ALTERNATOR
Misliti znanost.

Končna postaja: digitalna nesmrtnost

10. 9. 2026

Number: 18/2026

Author:

- Matej Huš



Ilustracija: Milanka Fabjančič

© Milanka Fabjančič in ZRC SAZU, 2026. Vse pravice pridržane. Brez predhodnega pisnega dovoljenja imetnika avtorskih pravic ni dovoljeno reproduciranje, distribuiranje, javna priobčitev, predelava ali druga uporaba ilustracije v kakršnemkoli obsegu ali postopku.

Bržkone ni predrzno zapisati, da se človeštvo že od svojih začetkov ukvarja z vprašanjem nesmrtnosti. Posvetili so ji že najzgodnejša literarna dela, kot je Ep o Gilgamešu izpred treh do štirih tisoč let, v katerem si protagonist neuspešno prizadeva razvozlati skrivnost večnega življenja. Na različne načine se z nesmrtnostjo ukvarjajo tudi vse večje religije, od dobesednega večnega življenja do prehoda v drugi svet ali vstajenja po smrti.

Hladno resnico, da se naša osebna pot nekoč konča in v prah izpuhtijo vsi spomini, vse znanje, vsi odnosi, še danes sprejemamo na kompleksen način. Smrt smo odrinili daleč stran med klinično bele stene bolnišnic, a nam to ni zadoščalo. Na ravni posameznika se proti smrti borimo z njenim odlaganjem, s skorajda obsedeno zavezanostjo zdravemu življenjskemu slogu, medtem ko zlasti s financiranjem bogatašev iz Silicijeve doline potekajo zelo resne raziskave o upočasnjevanju ali celo obratu bioloških procesov, ki povzročajo staranje in s tem smrt. Nekako smo se pomirili s tem, da človeško telo ni popolno, a si zdaj kljub temu na vse načine njegove hibe prizadevamo odpraviti v okviru iste biologije. Če je razlog za konec cikla deljenja celic krajšanje telomer, jih skušamo podaljšati. Če so za odpoved celičnih funkcij krive spontane mutacije, jih skušamo preprečiti in odpraviti. Če so za odmiranje celic krivi vplivi okolja, jih skušamo blažiti in odstraniti. Večnost pa bi lahko dosegli tudi drugače.

Prve ideje o preseganju bioloških meja: transhumanizem in singularnost

Evolucijski biolog Julian Huxley je v znamenitem eseju iz leta 1957 z naslovom *Transhumanizem* (https://archive.org/details/NewBottlesForNewWine) popularizira l ta termin. Človek je po njegovem mnenju unikaten in popolnoma drugačen od mikroskopskih enoceličarjev, ki so živeli na tem planetu, saj je edina znana manifestacija univerzuma, ki se je po milijardi let evolucije zavedel sebe. Znanje, ki ga je človeštvo ustvarilo v preteklih sto letih, pa je človeku poverilo novo odgovornost in usodo: uresničiti vse svoje potenciale. Dosedanja leta so bila samotna, revna, umazana, kruta in kratka, citira angleškega filozofa Thomasa Hobbsa (https://global.oup.com/academic/product/leviathan-9780192868749) iz 17. stoletja, sedaj pa lahko človeštvo preseže samo sebe, ne kot posameznik, temveč v novi eksistenci transhumanizma. Danes kot transhumanizem razumemo izboljševanje človeškega telesa in njegov spoj s tehnologijo, ki bo odpravila zemeljske omejitve naših teles.

Pred sedmimi desetletji je lahko Huxley o izboljšavi človeškega telesa razmišljal zgolj konceptualno. Človeštvo je šele dobro desetletje množično uporabljalo antibiotike, vojna je prisilila zdravnike v razvoj plastičnih operacij za odpravljanje njenih posledic, še najbolj uveljavljena izboljšava telesa pa so bila dobra stara očala. Danes so možganske vsadke, resda s primitivnimi funkcijami, prvi posamezniki že preizkusili (https://www.nytimes.com/2024/05/22/health/elon-musk-brain-implant-arbaugh.html) .

Kmalu po izumu pojma *transhumanizem* je britanski matematik Irving John Good skoval izraz eksplozija inteligence (https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60418-0) , iz katere naj bi se pozneje udejanjila tehnološka singularnost. Že leta 1965 si je predstavljal eksponentni razvoj inteligence, ki bi izviral iz inteligentnega agenta, sposobnega izboljševati samega sebe, kar bi ga pahnilo v pozitivno povratno zanko in neizogibno pripeljalo do superinteligence. Ta bi zasenčila kakršnokoli človeško inteligenco, in če verjamemo opozorilom (https://www.bbc.com/news/technology-30290540) fizika Stephena Hawkinga in nekaterih futurologov, nas kolektivno pogubila. Tehnološko singularnost danes v najširšem pomenu razumemo kot točko, ko razvoj tehnologije preseže človeške zmožnosti razumevanja in povzroči neslutene spremembe celotne civilizacije.

Pisatelj Vernor Vinge je poskrbel za nadaljnjo popularizacijo zamisli o singularnosti. V znamenitem uvodniku (https://gwern.net/doc/transhumanism/1983-vinge.pdf) v revijo *Omni* iz leta 1983 je trdil, da bo izum pametnejše inteligence od človeške povzročil tehnološke in družbene spremembe, ki jih je opisal kot vozel prostor-časa v središču črne luknje. Deset let pozneje je napovedal konec človeške dobe, ko se bo ta strojna superinteligenca začela izboljševati s sebi lastno hitrostjo, ljudem povsem nedojemljivo. Ocenil je (https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19940022856/downloads/19940022856.pdf) , da se bo to zgodilo med letoma 2005 in 2030.

Ni redko, da znanstveniki časovnico velikih sprememb in odkritij v prihodnosti postavijo prav toliko daleč, da bi jih še doživeli. Vinge je sicer umrl leta 2024, slavni futurolog in računalnikar Ray Kurzweil pa je v znameniti knjigi *The Singularity is Near* iz leta 2005 napovedal umetno inteligenco na ravni človeške za leto 2029 in tehnološko singularnost (https://dn790006.ca.archive.org/0/items/kurzweil-ray-the-singularity-is-near/Kurzweil%2C%20Ray%20-%20The%20Singularity%20Is%20Near.pdf) za leto 2045. Tedaj bo star 97 let. V nadaljevanju *The Singularity is Nearer* (https://en.wikipedia.org/wiki/The_Singularity_Is_Nearer) iz leta 2024 je omenjena datuma obdržal nespremenjena.

Naravna biološka nesmrtnost v evoluciji

Zdi se, da je narava cilj nesmrtnosti v biološkem smislu že dosegla. Človeška ribica, nekatere vrste želv, morskih ježkov, školjk, rib in morskih psov ne izkazujejo staranja, kakor da bi bile biološko nesmrtne. Staranje ali senescenca (https://doi.org/10.1126/science.abl7811) , kot opisujemo postopno poslabševanje fizioloških funkcij, ki na koncu vodi v smrt, je lastnost velike večine živih bitij, ne pa vseh. Matematično lahko senescenco opišemo kot verjetnost za smrt v letu dni, ki je za običajne organizme s časom monotono naraščajoča funkcija. Če pa ta s časom ne raste ali celo upada, je bitje biološko nesmrtno, kar bi pravilneje opisali kot bitje, ki se ne stara. Še vedno lahko namreč umre zaradi zunanjih dejavnikov (https://doi.org/10.1111/1365-2656.14184) , na primer poškodb, bolezni, zastrupitev ali plenilcev. Prav tako o nesmrtnosti ne govorimo pri celičnih linijah ali tkivih, ki izgubijo svoje želene funkcije. Imortalizirane celične linije (https://doi.org/10.3103/S0891416819040050) , kot so rakave celice HeLa in Jurkat, so uporabne v raziskavah, težko pa govorimo o nesmrtnosti v žlahtnem pomenu besede.

Morda je lov za lastno biološko nesmrtnostjo nesmiseln, ker bi bila ta v vsakem primeru le prehodna postaja. Da bi uživali v njej, moramo ohraniti habitat, v katerem nam ne kaže prav dobro – ne kratkoročno ne dolgoročno. V zadnjem stoletju smo svet spremenili bolj kot v vsej dosedanji zgodovini, zato nekateri znanstveniki današnji čas že uvrščajo v novo (uradno nepriznano) geološko dobo antropocen, ki je po 11.500 letih nadomestila holocen. Nobelov nagrajenec za kemijo Paul Crutzen in biolog Eugene Stoermer antropocen utemeljujeta (https://commons.gc.cuny.edu/?get_group_doc=2354/crutzen+stoermer+anthropocene.pdf) s spremembami, kot so množično širjenje betona in plastike, izguba biodiverzitete, pojav novih radioaktivnih izotopov zaradi jedrskih eksplozij ter motnje bioloških in geoloških ciklov zaradi človeške aktivnosti. Če se bodo podnebne spremembe nenadzorovano nadaljevale, se lahko površje spremeni v vroč pekel, ki bo bolj spominjal na Venero kot Zemljo.

Dolgoročno pa na Zemlji prihodnosti nimamo. Če je ne bodo sterilizirala vesoljska naključja, kot so padci asteroidov, zvezdne eksplozije, izbruhi žarkov gama, bo življenje zapečatila predvidljiva vesoljska mehanika. Sonce (https://doi.org/10.1111/j.1365-2966.2008.13022.x) se bo napihovalo v rdečo orjakinjo, ki bo Zemljo počasi, a zanesljivo spreminjala v vročo in suho pustinjo, dokler se čez kakšnih sedem milijard let ne bo dovolj napihnila, da jo bo dobesedno požrla. Preživetja onkraj nekaj sto milijonov let v prihodnosti nam ne bo zagotovila nobena biološka manipulacija, temveč zgolj tehnološka singularnost v službi enega samega cilja. Poiskati bomo morali nov dom.

Od teoretični simulacij do jaza v računalniku

Ko je Good v šestdesetih letih prejšnjega stoletja pisal o ideji singularnosti, se je zdela kolonizacija oddaljenih svetov neizogibna. Vesoljska tekma se je razplamtevala, Sovjeti so v orbito poslali prve satelite, živali in tudi ljudi. Od *Lune 2*, prvega plovila, ki je s hitrostjo več kot 11.000 kilometrov na uro treščilo na Mesec, do varnega pristanka in vrnitve ljudi s tega telesa je minilo le deset let. Napredek se ni samo *zdel* eksponenten in malokdo bi pomislil, da bomo od zadnjega pristanka s posadko na Luni leta 1972 več kot pot stoletja priklenjeni na Zemljo in njeno nizko orbito. Četudi smo v tem

času izjemno napredovali pri opazovanju in razumevanju vesolja – samo v zadnjih dveh desetletjih smo našli na tisoče eksoplanetov –, nismo nikamor odpotovali. Šele leta 2026 so astronavti ponovno vsaj *obleteli* Mesec. Vesoljske razdalje so preprosto prevelike, napredek pa nič več eksponenten.

Zato bi lahko preživeli (le?) na bistveno drugačen način, ki ne terja niti biološko ustreznega habitata niti eonov let, temveč zgolj zadostno računsko moč. Ameriški filozof Gilbert Harman je leta 1973 v knjigi *Thought* (https://archive.org/details/thought0000harm/page/n7/mode/2up) razpravljal o kirurgu, ki z elektrostimulacijo možganski skorji, razprostrti na svoji operacijski mizi, daje dražljaje in »normalna« občutja dejanskosti. Prav mogoče je, da ti možgani niso bili nikoli nikjer drugje, niti nimajo povezanega telesa, pa tega nikakor ne morejo zaznati. V tem razmisleku prepoznamo odtis Descartesovega zlobnega demon (https://personal.lse.ac.uk/ROBERT49/teaching/ph103/pdf/Descartes_1641Meditations.pdf) a, ki vse svoje sposobnosti posveti ustvarjanju iluzije sveta, s katero želi zavesti neukega opazovalca. Modernejše utelešenje miselnega eksperimenta možganov v kadi (angl. *brain in a vat*) najdemo pri ameriškem filozofu in matematiku Hilaryju Putnamu (https://doi.org/10.1017/CBO9780511625398) , ki je pokazal, da možgani, ki so bili vedno v kadi, ne morejo poznati koncepta resničnih možganov in resnične kadi, zato bi bila njihova ugotovitev, da so v kadi, prazna. Toda ugodje, ki ga čutijo ob ustrezni stimulaciji, zanje ni nič manj resnično.

Zamisli o simulaciji sveta niso nikoli ugasnile, temveč z *za zdaj* še eksponentnim razvojem računalništva in računske moči postajajo čedalje relevantnejše. Obravnavali so jih tako popularna kultura, ki je leta 1999 prinesla kultna filma *Matrica* in *Trinajsto nadstropje*, še pred tem pa zahodnonemško serijo *Welt am Draht* iz leta 1973 po knjižni predlogi *Simulacron-3* (https://en.wikipedia.org/wiki/Simulacron-3) iz leta 1964, kot tudi filozofski oziroma znanstveni razmisleki.

Francoski sociolog in filozof Jean Baudrillard je leta 1981 v knjigi *Simulacres et Simulation* (https://monoskop.org/images/9/90/BAUDRILLARD_Jean_-_1981_-_Simulacres_et_simulation.pdf) razpravljal o odnosih med resničnostjo in simboli. Medtem ko je simulacija imitacija resničnosti, je simulaker upodobitev originala, ki ne obstaja več ali ga sploh nikoli ni bilo. Simulacije lahko postanejo resničnost, v kateri živimo. Nemški računalnikar Konrad Zuse je že leta 1969 v knjigi *Rechnender Raum* (https://en.wikipedia.org/wiki/Calculating_Space) razvijal teorijo avtomatov, po kateri so vsi procesi v vesolju zgolj računski, simulacija pa ni samo ena izmed možnosti, temveč ontološka realnost. O svetu kot simulaciji švedski futurolog Nick Boström postavi tri teze (https://doi.org/10.1111/1467-9213.00309) , med katerimi je vsaj ena zagotovo resnična: ali civilizacije izumrejo, preden dosežejo transhumanistično stopnjo razvoja, ali nobena transhumanistična civilizacija ni zainteresirana za poganjanje simulacij, ali pa skoraj zagotovo že danes živimo v simulaciji.

S tem se povezuje koncept neodvisnosti od substrata, ki ga je v strogo računalniškem pomenu pred skoraj sto leti postavil Alan Turing z razmislekom, da fizikalna implementacija računskega stroja ni pomembna za poganjanje algoritmov, dokler zmore osnovne računske operacije, da ga lahko imenujemo Turingov stroj (https://doi.org/10.1112/plms/s2-42.1.230) . Avstralski filozof David Chalmers (https://philpapers.org/rec/CHAAQF) si je zamislil miselni eksperiment, v katerem v delujočih človeških možganih postopoma menjamo posamezni nevron s silicijevim čipom, ki se vede identično, zato človek ne bi opazil nobene razlike.

Simulacije postanejo umetna inteligenca

Simulacija človeških možganov ali zavesti je neločljivo povezana z inteligenco, ki jo danes imenujemo umetna. Ali so veliki jezikovni modeli (angl. *large language models* oz. LLM) kot najnovejši in najhitreje razvijajoči segment umetne inteligence dolgoročno prava smer raziskav, ki bo pripeljala do superinteligence, ostaja veliko vprašanje. Za smiseln odgovor bi morali najprej definirati, kaj je inteligenca, pri čemer enoličnega odgovora nimamo. Zgodovinski razvoj nas je silil v redefinicije. Izum elektronskega vezja je na primer pokazal, da hitro množenje velikih števil ne more biti ključna odlika, saj nas vsak žepni kalkulator prekaša. Podobno to ni niti dobesedno pomnjenje in reprodukcija terabajtov, ker to zna vsak računalniški disk, pa mu ne pripisujemo inteligence.

Današnji LLM-ji trošijo nepredstavljive količine energije, da so sposobni koherentnih pogovorov z ljudmi, katerih možgani se zadovoljijo z 20 W energije. V možganih je okrog 100 milijard nevronov s tisočkrat toliko povezavami, ki se prožijo do stokrat na sekundo. Računski stroj s sposobnostjo 10^{14}–10^{18} operacij na sekundo bi bil v teoriji zmožen simulirati človeške možgane. Spodnjo mejo (https://doi.org/10.1145/944217.944218) je postavil že avstrijski računalnikar Hans Moravec, zgornjo (https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:a6880196-34c7-47a0-80f1-74d32ab98788/files/s5m60qt58t) švedski filozof Boström in švedski nevroznanstvenik Anders Sandberg, in bi zadoščala za simulacijo človeške zavesti. Neodgovorjeno ostaja vprašanje, ali so LLM-ji prava pot do tega cilja.

Korak od simulacije človeške zavesti do celotnega sveta je morda manjši, kot se zdi. Če bi želeli simulirati resnični svet, v katerem se projekcija te zavesti giblje, bržčas ne bi potrebovali bistveno več računske moči kot za opis možganov. Za simulacijo oddaljenih predmetov, s katerimi »človek« ni v neposrednem stiku, ne potrebujemo realistične fizike, temveč zadostuje že bolj ali manj prepričljiv privid. Hkrati smo v stiku s sorazmerno malo predmeti na majhnem območju. Da bo dva metra oddaljeni stol deloval resnično, nam ni treba poznati kemijskih vezi med ogljikovimi in vodikovimi atomi v lesu, temveč zadostuje simulacija njegove zunanje trdnosti. Desetine kilometrov oddaljene Julijske Alpe pa bi bile z velike razdalje videti povsem enako resnične, četudi bi gledali le holografsko projekcijo. To skriva skrivnost večnega življenja v digitalnem svetu.

Končna postaja: digitalna nesmrtnost

Nekoč zgradimo nekakšen kvantni hiperračunalnik – povsem drugačen od današnjega pomena besed *kvanten* in *superračunalnik* – z za današnje čase nepredstavljivo računsko močjo 10^{50} operacij na sekundo. V neki daljni prihodnosti bi Zemljo, ki ima približno 10^{50} atomov, vanj pretvorili naši nanoroboti, ko bi ocenili, da druge možnosti za preživetje nimamo več. Na njem bi zlahka simulirali celotno človeško zgodovino, ki bi se za zunanjega opazovalca zgodila v delčku sekunde, za vse simulirane entitete pa bi subjektivno preteklo celo življenje. A strašne zgodovine, ki je za nami, nočemo ponoviti. Če se igramo boga – in z obvladovanjem nanotehnologije, pretvorbo planeta v hiperračunalnik in vstopom v simulacijo *smo* bog –, želimo svet, nadvse podoben znanemu, a hkrati neskončnokrat boljši, brez bolečine in trpljenja.

V hiperračunalnik spremenjena Zemlja, če bi vanj naložili svojo zavest, ne bi potrebovala brezkončnih eonov let obstoja. Pri njegovi zmogljivosti bi se sto let človeškega življenja odvrtelo v drobcu sekunde, zato bi milijarde let njegovega delovanja, dokler ga Sonce ne pogoltne, zadoščale za trilijone zaporednih življenj. Dovolj, da preigramo vse možne scenarije, izkusimo vse možne stimuluse, doživimo vsa možna življenja. *De facto* bi živeli večno.

V človeški naravi je, da želimo večno živeti mi sami, ne neka druga bitja. Odgovoriti moramo na temeljno vprašanje, ali želimo v hiperračunalnik naložiti svojo zavest in tam bivati mi, ali pa se zadovoljimo z lastno minljivostjo, da bodo tam bivali digitalni otroci, ki bodo imeli funkcionalno enake možgane, napolnjene s kolektivnim znanjem civilizacije. Povedano drugače: ali želimo v hiperračunalniku kopije obstoječih zavesti ali nove, ki jih bomo ustvarili kot – paradoksalno – umrljivi bogovi na Zemlji.

Če primernega skenerja za prenos biološkega substrata v hiperračunalnik ne bomo iznašli, bo namesto nas drugo možnost izbrala realnost in preživeli bomo kot civilizacija, podobno kot bi milijoni embrijev, ki bi jih skupaj s knjižnico v vesoljski Noetovi barki poslali v nov svet. Če pa takšen skener izumimo, si lahko obetamo pravo digitalno nesmrtnost sebe kot biološkega posameznika. Dirka, da bomo na pravi strani zgodovine, da preživimo do njegovega izuma, se je za vse nas že začela.

* Besedilo je prvotno izšlo v tiskani tematski številki // Preživetje človeštva, ki jo lahko naročite tule (https://knjigarna.zrc-sazu.si/sl/publikacije/alternator-2026) , naprodaj pa je tudi v knjigarni Azil (https://maps.app.goo.gl/kmCnd1G1fuWnLZV76) v Ljubljani in knjigarni Maks (https://maps.app.goo.gl/wNHriAa3xtCgpSFq5) v Novi Gorici.

https://www.alternator.science/en/long/koncna-postaja-digitalna-nesmrtnost/