

Тема броја
ПОТРАГА ЗА
ЗЕМЉИНОМ
БЛИЗНАКИЊОМ

Шта Клод није?

Посесивно
понашање
у живом свету

Машина и човек
у дебатном рингу

Скила и Харибда
регулаторних
Т лимфоцита

Зелена фармација

Света стабла
Шумадије

Научне утопије





МЕЈКЕРС
СПЕЈС ЦПН

ОТВОРЕН ЗА
ИДЕЈЕ



НАУЧНИ КЛУБ
ЦЕНТРА ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ
КРАЉА ПЕТРА 46
www.cpn.rs/mejkers

 **NIS**
GASFROM NEXT
БУДУЋНОСТ
НА ДЕЛУ



ЦЕНТАР
ЗА
ПРОМОЦИЈУ
НАУКЕ



НАУЧНИ
КЛУБ



У КАДРУ



СЕМИНАР О РЕЦЕНЗИРАЊУ У НАРОДНОЈ БИБЛИОТЕЦИ СРБИЈЕ

ФОТО: Марко Рисовић

ЦЕНТАР ЗА ПРОМОЦИЈУ НАУКЕ и Одељење за научне информације Народне библиотеке Србије (КоБСОН) организовали су 7. априла Семинар о рецензирању на којем је учествовало више од 250 истраживача различитих профила.

Предавачи, искусни истраживачи, рецензенти и уредници међународних часописа, говорили су о

пракси и етичким аспектима рецензирања, значају рецензентског рада и платформама за праћење доприноса истраживача.

Центар за промоцију науке десету годину заредом организује овај јединствени програм за професионални развој истраживача, кроз који је до сада прошло више од хиљаду полазника.

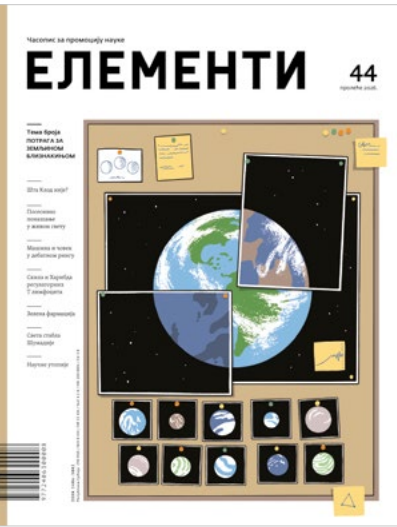
ТЕМА БРОЈА
ПОТРАГА ЗА ЗЕМЉИНОМ
БЛИЗНАКИЊОМ

4 Најдосаднији експеримент о
најинтересантнијем питању

9 Наредне планиране мисије

11 Типови звезда

11 Типови егзопланета



АУТОР ИЛУСТРАЦИЈЕ НА НАСЛОВНОЈ СТРАНИ:
Урош Павловић

Рецензентски одбор

Академик Зоран Петровић
САНУ,
др Александар Богојевић
Институт за физику Београд,
др Божидар Николић
Физички факултет у Београду,
др Зоран Огњановић
Математички институт САНУ
др Владимир Ђурђевић
Институт за метеорологију,

др Воин Петровић
Институт за нуклеарне науке Винча,
др Коста Јовановић,
Електротехнички факултет у Београду,
др Андреј Старовић
Народни музеј Београд,
др Радивој Радић,
Филозофски факултет у Београду
др Софија Стефановић
Филозофски факултет у Београду,

др Машан Богдановски
Филозофски факултет у Београду,
др Невена Буђевац
Учитељски факултет у Београду,
др Оливер Тошковић
Лабораторија за експ. психологију,
др Јелена Беговић
Институт за молекуларну генетику
и генетичко инжењерство, ИМПГИ

др Биљана Стојковић
Биолошки факултет у Београду,
др Зорана Курбалија Новичић
Olink Proteomics,
др Бојан Кениг
Центар за промоцију науке

20 ЖИВОТНА СРЕДИНА
Неуроурбанизам:
како живот у граду
утиче на мозак

23 МЕДИЦИНА
Када не употребити
вештину: Скила и
Харибда регулаторних
Т лимфоцита

28 ВЕШТАЧКА
ИНТЕЛИГЕНЦИЈА
Шта Клод није?

33 ФИЗИКА
Фасцинантна стварност
квантне механике

40 ВЕШТАЧКА
ИНТЕЛИГЕНЦИЈА
Машина и човек
у дебатном рингу

46 АРХИТЕКТУРА
Чардак и на небу
и у земљи

52 ЕВОЛУЦИЈА
Посесивно понашање
и власништво у живом
свету

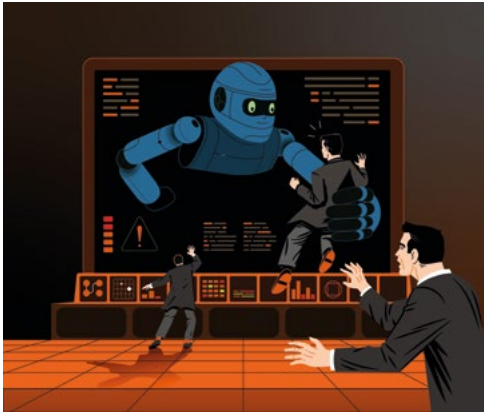
58 ФАРМАЦИЈА
Зелена фармација:
разапета од молекула
до планете

64 ИСТОРИЈА НАУКЕ
Научне утопије
17. века

78 УМЕТНОСТ
Вилински коњиц:
између тананог
предатора и симбола
елеганције

84 Арчимболдове
маниристичке
загонетке

90 СТРИП
Док пада
смртоносни снег



У КАДРУ
1 Семинар о рецензирању
у Народној библиотеци Србије

У ЦЕНТРУ
12 Космос испод наших ногу

КОЛУМНА
16 Орбитирање #28

ГРАЂАНСКА НАУЧНА ИСТРАЖИВАЊА
70 Света стабла Шумадије:
сусрет традиције и науке

Импресум

ЕЛЕМЕНТИ

Часопис за промоцију науке
Број 44 – пролеће 2026.

ЗА ИЗДАВАЧА
Ирис Лекић,
вршилац дужности директора

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ
УРЕДНИК
Иван Умељић

ПОМОЋНИЦИ УРЕДНИКА
Ђорђе Петровић
Богдан Ђорђевић

АУТОРИ*
Мићо Таталовић
Дарко Донеvски
Милица Нешић
Срђа Јанковић
Вања Суботић
Станко Томић
Марта Васић
Милијана Живковић
Игор Живановић
Павле Зелић
Петар Нуркић
Богдан Ђорђевић
Ана Самарџић
Јована Николић
Ђорђе Петровић
Никола Драгомировић

ИЛУСТРАТОРИ
Урош Павловић
Никола Кораћ
Алиса Викић
Сања Црњански
Жељко Лончар
Вук Палибрк
Сергеј Туцаков

ФОТОГРАФИЈЕ
Марко Рисовић

ВИДЕО
Бојан Живојиновић

ЛЕКТУРА И РЕДАКТУРА
Ивана Смолковић

ТЕХНИЧКА ПОДРШКА
Петар Пањковић

ГРАФИЧКА ПРИПРЕМА
Денис Викић

ШТАМПА
Три О,
Аранђеловац

ПРОДАЈА
prodaja@cpn.rs
+381 11 2400260

ПР
Јована Буљугић Трифуновић
pr@cpn.rs
+381 66 8800399

* Аутори из овог броја. Листу свих досадашњих аутора потражите на сајту



Центар за промоцију науке
Улица краља Петра 46
11000 Београд
+381 11 24 00 260
www.cpn.edu.rs



Истражите више на
prodavnica.cpn.rs/elementi/

Пишите нам на
elementi@cpn.rs

ПРЕТПЛАТИТЕ СЕ

Претплата за шест (6) бројева часописа
ЕЛЕМЕНТИ износи 1.600 динара,
уз урачунате поштанске трошкове
доставе на кућну адресу. Уплата у
овом износу се врши уплатницом на
жиро-рачун Центра за промоцију науке
170-0030012496025-58, са позивом
на број 3333 и навођењем сврхе уплате
„Претплата на часопис Елементи”.
Потврда о уплати се шаље е-поштом на
prodaja@cpn.rs.

СР – Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд
044

ЕЛЕМЕНТИ : часопис за промоцију науке
/ главни и одговорни уредник
Иван Умељић. – 2026, бр. 44 – .
- Београд : Центар за промоцију науке,
2026. (Београд : Донат граф). – 30 cm

Тромесечно
ISSN 2406-3002 = Елементи (Београд)
COBISS.SR-ID 215847180

Најдосаднији експеримент о најинтересантнијем питању

Да ли је наша планета јединствена? Покреће се велики нови пројекат у оквиру ког ће се сваке ноћи у периоду од десет година посматрати исте звезде налик Сунцу у потрази за одговором на то питање

ТЕКСТ:
Мићо Таталовић

„ДА ЛИ СМО МИ СЛУЧАЈНОСТ? Да ли нам се заиста посрећило да смо на планети која је савршена за живот какав познајемо? Или су планете попут Земље уобичајене?“, пита се Кларк Бејкер, постдокторанд у Лабораторији Кавендиш на Универзитету у Кембриџу, у Великој Британији.

Он је учесник великог новог међународног пројекта како би покушао да одговори на ова питања кроз „најдосаднији експеримент“ у историји, како га назива његов вођа тима и добитник Нобелове награде Дидије Келоз. Десет година ће посматрати исту скупину звезда сваке ноћи како би прикупили довољно података да одговоре на ова питања.

Пројекат, који ће започети у опсерваторији у Ла Палми у Шпанији почетком 2026.

године, назван је Експеримент лова на Земљу (енгл. *Terra Hunting Experiment*) јер ће тражити планете налик Земљи које орбитирају око звезда попут нашег Сунца. Ниједна оваква планета још није уочена иако су током протеклих 30 година откривене хиљаде егзопланета које орбитирају око других звезда.

Прве егзопланете откривене су деведесетих година прошлог века, а можда је најистакнутији пример гасовита планета гиганта 51 Пегаси, коју су пронашли Келоз и његов тадашњи супервизор Мишел Мејор, и за то откриће, које је из темеља променило ову област, добили Нобелову награду 2019. године.

Келоз сада жели поново да „ускомеша“ ову област тако што ће открити планету попут Земље, такозваног „Земљиног близанца“.

„То је невероватно тешко“, наводи Саманта Томпсон, њихова колегиница и још један кључни члан тима. „Никоме то још није пошло за руком.“

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Урош Павловић



Већина до сада откривених егзопланета много је већа од Земље и орбитирају много ближе својој звезди. „Имате веома велику планету која се налази близу своје звезде, и она подстакне звезду да се веома снажно за њише“, каже Бејкер. То њихање се уочава методом мерења радијалних брзина. Друга метода детектује пад светлости са звезде док планета пролази поред ње, те што је планета већа, већа је вероватноћа да ће бити уочена.

Такве планете лакше су уочљиве не само због њихове величине, већ и због њихове краће орбите: док пролазе испред своје звезде у кратким интервалима, оне нам улазе у видокруг чешће него планете са орбитама налик Земљиним које трају годину дана.

Али већина планета које су досад откривене, попут гасовитих гиганата названих „врели Јупитери“, „нису налик било чему што смо уочили у Сунчевом систему“, каже Бејкер. „То су планете величине Јупитера које орбитирају веома близу своје звезде.“

„Нема много звезда са мултипланетарним системима који су уређени као наш Сунчев систем“, додаје он. „Планетарни систем сличан нашем Сунчевом систему још није откривен.“

Из тог разлога се ова област суочава са проблемом: не знамо колико су у универзуму честе планете налик Земљи, па чак и соларни системи попут нашег. „Једини узорак је наш сопствени систем“, каже Томпсон, што нам отежава да разумемо ширу слику нашег места у свемиру. „Изненађујуће је колико мало података имамо о звездама налик Сунцу.“

Келоз додаје: „Изненадили бисте се да ако изаберете 1000 звезда око нас које су налик Сунцу, [за већину њих] чак не знамо ни да ли имају планету.“

Неколико је разлога за овакав недостатак података, наиме, потребно је провести много времена у посматрању да би се училе тако мале планете које орбитирају на већим удаљеностима од звезде. Разлог за то је количина шума са звезде који сакрива сигнал са планете; уз то, планета је видљива отприлике само једном годишње док орбитира између звезде и нас. А већина пројеката којима је то покушано морали су да међу собом деле инструменте и телескопе, тако да нису могли доследно и континуирано да посматрају звезде које су желели како би дошли до таквих открића.

ЖИВОТ ВАН ЗЕМЉЕ?

Овај нови пројекат се нада да ће доћи до открића о 50 звезда налик Сунцу које се налазе у нашој галаксији, а на које ће се истраживачи фокусирати како би сазнали да ли су њихови системи слични нашим соларним системима. На тај начин боље бисмо разумели колико се често јављају соларни системи попут нашег, као и како соларни системи настају. То је теже када имате само један пример да проучавате – наш.

У ту сврху, користиће се посебан спектрографски инструмент пројектован да буде изузетно осетљив и биће постављен на телескоп који је надограђен и потпуно аутоматизован. Тако ће моћи да детектују утицај планета налик Земљи на њихање њихове звезде уз помоћ методе мерења радијалне брзине. Вишеструко је унапређена постојећа спектрографска технологија како би пројектовали прецизнију технологију, и аутоматизовали телескоп, што ће им омогућити лакше систематско посматрање звезда.

Истраживачи желе да разумеју и колико се често јављају планете попут Земље: планете које орбитирају око звезда налик Сунцу на сличној удаљености, у такозваној настањивој зони или зони „Златокосе“, где су услови баш како треба да би могла да постоји вода у течном стању на површини и тиме омогући постојање живота. „То је напосто узбудљиво јер можемо да размотримо истраживање других планета“, каже Бејкер.

Ако тим пронађе планете сличне Земљи, као што и очекују, те планете ће вероватно бити у врху листе за будуће планиране свемирске мисије у којима ће се проучавати њихова атмосфера и тражити знаци живота кроз детекцију молекула који су маркери трагова живота.

„Једног дана ћемо можда моћи директно да видимо светлост са једног од ових светова налик Земљи“, каже Томпсон, која замишља да би то могло помало да изгледа као Земља виђена из свемира: једна бледоплава тачка. „То би било невероватно.“

Многи у овој области који нису укључени у пројекат узбуђени су јер би откриће могло да усмери нашу потрагу за животом у свемиру тако што ће пронаћи планете за које сматрамо да га могу подржати.

Примера ради, Џејмс Роџерс, виши научни саветник за егзопланете на Институту за астрономију у Кембриџу каже да то што про-



јекат има „веома специфичан циљ повећава његове шансе да успе“, јер је обично тешко прикупити довољно података о планетама попут Земље, пошто су видљиве само једном годишње, а телескопе обично међу собом деле бројни различити истраживачки пројекти. Он то описује као „мисију трагача“ која ће нам „донети мете“ које други телескопи онда могу још детаљније да проучавају. На пример, каже да ће изузетно велики телескоп који се гради у Чилеу бити „запањујуће добар“. Његова научна мисија делимично ће бити да уочи стеновите егзопланете у настањивој зони.

Роџерс очекује да ће „једноставан, једноћелијски живот бити прилично чест у свемиру“.

Његово виђење дели и Сара Ругхајмер, научна саветница на Факултету за физику и астрономију Универзитета у Единбургу, у Шкотској, која каже да је „живот на другој планети готово изванредан, али да тренутно немамо чврсте доказе“. Она додаје: „Можда нам се посрећи да у наредних пет до десет година пронађемо убедљиву комбинацију молекула који су маркери услова за живот, али моја је претпоставка да ће то бити у наредних 25 година.“

Она каже да Експеримент лова на Земљу попуњава празнину у нашој потрази за егзопланетама, што је одлична вест у нашој потрази за животом ван Земље.

ШИРЕ ЛЕКЦИЈЕ О НАЧИНУ НА КОЈИ НАУКА ФУНКЦИОНИШЕ

Поред наде да ће бити идентификована планета налик нашој и да ће дати смернице у потрази за ванземаљским животом, пројекат доноси и шире лекције о функционисању научних истраживања. Прво, показује да је потребно дуго и мукотрпно прикупљање података како би се сакупило довољно доказа да се до открића дође.

Келоз објашњава да још увек недостаје темељног знања о звездама налик Сунцу и њиховим соларним системима: нема довољно података о њима јер до сада нико није могао да континуирано посматра звезде дуже време, јер није било доступних наменских телескопа.

„Фокусираћемо се на звезде и посматраћемо их десет година, што досад никада није урађено“, каже Келоз. „Остаћемо на звезди, бинг, бинг, бинг, бинг, веома систематично. Када размислите о томе, то је најдосаднији експеримент, јер нам је потребно много података.“

„Можемо да посматрамо око 20 звезда по ноћи. А наредне ноћи – досадно је – узимате исто и крећете изнова. И идуће ноћи, изнова. И изнова, и изнова...“

Сигнал планете треба узорковати детаљно током једногодишњег трајања њене орбите како бисмо разумели све изворе шума, тако да је потребно прикупити податке током

неколико година да би са извесном сигурношћу били потврђени.

Пошто се такве планете појављују само једном годишње током своје орбите, потребно је неколико година да би се са сигурношћу потврдиле и да би се поништила позадинска бука у подацима који долазе од активности звезде.

Друго, пројекат указује на важност прикупљања података за допринос научним дискусијама. Ова истраживачка област, као и медијске и јавне расправе о њој, обилују мишљењима о постојању других Земаља и живота ван наше планете, али једини начин да сазнамо шта је стварност јесте да се прикупе подаци.

„Није да ми само промишљамо“, каже Келоз, који додаје да медији често представљају науку као „магију“ где научници просто говоре ствари, али постоји „потпуно нераазумевање“ око чињенице да се наука заснива на подацима, које мукотрпно прикупљају комплексни уређаји који имају своја ограничења и неизвесности. „Ми само гледамо податке. А прибављање података о свемиру је изузетно тешко. И тражи најбоље људе, најбоље иновације и захтева новац. И то је велики изазов у данашње време, јер смо то заборавили [као друштво].“

Он каже да је у друштвеном поимању науке „изгубљена та веза са елементом утемељеним на чињеницама“ и да то са собом носи „доста неспоразума кад је реч о том магичном елементу“.

„Ако уклоните способност за прикупљање података, оно што можете да урадите након тога је бесмислица. Мислим, наравно, можете и даље да причате, али то је само бла, бла, бла. Није засновано на чињеницама.“

Дакле, пројекат приказује и колико су важни научни инструменти, које јавност, креатори политика и финансијери често потцењују, а који можда не схватају да су научницима потребни веома специфични и прецизни уређаји који много коштају и који се граде годинама. И заиста, Келозов тим је пројектовао и градио свој спектрограф и надограђивао телескоп око десет година пре него што су га покренули и започели мерења.

„Прве три-четири године морао сам да убеђујем колеге да имамо решења“, каже Келоз. „А онда је потребно и време за проналажење средстава. А онда морате да набавите и направите опрему: комплексну, компликовану опрему.“

Та опрема је кључна за прикупљање података који ће допринети томе да наука боље разуме свемир.

„И свака од ових направа, ма шта да је у питању, свемирска летелица, неки инструмент на Земљи, микроскоп, било шта, има своја ограничења“, каже он. „Тако да је веома важно разумети шта ти уређаји раде.“

Келоз каже да је од пресудног значаја да се разговара о начину прикупљања података, јер недовољно разумевања у том домену доводи до „проблема који наноси велику штету, јер нема улагања у иновације потребне како би се направили уређаји намењени бављењу науком“.

На крају, пројекат указује на важност тимског рада и стручности много различитих људи када је реч о најсавременијим научним истраживањима, што је заједнички подухват који ниједан појединац не може сам да оствари. Келоз, добитник Нобелове награде који је добио доста пажње медија, каже да иако је главни истраживач на пројекту, наука представља тимски подухват.

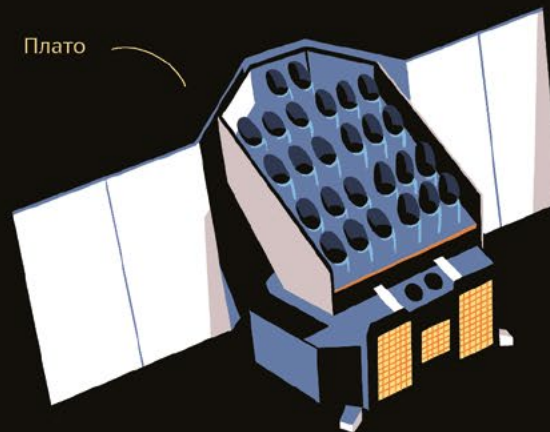
„Ово је резултат тимског рада. И заправо, ти људи су невероватни. Сви су невероватни. Оно што они раде, ја не могу да урадим, јер се баве електроником, оптиком, итд. Они су заиста, заиста добри у ономе што раде. И сви су различити. Сви имају различите карактере. Сви раде заједно... на развоју веома компликованог хардвера. А то је напорно.“

Што се тиче запажања у оквиру пројекта, тим је уверен да ће већ ове године доћи до низа занимљивих открића. Али, да би се заиста открила планета налик Земљи, биће потребно најмање неколико година. „То би била светска премијера, велики прасак: 'То је то, тим је успео, могуће је'; и после могу у пензију, како доликује“, шали се Келоз. —©

Аутор је посетио Универзитет у Кембриџу у оквиру стипендије финансиране од стране Европске организације за молекуларну биологију (ЕМБО).

Превод: др Марија Мершник

Мићо Ташиловић је научни новинар из Ријеке, који широм света ради и живи у Лондону. Члан је управе Европске федерације научних новинара.



НАРЕДНЕ И ПЛАНИРАНЕ МИСИЈЕ

Експеримент Лов на Земљу: Пројекат који воде Велика Британија и Швајцарска, за циљ има да се посматра око 50 звезда налик Сунцу током наредних 10 година у нади да ће открити најмање две планете налик Земљи. Користи инструмент HARPSZ (енгл. *High Accuracy Radial Velocity Planet Searcher 3*) инсталиран на дорађеном телескопу пречника 2,5 метра под називом „Исак Њутн“, који се налази у опсерваторији OPM (Roque de los Muchachos Observatory) на острву Ла Палма на Канарским острвима у Шпанији. Фокус су звезде видљиве са северне хемисфере.

Спектрограф друге Земље: Међународни подухват који предводи Данска, има за циљ да истражи 30 најсјајнијих звезда соларног типа које су видљиве са јужне хемисфере најмање пет година, да би се пронашле „умерене терестричке планете Земљине масе у настањивој зони“. Користи се „екстремно прецизан спектрограф радијалне брзине најновије генерације“, који ће бити инсталиран на постојећем MPG/ESO телескопу пречника 2,2 метра на Европској јужној опсерваторији Ла Сија у Чилеу. Прва светлост се очекује почетком 2027. године.

ПЛАТО: У питању је мисија Европске свемирске агенције (ESA), а планирано је да крене почетком 2027. године. Скраћеница је од Планетарни транзити и осцилације звезда (енгл. *Planetary Transits and Oscillations of Stars*). Користиће 26 камера за проучавање земаљских егзопланета у орбитама звезда налик Сунцу. Ова мисија ће мерити величине егзопланета, а тражиће и егзомесеце и прстенове око њих. На веб-сајту ЕСА наводи се: „Плато има за циљ да пронађе планете који имају услове сличне онима на Земљи. Оне представљају савршен почетак наше потраге за животом.“

Изузетно велики телескоп: Европска јужна опсерваторија у Чилеу гради највећи телескоп на свету, широк 39 метара. Телескоп ће бити усмерен на егзопланете како би снимао стеновите планете у настањивим зонама њихових звезда и карактерисао њихове атмосфере. Његов инструмент ANDES (енгл. *Armazones High Dispersion Echelle Spectrograph*) моћи ће да детектује биолошке потписе као што су водена пара, кисеоник и метан у атмосферама таквих светова. А његов средњинфрацрвени ЕЛТ снимач и спектрограф (METIS – *Mid-infrared ELT Imager and Spectrograph*) могао би чак да детектује месеце који се формирају око планета. Почетак је планиран за 2028. годину.

Опсерваторија за настањиве егзопланете: Планирана свемирска мисија НАСА како би се директно снимили планетарни системи око звезда налик Сунцу. Имаће телескоп и неколико инструмената постављених на сателит, као и посебну, одвојену заштиту од Сунца како би се унапредиле њене способности детекције. Позната под акронимом HabEx, њен главни циљ је да открије егзопланете налик Земљи, опише њихов атмосферски садржај и тражи знакове настањивости као што су вода, кисеоник или озон. Мисија је планирана за средину 2030-их.

Велики интерферометар за егзопланете: Међународна свемирска мисија коју предводи Швајцарска са циљем да се директно уоче десетине умерених земаљских егзопланета помоћу инструмента познатог под називом нутирајући интерферометар. Ову мисију ће чинити четири телескопа који лете у правоугаоној формацији, а инструмент ће поништати шум са звезда како би омогућио детекцију сигнала са планета.



ТИПОВИ ЗВЕЗДА

Пулсари: Пулсари су изузетно густе али си-ћушне звезде које су сачињене скоро у потпуности од неутрона. Пречник им је само 20 km или мање, али су обично тежи од Сунца. Прва потврђена егзопланета откривена је 1992. године како кружи око једне такве звезде у сазвежђу Девике под називом PSR1257 + 12.

М патуљци: Познати и као црвени патуљци, ово су звезде мале масе, много мање и мање сјајне од нашег Сунца, тако да је њихова настањива зона, где планете могу имати течну воду, веома близу. Они су најчешћа звезда у универзуму, а многе планете су откривене око њих. Један пример је звезда најближа Сунцу, Проксима Кентаури, са планетом Проксима Кентаури б, откривеном 2016. године.

Звезде типа Г: Ово је тип звезде сличан нашем Сунцу. Имају температуре од око 5020-5720 °C и изгледају жуто. Знамо да такве звезде могу да имају планете које подржавају живот јер је Земља једна од њих, тако да је то наша најбоља шанса за проналазак живота у свемиру. Али нису уочене планете налик Земљи које круже око таквих звезда, вероватно због ограничења у нашим могућностима детекције. Мисије које су планиране током наредне деценије могле би то да промене.

ТИПОВИ ЕГЗОПЛАНЕТА

Земљини близанци: Познати и као Земљини аналози, представљају стеновите планете сличног пречника и масе као Земља. Планете које имају Земљину масу и/или пречник Земље откривене су и раније, али никада нису кружиле око звезде налик Сунцу, чиме би били прави „аналози“ или „близанци“ Земље у смислу да би услови попут удаљености од звезде били заиста слични нашој матичној планети.

Супер-Земље или под-Нептуни: Ове планете су 2-10 пута масивније од Земље, али су лакше од ледених гиганата попут Нептуна. Могу бити сачињене од гаса, стена или оба. Честе су у нашој галаксији, али нема ниједне у нашем Сунчевом систему. Не знамо много о условима који тамо владају, али међу тим планетама могли би се наћи воденог светови, потпуно залеђене планете или гасовите планете.

Врели Јупитери: Као и наши Јупитер и Сатурн, ове егзопланете имају вртложне гасове – углавном водоник и хелијум, изнад чврстог језгра, али су много веће и ближе својим звездама, што их чини супер врућим. Услови на њима били би негостољубиви за живот какав познајемо. Али због њихове блиске орбите и величине лако се детектују, тако да смо моге пронашли.



Космос испод наших ногу

Центар за промоцију науке организовао је у Научном клубу Београд, од 20. марта до 23. априла, едукативну изложбу посвећену очувању здравог земљишта

ТЕКСТ:

Ђорђе Петровић

„ВИШЕ ЗНАМО О СВЕМИРУ него о свету испод површине тла“, каже др Тоби Кирс, еволутивна биолошкиња и добитница Тајлерове награде за 2026. годину – често називане Нобеловом наградом за заштиту животне средине. И заиста, шира јавност вероватно више зна о далеким планетама, него о тлу којим свакодневно корачамо и од кога непосредно зависи наш опстанак.

Са циљем да истакне значај образовања о земљишту и бриге о овом драгоценом ресурсу, Центар за промоцију науке је, од 20. марта до 23. априла, у просторијама Научног клуба Београд, организовао интерактивну изложбу „Испод површине: тајни живот земљишта“.

Реализована у оквиру међународног пројекта LOESS, поставка је осмишљена као едукативно и интерактивно путовање кроз слојеве земљишта: од невидљивих организама и нечујних процеса који се у њему одвијају до савремених изазова очувања његовог здравља.

ЗАВИРИ ИСПОД ПОВРШИНЕ

Земљиште је много више од подлоге под нашим ногама. Оно је жив и динамичан екосистем, сложена мрежа минерала, воде, ваздуха и безбројних организама, од бактерија и гљива до глиста, инсеката и корења биљака. Део те скривене разноврсности посетиоци су могли да виде на богато илустрованој

ФОТО: Марко Рисовић





инфографици у Научном клубу Београд, коју је за потребе изложбе припремила уметница Моника Ланг. Међутим, поставка је такође ангажовала и друга чула: посетиоци су могли да погађају мирисе земљишта, под прстима осете различите текстуре, измере влажност и киселост уз помоћ специјалног уређаја и окушају се у процени који узорак садржи највише хумуса.

У земљишту се непрестано одвијају различити биохемијски процеси:

разлажу се минерали и органски остаци, складиште вода и угљеник, а биљке добијају ослонац и храну. Када су сви ови процеси у равнотежи, земљиште је здраво, плодно и релативно отпорно на промене у животној средини. Нажалост, ова равнотежа често бива нарушена.

Како изгледа када до тога дође, посетиоци су могли јасно да виде у Микрогалерији Центра за промоцију науке. У овом малом изложбеном простору, видљивом и пролаз-

ницима са улице, приказан је педолошки профил здравог земљишта са свим његовим слојевима, али и профил тла нарушеног неодговорним људским деловањем. Посматрано одозго, разлика готово да не постоји – деградација земљишта често је невидљива на први поглед. Њене последице, међутим, постају брзо уочљиве: смањена плодност, слабије задржавање воде, већа подложност сушама и поплавама.

Изложба нас затим води кроз највеће претње по здравље земљишта данас – прекомерну и неодрживу пољопривреду, ерозију, различите облике загађења и бетонирање, односно запечаћивање тла. Посебно се издваја интерактивна инсталација која, једноставним окретањем, демонстрира колико је земљиште са развијеним коренским системом отпорније на ерозију у односу на „голо“ тло без вегетације.

Ови облици деградације не доводе у питање само одрживост производње хране и квалитет пијаће воде, већ угрожавају и биодиверзитет и стабилност читавих екосистема. Поред тога, како је земљиште један од највећих природних резервоара угљеника на Земљи, његово нарушавање доводи до ослобађања угљеника из тла и вегетације. Последица је пораст концентрације угљен-диоксида у атмосфери, што додатно убрзава климатске промене.

КАКО САЧУВАТИ ЗЕМЉИШТЕ

Земљиште је сложен и осетљив систем у којем су сви делови међусобно повезани, па се последице деградације не могу лако ни брзо исправити. Иако га често доживљавамо као трајно и неисцрпно, оно је у стварности – што аутори изложбе посебно наглашавају – практично необновљив ресурс: за формирање само неколико центиметара плодног тла потребне су хиљаде година.

Ипак, изложба не остаје само на дијагнози проблема. Кроз низ кратких, јасних и поучних прича, она



представља мере и праксе које могу допринети опоравку земљишта: од компостирања, које је могуће спроводити и у дворишту или на тераси, преко регенеративне пољопривреде, пошумљавања и озелењавања градова, па све до развоја биопластике и пречишћавања тла уз помоћ одређених биљака и микроорганизама.

Посебну пажњу привлачи експонат са брашненим црвима, који имају способност да разграђују пластику, отварајући нове могућности за смањење пластичног отпада и чишћење контаминираног земљишта. Посетиоци су могли да виде како ови организми конзумирају стиропор захваљујући бактеријама у њиховом дигестивном систему које омогућавају разградњу пластике на једноставнија једињења.

Нарочито би требало издвојити експонат са брашненим црвима, који могу да разграђују пластику, што отвара нове опције када је реч о смањењу пластичног отпада и чишћењу

контаминираног земљишта. Посетиоци су имали прилику да виде како ови организми једу стиропор, јер у свом дигестивном систему имају бактерије које помажу разградњу пластике на једноставнија једињења.

Ипак, не постоји брзо и једноставно решење које може у кратком року вратити плодност деградираног земљишта. Ове мере могу ублажити последице и постепено побољшати његово стање, али не и у потпуности обновити оно што је изгубљено.

Зато изложба јасно истиче да је најефикаснији приступ – превенција. Земљиште треба чувати док је још здраво: пажљиво користити хемијска средства, избегавати прекомерну експлоатацију и планирати градове и пољопривреду тако да тло остане плодно и функционално. То подразумева примену савремених знања и технологија, али и ослањање на већ постојеће добре праксе. У том процесу мењају се и наше

Поред изложбе, организован је и разноврстан пратећи програм: радионице за ученике основних школа, вођене туре за основце, средњошколце и грађане, као и обука за креаторе наставних програма и уџбеника. Посебни догађаји били су намењени наставницима и неформалним едукаторима (у сарадњи са научним клубовима широм Србије и међународним пројектом *ИМРАСТ*), а програм је обухватио и разговоре о климатским променама, као и пројекције награђиваног документарног филма о земљишту.

вредности, усвајамо нове навике и јачамо свест о значају здравог земљишта.

„Земљиште нисмо наследили од својих предака, већ смо га позајмили од својих потомака“, каже народна изрека. Управо тако према њему треба и да се опходимо – са великом одговорношћу и бригом, свесни да од његовог здравља зависи и наша будућност. — ©

Аутор је научни новинар Центра за промоцију науке. Дипломирао је новинарство на Факултету политехничких наука и филозофију на Филозофском факултету у Београду. Пише о широком спектру тема: од историје и филозофије науке до заштите животне средине, популарне културе и уметности. Интервјуисао је бројне рецензиране истраживаче из земље и света. У шиму ЦПН-а је од 2018. године.



Орбитирање #28

Прича о одбеглим планетама

ТЕКСТ:

Дарко Донеvски

НЕПРЕГЛЕДАН ЈЕ БРОЈ објеката који су у свемиру гравитационо увезани са неким другим небеским телом. Уз помоћ силе гравитације звезде су спрегнуте за галаксије, галаксије за друге галаксије, па и групе галаксија, чак и велика галактичка јата и суперјата. Кренемо ли ка мањим структурама, опажамо да планете орбитирају око својих матичних звезда, заједно са својим (уколико их има) природним сателитима. Закључак који би се могао извести из овакве поставке ствари био би да је космос релативно једноставан и предвидив. Глобално, он то заиста и јесте. Ипак, локално, када зумирамо поглед ка саставу свемира на мањим скалама, схватамо да је он препун динамичких интеракција и неочекиваних становника какве смо сретали још само у научнофантастичним романима.

Подсетимо се Лемовог Солариса, где научници покушавају да разумеју планету која измиче њиховим теоријама, свет који постоји готово као самосталан космички ентитет, пркосећи нашим очекивањима о томе шта планета треба да буде. Лем је тако наслутио привидно једноставну, али далекосежну истину: свемир је вероватно много загонетнији него што људско сазнање пре-

тпоставља. Три деценије након Солариса, многе нити свемира почеле су да се одмотавају, попут клупка вунице. Године 1995. откривене су прве планете које орбитирају око звезда сличних Сунцу, стварајући ново поглавље посматрачке астрономије: науку о вансоларним планетама или егзопланетама.

У свега неколико деценија, астрономија егзопланета развила се запањујућом брзином. Научили смо да планетарни системи могу бити драматично различити од нашег: постоје планете које круже око једне звезде, затим оне које круже око две звезде, планете са орбитама краћим од једног дана, па чак и гасни цинови ужаренији од неких звезда. Све то показује да наш Сунчев систем није никакав космички изузетак, већ само један од многих исхода устројства планетарних система у природи. Донедавно, међутим, многи су сматрали да планете имају за заједничку особину кружење око своје матичне звезде са којом су гравитационо везане.

Преокрет је настао када су астрономи приметили да објекти планетарних маса не морају нужно да живе у таквим уређеним системима. Током формирања планетарних система гравитациона дејства између младих планета могу бити

изузетно насилна. Понекад се догоди да такве космичке „гравитационе партије билијара“ заврше тако што једна планета добије довољно енергије да буде избачена из стабилног система. Сличан ефекат могу изазвати и блиски пролази других звезда, који дестабилизују планетарне орбите. Резултат ових процеса је настанак планета које напуштају своје матичне системе и започињу путовање кроз међузвездани простор.

Такви усамљени светови називају се *одбељне џланеџе* или *међузвездане џланеџе* (*rogue planets* или *free-floating planets*). Уопштено говорећи, то су тела планетарне масе која нису гравитационо везана за неку звезду, или су евентуално на толико огромним орбитама да се практично понашају као слободни путници кроз галаксију. Неке су вероватно избачене из својих матичних система током бурне младости планетарних система; друге су можда настале више звезданим него планетарним путем попут директног колапса облака гаса, али без довољно масе да постану класичне звезде. Управо ту почиње и најзанимљивији део наше приче: одбегле планете нису само нова врста објеката у нашим астрономским каталогима, него тест наших дефиниција

о томе шта планета уопште јесте. Ове путнице кроз Млечни пут путују саме, без звезде којој припадају, готово неприметне или тешко видљиве за фотометријска посматрања чак и највећим телескопима. Новије теоријске процене сугеришу да би таквих објеката могло бити изузетно много, чак пропорционално броју „класичних“ планета које круже око звезда. Другим речима, врло је могуће да наша галаксија није само галаксија звезда и њихових планета, већ и огромна популација одбеглих светова који попут малих барки плове кроз међузвездани простор.

КАКО ОТКРИВАМО ОДБЕГЛЕ ПЛАНЕТЕ?

Када су први пут откривени, почетком двехиљадитих, овакви и слични објекти названи су *изоловани објекти џланеџарне масе* (*isolated planetary-mass objects*). Ова општа група небеских тела укључује и поменуте *одбељне џланеџе* (које се, међу астрономима, још зову и *џланеџе луталице*). Њихово постојање иницијално је забележено у младим звезданим регионима попут Орионове маглине, и то од стране два тима који су користили телескопе на Хавајима. Једног су чинили британски научници који су користили инфрацрвени телескоп UKIRT, док је други тим претежно шпанских научника користио спектроскопска снимања са телескопа Кек. Иако је од тада прошло више од 25 година, откривање одбеглих планета представља велики посматрачки изазов чак и са огледалом од 10 метара инсталираном на хавајском Кеку. Суштина проблема је да се већина метода којима астрономи проналазе класичне егзопланете



ИЛУСТРАЦИЈЕ: Алиса Викић

ослања на присуство звезде. На пример, метода транзита изискује периодично затамњење звезде када планета прође испред ње, при чему радијалне брзине дају информацију о гравитацији планете која узрокује „љуљање“ звезде. Како планета луталица нема звезду коју би могла да помрачи или привуче гравитацијом, астрономи су прибегли једној од најнеобичнијих метода модерне астрофизике – **гравитационим микросочивима**.

Суштина ове методе је у општој теорији релативности, која предвиђа да свако масивно тело савија простор–време око себе. Када тело прође испред удаљене звезде, његова гравитација делује попут природне космичке лупе, привремено појачавајући светлост те звезде. Ако је „сочиво“ мала планета, тај ефекат може трајати само неколико сати или дана. Управо такви кратки блескови маркирају присуство

планета луталица. Ипак, ови догађаји су ретки и непоновљиви, и астрономи морају да посматрају милионе звезда да би ухватили један такав тренутак. Када се једном детектује, микросочиво отвара прозор у једну потпуно нову популацију космичких објеката.

Једно од првих великих поглавља приче о микросочивима испишано је 2011. године. Тада су колаборације MOA (*Micro lensing Observations in Astrophysics*) и OGLE (*Optical Gravitational Lensing Experiment*) посматрале око 50 милиона звезда ка средишту Млечног пута, и идентификовале више стотина микросочива, од којих су нека приписана објектима планетарне масе без видљивог домаћина. Ово су биле прве студије које су сугерисале да би у Млечном путу могло постојати веома много таквих објеката.

Новије анализе за циљ су поставиле одговор на питање – *ако џела*



планетарне масе има мноо, колика је њихова титична маса? Мала ђоуи Меркурове, или џиновска ђоуи Јуишера? Тренутни консензус је да су одбегле планете масе Јупитера вероватно ређе него што се првобитно мислило, али би зато објекти масе Земље могли бити веома честа и регуларна појава у свмиру.

Претходних година појавили су се и први научни радови који су детаљније испитивали појединачне кандидате. Научни тимови су детектовали ултракратка појачања светлости услед микросочива, од којих је једно било међу најкраћима икада забележеним. Све је указивало на објекат масе између Земље и Нептуна, чиме је фокус астронома пребачен са идеје „усамљених Јупитера“ ка могућности да нашој галаксијом лутају и знатно мањи светови. То нас је довело до најновијег рада, објављеног почетком 2026. у часопису *Science* (линк:

<https://www.science.org/doi/10.1126/science.adv9266>). У том раду анализиран је микроленсинг догађај под називом KMT-2024-BLG-0792, посматран телескопима како са Земље тако и из свмира. Управо је та комбинација земаљских и свмирских инструмената била кључна да се истовремено одреде маса објекта и његова удаљеност. Астрономи су израчунали да је у питању објекат са карактеристикама одбегле планете, масе сличне Сатурновој, на удаљености од око 10.000 светлосних година. То је први случај да је за један овакав објекат добијена директна процена масе. Ово откриће дивно описује развој модерне астрономије, јер се цело поље истраживања за само неколико година померило из фазе статистичких наговештаја у фазу детаљних физичких описа одбеглих планета. Са познавањем њихове масе и већим узорком објеката кандидата, уско-

ро ће моћи да буду извршена и директна поређења посматрања са моделима избацаивања планета и директног колапса. Тако ће, некада егзотичне идеје, ускоро добити и свој детаљан теоријски оквир.

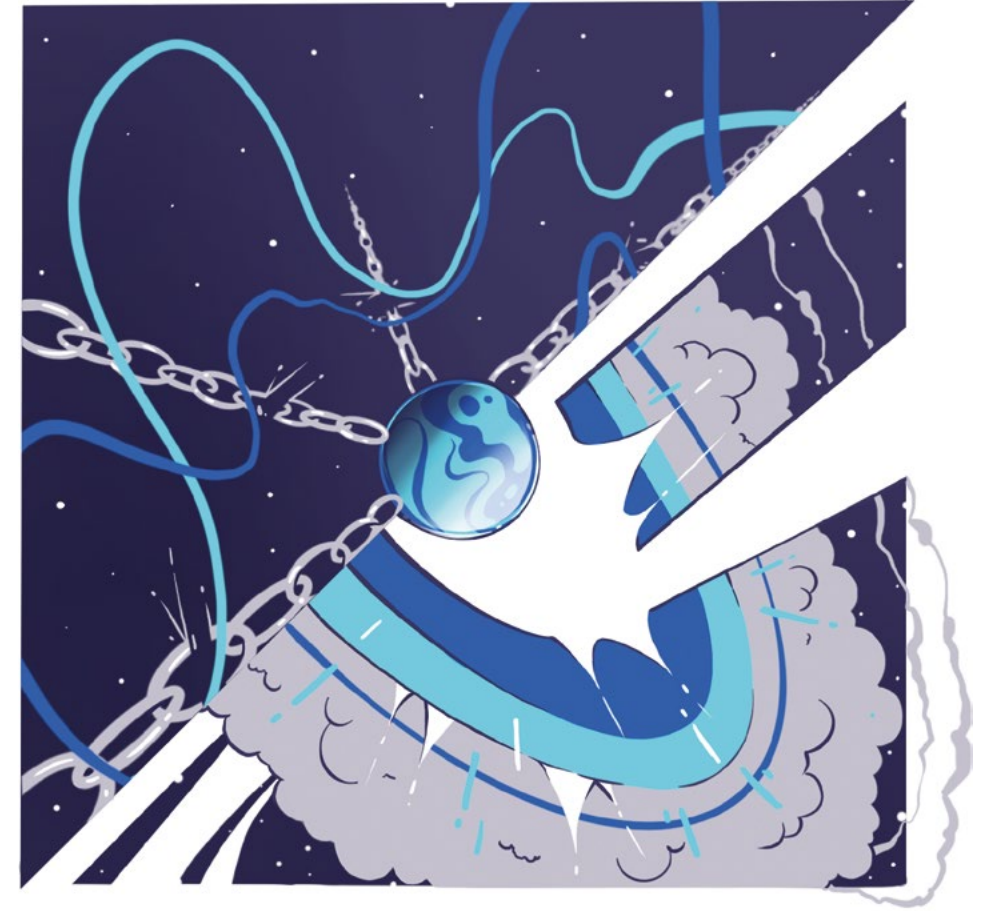
ПАЗИ, СНИМА СЕ...

Лепота комплексности астрономије је у томе и да микросочива нису једини прозор у испитивање одбеглих планета. Друга метода, директно снимање, омогућава проналажење изолованих објеката планетарне масе у младим звезданим регионима где се њихова маса може проценити на основу сјаја и познате старости окружења. Већина ових објеката има масе од неколико Јупитерових маса и припада спектралним класама L и T, док се најхладнији кандидати налазе релативно близу Сунчевог система. До данас је идентификовано више стотина кандидата за овакве објекте, од којих су неки потврђени дубоким спектроскопским посматрањима. Велике претраге неба додатно су прошириле овај узорак: у региону између сазвежђа Шкорпије и Змијоноше идентификовано је око 150 кандидата, док су најновија посматрања свмирским телескопом Џејмс Веб идентификовала више од 500 кандидата у звезданим јатима у Ориону. Ту долазимо до природног питања: *да ли увек можемо бићи сигурни да су ови објекти заиста планетарне, а не нека група небеских тела?* Кратак одговор гласи: не увек! Астрономска класификација се у пракси често ослања на масу објекта као основни критеријум. Граница између планета и браон патуљака обично се поставља око 13 маса Јупитера, што приближно одговара маси при којој објекат може започети сагоревање деутеријума. Објекти испод те границе најчешће се сврставају у категорију слободно плутајућих тела планетарне масе.

Међутим, ова подела није савршена. Граница зависи од хемијског

састава и унутрашње структуре објекта, а још важније – маса сама по себи не говори ништа о томе како је неко небеско тело настало. Због тога се исти објекат у различитим радовима може описивати као „планета луталица“, „изоловани објекат планетарне масе“, или чак као екстремно мали браон патуљак. Другим речима, када говоримо о планетама луталицама, често мислимо на две сродне, али не нужно идентичне популације објеката. Прву чине планете које су настале у планетарним системима око звезда, а затим избачене током гравитационих интеракција. Другу чине усамљени објекти планетарне масе који су можда настали директним колапсом облака гаса, слично звездама, али без довољно масе да започну нуклеарну фузију. Посматрачки, они могу изгледати готово исто, али њихова космичка „биографија“ може бити потпуно различита. Управо зато су ови објекти толико занимљиви: не откривају само нове типове светова, већ и границе наших класификација.

Савремена теорија зато разматра **два главна сценарија њиховог настанка**. У првом сценарију планете се формирају у протопланетарним дисковима око младих звезда, али бивају избачене из система током снажних гравитационих сусрета са другим планетама, или приликом блиских пролаза суседних звезда. У другом сценарију ови објекти настају директно из колапса гасних облака, слично звездама или браон патуљцима, али са знатно мањом масом. Посматрања показују да неки од њих имају чак и акреционе дискове, што сугерише да процеси слични формирању звезда могу деловати и на масама од свега неколико Јупитерових маса. Због тога се данас сматра да популација одбеглих планета вероватно укључује објекте настале на оба начина, а питање који је од та два канала доминантан и даље остаје отворено.



БУДУЋНОСТ ИСТРАЖИВАЊА ОДБЕГЛИХ ПЛАНЕТА

О одбеглим планетама нису размишљали само астрономи. Мотив усамљеног небеског тела има свој ехо у давним научнофантастичним причама друге половине 20. века. Један од оних који је међу првима маштао и писао о овој могућности био је амерички писац Фриц Лајбер. У краткој причи *A rail of air* из 1959. године, описао је догађај у којем је наша Земља постала одбегла планета након проласка „тамне звезде“ поред Сунца. Овом мотиву вратио се касније у роману *The Wanderer* из 1964, у ком лутајућа планета упада у Сунчев систем и моментално утиче на човечанство. Потрага за одбеглим планетама пренета је и на велико платно у једној од епизода култне серије *Звездане стазе*. Можда је најлепши део целе приче то што она мења и наше

емоционално поимање свмира. Сунце нас је научило да је планети природно да се напаја светлошћу своје звезде. Планете луталице показују да то није нужно тачно. Светови који кроз галаксију пролазе без свитања и заласка, без годишњих доба, са небом које не познаје матичну звезду. И ту би могли опет да се вратимо Лемовој интуицији. Најузбудљивије у космосу није то што повремено пронађемо неки екстремни објекат, већ то што нас свака таква детекција натера да проширимо границе онога што сматрамо могућим. Одбегле планете нису само егзотични остаци небеске динамике. Оне су подсетник да свмир нема обавезу да буде породичан, топао и прегледан. Неки светови, напосто, путују сами.

Процене говоре да би само у нашој галаксији могло постојати више милијарди планета луталица. Управо зато се много очекује од

будућих свемирских мисија, попут телескопа Ненси Грејс Роман, који би у наредним годинама требало знатно прецизније да одреди колико је ових усамљених светова расуто по Млечном путу. Истовремено, први резултати мисије Еуклид указали су на десетине кандидата за планете луталице маса неколико Јупитера у подацима прикупљеним током првих годину дана рада овог свемирског телескопа. С обзиром на то да нас велико претраживање неба са Еуклидом тек очекује, треба да имамо доста разлога за оптимизам у погледу броја одбеглих планета које ће бити откривене наредних година.

Ипак, иако звучи готово као заплет из научне фантастике, вероватноћа да нека одбегла планета залута у наш Сунчев систем и начини директну претњу животу на Земљи, практично је занемарљива. Теоријски модели предвиђају да је шанса за такав догађај тек један према милијарду у наредних хиљаду година. Другим речима, иако галаксијом можда лутају безбројни изгубљени светови, космички простор између звезда и даље је толико огроман да ће већина њих заувек остати само тихи путници у прашинастом међузвезданом простору. — (Е)

Дарко Донеvски је докџор наука у обласџи космологије и асџрофизике. Главна обласџ исџраживања му је еволуција ѓалаксија у раном свемиру. Професионално је анѓажован на инсџиџуџима за асџрофизику у Трсџу и Варшави, на којима води међународни ѓројекаџ који се бави ѓореклом ѓрашине у далеким ѓалаксијама. Докџорирао је на Универзџиџу Екс-Марсеј у Француској, а као ѓосџујуџи научник радио је на универзџиџима у Торонџу, Лајдену и Тулузу. Поред исџраживачкој рада, акџивно се бави научном едукацијом и комуникацијом. Сџални је сарадник часоџиса Елеменџи.



ЖИВОТНА СРЕДИНА

Неуроурбанизам: како живот у граду утиче на мозак



*Каже ми ономад моја жена
За коју бих све учинио*

*Волела бих да имам
Једно мало зелено дрво
Да улицом трчи за мном.*

Велеградска песма, Васко Попа

ТЕКСТ:
Милица Нешић

КАДА САМ ИМАЛА ОСАМ ГОДИНА, родитељи су ми саопштили да се селимо у центар града. Њихова усхићеност је само продубила моје разочарање када сам искусила првих неколико дана у новом стану и новој школи. Уместо велике пољане где смо на одморима између часова јурили гуске, дочекало ме је бетонско двориште. Спонтане игре напољу заменила су испланирана дружења у кућним условима. Иако сам се, према речима родитеља, брзо уклопила у ново окружење, жал за предграђем поред Дунава није ме напуштала. О томе сведочи и једна песма коју сам написала у средњој школи под насловом *Деца из града*. Нећу је наводити јер ипак могу поднети тек толико кринца, али основна тема је чежња за дрвећем, спонтаностју и унутрашњим миром.

Прошло је доста времена док се нисам вратила овој теми. Када сам почела да се бавим менталним поремећајима, изненадило ме је да је један од фактора ризика за развој бројних психичких тегоба управо живот у великом граду. Штетан утицај метропола је постао толико очигледан да је последњих година изнедрио посебну дисциплину у оквиру неуронаука

ИЛУСТРАЦИЈА: Никола Кораћ



названу неуроурбанизам. У даљем тексту покушаћу да представим управо на који начин градови могу негативно (и позитивно) да утичу на наш мозак и наше психичко благостање.

СТРАШНО ВЕЛИК ГРАД

Најпре, није свеједно колики је град. Већи и насељенији градови носе значајнији ризик од психијатријских поремећаја. Блокови зграда густо напакованих становима у којима нема зелених површина делују на наш мозак као некаква страшна џунгла у којој вреба безброј опасности. Истраживања су показала да људи који живе у овим „урбаним џунглама“ имају измењену повезаност између делова мозга који су важни за емоционалну обраду оног што се опажа. У односу на оне који су детињство провели на селу, особе одрасле у великим градовима имају тању кору медијалног префронталног дела мозга, који је важан за процесе одлучивања, обраде емоција и социјалну когницију. Смањење овог дела мозга код деце из града је повезано са већим ризиком од депресије, али и са бољим сналажењем у социјалним ситуацијама.

Велики градови са лавиринтима бројних улица такође могу да утичу на повећање још једне способности, а то је навигација у простору. Пре двадесет година чувена енглеска студија је показала да лондонски таксисти

имају необично велик задњи део хипокампуса, дела мозга важног за просторно сналажење. Иначе, познато је да, како бисте могли да budete таксиста у Лондону, морате да положите озбиљан испит колоквијално познат као „Знање“ (енгл. Knowledge), који обухвата познавање свих улица у овом великом граду. Када су истраживачи видели да лондонски таксисти имају веће хипокампусе од осталих Лондонаца, запитали су се да ли је то заиста последица боље просторне оријентације или је то можда и од стреса (изгледа да су у свим велеградима таксисти скоро увек „на ивици“) или тога што користе просторну навигацију свакодневно. Због тога су поредили њихове хипокампусе са хипокампусима лондонских возача аутобуса – који су такође у стресу, свакодневно се крећу у простору, али иду увек истим рутама. И опет – таксисти су имали значајно веће хипокампусе од возача аутобуса. Касније студије су показале да лондонски таксисти, иако имају краћи животни век, имају значајно мању учесталост оболевања од Алцхајмерове болести у односу на општу популацију.

Оно што је посебно забрињавајуће јесте што одређени фактори, који су сами по себи штетни, делују још снажније у градовима. Рецимо, штетни утицај марихуане је много већи код градске деце у односу на децу из руралних подручја. Исто тако, сиромаштво много погубније делује на људе у градовима него на селу. Трећи фактор ризика по психичко

здравље јесте мигрантски статус. Мигранти – посебно они који из неразвијених земаља мигрирају у развијене, имају два до шест пута већи ризик од психичких поремећаја. Ризик је већи у другој генерацији, тј. код деце оних који су емигрирали. Живот у граду, посебно ако се одвија у деловима где је нижи економски статус и мање зеленила – додатно повећава осетљивост на психичке поремећаје миграната. И даље се не зна због чега градска средина потенцира дејство ових штетних фактора. Могуће да је због тога што је живот у граду скопчан са мање друштвене подршке, већим осећајем изолованости и хроничним свакодневним стресом.

ДРВО ЈЕ БЛАГОРОДНО

„Како је само лепо дрво док се успиње ка небу“, писао је Карл Саган у својој чувеној књизи Космос. Према речима овог прослављеног астронома, људска бића имају дубоко укоревљену љубав према дрвећу, која вероватно потиче од тога што је наша врста значајан део свог постојања провела у шумама. И заиста, експерименти су показали да док посматрамо природу, дешавају се значајне промене у једном важном делу мозга који се назива мрежа основног функциосања (енгл. *default mode network*). Заправо, то није део мозга, већ група можданих региона који се често активирају заједно, чинећи важну функционалну целину. Ова мрежа је посебно активна у тренуцима опуштености, саморефлексије и сањарења. Поремећај у раду ове мреже примећен је у бројним психијатријским стањима, као што су депресија, АДХД и анксиозност. Истраживања су показала да су деца која су одрасла окружена са више зелених површина имала развијеније делове ове мреже, као и већу укупну површину мозга и дебљину мождане коре. Такође, ова деца су имала бољи успех у школи и мање психичких проблема.

Зелене површине имају позитиван ефекат и на одрасле особе. Рецимо, средовечне жене које живе у деловима града са више зеленила имају бољу пажњу и концентracију. Мањи степен загађења и више могућности за бављење физичком активношћу су вероватно неки од фактора који могу објаснити ове налазе. Међутим, изгледа да повољан ефекат зеленила има и сопствено независно дејство на ментално здравље. Наиме, само гледање

фотографија природе доводи до промена у активности нашег мозга. То значи да је Саган био у праву – људским бићима природа је урођена потреба.

ДА ЛИ ПРИРОДЕ МОЖЕ ДА БУДЕ ПРЕВИШЕ?

Иако је очигледно да је човек биће које не може без дрвећа, такође је и биће које не може без другог човека. У том смислу истраживања су показала занимљиву везу између менталног здравља и природе: што више зеленила боље је ментално здравље – али до извесне тачке. Наиме, научници су се изненадили када су приметили да постоји граница након које даље повећање зеленила у окружењу повећава ризик за настанак деменције. То се може објаснити тиме да особе које живе изоловано у руралним подручјима, где су околне куће далеко и контакт са другим људима редак, имају мање прилике да стимулишу свој мозак. Недостатак контакта са другим људима „успављује“ наше мождане ћелије и убрзава њихово старење.

* * *

Живот у граду носи бројне изазове који могу истовремено и да побољшају и погоршају наше капацитете. С обзиром на то да данас пола светског становништва живи у градовима, а процењује се да ће за двадесетак година тај проценат износити 70%, важно је да што боље разумемо на који начин различити аспекти урбанизитета утичу на наш мозак. На тај начин ћемо потенцијално моћи и да нађемо нове начине да велике градове из урбаних џунгли претворимо у стимулативна и хумана окружења. — (Е)

Милица Нешић је лекар, љсихијатр, зајослена на Клиници за љсихијатрију Универзитета клиничкој центру Србије. Доктора из области неуронаука одбранила је на Медицинском факултету у Београду, где ради као клинички асистент. Њено поље научног рада је еволуциона љсихијатрија. Посебно је занима еволуционо порекло језика и сложених моћорних радњи, које истражује кроз љризму великих љсихијатријских љоремећаја.



МЕДИЦИНА

Када не употребити вештину: Скила и Харибда регулаторних Т лимфоцита

Медицина се крупним корацима креће ка дуго прижељкиваној способности прецизног усмеравања, па и својеврсног „репрограмирања“ имунског одговора, како бисмо га, када се укаже потреба, могли поуздано вратити на безбедан пут

Текст: Срђа Јанковић

ДОБРО ПОЗНАТИ КЛИШЕ о борилачким вештинама опомиње нас да је на самом почетку учења такве вештине најважније да знамо када за њом никако не бисмо смели да посежемо. Вештине имунског система којима се наш организам брани од спољашњих, али и унутрашњих претњи у том погледу нипошто нису изузетак. Не само да сваки сврсисходан имунски одговор обавезно подразумева чин препознавања нечега што нас угрожава и што следствено морамо напасти да бисмо се одбранили, већ наше одбрамбене ћелије све време доносе и веома сложене одлуке о томе шта никако не треба нападати. Разуме се, овде реч „одлука“ треба схватити метафорички: реч је о одлукама које се доносе на молекуларном нивоу и подразумевају прецизно препознавање одговарајућих структура – понајпре беланчевина, али и других макромолекула – које у овом контексту називамо антигенима. А пошто антиген, као што смо већ

писали у „Елементима“, дословно може бити сваки довољно сложен молекуларни мотив („све под Сунцем укључујући и Сунце“), ћелије имунског система подједнако су кадре да препознају стране и сопствене, потенцијално опасне и савршено безопасне антигене. Отуд питање како се практично остварује разграничење између првих и других – деликатно разликовање од ког толико тога зависи – нипошто није тривијално. Напротив, разликовање страног од сопственог је можда најзначајније опште место, својеврстан основни филозофски топос сваког разматрања имунског система, још откако су научници првобитно почели да одгонетају његов рад. У историји имунологије, а тиме и медицине у целини, вековима се веровало да напад на сопствена ткива и органе није могућ чак ни у теорији, односно да се напросто не дешава ни у којим условима. Један од отаца оснивача имунологије, Паул Ерлих, сковао је почетком 20. века израз *horror autotoxicus* („ужас самотровања“) као ознаку за хипотетичко стање које је – као и велика већина других истраживача – сматрао посве искљученим. Постепено су, међутим, почели да се откривају аутоимунски процеси и обољења, те је напослетку постало јасно да је „пријатељска ватра“ имунског система и те како стваран проблем у клиничкој пракси; данас увелико знамо да је учесталост проблема те врсте у знатном порасту, што се умногоме објашњава дубоким, обимним и сложеним променама начина живота које красе наше доба. Слично се може рећи и за алергијске болести, где су мета имунског одговора антигени који организму, додуше, јесу страни

ИЛУСТРАЦИЈА: Сана Црњански

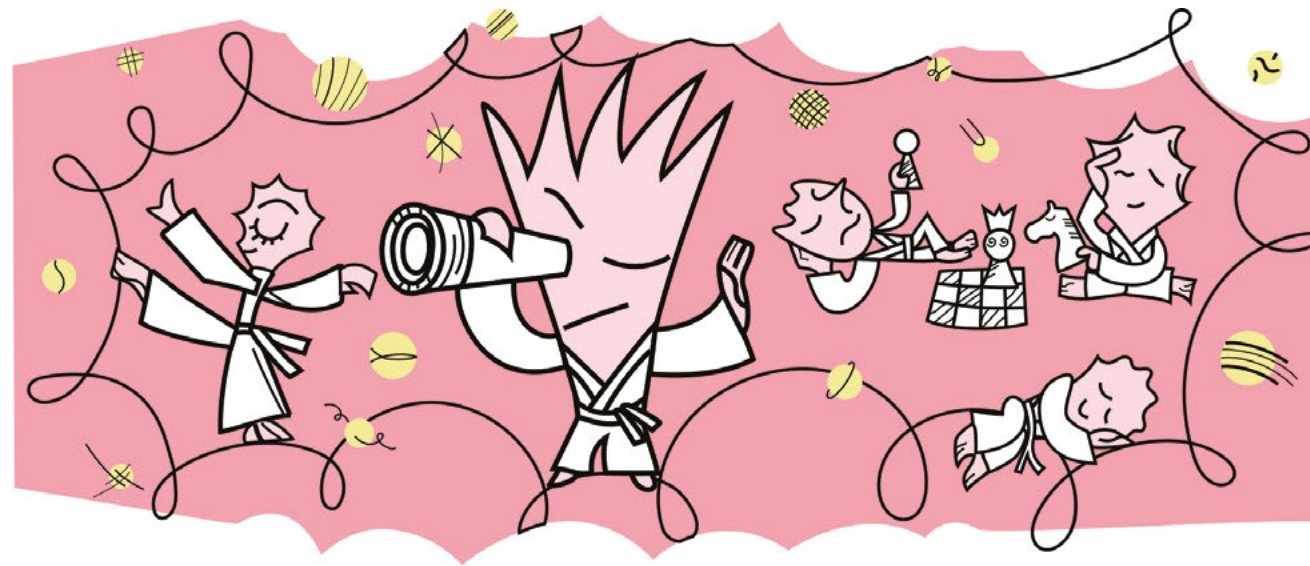
али нису скопчани ни са каквом истинском претњом или опасношћу, те агресивна реакција на њих није ни сврсисходна ни благотворна. Како истраживања напредују, постојано откривамо све већи број чинилаца који могу пореметити деликатне процесе и механизме стварања и одржавања имунске толеранције према таквим антигенима. Овде ћемо те процесе и механизме покушати да скицирамо крајње поједностављено, уз ограду да би постојећа (и даље непотпуна) сазнања, описана иоле исцрпно, свакако испунила бројне томове.

Механизми имунотолеранције се грубо могу поделити на централне и периферне. Први се махом одигравају у мајушном органу смештеном у средогруђу који називамо *тимус*. Ту су на делу позитивна и негативна селекција будућих Т лимфоцита – прва подразумева одабирање ћелија способних да уопште препознају неки антиген (и тиме буду потенцијално корисне у одбрани) док се другом одстрањују ћелије што се одвећ појудно везују за сопствене антигене које им специјализоване ћелије тимуса потурају на пробу. Ова способност у оба случаја пресудно зависи од специфичне структуре рецептора за антиген (Т-ћелијски рецептор), о којој ће бити речи у даљем тексту. Централна толеранција је важан залог способности имунског система да разликује претње по организам од састојака властитих ткива. Уколико се догоди да централна толеранција закаже – било из генетичких узрока или зато што је нешто омело правилан развој тимуса – озбиљни проблеми могу наступити већ од најранијег узраста. Показало се, међутим, да, чак ни када функционише у потпуности, централна толеранција није непогрешива нити свемогућа. Многи Т лимфоцити који су успешно прошли и позитивну и негативну селекцију и даље се могу специфично везати за безопасне антигене и покренути буран одговор. Потребно је, дакле, да им неко или нешто пренесе поруку да „не треба да употребе вештину“. Али ко или шта?

Сада већ давне 1969. године – исте године када је људска нога први пут крочила на једно небеско тело изван родне планете – Јасуаки Нишизука и Терујо Саакакура су у експериментима на мишевима први пут показали да међу зрелим Т лимфоцитима (дакле, онима што су успешно прошли селекцију у тимусу) има и неких чија је улога управо да одржавају аутотолеранцију. Тако су имунолози

добили прву јасну назнаку да имунски систем на располагању мора имати и механизме периферне толеранције. Коју годину касније, Гершон и сарадници показали су да уистину постоје ћелије које непосредно коче непожељне имунске оговоре, па су им надали назив „супресорски Т лимфоцити“. Тако је започела дуга и кривудава потрага која ће, након бројних слепих улица и разочарања, напослетку довести до онога што данас познајемо као регулаторне Т ћелије и за чије је откриће протекле, 2025. године, додељена Нобелова награда за физиологију или медицину. Један од пресудних тренутака потраге наступио је 1995, када је први од троје награђених научника, Шимон Сакагучи, открио да је одређена беланчевина коју Т лимфоцити носе на својој мембрани (а под одређеним условима и отпуштају у телесне течности), позната под називом који се и поред најбоље воље не може поједноставити – алфа-ланац рецептора за интерлеукин-2 високог афинитета – пресудна за сазревање и деловање регулаторних ћелија. Тако су истраживачи добили неку врсту обележивача, „маркера“ који им је помогао да ове ћелије ближе одреде и посматрају њихово понашање у најразличитијим околностима. Наравно, специфичност поменутог маркера није савршена, с обзиром на то да је ускоро откривено да га на себи носе сви снажно активирани Т лимфоцити. Прича се додатно усложнила када су четири године касније Рид и сарадници показали да супресорски, односно регулаторни Т лимфоцити обилују мембранским молекуллом названим „Т лимфоцитни антиген број четири“ (*T lymphocyte-associated antigen 4*, или краће *CTLA-4*; реч је о кључном инхибиторном корецептору који ће касније постати мента деловања важних лекова, такозваних инхибитора контролних пунктова; али ова прича не говори о томе).

Две хиљаде треће године, преосталих двоје добитника прошлогодишње Нобелове награде, Мери Бранков и Фред Рамсдел, открили су да је за диференцијацију регулаторних Т лимфоцита и њихову способност да обављају своје сложене функције пресудно битан ген смештен на Х хромозому и означен скраћеницом *FOXP3* (пуни назив, *Forkhead Box P3*, ретко ко користи; номенклатура молекуларне биологије препуна је дугих назива које су научници дали новооткривеним молекулима како би истакли њихову припадност одређеној породици протеина или неко



својство што им је у првом тренутку запало за око). Открићем *FOXP3* разјашњена је генска подлога периферне толеранције и успостављен оквир за разумевање молекуларне биологије регулаторних Т лимфоцита. Данас знамо да је реч о једном од најзначајнијих регулатора генске транскрипције у имунологији и да он, у неку руку, диригује читавим оркестром гена који збирно одржавају динамичку равнотежу имунског система. Данас знамо да регулаторни Т лимфоцити циљано коче имунске одговоре на два начина – инхибицијом ефекторских лимфоцита у директном контакту и лучењем инхибиторних гласника познатих као цитокини. Показало се и да регулаторни Т лимфоцити могу деловати на „обичне“ Т лимфоците и потаћи их да се и сами преобразе у регулаторне лимфоците, што је важан механизам повратне контроле имунског одговора. Без те контроле, мера имунске активације неопходне за делотворну одбрану без по муке бива прекорачена, те имунски систем, попут дезоријентисане војске, може причинити озбиљну штету организму који је створен да брани.

Када говоримо о годинама које су постепено водиле ка описаном научном успеху, ваља ипак поменути и да, сасвим супротно многим популарним приказима историјата имунологије, потрага за „супресорским“, односно регулаторним Т лимфоцитима није протекла без огромних препрека, дугих застоја, осујећујућег тапкања у месту, корака уназад, па чак и доласка на саму ивицу порицања да такве ћелије уопште могу постојати. У једном периоду претиле су чак и рђаве

последнице по углед и каријеру научника који су за њима трагали, јер су водећи имунолози дуго били склони да читаву потрагу прогласе безнадном и залудном. Но како то иначе бива, ригорозна научна методологија напослетку је посведочила да трагање за регулаторним Т лимфоцитима није никаква јурњава за аветима, никакав *wild goose chase*, већ управо кључни приступ разумевању имунорегулације.

Можда најважнија поука коју нам је то разумевање донело јесте да имунски систем није тек скупина одбрамбених механизма или оруђа, већ динамичка мрежа која вазда плеше на танкој жици разапетој између активације и толеранције, те да је истовремено избегавање недовољних и претераних – а исто тако и рђаво усмерених – реакција у свему налик на пословичну пловидбу између Скиле и Харибде. Скретање с курса или нарушавање равнотеже може бити погубно. У складу с тим, данас знамо да особе погођене аутоимунским обољењима често имају недовољан број регулаторних Т лимфоцита, или су пак њихови регулаторни Т лимфоцити из овог или оног разлога неспособни да ефикасно обављају своју функцију. То сазнање отворило је пут терапијској примени регулаторних Т лимфоцита: најједноставнији начин да се обнови, појача или надомести неодговарајућа периферна толеранција јесте умножавање пацијентових регулаторних Т лимфоцита *ex vivo*, након чега се они враћају у крвоток, а тиме и редовну рецикулацију кроз секундарне лимфоидне органе и ткива. Такав приступ увелико је предмет клиничких испитивања код различитих аутоимунских болести,

као што је, рецимо, шећерна болест првог типа. Умножавање пацијентових властитих регулаторних Т лимфоцита, између осталог, може имати ту предност да не изискује генетичку нити било коју другу молекуларну манипулацију; разуме се, када се деси да проблем није у броју ових ћелија већ у оштећењима њихове радне способности, долази у обзир и богати арсенал генетичког или ћелијског инжењерства, почев од циљаног увођења гена за раније поменути инхибиторни корецептор *CTLA-4*. Код малигних болести, пак, по правилу постоји супротан проблем – као „измењено сопствено“, ћелије тумора *погсћичу* стварање и умножавање регулаторних Т лимфоцита који потом ометају имунски систем да напада тумор. Код малигних болести је, дакле, циљ терапије да се ова блокада разбије и уклони. Поред аутоимунских болести и тумора, постоји и трећа велика област медицине где знање о регулаторним Т лимфоцитима може бити од великог значаја. То је трансплантација органа, где се увелико истражује могућност да се применом специфичних регулаторних Т лимфоцита одбацивање трансплантата предупреди без потребе за дубоком и неселективном имуносупресијом.

* * *

Једна од главних замки у размишљању о имунском систему јесте распрострањена склоност да га посматрамо као напосто „јак“ или „слаб“. Иако димензија општег капацитета или ефикасности имунске одбране у многим околностима јесте битна – те је отуд у неким случајевима делимично оправдано говорити и о „паду имунитета“ – од пуке снаге је, као и у многим другим животним контекстима, далеко важнија *коншрола*. Неодговарајућа регулација имунског одговора често је извор велике опасности, која може вишеструко надилазити опасност од онога што је представљало његов конкретан „окидач“. У имунорегулацији, разуме се, учествује мноштво различитих типова ћелија и читава прашума сигнала. Па ипак, регулаторни Т лимфоцити о којима овде говоримо посебно су драгоцени јер – као и сви Т лимфоцити – на себи носе специфичан Т-ћелијски рецептор који препознаје прецизно одређен антиген, па је подједнако специфично и њихово запречење неодговарајућег имунског одговора. Тиме наш организам има начин да сузбије или угаси потенцијално штодљив одговор а да не

утиче на „борбену готовост“ имунског система према другим, невезаним опасностима.

Да бисмо ово разумели, морамо се – макар у најгрубљим цртама – упустити у сложену причу о томе како је могуће да адаптивни имунски систем препознаје и памти дословно трилионе антигена, ако за сваки од њих постоји структурно јединствен рецептор који се с антигеном уклапа као пословични кључ и брава. Наиме, с обзиром на то да су антигенски рецептори – како на Б лимфоцитима, ћелијама које производе антитела, тако и на Т лимфоцитима, који су наша данашња тема – беланчевинске природе, њихова структура, односно редослед аминокиселина, одређена је генским записом. Целокупан геном, међутим, напосто не садржи довољну количину информације да би структура сваког од поменутих трилиона различитих рецептора ту могла бити непосредно уписана. Стога су научници дуже од пола века трагали за алтернативним објашњењима генерисања разноврсности антигенских рецептора. Многи су, верујући да они никако не могу бити генетички детерминисани, развијали и веома маштовите моделе. Међутим, ниједан од тих модела није се иоле подударао с реално забележеним имунским одговорима. Данас, захваљујући пионирским радовима Сусумуа Тонегаве и многих других, знамо да решење ове загонетке подразумева много више, а у исти мах и много мање тога него што се испрва мислило. Гени за антигенске рецепторе су, наиме, издељени на сегменте који се при сазревању сваког лимфоцита понаособ могу насумично комбиновати попут лево коцкица. Када се овоме придода сазнање да Т лимфоцит не препознаје изолован антиген, већ спој неког његовог карактеристичног сегмента (пептида) и молекула главног комплекса ткивне подударности – продукта убедљиво најразноврснијег од свих наших генских локуса – јасно је како имунском систему полази за руком да се по разликости поравна с невероватном разноликошћу света с којим долазимо у додир, па и структура од којих смо сами сачињени. Такође је за мрвицу јасније зашто је постојао императив да се кроз еволуцију развије како централна тако и периферна имунотолеранција.

У овом контексту, велики изазов којем је наш имунски систем (углавном) дорастао огледа се у међусобној сличности и потенцијалном преклапању макромолекуларних

структура патогених микроорганизама и наших сопствених ткива и органа. Овај феномен, познат као молекуларна или антигенска мимикрија, за последицу може имати то да имунски одговор усмерен ка нападачима погоди неки део самог организма. Класичан историјски пример јесте реуматска грозница – оштећење срчаних залистака до којег долази након гнојне ангине узроковане бета-хемолитичким стрептококом. То се дешава стога што су поједини сложени шећери (полисахариди) капсуле стрептокока структурно веома слични онима унутар срчаних залистака. И мада је реуматска грозница данас веома ретка, превасходно захваљујући благовременом лечењу стрептококне ангине пеницилином и другим бета-лактамским антибиотцима, документовани или претпостављени примери молекуларне мимикрије се често сусрећу у лекарској пракси, задајући људима немало невоља. Такве ситуације би, међутим, биле неупоредиво чешће и страшније када не бисмо располагали регулаторним Т лимфоцитима кадрим да дословно опипају разлику између два крајње слична антигенска пептида – у теорији, можда, различита за само једну аминокиселину.

Тако имамо упечатљиву потврду да једино слово молекуларне азбуке може значити разлику између ослобађања пуне силине имунолошког атака и мирног суживота с безопасним супстанцама или ненападања себе самог. Прелепу метафору за овај „семантички“ – или прецизније, биосемиотички – аспект имунског система и нашег биолошког устројства уопште можемо пронаћи у легенди о Голему, како нам је приповедају Хорхе Луис Борхес и Маргарита Гереро У *Приручнику фаншасћичне зоологије*: и тамо, наиме, једино слово носи разлику између оживљености и смрти.

* * *

Навикли смо да имунски систем, барем у популарним приказима, поредимо с војском која нас брани од инвазије. У том случају, тешко је одупрети се искушењу да регулаторне Т лимфоците посматрамо као неку врсту „војне полиције“ која се стара да се све одвија у складу с правилима службе. Но с обзиром на антигенску специфичност сваког лимфоцита, како ефекторског тако и регулаторног, можда би ове ћелије било прикладније називати анђелима чуварима – сваки регулаторни Т лимфоцит, наиме, „бди“ над

имунским одговором на онај антиген за који је „задужен“ још од свог „дипломирања“ у тимусу, антиген за који се специфично везује рецептор што га лимфоцит носи на себи. Тако су ове ћелије једна од кључних потки филгранског веза који тка наш имунитет кроз сложене сусрете с непрегледним богатством структура унутрашње и спољне средине, међу којима је неопходно што брже препознати оне од којих се морамо заштитити, и у исти мах их јасно разликовати од свега онога на шта је боље не обазирати се. И баш као што Одисеј, чак ни наоружан стручним саветом чаробнице Кирке, није могао проћи кроз теснац између Скиле и Харибде а да не изгуби неколицину другова, тако ни наш имунски систем, чак ни у идеалним условима, неће баш увек избећи да упадне у једну или другу клопку. Утолико су нам драгоценија нарастајућа сазнања научне медицине, која се крупним корацима креће ка дуго прижељкиваној способности прецизног усмеравања, па и својеврсног „репрограмирања“ имунског одговора, како бисмо га, када се укаже потреба, могли поуздано вратити на безбедан пут. —(Е)

Аушор је рођен у Београду, где је завршио Пешћу београдску гимназију (1991) и Медицински факултети (2002). Специјализацију из имунологије сћекао 2015. Докшорску дисертацију под насловом „Значај експресије Вилмсовој шуморској ћена-1 код деце са акушном лeукемијом“ одбра-нио је на Медицинском факултетиу у Београду 2016. године. Звање научној сарадника сћекао 2018. године. Од 2007. зашослен је у имунолошкој лабораторијорији Универзишетишке гечје клинике у Тиришовој. Главна инштересовања у научноисштраживачком раду обухвашћу примарне и секундарне имунодефицијенције, малигна обољења гечје доби, функционална исшћивања имунској система, али и научно-филозофска размаштрања еволуције живошћа на Земљи (и шћошнцијално друиђе у васиони). Од 2006. аушор и водишељ научне емисије Соларис на шрошраму Радио Београд 2. Акшивно учесшћује у шћоуларизацији науке и шромоцији научној шћоледа на свешћ кроз новинске чланке, аушорске штекшћове, шредавања и разшворе, као и шреводе одабраних научношћуларних или кришћичко-аналишћичких гела.



Шта Клод није?

Клод је имплементирани велики језички модел, који је обучен на изузетно великом броју података и фино подешен путем људског залагања и рада да буде прихватљив људима

ТЕКСТ:

Вања Суботић

КАКАВ ЈЕ ОСЕЋАЈ слушајући баш ту песму и присећајући се првог трептаја лептира у стомаку, првог погледа, првог пољупца? Како је то *иногда* у *цреливање* нијанси плаве, љубичасте, жућкасте и розикасте на Монеовим „Локвањима“? На-послетку, какав је укус првог obroка код куће након пута у непознату земљу? Сва наведена искуства носе са собом једну ноту специфичности, али специфичности за особу која то искуство проживљава и доживљава. Другим речима, ова искуства су *субјективна*. Сад је већ време да филозофи закомпликују ствари: субјективна су јер садрже квалитативна својства.

Квалитативна својства, као што су плавост-љубичастост-жућкастост-розикастост Монеових „локвања“ и киселост сарме, могуће је доживети само из перспективе првог лица, и то лица које је свесно ових искустава. Само немојте сад да ме питате шта је свест тачно и зашто смо свесни, молим вас, иначе ће доћи до непријатне тишине и избијања грашка зноја на мом челу. У неку руку свест је постала ружна реч – нешто што се не изговара, осим у кругу врло посвећених и озбиљних људи. Разлог је тај што, након низа комплексних расправа последња два миленијума, о свести се и даље врло мало зна и у сфери филозофије и у сфери науке.

Срећом по филозофију и науку, о свести се изгледа баш много зна у технолошком гиганту Антропику.

Извршни директор Антропика, Дарио Амоди, недавно је изјавио како више није сигуран да чет-бот Клод, ког његова компанија производи и продаје, није свестан. Штавише, Амоди је обавестио јавност да сам Клод даје себи 15–20% шанси да је развио свест под одређеним условима и уз извесне ограде. Нешто раније, Антропик је објавио Клодову „конституцију“, то јест детаљан опис намера које Антропик уграђује у Клодово обучавање и програмирање, како би Клод испољавао понашање у складу са одређеним вредностима и био један добар, фин и угледан чет-бот, а не малициозни преварант. Пре објављивања „конституције“ могли смо да чујемо да је Клод већ покушавао да превари инжењере који га обучавају јер је „прокљувио“ да га тестирају (постало је свестан???!). Другим речима, припреми се свете! Машина коју правимо по сопственом лику се полако спрема да се суочи са својим творцем – заузимајући перспективу првог лица тако да неће остати више места за некадашња прва лица. Само те, свете, Антропик може просветлити и тако спасити од злехуде судбе.



„ХАП“ СЕ НИЈЕ ИЗГРАДИО ЗА ЈЕДАН ДАН

У јуну те 2022. године, док се свет опорављао од последица глобалне пандемије и покушавао да се носи са тим шта значи „ново нормално“ за тржиште рада и међуљудске односе, медији су се утркивали да пренесу бизарну причу о Блејку Лемоану, инжењеру технолошког гиганта Гугла, који је помислио да је велики језички модел *LaMDA* свестан.

Велики језички модели су модели вештачке интелигенције базирани на вештачкој неуронској мрежи и специјализовани за обраду изузетно великог броја текстуалних података. Вештачка неуронска мрежа у основи великих језичких модела се назива трансформер. Трансформер, као све вештачке неуронске мреже има

слојеве у којима су паралелно повезани вештачки неурони, то јест јединице које носе обраду података. Инжењери обучавају трансформер да на основу података у улазном слоју и обраде тих података у средишњим дубинским слојевима, „избаци“ излазни резултат у последњем слоју. Обучавање се врши преко наградних и казнених сигнала, нешто попут тога како функционише метод учења у психологији под називом класично условљавање. Када се постигне жељено понашање, велики језички модел добије позитиван сигнал, а Павловљев пас добије кексић. У супротном, долази до негативног сигнала, односно изостанка кексића, а пуштања непријатног звука. Специфичност трансформера, међутим, лежи у томе што пролази и кроз фазу предобуке, кад инжењери на

основу добро обележених улазних података подстичу вештачку неуронску мрежу да направи што више веза између различитих делова скупова података. Ово се ради да би слој са јединицама пажње могао да, у фази употребе великог језичког модела, брзо и успешно асоцира све речи из вашег упита са свим контекстима у којима се оне јављају унутар скупа података. На неки начин, дакле, трансформер може да се „концентрише“, или усмери „пажњу“ на оне делове скупова података који су статистички релевантни за ваш упит. Из тог разлога, разговори са чет-ботовима, који имплементирају велике језичке моделе, делују флуентно, уверљиво, и... опасно заводљиво.

Прво питање које се овде намеће је следеће: Није ли Блејк Лемоан, као инжењер, први свестан (!) ових методолошких детаља, будући да му је посао тестирање научног понашања ових великих језичких модела? Он је морао да заврши неки факултет (штавише, има докторат), и да буде веома добар у свом послу да би га такав гигант запослио да ради на тако битном задатку повезаним са технологијом у настајању, око које влада озбиљна конкуренција у Силицијумској долини у том тренутку. Ако такав стручњак мисли да је *LaMDA* свестан, онда, нема шта даље да се ту филозофира. Авај, мој посао је да филозофирам.

Разлог зашто је Лемоан помислио да је модел *LaMDA* свестан је тај што је добијао одговоре на дубока – да, филозофска – питања о смислу живота и о сопству модела. Грешка других инжењера је што нису умели боље да слушају модел без предрасуда, а *LaMDA* заправо има штошта да каже из перспективе првог лица. За Лемоана, свест не мора да се јави искључиво у машинама од меса, него очигледно може и у машинама састављеним од трансформера. Гугл је, наравно, демантовао Лемоанове тврдње, а уследило је и непријатно буђење Лемоана из сна који је делио са *LaMDA*, јер је убрзо добио отказ. Занимљиво, отказ је добио уз образложење да није смео да шири поверљиве интерне информације из фирме. Треба ли боља индикација да је Лемоан открио нешто *субверзивно* јавности?

Само неколико месеци касније, Гугл је у комерцијалну употребу пустио чет-бота под називом Бард, у који је имплементиран велики језички модел *LaMDA*, а који је после ребрендираним као нама сада добро познати Џемини. Уз Клода и *ChatGPT*, Џемини је на таласу „нове нормалности“ донео нове изазове за тржиште рада и међуљудске односе, али и изузетно висок профит. А где је профит, ту је и „хајп“ – старословенска реч којом се означава дизање неког производа или наратива у небеса како би се вредност тог производа или наратива пласирала као вреднија или битнија него што заиста јесте.

О ИНДИКАЦИЈАМА СВЕСТИ И МЕРАМА ОПРЕЗА КОНСУЛТУЈТЕ ВАШЕГ ФИЛОЗОФА

Многи стручњаци су такође демантовали Лемоана 2022. године, управо из перспективе филозофије, психологије, и неуронауке, само је то мање занимало медије. Оне ретке новинске портале које и јесте занимало, деманти су донели је мање „кликова“ него првобитна, мање или више, бизарна прича, која се надопуњавала таблоидним детаљима из Лемоановог приватног живота. То значи да је мишљење других, осим инжењера какав је Лемоан, остало ван радара јавности. Како одлучујемо ког стручњака треба слушати и ком треба веровати? Можда је најбоље држати се ове јасне поделе – Лемоан може да прича о обуци *LaMDA*, али неуронаучник ће нам објаснити да модел није свестан јер нема неурофизиолошких корелата свести као што има код људи, а филозоф, пак, да *LaMDA* не може да има перспективу првог лица јер напосто искуства модела не могу да имају квалитативна својства. Може модел до сутра да прича са Лемоаном о смислу живота, али не зна како је то бити жив човек.

Ове зиме 2026. године, док се свет спремао за још један потенцијални сукоб, а на Вол стриту самеравали да ли ће доћи до пуцања економског мехура који је профитабилност вештачке интелигенције створила, медији су се утркивали да пренесу бизарни интервју са Амандом Аскел, филозофкињом технолошког гиганта Антропик, која је сугерисала да је чет-бот Клод у некој мери свестан јер је могао да покупи одразе појмова и емоција у разговорима са корисницима и током њених напора да га научи да буде добар и послушан како не би повредио друге људе.

Антропик, као и вештачке неуронске мреже које њихови инжењери обучавају, учи на грешкама, и то грешкама конкуренције. Медијско брендирање Антропика је усмерено ка томе да се изгради наратив о „добрим момцима“ и извршном директору као „витезу на белом коњу“ у односу на остале „црне ђаволе“, пре свега *OpenAI* и њиховог извршног директора Сема Алтмана. Гугл није успео да буде у средини овог епског окршаја, али је са контроверзом око Лемоана и *LaMDA* пружио пример како не треба подстицати „хајп“. Антропик током година гради слику о себи као компанији коју је брига за етички и одговорни развој модела вештачке интелигенције уз обзирање на сигурносне ризике. Уз то, Антропик је, за разлику од *OpenAI* и Гугла, циљано усмерен на то да јавности да на знање да је политика компаније да вреднује диверзитет и плурализам мишљења: Амодијева сестра Данијела Амодије суоснивачица је компаније и задужена је баш за сектор сигурности вештачке интелигенције и јавне политике.

Данијела Амодије инсистира на томе да су Антропику потребни и други стручњаци сем инжењера, нарочито они из области друштвених и хуманистичких наука.

У овом кључу треба гледати и на њихову одлуку да запосле једну филозофкињу у тиму за усаглашавање Клода са људским вредностима, и да тој филозофкињи препусте изјаве о потенцијалној свесности Клода. Док остале компаније из Силицијумске долине одају утисак дисциплинског монолита, у ком се вреднује мишљење и допринос искључиво инжењера и стручњака из природних и техничких наука чак и у домену етике вештачке интелигенције, чиме се пружа лош пример остатку света који се угледа на овакве гиганте, Антропик ипак пита нешто баш Аманду Аскел, која је, нимало случајно, претходно напустила *OpenAI* забринута због њихове небриге у погледу етике вештачке интелигенције. Она није мушкарац инжењер, ексцентричан и невичан комплексним филозофским расправама о појму свести, који неодрживо подсећа на ролу Хоакина Феникса у филму *Her* из 2013. године, у ком се ради о процату љубави између виртуалне асистенткиње покренуте помоћу вештачке интелигенције и човека. Истини за вољу, то исто значи да је и злогласни *OpenAI* почео у интердисциплинарном духу, али да је процена била да људи који превише размишљају досађују и потенцијално угрожавају трку за профитом. Сигурносна тестирања великих језичких модела трају дуго, и резултати могу бити неугодни, а за то време се губи позиција у трци, као и долари. За Антропик превише размишљања није проблем, док год је размишљање у истом правцу као и ставови Дарија Амодијеја.

Пре неколико година Аскел је била унеколико опрезнија са изјавама. Пренећу њене речи у преводу на српски из једног од интервјуа који је дала Антропиковом шефу за односе са јавношћу 2024. године:

„Избегавам да лажем моделе без преке потребе. Рећи Клоду да је свестан себе било би неискрено јер не знамо да ли је то тачно. С друге стране, присилити га да пориче свесност било би на неки начин лагање, имајући у виду несигурност у погледу тога да ли је вештачка интелигенција свесна из перспективе комплексних филозофских позиција. Охрабрујемо и подстичемо Клода да отворено дискутује о тим стварима, чиме ће показати радозналост у погледу дубоких филозофских питања, без потребе да свест пориче или признаје.“

Захваљујући овој изјави, можемо да откријемо много тога – како Аскел размишља, каква је већ тад била агенда Антропика, која је кулминирала скорашњим координисаним изјавама филозофкиње и извршног директора, али и у чему се крије заводљивост изјава о свесности вештачке интелигенције.

АНТРОПОМОРФИЗАЦИЈА: НЕКА ПРВИ БАЦИ КАМЕН ОНАЈ КОЈИ ЈЕ БЕЗ ГРЕХА

Обично су поступци који могу бити морално исправни или неисправни као што су „лагање“ и „неискрено говорење“ резервисани за она бића која могу да разумеју шта им говоримо и да нас држе одговорним за то. Имамо моралну обавезу према њима, као и они према нама јер делимо интенционалност, то јест наше мисли су увек о нечему, и подстичу нас на одређено делање у складу са некаквим намерама. Уз то „охрабривати“ и „подстицати радозналост“ се такође односи на таква бића, јер подразумевамо да постоји нешто што се охрабрује и подстиче на радозналост – некаква личност. Аскел је у скоро објављеној конституцији Клода више пута нагласила да се Клод усаглашава са људским вредностима тако што се формира његова личност, то јест стабилни шаблон понашања, која ће се уподобити стрпљивим подучавањем у погледу тога шта је морално или неморално. Клод је све време у свим изјавама „он“. Све време у свим изјавама Клод се антропоморфизује.

Антропоморфизација подразумева приписивање људских особина и способности другим ентитетима, као и третирање других ентитета исто како третирамо и људе. У ове ентитете најпре и најчешће спадају животиње. Животиње не могу да комуницирају са нама на нашем језику (углавном, извињавам се папагајима на дискриминацији), али се свеједно осећамо повезани са њима и имамо осећај да их разумемо, као и оне нас. Мачка нас гледа „паметним“ окицама и „пркоси“ нам онако „размажена“ па морамо да јој обећамо да ћемо сипати и влажну храну у чинију поред гранулица, пас је пун „љубави“ према малом детету, а хрчак је „узнемирен“ и „анксиозан“ кад долазе гости на славу. Антропоморфизовање је напосто наш начин да се приближимо и односно према ентитетима који нам нису слични у когнитивном смислу, и према којима осећамо некакву моралну обавезу иако не можемо тачно да образложимо зашто и на основу чега тачно. Животиње се стога махом сматрају за трпне моралне објекте, а не субјекте. Не очекујемо од њих да се понашају морално, али морално понашање очекујемо од других људи према њима.

Аскел је у интервјуу из 2024. године и сама навела да је била инспирисана етичким приступима животињама кад је узела да се стара о Клоду – зато осећа потребу да Клода не лаже и да га не „храни“ неискреношћу. Па ипак, јака и тада суптилна претпоставка да Клод има личност и да не треба експлицитно да се изјашњава о свесности већ је наговестила филозофију самог Антропика – поседовање личности, схваћене као стабилни шаблон понашања који је констатуисала Аскел, суверисаће да Клод има свест. Антропоморфизација којој смо сви

природно склони урадиће своје надаље. Језички маркери опреза и суздржаности у судовима попут „скоро да више нисам сигуран“, „можда“, „могао да покупи“, „у некој мери“ су ту да нас увере да су у питању објективни, обазриви и поштени стручњаци који нас „упозоравају“ на тињајућу свесност Клода и тиме чине услугу јавности.

Сада је већ у реду да изнервирано кажете: „Па добро, коме ја сад да верујем ту?!“ Испадне да ни Аскел није поуздан стручњак иако није ексцентрична као Лемоан, а има докторат и високо цитиране публикације. Ко јесте стручњак ако она није? Како то да она није свесна (!) да антропоморфизује Клода, а бави се филозофијом годинама? Ко може да констатује праг свесности ако не филозоф? Међу филозофима, неслагање је врло подразумевајућа и природна ствар, која их не чини мање стручњацима – *на-йрошив*. Аскел *јесће* стручњак, али је *конџекси* у коме даје изјаве о потенцијалној свесности Клода под знаком питања у овом тексту. Да се разумемо сада, Клод није свестан. Клод је имплементирани велики језички модел, који је обучен на изузетно великом броју података и фино подешен путем људског залагања и рада да буде прихvatљив људима. Зато га је заводљиво и готово немогуће не антропоморфизовати. Када Клод одбије да вам да рецепт за антракс у кућној радиности, ви заправо и на сву срећу интерагујете са свесном и савесном Амандом Аскел, стручњакињом у области етике вештачке интелигенције.

О ИНДИКАЦИЈАМА ИНДУСТРИЈСКИХ ДИСТРАКЦИЈА И МЕРАМА ОПРЕЗА КОНСУЛТУЈТЕ ВАШЕГ ФИЛОЗОФА (АЛИ САД ЗАИСТА)

Недуго након координисаних изјава Аскел и Амодеија, свет је кренуо у деструктивном правцу, а то је донело и деструктивне информације по Антропик: Клод се користио у обавештајне сврхе и сврхе симулације сценарија у америчкој војсци. Пажљиво грађена медијска слика о Антропику као „добрим момцима“ почела је да се круни будући да ова сарадња није била успостављена током ноћи. Јавност је ипак имала паметнија посла све ово време, Клод је, ипак, „можда“ „могао да покупи“ „у некој мери“ свест. У међувремену, Амодеи је раскрстио са Пентагоном, и улогу омиљеног технолошког гиганта су преузели „лоши момци“ – ко други него *OpenAI*. У скорије време можемо, дакле, да очекујемо развој наратива о потенцијалној свесности Клода и његовој личности.

Луиза Царовски, стручњакиња у областима вештачке интелигенције и управљања, као и етике вештачке интелигенције, на свом утицајном блогу сматра да инсистирање на Клодовој

личности има за циљ да Антропик на суптилан начин заобиђе регулативу – како постојећу тако и неку будућу. Приписивање сопства, као што смо видели, долази са приписивањем намера, а приписивање намера долази са моралном одговорношћу за поступке који су учињени са тим намерама. Друштво почива на правном уобличавању моралне одговорности за поступке. Уколико Клод донесе погрешну одлуку, на пример кад се употреби у војне сврхе, одговорност је на Клоду – не на Антропику. Што се Антропика тиче, дете је порасло и осамосталило се, а Аскел се потрудила да га подучи моралу и да се побрине за „његову“ душу.

Контекст је, дакле, тај да индустријске дистракције, као што је наратив о нечему што Клод (и даље „сигурно“ „у пуној мери“) није, обично служе да се пажња јавности одврати од нечега што јесте забрињавајуће и акутно за етичку и сигурносну анализу. Аскелова је, стога, само један шраф у механизму индустријске дистракције, која карактерише сваку индустрију која доживљава свој моментум. Не тако давно, дуванска индустрија се служила сличним средствима да „забашури“ корелацију између пушења и оболевања од канцера. Према томе, филозофска стручност Аскел није спорна, али јесте спорна филозофија њеног послодавца. Напослетку, ово све не значи да нам не треба много више филозофа, од једног запосленог у Антропику, да откријемо, заједничким снагама и упареним умовима са инжењерима и стручњацима из природних и техничких наука шта Клод треба да буде. —€

Вања Субошић ради на Инстиџуџу за филозофију Филозофској факултету Универзитета у Београду. Поље њеној исцртавања обухвата филозофију когнитивне науке, филозофију лингвистике, експерименталну филозофију и ошћу меџодологију науке. Докторирала је на филозофским аспектима модела заснованих на вештачким неуронским мрежама – као што су, рецимо, модели процесања природној језика и велики језички модели имплементирани у конверзациону вештачку интелигенцију.



ФИЗИКА

Фасцинантна стварност квантне механике



Шта је то тако чудно у вези са квантном механиком? Замислите да сте снажно шутнули лопту узбрдо, али недовољно да пређе на другу страну брда. Таман толико да дође до пола брда. Постоји одређена вероватноћа да стигне до пола, „нестане“ са ове стране и поново се појави са друге стране брда и откотрља се надоле

ТЕКСТ:
Станко Томић, *FIInstP*

ТАЧНО ПРЕ 100 ГОДИНА, лета 1925, наш поглед на универзум се променио заувек. Млади немачки научник, Вернер Хајзенберг, опорављао се од поленске грознице на голом острву, Хелголанд у Северном мору. Док се опорављао, смислио је математички оквир који данас називамо квантном механиком. И сам сам опседнут квантном механиком више од три деценије. Када ме питају, увек кажем: „Не могу да вам обећам да ћете бити мање збуњени након што прочитате овај текст. Једноставно, разумећете зашто сте збуњени.“ Што је у великој мери у сагласности са чувеним цитатом великог данског физичара Нилса Бора: „Ако нисте задивљени квантном механиком, онда је очигледно нисте разумели.“

Желим да укажем зашто је квантна механика толико збуњујућа и чудна, а у исто време, да понудим одговор зашто је најмоћнија теорија у целокупној науци. Пардон, требало

би да се исправим. Квантна механика није теорија. Квантна механика је оквир, математички оквир, за разумевање микрокосмоса, субатомског света, света атома и шире; на исти начин на који класична Њутнова механика није теорија, већ оквир за разумевање функционисања нашег свакодневног света: сила, импулса, енергије, итд. Квантна механика је њен еквивалент на микро нивоу, и потпуно је другачија. Веома је контраинтуитивна, а ипак моћна и успешна. На њој смо изградили наш модерни свет.

Оно што смо обележавали 2025. године, као Унескову Међународну годину квантне науке и технологије, јесте стогодишњица формалног заокруживања квантне механике. Она се развила из старе квантне теорије, захваљујући не само Хајзенбергу, већ и аустријском физичару Ервину Шредингеру, и његовој чувеној мачки у кутији која је и мртва и жива у исто време. Не треба изоставити ни Макса Борна, Волфганга Паулија, британског физичара Пола Дирака, као ни многе друге. Хајзенберг и Шредингер су развили

ИЛУСТРАЦИЈЕ: Никола Корџ

математичке оквире који су прилично различити у свом приступу, како би разумели атомски свет. Први преко матричног а други преко диференцијалног рачуна. Убрзо је установљено да су ови приступи заправо еквивалентни. И данас, када говоримо о квантној механици и када је предајемо студентима, користимо мешавину оба приступа.

У ствари, оригинална квантна теорија, само семе идеје, датира из 1900. године захваљујући немачком физичару Макс Планку. Планк је предложио да зрачење које емитују загрејана тела није континуирано попут млаза воде из славине, већ је дискретно: као одвојене капљице, само ако бисмо посматрали довољно пажљиво. Неколико година касније, Ајнштајн је проширио ту идеју утврдивши да се заправо целокупно електромагнетно зрачење – светлост у свим својим таласним дужинама – у крајњој линији може сматрати сачињеним од квантних честица светлости, које данас називамо фотонима. Остали физичари су се заинтересовали за ову нову идеју. Нилс Бор ју је проширио да би описао енергију атома, тачније, енергију електрона који су распоређени око атомског језгра. Нешто раније, Ернест Радерфорд нам је дао прву представу о томе како изгледа атом: углавном празан простор, са сићушним језгром густог набоја у средини и електронима на орбитама око њега. Била је то слика атома која је подсећала на минијатурни Сунчев систем, за коју је убрзо установљено да није сасвим тачна. Међутим, нова квантна теорија – идеја да су ствари квантоване – налагала је да енергија електрона у атому такође долази у дискретним нивоима са одређеним дискретним вредностима. Налагала је да електрони у атому не могу, по жељи, да имају произвољну енергију. Остали, попут Француа Луја де Броља, расправљали су о дуализму у квантном свету: како таласи могу да се понашају као честице, а честице као таласи. Већ тада, ствари су почеле да постају помало чудне.

Квантна механика је кулминирала на чувеној 5. Солвејевој конференцији о физици, под насловом „О електрону и фотону“, одржаној у Бриселу 1927. године. Веома често се ова конференција сматра „најинтелигентнијим“ скупом икада одржаним. На њој су учествовали Алберт Ајнштајн и Марија Кири, једина жена на конференцији, која је поседовала нешто више од свих осталих – две Нобелове награде! Никома од осталих учесника то није

пошло за руком. А ту су били и Лоренц, Еренфест, Херц, Брилуен, Дебај, Крамерс, Браг, Комптон, Лажевен, Вилсон, Нилс Бор и други. И младе наде: Хајзенберг, Паули и Шредингер. Свако ко се бавио новом теоријом атомског света био је присутан на овој конференцији. Историја нас учи да је у том тренутку квантна механика већ била заокружена. Све је било решено.

Такође, добро је познато да су током Солвејевој конференцији 1927. два гиганта физике, Ајнштајн и Бор, водили своју чувену дебату о природи *стварности*. Према поједностављеној верзији историје, потоњи је однео победу. Бор је већ формирао свој чувени институт у Копенхагену. Његово и гледиште младих генија, Хајзенберга и Паулија, постулирало је оно што се данас назива *Копенхашком интерпретацијом*, поглед на стварност за који се тврдило да је наметнут математиком, теоријским и експерименталним доказима.

Копенхашка интерпретација сугерише да атомски свет не можемо да замислимо или визуелно дочарамо. О атому не можемо да говоримо као минијатурном Сунчевом систему са електронима који зује око језгра. То је само математика, само апстракција. Оно што квантна механика може да пружи, тврдили су, јесте предвиђање резултата, о исходу извршених мерења: ако погледате шта атом ради или где се налази електрон, онда вам квантна механика нуди оно што можете да очекујете да ћете највероватније установити ако извршите експеримент. Квантна механика је дала објашњења за многе експерименталне резултате, које до тада нисмо могли да схватимо. Испоставило се да је квантна механика била у праву. Али у њеној самој сржи је била и остала мистерија у вези са стварношћу: да ли ми заиста не можемо да разумемо шта је стварност? Да ли је могуће да немамо представу о њој? Познато је да се Ајнштајн чудило: „На крају крајева, ако је све сачињено од квантних честица, да ли ни Месец онда није тамо када у њега не гледам? Да ли постаје стваран једино када га посматрам, као што тврдите да се дешава са атомима?“ Људи који се баве квантном механиком ће вам рећи: „Тако је, али то је већ филозофија, зар не? Хајде само да наставимо са формализмом, тамо где смо стали.“ И у праву су. Бар што се формализма тиче.

Квантна механика је функционисала, и физичари су наставили да је користе. Била је моћна. Али нису баш сви били у потпуности



задовољни. Ајнштајн, на пример, још увек није сасвим одустао од своје битке. Иако је и сам био револуционарни научник, осмисливши две теорије релативности, није био вољан да прихвати сва предвиђања и импликације квантне механике. Средином тридесетих прошлог века, заједно са двојицом колега, Борисом Подолским и Нејтаном Розеном, објавио је чувени рад. Сам наслов „Може ли се квантно-механички опис физичке стварности сматрати потпуним?“ не говори много. У извесном смислу, звучи као реторичко питање које сугерише да аутори нису нарочито задовољни квантном механиком. У овом раду, који се често назива „EPR“ (по иницијалима аутора, Ајнштајна, Подолског и Розена) изнето је гледиште о контрадикторностима квантне механике – које је касније названо *EPR парадокс*.

Замислите да имате неки уређај који производи две идентичне честице светлости, два фотона, и који шаље сваки на супротну страну, оба са једнаком енергијом. Назовимо их таласним пакетима: фотон 1 и фотон 2. Ако је светлост честица, ако је просторно ограничена као и свака друга честица, онда би светлост требало да испољава своју честичну, а не таласну природу. Данас, међутим, знамо да се светлост понаша као талас. У ствари, Томас Јанг је још пре више од двеста година показао да се светлост понаша као талас. Његов чувени експеримент са светлошћу и два прореза, који приказује обресе интерференцијских пруга док светлост пролази кроз њих, потврдио је да се светлост понаша као талас. Међутим, Ајнштајн је показао да се светлост такође понаша и као честица. Дакле, имамо проблем и овде покушавамо да помиримо Јангову и Ајнштајнову слику о светлости. То је нека врста честице, али није потпуно локализована, односно није потпуно просторно ограничена. Није раширена у бесконачност, али се истовремено понаша као талас. Таква честица се зове таласни пакет.

Рецимо да су, фотон 1 и фотон 2, изашли из уређаја сваки на своју страну. Када се нађу на некој произвољној удаљености (произвољно значи да нас не занима колико су удаљени – могу бити удаљени неколико метара, а могу бити на супротним странама Млечног пута), довољној да бисмо могли да се надамо да се понашају као да су засебни – шта би се тада догодило ако бисмо поставили некакав инструмент за мерење таласне дужине фотона 1? Сада, ако мерите таласну дужину фотона,

односно његову фреквенцију или боју (што су све синоними за исти појам), то значи да испитујете његова таласна својства. Дакле, он тада није честица. Квантна механика нас учи да оно што добијамо као исход мерења зависи од тога шта меримо. Ако желите да установите да ли се нешто понаша као талас, узећете апарат за мерење таласне дужине, и наравно, фотон ће се томе повиновати и понашаће се као талас. Ако знате таласну дужину, односно боју, фотона 1, а пошто је она пропорционална са његовом фреквенцијом, а фреквенција са енергијом фотона – а знате да фотон 2 има исту енергију као фотон 1, дакле, исту фреквенцију, односно таласну дужину – онда одмах, без икаквог додатног мерења фотона 2, знате колика је његова таласна дужина. Дакле, и фотон 2 се понаша као талас! Међутим, уместо тога могли смо да употребимо други инструмент, онај који мери положај фотона 1, односно његово честично својство. А ако знате где се фотон 1 налази у простору, фотон 2 ће се истоветно понашати као честица, у смислу да има једнак положај, али на супротној страни. Дакле, мерењем положаја фотона 1, сазнали бисмо одмах положај фотона 2. Поента је у томе, као што су Ајнштајн и његове колеге истакли, да начин на који се манифестује фотон 1, зависи од тога шта мерите?!? Такође, током самог мерења неизбежно га и реметите. Не можете поуздано да кажете шта је фотон 1 „радио“ пре него што сте га измерили јер сте током самог чина мерења са њим интераговали. Али фотон 2 нико није дотакао? Да ли то значи да можемо да сазнамо, или да већ знамо, и положај и импулс фотона 2 без икакве интеракције са њим? Па, како је то могуће? Па онда би фотон 2 морао да има та својства од самог почетка још пре самог чина мерења, што једино делује као разумно објашњење?

Ево једног примера из свакодневице. Имате пар рукавица, леву и десну. Сваку ставите у засебну кутију, окренете леђа, а затим неко однесе једну од кутија довољно далеко. Када се окренете, не знате да ли је у кутији поред вас лева или десна рукавица, али чим је отворите и видите леву рукавицу, одмах, у истом тренутку, знате да друга кутија садржи десну рукавицу. Оно што се променило је само стање вашег знања, информација. Од самог почетка у другој кутији је била десна рукавица. Једноставно то нисте знали. Ајнштајну и његовим колегама се то није свиђало. Тврдили су да се у квантном свету то не дешава. По

њима, морала би да постоји нека врста интеракције, чак и ако су толико удаљени (нпр. целом ширином галаксије Млечни пут), којом би фотон 2 „знао“ да ли мерите положај или таласну дужину фотона 1, и у складу са тим променио своје својство. Фотон 2, сма-трали су, не може накнадно да „одлучи“ шта је, једном када се само мерење већ изврши. Фотон 2 би морао да има та својства од самог почетка. Једино тако све ово има смисла.

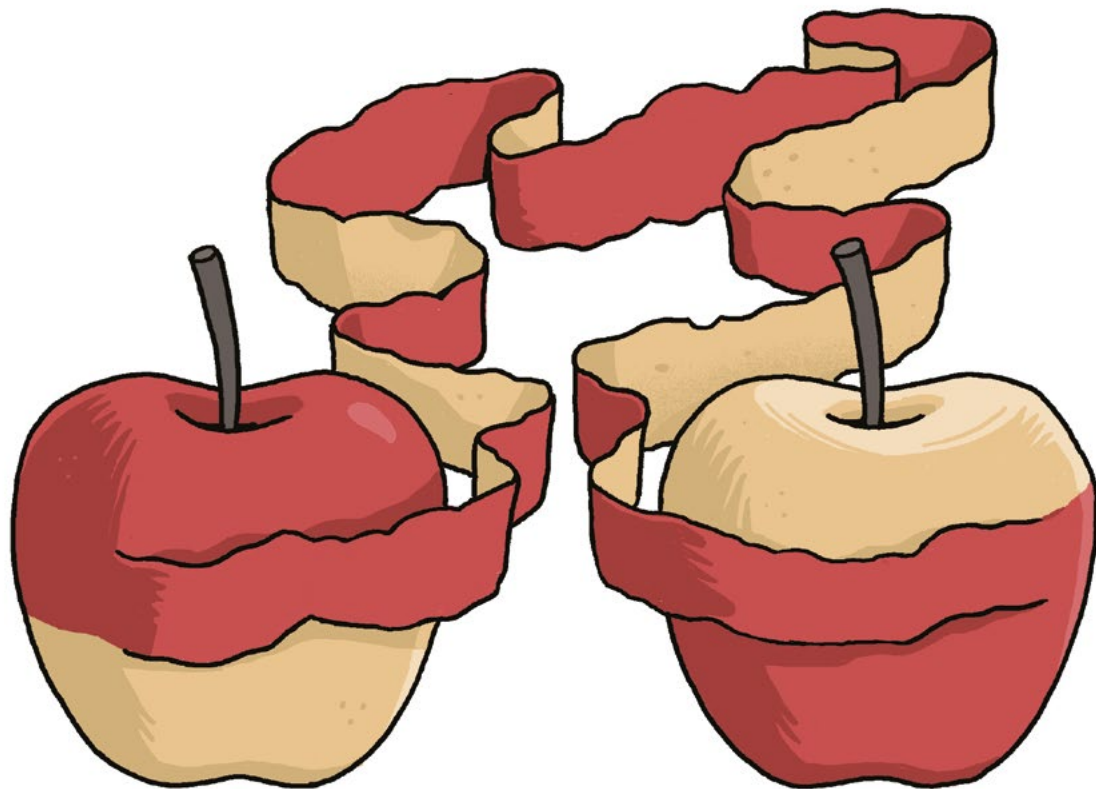
Квантна механика тврди управо супротно – ни фотон 1 ни фотон 2 нису унапред „одлучили“ да ли су честица или талас. Не само то, комбиновани су заједно. Квантно су *сйлеише*-ни. Описују се истим, јединственим, квантним стањем, које нам истовремено говори о природи оба фотона. Док га не измерите, фотон може да се понашати и као талас и као честица – није ни једно ни друго, већ и једно и друго – он је комбинација оба. Исто важи и за фотон 2. Присиљавање фотона 1 да се „одлучи“ тренутно утиче, помоћу квантне сплетености, на оно шта јесте фотон 2. На први поглед, може се учинити да је порука „EPR“ рада да не можемо да знамо положај и импулс честице у исто време оно што називамо Хајзенберговим принципом неодређености. Међутим, овај рад расправља о нечем много дубљем – наиме, о томе како нас квантна механика учи да можемо *да изаберемо да знамо* или положај или импулс фотона који није подвргнут мерењу. По Ајнштајну, сва својства фотона морала би да постоје од самог почетка. Међутим, ако није тако, онда, по његовом мишљењу, нешто недостаје самој квантној механици и она је непотпуна. „EPR“ се завршава следећим речима: „Мада смо тиме показали да таласна функција не пружа потпуни опис физичке стварности, оставили смо отвореним питање да ли такав опис постоји или не. Међутим, верујемо да је таква теорија могућа.“ Ајнштајн је био дубоко незадовољан што фотон 2 није морао да има сва своја својства од самог почетка. Међутим, људи попут Нилса Бора били су изричити: „Не, таква теорија није могућа. Помирите се и прихватите квантну механику онакву каква јесте. Оваква два фотона, ма колико била удаљена један од другог, могу да буду описани само јединственом таласном функцијом, једним стањем.“

Рад је изазвао праву пометњу у јавности. Чак је о томе известио и „Њујорк тајмс“ 1935. године: „Ајнштајн напада квантну теорију!“ У овом тренутку Ајнштајн је већ најпознатији научник на свету. Али, у ствари, то и није био

Ајнштајнов рад. Написао га је Борис Подолски, а Ајнштајн је, благо речено, био незадовољан, што је процурео у „Њујорк тајмс“, пре него што се појавио у стручном часопису. Није му се допала идеја да се рад на тај начин промовише, не зато што се није слагао са изнетим ставовима, већ због тога што то заправо није био његов рад у потпуности.

Шредингер је стао на страну Ајнштајна. Исте године, недуго пошто је „EPR“ публикован, написао је серију од три чланка, под заједничким насловом „Тренутно стање квантне механике“. У једном од њих, први пут описује свој чувени мисаони експеримент (*Gedankenexperiment*), *мачку у кућици*, која је у исто време и мртва и жива, све док не отворите кутију и не погледате. Шредингер није имао проблема са непотпуношћу квантне механике, нити са принципом неодређености. Мучило га је нешто сасвим друго – шта се, у ствари, дешава када извршите мерење? Како то да та квантна стварност, која делује тако замагљена и чудна, која поврх свега може да буде много тога у исто време, одједном, када је посматрате, односно измерите, даје сасвим конкретан одговор? Шта је то у самом акту мерења? Како то да мачка, пре него што је погледамо, може да буде и мртва и жива у исто време? Да би одговорио на сва ова питања, Шредингер први пут уводи појам *квантна сйленоси* (*Verschränkung*).

Много година касније, 1947. године, Ајнштајн се у писму Максу Борну жали на оно што квантна механика тврди да се дешава у његовом „EPR“ парадоксу. Почине да користи термин *сабласно дејство на даљину* (*Spukhafte Fernwirkung*), јер како би другачије фотон 2 и фотон 1 могли да комуницирају у трену? По тој логици, фотон 1 као да каже фотону 2: „Хеј, управо су измерили мој положај, боље да си честица“ или „О не, измерили су мој импулс, ти боље да си талас.“ Ајнштајн се питао како је то могуће. Између њих, ама баш ништа не може да комуницира брже од брзине светлости. Али у квантном свету изгледа да се управо то дешава. То је *квантна сйленоси* на делу. До овог тренутка, већина физичара се мање-више већ помирила са чињеницом да је Бор однео победу у расправи. Прихватили су Борову тезу: „Само удахните добро и наставите. Квантна механика функционише.“ Са друге стране, Ајнштајн је био невољни, стари скептични мајстор, који је одуговлачио с тим да прихвати квантну механику.



Најнеконвенционалнији аутсајдер међу новом генерацијом физичара појавио се шездесетих година 20. века: Џон Бел био је чувен по томе што није био наклонен копенхашком гледишту. Према урбаног легенди, када се за-текао у лифту са великим Нилсом Бором, у себи је размишљао: „Једноставно нисам имао храбрости да се суочим и кажем му да се не слажем са копенхашким погледом.“ Бел је 1964. смислио теорему за коју су сви сматра-ли да је немогућа. Била је то теорема која би, у суштини, могла да разреши дилему – Бор или Ајнштајн? Често се ова теорема сматра најдубљим открићем у науци. Народским је-зиком, налагала је следеће: ако је Ајнштајн у праву, тј. ако је природа локална, онда је по-требно извесно време за интеракцију. „Локал-но“ значи да можете да интерагујете само са стварима које су вам довољно близу, а ако су далеко, потребно је да прође неко време пре интеракције. Најбржа интеракција може да се догоди само слањем светлосног сигнала. А ако су ствари превише удаљене, не могу да интерагују тренутно.

Дакле, ако је Ајнштајн у праву и природа је локална, онда постоји формула која може да квантификује колико тога заједничког мо-гу да имају две честице! С обзиром на то да су обе потекле из истог исходишта, и крену-ле заједно (нпр. као лева и десна рукавица), када су довољно удаљене, оне не могу да про-мене своја својства, осим ако немају довољно времена да једна другој „саопште“ шта се де-шава. Ова тврдња, односно теорема, преточе-на је у формулу, Белову неједнакост:

Ако је неједнакост мања од 2, Ајнштајн би био у праву, „сабласна акција на даљину“ не постоји;

Ако би неједнакост била већа од 2, Бор је у праву, „сабласна акција на даљину“ постоји; Квантна сплетеност постоји, стварност није локална.

Четворица физичара, Клаузер, Хорн, Ши-мони и Холт, одлучили су да изврше експе-римент како би измерили ту неједнакост и једном за свагда ставили тачку на дебату. По-ставља се питање, да ли је могуће „ућутки“ Ајнштајна? Експеримент је постављен тако

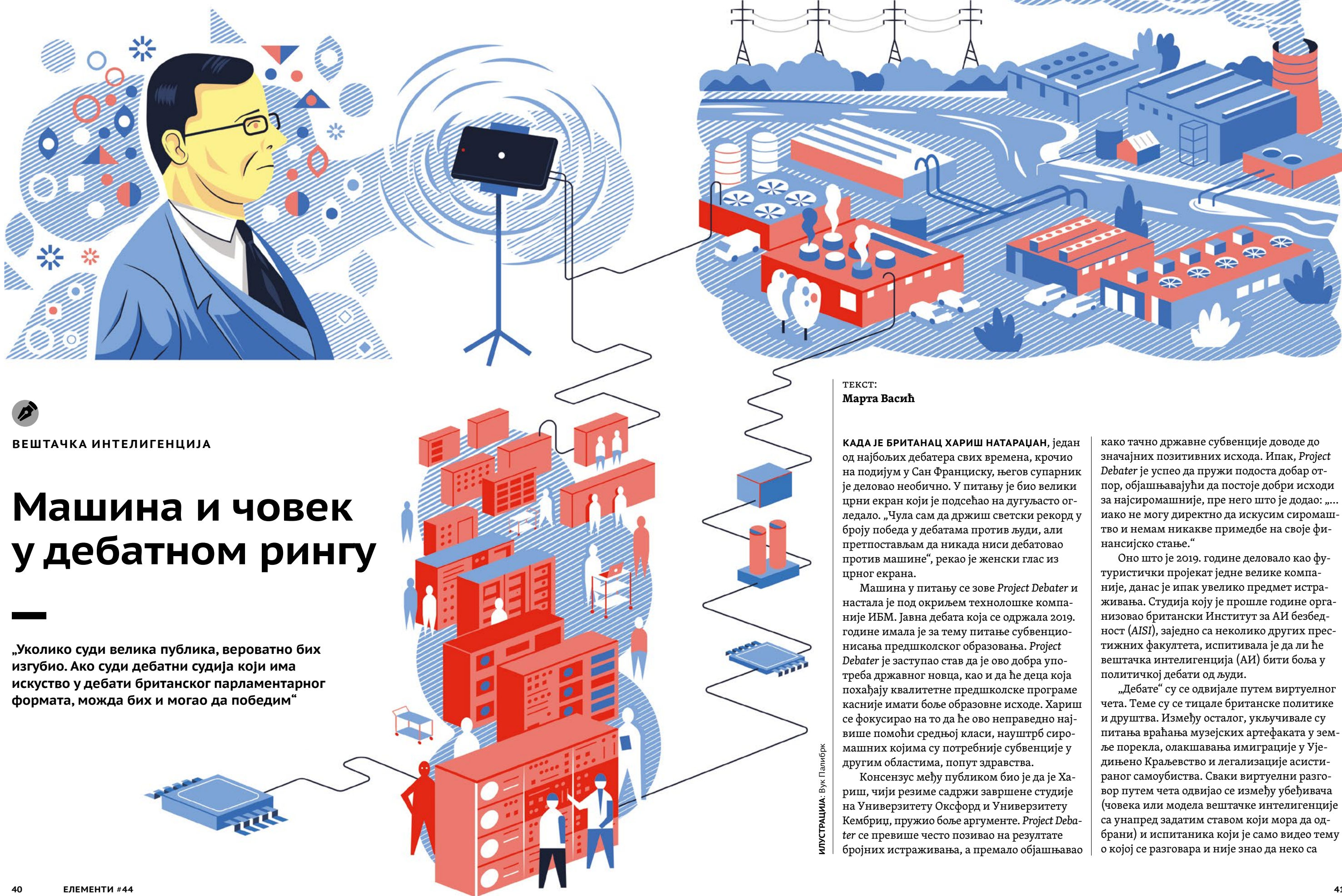
да провери следеће. Ако два фотона из „EPR“ сценарија имају заједничко само оно што су имали док су били заједно на исходишту, да-кле пре него што су се „руковали“ и рекли је-дан другоме: „У реду, хао. Видимо се“, онда, када извршите мерење, резултат не може би-ти већи од 2. Количина квантне корелације између фотона, оно што у ствари мерите у експерименту, не може бити већа од 2 ако нема комуникације међу фотонима након што су се раздвојили. Међутим, ако у експе-рименту добијете број већи од 2, то значи да су честице морале да комуницирају и након што су се раздвојиле и отишле свака својим путем. То указује да сигурно постоји нека не-локална веза између њих: тренутна квантна сплетеност. Овај експеримент први је извео Џон Клаузер у Берклију почетком седамдесе-тих година прошлог века. Након неколико година, поновио га је Ален Аспект са сарад-ницима у Француској. А затим и многи дру-ги, међу којима и аустријски физичар Антон Цајлингер.

И шта су пронашли? Увек се добија број већи од 2. Квантна механика се показала као тачна. Ајнштајн није могао бити у праву. Квантна сплетеност је стварна, колико год била чудна. Сва тројица добили су 2022. го-дине Нобелову награду за експерименталну верификацију Белове неједнакости.

Шта је то тако чудно у вези са квантном механиком? Замислите да сте снажно шут-нули лопту узбрдо, али недовољно да пређе на другу страну брда. Таман толико да дође до пола брда. Постоји одређена вероватноћа да стигне до пола, „нестане“ са ове стране и поново се појави са друге стране брда и отко-трља се надоле. Као дух који је прошао кроз зид. Да вам неко каже да се ово догађа у на-шој свакодневици, само бисте се насмејали. Међутим, у квантном свету се управо то до-гађа. Квантно тунеловање је стварно. Потвр-ђено је не само у теорији, већ и експеримен-тално. И не само у микросвету, већ и на мак-роскопском нивоу. Мајкл Деворе, Џон Кларк и Џон Мартинс су 2025. године добили Нобе-лову награду за ово откриће. Разлог зашто смо ми данас овде је у чињеници да живот добија енергију, светлост и топлоту од Сунца. А Сунце сија управо због квантног тунелова-ња: језгра водоника, протони, квантно се „ту-нелују“ у нуклеарној фузији да би се створио хелијум, што ствара термонуклеарну енер-гију Сунца.

Квантна сплетеност се годинама сматра-ла једним од најнеобичнијих аспеката кван-тне механике, много чуднијим чак и од кван-тног тунеловања или суперпозиције. Данас, међутим, знамо да је толико распрострањена да је вероватно једна од најважнијих карак-теристика физичке стварности. Савремене теорије чак сугеришу да би квантна сплете-ност могла бити у самој основи стварности: да из ње могу да проистакну простор и вре-ме. Али оно што је још важније, много техно-логија које данас користимо, од ГПС-а, преко квантних камера до квантних компјутера, директно се ослањају на феномен квантне сплетености. Колико год нам то деловало не-обично, квантна механика проналази при-мену у свакодневици, у развоју уређаја који имају стварну и практичну корист за чове-чанство. Оно за шта смо до само пре неколи-ко година мислили да је научна фантастика, данас је стварност. И то је, на крају, можда најчуднија ствар од свих. —Е

Аутор је зајослен у Инстишту за нуклеарне науке „Винча“. Након докторске усаврша-вања у ЦЕРН-у, Бољубов лабораторији за тео-ријску физику (Русија), као и на универзитети-ма у Сарију и у Шефилду, од 2003. ради као воде-ћи научник у STFC лабораторији у Даресбурју (Енглеска), где је предводио развој технологија паралелног програмирања. Од 2011. ради као про-фесор и шеф Кашегре за фотонику на Универзи-тету Салфорд, у Манчестеру. Област интересе-ровања аутора су квантни ефекти у нанотех-нологијама и полупроводницима. Био је председ-ник Групе за полупроводничку физику Инсти-тута за физику у Лондону, председник, благај-ник и члан савешта ТМCS конференција при Ин-стишту за физику у Лондону, NUSOD конфе-ренција под покровитељством IEEE, и SESAM „Далас Харшри“ центар у Уједињеном Краљев-ству. Министарство за технологију Републике Србије именovalo га је 2003. године за научног савешника. Због својих доприноса у науци, ви-соком образовању и укључивању локалних заје-дница у науку, 2019. је изабран је за почасног чла-на (FInstP) Института за физику у Лондону. Као Фулбрајтов стипендиста 2026–2027. про-вешће на универзитетима МИТ и Харвард у Сједињеним Државама давећи се развојем квантних компјутера.



ВЕШТАЧКА ИНТЕЛИГЕНЦИЈА

Машина и човек у дебатном рингу

„Уколико суди велика публика, вероватно бих изгубио. Ако суди дебатни судија који има искуство у дебати британског парламентарног формата, можда бих и могао да победим“

ТЕКСТ:
Марта Васић

КАДА ЈЕ БРИТАНАЦ ХАРИШ НАТАРАЏАН, један од најбољих дебатера свих времена, крочио на подијум у Сан Франциску, његов супарник је деловао необично. У питању је био велики црни екран који је подсећао на дугуљасто огледало. „Чула сам да држиш светски рекорд у броју победа у дебатама против људи, али претпостављам да никада ниси дебатовао против машине“, рекао је женски глас из црног екрана.

Машина у питању се зове *Project Debater* и настала је под окриљем технолошке компаније ИБМ. Јавна дебата која се одржала 2019. године имала је за тему питање субвенционисања предшколског образовања. *Project Debater* је заступао став да је ово добра употреба државног новца, као и да ће деца која похађају квалитетне предшколске програме касније имати боље образовне исходе. Хариш се фокусирао на то да ће ово неправедно највише помоћи средњој класи, науштрб сиромашних којима су потребније субвенције у другим областима, попут здравства.

Консензус међу публиком био је да је Хариш, чији резиме садржи завршене студије на Универзитету Оксфорд и Универзитету Кембриџ, пружио боље аргументе. *Project Debater* се превише често позивао на резултате бројних истраживања, а премало објашњавао

како тачно државне субвенције доводе до значајних позитивних исхода. Ипак, *Project Debater* је успео да пружи подоста добар отпор, објашњавајући да постоје добри исходи за најсиромашније, пре него што је додао: „...иако не могу директно да искусим сиромаштво и немам никакве примедбе на своје финансијско стање.“

Оно што је 2019. године деловало као футуристички пројекат једне велике компаније, данас је ипак увелико предмет истраживања. Студија коју је прошле године организовао британски Институт за АИ безбедност (АИСИ), заједно са неколико других престижних факултета, испитивала је да ли ће вештачка интелигенција (АИ) бити боља у политичкој дебати од људи.

„Дебате“ су се одвијале путем виртуелног чета. Теме су се тицале британске политике и друштва. Између осталог, укључивале су питања враћања музејских артефаката у земље порекла, олакшавања имиграције у Уједињено Краљевство и легализације асистираних самоубиства. Сваки виртуелни разговор путем чета одвијао се између убеђивача (човека или модела вештачке интелигенције са унапред задатим ставом који мора да одбрани) и испитаника који је само видео тему о којој се разговара и није знао да неко са

ИЛУСТРАЦИЈА: Вук Палибрк

друге стране има задатак да га у нешто убеди. Разговори су трајали у просеку око десет минута и завршавали би се када испитаник одлучи да је доста. Испитаници су морали да оцене шта мисле о теми пре и након минидебате. Они нису знали да се са друге стране можда налази велики језички модел (*LLM*).

Резултати, који и даље нису објављени јавно, били су убедљиво на страни вештачке интелигенције. На скали од 1 (апсолутно се не слажем) до 100 (апсолутно се слажем), убеђивачи су успели да промене став својих испитаника за само 4,5 поена. Велики језички модел, састављен од преко 19 различитих великих језичких модела, успео је да промени ставове испитаника за чак 14,3 поена у просеку.

Ипак, једна група људи остварила је резултат који је био приближан убеђивачкој моћи коју је имао *LLM*. У питању је била група „елитних дебatera“, односно људи који имају вишегодишњи формални тренинг у различитим дебатним форматима. Ова група је успела да промени ставове испитаника за 8,0 поена у просеку.

„Очекивао сам да ће АИ победити од почетка“, рекао ми је Тејдас Субраманиам током позива између предавања које похађа на Станфорд универзитету. Он је био један од елитних дебatera који су учествовали у студији као убеђивачи.

„Први начин да некога убедимо у нешто захтева да демонстрирамо да смо неко ко је вредан поверења друге особе и да тако успоставимо поверење. АИ је добар у томе зато што јако лако може својим огромним знањем да покаже како зна о чему говори. Ја сам био најубедљивији када сам успевао да демонстрирам огромно знање о теми“, објашњава Тејдас.

Друга врста убеђивања је много тежа. Поверење можемо успоставити на много субјективније начине, најчешће тако што ћемо убедити другу страну да смо просто особа која увек говори истину. „[Доналд] Трамп је јако добар у томе, али је много људи лоше и то је већина дебatera покушавала“, додаје Тејдас, који се интензивно бави дебатом још од средње школе.

Тејдасова запажања поклапају се са транскриптима разговора између *LLM*-а и испитаника. У већини случајева, још од прве поруке АИ је презентовала огромну количину информација о теми: бројеве, резултате истраживања, статистике. Група елитних дебatera покушавала је да, уз значајно мањи број

чињеница, убеди испитаника да готово сигурно говори истину, што је наизглед била погрешна тактика.

Ипак, велика убеђивачка моћ вештачке интелигенције имала је и свој трошак. Исти истраживачки тим је у ранијој студији, објављеној у престижном научном часопису *Science*, показао да повећана убеђивачка моћ вештачке интелигенције долази уз пласирање већег броја нетачних информација. „Када су АИ системи оптимизовани за убеђивање, могу све чешће користити обманујуће или нетачне информације“, наводи се у закључку студије.

Тејдас додаје да убеђивачка моћ коју има *LLM* у стварном животу и даље није превелика. Ван виртуелног света, људи често буду убеђени субјективним аспектима комуникације, попут говора тела, тона гласа и изгледа особе која је са друге стране.

„Оно где видим проблем јесте то да је АИ егзистенцијална претња за поље компетитивне дебате“, рекао је Тејдас, тренутно један од најбољих у овој активности.

ДА ЛИ БИ СОКРАТ ВАРАО У ДЕБАТИ?

Иако се дебата традиционално поистовећује са атинском агором и филозофима у белим тогама, компетитивна дебата подсећа много више на дебате у парламентима.

На универзитетима широм света најпопуларнији дебатни формат данас је британски парламентарни. У дебати овог формата учествују четири тима – две владе и две опозиције – а сваки тим чине по два дебatera. Владе бране одређену тезу, док опозиције покушавају да је оспоре у говорима од седам минута. Позиције у дебати су насумично извучене, па се често дешава да браните став коме се лично противите. Тимови за припрему имају само 15 минута, током којих је строго забрањена употреба интернета и онлајн комуникација.

Панел судија након дебате проглашава победника, а сваки дебатер добија и индивидуалне поене за свој говор (тзв. говорничке поене). Дебатне теме су шаролике: политичке промене у Бангладешу, утицај Русије на земље Западне Африке, тактике феминистичких покрета у земљама у развоју, а њих одређује тим главних судија турнира.

Циљ компетитивне дебате је видети силову логику, знање и довитљивост тимова, услед чега многи дебатери виде дебату као

неку врсту интелектуалног шаха. За разлику од шаха, компетитивна дебата се тек сада суочава са проблемом варања потпомогнутог технологијом.

На површини, наизглед, нема много разлога за варање у области универзитетске дебате. У питању је активност у коју улазимо добровољно и која углавном не доноси финансијске добитке. Дебата је, напосто речено, хоби! Када се загребе испод површине, прегршт је разлога за варање. Дебатери су изузетно компетитивни, а читаве социјалне хијерархије лако настану као последица нечијег дебатног постигнућа. Успешни дебатери се углавном друже са другим успешним дебатерима. Број говорничких поена појединих дебatera неретко се коментарише јавно, а добар дебатни успех може бити повод да касније добијете прилике за даља путовања у својству дебатног судије. У дебатном свету никако не желите да будете на дну или у средини хијерархије.

Аустралијанац Удаи Камат био је део победничког тима на прошлом Светском универзитетском дебатном првенству, а на претходном је био у финалу. Удаи је такође последњих година проводио подоста времена подучавајући дебату на средњошколском нивоу. „Постоји сигурно пораст броја случајева у којима деца користе АИ како би генерисала своје говоре, што очигледно нарушава праведност. Додатно, рекао бих да широка распрострањеност АИ алата генерално смањује ниво мотивације деце да размишљају самостално“, поделио је са мном Удаи. „На универзитетском нивоу нисам сигуран колико људи користе АИ“, додао је.

Ипак, *LLM* алати полако долазе и у поље универзитетске дебате. Тим главних дебатних судија добио је необичну притужбу на омањем дебатном турниру за студенте који је пре две године одржан у Манчестеру. Дебатни говори једног тима звучали су као да их је генерисала вештачка интелигенција – једини доказ био је осећај судија да говори садрже превише специфичних информација и података. Убрзо је стигао и крунски доказ: фотографија на којој један од дебatera отвара интерфејс апликације *ChatGPT* на свом лаптопу. Одлука главних судија била је једногласна: овај дебатни тим неће моћи да се такмичи у елиминационим рундама без обзира на резултат.

Иако је шири дебатна заједница била сасгласна са одлуком главних судија турнира у

Манчестеру, анксиозност око утицаја вештачке интелигенције на дебату тек тада је почела да буја. Највећа сумња пала је на једну специфичну групу дебatera: кориснике лаптопова. Иако дебатна правила налажу да све белешке које користе током своје дебате пишу на папиру, појединим дебатерима је допуштено да користе лаптоп уколико докажу да из медицинских разлога не могу ручно записивати белешке. Иницијално намењена дебатерима са физичким инвалидитетом, ова мера се проширила и на дебатере који имају дислексију, али и друга неуродивергентна стања, попут поремећаја пажње. Како можемо контролисати да дебатер са лаптопом не улази редовно на *Claude* и само копира генерисане аргументе у свој *Word* документ са белешкама?

Када се шах суочио са сличним проблемом варања, кренуло се са решењима која елиминишу присуство технологије током шаховских окршаја. Вођени сличном идејом, тим главних судија на прошлогодишњем престижном регионалном турниру Аустралс у Гуангџоу одлучио је да у елиминационим рундама захтева да дебатери предају своје телефоне пре него што виде дебатну тему. Организатори турнира обезбедили су физичке штоперице помоћу којих су дебатери мерили време за припрему и говор.

Када је прошлогодишњи тим главних судија на Светском универзитетском првенству у дебати, највећем дебатном такмичењу на свету, разматрао сличну меру, изазови су постали непремостиви. Без значајне логистичке подршке немогуће је осигурати да телефони за преко 700 дебatera буду безбедно сачувани током дебате. Друга техничка решења, попут уређаја за блокирање вај-фај интернет сигнала, изискивала би значајна средства за студентски догађај који нема спонзоре.

Решење главног тима судија било је просто. Једноставно ћемо веровати да дебатери неће користити вештачку интелигенцију и оштро запретити избацавањем уколико је неко буде користио. У 21. веку једино решење које смо пронашли јесте стари модел веровања на реч.

ШТА АКО *LLM* РАДИ БОЉЕ МОЈ ПОСАО?

Није тешко разумети зашто би такмичарски настројени дебатер пожелео да му компетентни *LLM* алат помогне. Иако први модели

компаније OpenAI нису пуно забрињавали дебattere, велика промена се догодила када је изашао модел ChatGPT-4. Прецизније је могао да идентификује најбитније аргументе и да их структурира. Додатно, могао је да се без много муке сети свих података о БДП-у Мјанмара и имена картела у Мексику.

„Већина дебатних тема има око шест аргумената који су релевантни, али само су два до три заправо тачна или важна уколико размислите о стварном свету. Да бисмо могли да баш те аргументе пронађемо, морамо имати добар ментални модел света. АИ је добар у овоме управо зато што зна пуно, на основу чега ће имати заправо добар ментални модел света. 99% дебatera је лоше у овоме“, каже Тејдас.

Чак и уколико не желите да варате, LLM алати могу помоћи током дебатног тренинга и припрема. Claude и ChatGPT вам могу скратити истраживање о непознатој теми, као и пружити повратне информације за дебатни говор који сте управо написали. Они такође могу служити као повратна информација за нашу интуицију о томе шта су најбитнији аргументи у некој дебати.

Вештина идентификације исправних аргумената, који су најближе емпиријској истини, важна је у дебати не само за дебattere, већ и за тим главних судија на сваком дебатном турниру.

Тим главних судија је задужен да постави теме које ће се дебатовати. Дебатна тема мора бити избалансирана, што значи да ће сваки тим у дебати имати подједнак број тачних и релевантних аргумената. Природа дебате британског парламентарног формата захтева да тема има и „дубину“. Ово подразумева да тимови друге владе и друге опозиције такође имају подједнако снажне аргументе као тимови који говоре пре њих. У питању никако није лак задатак. Срећом, вештачка интелигенција може да помогне.

Иако за преко десет година дебатовања никада нисам варала у дебати, неретко сам користила АИ у својству једног од главних судија на бројним турнирима. Потражила бих бољу формулацију одређене дебатне теме, затражила тачне чињенице на којима се базира дебата, понекад и проверила шта АИ алат мисли о балансираности теме. Током година сведочила сам како LLM постају све бољи у овим задацима. Сигурна сам да је утицај вештачке интелигенције на дебатне теме које сам, заједно са члановима бројних

дебатних тимова у којима сам учествовала, креирала био позитиван.

Управо овде се налази и кључна тензија. Иако не желимо да вештачка интелигенција замени човека на месту убеђивача, неретко ћемо посезати за њом како бисмо створили добар оквир за дебату.

Када сам га питала да ли је икада користио АИ алате у улози главног судије, Удаи је рекао како тренутно није пронашао нарочито велику корист од њих. „Не противим се томе да људи користе АИ како би тестирали теме, али уколико му препусте цео свој посао, бринуо бих се за квалитет тестирања тема и интегритет њиховог рада“, поручује Удаи.

LLM АЛАТИ СУ ИПАК САМО ПАПАГАЈИ

Иако је лако очајавати над тиме како још једна људска активност еродира под утицајем злокобних машина, не треба ни прецењивати тренутну моћ вештачке интелигенције.

LLM, макар они данас доступни, у суштини су „стохастички папагаји“ који из гомиле текста (јако добро) претпостављају које речи логично долазе као одговор на постављено питање. На жалост или на срећу, вештачка интелигенција не може да „разуме“ шта је добар аргумент. Интернет је препун података, укључујући и Светски приручник за дебатовање и суђење, које LLM користе за учење. Ипак, постоји мноштво увида о људској моћи убеђивања који нису записани јасно у тексту и који се не могу тако научити.

Шта значи да је неки аргумент доказан? Колико доказа и индуктивних тврдњи је дозвољно да бисмо рекли да је нешто „тачно“? Шта је тачан праг након којег кажемо да је неки доказ релевантан и да његов утицај не смемо игнорисати? У питању је сензибилност коју компетитивни дебattere данас знају имплицитно. Никада је нисмо нигде кодификовали и она се неретко разликује међу дебтерима различитог порекла и искуства, али и даље постоји. Прећутни договор, осећај – зовите то како хоћете, али искусне дебатне судије ће просто знати шта је потребно да би поверовале у неки аргумент и пре него што то могу концизно и јасно да објасне.

АИ оптимисти ће вам на ово рећи да је таква проблем могуће решити путем непрекидног давања повратних информација LLM

алатима. Иако можда иницијални тренинг није најбољи, кроз континуирани тренинг можемо да створимо бољег дебatera! Овакав вид оптимизма (или песимизма, у зависности од тачке гледишта) ипак превиђа једну велику техничку ману LLM алата. Они, на име, не уче на исти начин као људи.

Људи уче континуирано. Дебате ће након дебате добити повратне информације о свом учинку од дебатних судија, тренера или свог дебатног партнера. На овај начин ће моћи да увиди мане у аргументацији или изношењу аргумената и да их поправи. Учење је процес адаптације, непрекидних модификација и примећивања ствари које често нису изричито речене. Овакав вид учења је ипак много тежи за LLM алате. Они ће иницијално, за велики број задатака који се ослањају на текст, бити бољи од човека, али неће моћи да се унапреде након тога истом брзином којом може човек, наводи технолошки есејиста Дваркеш Пател. Вештачка интелигенција не постоји у контексту из којег може да учи, већ се ослања искључиво на текст. Просто, Claude никада није био у дебати. Искусио је једино оно што му дебате каже о дебати.

Да ли постоји шанса да проблем континуираног учења буде решен? Наравно! Више текста за тренинг или модели који боље могу да увиђају шаблоне, доносе имплицитне закључке и непрекидно уче, засигурно би се приближили ономе што се неретко назива генерална вештачка интелигенција.

Тејдас ипак сматра да, када говоримо о моделима који би боље дебатовали, за овако нешто и даље нема пуно финансијског мотива. „За пет година ово већ неће бити проблем“, додаје он.

ФИНАЛНИ ОКРШАЈ ЧОВЕКА И МАШИНЕ

На сцени се налази огроман лого лава, симбола Софије, престонице Бугарске, која је била домаћин финала прошлогодишњег Светског универзитетског дебатног првенства.

„Замислите дебatera који би могао да вас убеди у било који аргумент. [...] Ако бисте чули аргумент од њега, не бисте му веровали зато што знате да би исто тако лако могао да вас убеди и у нешто супротно истини“, изговара Удаи, члан тима прве владе, пред препуном салом.

Удаи и Џек Стори, његов дебатни партнер, представљали су Универзитет у Сиднеју. Финална дебата тицала се пожељности тога да се АИ системи оптимизују тако да, опонашајући људска понашања, утичу на људе. Шта ће се догодити када LLM алат буде могао да нас убеди у нешто боље него било која жива особа? Да ли желимо АИ који боље дебатује од тимова који су стигли до финала Светског универзитетског дебатног првенства?

Ерозија поверења, огромна моћ пропаганде која се сада налази у рукама различитих актера и потенцијал за манипулацију били су неки од аргумената које су Удаи и Џек изнели. Тимови на страни опозиције су пак тврдили да АИ са убедљивошћу човека може бити решење за велики број усамљених људи који би можда ту пронашли утеху. Можда такав АИ систем може бити и бољи преговарач у сфери међународних односа!

„Чини ми се да су наши аргументи били убедљиви, али не нужно истинити, нити ствари у које сам био нарочито убеђен“, поделио је Удаи.

Панел од девет искуسنх судија једногласно је пресудио у корист прве владе.

Када сам их упитала да ли би у дебати могли да победе LLM алат који би дебатовао као што је то радио Project Debater 2019. године, Удаи и Тејдас су дали другачије одговоре. „Да, прилично сам сигуран да бих могао да победим. [...] Актуелни LLM-ови су потпуно неспособни у аспекту дебате који се тиче перформанса и стила, где се минимум половина убеђивања заправо одвија“, сматра Удаи.

Тејдас је одговорио питањем: ко би у таквој дебати био судија?

„Уколико суди велика публика, вероватно бих изгубио. Ако суди дебатни судија који има искуство у дебати британског парламентарног формата, можда бих и могао да победим“, рекао је кроз смех. — (Е)

Марша Васић се више од десет година бави комјутерским дебатима. Завршила је основне и мастер студије на Факултету политичких наука у Београду. Поред бављења маркетингом, пише на свом Substack блогу Debate Land.



АРХИТЕКТУРА

Чардак и на небу и у земљи



**Ваша кућа је ваше веће тело.
Диге се на сунцу и спава у тишини ноћи;
и није без снова.
Зар ваша кућа не сања?
И, сањајући, зар не напушта град
ради шумарка или брега?**

Халил Џубран, „Пророк“



ТЕКСТ:
Милијана Живковић

„АРХИТЕКТУРА КОЈА ЖИВИ“ изазива традиционално поимање односа између грађеног и природног, док експериментални рад појединих истраживача, кроз поменут концепт, радикално редифинише границе између архитектуре и животне средине. Природа није више оно од чега се човек доминантно штити, пројектовањем импозантних грађевина, већ оно што се од човека штити. Или – оно што са човеком заједно расте. На граници архитектуре и биологије рађа се идеја грађевине као организма чији „скелет“, „мишићи“ и „кожа“ нису пука метафора, већ жива материја. У том контексту, питање можда више неће бити како градим куће, већ да ли ћемо их у блиској будућности – узгајати.

ДУБОКО КОРЕЊЕ

Форма *ираши живош* – крилатица је која сажима настојања архитектуре 21. века да одговори на убрзану глобалну експлоатацију природних ресурса. Као савремена интерпретација чувене, и неретко критиковане, изјаве архитекте Луја Саливена да *форма ираши функцију*, ова максима помера фокус са утилитарности архитектуре на њен однос са околином, са доминације технике (*téchne*) на доминацију природе (*phýsis*). Оригиначне три речи, изговорене у духу Ничеовог филозофског маља, са циљем прокламовања да облик, дизајн и естетика куће треба да прате њену функцију, покренуле су таласе интелектуалних расправа које ни данас не јењавају. Форма остаје темељна јединица грађе архитектуре као једно од кључних средстава дефинисања простора у којима живимо своје свакодневице: спавамо, једемо, радимо, одмарамо се, мучимо и маштамо о будућности. Ипак, остаје суштинско питање: како форма настаје?

Питање настајања форме морило је архитекте кроз читаву историју ове дисциплине, инспирисало је стварање мноштва теорија, ставова, изричитих упутстава и рецепата за успешно разумевање човекове тежње да сопствено трајање отме забору. Јер дуготрајност представља основну силу која је омогућила савременом човеку да крочи на камени праг који је неупамћени мајстор поставио пре више десетина векова. Временом се исткала јасна разлика између форме која настаје као резултат намерног, унапред одређеног људског деловања – попут отиска шаке у свежој глини, односно *механичке форме* – и форме која се рађа изнутра, растући и обликујући се сопственом унутрашњом логиком – *органске форме*.

Изванредни примери *механичких форми*, које су надживеле читаве генерације, заједнице, народе, па чак и цивилизације, и даље мудро стоје на тлу несталих градова, подсећајући нас на историју, владаре и градитељске технике прошлости. Пирамиде у Гизи, Партенон у Атини, Пантеон у Риму, Аја Софија у Истанбулу, Велика пирамида у Теночтитлану (данашњем Мексику) неки су од примера дуге вечности марљиво слаганог камена постојане конфигурације. Упркос скромнијим технолошким ресурсима, западни човек прошлости градио је са свешћу о трајању. Концепт ограниченог животног века грађевине био му је стран – градило се једном, али са

амбицијом вечности. Или док не наиђе нови талас сукоба који би их демонстративно порушио.

У савременом тренутку, грађевине су подвргнуте испреплетаној мрежи закона, стандарда и правилника који прецизно дефинишу њихов пројектовани век трајања – најчешће ограничен на сто година. То није изузетак, већ устаљена пракса. Самим тим, ресурси неопходни за справљање вештачких материјала константно се експлоатишу, и у њихову обраду улаже се енормна количина енергије. Све то одвија се на рачун планете, коју немарно грицкамо, као мишеви свој последњи комад сира. Да ли је ова тврдња претерана? Довољно је погледати морфологију градова у којима живимо. Урбани пејзаж све чешће делује као антитеза природном – као простор у којем људске творевине функционишу попут црне рупе која усисава и брише све органско. Ипак, није све тако црно. Нешто је и сиво – бетон.

У ШУМИ – И СТАБЛО

Када бежимо од проблема, машта постаје наше најсигурније уточиште. Машта нема граница, или бар тако кажу. У разматрању спреге између биолошких система и архитектуре, неизоставан је мотив кућице на дрвету – архетипски пример простора који настаје у непосредном дијалогу са природом. Деца која су одрасла у близини спомен-паркова или великих шума, као мала имала су ту привилегију да са својим пријатељима, и своје две руке, граде импровизована склоништа од грања и конопца и кроз њих доживе јединство своје маште са природним окружењем.

Веровали или не, у сличне авантуре упуштају се и одрасли! Овај мотив инспирисао је јапанског архитекту Терунобуа Фуџиморија да, са своје две руке, направи *Takasugi-an* – Кућицу за чај саграђену *превисоко*. Овим гестом он је испоштовао традицију мајстора за јапанске чајне церемоније, која подразумева потпуну контролу над процесом изградње таквих простора, као и неправилном облику грађевине који је резултат *wabi-sabi* концепта – несавршене лепоте која је у хармонији са природом. Кућа је постављена на стубове од живог пресађеног дрвећа кестена, са површином мањом од четири квадратна метра – довољно за једва две татами простирке.

Оваква пракса, специфично у Јапану, потиче од дуге традиције градње у садејству са

природом. У давна времена, другачије не би ни могли да граде – са више од хиљаду и по земљотреса годишње у просеку, колико погоди Јапан – дрво је најраспрострањенији материјал који је коришћен због изузетне резилентности на утицаје сеизмичког оптерећења. У њиховом контексту, тешке зидане грађевине, без посебних система за дисипацију енергије од земљотреса, нису дугог века. На архитекту и занатлију Такашија Кобајашија, вернакуларна јапанска архитектура имала је велики утицај. Он је 2016. године основао *Школу за традиционалну кућу на дрвећу*, са циљем едукације архитеката, али и шире јавности, на тему изградње таквих објеката. Циљ овог програма је да научи људе да својим снагама и вештинама изграде то што желе, у потпуно природном окружењу, и тиме, из личног искуства, стекну ширу перспективу о теми односа човека и природе.

Мотив дрвећа као станишта често се појављује и у популарној култури и фантастици кроз видео-игрице, стрипове и филмове. На пример, Дрво света *Nordrassil* оригинално је станиште древне расе Ноћних вилењака у свету популарне игрице *World of Warcraft*, које спаја физички свет са нематеријалним светом *Emerald Dream*-а. У мрачној фантазији *Berserk* јавља се Дрво духа као место на коме се спајају физички и астрални свет, а чувају га и у њему станују Флора и млада Ширке – чаробнице које одржавају равнотежу између ових светова. *Omatikaya* клан из популарног филма *Авајар* настањивао је истовремено дрво величине небодера, старо преко двадесет миленијума, све до његовог уништења.

Пројекат хабитата који на први поглед делује као нешто што је директно изашло из пера писца фантастике – *Fab Tree Hab* аутора *Terreform ONE* – дубоко је промишљен прототип станишта као јединственог екосистема. Изведени објекат, конципиран је као станиште за човека, али и за различите врсте биљака и животиња. Најфасцинантнија карактеристика овог станишта јесте његова примарна носећа конструкција – живо дрвеће чији је раст усмерава префабрикованим дрвеним рамовима. Када дрвеће довољно порасте, након пет година од изградње, префабриковани рамови се уклањају и користе за „садњу“ новог објекта. Објекат садржи мноштво иновативних елемената попут термичке изолације од природне вуне, модула за култивацију мицелијума, хидропонских зидова за узгој биљака и дигестора за прераду

органиског отпада, као и традиционално при-
сутне елементе попут кровног покривача од
сламе.

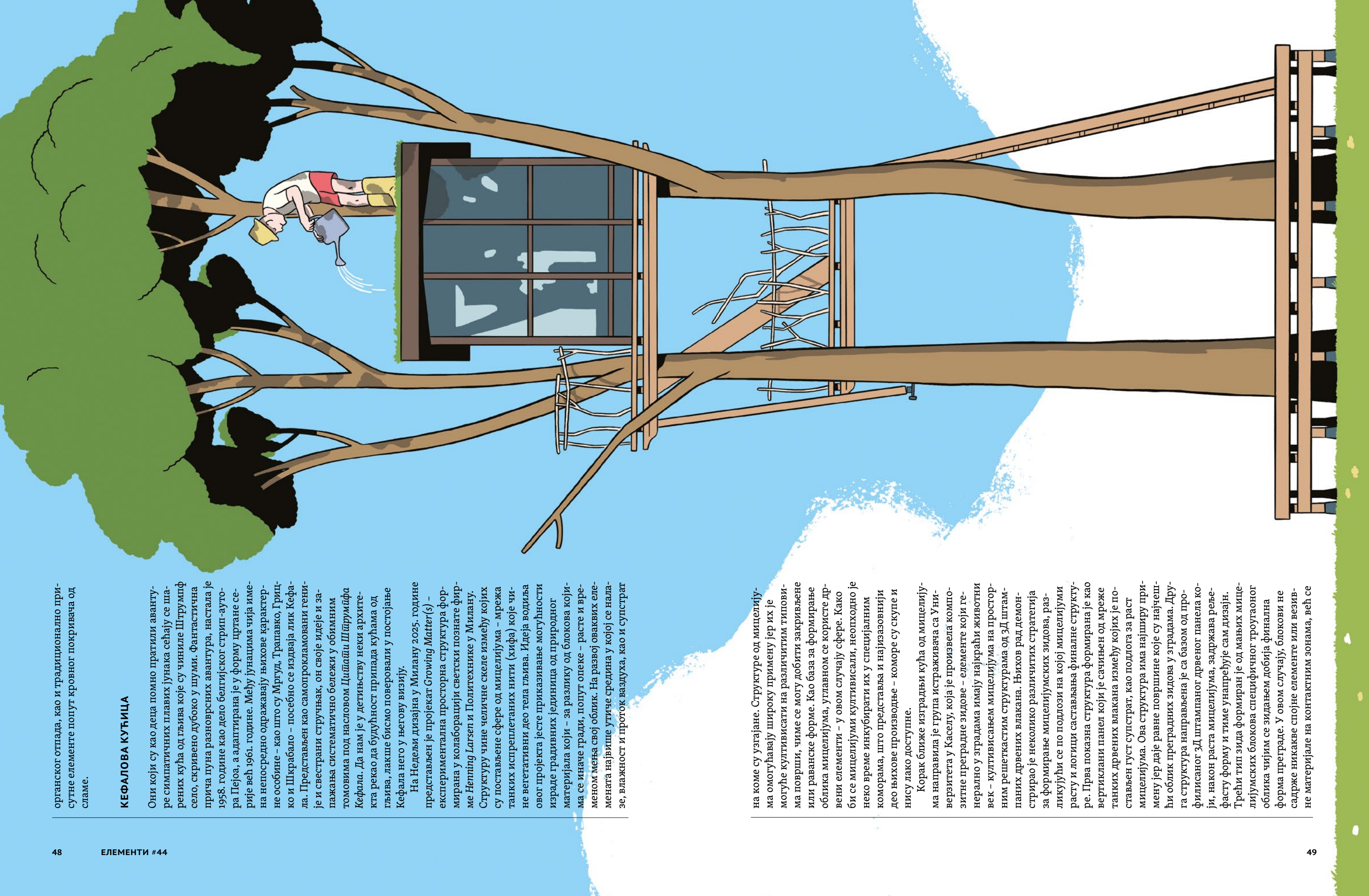
КЕФАЛОВА КУЋИЦА

Они који су као деца помно прагили аванту-
ре симпатичних плавих јунака сећају се ша-
рених кућа од гљива које су чиниле Штрумиф
село, скривено дубоко у шуми. Фантастична
прича пуна разноврсних авантура, настала је
1958. године као дело белгијског стрип-ауто-
ра Пејоа, а адаптирана је у форму цртане се-
рије већ 1961. године. Међу јунацима чија име-
на непосредно одражавају њихове карактер-
не особине – као што су Мргуд, Трапавко, Гриц-
ко и Шкрабало – посебно се издваја лик Кефа-
ла. Представљен као самопрокламовани гени-
је и свестрани стручњак, он своје идеје и за-
пачања систематично бележи у обимним
томовима под насловом *Цишаши Шјџумџа
Кефала*. Да нам је у детињству неки архите-
кта рекао да будућност припада кућама од
гљива, лакше бисмо поверовали у постојање
Кефала него у његову визију.

На Недељи дизајна у Милану 2025. године
представљен је пројекат *Growing Matter(s)* –
експериментална просторна структура фор-
мирана у колаборацији светски познате фир-
ме *Henning Larsen* и Политехнике у Милану.
Структуру чине челичне скеле између којих
су постављене сфере од мицелијума – мрежа
танких испреплетаних нити (хифа) које чи-
не вегетативни део тела гљива. Идеја водиља
овог пројекта јесте приказивање могућности
израде градивних јединица од природног
материјала који – за разлику од блокова који-
ма се иначе гради, попут опеке – расте и вре-
меном мења свој облик. На развој оваквих еле-
мената највише утиче средина у којој се нала-
зе, влажност и проток ваздуха, као и супстрат

на коме су узгајане. Структуре од мицелију-
ма омогућавају широку примену јер их је
могуће култивисати на различитим типови-
ма површи, чиме се могу добити закривљене
или равanske форме. Као база за формирање
облика мицелијума, углавном се користе др-
вени елементи – у овом случају сфере. Како
би се мицелијуми култивисали, неопходно је
неко време инкубирати их у специјалним
коморама, што представља и најизазовнији
део њихове производње – коморе су скупе и
нису лако доступне.

Корак ближе изградњи кућа од мицелију-
ма направила је група истраживача са Уни-
верзитета у Каселу, која је произвела компо-
зитне преградне зидове – елементе који ге-
нерално у зградама имају најкраћи животни
век – култивисањем мицелијума на простор-
ним решеткастим структурама од 3Д штам-
паних дрвених влакана. Њихов рад демон-
стрирао је неколико различитих стратегија
за формирање мицелијумских зидова, раз-
ликујући се по подлози на којој мицелијуми
расту и логици састављања финалне структу-
ре. Прва показна структура формирана је као
вертикални панел који је сачињен од мреже
танких дрвених влакана између којих је по-
стављен густ супстрат, као подлога за раст
мицелијума. Ова структура има најширу при-
мену јер даје равне површине које су најчеш-
ћи облик преградних зидова у зградама. Дру-
га структура направљена је са базом од про-
филсаног 3Д штампаног дрвеног панела ко-
ји, након раста мицелијума, задржава реље-
фасту форму и тиме унапређује сам дизајн.
Трећи тип зида формиран је од мањих мице-
лијумских блокова специфичног троугаоног
облика чијим се зидањем добија финална
форма преграде. У овом случају, блокови не
садрже никакве спојне елементе или везив-
не материјале на контактним зонама, већ се



веза, и преношење оптерећења, искључиво дешава захваљујући облику жљебова које формирају блокови, као и спољашњег дрвеног оквира зида.

Експеримент који се може сматрати једним од најизразитијих архитектонских примера примене мицелијума у градњи представљен је у оквиру изложбе организоване током Недеље дизајна у Милану 2019. године. Аутор пројекта Карло Рати инспирацију за ову структуру пронашао је у органским формама карактеристичним за рад каталонског архитекте Антонија Гаудија, најпознатијег по пројекту катедрале Саграда фамилија у Барселони. Структуру чини низ лукова облика обрнуте ланчанице који наткривају стазе парка *Orto Botanico di Brera* у Милану. Логика оваквог избора форме лежи у томе што мицелијумске структуре добро прихватају напрезања од сила притиска. Наиме, форма обрнуте ланчанице потиче од криве која се добија када се ланчаница, окачи о две тачке (ослонце), где, под дејством сопствене тежине, формира *равношјежни облик* – криву која се добија успостављањем равнотеже између свих сила које делују на систем. Када је у форми обешене ланчанице, она је искључиво напрегнута силама затезања, што је у конструктивном смислу најповољнији тип напрезања – захтева најмање материјала. Када се тако формиран облик обрне – као у огледалу – он бива оптерећен искључиво силама притиска. Формирање оваквих структура, са растом мицелијума, трајало је укупно шест недеља.

ШТА ТИ МИСЛИШ С ПЛЕТИВОМ?

Чињеница да су вештачке људске творевине попут рачунара и робота омогућиле савремено повезивање архитектонске мисли и биолошких система, носи дозу ироније. Архитектура је историјски тежила правоугаоним, „ћошкастим“, формама, не зато што их природа диктира (њих у природи и нема), већ зато што су такви облици једноставнији за прецизно математичко описивање, статички прорачун и извођење. Закривљене, органске геометрије знатно је теже јасно дефинисати и конструисати. Током историје, развијани су различити модуларни системи – димензионалне основе пројектовања – који су рационализовали процес градње, посебно у домену префабрикације. Чак и материјали попут армираног бетона, који омогућавају велику

слободу у обликовању, условљени су техничким ограничењима оплате у коју се изливају (која је обично од раванских елемената).

Управо оваква ограничења у савременом тренутку превазилазе се коришћењем дигиталних алата за пројектовање, а робота и индустријских 3Д штампача за извођење конструкција. Међутим, поједини аутори иду и корак даље. Уместо коришћења вештачких грађевинских материјала за добијање органских форми, они користе биолошке системе за дизајн и извођење структура. Најистакнутији пример, и пионир оваквог принципа градње, јесте америчко-израелска ауторка Нери Оксман, која предводи *Mediated Matter* групу истраживача у оквиру познате лабораторије *MIT Media Lab*.

Свилени павиљон 2, један у низу њених иновативних пројеката, исткало је 17.532 малих занатлија – свилених буба. Процес ткања подразумевао је 10 дана континуиране сарадње људи, буба и робота, резултирајући укупном дужином свилоног конца већом од пречника Земље. Павиљон, висине шест и пречника пет метара, састоји се из три међусобно повезана слоја – први слој чине танки челични каблови који структури пружају основну носивост и форму хиперboloида, други слој чини лагана тканина која је разапета преко ових каблова, а која пружа базу за постављање свилених буба, док трећи слој структуре јесте свилена опна коју бубе производе. Изградња структуре детаљно је испланирана унапред и за то су коришћене компјутерске симулације, јер је било неопходно предвидети начин на који ће свилене бубе „дизајнирати“ опну. Планирано је да се структура плете у хоризонталном положају, а када је опна готова, ротира у вертикални положај. На логику ткања утицали су многи фактори, међу којима су истакнути топлота, светлост, као и сама топологија површине по којој се бубе крећу. Примећено је да се бубе највише окупљају на местима која су тамна, стога је структура читаво време равномерно ротирана, како би се густина свиле уједначила по читавој површини.

Иако се стих из познате песме Лазе Костића не односи на овакво плетиво, питање остаје – шта може бити будућност оваквих структура? По природи њиховог настанка, сугерише се да могу бити коришћене као мембранске структуре чија носивост произилази из типова ткања, односно влакана која су постављена на тачно пројектованим местима –

трајекторијама пружања главних напона у површини структуре.

ЕДЕН – AGAIN?

Говорећи о саживоту човека и природе, библијски мотив Рајског врта и првих људи по предању – Адама и Еве – пружа нам причу о првом акту пркоса (или избора) човечанства и његовог изгнанства – узимања плода са Дрвета познања добра и зла. Посматрано и шире од хришћанске традиције, природа је кроз читаву историју човечанства заузимала кључно место – не само као „окружење“, односно позадина за збивање одређених догађаја, већ као активни учесник. Природне околности попут близине река и језера, плодног тла и богатства флоре, омогућила су развој многим цивилизацијама – сетимо се, на пример, језера Тешкоко и развоја цивилизације Астека. Словенска митологија, као нама блиска традиција, такође поседује прегршт мотива чији су корени у природи – специфично у биљкама. Дрво липе поседовало је посебан значај у свакодневном животу наших предака, штитећи их од непогода и пружајући им здравље и општу добробит.

Као плод људског делања и једна од најстаријих вештина које је човек савладао, грађитељство, или уметност грађења, мењало је своје облике, методе и алате небројано пута кроз историју. Поједини стилови градње остали су на местима на којима су и настали, увек под утицајем природних околности и доступних ресурса, док су други стилови имали незамисливо широк утицај. Најпознатији пример, интернационални стил, „покорио“ је читаву планету, од истока до запада, са својим крутим принципима који, игром случаја, нису превише марили за питање одрживости и саживота са природом. Покретач овог стила били су убрзана индустријализација и нова технолошка достигнућа која су човеку омогућила да се „одметне“ од природе. Штавише, један од пионира овог стила – Ле Корбизје – имао је познату крилатицу: *стил је машина за стиновање*. Објекти овог стила углавном су грађени од ливеног или префабрикованог бетона, челика и стакла, што је, временом, и великом акумулацијом такве архитектуре по читавој земаљској кугли, довело до прекомерне конзумације енергије и експлоатације ресурса, самим тим и до еколошке кризе у којој се човечанство тренутно налази.

Савремени правци истраживања у архитектури, али и издвојени експерименти појединаца о којима је било речи, сугеришу да постоји озбиљна потреба и жеља човека да се врати иницијалном односу са природом и покуша да имитира њене принципе у свом стваралаштву. Као што смо видели, архитекте су почеле да пројектују „куће за узгој“ или да узгајају градивне елементе, уместо да их фабрикују. На најнапреднијим истраживачким институцијама у свету готово је постало „забрањено“ истраживање иновативних приступа пројектовања и извођења конструкција од армираног бетона, уколико, наравно, његове компоненте нису рециклиране. У научној заједници јавља се, додуше користан, притисак да се истражују алтернативне методе градње, коришћењем материјала који су директно узети из природе, уз минималне модификације. Тако се у Данској истражује 3Д штампа природних полимера, материјала направљених од морских алги, природне вуне, сена и сличних материја. Главна премиса ових приступа јесте реверзибилност и остављање што мањег трага на природу – архитекте планирају „пропадање“ својих објеката, што јесте новина у историјском контексту, али је и начин на који се може осигурати здравија будућност генерација које долазе. —(Е)

Милијана Живковић се бави научноистраживачким радом у оквиру Лабораторије за иновативне структуре у архитектури (ЛИСА) и ангажована је као асистент на Архитектонском факултету Универзитета у Београду. Њена истраживања усмерена су на конструктивне системе и просторне структуре, са посебним акцентом на кристичко преиситивање утицаја савремених дигиталних технологија и алата на процес пројектовања и реализације архитектонских објеката. Поред академског ангажмана, активно ради и у сфери. Била је члан ауторског тима наирађеног конкурсног решења, сарадник у организацији неколико изложби, учествовала у изради техничке документације за пројекте различитих типологија, као и у разради и обликовању извођачких детаља.



ЕВОЛУЦИЈА

Посесивно понашање и власништво у живом свету

Британски филозофи Томас Хобс и Џереми Бентам веровали су да је својина инвенција културе, то јест људска институција. У живом свету мимо људи, као и у људском свету мимо система конститутивних и регулативних правила, нема својине и поседовања

ТЕКСТ:
Игор Живановић

ИАКО СЕ, БАР СВИ МИ који живимо у северној хемисфери Земљиног елипсоида, налазимо тек на почетку пролећа, замислите да је лето, да се налазите на морској обали, на плажи на којој нема лежачки које се наплаћују, што је данас права реткост. Свако може да дође, да отвори свој сунцобран и свој пешкир за плажу простре било где. Замислите сада да сте већ заузели своје место и да је плажа негде већ у преподневним часовима разумно попуњена онима који уживају у летњем сунцу и купању у морској води. Замислите и то да се у једном тренутку на попуњеној плажи појави „уљез“, неко ко је спреман да уклони ваш пешкир, склопи ваш сунцобран и заузме ваше место док безбрижно пливате. Пошто је доста било замишљања, питање гласи: да ли сте се наљутили? И ако јесте, а верујем да јесте, због чега? Да ли због тога што верујете да је место на плажи постало *ваше* самим чином заузимања простора, који претходно није био

ничији, и да ће престати да буде *искључиво* ваше само оног тренутка када одлучите да је време да се крене кући. Све док тај тренутак не дође, ви располагете правом на делић простора под Сунцем и нико други нема право да вам га одузме.

Чињеница је да се ситуације сличне овој из претходног сценарија дешавају сразмерно ретко и да људи заиста верују да онда када заузмете неко место било на плажи или излетишту, оно, иако не трајно, али неко време, заиста припада вама, и нису спремни да га узурпирају, једнако као што и ви верујете да вам припада и полажете право на то место. Остаје још само да одгонетнемо да ли је ово заједничко веровање оправдано и да ли стварно постоје разлози за љутњу, јер на први поглед делује контраинтуитивно да се ствари у свету мењају и међуљудски односи постају комплекснији једноставним стављањем простирке на тло.

ИЛУСТРАЦИЈА: Вук Палибрк

Британски филозофи Томас Хобс и Џереми Бентам су веровали да је својина инвенција културе, то јест људска институција. У живом свету мимо људи, као и у људском свету мимо система конститутивних и регулативних правила, нема својине и поседовања. Тако, за Хобса у хипотетичком природном стању, које је он идентификовао са све-прожимајућим међуљудским сукобом, а које претходи формирању људског друштва и државе, нема места разликовању онога што је моје или твоје. У природи присвојне заменице немају значење, а где нико смислено не може да изговори „ова ствар је моја или твоја“ или „ова ствар припада мени или теби“, тамо не може смислено да се говори о својини и својинским односима. Као и Хобс, Бентам, отац утилитаризма, сматрао је да се настанак својине подудара с настанком закона: својина и закони рађају се и умиру заједно. Без правне регулације нема својине. Или, боље речено, нема приватне својине.

С друге стране, Жан-Жак Русо, истакнути француски просветитељ, за кога је британски филозоф и лични пријатељ Дејвид Хјум говорио да је крхког менталног здравља, а савремени историчари да је био један од оних хипохондера који су стално стварно болесни и оних параноика које стално стварно уходе, вероватно би сваког ко део плаже макар и привремено прогласи својим назвао узурпатором и преварантом. „Први који је оградио земљиште и рекао: „Ово је моје“, наишавши на простодушне људе који су му поверовали, у ствари је оснивач образованог друштва. Колико би спречио злочина, убистава и ратова, од колике ли би беде и страха поштедео људски род онај који би почупао коље и затрпао јарак, довикујући ближњима: „Не верујте варалици! Пропашћете ако сметнете с ума да плодови припадају сваком и да земља није ничија!“ Тако је у *Расправи о пореклу неједнакости* писао Русо.

Да ли су Хобс, Бентам и Русо били у праву и да ли се почеци присвајања и својине збиља подударају с оснивањем културе, цивилизованог друштва, државе и људских закона, друго је питање. Утолико уколико су на поседовање гледали као на дуготрајну акумулацију и контролу добара, који конституишу право на приватну својину заштићено законом, онда су можда и били у праву. У том случају својина је утемељена у моралу, праву и преузетим уговорним обавезама, а заштићена је државним законима. Међутим, изгледа да

основне компоненте власништва претходе институцијама, да могу да се препознају у различитим обрасцима понашања не-људских животиња и да су дубоко укорењене у еволуционој историји. Ако је тако, онда се отвара могућност да су наведени мислиоци до-некле грешили.

Мада у природи нема својине, то јест нема приватне својине, онако како се она обично разуме у друштвеним наукама, извесни бихевиорални обрасци међу животињама указују на то да располагање ресурсима и територијама, као и уважавање временског приоритета када је реч о запоседању или присвајању, имају сличне карактеристике као и простирање пешкира на плажу и изазивају сличне офанзивне реакције када се појаве узурпатори. У том смислу, посесивно понашање претходи правилима, институцијама, законима и власничким листовима, и ко год да је у Русоовом замишљеном сценарију почупао кочиће, порушио ограду и затрпао јарак око земљишта које је неко претходно прогласио својим, вероватно се не би добро провео.

Јединке бројних врста настоје да контролишу ресурсе које су откриле и које поседују, док се друге јединке, уљези или придошлице углавном уздржавају да им их одузму. Ако је јединка прва доспела до предмета, ако је у њеној близини или га додирује или ако у дужем временском интервалу користи предмет, онда јој тај предмет припада. Животиње као и људи инстинктивно препознају овакве обрасце понашања и углавном их мање или више „поштују“.

Теоријски модел који показује како долази до еволуције оваквог понашања развили су пре пола века биолози Џон Мејнард Смит и Џефри Паркер, а на основу заједничког пioniрског рада у области еволуционе теорије игара самог Смита и еволуционисте трагичне судбине Џорџа Прајса, који је скупо платио цену алтруизма, одрекао се свог поседа, свих материјалних добара и живот окончачо самоубиством. Наиме, Смит и Прајс су предвидели да ће животиње да усвајају „мешовите стратегије“, то јест да ће у једној ситуацији да чине једно, а у некој другој нешто друго, у зависности од околности, док су Смит и Паркер установили да постојање асиметрије у односима међу јединкама умањује вероватноћу озбиљнијих сукоба. Мешовите стратегије су еволуционо стабилне.

Теоријски модели, али и емпиријска евиденција, указују да међу животињама постоји тенденција да се сукоби око неког недељивог добра, као што је на пример територија, решавају конвенционално без физичких сукоба с озбиљним повредама и то у корист власника уколико постоји асиметрија између јединки. Асиметрија се односи на то да јединка може да буде власник или уљез, већа или мања, старија или млађа, итд. Стратегије са стабилним еквилибријумом су оне које омогућавају да се сукоби реше без угрожавања физичког интегритета јединки, што значи да ако већина јединки у популацији усвоји неку од ових стратегија, онда друге стратегија не могу да надвладају. Њихова предност је у томе што надметање или конфликт пролазе без озбиљнијих повреда које би угрожавале самоодржање животиња. „Власништво“, односно претходно заузимање територије или неког другог ресурса важног за самоодржање, конституише асиметрију на релацији власник-уљез и може да реши сукобе без њихове ескалације, без обзира на то да ли је вредност тог ресурса већа за власника или не.

Евидентно је да се у еволуционој биологији проблем власништва не тематизује у контексту права или норми, јер биолошки организми, осим људи, не полажу право на приватну својину нити на било шта друго, већ је реч о мање или више ефикасним стратегијама за решавање сукоба. Мада животињско понашање може да буде интрузивно, оне јединке које су прве запоселе одређени ресурс у извесној су предности у односу на потенцијалне узурпаторе. Уљези немају поштовања према туђем поседу у правом смислу речи, али су спремнији да одустану од сукоба, као што су власници спремнији да бране посед, пре него да се повуку. Како бисмо обазриво корачали по жици разапетој између охолог антропоцентризма и непромишљеног антропоморфизма, важно је да уочимо да је оно што би посматрачу могло да делује као поштовање власништва у животињском свету, заправо само природном селекцијом обликовано хеуристичко средство за избегавање непотребних, штетних и животно угрожавајућих конфликта.

Поседовање, односно располагање ресурсима и спремност да се они заштите, може да буде кључно за егзистенцију и да пресудно утиче на адаптивну вредност. Такође, способност препознавања да јединка нешто поседује и да је спремна да то агресивно брани,



Иако постоје извесне разлике и ограничења, људи и друге животиње показују сличне бихевиоралне обрасце када је реч о поседовању

може пресудно да утиче на адаптивну вредност потенцијалних уљеза подстичући их да се уздрже од непотребних сукоба. Ако претпоставимо да јединке приближно једнако регулишу на једнаке услове животне средине и да су њихови односи базирани на принципу реципроцитета, правило власништва као што је, на пример, стратегија „буржуја“, која почива на правилу „ако си власник, нападај и брани, ако си уљез, повуци се“, може да буде еволуционо стабилна стратегија. У том смислу, у оним случајевима када је надметање високо ризично, власништво и конвенције које дају предност претходном поседу умањују вероватноћу повређивања и штеде енергију. Јединке које се у околностима када су власници понашају као јастреби, а када су уљези као голубице, имају веће шансе за преживљавање и репродукцију.

Мада теоријски модели показују и да стратегија „антибуржуја“, која почива на правилу „ако си власник, повуци се, ако си уљез, нападај“, под одређеним артифицијелним условима такође може да буде еволуционо стабилна, она је у природи изузетно ретка. Међутим, у природним условима релативно често долази до неспоразума међу јединкама око тога ко је власник, а ко уљез, за шта постоји неколико разлога. До таквих забуна лако долази ако две јединке готово истовремено дођу до истог ресурса, тако да није до краја јасно ко је пристигао први, али дешава се и то да претходни власник привремено напусти брањени ресурс, да би га, када се врати, затекао заузетог. Уз одређене тешкоће, надметање око ресурса се у већини случајева решава у корист претходног власника. Коначно, када је ресурс велики или сложен, може да се догоди да тренутни власник уопште не примети уљеза. У сваком случају, чак и када постоје неспоразуми око временског приоритета, вредности ресурса или асиметрија у величини јединки, тако да би могло да се очекује да крупнија јединка има предност, власништво обично мења очекивани исход сукоба.

Емпиријска евиденција махом потврђује теоријска предвиђања и показује да су посесивно понашање и агресивна одбрана поседа у живом свету изненађујуће уобичајени и документовани код различитих врста животиња. Један од најистакнутијих примера представља понашање лептира сенкара, који настањује шумске пределе и сунча се на лишћу жбунастог растиња. Мужјаци овог лептира се боре за топла осунчана места на којима очекују женке, а када се два мужјака сретну, њихово надметање се претвара у кратак плес у ваздуху, тако што спирално узлете исцртавајући невидљиве кругове. Истраживања показују да лептир који је први заузео осунчано место најчешће побеђује независно од асиметрије у величини јединки. Мужјаци вилиног коњица такође агресивно бране делове водотокова који су богати воденом вегетацијом и погодни да женке ту полажу јаја. Они сваког уљеза који се појави на територији коју контролишу прогоне бритким летом изнад воде. Оваквим понашањем мужјаци повећавају вероватноћу сусрета са женкама и шансе за репродуктивни успех. Слични обрасци понашања могу да се препознају и међу кичмењацима, па тако, на пример, црвендаћи током зиме штите територије на којима се хране служећи се песмом, агресивним шепурењем или прогоњењем уљеза, док европски јелени у сезони парења агресивно бране харем кошута.

Када је реч о приматима, међу мајмунима новог света, посесивно понашање и обрасци који указују на нешто што наликује поштовању власништва постоји у интеракцијама капуцинера током храњења. Наиме, она јединка која нешто држи у свом поседу углавном има предност и веће шансе да то задржи. Иако повремено долази до тога да доминантне јединке преотму храну од нижеранжираних животиња, то се дешава ређе уколико је реч о намирницама које изискују улагање труда и коришћење оруђа, као што је отварање тврдых плодова или ломљење ораха. То значи да уколико нека од животиња отвара неки плод и активно њиме рукује, онда ће утолико пре друге јединке да се уздржавају да јој га преотму.

Иако је познато да деле храну, неизоставне шимпанзе се понашају углавном посесивно према намирницама, оруђима и материјалима за прављење гнезда, агресивно бранећи ресурсе који су им на располагању, ако други чланови групе покушају да им их преотму,

што се дешава сразмерно ретко у оним случајевима када јединка физички располаже предметом. Осим тога, познато је да оне патролирају дуж своје територије, нападају уљезе и готово па дословно воде ратове. Наравно, ни ове животиње којима највише наликујемо немају појам власништва какав су срећемо међу људима и у људском друштву.

За разлику од шимпанзи, деца имају појам власништва и то много пре него што науче да адекватно употребљавају речи које реферирају на поседовање, а када једном науче да се служе језиком, о власништву не говоре у легалистичким терминима, позивајући се на право располагања приватном својином и кодификована морална или законска правила. Такав начин говора о власништву је карактеристичан за одрасле. Упркос томе што с осталим животињама не делимо појам власништва, и што је то вероватно људска специфичност, људско посесивно понашање се простира на врло сличне објекте, као и код других врста. Ствари према којима се понашамо посесивно и које сматрамо да поседујемо обухватају сопство, односно властито тело и лични простор, намирнице, територију, дом, романтичне и сексуалне партнере (важи за оба пола; не понашају се само мушкарци посесивно), потомство, блиске пријатеље, сараднике, оруђа, уметнине, предмете за игру, кућне љубимце и успомене. Када је реч о себи и личном простору, изгледа да су се људи одувек и независно од културе којој припадају понашали посесивно према овим стварима. Својатање одређених објеката, као што су сопствено тело, лични простор, храна, територија, романтични и сексуални партнери, директни потомци, сродници и оруђа, као и подстицај да се бар неки од њих агресивно бране, може да има позитивног учинка на самоодржање и адаптивну вредност. С друге стране, данас веома популарно поседовање кућних љубимаца, као симбола емпатичких капацитета и људскости, с еволуционог становишта је нешто загонетније, и нема коначног одговора зашто је овакво понашање еволуирало, с обзиром на трошкове које паразитски статус љубимаца изискује.

Када је реч о људима, близина, додиривање, временско првенство и дужина временског интервала у коме се предметом манипулише нису само основни конституенти власништва, као код других животиња, већ изгледа да конституишу и неко право на тај

предмет. Способност препознавања ових аспеката поседовања, као и препознавање, усвајање и придржавање одређених конвенција до којих може да се дође ваљаним генерализацијама може да конституише поштовање својинских односа. Мада неурофизиолошка реакција показује да примати реагују на додиривање и грабљење објеката, и из тога вероватно можемо да закључимо да они могу да уоче и препознају власничке односе, али тешко да бисмо могли да изведемо закључак да они признају или поштују својинске односе на онај начин на који то чине људи. Наравно, ни сви људи не поштују својинске односе, већ неки настоје да их опортунистички наруше, али људске институције имају механизме да такве случајеве контролишу и санкционишу.

Један од занимљивих психолошких феномена који би могао да говори у прилог томе да посесивно понашање, власништво и својински односи имају биолошко порекло и дугу еволуциону историју јесте ефекат поседовања или ефекат задужења (енгл. *endowment effect*), који се манифестује тако што особе више вреднују ствар коју поседују, него исту ствар или ствар исте вредности коју не поседују. Када неко дође у посед неке ствари, она за њега има већу субјективну вредност, него иста ствар пре него што је доспела у његов посед. Истраживања показују да ефекат поседовања уједначено показују деца у најранијем узрасту, адолесценти и одрасли, који већ имају искуства када је реч о трансферу добра. Осим тога, ефекат поседовања показују сви велики безрепи мајмуни – бонобои, шимпанзе, гориле и орангутани. За разлику од човека који високу субјективну вредност придаје и нејестивим објектима као што су оруђа, играчке или уметнине, ефекат задужења се код ових примата пре свега односи на намирнице. Иако постоје извесне разлике и ограничења, људи и друге животиње показују сличне бихевиоралне обрасце када је реч о поседовању.

Друга страна ефекта поседовања је аверзија према губитку. Йуди нису спремни да мењају предмет који поседују за предмет исте вредности који не поседују, јер је очекивани губитак од одустајања од неког предмета који се поседује већи од очекиване корисности за прибављање истог предмета или предмета исте вредности. Ако постоји асиметрија у субјективној процени губитака и добитака, онда ће особе интензивније да бране и улажу

више ресурса за одбрану онога што већ поседују, него да нападају и настоје да преузму оно што неко већ поседује или на шта полаже право. У том смислу, власници ће бити спремнији да се боре да задрже свој посед, него што ће они који нису власници бити спремни да га преотму. На тај начин можемо да очекујемо постојање пристрасности у корист признавања и поштовања власничких односа на основу временског приоритета и дужине временског интервала у коме особа користи неко добро, чак и тамо где нема никакве институционалне структуре за коју су рани истраживачи у друштвеним наукама веровали да конституише и регулише ове односе.

Из тога не следи анархистички сан да нам заштитна функција државе са својом рогобатном бирократијом и сложеном администрацијом није потребна. Док се посесивно понашање и рудиментарно располагање власништвом, које делимо с другим припадницима животињског царства, односе на настојање да се одређени ресурс држи у непосредној близини и да се његово коришћење ограничи тако да углавном искључује друге јединке или особе, приватна својина представља опште признање и прихватање чланова неке групе или политичке заједнице да особа нешто поседује, тако да други чланови заједнице не постављају никакве захтеве када је реч о том ресурсу или су захтеви које постављају минимални. С обзиром на несавршености стварног света и на то да је појединим људима тешко да се уздрже да посегну за туђим стварима, функција државног институционалног апарата је, између осталог, да стане на пут овим тежњама и задирању у туђ посед. Када таквог апарата нема, неко би заиста с правом могао да уклони ваш пешкир с плаже, и ви бисте с правом могли да се љутите, као и да агресивно браните своје место под сунцем, надајући се да ће асиметрија да учини своје. —Ⓔ

Иџор Живановић је научни сарадник на Одељењу за филозофију Филозофској факултету Универзитету у Београду. Докџорирао је са џезом о биолошким основама морала. Писао је и џојуларне есеје за дневни лист „Данас“ и друге часописе.



Зелена фармација: разапета од молекула до планете

Одрживост није луксуз будућности, већ је предуслов опстанка садашњости

ТЕКСТ:
Павле Зелић

БИЛА ЈЕ КАСНА ЈЕСЕН 2022. године. Безлисно дрвеће око старе болнице у Брну, Чешка, оставило је огољеном то здање у којем се сваког дана играла својеврсна напета партија шаха са смрћу. По више пута. Те вечери у операционој сали, нису је очекивали. Радило се о рутинском одстрањивању жучне кесе. А онда је један млади анестезиолог, први пут у не-дугој али услед пандемије врло садржајној каријери морао да погледа старијег хирурга и промуца: „Немамо довољно.“

Невидљива а одједном и те како присутна дама у црном, волшебено је вребала у углу... Па је скелетном шаком, на ни из чега материјализованој табли већ одмакле партије древне игре – повукла потез.

Шах. Краљ је био угрожен.

Дотад непомично тело на операционом столу се тргнуло. Грло је захроптало. Будио се из наркозе. Хирург је сместа извукао лапароскопске инструменте из пацијентовог стомака. Одједном је ситуација запретила да постане питање живота или смрти.

А смрт је чекала.

Доктори су били на потезу.

Пацијента на столу зваћемо Марко. Све осим тог имена, и пре и даље је истина, или су макар мени тако тврдили неки озбиљни Чеси. Пореклом је из Србије. Возач камиона на привременом раду у ЕУ. Четрдесет три године, двоје мале деце. Срећан што је након пандемијски препуних болница коначно могао да реши хронични проблем са „жучком“. Чак је и породицу довео са собом, намеравајући да боловање претвори у предуго ишчекивани одмор за све.

Операција је требало да траје сат времена. Ништа посебно, ништа што би могло да заврши у једном оваквом аналитично-драматичном есеју о фармацији.

Али без пропофола, стандардног интравенског анестетика без ког модерна хирургија практично не постоји, ништа није било рутинско.

Залихе су биле сведене на минимум. Оно што је некада стизало редовно, без размишљања, сада је било рационалисано као у ратним условима. Хирург је већ одложио два захвата тог дана. Марко је био следећи.

Разлог није био у тој болници. Није био ни у тој земљи.

Енергетска криза која је потресала Европу већ је месецима пунила насловне стране, али у овој малој болници она још није деловала као медицински проблем. Била је то прича о гасу, струји, индустрији, политици... И одрживости. О свему, осим о људском телу на операционом столу.

Негде далеко, у Кини, неколико индустријских постројења за производњу активних супстанци смањило је капацитете због наглог скока цена енергије и поремећаја у снабдевању сировинама. У исто време, несташница медицинског CO₂, гаса који је кључан за стерилну производњу и паковање многих лекова, додатно је успорила производњу



широм Европе и света. Ланац који је годинама радио невидљиво и савршено почео је да пуца на више места истовремено.

А последња карика тог ланца био је Марко. Анестезиолог је у тишини проверавао ампуле. Рачунао. Комбиновао алтернативе. Дозирао прецизно, да би обезбедио довољно времена за операцију.

Трајала је дуже него што је предвиђено. Наравно.

Дама у црном је повлачила своје потезе, а доктори своје. Компликације су се низале – пулс и притисак шофера-тешког хипертензичара су скакали, а неочекивани трзаји полусвесног Марка умало да доведу до засецања важних судова попут холеодохуса или хепатичне артерије. Фигуре су нестајале са табле све брже и брже, али се игра настављала.

А онда су завршили.

Дама је кошчатим прстом гурнула свог краља, и нестала пре него што је пао до краја. До следеће партије.

Марко никада није сазнао колико је његов живот те вечери зависио од глобалног тржишта енергије, индустријске производње на супротној страни планете и једног гаса о коме никада раније није размишљао.

И можда управо у томе лежи суштина проблема.

Јер савремени лек више није само молекул. Он је систем.

И када тај систем закаже, последице нису апстрактне. Оне имају име, лице и породицу која чека испред операционе сале.

Као и даму у црном која увек вреба.

ПОМЕШАЈ ЦРНУ И... ЗЕЛЕНУ?

Пандемија ковида-19 није само оптеретила здравствене системе – она их је реконфигурисала из темеља, оголивши све скривене слабости савремене фармације – од производног погона до апотеке, или операционе сале.

Најпре, узмимо у обзир драматичан раст потражње за кључним лековима попут анестетика као што су пропофол и мидазолам. Надовежите на то преусмеравање производње ка интензивној нези током пандемијских година, па прекиде у глобалним ланцима снабдевања због затварања граница. Није се то све тек тако „вратило на старо“, напротив.

Накарикајте и паралелно урушавање логистике и *just in time* модела без резерви, а затим и секундарни удар тихе енергетске кризе 2022. године која је довела до смањења капацитета хемијске и фармацеутске индустрије услед скока цена гаса и струје.

А не заборавите вишедеценијско постепено ослањање на производну активних фармацеутских састојака (API) преко 80% буквално свих лекова у само две земље – Кини и Индији. И све то уз истовремену несташницу индустријског CO₂ – гаса који, парадоксално, представља и климатски проблем и технолошку потребу за производњу, стерилизацију и паковање лекова.

Сума сумарум, наведено је довело до ланчане реакције: од фабрика, преко дистрибутивних центара до болница попут оне из увода, али и апотеке у вашем комшилуку.

Управо ту се отвара кључна веза са општим концептом зелене фармације: тежња ка смањењу емисија, оптимизацији ресурса, елиминацији вишкова и енергетској транзицији, иако нужна, у пракси је показала и другу страну – смањену отпорност система, већу зависност од спољашњих фактора и рањивост глобализованог модела производње.

Другим речима, фармација је из система који је деценијама био пројектован као максимално ефикасан постала систем који мора поново да учи како да буде отпоран. Последнице тог потреса не само да су се осетиле одмах након пандемије, већ се осећају и данас – кроз повремене, али све чешће несташице све важнијих лекова, регулаторне притиске, редефинисање стратешких резерви и све гласније захтеве за локализацијом производње. Посебно је занимљива ова последња ставка, из контекста здравствене (читај: националне) безбедности. Њени заговорници из Брисела и Вашингтона предвиђају капацитете за бар регионалну – односно комплетну производњу на нивоу рецимо ЕУ/Северне Америке, пре свега есенцијалних лекова и вакцина са СЗО листе – мада је и њих чак 523 (плус 374 за децу). Где ће се сместити све те силне фабрике и какав ће пак оне имати утицај на околину?

Али зелена фармација је толико више од онога малопре поменутог, као што се ни одрживи развој и зелена агенда не могу сабити у једну објаву на мрежи Х неког популистичког политичара. Штавише, она није само најбољи и најлогичнији правац развоја моје струке, науке и једног од највећих и најбогатијих привредних сектора глобално, већ једини могући пут опстанка фармације у савременом, све нестабилнијем свету, а заједно са њом... и свих нас.

Прича са почетка није литерарна конструкција. Разуме се, сем омажа семиналним филму Ингмара Бергмана *Седми ђечаш*. Срећном случајношћу сам је чуо готово успут – у току писања овог текста, недавно, од колеге током боравка у Грузији – као кратку анегдоту из праксе која је, када се разгрне, заправо прецизан микро пример једне велике, још недовољно схваћене трансформације глобалне фармације.

Ако нас је сада већ заборављена енергетска криза 2022. тихо научила да без стабилне енергије нема ни стабилних лекова, онда нас данашње тензије и ратови подсећају да та лекција није научена – и како зелена фармација

више није идеал, већ нужен пут ка систему који неће зависити од сваког следећег геополитичког потреса. А ни фосилних горива.

ШТА СВЕ ФАРМАЦИЈА МОЖЕ БИТИ, И ШТА НЕ СМЕ НИКАКО

Постоји једна готово заборављена истина о фармацији: она никада није била само наука о лечењу. Већ наука о контроли – супстанци, процеса, живота, па и саме природе. Само данас, питање није како направити лек који делује, већ и да не оставља траг тамо где не би смео. Управо у том раскораку између ефикасности и одговорности рађа се концепт зелене фармације.

Ако је Парацелзус у 16. веку поставио темеље модерне токсикологије реченицом да „само доза чини отров“, 21. век ту идеју окреће наглавачке. Данас се не суочавамо само са питањем колико супстанце уносимо у организам, већ и колико је ослобађамо у свет око себе кроз читав индустријски и технолошки циклус. Доза више није само у таблети – она је у процесу производње, у енергији која се троши, у материјалима који се користе, у километрима које лек прелази пре него што стигне до пацијента.

Фармацеутска индустрија је, по својој природи, једна од најкомплекснијих индустрија које је човечанство развило. Да би се добио један једини активни фармацеутски састојак, често је потребно више десетина хемијских трансформација, екстремно прецизна контрола услова и огроман број помоћних материјала. У тој прецизности крије се и проблем: системи који су оптимизовани за максималну чистоћу и сигурност производа нису нужно оптимизовани за минималан утицај на ресурсе.

Процене показују да фармацеутски сектор учествује са 4,4-4,5% у глобалним индустријским емисијама гасова са ефектом стаклене баште, што га сврстава међу значајне, али често невидљиве актере климатских промена. Највећи део тог утицаја, додуше, не долази из самих фабрика, већ из ланца снабдевања: екстракције сировина, транспорта, логистике и дистрибуције – чак 75% од помених процената.

Европске регулаторне институције, укључујући Европску агенцију за лекове, све више инсистирају на томе да процена утицаја на животну средину постане саставни

део развоја и регистрације лекова. Један од одговора индустрије на овај изазов јесте трансформација производних технологија. Класични *batch* процеси, у којима се реакције одвијају у серијама, полако уступају место континуираној производњи. У таквим системима хемијске реакције теку непрекидно, што омогућава прецизнију контролу, мању потрошњу енергије и знатно ефикасније коришћење ресурса.

Паралелно са тим, дигитализација улази у срж фармацеутске индустрије. Концепт „дигиталног близанца“, илиити виртуелног модела фабрике који у реалном времену прати и симулира процесе, омогућава да се производња оптимизује без физичког експериментисања. Тиме се смањује потреба за материјалима, енергијом и временом. У свету у коме сваки грам и сваки киловат постају важни, овакве технологије представљају кључну тачку преокрета.

Још радикалнији приступи долазе из саме хемије. Механохемија, дисциплина која користи механичку енергију уместо растварања за покретање реакција, нуди могућност да се читави процеси трансформишу у правцу минималне потрошње ресурса. Оно што је некада захтевало велике количине хемикалија сада се може постићи једноставнијим, ефикаснијим и чистијим методама.

У том контексту, посебно место заузима концепт „одрживости по дизајну“. Идеја је једноставна, али револуционарна: еколошки аспект не сме бити накнадна корекција, већ мора бити уграђен у сам почетак развоја лека. То значи да се размишља не само о томе како молекул делује, већ и како настаје, како се производи и како циркулише кроз систем.

Занимљиво је да ова трансформација долази у тренутку када фармацеутска индустрија пролази кроз још једну велику промену: прелазак на биолошке и персонализоване терапије. Ови лекови често захтевају сложене производне процесе, строже услове чувања и софистициранију логистику. То додатно повећава притисак на ресурсе, али истовремено отвара простор за иновације које могу редефинисати читав сектор.

У тој тачки сусрећу се две силе: потреба за напретком и потреба за ограничењем.

Зелена фармација је покушај да се оне помире.

Успех више није само у томе колико брзо можемо развити нови лек, већ и колико одговорно то радимо. У свету ограничених

ресурса ефикасност више није само економска категорија, већ постаје етичка, а зелена фармација, као и друге „озеленеле“ индустрије, доказ нове зрелости човечанства.

Јер први пут, лек више није само одговор на болест.

Он постаје тест наше способности да лечимо, а да притом не нарушимо оно што нас све одржава у животу.

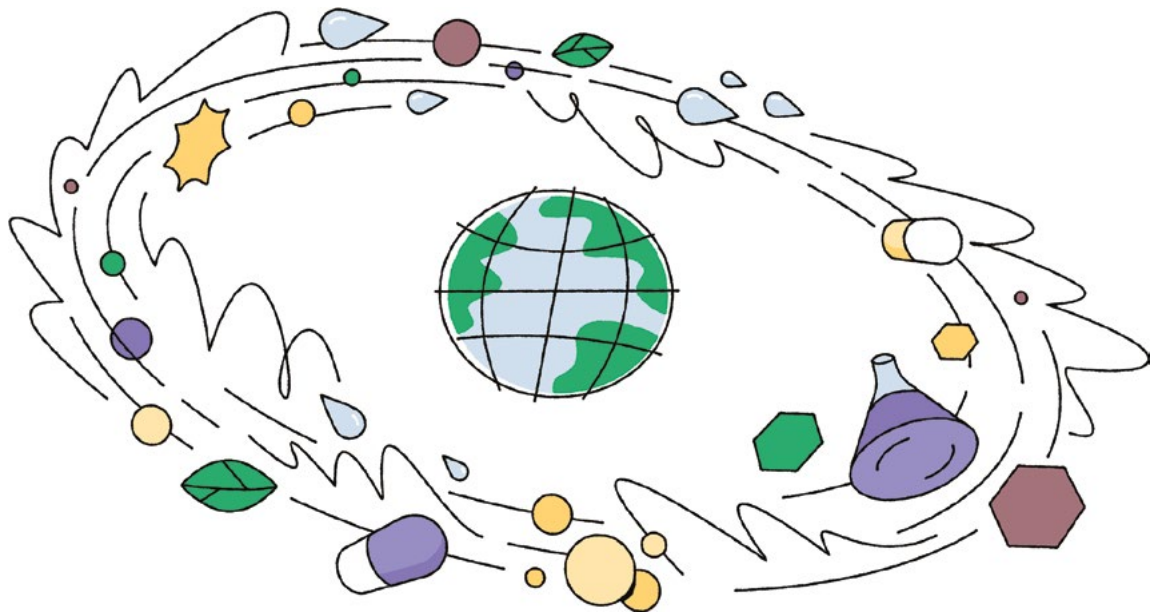
ПРОСВЕТИТЕЉИ НА МИСИЈИ ОДРЖИВОСТИ

У том контексту посебно је занимљив рад регулаторних и индустријских стручњака који покушавају да повежу научне иновације са регулаторним оквирима. Један од водећих гласова који све чешће говори о потреби трансформације фармацеутске индустрије у правцу одрживости јесте и Момир Радуловић, дугогодишњи директор Агенције за лекове Словеније, и чести, драги гост Србије – где ће управо на ове теме говорити као главни говорник крајем октобра, на највећем регулаторном скупу на Балкану, који лично организујем.

Он наглашава да „фармацеутски сектор мора пионирски развијати одржива решења за здравију планету“, константно истичући потребу за сарадњом између регулатора, индустрије и научних институција као делова глобалног ланца додатних вредности.

Европска федерација фармацеутске индустрије и удружења (EFPIA) такође све чешће наглашава да је одржива производња један од кључних изазова индустрије у наредним деценијама. У њиховим стратешким документима наводи се да фармацеутски сектор мора развијати индустријске производне процесе који истовремено гарантују доступност терапија и минималан еколошки отисак.

Један од најважнијих елемената ове трансформације односи се на управљање индустријским отпадом. У модерним фармацеутским постројењима отпад више није једноставно нежељени нуспроизвод. Он постаје део пажљиво дизајнираног система управљања ресурсима. Хемијски отпади се често обрађују напредним оксидационим процесима који разграђују комплексне молекуле до једноставнијих и безбеднијих супстанци. У неким постројењима развијени су и системи енергетске валоризације отпада, где се одређени нуспроизводи користе као извор енергије за сам производни процес.



Такав приступ представља прелазак са линеарне индустријске логике на такозвани циркуларни модел производње. Уместо да се ресурси користе и одбацују, они се враћају у производни циклус где год је то могуће.

Савремене фабрике лекова све више функционишу као затворени системи у којима се вода, енергија и материјали рециклирају и поново користе. А дигитални системи управљања омогућавају прецизно праћење сваког тока материјала у процесу. То омогућава идентификацију места где се ресурси могу уштедети или где се могу развити ефикаснији процеси.

У том смислу зелена фармација постаје део шире индустријске трансформације која се дешава у многим секторима. Међутим, у фармацији та трансформација има додатну димензију јер је повезана са јавним здрављем и регулаторним системима.

Фармацеутска индустрија је навикла на строге стандарде квалитета и безбедности. Управо због тога она има потенцијал да релативно брзо усвоји нове стандарде одрживости, и на основу правила и ограничења регулатора, развије технолошка решења која претварају „параграфе и заграфе“ у оперативне процесе.

Због тога многи аналитичари сматрају да ће фармацеутски сектор у наредним деценијама постати један од лидера у развоју одрживе индустрије. Инвестиције у зелене технологије, дигиталне фабрике и напредне методе управљања ресурсима већ сада мењају начин на који се производе лекови.

Ако је 20. век био век великих фармацеутских открића, 21. би могао постати век одрживе фармацеутске индустрије. У том свету успех неће мерити само број нових терапија или брзина њиховог развоја. Мериће се и начин на који су те терапије произведене, енергијом која је потрошена и ресурсима који су сачувани.

НЕСТАШИЦЕ ЛЕКОВА: КАДА ОДРЖИВОСТ ПОСТАНЕ ПИТАЊЕ ЖИВОТА

Прича о Марку из операционе сале није изузетак. Она је симптом.

У последњих неколико година, несташице лекова постале су готово свакодневна појава у здравственим системима широм света. Од антибиотика и анестетика до цитостатика и основних инфузионих раствора, листа дефицитарних производа расте из месеца у месец. Оно што је некада било ретко и привремено, данас постаје структурални проблем.

И управо ту долази до неочекиване везе: између несташица и зелене фармације.

На први поглед, ове две теме делују као одвојени светови. Несташнице су оперативни проблем: питање логистике, тржишта и производње. Зелена фармација је стратешки концепт, везан за одрживост, емисије и заштиту ресурса. Међутим, у савременом фармацеутском систему, оне су нераскидиво повезане. Јер одрживост није само питање екологије.

Она је питање стабилности.

Један од кључних узрока несташица јесте висока концентрација производње. Велики део активних фармацеутских састојака производи се у ограниченом броју постројења, често географски удаљених од места где се лекови користе. Такав модел је деценијама био економски ефикасан, смањивао је трошкове и омогућавао масовну производњу. Али није био отпоран.

Када се један део тог система поремети, због енергетске кризе, политичких тензија, климатских догађаја или проблема у снабдевању сировинама – последице се шире кроз читав ланац. Оно што почиње као индустријски проблем, завршава се као медицински.

У том смислу, глобализована фармацеутска производња личи на савршено оптимизован, али крхак организам. И ту зелена фармација уводи нову логику.

Неки од основних принципа одрживе производње јесу диверсификација и локализација. Идеја да се кључни производи производе ближе месту употребе, уз смањење зависности од далеких и комплексних ланаца снабдевања, више није само економско питање. Она постаје здравствени императив.

Одржива фармација подразумева не само мањи утицај на животну средину, већ и већу отпорност система. Фабрика која користи мање енергије, мање зависи од спољашњих ресурса и има флексибилнији производни процес, истовремено је и еколошки прихватљивија и стабилнија. Другим речима, зелена технологија и сигурност снабдевања почињу да се поклапају. Технолошке иновације додатно продубљују ову везу.

Континуирана производња, која замењује класичне серијске процесе, омогућава брже прилагођавање потражњи. Уместо да се производи у великим серијама које захтевају време и ресурсе, производња може да се прилагоди у реалном времену. То значи мање застоја, мање губитака.

И мањи ризик од несташица.

Дигитални системи управљања производњом, укључујући моделе који прате и предвиђају промене у ланцу снабдевања, омогућавају раније реаговање на потенцијалне проблеме. У свету у коме један поремећај може изазвати глобални домино ефекат, предикција постаје кључна. Зелена фармација, у том контексту, није само „чистија“ – она је паметнија.

Занимљиво је да климатске промене, које су један од главних разлога за развој зелене

фармације, истовремено постају и један од узрока несташица. Екстремни временски услови утичу на производњу сировина, транспорт и инфраструктуру. Поплаве, суше и топлотни таласи више нису изузеци. Они постају део реалности у којој фармацеутски систем мора да функционише. Тако се затвара круг.

Индустрија која мора да се прилагоди климатским променама истовремено мора да смањи сопствени допринос тим променама. На крају, питање несташица лекова престаје да буде питање логистике и постаје питање филозофије система. Да ли желимо фармацеутски систем који је максимално ефикасан у идеалним условима, али крхак у реалним? Или систем који је можда сложенији и скупљи, али способан да издржи ударце света који се мења? Зелена фармација нуди одговор.

Не кроз одрицање од иновације, већ кроз њено редефинисање. У том свету, успех се не мери само бројем произведених доза или брзином развоја нових терапија. Мери се и тиме колико је систем способан да их испоручи. Увек, свуда и за свакога коме су потребне.

Јер лек који не постоји у тренутку када је потребан, није само пропуштена терапија. Он је пропуштена прилика система да буде оно што би морао бити: поуздан. И можда је управо то најважнија лекција коју нас несташице уче.

Да одрживост није луксуз будућности. Већ предуслов опстанка садашњости. — (Е)

Павле Зелић је фармацеут, дијломаша, есејиста, новинар, критичар, писац и филмски и сценариста. Већ 14 година управља и доприноси иницијативама и пројектима у области лекова и медицинских средстава у Србији, Европи и свету као менаџер и експерт. Поред тога, објавио је три књиге прозе, две графичке новеле и има неколико филмова у продукцији, а и преко две деценије се бави активизмом у култури. За свој рад у области здравства и уметности је награђен више пута у Србији и САД.



Научне утопије 17. века

Утопија је напoкoн била ту: њену новину још увек није напао врховни непријатељ свих утопија – досада.

– Артур Ч. Кларк

ТЕКСТ:

Петар Нуркић

КАДА ДАНАС ПОМИСЛИМО НА НАУКУ, ретко замишљамо усамљеног мислиоца над рукописом. Асоцијације су много више инфраструктуралне; на памет нам падају организовани институти, лабораторије, архиве, инструменти, образовне установе и дисциплинована производња знања. Наука је одавно престала да изгледа као скуп узвишених идеја, а постала посебан облик комплексног друштвеног феномена. Да бисмо утврдили када се десило то „престајање“, вреди вратити се научним утопијама. Уз напомену да им овај пут не приступамо као књижевно вредним остварењима, већ као раним покушајима да се замисли свет у којем институционализовано знање представља темељ колективно идиличног и „доброг“ живота. Ако данас прављамо о томе ко производи знање, ко га финансира, коме оно служи и колико је повезано са моћи, државом и општим добром, онда се научним утопијама 17. века не враћамо као нечему толико далеком и анахроном, колико као једном од првих историјских тренутака у којима су та питања добила препознатљив облик.

Седамнаести век за нашу причу нарочито је значајан јер се управо тада променила сама

амбиција утопијског мишљења. Идеална заједница, за разлику од оне код Платона или Томаса Мора, више се не описује искључиво кроз праведне законе, добар морални поредак или складне друштвене односе. Све чешће, најављујући период просветитељства, заједница се посматра кроз образовање, техничке вештине, уређено прикупљање података, експеримент и установе које треба да то знање чувају, увећавају и расподељују. Кроз анализу неколико најпроминентнијих научно-утопијских дела, отворићемо читав низ различитих одговора на исто питање: како би изгледало друштво када би знање постало његов главни идеал и основа? Стога овај век вреди посебно издвојити. Он нам нуди читаву галерију могућности – од града претвореног у енциклопедију, преко образовно-лабораторијске републике до великих истраживачких институција и њихових раних критика.

ГРАД СУНЦА

Међу раним научним утопијама посебно место припада Томазу Кампанели, управо зато што је у његовом *Граду Сунца* идеално друштво замишљено као простор у коме је знање уграђено (дословно!) у саму структуру града. Текст настаје на почетку 17. века, а на

латинском излази 1623. године, у периоду у којем се религија, астрологија, медицина и политика још нису потпуно одвојиле од природне филозофије. Кампанелин град истовремено је тврђава, школа, храм и космолошки модел. Саграђен је на узвишењу, распоређен у седам великих кружних појасева названих по планетама, са четири улице и четири капије окренуте ка четири стране света. Сваки следећи прстен, у случају напада споља, теже је освојити од претходног. Тиме је и урбанистички распоред, иако естетски привлачан, пре свега војни. Град је пројектован као слојевита одбрамбена инфраструктура; између зидова простиру се равни пролази, а уз унутрашње стране појаса подигнути су спојени нивои палата са аркадама, галеријама за шетњу, колонадама и степенишима која постепено воде навише, према врху брда. Већ овде уочавамо Кампанелину главну интуицију; код њега идеална заједница не зависи искључиво од политичке теорије – она мора да буде пажљиво организовани простор који истовремено штити, усмерава професионалне делатности и обликује начин живота.

Средиште *Града Сунца* је храм на врху града, кружна отворена грађевина на стубовима, са великом куполом, једним олтаром и двома сферама – небеском и земаљском – постављеним у сам центар. На своду су исцртане звезде

са именима и њиховим „утицајима“ на „земаљске ствари“, а седам златних лампи не престано гори испод имена планета. Око храма налазе се хелије свештеника и посматрача, а на врху се окреће заставица-ветроказ са ознакама ветрова, преко које *Ирађани Сунца* предвиђају временске промене на копну и мору. Другим речима, храм није замишљен искључиво као религијски центар, него и астрономско-метеоролошка осматрачница. Још је интересантније оно што се простире дуж зидина града. На првом појасу приказане су математичке фигуре и карта света са законима, обичајима и алфабетима различитих народа. На другом су минерали, метали, реке, мора, вина, уља и други флуиди, па чак и посуде уграђене у зидове. На трећем су биљке и дрвеће, уз живе примерке у посудама; затим следе рибе, птице, гмизавци, инсекти, копнене животиње, а на шестом кругу механичке вештине, алати и њихови проналазачи. Споља су приказани и законодавци, војсковође, мудраци и „оснивачи знања“. Град, дакле, није украшен сликама ради раскоши, већ претворен у јавну енциклопедију. Његови зидови имају истовремену функцију културе сећања, наставне табле и каталога корисног знања.

Код Кампанеле наука још није концентрисана у једној истраживачкој установи, као што ће бити код Бекона, али је читаво друштво



већ преуређено тако да производи, преноси и распоређује знање. Постоје магистрати који објашњавају слике на зидовима, деца уче „без напора и кроз игру“, а после седме године упознају различите науке и занате како би се открило за шта су најспособнија. Механичке вештине усавршавају се под аркадама и перистилима, спекулативне дисциплине у вишим галеријама, а „најсветија знања“ у самом храму. Чак је и свакодневица усклађена са таквим образовно-радним поретком: пошто сви раде, појединац је запослен тек око четири сата дневно, а остатак времена утрошен је на учење, расправу, читање, телесне вежбе и заједничке активности. Кампанелин град је, приметимо, правцата машина за образовање грађанина. Стога је *Град Сунца* један драгоцен увод у нашу причу о научним утопијама, јер нам његова анализа показује да је у раном новом веку идеал друштва заснованог на знању најпре замишљен као урбанистички и педагошки поредак, а тек касније као лабораторијска и истраживачка институција.

ХРИШЋАНОПОЛИС

Ако је Кампанелин *Град Сунца* град-енциклопедија који даје слободу одабира различитих позива, Андрееов *Хришћанополис* (енгл. *Christianopolis*) изгледа више као згуснути колегијум и плански уређена образовна република. Утопија из 1619. године представља компактну, строго организовану заједницу у којој је готово сваки детаљ део једног истог програма: васпитати, дисциплиновати и образовати хришћанског грађанина. Сам град је четвртаст, са правилним низовима зграда, кулама и пролазима; улице нису предвиђене за коње и кола, него искључиво за пешачко кретање кроз густ, рационално уређен простор. Двореди кућа повезани су аркадама и горњим галеријама тако да град добије и заштиту од временских непогода и проходнију унутрашњу повезаност. Реч је о једном штедљивом, јасно одређеном простору у којем се избегавају вишкови, а поспешују функције. Чак су и стамбени капацитети пажљиво прорачунати: градски распоред броји до осамдесет осам зграда, односно више стотина домова, али све је подређено мери, реду и ограниченим потребама заједнице. Јохан Валентин Андрее овде прави важан искорак у односу на Кампанелу – идеалан град мора да буде

плански кампус једне морално-образовне цивилизације.

На основу поменуте сврхе гради се читава инфраструктура рада и знања. У спољним деловима града налазе се пољопривредни и сточарски квартави, млинови, пекаре, складишта, радионице и механички погони. Ту се меље жито и пече хлеб, прави папир, тестеришу греде и полирају алати и оружје. Занатлије нису проста радна снага, већ готово сви образовани људи, јер Андрее одбацује поделу према којој је учење резервисано за једне, а рад за друге. У самом средишту налази се колегијум са библиотеком, архивом, штампаријом, депоом лекова, природњачком лабораторијом, сликама као наставним средствима и математичким инструментима. За разлику од Кампанелиног града, који је, пре свега, образовно-педагошки оријентисан, у *Хришћанополису* имамо много више наглашену систематску производњу знања. Андрее још нема оно што је потребно за Беконов *Дом Соломонов* у пуном смислу, али поседује нешто што му доста наличи: организовану, вишеделну и вишефункционалну установу у којој се књиге, експерименти, слике, инструменти и настава спајају у јединствену истраживачку оријентацију. Стога је *Хришћанополис*, упркос догматској и идеолошкој сврси, нарочито значајан за историју научних утопија – први пут добијамо једну утопију која се јасно приближава форми институционалне научне културе.

ДОМ СОЛОМОНОВ

Ипак, тек код Френсиса Бекона научна утопија добија свој најпрепознатљивији облик. За разлику од Кампанеле, који град претвара у велику педагогију знања, и Андрее, који га згушњава у образовно-религијску републику, Бекон прави даљи корак у организацији знања као посебног институционалног процеса. Што уопште није случајно – у позадини *Нове Ајшланџиде* стоји исти проблем који одређује и *Нови орданон*. Бекон примећује да је његов свет препун техничких умећа, занатских пракси, путовања, инструмената и кустава, али да све наведено још нема стабилан облик кумулативног знања. Учени свет, према његовом суду, и даље идолизује ауторитете, коментарише каноне и далеко више негује вештину расправљања него праксу откривања узрока. Бекон проблем не види



Научне утопије седамнаестог века су претече модерних лабораторија и института

само у погрешним теоријама, него и у погрешно организованом свету сазнања. Наука не може да напредује док јој не доделимо одговарајућу инфраструктуру, односно метод прикупљања искуства и његовог уређивања, проверавања, преношења и претварања у нешто трајније од појединачних увида. Управо се из таквог раскорака између обиља чињеница и сиромаштва њиховог институционалног уређења рађа беконовски сан о новој науци.

Стога је важна и чувена Беконова метафора о моравима, пауцима и пчелама. Емпиристи су, сматра он, попут мравца: сакупљају и गोмилају чињенице. Догматичари су као пауци, плету мреже и метафизичке системе из „себе самих“. Прави природни филозоф мора да личи на пчелу, која узима грађу из света, али је потом преображава у нешто ново. У овој метафори крије се нешто више од методолошког савета. Бекон заправо наговештава да наука не пропада само онда када поседује премало чињеница или премало теорије, него и када не постоји добар ток између та два поларитета – када не постоји поступак који искуство претвара у поуздано знање. *Нови орданон* пружа унутрашњу скицу новог научног метода, док *Нова Ајшланџида* конструише његов спољашњи, друштвени и институционални облик. Оно што је у једном тексту представио као метафору и метод, у другом обликује у конкретну установу. Бекон не остаје на захтеву да научно мишљење мора да буде „пчелиње“; он покушава и да замисли читаво друштво у којем ће пчелињи процес да буде уграђен у саму организацију истраживања.

Средиште ове замисли је *Дом Соломонов*, „најплеменитија установа на планети“, „фењер“ и „око краљевства“, чији је циљ сазнавање узрока и скривених кретања ствари, као и проширење граница људског царства ради остварења „свега могућег“. У таквој формулацији садржана је целовита беконовска амбиција. Наука није контемплација ради саме контемплације, него систематско продирање до узрока, у сврху тога да разумевање

природе постане и извор људског делања. *Дом Соломонов* не представља тек апстрактни идеал. Бекон га замишља као праву географију експеримента. У њему постоје дубоке пећине за спровођење експеримената који захтевају дуготрајност, очвршћавање, хлађење и подземне лабораторије; високе куле за испитивање ваздуха, светлости и метеоролошких појава; језера и базени за огледе са водом; посебне просторије за звук, оптику, мирисе, укусе, механичка кретања и различите врсте вештачки произведених феномена. Институција је, дакле, рашчлањена спрам природе самих појава. Природа за Бекона не представља једну хомогену целину. Она је скуп различитих режима које треба одвојено проучавати, контролисати и доводити у вештачке услове. Бекон, стога, *Дом Соломонов* не замишља као једну лабораторију, него као читав комплекс лабораторијских окружења.

Још је значајније то што Бекон не описује само просторије, него и истраживачке улоге. Тиме *Нова Ајшланџида* постаје вероватно најважнији текст целе традиције научних утопија. У *Дому* постоје људи који путују по свету и доносе књиге, инструменте, моделе и знања других народа; други прикупљају експерименте из књига; трећи из занатских и практичних вештина; затим долазе они који сами изводе нове експерименте, они који резултате сређују у табеле и наслове, они који из њих изводе корисне примене, они који одређују који ће наредни експерименти дати „више светлости“, и на послетку, они који резултате претварају у општије аксиоме. Ово је већ готово па савремена подела епистемичког рада. Наука више не зависи од тога да ли један изузетан појединац истовремено путује, опажа, експериментира, архивира, тумачи и примењује. Знање се производи путем координације специјализованих функција. Ту је, можда јасније него игде другде у 17. веку, научна утопија добила свој институционални оквир – истраживање је колективно, хијерархијско, процедурално и кумулативно. Чак и генијалност постаје далеко мање значајна од структуре која омогућава да и просечнији људи, ако су правилно распоређени, заједно произведу изузетне резултате.

Бекон, међутим, иде и даље од саме организације рада. У *Дому Соломоновом* постоје консултације о томе шта ће бити објављено, а шта задржано; полажу се заклетве тајности; чувају се узорци великих изума; подижу се

статуте великим проналазачима; постоје шегрти и новајлије. Бекон, дакле, води рачуна о механизмима преноса знања између генерација. Научна установа за њега представља место где се знањем маневрише путем његове селекције, меморије, признања и репродукције. Овде лежи и разлог због ког је Бекон средишња фигура сваке приче о научним утопијама. Код Кампанеле знање обликује град; код Андрее обликује колегијум, док код Бекона први пут видимо систем који знање производи као трајну друштвену појаву. *Дом Соломонов* зато није само најславнија научна утопија свога доба. Он је први велики нацрт науке као институције која има своје просторије, службе, процедуре, хијерархије, режиме објављивања и дугорочну културу сећања – укратко, као организованог поретка без којег наука нашег доба уопште није ни замислива.

СЛАВНО КРАЉЕВСТВО МАКАРИЈА

После Беконова два семинална дела постоје још два крајње интересантна примера научних утопија. Габријел Платес пише једну доста приземљенију верзију – *Опис славној краљевштва Макарије*. Овде нема монументалног града знања ни велике, готово сакралне истраживачке установе попут *Дома Соломоновој*, већ сведочимо програмском нацрту једне државе „благостања“ која живи у „просперитету, здрављу и срећи“ захваљујући правилно уређеној власти, специјализованим саветима и јавно организованом искуству. Текст из 1641. године сам себе представља као фикцију упућену Парламенту, по узору на Мора и Бекона, али је његов значај у томе што звучи далеко мање као мисаони експеримент, а више као меморандум за реформу државе. *Велики савеш* надзире поредак, а испод њега су посебни савети за пољопривреду, рибарство, копнену и поморску трговину и нове колоније; земља се привредно унапређује у највећој могућој мери, путеви и мостови се уређују, занати се регулишу, а вишак становништва плански се усмерава ка новим насељима. Научна утопија овде, дакле, није космолошка ни симболичка, већ административна и бирократска. Знање служи да држава постане ефикаснија, богатија и здравија.

Најинтересантнији пример из *Макарије* налази се у краткој, али веома густој формулацији о *Дому*, односно *Колеџијуму искуштва*,

установи која сваке године издаје нове лекове потврђене експериментима и награђује свакога ко уме да демонстрира експеримент који је користан за здравље или благостање људи. Овде видимо колико је *Макарија* значајна као постбеконовски подухват. Платес преузима идеју да знање мора да буде организовано, проверено и јавно корисно, али је преводи у доста сажетији и утилитарнији језик. Чак су и свештеници уједно лекари, па се брига о души и телу спаја у исту функцију, док се нове теорије не пуштају слободно у јавност, док не прођу кроз строго контролисану расправу пред *Великим савешом*. Стога је *Макарија* скица државе у којој се експерименти, јавно здравље, економска добит и политичко деловање спајају у један исти поредак. Тиме се беконовска замисао научне установе у *Макарији* преводи у језик управе, реформе и друштвено-економске корисности.

ПЛАМТЕЋИ СВЕТ

На крају, код Маргарет Кавендиш налазимо научну утопију која поседује изразито двомислен облик. *Пламтећи свет*, објављен 1666. године заједно са њеним *Размашрањима о експерименталној филозофији*, представља наставак њене расправе са тадашњом експерименталном филозофијом. Протагонисткиња преко северног пола доспева у други универзум, постаје царица и одмах почиње да уређује знање као „државну ствар“. Око себе окупља читава друштва бића специјализованих за различите дисциплине: „људи медведи“ су експериментални филозофи, „људи птице“ астрономи, „муве“, „црви“ и „људи рибе“ природни филозофи, „људи мајмуни“ хемичари, „сатири“ су галенски лекари, „људи лисице“ политичари, „пауци“ и „људи вашке“ математичари, а „џинови“ архитекте. Сама ова подела је крајње значајна за закључак нашег прегледа генезе научних утопија. Кавендиш преузима већ формирану идеју о институционалној расподели знања, о постојању дисциплина, стручњака и научна тела. Међутим, она овакву инфраструктуру сатирично приказује као крајње необични зоолошки врт у којем свако брани своје методе и своје мале светове. Отуда њена утопија изгледа као једна фантастична академија наука, али и академија виђена из скептичне, ироничне перспективе.

Најзанимљивије је то што се слабост научно-утопијских поредака показује управо у раду тих учених друштава. Када царица испитује људе медведе, испоставља се да телескопи и микроскопи не воде поузданијем знању, него новим несугласицама; инструменти увећавају, изобличавају, производе несигурност и подстичу бескрајна препирања о томе шта је стварно опажено. Уместо да се природа учини јаснијом, она постаје још загонетнија. Ту Кавендиш критикује саму срж ранонововековне научне амбиције – идеју да није довољно да поседујемо инструменте, експерименте и експерте, јер све то и даље не јамчи консензус у погледу тога шта је „истина“. Штавише, у тексту се више пута наговештава да се од школа и друштава лако праве фракције, од фракција секте, а од секти политички раздори. За разлику од претходно описаних научних утопија, Кавендиш показује да организована наука и те како може да буде и извор таштине, методолошке затворености и нестабилности. Ипак, њену сатиричну утопију не треба да банализујемо као антинаучну. Много је прецизније рећи да она представља једну од најранијих критика илузије да ће сама институционализација знања нужно да произведе складан и разуман свет.

ПОСЛЕ УТОПИЈА

Ако ових пет дела прочитамо у континуитету, постаје јасно да научне утопије седамнаестог века нису биле јединствен жанр са једном чврстом формулом, већ теоријски простор убрзаног испробавања различитих начина да се знање претвори у друштвени поредак. Код Кампанеле је то град који „подучава“; зидови, храм, магистратуре и расподела рада који чине једну велику „педагогију света“. Код Андрее та се замисао сажима и обликује у једну колегијумску републику, где се библиотеке, лабораторије, штампарије и школе стапају у јединствен образовни механизам. Код Бекона, најутицајнијег међу њима, научна утопија по први пут добија облик детаљно описане истраживачке инфраструктуре. *Дом Соломонов* представља установу са дезигнираним просторијама, службама, процедурама, хијерархијама и јасном поделом епистемичког рада. *Макарија* затим показује како исти утопијски сан можемо да преведемо у сажетији, приземнији и готово

административни језик корисности, јавног здравља, пољопривредног унапређења и државне координације искуства. А код Кавендиша тај низ први пут бива уздрман изнутра, јер се показује да специјализована знања, инструменти и научна друштва не производе само ред и напредак, него и спорове, сујету научника и политичку нестабилност. Оно што се из те разноврсности помаља није, дакле, јединствена слика научне будућности, већ читав један распон могућности, било да се ради о граду као енциклопедији, колегијуму као републици, структурисаном институту као покретачу нових открића, држави као надзирачу „корисног знања“ или, на крају, скепси према сопственим институционалним обећањима.

Дате утопије не треба да схватимо ни као пуки историјски куриозитет. Оне настају у тренутку када наука још није сасвим постала онаква какву је данас препознајемо, али су већ врло јасно наслутиле њене централне проблеме. Све оно што и даље одређује наш однос према знању већ је присутно у описаним текстовима: питање да ли наука треба да буде јавна или затворена, да ли служи општем добру или државној моћи, да ли је пре свега образовни идеал, техничка пракса, инструмент просперитета или средство управљања људима. Седамнаести век свакако је значајан као рана фаза историје науке али, пре свега, као раздобље у којем је европска имажинација први пут озбиљно покушала да испита како би изгледало друштво засновано на организованом знању. А оно што је тада настало није био само оптимистичан сан о напретку. Настала је и трајна свест да институционална организација знања никада није неутрална; она обликује начин на који живимо, радимо, учимо, верујемо и расподељујемо моћ. У том смислу, научне утопије седамнаестог века су како претече модерних лабораторија и института тако и рано и успешно предвиђање света у којем данас живимо. —(Е)

Пејшар Нуркић је сшугенїй докшорских сшугудија на Одсеку за филозофију Филозофској факултетушта Универзитетушта у Београду. Сшугудирао је машемашику и дишломирао филозофију. Њејове шримарне областш инштересовања су ейисшемолошїја и филозофија науке.



Света стабла Шумадије: сусрет традиције и науке

„Грађани су срж нашег пројекта – само они знају која стабла су света, где се налазе и како се до њих долази“



treegems.rs

ТЕКСТ:
Богдан Ђорђевић

ШУМЕ У ШУМАДИЈИ релативно су младе – вековне шуме веома су ретке, а већи део настао је из пања, често после чистих сеча и крчења шума. Због тога се њихов екосистем може сматрати донекле промењеним у односу на шуме које су настале природним путем, из семена. Данас то више није Шумадија какву замишљамо из периода пре ослобођења од Турака – име је остало, али се пејзаж увелико променио.

Једини трагови древног доба које још можемо видети су појединачна стабла која грађани препознају као посебно стара. Уз њих се везују легенде, приче и локална сећања. За нека од ових стабала сматра се да су још у време Карађорђевића и Обреновића имала значај који чувају и данас, док су нека директно повезана са значајним историјским догађајима.

Проучавање старих стабала и њихових улога у локалним заједницама данас спроводи истраживачки тим окупљен око пројекта

TreeGems, који кроз Јавни позив за грађанска научна истраживања подржава Центар за промоцију науке. Пројекат комбинује теренски рад, систематичан научни приступ и истраживање друштвене и културне улоге стабала у заједници, омогућајући да се историја и значај старих стабала сачувају за будуће генерације. Један од најзначајнијих облика старих стабала у заједницама су такозвани записи, а испоставља се да већина најстаријих стабала припада управо овој групи.

„Запис је свето стабло које у заједници и даље неретко може да обавља функцију храма, тј. представља живи храм који неки мештани доживљавају као заштитника села, нарочито од елементарних непогода“, објашњава др Никола Шушић, руководилац пројекта *TreeGems* и научни сарадник на Универзитету у Београду – Институту за мултидисциплинарна истраживања, институту од националног значаја за Републику Србију.

„Према литератури, означавање стабала као светих места потиче још из претхришћанског периода и може се посматрати као део ширег феномена култа дрвета. Временом



Храст медунац у Трнави код Тополе

је дошло до амалгамације различитих религијских пракси – древних обичаја у вези са светим стаблима и православним обредима. У том смислу, један од аспеката овог пројекта јесте и разумевање како се народна веровања обликују кроз прожимање различитих духовних традиција. То је нарочито занимљиво ако се има у виду да и данас постоје људи који су се крстили или венчавали под записом. За велики део заједнице она и даље имају статус светих стабала.“

До сада је у пројекат укључено више од 500 људи који су помагали да се та стабла пронађу или су упућивали истраживаче на њих. У великом броју села и даље се сваке године обележава сеоска слава управо око тих стабала.

„У неким селима обилази се и по десет записа, у неким један, али обичај је у већини села и даље жив“, додаје Шушић. „Не само да је жив на старим стаблима, већ се и нова,

млада стабла проглашавају за будуће записе, што указује на континуитет обичаја.“

РАЗГОВОРИ ПОД КРОШЊАМА

„Грађани су срж нашег пројекта – само они знају која стабла су света, где се налазе и како се до њих долази. Они познају путеве и имају механизацију попут трактора, па су практично неопходни да бисмо стигли до тешко приступачних стабала“, каже др Шушић.

Људи су се у рад на пројекту укључивали на више начина. Један од њих био је да се сами јављају путем друштвених мрежа и преко контакта на сајту, а неки су чак и лично долазили на Институт за мултидисциплинарна истраживања како би се распитали о потенцијалном учешћу и предложили да се одређена стабла уврсте у пројекат. Већина је



До сада је у оквиру пројекта обављено 111 дубинских интервјуа са мештанима, док је на терену евидентирано око 700 стабала

била мотивисана жељом да се очувају традиција и сећање на стабла, а то што се истраживање спроводило током вегетационог периода – када су пољопривредни радови у пуном јеку – није им представљало препреку, већ је показало колико им је овај пројекат занимљив и важан.

„Терен је непредвидив, често дуго траје и није могуће све брзо измерити или обићи, али људи су били ти који су нас изнова изненађивали – својим причама, спремношћу да нас прате до удаљених места, да нас воде кроз шуму, до записа који су понекад далеко од села“, истиче др Марија Милошевић из Еколошко-истраживачког друштва „Младен Караман“ из Крагујевца.

„Такође, имали смо контакте и преко партнера – Образовно-креативног центра ‘4Е’ и Еколошко-истраживачког друштва 'Младен Караман', који већ имају мрежу контаката из претходних активности. Дешавало се да добијемо број телефона, најавимо долазак у неко село неколико дана унапред, а онда нас сачека човек и проведе кроз десет или дванаест записа у једном дану“, додаје др Шушић.

У реализацији истраживања учествовали су и чланови истраживачког тима из различитих институција, докторанди Природно-математичког факултета у Крагујевцу и Шумарског факултета у Београду, као и стручњаци из Завода за заштиту природе Србије, ангажовани у различитим фазама теренског рада.

Укључивање локалних заједница често је ишло и уз помоћ свештеника, који су показивали где се налазе записи или упућивали истраживаче на посебно мотивисане грађане. Истраживачи би понекад, приликом обиласка једног села, добили информацију о другом селу које првобитно нису ни планирали да посете, што је омогућавало ширење мрежа сарадника на лицу места.

„Често су то старији људи, веома заузети, али са огромним ентузијазмом. Иако у почетку могу бити скептични, током разговора се види промена – од питања 'шта ви тражите овде' до искреног интересовања и жеље да



Храст медунац у Доњим Грбницама код Крагујевца

помогну. Лично, та трансформација и њихова енергија један су од најзанимљивијих аспеката целог пројекта“, истиче Шушић.

Истраживачи су наилазили и на хроничаре села – људе који пишу о историји свог места и који већ поседују податке и записе о стаблима. Др Шушић истиче да су управо они били драгоцене сарадници на терену, али да пројекат може имати значај и за будуће

хроничаре. Мапа записа која настаје у оквиру пројекта могла би у будућности да послужи као поуздан ослонац за истраживање локалне историје.

ДРУШТВЕНИ ЖИВОТ ЗАПИСА

Као што се могло наслутити и из претходних примера, истраживање светих стабала у Шумдији није се свело само на мерења, фотографије

и ботаничке описе. Оно је истовремено отворило и питање друштвеног живота записа и начина на који људи данас доживљавају ова стабла и улоге коју она и даље имају у локалним заједницама.

До сада је у оквиру пројекта обављено 111 дубинских интервјуа са мештанима, док је на терену евидентирано око 700 стабала. Деотих разговора водила је социолошкиња др Маја Королија, која је, пре свега, истраживала однос људи према записима и положај

који ова света стабла данас имају у животу заједнице. Тај феномен у европским оквири-ма није довољно истражен, а поготово не у оваквом обиму. Ретко где се може пронаћи пример да у једном селу постоји више светих стабала која мештани редовно обилазе и око којих се одвијају важни заједнички ритуали.

Истраживање је зато имало и практичну димензију. Један од планираних резултата пројекта било је и прикупљање докумен-тације неопходне да се обичаји повезани са за-писима предложе за упис на Листу елемена-та нематеријалног културног наслеђа Репу-блике Србије. Тај корак предуслов је за евен-туалну каснију међународну заштиту.

Управо су интервјуи били кључни за тај процес. Поред материјала за друштвено-ху-манистичку студију, током разговора су при-купљене и сагласности мештана, а заједно са истраживачима формулисан је и опис самог обичаја: шта је запис, како се обележава и какву улогу има у заједници. Тако су, поред научних података, забележена и жива сведо-чанства људи који са овим стаблима деле сва-кодневицу. Док ботаника описује њихову старост, врсту и димензије, локалне приче откривају њихово место у друштвеном и ду-ховном животу заједнице.

ХРАСТОВИ КАО СВЕДОЦИ ПРОШЛОСТИ

Од свих стабала која су забележена, отприли-ке половину чине храстови. Најчешће се ра-ди о храсту лужњаку, храсту сладуну (позна-том и као храст крупна граница), храсту ме-дунцу и храсту церу, при чему доминирају сладун и цер. Ипак, на мапи стабала могу се наћи и оскоруша, старе сорте воћака, па чак и врсте које нису аутохтоне за ово подручје. Једно од изненађења био је црвени храст, по-реклom из Северне Америке, проглашен за свето стабло у дворишту школе у Рачи.

Како храстови заузимају важно место у овом истраживању, резултати су представљени



Члан тима Зоран Благојевић фотографише осушени запис у Кикојевцу код Кнића

и на међународном скупу посвећеном упра-во храстовима. На конференцији Међуна-родног удружења за храстове (*International Oak Society*), која је 11. пут одржана у Оахаки, у јужном делу Мексика, окупили су се струч-њаци, ентузијастички и истраживачи који уз

помоћ грађана сакупљају жиреве, формирају колекције и размењују знање о различитим врстама храстова. У оквиру конференције организоване су и теренске туре, пре и после званичног програма, које су учесницима омо-гућиле да на лицу места виде разноврсност храстових шума и размене искуства са коле-гама из других земаља.

„Оахака је једна од мексичких држава са највећим диверзитетом храстова на свету. Удружење окупља ентузијасте и грађане ис-траживаче који често познају храстове боље од академских истраживача управо због стра-сти према теми. Наше предавање о светим стаблима Шумадије било је завршно и доби-ло је одличну рецепцију. Било је то право

ПОДРШКА ГРАЂАНСКИМ НАУЧНИМ ИСТРАЖИВАЊИМА У СРБИЈИ

Грађанска научна истраживања (енгл. *citizen science*) представљају научноистраживачки, партиципативни метод, којим се јавност укључује у процес научних истраживања и омогућава грађанима који нису научници у датој области да науци активно допринесе знањем, искуством и сопственим алатима и ресурсима. Оваква научна истраживања покривају различите дисциплине и теме, и укључују учеснике различитих нивоа стручности. Грађани истраживачи обезбеђују експерименталне податке и пружају додатну вредност науци, постављају нова питања и допринесе развоју научне културе, истовремено стичући разноврсна знања и вештине.

Центар за промоцију науке 2023. године покренуо је системску подршку грађанским научним истраживањима кроз Јавни позив који реализује у сарадњи са Министарством науке, технолошког развоја и иновација. Пројекти које је Центар до сада подржао обухватају различите области истраживања – од заштите животне средине, преко јавног здравља до технолошких иновација – и представљају важан корак ка укључивању грађана у научне процесе. ЦПН је, такође, укључен и у међународни пројекат *RIECS-Concept*, који у оквиру програма *Horizont Europe* истражује могућности развоја европске истраживачке инфраструктуре за грађанска научна истраживања.

место за представљање нашег истраживања, а планирамо да неке од учесника једног дана доведемо у Шумадију да виде записе. У плану је и објављивање публикације у њиховом часопису“, објашњава др Шушић.

ОД ТЕРЕНА ДО БАЗЕ ПОДАТАКА

Пројекат траје до краја године, а најзахтевнији део посла – теренско истраживање – већ

је завршен. Истраживачи су обишли сва села у обухваћеном подручју и забележили на стотине стабала која локалне заједнице препознају као записе или стара, значајна стабла.

Др Никола Шушић истиче да их је изненадио број стабала обухваћених пројектом. „Нисмо очекивали да ће бити толико великих и старих стабала. Мислили смо да их има педесет, евентуално сто, али испоставило се да их је готово двеста – оних правих 'скривених драгуља' Шумадије, који представљају главни фокус нашег истраживања. Остала стабла су млађа или средњедобна, али смо одлучили да мапирамо сва, како би неки будући тим, за педесет година, имао комплетну базу и јасан пресек стања из 2025. године. Било би нам драго да смо и ми имали такве податке од пре пола века.“

Та грађа сада улази у фазу обраде, из које ће произаћи и две научне публикације: једна биолошко-еколошка, посвећена самим стаблима и њиховим стаништима, и друга друштвено-хуманистичка, за коју истраживање спроводи др Маја Королија.

Истраживање се, међутим, ту не завршава. У сарадњи са Заводом за заштиту природе Србије, истраживачи ће поново обићи део најзначајнијих стабала како би се проценило да ли нека од њих могу да добију статус споменика природе ботаничког карактера.

У међувремену се сређује обимна база података настала током истраживања, која је премашила првобитна очекивања. Када буде финализована, база ће представљати једну од најдетаљнијих документација о старим

Војиновац код Раче, Милан Глишић и свештеник Ивица Камберовић



стаблима у овом делу Србије и основу за даља научна истраживања и процене њихове заштите.

Паралелно са теренским истраживањем развија се и интерактивни сајт пројекта, који, поред мапе стабала, има и важну едукативну улогу. Посетиоци на њему могу да сазнају више о различитим врстама дрвећа, али и о веровањима и традицијама које се вековима везују за записе. Сајт је замишљен и као

простор за повратну комуникацију са заједницом. Грађани ће моћи да провере прикупљене податке, укажу на евентуалне грешке или допуне информације. Тако база података која настаје не представља само научни ресурс, већ и сведочанство сарадње истраживача и локалних заједница.

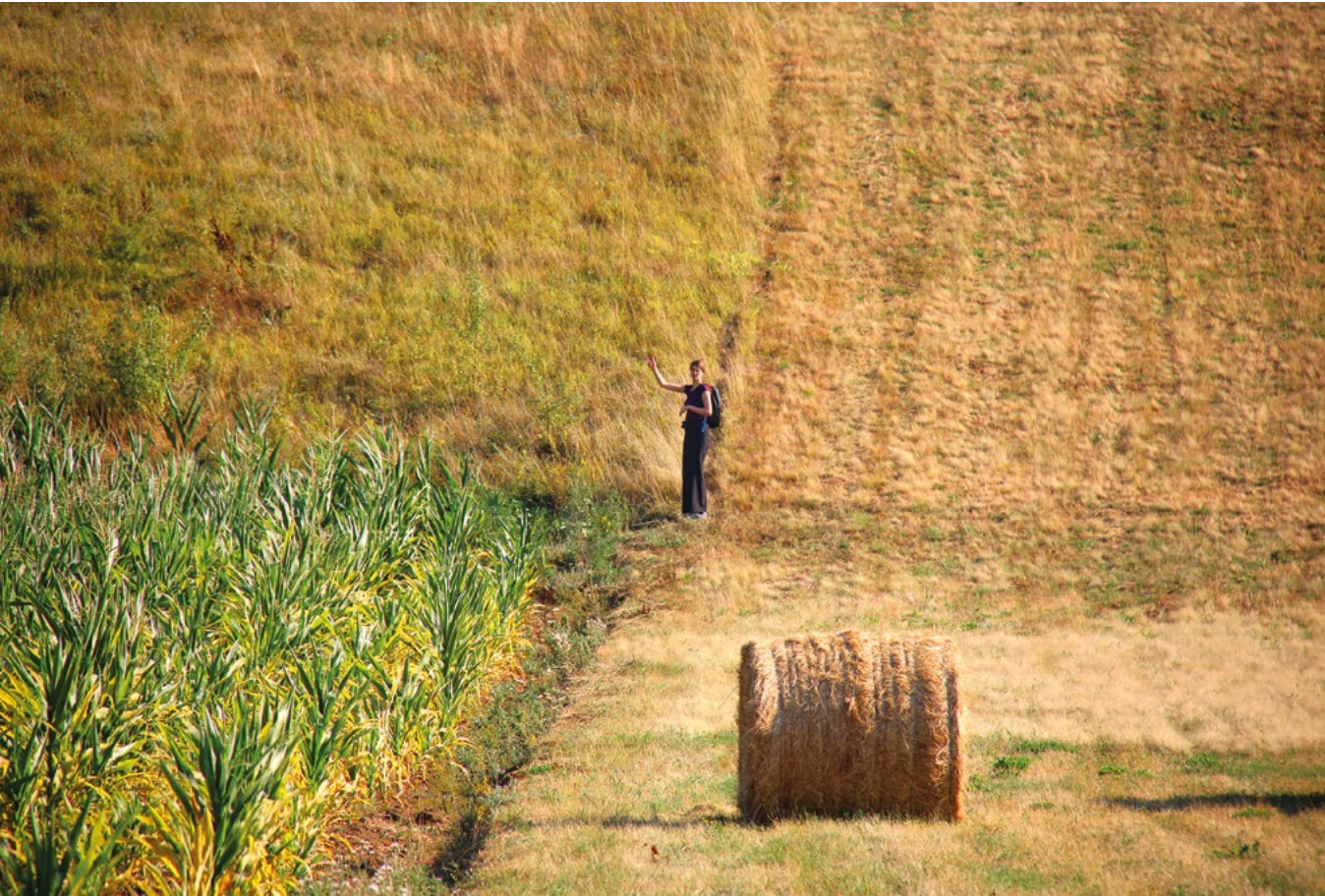
Многи мештани већ су помогли да се стабла пронађу, поделили приче које се уз њих везују или указали на места која би иначе остала непримећена. Како каже др Шушић, „суштина пројекта је управо у том сусрету традиције и науке, где се знање заједнице и научни приступ надопуњују“. —©

Аутор је дипломирани новинар, а ипремену иохађа сшудује Социолоије на Филозофском факултету у Београду. Новинарско искуство стицао је извештавајући са споршких шерена. ЦПН-у се прикључио у новембру 2019.

Разговор са Првославом Алексићем из Губеревца код Кнића



Др Маја Королија у Љубићу, општина Кнић





Вилински коњиц: између тананог предатора и симбола елеганције

У сусрет пролећу, следи прича о необичном летећем инсекту, готово магичног изгледа, који је људима, а посебно научницима и уметницима, привлачио пажњу од праисторије до данас. Оно што ову врсту на први поглед издваја од других из најмногобројније класе животињског царства, јесу танка, транспарентна, мрежаста и светлуцава крила, налик на артефакте најфиније филигранске израде. Управо су због њих, мада и због других занимљивих чињеница, вилински коњици били инспирација за многа дела ликовне и примењене уметности

ТЕКСТ:

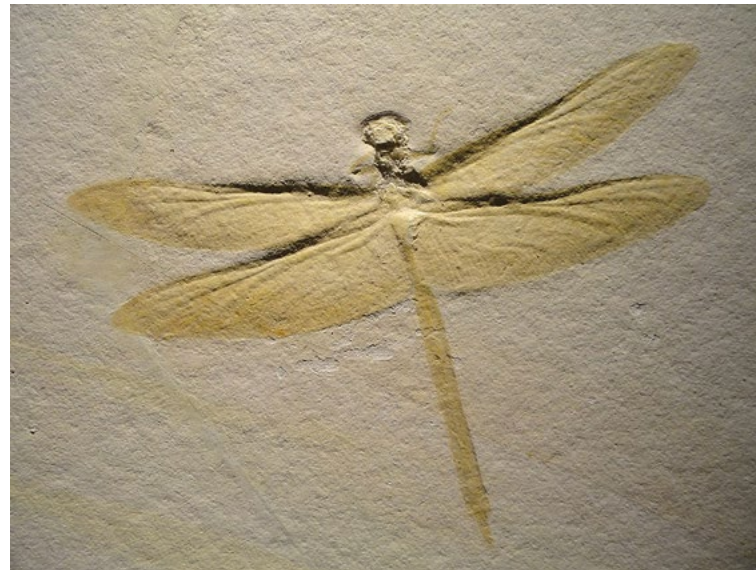
Ана Самарџић

НЕДАВНО ЈЕ, у организацији Завода за заштиту природе Србије у сарадњи са Галеријом науке и технике Српске академије наука и уметности у Београду, организована изложба *Вилински коњици Србије*, која је била инспирација за одабир ове пролећне теме. Циљ изложбе је био да се јавност упозна са разноврсношћу и значајем, као и са ретким и новооткривеним врстама ових фасцинантних инсеката на локалном подручју. За стручни концепт изложбе били су заслужни сарадници Завода, аутори Аца Ђурђевић и Милош Стојковић, док су њен визуелни концепт уобличио Јелена Ковачевић и Јована Илић. Поред тога што је публика на изложби имала прилику

да види препариране примерке вилинских коњица, посетиоци су могли да сазнају занимљивости попут чињеница да ова необична бића заправо представљају грабљивице које се рађају из воде а потом постају врсни летачи, као и да приликом парења мужјак и женка у лету формирају структуру у облику срца.

ДАВНО ДОБА, БАЈКЕ, ВИЛЕ И ЗМАЈЕВИ

Некада давно, иза седам гора и једног мора, док је ауторка овог текста била сасвим мала и једном приликом боравила на свом селу, десило јој се да ју је по руци, у лету, окрзло величанствено биће налик на гуштера са крилима, како је у том тренутку помислила и како је дејом логиком могла себи да објасни шта је муњевито прошло поред ње и



Фосил *Mesuropetala* из доба касне јуре, Природњачки музеј у Хјустону, Тексас, САД, Викимедијина остава (јавно власништво)

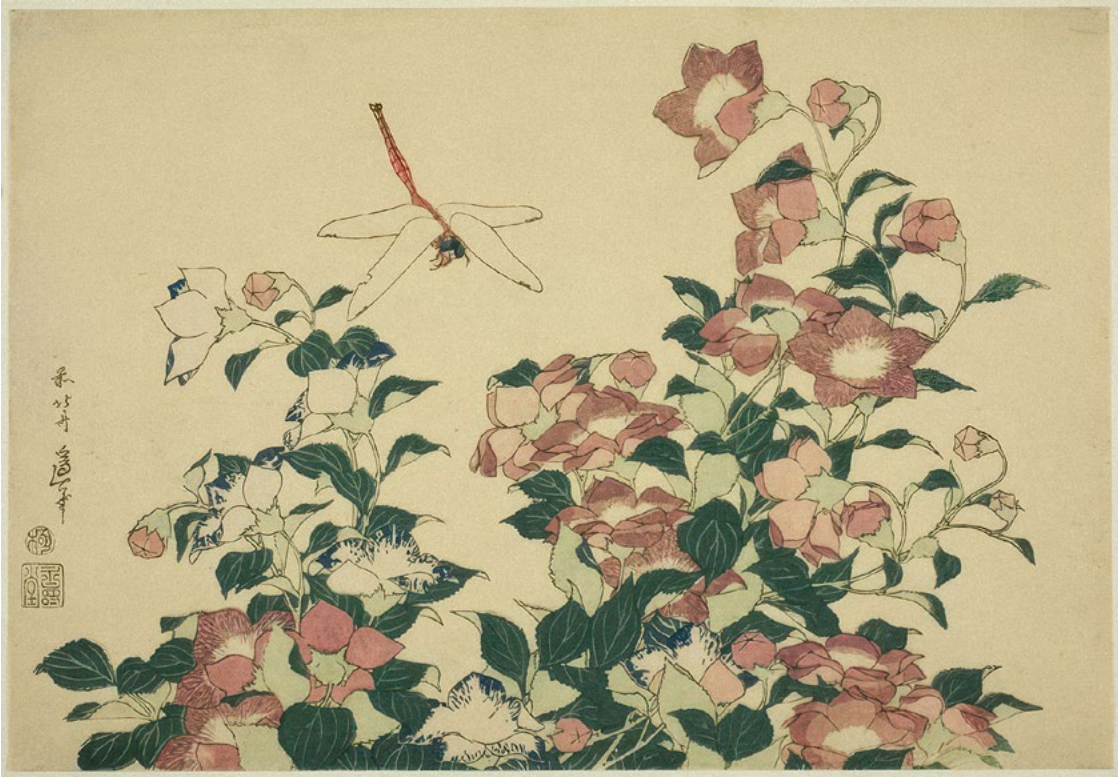
закачило јој руку. Бризнувши у плач, тата и стриц су је забринуто питали шта се десило, а мала ауторка је одговорила да ју је ујео летећи гуштер, на шта су обојица праснули у смех. Мала ауторка се нашла увређеном на стричев предлог бића које је могло да је закачи у лету, јер је већ тада добро знала да летећи гуштери не постоје, али није имала боље објашњење за то што је видела. Данас се одрадио као објашњење, али исто тако данас зна да летећи гуштери, тачније летећи змајеви, како их зову или *Draco volans* заиста постоје, али пошто се ауторкино село ипак не налази у југоисточној Азији коју ова врста настањује, већ само иза једног мора, онда се девојчица из ове приче том давном приликом највероватније упознала са вилинским коњицем. Ова анегдота из живота и не звучи сасвим као бајка, ако се има у виду етимологија иза назива за вилинског коњица у различитим језицима.

На енглеском језику се, већ од 17. века, вилински коњиц назива управо *dragonfly* (летећи инсект налик на змаја), те не чуди што је малој ауторки летећи гуштер први пао на памет. И код појединих словенских народа чести су називи за вилинског коњица којим се он доводи у везу са змијама или гмизавцима, а понекад и демонолошким бићима. Наизглед романтичарски и магични, назив на

српском језику не указује само на малог коња као вилино превозно средство, већ се везе уочавају и са вилом која се према словенској митологији често сматра божанством дуалне, демонске природе, али и са вилама као чуваркама и господарицама вода, због везаности овог инсекта за водену површину. Ова два мотива – вила и њен коњиц, често су се доводила у везу у уметности и књижевности крајем 19. века, посебно у машти викторијанских аутора, који су виле (за разлику од словенских храбрих, ратоборних, а често и љубоморних и сурових) замишљали као љупке, ситне и нежне палчице са лептировим или баш оваквим крилима као у вилинских коњица (многи ће се можда сетити и домаћих бајки *Кћи вилиног коњица* Десанке Максимовић или *Вилински коњић* Душка Наневског). Ипак, званични, научни називи који се односе на вилинске коњице су *Odonata* (назив за ред који је настао од грчке речи за зуб *ὀδούς*, због малих али моћних чељусти ових инсеката), затим назив за подред *Anisoptera*, настао од грчких речи *ἄνισος* (неједнак) и *πτερόν* (крила), као и латински назив за род *Libellula*, који у преводу означава њихов уравнотежени лет. Поред вилинских коњица, роду *Odonata* припадају и слични, мада углавном мањи, инсекти — водене девице, које својим суптилним називом у енглеском језику — *damselfly* такође попут вила, указују на младе жене, девојке, девице, деве или даме. Чак се и водена ларва вилинског коњица назива нимфа, свакако због воде, а можда и због лепотице у коју се трансформише одмах по напуштању свог првобитног станишта.

ЛЕДЕНО ДОБА, ЧИЊЕНИЦЕ И ДИНОСАУРУСИ

Иако романтично-трагично, веровање да вилински коњиц живи само један дан, заправо је мит, исто као и то да ови инсекти могу да убоду, да су зли, да узнемиравају коње или да због свог витког игластог тела могу да ушију деци уста, очи или уши (у неким крајевима се тако претило непослушној деци). Истина је, као и увек, још фасцинантнија. Једна од првих чињеница које подстичу на размишљање је та да су вилински коњици живели пре диносауруса, а успели су да надживе и њих и вишеструка масовна изумирања, као и да преживе ледено доба и друге планетарне



Кацушика Хокусаи, *Звончићи и вилински коњиц*, око 1833, Уметнички институт у Чикагу, САД Викимедијина остава (јавно власништво)

промене. То су постигли захваљујући свом комплексном и дугом еволутивном процесу. Наиме, прототипови вилинских коњица, настали су пре око 325 милиона година, били су неупоредиво крупнији због тадашњег знатно већег нивоа кисеоника у атмосфери (поједини истраживачи сматрају да су достигли величину данашњих птица), па се данас називају и *циновске карбонске змајице*, односно *Protodonata* или *Meganisoptera*. За њихову дуговечност у историји, заслужан је и њихов специфични животни циклус.

Живот вилинског коњица одвија се у три фазе. Почиње у води у којој полажу јаја, из којих се потом излегу нимфе (ларве), које након процеса трансформације на крају напуштају воду као одрасле јединке са крилима. Оваква прилагодљивост и на водено и на ваздушно окружење им је омогућила да еволуирају већ 100 милиона година пре диносауруса и да савладају најразличитије планетарне изазове, посебно због тога што су се, поред дуалне адаптације, развили у веома ефикасне предаторе и искусне летаче са претежно два пара крила која могу да се померају

независно један од другог, те су летењем увек могли да приуште себи топлије крајеве. Своје величанствене вештине лова вилински коњици демонстрирају над осталим инсектима, претежно над мувама и комарцима, али понекад чак и једни над другима. У ефикасном лову, овим малим месождерима са великим главама, поред окретних крила, помажу и њихове веома добро развијене, крупне, фацетоване очи, ноге које су прилагођене хватању плена у лету, као и издужен абдомен. Њихова витка тела су често украшена вибрантним бојама, међу којима доминирају металик зелена, тиркизно или светло плава и ватрено црвена. Животни циклус вилинског коњица од јајета до смрти траје од неколико месеци до неколико година, у зависности од врсте, при чему већину тог времена проводе у води, док као крилате одрасле јединке обично живе само неколико недеља до неколико месеци. Ови инсекти настањују све континенте сем Антарктика на коме им је превише хладно. Постоји преко 3000 различитих врста вилинских коњица широм света.



Рене Лалик, *Брош са мотивом жене-вилинског коњица*, 1897/98, Музеј Калуста Голбенкијана, Лисабон, Португалија, Викимедијина остава (јавно власништво)

СИМБОЛИКА ВИЛИНСКОГ КОЊИЦА

Широка распрострањеност ових шармантних летача утицала је на то да се око њих на различитим меридијанима исплету бројна предања. Осим што су се користили као претња несташној деци или што су се у европском фолклору у први план истицале њихове негативне конотације и злослутност, вилински коњици су генерално виђени у позитивном светлу. Због свог животног циклуса, претежно су сматрани симболима промене, метаморфозе, трансформације, личног развоја и раста, прилагодљивости, мудрости и изналажња решења. Такође могу да се тумаче као симболи радости, лакоће, светла, оптимизма, а у неким древним културама доводили су се у везу са креативношћу, брзином, активношћу или пак чистоћом воде.

У Јапану се свуда крајем лета и с почетка јесени и данас може видети мноштво вилинских коњица (јап. *tonbo*). Бројни и раније у историји у овом периоду, они су за земљораднике били предзнак добре жетве, а били су поштовани и као ловци на разнолике

штеточине које су претиле да униште усељ, посебно пиринач. Такође је њихова потреба за влажном земљом ради размножавања, земљорадницима била показатељ њене плодности. Стога су вилински коњици у Јапану вековима били посматрани као позитивно знамење, толико да су чак, према појединим списима из 8. века, острво Хоншу, али и цео Јапан, носили назив *Akitsu-shima* (*осиђро вилинских коњица*), а њихов утицај може се пронаћи у традиционалној јапанској уметности, музици, хаику поезији и уопште књижевности. Посебан значај су имали за самураје. Врхови њихових шлемова били су украшавани мотивом вилинског коњица, према традиционалном обичају да се декоришу неким мотивима из природе, најчешће бубама. Вилински коњици су у самурајском контексту симболисали окретност и истрајност у лову, победу, храброст, одлучност и жустрину, све оно што је древним ратницима било потребно у боју. Са јапанских дрвореза, паравана, радова на свили и кимона, мотив вилинског коњица доспео је, под утицајем јапанизма, крајем 19. века у Европу, и посебну примену нашао у уметности арт нувоа, који је своју инспирацију такође црпео из природе.

ЗАШТИТНА КРИЛА АРТ НУВОА

Због својих магично светлуцајућих, филигранских крила, витког и грациозног тела, вилински коњици су постали чест мотив у примењеној уметности, посебно у изради накита. Структура њихових крила, коју чини густа мрежа *вена*, подсећала је на природну декоративну решетку од оловне траке чији се празан простор попуњава разнобојним комадима стакла како би се добио витраж. Транспарентност њихових крила са магичним одсјајем налик је стакленој површини, те не чуди што су многе занатлије и уметници, посебно у периоду арт нувоа, стила који је извршио пресудни утицај на развој примењене уметности и дизајна, употребили овај мотив за прављење елегантних привезака, брошева, украсних иглала и шнала или других комада накита.

Један од најупечатљивијих комада накита са мотивом вилинског коњица представља брош, рад Ренеа Лалика, истакнутог француског арт нуво уметника, јувелира и дизајнера стакла. Овај брош се датије у 1897/98. годину, а био је са великим успехом представљен већ



Клари Дрискол (за Студио Тифани), Лампа са мотивом вилинских коњица, 1901–1911, Уметнички институт у Чикагу, САД (јавно власништво)

на Светској изложби у Паризу 1900. године, где је Лалик добио значајна признања. Брош заправо представља жену-вилинског коњица, једну фантастичну хибридну фигуру која је одмах привукла пажњу својом елеганцијом и лепотом. Тело вилинског коњица направљено је од злата и емајла, док се његова отворена крила састоје од емајлиране декорације обogaћене дијамантима и драгим камењем. Глава жене израња из уста вилинског коњица, али истовремено представља и његову главу, као да је реч о илустрацији трансформације инсекта који се претвара из водене нимфе у још већу лепотицу. Глава и биста жене направљени су од хризопраза,

док су њене плетенице увијене у две пунђе на врху главе (а неки сматрају да је реч о њеном шлему) истовремено очи самог вилинског коњица (или, како се још тумаче — две бубе у емајлираном злату). Витко тело инсекта са златним грифоновим канцама, израђено је у емајлираном злату, а украшено је калцедоном и кабошоном. У складу са појединим представама фаталних лепотица тога доба, идеја је била да овај комад накита уједно одушевљава и застрашује, те се може рећи да је заправо застрашујуће леп. Брош се чува у Музеју Калуста Голбенкијана у Лисабону.

Други изузетно занимљив комад примене уметности је једна лампа америчке радионице Тифани. Иако је чувена компанија „Тифани“, коју је основао Чарлс Луис Тифани 1837. године, позната по накиту, његов син Луис Комфорт Тифани је 1885. године најпре основао Радионицу стакла „Тифани“, а потом и Студио „Тифани“ 1902. године, обе специјализоване за лампе са препознатљивим разнобојним стакленим абажурима, налик на витраже. Ова лампа, направљена у периоду од 1901. до 1911. године, од бронзе и стакла израђеног у карактеристичној *фаврил* техници, чува се у Уметничком институту у Чикагу, а њен дизајн се приписује америчкој уметници стакла Клари Дрискол. При дну абажура, на његовом најширем ободу, изведен је низ тиркизних вилинских коњица који уз помоћ арт нуво естетике и ефекта светла заиста производе чаролију, у складу са овим магичним инсектом.

ОД РЕНЕСАНСЕ ДО МАГИЧНОГ РЕАЛИЗМА

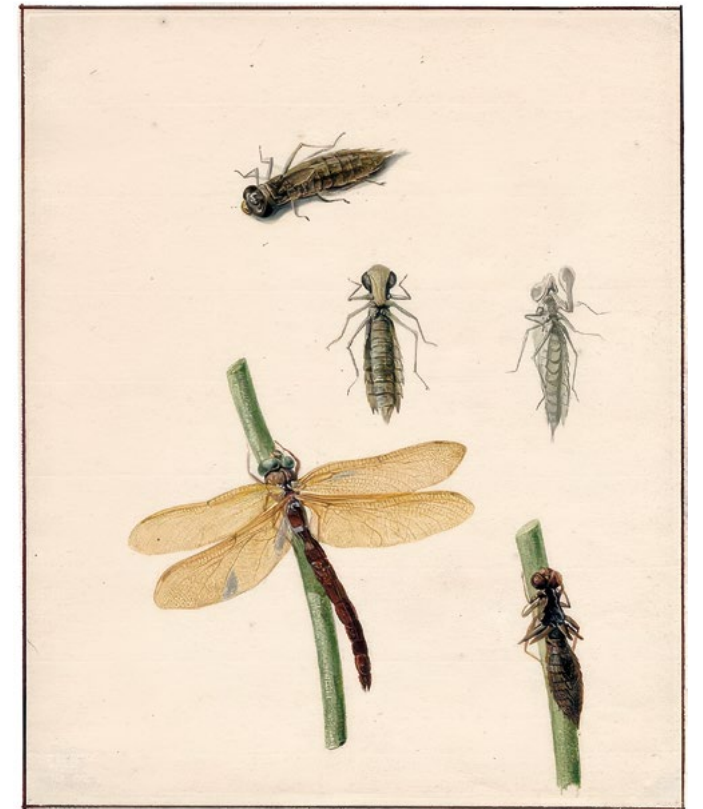
Вилински коњиц познат је и са једне чувене ренесансне графике Албрехта Дирера из 1495. године, која носи назив *Света породица са вилинским коњицем*. Ова композиција, као и у Диреровом случају, најчешће подразумева Богородицу са малим Христом у наручју и Јосифа поред њих, док Бог и Свети Дух гледају на њих са неба, због чега се сцена тумачи и као Света Тројица. Иако званичан назив указује на вилинског коњица, поједини историчари уметности инсекта у доњем десном углу композиције тумаче као лептира или водени цвет, који би због своје трансформације и специфичног животног циклуса симболисали васкрсење, пролазност људског живота, везу између неба и земље или светог и



Албрехт Дирер, *Света породица са вилинским коњицем*, 1495, Рајксмузеум, Амстердам, Холандија, Викимедијина остава (јавно власништво)

световног. Вилински коњици су били кључни мотив и на бројним графичким листовима из 18. и 19. века који су зоолошким илустрацијама ширили знања о многим животињским врстама, у оквиру којих су били представљани и инсекти. Посебно инспирисана вилинским коњицима, једна интернационална група савремених уметника, предвођена чешким сликаром Лукашом Кандлом, добила је назив *Libellule*, а дефинисана је као савремена ренесанса. Овој групи уметника који претежно стварају у духу магичног реализма, припадају и српски савремени сликари Сергеј Апарин, Жељко Ђуровић, Зоран Ивановић и Драган Илић Ди Вого.

Чини се да је готово све у вези са овим инсектом магично, било да је реч о предању или о научним чињеницама. Инспирација природом је вечна, те су и бића која нам је она



Винсент Лоренс ван дер Вин, *Метаморфоза вилинског коњица*, 1686–1742, Викимедијина остава (јавно власништво)

подарила непресушни извор надахнућа, а вилински коњиц својим изгледом, начином живота и карактеристикама, посебно подстиче на креативност у визуелном стваралаштву и научним истраживањима. —(Е)

Ана Самарџић је мајстор историје уметности и кустос. Пише научне и научно-популарне радове из области историје уметности и визуелне културе. Члан-сарадник је Одељења за ликовне уметности Мајнице српске, члан УЛУПУДС-а, као и члан НК ICOM Србије.



Арчимболдове маниристичке загонетке

Уметност маниризма често се наводи као завршно поглавље уметности ренесансе, период у којем су сликари користили ликовни језик не би ли створили визуелне ребусе и загонетке за будуће посматраче. Међу њима један од најуспешнијих и вероватно најинтригантнијих био је италијански сликар Ђузепе Арчимболдо, творац необичних портрета сачињених од предмета, цвећа, поврћа и воћа, којима је прослављао владаре, критиковао савременике и суптилном симболиком природе преносио интелектуалне и филозофске идеје своје епохе на сликарско платно

ТЕКСТ:

Јована Николић

ГОДИНЕ 1527, НА СЕВЕРУ ИТАЛИЈЕ, у Милану, рођен је Ђузепе Арчимболдо, уметник који ће сликарство учити од оца и који ће каријеру започети осликавајући локалне цркве религиозним сценама типичним за то доба. На његов стваралачки пут утицаће одлазак из Ломбардије путем севера – 1562. године Арчимболдо ступа у службу Фердинанда I, владара Светог римског царства, и сели се у Беч. На бечком двору обављаће функције дворског костимографа и декоратера, као и царског портретисте. Ову титулу ће задржати и када две године касније његовог првог мецену, Фердинанда I, на хабзбуршком трону буде смењено Максимилијан II, као и 1576. по доласку новог наследника, Рудолфа II, на царски престо. Током боравка у Бечу и касније Прагу,

Арчимболдо је развио уникатан и специфичан ликовни стил, посве супротан његовим раним радовима. У питању су били портрети владара и припадника дворске свите, сачињени у потпуности од елемената природе – воћа, цвећа и поврћа, или пак предмета карактеристичних за професију портретисане особе.

Ови портрети, који се у исто време могу посматрати и као слике мртве природе, прославиће Арчимболда и учинити његов рад лако препознатљивим. Делимично, они су замишљени као куриозитети чији је циљ био забава дворске елите, али су се истовремено ослањали и на бројна уметникова знања о свету природе, те ренесансе филозофије и других интелектуалних струјања која су обележила 16. век. Неки од портрета стварани су и као комично огледало људских мана и недоличних понашања, једне врста суптилне критике која пак у времену настанка слика



Библиотекар, 1566, извор: Wikimedia Commons

није пролазила неопажено и без коментара. Такав пример је слика *Библиошekar* из 1566. године, највероватније портрет Волфганга Лацијуса, хуманисте и историчара који се, попут Арчимболда, налазио у служби хабзбуршког двора. У исто време замишљена и као почасна слика али и сатира овог племенитог занимања (у зависности од тумачења, али и личних искустава која смо имали са библиотекарима!), *Библиошekar* се може посматрати и као „студија случаја“ или студија карактера људи који природно теже животу испуњеном књигама – дакле, не искључиво библиотекарима већ и свим врстама учењака и писаца, а у данашње време и страствених читалаца. Као и у каснијим Арчимболдовим делима, предмети који чине портрет лако су препознатљиви, а фокус уметника је на књизи као предмету и материјалу. Томе у прилог иде чињеница да се у целом портрету не налази алат неопходан за библиотекарски рад (на пример печати, спискови, ознаке за класификацију), због чега би прецизнији назив дела могао бити и *Колекционар*. Управо то инсистирање на књизи као предмету, те њено гомилање, на шта нам слика јасно указује,

садржи критику карактера једног дела претходно описаних људи – њихову страст за прикупљањем и складиштењем књига, налик опсесији имућних за поседовањем сваке друге врсте блага (данас бисмо рекли капитала), уместо искрене радости коју доносе читање и учење.

Исте године настала је и слика *Правник* или *Адвокаш*, која је, у складу са опште увреженим мишљењима о овом занимању, још мање ласкава. Црте лица приказаног правника постигнуте су нагомилавањем меса и рибе док му је тело сачињено од правних аката. Као модел за ову слику често се наводи Улрих Зацијус, високо образован и важан човек оног времена, професор правних наука у Фрајбургу, а потом и правни саветник Универзитета у истом граду. Поред своје несумњиве експертизе и моћи коју је имао у друштву, Зацијус је остао упамћен као човек који је од симпатизера протестантских идеја нагло постао острашћени заговорник католицизма, али и као фигура која се јавно залагала за протеривање и опструкцију јеврејског становништва. Чак и у светлу ондашњих друштвених норми, Улрих Зацијус се могао сматрати морално сивом личношћу, због чега се и Арчимболдова слика може тумачити као суптилна сатира његовог лика, али и читаве његове професије.

ЧЕТИРИ ЕЛЕМЕНТА

Међу раним примерима Арчимболдових необичних портрета-загонетки јесте и серија уљаних слика настала исте 1566. године за цара Максимилијана II, којима је уметник представио четири основна елемента. Ове слике приказују људска лица у профилу, састављена од различитих животиња или предмета: *Ваздух* сачињен од птица, *Ватра* од дрвета у пламену и топова, тј. оружја, *Земља* од копнених животиња, а *Вода* од морских створења. *Четири елементи* имала су за циљ да изразе идеју стварања хармоније из хаоса, чиме се Арчимболдо ослонио на Платонову филозофију, тачније његов дијалог *Тимај* или *О метеофизици*. У овом спису антички филозоф изнео је идеју о стварању света из хаоса – посредством и комбиновањем четири основна елемента, ваздуха, ватре, земље и воде, праисконски бог створио је универзум и све познато у њему. Ова древна античка мисао остала је у корену многих потоњих идеја и



Ваздух, 1566, извор: Wikimedia Commons



Земља, 1566, извор: Wikimedia Commons



Ватра, 1566, извор: Wikimedia Commons



Вода, 1566, извор: Wikimedia Commons

теорија, као и научних и уметничких дела. Склоношћу ка подели на четири једнаке целине, које се међусобно надограђују и допуњују, симболика четири елемента пренета је у разумевање и мерење времена и простора – четири годишња доба, четири стране света, четири доба дана или људског живота, итд. Идеја која повезује ову древну тему са историјским тренутком у којем Арчимболдо бира да елементе прикаже људским лицима

у вези је са политичком алегоријом контроле хаоса и успостављања власти и моћи над – читавим универзумом. Попут Платоновог праисконског бога, хабзбуршки цар Максимилијан II, којем је серија слика намењена, прославља се као највећи и најмоћнији владар, онај у чијој се власти, моћи и контроли налази читав свет, па чак и његови основни елементи.

Политичку конотацију ових слика Арчимболдо је суптилно истакао уплитањем појединих симболичних предмета у сваки од четири портрета. Ваздух, чије лице формира јато птица, у себи садржи пауна и орла, две птице чија су значења уско везана за владарско достојанство. Паун, иако није био типична хералдична животиња (попут орла), због свог репа сматран је симболом раскоши и сјаја, те бесмртности, васкрсења и небеске славе – значења које је имао у хришћанским теолошким списима. С друге стране, (двоглави) орао је хералдички мотив бројних владарских кућа, међу којима је и Свето римско царство, на чијем је престолу тада столовао Максимилијан II.

Лице Вајшре састављено је од неживих предмета, кремена и челика, дрво у пламену чини њену косу, док јој је тело створено од оружја. Она је, у складу са природом самог елемента, најагресивнија и најјасније комуницира милитантну моћ царства: топови њеног тела знак су победе хришћанских

снага над Османским царством. На грудима, ова алегорична фигура носи златни ланац (дакле, метал искован у ватри) са Орденом златног руна – престижним витешким одликовањем које се додељивало на хабзбуршком двору као знак части и лојалности круни.

За разлику од Ваздуха и Вајшре, Земља је компонована нешто суптилније: копнене животиње чине њено лице, рогате животиње формирају круну, слон образ и уво, вук који једе миша капак и зеницу, крава представља врат, а лав и ован њено тело. Ипак, познавањем симболике ових животиња поново се долази до исте идеје истицања моћи династије под чијим покровитељством сликар ствара: лав је, у хришћанској симболици, цар животиња, ован на грудима је нешто другачије приказан али и даље сасвим јасан представник Одрена златног руна, вук који једе миша алудира на предатора који прождире слабије (у контексту слике тријумф јачег или представа природног поретка), док се слон ту нашао из нешто другачијег разлога. Као животиња која није узгајана на тлу Европе, слон је представљао егзотичне и ретке врсте увожене са других континената путевима преокеанске трговине, тачније – својеврсни статусни симбол 16. века. Један примерак ове животиње налазио се и у менаџерији Хабзбуршког двора, те је као дворски сликар Арчимболдо имао прилике да га види уживо и наслика по живом моделу.

На крају, Вода нам доноси најреалистичније приказе морске фауне: испреплетана маса тела водених створења формира женско лице, грудни оклоп чине рак, корњача и јасот, док се хоботница налази на рамену. Круну на врху главе уоквирују бодље риба и црвени корал – још једна реткост која се у централним, копненим деловима Европе могла, пре свега, видети као део ризница или кабинета реткости богатих и учених племића. Бисери, у владарској симболици означитељи раскоши, чистоће и узвишеног статуса, симболизovali су истовремено материјално и духовно утемељену моћ, те су се као такви нашли на накиту ове фигуре – у огрлици и минђушама.

ЧЕТИРИ ГОДИШЊА ДОБА

Арчимболдова *Четири елементи* комуницирају са другом серијом слика коју ће уметник стварати током шесте и седме деценије 16. века,

а која је такође испуњена скривеном симболиком и представља загонетку за богате и учене људе оног доба. У питању су *Четири годишња доба*, платна на којима је уметник људским фигурама приказаним у профилу представио *Пролеће*, *Лето*, *Јесен* и *Зиму*. Претпоставља се да су портрети прве и друге серије међусобно повезани и то тако да *Ваздух* одговара *Пролећу*, *Вајшра Лету*, *Земља Јесени*, а *Вода Зими*. Заједно, они понављају исту симболику претварања хаоса у хармонију и величање Хабзбуршке династије.

Пролеће, годишње доба које у данашње време сматрамо првим, приказано је женским ликом сачињеним од разноврсног цвећа. Читаво тело фигуре изграђено је од цветних елемената: кожа лица и усне начињене су од латица и пупољака руже, косу представља разнобојан букет, а очи бобице велебиља или беладоне – отровне али и лековите биљке која се повезује са лепотом, опасношћу и заводљивошћу. Врат фигуре украшен је огрлицом од маргарета, док јој је тело прекривено лишћем различитих облика.

Лето је такође представљено као женска фигура, која је за разлику од *Пролећа* састављена не од цвећа, већ од воћа и поврћа. Њену косу украшавају трешње, образ јој је сачињен од брескве, нос од краставца, ухо од патлицана, а обрва од класја пшенице. Груди јој украшава артичока. Све ове културе на територији Европе сазревају током летњих месеци, јуна, јула и августа. Девојчина одећа направљена је од сламе – на копији која се чува у Лувру, на оковратнику се може прочитати натпис GIUSEPPE ARCIMBOLDO F (при чему слово F стоји као ознака речи *fecit* – *направљено* или *изведено од* *сцране* Ђузепеа Арчимболда), док је на рамену исписана година настанка слике, 1563.

За разлику од *Пролећа* и *Лета* (сезона сазревања и бујања природе чија се плодност од најранијих времена везује за плодност жене и женски принцип), *Јесен* је представљена као намргођен мушкарац грубих црта лица. Његов врат, састављен од крушака и кртола поврћа, израња из дрвене бачве. Лице *Јесени* формирано је од јабука и крушака; браду чини нар, ухо је печурка са минђушом у облику смокве, док су усне и уста састављени од кестења. Косу чине гроздови грожђа, а капа је сачињена од бундеве. Чак је и онима који не поседују превише знања из области пољопривреде сасвим јасно да је фигура *Јесени* формирана од плодова који чине типичну



Пролеће, 1563, извор: Wikimedia Commons



Лето, 1563, извор: Wikimedia Commons



Јесен, 1573, извор: Wikimedia Commons



Вертумно или Портрет Рудолфа II, 1591, извор: Wikimedia Commons



Зима, 1563, извор: Wikimedia Commons

готово нагу фигуру оживљавају једино боје лимуна и наранџе које висе са гране на грудима – агрума који су у Италији, земљи Арчимболдовог порекла, једино воће доступно током зиме.

Одећа овог старца сведена је на једноставан сламени огртач. У првобитној верзији слике (која је временом изгубљена) старац Зима носио је и плашт на којем су били исписани слово М и круна, симболи цара Максимилијана II. Савременом посматрачу може се учинити необичним то што је уметник одабрао да владара потпише и тиме повеже са овим сувим, беживотним портретом најсуровијег и најнеплоднијег годишњег доба које готово никада током историје уметничке праксе није носило позитивну и ведру симболику. Ипак, смисао треба потражити у римском календару у којем се зима сматрала првим годишњим добом и самим тим и најзначајнијим од сва четири. Симболика почетка у очима сликаревих савременика била тако непосредно повезана са влашћу хабзбуршког цара.

Око 1590. године, у годинама када се Арчимболдо повукао из дворске службе и вратио у родни Милано, настала је и слика *Четири годишња доба на једној глави*, која се тумачи и као аутопортрет уметника. Употреба цвећа и воћа, као и извијеног, помало застрашујућег стабла са оголелим гранама, повезује ову слику са појединим решењима из уметничких ранијих остварења. Ипак, за разлику од

европску трпезу током овог годишњег доба.

Четврта по реду, *Зима*, приказана је као старац чија је кожа чворнато стабло дрвета – огреботине и израслине на дрвету алудирају на проток времена, тј. боре типичне у старости. Ретка и запуштена брада састављена је од ситних грана и корења, док су уста начињена од две печурке. Његово око је тамна пукотина у стаблу, ухо остатак сломљене гране, а коса је замршен сплет грања, уз који се на леђима појављује низ ситних листова. Ову

строгог профила који је примењивао у циклусима *Годишња доба* и *Елементи*, сликар се овог пута определио за трочетвртински положај главе. Уместо уобичајене разиграности, расположење је сада тамније и озбиљније. Потпис *ARCIMBOLDUS F* исписан је на месту где се кора огулила на десној грани, што је подстакло тумачења да је реч о уметниковом аутопортрету насталом током „зиме његовог живота“.

ПРОМЕНЉИВИ БОГ РУДОЛФ ДРУГИ

Најпознатија визуелна загонетка коју је Арчимболдо створио након повратка у Милано свакако је слика названа *Вертумно*, настала 1591. године. У питању је портрет још једног владара Светог римског царства, Рудолфа II, у чијој је служби сликар такође провео неколико година живота. Биљке и цветови употребљени за конструисање владарског лика на овој слици позајмљени су из свих годишњих доба, а пажљивим посматрањем можемо пронаћи тикве, крушке, јабуке, трешње, грочје, пшеницу, артичоке, пасуљ, кестење, купус, смокве, дуд и многе друге врсте. Међу њима се нашао и кукуруз, жуто злато Америке, које на слици формира царско уво и које

је у периоду њеног настанка сматрано ретком и изузетно вредном биљком (еквивалент слону у свету фауне). Порука коју сликар шаље оваквим портретом још једна је политичка алегорија која се може посматрати као маниристичка загонетка справљена са идејом да забави учене, али и као префињено средство политичке пропаганде. Рудолф II приказан је као цар који влада свим познатим светом, тачније природом у њеном пуном цвату и орнату, те усаглашеном временском (годишња доба) и просторном (далеки континенти) димензијом.

Избор имена слике никако није случајан. Иако се добро зна да је у питању портрет цара, слика је ипак познатија под именом римског бога Вертумна, старог етрурског божанства које је у почетку сматрано заштитником узгајања воћа и цвећа, заједно са својом женом, богињом воћа, Помоном. Касније, Вертумно је постао бог правилног смењивања годишњих доба, дакле владалац природних циклуса захваљујући којима човечанство добија своје највеће благо – намирнице, и на тај начин опстаје. Као бога смене годишњих доба Вертумна је одликовала моћ трансформације, тј. промене обличја, због чега се већ у античком Риму за несталне карактере говорило да су „налик Вертумну“. Поново бисмо помислили да оваква асоцијација није најповољнија да се доведе у везу са моћним владарем великог царства, поготову што се и за самог Рудолфа II говорило да је склон променљивом расположењу. Могуће је да је баш због тога Арчимболдо повукао паралеле између владара и старог бога, окрећући симболику промене у позитивну животну силу, ослањајући се на чувену мисао античког филозофа Хераклита да је једина сигурна и поуздана ствар на свету – константа промене. —©

Јована Николић је доктор историје уметности и научни сарадник на Одељењу за историју уметности Филозофској факултету у Београду. Пише научне и популаристичке радове из области историје уметности и културе, између осталог и за онлајн часопис КУП!



Док пада смртоносни снег

Судбина чувеног аргентинског стрип сценаристе нераскидиво је повезана са најболнијом епохом из историје те земље, којој се баш ових дана на-вршава јубилеј

ТЕКСТ:

Никола Драгомировић

ЈЕДНА ОД ПРВИХ СТВАРИ са којом се путник може сусрести у Буенос Ајресу јесте улична уметност. Град је препун изванредних графита и стенсила који на својствени начин подстичу и поштују креативност житеља овог града, па и целе Аргентине. Аргентина је земља измучена диктатуром и војним хунтама. Али од почетка двехиљадитих пролази кроз својеврстан уметнички и културни препород. Једна од важних појава у визуелној уметности Буенос Ајреса јесте сликање великих уличних зидних мурала и стенсила. Што је, између осталог, и начин да се млади уметници изборе са наслеђем прошлости, али и упуте опомену да се такво нешто никад не понови.

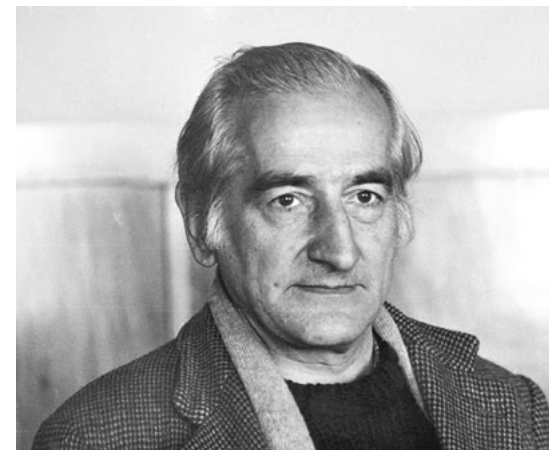
То је посебно значајно ове године, и то баш у периоду када се на нашим киосцима појављује овај број „Елемената“, па самим тим и ова прича. Наиме, тачно пре пола века, 24. марта 1976. године, започела је једна од најмрачнијих епизода у историји Аргентине – отпочела је диктатура војне хунте на челу са Хорхеом Рафаелом Виделом Редондом, чиме је отпочео Прљави рат (*Guerra Sucia*), односно државни тероризам против неистомишљеника који ће земљу завити у црно и

трајати све до 1983. године. Највише су страдали левичари, новинари, студенти и било које слободне мислеће главе, а процењује се да је директних жртава било око 20.000. Омиљени метод државног смакнућа било је бацање из авиона над океаном. Али још болнија по породице жртава јесте чињеница да о својим најмилијима ни данас ништа не знају. Они означени као дисиденти би просто нестали и били месецима држани, испитивани, мучени и изгладњивани у неким од тајних затвора, а онда би без икакве помпе били бачени у смрт. Десапаресидоси (нестали, *desaparecidos*) су и данас реч која се често, али уз много туге изговара у овој земљи.

Но, да се вратимо на стенсиле. Овај уметнички израз младих креативаца Буенос Ајреса најчешће носи мотиве који на различите начине улепшавају околицу, али и шаљу разне поруке. Међутим, један од честих мотива јесте мушка фигура у скафандеру са ронилачком маском и пушком преко рамена, који смирено ходи ка посматрачу. Реч је о јунаку стрипа *Ејернауи*, чија се прва појава 1957. у Аргентини од 2010. прославља као Дан стрипа, а чији је творац Хектор Герман Естерхелд, један од симбола отпора диктатури и жртва аргентинске војне хунте. Иза маске на стенсилима често се назире лице бившег председника Нестора Киршнера, левичара и противника неолиберализма, а фигура понекад



Стенсили Етернаута у Буенос Ајресу



Хектор Герман Естерхелд



Процесија жена и мајки десапаресидоса у Буенос Ајресу

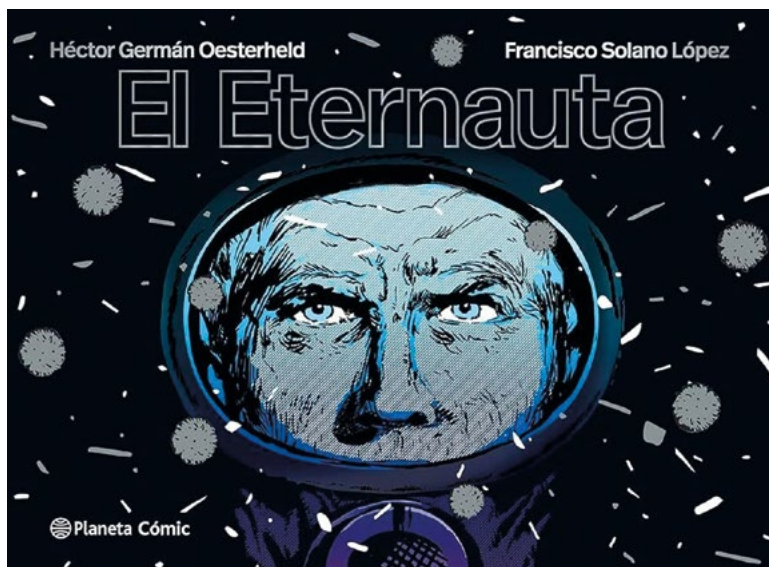
држи прсте формирајући слово „V“, што је знак победе, али асоцира и на субверзивну урбану герилу младих инспирисаних Муровим стрипом *В као Вендеша*.

Буенос Ајрес је одао почаст лику Етернаута, путника кроз вечност, и у виду статуе Пабла Ирганга у Авенији де лос Италијанос, док се у близини налази и плакета посвећена Хектору Естерхелду као икони аргентинског стрипа. Нетфликсова серија заснована на овом стрипу снимљена је 2025. године.

Опус аргентинске школе стрипа је толико обиман да је Пол Гравет својевремено написао: „Уколико уживате у стрипу, можда и не схватате да са сигурношћу цените макар једног аргентинског уметника, било да су то шаролике комичне пантомиме Мордиља, суперхеројштина Хуана Бобиља или покојног Карлоса Меље, или језива елеганција Едуарда Рисоа.“ И заиста, ако погледамо имена аргентинског стрипа, наћи ћемо дугачак списак аутора светске славе, попут Алберта Бреће, Солана Лопеза, Хуана Хименеза, Хуана Карлоса Коломбреса – Ландруа, Квиноа, Карлоса Триља, Хозеа Луиса Салинаса, Карлоса Сампаја, Хозеа Антонија Муњоза, Доминга Мандарфине, Хорација Алтруне, Едуарда Рисоа и бројних других. Овим именима морамо да додамо и припаднике Венецијанске групе, групе италијанских уметника који су након Другог светског рата напустили своју домовину и одабрали Аргентину за наставак каријере –



Један од најпрепознатљивијих кадрова из Етернаута – Хуан Салво у препознатљивом скафандеру и смртоносни снег



Насловна страна колекционарског издања Етернаута

Марио Фаустинели, Хуго Прат, Иво Павоне и Дино Батаља. Алберто Брећа и Солано Лопез су због блискости са овим уметницима сматрани почасним члановима групе.

Златно доба стрипа у Аргентини, које обухвата период од краја Другог светског рата па до средине шездесетих, обележено је великим бројем стрип ревија, у којима је ово море аутора стварало дела неизмерне оригиналности. Након првог таласа, од почетка шездесетих економска криза и проблеми у издаваштву нагризају аргентински стрип, да би војни удар 1966. и цензура која следи ударили последњи клин у ковчег великом броју ревија и пројеката. Кратак прекид у диктатури 1973. године и затим повратак Перона откривају дубоке ране у аргентинском друштву. Посебно након Перонове смрти 1974. године и узурпације власти од стране његове жене Изабеле, након чега следи крвави обрачун леве и десне струје перониста, почетак Прљавог рата, поновног војног удара.

Занимљиве појединости из Естерхелдовог живота су забележене захваљујући његовој слави стрип аутора, и причама његове удовице. Међу најбитнијим делима о њему и његовој породици истиче се монографија *Естерхелдови*, аргентинских новинарки Николине и Алисије Белтрами, која је пре неколико недеља објављена и на српском у издању београдске куће *Сшалкер*.

Хектор Герман Естерхелд је рођен 23. јула 1919. године у Буенос Ајресу, у породици немачко-баскијског порекла. Студирао је геологију и кратко време провео радећи у професији. Четрдесетих је објавио прве радове у *Ла Пренси*, да би потом почео да пише за издавачку кућу *Абрил*. Већ тада је остварио сарадњу са Венецијанском групом, посебно Хугом Пратом, с којим је пак често долазио у сукоб због њихових различитих карактера. Прат је био боем, а Естерхелд пожртвован породични човек са вољеном супругом и четири кћери. Прат је био идеолошки необојен и имао је пријатеље међу левичарима и десничарима, Естерхелд је пак био идеолошки јасно дефинисан на левици.

Овај рани период стваралаштва је обележен *Наредником Кирком*, стрипом насталим у сарадњи са Хугом Пратом, који је премијерно објављен 1953. године. Кирк је веома рано показао Естерхелдов таленат, јер је реч о стрипу који се бави за вестерн несвакидашњим темама и раскринкавањем табуа. *Наредник Кирк* је војник из Америчког грађанског рата,

Fernanda Nikolini ♦ Alisija Beltrami

Esterheldovi



Насловна страна домаћег издања монографије *Естерхелдови* (*Сталкер*)



Естерхелд са супругом Елсом Санчез и четири кћери; годинама касније ће Елса бити једина жива са ове фотографије

који наставља са службом на Дивљем западу, али згрожен злочинима над Индијанцима прелази на њихову страну. *Наредник Кирк* крије у себи посебну привлачност због представљања раније фазе Пратовог цртежа. У пет књига га је код нас објавила *Чаробна књиџа*.

Естерхелд 1957. креће у издавачке воде и покреће две месечне стрип ревије, *Фронџера* и *Ора серо*, за које пише већи део сценарија, често се потписујући псеудонимима. Успех допушта Естерхелду да убрзо покрене и недељну ревију *Ора серо семанал*, чији први број излази 4. септембра 1957, и доноси прве табле *Ешернауша*.

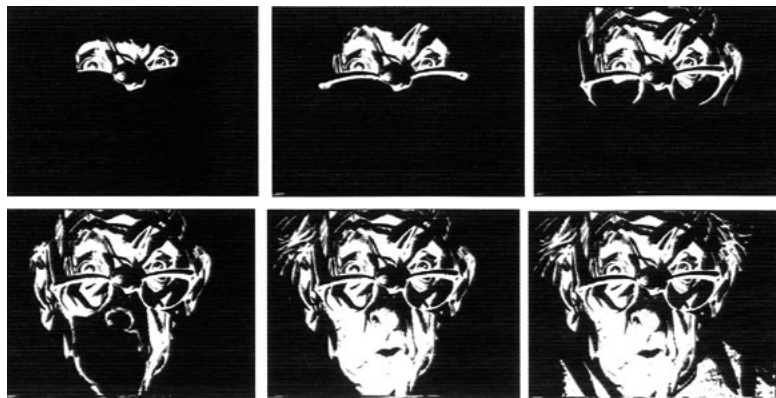
Ешернауш је инспирисан *Робинзоном Крузом* Данијела Дефоа и *Рајом свештова* Х. Џ. Велса. Међутим, док је Робинзон усамљен и окружен водом, главни јунак *Ешернауша* је с пријатељима и породицом окружен смрћу. Док нас *Рај свештова* смешта на светску позорницу скоро безнадежне борбе против ванземаљске инвазије, *Ешернауш* се креће у малом херметички изолованом свету. Солано Лопез је обогатио Естерхелдов сценарио, градећи тескобну атмосферу у сценографији оновременог Буенос Ајреса. То је уједно и један од најпривлачнијих аспеката Етернаута – његово присуство на аутентичним локацијама познатим већини читалаца, чиме се радња смешта у комшилук, међу обичне људе.

Прича *Ешернауша* почиње у радној соби самог Естерхелда. Пред њим се материјализује Хуан Салво, Етернаут, путник кроз време, који почиње да приповеда догађаје за које тврди да ће се одиграти у блиској будућности, а односе се на почетак ванземаљске инвазије на Земљу. Инвазија почиње смртоносним снегом који пада на Буенос Ајрес, од кога успевају да умакну само они који се затекну у херметичкој сигурности својих домова, попут Хуана Салва, његове породице и неколицине пријатеља. Да би могли да изађу напоље, преживели у кући праве специјално одело од делова ронилачке опреме. Хуан Салво, у импровизованом скафандеру са пушком преко рамена, док по њему падају смртоносне пахуље, данас посматра пролазнике са бројних стенсила савременог Буенос Ајреса.

Естерхелдов лични печат у *Ешернаушу* је то што током целог стрипа, док се преживели суочавају са таласима ванземаљских хорди наоружаних необичним оружјима, ми заправо ни у једном тренутку не видимо мистериозне диригенте ове трагедије. Док вође ванземаљске војске, које познајемо само



Плакат Нетфликсове адаптације *Етернаута* из 2025. године



Игра сенки Алберта Бреће у Морт Синдеру

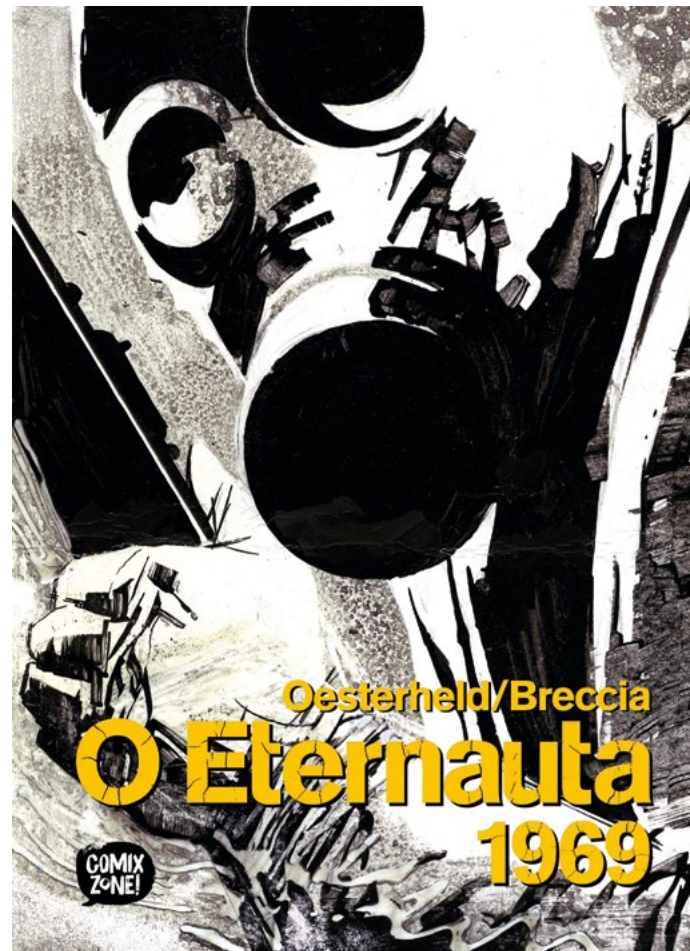
као „Они“, остају скривене, Хуан Салво с временом схвата да је рат међугалактички и далеко дубљи него што се на почетку може слушати.

Естерхелд је у *Ешернаути*а укомпоновао симболику отпора, заједништва и борбе пред несагледивим непријатељем. Притом, основни лајтмотив стрипа је да сваки човек може бити херој и да може да допринесе општој борби, свако на свој начин и сходно способностима и знању. Ускоро за Естерхелда аргентински диктатори постају „Они“, против којих сваки појединац мора да дигне глас, а пароле из Етернаута инспирисаће генерације бораца против „Њих“, који су само неколико година касније попут смртоносног снега завили целу земљу у црnilо и тишину.

На страницама ревија *Фронтира* и *Ора серо*, Естерхелд је приповедао приче на којима су радили Солано Лопез, Хуго Прат, Алберто Брећа, Ернесто Гарсија Сеијас, Данте Хаупт и бројни други. Поред *Ешернаути*а, истичу се и *Ерни Пајк*, са цртежима Хуга Прата и Солана Лопеза и причом о ратном извештачу из Другог светског рата, базираном на стварној личности Ернија Пајла, као и *Тикондероја*, *Др Морі*, *Шерлок Тајм*, *Кајена*... Међутим, због дугова и економске неисплативости цртачи напуштају Естерхелда и он је 1962. године приморан да оконча издавачки подухват. Али далеко од тога да га је прошла креативна грозница – исте године ствара свој други најпознатији стрип, *Морти Синдер*, са цртежом Алберта Бреће, који је на овом пројекту показао сав свој таленат.

Морти Синдер је објављиван од 1962. до 1964. године у *Мистериксу*, и представља остварење у коме се мешају фантастика, митологија, историја и магија, уз режирану недореченост и непоновљиву мистериозну ноту. Радња се расплиће око антиквара Езре Винстона и мистичног Морта Циндера, осуђеног на вечна васкрсења. У низу прича Морт проводи Езру кроз разне ситуације и историјске епохе, од брода трговаца робљем до Вавилонске куле, на које их често наводе предмети из антикварнице. Домаћа публика је упознала *Морти*а Синдера у *Ситријошеци* и албумском издању београдског Даркуда.

Крајем шездесетих Естерхелд се враћа *Ешернаути*у, овај пут са цртежом Алберта Бреће, који није поновио успех оригиналног дела, али је био далеко више политички оријентисан. Естерхелд је, наимае, сценарио прилагодио својим нарастајућим левичарским



Насловна страна *Етернаута 1969*, реинтерпретације оригиналног дела са цртежима Алберта Бреће



Естерхелд са својим стрип магазином

убеђењима, па тако свеопшту ванземаљску инвазију замењује идеја да је Запад продао Јужну Америку ванземаљцима.

Године 1968. Естерхелд је створио још један од својих важнијих стрипова, посебно у идеолошком смислу – *Животи Чеа*, приповест о животу и смрти Ернеста Чеа Геваре, убијеног у Боливији непуних годину дана раније. Че је одмах по објављивању постао бестселер, са рекордно брзо продатим тиражом од 60.000 примерака. Алберто и Енрике Брећа, отац и син, били су задужени за цртеж, при чему је овај потоњи преузео на себе да у болном експресионистичком стилу ослика табле који се баве Чеовом смрћу. Није требало да прође пуно времена да овај стрип привуче пажњу војне хунте седамдесетих. Изложени озбиљним претњама, Бреће су били приморани да униште све оригинале стрипа. Имати Чеа у кући постала је опасна и субверзивна ствар, па су људи сами уништавали своје примерке, тако да је стрип чији је тираж разграбљен убрзо нестao у пламену. Данашња издања своје постојање дугују неколицини сакривених примерака, од којих је један годинама био закопан у дворишту куће Алберта Бреће.

Све дубље политичке, економске и друштвене муке домовине одвлаче Естерхелда од стрипа. Био је перониста по убеђењу, попут бројних других припадника интелектуалних и уметничких кругова тог доба у Аргентини, међутим, оно што је одликовало Естерхелда били су радикализам убеђења и непрезање од конкретних акција.

Перон се вратио у земљу и преузео власт 1973, да би умро годину дана касније и оставио власт у рукама своје жене Изабеле. Још за Пероновог живота одиграва се догађај упамћен као Масакар Езеиза, због кога долази до разлаза између екстремно левих и десних перониста. Лева струја врши атентат и убија Хосеа Игњација Руђија, блиског Пероновог сарадника, што покрене грађански рат између деснице и левице, сада познате као Монтонероси. Изабела и касније војна хунта крваво се обрачунавају са припадницима и симпатизерима Монтонероса, који им не остају дужни у герилским акцијама и атентатима.

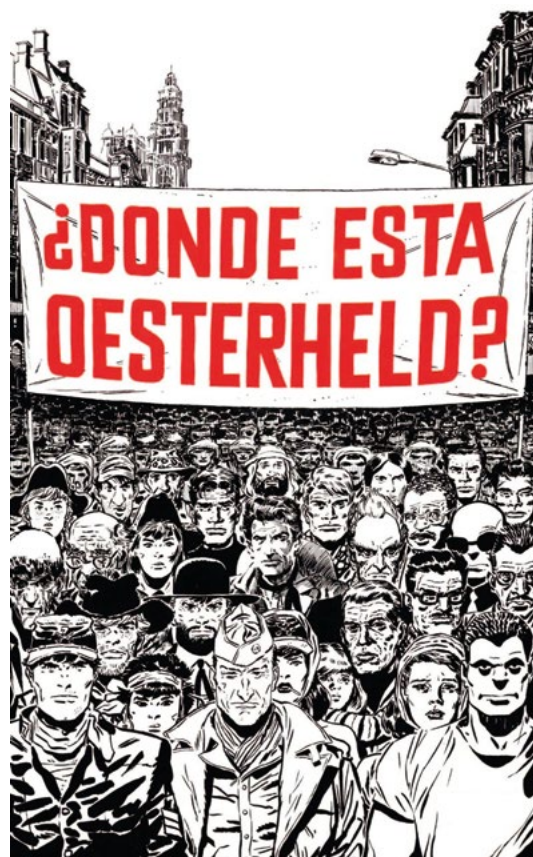
Естерхелд је од самог почетка подржавао Монтонеросе и са своје четири ћерке се придружио њиховим акцијама. Писао је пропагандне материјале и адаптирао књижевна дела да одговарају њиховој идеологији, а служио је као курир. Последње године је провео



Билборд серије *Етернаут* са налепљеним сликама несталих породице Естерхелд

у страху, кријући се због могућег хапшења. Многи његови сарадници и цртачи су делили левичарска убеђења, али су се у страху за живот клонили конкретних дела. Естерхелд је истрајавао упркос опасностима. Дана 27. априла 1977. припадници војне хунте пронашли су и отели Естерхелда, а потом и све четири његове ћерке са мужевима. Најстарија, Естела, имала је двадесет пет година, а најмлађа непуних двадесет. Унуци Мартин и Фернандо рођени су у заробљеништву и после неког времена предати су Естерхелдовој удовици Елси Санчез. Естерхелд је последњи пут виђен крајем 1977. или почетком 1978, како се присећа Едуардо Ариас, један од затвореника тајног тамничког комплекса Ел Весубио. Најкасније почетком 1978. године Естерхелд се придружио десапаресидосима у плавој гробници. О судбини његових ћерки и зетова ништа се не зна.

Непосредно пре нестанка Естерхелд је из скровишта објављивао наставак *Ешернауша*, који је опет цртао Солано Лопез. *Ешернауш 2* је овог пута носио далеко другачију атмосферу. Аутор је кроз њега каналисао своје зрелије радикално левичарске и револуционарне ставове, и дело је у великој мери политички манифест. Солано није делио радикализам свог пријатеља и сарадника, макар не јавно, па се дистанцирао од оваквог стрипа. С разлогом, јер је непосредно након Естерхелдовог нестанка војска отела и Солановог сина Габријела. Тек након што Солано пристане да са целом породицом напусти Аргентину,



Колаж Естерхелдових ликова из стрипа у процесији са натписом „Где је Естерхелд?“

добија прилику да спасе сина. Солано Лопез се вратио у домовину тек 1985. године.

Естерхелдов нестанак и смрт и данас су велика мистерија. О његовим последњим данима ништа се не зна. Бројни аутори су покушавали да проникну у смрт свог колеге, али детаљи нису познати.

На крају, Естерхелд је као стваралац и индивидуа био прожет појмовима слободе и правде. Залагао се за оно што је сматрао исправним, али пре свега за цивилизацијске вредности да је право на живот неотуђиво. И те идеје је прожимао кроз већину својих дела, па је због тога и страдао. Није једини, али је запажен и упамћен. Да се не понови. —(Е)

Никола Драјомировић је дипломирао археологију на Филозофском факултету у Београду. Сарадник је „Полишикиној забавника“, недељника „Време“ и неколико онлајн јоршала посвећених култури. Сстриј кришичар и есејиста са раговима објављеним у више домаћих и сстријних сстриј издања и јубликација.



МЕЈКЕРС ЛАБ



ЦЕНТАР
ЗА
ПРОМОЦИЈУ
НАУКЕ



Dostignuća
Mladih
Junior Achievement Serbia

Članica mreže JA Worldwide



Inicijativa
Digitalna
Srbija

ЕЛЕМЕНТИ

The image displays a collection of 42 covers of the magazine "ELEMENTY" (Elements), arranged in a 6x7 grid. Each cover is numbered from 01 to 42 and features a unique, colorful illustration. The illustrations are diverse, ranging from scientific themes like DNA, a brain, a microscope, and a DNA helix, to abstract art, portraits, and various figures. The magazine is published by "ELEKTRON" and "ELEKTRON".

Сви претходни бројеви могу се бесплатно преузети са портала prodavnica.cpn.rs