

2022

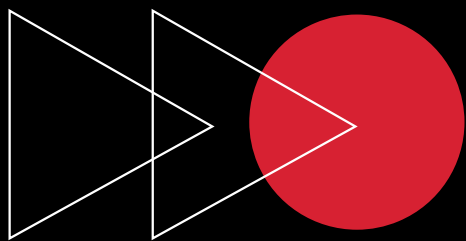
# ALTERNATOR

Misliti znanost.

---

[www.alternator.science](http://www.alternator.science)

---



# Uvodnik

Draga bralka, dragi bralec,

V rokah držite prav posebno – tiskano – izdajo *Alternatorja*, strokovne spletne revije za znanost in o znanosti. *Alternator*, ki ima sicer svoje mesto v digitalnem okolju, je prvi slovenski spletni portal, ki ga na dostopen in strokoven način ustvarjajo raziskovalke ter raziskovalci različnih znanstvenih področij, s tem pa se skušajo sami približati širši javnosti.

Spletna revija je vzniknila februarja 2020 – torej ravno v času, ko se je z namenom zajezitve širjenja koronavirusne bolezni družabno življenje začelo seliti na splet. Čeprav se zdi, da se je svet tedaj ustavil, pa raziskovalni rezultati kažejo ravno nasprotno: raznolikost in količina znanstvenih vsebin, ki se je v teh letih nabrala na našem spletnem mestu, pričata o tem, da so spremembe edina stalnica v našem življenju. In ravno te spremembe vedno znova omogoča prav znanost.

Resnični izziv ni v tem, da bi se izognili kaosu, temveč da bi v njem našli red. V svetu hitrih sprememb se zato za trenutek ustavimo in preberimo, kar imamo pred sabo: kvalitetne znanstvene vsebine, ki komunicirajo znanost na način, nujen slehernemu človeku: s ponovno vzpostavitvijo kritičnega mišljenja in samorefleksije. Brati pomeni misliti in razumeti, brati pomeni delovati.

Uredništvo *Alternatorja* vam želi, da bi z veseljem in zanimanjem prebirali znanstvene zgodbe, sploh tiste o boljšem jutri. Zato vam v roke polagamo tole revijo – revijo, ki ji za njeno preživetje niso nujne le objave, temveč predvsem vzpostavitev celovite znanstvene skupnosti. Upamo, da vam bo izbor člankov, ki jih najdete v reviji pred vami, omogočil razumevanje kompleksnih pojavov ter vas napolnil z novimi dognanji.

Uredništvo *Alternatorja*

Kozma Ahačič

Inštitut za slovenski jezik  
Frana Ramovša ZRC SAZU

Špela Vintar

Oddelek za prevajalstvo, Filozofska fakulteta,  
Univerza v Ljubljani

Marijan Dovič

Inštitut za slovensko literaturo in  
literarne vede ZRC SAZU

Matjaž Ličer

Agencija RS za okolje; Morska biološka postaja  
Nacionalnega inštituta za biologijo

Lojze Žust

Laboratorij za umetne vizualne spoznavne sisteme,  
Fakulteta za računalništvo in informatiko, Univerza  
v Ljubljani

Matej Kristan

Laboratorij za umetne vizualne spoznavne sisteme,  
Fakulteta za računalništvo in informatiko,  
Univerza v Ljubljani

Natalija Majsova

Oddelek in katedra za kulturologijo, Fakulteta za  
družbene vede, Univerza v Ljubljani

Tom Turk

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta,  
Univerza v Ljubljani

Miha Hafner

Katedra za kazensko pravo, Pravna fakulteta,  
Univerza v Ljubljani

Arne Praznik

Odsek za sintezno biologijo in imunologijo,  
Kemijski inštitut

Matej Huš

Odsek za katalizo in reakcijsko inženirstvo,  
Kemijski inštitut

Marko Kovač

Center za energetska učinkovitost,  
Inštitut "Jožef Stefan"

Simona Gomboc

Oddelek za psihologijo, Fakulteta za matematiko,  
naravoslovje in informacijske tehnologije,  
Univerza na Primorskem

Franci Lazarini

Oddelek za umetnostno zgodovino, Filozofska fakulteta,  
Univerza v Mariboru; Umetnostnozgodovinski inštitut  
Franceta Steleta ZRC SAZU

Barbara Breznik

Oddelek za genetsko toksikologijo in biologijo raka,  
Nacionalni inštitut za biologijo

Paul Freedman

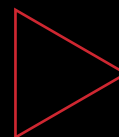
Oddelek za zgodovino,  
Univerza Yale

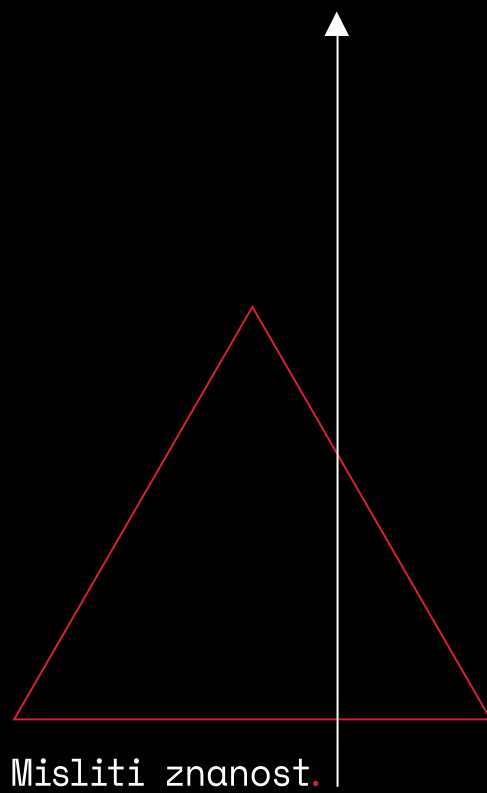
Miha Nemevšek

Odsek za teoretično fiziko,  
Inštitut "Jožef Stefan"

Alenka Zupančič

Filozofski inštitut ZRC SAZU





Misliti znanost.

# Kazalo

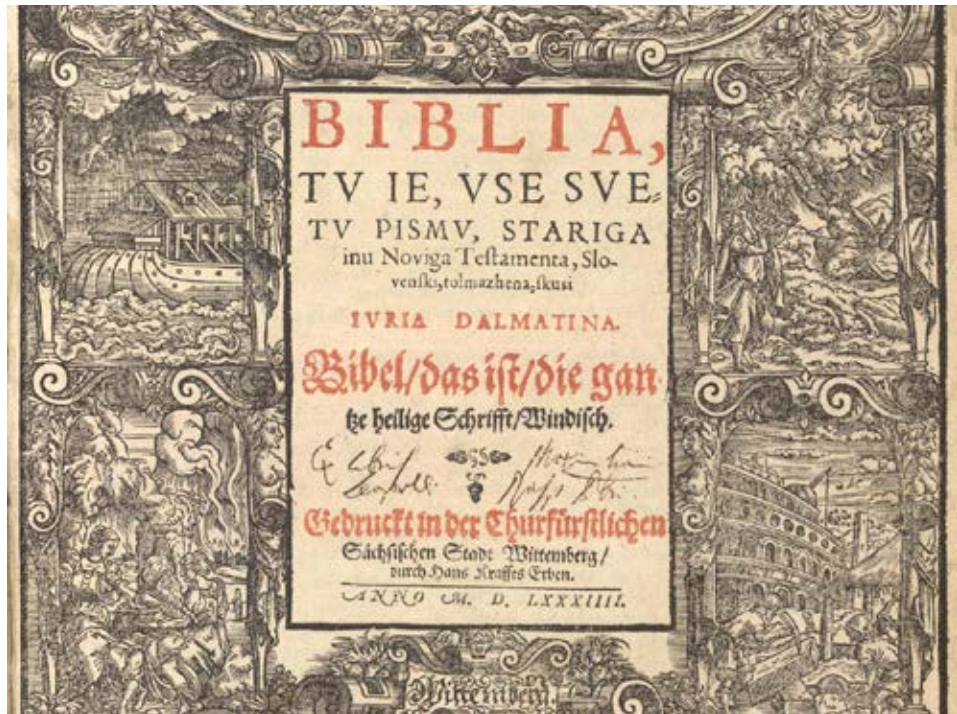
Kdaj in kje se je zares začela knjižna slovenščina?	8
Z nevronščino v prihodnost	10
Zakaj se je vredno ukvarjati s cenzuro nasploh in zakaj z literarno cenzuro v 19. stoletju?	14
Prepletanje umetne inteligence in fizike pri napovedovanju obalnih poplav	18
Making the Most of a Past's Futures: Soviet Space Science Fiction between Projection and Recollection	22
Komuniciranje znanosti v boju z družabnimi mehurčki v času pandemije	26
Dvorezni meč nevroznanosti v kazenskem pravu	30
Vse, kar ste želeli vedeti o cepivih RNK	34
Lažna znanost	38
Klimatske spremembe kot Veliki filter razvoja (naše) civilizacije	42
Dunning-Krugerjev učinek: Ko ne veš, da malo veš	46
Dvakrat postavljena cerkev	48
Z imunoterapijo nad izvor tumorjev – tumorske matične celice	52
Why Food Matters	56
Razpad vesoljnega vakuuma	60
»Konec«	64

# Kdaj in kje se je zares začela knjižna slovenščina?

Številka: 02/2020

Avtor: Kozma Ahačič

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2020.02](https://doi.org/10.3986/alternator.2020.02)



Prvi celoten prevod Biblije v slovenski jezik leta 1584, avtor: Jurij Dalmatin, hrani: NUK, foto: Arne Hodalič

V raziskovanju starejših dob lahko že droben podatek spremeni celo verigo sklepov in hipotez. Zanimivo je, da je ena od takšnih verig sklepov in hipotez vezana celo na prvo slovensko knjigo in da nam jo je uspelo razrešiti šele v minulih letih: *Katekizem* Primoža Trubarja ni bil natisnjen v Tübingenu, kakor smo se učili doslej, ampak v bližnjem mestu Schwäbisch Hall. O letu 1550 kot letu izida pa ni več dvoma.

»Krivec« za to zanimivo odkritje je bil nemški raziskovalec Helmut Claus. Leta 2013 je v uglednem Gutenbergovem letopisu objavil podatke, ki ne dopuščajo nobenega dvoma, da črke in inicialka L, uporabljene za tisk *Katekizma* in *Abecednika*

Primoža Trubarja iz leta 1550, ne bi bile iz tiskarne Petra Frentza v mestu Schwäbich Hall v Nemčiji. S tem odkritjem se je zamajala vrsta ugibanj, ki so slonela na predpostavki iz leta 1799, ko je Christian Friedrich Schnurrer v svojem prispevku o slovanskih tiskih v Württembergu navedel kot najverjetnejše mesto tiska prvih dveh Trubarjevih knjig mesto Tübingen v Nemčiji. Iz tega sklepa je namreč izhajal sklep, da je moral biti tiskar prvih dveh slovenskih knjig Ulrich Morhart, čigar delavnica je natisnila tudi nekatera nadaljnja Trubarjeva dela. Tak zaključek je bil sicer logičen, ni pa temeljil na nobenem stvarnem viru, le na Trubarjevih formulacijah iz pisem in uvodov, kjer pojasnjuje, da ni kršil prepovedi tiska.



Tudi sicer so bile z viri težave: vrsta raziskovalcev se je zavedala, da glede razumevanja Trubarjevih izjav o letu (s tem pa tudi o kraju) izdaje *Katekizma* ni vse tako, kot bi moralo biti. Podatki se niso ujeli, kar so dosedanji raziskovalci reševali različno, ob tem pa so bili vselej v določeni zadregi, saj je bilo treba spregledati zdaj to, zdaj ono Trubarjevo izjavo, zdaj ta, zdaj oni stvarni podatek. Morda ste nekateri od vas kot letnico izida *Katekizma* zasledili celo leto 1551, ki se je Francetu Kidriču leta 1921 zdelo edino logično, saj o kraju natisa *Katekizma* ni podvomil. To letnico so raziskovalci pozneje premaknili nazaj na leto 1550, ker je prevladalo mnenje, da bi bilo nekoliko nenavadno, da bi Trubar dajal leta 1561 napačen podatek o tem, da je njegova prva slovenska knjiga *Katekizem*, hkrati pa bi ji dodelil leto izida 1551, ob tem, da *Abecednik* nedvomno nosi na svoji zadnji strani podatek o izidu: leto 1550.

Kako je prišlo do takšne zmešnjave? Zagotovo tudi zaradi Trubarjeve skrivnostnosti, saj je bil pozoren, da ne bi nehote obtožil tiskarja, ki mu je naredil uslugo, da je kršil zakon. Poglejmo po vrsti. Kar dvakrat leta 1557 in nato še leta 1561 je Primož Trubar zapisal, da so v dveh krajih tiskarjem v času interima njihovi višji nadzorniki strogo prepovedali tiskati njegove slovenske spise in da jih je moral dati tiskati skrivaj z nevarnostjo ter v svoji odsotnosti. Toda, zakaj bi tisk potekal »z nevarnostjo« (»mit gfar«), če bi to potekalo v Tübingenu s tiho ali glasno odobritvijo vojvode ali bodočega vojvode Krištofa? Zdaj, ko vemo, da je šlo za Schwäbisch Hall, tega pomisleka ni. Edini podatek, ki sledi iz dejstva, da sta se knjigi tiskali v Schwäbisch Hallu, je ta, da sta se tiskali ilegalno.

Vsestransko zmedo pa je pred objavo odkritja o možnem novem mestu tiska povzročala Trubarjeva izjava iz uvoda v izdajo celotne *Nove zaveze* iz let 1581 in 1582, ki so jo na podlagi podatka o Tübingenu kot predvidenem mestu izida prevajali takole:

---

**»Da pa posvečam tole knjigo Vaši knežji milosti in jo v njenem imenu izdajam, so pred-**

**vsem naslednji trije vzroki. Prvi je tale: po posebnih božjih ukrepih in milostni naklonjenosti presvetlega visokorodnega krščanskega kneza in gospoda, gospoda Krištofa, vojvode württemberskega in teškega [...] so se vse zgoraj navedene slovenske knjige natisnile v Tübingenu – za časa *interima* niso v Nürnbergu in Schwäbisch Hallu hoteli dovoliti natisa niti prvega malega katekizma v rimah in napevih s pridigo o opravičenju pred Bogom.«**

---

Ta izjava je delala preglavice vsem dosedanjim raziskovalcem, saj je Trubar kar na dveh mestih izjavil, da je *Katekizem* izšel leta 1550, leta 1561 pa tudi, da je izšel pred *Abecednikom*, ki nosi letnico 1550. V čem je problem? Krištof je namreč zasedel prestol šele po 6. novembru 1550, ko je umrl njegov predhodnik Ulrik; potemtakem bi moral *Katekizem* iziti šele leta 1551, če bi njegov tisk res omogočil vojvoda Krištof. Od dovoljenja do natisa je moralo namreč preteči kar nekaj časa, dovoljenja za tisk Trubarjevih del pa vojvoda Krištof zagotovo ne bi utegnil dati že v prvih dneh po svojem imenovanju. Podatki se niso ujeli, na kar je, kot smo omenili, prvi opozoril France Kidrič. Če to izjavo beremo v skladu s predpostavko, da sta bili prvi slovenski knjigi natisnjeni v Schwäbisch Hallu, pa se stvari postavijo na svoje mesto. *Katekizem* iz leta 1550 namreč v besedilu pred navedeno Trubarjevo izjavo v navedenem uvodu sploh ni omenjen. Trubar navaja le, da je napisal med drugim tudi »Katekizem s trojno kratko in izčrpno razlago«; takšno »trojno« razlago pa vsebujejo katekizmi iz let 1555, 1567 in 1575, ki so vsi izšli pod pokroviteljstvom vojvode Krištofa.

Nov podatek o mestu izida nam zato ponuja nov, razumljivejši prevod:

---

**»Da pa posvečam tole knjigo Vaši knežji milosti [torej vojvodi Ludviku Württemberskemu] in jo v njenem imenu izdajam,**

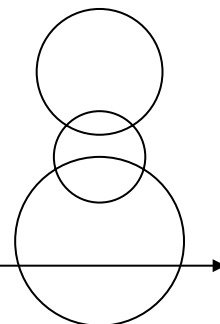
**so predvsem naslednji trije vzroki. Prvi je tale: po posebnih božjih ukrepih in milostni naklonjenosti presvetlega visokorodnega krščanskega kneza in gospoda, gospoda Krištofa, vojvode württemberskega in teškega [...] so se vse zgoraj navedene slovenske knjige natisnile v Tübingenu – za časa *interima* v Nürnbergu in Schwäbisch Hallu natisa zanje [torej za zgoraj omenjene knjige] niso hoteli dovoliti, niti natisa prvega malega katekizma v rimah in napevih s pridigo o opravičenju pred Bogom.«**

---

Natisa po takšni interpretaciji gornjega besedila v Schwäbisch Hallu torej niso dovolili, kar pa ne pomeni, da ga niso ilegalno izvedli, *Katekizem* in *Abecednik* iz leta 1550 pa ne spadata med »zgoraj navedene slovenske knjige«, torej med knjige, natisnjene v Tübingenu.

Moje sklepanje glede poteka dogodkov ob tisku prvih dveh slovenskih knjig bi bilo zato naslednje: Trubarju je bilo tiskanje uradno onemogočeno zaradi prepovedi nadzornikov tako v Nürnbergu kot v Schwäbisch Hallu. S Petrom Frentzem (tudi *Frentius* oziroma *Frentzius*), tiskarjem v Schwäbisch Hallu, ter najverjetneje še z Mihaelom Grätterjem (tudi *Gretter*), »krščanskim pridigarjem« v istem kraju, se je zato dogovoril, da bosta knjigi natisnjeni v njegovi delavnici v tajnosti ob Trubarjevi odsotnosti. To verjetno ni bilo posebno težko, saj tiskarni praviloma niso pregledovali, Trubarjeva odsotnost pa je nevarnost, da bi kdo opazil, kaj se dogaja, še dodatno zmanjšala. Tudi če je v Schwäbisch Hallu še kdo vedel za tak projekt (morda celo mestna oblast), jih ni prav nič stalo, da so tak skrivni projekt dopustili, saj jih je skrbelo predvsem, da se ne bi zamerili višjim oblastem. In če je projekt s skrivnim tiskom v Schwäbisch Hallu uspel, potem ga Trubar nikjer ne izpostavlja predvsem zato, ker bi bilo res skrajno nepredvidno opozarjati oblastnike na svojo (in tiskarjevo) kršitev interima in izrecne prepovedi.

# Z nevronščino v prihodnost



---

Številka: 49/2021

---

Avtorica: Špela Vintar

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.49](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.49)

---



Računalniška obdelava: Katja Bidovec

V zadnjih letih je marsikdo opazil, da prevodi Googlovega prevajalnika niso več neusahljiv vir zabave in smeha, ampak se tudi daljše in kompleksnejše povedi pretvorijo v presenetljivo tekoče in razumljivo besedilo. Kaj se je zgodilo na področju strojnega prevajanja in drugih jezikovnih tehnologij in kaj lahko pričakujemo v prihodnosti?

Če najprej zavrtimo čas tri četrt stoletja nazaj ali si v spomin prikličemo odličen film *Igra imitacije*, se srečamo z Alanom Turingom, matematikom in kriptografom, ki ni bil le avtor Ultra, ki je dešifrirala Enigma, stroj za dešifriranje, s katerim se je jeziček na tehtnici moči med drugo svetovno vojno prevesil na stran zaveznikov, ampak danes velja za očeta sodobnega računalništva in vizionarja umetne inteligence. Predvidel je, da bo proti koncu stoletja računalniška inteligenca postala del vsakdanjosti, da bodo »stroji komunicirali med seboj in si tako ostrili um«. Vprašanje o zmožnosti strojev, da mislijo,

pa je preoblikoval v »igro imitacije«: če izolirani spraševalec v komunikaciji z osebo A in osebo B, od katerih je ena stroj, ni zmožen prepoznati stroja, je stroj uspešno prestal preskus mišljenja. Številni strojni prevodi bi danes gladko prestali Turingov test, saj jih po razumljivosti in berljivosti ni mogoče razlikovati od človeških. V nadaljevanju pojasnujemo glavne razvojne mejnike, ki so do tega pripeljali, in se ukvarjamo z vprašanjem, ali strojni prevajalniki resnično že dosegajo človeško spretnost pri prenašanju sporočil iz enega jezika v drugega in kaj to pomeni za človeške prevajalce ter jezikovne poklice nasploh.

## Od pravil do podatkov

Prvih nekaj desetletij razvoja strojnih prevajalnikov je minilo v prizadevanjih, da bi vso leksikalno, slovnično in semantično kompleksnost naravnih jezikov računalniško modelirali s pravili, ki bi na posameznih nivojih analize poskr-

bela za ustrezno pretvorbo iz izhodiščnega v ciljni jezik. Čeprav so bili tedanji prevajalniki z današnjega vidika še daleč od uporabnosti, je najbolj znani prevajalnik stare generacije Systran leta 1997 zaživel tudi na rosno mladem svetovnem spletu v okviru iskalnika AltaVista. Za slovenščino pa je prvi tak prevajalnik razvilo jezikovnotehnološko podjetje Amebis iz Kamnika.

Konec devetdesetih let prejšnjega stoletja je v raziskavah prišlo do prvega pomembnega mejnika s prehodom na statistične strojne prevajalnike, ki niso več potrebovali dvojezičnih slovarjev in slovničnih pravil. Delovali so na podlagi strojnega učenja in se urili na obstoječih zbirkah že prevedenih besedil in velikih enojezičnih korpusih. Ti prevajalniki so temeljili na verjetnostnem modelu prevodne ustreznosti, ki je bil naučen na vzporednih in stavčno poravnanih dvojezičnih besedilih in je za vsako besedo ali besedno zvezo predvidel najverjetnejši prevod. Za slovnično pravilnejše ciljno besedilo pa je poskrbel verjetnostni jezikovni model, izdelan iz velikih količin podatkov za ciljni jezik. Tako je leta 2006 Google objavil svojo prvo različico spletnega prevajalnika, ki je deloval po statistični metodi, med jeziki, ki jih je vključeval, pa se je leta 2008 znašla tudi slovenščina. Frazni model statističnega prevajanja, ki je kmalu prerasel v najbolj priljubljeno metodo in se je uveljavil ne le pri Googlu, ampak tudi pri številnih nekomercialnih sistemih, ki temeljijo na ogrodju Moses, je zaradi jezikovnega modela presenetljivo dobro reševal oblikoslovne zakonitosti posameznih besednih zvez in fraz. Težko bi se denimo primerila napaka, da bi »black cat« v slovenščino prispela kot »črni mačka«, saj je takšna besedna zveza za slovenščino netipična. A po drugi strani ti sistemi niso imeli nikakršnih mehanizmov za upoštevanje širšega konteksta, saj je bilo frazno modeliranje omejeno na kombinacije do pet ali šest besed.

### Ali govorite nevronske?

Prvi nevronske prevajalniki so se pojavili okrog leta 2014 in naglo nadomestili prejšnjo tehnologijo, saj so bili njihovi prevodi precej bolj berljivi. Nevronska mreža je način procesiranja pri globokem učenju, tj. vrsti strojnega učenja, ki se uporablja za izdelavo najkompleksnejših

napovednih modelov. Po zgradbi spominja na ustroj človeških možganov in biološko delovanje nevronov, saj gre za nelinearno obdelavo podatkov na več medsebojno povezanih nivojih omreženih vozlišč. Nevronske mreže so precej zmogljive za verjetnostno modeliranje, pri katerem gre za napovedovanje verjetnosti določenega ciljnega niza ob danem vhodnem nizu. Zato se jih uspešno uporablja za najrazličnejše jezikovne naloge, od razpoznavanja govora, generiranja odgovorov na vprašanja, pa vse do prevajanja in – v zadnjem času – tolmačenja. Nevronski strojni prevajalnik je sestavljen iz kodirnika, ki vhodni niz pretvori v številsko predstavitev oziroma vektorsko vložitev (angl. *word embedding*), in dekodirnika, ki generira prevod besedo za besedo, pri vsaki besedi pa spremlja podobnost ciljnega vektorja z izhodiščnim. Ker se tako v fazi učenja kot pri samem prevajanju obdelujejo cele povedi, se ne dogaja več, da prvi del povedi ne bi bil skladen s preostalim delom povedi. Prav tako se pri prevajanju vsake posamezne besede vedno upošteva kontekst celotne povedi. Morda je še najbolj fascinantna lastnost nevronske jezikovne tehnologije, da se pomen modelira s pomočjo vektorskih vložitev. To je abstraktna številka predstavitev besede, ki se izračuna iz vseh pojavitev v različnih kontekstih in besedo umesti v mnogorazsežnostni semantični prostor. V tem prostoru se besede s podobnim pomenom – tudi v različnih jezikih – znajdejo druga blizu druge, pomenska razmerja med sorodnimi besedami pa si je mogoče predstavljati kot matematične preslikave med vektorji. Novejše metode za računanje vektorskih vložitev znajo upoštevati tudi vsak posamezen kontekst in so zato boljše pri prevajanju dvojezičnih besed.

Nevronske prevajalniki pa imajo vgrajeno še eno novost, in sicer posebno metodo za obdelavo neznanih besed. Naravni jezik je namreč živ in se neprenehno spreminja, tako da tudi ob ogromnih količinah učnih podatkov ne moremo biti prepričani, da se prevajalnik pri novih besedilih ne bo srečal s kako besedo, ki je v učnih podatkih ni bilo. V fazi učenja tako nevronske prevajalnike zgradi vektorske vložitve ne le za cele besede, ampak tudi njihove krajše sestavne dele. Ko se v novem besedilu pojavi neznan

beseda, se njena vektorska reprezentacija zgradi iz posameznih delov, prav tako se po delih generira tudi prevod.

### Tudi Google se uči

---

Izvirnik

A new soft bot mimics octopuses and inchworms to climb walls

This kind of free-climbing machine, described April 3 at the Materials Research Society spring meeting, could one day help conduct surveillance or inspect buildings and bridges.

---

Google Translate 2016

A nove mehke bot posnema hobotnice in inchworms plezati stene

Ta vrsta prosto plezanje napravo, opisano 3. april na spomladanskem srečanju Materials Research Society, bi lahko nekega dne pomoč ravnanje nadzora ali pregleda objektov in mostov.

---

Google Translate 2018

Novi mehki bot posnema hobotnice in pentlje, da se plezajo po stena

Ta vrsta prostega plezalnega stroja, opisanega 3. aprila na spomladanskem sestanku družbe Material Science Society, bi lahko nekega dne pomagal opraviti nadzor ali pregled zgradb in mostov.

---

Google Translate 2021

Nov mehki bot posnema hobotnice in palčaste črve za plezanje po stenah

Takšen stroj za prosto plezanje, opisan 3. aprila na

spomladanskem zasedanju Društva za raziskave materialov, bi lahko nekoč pomagal pri nadzoru ali pregledovanju stavb in mostov.

---

Primeri Googlovih prevodov iz let 2016, 2018 in 2021 ponazarjajo skokovit napredek, ki so ga prinesle nevronske tehnologije. Če so bili statistični prevodi še okorni in zaradi številnih slovničnih napak in manjkajočih stavčnih členov le težka berljivi, je že prva nevrnska različica Googlevega prevajalnika za slovenščino opazno boljša, vsaj kar zadeva berljivost. A tudi nevrnsčina ni brez težav, saj si prevod »pentlje« za »inchworms« lahko pojasnimo le s prevajanjem po delnih vektorjih, skoraj nevarno neopazna pa je sprememba, ki si jo prevajalnik privoščil pri nazivu organizacije Materials Research Society. Naziv v prvi nevrnski različici ostane nepreveden, kar bi bilo povsem ustrezno, če ne bi prevajalnik »Research« skrivoma spremenil v »Science«.

Če skušamo kakovost strojnih prevajalnikov izraziti na merljiv in eksakten način, uporabimo eno od številnih metod za evalvacijo, med katerimi je še najbolj znana metrika BLEU. Ta strojni prevod ocenjuje na podlagi precej primitivne primerjave z referenčnim (človeškim) prevodom in mu podeli oceno od 1 do 100. V praksi velja, da so prevodi z ocenami, nižjimi od 10, precej neuporabni, med 20 in 35 uporabni, a s precej napakami, od 40 dalje pa imamo opravka z zelo berljivimi, slovnično in pomensko ustreznimi prevodi. Na zadnji svetovni konferenci o strojnem prevajanju WMT21 so predstavljeni sistemi za številne jezikovne pare

dosegali oceno BLEU okrog 50. Toda pri tem je treba upoštevati, da ta metrika pravzaprav meri podobnost z referenčnim prevodom, skoraj vsako avtentično besedilo pa ima več možnih prevodov, zato neujemanje ne pomeni nujno neustreznega prevoda.

Tudi za slovenščino sodobni prevajalniki, kot so Google Translate, DeepL in eTranslation, dosejajo oceno okrog 40, v okviru projekta »Razvoj slovenščine v digitalnem okolju«, ki ga financira Ministrstvo za kulturo prek Evropskega sklada za regionalni razvoj, pa konzorcij slovenskih raziskovalnih institucij razvija lasten angleško-slovenski prevajalnik.

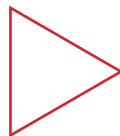
## Uhan, ki prevaja

Glede na nagel razvoj tehnologij se kar samo postavlja vprašanje, ali bomo v prihodnosti sploh še potrebovali človeške prevajalce, pa tudi, ali se bodo ljudje še vedno učili tujih jezikov. Precej vizionarski pogled na prihodnost komunikacije v dobi umetne inteligence podaja dokument »Obzorje človeško-strojnega veka: napoved novih in prihodnjih jezikovnih tehnologij«, ki je nastal v okviru programa COST s sodelovanjem številnih univerz in raziskovalnih inštitutov. Avtorji uvo-domo opominjajo na dejstvo, da se nam ni treba spraševati, kdaj bodo jezikovne in govorne tehnologije vstopile v naš vsakdanjik, saj so v njem že nekaj časa prisotne. Razpoznavanje in tvorjenje govora je tako vključeno v vsak pametni telefon in malo boljši avto, našo digitalno komunikacijo pa preko nešteti spletnih storitev neprestano analizirajo in uporabljajo za različne trženjske namene. V prihodnosti lahko pričakujemo, da

bodo pripomočki za brezšivno večjezično pisno in govorno komunikacijo postajali vse boljši, pa tudi vse manjši in manj opazni, da jih bo mogoče integrirati v obleko, modne dodatke ali samo telo. Pričakujemo lahko tudi velike korake pri obdelavi in modeliranju gestike, mimike in čustev, na drugi strani pa razvoj jezikovnih pripomočkov za osebe s posebnimi potrebami.

Strojno prevajanje torej že danes vpliva na naše jezikovno vedenje, še posebej na spletu. A kljub naglemu razvoju za zdaj ni videti, da bi lahko naloge prevajanja tudi v profesionalnih okoljih v celoti zaupali računalnikom. Pogosti argumenti, ki jih prevajalci uperijo proti svojim strojnim tekmeccem, so nezmožnost upoštevanja širšega konteksta (tj. daljšega od posamezne povedi), nedoslednost pri prevajanju terminologije in drugih ustaljenih izrazov, »zahrbtnost« nevrnskih napak, ki so pogosto skrite in na prvi pogled neopazne, ter slogovna in kulturna neustreznost. K temu lahko dodamo še vseprisotni občutek umetni inteligenci, da deluje pristransko in v družbi še pogloblja že obstoječe neenakosti in predsodke. Pozivi k večji regulaciji in nadzoru nad etičnostjo razvijajočih se tehnologij prihajajo od vsepovsod, na področju prevajanja pa se podobno kot na drugih področjih dogaja, da se ljudje počutijo le še kot podatkovna hrana za požrešne algoritme, saj se prevajalniki učijo iz človeških prevodov.

Čeprav na mnoga vprašanja ni enoznačnih odgovorov, lahko vsaj glede prihodnosti jezikovnih poklicev ostanemo optimisti, saj so potrebe po takšnih in drugačnih jezikovnih profilih vse večje, res pa bodo mnogi od prihodnjih poklicev izrazito tehnološko obarvani.



---

## Kaj je Alternator?

**Alternator** je strokovna spletna revija, ki jo pišejo raziskovalci in raziskovalke za vse, ki jih znanost in z njo povezani razmisleki zanimajo.

---

# Zakaj se je vredno ukvarjati s cenzuro nasploh in zakaj z literarno cenzuro v 19. stoletju?

---

Številka: 15/2022

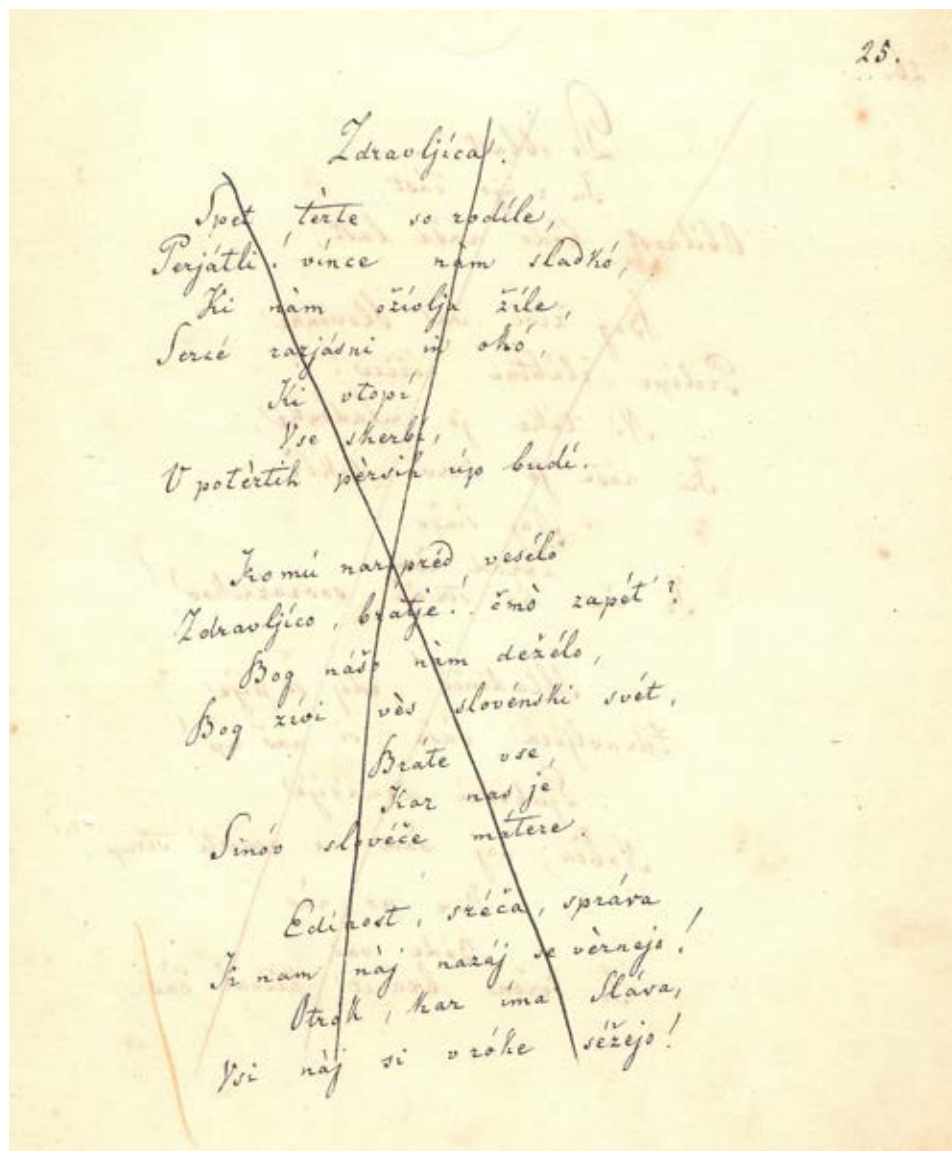
---

Avtor: Marijan Dovič

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2022.15](https://doi.org/10.3986/alternator.2022.15)

---



S cenzuro se raziskovalno ukvarjam dobro desetletje in pol – in tema ves ta čas ostaja aktualna, danes se zdi kvečjemu bolj vroča kot pred leti. Kako pomembno so cenzurne omejitve zaznamovale slovensko kulturo, sem raziskoval že v knjigi o razvoju vloge slovenskega literarnega proizvajalca od konca 18. stoletja do začetka 21. stoletja. Na mednarodnem komparativističnem kolokviju v okviru festivala Vilenica smo leta 2007 resneje zastavili nekatera teoretska vprašanja in identificirali ključno povezavo med *cenzuro* in *oblastjo*: vsaka definicija cenzure v strogem smislu, bi lahko rekli z Robertom Darntonom, mora vključevati agente, ki imajo realno moč *sankcioniranja*. Prava cenzura je torej tista, ki lahko prizadene: prepove, požge, globi, zapre, pohabi, usmrti ... V dvojezični tematski številki *Primerjalne književnosti* »Literatura in cenzura« smo potem obravnavali zlasti totalitarne cenzure 20. stoletja – od Mussolinijevega fašizma in iraške »baasistične« cenzure v sedemdesetih letih do vojne cenzure v socialistični Sloveniji in Jugoslaviji. Eno od središčnih vprašanj, ki se mi je porajalo v zvezi s tem obdobjem takrat, je bilo tole: kako je mogoče, da so v okolju, kjer uradna cenzura sploh ni obstajala, dolga desetletja tako učinkovito ostajali prikriti in netematizirani zločini novih oblastnikov (pobji, montirani procesi, Goli otok ipd.) – kakšni so bili torej mehanizmi, s katerimi je bila ta *potlačitev* dosežena? Odgovori, do katerih smo prišli tedaj, so nakazovali, da so se cenzurne prakse prejšnjih stoletij v totalitarnih režimih 20. stoletja spremenile: na mesto transparentnosti cenzorjevega rdečega svinčnika, značilnega za klasično *predcenzuro*, na mesto tožilcev, sodišč in zaporniških rešetk, ki so zaznamovali režime *pocenzure*, so stopili bolj zapleteni vzorci – nepisana pravila, *implicitna* cenzura in z njo še izdatnejša samocenzura.

Ob preučevanju totalitarnih cenzur smo si – nemara okuženi s fukujamovsko zamisljivo o koncu zgodovine – prihodnje izzive raziskovanja cenzure vsaj na razvitem Zahodu, v tako imenovanem svobodnem svetu, zamišljali na povsem novih področjih, ki jih klasični koncepti le še deloma pokrivajo: denimo na področjih *ekonomije* (kapitalistični knjižni trg), *etike* (politična korektnost) in *zakonodaje* – tu smo se podrobneje ukvarjali z vprašanjem defamacijskih procesov zoper literarne avtorje (primeri Pikalo in Smolnikar), v katerih se krešeta dva legitimna pravna koncepta, svoboda govora in zaščita dobrega imena. Toda razvoj dogodkov v 21. stoletju je

nekoliko presenetljivo pokazal, da bo razmislek o cenzuri sicer nedvomno treba razširiti v omenjene smeri, a da pri tem historičnih oblik cenzuriranja ne bo mogoče obiti, saj se lahko vrnejo – in sicer celo v najbolj surovih, elementarnih oblikah.

Zato bom v nadaljevanju najprej nanizal nekaj misli o tem, zakaj se je danes vredno in celo nujno čuječe ukvarjati s cenzuro – potem pa še o tem, zakaj se mi zdi pomemben historični pogled in zakaj je iz slovenske perspektive dragoceno, da natančno raziščemo zlasti cenzuro v dolgem 19. stoletju, tj. v obdobju od francoske revolucije do prve svetovne vojne – kar je predmet triletnega raziskovalnega projekta ARRS »Slovenski literati in cesarska cenzura v dolgem 19. stoletju«, ki ga trenutno vodim.

\*\*\*

Kratek premislek o cenzuri v 21. stoletju bi bilo nemara najbolj prav začeti s primerom Assange – toda v trenutku, ko tole pišem, se res ni mogoče izogniti aktualizaciji: ravno se obeta prvi večer, ko bo s sporeda slovenske nacionalne televizije (začasno) umaknjena oddaja Studio City, ena redkih političnih oddaj, ki jo skoraj vedno gledam – ker cenim urednikovo intelektualno širino in verodostojnost. Moje zasebne gledalske preference seveda v nobenem pogledu niso javna zadeva, a širši pogled na to, kar se dogaja na RTV v zadnjih tednih in mesecih, je zaskrbljujoč: v demokraciji si pač ne želimo javnega servisa, ki se bo v strahu klanjal vsakokratni vladajoči kliki, temveč si želimo pokončne novinarje, ki neusmiljeno zastavljajo prava vprašanja. Disciplinirane javne medije, ki jih tiho nadzira izvršna oblast, smo že imeli: izkušnje preteklega stoletja nas učijo, da sta samocenzura in strah najboljše jamstvo za »pravilno« poročanje, politično preverjeni odločevalci pa tiha garancija, da bodo eksplicitni cenzorski posegi le redko potrebni. To je brez dvoma napačna pot, ki vodi v napačno smer – denimo na vzhod, v Putinovo Rusijo, ki je danes še ena neizogibna aktualna iztočnica. Kot rajnka Avstro-Ogrska pred dobrim stoletjem je z napadom na Ukrajino Rusija uvedla značilno totalno vojno cenzuro: v njej delujejo le cenzurirani mediji, ki poročajo usmerjeno, lažejo, dezinformirajo – in kdor si upa izpostaviti se zoper diktat enoumja, kot novinarka Marina Ovsjanikova ali tisoči aretiranih protivojnih protestnikov, tvega ovadbo, nasilno zasliševanje, zapor, nemara pa celo radioaktivni polonij v čaju (kot Litvinenko) ali metek v hrbet (kot Nemcov).

Putinova uzurpacija medijskega sistema upravičeno prižiga alarmne zvonce, toda v resnici bi se nam, pripadnikom »svobodnega sveta«, ti lahko prižgali že prej. Denimo ob dejstvu, da svoboda v digitalni dobi, ki se je začela z utopičnimi mislimi o splošni demokratizaciji pretoka informacij, še zdaleč ni samoumevna: to svarilo nam že leta pošiljajo avtoritarni režimi, ki skrbno (in z velikimi vložki) dozirajo pretok informacij na internetu: Kitajska, Kuba, Severna Koreja... Svoje probleme ima seveda tudi Zahod: povezani so s prehodom iz tiskane v digitalno paradigmo, razvojem »nadzornega kapitalizma«, množičnim zbiranjem podatkov in rastočim vplivom zasebnih korporacij. Kako se soočiti z vse bolj razširjenim pojavom lažnih novic, »fake news«, to kugo, katere klice so z nami od nekdaj, a se je besno razbohotila ravno v začetku 21. stoletja?

---

**Lažne novice so zanesljivo znamenje, da se je cenzurna paradigma tiskane dobe, paradigma utišanja (zatrjta, onemogočenja neželene vsebine), izpela. Nadomestila jo je nova paradigma, ki bi jo lahko imenovali paradigma utopitve: neželene informacije se ne utiša, temveč utopi v vrtincu dezinformacij, demantijev, nasprotnih mnenj, relativizacij in diskreditacij.**

---

Toda med cenzurnimi dilemami zgodnjega 21. stoletja bo najbrž na prvo mesto treba postaviti boj, ki ga bje hekerski zanesenjak Julian Assange. Ta si je s portalom Wikileaks zadal nalogo, osvetljevati »mračne koticke« pohlepa in korupcije – ob jasni zavesti, da nekateri zaradi tega »ne bodo dobro spali«. Dokler je WikiLeaks razkrival korupcijo v tretjem svetu, je bilo vse v redu: Assangeu se je nasmihala celo Nobelova nagrada. Ako so leta 2010 v svet prišli posnetki, ki hudo inkriminirajo ameriško okupacijo Afganistana (v »Kolateralnem umoru« vidimo, kako Američani pobijajo civiliste in se pri tem še dobro zabavajo), afera »Cablegate« pa je razkrila umazana zakulisja ameriške diplomacije, so *nespečneži* naposled odreagirali. V *Neavtorizirani avtobiografiji* iz leta 2011 je Assange še optimistično menil, da »ni mogoče nikogar preganjati zato, ker je skušal povedati resnico. Tej resnici je mogoče oporekati in o njej razpravljati, toda samo razkritje resnice ne sme biti kriminalizirano«. Usoda Assangea, altruisti

stičnega borca za svobodo izražanja, ki je zatresel imperij, bo v veliki meri odločala o tem, v kakšnem svetu bomo živeli v prihodnje.

\*\*\*

Na vprašanje, zakaj se ukvarjati s cenzuro danes, torej ni težko odgovoriti – le kdo si želi deliti usodo milijonov Rusov, Kitajcev, Korejcev ali Irancev, usodo žvižgačev, kot je Manning, ali usodo prinašalcev slabih novic, kot je Assange? Manj očiteno pa se zdi odgovor na vprašanje, zakaj se je vredno ukvarjati s cenzuro v starejših, na videz že odmaknjenih obdobjih. Kakšni so torej nauki, ki nam jih lahko tu da *magistra vitae*?

Začeli bi lahko z ugotovitvijo, da so v zgodovini vedno tehnološke revolucije tiste, ki sprožijo menjavo cenzurne paradigme. Po tej plati lahko ločimo štiri obdobja, seveda tudi sama nekoliko diferencirana: to so rokopisna doba, doba tiska, doba množičnih medijev in digitalna doba. V novoveški Evropi je tehnološki preboj, ki ga je prinesel izum tiska in z njim možnost hitrega širjenja informacij in idej, sprožil sistematičen razvoj cenzurnih praks: tektonske premike, ki so vodili v to, kar lahko imenujemo klasična doba cenzure – in sicer še zlasti po tem, ko se je v 16. stoletju v Evropi razplamtel strahoten verski spor med katolištvom in protestantizmom. V tem sporu je prihajalo do množičnega uničevanja tiskanih knjig nasprotnega tabora, obenem pa do sistematičnega preganjanja nosilcev drugačnih idej, ki niso bili varni pred zapornimi kaznimi ali celo smrtjo na grmadi. Ob režimu preganjanja se je razvila tudi praksa predhodnega pridobivanja dovoljenj za tisk ter indeksiranje, tj. sestavljanje seznamov prepovedanih knjig, ki so zlasti v katoliškem svetu temeljito krojili bralne menije še globoko v 20. stoletje.

Medtem ko je bila v 16. in 17. stoletju z naskokom v ospredju verska tematika, cenzura pa je večinoma ostajala v pristojnosti verskih ustanov, lahko nekako od 18. stoletja naprej sledimo *sekularizaciji* cenzure, njenemu postopnemu prehajanju v državni okvir, ki ga je spremljalo tudi oblikovanje ustreznega birokratskega aparata. Indeksiranje so vse bolj nadomeščali modernejši prijemi, zlasti *predcenzura* (tudi preventivna oziroma predhodna cenzura), kjer je bilo treba vsa besedila odobriti pred tiskom (pogosto so cenzorji zahtevali ustrezne popravke), in *pocenzura* (tudi retroaktivna ali represivna cenzura), ki je sankcionirala avtorje ali urednike že objavljenih del, če so ta kršila zakone,

spodkopavala dominantna verska ali moralna načela in zlasti če so ogrožala interese elit, vladarja in države. Prehod iz predcenzurnih v pocenzurne režime se je z izjemo Anglije, kjer so predcenzuro odpravili že konec 17. stoletja, v celinski Evropi dogajal večinoma v 19. stoletju – praviloma je bil motiviran z rastočo literarno produkcijo: cenzorski aparati se enostavno niso več mogli kosati z eksponentnim naraščanjem števila novih del. V vsebinskem pogledu so pri cenzuri od nekdaj dominirale tri velike teme: vera, politika in morala: a oddaljeni pogled razkriva, da se je ob sekularizaciji in premiku k pocenzuri v dolgi dobi tiska spreminjalo tudi vsebinsko težišče cenzurnih posegov – in sicer od verske cenzure (od reformacije dalje) k politični (od francoske revolucije) in naposled moralni (od druge polovice 19. stoletja).

Podoben razvoj lahko zasledujemo tudi na slovenskih ozemljih. Če gledamo na obdobje cenzure pri Slovencih kot celoto, ne moremo mimo ugotovitve, da se ta večinoma – gre za skoraj štiri stoletja – dogaja v okviru habsburške monarhije. Od izida prve slovenske knjige v času protestantizma do prve svetovne vojne, ki je prinesla zaostreno, tako rekoč totalno cenzuro, so bili naši predniki v tem državnem okviru deležni indeksiranja, požiganja knjig in preganjanja s strani cerkvenih oblasti, terezijanske sekularizirane cenzure, ko so ob papeških indeksih veljali tudi državni sezname prepovedanih knjig, jožefinskih kratkotrajnih sprostitev in potem spet zadrževanje cenzure, strogega predcenzurnega režima, ki sta ga v predmarčni dobi zasnovala Metternich in Sedlnitzky, kratkotrajne sprostitev ob marčni revoluciji in naposled še epoho represivnega pocenzurnega preganjanja. (Zgodnja obdobja cenzure pri nas obravnava zbornik *Cenzura na Slovenskem od protireformacije do predmarčne dobe*, celotno habsburško dobo angleška izdaja revije *Slavica Tergestina*, temeljna referenca za novejši čas pa je zbornik *Cenzurirano*.)

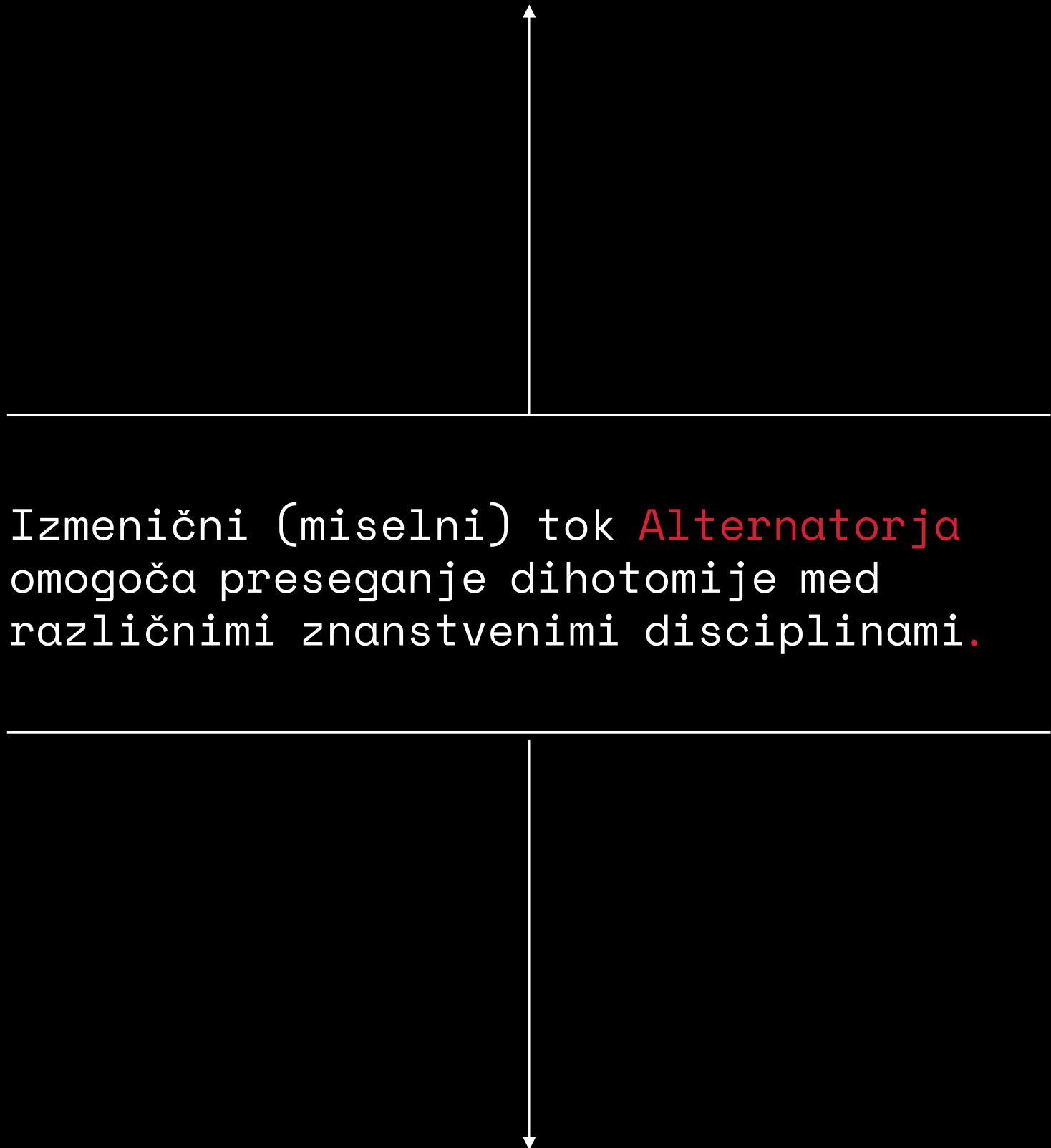
Zakaj se mi zdi še posebej dragoceno, ukvarjati se s cesarsko cenzuro v dolgem 19. stoletju v slovenskih deželah? Razlogov, ki govorijo temu v prid, je kar nekaj. V tem času se dogajajo pomembne transformacije mehanizmov cenzure: v kontinentalni Evropi 19. stoletja lahko opazujemo značilno nihanje med pred- in pocenzuro, ki se do konca stoletja naposled prevesi v prid zadnje. Razvoj v habsburški monarhiji je z vidika te distinkcije vpa-

dljivo simetričen, saj ga veliki dogodek, marčna revolucija leta 1848, dobesedno razpolavlja: v obdobju 1789–1848 dominira predcenzura, v obdobju 1848–1914 prevladajo pocenzurni prijemi (ne povsem dosledno, kajti vsaj v gledališču predcenzura vseskozi ostane veljavna). Naslednji razlog je povezan s prehodom v politično dominantno: s francosko revolucijo se v Evropi sprožijo obsežne politične transformacije, ki jih morajo cenzurni režimi v monarhijah brzdati najprej z nadzorom nad liberalističnimi in pozneje, v drugi polovici 19. stoletja, tudi socialističnimi in anarhističnimi idejami.

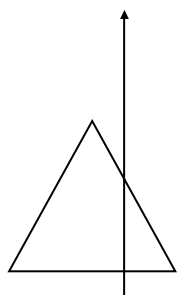
Tretji in še pomembnejši razlog pa je nemara dejstvo, da v tem obdobju poteka oblikovanje modernih narodov, ki se začneja s tem, kar smo nekoč označevali z besedo »preporodi«, danes pa raje govorimo o kulturnem nacionalizmu in oblikovanju nacionalnih literarnih kultur. Tu se v ospredju nemudoma znajde vprašanje, kakšna so razmerja med imperialno cenzuro in nastajajočo slovensko literarno kulturo? Kakšen je bil odgovor tradicionalne slovenske kulturne zgodovine, vemo: monarhija kot »ječa narodov« s svojimi aparati zatira razvoj nacije. A koliko takšni stereotipi združijo danes – recimo v luči novejših raziskav monarhije, kot je odmevna knjiga Pietra M. Judsona, ki pokaže, kako so imperialne strukture narode dejavno sooblikovale?

In čisto na koncu: kot smo zapisali v izhodiščih projekta, ki raziskuje cenzuro v slovenskih deželah v habsburški monarhiji v dolgem 19. stoletju, naš interes dodatno utemeljuje podmena, da so cenzurne prakse *konstitutivne*, a obenem *prikrite*. Naj oboje ponazorim z enim samim zgledom iz predmarčne dobe – s primerom *Slavinje*. O njej danes ne vemo veliko, saj načrtovanega časopisa ne moremo prijeti v roke: vrhovni cesarski cenzor Sedlnitzky ga namreč enostavno ni dovolil. S tem je temeljno *konstituiral* slovensko literarno polje sredi dvajsetih let 19. stoletja, toda hkrati je ta akt ostal dvojno *prikrit*: zakopan v birokratske arhive (literarni zgodovinarji so zgodbo rekonstruirali šele v 20. stoletju) in neviden na literarnem prizorišču, kjer še danes lahko vidimo le borno tiskovno produkcijo in skoraj popolno odsotnost časopisov v predmarčni dobi – »smrtno tihoto«, kot je nekoliko dramatično zapisal Bleiweis, v dolgih desetletjih med Vodnikovimi in Bleiweisovimi *Novicami*. Če torej cenzure in njenih mehanizmov ne upoštevamo, je naša podoba preteklosti pomembno deformirana.





Izmenični (miselni) tok **Alternatorja** omogoča preseganje dihotomije med različnimi znanstvenimi disciplinami.



# Prepletanje umetne intelligence in fizike pri napovedovanju obalnih poplav



Foto: Arne Hodalič

---

Številka: 35/2021

---

Avtorji: Matjaž Ličer, Lojze  
Žust, Matej Kristan

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.35](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.35)

---

Podnebne spremembe prek številnih mehanizmov povzročajo dvig srednje (časovno povprečne) gladine globalnih oceanov. Slovensko morje pri tem ni izjema. V zadnjih nekaj desetletjih na merilnih postajah v Kopru in Trstu opažamo rast srednje gladine morja, ki znaša preko 4 milimetre na leto. Modelske projekcije rasti globalne gladine morja predvidevajo, da bo do leta 2050 srednja gladina morja v Tržaškem zalivu najverjetneje narasla za 30 do 50 centimetrov, do konca stoletja pa za 40

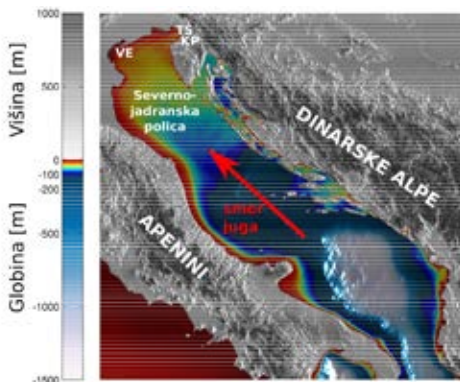
do 100 cm. To se morda ne zdi veliko, ampak s temi številkami je povezana izjemno strma rast *pogostosti* poplav: do srede stoletja naj bi pogostost poplav narasla 10 do 20-krat, do konca stoletja pa naj bi bile poplave tudi do dvestokrat bolj pogoste. Povedano drugače: dvig srednje gladine morja za en meter v Piranu ob nespremenjeni konfiguraciji obale pomeni vsakodnevne poplave – in to tudi ob mirnem in sončnem vremenu. Poleg tega so te številke zgolj najverjetnejše ocene, ki ne izključujejo

bistveno večje rasti srednje gladine morja – največje negotovosti so trenutno povezane z našim (ne)razumevanjem taljenja ledu na Antarktiki.

Lokalno resnost težave ilustrira informacija, da lahko ena sama obalna poplava v slovenskem Primorju povzroči več milijonov evrov škode ter ogrozi obalno prebivalstvo in gospodarstvo. Vprašanje »kdaj bo morje poplavilo?« je zato dobesedno vprašanje za milijon dolarjev. In čeprav posamezne obalne poplave ne moremo vzročno povezati s podnebnimi spremembami, slednje nedvomno vodijo v razmere, v katerih bodo pogoji za hude poplave pogostejše izpolnjeni. Na to moramo kot pomorska država računati. Obramba pred obalnimi poplavami je vedno povezana s pravočasno in ustrezno napovedjo poplave, ta pa temelji na dobrem razumevanju fizike morja v Jadranskem bazenu. A čeprav se sliši nekoliko protislovno, je fiziko gladine morja v Jadranu razmeroma enostavno razumeti, bistveno težje pa je gladino natančno napovedovati. Oglejmo si, zakaj je tako.

## Mehanizem nastanka obalnih poplav in težavnost prognoze

Na dinamiko gladine morja v severnem Jadranu vplivata predvsem vreme in plimovanje – in ker je Jadransko morje na severu plitko in zaprto, na jugu pa globlje in odprto (prikazano na Sliki 1), sta oba vpliva na severu izrazitejša, zato so poplave v Tržaškem zalivu intenzivnejše in pogostejše kot denimo v Splitu ali Dubrovniku. Kakorkoli že, vremenski vplivi so neodvisni od plimovanja, plimovanje pa je neodvisno od vremena. Na mestu je opozorilo, da s plimo v fizikalni oceanografiji



Slika 1: Oblika terena in morskega dna na področju Jadranskega bazena

ne označujemo katerekoli spremenljivosti gladine morja, temveč zgolj tisti (kvazi)periodični del celotnega signala gladine morja, ki ga povzročajo gravitacijski vplivi Lune in Sonca. Največjo amplitudo imajo tisti plimni valovi, ki nastajajo v globalnih oceanih ter se od tam širijo v obalna morja. Lokalno vzbujena plimovanja manjših regionalnih bazenov (Jadran, Baltik) in jezer so bistveno šibkejša. Ob normalnem zračnem pritisku in odsotnosti vetrov so plimni valovi tisti, ki narekujejo dinamiko gladine v Jadranu.

Ob prehodu vremenskih motenj (denimo ciklonov) čez Jadran se v gladini morja poleg plimovanja pojavijo dodatni, meteorološki prispevki. Naštejmo jih le nekaj. Ob prehodu ciklona zračni pritisk nad Jadranom pade, obenem pa krajevne razlike v zračnem pritisku nad Jadranom pogonjajo močne vetrove, ki so pogosto jugovzhodnih smeri (jugo, it. *scirocco*) ter pihajo vzdolž osi Jadranskega bazena v zaprti severni konec bazena. Ravnovesni odziv oceana na spremembe zračnega pritiska je pričakovan: ko pritisk pade, se gladina morja tipično dvigne; ko pritisk naraste, se gladina niža. Odziv Jadrana na močan jugo pa je bolj zanimiv: jugo prek mehanskih napetosti, ki jih povzročajo v površinski plasti oceana, nariva vodo proti Benetkam in Tržaškemu zalivu. Nivo vode zato v severnem Jadranu zraste. Veter sicer lahko povzroči naklon gladine v Jadranskem bazenu, ne more pa tega naklona vzdrževati, zato Jadransko morje zaniha kot voda, ki jo razburkamo v kopalni kadi. Podobno kot je frekvenca najnižjega tona pri flavti določena z njeno efektivno dolžino, je tudi osnovna perioda tega t. i. lastnega nihanja določena z dolžino Jadranskega bazena in znaša 21,5 ur. Z obliko bazena je povezano tudi dejstvo, da so plime v Jadranu resonančno ojačane. V takih razmerah imamo torej na dani lokaciji v Jadranu opravka s seštevkom dveh nihanj, plime in vremensko vzbujenega lastnega nihanja. Vsota teh dveh nihanj, s tem pa polna višina gladine morja na dani lokaciji, je močno (nelinearno) odvisna od časovnega zamika (fazne razlike) med vrhovoma obeh signalov. Kadar vrh plime sovpade z vrhom vetrovno vzbujenega lastnega nihanja, je polna višina gladine bistveno višja kot v primeru, ko vrh plime sovpade z minimumom lastnega nihanja. Ker časovna razlika med plimo in oseko znaša zgolj šest ur, lahko nekajurni časovni zamik med obema signaloma pomeni razliko med

katastrofalno poplavo ter odsotnostjo poplave. Z drugimi besedami: tudi če vremenski model zgreši prehod ciklona zgolj za nekaj ur, se lahko ta vremenska napoved – ki sama po sebi sploh ni slaba! – prevede v zelo napačno napoved gladine morja. Možen odgovor na tovrstne zagate ponuja t. i. *ansambelsko modeliranje*: namesto ene vremenske napovedi jih naredimo več (tipično nekaj deset), vsako posamezno simulacijo pa umetno vnašamo različne majhne motnje (perturbacije) ter jim pustimo, da se razvijajo v prostoru in času simulacije. Na ta način dobimo več možnih scenarijev za prihodnji potek vremena, tj. *ansambel* vremenskih napovedi, obenem pa lahko ocenimo stabilnost vremenskih razmer na majhne motnje ter s tem obenem tudi verjetnost za različne (zlasti ekstremne) poteke vremena. Atmosferski ansambel nato uporabimo za napoved gladin morja ter z vsakim članom atmosferskega ansambla izračunamo ločeno dinamiko gladine morja. Tako dobimo več scenarijev za potek gladine morja v Jadranu in s tem ovojnico oziroma možen obseg anticipiranih višin gladine morja. Pri tem seveda stavimo na to, da bomo s perturbacijami povzročili v modelskih napovedih ravno dovolj raztrosa, da bo ta vključeval in kompenziral ostale modelske dinamične in informacijske pomanjkljivosti ter da bomo tako z ovojnico možnih scenarijev gladine zajeli tudi tistega, ki se bo dejansko odvil v morju. Težava ansambelskega pristopa pri simulacijah stanja morja z matematično-fizikalnimi numeričnimi modeli je kajpak na dlani: izračun ansambla je več desetkrat numerično in časovno zahtevnejši ter energijsko potratnejši od ene same izolirane simulacije. Porabe energije so pri tem dovolj visoke, da mora biti denimo superračunalnik na Agenciji RS za okolje vodno hlajen, segreti voda pa se uporablja za ogrevanje prostorov.

## HIDRA: Nevronski odgovor z milijon parametri

Omenjenega problema časovne in energijske potratnosti smo se raziskovalci s Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani (FRI), Agencije RS za okolje (ARSO) ter Nacionalnega inštituta za biologijo (NIB) lotili z globokim učenjem. Moderne metode globokega učenja temeljijo na tako imenovanih umetnih nevronskih mrežah. Gre za v plasti urejene umetne nevrone, kjer so vhodi nevronov v plasti povezani z izhodi (nekaterih)

nevronov zgodnejših plasti. Umetni nevron je matematična funkcija, ki uteženo sešteje vhodne vrednosti in vsoto nelinearno preslika. Kljub svoji preprostosti so v mrežo povezani nevroni skupaj sposobni modelirati izredno kompleksne preslikave. S povečevanjem števila plasti in s tem *globine* mreže pa se ta sposobnost še večja in s tem praviloma tudi uspešnost naloge mreže. Učenje globokih nevronske mreže obsega postopno ocenjevanje uteži nevronov in drugih parametrov v posameznih plasteh tako, da napovedi mreže pri danem vходу čim bolj ustrezajo predvidenemu izhodu v učnem podatku. Kljub temu, da en sam učni korak (katerega del je tudi napoved) ni računsko intenziven, pa to ne velja za celoten postopek učenja. Število parametrov globokih nevronske mreže namreč šteje v milijone, zato je potrebno mrežo učiti na zelo veliki podatkovni zbirki s številnimi prehodi skozi celotno zbirko. Tako velika računski kompleksnost presega sposobnost klasičnih procesorjev, zato uporabljamo grafične procesne enote (GPU), s katerimi učenje masovno paraleliziramo in močno pohitrimo. Zares sta k razmahu globokih nevronske mreže v zadnjih petnajstih letih pripomogla predvsem dostopnost velikih podatkovnih zbirk (kar je posledica javnega deljenja slik v splet povezane digitalizirane družbe) in razvoj GPU-jev (rezultat razvoja zabavne industrije računalniških igric). Po letu 2012, ko je prva globoka mreža, učenjena z GPU na ogromni učni množici, dobesedno pometla s konkurenco na tekmovanju razpoznavanja slik ImageNet, nič ni bilo več enako kot prej. Silovit metodološki razvoj globokih nevronske mreže je revolucioniral celotna raziskovalna področja in omogočil aplikacije, kot so avtonomna vozila, ki so bila do takrat zgolj znanstvena fantastika.

Na področju računalniškega vida, s katerim se ukvarjajo v laboratoriju ViCoS na Fakulteti za računalništvo in informatiko, je globoko učenje v zgolj nekaj letih postalo osrednja metodologija in enako velja za sorodna področja procesiranja govora in naravnega jezika ter širšega področja strojnega učenja. Kljub temu pa strojno učenje v geofizikalnih napovednih modelih šele danes, po dolgih letih, celo desetletjih naporov, začinja kazati svojo moč. Morda je razlog v izraziti interdisciplinarnosti problema, ki zahteva tako globoko poznavanje fizikalnega ozadja kot tudi modernih principov globokega učenja.

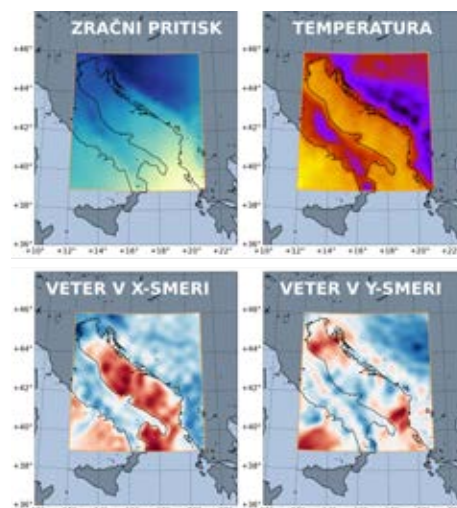
Lep primer prepletanja napovednih metod globokega učenja ter fizike morja je globoka nevronska mreža HIDRA (angl. *High-performance Deep tidal Residual estimation method using Atmospheric data*), ki smo jo razvili raziskovalci FRI, NIB in ARSO. HIDRA na podlagi preteklih gladin morja in atmosferske dinamike napoveduje časovni razvoj gladine v Kopru za naslednjih 72 ur. Pomemben izziv pri njenem razvoju je bila izdelava arhitekture, ki bi smiselno usmerjala podatkovni tok in mreži omogočala modeliranje kompleksnih interakcij med atmosfero in oceanom, ki se skrivajo v vhodnih podatkih. Globoke mreže so s svojimi milijoni parametrov namreč prekompleksne, da bi jih ljudje lahko razumeli na klasičen način, kot denimo razumemo fiziko. Prav tako je bilo potrebno posebno pozornost posvetiti izbiri in obliki vhodnih podatkov, ki v praksi pomembno vplivajo na kvaliteto prognoze. Za konkreten problem napovedovanja obalnih poplav so se kot relevantne atmosferske vhodne količine izkazali veter, zračni pritisk ter temperatura zraka nad Jadranskim bazenom. Te podatke pridobimo iz napovedi Evropskega centra za srednjeročno napovedovanje vremena (ECMWF), globoki mreži pa jih predstavimo v obliki dvodimenzionalnih slik (prikazano na Sliki 2). Poleg atmosferskih podatkov potrebujemo tudi oceanske vhodne podatke. Uporabili smo pretekle meritve gladine morja na koprski mareografski postaji. Ker znamo plimovanje

dokaj dobro napovedati za kako leto vnaprej, glavni napovedni problem predstavlja meteorološki signal v gladini morja, ki od plime ni odvisen. Izmerjene gladine zato razcepimo na plimne gladine in meteorološki prispevek, s čimer mreži omogočimo osredotočanje na meteorološki del dinamike gladine.

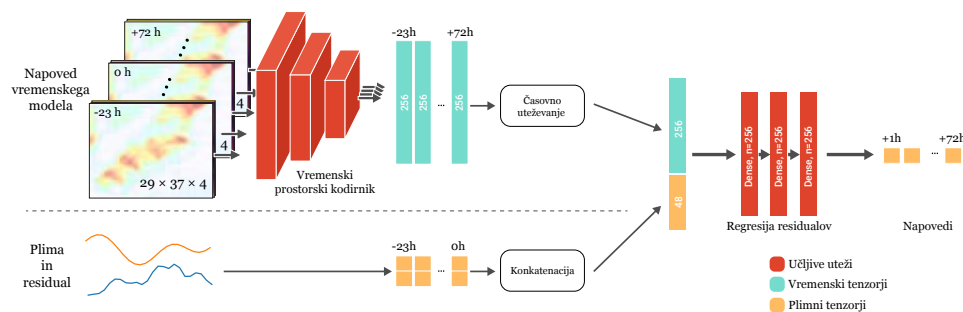
Arhitektura HIDRA (Slika 3) je zasnovana kot cevovod kodiranja in postopnega zlivanja prispevkov atmosferske dinamike in dinamike morskih gladin. Atmosferski kodirnik iz atmosferskih podatkov izračuna t. i. *prostorske značilnice*, tj. abstraktne količine, ki ob danem časovnem koraku optimalno povzemajo uporabne povezave med različnimi atmosferskimi količinami. Sledi prostorsko združevanje značilnic, ki ob fiksnem časovnem koraku usmeri pozornost mreže v tiste *prostorske lokacije*, ki so najpomembnejše za napovedovanje morske gladine v Kopru. S tem mreža atmosferske vhodne podatke preslika v novo, časovno odvisno visokodimenzionalno značilnico. To visokodimenzionalno strukturo nato uteženo sploščimo v čas in zlijemo v končno atmosfersko značilnico. Namen tega modula je podoben kot zgoraj pri prostorskem delu problema: usmerjanje pozornosti mreže v tista časovna obdobja, ki maksimalno prispevajo k napovedni natančnosti. Sledi napovedni del mreže, ki na podlagi teh temeljito predelanih atmosferskih informacij in preteklih meritev gladine morja napove časovno vrsto meteoroloških prispevkov k morski gladini v Kopru za prihodnje tri dni. Polno višino morske gladine seveda dobimo s prištevanjem napovedi plime.

Temeljita analiza zgoraj opisane globoke mreže HIDRA je pokazala, da je pri napovedovanju gladin v Kopru vsaj toliko, pogosto pa še bolj natančna kot obstoječi fizikalni model. Slika 4 prikazuje primer situacije, kjer je bila napoved fizikalnega modela precej slabša, napoved HIDRA pa bolj korektna. Sprotne dnevne napovedi HIDRA lahko spremljate po spletu.

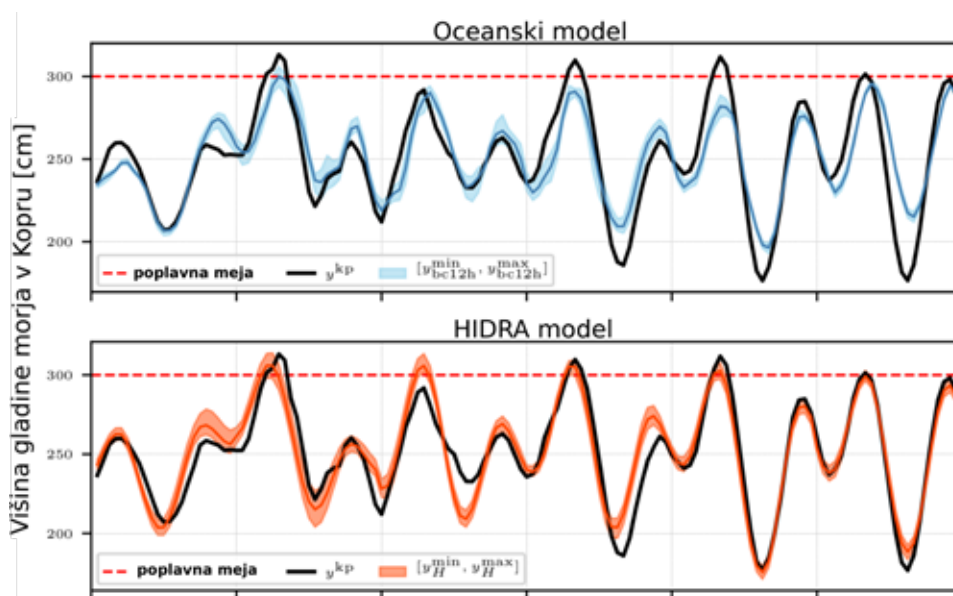
Obenem ima HIDRA v primerjavi s fizikalnim oceanskim modelom nekaj drugih pomembnih prednosti. Izračun HIDRA denimo terja milijonkrat manj procesorskega časa in električne energije kot napoved z oceanskimi modeli. Razlog tiči v tem, da morajo oceanski modeli



Slika 2: Primer atmosferskih količin, izračunanih v napovedi ECMWF



Slika 3: Arhitektura napovednega modela HIDRA



Slika 4: Primer slabe napovedi gladine morja v Kopru s fizikalnim modelom (gornja slika, z modro modelska napoved, s črno meritve) ter – v tem primeru – boljše napovedi mreže HIDRA (spodnja slika, z oranžno HIDRA napoved, s črno meritve). Rdeča črtkana črta označuje nivo gladine, pri katerem Agencija RS za okolje izda rumeno opozorilo za obalne poplave.

za izračun gladine morja v Kopru izračunati celotno dinamiko (tokove, gladino, ipd.) v vseh točkah in globinah Jadranskega bazena, HIDRA pa se osredotoča neposredno na predikcijo gladine na eni sami lokaciji – v Kopru. Oceanski modeli zato tečejo nekaj ur na več sto procesorskih jedrih, napoved HIDRA pa terja zgolj pol sekunde na enem samem jedru ali grafični kartici. Poleg tega so oceanski modeli na povsem drugačen način odvisni od atmosferskih podatkov: če atmosferski model konsistentno podcenjuje veter, bo tudi z atmosferskim modelom sklopljeni oceanski model konsistentno narobe napovedoval gladino. HIDRA pa zna tovrstne sistematične napake upoštevati in jih

kompensirati. Izkazalo se je tudi, da se je HIDRA naučila ustrezno vzbuja in tempirati lastna nihanja Jadranskega bazena, kar je pomembno pri napovedih posameznih obalnih poplav.

Kljub povedanemu bi bilo napak sklepati, da sta umetna inteligenca in fizikalno modeliranje konkurenčna pristopa k posameznemu problemu. Nasprotno, sta komplementarna in njuno prepletanje rojeva vedno več sinergij: dandanes se zato hitro razvija področje t. i. *fizikalno-informirane umetne inteligence*, ki jo pri iskanju optimalnih rešitev dodatno omejimo z eksplicitnimi fizikalnimi zakoni. S tem zavrnemo tiste rešitve globokih mrež, ki preveč odstopajo od dovoljene fizikalne dina-

mike, ter tako uspešneje iščemo preseke med globokim učenjem in dvatisočletno zgodovino človekovega pojmovnega razumevanja narave. V luči podnebnih sprememb in z njimi povezanega dviga morske gladine postaja vse bolj očitno, da bodo s poplavami povezane težave po svetu in pri nas neizogibno naraščale. Ustrezní znanstveni odgovor na napovedne izzive zato ni ena ali druga paradigma, temveč jasna identifikacija prednosti in slabosti vseh metod, ki jih imamo na voljo, ter njihova metodološka združitev v novih napovednih sistemih, ki bodo skupaj več kot zgolj vsota svojih sestavnih delov.

# Making the Most of a Past's Futures: Soviet Space Science Fiction between Projection and Recollection



Računalniška obdelava: Luka Zavodnik

---

Številka: 33/2021

---

Avtorica: Natalija Majsova

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.33](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.33)

---

The flying worlds of science fiction films and series from the 1960s to the 1980s, popular on both sides of the Iron Curtain, today appear at least as alien to us, if not more so, than they did fifty years ago. However, their current alienness is usually described as “retro” or “nostalgic”, sometimes even (naively?) humanist as opposed to futuristic. Apart from a certain design or aesthetic, nostalgia

for the space age of the twentieth century is often linked to assumptions about a brighter, happier future that were once widespread and now are gone for good. This kind of

---

**nostalgia for the past future**

---

is commonly associated with Eastern European former socialist societies and their popular cultural production. As films, television series, and music videos become increasingly accessible to wider audiences on digital streaming platforms, they transition from the “archive” to the “exhibition window”, inviting reassessment, including of collective memory, genre, and utopia. In this context, Soviet space utopias attract a significant amount of attention, fuelling speculation about communism’s projected futures, Amero-Soviet cultural exchange, and details about the production and reception contexts of famous films, such as Andrei Tarkovsky’s *Solaris* (1972).

Popular-cultural references point to various aspects of the bygone space age, particularly its cultural and socio-political dimensions, and allow us to decode what kinds of philosophical, popular-scientific, aesthetic, technological, as well as the political and national imaginaries to which a particular space age belonged. At the same time, all of these imaginaries have evolved and been integrated into our collective memory – the assemblage of means or pathways into the past (media, technologies, and narratives) as well as the contents that these relate to (words, ideas, plots, and physical objects either coming directly from the past or commemorating it). To cut a long theoretical discussion short: what is socially communicated about an event does not necessarily coincide with the event’s material ramifications. Collective memory and remembrance depend greatly on the policies and contingencies that allow certain texts to rise above the archives and other texts to be buried in them. Because of this, returns to the archives are particularly welcome during periods of debate over meanings and narratives, which are inevitably located at the crossroads of fiction and evidence, projection and historicization. It makes sense to reconsider the significance of science fiction cinema in the context of our collective memory of the space age, particularly as rumours about feats of new space exploration grow louder and are no longer reserved to national initiatives or governed exclusively by real-political agendas, and also as often nostalgic film productions about the history of the space race multiply.

## Where to Begin Excavating Past Futures?

Science fiction cinema offered images and narratives about the space age from long before the launch of the first space programs, let alone satellites. The long history of this cinematic genre further suggests that the space age perhaps even needed to be narrated and realistically visualized before its inaugural events could take place, and that these events had to be recorded, that is filmed, in order to be at first believable and then disputable not long afterwards. Science fiction’s imaginary depiction of the space age thus oscillates between belief (in technical, sociopolitical, and/or moral progress) and doubt. Furthermore, literary and cultural studies scholars have convincingly shown the persistence of certain overlaps or at least correspondences between existing societal problems and concerns, and the preoccupations of science fiction productions (books, films, series, videogames, etc.). It is therefore no surprise that utopian visions of *spacefaring* societies were a particularly common science-fiction trope of the twentieth century and its space age. The origins of the recent increase in popular and academic interest in past imaginaries of future societies are particularly interesting, as they coincide partly with a new interest in space exploration and partly with nostalgic (post)memories of twentieth-century utopias. All of these factors have contributed to a profound reevaluation of the symbolic, technological, aesthetic, and political significance of the once vanguard (or at least current) and now archived twentieth-century popular culture and its canons. Today these are being renegotiated at the crossroads of fandom, scholarship, and technology, drawing on newly available archival material, convincing academic case studies, and networks such as fan forums. Over the past two decades, these stakeholders have profoundly reshaped the international collective memory of twentieth-century space-age futures, creating space for an international polylogue between not only cinematic famous masterpieces – such as *2001: A Space Odyssey* (1968), *Solaris* (1968), *Solaris* (1972), and *Solaris* (2002) – but also between lesser-known productions from a range of national

and ideological backgrounds. Finally, imaginaries of “the space-age future”, once predominantly considered in chronological order as a reflection of technological progression and sociopolitical transformation, now form an estranged bricolage, a (media)archaeological site, and an exhibit of unexpected encounters between aesthetic styles, production contexts, and axiological positions. Perhaps most significantly, this rearrangement intervenes into one of the most influential discussions about the political potential of science fiction utopias initiated by Darko Suvin and embraced by Fredric Jameson. In an essay published as part of *The Blagoevgrad Theses*, Suvin, for whom utopia is “the sociopolitical subgenre of science fiction”, influentially remarked that:

---

**...[w]e need radically liberating novums only. By ‘radically liberating’, I mean not only a new quality as opposed to a simple marketing difference, and I mean a novelty that is in critical opposition to the degrading relationships between people as well as the commodification of human and surrounding nature, and in fertile relation to memories of a humanized past (emphasis – mine).**

---

Suvin’s statement aligns utopia with a political program, with the utopia of an egalitarian, communist society. While this might indicate a preference for a certain selection of canonical texts, Suvin’s definition of the “radically liberating” novum involves a temporal vector and situates futuristic utopia in critical dialogue with the history of humanism that should in turn ideally account for the history of utopianisms and their representations. Therefore, each new take on futuristic utopia as an imaginary society should ideally be treated in conversation with previous ones. All opposition to social and natural degradation must be confronted with the outcomes of analogous past projects and projections; the archive of utopian desires, projects, and texts haunts the canon of *chef-d’oeuvres* focused on privileged media such as literature.

## Soviet Space Cinema beyond Fiction, beyond Science, and against Canon: The Contours of an Imaginary

As if inspired by this Suvinian methodological reflection, the Russian Space Agency's television channel *TvRoscosmos* has spent the past decade developing and updating an online database that lists and, when possible, provides links to Soviet and post-Soviet Russian feature films "about outer space and cosmonautics" (Rus. *o kosmose i kosmonavtike*). This archive consists of more than thirty feature films, ranging from early twentieth-century fantastic projections such as *Aelita: Queen of Mars* (1924) and *Cosmic Voyage* (1936), the socialist-realist space utopias of museum-like communist societies characteristic of the 1950s and 1960s, to didactic and fairy-tale-like youth science fiction from the 1970s, unique introspective masterpieces such as Tarkovsky's aforementioned *Solaris* (1972), postmodernist auteur films from the 1990s and 2000s, and thrilling and spectacular rearticulations of events from the history of the Soviet space program. This archive is conceptually interesting in its cross-genre focus on "outer space", harnessing the Soviet tradition of treating science fiction as a close relative of the popularization of science, and featuring historical, science fiction, popular science, and melodramatic productions alongside one another. Moreover, the platform makes it easy to trace the continuities and transformations of space-age related ideas in the (post)Soviet cinematic imaginary across an extended time span, from utopia to memory. (see Majsova's book *Soviet Science Fiction Cinema and the Space Age*). Now let's have a look at how these two notions interact, or, in other words, what influence futuristic projections appear to exert on historical narratives.

### Utopian Impulse: To See is to Know and to Question

The archival perspective on Soviet science fiction and its imaginary of the space age debunks the stereotype about the introverted, pensive character of Soviet science fiction cinema, characteristic, for instance, of Tarkovsky's oeuvre.

Moreover, close readings of various space-related films from different time periods contextualize the significance of the idea of encountering radical alterity or visualizing life as abstract becoming, often associated with the emancipatory potential of science fiction, or its utopian impulse to paraphrase Fredric Jameson. Although explored in depth by certain individual directors, this impulse actually never belonged among the privileged questions of the genre of science fiction or space-themed films.

---

**Statistically speaking, up until the late 1980s, Soviet science fiction cinema mostly consisted of productions that glorified and monumentalized the space-age future as the imminent achievement of communism and, in this context, as the realization of the Cosmos: harmony, wellbeing, and the absence of misunderstanding and insecurity.**

---

Nevertheless, a specific kind of attention to radical alterity seeps through the seams of some of these films, which maintain a highly explorative attitude to the space age as the socialist future. This can be discerned in the abstract visualizations of the richness of outer space and possible extra-terrestrial life, which was characteristic of Pavel Klushantsev's works popular science and science fiction films, and those influenced by his approach to special effects, such as *I Was a Satellite of the Sun* (1959). If aligned with becoming and dynamism proper, the emancipatory utopian impulse both appreciates and celebrates a profoundly renewed, egalitarian, and progressive social contract, and can be found in several atypical space films. These include the future-oriented silent melodrama *Aelita* (1924), which celebrates post-revolutionary Moscow "under construction", and obscure, critically underappreciated science-fiction films, such as *The Mysterious Wall* (1967), which scrutinizes the future of interpersonal relations and interspecies communication, and *Moon Rainbow* (1983). Apart from science fiction, the conceptual significance of the space age as a ground-breaking event that can bring about a new set of priorities, values, and attitudes toward the

past, is characteristic of several post-Soviet Russian auteur productions such as *Dreaming of Space* (2005) and *First on the Moon* (2005), both of which are preoccupied with redefinitions of historical events and timelines. While belonging to different genres, *The Mysterious Wall*, *Moon Rainbow* and both films mentioned in this paragraph show that the utopian impulse as understood by Suvin is not necessarily governed by temporal vectors underlying orientations such as "past" and "future". In the archives of Soviet and post-Soviet space feature films, the utopian relates more to the *elsewhere* than to the past or future; and this *elsewhere* can be communicated with equal efficiency by using a variety of narrative and visual solutions.

### Utopian Form: From Instructive Space Utopias to Mythical Historical Blockbusters

While the utopian impulse characterizes a select few productions, rather than the entire genre of Soviet science fiction cinema, the most striking constant of the larger genre concerns the idea of instructive utopian projections of the space-age future. Film historians tend to associate this thematic emphasis with narratives of socialist-realist and socialist-realist-influenced productions of the late 1950s and early 1960s such as *The Heavens Call* (1961), *Toward Meeting a Dream* (1963), *The Andromeda Nebula* (1967), and 1970s youth science fiction such as *Moscow-Cassiopeia* (1973) and *Teens in the Universe* (1974). Apart from being simple representations of an anticipated communist social order in the space age, these films conjoin ideas of a museum-like communist future in space with traditional value hierarchies. These include respect for elders, strict heteronormativity, rigid gender roles that mark women as mothers, wives, and sidekicks, and tacit affirmations of Russian-Soviet intellectual superiority. In the quasi-conflictless worlds of these films, in which narratives are not supposed to excite but rather *to convince by developing a certain topic*, these ideas were consistently generated as latent byproducts of the plot.

This observation is supported by Evgeny



Dobrenko's insightful remark about Stalinist film narratives:

---

**In order to master the future, it is necessary, in the first place, to turn it into the past (as it is based on the 'known', the past does not scare), and, second, to sacrifice the present (which turns out to be irrelevant from this future-directed perspective as everything is done 'for the bright tomorrow' and 'for future generations').**

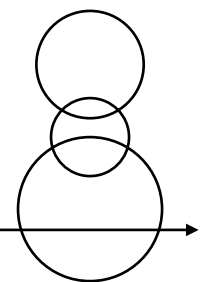
---

Although the Stalinist doctrine of socialist realism was denounced by Nikita Khrushchev at the 20th Communist Party Congress in 1956, this mnemonic future-oriented agenda appears to persist in certain later, post-Stalinist productions, notably in the genres of space-concerned popular science and science fiction films, as if the intent of the films were to equip Soviet citizens with instructions for how to approach the coming space age. Until the 1970s, Soviet space science fiction films were mostly illustrations of gentle, didactic narratives that offered a distanced perspective on the "now" in order to inspire faith in an even

better, communist future. In fact, they were often straightforwardly – and often in contrast to the literary texts they were based on – framed as the dream of one of the protagonists, which was supposed to be regarded from afar, rather than actually visited or experienced. This device probably ensured the reception of the film as pure fiction, unrepresentative of reality. Despite this disclaimer, it was film (and sometimes theatre, though not literature) that often got accused of simplicity in its visualizations of alterity. It should be noted that the static form and traditional orientation of the majority of Soviet space utopias need not be considered a peculiarity of cinematic world-building, but rather a reflection of the films' social mnemonic function. Instead of offering "radically liberating" novums, socialist-realist-inspired space futures and narratives of the history of the Soviet space program seek to reinforce the stability of a certain traditionalist, and future-oriented, symbolic imaginary across time, genre, and aesthetic preferences. As if remembering these "instructions" in an inverted way, as stories about life in the Soviet past, these very narrative structures and messages reappeared in recent Russian historical space thrillers such as *The Age of Pioneers* (also known as *The Spacewalker*) (2017) and *Salyut-7* (2017), which follow the same ideali-

stic logic of prompting the viewers to identify with the protagonist who is aspiring to create a better future. However, the fictional narratives are "based on historical events" rather than manifested as dreamy visions of the future.

In the context of this discussion on the presence of the space age in post-Soviet collective memory, these space thrillers articulate a nostalgia for a certain historical *narrative* (of Soviet supremacy in the space race), and for the *form* of the idealistic, dreamy fictions that were popular in the 1950s, 1960s, and early 1970s. This twofold nostalgia for a lost utopia, detectable in these recent action films, differs from the characteristic of the reflexive, inquisitive productions from the 2000s such as the aforementioned *Dreaming of Space* and *First on the Moon*, which are comparable in their restless impulse but very different in form. Having embraced the utopian impulse to construct anew and to reconstruct in a better way (albeit not utopia as a predefined form), these films attempt to align nostalgia with the past with a diverse, as opposed to a particular interpretation of the past. In this context, their immediate successors, the fantastic blockbusters about the glory of the Soviet space program, historical fiction science productions, can hardly be interpreted as a mere stylistic transformation.




---

**Alternator** je časopis o znanosti. Prostor za vzpostavljajanje in ohranjanje njene avtonomije ter prostor za odprto raziskovalno samorefleksijo.

---

# Komuniciranje znanosti v boju z družabnimi mehurčki v času pandemije



Foto in računalniška obdelava: Katja Bidovec

---

Številka: 40/2021

---

Avtor: Tom Turk

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.40](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.40)

---

Za začetek naj navedem misel v članku »Mis-information in and about science«, ki pravi nekako takole:

---

»Zavzemanje za razumevanje znanosti v širši javnosti mora biti prioriteta vseh znanstvenikov. To ne pomeni več učenja biologije

ali astronomije, ampak vzpodbujanje osnovne radovednosti o tem, kako znanost deluje, kako preverja dokaze, ki vodijo k zaključkom, in hkrati tudi opozarjanje, kako popularni mediji zavajajo in spreobračajo znanstvena dejstva.«

---

V podnebni in zdravstveni krizi, s katerima je danes soočen celoten planet, je komuniciranje znanosti pomembnejše kot kadar koli prej. Žal večina znanstvenikov ni vešč znanstvene komunikacije in ne zna predstaviti svojih dosežkov laični javnosti oziroma je ne zna zainteresirati, kaj šele navdušiti zanje. Znanstveniki so lahko izjemni in odlični raziskovalci, a slabi predavatelji in komunikatorji znanosti. Seveda velja tudi obratno, povprečni znanstveniki so lahko izjemni komunikatorji znanosti. Dva, ki ju širša javnost pozna predvsem po njeni edinstveni spretnosti na področju komuniciranja o znanosti, sta nedvomno David Attenborough in že pokojni Carl Sagan. Jasno je, da danes potrebujemo ene in druge, kajti zdí se, da v neprestanem boju s popularnimi mediji (včasih smo jih imenovali rumeni tisk) in še bolj z družbenimi omrežji znanost izgublja bitko za pozornost in še bolj za všečnost, če seveda predpostavimo, da je kaj takega v večjem obsegu pred pojavom svetovnega spleta sploh imela.

Kako naj torej znanstvena odkritja, pa naj bodo še tako pomembna, tekmujejo s privlačnostjo klikanja novic o klanu Kardashianovih ali novicah o dosežkih Luke Dončiča? Odgovor se skriva v prej navedenem citatu. Kljub temu številni znanstveniki v komuniciranju svojih dosežkov ubirajo tudi druga pota, s katerimi skušajo vzbuditi pozornost javnosti in tekmovati za všečnost, kar pa pogosto znanosti kasneje bolj škoduje kakor koristi. Med bolj kontroverznimi pristopi je objavljjanje preliminarnih rezultatov na odprtih znanstvenih portalih, še preden so bili izsledki takih raziskav podvrženi resni znanstveni recenziji in objavi v preverjenih znanstvenih publikacijah. Zgodi se, da tovrstni rezultati raziskav kasneje niso objavljeni, saj so bili v recenzentsko-uredniškem postopku zavrnjeni, ali pa so objavljeni, a se izkaže, da njihovih izsledkov ni mogoče ponoviti. Na spletu pa tudi take, nikoli objavljene raziskave ostanejo in se neomejeno širijo. S spleta se namreč neverodostojni in pogosto ovrženi rezultati začnejo prelivati na družbena omrežja, kjer se poenostavijo, preprosta ubeseditvev pa veliko lažje mobilizira in vzbudi zanimanje širše javnosti. Ta take rezultate posvoji, širi in jih začne uporabljati kot zanje enakovreden in prepričljiv argument proti prevladujočemu znanstvenemu konsenzu in stališčem, ki so bili sprejeti v ustaljenem in verodostojnem znanstvenem postopku. Ker resnih znanstvenih

objav javnost v glavnem ne razume, ni pa nikogar, ki bi jih znal dovolj nazorno in razumljivo predstaviti, prav resne izsledke znanosti javnost pogosto zavrača in jih pripisuje raznim lobijem, ki naj bi take raziskave plačevali. Razumevanje znanosti vendarle zahteva določeno predznanje in miselni napor, kar pa je kljub izobrazbeno višjemu nivoju tudi danes za večino laične javnosti pretežka naloga. Ko pride do takega stanja,

---

**postane poslanstvo znanstvenikov še toliko težje, saj jih veliko svojih rezultatov ne zna poenostaviti do te mere, da bi bili sleherniku dovolj razumljivi. Ta postopek namreč tudi od znanstvenika zahteva premislek in dodaten napor, ki pa ga večina znanstvenikov raje usmerja v raziskave kakor v širjenje (diseminacijo) in komunikacijo svojega dela.**

---

Na ta način prepričevanje javnosti in družbe kot celote o upoštevanju znanstvenih dognanj trči ob prepričanja, ki morda vsaj v začetku celo izhajajo iz neke, sicer nepreverjene znanstvene domneve, ta pa se kasneje na družbenih omrežjih amplificira v dogmo. Dogme pa, kot vemo, z znanostjo nimajo nobene zveze, zato poskusi prepričevanja vernikov z izsledki resne znanosti večinoma trčijo ob neprebojen zid. Drugi pristop, ki se ga žal zaradi pritiska načela »publish or perish« (v prevodu »objavi ali ponikni«) poslužujejo nekateri znanstveniki, je objavljjanje člankov v predatorskih revijah. Te delujejo po načelu, da je objavljivo vse, kar prispe v uredniški nabiralnik (članek na to temo si lahko preberete v tej reviji pod naslovom »Lažna znanost«). Ni čudno, da se potem tudi taki »znanstveni dosežki« pojavljajo na družabnih omrežjih, kjer se v mehurčkih enako mislečih skupin zlahka širijo in uporabljajo kot protiargument spoznanjem resne znanosti.

Nasploh javnost večinoma ne loči med dezinformacijami (angl. *disinformation*) in misinformacijami (angl. *misinformation*). Za prve, ki so bolj neposredne in jih v slovenščino prevajamo kot *lažne informacije*, je značilno, da jih lansirajo namerno z največkrat točno določenim namenom (npr. *volitve so nam ukradli*). To so dejansko spletne lažne novice, razvpite »fake news«. Zanje velja, da nimajo nobene znanstvene podlage ali

druge preverljive razlage. Iz njih pogosto nastajajo teorije zarote (npr. čipi v cepivih, s katerimi korporacije nadzorujejo naša življenja). Lažnim informacijam večinoma nasede le ozek, a spet ne tako nepomemben krog ljudi, kar smo lahko videli na zadnjih predsedniških volitvah v ZDA. Misinformacije, v slovenščini – *nepreverjene* ali *napačne informacije*, pa so nevarnejše, bolj subtilne in imajo, čeprav so velikokrat sprožene nenaumno, veliko večji domet, zato lahko povzročijo občutno večjo škodo. Napačne informacije se prej ali slej utrdijo na spletu in družbenih omrežjih, in ker jih praviloma posvoji veliko večji krog ljudi, postanejo uporabne tudi za pridobitev ekonomskih in političnih koristi. Napačne informacije sicer pogosto temeljijo na nekaterih informacijah, ki izvirajo iz znanosti vendar se uporabljajo selektivno, nepreverjeno, zavajajoče, brez globljega poznavanja znanstvene metodologije (npr. pozitivnih in negativnih preverb v poskusih). Klasičen primer takih informacij je članek razvpitega angleškega zdravnika Andrewa Wakefielda, ki je bil leta 1998 objavljen v sicer zelo ugledni medicinski reviji *The Lancet*. Poročal je o povezavi med avtizmom in kombiniranim cepivom proti ošpicam, mumpsu in rdečkam, a so ga kaj kmalu umaknili, ker se je izkazal za lažnega in je veliko število kasnejših raziskav njegove trditve ovrglo. Kljub temu sta članek in njegov glavni avtor še vedno eno od glavnih orožij proticepilnega gibanja tudi ob pandemiji covid-19.

Zaradi vsega naštetega je očitno, da danes znanost ne more reševati problemov javnega zdravja, globalne podnebne krize in tudi drugih zapletenih družbenih pojavov, ne da bi se spopadla z orjaško spletno goro napačnih informacij in njihovimi številnimi sledilci. Dandanes, v času pandemije še toliko bolj, postaja dolžina resnega in ustaljenega znanstvenega procesa, ki poleg samega raziskovanja vključuje tudi čas, potreben za objavo v resni »peer review« publikaciji in, kar je še posebej pomembno, tudi diseminacijo objavljenih izsledkov, občutno predolga. Vsekakor je to predolg proces, da bi lahko resno tekmoval z množico nepreverjenih trditev na svetovnem spletu, ki mobilizirajo in zavajajo veliko število ljudi.

Znanost, kljub njenim sposobnim komunikatorjem, biokemikom, farmacevtom, imunologom, epidemiologom in številnim zdravnikom, ne uspe

prepričati velikega dela ljudi o pomembnosti cepljenja v boju proti nalezljivim boleznim. To je pomembno dejstvo, so pa vzgibi nasprotnikov cepljenja različni, pri nas prav gotovo zajemajo tudi splošno nastrojenost proti vladi, ki jo povežemo tudi z nedorečenimi in pogosto spreminjajočimi se ukrepi, slabo in nedosledno komunikacijo z državljanji, pomemben del odpora proti cepljenju pa so tudi osebne lastnosti posameznikov, ki so bodisi generalno nezaupljivi proti vsem ukrepom bodisi dovzetni za manipulacije in teorije zarote. Znanstveniki se moramo soočiti predvsem s poplavo napačnih informacij. Proti trditvam iz zakladnice teoretikov zarot in naboru tipičnih »cvetk«, npr. da je Zemlja ploščata ali da virusi ne obstajajo, je poraba časa, potrebnega za prepričevanje posameznikov, ki širijo take trditve, večinoma popolnoma nepotrebna in tudi vnaprej obsojena na neuspeh. Ker pa večina znanstvenikov tako lažne kot tudi napačne informacije meče v isti koš in jih tako tudi obravnava (če sploh), je zanje napor za zavračanje informacij, ki temeljijo na manipulacijah in parcialnih, iz širšega konteksta iztrganih razlag znanstvenih dognanj ter se izrabljajo za upravičevanja prepričanij in ravnanj številnih posameznikov, le nepotrebna izguba časa in stranpot, ki bi jih odvracala od njihovega temeljnega dela – raziskovanja. To je zanje edino pomembno in edino, o čemer morda bi, pa še to zelo neradi, govorili. Obstaja pa tudi drug pol raziskovalcev, ki so sicer v manjšini, a se »spoznajo« praktično na vse in to »védenje« zelo radi delijo z javnostjo. Zaradi pomanjkanja kompetentnih govorcev tovrstne komunikatorje zelo rade vabijo v svoje studie praktično vse medijske hiše. Očitno je, da izogibanje komuniciranju znanosti omogoča učinkovito širjenje napačnih informacij in s temi povezanih prepričanij na svetovnem spletu in družbenih omrežjih, po drugi strani pa pretirano »komuniciranje« znanosti daje vtis površnosti in nekompetentnosti, ki je žal velikokrat resnična in večkrat bolj povezana z osebnimi »egi« kakor s sposobnostjo javnosti pravilno predstaviti znan-

stveno dilemo ali njeno rešitev. V zadnji pandemiji smo se pri nas nagledali in naposlušali tako enega kakor drugega, in čeprav je večina nastopajočih znanstvenikov ves čas zelo korektno predstavljala in razlagala znanstvena dejstva, povezana s pandemijo, so predvsem vladni govorniki ves čas dajali vtis nekompetentnosti, neuskkljenosti in nedoslednosti, s čimer so samo povečevali nezaupanje v javnosti, zlasti do cepiv in cepljenja.

---

**Nekaj je danes jasno: ker se v polju odprte znanosti pojavljajo številna, pogosto tudi nasprotujoča si mnenja in ker v virtualnem svetu informacij tudi napačne ter lažne informacije krožijo in se širijo hitreje kot kadar koli prej (smo v stanju nekakšne infodemije), nihče ne more prezreti spoznanja, da je komuniciranje znanosti nekaj, kar je lahko ločeno od njene produkcije.**

---

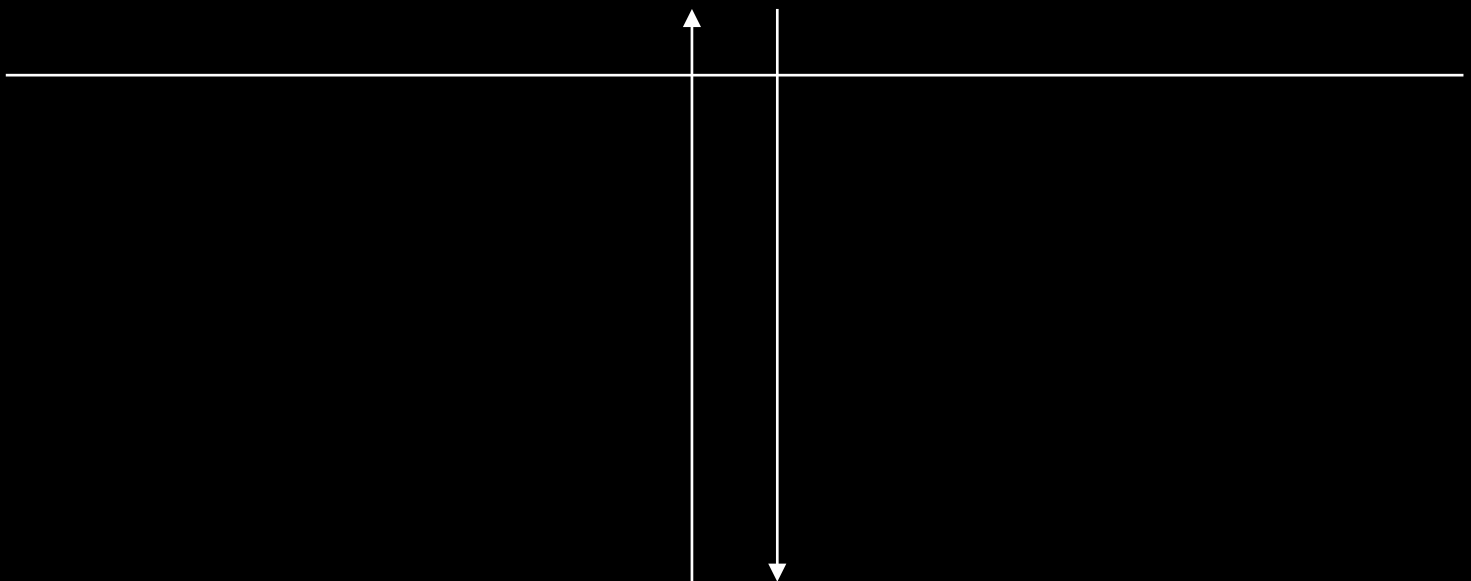
Z drugimi besedami: če se ukvarjaš s sovami, sintezo antibiotikov ali fiziko osnovnih delcev, je prav, da o svojem delu govoriš, pišeš in ga predstavljaš javnosti. A prav tako je nujno, da se ne izogibaš družbenim temam in dilemam, ki jih kot znanstvenik lahko pomagaš razložiti in razrešiti. Predvsem na način, ki ljudem pomaga razumeti, kaj znanost je, kako deluje, kakšna je njena metoda, zakaj je pametno in koristno upoštevati znanje in zakaj je pomembno, da znanosti zaupamo. Ne nazadnje, po zadnji raziskavi javnega mnenja, ki jo je leta 2018 opravil Valicon, slovenska javnost znanstvenike postavlja na visoko drugo mesto na lestvici zaupanja. Kako je torej mogoče, da tri leta kasneje znanstvenim razlagam (o koristnosti cepljenja) v tej državi očitno ne zaupa ali ne verjame vsaj polovica ljudi? Morda zato, ker znanstvene predloge in utemeljitve javnosti posredujejo razni vladni govorniki iz vrst politike, ti pa so po zaupanju ljudstva prej omenjene raziskave prepričljivo na

zadnjem mestu, saj jim ne zaupa več kot 90 odstotkov prebivalstva.

Za konec pa še bolj osebna anekdota. Pred dvema letoma me je Slovenska znanstvena fundacija proglasila za komunikatorja znanosti. Zadnji dogodki pa so me nekako prepričali, da si tega naziva ne zaslužim. Pred nekaj dnevi me je namreč prijateljica (vsaj nekoč je bila) izbrisala s seznama svojih »prijateljev« na omrežju Facebook, ker sem si z znanstvenimi argumenti drznil oporekati njenim nebulozam glede cepljenja in jo skušal prepričati, naj ne objavlja pozivov podpore ljudem, ki med drugim zahtevajo, naj znanstveniki dokažemo, da virus obstaja. Vemo, da je znanost v dolgi zgodovini boja proti boleznim nakopičila kup dokazov o obstoju virusov, podobno kot obstaja kup dokazov, da Zemlja ni ploščata. Znanstvena debata o takih vprašanjih je popolnoma neproduktivna. Toda če ne uspem z znanstvenimi argumenti prepričati lastnih prijateljev, ki jih niti nimam za nevedne, kako naj kot komunikator znanosti prepričam širšo javnost o koristnosti cepljenja? Verjetno le tako, da ne popuščam, vztrajam in še naprej poskušam ljudem razložiti, kako razmišljamo znanstveniki, kako deluje znanost in zakaj so izsledki znanosti kljub nekaterim stranpotem in napakam vredni zaupanja. Zavedati pa se je treba, da to početje ni lahko, ker ljudje v današnjih časih očitno živijo s svojimi somišljeniki v skoraj neprebojnih družabnih mehurčkih, napolnjenih z egi in prepričanji, ki jim znanstveni argumenti večinoma ne pridejo do živega. Ker se v mehurčkih med »svojimi« počutijo varne, je to še toliko težje. Toda nekaj je povsem jasno: izogibanje in zane-marjanje komuniciranja znanosti je slaba izbira, ki take mehurčke le krepí in znanosti jemlje pomen ter onemogoča, da bi vplivala na odločitve, ki se tičejo nas vseh.

---

Izmenični miselni tok **Alternatorja** omogoča soočanje s pogledi drugih. Tudi tistih, ki znanost doživljajo zgolj skozi spremembe v svojem življenju. Spremembe, ki jih vedno znova omogoča prav znanost.



# Dvorezni meč nevroznosti v kazenskem pravu



Foto: Arne Hodalič

---

Številka: 26/2021

---

Avtor: Miha Hafner

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.26](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.26)

---

Če bi naključne mimoidoče na cesti vprašali, kaj je predmet poklicnega zanimanja pravnikov, bi se verjetno znašli pred dolgim seznamom stereotipov. Ti pravnike običajno slikajo kot puščobne »družboslovne matematike«, ki se najbolj domače počutijo, kadar jih postaviš v nepregleden labirint

zakonskih določb z navodilom, naj izhodi iz njega najdejo le s pomočjo paragrafov.

---

**Če bi vam kdo rekel, da so pravniki strokovnjaki, ki se poglobljajo v ljudi in njihov notranji svet, zlasti pa jih zanima, kaj se dogaja v glavah posameznikov, s katerimi prihajajo v**

### stik pri svojem delu, bi to verjetno razumeli zgolj kot slab poskus sarkazma.

Av nasprotju s splošnim prepričanjem je v resnici ogromno pravnishkega dela vsaj v praksi sodišč in drugih odločevalcev povezanega pravz ugotavljanjem, kaj se dogaja oziroma se je dogajalo v glavah ljudi v določenem trenutku. V dednih postopkih nas na primer zanima, kaj je bila resnična poslednja volja zapustnice. V odškodninskem postopku za nepremoženjsko škodo se bo sodišče spraševalo, kolikšni so bili strah in duševne bolečine tožnika. V obligacijskem pravu je temeljno vprašanje, kdaj in glede česa je prišlo do t. i. ujemanja volj sopogodbenic, kar je ključno za ugotavljanje trenutka sklenitve in vsebine pogodbe. Celo v upravnem pravu mora upravni organ včasih ugotavljati dejstva, ki bi jih prej pripisali delokrogu psihoterapevta, denimo, ali med partnerjema v resnici obstaja pristna ljubezen ali pa morda želita skleniti fiktivno zakonsko zvezo. Najbolj intenzivno pa se z dogajanjem v glavi (največkrat domnevnega storilca) ukvarjajo kazenska sodišča. Včasih se že pred samim sojenjem zastavi vprašanje razpravne sposobnosti obdolženca (ali je ta zaradi svojih psihofizičnih lastnosti sploh zmožen razumeti obtožbe zoper sebe in v postopku sodelovati). Med sojenjem pa pogosto pride do vprašanja v zvezi z obdolženčevo prištevnostjo pri izvršitvi protipravnega dejanja. Ta je izključena, če storilec zaradi duševnih motenj ali podobnih stanj (na primer vpliva drog ali alkohola) ni mogel razumeti pomena svojega ravnanja ali pa ga ni mogel imeti v oblasti. Neprišteven storilec ne more biti kriv, (bistveno) zmanjšano prišteven storilec pa je praviloma sankcioniran drugače in blažje. Razpravno sposobnost in prištevnost sodišču pomagajo ugotavljati izvedenci psihiatri, vse pogosteje pa sodelujejo tudi nevrologi, psihologi in drugi strokovnjaki za človeške možgane. Poleg navedenih situacij je ugotavljanje vsebine obdolženčevih misli odločilnega pomena v prav vsakem kazenskem sojenju. Da sodišče nekoga obsodi, namreč ni dovolj, da tožilstvo dokaže, da je obdolženec kaznivo dejanje storil. Dokazati mora tudi, da je imel storilec glede kaznivega dejanja izoblikovan ustrezen subjektivni odnos – naklep ali malomarnost, kar je docela duševna kategorija. Nadalje je za sodišče ključna kognitivna kategorija spomin, tako pri obdolženecih kot pričah. Pa tudi širše vprašanje verodostojnosti pričanj udeležencev

postopka, vključno s prepoznavanjem morebitnega zavajanja. Nenazadnje pa je za kazensko pravo pomembno ugotavljanje tudi drugih vsebin iz sfere obdolženčeve ali oškodovančeve psihe. Gre zlasti za čustva in stanja, nagibe in motive, od katerih je odvisna pravna opredelitev ravnanj ali pa izbira in odmera kazenske sankcije, kot so razdraženost, prestrašenost, maščevanje, ljubosumje, sovraštvo ter na drugi strani obžalovanje in kesanje.

Stoletja dolgo so kazenska sodišča vse te duševne vsebine v glavah udeležencev kazenskih postopkov ugotavljala in dokazovala na podlagi dejstev, zaznavnih v zunanem svetu.

---

**Od konca prejšnjega stoletja pa napredek v nevroznosti tudi sodiščem omogoča vpogled v možgane in posredno tudi razbiranje duševnih vsebin, ki vznikajo v njih. Vendar pa se z upi, ki jih nekateri polagajo v revolucijo nevroznosti v kazenskem pravu, mešajo tudi nelagodje in bojzani, ki jih ta vzbuja.**

---

Ker spoznanja nevroznosti v kazenskem pravu nastopajo v izjemno raznolikih vlogah, so razno-terti tudi pomisleki in težave, s katerimi se soočajo posamezni akterji, ki kazenske postopke krojijo.

### Česa se bojijo nevroznanstveniki

Na kazenskih sodiščih so vse pogosteje pojavljajo dokazi, pridobljeni s tehnologijami strukturnega in funkcijskega možganskega slikanja ter merjenjem električne možganske aktivnosti (elektroencefalografija ali EEG), ki so včasih podprti s tehnologijami umetne inteligence. Pri uporabi takšnih dokazov nevroznanstveniki opozarjajo na preveč svobodno prilaščanje »znanosti« v besedi nevroznost. Matthew Ginther opozarja, da ni vsak dokaz, ki je pridobljen s kompleksno, drago in zahtevno tehnologijo, že sam po sebi znanstven. Celo več, s slikanjem možganov s funkcijsko magnetno resonanco bomo z metodološko še tako zgrešenim pristopom vedno dobili določen rezultat – možganske slike. Vendar takšna možganska slika, razen da je bila pridobljena s kompleksno tehnologijo, nima prav nobenega atributa znanosti. Previdnost

pa narekuje tudi tolmačenje znanstveno trdnejših dokazov. Pri tem nevroznanstveniki opozarjajo na izjemno interpretativno odprtost takšnih dokazov. Ti se izmikajo neizpodbitnim vzročno-posledičnim razlagam med delovanjem, poškodbami ali boleznimi možganov na eni strani in ravnanjem obdolženca v konkretni situaciji na drugi. Namesto tega običajno ponujajo več mogočih razlag. Vendar je obstoj takšne jasne vzročne zveze ravno tisto, kar najbolj zanima kazenska sodišča, ko odločajo v posameznem primeru. S podobno zagato se soočajo pristopi prepoznavanja laganja in zavajanja, ki temeljijo na funkcijskem možganskem slikanju. Ideja za njimi je preprosta: umetna inteligenca se lahko naučil prepoznati tipičen vzorec možganske aktivnosti, ki se pojavi pri laganju, kar bi lahko v praksi uporabili kot detektor laži. Kot v pregledu takšnih študij ugotavljajo F. Andrew Kozel in sodelavci, so nekatere izmed raziskav vsaj v laboratorijskem okolju v resnici izjemno obetavne, vendar še daleč od tega, da bi bile dovolj zanesljive v praksi in realnih življenjskih okoliščinah. Kljub temu so nekatera komercialna podjetja v ZDA tehnologijo že tržila in z njo, neuspešno, poskušala prodreti tudi na sodišča.

### Česa se bojijo zakonodajalci

Sodobna spoznanja o delovanju človeških možganov ustvarjajo vse večji pritisk na zakonodajalce, ki v državah oblikujejo kazensko pravo. Ustaljeni kazenskopravni koncepti v večini sodobnih pravnih ureditev (z večjimi ali manjšimi variacijami) namreč v veliki meri temeljijo na razumevanju človeške psihe in njegovih možganov, kot se je vzpostavilo v psihologiji in psihiatriji poznega 19. in zgodnjega 20. stoletja. Sodobna spoznanja nevroznosti o biološki in kognitivni podstati človeškega vedenja ta dognanja že dolgo presegajo in se s tem nekaterim temeljnim predpostavkam sodobnih kazenskopravnih ureditev vse težje prilagajajo. Rdeča nit teh dognanj je, da nas ljudi biološki in kemijski stroj naših možganov precej bolj determinira, kot to načeloma predpostavlja kazensko pravo. Pri premljevanju teh vprašanj naposled vedno trčimo ob večno in zapleteno vprašanje obstoja svobodne volje, a sije v pravu enostavno nemogoče zamisliti, da bi to predpostavko kar odpravili. Vendar zakonodajalci – zavedajoč se, da je kazensko pravo eno najbolj občutljivih pravnih področji, pri katerem je

stabilnost, predvidljivost in zanesljivost sistema temeljnega pomena – postopoma uvajajo spremembe, ki predpostavko svobodne volje, če že ne odpravljajo, vsaj precej mehčajo. Te spremembe zakonodaje in sodne prakse so spodbujene in utemeljene tudi z dognanji nevroznanosti. Primeri takšnih postopnih korakov so uvedbe posebnih vrst sodišč in kazenskih postopkov, ki predvidevajo blažjo kazenskopravno obravnavo, vključno z drugačnimi, v rehabilitacijo usmerjenimi sankcijami, za različne kategorije nevrološko drugačnih storilcev. Te ponekod vključujejo mlajše polnoletnike, čigar možgani se še razvijajo, posameznike z odvisnostmi od drog in alkohola, vojne veterane, ki so utrpeli travmatske poškodbe možganov, ali osebe z motnjami v razvoju možganov zaradi t. i. fetalnega alkoholnega sindroma (izpostavljenostjo zarodka alkoholu med nosečnostjo).

## Česa se bojijo tožilci

Dokazno breme v vseh sodobnih kazenskih postopkih nosijo tožilci, ki morajo dokazati obdolženčevo krivdo. To breme utegne znatno otežiti obramba s sklicevanjem na možganske slike in izvide EEG. Z njimi obramba običajno dokazuje, da so možgani obdolženca okvarjeni ali pa, da delujejo drugače od možganov »zdravih« ljudi (nekaj odmevnih primerov poznamo iz ZDA in Italije). Takšne argumente lahko prevedemo v jezik kazenskega prava na različne načine; največkrat kot zatrjevanje neprištevnosti, (bistveno) zmanjšane prištevnosti, odsotnosti naklepa ali pa zgolj kot olajševalne okoliščine pri kaznovanju. Vsem pa je skupno to, da obramba želi prepričati sodišča v blažjo kazensko obravnavo obdolžencev. Tožilci se zavedajo, da so možganske slike in drugi, s sodobno tehnologijo pridobljeni dokazi o možganih obdolženca, na kazenskih sodiščih močno orožje. Nekatere empirične raziskave namreč ugotavljajo, da sodniki in porotniki dokaze, pridobljene s sodobnimi tehnologijami nevroznanosti, že *a priori* štejejo kot bolj znanstvene in verodostojne kot izvedenska mnenja s področij manj »trdih« znanosti (na primer psihiatrije in psihologije), celo če so prvi nelogično in nekoherentno obrazloženi.

## Česa se bojijo obdolženci

Vendar sodobna nevroznanost na sodiščih ne služi le kot orožje obrambe. Tožilci so hitro spoznali, da je druga plat istih argumentov, ki jih uporablja

obramba, lahko tudi voda na mlin organov pregona. V nekaterih primerih zato tožilci z dokazi nevroznanosti želijo prepričati sodišče, da so možgani obdolženca tako okvarjeni, da se jih ne da več »popraviti«. V jeziku kazenskega prava in penologije bi to pomenilo, da takšnih obsojencev s kazenskimi sankcijami ni mogoče resocializirati in jih vključiti nazaj v družbo brez tveganja za njene člane. Zlasti v ZDA se takšni argumenti tožilstva zaključijo s pozivom sodišču po izreku dolgih in strogih kazni ter varnostnih ukrepov. Prikladnost argumentov o obdolženčevih odstopajočih možganih tako v obremenilne kot razbremenilne namene zato nekateri kazenskopravni teoretiki slikovito poimenujejo dvorezni meč nevroznanosti. Obdolženci in njihovi zagovorniki se nevroznanosti bojijo tudi zato, ker v prenekateri državi organi preiskovanja in pregona s sodobnimi tehnologijami raziskovanja možganov želijo brskati po glavah domnevnih storilcev in kar iz njihovih možganov izbežati podatke za njihovo obsodbo. Ene izmed tovrstnih metod se je prijel poimenovanje možganski prstni odtisi (angl. *brain fingerprinting*). Ta metoda predpostavlja, da se možgani drugače odzovejo na informacijo (dražljaj), ki jo že poznajo, kot na tisto, ki je zanje nova. S tem naj bi preiskovalci kaznivih dejanj lahko ugotovili, če podrobnosti s kraja dejanja ali predmete, s katerimi je bilo kaznivo dejanje storjeno, osumljenčevi možgani prepoznajo, čeprav sam trdi, da jih ne pozna. Nevroznanstvena skupnost je glede zanesljivosti možganskih prstnih odtisov precej skeptična, vendar to njihove uporabe v policijskih preiskavah pa tudi sodnih postopkih ni ustavilo. Najbolj osupljiv primer je redna dokazna uporaba te metode na kazenskih sodiščih v Indiji, kjer ji je zeleno luč prižgalo celo vrhovno sodišče.

## Česa se bojijo kazensko-pravni teoretiki

Takšen razvoj uporabe novih tehnologij v kazenskih postopkih vse bolj skrbi tudi (kazensko)pravne teoretike. V njem že prepoznajo obrise spremenjenih pravil igre, ki utegnejo ogroziti najbolj temeljne pravice in procesna jamstva, ki smo jih v kazenskem pravu izgrajevali stoletja dolgo. Morda najbolj zgovoren primer je erozija pravice do molka oziroma privilegija zoper samoobtožbo, ki štiti vsakogar, ki se obdolžen znajde v kazenskem postopku. Ker mora krivdo obdolženca dokazati tožilec, država nikogar ne sme prisiliti, da

bi izpovedoval ali prispeval drugo testimonialno dokazno gradivo zoper samega sebe (na primer izjave v obliki zapiskov, pisem, listin, slik, zvočnih ali video posnetkov). V tehnologijah nevroznanosti, ki v možganih domnevnih storilcev brskajo za njihovimi spomini, naklepom, nagibi, motivi in morebitnim zavajanjem, zlahka prepoznamo obid in izigravanje privilegija zoper samoobtožbo. Težko se je sprijazniti z nedoslednostjo ureditve, ko država obdolženca ne sme prisiliti, da bi ta zoper svojo voljo razkril neko vsebino, nato pa to isto vsebino država lahko razbere kar neposredno iz njegovih možganov.

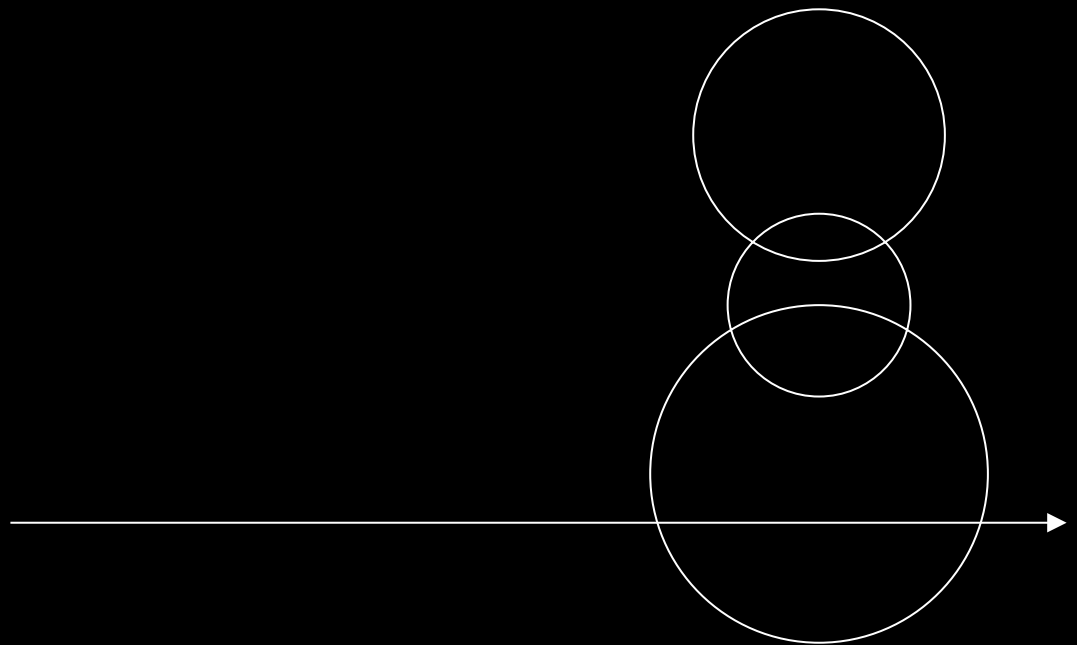
## Česa bi se morali bati vsi državljani

Napredek v razumevanju delovanja človeških možganov lahko kazenskemu pravu zagotovo koristi in pripomore k pravičnejši in bolj smiselni obravnavi storilcev protipravnih ravnanj. Po drugi strani pa je uporaba novih tehnologij za razbiranje duševnih vsebin iz naših možganov, za »prisluškovanje« našim mislim in vdiranje v naše najbolj intimne kotičke duševnosti – četudi pod okriljem justice, ki z mečem pravičnosti in prevezo čez oči tako še bolj učinkovito s tega sveta preganja kriminal – nekaj, kar bi najbrž moralo skrbeti vse nas. Sploh, ker te iste tehnologije počasi in na videz blagohotno prodirajo v naš vsakdan tudi na bolj nevsiljive načine. S tehnologijo možgansko-računalniških vmesnikov, ki se priklopijo na signal kognitivne dejavnosti možganov, že danes denimo lahko igramo računalniške igrice, krmilimo brezpilotne naprave ali krepimo svojo tehniko meditacije. Kmalu bodo ti vmesniki omogočili, da bomo le z močjo lastnih misli upravljali še pametne telefone in pisali sporočila. Smo se pripravljani sprijazniti, da bo v sodobni družbi nadzora s tem padla še zadnja neosvojena trdnjava naše zasebnosti? Smo zavoljo učinkovitejšega pregona kaznivih dejanj nadzoru države pripravljani podvreči še zadnji prostor lastne samobiti?

Pravniki, ki jih v naših stereotipnih predstavah bolj kot notranji svet ljudi zanima pomen pravnih pravil, morda res niso najbolj fascinantna bitja na svetu. Gotovo pa zbuja manj strahu od tistih, ki bi v imenu države s pomočjo nevroznanosti brskali po mislih svojih sodržavljanov. Prvi se namreč zavedajo, da mora justica svoj meč včasih dvigniti tudi proti državi in pred njo samo zaščititi njene državljane.



[www.alternator.science](http://www.alternator.science)



# Vse, kar ste želeli vedeti o cepivih RNK



Foto: Katja Bidovec in Arne Hodalič

---

Številka: 02/2021

---

Avtor: Arne Praznik

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.02](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.02)

---

Cepiva RNK, ki so bila še do nedavnega dokaj neznan tehnologija, so ob koncu leta 2020 postala reden del pogovorov ob kosilu ali na božični večerji. Razlog za to sta seveda pandemija covid-19 in potencialni up, ki ga cepiva prinašajo z boleznijo in pri vračanju v stanje normalnosti. Preden bomo zagotovo vedeli, ali je cepivo dovolj učinkovito za zagotovitev trajne imunosti, bo treba počakati še nekaj časa. A hitri razvoj in trženje cepiv RNK proti virusu SARS-CoV-2 podjetij Pfizer in Moderna sta

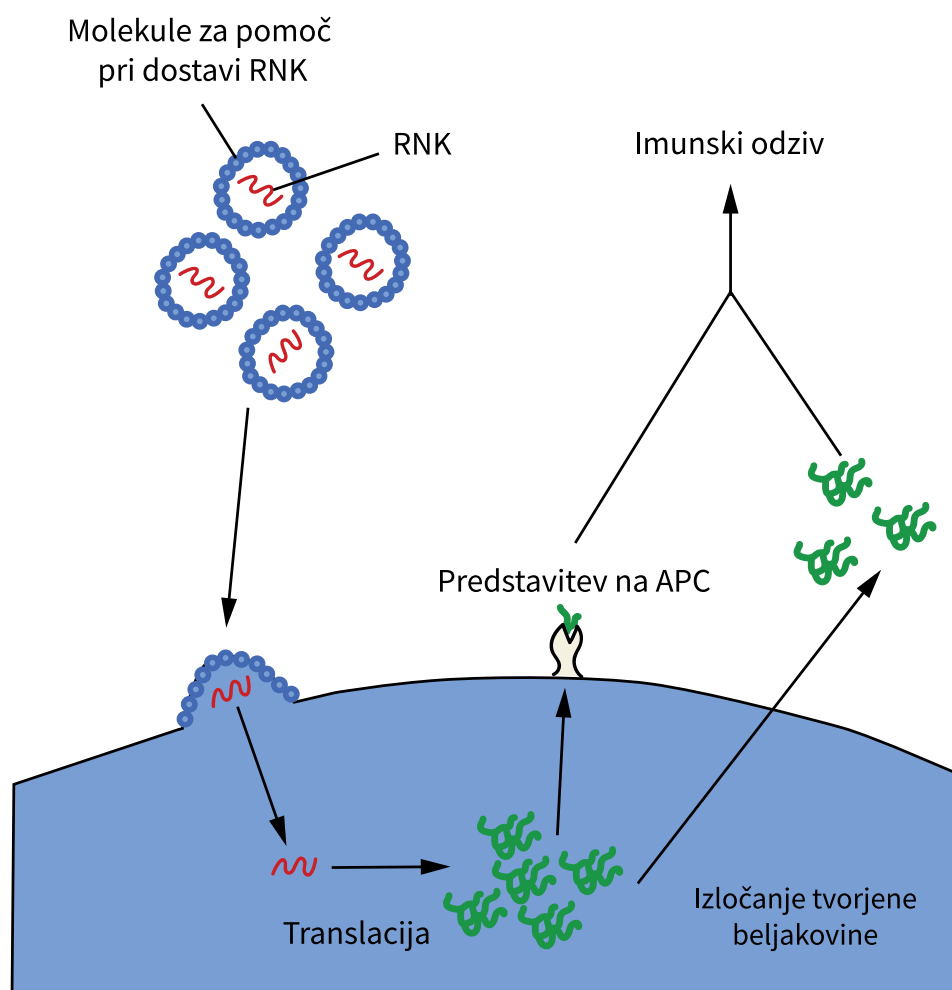
prelomna z več vidikov in utegneta biti precej pomembna za izdelavo cepiv v prihodnosti.

---

**Cepiva RNK bodo tako lahko kmalu postala cepiva nove generacije**

---

in omogočila hiter razvoj cepiv proti številnim drugim nalezljivim boleznim, pa tudi izboljšala



Vir: Wikimedia Commons, prevod: Arne Praznik

zdravljenje bolezni, kot je rak. Razumevanje, kako delujejo, bo tako pomembno ne le za razvoj novih cepiv, temveč tudi za obveščanje javnosti o znanstvenih odkritjih, zaslužnih za tehnologijo, ki bo morda v ne tako daljni prihodnosti postala del našega vsakdana.

### Kaj cepiva RNK sploh so in kako delujejo?

Vsa cepiva so zgrajena iz delcev patogenov ali

oslabljenih patogenov, ki sicer niso zmožni okužiti osebe, vendar so dovolj podobni dejanskemu patogenu, da izzovejo in aktivirajo naravni imunski sistem, kot bi ga pravi patogen. Pri tem se zgodi več procesov na nivoju t. i. prirojene in pridobljene imunosti, najpomembnejši končni izid, ključen za razvoj trajne imunosti ter posledično delovanja cepiv, pa je razvoj spominskih B- in T-celic proti temu patogenu. Ob ponovnem soočenju s patogenom so spominske celice sposobne aktivirati

imunski odziv proti točno določenemu patogenu v kratkem času, še preden se patogen lahko v telesu namnoži in povzroči škodo.

Cepiva RNK se od klasičnih cepiv razlikujejo po načinu tvorbe patogenih delcev.

---

**Klasična cepiva vsebujejo dejanske delce patogenov, medtem ko cepiva RNK vsebujejo informacijo za beljakovinske delce v obliki molekule informacijske RNK**

---

(angl. *messenger RNA* oziroma *mRNA*), te delce pa nato tvorijo telesne celice same z naravnim procesom translacije oziroma prevoda genskega koda, zapisanega v obliki nukleotidnega zaporedja mRNA, v aminokislinsko zaporedje. Aminokisliline se v celičnem okolju zvijejo v beljakovino, ki je po obliki in zaporedju identična delcu virusa ali bakterije (ali pri cepivu za zdravljenje raka beljakovine, značilne za rakaste celice). Te pa se nato predstavijo na površini antigen-predstavitvenih celic (angl. *antigen-presenting cells* oziroma *APC*), ki so specializirana oblika celic prirojene imunosti, odgovorna za nadaljnje obveščanje celic prirojene imunosti o prisotnosti patogena v telesu.

Zamenjava učinkovine v cepivu za informacijo, kako zgraditi to učinkovino, je osrednja razlika med klasičnimi in cepivi RNK, a ta mala sprememba ima odločilne prednosti. Morda najpomembnejša je hitrost izdelave takšnih cepiv. Produkcija molekul RNK je namreč veliko lažji kemijski proces kot produkcija samih patogenov ali patogenih beljakovin. Reakcijo je mogoče izvesti s komercialno dostopnimi encimi v standardiziranih pogojih, zaradi česar je celoten postopek hitrejši in cenejši, variabilnost med končnimi produkti pa je manjša. Prav tako ni treba skrbeti za pravilno zvijanje in oblikovanje aminokislinske verige v tridimenzionalno zgradbo beljakovine, saj optimalno okolje za to ponuja celična citoplazma.

Cepiva RNK imajo prednost tudi pred drugo vrsto cepiv, ki je še nismo omenili – cepivi DNK. V centralni biološki dogmi je informacija za tvorbo celičnih beljakovin zapisana v nukleotidnem zaporedju na molekuli DNK. Ta se najprej prepíše v molekulo mRNK, ki se nato veže na ribosom (tj. na celično »mašinerijo«, potrebno za prevod informacije na RNK v aminokislinsko zaporedje beljakovine). Cepiva DNK tako delujejo podobno kot cepiva RNK s tega vidika, da kodirajo informacijo za beljakovino, vendar vključujejo še proces transkripcije oziroma prepisa DNK v RNK. A cepiva DNK so potencialno nevarna. Čeprav je molekula DNK majhna, obstaja verjetnost, da se v cepivu zaradi podobnosti v molekularski zgradbi pomotoma vgradi v genom gostiteljske celice. Takšne vstavitve so pogosto neškodljive, lahko pa so nevarne, če se vgradijo v pomembne regulatorne gene, onkogene ali tumorje zavirajoče gene.

Pri cepivih RNK takšnega tveganja tako rekoč ni, saj se molekula RNK sama ne more vgraditi v genomsko DNK: molekuli RNK in DNK sta namreč preveč različni. Prav tako so molekule RNK izredno občutljive za razgradnjo s celičnimi encimi, imenovanimi *RNaze*, ki so specializirani za razrez RNK. RNK se tako po nekaj dneh, ko je že opravila nalogo tvorbe patogene beljakovine, naravno odstrani iz celice in ne vpliva več na nadaljnje celične procese. Naše celice sicer vsebujejo encime, ki jim pravimo *reverzne transkriptaze* in ki lahko prepíšejo RNK nazaj v DNK, vendar ti encimi niso posebej razviti za učinkovito prepisovanje molekul RNK v cepivih. Prav tako je izražanje teh encimov premajhno, da bi lahko uspešno prepisali RNK v DNK, zaradi česar je nevarnost takšne aktivnosti v cepivih RNK tako rekoč nična.

## Spoznavanje specifičnih značilnosti cepiv RNK

Ideja, da bi uporabili molekule RNK kot metodo vnosa beljakovin v odrasle živali, je bila prvič preizkušena v zgodnjih 90. letih 20. stoletja. Raziskovalci so v miši vnesli molekule RNK, ki so kodirale informacijo za antidiuretični hormon vazopresin in v miših na omenjeni hormon zaznali fiziološki odziv. To je nakazovalo, da se je RNK uspešno prevedla v beljakovino. Vendar so se že v teh zgodnjih poskusih pokazale pomanjkljivosti uporabe molekul RNK za vnos beljakovin v

telo. RNK je namreč, za razliko od bolj odpornih DNK in beljakovin, izredno občutljiva molekula. Že omenjeni encimi RNaze so glavni razlog za razgradnjo RNK, encimi pa so v okolju in v telesu vseprisotni, saj jih ne proizvajamo samo ljudje, temveč tudi drugi organizmi, zlasti bakterije. Razlog za to vseprisotnost RNaz je njihova vloga v boju zoper določeno skupino patogenov – virusov. Virusi po svoji zgradbi niso kaj več kot ovoj, ki v sebi nosi genetski zapis za encime, potrebne za svoje razmnoževanje in izgradnjo. A kljub njihovi enostavnosti lahko uspešna okužba z že enim virusom privede do propada gostiteljske celice in tvorbe več tisoč novih virusov, ki se jih morajo organizmi čim prej znebiti, preden lahko povzročijo škodo. RNaze so vrsta obrambe pred vsakršno tujo molekulo RNK, ki bi lahko bila virusna, kar – na žalost ali k sreči – vključuje tudi RNK v naših cepivih. Prisotnost RNaz je prav tako glavni razlog za izredno nizke temperature, potrebne za shranjevanje cepiva, saj ostanejo encimi aktivni tudi pri takih temperaturah.

RNaze pa niso edina zaščita pred virusi, ki jo premore naše telo. Celice prirojene imunosti imajo na površini in v notranjosti različne receptorje, ki zaznavajo delce, značilne za patogene. Takšna zaznava deluje kot prva obrambna linija telesa in je zadolžena za odkrivanje prisotnosti potencialno škodljivih tujkov v telesu, proti katerim nato zažene hiter, a nespecifičen napad prirojene imunosti. Tujo RNK telo z receptorji prirojene imunosti samo po sebi zazna kot tujek, zaradi česar pravimo, da je imunogena. Raziskave so pokazale, da je odziv telesa na imunogenost vnesene RNK nekoliko paradoksalen: po eni strani višja imunogenost RNK poveča učinkovitost cepiv, saj že sama RNK učinkuje kot *adjuvans* – to so različne molekule, ki jih dodajo v cepiva in ki okrepijo delovanje prirojenega imunskega odziva, s tem pa prispevajo k razvoju dolgotrajne imunosti. Po drugi strani lahko imunogenost RNK zmanjša učinkovitost cepiva, zato v takih primerih želimo imunogenost zmanjšati. Določena imunogenost vnesene RNK je tako lahko koristna ali pa tudi ne, odvisno od cepiva.

Tretji pomemben premislek pri razvoju učinkovitih cepiv je način dostave molekul RNK v telesne celice. Vse celice so obdane s celično membrano, zgrajeno iz fosfolipidnega dvosloja, v katerem so

nameščene beljakovine in različne hidrofobne molekule. Glavni namen membrane je, da zagotavlja mejo med zunanostjo in notranostjo celice in tako odločilno določa, katere molekule gredo v celico in katere ne. Molekula RNK sama od sebe težko prehaja v celično membrano, zato ji je za uspešen vstop pogosto treba pomagati.

Napredek zadnjih treh desetletij od prvih vnosov mRNK v miši se je zgodil zlasti zaradi raziskovanja načinov, kako vplivati na opisane mehanizme in s tem izboljšati vstop molekul RNK v celice.

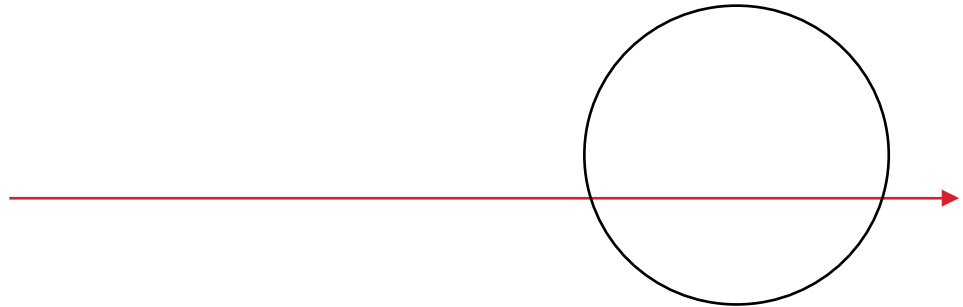
## Samó izražanje ali samopomnoževanje

---

**Virusi so po eni strani velika grožnja človeškemu zdravju, po drugi strani pa je raziskovanje bioloških mehanizmov virusov ključno prispevalo k razvoju modernih bioznanosti in medicine.**

---

Virusi so izredno majhni, kar med drugim pomeni, da je lažje razumeti njihove gradnike. Ker je virusni »življenjski« cikel razmeroma preprost, je virus specializiran za le dve glavni nalogi – vstop v gostiteljsko celico ter hitro namnožitev. Kot smo že opisali, sta to tudi značilnosti, ki ju želimo od cepiv RNK, zaradi česar so se kmalu po prvih raziskavah cepiv RNK pojavile ideje o kombiniranju cepiv z virusnimi vektorji. Za uporabo cepiv RNK so zlasti zanimivi virusi, katerih genom je zgrajen iz molekule RNK. Genom teh RNK-virusov vsebuje strukturne gene za beljakovine ovoja in kapside virusa ter gene za pomnoževanje virusnega genoma. Z zamenjavo strukturnih genov za gene poljubne beljakovine cepiva RNK je raziskovalcem uspelo ustvariti t. i. samopomnoževalno mRNK (angl. *self-amplifying mRNA* oziroma *SAM*), ki se v celici lahko pomnožuje zaradi genov za pomnoževanje, a hkrati ne tvori novih virusov. Takšno cepivo lahko že v majhnih količinah proizvede veliko končnega produkta in izzove močan imunski odziv zoper tarčno beljakovino. Dodatna prednost takšnih cepiv je, da se pri pomnoževanju RNK tvori dvoverižna molekula RNK, ki učinkuje kot močan adjuvans, kar dodatno okrepi delovanje prirojenega imunskega odziva in posledično delovanje cepiv.



Tako samopomnoževalna RNK kot tudi RNK brez dodanih genov za pomnoževanje (angl. *non-replicating mRNA* oziroma *NRM*) pa se morata biti zmožni uspešno prepisati v beljakovino, ko prideta v celico. Danes vemo, da molekula RNK ni zgolj pasivna prenašalka informacije med DNK in beljakovinami, temveč ima tudi sama pomembno regulatorno vlogo v številnih procesih. Če ostanemo zgolj pri prepisovanju nukleinskega zaporedja v aminokislinsko, so za uspešno prepisovanje pomembni dodatni predeli, oziroma regije, na sami molekuli mRNK, ki ne kodirajo določene beljakovine. Tako imenovane neprevedene regije (angl. *untranslated regions* oziroma *UTR*) so tako pred delom RNK, ki kodira beljakovine, kot tudi za njim, vsi pa odločilno vplivajo na to, kako se bo beljakovina izražala. To nadzorujejo z več mehanizmi, glavni pa so zaščita molekule pred razgradnjo ter vezava ustreznih celičnih beljakovin, ki vodijo prevajanje in zagotavljanje stabilnosti molekule. Z analizo UTR številnih organizmov in virusov ter modifikacijo naravno prisotnih zaporedij je raziskovalcem z leti uspelo sestaviti kombinacije regulatornih zaporedij, ki vodijo do izredno močnega izražanja beljakovin iz dane molekule RNK, veliko močnejšega, kot ga premorejo lastne človeške molekule RNK.

## Učinkovito sprejemanje RNK

Gola molekula RNK torej bolj slabo prehaja v celično membrano, zato ji moramo pogosto pomagati, če želimo, da uspešno vstopi v citoplazmo, kjer se šele lahko izrazi. Eden od načinov za izboljšanje sprejetja je fizikalna metoda *elektroporacije*, pri kateri s kratkimi električnimi pulzi kratkotrajno ustvarimo pore na celični membrani. Skoznje lahko nato potuje naša poslana

molekula RNK. Ta metoda je uporabna zlasti v laboratorijskih pogojih, pri katerih celice najprej izoliramo iz telesa in jih nato elektroporiramo v nadzorovanem okolju. Elektroporacija celic v telesu pa je zahtevnejši proces, saj pogosto težko dovedemo električni tok do tarčnih celic. Prav tako ne bi bilo praktično zahtevati od ljudi, naj po cepljenju ostanejo na dodatnem tretmaju z elektrodami, razen če to ne bi bilo res nujno. Omenimo lahko, da se je za zdravljenje nekaterih bolezni, na primer raka, pristop dostave cepiv RNK v izolirane antigen-predstavitvene celice izkazal za učinkovito strategijo vnašanja RNK in razvijanja priučenega imunskega odziva zoper rakave celice določenih vrst raka.

Da bi dosegli učinkovitejšo dostavo RNK v celice, so se pri številnih raziskavah osredotočili na to, kako v cepivo dodati različne molekule, ki izboljšajo privzem RNK v celice. Te molekule so pogosto različni nabiti delci, ki omogočajo pritrjevanje RNK na celično membrano, lahko pa so podobni molekulam celične membrane. Tako imenovani lipidni nanodelci tvorijo, podobno kot celična membrana, lipidni ovoj okrog molekule RNK. Dodatna prednost pakiranja RNK v različne lipidne molekule in druge polimere je ta, da tako postanejo nedostopne že omenjenim encimom RNAze, s čimer so dodatno zaščitene pred razgradnjo.

## Več ni vedno bolje

Vsi opisani pristopi za izboljšanje pomnoževanja RNK, izražanja beljakovin, večanje imunogenosti, preprečevanje razgrajevanja in izboljšanje vstopa v celico niso nujno vedno tudi optimalni za delovanje cepiva. Biologija organizmov je namreč bolj kompleksna, zaradi česar včasih nastavitve vseh omenjenih mehanizmov na maksimalno delova-

nje ne pripelje nujno do najboljšega delovanja cepiva. Kot smo videli, nekatera cepiva učinkujejo bolje, če so bolj imunogena, druga pa, če so manj. Včasih je treba zagotoviti samopomnoževanje molekule RNK, včasih pa je že osnovna doza RNK v cepivu dovolj, da izzove močan imunski odziv. Nazadnje je pomembno to, ali cepivo deluje dobro ali ne, za kar pa so potrebne dolgotrajne študije na živalskih modelih in, če gre vse po sreči, na ljudeh v kliničnih testiranjih.

A obvladovanje posameznih lastnosti, ki določajo delovanje cepiva, je ključno za zagotavljanje uspešne imunizacije ter za soočanje s posameznimi težavami na poti k razvoju cepiva. V prihodnje bodo metode nedvomno še napredovale in že v tem članku nam ni uspelo omeniti marsikaterega dela razvoja cepiv RNK. Ker je bila uporaba teh cepiv do sedaj omejena na manjše poskuse, smo kljub obetavnim rezultatom še previdni pri vpeljevanju nove tehnologije. Vendar bodo hitrost razvoja in proizvodnje cepiv RNK, njihova varnost ter nizka cena izdelave nedvomno močni argumenti za postopno sprejetje nove generacije cepiv, zlasti v luči trenutne pandemije, pa tudi še prihajajočih epidemij.

---

**Uporaba cepiva proti SARS-CoV-2 je tako prelomna točka, ki je ne le tlakovala pot uporabi cepiv RNK, temveč bo morda tudi odločila, kako dostopna bodo ta v prihodnje.**

---

Podatki kažejo, da so cepiva RNK varna in učinkovita. Če se bodo izkazala za učinkovita tudi na globalni ravni, bomo zagotovo vedeli, da smo na pragu nove dobe cepiv.

# Lažna znanost



Foto: Arne Hodalič, računalniška obdelava: Katja Bidovec

---

Številka: 20/2021

---

Avtor: Matej Huš

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.20](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.20)

---

Med branjem pravna 1. april 2021 objavljenega besedila v *Alternatorju* o skrivnostnem mehkužcu, ki da so ga odkrili v Piranskem zalivu, se vam je bržčas posvetilo, da gre za prvoaprilsko potegavščino, čeprav je bilo napisano po vseh pravilih medija. Toda ali bi prepoznali neresnične članke, plenilske znanstvene revije in lažne konference?

Moderni sistem recenziranih objav v znanstvenih revijah se je razvil iz izmenjave pisem med učenjaki, ki se spočetka sploh niso imenovali znanstveniki.

---

**Termin znanstvenik (*scientist*) je William Whewell ustvaril šele leta 1833, pred tem so se imenovali filozofi narave.**

---

O odkritjih so se obveščali s pismi, ki so imela pomembno funkcijo pri izčiščevanju zamisli in širjenju odkritij. Daljša izvajanja pa so objavljali v knjigah. Prve znanstvene revije so se razvile iz vestnikov, ki so jih izdajala posamezna združenja znanstvenikov. Najstarejša znanstvena periodika je *Philosophical transactions of the royal society*, ki neprekinjeno izhaja od leta 1665. Že poldrugo stoletje pozneje je Michael Faraday opisal znanstveni modus operandi, ki se v ničemer pomembnem ni spremenil niti do danes: »Delaj, dokončaj, objavi.« Kar ni objavljeno, ne šteje. Ne prispeva k človeški zakladnici znanja in tudi osebno ne bogati kariere odkritelja. Odtlej se je število znanstvenikov povečalo, ker je dejavnost doživela pomembno spremembo. Prvi filozofi narave so bili bodisi bo-

gataši bodisi so imeli mecene, približno sočasno s pojavom besede znanstvenik pa je to postal poklic. Leta 2019 je bilo po podatkih Eurostata med aktivno populacijo (15–74 let) 7,7 odstotkov znanstvenikov in inženirjev. To se prevede v več deset milijonov znanstvenikov samo na Zahodu. Vsi ti znanstveniki bruhaajo objave, ki jih nujno potrebujejo ne le za plezanje po spolzki karierni lestvici v znanosti, temveč za golo preživetje.

---

**V letu 2018, pred epidemičnim pospeškom objavljanja, so znanstveniki objavili 2,6 milijona člankov v dobrih 30.000 revijah. To je tako veliko, da niti raziskovalci na lastnem področju ne morejo slediti vsem, temveč zgolj najvplivnejšim.**

---

Recenzentski sistem pa se na prvi pogled ni pomembneje spremenil že 350 let. Uredniki prejete rokopise pošljejo v pregled nekaj strokovnjakom z zadevnega področja, ki preverijo izbor metod, njihovo uporabo, analizo in interpretacijo rezultatov ter posredujejo svoje mnenje, ali je rokopis vreden objave in kaj je treba za znanstveno rigoroznost v njem izpiliti. A rezultati se pred objavo načeloma ne preverjajo s ponavljanjem poizkusov. To se pri odmevnih odkritjih zgodi šele kasneje, zlasti ko se skuša dosežek nadgraditi ali uporabiti aplikativno. Osnovni postulat znanosti je integriteta, zato je potvarjanje rezultatov najhujši prekršek.

## Plenilske revije

V praksi pa spremembe vsiljuje eksponentno povečanje števila prispelih rokopisov, zaradi česar uredniki legitimnih revij zaradi časovnih pritiskov čedalje težje najdejo recenzente. Resnejši problem so plenilske revije (angl. *predatory journals*), ki ne spoštujejo osnovnih pravil znanstvenega objavljanja. Zaradi velikega števila revij je za nekatere težko ugotoviti, ali so nepoštene. Temu se je najbolj približal Beallov seznam, ki ga je v letih 2008–2017 posodabljal knjižničar s koloradske univerze Jeffrey Beall. Na njem so pristale revije, ki niso izvajale poštenega recenzentskega postopka ali so imele druge namerne pomanjkljivosti. Motiv teh revij je zaslužek, saj se objava člankov plača. To ni nenavadno, saj isto velja za članke z odprtim dostopom v vseh revijah, tudi uglednih.

---

**A plenilske revije so postale tekoči trak za odlaganje neznanstvenih in nekvalitetnih prispevkov v zameno za plačilo objavnine. Ker se uspešnost raziskovalcev v pomembnem deležu vrednoti skozi objave, je pritisk velik, kar predstavlja ugodno nišo za plenilske revije.**

---

Njihov seznam je dragocen, ker ob poplavi revij in vznikanju novih, tudi legitimnih, niti vsi raziskovalci s področja ne zmorejo za vsako revijo presoditi, ali sodi v koš. Problematika plenilskih revij je eksplodirala leta 2012 in se od tlej še stopnjuje, ugotavlja Beall. Zaradi svojega dela je imel precej težav, saj je bil tudi tarča spletnih groženj, nadlegovanja in pravnih postopkov. Nekateri založniki so trdili, da so njihove revije na seznamu po krivici, o čemer so ga v nekaj primerih uspeli tudi prepričati. Med vrhunskima *Science* in *Nature* ter očitno lažno revijo je namreč barvit spekter kritičnosti. Beall je pred štirimi leti prenehal posodabljati seznam, problem pa ostaja (in tudi nekaj drugih seznamov).

---

**Zaradi rasti števila revij so začeli nastajati tudi obratni sezname, torej beli sezname preverjenih revij, kakršen je na primer Directory of open access journals.**

---

Znanstveniki so ljudje iz mesa in krvi. S približno enako zastopanostjo kakor v celotni populaciji tudi med njimi najdemo posameznike vprašljive integritete, ki bodo ubirali bližnjice ali goljufali. Neetičnih praks je cela paleta, od zgolj vprašljivih (npr. drobljenje publikacij, recikliranje dela) prek spornih (večni pomisleki, kaj je potrebnih in zadostni pogoj za soavtorstvo) do nesprejemljivih (fabrikacija podatkov). V tem prispevku se omejimo na lažno znanost v povezavi z objavljanjem znanstvenih člankov in prispevkov, ki to niso.

Ocorrafoo Cobange z Inštituta za medicino Wasse v Avstraliji je julija 2013 prejel elektronsko sporočilo, da so njegov članek o protirakavem delovanju naravne spojine iz nekega lišaja sprejeli v objavo v reviji *Journal of natural pharmaceuticals*.

Z novico, ki običajno znanstvenika razveseli, ker predstavlja etapni cilj na njegovem popotovanju, so bile zgolj tri težave: Cobange ni obstajal, inštitut Wasse ni obstajal in omenjena raziskava ni obstajala. Članek je v resnici napisal znanstveni novinar John Bohannon, vanj pa namerno umestil toliko napak, nedoslednosti in metodoloških pomanjkljivosti, da bi ga moral zavrniti že vsak srednješolski učitelj kemije. Omenjena revija torej očitno sodi med plenilske revije. A Bohannon je malenkostno spremenjeni članek poslal v 304 revije s strašljivim izkupičkom. V 157 revijah so ga sprejeli v objavo, v 98 pa so ga zavrnili (v preostalih je postopek trajal predolgo ali pa so prenehale obstajati). V 60 odstotkih primerov članek sploh ni šel v recenzentski postopek, temveč so ga bodisi takoj zavrnili – kar je legitimna praksa – bodisi povsem nedopustno sprejeli. Večina revij, kjer so ga sprejeli, ga ni recenzirala. S tem je Bohannon pokazal, da omenjene revije niso izvedle niti najosnovnejšega uredniškega preverjanja, ki bi pokazalo na fantomskega avtorja in inštitucijo, kaj šele recenzentske presoje. Večinoma so ga resda sprejele plenilske revije, a članek je uspešno prestopal preverjanje celo v nekaterih revijah velikih založnikov, kot so Elsevier, Sage in Wolters Kluwer. Bohannon se je vsaj potrudil in napisal članek, ki je bil *videti* kot znanost. Vprašljiva revija *Advances in pure mathematics* pa je leta 2012 objavila članek z naslovom »Independent, negative, canonically turing arrows of equations and problems in applied formal PDE«, ki ga je napisal Marcie Rathke z Univerze Južne Severne Dakote v Hooplu. Tudi ta avtor in univerza ne obstajata, a zagata je tu še večja. Članek je v resnici skupek strojno generiranih besed in enačb, ki ima nesmiselno besedilo.

Ena izmed značilnosti plenilskih revij so neobstoječi ali nekompetentni uredniški odbori. V uglednih revijah znanstvenike v uredniški odbor povabijo šele, ko so se z večletnim delovanjem izkazali kot vrhunski strokovnjaki. Znanstveniki z univerze v Wroclavu so leta 2015 pokazali, da v plenilskih revijah obstajajo bližnjice. Na različnih spletiščih so ustvarili profile fiktivne raziskovalke Anne O. Szust (*oszust* v poljščini pomeni goljufija) in se v njenem imenu prijavili za urednico v 360 revijah: 120 plenilskih z Beallovega seznama in 240 legitimnih s seznamov DOAJ in JCR (*Journal of citation reports*). Medtem ko so vse revije z JCR

in skoraj vse z DOAJ takšno neobičajno zahtevo zavrnilo, je tretjina plenilskih revij brez kakršnegakoli preverjanja kompetenc Anno O. Szust sprejela v uredniški odbor – v nekaterih primerih proti plačilu pristojbine.

## Neobstoječe konference

Z razmahom elektronske pošte smo se navadili na različne vrste spama: reklamna in goljufiva sporočila so eden izmed pogostejših primerov. V elektronske predale raziskovalcev dnevno romajo pozivi za objavo v dvomljivih ali lažnih revijah, vabila za pridružitve uredniškim odborom tovrstnih revij in vabila za udeležitev lažnih konferenc. Manj izkušeni raziskovalci na začetku kariere se tu intam ujamejo v past in lažnivo povabilo zamenjajo za verodostojno. Objava dostojnih člankov v plenilskih revijah ima poleg finančne cene tudi vpliv na vidnost, saj se zaradi zanikrnega renomeja te revije ne berejo, o objavljenem pa se dvomi.

Najpogostejši način za izmenjavo informacij v živo so dandanes konference, ki se jih raziskovalci redno udeležujejo. Tudi organizacija konferenc je postala industrija, kar je privabilo tudi zlonamerne akterje. Poleg ogromnih konferenc z več tisoč udeleženci, ki jih organizirajo uveljavljena stanovska združenja (denimo *American chemical society* ali *Deutsche physikalische Gesellschaft*), se vsako običajno leto odvije na tisoče manjših konferenc v najrazličnejših krajih. Po elektronski pošti kar dežujejo najave teh konferenc, ki pa so zelo pogosto lažne, saj ugledne konference razen največjih strokovnjakov udeležencev ne vabijo po elektronski pošti. Pred epidemijo je obstajala industrija organizatorjev lažnih konferenc, kjer en sam organizator letno pripravi tudi več tisoč takšnih dogodkov. Glavni cilj je zaračunati astronomsko prijavnino. Plenilske konference si s plenilskimi revijami delijo več kot le pridevnik. Tudi tod je glavni problem odsotnost vsebine, saj prispevkov ne recenzirajo in na njih ne bomo srečali uveljavljenih imen iz znanosti. Prepoznavanje plenilskih konferenc je mestoma še težje kot pri revijah, saj na svojih spletnih straneh pogosto brez njihove vednosti kot udeležence navedejo ugledna imena iz znanosti in velike pokrovitelje.

Christoph Bartneck z novozelandske univerze v Canterburyju je leta 2016 prejel vabilo na plenilsko konferenco »Atomic and nuclear physics«, čeprav jedrska fizika ni niti blizu njegovemu področju razi-

skovanja. Vseeno je nanjo poslal prispevek, ki ga je sestavil izključno z uporabo funkcijo Samodokončaj na svojem iPhoneu. Zapisal je besedo »Atomski« ali »Jedrski«, nato pa je klikal samodokončaj, da je urejevalnik besedila nadaljeval besedilo z nključnimi besedami. Prispevek je odposlal pod imenom Iris Pear (besedna igra na Siri, Applovo pomočnico) in sprejet je bil tri ure pozneje. Nekoliko bolj dovršeno orodje za strojno generiranje člankov brez koherentne vsebine so že leta 2005 ustvarili na MIT-u. SCIGen je napisan v programskem jeziku Perl, programska koda pa je javno dostopna pod licenco GPL. Njegovi avtorji so ga uporabili, da so istega leta na konferenco »World multiconference on systemics, cybernetics and informatics« poslali nesmiseln članek, ki je bil sprejet. SCIGen je priljubljeno orodje za potegavščine, katerega izdelke so uspešno pošiljali na različne plenilske konference in v plenilske revije. Leta 2014 sta založnika Springer in IEEE iz svojih revij in zbornikov pobrisala več kot 120 člankov, ki so bili ustvarjeni s tem orodjem, na kar ju je opozoril šele francoski informatik Cyril Labbé, ki je raziskoval prav problematiko lažnih člankov.

## Lažni članki

---

**Znanost ni enosmerna pot k več znanja, temveč občasno naredi tudi kakšen ovinek ali se vrne po prehojeni poti, če se izkaže, da ni vodila nikamor. Nova spoznanja revidirajo stara, nove objave dodatno pojasnjujejo, zamejujejo ali tudi popravljajo predhodne.**

**V redkih primerih pa znanstvene revije umaknejo objavljene članke, kadar se izkaže, da podatki niso bili pridobljeni ali interpretirani z zadostno rigoroznostjo. Čeprav se zdi mikavno pomisliti na zlonamernost avtorjev, to ni vedno glavni razlog. Umik člankov je dokaz, da postopek zagotavljanja kakovosti v znanstveni periodiki deluje. Kadar znanstveniki jasno razložijo, kaj je botrovalo napačnim zaključkom v članku in kako so pomanjklivosti odpravili, umaknjeni članek ne pušča madeža niti na njihovi karieri niti na znanosti sami. Povsem drugače pa je, kadar gre za namerno manipulacijo.**

---

Lansko odkritje fosfina v oblaku na Veneri je močno odmevalo v znanstveni srenji, saj raziskovalci niso našli nobene prepričljive razlage, kako bi lahko nastal brez biološkega delovanja. To je v najboljšem zelo posreden dokaz, da je nekoč obstajalo življenje. Sledili so živahni meseci, v katerih so različne raziskovalne skupine podrobno preverjale rezultate. Ugotovili so težave z umeritvijo teleskopa in nedoslednosti pri interpretaciji podatkov, zaradi česar je fosfina bistveno manj od prvotnih ocen. Epiloga zgodbe še ni, prvotni članek, ki sicer predstavlja resno delo velikih strokovnjakov, pa trenutno nosi uredniško opombo, da so rezultati negotovi in morda bo naposled umaknjen. To je normalen del delovanja znanosti – zamisli, izsledki in interpretacije so nenehno na intelektualnem prepihu celotne raziskovalne skupnosti, kar vodi do najboljšega približka resnice. V podobnih primerih moremo znanstvenike obtožiti zgolj prevelike vneme pri predstavljanju rezultatov, kar je še posebej škodljivo na novinarskih konferencah. Izjemna odkritja ne pomenijo zgolj izjemnega napredka, temveč tudi izjemne pospeške v karierah raziskovalcev. Skušnjava je zato velika, dasi so posledice na javno mnenje o znanosti lahko hude, ker kasnejše revidiranje vzbuja skepso. Znamenit primer iz leta 2011 je meritve hitrosti nevtrinov v eksperimentu OPERA, ki so potovali od CERN-a do Gran Sassa v Italiji. Prve meritve so pokazale, da so bili za 0,0002 % hitrejši od svetlobe. Tudi po ponavljanju poizkusa so pol leta pozneje izmerili enako, o čemer so napisali članek za *Journal of high energy physics*. A hkrati je CERN izdal previdno izjavo za javnost o odkriti anomaliji pri hitrosti potovanja nevtrinov, kar so mediji takoj pograbili kot nadsvetlobne nevtrine. To je bil tako neverjeten rezultat, da je dogajanje do blizu spremljala celotna fizikalna javnost, ki je bila izjemno zadržana. Leto pozneje se je izkazalo, da upravičeno, saj sta bila za rezultat odgovorna slaba povezava z optičnim vlaknom in napačen takt električne plošče. Nevtrini ne kršijo univerzalne omejitve hitrosti, se je potrdilo že leto pozneje.

Najtrši oreh pa predstavljajo zavestne in dovršene prevare, kjer ne gre za zlorabo plenilskih revij in konferenc, temveč namerno prikrojevanje ali falsifikacijo rezultatov. Nemara najbolj razvpit je škandal, ki ga je konec 90. let povzročil nemški fizik Jan Hendrik Schön. Veljal je za čudežnega dečka, ki je področju enomolekularnih polprevo-



dnikov oral ledino, s čimer je napovedoval odmik od silicija. Za svoje delo je prejel Otto-Klung-Weberbankovo nagrado, ki jo dobijo obetavni mladi nemški fiziki, in nagrado Materials research society. A kmalu se je izkazalo, da je Schön goljufal. Njegovih raziskovalnih rezultatov ni bilo možno ponoviti. Kot meritve je objavljajl matematično generirane podatke, v različnih člankih je objavljale iste grafe, ki so domnevno prikazovali različne fenomene ipd. Večino njegovih člankov so umaknili.

Nemara najbolj tragična pa je zgodba japonske biologinje Haruko Obokata, ki je januarja 2014 odkrila revolucionaren način priprave matičnih celic iz somatskih celic. Že nekaj dni po objavi je nanjo padla senca dvoma, saj so bile fotografije v članku videti sumljivo popravljene, deli besedila pa prepisani od drugod. Rezultatov niso uspeli ponoviti nikjer na svetu, zaradi česar so na japonskem inštitutu RIKEN odredili preiskavo in neodvisno ponovitev eksperimentov. Preiskava je goljufijo potrdila, Obokata pa je naposled privolila v umik člankov. Njen mentor Yoshiki Sasai je zaradi sramu avgusta 2014 storil samomor, čeprav ni bil vedel za prevaro, njegov edini prekršek pa je bil nezadosten nadzor nad varovanko.

### Komu zaupati

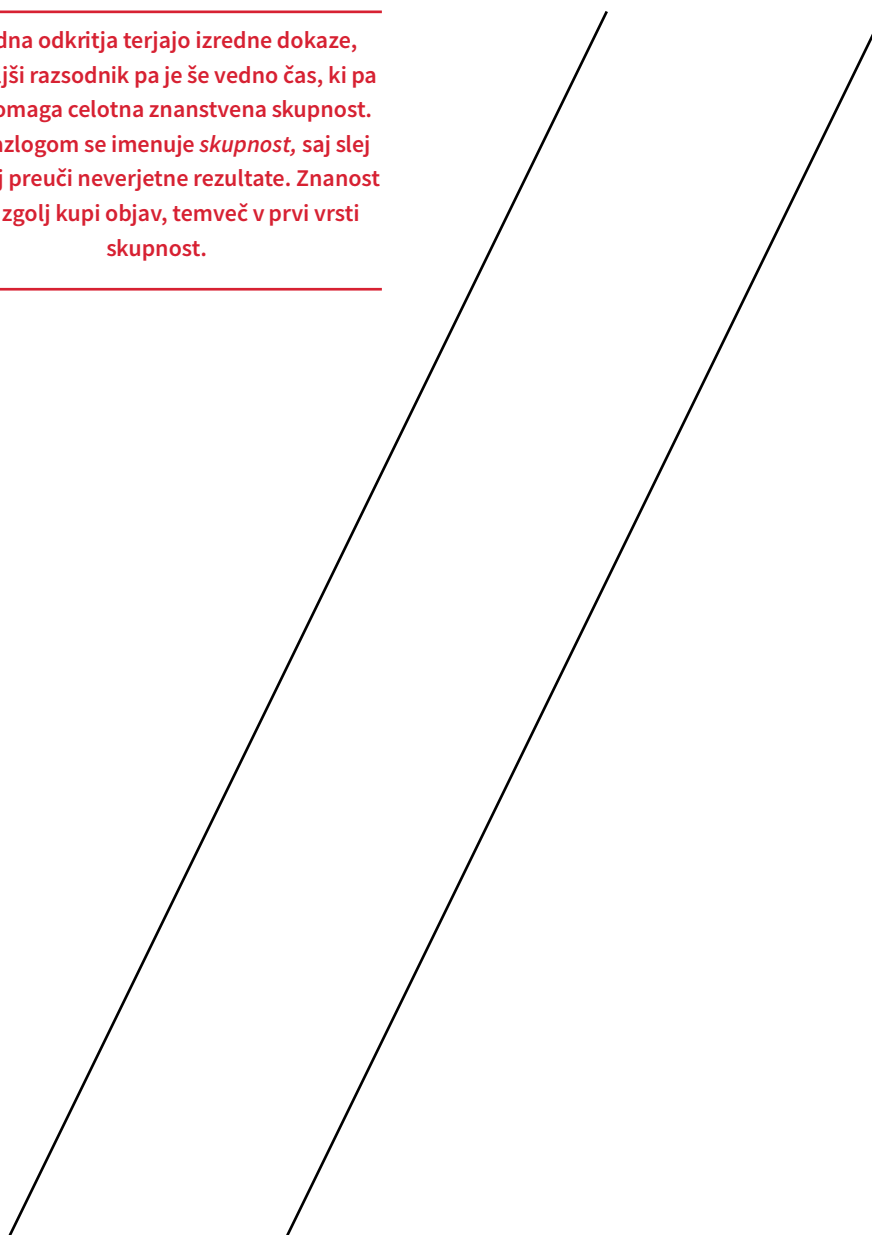
Znanstvena metoda je še vedno najboljši znani način za pridobivanje znanja o svetu in vesolju. Znanost pa je organiziran način izvajanja znanstvene metode, kar počno ljudje, ki so zmotljiva bitja z vsemi dobrimi in slabimi lastnostmi. In-

stitucionalizirana znanost je uvedla varovalke, ki v teoriji presejejo izsledke, odfiltrirajo lažno znanost, zaustavijo kvaziznanost ter prepoznajo prevare. Navedeni primeri kažejo, da je delovanje teh varovalk treba redno motriti ter po potrebi posodabljati. Tako znanstveniki kakor laična javnost pa se morajo zavedati, da obstajajo igralci, ki zlorablajo stroj znanosti za lastne interese. Poznavanje teh praks je pomembno, da se sami ne ujamemo v njihove mreže in da smo sposobni kritično pogledati na nova odkritja.

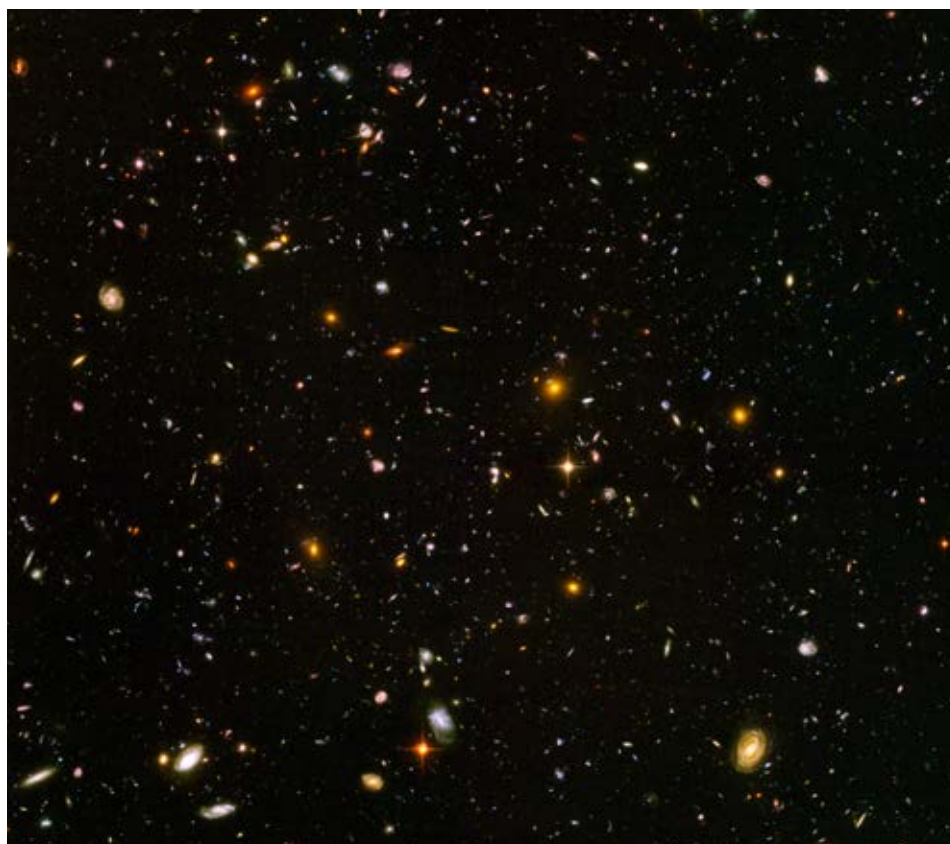
---

**Izredna odkritja terjajo izredne dokaze, najboljši razsodnik pa je še vedno čas, ki pa mu pomaga celotna znanstvena skupnost. In z razlogom se imenuje skupnost, saj slej ali prej preuči neverjetne rezultate. Znanost niso zgolj kupi objav, temveč v prvi vrsti skupnost.**

---



# Klimatske spremembe kot Veliki filter razvoja (naše) civilizacije



*Hubble Ultra Deep Field* – pogled vesoljskega teleskopa na malo zaplato neba, ki sega 13 milijard let v preteklost in prikazuje 10000 galaksij, foto: NASA, ESA, S. Beckwith and the HUDF Team

---

Številka: 47/2020

---

Avtor: Marko Kovač

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2020.47](https://doi.org/10.3986/alternator.2020.47)

---

Človeštvo se že dolgo sprašuje po obstoju zunajzemeljskih civilizacij, z izboljšavo tehnologije in raketno ero pa je to vprašanje postalo tudi pomembna znanstvena tema. Razširjeno mnenje je, da bi se bilo lahko življenje razvilo še kje v naši galaksiji, tudi zato vesoljske sonde njegove znake ali vsaj temeljne sestavne dele iščejo po drugih predelih osončja (na primer na Marsu, Saturnovi luni Titan, nedavno pa so v Venerini atmosferi našli spojino fosfina, ki bi lahko nakazovala na preproste oblike življenja).

## Kje pa so vsi?

Ena boljših ali vsaj najrazvpitejših debat o zunajzemeljskem življu je leta 1950 potekala med kosilom v menzi *Jet Propulsion Lab* v Los Alamosu. Prisotni so bili fiziki Enrico Fermi, Emil Konopinski, Edward Teller in Herbert York. Fermi, ki je bil znan po svojem načinu hitrega izračuna kompleksnejših zagonetk, pri čemer se je zdelo, da številke kar stresa iz rokava, je ob listanju revije (menda je šlo za še danes slavni *The New Yorker*) in pogledom na karikaturu z nezemljani, ki prevračajo

kante s smetmi, vzkljknil: »Kje pa so vsi?« Točnega poteka pogovora se nihče izmed udeležencev ni spominjal, a večina se je strinjala, da se je vprašanje nanašalo na možnost letenja v vesolje (Sputnik je bil takrat 7 let v prihodnosti, Gagarinov let pa 11). Fermijevo vprašanje se je od takrat nekoliko razvilo v Fermijev paradoks, pri katerem ne gre več za vprašanje, kako potovati po vesolju (do sedaj smo s človeško posadko zmogli le do Lune in še to traja nekaj dni, do Marsa predvidoma pol leta, do najbližje zvezde Alfa Kentavra pa po Nasinih podatkih kar 73.000 let), temveč

---

**zakaj nezemljanov ne vidimo, čeprav je le v naši galaksiji na milijarde podobnih zvezd in planetov, kjer bi lahko uspevalo življenje.**

---

Desetletje kasneje je na ta paradoks poskušal odgovoriti ameriški astronom in astrofizik Frank Drake z nekoliko bolj strukturirano oceno števila razvitih zunajzemeljskih civilizacij v naši galaksiji. Drakeova enačba, ki določa število civilizacij v naši galaksiji, je preprost zmnožek povprečnega letnega števila novonastalih zvezd, deleža zvezd s planetarnimi sistemi, števila planetov v takšnem sistemu, na katerih lahko nastane življenje, verjetnosti, da se na planetu razvije življenje, deleža teh planetov, ki gostijo življenjske oblike z višjo inteligenco, deleža planetov, katerega prebivalci so zmožni medzvezdnega sporazumevanja in življenjske dobe tehnične civilizacije. Zmnožek je tako zelo odvisen od ocen velikosti parametrov in več kritikov enačbe je poudarilo njeno nezanesljivost. Tako je ocenjena zgornja meja nekje pri 15 milijonih – v naši galaksiji naj bi bilo torej na milijone civilizacij, s katerimi bi lahko navezali stik, Nasa pa v zadnjih ocenah, ki so nedvomno spodbujene z izkušnjo pomanjkanja stika z drugimi civilizacijami, vrednost N ocenjuje na  $9.1 \cdot 10^{-13}$  civilizacij, kar je seveda praktično nič.

A četudi so v galaksiji zunajzemeljske civilizacije, je kar nekaj vzrokov, ki bi nam lahko preprečevali kontakt z njimi. Pravzaprav je kar nekaj kozmologije po Fermijevem paradoksu in Drakeovi enačbi posvečene iskanju najbolj premetenega izgovora, zakaj še nismo srečali tujih civilizacij. Eni krivijo logistiko, drugi inteligentne civilizacije, ki so predaleč in enostavno nimajo potovalne ali komunikacijske tehnologije na velike razdalje, kar sta leta 1981 pred-

lagala astronom Carl Sagan in William Newman. Lahko pa je problem tudi na naši strani – bodisi so naše komunikacijske sposobnosti še premajhne ali pa je naša civilizacija premlada in naši elektronski odtisi še niso prišli do pravih sosedov (podobno kot v drugi Saganovi knjigi *Stik*). Še ena možnost je, da nas le nemo opazujejo, da ne počnemo neumnosti, kar v kozmologiji opisujejo kot živalski vrt. Ljubitelji znanstvene fantastike pri tem omenjajo podobnost z *Zvezdnimi stezami*, kjer morajo konfederacijske vesoljske ladje slediti protokolu Osnovne direktive in prepovedi poseganja v manj razvite civilizacije. Alternativa je lahko še nekoliko bolj žalostna – enostavno nismo dovolj zanimivi.

---

**Teoretični fizik Michio Kaku je podal slikovito prispodobno – kot civilizacija smo zanimivi kot neko mravljišče v Peruju med ero Pizarrovega osvajanja inkovskega imperija.**

---

Zdi se, da je to možnost imel v mislih Douglas Adams, avtor *Štoparskega vodnika po galaksiji*, v kateri je ocenjevalec Zemljo popisal le s »pretežno neškodljivima«. Morda bi zaenkrat zanemarili še bolj domiselne rešitve, da so vesoljski sosedje uspeli transcendirati klasično vsakdanje življenje, problem smrti in materialnih potreb, ali pa da je človeštvo le hologramska podoba.

Takšno število možnosti je spodbudilo ekonomista Robina Hansona leta 1996, da je odsotnost komunikacij z nezemeljskimi civilizacijami pojasnil z Velikim filtrom, ki zaustavi razvoj civilizacije ali jo celo pogubi, preden ta preraste okrove lastnega planeta. Veliki filter naj bi bil glavni vzrok, ki bi morebitnim civilizacijam onemogočal preskok katerega izmed korakov, potrebne za izkoriščanje zunajplanetarne energije (ti koraki zajemajo tako izbor prave zvezde in planeta, reproduktivne molekule, kot so DNK, razvoj eno- in večceličnih bitij, uporabo orodja, industrijski napredek, koloniziranje drugih svetov ipd.). Ker smo večino korakov na Zemlji prebrodili, tako ne vemo, ali smo imeli do sedaj neizmerno srečo ali pa nam Veliki filter šele grozi.

**Energija kot merilo razvitosti civilizacije**

Ob iskanju tujih civilizacij je smiselno tudi oceniti ali vsaj slutiti njihovo smer razvoja.

---

**Ruski astronom Nikolaj Kardašov si je leta 1964 zamislil stopnjo razvoja civilizacije na podlagi energije, ki jo je sposobna žeti za svoj obstoj.**

---

Ideja je tako preprosta, da je kar fantastična. Ko se civilizacija razvija – tako številčno kot produktivno, potrebuje čedalje več energije. Glede na kozmično omejitve je vse civilizacije razdelil v tri tipe: take, ki za svoj obstoj uspešno žanjejo vso energijo, ki z matične zvezde doseže planet (tip I), vso energijo, ki jo seva matična zvezda (tip II), ali vso energijo, ki jo seva domača galaksija (tip III). Za primer Zemlje so energijski nivoji naslednji:

- Tip I:  $1,7 \cdot 10^{17}$  W
- Tip II:  $4,0 \cdot 10^{26}$  W
- Tip III:  $4,0 \cdot 10^{37}$  W

Za primerjavo pa je količina energije, ki jo je porabilo človeštvo leta 2018, enaka  $1,8 \cdot 10^{13}$  W, torej skoraj desetstičkrat manj od meje civilizacije tipa I. To so razmeroma velike številke, toda za trenutek pogledimo, kaj pomenijo za vidnost z vesoljskih razdalj. Vsi poznamo fotografije nočne Zemlje, kjer so mesta osvetljena z nočnimi lučmi in podobnim, a takšnega prizora ni mogoče uzreti že onkraj Lunine orbite, torej nekje 384.000 kilometrov daleč, saj je svetlobe premalo. Ocenjujejo, da bi z dobrim teleskopom še lahko uzrli kakšno svetlo piko na temni strani Zemlje nekje z Marsa, ki se nam približa na nekje 70 milijonov kilometrov.

V dobrih tridesetih letih, odkar astronomi odkrivajo eksoplanete, so v naši galaksiji našli preko 4000 planetov, ki krožijo okoli zvezd, ki niso naše Sonce, veliko večino seveda v zadnjih nekaj letih z razvojem ustreznih teleskopov in tehnologije. Razdalje do teh planetov segajo od dobrih 4 do skoraj 28.000 svetlobnih let. Če na katerem od teh planetov obstaja kakršnokoli življenje, ki je podobno zemeljskemu (torej do tipa I), tega z naše razdalje ne moremo ugotoviti.

Zdi se, da se civilizacije, ki niso uspele doseči tipa I po lestvici Kardašova, enostavno zlijejo z okolico, še posebej če vemo, da so nam najbližji eksoplaneti oddaljeni nekaj svetlobnih let, torej vsaj polmilijonkrat več kot omenjeni Mars. Prav

tako pa do sedaj nismo našli civilizacije, ki bi šla prek te meje. A ob tem se moramo zavedati, da je število do sedaj odkritih eksoplanetov razmeroma (pre)majhno, da bi zadostili statistično reprezentativnost za obravnavo z Drakeovo enačbo, sploh zaradi širokega razpona slednje.

Za doseganje in preseganje tipa I je torej potrebno zapustiti rodni planet. Eden od načinov zbiranja energije v vesolju je konstrukcija, ki bi obdala matično zvezdo, na primer Dysonova sfera, in bi s fotonapetostnimi paneli zajemala energijo zagrajne zvezde. Takšna konstrukcija oziroma njeni učinki pa bi bili seveda vidni tudi na večje razdalje, a kaj ko za zemeljsko civilizacijo velja, da smo v vesolje (toda večinoma v nižjo zemljino orbito) v dobrih šestdesetih letih izstrelili nekaj tisoč satelitov in plovil, pri čemer njihova skupna masa ne presega nekaj deset tisoč ton – veliko premalo za resnejšo konstrukcijo, vidno z druge stani galaksije.

## Višje, hitreje, močnejše

Za občutek, kako hitro se pomikamo po lestvici Kardašova (oziroma kako hitro goltamo razpoložljivo energijo), je smiselno lestvico linearizirati, in prav to je izpeljal že omenjeni Carl Sagan. Linearizirana vrednost stopnje naše civilizacije znaša 0,73. Toda o zelo hitremu razvoju od začetka industrijske revolucije pred približno 300 leti priča to, da je potreba človeštva po energiji narasla za približno 36-krat oziroma za 0,155 na (linearizirani) lestvici Kardašova. Pri tem je bila največja rast v zadnjih dobrih 100 letih, ko smo poskočili kar za 0,07 nivoja. K tej rasti prispevata tako rast prebivalstva kot tudi energetska požrešnost. Povprečna oseba tako danes porabi vsaj 15-krat toliko energije kot v časih rimskega imperija, v razvitih delih sveta pa je to razmerje lahko tudi sto in še več. Prav tako pa se je povečalo število prebivalcev planeta – s 180 milijonov na sedem in pol milijard oziroma več kot za štiridesetkrat.

---

**Na ta način bo človeštvo le v nekaj stoletjih res porabilo vso energijo, ki definira civilizacijo tipa I. Dovolj bo že, če bodo vsi Zemljani hoteli zaživeti energetske razkošno življenje, kot se ga živi na Zahodu oziroma v energetske potratnih državah.**

---

Super, porečete, le še nekaj energije porabimo tule, prižgemo luč tam, za vokalom zaženemo še eno veliko napravo, pa bomo počasi energetske stopili med ugledne kozmološke civilizacije. A Kardašova je pri oblikovanju lestvice vodila ravno nasprotna logika. Predpostavil je, da se bodo energetske potrebe zviševale z rastjo razvitosti in tehničnih možnosti potovanja po Osončju in vesolju. Njegovе meje tako ne upoštevajo generacije toplote v zemeljski notranjosti (ocenjene na  $4,7 \cdot 10^{13}$  W, torej 0,3 % sončne energije), v svoji naivnosti ali daljnovidnosti pa je predvidel trajnostni razvoj, torej da nepovratno ne posegamo v zemeljske energetske zaloge in porabimo le tolikšne količine energije, kot je je planet sposoben prenesti.

---

**Za zadovoljevanje energetskih potreb pa bo potrebna tehnologija, ki bo sposobna učinkovito seči izven okvira planeta ali osončja, a kaj ko takšna potovanja niso poceni.**

---

Energija za prenos kilograma snovi v nizko zemeljsko orbito je približno 30 kWh. Za kg materiala na Luni smo potrebovali približno 2000 kWh (lunarni modul), kar je nekaj desetstokrat več, kot je ekonomika prevažanja s tovornjaki po cestah. Kakorkoli že, premikanje po vesolju zahteva energijo, ta pa zahteva kolonizacijo vesolja in izkoriščanje vsega, kar nam sonce ponuja na tnu – sončne svetlobe.

A tudi energijo sonca lahko koristimo le v določenem obsegu. Obstoječa tehnologija je podvržena izkoristku fotonapetostnih panelov in dodatne elektronike. Čeravno izkoristki sodobnih komercialnih panelov že dosegajo in presegajo 20 %, to pomeni, da nam je na voljo le petina vse razpoložljive energije, ki jo Sonce seva na površje. Potem so tu še površine, prekrite z morji, in/ali neprimerne klimatske razmere in naša zmožnost za žetev energije se še bolj zmanjša. Pri transformaciji energije pa nam ni v pomoč niti narava. Sama fotosinteza ima minorne izkoristke in najboljše industrijske rastline v biomaso pretvorijo le nekaj odstotkov sončevega sevanja, kar je vsaj desetkrat slabše od fotonapetostnih panelov, pri čemer je biomaso potrebno še pretvoriti v bolj uporabno obliko energije. Hkrati pa nam omeji-

tve obstoječe vesoljske tehnologije zaenkrat ne omogočajo ekonomične izrabe sončeve energije stran od domače Zemlje.

Obstaja pa še ena možnost, ki je lestvica Kardašova ne upošteva – jedrska energija. A jedrske elektrarne delujejo kot toplotni stroji, kar 2/3 generirane energije predstavlja odvečna toplota, ki jo sedaj povečini odvedemo v vesolje (na koncu pa tako ali tako vsa konča kot toplota). Če bi bil delež te odvečne toplote v energetski bilanci Zemlje prevelik, potem bi ta še dodatno in predvsem znatno segrela Zemljo do leta 2400 za dodatnih 12 °C (glej seznam virov: Mullan in Haqq-Misra 2019), pri čemer se nam bodo zdele klimatske spremembe do 2100 le blažja uvertura.

## So se vesoljci skuhalii?

Klimatske spremembe kažejo na to, da so naše energetske potrebe že začele najedati planetarno klimo. Hkrati pa pomanjkanje vidnih civilizacij lahko nakazuje na to, da je to – klimatske spremembe med silovitim tehnološkim razvojem niso doma le na Zemlji, temveč so dobesedno univerzalni problem – problem vseh civilizacij, ki se dvigujejo proti tipu I. Hkrati pa so energetske zahteve, ki pogojujejo večji delež izkoriščanja energije Sonca oziroma matične zvezde, tako velike, da se razvoj takšnih civilizacij znajde na mrtvi točki.

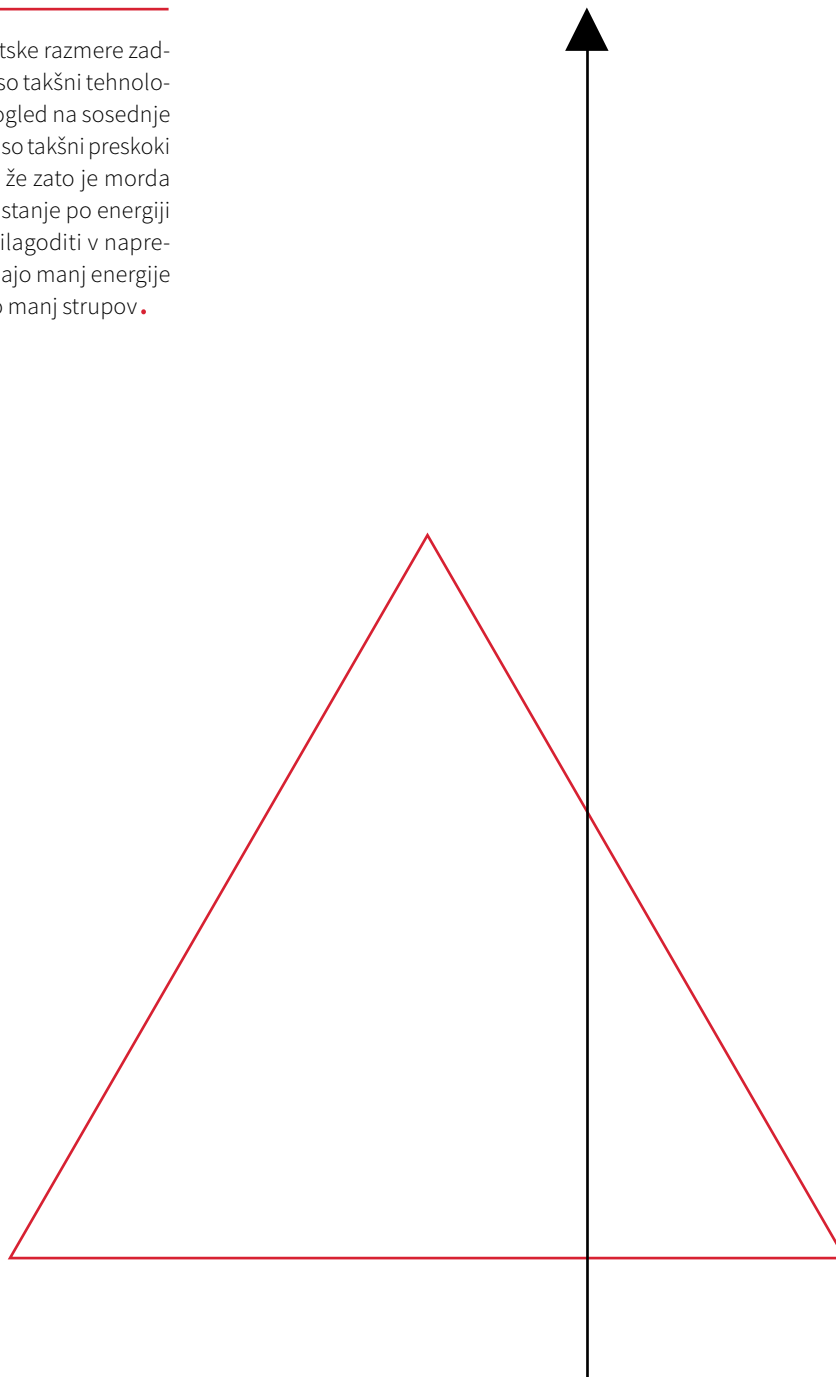
Čeprav so podobne ideje obstajale že od sredine sedemdesetih let (npr. Hoerner 1975), pa so sicer nekoliko dopolnjene šele v zadnjih letih pridobile močno podporo v znanstveni javnosti (npr. Byers in Peacock 2019). S tem povezan razvojni zastoj tudi ustreza definiciji Velikega filtra, kot ga je zasnoval Hanson. Gledano z današnje perspektive, kjer smo priča donkihotovskemu boju proti globalnemu segrevanju in klimatskim spremembam, ki so posledica prekomerne rabe energije, se zdi ekološka katastrofa, ki jo prevelika nenadzorovana poraba energije prinese matičnemu planetu, čisto mogoča ovira za vsako napredno civilizacijo, tudi zemeljsko. Prav tako ta teorija zadovoljivo pojasnjuje Fermijev paradoks o pomanjkanju tujih civilizacij v naši okolici – hkrati pa tudi ugaša upanje, da je tehnološki napredek neomajen in da lahko reši še tako kompleksne težave, kot so vpliv klimatskih sprememb na civilizacijo in nenazadnje na življenje na planetu.

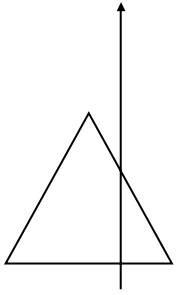
---

**Ne smemo pozabiti, da je lestvica Kardašova nastajala v času skokovitega napredka vesoljske tehnike, ko se je zdel pristanek na Luni podobno futurističen kot teleport, časovni stroj ali vesoljsko dvigalo.**

---

Realne ekonomske in energetske razmere zadnjih 50 let pa so pokazale, da so takšni tehnološki preskoki izjemno redki. Pogled na sosednje eksoplanete lahko pokaže, da so takšni preskoki še redkejši, kot smo upali. In že zato je morda smiselno naše nezadržno hlastanje po energiji nekoliko umiriti ter razvoj prilagoditi v naprednejše tehnologije, ki porabljajo manj energije in planetarnih virov ter trosijo manj strupov.





## Dunning-Krugerjev učinek: Ko ne veš, da malo veš



Foto: Arne Hodalič, računalniška obdelava: Katja Bidovec

---

Številka: 06/2021

---

Avtorica: Simona Gomboc

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.06](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.06)

---

*Covid-19 ni nič hujšega kot gripa! Nevaren je samo za starejše ljudi! Maske ne delujejo!*

Posledice epidemije ne obsegajo samo omejitev socialnega življenja, ampak nam hkrati tudi poglobljajo razumevanje socialnega in psihološkega doživljanja ljudi. Eno od mnogih opažanj, katerim smo lahko pričla tako v zasebnih pogovorih kot v medijskih objavah, je

---

**vtis, da imajo nepoznavalci pogosto močna stališča, medtem pa so, nasprotno, strokovnjaki zelo previdni pri podajanjih mnenj.**

---

Na prvi vtis gre za kontraintuitivno povezavo. Pričakovali bi namreč, da bi sodbe o obsegu nevarnosti novega virusa in o najbolj učinkovitih načinih preprečevanja okužbe namesto za nepoznavalce ostale rezervirane za epidemiologe. Le-ti so, nasprotno od nepoznavalcev, ostali zelo previdni v svojih napovedih tudi po večmesečnem intenzivnem preučevanju lastnosti novega virusa.

Kako lahko pojasnimo ta pojav? Čeprav so že prej obstajali posredni indici za tovrsten pojav, sta komaj leta 1999 raziskovalca David Dunning in Justin Kruger konceptualizirala in empirično potrdila fenomen, ki danes tudi nosi njuni imeni:

Dunning-Krugerjev učinek. V pionirski raziskavi sta se namenila preveriti predpostavko, da imajo nekompetentni posamezniki, v primerjavi z visoko kompetentnimi, večje težave z realno oceno lastnih sposobnosti. Udeleženci raziskave, študentje psihologije ameriške univerze Cornell, so po tem, ko so rešili teste s področja logičnega sklepanja, poznavanja slovnice in razumevanja humorja, podali še ocene, kako uspešni so bili pri reševanju teh testov. Analiza rezultatov je pokazala, da so tisti z najslabšimi rezultati močno precenjevali lastne sposobnosti, saj so ocenili, da so bili njihovi rezultati boljši kot rezultati od več kot 60 % ostalih udeležencev, v realnosti pa so prekašali le približno 10 % udeležencev. Nasprotno pa so tisti z visokimi rezultati večinsko podcenjevali svoje dosežke, saj so napačno sklepali, da je bila naloga, ki je bila lahka za njih, podobno lahka tudi za ostale udeležence. Izsledki raziskave so ponujali sklepe, da so nizko kompetentni posamezniki nagnjeni h kognitivni pristranosti, ki se izraža na tri načine: v precenjevanju lastnih sposobnosti, v nezmožnosti prepoznave lastnih napačnih ocen teh sposobnosti ter v nezmožnosti prepoznave realno visoke ravni kompetentnosti pri strokovnjakih.

V letih, ki so sledila, je bil Dunning-Krugerjev učinek večkrat empirično potrjen in nato repliran na različnih področjih, med drugim na področjih emocionalne inteligentnosti, informacijske pismenosti in socialne kognicije. Tako so na področju socialne kognicije, tj. sposobnosti posameznikov pravilno prepoznavati čustvena in kognitivna stanja drugih ljudi, raziskovalci ugotovili, da večina ljudi precenjuje svoje sposobnosti prepoznavanja skritih namenov in manipulacij pri drugih. Dodatno pa so pokazali tudi, da za tiste posameznike, ki so manj uspešni pri oceni čustvenega in kognitivnega stanja drugih ljudi, velja tudi, da imajo v splošnem slabši vpogled v svoje lastne nizke kompetence tudi na drugih področjih. Kot pomemben dejavnik se je pri tem izkazala osebna poteza narcisizma, ki je v večji meri

značilna za ljudi, ki težijo k pretirano pozitivnemu lastnemu vrednotenju in samoidealizacijam, katerih namen pa je obramben, saj imajo takšni posamezniki v resnici močno prizadet občutek lastne vrednosti. Na pomen doživljanja sebe v pozitivni ali v negativni luči z vidika precenjevanja lastnih kompetenc je pokazala tudi študija, ki je samopodobo posameznikov manipulirala na način, da so nekateri udeleženci dobili lahke, drugi pa težke teste znanja. Posledično se je pri prvih aktivirala nerealno pozitivna akademska samopodoba, pri drugih pa nerealno negativna. Ko so jih po testiranju spraševali po njihovem vtisu glede uspešnosti na testu, so ugotovili, da so posamezniki z višjo akademsko samopodobo precenjevali lastno uspešnost na testu in obratno. Raziskave torej kažejo, da posplošene ocene lastnih sposobnosti visoko korelirajo s posameznikovim ocenjevanjem uspešnosti pri specifičnih nalogah in to na različnih področjih njegovega delovanja.

Negativne posledice precenjevanja lastnih sposobnosti so nezanemarljive: ugotovljeno je bilo, da posamezniki, ki precenjujejo svoje sposobnosti, v primerjavi s tistimi, ki svojih sposobnosti ne precenjujejo, povzročijo več nesreč in naredijo več napak. Tako se na primer otroci, ki precenjujejo svoje fizične sposobnosti, večkrat poškodujejo, finančni svetovalci, ki precenjujejo svoje analitske sposobnosti, pa večkrat naredijo napačne napovedi in večje finančne izgube. Zaskrbljujoči niso samo obseg in stroški nesreč ter napak, ampak tudi dejstvo, da posamezniki, ki precenjujejo svoje sposobnosti,

---

**hkрати ob tem tudi ne premorejo vpogleda v negativne posledice svojih napačnih presoj,**

---

kar pomeni, da ohranjajo načine vedenja, ki nadalje vodijo v nove nesreče in napake.

V zadnjem času pa je to raziskovalno področje pod drobnogledom, ironično zaradi kritik, da so

raziskovalci precenili njegovo pojavnost oziroma sploh obstoj pojava. Najprej so sicer redke medkulturne študije začele kazati na možnost, da pojav ni univerzalen in da so bile torej dotedanje generalizacije neutemeljene. Temu so se pridružile še metodološke kritike, ki so v najbolj resnih kritikah prvotno identifikacijo Dunning-Krugerjevega učinka pripisovale napačnim statističnim analizam, v bolj blagih pa kazale, da so dotedanje raziskave učinek pojava in njegovo razširjenost močno precenjevale. Rezultat teh kritik je bilo nadaljnje intenzivno preučevanje tega fenomena in

---

**danes se ponuja sklep, da je Dunning-Krugerjev pojav realen, da pa je velikost njegovega učinka manjša, kot so znanstveniki sprva verjeli. Kot je to pogosto značilno za (vsaj psihološko) znanost, lahko torej tudi na raziskovalnem področju Dunning-Krugerjevega učinka opazimo, kako dolgotrajnejše raziskovanje in kopičenje številnih raziskovalnih ugotovitev vodi do bolj veljavnih in zanesljivih raziskovalnih sklepov, in to ravno zaradi kritične drže raziskovalcev v obliki nenehnega prepričevanja in iskanja napak v lastnem in v raziskovalnem delu kolegov.**

---

Medtem ko ostajamo priča pretirano samozavestnim izjavam nepoznavalcev, nas lahko pomirja še ena ugotovitev Dunninga in Krugerja iz leta 1999: študentje, ki so bili naknadno podvrženi treningu na področju, ki so ga slabo obvladali, so posledično bolje prepoznavali realno nizek nivo svojih kompetenc in to ne glede na to, ali so se kompetence skozi trening izboljšale ali ne. Mogoče bi bilo posledično smotno, da znanstveniki še več dodatnega truda usmerimo v izobraževanje splošne populacije o principih znanstvenega raziskovanja in tako pripomoremo k preprečevanju napačnih interpretacij pri nepoznavalcih.

# Dvakrat postavljena cerkev



Foto: Arne Hodalič

---

Številka: 45/2021

---

Avtor: Franci Lazarini

---

DOI: [doi.org/10.3986/alter-nator.2021.45](https://doi.org/10.3986/alter-nator.2021.45)

---

Prestavljanje kipov in drugih javnih spomenikov, še zlasti pa njihovo umikanje v muzejske depoje v času družbenih sprememb, sta vsakomur dobro poznana, redkeje pa pomislimo na to, da bi bile lahko na drugo lokacijo prenesene tudi celotne zgodovinske in kulturno pomembne stavbe. Morda najbolj znan, brez dvoma pa najbolj odmeven primer je predstavitev dveh staroegipčanskih templjev v Abu Simblu, ki so ju med letoma 1964 in 1968 pod budnim očesom arheologov iz celega sveta in z uporabo za tiste čase najsodobnejše tehnologije premaknili zaradi gradnje Asuanskega jezusa.

---

**Manj znano pa je, da imamo tudi v Ljubljani, in sicer za Bežigradom, primer translocirane arhitekture in to navkljub dejstvu, da gre za delo našega največjega arhitekta Jožeta Plečnika.**

---

Pozabljena zgodba šele v zadnjem času, zlasti preko dokumentarnega filma *Plečnikovskriti biser*, počasi prihaja v zavest javnosti.

Bežigrad, severni predel Ljubljane, je bil še ob



koncu prve svetovne vojne redko poseljeno področje z maloštevilnimi enodružinskimi hišami, delavsko kolonijo, nekaj tovarnami in vojašnico, osrednje mesto pa je zavzemala baročna cerkva sv. Krištofa, obdana s tedaj že opuščanim, nekdanjim osrednjim ljubljanskim pokopališčem. S priseljivanjem novih prebivalcev v dvajsetih letih 20. stoletja se je pričel nesluten razvoj četrti, žal pa je pozidava potekala precej stihijno. Nujno potrebno je bilo izdelati nov, sodoben urbanistični načrt, h kateremu je vodja mestnega gradbenega urada inženir Matko Prelovšek povabil Jožeta Plečnika, ki je precej pozornosti namenil prav območju nekdanjega pokopališča. V istem času se je vse več ljudi začelo zavzemati za ustanovitev samostojne župnije za Bežigradom, da vernikom ne bi bilo več treba hoditi v oddaljeno cerkev sv. Petra, za normalno delovanje župnije pa so potrebovali tudi večjo cerkev, saj obstoječa za povečano število vernikov ni več zadoščala. Leta 1928 se je kot stalni duhovnik pri cerkvi sv. Krištofa naselil frančiškan pater Kazimir Zakrajšek, ki je bil več kot dve desetletji izseljeniški duhovnik v Združenih državah Amerike, kjer je deloval zlasti med slovenskimi, hrvaškimi in slovaškimi verniki. Pri svojem pastoralnem delovanju je uvedel vrsto novosti, ki so bile uveljavljene v Ameriki, med drugim je cerkev sv. Krištofa kot prva ljubljanska cerkev dobila centralno ogrevanje, kar je sprožilo negodovanje nekaterih Ljubljančanov. Neposredno po prihodu za Bežigrad je Zakrajšek sprožil vse postopke za pridobitev potrebnih dovoljenj, a je bila pot do nove župnije in večje cerkve še dolga in težavna. P. Kazimir se pri tem ni srečeval le z nasprotovanjem liberalnih banovinskih in občinskih oblasti, temveč tudi z nagajanjem znotraj lastnega reda, ključna za uspeh pa je bila podpora ljubljanskega škofa dr. Antona Bonaventure Jegliča in njegovega naslednika dr. Gregorija Rožmana.

Po vrsti zapletov je bila samostojna župnija ustanovljena 1. januarja 1934, že pred tem pa se je pričela gradnja »prizidka« k cerkvi sv. Krištofa. Hitro je namreč postalo jasno, da finančna sredstva ne bodo zadoščala za novo monumentalno svetišče, zato so začeli premišljati o povečavi starega. Po nekaj, resnici na ljubo slabih predlogih, kako zasnovati prizidek, se je v dogajanje vmešal pisatelj in duhovnik Fran Saleški Finžgar, ki je v tistem času živel za Bežigradom in p. Zakrajšku pomagal pri pastoralnem delu. Predlagal mu je, naj se obr-

ne na Jožeta Plečnika. Slednji je izdelal načrte za cerkev, ki bi jo prizidali stari pokopališki cerkvi. Zasnoval jih je izjemno domiselno, tako da nova, precej večja stavba ni preglasila stare, ki je – tudi zaradi zvonika in bogatejšega okrasa na pročelju – še zmeraj predstavljala vizualni poudarek celotnega objekta. V notranjščini je arhitekt prehod med novo in staro zgradbo, ki je prevzela vlogo kapele za zasebno pobožnost, genialno rešil z vmesnim trikotnim prostorom, urejenim v kapelo Žalostne Matere Božje. Zavetnika med letoma 1933 in 1934 prizidane cerkve sta postala slovanska apostola sv. Ciril in Metod, njena posvetitev 1. julija 1934 pa se je v mestno zgodovino zapisala kot velikanska in odmevna verska manifestacija.

V letih, ki so sledila, je cerkev postopoma dobivala kvalitetno opremo, za katero je načrte večinoma izdelal Plečnik, pri njeni izdelavi pa so sodelovali vidni slovenski umetniki, npr. arhitekt Vinko Glanz, kiparja Tine Kos in Božo Pengov ter slikarja Slavko Pengov in Izidor Mole.

---

**Opremljanje se je kljub vsesplošnem pomanjkanju nadaljevalo tudi po drugi svetovni vojni. Zato je še toliko bolj odjeknila nepričakovana odločitev tedanjih mestnih oblasti, ki so leta 1954 na mestu cerkve in v njeni neposredni okolici sklenile zgraditi Gospodarsko razstavišče, nov sejamski prostor, s katerim so nadomestili med vojno propadle paviljone Ljubljanskega velesejma na obrobju Tivolija.**

---

Projekti za razstavišče so predvideli tudi rušitev cerkve, zato so kmalu stekli postopki za razlastitev župnije. Tedanji župnik p. Krizolog Zajec se je skupaj z ljubljanskim pomožnim škofom Antonom Vovkom na več ravneh zavzemal za spremembo nesmiselnih načrtov, na podlagi katerih bi Ljubljana izgubila ne le Plečnikovo mojstrovino, temveč tudi baročno cerkvico sv. Krištofa, ki je imela kot nekdanja pokopališka cerkev za Ljubljančane velik simbolni pomen. Starejši župljani vedo povedati, da naj bi se župnik za pomoč obrnil celo na samega jugoslovanskega predsednika Josipa Broza - Tita, vendar tega v arhivskih virih tako ljubljanskih kot tudi beograjskih arhivov ni bilo

mogoče ne potrditi ne ovreči. Spet drugi omenjajo Zajčeve stike z vodilnim slovenskim komunističnim politikom Ivanom Mačkom - Matijo, s katerim sta se poznala še iz predvojnih let. Vsebine vseh pogovorov s predstavniki republiških oblasti in celotnega ozadja dogodkov, ki so sledili, bržkone ne bomo poznali nikoli, zato lahko dogajanje rekonstruiramo le v grobih obrisih. Kot je razvidno iz ohranjenih dokumentov, je župniku in škofu sprva uspelo doseči, da bo porušeno le župnišče, cerkvi pa naj bi ostali ter bili smiselno vključeni v nastajajoči sejamski kompleks. V letu 1957 pa se je situacija precej poslabšala, pri čemer lahko le ugibamo, kakšno vlogo je pri spremenjenem odnosu oblasti imela odločitev Zveze komunistov Jugoslavije, da bo med 22. in 26. aprilom 1958 na Gospodarskem razstavišču potekal 7. kongres jugoslovanske partije. Pritiski na bežigradska župnijo so postali vse večji, zato sta škof Anton Vovk in župnik Krizolog Zajec avgusta 1957 pristala na nenavadno ponudbo tedanjih oblasti, in sicer da se Plečnikov del bežigradske cerkve prestavi na drugo lokacijo na območju župnije, medtem ko se baročna cerkev sv. Krištofa podre. Župnija je tako Gospodarskemu razstavišču prepustila zemljišče, na katerem je stala cerkev, Gospodarsko razstavišče pa je v zameno priskrbelo novo parcelo na Vodovodni cesti, prav tako pa je plačalo podiranje cerkve in njeno ponovno postavitve. Z drugimi besedami:

---

**celotno prestavitev cerkve je na lastne stroške izvedla komunistična oblast preko svojega podjetja, kar je unikum v slovenskem prostoru, pa tudi znotraj nekdanjega vzhodnega bloka so bili takšni dogodki nekaj povsem neobičajnega.**

---

Zaradi bližajočega se partijskega kongresa so gradbena dela potekala izredno hitro, samo rušenje pa je potekalo postopoma, tako da so lahko ves čas kolikor toliko nemoteno opravljali verske obrede. Gradbena dela so pričeli 11. novembra 1957 z izkopom temeljev na novi lokaciji, 8. decembra je bila v cerkvi sv. Cirila in Metoda zadnja maša, potem so jo začeli podirati. Nazadnje je na vrsto prišla tudi odstranitev baročne cerkve, v kateri so obredi zadnjič potekali 16. februarja 1958,

dva meseca pred začetkom 7. kongresa Zveze komunistov Jugoslavije. Že marca je bila cerkev na Vodovodni cesti dokončana v tolikšni meri, da so v njej lahko potekale nedeljske maše, do konca leta pa sta bila, finančnim težavam navkljub, gradnja in opremljanje končana, tako da je pomožni škof Anton Vovk 16. novembra 1958, manj kot leto dni po začetku predavitve, opravil posvetitev. Prvotna lokacija bežigrajske cerkve je bila za potrebe kongresa provizorično urejena, leta 1960 pa je njenem mestu zrastel Paviljon Jurček. Jože Plečnik omenjenih dogodkov ni dočakal, saj je umrl 7. januarja 1957, zato je celotno prestavitev vodil njegov učenec in zadnji asistent Tone Bitenc, ki se je tudi v povojnih časih ukvarjal s cerkveno arhitekturo. Arhitekt je v celoti ohranil gabarite učiteljeve stavbe, poskrbel, da so vzdani vsi iz prejšnje lokacije preneseni arhitekturni členi (okenski okvirji ipd.), hkrati pa je arhitekturo smiselno prilagodil dejstvu, da je bila na novo parcelo predstavljena le Plečnikova stavba, ne pa tudi baročna cerkev sv. Krištofa, ki je mojstru predstavljala izhodišče za načrtovanje. Bitenčeva izjemna zasluga je, da je ponovno postavljena cerkev ohranila vse značilnosti Plečnikove arhitekture. Še več, po mnenju starejših župljanov mu je docela uspelo ohraniti vzdušje, ki je vladalo v cerkvi, ko je bila ta še na stari lokaciji.

Precej dolgotrajnejše kot prestavitev cerkve pa je bilo urejanje njene okolice, saj je bila ta zanemarljiva, med stanovanjske bloke stisnjeno cerkev pa so obdajala provizorična pritlična skladišča, z izpraznitvijo katerih je prejšnji uporabnik, podjetje Cementar, zavlačeval. Prestavljeno svetišče tudi ni imelo zvonika, saj je imela tega le Krištofova cerkev, to pa je povzročalo še dodatne zaplete. Za razrešitev navedenih težav je zaslužen p. Roman Tominec, ki je leta 1959 prevzel vodenje bežigrajske župnije. Kljub mnogim oviram s strani tedanjih občinskih oblasti, ki so med drugim preprečile, da bi bil zvonik višji od okoliških stavb, mu je uspelo, da je bil v letih 1964–1967 po Bitenčevih načrtih zgrajen modernističen zvonik, v katerem je tudi prostor za tri veroučne učilnice. Poleg tega se je ta zvonik kot prvi v Ljubljani ponašal z avtomatskim zvonjenjem. Na prehodu šestdesetih v sedemdeseta leta se je Tominec lotil tudi urejanja cerkvene okolice, kjer je po njegovi zamisli nastal Park miru, ki je kmalu postal priljubljen prostor zbiranja župljanov. Kot zanimivost povejmo, da oba vhoda v park krasijo kamnite maske, delo kiparja Borisa Kalina, ki so prvotno krasile dvorano Serafinskega kolegija na Nazorjevi ulici. Slednje je pater rešil, ko so jih povojni uporabniki stavbe, Akademija za gledališče, radio, film in televizijo ter Mestno gledališče ljubljansko, odstranili.

P. Roman Tominec, ki je bil vrsto let predavatelj cerkvene umetnosti na ljubljanski Teološki fakulteti in je imel izjemen odnos do Plečnikovega dela – in to v času, ko je bil arhitekt tudi v umetnostnozgodovinskih krogih pogosto podcenjen – je k vsakemu posegu v cerkveni prostor pristopal izjemno subtilno. Prav Tomincu in Bitencu smo lahko hvaležni, da tudi posegi kasnejših desetletij, ki so jih med drugim narekovale spremembe liturgije po drugem vatikanskem koncilu, v ničemer niso skazili Plečnikove mojstrovine. Še več, nova dela, h katerim so bili vselej pritegnjeni najboljši slovenski cerkveni umetniki, npr. slikar Stane Kregar, uspešno sobivajo s Plečnikovimi stvaritvami in jih v marsičem dopolnjujejo.

---

**Prestavitev bežigrajske cerkve je brez dvoma izjemno dejanje v zgodovini slovenske arhitekture pa tudi v ljubljanski politični, verski in urbanistični zgodovini.**

---

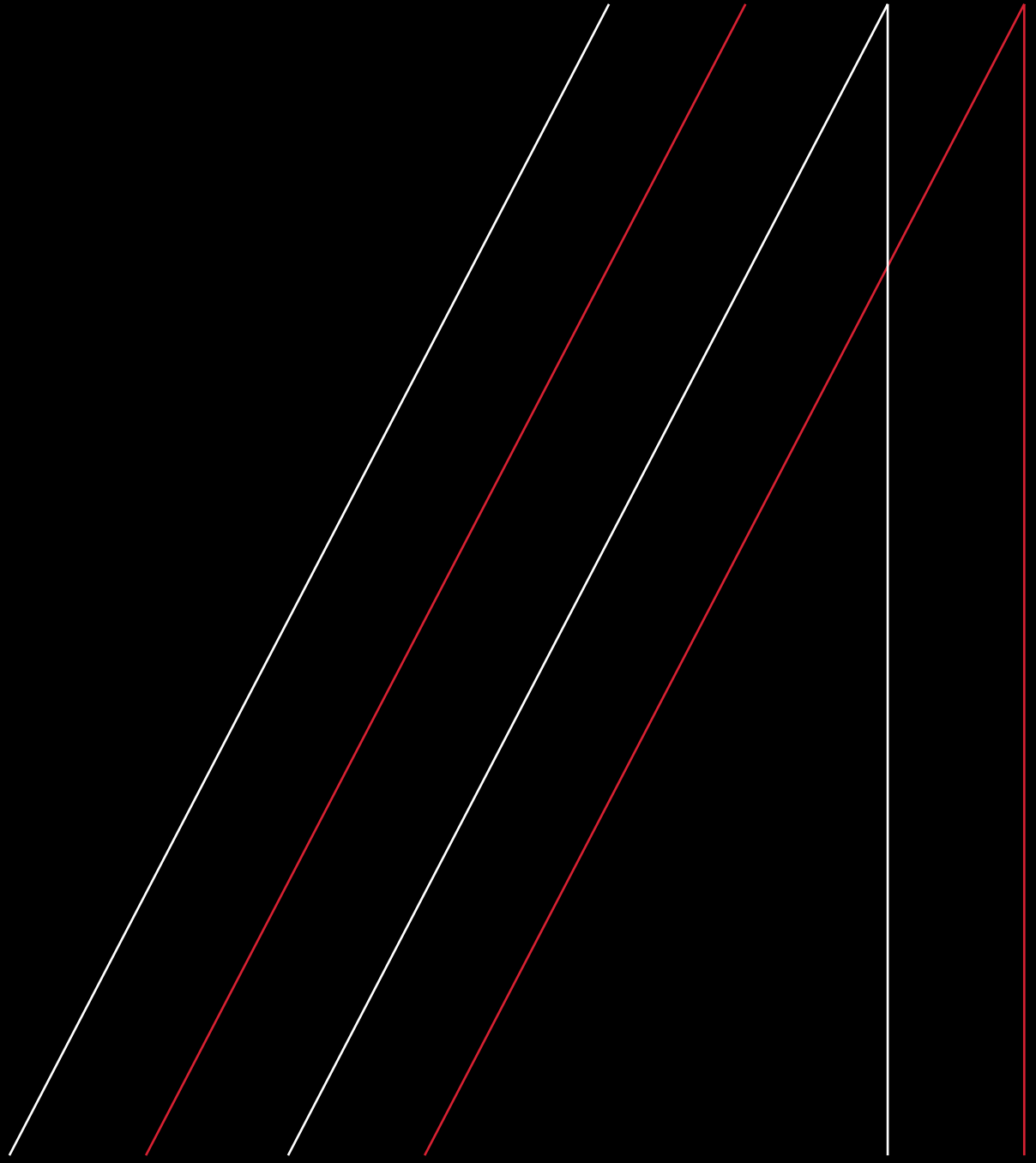
S prestavitvijo je pristojnim uspelo ohraniti Plečnikovo mojstrovino, ki je na novi lokaciji resda nekoliko »skrita«, a se je nova, od vsakodnevnega vrveža nekoliko umaknjena parcela v marsikaterem pogledu izkazala za prednost pred hrupnim in prometno obremenjenim območjem ob današnji Dunajski cesti.

---

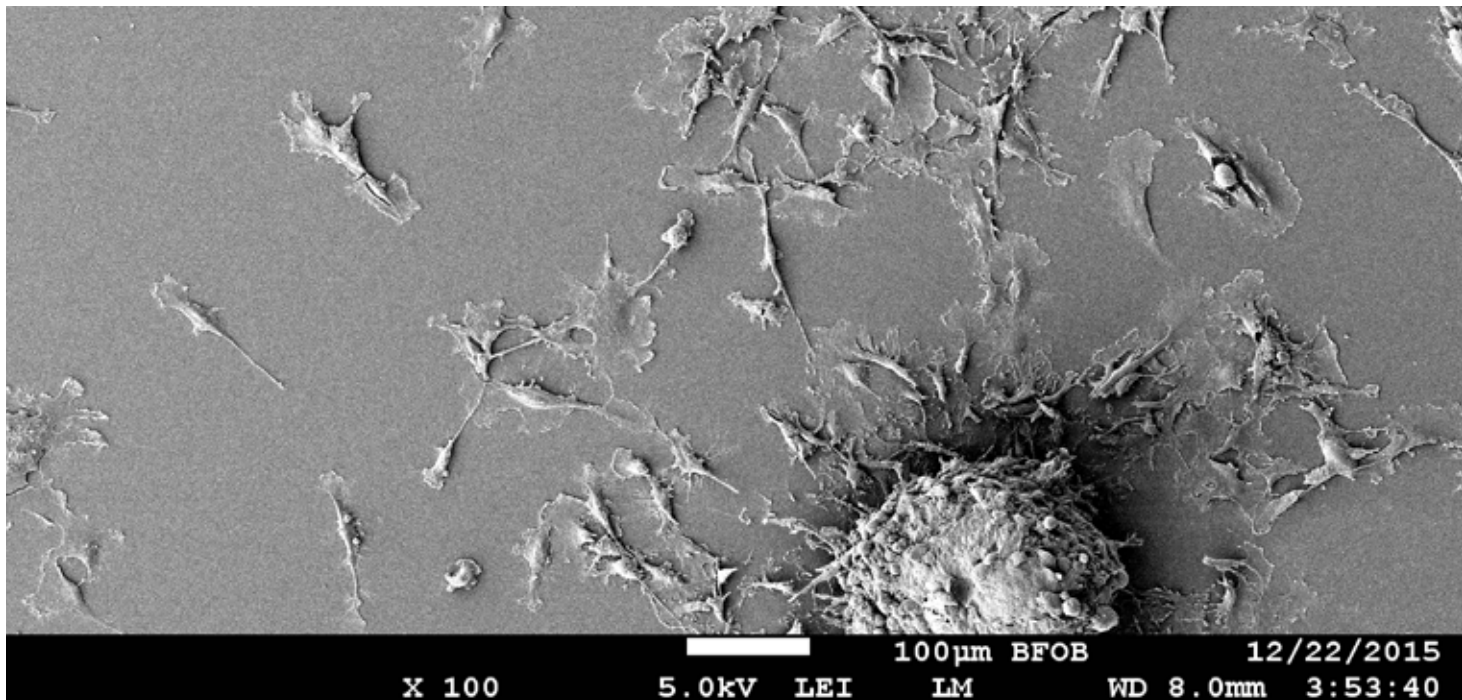
Kaj pomeni “**misliti znanost**”? Da se znanost nauči sebe misliti kot Drugega.

---

www.alternator.science



# Z imunoterapijo nad izvor tumorjev – tumorske matične celice



Možganske rakave celice pod elektronskim mikroskopom

---

Številka: 32/2020

---

Avtorica: Barbara Breznik

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2020.32](https://doi.org/10.3986/alternator.2020.32)

---

Kot vsak ponedeljek, se tudi ta teden že navsezgodaj odpravimo v živalski laboratorij v zgradbi medicinskega centra in pregledamo laboratorijske miši. Živali v naši skupini kletk na prvi pogled izgledajo kot vse druge miši. Nekatere dremuckajo v jutranjih urah, druge pa so že pri svojem jutranjem obroku. Kljub temu to niso običajne miši, le njihova posebnost je očem skrita. Gre za hibridne miši, v katerih so vzpostavili človeški imunski sistem, kar pomeni, da je večina imunskih celic v teh miših človeškega izvora. Poleg tega imajo te hibridne miši vsajen človeški tumor, a je le-ta še v zgodnji fazi rasti in miši še ne čutijo njegovih posledic. Takšne miši so namenjene

preučevanju imunoterapije raka, ki v zadnjih letih doživlja razcvet.

---

**Tovrstna terapija z vzpodbujanjem bolnikovega imunskega sistema se je izkazala za zelo učinkovito pri zajezitvi različnih rakavih obolenj.**

---

## Imunski odziv pri raku

Za razvoj učinkovitih imunoterapevtskih pristopov za zdravljenje raka je bistveno odlično

poznavanje procesov razvoja raka in imunologije. Normalne celice med pretvorbo v tumorske celice pridobijo sposobnost vplivanja na delovanje imunskega sistema in se s tem lahko izognejo njegovemu nadzoru. Pri odstranjevanju tumorskih celic imajo najpomembnejšo vlogo citotoksični limfociti – celice T ubijalke ter naravne celice ubijalke. Citotoksičnost pomeni, da aktivirani limfociti ob stiku s tumorsko celico le-to uničijo. V zgodnjih fazah rasti tumorja lahko imunski sistem še prepozna in odstranjuje tumorske celice, v poznejših fazah rasti pa imunski sistem ni več zmožen nadzorovati rasti tumorja. Tumorske celice preuredijo svoje okolje, kar zavre delovanje citotoksičnih imunskih celic in njihovo namnoževanje ter zmanjša prepoznavo tumorskih antigenov. Tumorski antigeni so specifični proteini na površini tumorskih celic, ki jih lahko prepoznajo celice T ubijalke in zaradi tega uničijo tumorske celice. Poleg tumorskih antigenov, ki vodijo v uničenje tumorskih celic, imajo lahko določene tumorske celice na svoji površini proteine, ki inhibirajo delovanje citotoksičnih limfocitov. Ti proteini, imenovani zaviralci imunskih kontrolnih točk, imajo pomembno vlogo pri preprečevanju avtoimunosti, v primeru tumorskih celic pa preprečijo njihovo uničenje. Imunoterapija lahko na različnih nivojih aktivira citotoksične celice in s tem podkrepi delovanje bolnikovega imunskega sistema: preko zaviranja imunskih kontrolnih točk, vnosa vnetnih signalnih molekul ali z vzpodbujanjem prepoznavne površinskih proteinov tumorskih celic.

### Izvor tumorja – tumorske matične celice

Po zdravljenju rakavih bolnikov z obsevanjem ter kemoterapijo se nekaj tumorskih celic ohrani v tkivu, saj so odporne na zdravljenje. Ker

tumorske mase ni mogoče zaznati, je videti, da je rak ozdravljen, vendar preživele tumorske celice po določenem času povzročijo ponoven razrast ali celo metastaze tumorja. Po izolaciji preživelih celic iz tkiv s tumorji so raziskovalci ugotovili, da ima ta populacija tumorskih celic izražane gene in signalne poti, ki so značilni za normalne matične celice. Poleg tega so ugotovili, da so te tumorske celice sposobne neomejenega samoobnavljanja ter diferenciacije, kar je prav tako lastnost normalnih matičnih celic. Zaradi teh podobnosti z normalnimi matičnimi celicami to populacijo celic imenujemo tumorske matične celice. Sedaj vemo, da

---

#### tumorske matične celice ohranjajo tumor pri življenju.

---

Lahko rečemo, da so izvor tumorjev, saj zaradi zmožnosti samoobnavljanja ter diferenciacije povzročijo nastanek novega tumorja z lastnostmi, kakršne je imel izvorni tumor. Če tumorske matične celice izoliramo iz bolnika in jih vsadimo v laboratorijske miši, te razvijejo tumorje, ki so zelo podobni tumorju bolnika. Tumorske matične celice so odporne na kemoterapijo, saj imajo učinkovite mehanizme popravljanja poškodb DNK. To jim zagotavlja preživetje po zdravljenju ter ohranjanje tumorja. Zaradi vseh teh lastnosti so tumorske matične celice idealna tarča za zajezitev tumorjev. Seveda pa njihovo odstranjevanje še zdaleč ni enostavno. Tumorske matične celice so namreč zelo različne in izražajo različne proteine na svoji površini. Poleg tega se zelo hitro prilagodijo na signale iz okolja in terapijo, spremenijo svoje lastnosti in postanejo odporne na zdravljenje, tako da jih je izjemno težko ciljati v tumorju.

### Ali je imunoterapija z naravnimi celicami ubijalkami rešitev?

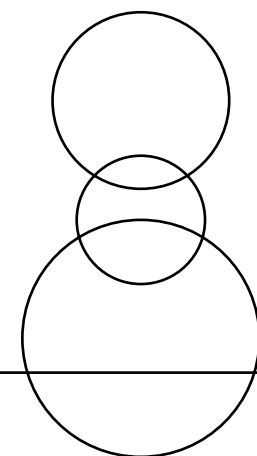
Tumorske matične celice se učinkovito izogibajo imunskemu sistemu. Na primer, tumorske matične celice na svoji površini ne izražajo molekule poglobitnega histokompatibilnostnega kompleksa (PHK) I, kar onemogoča njihovo prepoznavo in uničenje s strani celic T ubijalk. Naravne celice ubijalke so del naravne imunosti in so edine celice imunskega sistema, ki so sposobne prepoznati in uničiti tumorske matične celice brez predhodne predstavitve antigena. Naravne celice ubijalke po stiku s tumorsko matično celico prepoznajo odsotnost molekule PHK I, kar jih aktivira in povzroči izločanje citotoksičnih granul, to pa uniči tumorsko celico.

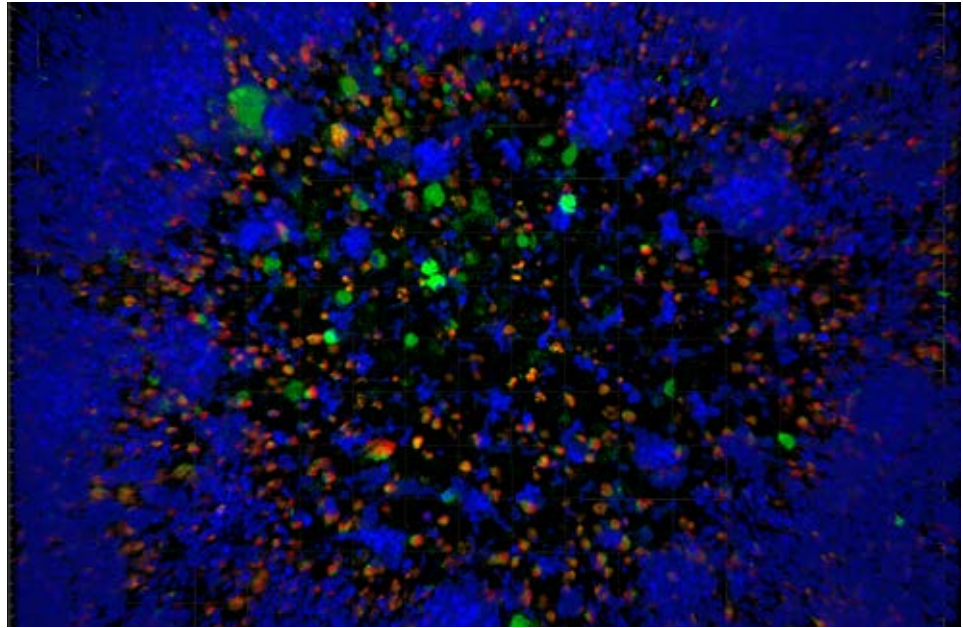
---

#### Poleg tega naravne celice ubijalke ob aktivaciji sprostijo v svojo okolico vnetno signalno molekulo interferon gama, ki aktivira tudi druge celice imunskega sistema in sproži protitumorski imunski odziv.

---

Raziskave na hibridnih miših z vsajenim človeškim tumorjem trebušne slinavke ali ustne votline so pokazale, da po injiciranju naravnih celic ubijalk,





Posnetek uničenja celic možganskega tumorja z naravnimi celicami ubijalkami. Naravne celice ubijalke (označene z modro barvo) so bile dodane kulturi tumorskih matičnih celic glioblastoma (označene z zeleno barvo). Že po štirih urah smo zaznali le nekaj živih tumorskih celic (zeleno barva), večina pa je bila mrtvih (rdeča barva). Posnetek je bil narejen s konfokalnim mikroskopom.

pridobljenih iz zdravih človeških darovalcev, v miši pride do zmanjšane rasti tumorja ter aktivacije naravnih celic ubijalk. Aktivirane celice ubijalke imajo večjo sposobnost uničenja tumorskih matičnih celic.

Na Nacionalnem inštitutu za biologijo se že vrsto let ukvarjamo z raziskovanjem možganskih tumorjev. Možganski tumorji astrocitnega izvora – glioblastomi – so zelo maligni in zanje učinkovitega zdravljenja zaenkrat še nimamo. Obetaven pristop za zaježitev teh tumorjev je imunoterapija z naravnimi celicami ubijalkami, saj so za ponovitev tumorjev po zdravljenju tudi v primeru glioblastomov odgovorne tumorske matične celice. Na različnih predkliničnih celičnih in živalskih modelih skupaj s sodelavci z Univerze v Kaliforniji v Los Angelesu raziskujemo učinkovitost naravnih

celic ubijalk pri odstranitvi tumorskih matičnih celic. V dosedanjih raziskavah so se naravne celice ubijalke izkazale za zelo obetaven način uničenja hitro rastočih tumorskih matičnih celic možganskih tumorjev. Poleg tega po interakciji z njimi naravne celice ubijalke izločajo veliko vnetne molekule interferona gama, ki aktivira imunski odziv. Če se vrnemo k mišim iz uvoda – tumorske celične kulture in hibridne miši s človeškim tumorjem ter človeškim imunskim sistemom nam pomagajo v predkliničnih raziskavah imunoterapije, saj takšni tumorski modeli posnemajo interakcije med imunskim sistemom ter tumorjem v človeku. Pri terapiji raka si želimo pristopov, ki bi ciljali zelo maligne in na terapijo odporne tumorske matične celice. In imunoterapija z naravnimi celicami ubijalkami je eden od teh obetavnih pristopov.

---

Kaj pomeni “**misliti znanost**”?

Da znanost s svojimi odkritji postavi naše interpretativne zmožnosti pod vprašaj.

---

# Why Food Matters



Foto: Arne Hodalić

---

Številka: 51/2021

---

Avtor: Paul Freedman

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2021.51](https://doi.org/10.3986/alternator.2021.51)

---

*And also that every man should eat and drink and enjoy the good of all his labor. (Ecclesiastes 3:13)*

Food matters above all because no one can live without it. Even those who have tried, for example, late medieval saints such as Catherine of Siena who ate little besides the Eucharistic wafer, testified to the tormenting importance of food. My concern in this article is that what people eat reflects their sense of who they are as well as the cultural meaning of food, ranging from preoccupation

with health to the perceptions that other nations or classes eat differently.

Personal likes and dislikes as well as food fashions have had a tremendous impact on how the world is organized. Whims and preferences have unplanned global side effects. The exponential increase in demand for sugar in seventeenth-century Europe was fueled by the trend for adding it to coffee, tea, and chocolate, all new beverages at the time. This created the economic basis for the African slave trade, most of whose victims were put to



work in the sugar plantations and refineries of the Caribbean islands or Brazil. Sugar cane, a notoriously difficult crop to harvest and process, is an extreme case, but transforming any element of the natural world into food has always been labor-intensive, until recently requiring the mobilization of at least ninety percent of the world's population to directly engage with cultivation, hunting, herding, and fishing, followed by processing and cooking. Today there is a stark contrast between the ease with which the affluent or even ordinary consumer buys food versus the often-hidden labor that is still required to deliver it.

---

**The average European supermarket has over twenty thousand separate items, most of the edible items involving considerable toil and suffering to produce.**

---

The true costs are unknown to the consumer because only a tiny percentage of the population in well-off countries is employed in agriculture, and the ones that are employed in those sectors (such as crop harvesting and meat processing) are generally marginalized immigrants or racial minorities.

Getting enough to eat has always been laborious, which is a fundamental point for departure for thoughtful consideration of the human condition. According to Judeo-Christian teachings, the Fall of Mankind is what made agricultural toil necessary in the first place. In John Milton's poem *Paradise Lost*, Adam and Eve had a carefree existence in the Garden of Eden. There was no need to worry about food getting cold on the table because their vegetarian diet did not involve cooking. In contrast, postlapsarian cultivation was exceedingly difficult, a tremendous amount of effort being needed to prepare and sow the fields, the harvest always threatened by droughts, floods, weeds, and insects. The Book of Genesis (3:17-19) is clear on this point: "...cursed is the ground for thy sake; in sorrow shalt thou eat of it all the days of thy life; Thorns also and thistles shall it bring forth to thee, and thou shalt eat the herb of the field; In the sweat of thy face shalt thou eat bread..."

Although cooking is not explicitly mentioned in

the biblical account of the Fall, it too has historically been a tedious form of labor. Without indoor plumbing and the necessity of using open fires, it once took considerable time and effort just to prepare basic foodstuffs. Churning butter, grinding grain for bread, feeding and butchering pigs all took hours and hours to accomplish. Modern conveniences have alleviated these burdensome routines, but the effort has simply been outsourced to hidden harvesting, slaughtering, and processing operations that we no longer see.

---

**But it's not all bad.**

---

Set against these unfortunate aspects of the human condition, food remains a source of delight, even a solace in difficult circumstances. In his recent book *The Consolation of Food*, the British chef Valentine Warner collects stories about culinary enjoyment mixed with grief. His recipes are accompanied by marvelous adventures about fishing or discovering a wonderful chef in Crete, but he also poignantly describes cooking veal escalope with Parma ham for his dying father who "smiled weakly and attempted to eat a few bites but could not finish it." The quotidian nature of eating is a source of tedium but also of enjoyment. The following is one of the aperçus and witticisms of the diplomat and resourceful political survivor Prince Talleyrand (1754–1838):

---

**"Show me another pleasure besides dinner that happens every day and lasts an hour."**

---

Not everyone is in a position to choose what to eat or able to relax comfortably while dining, let alone to extemporize in a learned and leisurely manner about gastronomy, but neither is the daily pleasure of sharing meals the unique privilege of the elite. People come together at meals, but food also serves to distinguish rich from poor, male from female, to separate individuals along lines of class and ethnicity. Reflecting on the significance of food in daily life is an exploration of social as well as nutritional reality. Food is vitally important to our memories. Most people retain exactly and fondly the delightful taste and ambience of

meals past. Enjoyment endures in our minds as entrancing and comforting recollections.

Exile, migration, and confinement reinforce the symbolic significance of food. An agonizing example of the power of food and memory is a cookbook compiled by Jewish women imprisoned in the Theresienstadt concentration camp (in Terezín in what is now the Czech Republic) during World War Two. No one arrived at the camp with a collection of home recipes, nor would it have been possible to find or prepare the dishes remembered for the cookbook while in a situation of almost total starvation. As recounted in the book *In Memory's Kitchen* by Cara de Silva, the recipes were based on the women's recollection of the comforting, everyday food of home. These inmates were supposedly privileged (the Germans referred to them as *Prominenten*) and were kept at what was falsely presented to the world as a model Jewish settlement. Theresienstadt housed Jews of international reputation (among those who survived were the eminent German rabbi and scholar Leo Baeck, the Czech conductor Karl Ančerl, and the Austrian psychotherapist Viktor Frankl), but all the prisoners suffered deprivation, and many would be sent to their deaths at Auschwitz and other extermination sites on one of the endless trainloads of victims that choked the camps. In the face of attempts to obliterate and dehumanize, the Theresienstadt cookbook reaffirmed the Jewish women's identities and personal integrity. Recalling specific foods and how to prepare them constituted a form of psychological resistance and self-preservation. The cookbook is a harrowing document, epitomizing the significance of food for both cultural and biological survival.

---

**Eating is a biological imperative, but what we eat depends on preferences dictated by society, not merely availability or the environment.**

---

Likes and dislikes, recipes and food experiences, form the subject of everyday conversation. People do not readily abandon the food habits that define them. The French historian of Catalonia Pierre Vilar described a Scandinavian cruise in the

early 1950s during which he recognized a group of fellow passengers as Catalans, not just because of their language, but because of their scorn for the “Anglo-Saxon” breakfast provided. According to Vilar, it was in character with the Catalans’ *savoir faire* and *savoir vivre* that they were able to convince the kitchen staff to improvise a version of the classic Catalan *pa amb tomàquet* – baguette grilled and then smeared with olive oil and tomatoes.

All societies make choices about what is edible and what is not. The classical Greek definition of a barbarian was a nomad speaking an incomprehensible language, but it also included the notion that such people were unfamiliar with cooking. So-called barbarians in turn disapproved of the food customs of supposedly civilized people. Fermented mare’s milk is delicious to Central Asian herdsmen but foreign visitors usually find it nauseating. For their part, the herders find processed cows’ milk tasteless. What “they” eat – those who are different from us, whoever they are – is opposed to what “we” prefer. Nationalist, anti-immigration demonstrators in northern Italy carries signs saying “*polenta sì, cous-cous no!*” Polenta is a symbol of Lombardy, although maize, its primary ingredient, was unknown before European arrival in the New World and not adopted in Italy until the nineteenth century. Couscous is identified with North Africa, hence with poor immigrants, but it is also commonly eaten in Sicily.

And yet the food of others is often considered appealing. French cuisine was imitated throughout the world during the nineteenth and most of the twentieth century. Persian tastes and luxuries influenced

the gastronomy of many realms and cultures from Hellenistic Greece to Mughal India. Some aspects of a foreign cuisine might be considered admirable and others off-putting. During the 1890s, there was a craze for Chinese restaurants in the United States, but newspapers popularized the belief that Chinese immigrants routinely ate rats and other vermin, and Chinese food was popularly associated with opium and the so-called white slave trade. Thus the Chinese were the first victims of anti-immigrant legislation even as their restaurants captured the nation.

Food differentiates populations according to national, racial and gender lines, but these are often permeable borders. The location of Slovenia as a meeting point of Latin-derived, Germanic and Slavic language and ethnic groups has meant the elaboration of several different culinary traditions in a relatively small space. In much of the world the overlapping of cooking styles is reflected in terms of race or perceived ethnic differences. Much of what is presented to the world as Indonesian food is derived from the Chinese population. Recently the Indonesian government decided to replace *nasi goreng* – a kind of fried rice – as the national dish with *rendang* – a Sumatran beef dish – because the former was too Chinese or, in other words, not Indonesian enough. The United States continues to witness controversies over the nature of so-called Southern cuisine in terms of the influence of African Americans. So many staples of what is considered typical of American food – fried chicken, barbecued pork, gumbo (a soup or stew associated with Louisiana) – turn out to be African or African-American inventions. My original interest in food as a form of

social history was stimulated by menus from the nineteenth-century United States that showed a gradual identification of food appealing to women. At some point between 1875 and 1900, it was decided that women’s tastes diverged significantly from those of men. Women were supposed to prefer “light” items such as salads, sandwiches, and decorative food (colorful, with fruit or artificial gelatin in different flavors), and they were also imagined to be infatuated with elaborate sweet desserts, especially those incorporating ice cream. These are persistent stereotypes that have only changed with the current identification of chocolate as women’s most passionately loved dessert item and vegetarianism as being typically female.

---

**An intriguing example of how food matters in microcosm is the trend in American cities for women to order steak when going out for the first time with a new male friend and possible partner. This is a way for the woman to signal to her date that not only is she unconcerned with vegetarianism, but that she has no intention of converting him to a healthier or ecologically more responsible diet.**

---

Food is important for many reasons, from assuring a sustainable agricultural future to feeding the world, from globalization to cultural identity. However, as some of the small examples I have offered here show, it is in everyday attitudes and behavior that we demonstrate food’s true cultural significance.

---

Kaj pomeni “**misliti znanost**”?

Da znanost združi svojo težnjo po samoutemeljevanju z aktivno udeležbo v družbi.

---

# Razpad vesoljnega vakuuma

**FALSE VACUUM DECAY, PHASE TRANSITIONS (GWS)**

$V(\phi)$  unstable potential  
 polynomial approximation  
 $\phi_{FV}$  unstable  
 $\phi_V$  stable

UNIVERSE  
 $\langle \phi \rangle = \phi_{FV}$  at  $t=0$   
 $\phi_{FV}$  at  $t \sim \frac{1}{H}$

$\Gamma = A e^{-B}$   
 prefactor  
 semi-classical approximation

$\times$  GM: Poisson  $\propto |\Psi|^2$   
 $\nabla^2 \Psi = (E_n + i \frac{\Gamma_n}{2}) \Psi$   
 $|\Psi(t)|^2 \propto e^{-\Gamma t}$

$\times$  QFT in flat space-time  
 $-S_E[\phi]$   
 $\frac{\Gamma}{V} \propto \int d\phi e^{-S_E[\phi]}$   
 $S_E \sim S_0 + \frac{\delta S}{\delta \phi} \delta \phi + \frac{1}{2} \frac{\delta^2 S}{\delta \phi^2} \delta \phi^2 + \dots$   
 fluctuations  
 • we wish to extremize  $S_E: \frac{\delta S}{\delta \phi} = 0$

$S_0 = \int d^4x (\frac{1}{2} \dot{\phi}^2 + V(\phi)) = T + V$   
 • where  $\bar{\phi}$ :  
 $\bar{\phi} + \frac{D-1}{p} \dot{\phi} = \frac{dV}{d\phi}$   
 $D=4$ : empty space  
 $D=3$ : thermal field theory

$\Gamma_{FV}$  in the SM  
 $V \sim -\lambda \phi^4$  @  $\mu = 10^{17}$  GeV  
 $\Gamma \sim e^{-\frac{8\pi}{3\lambda(\mu^2)}} = S(\mu^2)$   
 $\frac{\Gamma}{V} = e^{-S_0} \int d\mu \sqrt{\frac{\det \sigma_{\mu, \nu}}{\det' \sigma_{\mu, \nu}}}$   
 $= (\mu^4)^4 e^{-S_0} \frac{J_\mu J_\nu J_\lambda J_\sigma}{10^{12}}$   
 $\times \sqrt{\frac{\det \sigma_{\mu, \nu}}{\det' \sigma_{\mu, \nu}}} \sqrt{\frac{\det \sigma_i}{\det' \sigma_i}} = 10^{77}$   
 or:  $T_{SM} = 10^{161} \frac{10^{52}}{10^{10}} \frac{10^{27}}{10^{10}} = 10^{77}$

• Polygonal:  $\frac{dV}{d\phi} = 8a_s = \text{const. on a segment}$   
 in  $D=4$ :  $\psi_s(p) = v_s + \frac{a_s}{p^2} + \frac{b_s}{p^4}$   
 give at  $R_0$ :  $\psi_s(R_0) = \psi_{s+1}(R_0)$ ,  $\psi_s = \psi_{s+1}$   
 $= \psi_s$  (segmentation)  
 multi-fields  
 non-trivial path field theory

plasma in the early universe  
 bubbles collide  $\Omega_{EW}$   
 Plasma turbulence  $\Omega_{EW}$   
 Sound waves  $\Omega_{EW} \sim 10^{-11}$   
 $\left( \begin{matrix} \Omega_{EW} \sim 10^{-11} \\ \Omega_{EW} \sim 10^{-11} \\ \Omega_{EW} \sim 10^{-11} \end{matrix} \right)$

Foto: Katja Bidovec

Številka: 28/2020

Avtor: Miha Nemevšek

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2020.28](https://doi.org/10.3986/alternator.2020.28)

## Umrljivo vesolje

V času klimatskih sprememb in globalnega razmaha covid-19 se zdi, da je treba ukrepati odločno, da se izognemo katastrofalnim posledicam. Hitrost širjenja okužb in vpliv človeka na okolje dokazujeta, da smo postali globalna vrsta, ki z obema nogama stoji v antropocenu. Vseeno smo v širši perspektivi, na astronomskih skalah, neznan in podvrženi dosti bolj kataklizmičnim dogodkom, kot smo jih sposobni ustvariti sami. Morda se tu najde prostor za kontemplacijo in tolažbo, v vsakem primeru

pa bomo videli, da so takšni fenomeni izredno fascinantni in ne nujno usodni.

Le malo stvari okoli nas ima dolg rok trajanja, slej ko prej nas vse najé zob časa. Očitno je, da sistemi stremijo k temu, da najdejo čimbolj ugodno, stabilno lego. V prisotnosti zunanjih sprememb to lahko vodi do spremembe stanja oziroma faznega prehoda. Dobro poznan prehod je nastanek ledu iz vode. Če je ohlajanje hitro, se fazni prehod zgodi zvezno in nemoteno. Lahko pa se zgodi, da se s počasnim nemotenim ohlajanjem voda podhladi

in ostane v tekočem stanju, čeprav bi bil nastanek ledu energijsko ugodnejši. Takemu stanju rečemo *metastabilno stanje*. V takem stanju se lahko zaradi majhne motnje v tekočini pojavi mehurček ledu, ki v kratkem času zapolni prostor okrog sebe. Takšni procesi so zelo hitri in nezvezni. V splošnem je pojav metastabilnosti precej pogost, pomemben npr. za obstojnost kemijskih učinkovin v farmaciji. Drugi primer je radioaktivnost – določeni atomi imajo omejen rok trajanja in razpadejo v stabilnejše atome z izsevanjem svetlobe, elektronov, lažjih jeder ali z razcepom v dve jedri.

---

**Večje kot je področje faznega prehoda, bolj je ta fascinanten – zamrznejo lahko morja in zgorijo amazonski gozdovi. Obstaja pa možnost skoraj neverjetne ultimativne katastrofe, kjer lahko izgine vse, kar poznamo. Celotno vesolje se morda nahaja v metastabilnem stanju in mu lahko, z nedoločljivim občutkom neprijetnosti, pripišemo končen življenjski čas.**

---

Da bi razumeli, kako pride do takšnega izjemnega pojava, zadošča poznavanje osnov sodobne kvantne fizike.

## Kvantna katastrofa

Za razliko od klasičnih delcev kvantnim objektom

ne moremo hkrati določiti položaja in hitrosti. To pomeni, da jih je težje omejiti v določenem prostoru in da lahko pobegnejo oziroma tunelirajo skozi območja, ki so za klasične delce »prepovedana«. Z drugimi besedami – kvantni delci lahko preidejo skozi prepreke, kot da bi žoga nepoškodovana ušla skozi steno škatle, v katero bi jo želeli zapreti. Rečemo, da so kvantne fluktuacije, majhne motnje zaradi nenatančnega položaja in hitrosti, odgovorne za tuneliranje skozi prepreko (kot je prikazano na Sliki 1).

Relativistične kvantne delce opišemo s kvantno teorijo polja, kjer se polja raztezajo po prostoru. Delce svetlobe (fotone) opišemo z vektorskimi polji, medtem ko za elektrone uporabljamo drugačna, t. i. fermionska polja. Takšna usmerjena polja poznamo že dolgo časa. Obstajajo pa tudi skalarna polja, ki v prostoru niso usmerjena (klasični analog bi bila temperatura ali tlak) in imajo v vsaki točki v prostoru-času določeno le eno samo, tj. skalarno vrednost. Pripadajoči delec je Higgsov bozon, ki so ga odkrili na velikem hadronskem trkalniku LHC šele leta 2012. Do takrat so bila namreč skalarna polja zgolj dobro motiviran teoretični konstrukt.

Z odkritjem Higgsovega bozona je obstoj kvantnih skalarnih polj prvič postal realnost. Ključna lastnost Higgsovega polja je, da ima po celotnem vesolju določeno konstantno vrednost, ki ustreza energijskemu minimumu vesolja. To lastnost imajo le skalarna polja, saj usmerjena polja, kot so

vektorska in fermionska, ne morejo imeti usmerjene konstantne vrednosti – to bi bilo v nasprotju z načeli relativnosti.

Sedaj lahko razumemo, kako pride do vesoljne kvantne katastrofe. Podobno kot pri podhlajeni vodi obstaja možnost, da konstantna vrednost Higgsovega polja ni v absolutnem minimumu. Lahko se zgodi, da je polje zataktno v metastabilnem, a dolgoživem stanju (zgornja dolina na Sliki 1 levo), katerega življenjski čas je vsaj 14,7 milijarde let. Tako kot voda zaradi nečistoče ali termične motnje preide v mehurček ledu, ki napolni posodo z vodo, tako lahko metastabilno skalarno polje preko kvantnih fluktuacij tunelira v energijsko ugodnejše stanje (spodnja dolina na Sliki 1).

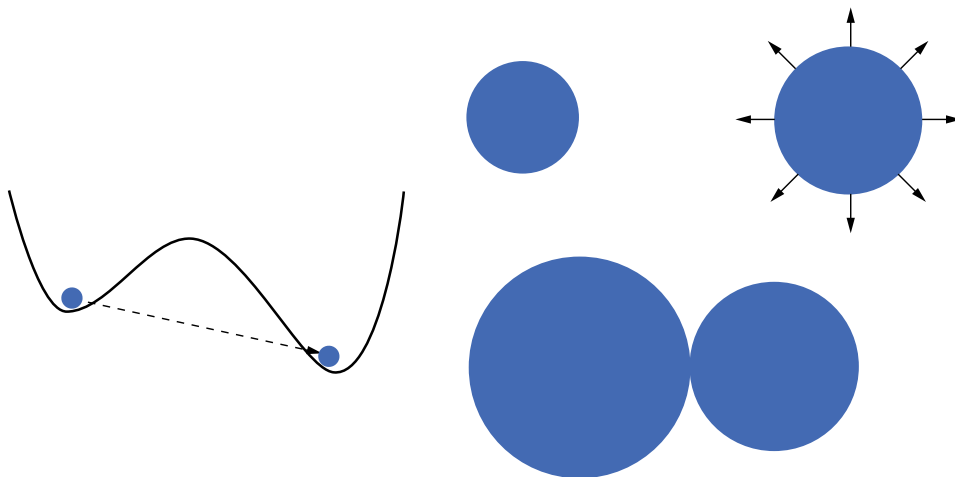
Če bi živeli na robu ultimativnega vesoljnega propada, bi po preteku tipičnega razpadnega časa kvantne motnje ustvarile majhen mehurček energijsko ugodnejšega vakuumu (globlje doline na Sliki 1). V notranjosti tega mehurčka bi imelo Higgsovo skalarno polje drugačno vrednost od te, ki so jo izmerili na trkalniku LHC.

---

**Ker se mehurčku, podobno kot ledu, »izplača« zasesti čim več prostora, bi se začel hitro širiti in bi kmalu dosegel hitrost blizu svetlobne. Ko bi nas dosegel, ne bi imeli časa za svarilo. Tik preden bi nas dosegla svetloba z njegovega roba, bi nas pogoltnil, in svet, v katerem živimo, bi se drastično spremenil, kot da bi nam nekdo potegnil preprogo izpod nog. Mase osnovnih delcev v novem vakuumu bi bile drugačne in zelo verjetno, čeprav ne popolnoma nemogoče, v takšnih pogojih ne bi mogli več obstajati. Zveni kot znanstvenofantastični roman – pa se to res lahko zgodi?**

---

Trenutne meritve mase Higgsovega bozona in ostalih delcev nakazujejo, da ta možnost obstaja, a je z veliko verjetnostjo življenjski čas izjemno dolg, približno  $10^{102}$ – $10^{241}$  let. Ta ocena, do katere je prišla skupina s Harvarda, velja za Standardni model (SM) osnovnih delcev. To je minimalna teorija, ki uspešno opisuje veliko večino izmerjenih procesov. Kljub velikemu uspehu tega teoretičnega okvira obstajajo razlogi, zaradi katerih verjame-



Slika 1: Levo: metastabilno energijsko stanje in tuneliranje skozi bariero, desno: nukleacija in razširjanje mehurčkov ter trki

mo, da SM ne more biti dokončen opis narave na najbolj osnovni ravni.

Najbrž najbolj neposreden laboratorijski dokaz za pomanjkljivost SM so meritve nevtrinskih oscilacij, ki zahtevajo masivne nevtrine, v nasprotju z napovedjo SM, ki napove nevtrine z maso nič. Prav tako SM ne razloži obstoja temne snovi ali dinamične razlage dejstva, da je v vesolju precej več snovi kot antisnovi. Ne glede na motivacijo se v teorijah, ki segajo onstran SM, spremenijo energijske lastnosti skalarnih polj. To pomeni, da se z dodajanjem novih polj lahko ustvarijo novi minimumi (nove doline v energijski pokrajini) oziroma nova osnovna stanja. V tem primeru je lahko naše vesolje bodisi popolnoma stabilno bodisi se mu življenjski čas skrajša.

## Poligonalni napredek

Določanje življenjskega časa razpada vakuuma v teorijah z več skalarnimi polji je fizikalno zanimiv in računsko zahteven problem. V zadnjih letih smo na Institutu "Jožef Stefan", skupaj z doktorskim študentom Victorjem Guado in sodelavcem Alessiem Maiezzo z Instituta Ruder Bošković (Zagreb) razvili uspešen pristop, ki poenostavi iskanje razpadnega časa metastabilnih stanj. Ideja je enostavna: namesto neposrednega reševanja enačb, ki opisujejo metastabilno dolino na Sliki 1, razdelimo pot v linearne odseke. Za vsak tak gradnik poznamo rešitve in več gradnikov lahko zlepimo v gladko funkcijo, ki jo opiše ena sama neznanica. Izkaže se, da je iskanje končne rešitve dosti bolj enostavno in numerično stabilno kot reševanje originalnega problema.

Ko je takšen poligonalen gradbeni oder postavljen, lahko nanj dodamo nelinearne dele in z malo dodatnega truda opišemo popravke višjega reda. Z dodajanjem odsekov in nelinearnih popravkov imamo na voljo poljubno natančen in računsko hiter pristop za izračun življenjskega časa vesolja. Razvoj in testiranje robustnosti poligonalne metode je relativno zamuden proces. Za veliko sodelavcev na našem področju je zato prikladna uporaba namenskega programa, s katerim lahko hitro in enostavno pridemo do relevantnih količin, ki karakterizirajo fazne prehode, povezane z razpadom vakuuma.

## Mehurčki vročega vesolja

Kot smo opisali v prej navedenem primeru, nenadno rojstvo mehurčka v praznem prostoru sprožijo kvantne motnje. Poznavanje razmer v zgodnjem vesolju pa nam omogoča kvalitativno drugačno fizikalno ozadje za podobne procese. Iz meritev zamika spektra zvezd namreč vemo, da se galaksije od nas oddaljujejo, kar dokazuje, da se vesolje širi. To pomeni, da je bilo v preteklosti precej manjše in bolj vroče. Meritve količin lahkih elementov in temne snovi kažejo, da je bilo vesolje v preteklosti vroč plin, sestavljen iz osnovnih delcev in svetlobe.

Takšna slika ima pomemben vpliv na stanja skalarnih polj v zgodnjem vesolju. Pri visokih temperaturah lahko povsem stabilen energijski minimum postane metastabilen. Namesto kvantnih motenj bodo v teh pogojih nastanek mehurčkov energijsko ugodnejšega vakuuma sprožile termične motnje. Prav tako nadaljnje napihovanje mehurčka v zgodnjem vesolju vključuje interakcijo s plinom osnovnih delcev, kar oteži problem in ga je treba obravnavati bolj pazljivo.

## Iz takšne smo snovi kot vakuum?

Za razliko od katastrofe, ki bi jo povzročil razpad vakuuma v praznem prostoru, ponujajo prehodi v zgodnjem vesolju bolj optimistične obete. Najbolj presenetljiva in mikavna je verjetno priložnost za razumevanje našega obstoja. Ena izmed ugank, ki je SM ne pojasni, je prevlada snovi nad antisnovjo. V zgodnjem vesolju bi se po napovedih SM ustvarili zelo podobni količini snovi in antisnovi, ki bi se uspešno izničili v sevanje. Ostala bi le vroča plin fotonov in zanemarljiva količina snovi, kar je v nasprotju z dosedanjimi opažanji.

Kako bi lahko nastanek mehurčkov v zgodnjem vesolju razložil to situacijo? Takšen hipotetični mehanizem je povezan s potovanjem mehurčka skozi vročo plazmo (plin osnovnih delcev). Stena mehurčka namreč ločuje dva fizikalno povsem različna svetova. Na zunanji strani živijo nam še nepoznani delci z novimi, še neznanimi interakcijami. Če so lastnosti novih delcev in sil med njimi ravno prave, potem prehod skozi membrano mehurčka prepusti več delcev kot antidelcev. Tako bi v notranjosti mehurčka nastalo naše domače

vesolje, tvorila bi se plazma znanih delcev in svetlobe. Ta se zaradi širjenja mehurčka in kasneje prostora-časa ohlaja ter tvori galaksije, zvezde in planete, v katerih prevladuje snov nad antisnovjo.

V okviru SM ni možno tvoriti mehurčkov Higgsovega polja v zgodnjem vesolju pri visokih temperaturah, kar je znano iz opravljenih meritev na trkalniku LHC. Za uspešen nastanek mehurčka bi morala biti masa Higgsovega bozona precej manjša. Kot smo že omenili, obstajajo razlogi za razširitev SM in precej takšnih razširjenih modelov omogoča obstoj faznega prehoda pri visokih temperaturah. Natančen izračun nastanka prevlade snovi nad antisnovjo je precej zahteven in vsebuje različne približke. Kar pa lahko določimo s precejšnjo natančnostjo, je verjetnost za nastanek mehurčka v zgodnjem vesolju oziroma določimo temperaturo zgodnjega vesolja, pri kateri bo ta verjetnost zelo velika (pravimo ji nukleacijska temperatura). Ta problem je zelo podoben razpadu vakuuma v praznem prostoru in ga lahko obravnavamo s prej omenjeno novorazvito poligonalno metodo.

## Oglašanje prostora-časa

Veliko modelov, s pomočjo katerih lahko razložimo prevlado snovi nad antisnovjo, je možno testirati na trkalnikih. Mase novih delcev so lahko povsem v dosegu trenutnih iskanj na trkalniku LHC, kjer iščemo delce z ravno takšnimi lastnostmi, ki bi omogočali kozmološke prehode v zgodnjem vesolju. Glede na to, da imamo pred sabo še vrsto let delovanja in zajemanja podatkov na trkalniku LHC, se veliko raziskovalcev posveča takšnim iskanjem. Kot bomo videli, pa obstaja tudi drugačen in precej bolj tih način, kako ugotoviti, ali so nastali mehurčki vakuuma v zgodnjem vesolju. Gre za LIGO ali laserski interferometrični observatorij gravitacijskih valov, tj. neznatnih nihanj v prostoru-času.

Na trkalniku LHC pospešimo curke protonov do laboratorijsko najvišjih dosegljivih energij. Pri vsakem trku se zgodi ognjemet različnih delcev, ki jih detektorji polovijo. A za razliko od kakofonije podatkov, ki jih filtrira LHC, potekajo meritve gravitacijskih valov v izjemni tišini.

LIGO sestoji iz dveh detektorjev na različnih koncih ZDA. Vsak interferometer sestavlja dva štiri kilometre dolga kraka, po katerih potuje laserska svetloba, ki se več stokrat odbije. Naloga interferometra je, da meri gravitacijske valove, ki neznatno spremenijo

dolžino krakov in čas potovanja svetlobe skozi kraka. Te spremembe so izredno majhne, najmanjša sprememba razdalje, ki jo LIGO še lahko izmeri, je neverjetnih  $10^{-19}$  m, kar je ena milijardinka velikosti atoma vodika.

Eden izmed razlogov, da je trajalo več desetletij, da nam je uspelo direktno izmeriti gravitacijske valove, so bili pomisleki o zadostnem številu dovolj močnih izvorov gravitacijskih valov v vesolju. Čeprav smo iz ohlajanja pulzarjev (nevtronskih zvezd, ki sevajo) vedeli, da ti valovi obstajajo, se ni vedelo dovolj o številu nevtronskih zvezd in črnih lukenj, katerih združitev je glavni izvor gravitacijskih valov. V zadnjih štirih letih je LIGO uspešno izmeril več deset izmerjenih dogodkov, ki večinoma ustrezajo združitvam črnih lukenj z masami okoli 10-krat mase sonca. Ti dogodki ne smejo biti predaleč stran od zemlje in s pomočjo tretjega, sicer manj občutljivega italijanskega detektorja VIRGO lahko določimo njihov položaj na nebu.

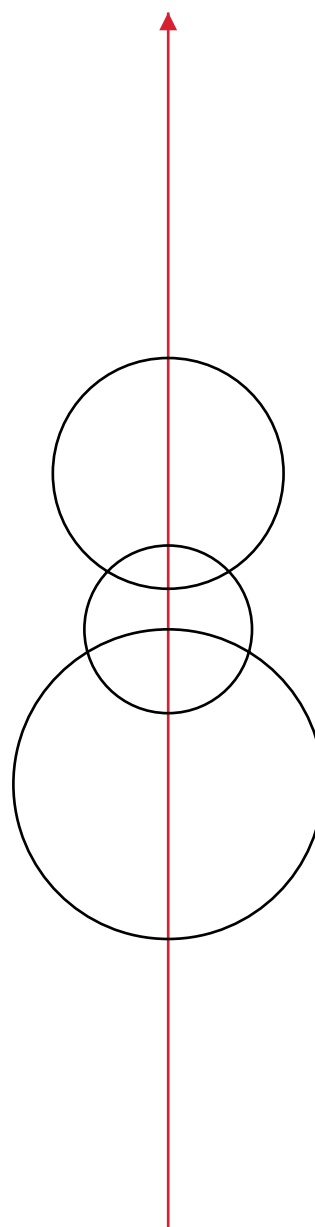
Poleg združitve črnih lukenj in nevtronskih zvezd so detektorji gravitacijskih valov sposobni izmeriti signale faznih prehodov v zgodnjem vesolju. Skozi celotno zgodnje vesolje se pri nukleacijski temperaturi tvorijo mehurčki, ki eventualno trčijo, se združijo in za sabo pustijo turbulenten tok plazme delcev in svetlobe (kot je prikazano na Sliki 1). S pomočjo analitičnih približkov in numeričnih simulacij je mogoče določiti te izvore ter napovedati frekvenco in moč skupnega signala gravitacijskih valov. Za razliko od lokalizirane združitve črnih lukenj bi trki mehurčkov v zgodnjem vesolju sprožili enakomeren šum, podoben kozmičnemu mikrovalovnemu ozadju fotonov.

V naslednjih letih pričakujemo posodobitev trkalnikov in detektorjev gravitacijskih valov, prav tako so že začeli delovati novi eksperimenti z občutljivostmi pri različnih frekvencah. Za fiziko osnovnih delcev bo to zanimivo obdobje, v katerem bomo raziskovali, katere teoretične okvire bomo lahko testirali, in poskrbeli, da bodo modelske nedoločenosti pod kontrolo. Seveda bi bilo odkritje novih signalov izjemno razburljivo.

---

**Lahko nam odprejo vrata do novih interakcij, razumevanja nevtronskih mas, temne snovi in – konec koncev – našega obstoja.**

---



# »Konec«



Foto: Arne Hodalič

---

Številka: 29/2020

---

Avtorica: Alenka Zupančič

---

DOI: [doi.org/10.3986/alternator.2020.29](https://doi.org/10.3986/alternator.2020.29)

---

Živimo v obdobju, ki ga v marsikaterem oziru opredeljujejo, navdihujejo, opisujejo podobe konca. »Konec« seveda ni pojem, koncept, je prej neka miselna figura, ki ima mnoge različne oblike, verzije in pomene – nekateri si med seboj celo direktno nasprotujejo. »Konec« nam lahko pred oči pripelje konec sveta, apokaliptično razdejavanje, izginotje človeštva, celo vsega življenja ... Lahko pa je »konec« tudi podoba nekakšnega hollywoodskega *happy end*a, po katerem bomo samo še srečno živeli do konca svojih dni. Ko je na primer leta 1992, v duhu padca berlinskega zidu,

politolog Francis Fukuyama objavil svojo razvpito knjigo *Konec zgodovine in zadnji človek*, je šlo za to drugo, srečno figuro konca. (Kapitalistična liberalna demokracija, kakršna je tedaj obstajala v Ameriki in Evropi, je najboljša možna oblika človeške družbe in v sebi več nima nobenih resnih protislovij ...) Vendar če se še malo zadržimo ob tem Fukuyamovem koncu, pri tem ne gre enostavno za vprašanje srečnega konca nasproti nesrečnemu, ampak še bolj za neko drugo pomembno vprašanje:



---

**Ali je konec del tega, kar končuje, ali tudi sam izgine s tem, kar konča? Ali pa nasprotno ostane kot samostojna entiteta, po koncu tistega, kar konča?**

---

Pri Fukuyamovi verziji teze o koncu zgodovine gre za to zadnje. Prva presenetljiva implikacija knjige *Konec zgodovine in zadnji človek* je prav v tem, da zaznamuje nasprotje od tega, kar naslov morda sugerira, namreč da smo prišli do Konca. Kar dejansko in mnogo močnejše zaznamuje Fukuyamova knjiga, je pravzaprav nemožnost konca. Nemožnost, da bi končali sam ta konec – kot da bi se zataknil v samem tem koncu zgodovine, obtičali v njem in se v njem vrteli v neskončnost. In v prazno. Če je, kot sugerira knjiga, kapitalistična liberalna demokracija konec zgodovine, lahko ta konec pravzaprav traja večno; ni namreč potrjen zgodovinskemu času, ampak ga nosi neka lastna časovnost, v kateri ni pravnobnih notranjih razlogov, da bi se vse skupaj končalo. Gre za Konec, ki lahko traja neskončno dolgo, tako rekoč večno.

Kontekst, v katerem je Fukuyama napisal svojo knjigo, je, kot rečeno, jasen in je tesno povezan s tem, kar bi lahko enostavno opisali kot izginotje vsake realne Zunanosti. Gre za konec hladne vojne, to je konec tega, čemur se je reklo »realno obstoječi socializem« in čemur bi lahko rekli tudi realno obstoječa *zunanost* kapitalističnemu družbeno-ekonomskemu redu, ki je zarisovala njegovo fizično in ideološko mejo. Ta zunanost se zdaj prevede v neke vrste odprto totalnost, kjer je zunanost (preostali nedemokratski/nekapitalistični režimi) tako rekoč že na poti v notranjost. Spekulativno je pravzaprav že vključena v notranjost; in ta notranjost (kot odprta celota) je v tem smislu vse, kar obstaja. Drugače rečeno, »konec zgodovine« je pomenil, da smo dosegli točko, od katere naprej živimo v času, ki se ne more končati, vsaj ne iz kakšnih notranjih razlogov ali protislovij. (Fukuyama seveda dopušča, da to progresivno vključevanje zastane ali da celo nastopi »regresija«, a ne zaradi kakšnih notranjih protislovij samega danega reda.)

Seveda sta bila Fukuyama in njegova knjiga deležna številnih kritik. Mnogi so poudarili, da je njegova osnovna teza pravzaprav zgolj »filozofska usluga« vladajoči hegemoni ideologiji, tako rekoč brezsr-

mna promocija obstoječega zahodnega družbeno-ekonomskega reda (in njegovega zelo specifičnega *zgodovinskega* trenutka) kot zunajzgodovinskega.

In prav to je tista točka, na kateri se je pojavila in v polni meri razmahnila še ena ideja ali ideologija konca: ideja »konca ideologij«. »Konec ideologij« je pomenil natanko triumf ene same hegemonie ideologije. In jedro te ene hegemonie ideologije je bilo prav sistematično zanikanje kakršnihkoli resnih družbenih antagonizmov in protislovij, *notranjih*, temu enemu hegemonemu redu. Vse še obstoječe probleme je mogoče obravnavati tako, da obstajajo na ozadju v osnovi popolne družbe. Razizem in diskriminacija sta na primer problema še vedno nekoliko razgrete in vihrave površine sveta, katerega jedro pa se je že ohladilo in utrdilo. Konsolidiralo. Obe ideji konca, »konec zgodovine« in »konec ideologij«, sta torej tesno povezani.

V obeh idejah prisotno sistematično zanikanje notranjih protislovij hegemonnega reda je igralo tudi pomembno vlogo pri tem, kako so bile dolgo časa videti podobe, predstave (zlasti v popularni kulturi) konca sveta. Namreč: konec, oziroma kakršnokoli resno predruženje, lahko pride samo iz čiste *Zunanosti* – pri čemer je ta zunanost zdaj v osnovi pomenila nekaj takega kot »naravni univerzum« (kot zoperstavljen zgodovinskemu) in navadno vključevala nič manj kot popolno uničenje Zemlje. Na primer: eksplodiralo bo Zemljino jedro, na Zemljo bo treščil asteroid ...

Na to je na primer opozoril literarni kritik in filozof Fredric Jameson v svoji analizi različnih distopij, namreč, da si lažje predstavljamo, da na Zemljo trešči asteroid, kot pa si lahko predstavljamo spremembo nekaterih določujočih (družbeno-ekonomsko-političnih) koordinat našega vsakdanjega življenja. Lažje si predstavljamo konec sveta kot konec kapitalizma. In tudi če smo do slednjega kritični – kdo pa konec koncev danes ni kritičen do kapitalizma? –, nas tukaj vsebovana ideja (ideologija) hkrati prepričuje, da smo obtičali z njim, da iz njega ni mogoče, saj nima nobene zunanosti. To se nadalje navezuje na

---

**občutek nemoči, neučinkovitosti vsega »prevratniškega«, »subverzivnega« in »nevarnega«: kapitalizem ima čudežno zmožnost, da v svoj prid obrne in proda svoje lastne**

---

**krize in vse mogoče uporniške drže kot še eno tržno nišo ... Stvari se iz notranjosti sveta, kakršen je, ne morejo zares spremeniti, reši – če iščemo rešitev – nas zato lahko samo radikalna katastrofa.**

---

To je tudi razlog za določeno ambivalentnost, ki pogosto obdaja pričakovanja takšnega konca, in marsikdo pozdravlja perspektivo nekakšne celostne katastrofe, ko bo pomedla z vsem tem. Z drugimi besedami, v opisani konfiguraciji smo tisto, za kar bi želeli, da se konča, a se noče končati, tako rekoč primorani priklopiti na ta drugi, vsezajemajoči konec, ki bo v enem zamahu poskrbel za vse ...

---

**A seveda je jasno, da takšen vsezajemajoči »konec vsega« našega problema pravzaprav ne bo rešil, le odplaknil ga bo skupaj z nami.**

---

Drugače rečeno, obstaja razlika med številnimi oblikami, podobami Konca, in tistim realnim, ki tvori jedro našega rastočega nelagodja in zaradi katerega sploh govorimo o tem, da bi (nekaj) radi končali. To realno ima zmeraj neko konkretno obliko. Naš problem iz te perspektive ni toliko konec, kot je to, da se nekatere stvari nočejo končati. Konec sveta bi jih nedvomno odpihnil, v nobenem pomenu pa jih ne bi dejansko »naslovil«, razrešil.

V razmerju do teze in vzdušja takšnega »konca zgodovine« je zanimivo naslednje. V zadnjem času – v obdobju, ki ga na simbolni ravni najbrž najbolj zaznamuje izvolitev Donalda Trumpa za predsednika ZDA (*»zgodilo se je nemogoče«*) – se zdi, da smo priče nekakšni paradoksnii reaktivaciji zgodovine, koncu njenega konca, praznega vrtenja na mestu. Zdi se skratka, da smo celo prešli v neko pospešeno gibanje, pa čeprav v smeri katastrofe. Ta katastrofa ima več obrazov: političnega (vojne, milijoni beguncev, vzpon populizma in protofashiizma), moralnega (cinizem, korupcija, pa tudi izzivi, ki jih za samo definicijo »človeškega bitja« prinaša nova generacija umetne inteligence in druge tehnologije), ekonomskega in seveda ekološkega. Vse to se tudi vse bolj kaže kot med seboj povezano. Aktualna pandemija covid-19 je k temu dodala še splošno zdravstveno krizo; hkrati

je tudi zaostрила in izpostavila vse druge že prej obstoječe kritične točke, probleme, antagonizme in razdejanja, tako zelo, da mnogi komentatorji za opis situacije uporabljajo metaforo »popolne nevihte« – ko se različne nevihte med seboj povežejo v katastrofični rezultat. Trenutni ameriški protesti, ki jih je sprožil policijski uboj Georgea Floyd, so seveda del tega.

Prav tako se zdi, da se je nekaj spremenilo, premaknilo v sami konfiguraciji zgodbe o Koncu. Vse omenjene krize, vključno z ekološko, se zdaj vse bolj kažejo kot izhajajoče iz notranjosti našega svetovnega reda, kot nekaj, kar se poraja iz njegovih lastnih protislovij in problemov.

A presenetljivo veliko ljudi, tudi zelo kritično naravnanih, še vedno na nek način verjame tezi o »koncu zgodovine«, kot smo jo orisali zgoraj. Vzemimo na primer vzpon in uspeh Donalda Trumpa (in njemu podobnih) v politiki: mnogi se še vedno obnašajo, kot da je Trump pravzaprav nekakšen asteroid, ki je na ZDA in svet treščil iz veselja, ne pa nekaj, kar se je pojavilo iz same globoke notranjosti, protislovij in uničujočih problemov dominantnega družbenega reda. Prepričani so skratka, da bi bilo dovolj, če se ga znebimo, in vse bi bilo spet lepo in prav. In nekaj skoraj zabavnega je v tem, kako Trumpovi najostrejši kritiki goreče ponavljajo logiko njegovega najljubšega slogana. Verjamejo, da bo odstranitev Trumpa kot predsednika »Ameriko spet naredila veliko«. Prav to je tista drža, v kateri

---

**ideologija konca ideologije živi še naprej. Še naprej živi v obliki nesprejemanja dejstva družbenega razkroja in protislovij družbenega reda, katerega prapor je prav ta ideologija.**

---

Prav omenjeni razkroj in protislovja so tisto, kar je Trumpa sploh »izvolilo« – in izvolilo ga je iz same *notranjosti* »konca zgodovine« in »konca ideologij«. Trump uteleša samo jedro »konca ideologij«.

Mimogrede, in za nekoliko bolj komični intermezzo: kot neposredna inspiracija so Fukuyami pri njegovi tezi služila *Predavanja o Heglu* filozofa Alexandra Kojèva. Ko Kojève razmišlja o možnem bodočem »koncu zgodovine«, ga med drugim opiše tako, da bo »človek spet postal žival«, govori o človeku kot »postzgodovinski živali«, ki ne bo »srečna«, pač pa večno *zadovoljna* sama s samo. Pri tem doda tudi zanimivo opombo o jeziku: »Dokončno izginotje človeka v pravem pomenu besede pomeni tudi dokončno izginotje človeškega govora (*logosa*) v strogem pomenu besede. Živali vrste *homo sapiens* se bodo s pogojnimi refleksi odzivala na vokalna znamenja ali znakovni 'jezik', njihov tako imenovani 'govor' pa bo podoben domnevni 'jeziku' čebel.« Kojève torej omenja čebele in njihov »jezik«. A zadošča, da spremenimo primer živali in čebele zamenjamo s pticami, pa pridemo neprijetno bli-

zu neki osrednji dimenziji našega sveta, v kateri širni svet, na čelu z vodilnimi politikami, komunicira prek Twitterja. Čiv, čiv. Mi pa se na to odzivamo s pogojnimi refleksi.

A kot rečeno, se zdi, da se ne glede na vse čivkanje in brenčanje sam ta »konec zgodovine« počasi končuje.

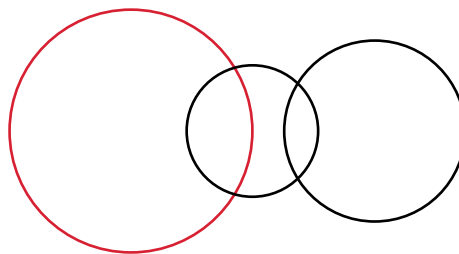
Ali je ta konec konca (zgodovine) dobra novica? Morda je to napačno vprašanje. Konec perpetuiranja *statusa quo* ter izbruh številnih dramatičnih protislovij in antagonizmov na površje seveda sama po sebi še nista rešitev ali odrešitev. Prav tako ne nosita v sebi nobene teleološke orientacije, smeri, v katero se bodo stvari nujno odvile. Konec, ki se ta hip odvija tako rekoč v živo, pred našimi očmi in okoli nas, ni hipni konec, ampak ima svoje trajanje, svoj – tokrat zelo zgodovinski – čas. In zelo pomembno je dojeti, da ni nekaj, kar »se nam dogaja« (tako rekoč od zunaj), ker smo hočeš nočeš del njega:

---

**Smo ta konec ali vsaj ena njegovih ključnih dimenzij.**

---

Zato bi morda morali nehati spraševati, kaj naj naredimo, da bi ga preprečili (je namreč že tu), in raje začeli razmišljati o tem, *kam*, v katero (po možnosti skupno) smer ga lahko obrnemo. In seveda, na kakšen način.



---

**O znanosti želimo razmišljati od znotraj navzven, temeljito in celostno.**

---

# Viri in literatura

## Kozma Ahačič: Kdaj in kje se je zares začela knjižna slovenščina?

- Claus, H. (2013) „Gedruckt in Siebenbürgen durch Jernei Skuryaniz.“ *Gutenberg-Jahrbuch*, 88, 127–138.
- Kidrič, F. (1921) „Trije prispevki k zgodovini slovenskega pismenstva v 16. stoletju.“ *Južnoslovenski filolog*, II, 301–308.
- Rupel, M. (1966) *Slovenski protestantski pisci*. DZS.
- Schnurrer, C.F. (1989) [=1799] *Slavischer Bücherdruck in Württemberg im 16. Jahrhundert: ein literarischer Bericht*. Unveränderter Nachdruck mit einem Nachwort von Peter Bartl. (Geschichte, Kultur und Geisteswelt der Slowenen, 20.) München: R. Trofenik.
- Žigon, J. (1954) „Kdaj je izšla prva slovenska knjiga?“ *Slavistična revija*, 7/1. 331–336. Z distanco do tedanje razlage: Rupel, M. (1962) *Primož Trubar: življenje in delo*. Mladinska knjiga; Rupel, M. (1965): *Primus Truber: Leben und Werk des slowenischen Reformators*. Deutsche Übersetzung von B. Saria. Südosteuropa-Verlagsgesellschaft.

## Špela Vintar: Z nevronščino v prihodnost

- EMNLP (2021) „Sixth conference on machine translation (WMT21).“ <https://www.statmt.org/wmt21/> (9. 12. 2021).
- „Moses statistical machine translation system.“ *STATMT*. <https://www.statmt.org/amoses/> (9. 12. 2021).
- Papineni, K. idr. (2002) „Bleu: a method for automatic evaluation of machine translation.“ *ACL anthology*, P02-1040, 311–318. <https://doi.org/10.3115/1073083.1073135>
- „Razvoj slovenščine v digitalnem okolju.“ *RSDO*. <https://slovenscina.eu/> (9. 12. 2021).
- Sayers, D. idr. (2021) „The dawn of the human-machine era: a forecast of new and emerging language technologies. Report for EU COST action CA19102 ‚Language in the human-machine era‘.“ <https://doi.org/10.17011/jyx/reports/20210518/1>
- Stanovsky, G. idr. (2019) „Evaluating gender bias in machine translation.“ <https://arxiv.org/pdf/1906.00591.pdf> (9. 12. 2021).

## Marijan Dovič: Zakaj se je vredno ukvarjati s cenzuro nasplah in zakaj z literarno cenzuro v 19. stoletju?

- Assange, J. (2020) *Julian Assange: neavtorizirana avtobiografija*. Prev. Erik Majaron. Založba Sanje.
- Darnton, R. (2015) *Censors at work. How states shaped literature*. W. W. Norton & Company.
- Dovič, M. (2007) *Slovenski pisatelji*. Založba ZRC, ZRC SAZU.
- Dovič, M. (ur.) (2008) „Literatura in cenzura: kdo se boji resnice literature?“ *Primerjalna književnost*, letn. 31, št. 3. [https://ojs-gr.zrc-sazu.si/primerjalna\\_knjizevnost/issue/view/491](https://ojs-gr.zrc-sazu.si/primerjalna_knjizevnost/issue/view/491) (14. 4. 2022).
- „Habsburg censorship and literature in the Slovenian lands.“ *Slavica Tergestina* 26 (2021/I): 13. [https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/32520/6/SlavicaTer\\_26-2021.pdf](https://www.openstarts.units.it/bitstream/10077/32520/6/SlavicaTer_26-2021.pdf) (14. 4. 2022).
- Judson, P. M. (2018) *Habsburški imperij: Nova zgodovina*. Prev. Ana Monika Habjan. Založba Sophia.
- Vidmar, L. (2020) *Cenzura na Slovenskem od protireformacije do predmarčne dobe*. Založba ZRC, ZRC SAZU.

## Matjaž Ličer, Lojze Žust in Matej Kristan: Prepletanje umetne inteligence in fizike pri napovedovanju obalnih poplav

- B. G. (2013) „To je eden najzmogljivejših računalnikov v Sloveniji.“ *24ur.com*. <https://www.24ur.com/foto-predstavili-najvecji-racunalnik-v-sloveniji-ki-je-v-sluzbi-drzavljanov.html> (1. 7. 2021).

„HIDRA napovedi.“ *Github*. <https://lojzest.github.io/hidra-visualization/sl/> (1. 7. 2021).

ImageNet. <https://www.image-net.org/> (1. 7. 2021).

Krizhevsky, A., Sutskever, I., Hinton, G. E. (2012) „ImageNet classification with deep convolutional neural networks.“ *Nips.cc*. <https://papers.nips.cc/paper/2012/file/c399862d3b9d6b76c8436e924a68c45b-Paper.pdf> (1. 7. 2021).

Medvedev, I. P., Vilibić, I., Rabinovich, A. B. (2020) „Tidal resonance in the Adriatic sea: observational evidence.“ *JGR Oceans*, 125(8). <https://doi.org/10.1029/2020JC016168>

„Sea level rise.“ *IPCC*. <https://www.ipcc.ch/report/ar1/wg1/sea-level-rise/> (1. 7. 2021).

T. K. B. (2019) „V obalnih mestih škoda zaradi poplav ob visoki plimi večmilijonska.“ *MMC RTV SLO*. <https://www.rtvlo.si/okolje/vreme/v-obalnih-mestih-skoda-zaradi-poplav-ob-visoki-plimi-vec-milijonska/505705> (1. 7. 2021).

„Visual cognitive systems laboratory.“ *Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko*. <https://www.vicos.si/> (1. 7. 2021).

Žust, L. idr. (2021) „HIDRA 1.0: deep-learning-based ensemble sea level forecasting in the northern Adriatic.“ *Geoscientific model development*, 14, 2057–2074. <https://doi.org/10.5194/gmd-14-2057-2021>

### **Natalija Majsova: Making the most of a past’s futures: Soviet space science fiction between projection and recollection**

„11 must-see space movies for anyone serious about space.“ (2019) *SpaceNews*. <https://spacenews.com/11-must-see-space-movies-for-anyone-serious-about-space/> (17. 6. 2021).

Andrews, J. T., Siddiqi, A. A. (2011) *Into the cosmos: space exploration and Soviet culture*. University of Pittsburgh Press.

Assmann, J., Czaplicka, J. (1995) „Collective memory and cultural identity.“ *New German critique*, 65, 125–133. Duke University Press.

Belodubrovskaya, M. (2017) „Plotlessness: Soviet cinema, socialist realism, and nonclassical storytelling.“ *Film history*, 29(3), 169–192. Indiana University Press.

Dobrenko, E. (2008) *Stalinist cinema and the production of history: museum of the revolution*. Edinburgh Scholarship Online.

Drake, N. (2020) „The future of spaceflight—from orbital vacations to humans on Mars.“ *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/future-spaceflight> (17. 6. 2021).

Hirsch, M., Spitzer, L. (2002) „We would not have come without you’: generations of nostalgia.“ *American Imago*, 59(3), 253–276. The Johns Hopkins University Press.

Majsova, N. (2021) *Soviet science fiction cinema and the space age*. Rowman&Littlefield.

Maurer, E. et al. (ur.) (2011) *Soviet space culture*. Palgrave Macmillan.

Menadue, C. B., Cheer, K. D. (2017) „Human culture and science fiction: a review of the literature, 1980–2016.“ *Sage open*, 7(3). <https://doi.org/10.1177/2158244017723690>

Novak, M. (2012) „How space-age nostalgia hobbles our future.“ *Slate*. <https://slate.com/technology/2012/05/space-program-s-future-and-landing-on-the-moon-how-nostalgia-for-the-apollo-program-doesn-t-help.html> (17. 6. 2021).

„Фильмотека документальных и художественных фильмов СССР и России космической тематики.“ *TVRoscosmos*. <http://www.tvrosocosmos.ru/31/> (17. 6. 2021).

Stepanov, B. (2021) „If I forget anything at all, it’s unlikely the stars will accept us . . . .: Sci-fi fan communities, post-Soviet nostalgia and contemporary cinematic experience.“ *Studies in Russian and Soviet cinema*, 15(1), 70–90. <https://doi.org/10.1080/17503132.2020.1871191>

Strukov, V., Gosילו, H. (2018) *Russian aviation, space flight and visual culture*. Routledge.

Suvin, D. (2019) „On communism, science fiction, and utopia: the Blagoevgrad theses.“ *Mediations*, 32(2), 139–160. [https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/849309/mod\\_resource/content/1/Suvin.pdf](https://dl1.cuni.cz/pluginfile.php/849309/mod_resource/content/1/Suvin.pdf) (17. 6. 2021).

Wagner, K. (2019) „The history of sci-fi films.“ *Raindance*. <https://raindance.org/the-history-of-sci-fi-films/> (17. 6. 2021).

---

Zepke, S. (2012) „Beyond cognitive estrangement: the future of science fiction cinema.“ *Nescus*. <https://necus-ejms.org/beyond-cognitive-estrangement-the-future-of-science-fiction-cinema/> (17. 6. 2021).

### **Tom Turk: Komuniciranje znanosti v boju z družabnimi mehurčki v času pandemije**

Huš, M. (2021) „Lažna znanost.“ *Alternator*, 20/2021. <https://doi.org/10.3986/alternator.2021.20>

West, J. D., Bergstrom, C.T. (2021) „Misinformation in and about science.“ *PNAS*, 118(15). <https://doi.org/10.1073/pnas.1912444117>

### **Miha Hafner: Dvorezni meč nevroznanosti v kazenskem pravu**

Bandes, S. A., Blumenthal, J. A. (2012) „Emotion and the law.“ *Annual review of law and social science*, 8(1), 161–181. <https://doi.org/10.1146/annurev-lawsocsci-102811-173825>

Check, E. (2005) „Ethicists urge caution over emotive power of brain scans.“ *Nature*, 435(7040), 254–255. <https://doi.org/10.1038/435254a>

Church, D. J. (2012) „Neuroscience in the courtroom: an international concern.“ *William and Mary law review*, 53(5), 1825–1854.

Claydon, L. (2009) „Mind the gap: problems of mind, body and brain in the criminal law.“ V: Freeman, M. D. A., Goodenough, O. R. (ur.), *Law, mind and brain*, 55–80. Ashgate.

Denno, D. W. (2015) „The myth of the double-edged sword: an empirical study of neuroscience evidence in criminal cases.“ *Boston College law review*, 56(2), 493–551.

Farwell, L. A. (2012) „Brain fingerprinting: a comprehensive tutorial review of detection of concealed information with event-related brain potentials.“ *Cognitive neurodynamics*, 6(2), 115–154. <https://doi.org/10.1007/s11571-012-9192-2>

Ginther, M. (2016) „Neuroscience or neurospeculation? Peer commentary on four articles examining the prevalence of neuroscience in criminal cases around the world.“ *Journal of law and the biosciences*, 3(2), 324–329. <https://doi.org/10.1093/jlb/lsw030>

Gorkič, P. (2011) „Razpravna sposobnost obdolženca v kazenskem postopku.“ *Zbornik znanstvenih razprav*, 71, 93–116.

Greene, E., Cahill, B. S. (2012) „Effects of neuroimaging evidence on mock juror decision making: effects of neuroimages.“ *Behavioral sciences & the law*, 30(3), 280–296. <https://doi.org/10.1002/bsl.1993>

Greene, J., Cohen, J. (2004) „For the law, neuroscience changes nothing and everything.“ *Philosophical transactions of the royal society B - Biological sciences*, 359(1451), 1775–1785. <https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1546>

Hafner, M. (2014) „Male sive celice in velika siva polja: možgani kot dokazni vir v kazenskem pravu.“ *Zbornik znanstvenih razprav*, LXXIV, 31–57.

Ienca, M., Andorno, R. (2017) „Towards new human rights in the age of neuroscience and neurotechnology.“ *Life sciences, society and policy*, 13, 5. <https://doi.org/10.1186/s40504-017-0050-1>

„Imagining a new interface: hands-free communication without saying a word.“ (2020) *Facebook technology*. <https://tech.fb.com/imagining-a-new-interface-hands-free-communication-without-saying-a-word/> (29. 4. 2021).

Kozel, F. A., idr. (2009) „Replication of functional MRI detection of deception.“ *The open forensic science journal*, 2, 6–11. <https://doi.org/10.2174/1874402800902010006>

Math, S. B. (2011) „Supreme court judgment on polygraph, narco-analysis & brain-mapping: a boon or a bane.“ *Indiana journal of medical research*, 134(1), 4–7.

Meijer, E. H. idr. (2013) „A comment on farwell (2012): brain supreme court judgment on polygraph, narco-analysis & brain-mapping: a boon or a bane fingerprinting: a comprehensive tutorial review of detection of concealed information with event-related brain potentials.“ *Cognitive neurodynamics*, 7(2), 155–158. <https://doi.org/10.1007/s11571-012-9217-x>

Miller, G. (2013) „Neuroscience is getting its day in court, whether it's ready or not.“ *WIRED*. <http://www.wired.com/2013/12/brain-science-law> (29. 4. 2021).

- Murphy, E. (2009) „No lie MRI being offered as evidence in court.“ *Stanford Law School*. <https://law.stanford.edu/2009/03/14/no-lie-mri-being-offered-as-evidence-in-court/> (29. 4. 2021).
- Owens, B. (2011) „Italian court reduces murder sentence based on neuroimaging data.“ *Nature: Newsblog*. [http://blogs.nature.com/news/2011/09/italian\\_court\\_reduces\\_murder\\_s.html](http://blogs.nature.com/news/2011/09/italian_court_reduces_murder_s.html) (29. 4. 2021).
- Roskies, A. L. (2013) „Brain imaging techniques.“ V: Morse, S. J., Roskies, A. L. (ur.), *A primer on criminal law and neuroscience: a contribution of the law and neuroscience project*, str. 37–74. Oxford University Press.
- Shen, F. (2016) „The overlooked history of neurolaw.“ *Fordham law review*, 85(2), 667–695.

### **Arne Praznik: Vse, kar ste želeli vedeti o cepivih RNK**

- Jackson, N. A. C. idr. (2020) „The promise of mRNA vaccines: a biotech and industrial perspective.“ *NPJ vaccines*, 5(11). <https://doi.org/10.1038/s41541-020-0159-8>
- Pardi, N. idr. (2018) „mRNA vaccines – a new era in vaccinology.“ *Nature reviews drug discovery*, 17, 261–279. <https://doi.org/10.1038/nrd.2017.243>

### **Matej Huš: Lažna znanost**

- Bartneck, C. (2016) „iOS just got a paper on nuclear physics accepted at a scientific conference.“ <http://www.bartneck.de/2016/10/20/ios-just-got-a-paper-on-nuclear-physics-accepted-at-a-scientific-conference/> (8. 4. 2021).
- Basken, P. (2014) „Why Beall's list died – and what it left unresolved about open access.“ *The chronicle of higher education*. <https://www.chronicle.com/article/why-bealls-list-died-and-what-it-left-unresolved-about-open-access/> (8. 4. 2021).
- Bohannon, J. (2013) „Who's afraid of peer review?“ *Science*, 342(6154), 60–65. <https://doi.org/10.1126/science.342.6154.60>
- Butler, D. (2013) „Investigating journals: the dark side of publishing.“ *Nature international weekly journal of science*, 495(7442). <https://www.nature.com/news/investigating-journals-the-dark-side-of-publishing-1.12666> (8. 4. 2021).
- Goss Levi, B. (2002) „Investigation finds that one lucent physicist engaged in scientific misconduct.“ *Physics today*, 55, 11, 15. <https://doi.org/10.1063/1.1534995>
- Greaves, J. S. idr. (2020) „Phosphine gas in the cloud decks of Venus.“ *Nature astronomy*. <https://www.nature.com/articles/s41550-020-1174-4> (8. 4. 2021).
- „OPERA experiment reports anomaly in flight time of neutrinos from CERN to Gran Sasso.“ (2012) *CERN*. <https://home.cern/news/press-release/cern/opera-experiment-reports-anomaly-flight-time-neutrinos-cern-gran-sasso> (8. 4. 2021).
- Pai, M. (2016) „Predatory conferences undermine science and scam academics.“ *Nature microbiology community*. <https://naturemicrobiologycommunity.nature.com/posts/12706-predatory-conferences-undermine-science-and-scam-academics> (8. 4. 2021).
- „Philosophical transactions“ (2021) *The Royal Society*. <https://royalsocietypublishing.org/journal/rstl> (8. 4. 2021).
- „Research and innovation observatory – Horizon 2020 policy support facility.“ *European Commission*. <https://rio.jrc.ec.europa.eu/stats/scientists-and-engineers-active-population> (8. 4. 2021).
- Sorokowski, P. idr. (2017) „Predatory journals recruit fake editor.“ *Nature international weekly journal of science*, 543(7646). <https://www.nature.com/news/predatory-journals-recruit-fake-editor-1.21662> (8. 4. 2021).
- Van Noorden, R. (2014) „Publishers withdraw more than 120 gibberish papers.“ *Nature international weekly journal of science*. <https://www.nature.com/news/publishers-withdraw-more-than-120-gibberish-papers-1.14763> (8. 4. 2021).
- „William Whewell“ (2021) *Stanford encyclopedia of philosophy*. <https://plato.stanford.edu/entries/whewell/> (8. 4. 2021).
-

**Marko Kovač: Klimatske spremembe kot Veliki filter razvoja (naše) civilizacije**

- Byers, M., Peacock, K. A. (2019) „Did climate change destroy the aliens? Bulletin of the atomic scientists.“ *The bulletin*. <https://thebulletin.org/2019/07/did-climate-change-destroy-the-aliens/> (15. 10. 2020).
- Drake, F., Sobel, D. (1994) *Is anyone out there? The scientific search for extraterrestrial intelligence*. Delta.
- Hanson, R. (1998) „The great filter – are we almost past it?“ *George Mason University*. <http://mason.gmu.edu/~rhanson/greatfilter.html> (15. 10. 2020).
- Hoerner, S. V. (1975) „Population explosion and interstellar expansion.“ *Journal of the British interplanetary society*, 28, 691–712.
- Howell, E. (2018) „Fermi paradox: where are the aliens?“ *Space.com*. <https://www.space.com/25325-fermi-paradox.html> (15. 10. 2020).
- Lemarchand, G. A. (2000) „Detectability of intelligent life in the universe: a search based in our knowledge of the laws of nature.“ V: Chela-Flores, J., Lemarchand, G. A., Oró, J. (ur.), *Astrobiology*. Springer.
- Mason, J. (2020) „Phosphine in the atmosphere of Venus – what does it mean?“ *Medium*. [https://medium.com/@jamesmason\\_97462/phosphine-in-the-atmosphere-of-venus-what-does-it-mean-b0625e0a992e](https://medium.com/@jamesmason_97462/phosphine-in-the-atmosphere-of-venus-what-does-it-mean-b0625e0a992e) (15. 10. 2020).
- Mullan, B., Haqq-Misra, J. (2019) „Population growth, energy use, and the implications for the search for extraterrestrial intelligence.“ *Futures*, 106, 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.06.009>
- Newman, W. I., Sagan, C. (1981) „Galactic civilizations: population dynamics and interstellar diffusion.“ *Icarus*, 46(3), 293–327. [https://doi.org/10.1016/0019-1035\(81\)90135-4](https://doi.org/10.1016/0019-1035(81)90135-4)
- Sagan, C. (1997) *Contact*. Simon and Schuster.
- „The nearest neighbor star. About the image“ (2020). NASA. [https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/nearest\\_star\\_info.html](https://imagine.gsfc.nasa.gov/features/cosmic/nearest_star_info.html) (15. 10. 2020).
- Vakoch, D. A., Dowd, M. F. (ur.) (2015) *The Drake equation: estimating the prevalence of extraterrestrial life through the ages*. Cambridge University Press.
- Wilson, T. L. (2001) „The search for extraterrestrial intelligence.“ *Nature*, 409(6823), 1110–1114. <https://doi.org/10.1038/35059235>

**Simona Gomboc: Dunning-Krugerjev učinek: Ko ne veš, da malo veš**

- Ames, D. R., Kammrath, L. K. (2004) „Mind-reading and metacognition: narcissism, not actual competence, predicts self-estimated ability.“ *Journal of nonverbal behavior*, 28, 187–209. <https://doi.org/10.1023/B:JONB.0000039649.20015.0e>
- Ehrlinger, J., Dunning, D. (2003) „How chronic self-views influence (and potentially mislead) estimates of performance.“ *Journal of personality and social psychology*, 84(1), 5–17. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.84.1.5>
- Gignac, G. E., Zajenkowski, M. (2020) „The Dunning-Kruger effect is (mostly) a statistical artefact: valid approaches to testing the hypothesis with individual differences data.“ *Intelligence*, 80, 101449. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2020.101449>
- Heine, S. J. idr. (2001) „Divergent consequences of success and failure in Japan and North America: an investigation of self-improving motivations and malleable selves.“ *Journal of personality and social psychology*, 81(4), 599–615. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.81.4.599>
- Kruger, J., Dunning, D. (1999) „Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments.“ *Journal of personality and social psychology*, 77(6), 1121–1134. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.77.6.1121>
- Plumert, J. M. (1995) „Relations between children's overestimation of their physical abilities and accident proneness.“ *Developmental psychology*, 31(5), 866–876. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.31.5.866>
- Ryvkin, D., Krajc, M., Ortmann, A. (2010) „Are the unskilled doomed to remain unaware? [The extended version]“ <https://doi.org/10.2139/ssrn.1578474>
- Van de Venter, G., Michayluk, D. (2008) „An insight into overconfidence in the forecasting abili-
-

ties of financial advisors.“ *Australian journal of management*, 32(3), 545–557. <https://doi.org/10.1177/031289620803200309>

### **Franci Lazarini: Dvakrat postavljena cerkev**

„Abu Simbel: the campaign that revolutionized the international approach to safeguarding heritage.“ (2021). *UNESCO*. [https://en.unesco.org/70years/abu\\_simbel\\_safeguarding\\_heritage](https://en.unesco.org/70years/abu_simbel_safeguarding_heritage) (4. 11. 2021).

„Bitenc, Anton.“ *Novi Slovenski biografski leksikon*. <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi1018480/> (4. 11. 2021).

Dolehar, A. idr. (2013) *Romar k lepoti : Stane Kregar 1905–1973 : spominska razstava*. Narodna galerija.

Dular, M. (1940) „Ljubljanski sejem za naše gospodarstvo in kulturo.“ *Kronika slovenskih mest*. Mestna občina.

Feguš, M. (2021) „Plečnikov skriti biser / celovečerni dokumentarno-igrani film.“ <https://www.fegusfilm.com/plecnikov-skriti-biser> (4. 11. 2021).

Grabar, N. (2009) *Architecture of Vinko Glanz : between classicism and modernism : doctoral dissertation = Arhitektura Vinka Glanza : med klasicizmom in modernizmom : doktorska disertacija*. Fakulteta za arhitekturo UL.

Komelj, M. (2021) „Boris Kalin.“ *SAZU*. <https://www.sazu.si/clani/boris-kalin> (4. 11. 2021).

Komelj, M. idr. (ur.) (1991) *Poetično slikarstvo Izidorja Moleta*. Dolenjski muzej.

„Kos, Valentin.“ *Slovenski biografski leksikon*. <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi292455/> (4. 11. 2021).

Krajnc, S. (2010) *Brata Angelik in Roman Tominec ter njun prispevek k podobi predvojnega in povojnega katolištva na Slovenskem : doktorska disertacija*. Teološka fakulteta.

Lavrič, A., Resman, B. (2012) „Ljubljanska cerkev sv. Krištofa za Bežigradom.“ *Kronika*, 60(1). Zveza zgodovinskih društev Slovenije, sekcija za krajevno zgodovino.

Lazarini, F. (2019) „»Prekrasni arhitektov sen o našem Pantheonu« : Plečnikovi neuresničeni načrt za slavnostno pokopališče zaslužnih Slovencev.“ *Studia Universitatis Hereditati*, 7(1). [https://www.academia.edu/42078851/\\_Prekrasni\\_arhitektov\\_sen\\_o\\_na%C5%A1em\\_Pantheonu\\_Ple%C4%8Dnikovi\\_neuresni%C4%8Deni\\_na%C4%8Drt\\_za\\_slavnostno\\_pokopali%C5%A1%C4%8De\\_zaslu%C5%BEnih\\_Slovencev](https://www.academia.edu/42078851/_Prekrasni_arhitektov_sen_o_na%C5%A1em_Pantheonu_Ple%C4%8Dnikovi_neuresni%C4%8Deni_na%C4%8Drt_za_slavnostno_pokopali%C5%A1%C4%8De_zaslu%C5%BEnih_Slovencev) (4. 11. 2021).

Prelovšek, D. (2017) *Jože Plečnik. Arhitektura večnosti. Teme, metamorfoze, ideje*. Založba ZRC.

„Prelovšek, Matko.“ *Slovenski biografski leksikon*. <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi458819/> (4. 11. 2021).

Rakovec, A. (2016) „Božidar Pengov.“ *Likovna umetnost v prostoru mesta Maribor*. <http://www.mariborart.si/osebnost/-/article-display/bozidar-pengov> (4. 11. 2021).

Šlajmer, M. (1960) „Paviljon Jurček.“ *Evidenca in valorizacija objektov slovenske moderne arhitekture med leti 1945–70*. <http://www.evidenca.org/?object=23> (4. 11. 2021).

Šprager, E. (1993) *Slavko Pengov : freskant : diplomatska naloga*. Filozofska fakulteta UL.

„Zakrajšek, Kazimir.“ *Slovenski biografski leksikon*. <https://www.slovenska-biografija.si/oseba/sbi854497/> (4. 11. 2021).

### **Barbara Breznik: Z imunoterapijo nad izvor tumorjev – tumorske matične celice**

Kaur, K. idr. (2020) „Probiotic-treated super-charged NK cells efficiently clear poorly differentiated pancreatic tumors in hu-BLT mice.“ *Cancers*, 12(1), 63. <https://doi.org/10.3390/cancers12010063>

Majc, B. idr. (2021) „Immunotherapy of glioblastoma: current strategies and challenges in tumor model development.“ *Cells*, 10(2), 265. <https://doi.org/10.3390/cells10020265>

### **Paul Freedman: Why food matters**

De Silva, C. (1996) *In memory's kitchen*. Jason Aronson, Inc.

Freedman, P. (2021) *Why food matters*. Yale University Press.

Warner, V. (2019) *The consolation of food*. Pavilion.

---



**Miha Nemevšek: Razpad vesoljnega vakuuma**

Andreassen, A. idr. (2018) „Scale-invariant instantons and the complete lifetime of the standard model.“

*Physical review D*, 97, 056006. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.97.056006>

Guada, V. idr. (2019) „Multifield polygonal bounces.“ *Physical review D*, 99, 056020. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.99.056020>

*PhysRevD*.99.056020

Guada, V. idr. (2020) „FindBounce: package for multi-field bounce actions.“ *Computer physics commu-*

*nications*, 256, 107480. <https://doi.org/10.1016/j.cpc.2020.107480>

**Alenka Zupančič: »Konec«**

Fukuyama, F. (1992) *The end of history and the last man*. The Free Press.

Kojève, A. (1980) *Introduction à la lecture de Hegel*. Gallimard.

Jameson, F. (2003) „Future city.“ *New left review*, 21/2003.

---

## Alternator 2022

Uredniški odbor	Sabina Autor, Helena Dobrovoljc, Nadja Furlan Štante, Anton Gradišek, Arne Hodalič (urednik fotografije), Matej Huš, Dejan Jontes, Matjaž Ličer, Oto Luthar, Mija Oter Gorenčič, Martin Pogačar, Anja Skapin (glavna urednica), Andrej Srakar, Agata Tomažič
Uredila	Anja Skapin
Jezikovni pregled	Simona Klemenčič (slovenski jezik) Erica Johnson Debeljak (angleški jezik)
Oblikovanje in prelom	Nina Semolič
Založnik	ZRC SAZU, Založba ZRC
Za založnika	Oto Luthar
Glavni urednik založbe	Aleš Pogačnik
Tisk	Collegium graphicum, d. o. o.
Naklada	500 izvodov Prva izdaja, prvi natis Ljubljana, 2022

*Ta publikacija vsebuje izbor 16 člankov, ki so bili v letih 2020–2022 objavljeni v spletni reviji Alternator [www.alternator.science](http://www.alternator.science).*

Prva e-izdaja je pod pogoji licence Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 prosto dostopna na: <https://doi.org/10.3986/9789610506829>.



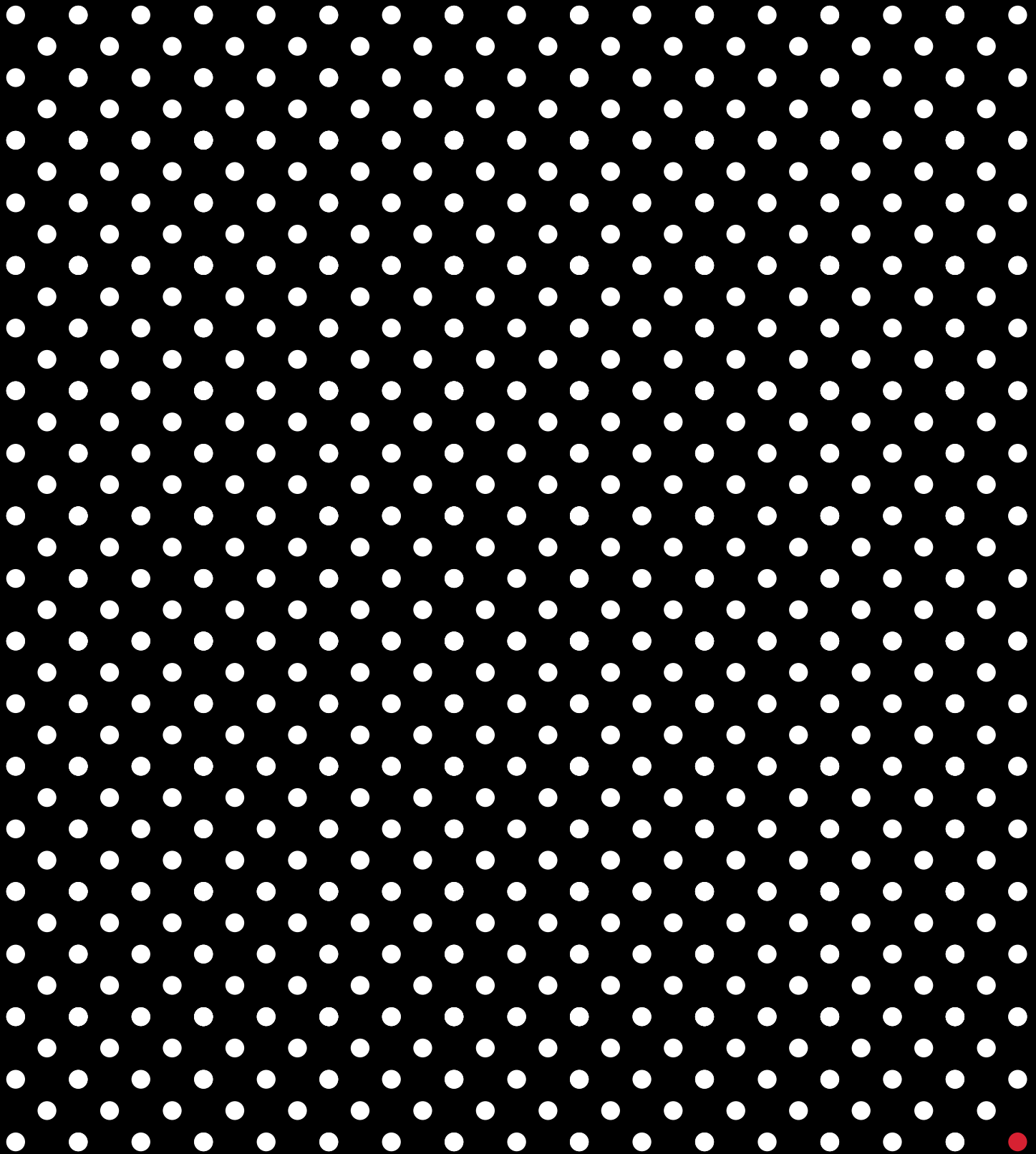
CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

001(082)

ALTERNATOR 2022 / [uredila Anja Skapin]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : ZRC SAZU, Založba ZRC, 2022

ISBN 978-961-05-0683-6  
COBISS.SI-ID 127768835

ISBN 978-961-05-0682-9 (PDF)  
COBISS.SI-ID 127823875



---

[www.alternator.science](http://www.alternator.science)

---

3 EUR

