

paleozojskega morskga psa iznad Hrušice. Proteus, 78 (9): 415–419.

Novak, M., Forke, H. C., Schönlaub, H. P., 2019: *The Pennsylvanian-Permian of the Southern Alps (Carnic Alps/Karavanke Mts.), Austria/Italy/Slovenia – fauna, facies, and stratigraphy of a mixed carbonate-siliciclastic shallow marine platform along the northwestern Palaeotethys margin: Field Trip C3. 19th International Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29–August 2 2019, 251–302.*

Novak, M., Skaberne, D., 2009: *Zgornji karbon in spodnji perm (Upper Carboniferous and Lower Permian). v: Pleničar, M., Ogorelec, B., Novak, M. (ur.): Geologija Slovenije. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, 99–136.*

Peternel, M., 1995: *Zohje morskih psov v zgornjem karbonu Karavank. Jeseniški zbornik (Jeklo in ljudje), 7: 273–276.*

Ramovš, A., 1997: *Petalodus ohioensis (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte, 2: 109–111.*

Ramovš, A., 1998: *Two new petalodont teeth (Chondrichthyes, Upper Carboniferous) from the Karavanke Mountains, Slovenia. Geologija, 40: 109–112.*

Ramovš, A., Bedi, J., 1993: *Enkratni petalodontni zobje v karavanski zgornjekarbonski plasteh. Proteus, 56 (3): 149–150.*

Naše nebo • *Vesoljski teleskop Jamesa Webba in zgodnje galaksije*

Vesoljski teleskop Jamesa Webba in zgodnje galaksije

Mirko Kokole

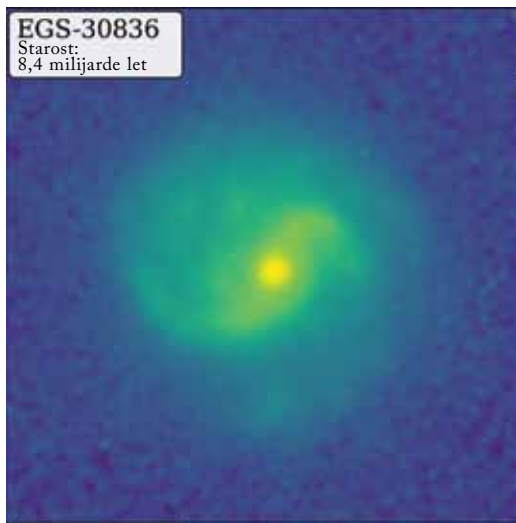
Galaksije so velike skupine zvezd, ki vsebujejo nekaj sto milijonov zvezd. Velike so lahko od 3.000 do 300.000 svetlobnih let oziroma od 1.000 do 100.000 parsekov. V vesolju so razdalje med različnimi objekti tako velike, da jih ni praktično meriti v metrih. Za bližnje razdalje radi uporabljamo *astronomske enote*. *Astronomska enota* (*a. e.*) je dolžina velike polosi Zemljine orbite, ki meri 1.49×10^{11} metrov. Za zelo velike razdalje, kot so na primer velikosti galaksij in razdalje med njimi, postane astronomska enota nepraktična, zato uporabljamo drugo enoto – *parsek* (*pc*). Ime *parsek* izvira iz okrajšave besed »paralaksa ene kotne sekunde«. *Parsek* je oddaljenost telesa, ki ima letno paralakso 1 kotno sekundo. 1 parsek je tako enak 206.265 astronomskih enot oziroma približno tri svetlobna leta. Svetlobno leto je razdalja, ki jo svetloba v vakuumu prepotuje v enem letu. Eno svetlobno leto je tako enako $0,9 \times 1.016$ metrov oziroma 0,306 parseka.

Še v začetku 20. stoletja so astronomi menili, da so galaksije le sateliti naše galaksije (Rimske ali Mlečne ceste). Ko pa je ameriški astronom, astrofizik, kozmolog, pravnik in častnik Edwin Hubble (1889–1953) leta 1925 izmeril razdaljo do nam najbližje galaksije (v ozvezdju Andromede), se je pokazalo, da je vesolje bistveno večje, kot so mislili. Ugotovil je, da je Andromedina galaksija

Nabor zgodnjih galaksij, ki jih je posnel vesoljski teleskop Jamesa Webba. Galaksije so bistveno bolj razvite, kot so astronomi pričakovali, kar kaže, da so verjetno začele nastajati prej, kot smo do sedaj domnevali. Predvsem je presenetljivo, da te galaksije vsebujejo prečke ter da so zelo številne. Foto: NASA/CEERS/University of Texas at Austin.

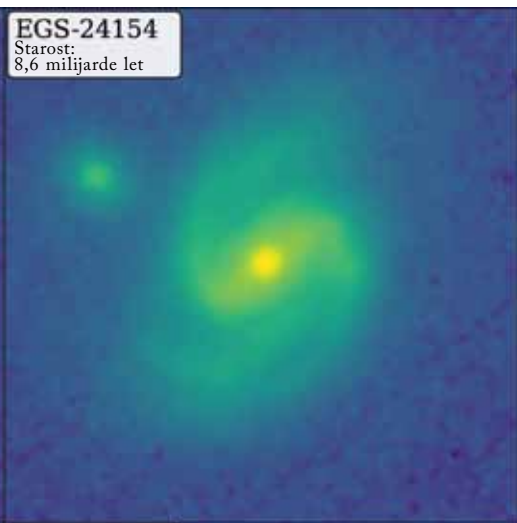
EGS-30836

Starost:
8,4 milijarde let



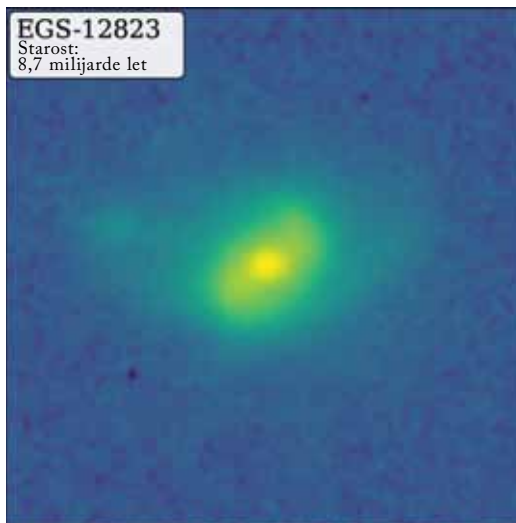
EGS-24154

Starost:
8,6 milijarde let



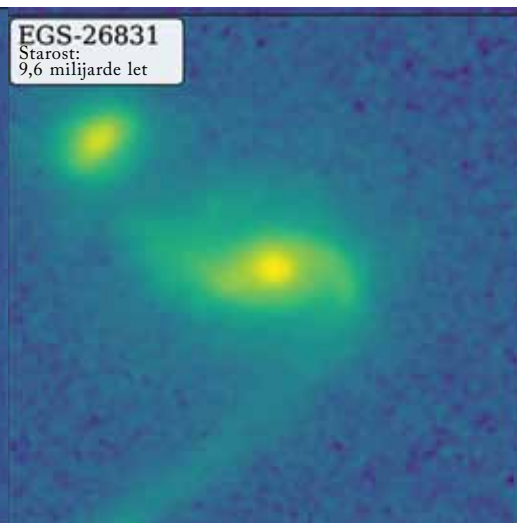
EGS-12823

Starost:
8,7 milijarde let



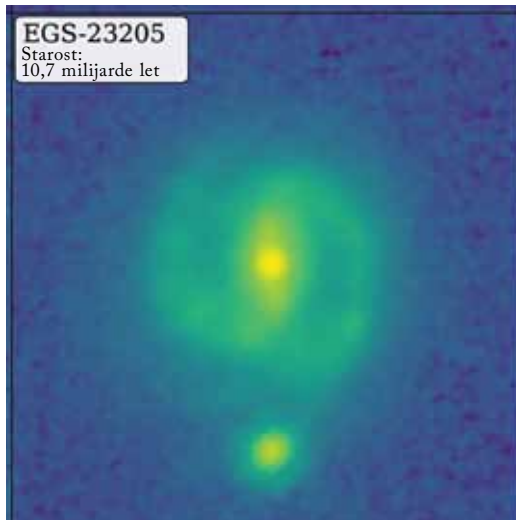
EGS-26831

Starost:
9,6 milijarde let



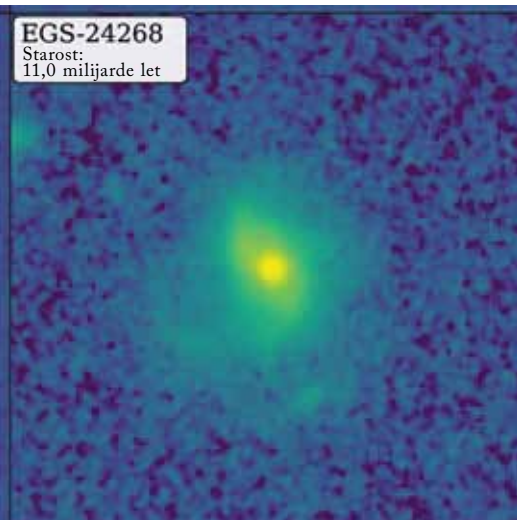
EGS-23205

Starost:
10,7 milijarde let



EGS-24268

Starost:
11,0 milijarde let



od nas oddaljena kar 2,5 milijona svetlobnih let oziroma 0,7 megaparseka (mega = 10^6). Razdaljo do Andromedine galaksije je izmeril s pomočjo kefeide, to je zvezde spremenljivke. Njen izsev je sorazmeren s periodo utripanja. Če poznamo zvezdin izsev in njeno magnitudo, lahko ugotovimo, kako daleč je.

Hubble je nekaj let potem, ko je izmeril razdaljo do Andromedine galaksije, še enkrat pretresel svet astronomije in kozmologije, ko je dokazal, da se večina galaksij od nas oddaljuje in da je hitrost oddaljevanja sorazmerna z njihovo oddaljenostjo. Danes to spoznanje imenujemo Hubblov (tudi Hubble-Lemaître) zakon, ki je eden od temeljev kozmologije.

Naslednje veliko odkritje v poznavanju galaksij je naredila ameriška astronomka Vera Rubin (1928-2016), ki je preučevala, kako hitro se gibljejo zvezde v diskih galaksij. Ugotovila je, da se hitrosti zvezd ne obnašajo tako, kot bi pričakovali, če bi bile galaksije sestavljene le iz snovi, ki jo vidimo. Tako so astronomi prišli do odkritja temne snovi. To je snov, ki reagira z ostalo snovjo izključno preko gravitacije. Vesolje je sestavljeno iz 85 odstotkov temne snovi in iz le 15 odstotkov »navadne« snovi. Kaj natančno je temna snov, še danes ne vemo. Vemo le, da mora obstajati in kako se obnaša.

Danes imajo astronomi sledečo sliko galaksij in vesolja, v katerem se nahajajo. Galaksije so sestavljene iz zvezd, plina, prahu in temne snovi. Vesolje je nastalo z velikim pokom, v katerem sta v zelo kratkem času nastala prostor-čas in vsa snov, ki jo vsebuje. Prve zvezde in galaksije so nastale nekaj sto milijonov let po velikem poku. Najzgodnejše galaksije, ki smo jih do sedaj uspeli zaznati, so nastale približno 480 milijonov let po velikem poku. Za primerjavo povejmo, da je vesolje staro približno 13,7 milijarde let.

Ob začetku so imeli astronomi zelo poenostavljeni pogled na nastanek galaksij. Skupine zvezd nastajajo v velikih oblakih snovi. Nato se pod vplivom gravitacije zač-

nejo združevati v galaksije. S pomočjo Hubblovega vesoljskega teleskopa so kasneje ugotovili, da sta nastanek in razvoj galaksij zelo zapletena procesa, ki vsebujeta trke bližnjih galaksij in njihova združevanja. Še danes nimamo popolne teorije, kako natančno nastajajo in se razvijajo galaksije. Da bi izboljšali poznavanje galaksij, so astronomi zasnovali vesoljski teleskop Jamesa Webba (James Webb Space Telescope, JWST), ki je nasledil Hubblov vesoljski teleskop.

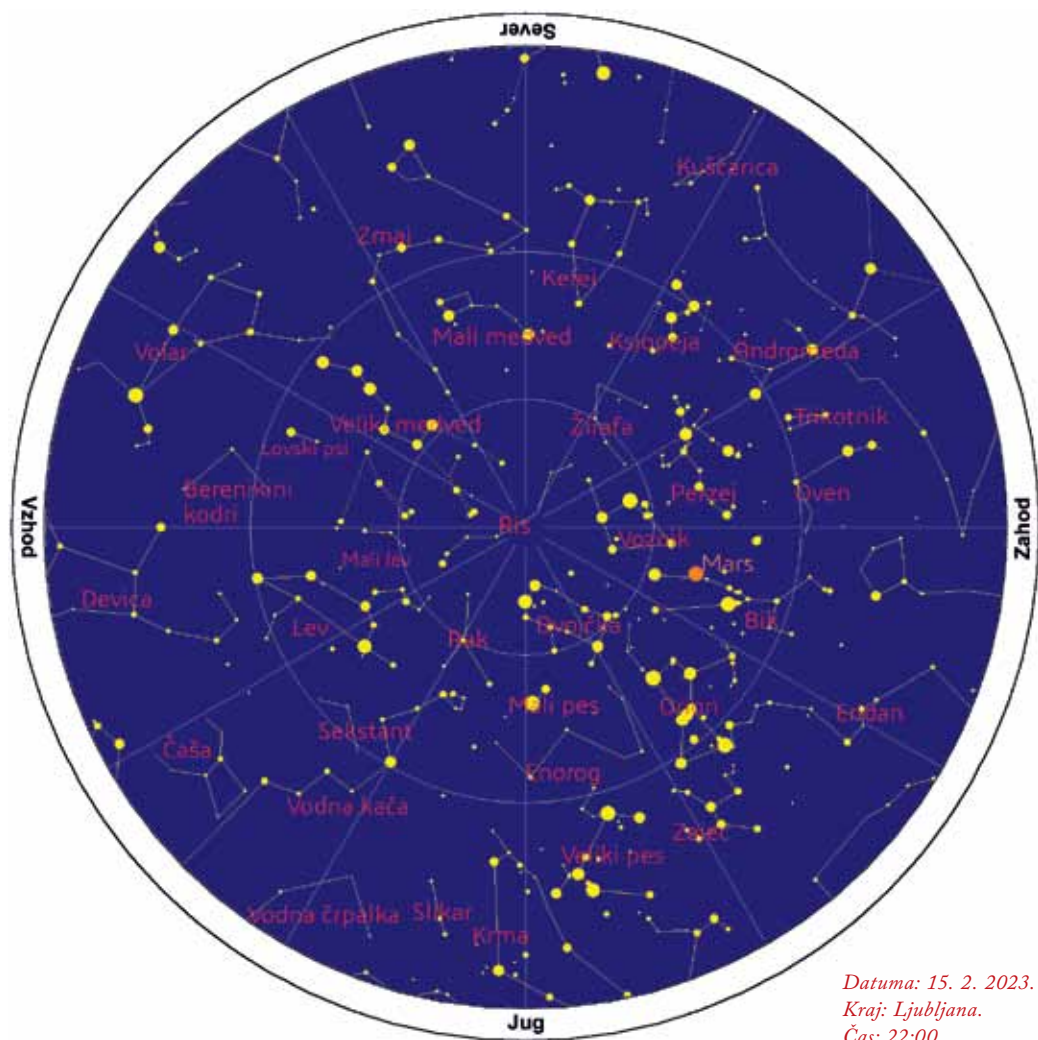
Eden glavnih ciljev vesoljskega teleskopa Jamesa Webba je opazovanje prvih galaksij vesolja. Opremljen je s kamerami in spektrografi, ki opazujejo v infrardeči svetlobi. To mu omogoča, da s prej nedosegljivo občutljivostjo in ločljivostjo opazuje galaksije, ki so nastale v zgodnjem obdobju našega vesolja. Te zaradi rdečega premika, ki je posledica širjenja vesolja, svetijo najmočnejše prav v infrardeči svetlobi. Vesoljski teleskop Jamesa Webba nam omogoča vpogled v še mlajša obdobja našega vesolja, kot je to bilo možno s Hubblovim vesoljskim teleskopom. Z njim bo mogoče videti galaksije, ki so nastale prej kot 400 let po prapoku.

Vesoljski teleskop Jamesa Webba je po dolgih letih čakanja nedavno le začel opazovati in kot je bilo pričakovati, že zelo hitro astronomom postregel z novo uganko. Pokazalo se je, da je naše poznavanje nastanka zgodnjih galaksij bolj pomanjkljivo, kot smo pričakovali. Astronomi so namreč ugotovili, da so galaksije, za katere so predvidevali, da so med najzgodnejšimi v vesolju, bistveno bolj razvite, kot so pričakovali. Pričakovali so, da bodo videli zgodnje galaksije nepravilnih oblik ter veliko galaksij, ki so sredi trkov in združevanj z drugimi galaksijami. A našli so že zelo dobro razvite galaksije, kar pa je še bolj presenetljivo, število teh dobro razvitih galaksij je zelo veliko. Eden od astronomov univerze v Teksasu, ki je preučeval te galaksije, je zapisal sledečo primerjavo: »Našli smo najstnike tam, kjer bi morali biti mali otroci.« Iz tega so sklepali, da so galaksije verjetno začele nastajati prej,

kot so domnevali, in da bo treba modele njihovega razvoja še izboljšati.

Tako kot vsak nov tehnološki napredek je tudi vesoljski teleskop Jamesa Webba prinesel nova spoznanja ter s tem odprl še več vprašanj. Ker je teleskop komaj začel delo-

vati, bo zelo vznemirljivo slediti vsem novim odkritjem v naslednjih letih. Prav gotovo je, da se bo z njegovo pomočjo naše poznavanje vesolja in galaksij spremenilo in izboljšalo.



*Datuma: 15. 2. 2023.
Kraj: Ljubljana.
Čas: 22:00.*