

## Sončiti se pod klifom je NEVARNO!

*Zakaj je pešpot Piran–Fiesa pogosto zaprta?*

*Zakaj so se v morju pojavile nove skale?*

*Zakaj so na obali kupi kamenja?*

*Zakaj so v Krajinskem parku Strunjanu in Krajinskem parku Debeli rtič postavljene opozorilne table?*

*Odgovore na ta vprašanja najdete v besedilu spodaj, dejstvo pa je, da je na plaži pod klifom lahko zelo nevarno ležati!*

V letošnjem letu se zaključuje projekt z naslovom *Erozijski procesi na obalnih flišnih klifih z oceno tveganja*, ki ga financira Javna agencija za raziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS, šifra projekta J1-2477). Skupina raziskovalcev z Oddelka za geologijo Naravoslovnotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Zavoda za gradbeništvo je v zadnjih treh letih spremljala in merila stanje klifa vzdolž slovenske obale in pripravila oceno ogroženosti obale zaradi erozije in z njo povezanih procesov.

Razen manjšega apnenčastega območja pri Izoli je slovenska obala sestavljena iz fliša – menjavanja mehkejših laporovcev in trših peščenjakov ter redkeje kalkarenitov. Obalni flišni klifi so zaradi svojih strmih pobočij, neugodne geološke sestave ter erozivnega delovanja morja, vetra, padavin in temperaturnih razlik podvrženi intenzivni eroziji, kar je posledično zelo nevarno za sprehajalce in kopalce, ker se kamenje pogosto kruši in pada na obalo. Cilj projekta je bil preučiti hitrosti in procese erozije in z njo povezane procese na naši obali in opozarjati obiskovalce o nevarnostih, ki zaradi tega nastanejo.

Osnova projekta so bile *geološke in inženirskogeološke terenske raziskave*, ki so obsegale natančen popis kamninske zgradbe flišnih sten, geološko kartiranje, meritve parametrov razpok ter popis stanja plazov in pobočnih premikov. V *laboratoriju* smo preučili geomehanske lastnosti kamnin (enoosno tlačno trdnost ter strižno trdnost), ki so pomembne za razumevanje odpornosti kamnin na erozijo. Z *metodami daljinskega zaznavanja* (s fotogrametrijo, ki smo jo izvajali z brezpilotnimi letalniki oz. droni ter z laserskim oz. lidarskim skeniranjem) smo preučevali spremembe površine klifov v ločenih časovnih intervalih. Rezultate smo integrirali v GIS okolju, kjer smo izdelali različne *karte ogroženosti*.

Rezultati kažejo, da so za erozijo najbolj dovzetni izpostavljeni nezaščiteni obalni odseki, ki ležijo tik ob morju, so strmi in niso poraščeni. Zelo pogosta procesa, ki se dogajata na klifu, sta spodjedanje trših plasti peščenjakov in tudi debelejših apnenčastih plasti ter z njim povezano padanje večjih skal in kamenja. Obalna (predvsem morska) erozija namreč povzroča preperevanje in odnašanje mehkejših plasti laporovcev, ki so med peščenjaki. Te erozija spodkoplje, da se plast peščenjaka odlomi kot skala, ki se odkotali ali pade s pobočja, ali celo kot večji skalni podor. Rezultati nedvoumno kažejo, da debelejša ko je plast peščenjaka, večja je razdalja med razpokami, kar se izraža v večjih skalah oz. tudi že blokih. Ti procesi so izredno nevarni za sprehajalce in kopalce, ki ležijo pod klifi, saj so izpadle skale zelo različno velike, pa tudi manjši kamenčki so lahko usodni, če padejo z velike višine. Poleg skal občasno padajo tudi drevesa, ki jih erozija spodkoplje. Taki dogodki so pogosto zabeleženi tudi v medijih. Prav tako ugotavljamo, da je sestava in tudi trdnosti peščenjakov zelo različna in je zelo težko napovedati, katera plast izmed njih je bolj stabilna.

Uporabili smo različne pristope kvantifikacije ogroženosti in ranljivosti obalnih odsekov, pri katerih smo upoštevali naravne dejavnike (geološko zgradbo, naklone pobočij, stopnjo razpokanosti, stopnjo padavin, plimovanje in valovanje morja ipd.), obstoječe gradbene oz. zaščitne ukrepe, trende v prihodnosti (dvigovanje morja, količina padavin ipd.).

Meritve z brezpilotnim letalnikom in laserskim skenerjem kažejo, da se pobočja zaradi erozije (predvsem padavin in morske erozije) umikajo, proces je precej neenakomeren po površini klifov, saj smo zabeležili manjša območja z velikimi spremembami površine, kjer so izpadali bloki iz verjetno bolj razpokanih ali preperelih predelov. Hitrosti sprememb površja v Zalivu sv. Križa (Mesečevem zalivu) v Krajinskem parku Strunjan se gibljejo večinoma okoli 4,5 cm/leto (povprečje za celotno obdobje med novembrom 2020 in januarjem 2024), razponi na nekaterih delih klifa pa so tudi preko 10 cm/leto, še posebej pozimi.

Tovrstni procesi so se dogajali in se bodo tudi v prihodnosti še bolj pogosto, saj prihaja do bolj intenzivnih padavin, vetra, dvigovanja morja in ostalih posledic podnebnih sprememb. Samo v zadnjih nekaj letih je bilo namreč zabeleženih kar nekaj podorov, zadnji npr. ob avgustovskem padavinskem dogodku leta 2023, ko se je v Zalivu sv. Križa, sprožil podor blokov iz apnenčaste plasti z vrha klifa, kjer so skale presekale sprehajalno pot in padle v morje na vznožje. Sedem večjih skal ima prostornino med 0,4 in 2,6 m<sup>3</sup> oz. preračunano v maso približno 1 do 6 ton, česar vegetacija na pobočju ni mogla zadržati. V bližini, pod strunjanskim križem, se je konec leta 2019 sprožil večji skalnat podor s prostornino okoli 2000 m<sup>3</sup>, kar je bil tudi izredno hiter in nevaren dogodek.

Prav tako so že vrsto let težave z varnostjo poti med Piranom in Fieso, ki je ogrožena zaradi padanja kamenja in je bila zaprta že leta 2019, 2021 in zadnjič pred nekaj dnevi, konec maja 2024. Procesni erozije so to pot spodkopali že do te mere, da se njen podporni zid podira in je pot ponekod zasilno podprta. Leta 2020 so morali tudi sanirati piransko župnišče, saj je erozija uničila potko ob hiši župnišča in je del stavbe župnišča že visel v zraku. Spodkopavanje objektov se v manjši meri dogaja tudi poleg novih stavb med Ankaranom in Debelim rtičem.

Že pred leti smo v sodelovanju s krajinskima parkoma Strunjan in Debeli rtič izdelali karti ogroženosti pred padanjem skal, ki sta v obliki zgibank dostopni v krajinskih parkih oz. tudi na spletnih straneh parkov (<https://parkstrunjan.si/aktivnosti/sprehajanje/> in <https://sites.google.com/view/cliffall>) ter na terenskih informacijskih tablah. Krajinski park že od leta 2012 načrtovano opozarja obiskovalce na nevarnosti zadrževanja pod klifi, z ozaveščanjem na vodenih ogledih in s tablami po parku »kamenje pada«. Slednje so v letošnjem letu po celotnem parku zamenjali s še opaznejšimi znaki, skupaj s celotno prenovo krožne učne poti (<https://parkstrunjan.si/prenova-ucne-poti/>). Zaradi že omenjenega dogodka v lanskem poletju, je park skupaj s civilno zaščito namestil table v Zalivu sv. Križa, ki po zgledu v Fiesi, na določenem odseku obrežja odsvetuje zadrževanje.

Projekt se uradno zaključuje 31. 8. 2024, tako da pričakujemo končne rezultate tekom letošnjega leta. Vseeno pa smo tokrat želeli pred kopalno sezono vsaj opozoriti na nevarnosti ležanja pod strmimi klifi. Vsekakor trdimo, da prav nikjer ni varno ležati pod klifom, če ta ni zaščiten z gradbenimi ukrepi (npr. lovilnimi mrežami, lovilnimi jarki...), zato svetujemo, da se ležanju, pa tudi sprehajanju pod klifi obiskovalci izognejo, sploh v obdobju padavin in močnejšega vetra ter nekaj dni po tem.

Nekaj izbranih fotografij, kart in ostalega materiala je priloženih temu sporočilu, dosednji rezultati so dostopni tudi na spletni strani projekta <https://www.ntf.uni-lj.si/og/o-oddelku/raziskovalno-delo/raziskovalni-projekti/arrs-projekt-erozijski-procesi-na-obalnih-flisnih-klifih-z-oceno-tveganja/>

prof. dr. Timotej Verbovšek, vodja projekta

