

**K. Yates, The Maths of Life and Death, Why Maths Is (Almost) Everything, Quercus Editions, London 2019, 332 str.**

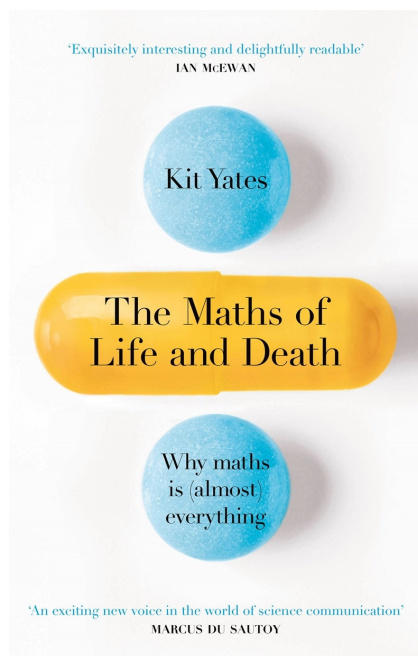
**Kit Yates** je profesor in eden od direktorjev *Centra za matematično biologijo* na Univerzi v angleškem mestu Bath. V času svojega študija je nadvse rad vpisoval predavanja iz uporabne matematike. Na podiplomskem študiju pa je dobil tudi dobro izobrazbo v biologiji. V knjigi je želel na enostaven način prikazati moč matematike pri razumevanju in reševanju številnih problemov našega življenja. Kot je duhovito zapisal eden od ocenjevalcev: »V knjigi ni bilo grdega ravnanja z enačbami« – ker enačb v njej enostavno ni.

Avtor verjame v moč zgodb in analogij. V dveh letih pisanja je intervjuval mnogo ljudi in tako so celo nekatere zgodbe, ki smo jih morda že slišali, predstavljene drugače. Pisec ima velik dar za pripovedovanje in za preprosto, dostopno razlago. Zgodbe so resnično velika odlika te knjige.

Že v uvodu imamo utrinek o avtorjevem štiriletнем sinu, ki ga je zanimalo, koliko polžev s hišico imajo v vrtu. Vzela sta si deset minut in nalovila na raznih krajih 23 polžev. Oče je vse označil s flomastrom in nato sta jih izpustila. Čez en teden sta znova šla na lov na polže. Ujela sta jih 18, med njimi 3 označene. Od tod lahko sklepamo, da je v vrtu kakih 140 polžev. Gre za dobro lekcijo iz statistike, seveda bolj primerno za nekoliko starejše otroke. To metodo uporabljajo celo pri določevanju števila narkomanov.

Prvo poglavje se ukvarja z **eksponentno rastjo** in z eksponentnim razpadom. Grafa obeh pojavov sta žal narisana tako, da je vodoravna asimptota visoko nad abscisno osjo.

Predstavljena je zgodba inštruktorja v avtošoli, ki je vložil 3000 funtov v piramidno shemo – in izgubil vse. Avtorici sheme imenovane *Give and Take* sta bili dve upokojenki. Ena od njiju je bila podpredsednica rotarijskega kluba, druga prav tako ugledna oseba, »steber družbe«. Shema je bila »letalska«. »Pilot« je dobil dva »kopilota«. Vsak od kopilotov je rekrutiral dva »spremljevalca«. Vsak spremljevalec je našel dva »potnika«.



Osem potnikov je vplačalo po 3000 funtov. Od tega je 23000 funtov dobil pilot, preostanek sta v glavnem pokasirali začetnici sheme. V naslednji fazi sta kopilota postala nova pilota, štirje spremljevalci novi kopiloti, osem potnikov pa je napredovalo v spremljevalce. Prvi pilotki sta bili začetnici sheme. Sistem je bil psihološko dobro premišljen. V posameznem koraku so ljudje pogosto rekrutirali prijatelje in znance, vendar niso dobili denarja od njih. Ko je nekdo vplačal, bi se moralo v povprečju število ljudi v shemi povečati za faktor 8, da bi prišel do nagrade. Vpletenih je bilo vsaj deset tisoč ljudi. Devet desetih jih je izgubilo vse, skupaj 21 milijonov funtov. Organizatoriki sta nekaj časa uživali v razkošju, delili zaradi lepega videza in popularizacije denar tudi v dobrodelne namene, na koncu pa pristali v zaporu. (Spomnimo se, kako so pri podobni zgodbi odvetniki napadali našega kolega, ki je javnosti pojasnjeval, za kaj gre.)

Genetski testi so postali dostopni in podjetja, ki jih ponujajo, strankam interpretirajo rezultate, tako o poreklu kot o nagnjenosti k določenim boleznim. Zdravstveni regulatorji v ZDA so na srečo nekoliko omejili tovrstno aktivnost. Knjiga navaja primer, ko sta dve podjetji dali nasprotujoče si rezultate o prisotnosti nezaželene mutacije. Napake so sicer v kakem promilu primerov, a pri testiranju milijona genetskih variant dobimo tako lahko okrog tisoč napak. Statistike, na katerih slonijo verjetnosti bolezni pri določeni mutaciji, pogosto niso preveč zanesljive. Tudi statistični izračuni niso trivialni in ni rečeno, da so jih te zasebne družbe dobro izvedle. Enako velja za določevanje porekla, kjer se je že zgodilo, da je isto podjetje dalo po nekaj letih precej drugačne izvide. Zdravnice in zdravniki večinoma najboljše vedo, kakšni genski testi so za določenega pacienta smiselni.

Tudi ta knjiga daje pod vprašaj *indeks telesne mase*, to je maso telesa v kilogramih, deljeno z višino (v metrih) na kvadrat. Avtorju se zdi bolj smiselna določitev deleža maščevja v telesu. Z Arhimedovo metodo lahko določimo prostornino telesa, tako da osebo stehamo potopljeno v vodi. Ker ima maščoba manjšo gostoto, lahko od tod ocenimo njen delež.

Lepo je obdelan problem lažno pozitivnih in lažno negativnih testov v zdravstvu. Temu se sicer ni mogoče povsem izogniti, a posledice so lahko hude. Veliko je strahu in skrbi in tudi nepotrebnih posegov zaradi lažno pozitivnih rezultatov, ki so zlasti pri presejalnih testih na celotni populaciji včasih zelo številni. Po drugi strani je opisan primer, ko so zaradi številnih lažnih alarmov izključili monitorje pacientke – s tragičnim rezultatom.

Zdravniki se včasih ne zavedajo dovolj teh pomanjkljivosti. Dva testa sta neprimerno boljša kot eden, zato avtor pravi, naj se ne bojimo poiskati ne samo drugo mnenje, ampak ponoviti teste ali zahtevati dodatne preiskave, če niso preveč tvegane.

Matematika igra vlogo tudi na **sodiščih**. V znani in dolgoletni Dreyfusovi aferi je slavni francoski matematik Henri Poincaré pokazal zlorabo matematike, ki jo je v izvedenskem mnenju zagrešil glavni policijski inšpektor. Knjiga navede še več takih primerov, ko so z napačnimi računi zmedli poroto in sodnike in spravili za zapahe nedolžne ljudi (ali oprostili morebitne krivce). V številnih primerih je bila zraven tudi pristranska izbira dokazov in veliko drugega nestrokovnega dela.

Knjiga trdi, da na Japonskem sodišča obsodijo kar 99,9 % obdolžencev. Referenca, na katero se sklicuje, pa pravi, da sodišča obsodijo več kot 99 odstotkov obtožencev. Pred nedavnim so tam aretirali štiri ljudi zaradi groženj po spletu [2]. Preden so dobili pravega krivca, sta dva druga obdolžena že priznala. (V resnici je zločinec samo prevzel kontrolo nad računalniki omenjenih štirih ljudi in z njih pošiljal grožnje in obvestila o nastavljeni bombi na letalu.) To bi lahko označili kot dva lažno pozitivna rezultata policijske preiskave. Razlog je deloma trdovratnost zasliševalcev. Japonski zakoni omogočajo dolgotrajno pridržanje in zasliševanje brez prisotnosti odvetnika. Izpust proti kavciji je mogoč le pri priznanju. Deloma pa ljudje ne želijo z dolgotrajnim procesom in posledično publiciteto omadeževati družinskega ugleda.

V Združenem kraljestvu bo pri enem od petnajstih moških in eni od osemnajst žensk v toku celega življenja odkrit tumor na debelem črevesju. Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) pravi, da so mesni izdelki (salamene, klobase, hrenovke, paštete, slanina . . .) karcinogeni. Po obsežni raziskavi skupine z Univerze Oxford, ki je zajela pol milijona ljudi, naj bi 25 gramov mesnih izdelkov na dan povečalo verjetnost diagnoze kolorektalnega raka za 20 %. (WHO naveda na podlagi starejših študij, da poraba 50 g takih izdelkov poveča verjetnost za 18 %). Britanski tabloid *Sun* [3] je to aprila 2019 naslovil takole:

»UBIJALSKA REZINA. Zavitek slanine na teden poveča verjetnost za raka debelega črevesja za petino, kaže študija.«

To je razjarilo ljubitelje suhomesnatih izdelkov, ki so napisali cel kup duhovitosti, kot npr.:

»Univerza v Oxfordu. Če bi se nagnila še malo bolj na levo, bi padla. Pokažite mi izvid, ki pravi: Umrli zaradi slanine.«

Za bombastični naslov »Ubijalska rezina« je bil sicer odgovoren novinar. Seveda bi po Yatesu lahko rekli tudi, da poraba 25 g (50 g?) dnevno poveča verjetnost za tako neprijetno diagnozo s 5 (ali 6) odstotkov za eno odstotno točko, a to ne bi bilo tako zanimivo.

Tudi znanstveniki in znanstvene institucije večkrat statistike predstavijo tako, da odmevajo rezultati njihovega dela. Včasih pa zgrešijo, ne da bi se

tega zavedali. Tako imenovani »placebo efekt« opisuje dejstvo, da se nekaterim bolnikom stanje izboljša, ko dobijo neškodljive pilule z denimo mlečnim sladkorjem. Efekt je deloma psihološki: pacient se bolje počuti in posledično njegov organizem deluje bolje, ker ima občutek, da mu pomembna oseba – zdravnik – želi pomagati. Drugi razlog pa je *povratek k povprečju*. Številne bolezni se izboljšajo same po sebi. Ljudje poskušamo najti vzrok in ga vidimo v pilulah. *Povratek k povprečju* s pridom izkoriščajo »(alternativni) zdravilci«.

Posebno poglavje je namenjeno **številom, številskim sistemom in napakam** zaradi premaknjene decimalne vejice ipd. Leta 1983 je kanadski pilot Boeinga 767 moral dotočiti gorivo. Za dolg polet so potrebovali približno 22 ton. Malo pred tem je bil narejen prehod na metrični sistem. Ker je bil kazalnik goriva pokvarjen, je merilna palica pokazala, da je v letalu približno 7,7 tisoč litrov goriva. Letališko osebje je to pomnožilo z 1,77 in dobilo (vse vrednosti so zaokrožene) 13,6 tone. Po njihovem je bilo treba dotočiti 8,4 tone goriva. To so delili z 1,77 in dodali približno 4,8 kubika goriva. Seveda je 1,77 gostota goriva v funtih na liter. Kerozin je lažji od vode in ima gostoto okrog 0,8 tone na kubik. Pilot je potrdil račun. Precej pred koncem poleta so odpovedali motorji. Pilot se zaradi prej omenjene okvare niti ni zavedal, da je zmanjkalo goriva. Sreča v nesreči je bila, da je pilot imel izkušnje na jadralnih letalih. Zanimivo je, da je letalo na 12 metrov vodoravnega leta izgubilo le 1 m višine, kar je boljše od jadralnih padal in nekoliko slabše od jadralnih zmajev (razmerje 1:15) in Airbusa 320, ki je v podobni zgodbi pri izgubi metra višine prejadral 17 metrov. (Stara jadralna letala imajo to razmerje 1:20 do 1:30, nova 1:40 do 1:50, ogromna tekmovalna celo nad 1:70.) Pilotu Boeinga se je brez motorjev in z zelo omejenimi možnostmi upravljanja posrečilo pristati na nekdanji vojaški pisti, spremenjeni v dirkališče, in to med tekmo. Na dirkališču in v letalu ni bilo resno poškodovanih in po dveh dneh popravil je lahko letalo samo odletelo na servis.

Zelo dobro je opisan neuspeh protiraketnega sistema Patriot v zalivski vojni. Sistem je uporabljal dva radarja. V interni uri prvega so se kopičile zaokrožitvene napake. Izraelci so kmalu ugotovili, da morajo sistem večkrat resetirati. Američani pa so pred koncem zalivske vojne sistem imeli vključen 4 dni in interna ura prvega radarja je kazala za tretjino sekunde napačen čas. Prvi radar je zaznal iraško raketo in sporočil več podatkov o njeni legi, žal z napačnimi časi. Drugi, bolj selektiven radar se je usmeril tja, kjer naj bi bila raketa, a je bila ta že pol kilometra stran od tega mesta in je radar ni zaznal. Ubitih je bilo 28 ameriških vojakov in vojakinj, ranjenih pa okrog sto.

V poglavju o **optimizaciji** imamo »kratko razlago« Dijkstrovega algoritma, ki pa se avtorju ni posrečila.

Avtor navaja vrsto problemov s tako imenovanimi algoritmi. Če jih uporabljamo zunaj znanosti, lahko hitro pride do krivic in zlorab. Večkrat gre za zavestne manipulacije, ki se skrivajo za navidezno objektivnostjo zveneče besede *algoritem*. Navedimo najnovejšo zgodbo. Ob začetku cepljenja proti COVID-19 je v ugledni bolnišnici v New Yorku »algoritem« določil, da je najprej na vrsti uprava (ki je večinoma delala od doma), šele nato pa tisti, ki delajo na COVID oddelkih. Pri nas je pri deljenju denarja in še marsičem namesto algoritmov bolj priljubljeno preprostejše »točkovanje«. Metoda je nekoliko drugačna, namen žal večkrat podoben prej omenjenemu primeru: rezultati, ki jih želijo vodstvene strukture, dobijo videz objektivnosti. Vodilni kadri so razrešeni odgovornosti, čeprav navadno odločilno vplivajo na merila za točkovanje.

V ZDA algoritem številnih zavarovalnic ceno zavarovanja avtomobilske odgovornosti izračuna na podlagi izobrazbe, sposobnosti odplačevanja kreditov in poklica zavarovanca. To ni ravno v skladu s trditvami, da ameriška kultura spodbuja osebno odgovornost. Ampak lažje je skubiti neizobražene in revne ljudi (tudi če so dobri vozniki in ne povzročajo nesreč) kot razgledane in premožne osebe.

Zanimivo je tudi poglavje o **epidemijah**. Med prvimi sta modela širjenja nalezljivih bolezni postavila Daniel Bernoulli in Jean le Rond d'Alembert okrog leta 1760/61. Bernoulli je prišel do sklepa, da *variolacija*, to je namerna okužba otrok z blažjo varianto črnih koz, zmanjša smrtnost in podaljša povprečno življenjsko dobo populacije. (Zaradi variolacije je umrlo 2 odstotka otrok, številni pa so dobili brazgotine in druge hude posledice. Črne koze so imele smrtnost 20–30 %, pri otrocih še veliko višjo. Variolacija, uvožena iz Azije, se v Evropi ni uveljavila.) Leta 1796 je angleški zdravnik Edward Jenner odkril in populariziral neprimerno varnejšo *vakcinacijo*, to je okužbo z nenevarnimi govejimi kozami (*vacca* = krava v latinščini).

Leta 1803 je španski kralj financiral odpravo za masovno cepljenje proti črnim kozam v španskih kolonijah [1]. Vkrkali so dvaindvajset sirot starih 8–10 let, skupaj z ravnateljico sirotišnice in njenim sinom. Med dolgo plovbo čez Atlantik so izcedek govejih koz postopoma prenašali z enega otroka na drugega. Kmalu po pristanku se je odprava razdelila na več delov. Kampanja v Južni, Srednji in Severni Ameriki je trajala vse do leta 1810 in je bila izredno naporna. (Eden od zdravnikov odprave je umrl.) Vključevala je izobraževanje prebivalstva in vzpostavitev lokalnih središč za cepljenje. Kot rezervoar cepilnega materiala so zdaj uporabljali govedo. Za sezname cepljenih je bila zadolžena Katoliška cerkev. Španske sirote so posvojile mehiške

družine. Domačini so cepilce večinoma sprejeli z navdušenjem. V Limi je kampanja naletela na odpor lokalnih zdravnikov, ki so iz cepljenja naredili posel. Vseeno so v Peruju s podporo krajevnih oblasti cepili skoraj dvesto tisoč ljudi.

Leta 1805 je glavni zdravnik odprave prejel kraljevi ukaz, da nadaljuje kampanjo na Filipinih. Na pacifiški obali so vkrcali 25 mehiških sirot in skupaj s prej omenjeno ravnateljico odpluli na Filipine, kjer so nadaljevali s cepljenjem in ga zaključili v Macau in Kantonu.

Že v letih 1800–1801 so s cepljenjem proti črnim kozam začeli nekateri slovenski zdravniki. Vendar je bil še leta 1826 odpor proti cepljenju tak, da je moral na Bizeljskem kaplan Anton Martin Slomšek s prižnice vernike prepričevati o koristih cepljenja. Njegov župnik si naloge, ki mu jo je dodelila država, ni upal izvršiti. Slomšek je cepljenje propagiral tudi kasneje.

Škotski zdravnik Anderson McKendrick in biokemik William Kermack sta leta 1927 objavila *SIR model*. Tu *S* (*susceptible*) pomeni za okužbo dovzetne posameznike, *I* kužne (inficirane), *R* (*removed*) pa je tretja skupina: večinoma ozdraveli, ki se ne morejo več okužiti. Odnose med tremi skupinami sta podala s sistemom diferencialnih enačb. Ta model je z izpolnitvami uporaben še danes.

Knjiga pojasnjuje, kako je razširitev prekarnega dela prispevala k temu, da se je povečal delež ljudi, ki bolni in kužni prihajajo na delo. Grobi poskusi zmanjšanja odsotnosti delavcev so se pokazali kot kontraproduktivni. Odmeven je primer verige restavracij Chipotle. Z norovirusom okuženi delavec je leta 2017 kljub slabemu počutju prišel delat. Čeprav Chipotle – za razliko od številnih ameriških podjetij – zaposlenim plačuje bolniško odsotnost, naj se poslovodja v omenjeni enoti ne bi držal uradne politike podjetja in bolnemu delavcu rekel, da mora ostati, če sam ne najde nekoga, ki ga bo nadomeščal. Okužilo se je 135 drugih sodelavcev in strank, med katerimi je vsaj en obiskovalec moral na urgenco. Vrednost podjetja na borzi naj bi v naslednjih petih dneh padla za milijardo dolarjev in delničarji so celo tožili upravo. Kasneje je zaradi več takih dogodkov podjetje plačalo 25 milijonov dolarjev kazni.

Nemški virolog Harald zur Hausen je leta 2008 dobil Nobelovo nagrado za medicino. Utemeljitev ga hvali za odkritje, da so nekateri humani papiloma virusi (HPV) odgovorni za skoraj vse primere raka materničnega vratu. Ti virusi se večinoma prenašajo s spolnimi stiki. Obenem so takrat začeli prodajati tudi cepivo proti HPV. Študije, ki so jih naročile britanske in druge zdravstvene oblasti, so ugotovile, da je najbolje cepiti deklice v starosti 11–13 let. Tako so ti programi tudi tekli.

Po Yatesu pa nove raziskave ugotavljajo, da je HPV odgovoren tudi za (vsaj) polovico rakov penisa, 80 % rakov zadnjika, 20 % rakov v ustih, (več kot) 30 % rakov grla in 90 % genitalnih bradavic. Tako v ZDA kot v Združenem kraljestvu naj večina rakov, ki jih povzroča HPV, ne bi bila na maternici. Cepljenje deklíc nima dosti vpliva na moško homoseksualno populacijo, ki po knjigi nesorazmerno močno trpi zaradi rakov, povezanih s HPV. Vsa ženska populacija še zdaleč ni in tudi nekaj časa ne bo precepljena. V ZDA so že leta 2011 začeli priporočati cepljenje tudi za dečke. V Britaniji so spremenili smernice šele pred nekaj leti. Yatesova mati je pri 45 letih umrla zaradi pet let prej odkritega raka materničnega vratu, tako da ima pisec osebni odnos do te teme.

Čeprav so virusi HPV zelo razširjeni, le pri 10 % žensk povzročijo trajno okužbo. (Pri preostalih bolezen izzveni v letu ali dveh.) V Sloveniji je bilo po [4] leta 2016 na novo odkritih 123 primerov raka materničnega vratu. Letno za tem rakom umre 40 do 50 žensk, kakim tri tisoč pacientkam pa operativno odstranijo predrakave spremembe, povzročene s trajno okužbo s HPV. V Sloveniji rutinsko cepijo deklice v 6. razredu osnovne šole. Zdaj bodo začeli cepiti tudi dečke v 6. razredu.

Predstavili smo le nekaj zgodb iz te res zanimive knjige. Na koncu imamo obsežno bibliografijo.

## LITERATURA

- [1] C. Franco-Paredes, L. Lammoglia in J. I. Santos-Preciado, *The Spanish Royal Philanthropic Expedition to Bring Smallpox Vaccination to the New World and Asia in the 19th Century*, *Clinical Infectious Diseases*, **41(9)** (2005), 1285–1289, dostopno na [doi.org/10.1086/496930](https://doi.org/10.1086/496930) in [academic.oup.com/cid/article/41/9/1285/278013](https://academic.oup.com/cid/article/41/9/1285/278013), ogled 28. 1. 2021.
- [2] T. Osaki, *Hacker who framed computer users with cyberthreats jailed for eight years*, *The Japan Times*, 2015, dostopno na [www.japantimes.co.jp/news/2015/02/04/national/crime-legal/hacker-framed-computer-users-cyberthreats-jailed-8-years/](http://www.japantimes.co.jp/news/2015/02/04/national/crime-legal/hacker-framed-computer-users-cyberthreats-jailed-8-years/), ogled 28. 1. 2021.
- [3] S. Wooller, *KILLER RASHER, Pack of bacon a week increases risk of bowel cancer by a fifth, study suggests*, *The Sun*, 2019, dostopno na [www.thesun.co.uk/news/8877964/bacon-red-meat-bowel-cancer-risk/](http://www.thesun.co.uk/news/8877964/bacon-red-meat-bowel-cancer-risk/), ogled 28. 1. 2021.
- [4] NIJZ, *Najpogostejša vprašanja in odgovori o okužbi s HPV, raku materničnega vratu in cepljenju proti HPV*, 2019, dostopno na [www.nijz.si/sl/najpogostejša-vprasanja-in-odgovori-o-okuzbi-s-hpv-raku-maternicnega-vratu-in-cepljenju-proti-hpv-1](http://www.nijz.si/sl/najpogostejša-vprasanja-in-odgovori-o-okuzbi-s-hpv-raku-maternicnega-vratu-in-cepljenju-proti-hpv-1), ogled 28. 1. 2021.

Peter Legiša