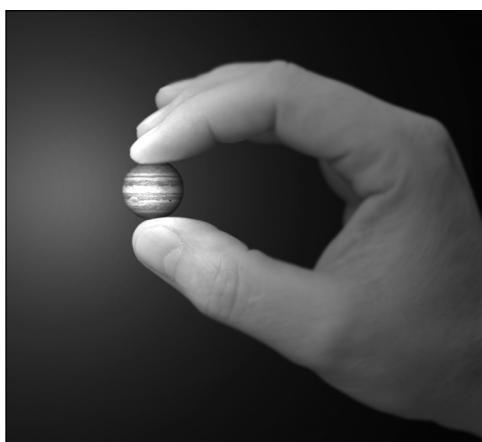
MODELI VESOLJA

Ste se kdaj vprašali, zakaj nimajo v nobenem planetariju na svetu razstavljenega modela vesolja? Modela, na katerem bi si lahko ogledali naše Osončje, njegovo lego v Galaksiji, Lokalno jato, druge jate in nadjate – skratka, vse danes znano vesolje. Odgovor je zelo preprost. Takšen model je nemogoče izdelati. Še več. Nemogoče si ga je sploh predstavljati, tudi če imamo še tako bujno domišljijo. Ko nepredstavljivo velike razdalje skrčimo na takšne, ki si jih je mogoče zamisliti pa postanejo prej predstavljive oddaljenosti nepredstavljivo majhne.

Za začetek naredimo najmanjši možen model Osončja, v katerem bodo planeti še vidni, in poglejmo, kaj se zgodi s preostalim vesoljem. Merkur, ki je najmanjši med planeti (njegov premer je 4880 kilometrov), pomanjšajmo na velikost zrnca mivke s premerom pol milimetra. Tako dobimo model v merilu $1:10^{10}$ (ena proti 10 milijard). Da dobimo pravi model, moramo za enak faktor pomanjšati ne samo vse velikosti, temveč tudi oddaljenosti. Pri tem modelu je Zemlja majhna kroglica s premerom 1,3 milimetra. Luna, ki je nekoliko manjša od Merkurja, je od Zemlje oddaljena 3,8 centimetra. Sonce se skrči v kroglo s premerom 14 centimetrov in je 15

metrov od Zemlje. Tako je jasno, da takega modela Osončja ne moremo postaviti v sobo, niti v večji planetarij ne. Pa smo od Sonca prišli šele do Zemlje. Pri tem modelu je Jupiter velik kot frnikola (premer 1,4 centimetra) in od Sonca oddaljen 78 metrov. Saturn je nekoliko manjši in leži 143 metrov od Sonca. In da bi na pravo oddaljenost postavili Neptun, ki je najbolj oddaljen planet Osončja, moramo pešačiti kar 450 metrov od Sonca in tam postaviti kroglico v velikosti zrna graha (premer 5 milimetrov).

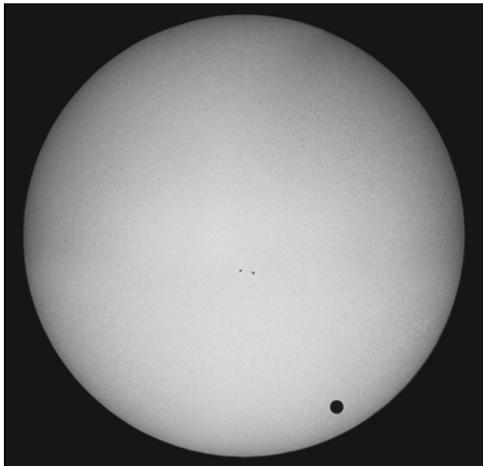
Takšen model lahko v naravi na kakšnem večjem travniku tudi zares naredimo. In ko se od Neptuna ozremo nazaj proti Soncu, bomo začudeno ugotovili, kako prazno je v resnici naše Osončje in kako nenavadna sila je gravitacija. Skoraj pol kilometra od nas leži 14-centimeterska krogla, ki s svojo gravitacijo sili Neptun, da kroži okoli nje. Vse, ki smo si ogledali prehod Merkurja čez Sončeve ploskvico 7. maja 2003 ali prehod Venere 8. junija 2008, so obhajali podobni občutki. A to je primerno merilo in lahko si predstavljamo celotno naše Osončje. Ko pa se ozremo po najbližji zvezdi, hitro ugotovimo, da v ta model ne moremo



Model Jupitra v merilu $1:10^{10}$



Pomanjšajmo Zemljo za 10^9 -krat in dobili bomo kroglico s premerom 12,7 milimetra. Če za enak faktor pomanjšamo še Luno in njeni orbito okoli Zemlje, dobimo 3,5 milimetra veliko kroglico na robu sosednje strani.



Med navideznim prehodom Venere prek Sončeve ploskvice se je veliko opazovalcev začudeno spraševalo, ali je Venera res tako majhna v primerjavi s Soncem. V resnici pa je še manjša, saj tak model ni pravi. Sonce je namreč mnogo dlje od nas kot Venera. Da bi dobili pravo razmerje med njunima velikostma, bi morali Sonce povečati za 3,6-krat.

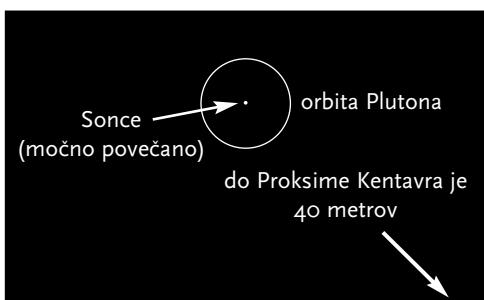
v približno 10 minutah in si jo enostavno predstavljamo, saj jo zajamemo s pogledom. Tako smo prišli do merila $1:10^{18}$. Da dobimo pravi model, moramo za enak faktor pomanjšati tako oddaljenosti kot velikosti. Neptunova tirkica je v tem primeru velika le stotinko milimetra, velikost Sonca pa se meri v nanometrih!

In kje lahko zdaj pričakujemo prve zvezde? Alfa Kentavra je 4,3 centimetra od Sonca. Druge zvezde so raztrošene naokoli v vseh smereh. Najsvetlejša zvezda neba, Sirij, je 8,5 centimetra od Sonca. Do Vege je 25 centimetrov, do Regula 76 centimetrov, do Severnice pa 4 metre. Zvezde Orionovega pasu so oddaljene od 8 do 13 metrov.

Od svetlejših zvezd nočnega neba sta najdlje od nas Delta in Eta Velikega psa. V našem modelu je prva 17 metrov, druga pa 30 metrov od Sonca. Vidimo, da so svetlejše zvezde tudi razmeroma blizu nas, čeprav to ni pravilo. Do središča Galaksije je 270 metrov, središčna odebelitev pa v premeru meri okoli 150 metrov. Disk naše Galaksije je v tem modelu v povprečju debel 20 metrov, v ob-

zajeti ničesar, kar leži zunaj Osončja. V tem merilu ($1:10^{10}$) je najbližja zvezda Alfa Kentavra, ki je nekoliko večja od našega Sonca, oddaljena kar 4000 kilometrov. Zdaj smo še le lahko začuden! Območje Galaksije, v katerem prebivamo, je še bolj prazno od našega Osončja. In resnici na ljubo, tudi drugod po Galaksiji ni veliko drugače. Pri modelu, kjer komaj vidimo najmanjši planet, so zvezde nepredstavljivo daleč. Naša Galaksija na primer bi bila v tem modelu velika kar 100 milijonov kilometrov, od nas do njenega središča pa bi bilo približno 27 milijonov kilometrov. Malokdo lahko trdi, da si predstavlja tako velike razdalje. Težavo rešimo s tem, da izdelamo več modelov v različnih merilih, od katerih je vsak primeren za prikaz določene dela vesolja.

Da bi naredili model naše Galaksije, ki si ga lahko predstavljamo, moramo povečati merilo. Zamislimo si, da je naša Galaksija velika en kilometer. To je razdalja, ki jo prehodimo



V tipični galaksiji, kot je Rimski cesta, so zvezde zelo daleč narazen v primerjavi z njihovimi velikostmi. Na sliki smo orbito Plutona pomanjšali kar za 10^{15} -krat. Svetloba, ki prihaja iz središča, pripada Soncu, ki je v tem merilu veliko le 0,0014 milimetra. In celo v tem primeru je najbližja zvezda, Proksima Kentavra, 40 metrov stran!

močju, kjer prebivamo mi, pa je njegova debelina le 5 metrov! Okoli Galaksije se širi halo. Njegov gostejši del, v katerem najdemo večino kroglastih kopic, je v tem modelu krogla s premerom 2 kilometra, posamezne kroglaste kopice pa najdemo vse do 2 kilometra od središča (to je v krogli s premerom 4 kilometre). V notranjem delu haloja je približno 150 kroglastih kopic, ki si jih lahko predstavljamo kot sijoče krogle, velike okoli enega metra. Najlepša in med opazovalci s severne Zemljine poloble najbolj priljubljena je M 13 v Herkulu. V našem modelu leži 240 metrov od Sonca, in ima premer 1,4 metra. Ker je dvignjena visoko nad ekvatorialno ravnino Galaksije, jo tudi v modelu najdemo 200 metrov nad tlemi. (Ker si težje predstavljamo višine kot razdalje po tleh, si pri modelu pomagajte z znanimi višinami okoliških hiš, stolpnic ali bližnjih hribov.)

Ne smemo pa pozabiti, da so v tem merilu tudi največje zvezde mikroskopsko majhne. Če bi se lahko dvignili nad model, bi videli čudovito, svetlo spiralno galaksijo s prečko. Seveda pa to, kar vidimo, niso diski posameznih zvezd, temveč le njihova svetloba. Razdalje med zvezdami so namreč veliko, veliko večje od njihovih velikosti.

Recimo, da si Galaksijo v tem merilu še lahko predstavljamo, zaplete pa se, ko se ozremo po najbližji večji galaksiji – M 31 v ozvezdju Andromede. Najdemo jo kar 28 kilometrov stran! Naš model v merilu $1:10^{18}$ nas je pustil na cedilu in znova moramo vse pomanjšati.

Zamislimo si, da je premer naše Galaksije vsega 12 centimetrov, natanko toliko, kot je premer CD diska. Celo razmerje med velikostjo in debelino je kar pravo. Tako smo prišli do merila $1:10^{22}$. Če hočemo iz CD-ja narediti pravi model Galaksije, moramo v središču prilepiti kroglečico velikosti 1,5 centimetra, ki predstavlja središčno odebelinev. Misel, da bi v tem modelu videli posamezne zvezde, je brezupna. Pomanjšana za faktor 10^{22} so ta telesa vstopila v kraljestvo podatomskih delcev! Pri tej velikosti lahko v Galaksiji ločimo le središčni del in spiralne krake, ki se vijejo okoli. Od Sonca do središča Galaksije je le 2,8 centimetra. Kroglast halo galaktičnih kopic je podoben nekaj sto raztresenim zrnjem mivke v krogli s premerom 24 centimetrov. Prej omenjena kroglasta kopica M 13 v Herkulu je v tem modelu velika vsega desetinko milimetra in leži le 2 centimetra nad diskom.

Najprej sestavimo Lokalno jato. Andromedina galaksija, ki v premeru meri 24 centimetrov, je 2,5 metra oddaljena od naše Galaksije. Spiralna galaksija M 33 v Trikotniku leži v isti smeri in je le nekoliko dlje. Približno 50 pritlikavih galaksij, ki si jih lahko predstavljamo kot kosme vate, je raztrošenih vsenaokoli. V tem merilu bi bila večina zbrana v krogli s premerom 3 metre, posamezne članice pa najdemo tudi do 8 metrov stran. Toda, pozor! Nekaj najbliž-

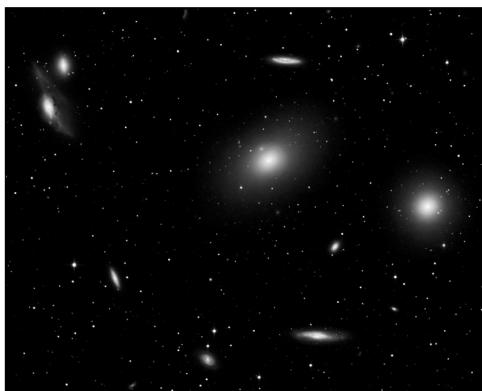


Model naše Galaksije, narejen iz CD-ja. Vidi mo lahko le razporeditev svetlobe po galaksiji in ne posameznih zvezd, ki so v tem merilu že v podatomskem svetu.

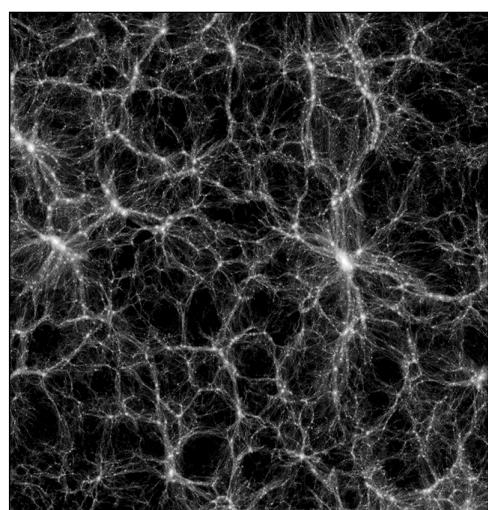
jih drugih jat najdemo le 10 do 12 metrov stran. To pa je razdalja, ki je primerljiva z velikostjo naše Lokalne jate!

Kot smo videli, so razdalje med zvezdami ne-primerljivo večje od njihovih velikosti. Če je Sonce povsem povprečna zvezda in je v modelu, kjer je naša Galaksija velika 12 centimetrov, deset tisočkrat manjše od atoma, mora biti takšen model naše Galaksije videti zelo prazen. V nasprotju s tem so razdalje med galaksijami in med jatami galaksij bolj primerljive z njihovimi velikostmi. Zdaj lahko bolje razumemo, zakaj so trčenja med zvezdami v naši Galaksiji izjemno redka, med galaksijami pa pogostejša. Druge jate so raztrošene naokoli v vseh smerih. Njihove velikosti so različne – od manjših skupin, kot je naša, do resnično velikanskih jat, v katerih je združenih na stotine in celo tisoče galaksij.

Za zgled si oglejmo lego in velikost ene večnih in bližnjih jat, Jate v Devici, v kateri je kar



To znano fotografijo jate v Devici lahko imamo tudi za model te jate v merilu 1:10²³. Vidimo lahko, da so razdalje med galaksijami v jati primerljive z velikostjo posameznih galaksij. Povprečna oddaljenost med njimi je približno deset galaktičnih premerov. V nasprotju s tem so zvezde v Sončevi soseščini med seboj oddaljene kar za 100 milijonov povprečnih zvezdnih premerov.



Če bi lahko vesolje pogledali od daleč, bi videli, da jate galaksij (posamezna jata je na tej računalniški sliki predstavljena s piko) niso naključno raztrošene po prostoru, temveč sestavljajo spužvasti gobi podoben vzorec – širijo se kot stene okoli velikanskih, praznih prostorov.

okoli 2000 članic! V tem modelu je jata velika 7 metrov, od nas pa je oddaljena okoli 60 metrov.

Jate in nadjate pa niso naključno raztrošene po vesolju, kot so mislili nekdaj. Od leta 1989 je znano, zahvaljujoč številnim velikim pregledom neba in kartiraju tisočev galaksij, da te skupine, če jih pogledamo od daleč, sestavljajo vzorec, podoben spužvasti gobi – jate in nadjate galaksij se širijo kot stene okoli velikanskih praznih prostorov. V našem modelu so te votline velike okoli 100 metrov. Pa primerjajte to z velikostjo velike Jate v Devici, ki meri le 7 metrov!

Kozmologi ocenjujejo, da je današnja velikost vesolja okoli 93 milijard svetlobnih let. V našem modelu je to krogla s premerom 93 kilometrov. Si jo lahko predstavljate?

Da bi lahko prikazali danes znano vesolje od našega Osončja naprej, smo morali zgraditi tri različne modele. A pri tem smo se v našem razmišljanju preprosto izognili pomembne-

mu dejstvu. Zgradili smo model vesolja, ki je mirujoč in zato nespremenljiv. Pomanjšali smo le prostor, ne pa tudi četrte dimenzije – časa. Pravo vesolje pa je seveda dinamično. Lune krožijo okoli planetov, planeti okoli sonca, zvezde krožijo okoli središč galaksij ... Zvezde se rojevajo in umirajo, prihaja do eksplozij supernov. Vse galaksije v jatah se gibljejo okoli skupnega težišča. In poleg vsega tega se celotno vesolje širi. Galaksije bežijo druga od druge in, če pogledamo iz katerekoli galaksije, se nam zdi, kot da vse druge bežijo proč – čim bolj so oddaljene, tem hitreje se odmikajo, kot bi bile pritrjene na neviden, napihujoč se balon. In kot kažejo najnovejši opazovalni podatki, se širjenje vesolja celo pospešuje!

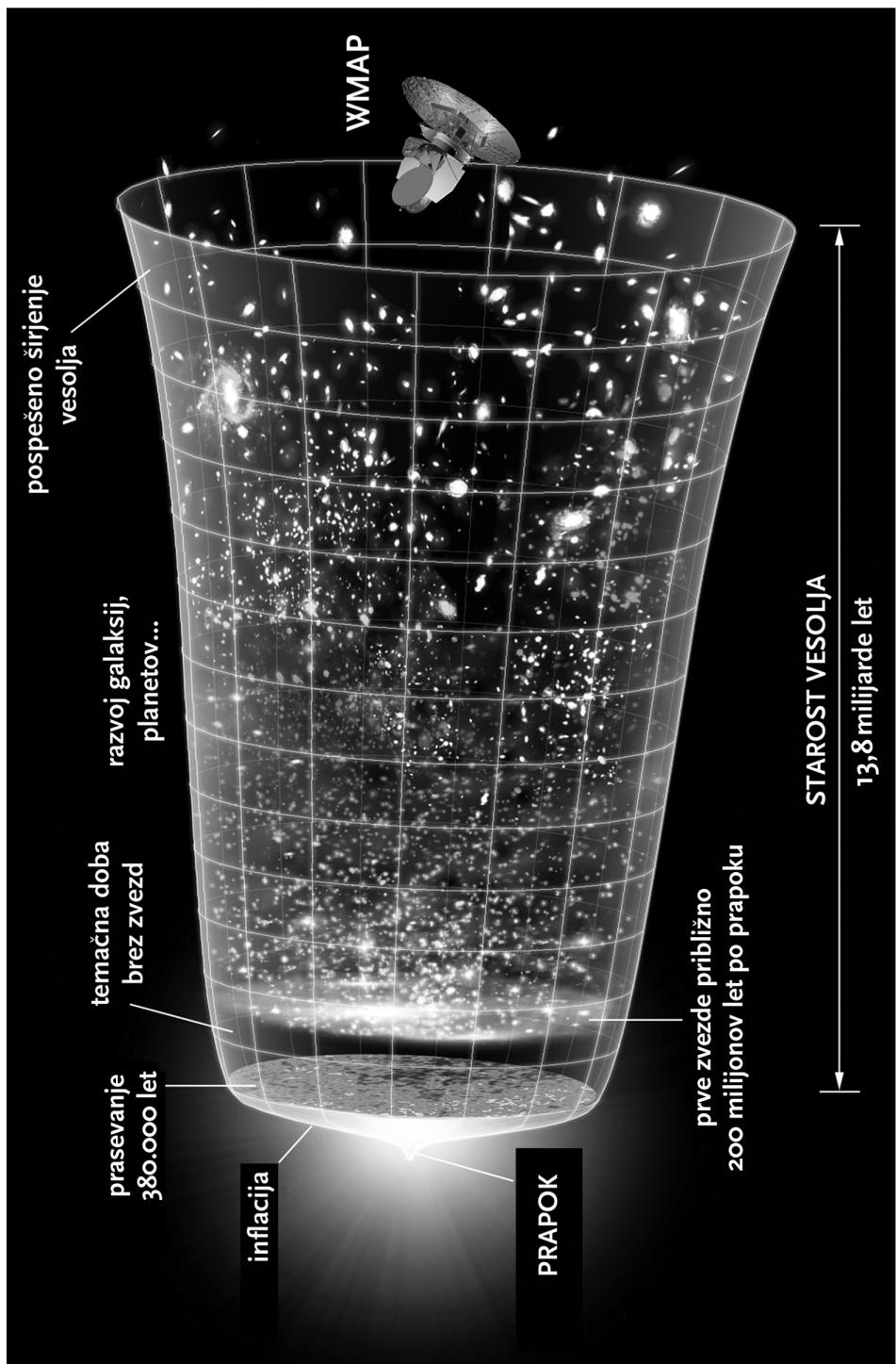
MODEL V ČASU

Moderna kozmologija je dobila temelje šele v 20. stoletju, ko je Albert Einstein objavil splošno teorijo relativnosti, ko je Edwin Hubble odkril širjenje vesolja in ko sta se razvili jedrska fizika ter fizika delcev. Šele v zadnjih letih pa smo dobili tudi bistvene opazovalne podatke, ki so podlaga današnje slike nastanka in razvoja vesolja.

Naše razširjajoče se vesolje se je razletelo iz izredno gostega in vročega stanja ob prapoku. To je bila gosta, vroča in neprozorna mešanica snovi in sevanja, ki je napolnjevala ves prostor. A mlado vesolje se je hitro širilo in redčilo in je v nekem trenutku postal prozorno za sevanje, ki se je razbežalo po prostoru. Daljni odmev tega pomembnega trenutka vidimo v prasevanju (tudi mikrovalovno sevanje ozadja), ki obliva ves prostor, in sta ga leta 1965 odkrila Arno Penzias in Robert Wilson. To je elektromagnetno valovanje v območju mikrovalov, ki prihaja iz vseh smeri neba in se natanko ujema s sevanjem telesa, ki bi imelo temperaturo nekaj manj kot -270 stopinj Celzija. V prasevanju vidimo svetlobo, ki je nastala vsega 380.000 let po prapoku. Pomembno pa je zato, ker daje nekatere ključne kozmoloske informacije. Ohranilo je namreč vzorec oziroma razporeditev nehomogenosti v mladem vesolju, iz katerih so se kasneje izoblikovale galaksije in jate. To je obenem tudi meja, do katerih lahko astronomi vidijo v mlado vesolje!

S satelitom COBE so v začetku devetdesetih let 20. stoletja kozmologi prišli do karte prasevanja in odkrili majhne, a pomembne razlike v temperaturi v različnih smereh. COBE je sicer lahko zelo natančno merit majhne razlike v sevanju, toda njegova ločljivost je bila slaba. Kozmologe pa je mučilo vprašanje, kaj se skriva v finejši prostorski porazdelitvi prasevanja, saj je iz nje mogoče sklepati na obliko prostorčasa in na razmere v mladem vesolju. Začetne nehomogenosti, ki so nastale ob rojstvu vesolja, bi se namreč morale videti tudi v prasevanju. Zato je NASA sredi leta 2001 izstrelila satelit WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe). Prvi rezultati tega vesoljskega observatorija so bili objavljeni v začetku leta 2003. WMAP je veliko natančnejše kot COBE merit prostorska odstopanja v temperaturi prasevanja in kozmologi so njegove rezultate strnili v nekaj bistvenih podatkov o vesolju:

- Vesolje je staro 13,8 milijarde let. Napaka te meritve je manjša od odstotka.
- Vesolje sestavlja 4,6 odstotka navadne snovi, 22,8 odstotka temne snovi in 72,6 odstotka temne energije.
- Inflacijski model napihovanja zelo mladega vesolja z veliko gotovostjo drži.
- Prasevanje se je po prostoru razletelo 380.000 let po prapoku.
- Prve zvezde naj bi v vesolju nastale 200 milijonov let po prapoku.
- Vesolje se bo pospešeno širilo v nedogled.



Zdaj pa si oglejmo, kakšno bi bilo videti dinamično vesolje, če bi tudi trajanje dogodkov skrčili za enak faktor kakor dimenzije – to je za faktor 10^{22} !

Če predpostavimo, da se je naše vesolje pred 13,8 milijarde let razletelo v prapoku – in če le trepnemo z očesom, smo zamudili tako rekoč vse! Če celotno zgodovino vesolja skrčimo za faktor 10^{22} , smo iz 13,8 milijarde let dobili le štiri stotisočinke (0,00004) sekunde! Celotna zgodovina vesolja od prapoka do današnjega stanja zdrvi mimo nas v delčku sekunde.

Če se nam prostor zdi neverjetno prazen, se zdi čas, skrčen v enakem merilu, neverjetno hiter. In kot smo se pri modelu vesolja morali zateči k različnim merilom, se moramo enako odločiti tudi pri času.

Spremenimo merilo našega modela razvoja vesolja in si zamislimo, da smo vse trajanje skrčili za faktor $1,38 \cdot 10^{10}$. Vsa zgodovina vesolja se je tedaj odigrala v enem letu.

Veliko pomembnih stvari se je zgodilo prav ob prapoku 1. januarja. O prvih treh minutah (pravega) vesolja so bile napisane debele knjige. V našem modelu se je vse skupaj odigralo v zanemarljivo kratkem času. Kmalu po velikem poku se je model vesolja že ohladil in gromozansko razširil v skoraj enakomerno morje vodika in helija ter postal prozoren za svoje lastno sevanje. Takšnega ga vidimo, ko gledamo mikrovalovno sevanje ozadja. Še vedno je 1. januar, preteklo je 15 minut.

Vesolje se je še naprej širilo in postajalo vse hladnejše in vse bolj redko. 5. januarja je nastala prva generacija zvezd. Najmasivnejše od njih so v svojih jedrih začele pridelovati težje elemente in jih že po treh urah razsejale v prostor med silnimi eksplozijami supernov. Ti elementi so se pomešali med vodik in helij in postali sestavni del novih generacij zvezd.

Prve galaksije ali vsaj заметki, iz katerih so prve galaksije nastale, so nastali konec januarja. Kmalu je bil ves prostor preplavljen z njimi in nastale so spužvi podobne strukture, ki smo jih omenili prej. Njihovo širjenje je krojila temna snov.

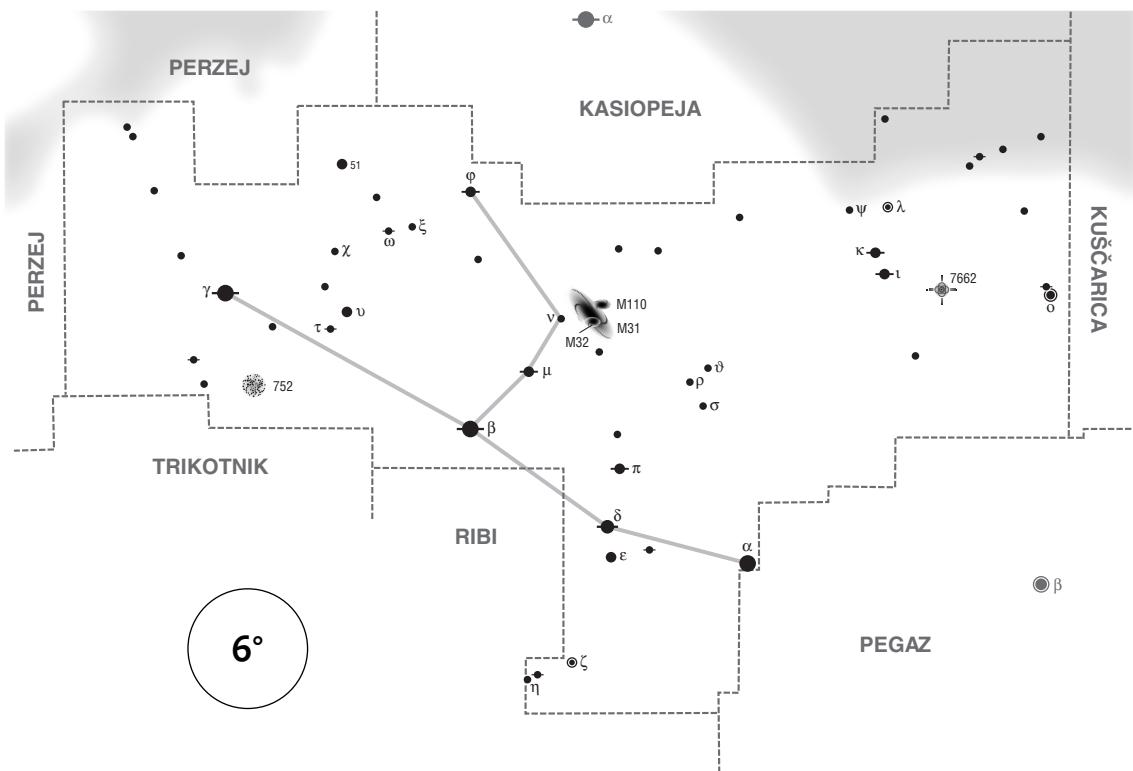
Če bi se znašli v vesolju konec julija, ne bi opazili še nič domačega. A na mestu, kjer bo kasneje nastalo naše Osončje, bi sredi plinskih in prašnih oblakov videli veliko in masivno rdečo orjakinjo v zadnjih fazah svojega življenja. Avgusta je eksplodirala kot supernova in dobra premešala okoliško meglico ter jo obogatila s težjimi elementi.

V začetku septembra je v najgostejšem delu megllice začelo nastajati naše Osončje. Že 3. septembra je v njenem središču zasijala pravkar rojena zvezda – naše Sonce. 7. septembra so okoli njega že krožili protoplaneti in čistili preostali drobir na svojih tirnicah in v okolici. To je tudi dan, ko lahko rečemo, da se je rodila naša Zemlja. Do 23. septembra se je že toliko ohladila, da je na njenem površju lahko bila tekoča voda.

Konec septembra je v oceanih nastalo prvo življenje – preproste bakterije, ki ne potrebujetejo kisika. 10. oktobra končno naletimo na nekaj znanega – modro-zelene alge. Veliki plazilci mezozoika so začeli po Zemlji laziti 23. decembra in so 30. decembra opoldan izumrli. 31. decembra ob 22. uri se razvijejo prvi človečnjaki. Vsa pisana zgodovina od Babilona do danes je trajala le zadnjih 14 sekund. Pred 0,9 sekunde je Galileo prvič pogledal v nebo s teleskopom in prav toliko je v tem modelu stara moderna astronomija! Ko tako pogledamo na čas, moramo priznati, da smo v razmeroma kratkem obdobju raziskovanja vesolja dosegli zelo veliko.

In natanko ob polnoči je izšla ta čudovita knjiga, ki jo pravkar prebirate, in že v naslednji sekundi je bila razprodana!

ANDROMEDA (ANDROMEDA)



Andromeda je veliko in pomembno jesensko ozvezdje severnega neba. Razteza se od Pegaza v smeri proti Kapeli (Alfa Voznika). Najsvetlejše zvezde so Alfa ali Sirah, oranžnordeča Beta ali Mirah in zlatorumena Gamma (vse 2^{m1}) ter rumenooranžna Delta (3^{m3}).

OZVEZDJE KULMINIRA

v začetku septembra	v začetku oktobra	v začetku novembra
ob 2. uri	ob polnoči	ob 22. uri

Alfe na nebu prav gotovo ne moremo zgrešiti. Zvezda predstavlja severovzhodno oglišče Pegazovega asterizma Veliki kvadrat. V starejših zvezdnih atlasih in celo v nekaterih sodobnih tabelah jo bomo našli pod imenom Delta Pegaza, saj so zvezdo šele kasneje priključili k Andromedi kot Alfo. Je 55. najsvetlejša zvezda na našem nebu, oddaljena 97 svetlobnih let, njen izsev pa je približno 100-krat večji od Sončevega.

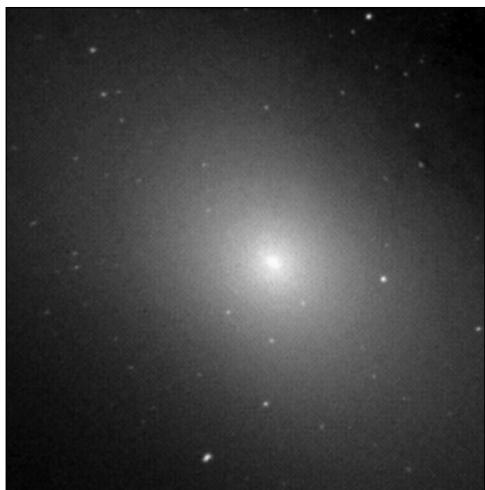
Beta ali Mirah je 57. najsvetlejša zvezda na našem nebu, rdeča orjakinja, 200 svetlobnih let oddaljena od nas. Njen izsev je 410-krat večji od izseva našega Sonca. Je dvojna zvezda. Spremljevalka 14. magnitudo je 30 ločnih sekund (p. p. 234°) oddaljena od Bete in je pritlikava zvezda, katere izsev je kar 800-krat manjši od Sončevega. Zvezdi sta gravitacijsko vezani in predstavljata pravo dvozvezdje. Spremljevalke v daljnogledu ne vidimo.

Gama je 61. najsvetlejša zvezda na našem nebu. Je čudovita dvojna zvezda, ena najlepših, kar jih lahko vidimo v manjših teleskopih. Svetlejša zvezda (2^m3) je zlatorumene barve (nekateri opazovalci so jo opisali kot rahlo oranžno), šibkejša (5^m0) pa je zelenomodra. Barvni kontrast je izrazit in ga še poudarimo, če okular pomaknemo nekoliko izven gorišča, da sliki zvezd nista ostri, temveč rahlo razmazani. Zvezdi sta navidezno razmagnjeni 9 ločnih sekund (p. p. 63°), njuna medsebojna lega pa se zadnjih 200 let ni prav veliko spremenila. Para v daljnogledu ne ločimo. Gama Andromede je v resnici četverozvezdje, saj je vsaka od obeh zvezd tudi sama dvojna. To zanimivo večzvezdje je od nas oddaljeno 356 svetlobnih let, skupni izsev zvezd pa prekaša Sončevega za kar 1250-krat.



Slavna Andromedina galaksija M 31 ($3^m4/178' \times 63'$) je zagotovo najlepši objekt v ozvezdju. Je najsvetlejša in najbližja od vseh velikih galaksij in edina druga galaksija, ki jo lahko brez težav vidimo s prostim očesom. Leži približno stopinjo zahodno od zvezde Ni, v jasni, brezmesečni noči pa je videti kot majhen, podolgovat oblaček nežne svetlobe. Galaksija je videti podolgovata zato, ker jo vidimo skoraj z roba. Le za 15 stopinj je nagnjena na ekvatorialno ravnino. Le z žalostjo v srcih si lahko predstavljamo, kakšen čudovit nebesni objekt bi bila, če bi jo lahko videli v vsej njeni velikosti, torej v smeri njene vrtilne osi. Bila bi skoraj okrogle, njeni spiralni rokavi pa bi se ovijali okrog svetlega, gostejšega jedra. In na našem nebu bi bila seveda veliko večja in svetlejša.

Ob odličnih opazovalnih razmerah se bo v daljnogledu galaksija raztegnila v približno 4 stopinje dolgo ovalno liso svetlobe z dobro vidno svetlejšo središčno zgostitvijo – pogled, ki zagotovo razočara marsikaterega opazovalca na začetku kariere, ki galaksijo vidi prvič. Vzrok za to je v njeni razvilitosti. Ko beremo o Andromedini galaksiji, so zraven vedno pridevnički kot najsvetlejša, največja, najbližja, čudovita, spektakularna ... Kljub temu da je najbližja, je še vedno zelo, zelo daleč, predaleč, da bi lahko z daljnogledom videli kaj več! Na robu galaksije ne moremo ločiti posameznih zvezd, pa če je teleskop še tako velik in opazovalne razmere še tako idealne. V večjih amaterskih teleskopih je vidnih nekaj temnih prog plinov in prahu, nekaj najsvetlejših kroglastih kopic in morda ena ali dve svetli plinski meglisci. Vse drugo, kar krasi slike Andromedine galaksije, pa se pokaže le na fotografijah, posnetih z dolgimi časi osvetlitve. Pri gledanju »v živo« nas Andromedina galaksija očara le, če vemo, kaj gledamo! Ko galaksijo občudujemo na nočnem nebu, ne gledamo le najbolj oddaljenega objekta v vesolju, ki ga še vidimo s prostim očesom, temveč gledamo tudi naj-



V daljnogledu je Andromedina galaksija videiti kot nekaj stopinj velik megličast oval s svetlim jedrom. Zagotovo se boste strinjali, da nič kaj zanimivo. A meglena lisa je lahko še kako zanimiva, če vemo, kaj gledamo!

dlje v preteklost (s prostim očesom). Svetloba, ki ta trenutek prihaja v naše oko, je galaksijo zapustila pred 2,93 milijona leti, torej v času, ko so po Zemlji hodili prvi človečnjaki! Andromedina galaksija se je pojavila na kartah veliko prej, kot so se pojavili prvi teleskopi. Poznamo jo vsaj od leta 964. Takrat jo v svoji knjigi *Knjiga zvezd stalnic* prvič omenja perzijski astronom Abd-al-Rahman Al Sufi. Imenoval jo je Mali oblak.

S teleskopom si je Mali oblak prvi ogledal Simon Marius leta 1611 ali 1612. Kmalu zatem

so se pojavile tudi prve hipoteze o tem, kaj naj bi meglica bila. Nekateri astronomi so menili, da je to meglica, sestavljena iz žarečih plinov. Drugi so bili prepričani, da se iz meglice rojava nova zvezda s planetnim sistemom in da so razmere v njej podobne kot takrat, ko se je rojevalo naše Osonče. Razdalje do meglice seveda niso poznali. Šele spektroskopske analize svetlobe so porušile vsa takšna ugibanja. William Huggins je leta 1864 nedvoumno dokazal, da oddaja svetlobo Velike Andromedine meglice, kot so jo takrat imenovali, množica posameznih zvezd. Veliki teleskopi s konca 19. in začetka 20. stoletja in hitri razvoj astrofotografije so spektroskopske analize potrdili. Na fotografijah so se na robu Andromedine meglice lepo videle posamezne zvezde. Toda s tem nam skrivnostna meglica še ni izdala vseh svojih skrivnosti. Astronomi so namreč še vedno mislili, da je to sicer zelo oddaljen oblak zvezd, ki pa leži v naši Galaksiji.

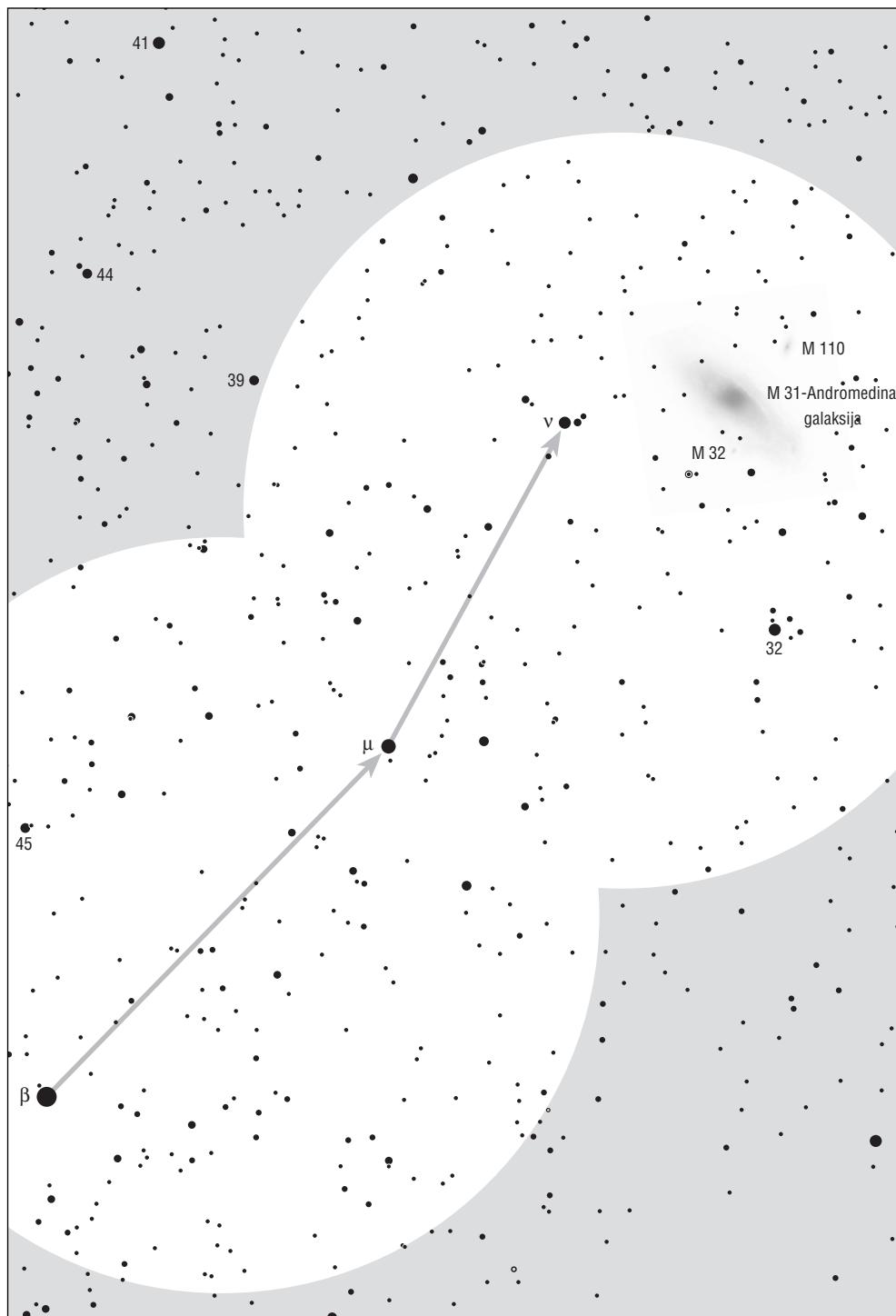
Leta 1917 so dokončali 2,5-metrski Hookerjev reflektor na observatoriju Mount Wilson v ZDA, ki je bil takrat največji teleskop na svetu. Edwin Hubble (1889–1953) je na fotografijah Andromedine meglice, posnetih s tem teleskopom, lahko prepoznal nekaj kefeid in iz znanе zvezе med periodo utripanja in absolutnim izsevom teh zvezd določil njihovo oddaljenost in s tem oddaljenost Andromedine meglice. Rezultat prvih meritev je bil tako neverjeten, da Hubble kar nekaj dni ni prišel k sebi. Znova in znova je preverjal meritve in račune in vedno znova je dobil enak rezultat – Andromedina meglica je od nas oddaljena 900.000 svetlobnih let! Hubble se je verjetno počutil tako kot skoraj sto let pred njim Bessel, ko je ugotovil, kako nepredstavljivo daleč so najbližje zvezde.

Rezultat je osupnil tudi vse astronome, ki so se leta 1924 zbrali v Washingtonu na rednem srečanju Ameriške astronomske zveze, kjer je Hubble objavil svoje odkritje. Spoznanje, da Mali oblak oziroma Andromedina meglica ne leži v naši Galaksiji, temveč je v resnici prostrana galaksija, združba številnih zvezd, podobna naši Rimski cesti, je pomenilo konec ugibanj o pravi naravi meglice. Hkrati pa je bil to začetek novega, še bolj razburljivega poglavja v zgodovini astronomije, polnega čudovitih odkritij. Kaj hitro se je namreč izkazalo, da je Andromedina galaksija, kakor so jo po novem imenovali, ena najbližjih galaksij, da leži tako rekoč na našem vesoljskem dvorišču, da so druge galaksije še veliko bolj oddaljene od nje. Vesolje je postalо še bolj prostrano in še bolj prazno.

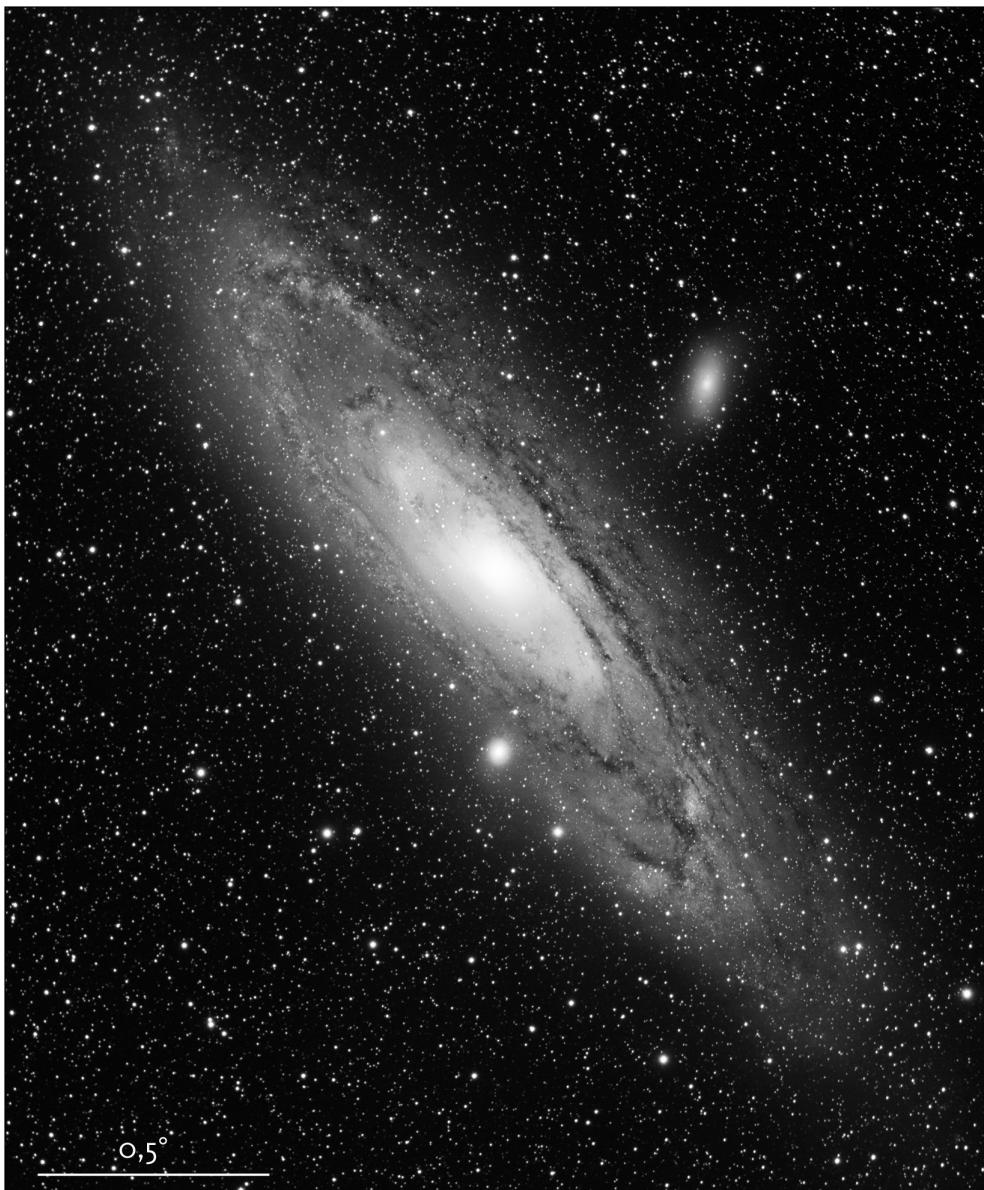
Danes vemo, da je bila Hubbleva ocena za oddaljenost Andromedine galaksije veliko prenizka. Natančnejša merjenja kefeid s 5-metrskim teleskopom na Mount Palomarju in boljše



Al Sufjeva karta Andromede in Rib z vrisanim Malim oblakom, označenim s črko A.



poznavanje absorpcije svetlobe v medvezdnih prostranstvih naše Galaksije so pokazali, da je galaksija kar 2,2 milijona svetlobnih let oddaljena od nas. To številko lahko najdemo v večini astronomskih knjig 20. stoletja. A tudi ta ni čisto pravilna. Najnovejša vrednost, ki so jo dale analize merjenj astrometričnega satelita Hipparcos v devetdesetih letih 20. stoletja, je 2,54 milijona svetlobnih let!



Andromedina galaksija s svojima eliptičnima spremljevalkama M 32 (pod jedrom galaksije) in M 110 (večja, rahlo ovalna lisa svetlobe nad galaksijo)

Andromedina galaksija je članica naše Lokalne jate in je največja v tej skupini galaksij, v katero sodijo tudi naša Galaksija, spiralna M 33 v Trikotniku in še cel kup manjših. S prvimi meritvami velikosti Andromedine galaksije so dobili za njen premer 110.000 svetlobnih let. Novejše ocene, dobljene na podlagi občutljivejših meritev, so pokazale, da je galaksija skoraj dvakrat večja. Njen premer je malo manjši od 200.000 svetlobnih let in sodi med največje znane spiralne galaksije! Naša Galaksija meri v premeru približno 130.000 svetlobnih let. Andromedina galaksija je povsem normalna galaksija. V središčni odebeltitvi prevladujejo stare zvezde – rdeče in rumene orjakinje, zelo malo je medzvezdnega plina in prahu. Podobno kot v naši Galaksiji pa je v spiralnih rokavih veliko plinov in prahu, modrih, vročih, mladih orjakinj kot sta naša Rigel ali Deneb, meglic kot je naša Orionova meglica, planetarnih meglic in kroglastih ter razsutih kopic.

Andromedina galaksija je zaradi svoje velikosti in svetlosti verjetno največkrat fotografiran objekt nočnega neba. Primerna je tako za začetnike kot za izkušene astrofotografe.

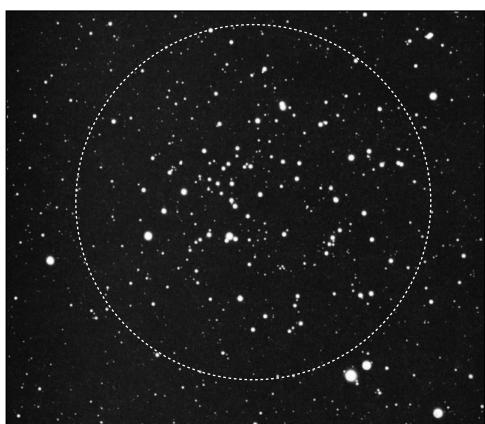


Andromedina galaksija ima vsaj 14 znanih satelitskih galaksij, ki so gravitacijsko vezane nanjo in tvorijo podjato v Lokalni jati. Najsvetlejša med njimi je spiralna M 33 (str. 428). Vse druge so pritlikave eliptiče galaksije. Dve sta razmeroma svetli, ležita v neposredni bližini matične galaksije in sta vidni tudi v daljnogledu. M 32 ($8^m1/8'x6'$) najdemo približno 22 ločnih minut južno od središča matične galaksije. M 110 ($8^m5/17'x10'$) pa leži približno 35 ločnih minut severozahodno od središča M 31, da jo opazimo, pa potrebujemo res odlične opazovalne razmere. Obe omenjeni satelitski galaksiji se vedno pojavljata na fotografijah Andromedine galaksije in sta najbolj znani med amaterji.

Drugi dve svetlejši spremiševalki (NGC 147 in NGC 185), ki v daljnogledu nista vidni, ležita daleč proč od matične galaksije, že v ozvezdju Kasiopeje, približno sedem stopinj proti severu. Če so opazovalne razmere odlične, ju lahko vidimo z 10-centimetrskim teleskopom. Spremljevalke z oznakami Andromeda I, II, III ... X pa so tako šibke, da jih lahko posnamejo le z velikimi profesionalnimi teleskopi. Še posebej zanimiva je Andromeda VIII, ki preživlja hude čase. Andromedina galaksija jo je namreč ujela v svoj gravitacijski primež in jo bo v naslednjih nekaj milijonih let raztrgala, njene zvezde pa se bodo razkropile po galaksiji.

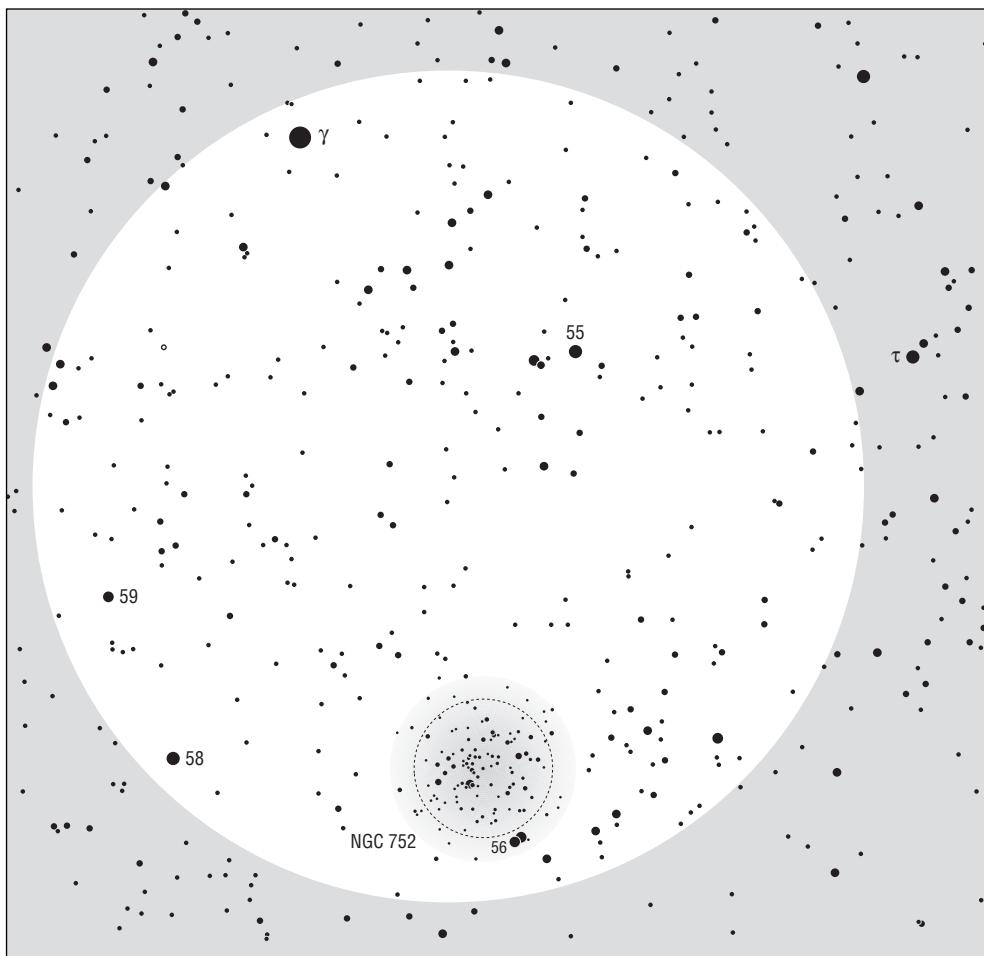


Približno 5 stopinj južno in le nekoliko zahodno od Game leži razsuta kopica NGC 752 ($5^m7/60'$). Ni je težko najti, saj sta s svetlo Game skupaj v zornem polju, za opazovanje pa si izberimo jasno in temno noč z odličnimi opazovalnimi razmerami. Skupino najlepše opazujemo prav v daljnogledu z velikim zornim poljem, postavljenim na trdno stolo, saj je njen navidezni premer kar 60 ločnih minut. Kopico v daljnogledu povsem razdro-





Jugozahodni spiralni rokavi Andromedine galaksije. Na sliki so dobro vidne proge za svetlobo nepredirnih oblakov plinov in prahu, najsvetlejša lisa pa je velik zvezdni oblak, ki je tako svetel, da je v NGC katalogu dobil celo svojo oznako – NGC 206. Oblak je viden tudi v amaterskih teleskopih in sicer z 20-centimetrskim objektivom, a le kot nežna zgostitev v jugozahodnem delu galaksije. Najsvetlejše zvezdice v njem sijejo s 16. magnitudo, v resnici pa so to same mlade, vroče in svetle nadorjakinje, kot sta naša Rigel in Deneb, ki so še vedno ovite v meglecno snovi, iz katere so se rodile. Samo za primerjavo povejmo, da bi naše Sonce s te oddaljenosti sijalo kot zvezdica 29,5. magnitude in bi ga teoretično lahko videli le z vesoljskim teleskopom Hubble.



Vodnica do razsute kopice NGC 752 je svetla Gama.

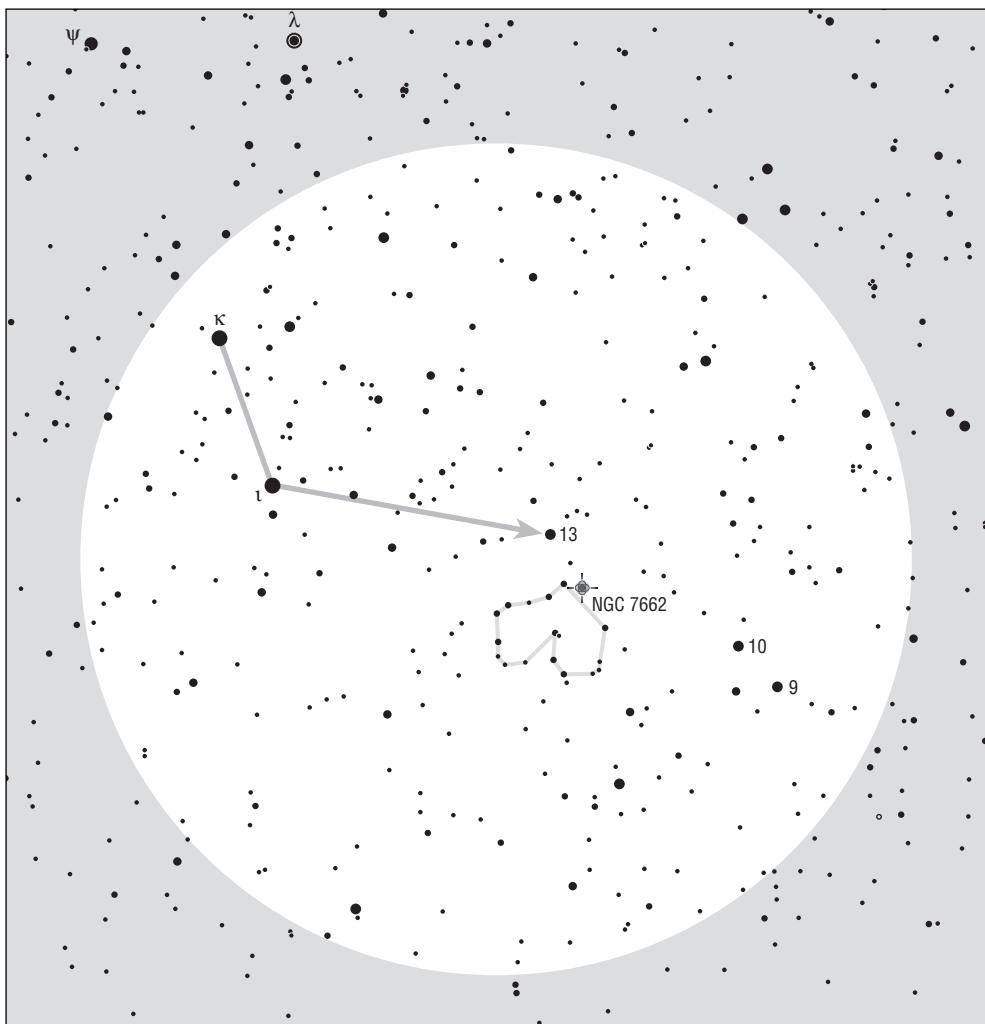
bimo, koliko posameznih zvezdic pa bomo videli, je odvisno predvsem od opazovalnih razmer. Če so te povprečne, vidimo približno 25 zvezd, v izjemnih opazovalnih razmerah in s kopico v kulminaciji (ta je skoraj v zenitu), ko daljnogled seže vse do 11. magnitudo, pa bo kopica veliko bogatejša (od 90 do 110 zvezdic). NGC 752 pa ima za opazovalce še eno dobro lastnost. Je zelo barvita. Najsvetlejši jugozahodni par z oznako 56 tvorita razmeroma svetli, izrazito oranžni zvezdi s sijema 5^m8 in 6^m1 , razmaknjeni kar 3,3 ločne minute (p. p. 297°). Naslednja najsvetlejša zvezda je rumena, kar nekaj svetlejših članic pa je oranžnih. Res je, da v teleskopu vidimo več zvezd, a vtis kopice se zaradi majhnega zornega polja povsem izgubi!

Kot smo omenili, je večina zvezd zbranih na območju s premerom 60 ločnih minut, posamezne članice pa najdemo tudi dlje, vse do oddaljenosti 70 ločnih minut od središča. Ker je kopica približno 1500 svetlobnih let oddaljena od nas, je resnični premer gostejšega dela 26 svetlobnih let, najbolj oddaljene članice pa ležijo kar 30 svetlobnih let od središča.



Za konec pa še nekaj za tiste, ki imate radi izzive. Planetarna meglica NGC 7662 ($8^m3/32'' \times 28''$) je v daljnogledu vidna, a le kot zvezdica 8. magnitude. Vodnici do nje sta razmeroma svetli zvezdi Kapa in Jota, ki sijeta s četrto magnitudo.

Če Joto pomaknemo na severovzhodni rob zornega polja, bomo na sredini vidi deli štiri zvezde 6. magnitude, od katerih imajo tri oznake 9, 10 in 13. Planetarka leži manj kot pol stopinje jugozahodno od zvezde 13, za natančnejše lociranje pa nam je v pomoč naročne obrnjen srček, ki ga sestavljajo zvezde 8. in 9. magnitude.



Planetarna meglica NGC 7662 se v daljnogledu prav po ničemer ne loči od okoliških zvezd. Zakaj bi se potem sploh mučili in iskali takšno zvezdi podobno piko? Odgovor je preprost. Z daljnogledom z velikim zornim poljem je iskanje šibkih objektov veliko preprostejše kot s povprečnim amaterskim teleskopom. Ko se naučimo poti od svetlih zvezd do nekega šibkega objekta, bomo znanje s pridom uporabili takrat, ko bomo imeli večji teleskop.