



Rubrike

- | Kodiranje - BBC micro:bit |
- | STEM-radionice |
- | Mala škola fotografije |



## Izbor

- | Kutak za najmlađe tehničare |
- | Svijet bez nas |
- | Teleportacija ljudi? |
- | Robotizacija i kiborgizacija |
- | “toMAgo” |

## Prilog

- | Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (64) |

# ABC tehnike

[www.hztk.hr](http://www.hztk.hr)

ČASOPIS ZA MODELARSTVO I SAMOGRADNJU

Broj 673 | Ožujak / March 2024. | Godina LXVIII.



SRETAN USKRS!

## U OVOM BROJU

Willkommen In Deutschland . . . . .	3
Svijet bez nas . . . . .	5
BBC micro:bit [47]. . . . .	8
Kutak za najmlađe tehničare . . . . .	12
Steganografija kroz povijest . . . . .	13
Teleportacija ljudi? U ovom stoljeću samo virtualno . . . . .	15
Mala škola fotografije . . . . .	17
Analiza fotografija . . . . .	20
Komora . . . . .	21
Jednostavni elektronički sklopovi (4) — tranzistorski oscilatori . . . . .	28
Robotizacija i kiborgizacija . . . . .	32
“toMAgo” . . . . .	36
<b>Nacrt u prilogu:</b> Robotski modeli za učenje kroz igru u STEM-nastavi – Fischertechnik (64)	

**Nakladnik:** Hrvatska zajednica tehničke kulture,  
Dalmatinska 12, P. p. 149, 10002 Zagreb,  
Hrvatska/Croatia

**Glavni urednik:** Zoran Kušan

**Uredništvo:** Sanja Kovačević – Društvo pedago-  
goga tehničke kulture Zagreb, Neven Kepenski  
– Modra Lasta, Zoran Kušan – urednik, HZTK,  
Danko Kočiš – ZTK Đakovo

**DTP / Layout and design:** Zoran Kušan

**Lektura i korektura:** Morana Kovač

**Broj 7 (673), ožujak 2024.**

Školska godina 2023./2024.

**Naslovna stranica:** Što bi se dogodilo s našim pla-  
netom – našim gradovima, industrijom, prirodom  
– kada bi ljudi jednostavno nestali!

**Uredništvo i administracija:** Dalmatinska 12, P.p.  
149, 10002 Zagreb, Hrvatska  
telefon (01) 48 48 762 i faks (01) 48 46 979;  
www.hztk.hr; e-pošta: abc-tehnike@hztk.hr

“ABC tehnike” na adresi www.hztk.hr  
Izlazi jedanput na mjesec u školskoj godini  
(10 brojeva godišnje)

Rukopisi, crteži i fotografije se ne vraćaju  
**Žiro-račun:** Hrvatska zajednica tehničke kulture  
HR68 2360 0001 1015 5947 0

**Devizni račun:** Hrvatska zajednica tehničke  
kulture, Zagreb, Dalmatinska 12, Zagrebačka  
banka d.d. IBAN: 6823600001101559470 BIC:  
ZABAHR2X

**Cijena za inozemstvo:** 2,25 eura, poštarina  
uključena u cijeni

**Tisak:** Alfacommerce d.o.o., Zagreb



**HRVATSKA  
ZAJEDNICA  
TEHNIČKE  
KULTURE**

Ministarstvo znanosti i obrazovanja preporučilo je uporabu “ABC tehnike”  
u osnovnim i srednjim školama

Najvažniju sporednu stvar na svijetu: nogomet, čekamo i ove godine s posebnim razlogom. Riječ je o Europskom nogometnom prvenstvu u Njemačkoj koje redovito organizira Europska nogometna unija (fr. Union Européenne des Football Associations, UEFA), osnovana 1955. sa sjedištem u švicarskom Nyonu, još od 1960. godine. Na oduševljenje milijuna nogometnih fanova, i na ovaj spektakl plasirala se i Hrvatska nogometna reprezentacija, popularno nazvana "Vatreni". Prvenstvo će se igrati u čak deset gradova: Berlin, Hamburg, Leipzig, Dortmund, Düsseldorf, Frankfurt, Gelsenkirchen, Köln, München i Stuttgart, a sve počinje otvorenjem u Münchenu 14. lipnja 2024., na stadionu Bayerna u Allianz Areni, a finale igra na Olimpijskom stadionu u Berlinu točno mjesec dana kasnije. Zahvaljujući razgranatoj prometnoj mreži od skoro 38 tisuća kilometara željezničkih pruga, skoro 13 tisuća kilometara autocesta i brojnih zračnih luka poput Frankfurta, Münchena, Düsseldorfa, Kölna, Hamburga i Berlina, udaljenost između gradova domaćina prvenstva neće biti problem za navijače. Hrvatska se nalazi u grupi sa Španjolskom, Italijom i Albanijom, te će igrati u prva tri spomenuta grada. Vatreni će ponovo imati veliku podršku navijača, a ovaj put možda i najveću. U Njemačkoj je najveća hrvatska dijaspora, u koju su migracije započele potkraj XIX. stoljeća te



Slika 1. Vjeruje se kako će "kockasti" dresovi i ovo ljeto dominirati brojnim njemačkim, ali i hrvatskim ulicama i trgovima

ili željezničkim prometu. Na prvenstvu će nastupiti 24 najbolje europske selekcije koje su raspoređene u šest grupa sa po četiri ekipe. Plasman na EURO su uz Hrvatsku i domaćina Njemačku još izborili Francuska, Engleska, Španjolska, Portugal, Belgija, Nizozemska, Turska, Škotska, Danska, Švicarska, Albanija, Austrija, Rumunjska, Mađarska, Srbija,

Slovačka, Italija, Slovenija i i Češka, a posljednje tri karte dijelit će se u tijekom ovoga ožujka kada je na rasporedu *play-off*. S obzirom na planetarnu popularnost nogometa, dobro je uvijek se podsjetiti na njegove početke. Tako prema nekim izvorima loptanje nogom, manje ili više slično nogometu, poznavali su u davnoj prošlosti Kinezi, Babilonci, Egipćani, Grci, Rimljani i dr. Povijest modernoga nogometa počinje 1863., kada je u Londonu osnovan nogometni savez. Prve nogometne utakmice na području Hrvatske odigrane su 1880. u Županji, a u Zagrebu su početkom XX. stoljeća osnovani prvi nogometni klubovi. Hrvatska nogometna reprezentacija pod zastavom moderne i međunarodno priznate države nastupa od 1990. godine. Najveći uspjeh postigla je osvajanjem drugoga mjesta na Svjetskom prvenstvu 2018. u Rusiji na kojem je hrvatski kapetan Luka Modrić osvojio Zlatnu loptu kao najbolji igrač prvenstva, te trećih mjesta na Svjetskom prvenstvu 1998. u Francuskoj na kojem je Davor Šuker osvojio Zlatnu kopačku kao najuspješniji strijelac prvenstva i na Svjetskom prvenstvu 2022. u Kataru. Nadamo se da će igrači izbornika Zlatka Dalića, koji je osvojio s Vatrenima već dva svjetska odličja, osvojiti i europsko koje još nedostaje u njihovim vitrinama. Njemačka (Savezna Republika Njemačka, njem. Bundesrepublik



Slika 2. Brandenburška vrata u Berlinu i zastava neki su od najprepoznatljivijih simbola Njemačke



**Slika 3.** Njemačka je bila domaćin i Svjetskog nogometnog prvenstva 2006. godine na kojem je nastupala i Hrvatska (Deutschland), država u srednjoj Europi, obuhvaća oko 360 tisuća kvadratnih kilometara (više je od šest puta veća od Hrvatske). U njoj živi preko osamdeset milijuna stanovnika, pa se ubraja među najgušće naseljene europske države. Teritorijalno-politički država je podijeljena na 16 saveznih zemalja, npr. Baden – Württemberg, Sjeverna Rajna i Vestfalija, Wiesbaden, Brandenburg i dr., veće savezne zemlje podijeljene su na pokrajine, a sve na okruge, kotare, gradske i seoske općine.

## Marko Polo

Ove godine obilježava se 700 godina od smrti istraživača i putopisca Marka Pola, rođenog 1254. u Veneciji ili Korčuli. Pretpostavka o Polovu rođenju u Korčuli zasniva se na jednom dokumentu iz XV. stoljeća po kojem je obitelj Polo podrijetlom iz Dalmacije. Povodom ovoga događaja HP Mostar izdala je prigodnu marku. U višeznačnom tekstu koji potpisuje Željka Šaravanja, voditeljica filijale tamošnje pošte, između ostalog piše: “Njegovi otac i stric bili su trgovci koji su prevalili put do Kine iz koje su se vratili kao izaslanici mongolskog vladara Kublaj-kana čija je prijestolnica bila u Khanbaliqu (Peking). Kan je molio Papu da mu pošalje učene ljude koji bi poučavali u njegovu carstvu. Na svoje drugo putovanje kreću 1271. prateći dva dominikanca, a na putovanju im se pridružio i Marko. Postao je kanov pouzdanik, mnogo je putovao i upoznao je različite jezike i običaje Dalekog istoka. Nakon 17 godina službe pružila mu se prilika za povratak te je 1295. stigao u Veneciju. 1298. Marko Polo je sudjelovao u sukobu između mletačkih i denoveških brodova pokraj Korčule, gdje je bio zarobljen. Boraveći u zarobljeništvu ispričao je svoje doživljaje s putovanja prijatelju



**Slika 4.** Polov putopis poslužio je kao podloga za geografske karte Azije te nove pomorske putove u zemlji Dalekog istoka

Rustichellu iz Pise, koji ih je zabilježio u djelu *Knjiga svjetskih čudesa*, kasnije poznatom pod nazivom *Milijun*. Od XIV. stoljeća Polov putopis poslužio je kao podloga za geografske karte Azije (*Laurentinski portulan* iz 1375.), a bogatstvo i egzotičnost opisanoga svijeta poticali su pustošenje pomorskih zemalja i gradova (Portugala, Španjolske, Genove) da traže pomorske putove u



**Slika 5.** U Korčuli, prema nekim dokumentima iz XV. stoljeća rodio se istraživač i putopisac Marko Polo

zemlji Dalekog istoka. Kolika je važnost Marka Pola u svjetskoj povijesti potvrđuje i podatak kako su brojne države izdale marke s njegovim likom, npr. Monako 2004., Kiribati 2009., Hrvatska 1995., Italija 1954., Kanada 1999., Vatikan 1996., Kina 1996., Irska 2001. i dr. Marke svakako mogu poslužiti u daljnjem istraživanju doprinosa Marka Pola s obzirom da su ih izdali različiti i relevantni izdavači maraka koji zasigurno nemaju ujednačeno mišljenje o njegovom liku i djelu.

Ivo Aščić

# Svijet bez nas

*Alan H. Weisman, američki profesor, novinar i autor dijela Svijet bez nas (Thomas Dunne Books, 2007), proveo je nekoliko godina intervjuirajući stručnjake i sustavno istražujući pitanje što bi se dogodilo s našim planetom – našim gradovima, industrijom, prirodom – kada bi ljudi jednostavno nestali! Pitanje kojim se mi još nadovezujemo na ovu temu glasi: je li to, i koliko, realan scenarij? U recentnije vrijeme naše kolektivne povijesti ta je ideja posebno relevantna upravo zbog aktualnih ratnih previranja u svijetu, kao i zbog nedavne globalne pandemije COVIDA-19, koja je u određenim momentima ljudima nametnula i određeni stupanj izolacije te time ohrabrila životinje da se vrate u urbano okruženje, dajući nam jasniju sliku o tome kako bi život izgledao ukoliko bi se većina ljudske populacije povukla s pozornice planeta Zemlje.*

Dakle, postoji nekoliko teorija u razvoju o tome što bi čovječanstvo moglo dovesti do izumiranja, no malo je vjerojatno da bismo baš svi jednostavno nestali u trenu. Apokalipsa različite etiologije radni je naslov mnogih filmova katastrofe, no što bi se dogodilo da je ljudsko izumiranje manje filmski, a više realni scenarij? Ovo bi vam se moglo činiti kao senzacionalno pitanje, ali zapravo na stotine istraživača diljem svijeta provodi dane boreći se upravo s tom mogućnošću te načinima kako bismo je mogli izbjeći. A njihov zadatak nije nimalo lak. Postoji više teorija o tome što bi naposljetku moglo uzrokovati ljudsko izumiranje – od invazije izvanzemaljaca, preko klimatskih promjena, nuklearnih ratova, prirodnih kataklizmi, daljnjih pandemija, utjecaja umjetne inteligencije pa do katastrofalnih udara asteroida. No, među onima koji istražuju ovo pitanje postoji opći konsenzus da su neki rizici po ljudski život vjerojatniji od drugih. Na terenu, istraživači imaju i naziv za njih – tzv. "egzistencijalni rizici". Naime, egzistencijalni rizik različit je od onoga što bismo mogli smatrati "redovnom" opasnošću ili prijetnjom, objasnio nam je dr. Luke Kemp, znanstveni suradnik u Centru za proučavanje egzistencijalnog rizika na Sveučilištu Cambridge u Velikoj Britaniji. Dr. Kemp proučava povijesne civilizacijske kolapse i rizike koje predstavljaju klimatske promjene u



Jelen u gradu

današnje vrijeme. Vidite, koliko god ti rizici bili širokog raspona, svi oni imaju jedan zajednički nazivnik: ljude, koji imaju ključnu ulogu u određivanju ozbiljnosti tih rizika. Konkretno, ovime potvrđujemo misao koju smo i prije provlačili kao fusnotu kroz velik broj naših članaka, a koja se zasniva na premisi da su ljudi ujedno i vlastiti najveći rizik od izumiranja. To je ujedno i fokus istraživanja Sabina Romana, također znanstvenog suradnika u Centru za proučavanje egzistencijalnog rizika, a čija je specijalnost modeliranje društvene evolucije i kolapsa, osvrćući se pritom na prošle civilizacije (uključujući Rimsko Carstvo i Uskršnji otok). Iz njegovih istraživanja proizlazi da je većina egzistencijalnih rizika ukorijenjena u društvima i sustavima koji ih sustavno proizvode. Prema Romanovom mišljenju, težnja čovječanstva prema stalnom rastu dovodi do eksploatacije, sukoba i konačno uništavanja planeta. Ironično, to samo povećava neke od najvećih prijetnji s kojima se danas suočavamo i našu ranjivost spram njih. Ukratko, malo previše toga ovisi o vječnom gospodarskom rastu pa je krajnje vrijeme da pokušamo optimizirati i nešto drugo – prirodu, recimo! Dakle, ako kolektivno "odanemo", čak neće biti ni toliko važno od čega jer jedan egzistencijalni rizik nužno povlači i drugi. Recimo da – što nije baš ni tako nerealno! – klimatske promjene nastave uzimati zamah i danak diljem svijeta, posljedica čega bi bilo dodatno globalno zatopljenje, topljenje ledenih kapa na polovima, ekstremni porast razine mora i daljnje kataklizme izravno izazvane navedenim, uz isto-



### Obilje prirode

vremeno sve očitiju nestašicu vode i prirodnih energenata, što neminovno proizvodi dodatnu glad, dok bolesti, naravno, idu pride. Opća kriza nadalje nužno dovodi i do daljnjih ratova, pa ako nas već nije potamnila poplava, potres, žed, glad ili kuga/ebola/corona ili sl. – potamanit će nas naš bližnji. Možda se onda i vratimo kao zombiji, pa potamanimo one iste bližnje koji su već ranije potamanili nas... Šalu na stranu, i ne zamjerite mi na izboru prezentacijske deskripcije, no poanta ove moje pomalo ironične ilustracije jest naprosto da jedna katastrofa bilo kakva podrijetla za sobom povlači i drugu, dok joj u korijenu redovito stoji čovjek. Izuzetak od ovog pravila bio bi udar asteroida ili invazija izvanzemaljaca, dok čak i bolestinama dajem malu šansu za potpuno istrebljenje ljudskog roda. Izuzev ukoliko je i sam patogen planski dizajniran kao biološko oružje, iza čega opet stoji čovjek. Zašto? Zato što u prirodi postoji lijek ili autorestrikcija za svaku boljku, kao i evolucijski imunitet. No, vratimo se slici svijeta prije, tijekom i nakon čovječanstva, a pretpostavimo da se takvo nešto i dogodi!

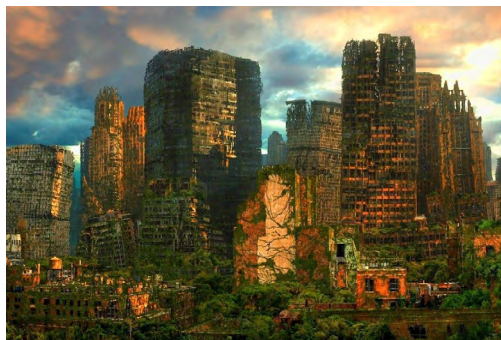
U Weismanovom istraživanju, ovo ga je pitanje odvelo prvo upravo u gradove, u kojima ujedno možemo očekivati i neke od najdinamičnijih i najdramatičnijih promjena, zahvaljujući pretpostavljenom iznenadnom nedostatku ljudi odgovornih za održavanje cijele mašinerije od koje se grad i sastoji. Naime, bez ljudi koji bi pokretali pumpe koje preusmjeravaju oborine i podzemne vode, podzemne željeznice svjetskih metropola poput Londona, Pariza ili New Yorka poplavile bi u roku od nekoliko sati od našeg nestanka! Sukladno mišljenju inženjera, trebalo bi konkretno svega cca 36 sati da podzemne željeznice potpuno poplave. Nadalje, bez ljudskog nadzora, kvarovi u rafinerijama nafte i nuklearnim postrojenjima prošli bi nekontrolirano, što bi vjerojatno rezultiralo masovnim požarima, nuklearnim eksplozijama i drugim razornim

nuklearnim posljedicama. Svakako, došlo bi i do zračenja, kao što bismo iza sebe ostavili i planine otpada – većinom plastike, naravno – koja će potom opstati tisućama godina, skupa sa svim onim svojim učincima na divlje životinje koje tek danas konačno shvaćamo...

U međuvremenu, naftni otpad koji bi se prolio ili procurio u zemlju na industrijskim lokacijama, tvornicama i sl. razgrađivao bi se desetljećima, dok bi trajni organski zagađivači (POPs), odnosno kemikalije koje je proizveo čovjek (poput PCB-a koji se trenutno ne mogu razgraditi u prirodi), trajali i mnogo duže, štoviše... Nije pretjerano reći da bi neki od njih mogli opstojati i do kraja vremena na Zemlji dok bi, s vremenom, mogli biti jedino zakopani. Kombinirano brzo i sporo oslobađanje zagađujućeg otpada koji ostavljamo iza sebe nesumnjivo bi imalo daljnje štetne učinke na okolna staništa i divlje životinje. To, međutim, ne znači nužno potpuno uništenje; dovoljno je da se osvrnemo na oporavak divljih životinja na mjestu nuklearne katastrofe u Černobilu da bismo shvatili da priroda dugoročno može biti otporna na naše "spačke", čak i u takvim ekstremima. I, dok se naše zagađujuće naslijeđe razvija, podzemne vode koje teku pod gradovima sustavno bi nagrizale metalne konstrukcije koje drže ulice iznad podzemnih transportnih sustava, što bi uzrokovalo urušavanje čitavih avenija, pretvarajući ih iznenada u rijeke u središtima gradova, objašnjava Weisman. Nadalje, tijekom uzastopnih zima, a bez ljudi koji bi ih redovito održavali, kolnici bi popucali, stvarajući nove niše za ukorijenjivanje sjemena nošenog vjetrom ili razastrto izlučevinama ptica, što bi pogodovalo razvoju drveća, čije bi pak korijenje potom nastavilo postupno rascjepkavanje kolnika i cesta. Pretpostavljate, bez ljudi koji bi uklanjali razne mladice ukorijenjene između čeličnih zakovica, isto bi se dogodilo i s mostovima, a zajedno s općom degradacijom priroda bi mogla demontirati naše gradske strukture u roku od svega nekoliko stotina godina. Uza sve to novo, svježe stanište koje se otvara, priroda bi stoički gradila sloj po sloj novog života na nekadašnjoj betonskoj džungli, utirući si put travnjacima, grmljem i gustim nasadima drveća. To bi, baš kao i u netaknutoj prirodi, uzrokovalo nakupljanje suhog organskog materijala, poput lišća i grančica, pružajući savršenu podlogu za požare izazvane npr. gromom, a koji bi protutnjali

labirintom zgrada i ulica, potencijalno srazmjerno čitave dijelove gradova sa zemljom. Sintagma da "vatra pročišćuje" ovdje poprma sasvim novo značenje – štoviše, u budućnosti se očekuje da bi požari u slučaju kakve veće kataklizme koja im je prethodila, stvorili mnogo pougljenjenog materijala koji će potom pasti na ulice – što će biti sjajna podloga za rast i razvoj novog biološkog života! Ulice bi se time pretvorile u male travnjake te, na poslijetku, i šume čiji ciklus rasta iznosi u prosjeku cca 500 godina. Tijekom stotina godina u kojima bi zgrade bile izložene trajnoj šteti od erozije i požara, postupno bi degradirale, pri čemu bi se prve srušile moderne staklene i metalne konstrukcije, budući da bi se jednostavno porazbijale i zahrđale. Nasuprot tome, zgrade koje bi potrajale najduže upravo su one napravljene od same Zemlje – poput kamenih konstrukcija. Gledajući pak na velike površine obradivog zemljišta izvan granica grada, koje trenutno pokrivaju čak polovicu nastanjive Zemlje, došlo bi do brzog oporavka populacija insekata jer bi primjena pesticida i drugih kemikalija prestala s pretpostavljenom propašću čovječanstva. A to bi već, samo po sebi, pokrenulo pravu kaskadu događaja! Vidite, kada bi se stanište oporavilo dovoljno za prihvatanje insekata, to bi značilo i velik procvat za biljke te, izravno vezano s time, i ptice. Naime, okolna staništa – biljne zajednice, tlo, vodeni putovi i oceani – oporavili bi se čak i bez dalekosežnog utjecaja kakav kemikalije imaju danas na čitave ekosustave. To bi, naravno, potaknulo i više divljih životinja da se nastane na područjima na kojima su nekoć davno obitavale. Takva bi tranzicija potaknula povećanje biološke raznolikosti na globalnoj razini.

Pitanje koje se ovdje nameće jest – bi li bez ljudi Zemlja zaista mogla povratiti sve svoje



Ris

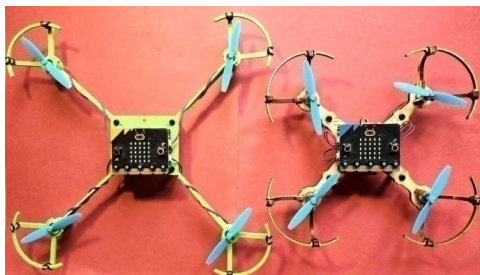
bogatstvo i izgubljenu bioraznolikost? Da, no čak i u slučaju da iznenada nestanemo s lica Zemlje, bili bi potrebni još milijuni godina da se naš planet oporavi od enormne stope recentnog izumiranja vrsti. Istražili su i što bi bilo potrebno za povratak na početnu razinu bogatstva vrsti i ravnomjernu raspodjelu velikih životinja po čitavu planetu, a kako bi se odražavalo ono što smo imali prije no što su se moderni ljudi raspršili svijetom. Konkretno, procjenjuje se da bi megafauna, poput slonova ili nosoroga, trebalo negdje između 3 do 7 milijuna godina da se vrati na početnu vrijednost prije izumiranja, objasnio je Jens-Christian Svenning, profesor makroekologije i biogeografije na Sveučilištu Aarhus u Danskoj. U osnovi, možemo ustvrditi ono što već znamo i bez istraživanja – da nema ljudskog utjecaja, cijeli bi svijet bio jedna velika divljina. Planet bi na kraju mogao postati bujniji i raznolikiji, ali ne možemo odbaciti posljedice klimatskih promjena, vjerojatno najkobnijeg utjecaja čovječanstva na čitavu Zemlju. S obzirom na trenutnu razinu CO<sup>2</sup> u našoj atmosferi, baš u ovom trenutku, trebalo bi joj na tisuće godina da se potpuno očisti, a ukoliko još viša razina stakleničkih plinova ostane suspendirana u atmosferi, rezultirajuće kontinuirano zagrijavanje dovest će do daljnjeg topljenja polarnih kapa te oslobađanja još veće količine stakleničkih plinova u procesu topljenja vječnog leda. Sve ovo insinuiraju da s popriličnim pouzdanjem možemo pretpostaviti da će utjecaj klimatskih promjena potrajati još dugo nakon našeg potencijalnog nestanka. Možda će jednoga dana i postojati svijet bez ljudi, ili ćemo možda jednostavno kolonizirati neke druge, daleke planete, no čini se kako to neće spriječiti našu Zemlju u vječnoj borbi za opstanak! Barem ne dokle je Sunca, dok ono ne ugasne ili dok njegova zračenja ne postanu preekstremna... Ima li uopće smisla razmišljati o tome kako će izgledati naš planet bez nas? S nekog sebičnog stajališta možda i nema, no pogled na ovakvu znanstveno projiciranu budućnost mogao bi nas također potaknuti i da budemo svjesniji svojih postupaka u pokušaju da sačuvamo planet – ne samo radi nas samih, već i radi SVIH njegovih žitelja!

*Ivana Janković,  
Croatian Wildlife research  
and Conservation Society*

Poštovani čitatelji, prisjetite se, u prošlom je broju *ABC tehnike* obrađen PID algoritam. Tada ste saznali kako ćete vaš dron učiniti malo boljim. U ovom ćete nastavku saznati kako valja ugoditi PID nakon neke veće preinake na dronu. Pripremite se za izradu novog trupa 3D-printerom. Zašto novi trup? Ta preinaka izabrana je iz više razloga. Prvo, imat ćete rezervni trup, drugo, vježbat ćete ugađanje PID parametara i treće, saznat ćete djeluje li veličina drona na veću stabilnost i upravljivost.

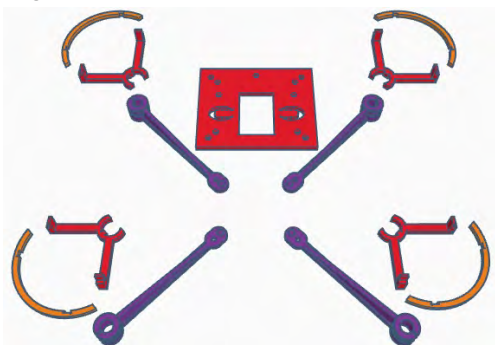
### 3D-crteži novog trupa drona

Na Slici 47.1. vidljivi su originalan dron i 3D-printani dron.



**Slika 47.1.** Primijetite koliko je 3D-printani dron veći od originala

Na Slici 47.2. prikazana je eksplozivna projekcija novog trupa drona na kojoj je lako uočiti da u osnovi trebate nacrtati samo 4 različita fragmenta.



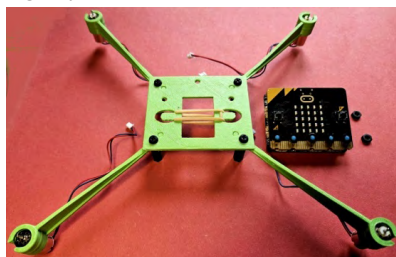
**Slika 47.2.** Eksplozivna projekcija novog trupa drona

Sve potrebne crteže možete preuzeti na <https://www.thingiverse.com/thing:6523872>.

Nakon preuzimanja crteža u *.stl* formatu, prevertite ih u *g-code* aplikacijom UltiMaker Cura te ih potom printajte u 3D-formatu.

### Sastavljanje drona

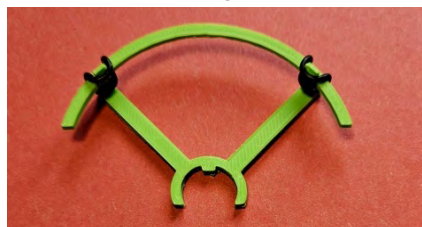
BBC microbit v.2. i BlackBoard sastavite kako je opisano u uputama za originalan dron. Na netom printanu podlogu drona plastičnim vijcima i dugim maticama spojite četiri printana kraka drona. Spomenute duge matice će osim za spajanje poslužiti i kao nogari drona. Po sredini podloge drona ugradite gumicu za Li-Po-bateriju. U vanjske utore krakova, odozdo prema gore, ugradite elektromotore, Slika 47.3.



**Slika 47.3.** Spajanje trupa drona

BBC microbit i BlackBoard pričvrstite na gornju stranu podloge drona s dvije plastične matice. Žice elektromotora zamotajte oko krakova drona te konektore priključite na BlackBoard.

Spojite printani štitnik propelera za printani nosač štitnika uz pomoć gumica, Slika 47.4.

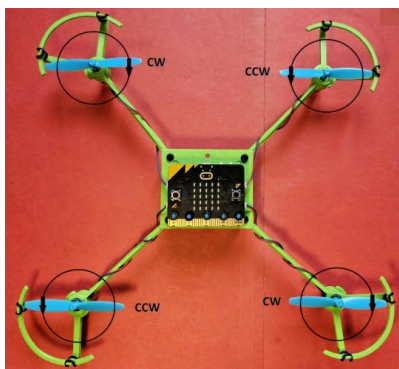


**Slika 47.4.** Štitnik propelera

Radnju ponovite za sva četiri štitnika, a potom ih sve uglavite laganim pritiskom na krakove trupa drona.

Montirajte propelere. Pritom pripazite kako ćete ih rasporediti. Prisjetite se, postoje dva propelera CCW i dva propelera CW, Slika 47.5.





**Slika 47.5.** Kad montirate propelere pripazite na njihove oznake CCW i CW

Dron je sastavljen, prijedite na ugađanje PID-a.

### Ugađanje PID-a

Kako ne biste riskirali rušenje i lomove najbolje je pripremiti stalak za testiranje s nekoliko knjiga i dvije gumice. Taj je stalak opisan u 45. broju *ABC tehnike*, Slika 45.7.

Koristit ćete proces učestalog mijenjanja vrijednosti radeći kratke testove dok ne dobijete zadovoljavajući rezultat. U tom procesu trebate započeti s "P" parametrom tako da ga postavite na neku nisku vrijednost, na primjer na 0,5, a "I" i "D" postavite na 0, Slika 47.6.



**Slika 47.6.** Unutar bloka *on start* crvene strelice ukazuju na vrijednosti promjenljivih koje trebate prepraviti kako je vidljivo

U svakom koraku promijenite određeni parametar, a zatim testirajte rezultate.

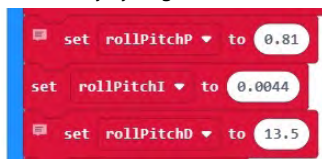
1. Povećavajte "P" dok ne započne njihanje. Kad povećavate do 1, mala njihanja počinju biti

uočljiva. Kad povećavate do 2, njihanje je prejak pa vrijednost prepolovite i tu ju ostavite. Pritom imajte na umu da dron s premalo "P" neće imati manevarsku snagu prilikom upravljanja ili kod smetnje izazvane vjetrom.

2. Ako je potrebno, povećajte "I" za brže reagiranje kontrole, na primjer na 0,008. Doći će do njihanja pa se vratite malo natrag i tu pustite.
3. Povećajte "D" za brži odgovor na smetnje, na primjer na 20. Njihanje je sada previše izraženo da bi se toleriralo, ali samo promatrajte što "D" parametar može činiti dok isprobavate nekoliko različitih vrijednosti. U konačnici izgleda da "D" od oko 14 savršeno prigušuje njihanje bez usporavanja odziva.
4. Pažnja! Kako ste "I" i "D" povećali, "P" će trebati malo smanjiti.

Ova četiri koraka ponavljajte uz sitne preinake dok ne postignete zadovoljavajući rezultat.

Radi usporedbe, na Slici 47.7. možete pronaći PID parametre koje je ugodio autor ovih redaka.



**Slika 47.7.** Konačan rezultat izgleda prilično prihvatljivo

Ovo je ugađanje vrlo zahtjevno i mukotrpno, no na kraju ćete biti vrlo zadovoljni. Naime, iznenađujuće je koliko se dobije na stabilnosti drona zbog njegove veličine (pod uvjetom da ste dobro ugodili PID). Jedina zamjerka je relativno usporen odziv na komande, no i to se da riješiti, ali nekom drugom prilikom.

U nastavku ćemo se baviti temom koja zasluži veliku pažnju. U cijeloj seriji posvećenoj BBC micro:bitu javljale su se teme gdje je korišten 3D-printer. Tako će biti i ubuduće. Postavlja se pitanje, printa li 3D-printer zadovoljavajuće? Dešava li vam se da započeto printanje morate zaustaviti i ponoviti jer se model koji printate odljepio od podloge? Ako je odgovor da, onda je ovo tema za vas.

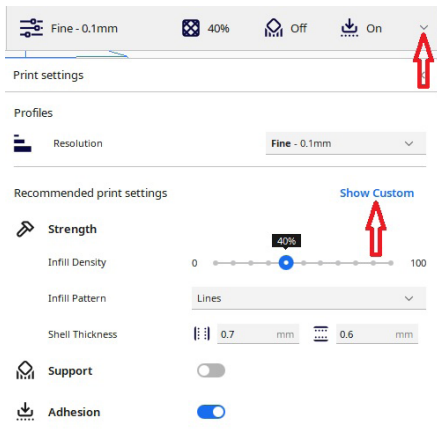
### Cura – solucija za 3D-printanje

Kako bi printani model ispao zadovoljavajuće treba znati ugoditi 3D-printer. Najpopularniji alat za to je spomenuta aplikacija UltiMaker Cura. Svaki kupljeni 3D-printer dolazi s preporučenim parametrima za ugađanje, međutim neke

postavke treba ponekad mijenjati. Radi toga trebate znati što koja postavka znači. U nastavku proučite čemu pojedine postavke služe i kako ih ugoditi.

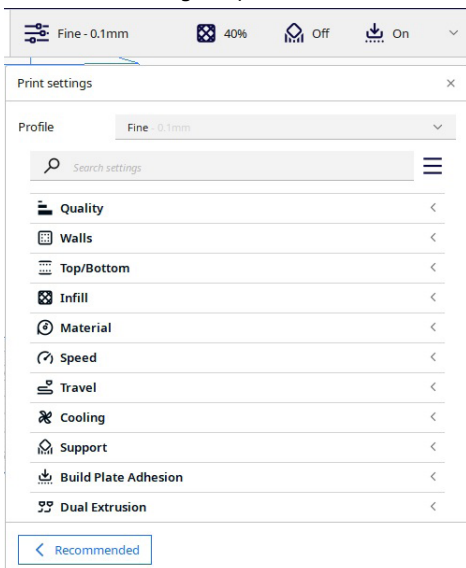
Najprije besplatno preuzmite aplikaciju na <https://download.freownloadmanager.org/Windows-PC/Ultimaker-Cura/FREE.html>. Instalirajte ju i pokrenite. Program će vas upitati da navedete ime 3D-printera za koji želite ugoditi originalne postavke. Iz ponuđenog popisa izaberite vaš 3D-printer.

U nastavku, na radnoj traci kliknite na strelicu, a potom na *Show Custom*, Slika 47.8.



Slika 47.8. Pokrenite izbornik *Show Custom*

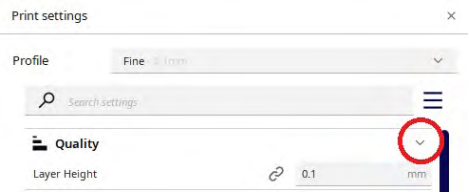
Otvora se padajući izbornik s osnovnim parametrima određenog 3D-printera, Slika 47.9.



Slika 47.9. Osnovni parametri određenog 3D-printera

U nastavku proučite značenja nekih parametara s kojima valja eksperimentirati.

Odsad dalje, kliknut ćete na strelice kako biste vidjeli detalje ugađanja određenih parametara, Slika 47.10.



Slika 47.10. Svaki parametar ima programsku strelicu. Kad ju kliknete pojavljuju se zadane vrijednosti

**Krenimo redom:**

### **QUALITY**

**LAYER HEIGHT** > Sloj mora biti manje debljine od promjera sapnice jer se tako slojevi međusobno bolje prilijepe. Na primjer, za sapnicu 0,35 mm najbolje je ugoditi 0,1 mm ili 0,2 mm.

### **WALLS**

**Wall Thickness** > To je najbolje ugoditi kao višekratnik promjera sapnice. Na primjer, ako je sapnica 0,35 mm treba ugoditi 0,35 mm ili 0,7 mm... To je ustvari debljina vanjskog sloja, odnosno bočne stranice ili zida modela koji treba printati.

### **TOP/BOTTOM**

**Top/Bottom Thickness** > To je debljina gornjeg i donjeg sloja (obično se ugađa isto kao i *Wall Thickness*). Savjet je da se stavi malo viša vrijednost kako bi se model bolje zalijepio za podlogu, na primjer 0,7 mm.

### **INFILL**

**Infill Density** > O ovome ovisi koliko će se model ispuniti iznutra. 100% je potpuno ispunjen model.

**Infill Pattern** > Oblik ispune modela iznutra. U padajućem izborniku valja ga izabrati, najčešće se koristi *Grid* (oblik rešetke).

### **MATERIAL**

**Printing Temperature** > U prosjeku za PLA 210° C; za ABS 230° C (ili ono što piše na ambalaži određene plastične niti). Preporuka je da se koriste niže temperature. **NAPOMENA: mjehurići u plastici ukazuju na previsoku temperaturu, a pucanje plastike na prenisku temperaturu!**

### **SPEED**

**Print Speed** > Preporuka je da ova brzina ostane ugođena prema proizvođačkim parametrima određenog 3D-printera.

## TRAVEL

*Enable Retraction* > Povlačenje plastične niti iz sapnice kad glava prolazi po području gdje se ne printa.

## COOLING

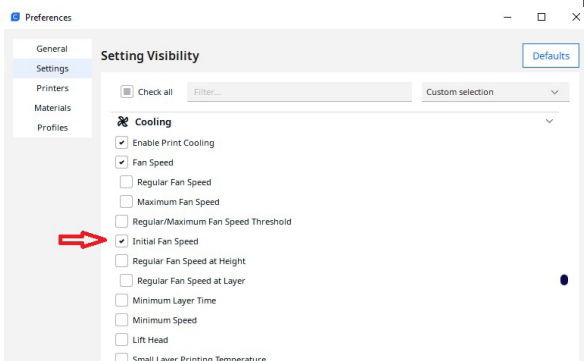
*Enable Print Cooling* > Brzina ventilatora hlađenja.

*Initial Fan Speed* > Dodatno se može ugoditi da ventilator ne puše dok se radi prvi sloj (tako da se bolje zalijepi). Kako doći do te postavke? U padajućem izborniku, kod *Cooling* kliknuti na simbol za *Preferences*, Slika 47.11.



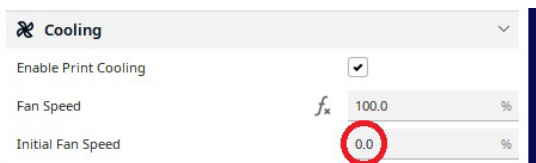
Slika 47.11. Programska tipka "Preferences" zaokružena je crveno

Otvara se skočni prozor kao na Slici 47.12.



Slika 47.12. Skočni prozor "Preferences"

U ponuđenom popisu pronađite i kvačicom obilježite *Initial Fan Speed*. U padajućem izborniku pojavljuje se izabrani parametar koji valja ugoditi na 0% ili na neku nisku vrijednost, Slika 47.13.



Slika 47.13. Ako *Initial Fan Speed* ugodite na 0% onda ventilator neće puhati dok se radi prvi sloj modela

## SUPPORT

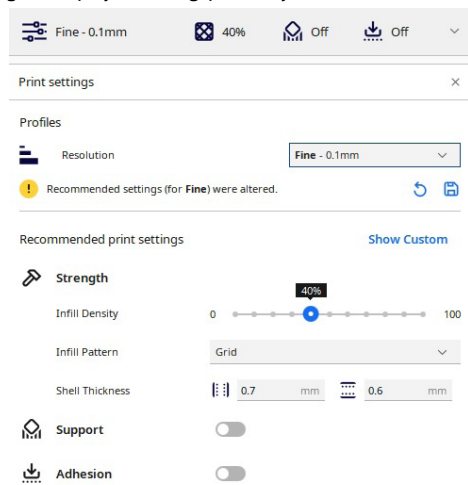
*Generate Support* > Kad stavite kvačicu, potpora će se ugraditi samo ako model ima neke

stranice s nagibom manjim od 60° u odnosu na podlogu 3D-printera.

## BUILD PLATE ADHESION

*Build Plate Adhesion Type* > *None* – bez potpore; *Brim* – proširit će se baza oko modela; *Raft* – deblja baza koja se proteže i ispod modela; *Skirt* – proširuje se baza, ali ne dodiruje model. Sve to služi da se model bolje zalijepi za podlogu.

Kad jednom ugodite osnovne postavke kliknite na programsku tipku *Recommended*. Pojavit će se ono najvažnije što trebate provjeravati i ugađati prije svakog printanja, Slika 47.14.



Slika 47.14. Radna traka i padajući izbornik s najvažnijim osnovnim postavkama

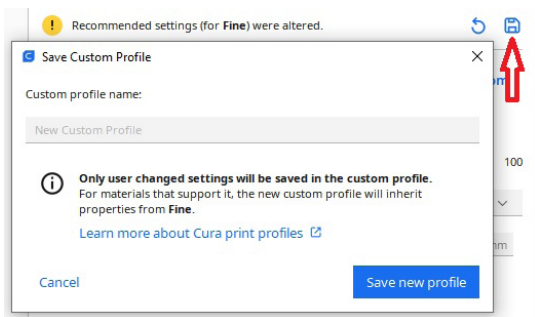
*Resolution* > Među ponuđenim izabrati finoću 3D-printanja, na primjer *Fine* – 0,1 mm. Valja imati na umu da će kod izabranog manjeg broja, printanje trajati duže, a površine modela bit će glatkije.

*Infill Density* > Kako bi se postigla veća čvrstoća modela valja ugoditi veći postotak unutarnjeg popunjavanja, no veći postotak znači duže printanje i veću potrošnju plastične niti.

*Support* > To valja uključiti po potrebi, ako model zbog svog oblika to zahtijeva.

*Adhesion* > Kad se model uporno odljepljuje od podloge uključite ovu postavku koju ste prethodno ugodili na *Brim*, *Raft* ili *Skirt*.

*Save Custom Profile* > Kad ste se namučili da sve namjestite i ugodite onda to snimite jer bi te nove postavke mogle dobro doći za neko drugo printanje, Slika 47.15.



**Slika 47.15.** Kliknite na simbol diskete kako biste spremili vaše postavke za 3D-printer

Kad neki model ispadne izvrsno treba imati spremljene postavke. Ovdje valja dodati da bi

bilo dobro voditi dnevnik 3D-printanja gdje se upisuju sve preinake postavki, jer tko će se poslje sjetiti što sve treba ugađati!

Još jedna važna napomena. Prije svakog printanja ili barem prije svakog petog printanja valja ugoditi razmak sapnice i podloge 3D-printera, takozvano kalibriranje. To činite prema proizvođačkim uputama.

To bi za sada bilo sve. Vježbajte i uživajte.

**Za ove ste vježbe trebali:**

- dijelove drona Air:bit 2
- daljinski upravljač za dron
- 3D-printer.

*Marino Čikeš, prof.*

## Kutak za najmlađe tehničare

### TEHNIČKA KULTURA



Želite li svojim najmilijima pokloniti dar od srca ili izraditi stolni držač za olovke? Krenite u akciju!

Prvo pripremite pribor, alat i materijal: karton A4-formata, škare ili skalpel, ljepilo, podlogu za rad i puno volje za izradu tehničke tvorevine. Za iskusnije tehničare preporuka: koristite drvo umjesto kartona. Ako se odlučite za jelovu dasku ili šperploču, pripremite ručnu pilu ili Unimat stroj ili zamolite nekoga tko će vam pomoći pri piljenju. Ne zaboravite podlogu za zaštitu radnog mjesta.

Pripreme su završene, krenite od operacije ocrtavanja na izabranom materijalu. Dimenzije pozicija sami odaberite. Nacrtajte postolje i križ, osnovne elemente uratka. Nakon crtanja slijedi piljenje, brušenje, bušenje i lijepljenje. Ako rad



predstavlja držač za olovke, osmislite dodatne mogućnosti. Prilažem neke od ideja.

*Jelena Klasan*

# Steganografija kroz povijest

Još od postanka svijeta, informacije i podaci su postojali i prenosili se. Način prijenosa se mijenjao, razvijao. Sam razvoj pratio je razvoj tehnologije, odnosno računalne tehnike. Kada bismo napravili grubu podjelu informacija i podataka, istaknuli bismo javne i tajne. Iz toga slijedi i njihov prijenos, javni i tajni, odnosno skriveni. Tajanstvenost skrivanja podataka postizala se šifriranjem teksta informacija. Danas se proučavaju svi načini šifriranja podataka, ali i dešifriranja. Time se bavi kriptografija. Osim pisanja podataka kroz šifre, informacije su se prenosile u čitljivom obliku, ali skrivene. I danas se skrivaju podaci, npr. za test iz nekog nastavnog predmeta. Disciplina koja se bavi analizom skrivanja informacija naziva se steganografija. Pojam steganografija potječe od grčkih riječi "steganos", što znači pokriven i "graphein" – pisati, u prijevodu bi bilo skriveno pisanje. Dujella i Maretić u svom su djelu pod nazivom *Kriptografija* istakli: "Steganografija je umjetnost i znanost nevidljive komunikacije". Različitim tehnikama skrivanja podataka smanjuje se mogućnost otkrivanja skrivene poruke što se postiže različitim steganografskim algoritmima, poput LSB (*Least Significant Bit*) i F5. Algoritme za detekciju skrivenih poruka rabi disciplina steganaliza. Ona je na neki način "produžena ruka" steganografije, odnosno nastavak. Sva tri navedena pojma usko su povezana i isprepleću se, pa je nekada teško razlučiti u koju disciplinu spada određeni problem. Zajedničko im je da su to mlade discipline, koje su tek u razvoju i timski se radi na naprjeđenju ovog dijela znanosti. Steganografija je znanost u razvitku, ali skrivanje podataka i informacija nije, te će se članak temeljiti na povijesnom razvoju skrivanja podataka do pojave računala.

Najstariji način skrivanja pisanih podataka tijekom njihovih prijenosa su skrovića mjesta. Čovjekova mašta i sposobnosti dolaze do izražaja. Neka od skrovićih mjesta na samom čovjeku su: dvostruki džepovi na odjeći, u petama obuće, višestruko dno obuće i slično. Podaci su se skrivali ne samo u zubima čovjeka, nego i u analnom otvoru, debelom crijevu. U nekim slučajevima su se poruke gutale, ali je postojala mogućnost da

želučana kiselina uništi poruku. Da se to ne bi događalo, poruke su se vezale za tanki konac i tako gutale, pa su u svakom trenutku bile dostupne povlačenjem konca skrivenog u usnoj šupljini. Osim samog čovjeka, tajna mjesta postojala su i u torbama, dvostruka dna torbi bila su odlična mjesta koja se nisu mogla odmah primijetiti. Trebalo je temeljito pretražiti, ako se sumnjalo na pojedinca. Piće se često prevozilo teretnim vozilima, pa su se dosjetili i ugradili dvostruka dna u drvenim bačavama za piće. I u drugim uporabnim predmetima se skrivalo. Niti igračke za djecu nisu bile izuzetci. Mnoge su lutke prenijele skrivene poruke u svojoj unutrašnjosti. Igračke za najmlađu populaciju, tzv. plišanči, i danas su idealna mjesta za prijenos podataka.

Postojali su i bolniji načini prijenosa podataka, urezivanje na tijelo čovjeka nositelja poruke. Obrijali bi mu glavu, urezali poruku i čekali da kosa naraste. Poslali bi glasnika i na određitu bi mu ponovo obrijali glavu da bi mogli pročitati poruku. Nedostatak ovakvog načina prenošenja poruka: dugotrajan proces dok kosa ne naraste i jednom urezana poruka ostaje uvijek urezana. Ovaj način komunikacije često se koristio u Grčko-perzijskim ratovima.



Slika 1. Brijanje glave i čitanje urezanog teksta

Vosak, kao kemijska tvar, često se koristio pri prenošenju skrivenih podataka. Nije bitno je li se koristio pčelinji vosak ili lanolin, vosak dobiven pranjem ovčje vune. Njegova fizikalna svojstva omogućila su široku primjenu u Kini. Vosak je pri 20°C u čvrstom stanju, dok se pri 40°C tali i prelazi u tekućinu. Navedene promjene agregatnih stanja Kinezi su iskoristili na dvojak način: izradili bi šuplje kuglice od voska i u njih umetnuli pisane poruke te kuglice zatvorili voskom.

Jednostavniji način bio je koristiti svilu kao podlogu za pisanje poruka. Poruka na svili uroni se u tekući vosak, oblikuje u kuglice i ostavi ohladiti. Ohlađena kuglica nosila se na vidljivom mjestu, kao modni dodatak. Nije privlačila pozornost, jer je bila sastavni dio odjevnog predmeta.

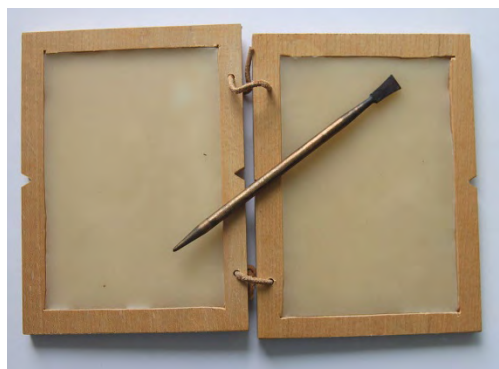


**Slika 2.** Primjer voštane kuglice tajnog sadržaja



**Slika 3.** Skrivanje kuglice odjećom

I stari Grci koristili su ovu kemijsku tvar, ali na drugi način. Proizvodili su voštane ploče za pisanje. Drvenu ploču određenih dimenzija prelili bi rastaljenim voskom, ohladili i ohlađenu ploču koristili za pisanje. Dosjetili su se: prvo bi na drvenoj ploči urezali poruku, a zatim je prelili voskom. Naizgled, voštana ploča je bila prazna i spremna za pisanje.



**Slika 4.** Prikaz voštane ploče

Osim voska, koristila se i druga smjesa kemijskih tvari, tinta. Ona je stanovnicima Kine bila poznata još u 3. st. pr. Krista. Dobivali su je miješanjem čađi, smole i vode. Glavni nedostatak ove tinte vidljiv je tekst koji se ispere vodom. Zato su pristupili izradi "tajne, nevidljive tinte". Sastojci su sljedeći: mlijeko određenih biljaka, ocat, limun, urin ili vino. Recepti su različiti, a način uporabe isti. Vidljivom tintom napiše se tekst koji ne privlači pozornost. Informacija koja se želi sakriti ispiše se tajnom tintom u praznom dijelu pisma, te stavi na sušenje. Nakon sušenja, taj dio informacija postaje nevidljiv. Takvo pismo predali bi glasniku. Primljeno pismo zagrijava se, dijelovi napisani nevidljivom tintom postaju tamni, a tekst vidljiv. Uporaba specijalne tinte koristila se i kod metode mikroteksta. Napisani

#### Popis preuzetih slika

- [1] *Slika 1 Brijanje glave i čitanje urezanog teksta*, dostupno na sljedećem linku: <https://xiaohuiliu.medium.com/steganography-and-its-applications-in-bitcoin-a7352ecc3b3b>, datum pristupanja 1.3.2024.
- [2] *Slika 2 Primjer voštane kuglice tajnog sadržaja*, dostupno na sljedećem linku: <https://eatock.com/2004/wax-ball/>, datum pristupanja: 5.3.2024.
- [3] *Slika 3 Skrivanje kuglice odjećom*, dostupno na sljedećem linku: <https://www.atlasobscura.com/articles/the-society-lady-who-brought-ancient-greek-fashion-to-18th-century-europe>, datum pristupanja: 7.3.2024.
- [4] *Slika 4 Prikaz voštane ploče*, dostupno na sljedećem linku: [https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Wax\\_tablets](https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Wax_tablets), datum pristupanja: 7.3.2024.

tekst smanjio bi se na veličinu točke i točka se zaljepila na slova i, j. Zamisao idealna, ali s nedostatkom. Kada se papir postavi pod određeni kut, točka u kojoj je poruka postaje vidljiva i tekst čitljiv. Na istom načelu rada zasniva se i metoda mikrofotografije, gdje se umjesto teksta skriva slika. Jedna od zanimljivijih metoda skrivanja kratkih poruka uporaba je specijalne tinte, koja se dobiva miješanjem kalijeva sulfata,

K2SO4, u octu. Pripremljenom smjesom ispiše se poruka na ljusci kuhanog jajeta i procesom difuzije poruka se "preseli" s ljuske na bjelanjak. Skrivena poruka može se otkriti tek kad se jaje oguli. Putovi skrivanja poruka različiti su i sve metode imaju nedostatke. Bez obzira na njih, potreba za slanjem tajnih informacija postojala je oduvijek i razvija se iz dana u dan.

Jelena Klasan i Kristijan Klasan

## Teleportacija ljudi? U ovom stoljeću samo virtualno

NOVE TEHNOLOGIJE

*Znanstvena fantastika nadahnula je mnoge današnje tehnologije. Ali ona kojoj bi mnogi od nas stvarno željeli pristup ostaje nedostižna: teleportacija.*

To je ono što ljudi u *Zvjezdanim stazama* rade, na primjer, dok se rutinski prebacuju na udaljena mjesta i s njih. Čini se da proces razgrađuje ljudska tijela na njihove sastavne atome, a zatim ih usmjerava na neko odredište gdje se ponovno savršeno sastavljaju.

Ta vrsta teleportacije je daleko, kažu znanstvenici. Barem sada, kaže Paul Weaver, "nema razloga vjerovati da bismo to mogli učiniti". Trebao bi nam prijemnik snopa na jednom mjestu koji bi "zatim mogao daljinski rekreirati tijelo na drugom mjestu". To je još uvijek znanstvena fantastika, kaže informatičar Weaver.

Međutim, ako teleportaciju definiramo kao "stići nekamo vrlo brzo", onda postoji nekoliko načina za to. Jedno je putovanje brže od svjetla (FTL – *Faster Than Light*). Kao Tardis Doctora Whoa, juriti kroz prostor i vrijeme, no to još nije postignuto, osim u nekim TV-serijama kao što je *The Ark*.

No, 3D-printer koji je dovoljno napredan mogao bi ispisati čovjeka na nekom udaljenom odredištu. Vjerojatno bismo se mogli teleportirati na taj način. Ipak, pravi bi izazov bio slanje "informacija" koje nas definiraju.

Od čega bi se sastojala ta informacija? Koliko bi podataka bilo potrebno za definiranje nekoga? Koja bi nam propusnost bila potrebna za bežični prijenos tih podataka?

Godine 2013. fizičari sa Sveučilišta u Leicesteru u Engleskoj pokušali su doći do nekih brojki. Izračunali su vrijeme, energiju i podatke potrebne za teleportaciju nekoga sa Zemlje u svemir.



Transporteri korišteni u *Zvjezdanim stazama* i drugim znanstveno-fantastičnim filmovima teleportirali su cijela tijela diljem svemira. U stvarnom svijetu to još nije moguće. Ali možemo teleportirati svoje slike za virtualne interakcije, na Zemlji i izvan ovog planeta.

Grandfailure/Istock/Getty Images Plus

Pri brzinama prijenosa podataka dostupnih prije 10 godina, otkrili su, trebalo bi najmanje 4,8 trilijuna godina, što je 350 puta duže od starosti svemira. Čak i uz današnje poboljšane brzine prijenosa podataka, takva vrsta teleportacije ostaje potpuno nerealna.

Međutim, druge vrste teleportacije prilično su stvarne. Na primjer, kvantna teleportacija demonstrirana je na subatomskej razini. Povezana je s fenomenom poznatim kao kvantna isprepletenost. To je nešto što je Albert Einstein opisao kao "jezivu akciju na daljinu". A za demonstraciju njegovog postojanja dva su fizičara dobila Nobelovu nagradu 2022.

U kvantnoj teleportaciji, dvije subatomske čestice smatraju se isprepletenima kada neki aspekti jedne od tih čestica ovise o aspektima druge – bez obzira na to koliko su međusobno udaljene ili što se nalazi između njih. Međutim,



Studenti Laure Shackelford iskopavaju ovo arheološko nalazište – virtualno. Oni koriste VR-slušalice u svojoj učionici kako bi posjetili virtualni prikaz stvarne špilje. Studenti uče postavljati ispitne jame, kopati za artefakte i tumačiti svoje nalaze. Cameron Merrill/Sveučilište Illinois

teleportirati cijelo ljudsko biće druga je stvar, i to ne samo zato što su tijela mnogo veća. Osnovna fizika također se dramatično mijenja. Dakle, to je isključeno za prijenos ljudi.

Druga vrsta, virtualna teleportacija, već je tu.

### **Islet teleportacijom**

Laura Shackelford radi na Sveučilištu Illinois u Urbana-Champaignu. Kao paleoantropolog, proučava drevne ljude. U sklopu svog rada podučava studente iskopanjima koja se odvijaju u nekoj terenskoj školi. Ali 2017. počela je dizajnirati nešto drugačije: virtualna iskopavanja.

Njezini učenici bivaju “transportirani” – virtualno – u špilju u nacionalnom parku. Navodno je privatna tvrtka ispod ovog nalazišta otkrila zalihe prirodnog plina. Sada želi tamo početi iskopavati plin *frackingom* (tehnika kojom se pumpa tekućina u Zemlju kako bi se prirodni plin i nafta poslali na površinu.)

Njihov prvi zadatak: Proučiti povijest mjesta iskopavanjem. Moraju saznati ima li mjesto neku povijesnu ili kulturnu važnost, što znači da ga treba ostaviti netaknutim.

Studenti rade upravo ono što bi radili u pravou terenskoj školi – uče tehnike iskopavanja i iskopavaju artefakte. Čak rade i laboratorijske analize.

Njihov cilj je povećati dostupnost terenskih lokacija jer škole na terenu obično su skupe. Također mogu biti prilično izazovne za osobe s tjelesnim invaliditetom. A ovaj virtualni program zaobilazi te probleme jer studenti stječu potrebna iskustva bez potrebe napuštanja učionice.

Iz te perspektive, Shackelford kaže: “Bilo je stvarno uspješno.” Do sada je program provela dva puta – 2019. i 2020. godine.

### **Uloga suradnje**

Arheologija je vrlo kolaborativna. Kako bi to naglasili, Shackelfordini studenti rade u parovima. Naizmjenično stavljaju slušalice za virtualnu stvarnost (VR) svog tima kako bi iskopavali. U drugim slučajevima djeluju kao osoba za podršku timu.

Partneri za podršku imaju niz zadataka. Jedan je spriječiti suigrače koji nose VR-slušalice od nalijetanja na predmete i druge kolege iz razreda koji iskopaju. “To je dijelom pitanje sigurnosti”, objašnjava Shackelford. “Imam sobu punu studenata, od kojih je polovica slijepa jer su u virtualnim slušalicama.”

Na pravom terenskom nalazištu, svaki bi par radio na drugom području iskopavanja, kaže Shackelford. Kako bi svojim studentima dodala taj osjećaj, svaki par radi na drugom dijelu virtualnog mjesta. Kasnije moraju podijeliti ono što su naučili kako bi protumačili prikupljene podatke.

“Ne mogu shvatiti za što se to mjesto koristi”, ističe ona, ako ne surađuju.

U ovom programu studenti će otkriti da se u špilji oko 1940-ih nalazila klinika za tuberkulozu (TBC). Tu su živjeli pacijenti dok su se liječili od bolesti.

U prvoj polovici XX. stoljeća tuberkuloza je bila znatan problem u Sjedinjenim Državama. U



# MALA ŠKOLA FOTOGRAFIJE

Piše: Borislav Božić, prof.

## CIJANOTIPIJA fotogram na dnevnom svjetlu

*Cijanotipija je jedna od skoro zaboravljenih tehnika koja zadnje desetljeće popnovno postaje popularna. Mnogi je rade i preporučuju kao vrlo atraktivnu poučnu igru u radu s učenicima, ali i svima koji imaju volju eksperimentirati i žele izrađivati vlastite slike. Ovu tehniku otkrio je 1842. godine engleski znanstvenik i astronom Sir John Herschel. Iako se ta tehnika uglavnom koristila za kopiranje tehničkih nacrti, sve je popularnija i u umjetničkim krugovima.*



U osnovi tehnika je jednostavna i spada u fotografsko područje rada zato što se koristi svjetloosjetljiva tvar kako bi se napravila slika. Dakle, komad papira premažemo određenom kemijskom supstancijom i kada se papir osuši, na njega stavljamo različite predmete koje pritisnemo komadom stakla i pustimo na dnevnom svjetlu da se ekspozicira. Nakon ekspoziciranja sliku isperemo u vodi, odnosno ispiremo područje koje je bilo prekriveno, tj. na koje svjetlost nije mogla

prodrijeti do papira ili je samo djelomično prodrla. Na ovaj način radi i fotogram na fotopapiru u laboratorijskim uvjetima i zato se cijanotipija još zove i fotogram na dnevnom svjetlu. Dobivena slika ima intenzivnu plavu, plavozelenu, tj. cijan boju pa se zbog toga cijeli postupak i zove cijanotipija. Krenimo korak po korak pripremiti se za pravljenje naše prve cijanotipije. Na početku uzimamo sav potrebni materijal. Trebaju nam dvije kemikalije: osam postotna otopina kali-

jevog željeznog cijanida i dvadeset postotna amonijevog željezo citrata. Obično ih označavamo s "kemikalija A" i "kemikalija B". Treba nam i široki kist ili spužvice za razmazivanje kemikalije po papiru te rukavice od lateksa kako ne bismo imali direktan kontakt s kemikalijom, papiri koji imaju veću moć upijanja tekućine kao što su akvarel papiri, staklo ili pleksiglas dimenzija papira kojim ćemo pritisnuti naše predmete na

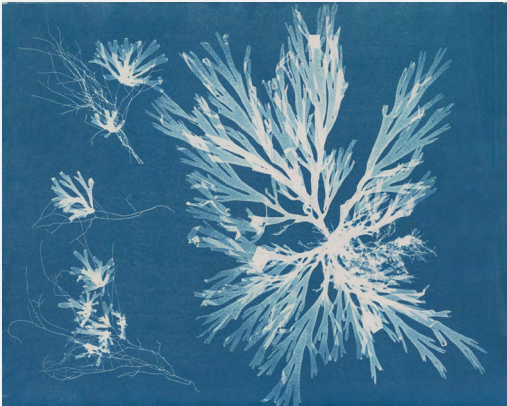


premazani papir, posuda u kojoj ćemo miješati A i B kemikaliju te plitka posuda ili tacna za ispiranje gotovih slika. Kada su se papiri koje smo premazali osušili, na njih slažemo različite predmete. Na slici lijevo od ovoga teksta vidljivo je da je premazani papir žućkastozelekanste boje. U ovom primjeru slagali smo paprati kojima možemo raditi različite kompozicije. Nakon što smo postavili

naše predmete na papir, sada preko tih složenih predmeta stavimo staklo i njegovim pritiskom što bolje priljubimo predmete uz papir i cijeli aranžman ostavimo na svjetlu. Koliko dugo ćemo držati predmete na danjem svjetlu



ovisi o nekoliko faktora, ali je presudan intezitet sunčeva svjetla tako da ekspozicija može trajati od nekoliko minuta do nekoliko desetaka minuta, i to utvrđujemo probama. Kada smo završili s ekspozicijom, sliku trebamo isprati što možemo raditi pod mlazom tekuće vode ili u tacni, ako u blizini nemamo tekuću vodu. U nekoliko promijenjenih voda sliku ćemo dovršiti. Postupkom ispiranja skidamo višak emulzije, tj. emulziju koju nije učvrstilo svjetlo. Emulzija se ispiru s onih dijelova koji su bili prekriveni elementima biljke, u ovom slučaju paprati. Ako pažljivije pogledamo sliku lijevo, vidjet ćemo da su na nekim mjestima vrhovi biljke u polutonovima. To znači da je dio svjetla prošao kroz biljku i učvrstio samo dio emulzije. Ovaj detalj nam otkriva mogućnost korištenja poluprozirnih elemenata i time će naša cijanotipija biti tonski bogatija i vizualno efektivnija.



*Kod pomicanja pojedinih elemenata moramo biti pažljivi jer neke dijelove moramo ostaviti na istom mjestu da bismo dobili čistu bjelinu. Donji nam primjer pokazuje čistu liniju; kao da gledamo kakav fini crtež tušem u negativu. Ovaj efekt ljepote crteža rezultat je tankih grančica same biljke.*

*Ova dva primjera (jedan iznad ovoga teksta i jedan desno) pokazatelji su različitih mogućnosti cijanotipije koje je napravila Anna Atkins. Gornji primjer prikazuje niz polutonova što doprinosi konačnoj ljepoti*

*slike. Ti se polutonovi postižu transparentnošću materijala kojim radimo – u ovom slučaju tankih listova ove biljke. Drugi način postizanja polutonova je blago pomicanje elemenata biljke na pola vremena ekspoziranja kao kod klasičnog višetonskog fotograma.*





## ANALIZA FOTOGRAFIJA

### Anna Atkins

1799. - 1871.

*Anna Atkins bila je neobična osoba. Bila je vrlo obrazovana, po struci botaničarka, ali je dala velik doprinos i kao fotografkinja. Povijest kaže da je ona prva žena fotograf. U svom radu spojila je svoju struku, tj. botaniku, i strast prema fotografiji, točnije cijanotipiji pomoću koje je izrađivala otiske svojih biljaka.*



Ova tehnika pomogala joj je u njezinu primarnom poslu botaničarke, tako da je izrađivala precizne otiske raznih biljaka i algi kako bi ih proučavala. Na svakom fotogramu, tj. cijanotipiji krasopisom je ispisivala latinske nazive biljaka i algi koje je tu snimala. Anna Atkins svoju je zbirku 1865. godine darovala Britanskom muzeju.

Rođena je u Tunbridgeu u uglednoj obitelji. Majka joj umire od posljedica komplikacija poroda tako da mala Anna odrasta s ocem Johnom Georgeom Childrenom, poznatim kemičarom, mineralogom i zoologom. Children je bio ugledan i bogat tako da je svojoj kćeri omogućio najviše akademsko obrazovanje, što je bio presedan u to vrijeme. Uglavnom su muškarci imali društvenu privilegiju na školovanje i na sve ostale društvene statuse, a žene ne. No, njen se otac izborio i kćeri pomogao ispuniti želju, te je tako ona postala obrazovana botaničarka. I Anin otac i muž bili su prijatelji Williama Henryja Foga Talbota, izumitelja niza fotografskih postupaka. Ona je od Talbota naučila tehniku fotograma, a nešto poslije je od Sir Johna Herschela naučila i proces cijanotipije, te od tada kreće njena nevjerojatna aktivnost.



# Komora

Dvoje astronauta stajalo je u komori, poput unutrašnjosti kugle promjera petnaestak metara, obložene poljem naprava kojima nisu znali svrhu. U sredini komore, nošena složenom mrežom rešetki, nalazila se druga kugla. Bila je poput ogledala, astronauti su u njoj izgledali iskrivljeni, groteskno izobličeni.

Jedna prilika u skafandru pogleda iza sebe, ulaz u komoru bio je otvoren.

“Nije mi jasno ...”, procijedi Nick.

“Što?”, Dora ga pogleda.

“Ne bismo izgledali ovoliko iskrivljeni da je kugla samo zrcalo. Nešto se tu događa.”

“A da mi jednostavno prikažimo brod i da ga odteglimo i pokupimo nagradu? A s ovim neka se igra netko drugi?” Dori se brod nije sviđao od trenutka kad su ga prvi put ugledali, navođeni radarom do beživotne olupine što je kružila oko plavičastog plinovitog diva.

“Znaš što ćemo dobiti ako ga samo predamo vlastima?”, Nick pogleda Doru. “Deset, možda dvadeset posto od onog što bi dobili da ga pokazemo nekom stvarno zainteresiranom.”

“A tko bi to bio?”

Nick zastane.

“Recimo da znam ljude koji znaju ljude.” Smatrao je da bi bilo bolje da ne ulazi u detalje. Ovo je bilo njegovo drugo putovanje s Dorom i, morao si je priznati, nije joj sasvim vjerovao. Posade spasilackih brodova koje si krenu zabiati noževe u leđa – nerijetko doslovno – čim se pojavi šansa za neke ozbiljne novce nisu bile ništa nečuveno. Posao je nesiguran, pravi zgoditci rijetkost, a prilika čini lopova, kako to lijepo kažu. I zato joj nije sasvim vjerovao.

Ovo se, pomisli Nick gledajući u zrcalnu kuglu, moglo lijepo unovčiti. Očito je brod bio ostatak neke drevne civilizacije, danas izgubljene. Bilo je to sasvim jasno čim su prišli olupini i osvijetlili trup i na njemu ispisane oznake. I bilo je jasno dok su dugim hodnikom polako napredovali kroz trup i spustili se dva nivoa, da bi konačno došli ovamo. A ni ova komora nije ličila ičemu što bi danas netko koristio.

“Što misliš, čije je ovo?”, upita Dora. Nick joj je osjetio nelagodu u glasu.



“Gle, svemir je milijardama godina star”, pogledao ju je. Samo da je ne uhvati panika. “Znamo barem za tri vala civilizacija, samo u ovom dijelu Galaksije. Neke su se civilizacije pobile, druge su jednostavno izumrle.”

“Dobro, idemo pričvrstit olupinu za tegljač.”

“Polako”, zaustavi je Nick.

“Što?” Dora je htjela izaći odavde, što prije.

“Moramo barem približno znati što je ovo. Što ću reći potencijalnom kupcu?”

\*\*\*

Tri standardna dana kasnije, Nick i dalje nije znao što bi rekao potencijalnom kupcu.

Kao što je bilo za očekivati, njihove baze podataka, prilično bogate, nisu znale prepoznati brod. Niti znakove na i u njemu. Prevoditeljski programi nisu uspijevali dešifrirati pismo. Za stare kulture nije baš bilo Rosettinog kamenja.

Premjeravali su brod. Laserski mjerači omogućili su im da naprave preciznu snimku izvana. Bio je red da premjere brod i iznutra. Od prostorijske do prostorije, hodnicima, prolazima, sve do komore s kuglom.

Dora je izašla iz male prostorije kojoj nije mogla dokučiti svrhu, unutrašnjosti isprepletene mrežom šipki. Nalazila se u bočnom hodniku. Mjeračem je odredila širinu, usmjerila ga je u tamu da izmjeri duljinu. Poslala je očitane dimenzije u računalo.

Upitala se gdje je Nick. Nije voljela biti sama u mraku nepoznatog broda, ali ispala bi smiješna da je inzistirala da se cijelo vrijeme drže zajedno.

Nešto s brodom nije bilo u redu. Osjećala je to, iako nije znala sama sebi objasniti što ju je tako uznemiravalo. Nick se činio mirnijim, usredotočen na to da izvuče što više može o brodu.

Zakoračila je niz hodnik, a onda –

Kao da joj je nešto protrčalo iza leđa, nevjerovatno brzo: smjesta se okrenula i suočila s tamom u kojoj se gubio snop iz svjetiljke na vrhu kacige. Stegnutog grla, zapitala se što je to bilo? Što je to moglo biti, što je preživjelo u toj drevnoj olupini, tko zna koliko staroj i čijoj i odkuda?

Posla je za svjetlom. Hodnik. Otvorena vrata odaja koje je već premjerila. Križanje s drugim hodnikom, desetak metara udaljeno.

Odjednom, nešto crno, crno poput bezdana, samo na trenutak obasjano svjetlom. Dovoljno dugo da Dora ne sumnja kako je nešto vidjela, a prekratko da bi mogla opisati što.

“Nick?”, prošaptala je u mikrofon.

“Što?” Veza nije bila baš najbolja.

“Nismo sami.”

“Što kažu –” Krčanje. “Što kažeš? Ponovi!”

“Nismo sami. Nešto je ovdje, hodnik 3, križanje 12.” Bacila je pogled na kartu iscrtanu na njenom viziru. Pucketanje. Tiho krčanje, kao da je Nicku trebalo da preradi informaciju koju mu je poslala.

“To ti se samo čini.” Poricanje.

“Ne čini mi se.” Stanka. Preduga.

“Nick?”

“Čuo sam te.” Opet stanica, razmišljanje. “Kreni prema mostu, vidimo se tamo.” Most je spajao dva broda.

“Primljeno”, Dora će s nekim olakšanjem. “Vidimo se.”

\*\*\*

Nisu se vidjeli. Dora je čekala, dok su se minute izmjenjivale na satu u kutu vizira. Pet minuta. Deset. Petnaest ...

“Nick?” Stanka, čekanje da se javi. Predugo. “Nick?” Što ga je zadržalo? Da li se što dogodilo?

Protrnula je, odjednom oplahnuta valom studeni. “Nick, gdje si?”

Da ga krene tražiti? Ali kuda? U tamu? Stajala je neodlučna. Po Nickovoj procjeni, kartografirali su možda dvadesetak posto broda. Dva nivoa, hodnike i prostorije, i naravno, komoru. Nivo na kojem je most označili su nultim. Nick je odlučio sići na nivo -2. Komora je bila na tom nivou.

Stajala je neodlučna. A onda shvati da zapravo ni nema nekog izbora. Pošla je prema njihovom brodu da uzme opremu. Svjetleće rakete i marke-re, pušku s gumenim metcima. (Bilo bi joj draže da je imala nešto konkretnije, ali vatreno oružje i trupovi pod pritiskom nisu baš išli zajedno: jedan promašaj, i imao si rupu i eksplozivnu dekompresiju.)

A onda se sve strese. Dora poleti na pod mosta. U zadnji trenutak je zgrabila sigurnosno užje. Most je plesao, da bi se onda otkinuo od njihovog broda. Dora se uspjela vratiti u olupinu. Preostalo joj je samo da gleda kako se njihov brod udaljava, možda da zauvijek ostane plutati oko plavog diva.

Nije imala vremena razmišljati što se dogodilo. Olupina se opet zatresla, ovaj put jače. Bacalo ju je na sve strane. Udarila je glavom u vizir, na trenutak joj se zatamnilo pred očima, izgubila je svijest.

Kad je opet otvorila oči, sat je pokazivao da je prošlo sedam minuta. Pokrenula je hitnu dijagnostiku skafandra. Sve je bilo zeleno. Ali znala je da to neće riješiti problem. Mora naći Nicka. Oboje su imali potisnike na leđima i, ako ne budu gubili vrijeme, još su imali šanse dokopati se svoga broda i zraka u njemu.

“Nick, kvragu!”, ona poviče u mikrofon. Odgovorila joj je tišina. Opsovala je, opet joj je jedini put bio pronaći Nicka, ali bez opreme koju je trebala.

\*\*\*

Silazak na nivo -2 prošao je, na Dorino olakšanje, bez daljnjih uzbuđenja. Oko nje vladala je tama. Snop svjetla padao je na gole stijene hodnika. Iako su izgledale poput metalnih, bojanih sivom, Dora i Nick su brzo bili shvatili da to nije bio metal, već neki polimer.

Tama ispuni Doru novom nelagodnom. A onda ona duboko udahne i zakorači u nju.

Nije napravila dvadeset koraka u nezgrapnom skafandru, kad je postala svjesna da nije sama. Hitro se okrenula, pokušavajući svjetlom otkriti

– Što zapravo? Zvijer? Nekog ili nešto zarobljeno u toj olupini kao što je i sama bila?

Okrenula se natrag i suočila s nečim crnim, ogromnim, udaljenim od nje ni pola metra. Ostala je bez daha, ukipljena, pod hladnim pogledom dva krupna crna oka, u kojima se odražavalo svjetlo s njene kacige.

Stvorenje je podsjećalo na isprepletenu hrpu nogu, oboružanih bodljama, poput trnja na granama neke polupustinjske biljke, što se njima štiti od gladnih usta.

Pomatrali su se tako nekoliko minuta, nepomični jedno pred drugim. A onda je stvorenje jednostavno pobjeglo. Nestalo bi bio bolji opis. Dora nije znala je li stvarno nestalo u prostoru, ili je bilo toliko brzo da se činilo kako je nestalo.

Stajala je u hodniku. A onda pozove: “Nick, gdje si?”

“U komori”, konačno je čula njegov glas.

“Sad sam ga vidjela, veliko, crno –”

“Znam”, prekine je Nick. “Okružen sam njima.”

“Zaboga, što se to događa?”

“Nešto neobično”, bio je njegov odgovor.

\*\*\*

Dora je do komore došla bez daljnjih problema. Vrata su bila otvorena. Vidjela je Nicka. I stvorenja. Skupila je svu hrabrost i ušla.

Velika kugla u sredini slabašno je svjetlila. Činilo se kako se vrti oko okomite osi, ali nije bila sasvim sigurna. Bodljikava stvorenja nisu obraćala pažnju na nju. Bilo ih je osam. Nick je bio okružen njima. Dora mu priđe.

“Nick?”

“Mislim da znam što je ovo. Ne znam kako radi, doduše.”

“Brod nam je –”

“Znam. Stresli su ga sa sebe kao kakvu muhu.”

“Moramo ići. Nemamo vremena.”

Nick je pogleda.

“Kako ćemo do našeg broda ako ode predaleko?”

“Nećemo”, mirno odvrati on.

Dora osjeti strah u sebi. Na trenutak poželi potrčati van iz komore, pa hodnikom do mosta i baciti se u svemir, pokušati potisnicima uhvatiti njihov brod i ukrcati se, pobjeći, što dalje s ove proklete olupine. Ali, ako je već prekasno, ako ne uspije ...

“Zaglavili smo ovdje”, slegne Nick ramenima. “Na ovom brodu.”

“Tko su oni?”, pokaže Dora na stvorenja oko njih.

“Mislim da su kao i mi. Spasitelji. Zaglavljeni kao i mi. Samo, znadu upravljati ovim pred nama.”

Kugla se sad vrtjela brže. Pojedine naprave oko njih počele su svjetliti u bljeskovima. Dora je osjećala kako joj brod pod stopalima vibrira, kao da će svakog trenu –

Odjednom, jarki bijeli bljesak ispuni komoru. Dora padne, zaslijepljena. Čvrsto je stegla oči, bjelina joj je ostala žariti ispod kapaka. Kad ih je konačno otvorila, kugla se bila zaustavila. Svjetla oko njih bila su prigušena. Stvorenja su pošla van iz komore.

“Što se dogodilo?”, upita Dora. Nick joj je pomogao da ustane.

“Mislim da smo napravili skok”, reče on.

“Skok?”

“Kroz prostor. Možda i kroz vrijeme.”

“A stvorenja?”

“Koliko sam ih razumio –”

“Razumio?”

“Ne pitaj kako. Trebalo im je vremena da poprave sustav. Bili su gotovi kad smo se mi ukrkali. Samo ni oni nisu bili sigurni kud će doskočiti. Ni kada.”

\*\*\*

Vratili su se na otkinuti most, oko koga su stajala stvorenja. Pogledali su van. Bili su u orbiti oko planeta, nešto većeg od Zemlje. Na tamnoj strani vidjele su se mreže svjetala. Gradovi. Veliki gradovi povezani svjetlećim nitima prometnica, a među njima tama. Šume, polja, pomisli Dora, možda i jezera.

Stvorenja kao da su izmjenjivala misli među sobom. Poneko bi se okrenulo prema Dori i Nicku, pogledalo ih. Ni oni nisu znali gdje će ih komora baciti. Ni kada.

U istoj smo kaši, pomisli Dora. Toliko je pitanja bilo na koja će morati zajedno naći odgovore. Nadala se da ih dolje ne čeka neka prijetnja. Nije znala ni je li brod uopće odavde, ili će stanovnicima planeta pod njima biti jednako stran i tuđ kao što je bio i njima.

Dora uzdahne. Ostali su bez broda, možda dobili novi. Bili su sami. Sumnjala je da će više biti sami. Kako god ih dočekali, bit će zanimljivo. Pogledala je Nicka.

Nekako je to ispuni smirenošću.

*Aleksandar Žiljak*



Učenici u ovoj virtualnoj terenskoj školi arheologije “iskopavaju” u špilji i rade laboratorijske testove – sve iz sigurnosti svoje učionice. Dok jedan učenik iskopava koristeći slušalice za virtualnu stvarnost, njegov partner obavlja zadatke podrške u stvarnom svijetu.

L. Shackelfort/Sveučilište Illinois

to je vrijeme jedan liječnik primijetio da pećine obično imaju čist, suh zrak. Taj je liječnik tvrdio da bi špilje, dakle, mogle biti dobra mjesta na kojima bi se oboljeli od TBC-a mogli oporaviti. Kao odgovor, neki su liječnici postavili klinike u raznim špiljama.

“Liječnici su poslije otkrili da je to bila užasna ideja”, kaže Shackelford. Pokazalo se da je to “upravo suprotno okruženje od onog koje biste željeli za oboljele od TBC-a.” Njezini studenti sada praktički otkrivaju dio te stvarne povijesti tuberkuloze. I mogu sudjelovati bez vremenskih ograničenja, troškova i drugih izazova putovanja i pristupa mjestima iskopavanja.

Shackelford se nada da će ove godine ponovno pokrenuti program. Također ga planira otvoriti i za druge izvan svojih predavanja. U međuvremenu, ona sa svojim kolegama radi na poboljšanju tečaja.

Na primjer, njezin tim želi učiniti program pristupačnim korisnicima invalidskih kolica. Također dodaju više specijaliziranih laboratorija. Jedan laboratorij uči kako obraditi biljne uzorke. Sada stvara jedan za proučavanje životinjskih

ostataka, a drugi će se usredotočiti na proučavanje drevnih uzoraka na temelju radioaktivnih izotopa u njima.

### Holoportiranje u svemir

Kakva korist od teleportacije – čak i virtualne – ako ne možete teleportirati ljude u svemir? Pa, već možete, na neki način. U listopadu 2021. NASA je teleportirala jednog od svojih medicinara, Josefa Schmida, na Međunarodnu svemirsku postaju. Ondje je liječnik napravio jednom astronautu virtualni pregled.

Svemirska agencija koristila je tehniku poznatu kao holoportacija (kombinacija holograma i teleportacije). I ovaj izraz odgovara: kombinira holografiju s proširenom stvarnošću (XR). Kako bi to učinila, NASA je koristila gotov hardver.

Slušalice su u sebi imale cijelo holografsko računalo unutra. Kamera sa senzorom kretanja koristila je napredne senzore za snimanje visokokvalitetnih 3D-“modela” tima koji će se “transportirati”. Ti su podaci potom komprimirani i uživo prenošeni u svemirsku postaju. Aplikacija pod nazivom HoloWizard, koju je dizajnirala softverska tvrtka AEXA, pokretala je sustav.

Schmid je NASA-in letački kirurg. Budući da je liječnik, brine se za astronaute i njihove obitelji. Ali za svog posjeta ISS-u nikada nije napustio Zemlju. NASA ga je projicirala gore kao 3D-hologram. To su također učinili za druge članove tima, kao što je šef AEXA-e, Fernando De La Peña Llaca. Astronauti su mogli vidjeti virtualne posjetitelje i komunicirati s njima u stvarnom vremenu.



Astronautkinja Kayla Barron provela je šest mjeseci na Međunarodnoj svemirskoj postaji, počevši od studenog 2021. Sa stanice je komunicirala s hologramom liječnika Josefa Schmida, koji je bio u NASA-inj kontrolni misije.

NASA





Letački kirurg Josef Schmid "rukuje se" s astronautom na Međunarodnoj svemirskoj postaji dok je on čvrsto na Zemlji, u NASA-inom centru za kontrolu misije u Houstonu, Texas. NASA

"Znali smo da smo povezani kada je član posade koji je nosio slušalice rekao: 'Opa!'", prisjeća se Schmid. "Lebdjeli smo ispred njega... kao da smo tamo."

Ali Schmid i ostali čvrsto su ostali u NASA-inom centru za kontrolu misije u Houstonu, Texas. Činilo se da dio svemirske postaje lebdi ispred svakog od njih. Bilo je to "kao da gledam u portal u ISS-u", prisjeća se Schmid.

Slike nisu bile savršene. Bilo je problema s pikselizacijom i ponekad je veza bila loša. No za Schmidu se to činilo kao pogled u budućnost.

Dok je bio u svemirskoj postaji, demonstrirao je pregled kranijalnih živaca. To je nešto što bi mogao izvesti s pacijentom u svojoj ordinaciji. Također je pokazao posadi kako napraviti pregled koljena. Zatim se virtualno rukovao s astronautom Thomasom Pesquetom. Ovo je bilo prvo rukovanje između Zemlje i svemira, ali malo je vjerojatno da će biti posljednje.

Sljedeći put, Schmid se nada da će NASA koristiti dvije kamere za snimanje pokreta. Na taj način ljudi na oba mjesta – na Zemlji i u svemiru – mogu biti "prisutni" u međusobnim prostorima kao hologrami. Također bi volio iskusiti okruženje virtualne stvarnosti u kojem "gledaš oko sebe – iza sebe, iznad sebe i ispod sebe – i nalaziš se u svemirskoj stanici." Veseli se takvim kućnim posjetima. Ili bi u ovom slučaju to možda bili "pozivi iz svemira"?

Jednog dana bi se holoportacija mogla koristiti za privatne medicinske i psihijatrijske posjete astronautima. To bi također moglo omogućiti NASA-i da ugosti uglednike na svemirskoj postaji. Schmid čak može zamisliti astronaute

kako večeraju sa svojim obiteljima – virtualno. "Stvarno", kaže, "nebo više nije granica."

### Onkraj teleportacije

XR nije nova tehnologija, kao ni holografija. Inženjeri samo pronalaze nove načine kako ih koristiti. XR za virtualnu teleportaciju zapravo postoji već neko vrijeme. Tijekom zatvaranja zbog pandemije 2020. i 2021., turistička industrija iskoristila je XR kako bi ponudila virtualne ture. Neke tvrtke sada ga koriste za posjete tvornicama, obilaske sportskih stadiona i drugo. Drugi rade na načinima koji bi omogućili ljudima da rade zajedno u impresivnom, virtualnom okruženju kao što su posjeti stranicama i sastanci.

Kao što je NASA pokazala, holoportacija ima veliki potencijal za 3D-telemedicinu. Svemirska agencija može čak zamisliti pravu izvanzemaljsku upotrebu kao što su buduće misije u duboki svemir.

I ovdje na Zemlji postoji mnogo potencijalnih upotreba. Ljudi bi se mogli holoportirati kako bi sigurno posjetili ekstremna okruženja kao što je Antarktika tijekom mjeseci hladnog mraka. Liječnici bi je također mogli koristiti za "posjete" pacijentima na naftnim platformama u moru ili u vojnim bazama na prvoj liniji sukoba.

Ali fizički teleportirati nekoga s jednog mjesta na drugo? "Koliko mi znamo", kaže Weaver, "trenutno ne postoji nikakva tehnologija koja se može koristiti za prijenos cijelog ljudskog bića."



Prošle je godine kanadski biznismen i astronaut Mark Pathy pomogao isprobati dvosmjernu holoportaciju na Međunarodnu svemirsku postaju. Evo kako je izgledao ljudima u NASA-inoj kontroli misije tijekom simuliranog medicinskog pregleda. NASA

## Ključne riječi

**Antarktik:** Kontinent većinom prekriven ledom, koji se nalazi u najjužnijem dijelu svijeta.

**Antropolog:** Društveni znanstvenik koji proučava čovječanstvo, često se fokusirajući na njegova društva i kulture.

**App:** Skraćenica za aplikaciju ili računalni program dizajniran za određeni zadatak.

**Arheologija:** Proučavanje ljudske povijesti i prapovijesti iskopavanjem nalazišta i analizom artefakata i drugih fizičkih ostataka. Ti ostaci mogu varirati od materijala za stanovanje i posuda za kuhanje do odjeće i otisaka stopala. Ljudi koji rade na ovom polju poznati su kao arheolozi.

**Astronaut:** Netko obučan za putovanje u svemir radi istraživanja.

**Atom:** Osnovna jedinica kemijskog elementa. Atomi se sastoje od guste jezgre koja sadrži pozitivno nabijene protone i nenabijene neutrone. Oko jezgre kruži oblak negativno nabijenih elektrona.

**Botanički:** Ima veze s područjem biologije koje se bavi biljkama. Znanstvenik u ovom području poznat je kao botaničar.

**Kranijalni živci:** Bilo koji od 12 pari živaca koji prolaze kroz otvore u lubanji do dijelova glave, vrata i torza. Ovi živci prenose podatke između mozga i nekoliko osjetljivih organa kao što su oči, nos, uši i jezik.

**Inženjer:** Osoba koja koristi znanost i matematiku za rješavanje problema. Kao glagol, projektirati znači dizajnirati uređaj, materijal ili proces



NASA-in letaćki kirurg Josef Schmid upućuje svemirski pozdrav poput Spocka "živi dugo i napreduj" 8. listopada 2021. Bio je to dio njegovog holoportiranog posjeta Međunarodnoj svemirskoj postaji, gdje je obavio medicinski pregled astronauta.

Astronaut Europske svemirske agencije Thomas Pesquet (CC BY-SA 3.0 IGO)



Scientists Found A Way To Make Teleportation Work

<https://www.youtube.com/watch?v=iJifrOC7HOM>

Ovaj video istražuje kako bi ideje o teleportaciji iz *Zvezdanih staza* mogle postati stvarnost, uključujući moguću ulogu kvantne teleportacije. Ali neće biti lako. Vjerojatno će proći najmanje jedno stoljeće prije nego što u trenutku budemo mogli prenositi tijela kroz svemir.

koji će riješiti neki problem ili nezadovoljenu potrebu.

**Isprepletenost:** Koncept u kvantnoj fizici koji smatra da subatomske čestice mogu biti povezane čak i ako nisu fizički blizu jedna drugoj. Kvantna isprepletenost može povezati svojstva stvari na velikim udaljenostima – čak i na suprotnim krajevima svemira.

**Iskapanje:** Mjesto gdje je netko sustavno uklanjao zemlju ili stijene kako bi otkrio zakopane vrijedne materijale, kao što su kosti ili artefakti.

**Proširena stvarnost (XR):** Pojam koji obuhvaća niz srodnih "imersivnih" tehnologija, kao što su proširena stvarnost (AR), virtualna stvarnost (VR) i mješovita stvarnost (MR). Svi su razvijeni za spajanje digitalnog i stvarnog svijeta na takav način da korisnici osjećaju da doista mogu iskusiti neko novo, projektirano okruženje – ono koje uistinu ne postoji (barem ne u istom prostoru u kojem korisnik živi).

**Izvanzemaljski: (ET)** Bilo što od ili iz regija izvan Zemlje.

**Fikcija:** Ideja ili priča koja je izmišljena, a ne prikaz stvarnih događaja.

**Sila:** Neki vanjski utjecaj koji može promijeniti kretanje objekta, držati objekte blizu jedan drugome ili proizvesti gibanje ili naprezanje u nepokretnom objektu.

**Frakiranje:** Kratica za hidrauličko frakturiranje. To je proces koji uključuje pumpanje tekućine pod visokim tlakom u podzemlje kako bi se razbile stijene, posebno za izdvajanje prirodnog

plina. Te se pukotine zatim drže otvorenima pije-  
skom koji je dodan tekućini za frakiranje.

**Holografija:** Proces najpoznatiji po tome što  
može proizvesti ono što izgleda kao 3D-slike  
poznate kao hologrami.

**Imerzivan:** (u računalstvu) Pridjev za iskustvo  
postajanja dijelom neke računalno generirane  
i stoga imaginarne okoline. Ovo iskustvo obi-  
čno se postiže nošenjem slušalica koje pružaju  
trodimenzionalne prikaze (ili gotovo 3D-slike)  
koje se mijenjaju kako se korisnik kreće. U mno-  
gim slučajevima, korisnik može odabrati avatara  
(način na koji izgleda u okruženju) i može privid-  
no hodati kroz okruženje. Često također može i  
komunicirati s okolinom kao da je stvarna.

**Međunarodna svemirska postaja:** Umjetni  
satelit koji kruži oko Zemlje. Vode je Sjedinjene  
Države i Rusija, a ova postaja ima istraživački  
laboratorij iz kojeg znanstvenici mogu provoditi  
pokusе u biologiji, fizici i astronomiji – i proma-  
trati Zemlju.

**Model:** Simulacija događaja iz stvarnog svijeta,  
obično pomoću računala, koja je razvijena za  
predviđanje jednog ili više vjerojatnih ishoda. Ili  
osoba koja treba pokazati kako bi nešto funkcioniralo  
ili izgledalo na drugima.

**NASA:** Kratica za Nacionalnu upravu za zrako-  
plovstvo i svemir. Osnovana 1958., ova američka  
agencija postala je vodeća u istraživanju sve-  
mira i poticanju javnog interesa za istraživanje  
svemira. Upravo su preko NASA-e Sjedinjene  
Države poslale ljude u orbitu i na Mjesec. NASA  
je također poslala istraživačku letjelicu da pro-

učava planete i druge nebeske objekte u našem  
Sunčevom sustavu.

**Prirodni plin:** Mješavina plinova koja se razvija  
pod zemljom tijekom milijuna godina, često u  
kombinaciji sa sirovom naftom. Većina prirodnog  
plina počinje kao 50 do 90 posto metana,  
zajedno s malim količinama težih ugljikovodika,  
poput propana i butana.

**Živac:** Dugo, osjetljivo vlakno koje prenosi  
signale kroz tijelo. Kralježnica sadrži mnogo  
živaca, od kojih neki kontroliraju kretanje, a neki  
prenose osjete poput vrućine, hladnoće ili boli.

**Pandemija:** Izbijanje bolesti koja pogađa veli-  
ki dio stanovništva u većem dijelu svijeta.

**Čestica:** Mala količina nečega.

**Fenomen:** Nešto što je iznenađujuće ili neo-  
bično.

**Fizičar:** Znanstvenik koji proučava prirodu i  
svojstva materije i energije.

**Pikselizacija:** Izraz za mutni dio neke raču-  
nalne grafičke slike gdje nema dovoljno piksela  
(elemenata slike) za jasan prikaz detalja kada je  
ta slika previše uvećana.

**Kvant:** Pojam koji se odnosi na najmanju koli-  
činu bilo čega, posebno energije ili subatomske  
mase.

**Kvantna isprepletenost:** Fizikalni fenomen  
koji se događa kada skupine čestica (obično  
parovi) međusobno djeluju na takav način da sve  
čestice imaju isto kvantno stanje.

**Znanstvena fantastika:** Područje književnih ili  
filmskih priča koje se odvijaju u pozadini fanta-  
zije, obično temeljene na nagađanjima o tome  
kako će znanost i inženjerstvo usmjeravati razvoj  
u dalekoj budućnosti. Zapleti u mnogima od ovih  
priča fokusirani su na svemirsku putovanja, pre-  
tjerane promjene koje se pripisuju evoluciji ili  
životu u (ili na) stranim svjetovima.

**Senzor:** Uređaj koji prikuplja informacije o  
fizičkim ili kemijskim uvjetima – kao što su tem-  
peratura, barometarski tlak, salinitet, vlažnost,  
pH, intenzitet svjetlosti ili zračenje – i pohranjuje  
ili emitira te informacije. Znanstvenici i inženjeri  
često se oslanjaju na senzore koji ih informiraju  
o uvjetima koji se mogu promijeniti tijekom  
vremena ili koji postoje daleko od mjesta gdje  
ih istraživač može izravno mjeriti.

**Softver:** matematičke upute koje upravljaju  
hardverom računala, uključujući njegov procesor,  
da izvrši određene operacije.



<https://www.youtube.com/watch?v=Hm0ZhNUIqIQ&t=74s>

Terenska škola VR archaeology čini terenska iskustva pristupačnijima  
i pomaže studentima da razviju znanstvene vještine u simuliranom  
okruženju.

Subatomski: Sve što je manje od atoma, što je najmanji djelić materije koji ima sva svojstva bilo kojeg kemijskog elementa poput vodika, željeza ili kalcija.

Teleportacija: Sposobnost trenutnog premještanja (transporta) materije s jednog mjesta na drugo. Ta materija ne mora putovati fizičkim prostorom da bi stigla do svog konačnog odredišta. Trenutno znanstvenici mogu izvesti ovaj podvig samo s informacijama o sićušnim česticama kao što su fotoni, u procesu koji se zove kvantna teleportacija.

Bilijun: Broj koji predstavlja milijun milijuna ili 1 000 000 000 000 nečega.

Tuberkuloza: Bakterijska bolest koja uzrokuje neobične izrasline u plućima ili drugim tkivima. Ako se ne liječi, može biti smrtonosna. Infekcija se obično širi kada bolesna osoba kašlje ili govori, pjeva ili kiše, izbacujući klice u zrak.

Svemir: Cijeli kozmos: Sve stvari koje postoje kroz prostor i vrijeme. Širi se od svog formiranja

tijekom događaja poznatog kao Veliki prasak, prije nekih 13,8 milijardi godina (plus-minus nekoliko stotina milijuna godina).

Virtualno: Biti gotovo kao nešto. Objekt ili koncept koji je virtualno stvaran bio bi gotovo istinit ili stvaran – ali ne sasvim. Izraz se često koristi za označavanje nečega što je modelirano (ili postiglo) računalo pomoću brojeva, a ne pomoću dijelova iz stvarnog svijeta. Stvari koje se izvode u ili digitalnom obradom i/ili internetom. Na primjer, virtualna konferencija može biti mjesto gdje su ljudi prisustvovali gledajući je preko interneta.

Virtualna stvarnost: Trodimenzionalna simulacija stvarnog svijeta koja izgleda vrlo realistično i omogućuje ljudima interakciju s njim. Kako bi to učinili, ljudi obično nose posebnu kacigu ili naočale sa senzorima.

Izvor: [www.snexplores.org](http://www.snexplores.org)

*Snježana Krčmar*

## ELEKTRONIKA

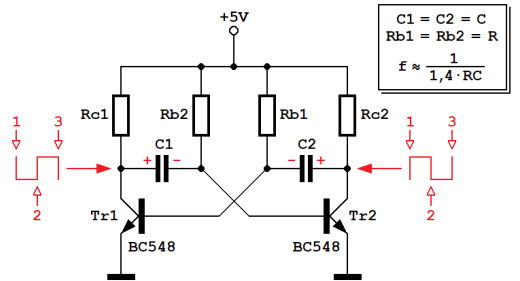
# Jednostavni elektronički sklopovi (4) — tranzistorski oscilatori

Oscilatori su elektronički sklopovi koji proizvode izmjenične napone različitih valnih oblika i u vrlo velikom frekvencijskom rasponu. Ovi, čije ćemo sheme analizirati, pogodni su za "oživljavanje" pasivne zujalice, ali će lako naći i koju drugu primjenu.

## Astabilni multivibrator

Na Slici 15 gore prikazan je sklop s dva tranzistora, poznat kao astabilni multivibrator. Sklop je simetričan, a bazni otpornici Rb1 i Rb2 projektirani su tako da tranzistore mogu dovesti u stanje jakog vođenja (tj. u zasićenje). Pretpostavimo na početku da su oba kondenzatora nabijena na napon od 4,3 V i da su polariteti napona na kondenzatorima kako je naznačeno na shemi.

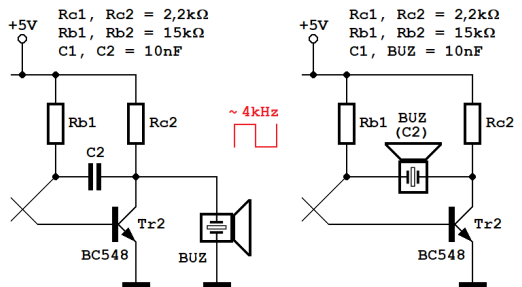
Pretpostavimo također da je tranzistor Tr1 u zasićenju, a da tranzistor Tr2 ne vodi. Zbog toga će kolektorski napon tranzistora Tr1 biti nizak (~0 V), dok će kolektorski napon Tr2 biti visok (~5 V), upravo kako prikazuju crveni dijagrami na Slici 15 (trenutak "1"). U ovakvim okolnostima kondenzator C2 nabit će se na napon od oko



$$C1 = C2 = C$$

$$Rb1 = Rb2 = R$$

$$f \approx \frac{1}{1,4 \cdot RC}$$



Slika 15. Astabilni multivibrator

4,3 V (5 V–0,7 V, koliko približno iznosi napon na baznom priključku Tr1). C1 je nabijen na isti napon, pa je napon na baznom priključku tranzistora Tr2 -4,3 V i taj tranzistor nije provodan: zbog toga je njegov kolektorski napon jednak naponu napajanja, kako smo maloprije i pretpostavili.

Međutim, kondenzator C1 praznit će se preko otpornika Rb2 pa će se i njegov negativni napon smanjivati, postati jednak nuli i zatim promijeniti polaritet: izvod koji je spojen na bazu tranzistora Tr2 postat će pozitivan i taj napon će i dalje rasti. Kada bazni napon tranzistora Tr2 naraste do 0,6 V, ovaj će tranzistor početi voditi struju: njegov će se kolektorski napon smanjiti, taj pad napona preko kondenzatora C2 prenijet će se na bazu tranzistora Tr1 i on će prestati voditi struju. Zbog toga će njegov kolektorski napon naglo poskočiti na 5 V, što će preko kondenzatora C1 dovesti tranzistor Tr2 u stanje zasićenja.

Stanja oba tranzistora gotovo su se trenutno promijenila, a sam trenutak promjene je na crvenim dijagramima obilježen oznakom "2". Ovo stanje zadržat će se dok se C2 ne izbije preko otpornika Rb2, nakon čega će se opet promijeniti (trenutak "3"). Proces se ponavlja dokle god je sklop spojen na napon napajanja, a trajanje pojedinog stanja određeno je vrijednostima C1 i Rb2, odnosno C2 i Rb1. Ako Rb1 = Rb2 i C1 = C2, oba stanja će trajati podjednako dugo, a frekvencija pravokutnog napona koji astabil generira može se približno odrediti formulom sa Slike 15.

Ovdje si možemo postaviti pitanje, što se događa u trenutku kada sklop spojimo na napon napajanja. Oba kondenzatora tada su prazna, napon na njima je 0 V, a oba tranzistora će preko svojih baznih otpornika dobiti dovoljnu struju da odu u zasićenje.

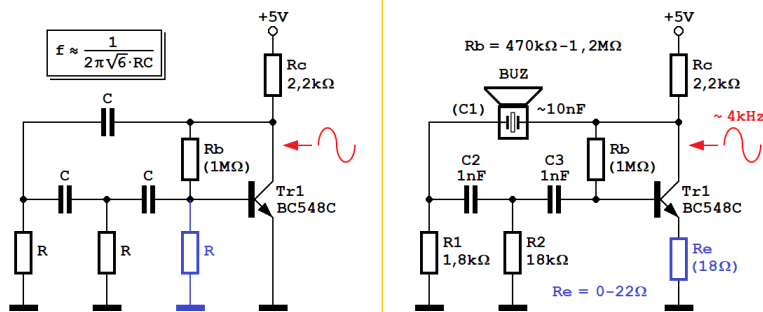
Kolektorski naponi past će na 0 V, a taj pad će se kao "negativni impuls" preko kondenzatora prenijeti na baze tranzistora i pokušati ih isključiti. Kada bi svi elementi bili točno istih karakteristika, to bi predstavljalo problem i astabil ne bi mogao prooscilirati.

Međutim, postoje razlike među elektroničkim komponentama: niti su dva otpornika od 15 kΩ identična, niti dva kondenzatora na kojima stoji oznaka 10 nF imaju upravo toliki kapacitet, a da ovdje ne spominjemo tranzistorske karakteristike, koje se još i najviše međusobno razlikuju. Sve navedeno će uzrokovati da jedan tranzistor provede makar i samo malo brže od drugoga, a to je dovoljna nestabilnost da bi se pokrenule oscilacije na opisani način.

Ako na astabilni multivibrator želimo spojiti pasivnu zujalicu (*buzzer*), poželjno je da s najmanjim utroškom energije postignemo što je moguće glasnije pištanje. Zujalice su najglasnije na svojoj rezonantnoj frekvenciji, koja je najčešće negdje oko 4 kHz; s vrijednostima komponenti kao na Slici 15 dolje, astabil će oscilirati blizu te ciljane frekvencije. Na slici su prikazane dvije mogućnosti spajanja zujalice na bistabil: između kolektora jednog od tranzistora i mase (lijevo) ili umjesto kondenzatora C1 ili C2 (desno). U ovom posljednjem primjeru iskoristili smo činjenicu da je kapacitet zujalice negdje oko 10 nF, upravo koliko nam je potrebno da bi astabil oscilirao na željenoj frekvenciji, pa je možemo aktivno uključiti u proces proizvodnje oscilacija.

## RC oscilator

Schema na Slici 16 prikazuje RC oscilator s bipolarnim tranzistorom. Naponsko pojačanje tranzistora Tr1 određeno je omjerom otpora njegovog kolektorskog otpornika i internog otpora emitorskog spoja, koji pak ovisi o emitorskoj struji tranzistora. Odaberemo li otpornik Rb tako da kolektorska i emitorska struja iznose oko 1 mA, naponsko pojačanje će biti između 60 i 70. Da bi tranzistor prooscilirao, potrebno je ostvari-



Slika 16. Tranzistorski RC oscilator

ti pozitivnu povratnu vezu, odnosno, potrebno je dio izlaznog signala (s kolektora) "u fazi" vratiti na ulaz, tj. na bazu. Kako sam tranzistor unosi fazni pomak od  $180^\circ$  (porast napona na bazi uzrokuje pad napona na kolektoru), povratna veza mora osigurati dodatni pomak od  $180^\circ$ . Tome služe tri RC filtra, čije vrijednosti treba odabrati tako da na željenoj frekvenciji svaki RC filter unosi fazni pomak od  $60^\circ$ . Tako će ukupni fazni pomak iznositi  $360^\circ$ , upravo koliko je potrebno da bi se izlazni signal vratio na ulaz "u fazi" i pobudio oscilacije. Još je potrebno voditi računa o gušenju u RC filtrima: ono mora biti manje od naponskog pojačanja tranzistora, inače od oscilacija neće biti ništa.

Ovdje moramo naglasiti kako "plavi" otpor iz trećeg RC filtra zapravo ne postoji kao fizički otpornik: čine ga ulazni otpor tranzistora i "preslikani" otpor  $R_b$ . Vrijednost ulaznog otpora tranzistora ovisi o njegovom strujnom pojačanju i njegovoj emitterskoj struji, a vrijednost otpornika  $R_b$  se prilikom "preslikavanja" dijeli faktorom naponskog pojačanja tranzistora... Puno je tu faktora koje možemo samo približno procijeniti, pa za projektiranje RC oscilatora nije dovoljno samo odrediti vrijednosti komponenti prema formuli sa Slike 16, nego je potrebno i dosta iskustva.

Dobro projektirani RC oscilator na kolektoru će proizvoditi izmjenični napon neizobličenog sinusnog valnog oblika i frekvencije, koja previše ne odstupa od zadane frekvencije. Shema na Slici 16 desno prikazuje jedno konkretno rješenje, u kojem smo zujalicu uključili u petlju povratne veze. Kapacitet zujalice je oko 10 nF i on, zajedno s otpornikom  $R_1$ , na ciljanoj frekvenciji čini potreban fazni pomak od oko  $60^\circ$ . Drugih  $60^\circ$  osigurava RC filter koji čine  $C_2$  i  $R_2$ , a trećih  $60^\circ$  kondenzator  $C_3$  s ulaznim otporom tranzistora u paraleli s "preslikanim" otpornikom  $R_b$ . Optimalna vrijednost otpornika  $R_b$  je u rasponu od 470 k $\Omega$  i 1,2 M $\Omega$  i ovisi o strujnom pojačanju tranzistora  $Tr_1$  (kod tranzistora BC548C, strujno pojačanje iznosi između 500 i 900). Najlakše ćemo ga odabrati mjereći istosmjerni napon na kolektoru tranzistora: poželjno je da taj napon bude blizu polovine napona napajanja, tj. oko

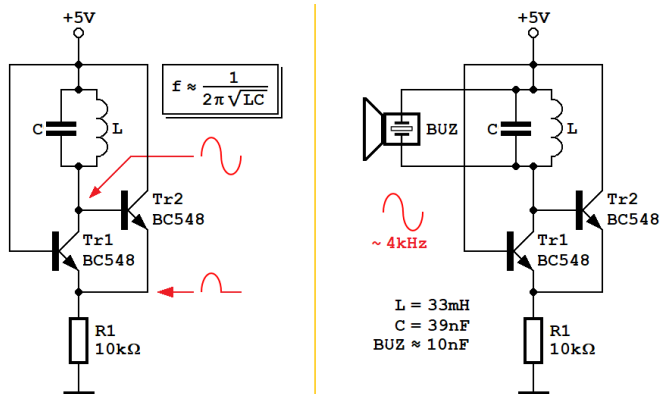
2,5 V. To je preduvjet za najveću amplitudu oscilacija i najglasnije pištanje iz zujalice. Jasno je, da će promjene vrijednosti otpornika  $R_b$  utjecati na manje promjene frekvencije, što nam u ovom primjeru nije jako bitno.

Na desnoj shemi sa Slike 16 primijetit ćete i "plavi" otpornik  $R_e$  u emitterskom krugu tranzistora  $Tr_1$ . On nije bitan za funkcioniranje sklopa, ali doprinosi "čišćem" valnom obliku signala koji RC oscilator prevodi. Naime, ako je pojačanje tranzistora preveliko u odnosu na gušenje u petlji povratne veze, sinusni valni oblik može biti više ili manje izobličen. Također, otpor internog emitterskog otpornika ovisi o trenutnoj emitterskoj struji, koja se mijenja u ritmu oscilacija i uzrokuje razlike u obliku pozitivne i negativne poluperiode sinusnog signala.

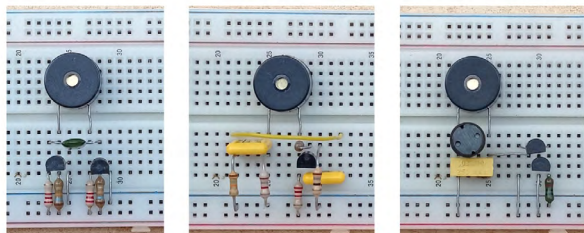
Otpornik  $R_e$  pozitivno djeluje na oba uzroka izobličenja: smanjuje ukupno pojačanje i "linearizira" ukupni otpor u emitterskom krugu tranzistora. Međutim, kada ga povećamo iznad neke vrijednosti, amplituda oscilacija počet će se smanjivati, a zatim će oscilacije potpuno nestati. Najlakše ga je odrediti promatranjem valnog oblika osciloskopom: optimalna vrijednost je ona kod koje je amplituda oscilacija još uvijek maksimalna. Bez osciloskopa odaberite onu vrijednost kod koje je pištanje još uvijek dovoljno glasno. Kako je namjena našeg oscilatora samo da dovoljno glasno pišti, izgled valnog oblika nije od presudne važnosti pa otpornik  $R_e$  možemo slobodno i izostaviti.

## LC oscilator

Shema na Slici 17 predstavlja oscilator čiju osnovu čini titrajni krug s kondenzatorom kapa-



Slika 17. Tranzistorski LC oscilator



Slika 18. Astabil, RC i LC oscilator

citeta  $C$  i zavojnicom induktiviteta  $L$ . U titrajnom se krugu nabijeni kondenzator postupno prazni preko zavojnice, čiji se induktivitet najprije opire porastu struje kroz zavojnicu, a zatim "ne dopušta" da struja prestane teći. Zbog toga će struja nastaviti teći i kad je kondenzator potpuno ispražnjen, i ponovo ga nabiti na početni iznos, uz obrnuti polaritet napona. Proces se ponavlja u suprotnom smjeru, a frekvencija titraja koji tako nastaju odgovara frekvenciji na kojoj je induktivni otpor zavojnice jednak kapacitivnom otporu kondenzatora - otuda potiče i formula za izračun frekvencije na slici.

Želimo li da titrajni krug trajno oscilira, potrebno je nadoknaditi gubitke koji nastaju u opisanom procesu. Za to su zadušeni tranzistori  $Tr1$  i  $Tr2$ :  $Tr1$  radi kao pojačalo, a preko  $Tr2$  je ostvarena pozitivna povratna veza, nužna za održanje oscilacija. Na zajedničkom emitemskom otporniku obaju tranzistora,  $R1$ , pojavljuju se kratkotrajni pozitivni impulsi, dok je na titrajnom krugu pravilni sinusni napon.

Iako se LC oscilatori najčešće koriste za generiranje signala visokih frekvencija, spretnim

izborom komponenti pokušat ćemo ga prilagoditi našim zahtjevima. Na desnoj strani Slike 17 prikazana je shema LC oscilatora koji oscilira na frekvenciji oko 4 kHz, idealnoj za pobudu pasivne zujalice. Ukupni kapacitet titrajnog kruga iznosi oko 49 nF, a čine ga kapacitet zujalice i kapacitet kondenzatora  $C$ . Da bi oscilator proscilirao na frekvenciji oko 4 kHz, potreban nam je još induktivitet od 33 mH. Takvi induktiviteti imaju prihvatljive dimenzije, a mogu se naći i u izvedbi koja je slična otpornicima snage 1 W. Mogli smo izostaviti kondenzator  $C$ , ali bi tada, za postizanje željene frekvencije od 4 kHz, bio potreban pet puta veći induktivitet. Za koju god se izvedbu odlučili, induktivitet treba biti kvalitetan, sa što manjim gubicima; u protivnom, amplituda oscilacija će se smanjiti ili će oscilacije potpuno izostati.

Oscilatori koje smo predstavili u ovom članku su klasični: prvi generira signal pravokutnog, a druga dva sinusnog valnog oblika. Astabilni multivibrator lakše ćemo dovesti u radno stanje od RC i LC oscilatora, čija je pak prednost u tome što generiraju signal prilično pravilnog sinusnog valnog oblika, ako nam je takav potreban.

U sljedećem broju časopisa predstaviti ćemo još nekoliko oscilatora, koji koriste integrirane krugove i "neobičan" tranzistor, UJT. Neki od tih oscilatora zaista su minimalistički, pa je zgodno upoznati način na koji rade. Do čitanja!

**Napomena:** Članak je izvorno objavljen u slovenskom časopisu *Svet elektronike*. Za objavljivanje u časopisu *ABC tehnike* prilagodio autor.

*Mr. sc. Vladimir Mitrović*



U novijim raspravama o odnosu ljudi prema robotizaciji proizvodnje, a i prema strojevima općenito, sve prisutnija su razmišljanja o neuravnoteženom davanju prednosti robotizaciji u odnosu na kiborgizaciju. Što je kiborgizacija i na koji način može utjecati na robotizaciju proizvodnje i općenitije na odnos čovjeka i strojeva?

Mnogobrojne studije, a i praktične primjene pokazale su prednosti robotizacije u industriji i različitim servisima. No unatoč kvantitativnim pokazateljima nadmoći robota u ponavljajućim i zamornim poslovima, čovjek još uvijek prednjači osjetljivim fizičkim vještinama i posebno po sposobnosti donošenja kreativnih zaključaka. Čovjek, za razliku od strojeva, svjesno misli o poslu koji radi.

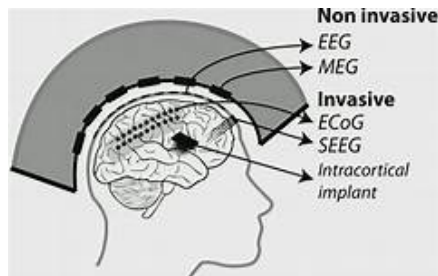
No da bi čovjek bio konkurentniji strojevima u konkretnim poslovima morao bi imati veću tjelesnu izdržljivost i povećane sposobnosti izravnog uključanja u sve prisutniji tehno-okoliš. Proširenje bioloških mogućnosti i organizma zbog njegova funkcionalnog uklapanja u tehnosferu (koju je stvorio čovjek) naziva se kiborgizacija. Izvodi se iz pojma kiborg (orig. engl. *cyborg*) povezanog s nastankom kibernetike. No od nje je mlađi jedno desetljeće. Kibernetika je izvorno znanost o "kontrolni i upravljanju kod životinja i strojeva". Tako ju je u naslovu svoje knjige iz 1948. opisao Norbert Wiener. U središtu kibernetičkog znanstvenog koncepta je vjera u istoznačnost ustroja organizama (ljudi) i stroje-

**DEFINICIJA I VRSTE KIBORGA.** Kiborg je organizam čije tijelo koristi mehaničke ili električne sklopove i uređaje koji proširuju njegove fizičke i umne sposobnosti u odnosu na normalan organizam. Pojam kiborg u pravilu se koristi za ljude, ali se primjenjuje i na druge organizme. Osim tehničkim uređajima proširenje mogućnosti organizma može se postići i njihovom biološkom modifikacijom. Tada se govori o biokiborzima.

va. Iz toga proizlazi da je moguće, pa i potrebno ostvariti sintezu čovjeka i stroja i tako proširiti ljudske mogućnosti.

Pojam kiborg stvorili su istraživači iz NASA-e, psihofarmakolog N. S. Kline i kibernetički matematičar M. Clynes. Oni su 1960. godine u znanstvenom radu o čovjekovu boravku u svemiru upotrijebili riječ "kiborg". On se nije odnosio na tehničke hibride strojeva i ljudi, kako ukazuje trenutna upotreba riječi, već je bio biološki i psihofizički poboljšan čovjek koji može preživjeti u nepovoljnim okruženjima. Bio je ono što se danas naziva biokiborg. U praksi je više korišten koncept tehničke kiborgizacije.

Prema načinu na koji su povezani s korisnikovim tijelom kiborgizacijski uređaji dijele se na vanjske tjelesne uređaje (engl. *wearable*, koji se nose; npr. proteze) i unutarnje tjelesne uređaje



**RAZVOJ KIBORGIZACIJE.** Pojam kiborg nastao je 1960. u NASA-i u okviru razmatranja načina prilagodbe čovjeka nepovoljnim uvjetima života. Izvorna zamisao kiborgizacije opisivala je promjene ljudi u biokiborge, ali su praktični problemi dali prednost tehničkoj kiborgizaciji. Svemirsko odijelo (slika lijevo) može se smatrati prvim nosivim tehno-kiborskim uređajem. Nezgrapni mehanički egzoskeleti za pojačanje tjelesnih sila (slika u sredini) iz 1970. razvijeni su na kibernetičkom konceptu povratne sprege. Radikalna kiborgizacija započela je 90-ih godina XX. st. kroz pokuse s potkožnim čipovima koji su omogućavali vezu čovjeka s tehničkim okruženjem. Razdoblje implantata doživljava svoj vrhunac s razvojem MOZAK-STROJ SUČELJA (od engl. BMI – *Brain Machine Interface*) kojim se iščitavaju signali moždanih neurona i računalnom obradom prepoznaju uzorci upotrebljivi za stvaranje bežičnih naredbi za upravljanje uređajima i strojevima. Senzori za čitanje moždanih struja mogu biti neinvazivni i invazivni (slika desno).





**PROŠIRIVANJE FIZIČKIH SPOSOBNOSTI.** Lokalni egzoskeleti povećavaju snagu dvaju tjelesnih područja: nosivost ruku za 30 kg pri pokretu podizanja donjeg dijela leđa, dok istovremeno pomažu pri hodanju (slika lijevo). Radni egzoskeleti lagane su konstrukcije od ugljičnih vlakana, koriste baterije, otporni su na prašinu i vodu po IP54 standardu pa se s njima može raditi i po kiši. U kojim smjerovima bi se mogao kretati razvoj lokalnih radnih egzoskeleta pokazuje primjer Paexo Thumb (slika u sredini) zaštite palca koja povećava učinkovitost monotonih i zamarajućih zadataka čestog pritiskanja gumba ili pri radu sa škarama. Štiti vrh palca i snižava za 70% naprezanja u zglobovima palca i naprezanja usmjerava na cijelu ruku. Jedan egzotičan projekt proširenja mogućnosti ljudskih ruku je dodavanje drugog mehaničkog palca (slika desno). Omogućuje, između ostalog, i sasvim poseban doživljaj sviranja instrumenata sa šest prstiju.

(engl. *insadeable*, koji su unutar tijela; implanta-ti). Vanjski tjelesni uređaji, primjenjivi u industrijskoj proizvodnji i radu sa strojevima, različiti su i sve brojniji. Već danas su u industriji raširene različite vrste egzoskeleta (koji nisu medicinske proteze) za povećavanje i proširenje fizičkih mogućnosti nogu, ruku, cijelog tijela, vida i sl.

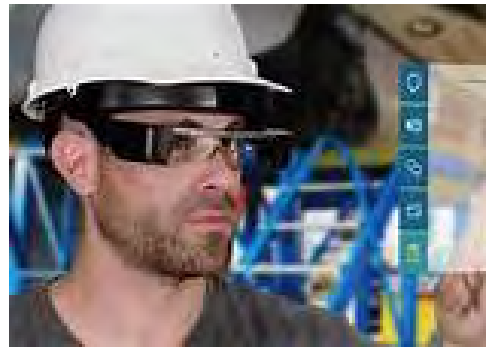
Povijesno najstariji vanjski nosivi uređaji bili su egzoskeleti. Prvi glomazni hidraulični mehanizmi načinjeni su 70-ih godina XX. st. Potreba za lakim industrijskim egzoskeletima pojavila se zbog sve većih opterećenja radnika u zamornim visoko serijskim proizvodnjama poput automobilske koje unatoč robotizaciji imaju potrebu za ljudskim radom u završnim montažama.

Procjenjuje se da bi do 2030. industrija proizvodnje egzoskeleta mogla biti veća od 37 milijardi američkih dolara. Njihov razvoj vodi prema porastu specifične snage koju mogu razviti, ali i proširenju funkcionalnih mogućnosti. Područje upotrebe je logistika po industrijskim skladištima i na poslovima podizanja teških tereta u najrazličitijim vrstama proizvodnje poput građevinarstva ili poljoprivredne industrije. Vrlo su korisni za dugog čučanja ili stajanja u sagnutom položaju za vrijeme montažnih poslova. Cijena egzoskeleta je oko 5000 USD.

Primjer proširivanja ljudskih sposobnosti su i dodavanje pasivnih ili aktivnih dijelova tijela.

Primjer je 3D-prošireni palac. Uređaj je spojen na dva motora pričvršćena na zapešću i bateriju s mikrokontrolerom na nadlaktici koji su bežično povezani s mikrokontrolerima montiranim na cipele nositelja. Povezani su sa senzorima tlaka ispod nožnih prstiju. Ovi sustavi omogućuju pomoćnom palcu kretanje i rad na temelju korisničke kontrole nožnim prstima. U Industriji 4.0 kibernetički nosivi uređaji poput pametnih naočala omogućavaju pristup proširenoj stvarnosti i internetu stvari.

Pametne naočale zamišljene su kao proizvod koji će osigurati dotad nedoživljenu prisutnost na internetu pri surfanju ili virtualnoj kupovini. Zamisao nije uspjela i zbog modnih razloga koji su za naočale važni. Prve pametne naočale pojavile su se na tržištu 2013. godine. Predstavljene su kao konzumeristički (potrošački) uređaji za zabavu i olakšan rad mobitelom. Nakon Google AR Asistenta (skraćenica AR dolazi od engl. *Augmented Reality*, proširena stvarnost) pojavili su se i modeli Microsofta i Amazona. Google Glass počele su se 2017. koristiti u poduzetništvu. Danas je uočljiv trend eksponencijalnog rasta korištenja pametnih naočala u logistici, proizvodnji, medicini i vojsci. Predviđa se da će npr. do 2025. godine više od 14 milijuna američkih radnika koristiti pametne naočale. Industrijske pametne naočale imale su drugačije



**PAMETNE NAOČALE U INDUSTRIJI.** Pametne naočale s integriranom proširenom stvarnosti otvaraju nove mogućnosti u proizvodnim procesima poput povećane produktivnosti i učinkovitosti ili poboljšane kvalitete izvedbe poslova. Kod održavanja osiguravaju vizualnu daljinsku asistenciju eksperata koji s operaterima na terenu prolaze kroz paralelne vizualne procedure analize stanja u stvarnosti (slika desno). Riječ je o naprednim dinamičkim vizualnim priručnicima za rad i održavanje (slika u sredini). Na sličan način moguće je izvoditi i obuku različitih razina. Očekuje se da će “head-setovi” za proširenu stvarnost učiniti radnike učinkovitijima bilježenjem njihovih okruženja, vizualizacijom njihovih sljedećih zadataka (slika lijevo) i usmjeravanjem u izvršavanju tih zadataka. Još veću perspektivu nudi mogućnost da radnik proširi stvarnost na način “... vizualiziranja zadatka sastavljanja, automatskim označavanjem alata u okruženju i pomaganjem radniku da pronađe dijelove koji su mu potrebni”.

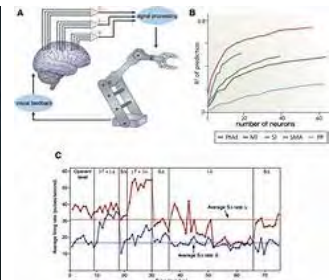
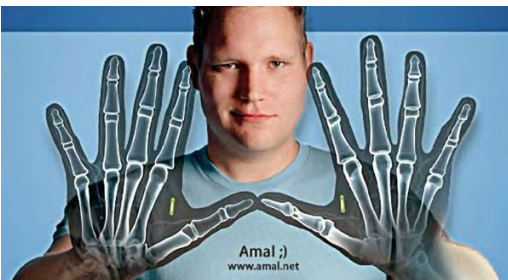
zahtjeve od potrošačkih. Trebaju biti mehanički izdržljive pri radu u opasnim prilikama rada sa strojevima, otporne na prašinu i vodu, funkcionalno usklađene sa zaštitnim kacigama. Trebaju pouzdano raditi bez smetnji i prekida jer to može prouzročiti materijalne štete.

Posebno su zanimljive mogućnosti vizualizacije i pregledavanje iskustava iz arhiva. Kod inspekcija i revizije vizualni se podaci prevode u dokumente, fotografije i videozapise uz suglasnost udaljenih stručnjaka i uz korištenje glasa. Tako se skraćuju ukupna razdoblja revizije.

Jedan od najnovijih uređaja za generiranje proširene stvarnosti, Microsoft HoloLens omogu-

**ČIPIRANJE NA POSLU.** Ozbiljnije društvene posljedice čipiranja najavljene su još 2014. godine kada su tri tvrtke iz različitih država predložile svojim zaposlenicima čipiranje kao poslovnu prednost. To je proces o kojemu danas nema detaljnijih podataka.

ćuje zapažanje oku nevidljivih identifikacijskih oznaka (RF ID) koje su obično izvan spektra svjetlosti vidljivih ljudskom oku. Sustav slušalice proširene stvarnosti ima radiofrekvencijske (RF) senzore koji omogućuju operateru da “vidi” označene objekte. Uređaj koristi inovativne algoritme, mogućnosti prolaska zračenja kroz materijale te



**OD POTKOŽNOG ČIPIRANJA DO MOŽDANIH IMPLANTATA:** Usadivanje čipova, od pokusa iz 1998., proširilo se pa je čipiranje ljudi i organizama danas uobičajeno. Cijena osobnog čipa je pedesetak eura pa i pojedinci, poput Amala Graafstra (slika lijevo) koji je čipove za radiofrekvencijsku identifikaciju usadio u oba dlana da bi mogao daljinski pokrenuti motocikl, otvoriti vrata i sl., izvode osobne pokuse. Moždani implantati kao neophodni senzori za razvoj MEDUSKLOPA MOZAK-STROJ kojim je moguće bežično zadavati naredbe stroju na temelju prepoznavanja uzoraka živčanih aktivnosti (slika desno) razvili su se iz desetljećnih medicinskih snimanja moždanih aktivnosti izvanjskim sensorima (slika u sredini).



**SUČELJE MOZAK–STROJ (MSS) I UPRAVLJANJE ROBOTIMA.** Prema studiji iz 2020. mobilni roboti s kontrolom mozga u uređajima za tele-prisutnost (slika desno) najčešći su istraživački projekti opisani u oko 40% radova. Slijede motorna invalidska kolica (22%), robotske ruke (20%) (slika lijevo), egzoskeleti donjih i gornjih ekstremiteta (9% i 7,0%) i kvadrokopteri (3,5%) (slika u sredini). Navedene robotske uređaje korisnici su kontrolirali različitim MSS-ovima. Polovina istraživanja načinjena je na temelju ispitivanja MSS-a s izvanjskom stimulacijom, dok su u 47% istraživanja korištene samostalne mentalne motoričke slike za upravljanje robotskim uređajem.

određivanje položaja nevidljivih objekata koji su npr. u zatvorenoj ladici. Takav uređaj povećava učinkovitost ljudi u proizvodnji, skladištenju, logistici i maloprodaji.

Nova faza kiborgizacije započela je 1998. godine pojavom nemedicinskih unutarnjih tjelesnih nosivih uređaja (engl. *Insideable*, uređaji nosivi unutar tijela) poznatijih kao implantati ili potkožni čipovi. Englezu K. Warwicku u ruku je operacijski umetnut elektronički dva centimetra dugačak implantat za radiofrekvencijsku identifikaciju (RF ID). Warwick se javno predstavljao kiborgom koji beskontaktno otvara vrata, pali i gasi uređaje oko sebe i bežično komunicira s čipiranom suprugom. Povezivao je vlastite živce s elektroničkim sklopom i upravljao preko interneta robotskom rukom.

Mozak proizvodi električne signale u moždanim stanicama, neuronima. Te signale više od pola stoljeća očitavaju elektroencefalograf (EEG) i elektromiogrami (EMG). EEG interpretira moždane električne signale, dok EMG tumači signale u mišićima. Očitana stanja mozga uspoređuju se s "normalnom" moždanom aktivnošću da bi se prepoznali određeni obrasci aktivnosti mozga. Ti obrasci koristili su se za stvaranje MSS-a, ali uz pomoć glomaznih računala. Sa smanjenjem računala (posebice računala u mobilitelima) algoritmi strojnog učenja na temelju uzoraka stvorenih u kontroliranim uvjetima eksperimenata mogu očitati i prepoznavati određena emocionalna i misaona stanja. Moždana se aktivnost zatim prati i analizira u stvarnom

vremenu kako bi se odredila specifična mentalna stanja ili radnje i potom upotrijebila kao bežični signal za upravljanje strojem.

Međusklopovi mozak-stroj (MSM), slično kao i drugi kiborški uređaji, s obzirom na smještaj elektroda za očitavanje moždanih struja, mogu biti invazivni ili neinvazivni. Neinvazivni ili nosivi MSM-ovi s mnoštvom izvanjskih elektroda stavljaju se na glave poput kacige. Nedostatak im je u tome što kosti lubanje prigušuju signale pa se zabilježeni podaci lošije obrađuju. Invazivni MSM zahtijeva rizičnu operaciju i obično uključuje postavljanje elektroda izravno ispod vlašišta ili dublje u mozak kako bi se preciznije očitavali moždani signali. Zdravstveno su rizični zbog potrebne operacije ugradnje i naknadne kalcifikacije elektroda.

Robotizacija i kiborgizacija danas su komplementarni (nadopunjavajući) procesi prožimanja biološke i tehnološke sfere čiji cilj je daljnje proširenje digitalizacije na sva područja života posebice proizvodnje. Istraživačko razvojna postignuća u području proširivanja čovjekovih fizičkih i umnih sposobnosti pružaju argumente za pretpostavke o tome da čovjek i nije tako bespomoćan u utrci, kako s industrijskim tako i sa servisnim robotima.

Kiborgizacija ima i mnoge prednosti u odnosu na robotizaciju. Stoga je u raspravama o budućnosti proizvodnje i društva u cjelini koje su trenutno usredotočena na robotizaciju potrebna uravnoteženija vizija koja uključuje i kiborgizaciju.

*Igor Ratković*



Gospođa Marija Igaly 1986. godine je primljena u međunarodnu udrugu profesionalnih likovnih umjetnika (IAA AIAP UNESCO).

Na godišnjoj smotri likovnih ostvarenja “Grupe 69” 1987. godine od stručnog žirija, Josipa Depola i Vasilija Jordana, prima priznanje “Zlatni kist”.

Godine 1999. registrirala je i zaštitila postupak povećanja svojih minijatura “toMAgo”, za koji na 27. Međunarodnoj izložbi inovacija u Ženevi dobiva srebrnu medalju i diplomu, a na 48. Svjetskom salonu inovacija, otkrića i novih tehnologija u Bruxellesu EUREKA '99 brončanu medalju i diplomu.

U petak, 1.12.2023. gospođa Marija Igaly održala je radionicu posvećenu izradi “latica cvijeća” u prostoru Udruge umirovljenika HRT-a u Biankinijevoj ulici u Zagrebu, uz veliko oduševljenje polaznica koje su se prvi put susrele s tom umjetnošću i izradom “slika” od latica suhog cvijeća. Radionica je bila dobro posjećena, žene su marljivo radile i veselile se konačnom proizvodu, izrađenom vlastitim rukama i maštom. Latice suhog cvijeća gospođa Marija priprema za svaku radionicu posebno, uz pincete, staklene okvire i

kopče. A svoju gotovu “sliku” sudionice radionice nose sa sobom kući, da se mogu pohvaliti ukućanima i za svoje zadovoljstvo.

Svoje umijeće i nove kreacije gospođa Igaly nesebično predaje drugima, kako bi i oni uživali u svojoj umjetnosti i kreaciji koju su toga dana ostvarili. Kao profesor defektologije – pedagog, radila je u Centru za odgoj i obrazovanje “Slava Raškaj” gdje je uživala u radu s djecom s posebnim potrebama i djecom oštećenog sluha. Svoje znanje i sada, u mirovini, s velikim žarom i iskustvom prenosi drugima uz veliko zadovoljstvo i ljubav. Sada na radionice dolaze odrasli, najviše žene, željni upoznavanja s novim kreativnim mogućnostima koje uz njihovu maštu, kreativnost i slobodu razmišljanja dovode do konačnog lijepog rezultata.

Gospođa Marija Igaly već 20 godina održava radionice u Zagrebu i po cijeloj Hrvatskoj, koje su najčešće popraćene izložbama njezinih najljepših snimljenih radova. Tako je održala oko 90 radionica i isto toliko samostalnih izložbi.

Tekst i fotografije: *Snežana Požar*