ALTERNATOR
Misliti znanost.

Paleopotresi na Raškem prelomu: dolga zgodba do novih odkritij

4. 12. 2025

Številka: 25/2025

Avtorica:

- Petra Jamšek Rupnik



Vir: Shutterstock (https://www.shutterstock.com/image-photo/turkey-earthquake-pray-central-fault-line-2267329085?dd_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F)

Že tretji teden smo v jarku. Poletje je, vročina pritiska, zrak pa prežemata petje ptic in čričkov ter šumenje čebel na travniku. Popršili smo se s tropskim sprejem proti pikom mrčesa, saj v dolini Raše kraljujejo jelenove muhe, njihovi piki pa srbijo še dva tedna in marsikomu povzročijo celo otekline. Bonus te doline: ni signala za mobilne naprave. Brez zunanjih motenj, idealno za vse, ki se bolje počutimo v naravi kot v mestnem vrvežu in betonu.

S posebej za nas izdelanim ročnim orodjem – strgulo – s stene jarka previdno odstranjujem sediment in iščem potresne sledi, ki bi nam pomagale opredeliti potresno zgodovino Raškega preloma. Ker ta doslej ni bila raziskana, smo začeli sistematično paleoseizmološko študijo. Med letoma 2022 in 2024 so potekale strukturnogeološke, geomorfološke in geofizikalne raziskave za določitev aktivnosti preloma in izbiro primernih lokacij za paleoseizmološke izkope, od leta 2024 pa izvajamo paleoseizmološke raziskave, ki bodo prinesle ključne podatke o pogostosti velikih potresov na Raškem prelomu in s tem prispevale k razumevanju potresne nevarnosti pri nas. Prav takšno znanje je temelj za gradnjo boljše odpornosti družbe: da se znamo na potres pripraviti, zmanjšati tveganja in si po njem hitreje opomoči. Odpornost postaja ključno vprašanje, ki zajema varovanje življenj in skupnosti ter zmanjšanje gospodarske škode.

Da bi razumeli, kakšni potresi lahko pri nas nastanejo, kje se to lahko zgodi in kako pogosto, moramo najprej poznati njihovo zgodovino. S tem se ukvarja paleoseizmologija – veda o preteklih potresih, ki so pustili sledi v naravnem okolju. Vedeti moramo tudi, na katerih aktivnih prelomih v Sloveniji lahko pričakujemo večje potrese.

Raški prelom je eden ključnih elementov Dinarskega sistema prelomov (https://doi.org/10.5194/SE-12-2211-2021) v zahodni Sloveniji. Gre za več kot 80 kilometrov dolg desnozmični prelom, ki poteka v smeri severozahod–jugovzhod: od Furlanije preko Goriških Brd, Vipavske doline, Branika in Štanjela, vzdolž doline Raše, mimo Senožeč, čez Vremščico do Ilirske Bistrice, kjer postopoma zamre. Na podlagi seizmoloških podatkov se prelom razteza približno 17 kilometrov globoko (https://doi.org/10.1093/gji/ggz118) .

Desnozmični prelom pomeni, da se severovzhodno krilo pomika proti jugovzhodu, medtem ko se jugozahodno krilo pomika proti severozahodu; torej se točki na nasprotnih straneh preloma oddaljujeta. Na podlagi zamikov geoloških enot in geomorfoloških kazalnikov ocenjujemo, da je povprečna hitrost premika (https://doi.org/10.3389/feart.2021.604388) ob Raškem prelomu približno 0,7 mm/leto. Njegova aktivnost je torej primerljiva z Idrijskim prelomom (približno 1 mm/leto), ki je leta 1511 najverjetneje povzročil uničujoči idrijski potres z ocenjeno magnitudo 6,8.

Na jugovzhodnem delu Raškega preloma je potresna aktivnost izrazitejša (https://doi.org/10.5194/nhess-24-651-2024) ; tam se pojavljajo pogostejši potresi manjših magnitud. Drugod je seizmična aktivnost manj očitna, vendar pa geomorfološka izraženost preloma nakazuje aktivne premike. Na podlagi geometrije preloma je bila največja mogoča magnituda (https://doi.org/10.3389/feart.2021.604388) potresa ocenjena na 7,4, a le v primeru, da bi se aktiviral celoten prelom. Najmočnejši znani potres na območju preloma je bil leta 1956 na Ilirskobistriškem, in sicer z magnitudo 5,3.

Ko je potres dovolj močan, lahko ob prelomu pride do površinskega pretrga. Premik iz globin doseže površje in pretrga vse, kar mu stoji na poti: kamnine, sedimente, drenažno mrežo, drevesa, ceste, hiše. Do površinskega pretrga običajno pride pri potresih z magnitudo 6 ali več, vendar ne vedno. V Sloveniji so takšni potresi redki, zgodovinski viri namreč omenjajo le dva: že omenjeni idrijski potres leta 1511 in ljubljanski potres leta 1895 (ocenjena magnituda 6,1). Ker trajajo potresni cikli na naših aktivnih prelomih tudi več tisoč let, zgodovina ne zadostuje za razumevanje njihovega pojavljanja. Potresni geologi iščemo dokaze za takšne dogodke v sedimentih, ki so nastajali zadnjih nekaj deset do sto tisoč let. Prav ti zapisi nam omogočajo boljše ocene potresne nevarnosti (https://doi.org/10.1007/s10518-022-01399-8) .

Aktivni prelomi

Preden začnemo s paleoseizmološko raziskavo, moramo najprej ugotoviti, kje so aktivni prelomi, torej tisti, ki lahko povzročajo potrese. Za to uporabljamo različne geološke metode, ki se zelo dobro obnesejo v tektonsko bolj aktivnih okoljih, kot je na primer Kalifornija. Pri nas je tektonska aktivnost zmerna, poganja pa jo približevanje Jadranske mikroplošče k Evropski tektonski plošči s hitrostjo nekaj milimetrov na leto proti severu. Posledično se naše ozemlje vsako leto skrči za 2–4 mm v smeri sever–jug. Zaradi tega se ozemlje deformira, kamnine se gubajo in prelamljajo. Ocenjujemo (https://doi.org/10.3389/feart.2021.604388) , da imamo v Sloveniji skoraj 100 aktivnih in verjetno aktivnih prelomov, ob katerih so se premiki dogajali v kvartarju, torej zadnjih 2,6 milijona let. Naši najhitrejši prelomi imajo ocenjeno povprečno hitrost (https://doi.org/10.1002/2016TC004188) zdrsa do okrog 1 mm/leto, večina pa ima precej nižjo.

Lokacijo teh prelomov določamo z geološkim kartiranjem ter geomorfološkimi in geofizikalnimi raziskavami. Geološko kartiranje pokaže dolgotrajne strukture, geomorfologija razkrije aktivne trase prelomov, ki vplivajo na oblikovanje površja in razvoj pokrajine, geofizika pa pomaga razumeti strukturo preloma, kamnin in sedimentov pod površjem, tudi tam, kjer jih na terenu ne moremo neposredno opazovati.

Prava lokacija

Ko določimo aktivno traso preloma, iščemo primerna mesta za paleoseizmološke raziskave. Prisotnost kvartarnih sedimentov prek preloma je ključna, saj ti delujejo kot naravni seizmograf, ki beleži potresne deformacije. Okolja z mirno in stalno sedimentacijo so najprimernejša, ker omogočajo neprekinjen zapis. Če je okolje preveč burno, lahko erozija izbriše potresne sledi, če pa so obdobja brez sedimentacije predolga, lahko potrese zgrešimo. V dinamičnih okoljih, kot so kraški tereni ali ledeniške doline, je deformacij (https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106515) lahko preveč, zato težko določimo, kaj jih je povzročilo.

Najti primerno lokacijo je že samo po sebi znanstveni izziv, ki pogosto zahteva večletne geomorfološke in geofizikalne raziskave (https://doi.org/10.3390/rs16091490) , obenem pa se lahko zgodi, da lastniki parcel izkopa ne dovolijo. Končni uspeh je zato pogosto odvisen tako od premišljenega načrtovanja kot tudi od sodelovanja lokalnih skupnosti. Ko je lokacija izbrana in so dovoljenja pridobljena, se s primerno ekipo prične dejanski paleoseizmološki izkop, ki omogoča neposredno preučevanje preteklih potresnih dogodkov.

Paleoseizmologija

S pomočjo strojne mehanizacije preko preloma izkopljemo od 20 do 50 metrov dolg jarek, ki je globok od 2 do 6 metrov. Stene morajo biti čim bolj ravne in navpične, da lahko v njih natančno opazujemo sedimente in prelomne deformacije, obenem pa dovolj stabilne za večtedensko delo v izkopu. Zato jih uredimo stopničasto: zgornja vertikala je visoka od 1,5 do 2 metra in je od spodnje ločena z ravno stopnico širine približno 1 meter.

Po izkopu in ustrezni predpripravi jarka analiziramo geometrijo plasti, njihovo notranjo strukturo in sestavo. Tako ugotovimo, kako in kje so se plasti odložile ter kateri naravni procesi so vplivali na nastanek profila. Sledita identifikacija deformacij, prelomnih struktur in premikov ter interpretacija zaporedja sedimentacijskih in potresnih dogodkov. Starost

sedimentov določamo s pomočjo radiokarbonskih in luminiscenčnih datacij, kar je ključno za časovno opredelitev paleopotresov. Tako določimo število, jakost in starost potresov na posamezni lokaciji ter preučimo potresno aktivnost preloma skozi čas.



1 / 3

Slika 1: Tehnična priprava paleoseizmološkega izkopa in popis sten. Foto: Petra Jamšek Rupnik



2 / 3

Slika 2: Vzorčenje oglja za radiokarbonsko datacijo in popisovanje izkopa. Foto: Petra Jamšek Rupnik



3 / 3

Slika 3: Primer prelomnega kontakta med zdrobljeno apnenčasto podlago in Rašinimi sedimenti s strgulo za merilo. Foto: Petra Jamšek Rupnik

Na vsakem prelomu je treba izvesti več paleoseizmoloških izkopov, da se čim bolj približamo celovitemu razumevanju njegove potresne zgodovine. Tako premagujemo izziv nepopolnega stratigrafskega zapisa, ki na posamezni lokaciji nikoli ne razkrije celotne zgodovine. Žal vrednotenje znanstvenega dela pri nas takšnih raziskav ne nagrajuje enakovredno drugim področjem, kjer se do rezultatov pride hitreje in z manjšo ekipo. Dolgotrajne interdisciplinarne raziskave, kot je paleoseizmologija, pogosto zahtevajo večletno terensko delo in sodelovanje številnih strokovnjakov, rezultati pa so nepredvidljivi, kar ostaja v trenutnem sistemu merjenja uspešnosti raziskovalcev pogosto neprepoznano. Takšna ureditev ne vpliva le na motivacijo posameznikov, temveč tudi na pridobitev možnosti za izvedbo tovrstnih raziskav, ki zahtevajo stabilno financiranje, interdisciplinarni pristop in potrpežljivost, hkrati pa lahko pomembno prispevajo k razvoju znanosti in družbe.

Paleopotresi na Raškem prelomu

Na Raškem prelomu smo v zadnjih dveh letih na odseku med Senožečami in Štanjelom izvedli štiri paleoseizmološke izkope. V teh izkopih smo naleteli predvsem na sedimente reke Raše, ki je izoblikovala dolino vzdolž preloma. Zaradi tektonsko poškodovanih kamnin (v strokovnem žargonu jim pravimo tektonsko pretrte kamnine) je voda najlažje erodirala prav ob prelomu, kar je ustvarilo izjemno ravno dolino. Raša je v dolino v več ciklih, od poznega pleistocena do danes, v zadnjih približno 50.000 letih, odložila blokovni prod ter drobnozrnate peščene in muljaste poplavne sedimente. Glede na dinamiko sedimentacije je bila Raša nekoč prava reka, danes pa je hudournik, katerega struga je večino časa suha. Zato geologi včasih zvenimo zmedeno, ko govorimo o reki Raši.



Slika 4: Pogled na ravno dolino Raše, izoblikovano ob Raškem prelomu, in na paleoseizmološki izkop na dnu doline. Foto: Petra Jamšek Rupnik

V izkopih smo odkrili sledi od dveh do šestih potresov, ki so v zadnjih približno 25.000 letih pretrgali takratno površje. Šlo je za potrese z magnitudo najmanj 6, verjetno pa nad 6,5. Nad deformacijami so odloženi najmlajši sedimenti, ki še niso doživeli tako močnega potresa. Vseh starosti še ne poznamo, a preliminarni rezultati nakazujejo, da so povratne dobe takšnih potresov okoli nekaj tisoč, včasih pa tudi zgolj 500 let. Čeprav se potresi ne dogajajo v enakih časovnih razmikih, nam povprečna povratna doba poda grobo oceno o pogostosti pojavljanja zares močnih potresov, kakršnim v sodobni zgodovini Slovenije še nismo bili priča.

Premiki ob posameznem dogodku so bili okoli 0,5 metra. Takšen površinski pretrg se po empiričnih podatkih lahko zgodi ob potresu magnitude približno 6,7, ki lahko aktivira 35-kilometrski odsek preloma. To je na primer razdalja od Branika do Košane. Kdaj se je zgodil zadnji tak potres, še ne vemo; ta ključni podatek še iščemo. Glede na povprečne povratne dobe in zadnji potres bomo lahko ugotovili, kje v potresnem ciklu preloma se trenutno nahajamo: ali prelom (in posledično tudi potres) že zamuja ali pa imamo še veliko časa do naslednjega velikega potresa.

Znanje o potresih kot temelj odpornosti

Terensko delo je za letos končano. V laboratorijih potekajo analize vzorcev, v pisarni pa obdelava podatkov. Upamo, da bomo prihodnje leto izvedli še kakšen izkop, s katerim bomo lahko natančno opredelili, kdaj se je na tem prelomu zgodil zadnji potres. Ta nam bo pokazal, kje v potresnem ciklu trenutno smo. Strgule bomo znova nabrusili in se z veseljem vrnili v jarek ob spremljavi Rašine simfonije, jelenovim muham navkljub. Toda pomen tega raziskovanja presega našo radovednost. Slovenija je namreč med najbolj potresno nevarnimi državami v Evropi, takoj za Turčijo, Grčijo, Ciprom in Italijo. Čeprav so močni potresi redki, zgodovina jasno kaže, da se lahko tudi pri nas zgodijo potresni dogodki z magnitudo okoli 7, kar bi pomenilo največjo naravno katastrofo v sodobni zgodovini države. Zgodovinski spomin sega le nekaj stoletij nazaj, paleoseizmologija pa odpira pogled v globljo preteklost in razkriva, kako pogosto in kje se takšni potresi dogajajo. To znanje je za družbo ključno, saj omogoča izdelavo sodobnih kart potresne nevarnosti in tako posredno vpliva na gradbene standarde, prostorsko načrtovanje in varovanje kulturne dediščine. Predstavlja torej temelj za povečanje odpornosti družbe na prihodnje potrese. Vsak podatek o preteklih potresih nam pomaga razumeti prihodnost in se nanjo pripraviti. Ko v jarku odkrivamo sledove davnih potresov, pravzaprav gradimo temelje za varnejšo prihodnost in večjo odpornost družbe.

* Paleoseizmološke raziskave Raškega preloma izvajamo na Geološkem zavodu Slovenije v okviru programskih skupin Dinamična Zemlja (P1-0419) in Regionalna geologija (P1-0011), ki ju financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije. Predhodne podporne raziskave smo izvedli v okviru naloge »Izdelava

seizmotektonskih kart« za Agencijo Republike Slovenije za okolje.

https://www.alternator.science/sl/daljse/paleopotresi-na-raskem-prelomu-dolga-zgodba-do-novih-odkritij/