



# Орбитирање #8

## Увод у пустињски космополис или да ли су галаксије невидљиви градови?

ТЕКСТ:

Дарко Донеvски

ПОСЛЕДЊИМ ЛЕТОМ напустили смо град и кренули ка северу. Неколико сати додатне вожње делило нас је од крајње станице – планинског платоа смештеног у Андима на око 3000 метара надморске висине. Тамо су чекали суви дах пустињског песка, знатичељне лисице, крда лама, алпака, али и велики астрономски телескопи. Шездесет вишеметарских радио-антена којима је требало да завиримо у светлост далеких галаксија. Како смо се издизали и удаљавали од Сантјага, чилеанске престонице, тако су и његови обриси нестајали у беличастој магли сачињеној од поништених боја његових булевара и светала зграда и рото-реклама. И тек је неколико минута прошло, а та светлост се већ изгубила далеко под нама, остављајући нас у плашту ноћи. У смеру у ком смо се кретали, од централног до северног Чилеа, географске мапе говоре да нема других великих, бљештећих градова. Помислих како је ово доста слично галаксијама, које такође акумулирају светлост ка својим централним деловима, и зраче довољно јако да тај сјај можемо видети у његовим различитим облицима зависно од тога како и чиме га посматрамо. Сантјаго је баш налик том светлу. Али, ако би се неки далеки, малени и скоро неосветљени град, указао у нашем видном пољу, да ли бисмо и њега препознали? Или би тај град, у недостатку начина да разумемо његово постојање, прошао потпуно неопажено? Многе далеке

галаксије, иако циновске по својој стварној величини и сјајности, привидно делују изузетно мале када их посматрамо чак и кроз највеће телескопе. Једноставно, њихова удаљеност од нас је толика да чак и ако региструјемо њихову светлост, мало тога можемо рећи о њиховој природи. Док о развоју земаљских градова још и можемо штошта сазнати на основу директних увида у сачуване мапе и друге вредне археолошке записе, завирити у централни градски трг неке далеке галаксије један је од највећих актуелних изазова за модерну астрономију. Наредно јутро дочекали смо у пустињском градићу Сан Педро, у Атакама. Пустињски градови су места којима доминирају архаичне грађевине тамноцрвене боје, које јасно стављају до знања да је архитектура захвална прабини и благу. Посебни градивни материјал тих црвенкастих кућа је ћерпич, непечена опека настала комбинацијом топлоте, прашине и блага. Ова традиционална техника градње је омогућила индијанским племенима да живе у домовима који дању не би били превише узаврели, а који би ноћу, када пустињска температура драстично опадне, остајали довољно топли и пријатни за живот. Један локалац ми је у шали рекао да, ако се некада покаже да на Марсу има икаквих интелигентних грађевина, да је сасвим сигурно да ће им ове у Сан Педру бити најсличније. Драматичне промене плеса природе уткане су у крајолик који открива снагу пустиње, осенчену оштрим планинама са једне, и великим угашеним вулканом са друге стране. До њихових

врхова наводе нас сланишта и гејзири, подсетник да је живот пустиње колоритан и експлозиван, често динамичнији него што би многи помислили.

Главни разлог мог доласка у чилеанску пустињу није било уживање у сценографији Атакаме, већ посматрања у контролној астрономској опсерваторији. Циљ: изучавање околине неколико десетина гигантских галаксија. Окренули смо телескоп ка једном малом делу неба у ком, наизглед, нема ничега што емитује иоле видљиву светлост. Било је то као да тражимо невидљиве градове. Постоји добар разлог због чега астрономи воле понекад да се фокусирају на истраживање тих свемирских тамних вилајета. Они у својој густој тмини чувају сијасет бљештавих светова, галаксија. Галаксије за којима трагамо су удаљене од нас више од десет милијарди светлосних година, а испуњене милијардама звезда чије зрачење заклањају облаци препуни разних органских материјала. Другим речима, светови на чијем смо трагу су далеки, настали у времену младог космоса. Услед те космичке даљине, светлост далеких галаксија до нас долази значајно измењена и ослабљена, јер кроз сваки покушај бега из густог облака гаса и прашине, зрачење младих звезда губи део своје снаге. Успорен и развучен, почетни ултраљубичасти талас до телескопа долази са важном информацијом о топлоти коју је емитовао судар зрнаца прашине и звездане светлости. Галаксије које су ту информацију емитовале у међувремену су се угасиле. Ми смо, стога, као путници који проналазе прошлост за коју нисмо знали да постоји.

У својој књизи *Невидљиви градови*, својеврсном путопису у којем чувени венецијански морепловац Марко Поло описује путовања по замишљеним градовима старе Азије, италијански писац Итало Калвино говори како су језици и карактер градова различити у зависности од епохе у којима их путник (истраживач) посети. Скоро идентичан опис могли бисмо дати и за галаксије. Једина значајна разлика је у временској скали њихове еволуције. Прилично смо сигурни да је свемир стар 13,7 милијарди година, а да су прве галаксије рођене већ након свега неколико стотина милиона година. Насупрот томе, најстарији градови на Земљи настали су неколико

хиљада година пре нове ере. Многи од њих нису више насељени, и не постоје на модерним мапама. Јасно је да временска скала развоја свемира, која је много дужа од старости човечанства, ставља значајна ограничења нашој истраживачкој знатижељи. Ми не можемо да отпутујемо директно до неке галаксије и зауставимо је у времену и простору како бисмо истражили њену унутрашњост и околину. И док је директно испитивање структурних делова античких градова могуће анализом материјала сакупљеног током археолошких испитивања, истраживање галаксије ослања се једино на детектовање и разумевање њене светлости.

### О УРБАНОЈ ПОЕТИЦИ НЕВИДЉИВИХ ГРАДОВА И ГАЛАКСИЈА

Галаксије и градови пролазе кроз сличне фазе еволуције. Те еволуције започињу испуњењем важног услова: и галаксије и градове је потребно „посадити“ близу извора који ће гарантовати њихов развој и опстанак. Тако је већина градских насеља изграђена у близини река, мора и оаза, у областима са питомијом климом. Галаксије су, пак, комплексни системи сачињени од разних врста видљиве и невидљиве материје, при чему доминантну улогу у њиховом расту има гас, који се у једном моменту трансформише из атомског у молекулски облик.

Наука још не зна почетне услове који су владали при настанку галаксија. Градови су, кажу теоретичари, настали тако што је у развијенијим пољопривредним областима почела да се јавља потреба за разменом добара или једноставно социјализацијом. Калвино истиче да су неки градови настали и због тога јер су „неки људи пожелели да побегну од дивљине“, или што су „неки владари одлучили да покажу свом народу моћ даровану од самих богова“. Без обзира на то што и најраније галаксије и најранији антички градови показују велики диверзитет, једна ствар им је заједничка – потреба да буду у непосредној близини најосновнијег ресурса. У случају градова је то чиста вода. У случају галаксија сматра се да је у свемиру тај највреднији градивни материјал

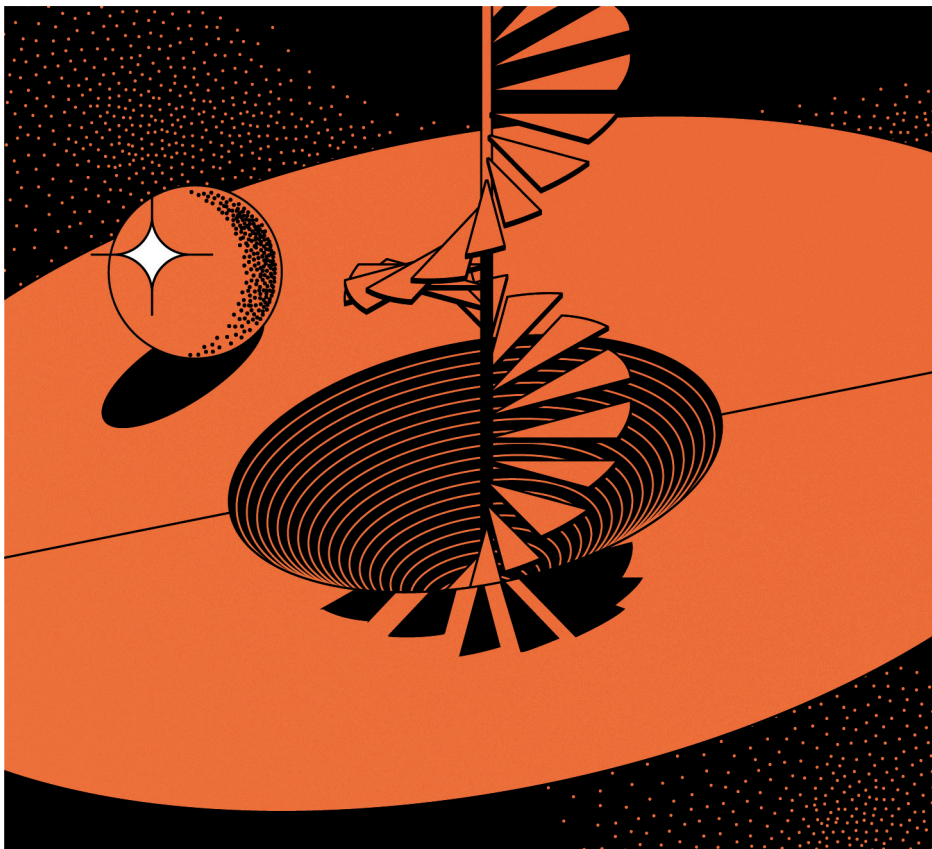


ИЛУСТРАЦИЈЕ: Ирена Гајић

хладни водонични гас. Свемир је препун водоника, али само довољно охлађен гас под одређеним притиском може бити од користи у процесу стварања великих структура као што су звезде и галаксије. Оно што је ћерпич за Сан Педро, то је молекулски гас за галаксију – везивни материјал који има задатак да је одржава у равнотежи са околином. Велики гасни резервоар троши се на стварање звезда. Неколико десетина и стотина милиона година касније, највеће од тих звезда завршавају свој еволутивни ток избацујући огромне количине хемијских елемената у простор између себе. Тај простор, својеврсни океан у унутрашњости галаксије, у науци је познат и као међузвездана материја. Остаци некадашњих звезданих експлозија, главни су извор настанка кондензованих структура, зрнаца прашине сачињених од силиката и угљеника. Другим речима, свемир, и галаксије у њему, указују нам на један фантастичан и савршен процес рециклаже који је довео до стварања услова за живот какав данас познајемо на

планети Земљи. Занимљиво, док се ова рециклажа врло ефикасно одвија у космосу, у многим земаљским градовима још је на врло неразвијеном нивоу.

Једном формиран, и градови и галаксије брзо започињу своју урбану поетику. Земаљски градови, додуше, имају своје формалне планере, мада смо сведоци да су ефекти тог планирања разнолики. Измаштани град Перинтију, из поменуте Калвинове књиге, испланирали су астрономи по законима небеске механике. Мислили су, ако попут најпрецизнијих урбаних моделара искористе за своје моделе позиције небеских тела, попут Сунца и Месеца, изградиће савршено насеље за све људе. Насупрот томе, далеко од очекиване утопије, у Парентији путник наилази на отужне призоре умирућег града питајући се да ли је грешка у планирању узрокована немогућношћу астронома да јасно разумеју појаве у свемиру, или свемир, није увек једнако питом чак и за места која слично изгледају (на пример, галаксије и планете)? Ово ванвременско



питање и снажна метафора коју Калвино у својој књизи поставља заправо је основни проблем који покушавамо да решимо у теорији еволуције галаксија.

## О ГАЛАКТИЧКИМ МИГРАЦИЈАМА

Раст градова мотивисан је мноштвом фактора: одрживост животних ресурса, развој транспорта и комуникације, тежња за бољим функционисањем економских и образовних система... На сличан начин расту и галаксије. Баш као и жива бића, и галаксије имају тенденцију да живот не проведу изоловане, те се често удружују у веће структуре, сачињене од група или читавих јата галаксија. Оне галаксије које у свом центру успеју да произведу највеће количине материјала, пре свега звезда, имају и највећу гравитацију, самим тим и највећу вероватноћу да се у неком тренутку свог живота нађу у центру великих галактичких јата. Тиме постају места изразите

свемирске „социјализације“, својеврсне космичке агоре. Број откривених јата у свемиру није превелик, нешто већи од неколико стотина, што имплицира да тек треба да разумемо на који начин протиче коегзистенција различитих станара у њима. Галаксија која се налази у центру је најмасивнија, док око ње гравитирају многобројни мањи објекти, такозвани сателити галаксије (подсећа ли вас ово на насеља око веллеграда?) Због тога што нису све галаксије у једном јату идентичне сјајности, те њихове међусобне удаљености досежу и до неколико милиона светлосних година, испитивање ових свемирских „мегалополиса“ је изазовно и компликовано. Засењени светлошћу централног извора (веллеграда), урбана поетика и шарм „невидљивих свемирских градова“ остају често недостижан сан чак и најупорнијих астронома.

За разлику од градова, чије границе препознајемо јер су махом одређене административним линијама које је учртала људска рука, границе галаксија су врло неодређене. Примера

ради, најдетаљније разлучивање једне гигантске галактичке структуре у раном свемиру могуће је телескопима из чилеанске пустиње, али чак ни они не могу да продру даље од неколико десетина парсека у пречнику. Баш као што је и пустињска сценографија око Сан Педра непрегледна људском оку, и једино упорним корачањем по сувим стенама између гејзира, сланих језера и старог вулкана, може да се продре у ђуд и историју овог града.

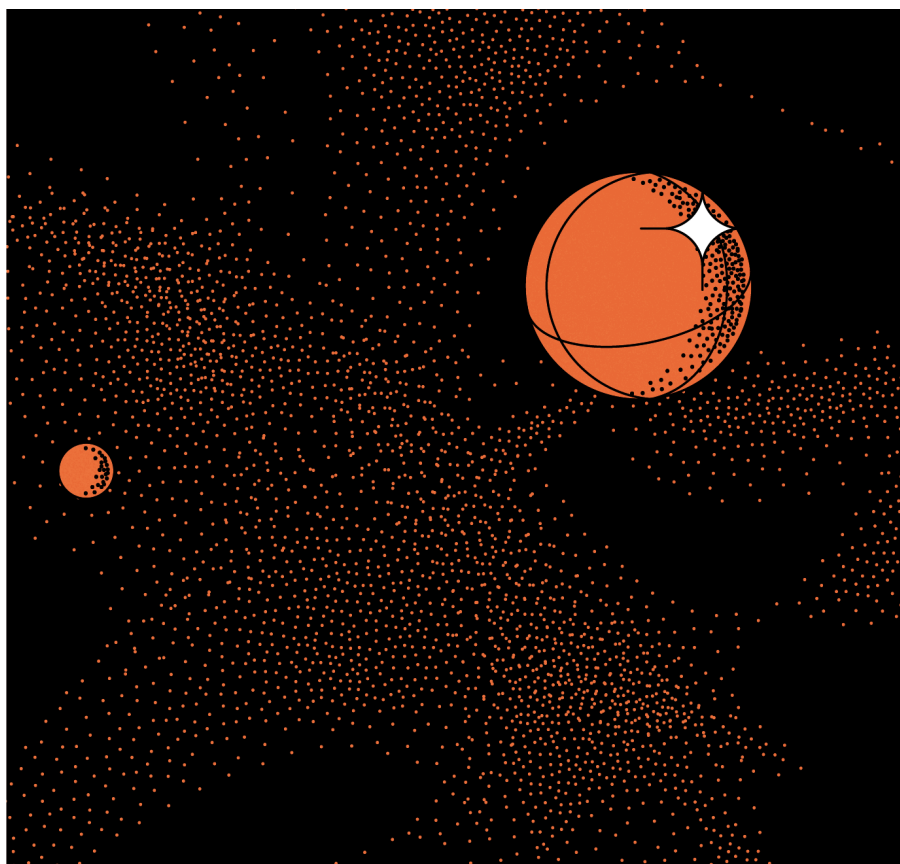
Раст галаксија има одређене границе. Неколико милијарди година након свог рођења, галактичка структура са превише звезда у себи (процењује се да је то стотинак милијарди маса нашег сунца) достиже својеврсну критичну масу. Сваки прелазак преко те границе подстиче стварање масивне црне рупе која игра улогу трансформатора енергије. Та снажна структура у срцу галаксије каталише зрачење које убрзо постаје толико интензивно, да у кратком временском року пребрише сав расположиви гас неопходан за стварање нових звезда. Галактички градови на тај начин смањују своју динамику, ускраћени за нове младе становнике. Отпочиње процес гашења галаксија, њихова последња еволутивна етапа. Посматрачу преостају само монументи у виду колосалног врелог гаса као сећање на динамичну прошлост. На месту где се некада налазио светлом обасјани „централни трг галаксије“ препун бљештавих звезда сада се налази оку невидљива црна рупа. Аналогно галаксијама, ни земаљски градови не могу вечно да се укрупњавају. На нашој планети сведочимо бројним урбанизацијама које прете да изађу ван баланса са расположивим ресурсима. Такав неконтролисан раст често се касније претвара у стрмоглаво урушавање структура, повлачећи за собом велике миграције у друга насеља.

**„Долazeћи у сваки наредни, нови град, путник изнова проналази прошлост за коју није знао да постоји“**

**Итало Калвино,  
Невидљиви градови**



Миграције нису само земаљска ствар. При блиском сусрету две галаксије сличне масе и величине, дешава се комешање и бег целокупног међузвезданог материјала, налик брзим одласцима људи ноћним возовима из једног великог града у други. Узани сноп кроз који се материја слива у неку нову галаксију, подсећа на тунеле кроз које возови пресецају планине или урањају испод нивоа мора, као у Ламаншу. Ипак, за разлику од туристичких путовања, кратки и интензивни галактички судари су неповратни процеси у којима генерације најмлађих звезда свој живот настављају далеко од центра своје матичне галаксије. Све наведено утиче да се у неком делу простора број галаксија и градова згушњава или проређује, осликавајући различиту густину њихове расподеле на географским и астрономским мапама. Посматран се велике удаљености, тај распоред се чини складан и изотропан, али чим завиримо на мање скале тих мапа, било да су у питању континенти на Земљи или одређени делови свемира, привидна симетрија се нарушава.



## О СВЕТЛИМА (НЕ)ВИДЉИВИХ ГАЛАКСИЈА

Житељи Сан Педро на Атакама кажу да њихово насеље зрачи истим сјајем већ вековима. Ушушкано у Андима, довољно у пустињи, а опет окружено богатим и несвакидашњим живим светом и геолошким структурама, Сан Педро је један од оних невидљивих градова чији језик може разумети само неко ко проведе довољно времена у његовим кућама запеченим на сунцу. Због своје мале величине и густине насељености, Сан Педро никад и није био пројектован за административни центар државе. Снага овог градића се крије у нечему другом – његовој издржљивости да вековима живи у савршеном складу са околном природом. Због своје прерушености у црвенкасти ћерпич, он је увек остајао довољно скровит да издржи налете времена и освајача, штитивши своју богату прошлост. Тако је Сан Педро, уместо административне, постао археолошка престоница Чилеа. Зато и не треба да чуди што је баш овај градић последња станица пред сусрет

са најмоћнијим радио-телескопима. Символично, он као да пустињском путнику указује да је дошао до раскршћа земаљске и галактичке прошлости.

А свемир? Колико се оваквих насеља, тј. галаксија, црвених и готово невидљивих, забарушених иза великих структура, попут Сан Педро, налази у космосу? Одговор зависи од тога у који део прошлости свемира се загледамо. Уколико телескопом региструјемо светлост галаксије која је настала пре више од 9 или 10 милијарди година, велика је вероватноћа да ће она наличити на један такав свет. Наизглед мале просторне величине, већина галаксија заправо има толико густ међузвездани простор испуњен прашином да прикрива много више од своје природе од оног што посматрач може да уочи. Њихов живот је карактерисан турбулентним периодима прошлости, док њихова будућност зависи од тога колико спретно ће користити постојећи ресурс (гас). Сан Педро је пажљивим односом са природом успео да својим становницима

обезбеди стабилно одрастање, а околном тлу помогне да избегне деградацију, сушење и смањење екосистема. Галаксије које у свемиру еволуирају овим темпом успевају да доживе дубоку старост од око 13 милијарди година. Једна од тих старих галаксија чији живот протиче релативно мирно је и наш Млечни пут. Његов магличасти траг на кристално ведром небу пратио нас је док смо напуштали Сан Педро, уроњени у пустињску слободу ноћних слика и невидљивих градова. — ©

*Дарко Доневиќи је сцхиендиста италијанске владе у области космологије, у оквиру пројекта „Прашина у раном свемиру“. Докторирао је 2018. на Универзитету Aix-Marseille, у Француској, са темом „Еволуција далеких галаксија“. Као сцхиендиста, боравио је на институтима у Лајдену (Холандија) и Тулузу (Француска). Основне студије завршио је на Универзитету у Новом Саду. Сцхални је сарадник часописа Елементи.*