

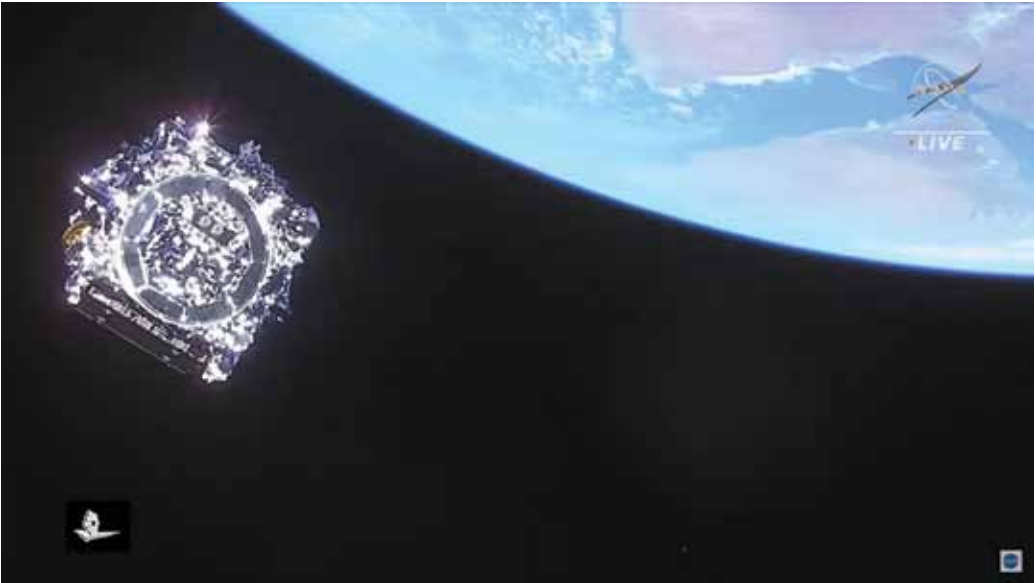
James Webb začne potovanje nazaj na začetek vesolja

Maruša Bradac

Veliko je še neodgovorjenih vprašanj o prvih korakih našega vesolja in prav s tem namenom smo astronomi zasnovali vesoljski teleskop James Webb (James Webb Space Telescope, JWST). 25. decembra lani je teleskop iz Francoske Gvajane ponesla v vesolje raketa *Ariane 5*. Od takrat je teleskop namestil svoje sestavne dele na tridesetdnevnem potovanju do končnega cilja, kjer je začel krožiti okoli Sonca. Medtem ko Hubblov vesoljski teleskop kroži na orbiti okoli Zemlje in je od nje oddaljen le 570 kilometrov, pa bo teleskop James Webb krožil okoli Sonca na razdalji 1,5 milijona kilometrov od Zemlje. To je skoraj štirikrat dlje kot naša Luna. Razdalja ni naključna. Teleskop je namenjen opazovanju v infrardeči svetlobi in mora zaradi tega ostati na kar se da nizki temperaturi. Webb bo opazoval pri temperaturi 225 stopinj Celzija pod ničlo. Eden od instrumentov za opazovanja pri najdaljši valovni dolžini (MIRI) pa bo ohlajen celo do 266 stopinj Celzija pod ničlo. Da bo teleskop vzdrževal to temperaturo, potrebuje Sončev ščit, ki je sistem več ponjav z velikostjo 21 krat 14 metrov. Da pa bi ščit lahko ščitil teleskop, mora biti vedno obrnjen proti Soncu, zato bo Webb krožil tako daleč od Zemlje na tako imenovani točki Lagrange 2. To je stabilna točka, ob kateri lahko Webb in Zemlja enakomerno krožita okoli



Shematični prikaz izstrelitve in odpiranja vesoljskega teleskopa James Webb. Vir: NASA.



Zadnji pogled na teleskop po izstrelitvi 25. decembra leta 2021. Slika so posnеле kamere, nameščene na zgornji stopnji rakete, ko se je teleskop ločil od nje. Vir: Arianespace, ESA, NASA, CSA, CNES.

Sonca in Webb s tem lahko ohranja lego Sončevega ščita in vzdržuje komunikacijo z Zemljo. Hubblov teleskop v nasprotju kroži zelo »blizu« Zemlje (570 kilometrov nad Zemljo) in spreminja lego glede na Sonce. V 97-minutni orbiti polovico časa preživi izpostavljen Soncu, drugo polovico pa v Zemljini senci, in doživi tako velika temperaturna nihanja (od minus 250 stopinj Celzija do plus 100 stopinj Celzija). Za Webbov teleskop in njegove kamere bi takšna nihanja povzročila prevelik šum, zato smo ga poslali v točko Lagrange 2, čeprav to pomeni, da je tako daleč, da možnosti popravila ne bo.

Razpiranje in utirjanje sta potekali ne le po načrtih, bili sta nad pričakovanji. Ker je Webb za utirjanje porabil razmeroma malo goriva, se mu je s tem podaljšala tudi življenjska doba - s predvidenih 5,5 leta na skoraj 20 let. Pred Webбом je tako dve desetletji velikih raziskav, ki bodo zagotovo spremenile naš pogled na vesolje.

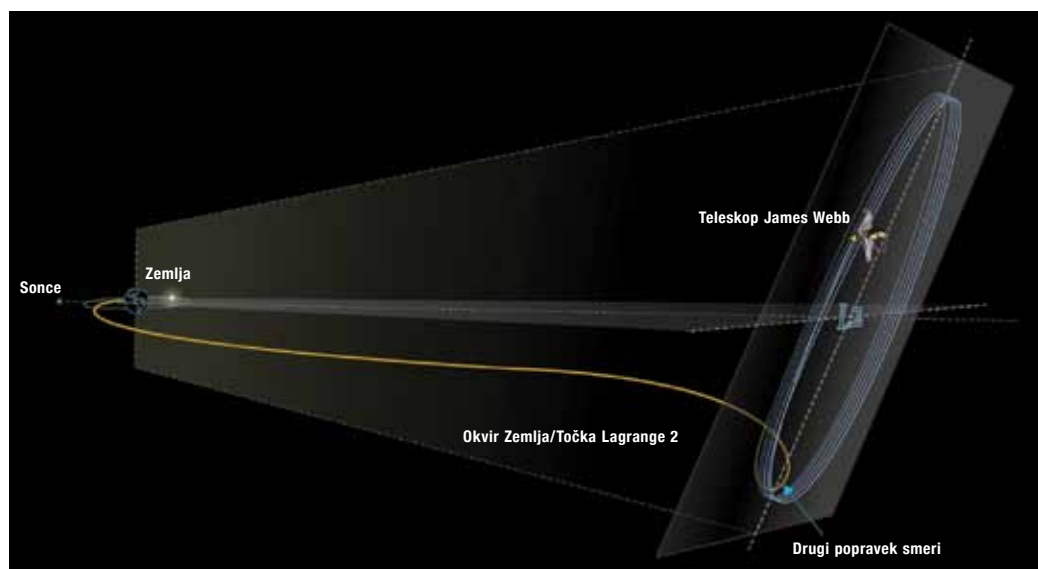
Tudi umerjanje poteka hitreje, kot smo pričakovali, v marcu leta 2022 smo dobili prvo izostreno sliko Webbove kamere NIRCam (Near Infrared Camera). Dva meseca smo astronomi počasi premikali osemnajst zrcal, dokler niso začela skupaj delovati kot enotno primarno zrcalo. Pridobljena slika kaže popolno izostreno sliko, z najboljšo ločljivostjo, ki jo omogoča optika teleskopa. V mesecu maju smo izostrili sliko po celotnem vidnem polju za vse Webbove kamere, NIRISS (Near InfraRed Imager and Slitless Spectrograph), NIRCam, NIRSpec (Near InfraRed Spectrograph) in MIRI (Mid-Infrared Instrument). Julija pa bo konec čakanja in dobili bomo prve podatke za znanstvene raziskave.

Prav tako kot Hubble bo tudi Webb opazoval vesolje na veliko različnih načinov. Štiri kamere nam bodo omogočale, da bomo lahko opazovali od planetov v našem in zunaj našega Osončja do zvezd in galaksij na samem začetku našega vesolja. Kameri



Webbovo 18-segmentno zlato zrcalo je zasnovano tudi z namenom, da posname infrardečo svetlobo prvih galaksij, ki so nastale v vesolju. Vir: NASA.

Lagrangeeve točke so stacionarne točke v dinamiki gibanja treh teles. V teh točkah tretje telo (v tem primeru teleskop James Webb z zanemarljivo maso v primerjavi z drugima dvema telesoma, Zemljo in Soncem) ohranja svojo lego relativno glede na drugi dve telesi. Webbov teleskop se bo nahajal na točki L-2, kjer je že nekaj drugih teleskopov (Planck, Herschell). Vir: NASA/Steve Sabia.



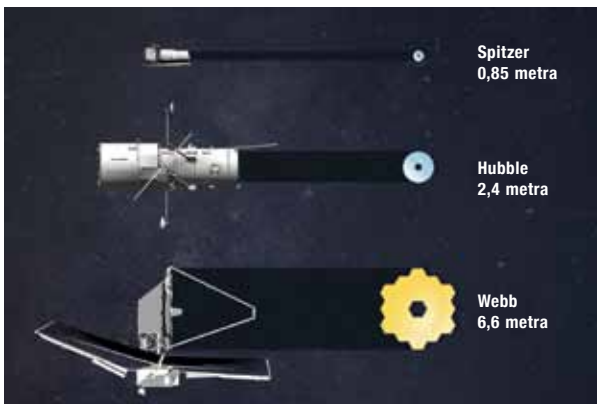
Slika za oceno uravnave teleskopa



Prva izostrena slika teleskopa James Webb. Vir: NASA.

NIRCam in MIRI sta na primer namenjena predvsem za fotografijo, prva za krajše in druga za daljše infrardeče valovne dolžine, medtem ko sta kameri NIRISS in NIRSpec namenjeni predvsem snemanju spektrov. Spektri nam omogočijo vpogled v kemijsko sestavo objektov, ki jih opazujemo. Tako bomo lahko ugotovili, iz katerih prvin so sestavljene prve galaksije, ki so nastale v

vesolju, in kakšna je sestava ozračij planetov zunaj našega Osončja. Ali vsebujejo ogljikov monoksid, vodno paro, morda celo metan? Preučevali bomo tudi organske spojine v Marsovem ozračju. Prav spektroskopija bo največja novost Webbovega teleskopa in vse štiri kamere imajo to funkcijo. Sama sem sodelovala pri razvoju znanstvenega programa za kamero NIRISS, s katero bomo snemali spektre vseh objektov v njenem vidnem polju (pri kameri NIRSpec moramo te objekte določiti vnaprej). Prav zaradi tega ima ta kamera ogromne raziskovalne možnosti. Morda odkrijemo objekte v vesolju, za katere do sedaj sploh nismo vedeli, da obstajajo. Webb je teleskop, na katerega je



Na sliki so primerjane velikosti različnih teleskopov. Vir: NASA.

bilo vredno čakati. In še enkrat bomo lahko dokazali, da temeljno znanost velja podpreti. Kje pa bi bili, če bi tistemu, ki je izumil kolo, pred tem odvzeli orodje. Takrat še sam ni vedel, čemu bo to kolo koristilo, razvijali naj bi ga za potrebe umetnosti. Danes pa namesto kolesa nadgrajujemo Sončev ščit in

tehnologijo, ki je ponesla v vesolje šest ton težek teleskop, ki nam bo dal odgovore na vprašanja, kako smo nastali in ali je morda mogoče živeti na planetih zunaj našega Osončja.



Maruša Bradac je od 1. januarja leta 2022 profesorica na Fakulteti za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani, pred tem pa je bila profesorica na Univerzi v Kaliforniji Davis. Glavna tema njenih raziskav so prve galaksije v vesolju. Preučuje tudi sestavo vesolja, njena posebnost pa so meritve lastnosti temne snovi, ki sestavlja kar četrtino vesolja. Sodeluje v skupini, ki je razvijala kamero NIRISS na vesoljskem teleskopu James Webb. Je dobitnica projekta First Light (Prva svetloba), ki ga financira Evropski raziskovalni svet (European Research Council, ERC). Raziskovala bo nastanek prvih zvezd in galaksij. Pri tem bo uporabila podatke, pridobljene z vesoljskim teleskopom James Webb. S temi podatki bo preučevala obdobje temnega veka, ko so prve galaksije ionizirale nevtralni vodik in spremenile vesolje iz neprepustnega v prozornega za ultravijolično svetlobo. Foto: Peter Irman.

Botanika in etologija opraevalcev • Vpliv zgradbe socvetja pri zaviti škrbici

Vpliv zgradbe socvetja pri zaviti škrbici *Spiranthes spiralis* (L.) Chevall. (Orchidaceae) na vedênje opraevalcev

Dorotej Černela, Žan Cenc, Igor Paušič

Zavita škrbica (*Spiranthes spiralis*) je travniška vrsta iz družine kukavičevk (Orchidaceae). Med vsemi predstavnicami te družine, samoniklimi v Sloveniji, prične cveteti najkasneje v rastni sezoni, cvetoče primerke lahko v naravi občudujemo pozno poleti in vse do konca oktobra. Prepoznamo jo po značilnih socvetjih, sestavljenih iz majhnih, belih in dišečih cvetov. Prijetni vonj cvetov mnoge spominja na vonj vanilije ali šmarnice. Če njene cvetoče primerke pogledamo podrobneje, lahko ugotovimo, da se socvetja med posameznimi rastlinami razlikujejo: tako po številu cvetov, dolžini socvetja

in - kar je najpomembnejše in najbolj očitno - po sami zgradbi socvetja. Zgradba socvetja oziroma trirazsežna razporeditev cvetov na osi socvetja se med posameznimi primerki razlikuje, kar ima ključno vlogo pri njenem opraešitvenem uspehu. Različne oblike socvetij namreč izzovejo različne vedênjske vzorce pri opraevalcih. Prav pestrost cvetov in različne oblike socvetij nas botanike navdušujejo in zato cvetnice v naravi občudujemo in fotografiramo. Poudariti velja, da je kljub veliki pestrosti oblik in različni zgradbi socvetij pri kritosemenkah vpliv zgradbe na privabljanje opraevalcev, njihovo vedênje