

ko razvoja Zemlje in medsebojnih vplivov žive in nežive narave do katerih prihaja v tem razvoju. Vsebina knjige je preprejena s številnimi anekdotami in osebno naravnanimi komentarji o akterjih, ki so oblikovali današnjo zakladnico znanja na področju geomagnetizma.

V prvem poglavju knjige »Magnetizem in sedanje magnetno polje« avtor prikaže osnove magnetizma, razloži pojme dipolnih in mnogopolnih magnetnih polj ter osnove sferične harmonske analize. V naslednjem poglavju »Obrat magnetnega polja« je podan opis obratov magnetnega polja in zgodovina razlage tega pojava, ki je pripeljala do pojasnitve modela tektonike plošč. Sledi poglavje »Zgradba Zemlje in izvor njenega magnetnega polja« v katerem se avtor dotakne razlage magnetohidrodinamike in razmer, ki vladajo v zunanem delu jedra, hkrati s tem pa prikaže razvoj znanja o strukturi Zemljine notranjosti. V tem poglavju tudi razloži vzroke za obrat Zemljinega magnetnega polja. V poglavju z naslovom »Zveza Sonce Zemlja« se loti razlage magnetnih pojavov, ki so vezani na dinamiko Sonca in vplivov, ki izvirajo izven osončja. Čeprav je naslednje poglavje »Magnetna orientacija in navigacija pri živalih« usmerjeno predvsem v dognanja bioloških znanosti nam avtor kot geofizik nakaže na povezave med razvojem življenja in naravnim okoljem v katerem se to življenje razvija. Prav tako zanimiva je tudi razlaga vplivov Zemljinega magnetnega polja na evolucijo senzornih organov pri nekaterih ži-

valih in s tem povezane biomineralogije – pojavljanjem posameznih magnetnih mineralov v tkivih. V sklepnem poglavju »Učinki geomagnetizma in tektonike plošč na paleoklimo« se avtor vrne h geofiziki. Morda je naslov poglavja nekoliko zavajajoč, saj geomagnetizem nastopa predvsem kot eden od pojavov s pomočjo katerega je mogoče dodatno potrditi nekatere paleoklimatske interpretacije.

V začetnem delu knjige se avtor zavestno odloči, da pri svojih razlagah ne bo uporabljal enačb. Čeprav so te pogosto osovraženi del poljudnoznanstvenih knjig, pa je prav njihova odsotnost slaba stran knjige. Za bralce, ki so vsaj malo domači v abstraktnem svetu enačb, je prav mučno slediti razlagi, v kateri avtor enačbe opisuje. Bralec, ki so mu enačbe odveč, bo takšen tekst preskočil, prav tako pa tudi bralec, ki razume enačbe, saj se v gostobesednih opisih medsebojnih odvisnosti spremenljivk povsem izgubi. Prav tako bi nekatere razlage veliko pridobile, če bi bilo podanih več grafičnih ilustracij.

Knjigo priporočam v branjem vsem, ki jih zanima razvoj Zemlje in vesolja od njunih začetkov pa do danes. Prav tako je knjiga zelo dobro napotilo za nadaljnji študij pojavov geomagnetizma in zelo dobra štartna osnova za poglobljeni študij novejših dognanj s področja Zemljinega magnetizma in spremljujočih pojavov.

Mihael Brenčič

Seth STEIN, 2010: **Disaster deferred – how new science is changing our view of earthquake hazards in the Midwest.** Columbia University Press, New York: 282 p.

Knjiga obravnava znamenit niz katastrofalnih potresov na območju Novega Madrida (New Madrid) na Srednjem zahodu Združenih držav Amerike. Zaradi teh dogodkov je to območje obravnavano kot prostor z visokim seizmičnim tveganjem, kar sproža številne polemike in spodbuja zanimive raziskave. Naslov knjige nas lahko nekoliko zapelje, saj z očmi evropskega bralca nakazuje na regionalno omejeno problematiko. Kljub temu je knjiga zelo zanimivo branje, ki pritegne s svojo širino, argumentacijo in odprtim stilom pisanja. V knjigi so nanizana razmišljanja, ki so pomembna tudi širše. Da gre za aktualno in izzivalno knjigo, nakazujejo tudi recenzije objavljene v revijah *Nature* in *Science*.

Seth Stein je geološki javnosti znan po svojih številnih znanstvenih člankih, ki so objavljeni tudi v prestižnih naravoslovnih revijah, po soavtorstvih ter uredništvih številnih knjig. Sodi med najbolj citirane avtorje na področju geologije. Med drugim je kot strokovnjak za meritve premikov zemeljske skorje z GPS geodezijo s svojim delom posegel tudi na območje Jadranske mikroplošče (STEIN & SELLA, 2005).

Če si ogledamo karte tveganja za nastanek potresov na območju Severno Ameriške plošče, bomo opazili tri območja z visokim tveganjem. Gotovo je najbolj znano območje preloma Svete-

ga Andreja na stiku s Pacifiško ploščo na zahodu ZDA. Drugi dve območji sta vezani na osrednji del plošče. Najbolj izrazito je območje Srednjega zahoda ZDA s središčem v majhnem mestecu New Madrid. Drugo območje se nahaja na jugovzhodnem delu ZDA tik ob obali Atlantika, v okolici mesta Charleston. Prav območje Novega Madrida, ki leži ob reki Mississippi, je predmet zanimanja knjige, ki je pred nami. Na prehodu iz leta 1811 v leto 1812 je prišlo do niza močnih potresov, ki so povzročili zelo močno tresenje tal in zdrse bregov na reki Mississippi. Nekateri zgodovinski zapisi poročajo, da se je ponekod med potresom tok reke celo obrnil, drugod pa so na sicer leni reki nastali slapovi in brzice. Velike materialne škode ti potresi niso povzročili, ker je bilo to območje takrat še zelo redko poseljeno. To je tudi vzrok, zakaj se je o teh dogodkih ohranilo zelo malo pisnih pričevanj z natančnejšim prikazom razvoja dogodkov. Kljub temu ti dokumenti potrese prikazujejo s katastrofičnimi očmi. Žal je bilo to tudi obdobje, ko še niso poznali seizmoloških inštrumentov, zaradi česar je magnitudo tega potresa možno oceniti le s pomočjo paleoseizmoloških metod. Dodaten problem pri obravnavi niza potresov predstavlja dejstvo, da so makroseizmične učinke pričeli preučevati šele več desetletij kasneje, ko je bilo vidnih le še malo sledov. Paleoseizmološke analize,

predvsem analize izbruhov peskov so pokazale, da so se podobni dogodki zgodili tudi že pred tem. Zanesljivo sta določena vsaj dva zelo močna potresa okoli leta 1450 in leta 900, nekatere indikacije pa kažejo še na starejše potrese. Ocenjena povratna doba potresov s podobno magnitudo znaša 500 let.

Z razvojem moderne seizmologije v začetku dvajsetega stoletja, se je povečalo zanimanje za seizmotektonsko cono Novega Madrida. Poleg visoke magnitude so ti potresi zanimivi zaradi dejstva, da je do njih prišlo v osrednjem delu tektonske plošče, ki bi morala biti zelo stabilna. Seizmologi so se lotili ocenjevanja magnitude ter ocen tveganja, ki izhajajo iz potresov na tem območju. Zgodnje paleoseizmološke analize so podale ocene, da je znašala magnituda najmočnejših potresov vsaj 8,0. Kasnejše analize so to oceno postopoma zmanjševale, zadnja ocena magnitude, ki jo je na podlagi analize vseh razpoložljivih podatkov podala Susan Hough, znaša 6,8–7,0. Seveda se seizmologi v svojih ocenah še vedno zelo razhajajo. Največ polemik povzroča ocena povratne dobe potresov in njihovega nastanka. Prav s problematiko teh ocen se ukvarja knjiga. Avtor v knjigi razvije in podpre tezo, da so uradne ocene povratnih dob in izračuni tveganja napačni in zavajajoči. Podana kritika je v veliki meri uperjena proti predpisom o potresno varni gradnji, ki so na tem območju po avtorjevem mnenju pretirani, ekonomsko neustrezni in škodljivi za razvoj gospodarstva.

Stein velik del knjige nameni opisu geodetskih meritev premikov zemeljske skorje z GPS metodami. Bralcu na poljuden način razloži njihovo metodiko in teorijo ter njihov pomen pri razumevanju recentne tektonike. Zelo privlačni so njegovi opisi raziskav, ki jih prav na območju seizmogene cone Novega Madrida skupaj s svojimi sodelavci opravil v devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Povzame tudi novejšo rezultate meritev s tega območja. Prav iz teh rezultatov in prikazov izvira njegova kritika. Izvedene meritve kažejo, da za razliko od drugih seizmogenih območij, na tem območju ni zaznani nobenih premikov. To je po avtorjevem mnenju dokaz, da prelomi na območju Novega Madrida niso več aktivni do te mere, da bi proizvedli potrese energij, ki so se sprostile v začetku devetnajstega stoletja. Po njegovem mnenju je verjetnost primerljivega potresa manjša kot kažejo napovedi.

Navkljub temu, da meritve z GPS v zadnjem desetletju in pol ne kažejo premikov, se je avtor s temi trditvami znašel na zelo spolzkem terenu. Kritike (Hamburger, 2011) oporekajo njegovemu statičnemu tolmačenju GPS meritev. Te meritve naj bi dokaze za potresno aktivnost podajale

le posredno, skozi interpretacijo geodinamskega modela, kar pomeni, da so odvisne od kvalitete slednjega. Prav tako naj bi bili premiki ob prelomih izrazito nelinearne narave, kar onemogoča napovedovanje. V kratkem času po potresih podajajo GPS meritve precenjene – prekratke povratne dobe, v daljšem času po potresu pa podcenjene – predolge povratne dobe. Veliko neznanko potresov predstavljajo tudi nenadne spremembe v globljih predelih Zemljine skorje, ki po mnenju nekaterih teoretikov lahko prožijo tudi močnejše potrese izven območij robov tektonskih plošč.

Stein se je postavil v vlogo napovedovalca potresov. Čeprav ne napoveduje kdaj in v kakšni obliki bo prišlo do sprožitve potresnega mehanizma, izvede zaključek, da se potresna aktivnost na območju Novega Madrida v daljšem časovnem obdobju umirja. S tem postavi drugačno paradigmo obravnave verjetnosti potresov. Pri ocenjevanju slednje seizmološka praksa uporablja princip stacionarnosti, kar pomeni, da je frekvenca potresov časovno stabilna. To v praksi pomeni, da v kolikor je na razpolago dovolj dolg niz podatkov o preteklih potresih, se na podlagi tega principa napove verjetnost pojavljanja novih potresov. Steinovo mnenje je, da je časovni niz potresov na območju Novega Madrida nestacionaren in z izrazitim trendom upadanja magnitud.

Knjiga Setha Steina je nedvomno vredna branja. S svojo provokativnostjo, navkljub nekaterim odprtim vprašanjem in nedoslednostim, lahko sproži tudi aktualni razmislek o nastanku potresov in potresni varnosti v našem in širšem prostoru. Knjiga je zanimiva tudi zaradi zanimivega zagovora geologije, ki je po avtorjevem mnenju kompleksnejša in zahtevnejša veda od fizike in kemije. Te vede predmet svojega opazovanja in eksperimentiranja nadzorujejo, za razliko od geologije, ki zaradi kompleksnega predmeta preučevanja, tega ne more.

Literatura:

- HAMBURGER, M. 2011: Is New Madrid Dead. *Science* 331/6018: 675–676, doi: [10.1126/science.1200487](https://doi.org/10.1126/science.1200487).
- STEIN, S. & SELLA, G. 2005: Pleistocene change from convergence to extension in the Apennines as a consequence of Adria microplate motion. In: PINTER, N., GRENERCZY G., WEBER, J., STEIN, S. & MEDAK, D. (Eds.): *The Adria Microplate: GPS Geodesy, Tectonics and Hazard*. 21–34. *Nato Science Series*, Springer.

Mihael Brenčič

Jan ZALASIEWICZ, 2010: **The Planet in a Pebble – A Journey into Earth's Deep History.**
Oxford University Press, Oxford, New York, 234 str.

Na prvi pogled še ena od knjig v množici poljudnoznanstvenih knjig o zgodovini Zemlje. Branje knjige pa nam odkrije drugačno podobo. Avtor si za predmet svojega opisovanja izbere prodnik skrilavega glinavca iz silurskih plasti na obali zahodnega Welsa. V knjigi poda zgodovino prodnika od začetka, pa do danes. Že v prologu knjige se odloči za trinajst poglavij, ki jih utemelji z nenavadnim razlogom. Ko je bilo leta 1807 v Taverni prostozidarjev ustanovljeno Londonsko geološko društvo, je štelo trinajst ustanovnih članov.

Jan Zalasiewicz je profesor geologije na Univerzi v Leicesteru, pred tem pa je kot regionalni geolog deloval na Britanskem geološkem zavodu. Njegovo področje delovanja je paleontologija in stratigrafija, znanstveno pa se ukvarja s starejšim paleozoikom in v zadnjem času tudi s konceptom antropocena. Knjiga, ki jo imamo pred seboj, je njegova druga poljudnoznanstvena knjiga.

Zgodovino prodnika prične avtor opisovati v poglavju *Zvezdni prah*, v katerem opiše genezo elementov. Sledi poglavje *Iz globin Zemlje* v katerem nas seznanja s trkom Theie in Zemlje ter nastankom oceana magme in Meseca. V tem poglavju se prvič srečamo z opisom geokemičnih metod. Opiše nam neodij samarijevo geokronologijo in njeno povezavo z datacijo nastanka oceana magme preko katerega se naveže na nastanek prvega kopnega. Nastanku kopnega se podrobneje posveti v *Oddaljenih pokrajinah*, kjer nam osvetli raziskave zirkonov in informacij, ki nam jih o njih in prvih kontinentih ponudijo geokemijske metode. Osrednji del poglavja *Srečanje* je opis lamin skrilavega glinovca in njihovega izvora. Podrobno se posveti opisovanju turbiditnih tokov. Čeprav bi v poglavju *Morje* pričakovali opis življenja temu ni tako. Avtor nam poda razlago o prezračenosti oceanov in dinamiki meje med oksidacijskimi in redukcijskimi pogoji. Življenju se posveti v naslednjih poglavjih. V poglavju *Opaženi duhovi* nam opiše silurske mikrofosile, podrobno pa se posveti graptolitom, ki so tudi njegova paleontološka specializacija. V poglavju *Duhovi v odsotnosti* se spopade s teorijami, ki skušajo razložiti življensko okolje teh organizmov, zopet se nasloni na dognanja geokemije, tokrat na meritve stabilnih izotopov ogljika. Od vprašanj paleobiologije preide k problemom paleogeografije. V poglavju *Kje na Zemlji?* opiše potovanje kontinentov in na primeru silurskih plasti Welsa razloži paleomagnetno metodo določanja paleogeografskega položaja. Naslov poglavja *Zlato!* bi lahko v slovenščino prevedli kot »Ni vse zlato kar

se sveti«. V njem se avtor loti opisovanja geokemije železa in kroženja žvepla, seže pa vse do metanogeneze. Vse to poveže z življenskim okoljem različnih bakterij. S tem poglavjem nas prične seznanjati z začetkom diagenoze kamnin. Sediment tone globlje in geokemične spremembe postanejo izrazitejše. Poglavje *Oljno okno* je po mojem mnenju med vsemi poglavji knjige najbolj zanimivo. Avtor nam opiše nastanek monazita in genezo geokemične anomalije redkih zemelj preko katere se naveže na datacijo diagenoze organske snovi in nastanka nafte. Ta se v plasteh silurskih skrilavih glinavcih ni ohranila, vendar pa anomalije redkih zemelj v povezavi z uranovimi geokronologijami omogočajo datacijo tega dogodka. Sklepni poglavji *Ustvarjanje gorovja*, *Lomljenje površja* prikažeta orogenezo in geomorfološki razvoj današnjega površja. Poglavje *Prihodnost* je časovna ekstrapolacija vseh predhodno opisanih geoloških dogodkov in nekakšno ugibanje.

Bralcu, ki ne pozna regionalne geologije Welsa in Velike Britanije, bi ob spremljanju teksta prišla prav geološka karta, na kateri bi bile podane osnovne geološke formacije o katerih teče beseda, prav tako pa bi tekst veliko pridobil, če bi bil ilustriran s topografskimi kartami. Med nenavadnimi krajevnimi imeni Welsa se bralec pogosto izgubi. Prav tako je na trenutke brez ilustracij težko slediti razlagam, ki opisujejo paragenezo mineralov. Tudi tukaj bi tekst veliko pridobil, če bi bile razlage ilustrirane z ustreznim slikovnim gradivom, tako pa so slike zbruskov in izdankov združene le v eni grafični prilogi.

Navkljub naštetim manjšim pomankljivostim je knjiga zelo zanimivo branje. Odlikuje jo literarni slog z zelo bogatim besediščem, ki terja od bralca natančno branje. Knjigo priporočam v branje regionalnim geologom, stratigrafom in geokemikom, ter seveda vsem ostalim, ki jim je blizu dobra geološka knjiga. Zalasiewicz nam postreže z napetim branjem, ki odkriva njegovo široko geološko erudicijo in sposobnost povezovanja dognanj geološke zanosti zelo širokega razpona. Morda si lahko v Sloveniji knjigo vzamemo tudi kot dober zgled. Ne le kot primer zahtevnejše poljudno znanstvene knjige, ki že prestopa mejo znanstvenega eseja, temveč kot napotilo za začetek nekaterih podrobnejših raziskav na področju regionalne geologije, ki bi slonele na sodobnih analitskih metodah. Avtor nam na izzivalen način ilustrira kako navidez dolgočasen skrilavi glinavec skriva zelo zanimive informacije.

Mihael Brenčič