

2. Bernot, F., 1970. Vzroki poplav v slovenskem Primorju. Razprave 12. Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
3. Gabrijelčič, Z., 1987. Poplave v mestu Nova Gorica v oktobru 1983 in oktobru 1987 in urejanje vprašanj odvodnje v oktobru 1987. Vodno gospodarstvo Soča, Nova Gorica.
4. Gorkič, G., T. Cegnar, 1984. Hidrometeorološka analiza visoke vode Korena v Novi Gorici oktobra 1983. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana.
5. Kodele, D., J. Pristov, D. Rojšek, A. Stele, F. Štucin, 1983. Hidrometeorološka analiza visokih voda Idrijce v letu 1982 v primerjavi z visokimi vodami obdobja 1963—1982. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana.
6. Nemec, J., 1964. Engineering Hidrology. McGraw-Hill, London.
7. Pristov J., 1957. Vremenska dogajanja v zvezi s prodrom hladnega zraka preko Alp in vpliv orografije na padavine. Meteorološki zbornik, Ljubljana.
8. Pristov, J., 1967. Neobičajna razporeditev orografskih padavin. Razprave 8. Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
9. Pučnik, J., 1980. Velika knjiga o vremenu. Cankarjeva založba v Ljubljani.
10. Vrhovec, T., 1983. Model za oceno orografskega dodatka k verjetni največji količini padavin. Razprave 1, letnik 27. Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.

**Branko Weissbacher
Samo Rink**

Floods in the district of Gorica

On October 6th, 1987, and over the night to October 7th, two cold fronts passed over the district of Gorica. The second front, in particular, caused extremely heavy rainfall between 5 p.m. and 11 p.m. on October 6th, with as much as 200 l/m² of precipitation being measured during that period at Nova Gorica. An hourly maximum of 51 l/m² was measured between 10 and 11 p.m. Over the 24-hour period from 7 a.m. on October 6th to 7 a.m. on October 7th, a total of 316 l/m² of precipitation fell.

The main reasons for such heavy rain were, besides orographic effects, an inflow of cold air into the higher layers, and warm humid air in the lower layers of the atmosphere.

The largest floods occurred in the urbanized areas of Nova Gorica, Šempeter, Vrtojba and Volčja Draga. Rising water entered numerous buildings, institutions and the premises of more than 30 working organizations. Near Nova Gorica and Šempeter some landslides occurred.

Based on the extreme annual values of precipitation in storms of different duration, the results obtained using Gumbel's statistical method are presented for the two meteorological stations at Nova Gorica and Gorizia. A comparison of the computed return periods between the two stations has shown that the 3 to 24 hour amounts of precipitation measured in Nova Gorica in October 1987 are rare events, but not such extremely rare events as in Gorizia.

ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI: I. ZGODOVINA

Anton Grimšičar*

Prispevek je prvi od treh predvidenih člankov, ki bodo obravnavali zemeljske plazove v Sloveniji in zavarovanje pred njimi. V tem članku so prikazani skalni plazovi in podori, vzroki za njihov nastanek, kdaj in kje so se sprožili ter kakšne posledice so zapustili ali bi jih lahko povzročili. Geološkemu zgodovinskemu uvodu sledi povezanost skalnih podorov s tektonskimi in potresnimi dogajanja v širšem slovenskem prostoru. Zadnji del članka je posvečen možnemu zavarovanju pred skalnimi plazovi in podori.

Zgodovinski pregled

Zemeljski plazovi so v splošnem stari skoraj toliko kot naša zemlja in se podobno kot potresi na njej pojavljajo okrog milijardo let. V geološki zgodovini jih ugotavljamo na kopnem in v vodi. Za njihov nastanek so potrebna bolj ali manj nagnjena tla, na primer v vodi dosti manj, slaba povezanost določenega sklopa skale ali sekundarna razpokanost. Sprožitev plazov ali

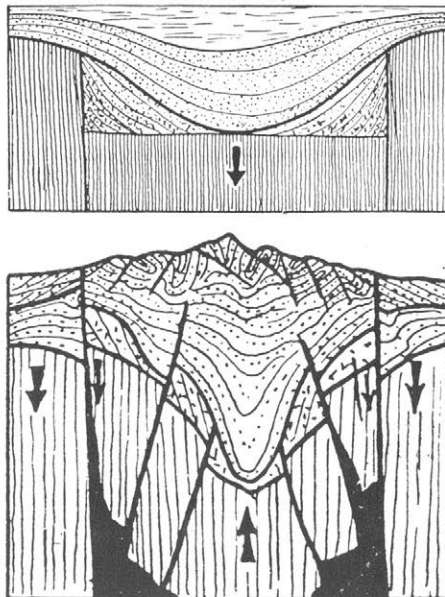
podora in njegova hitrost je odvisna še od pritiska vode oz. pornege tlaka ter od vplivov dodatnih, naravno ali umetno povzročenih sil oziroma obtežb (3, str. 64—65).

V skalnih hribinah* in ob njihovih razpokah nastajajo skalni ali kamniti plazovi, pri nas še pogosteje pravi skalni podori (glej o tem že v Ujmi 1, str. 50, opis skalnega plazov in podora Dobrača l. 1348). O njihovih vzrokih in nastanku bo več v nadaljevanju.

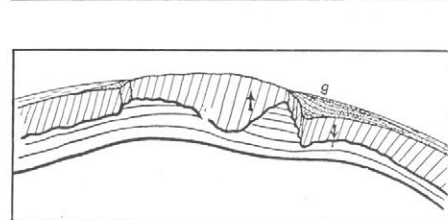
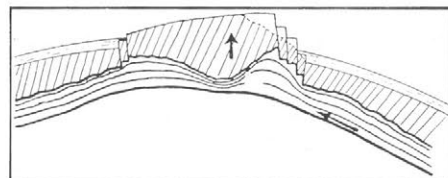
Bolj pogosti kot skalni so zemeljski plazovi, kjer poleg sipkih peščenih gramoznih** plasti prevladujejo meljne*** glinaste zemljine in preperine skrilastih ali laporastih plasti. Zemljine jih imenujemo zato, ker so obenem dobra osnova za nastajanje rodovitne zemlje ali prsti.

Za nastanek vseh plazov so značilni notranji (endogeni) in zunanji (eksogeni) vzroki. Ker je zemlja »živ« planet, se oba

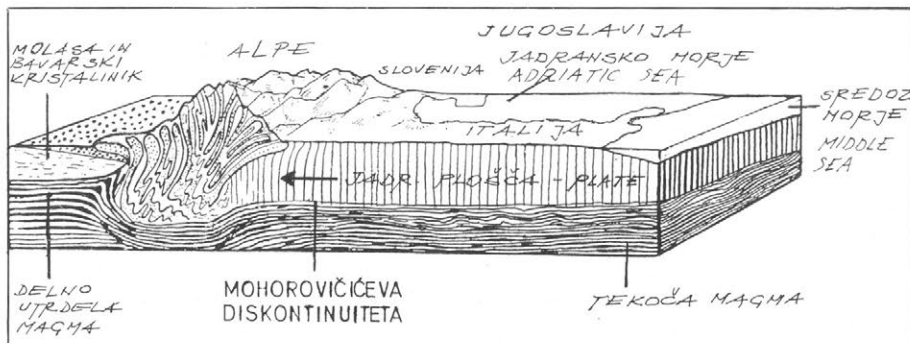
Slika 1. Skice dinamike zemlje.



Po geosinklinalni teoriji (npr. v srednjem triasu).



Po izostazijski teoriji (npr. v ledeni dobi).



Po teoriji plošč (terciar).

* Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Dimičeva 12, Ljubljana.

64 osnovna vzroka navadno med seboj povezujeta, dodamo pa lahko še izvenzemeljske, vesoljske (kozmične) vzroke. Ti razen na kratkotrajne hidrometeorološke letne spremembe zemlje vplivajo še na spremembo ekliptike, na nihanje lege zemeljske osi in na premikanje zemeljskih polov. V zvezi z vsem tem naj bi bila tudi ledena doba (Milankovičeva teorija).

Od pretežno endogenih vzrokov je vsakor najpomembnejši premikanje plošč (po Wegenerjevi teoriji, kar so zadnja leta dokazovali tudi s satelitskimi posnetki (8, str. 18). Tako so na primer v zadnjih 30 letih z njimi in tudi z globokimi vrtnami potrdili, da se jadranska mikroplošča kot klin severnoafriško-arabske plošče pomika proti SSZ (8, str. 19) za 2 do 3 cm na leto. Pri tem so se v globoki geosinklinali morja Tetis odložene plasti začele dvigati v današnje Alpe (sl. 1 A) in se stiskati, gubati in narivati na okolico zaradi odpora starejših globljih gorstev na severozahodu in evrazijske plošče na severovzhodu (sl. 1 C).

Ob tem je nazadnje prihajalo na jugu Alp do vedno večjih napetosti, ki se sproščajo danes npr. v dviganju Julijskih Alp (do 8 mm na leto) in Karavank (do 6 mm na leto) oziroma v občasnih potresih od Padske nižine, Furlanije, Beljaka do Maribora in Zagreba. Trdne hribine, skale pri tem pokajo, se drobijo in narivajo, mehke hribine (skrilavci, laporji) pa se gosto gubajo, stiskajo in razkrajajo v glinasto plazljivo gsmoto. Masa ozemlja današnje Slovenije se je samo od Idrije do Kranja v zadnjih nekaj deset milijonih letih po širini zožila za okrog 100 km, kar je mogoče dokazati v narivni zgradbi idrijskega rudišča.

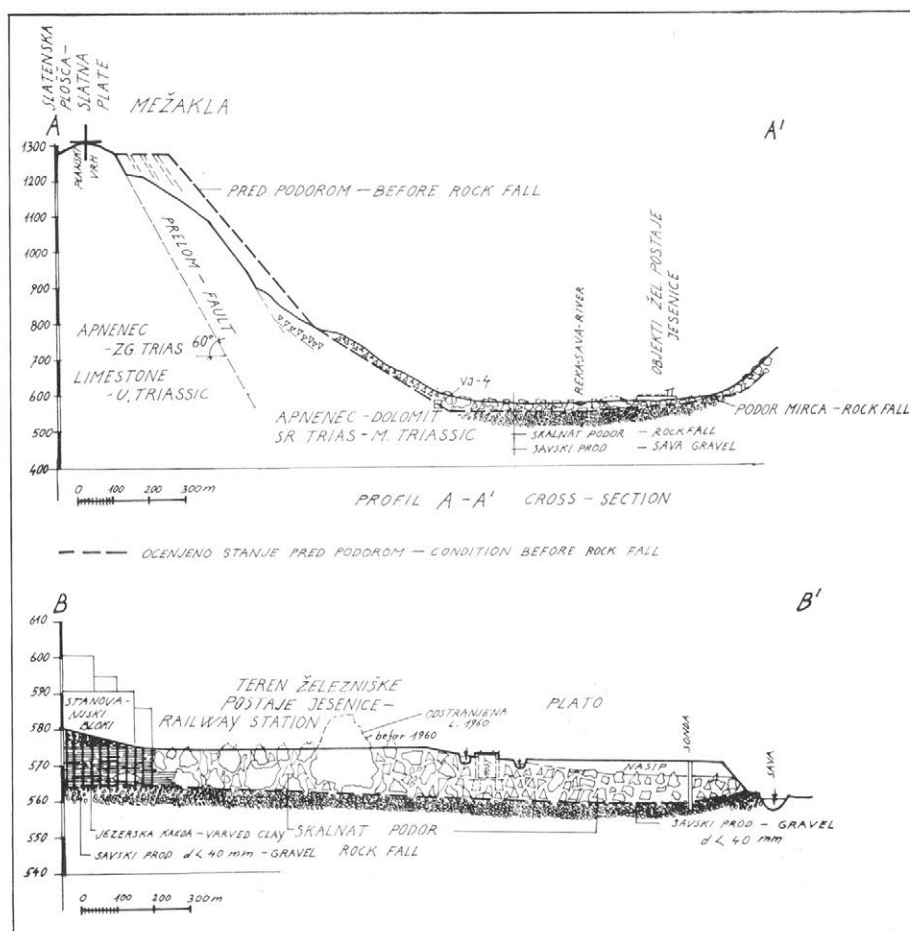
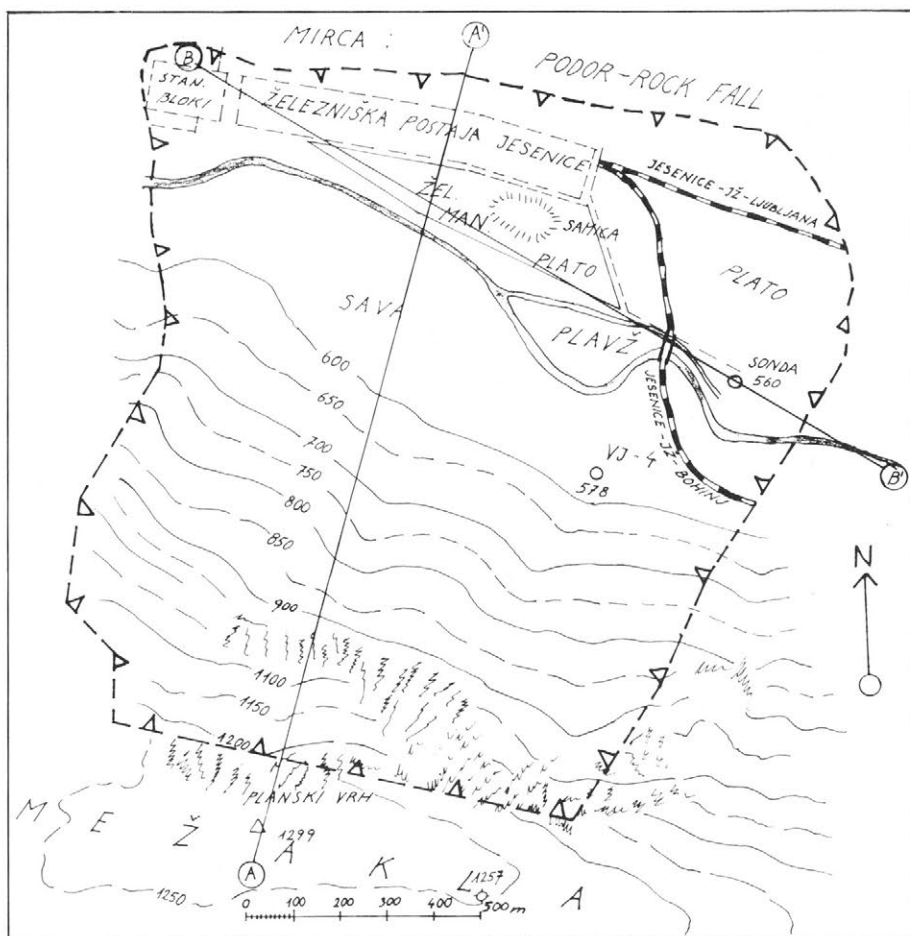
V vsem tem času so bili tudi sunkoviti premiki, ki jih danes predstavljajo potresi in ki so jih naše kronike od februarja 792. leta do 30. 12. 1981 zapisale že 3055. (7). Pri tem je bilo največ potresne energije sproščene v ožji ljubljanski kotlini med Vodicami in Igom (nad 9 MJ), v zgornjem porečju Idrije (8 do 9 MJ), med Krškimi in Brežicami ter v zgornjem porečju Voglajne (vsaka 6 do 7 MJ).

Največje površinske intenzitete so imeli poleg potresa v Idriji še potresi v Dobraču in na območju Krškega in Brežic, in sicer od 9. do 10. stopnje po MSK, manjše, od 7,5 do 8,9 stopnje po MSK, pa največ v ljubljanski kotlini (6), nato na območju Krško—Brežice—Novo mesto (7), v dolini Mirne (8), Šmartnem v Tuhinjski dolini (3) in v Cerknici (3). Številni drugi potresi so bili manjše jakosti. Magnituda po Richterju je bila največja pri Idriji (6,5 do 7,4), sledijo Dobrač, Ježica, Brnik, Kamnik, Cerknica, Brežice, Krško in Podčetrtek (vsak 5,0 do 6,4). (Glej o tem še v Ujmi 1, str. 55—57, Lapajne.)

Skalni podori in skalni zemeljski plazovi

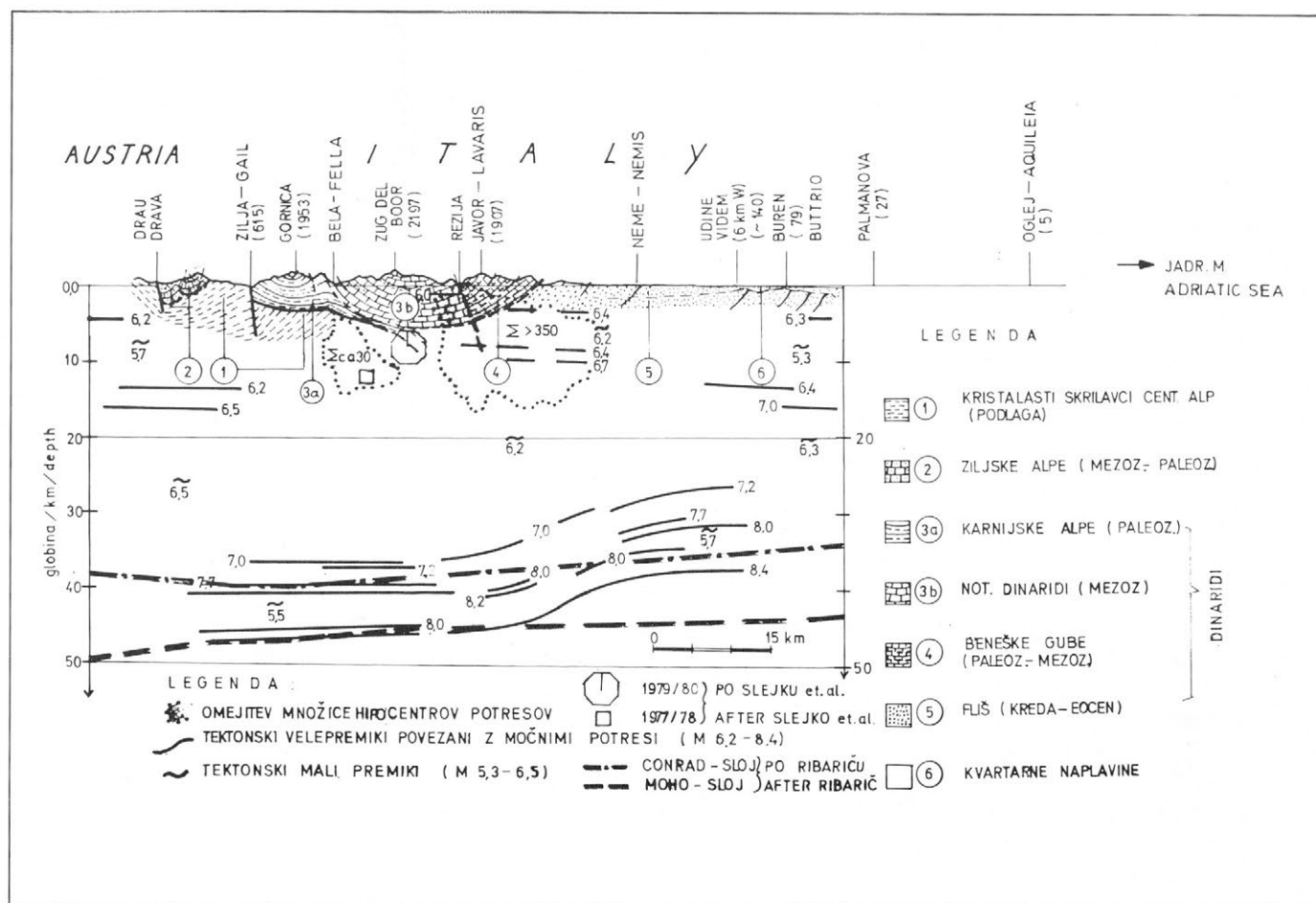
Vidno jih pri nas ugotavljamo že v predzadnji geološki dobi, pleistocenu ali ledeni dobi, ki jo predstavlja obdobje od pred 1 milijon do pred 10 000 leti.

* Hribina je splošen izraz za kakršenkoli bolj ali manj trden del zemeljske skorje.



Slika 2a., b., c. — Situacija kamnitega podora Jesenice s profili A—A' in B—B'

** Gramoz je tu mišljen kot tehnični izraz za vse vrste kamnitih zrn premera nad 2 mm (grušc, prod, drobir).
*** Melj so zrna premera velikosti od 2 do 60 mikrometra.



Slika 3. Geološko-geofizikalni profil Drava—Palmanova (Dopolnjeno po D. Slejko et. al. in Ribariču)

Pleistocenski podori

Ob umiku ledenikov so se ob koncu ledenice dobe, ko so se Julijske Alpe osvobodile mase ledu, grebeni močno dvignili in verjetno sprožili velik skalni podor z Mežakle na območje Jesenic (sl. 2 A, B, C). Nastal je točno ob robu Slatenske (Zlatenske) (9) plošče severno od Planskega vrha (1299 m). Tu je lepo viden strm gladek prelom (60°), pod katerim je apnenec spremenjen v marmor, prav tako je viden na vrhu okoli 1000 m širok odlom, ki se na

Zaradi ledenikov v Alpah in posebno po njihovem umiku so se ta območja štirikrat opazno dvigala v savskem, soškem in savinjskem področju, pri tem pa so se sprožili številni skalni podori.

V zgornjem delu Savinjske doline je segal ledenik le do Robanovega kota, zato izostaja (izravna)lva dviganja, glej sl. 1 B) zaradi umika mase ledu tu ni bila tako velika. Tudi večjih podorov tu ni opaziti.

Ob Kamniški Bistrici ledenik ni segal naprej od Stahovice, ob Kokri pa do Sp. Jezerskega. Kot potrjuje ime, je tu nastalo za čelnimi morenami manjše jezero. Manjše morene so bile v stranski dolini Kokre pri Suhadolniku.

Podobno je bilo v dolini Tržiške Bistrice in v drugih manjših dolinah Karavank, kjer ni opaziti večjih podorov oziroma so manjši delno skriti pod pobočnim gruščem.

Po morenah ledenik Dolinske Save ni bil zelo dolg, saj so ga napajale le tri manjše doline (Tamar, Pišnica in Vrta). Segal je dalj časa le do Blejske Dobrave.

plastnici 800 m razširi na 1450 m širine. Tu je ponovno večja bolj gladka ploskev, verjetno manj izrazita razpoka ali drsa, po kateri je okrog 10 milijonov m³ apnenca in dolomita zdrselo v dolino Save in jo zasulo do 20 m visoko. Posamezni bloki premera in višine več deset metrov so še l. 1950 štrleli iz mase v dolžini južno od železniške postaje. Vrtanja za novo postajo l. 1951 in 1952 so pokazala povprečno 15 m debel podor, pod njim prod in bolj zahodno posamezne predele jezerske krede, ki je nastajala v zajezeni dolini. Pri temeljenju novih blokov zahodno od postaje je bila te jezerska kreda že povezana, le posamezne samice apnenca so jo porredko prekinjale. Segala je nad 10 m globoko.

Ob vznožju Karavank je bil prav tako nasproti postaje manjši skalni podor čistega dolomita — viden je še danes — pod njim pa smo ugotovili še 13 m pobočnega grušča in nato spodnjetriadne (werfenske) rdečkaste skrilavce.

Na območju železarne vzhodno od železniškega mostu čez Savo smo pri pregledu 12 m globokega jaska ugotovili pod umetnim nasipom (ok. 4 m) tudi podor do globine ok. 10 m, pod njim pa srednje zrnat savski prod, ki je bil lepo zaobljen.

Pod Mežaklo smo na najnižjem mestu za nov viadukt avtoceste našli še 12,65 m podora in nato trdno skalo apnenca.

V bližini, proti zahodu, je po oceni podornega grušča 30 do 40 m. Tako lahko sklepamo, da je povprečno v širini 800 m in dolžini 1300 ok. 15 m podornega skalovja, kar znese skupaj 15 600 000 m³ ali okro-

glo 15 milijonov m³ podora oziroma ok. 10 milijonov m³ skalnega raščenege masiva. Podoben, vendar manjši podor smo našli tudi v dolini Radovne zahodno od Sp. Radovne na ovinku doline. V zaledju je sicer tudi jezerska kreda, ki pa ni nujno vezana na ta podor, ker so v bližini čelne morene.

Prav tako smo ugotovili manjši podor na levem bregu Save pri Obrnrah. Za njim je nastalo manjše jezero, ki sicer tudi vsebuje jezersko kreda, vendar ni plastovita, barvna, vsebuje pa organske snovi in na vrhu savski prod. Sklepamo, da je podor nastal za umikom ledenika. Zaradi pojava te krede za veliko samico je bilo potrebno most čez Savo podaljšati za eno polje. Pod to kreda (8 m) je namreč droben savski prod, pod njim, že pod gladino današnje Save, pa je še le prava ledeniška jezerska kreda, skozi katero je bilo potrebno temeljiti dolinske obrežne pilote kot stebre mostu.

Večji podor v pleistocenu je bil tudi v dolini Soče vzhodno od vasi Serpenica (4). Tu so v hribu Kuntra (530 m) morene pomešane s podorom, ki je nastal po vsej verjetnosti ob prelomu pod Polovnikom. Za njim je nastalo globoko in dolgo jezero, ki je segalo skoraj do Bovca. V njem se je odlagala barvna jezerska kreda, ki jo že dolgo izkoriščajo in predelujejo za industrijo. Starost krede in podora je bilo mogoče ugotoviti z ostankom lesa, ki je pokazal 21 000 (± 6) let.

66 **Holocenski podori**

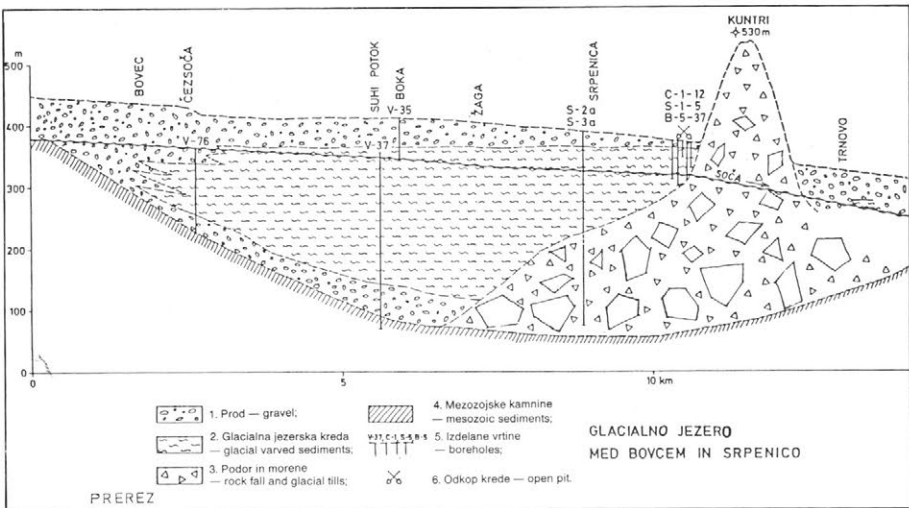
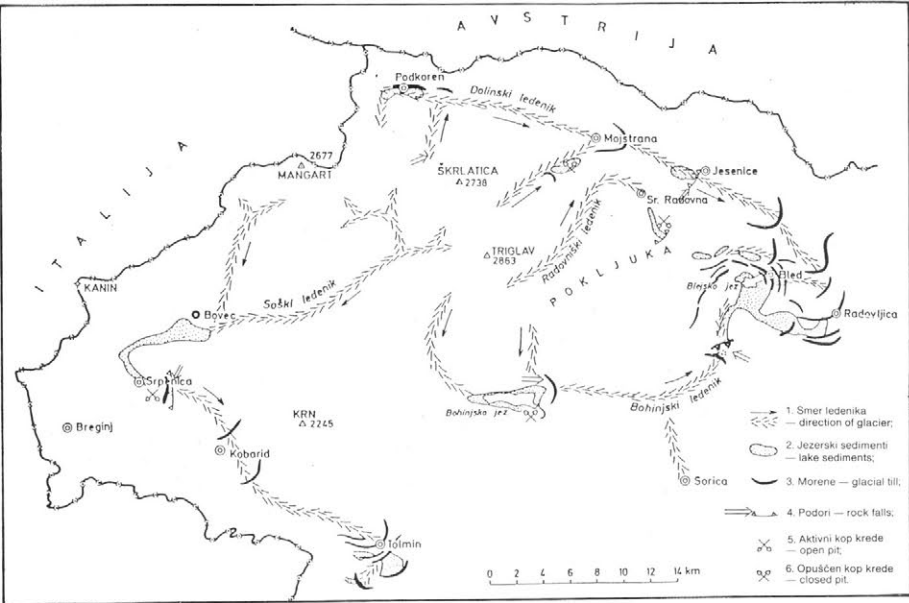
Nad vasjo Studor v Bohinju, pod istoimenskim hribom zahodno od Srednje vasi v Bohinju, je že daleč vidna gladka stena v smeri sever—jug, v podaljšku struge Mostnice. Tu se je po pripovedovanju domačinov pred več sto leti podrl del hriba in zasul staro vas z gruščem in s samicami v širini in dolžini po ok. 200 m in v debelini po oceni do 30 m; skupaj torej ok. 1 milijon m³ grušča ali ok. 750 000 m³ raščene skale.

Nastal je na robu Slatenske plošče (9), ki je tu na Blatah narinjena na jurske sklade. Razpoke v smeri sever—jug so zelo značilne za območje celotnega Bohinjskega jezra in bližnje okolico, to je bil verjetno glavni vzrok podora ob nekem bližnjem potresu. Tudi l. 1976 se je ob njem splazil del južne obale v dolžini ok. 50 m in širini ok. 10 m s smrekami vred v jezero. Celo na visokem železniškem nasipu pri Bohinjski Bistrici na levem bregu Save v dolžini 500 m je nastala razpoka, pa tudi oporniki mostu so razpokali. (Več o tem pri zemeljskih plazovih.)

Naslednji primer je zaradi katastrofalnih posledic in izpostavljene lege na stičišču dveh križajočih se starih evropskih cestnih povezav znan v vsej strokovni literaturi. To je podor Dobrača, 25. januarja 1348 (glej Ujma 1, str. 55—57), katerega usodne posledice so bile za celotni zahodni koroški prostor in tamkaj živeči slovenski življenj nenadomestljive.

Po najnovejši literaturi, ki je bila zbrana in predstavljena na mednarodnem posvetovanju inženirskih geologov v Bariju (10), so italijanski geologi in geofizični-seizmologi na osnovi večletnih študij in analiz, zlasti po furlanskih potresih 6. maja in 15. septembra 1976 ugotovili (sl. 4), da se jadranska plošča premika v več horizontalnih vodoravnih delno 13 do 16 km globoko, z upogitvijo zlasti pod hribom Sant Simeone pa do Conradove (po Ribariču (8) in Mohorovičičeve diskontinuitete v globinah od 26 do 36,5 km oziroma od 37,5 do 47,5 km globoko nekje do zilijskega preloma (8). Tu je severni del glavnega preloma periadriatskega šiva od severne Italije prek Avstrije do vzhodne Slovenije, ki ga je nakazal že Kossmat l. 1913 (5) na osnovi zelo kvalitetnega geološkega Tellerjevega kartiranja (od l. 1877—1910) z obsežno razpravo (11) (1910) o karavanskem predoru (7976 m); na koncu (str. 108) omenja, da iste sile, ki so nagubale permokarbonske plasti, pritiskajo v smeri SSE proti NNW tudi v osrednjem delu Karavank (na avstrijski strani). Znani teoretik in praktik za predore Rabcewicz, ki je pomagal graditi predore po celem svetu, na osnovi svojih izkušenj trdi, da še ni videl predora, podobnega karavanskemu, kjer je prihajalo med gradnjo v obdobju 1902—1906 do pravih tektonskih pritiskov (osebno sporočilo, Ljubelj 1963).

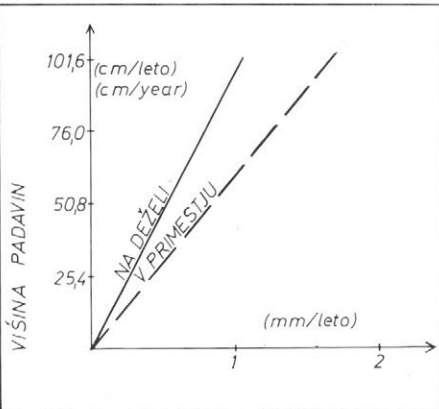
Pri kartiranju je že Teller ugotovil (str. 8—9), da je »zilijski« prelom, oziroma periadriatski šiv po Kossmatu, vezan na tonalito magmo na meji severnih in južnih Karavank. Ta tonalit se pojavlja od severne Italije (Passo di Tonale) do Soštanja v Sloveniji in je nastal verjetno v spodnjem miocenu (to je sedanji zgornji oligocen), ko so bila najburnejša nastajanja Alp. Fa-



Slika 4. Situacija ledenikov SZ Slovenije (Soča, Sava)

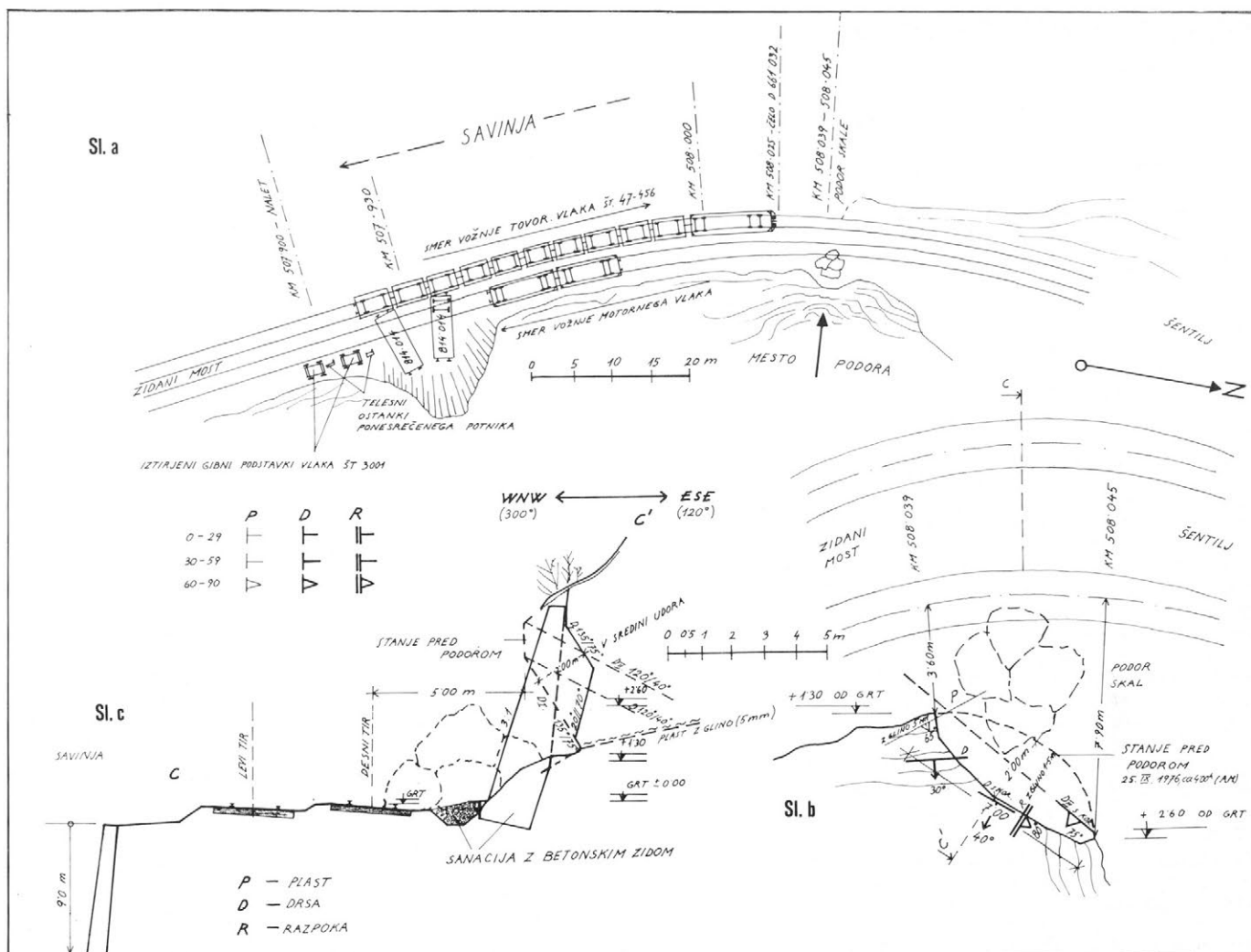
po vzrokih nastanka podobni, le da se jim ninger (9) je ugotovil, da je njegova starost okrog 29 (± 6) milijonov let. Po drugi svetovni vojni je pomen periadriatskega šiva oziroma zilijskega preloma in jadranske mikroplošče prvi spoznal Bemmelen (1), ki je s Kossmatom najbolj zaslužen za pravilno razlago zgradbe vzhodnih Alp (5). Vsi zgornji podatki nakazujejo in potrjujejo dejstvo, da je vpliv jadranske plošče na nastanek prelomov in s tem tudi vseh razpok in narivov, ki se aktivirajo bodisi ob eksogenem preperevanju in endogenih premikih, še danes odločujoča sila, ki jo je treba upoštevati ob vseh znanih aktivnih prelomih, ki so vezani zlasti na zilijski, savski in idrijski glavni prelom. Čeprav so žarišča, hipocentri teh pojavov delno oddaljeni od pretežnega dela slovenskega ozemlja, segajo njihove posledice zaradi stiskanja in gubanja tega ozemlja do Posotolja, Maribora, Vitanja, Dravograda in od tu dalje proti zahodu do Beneške Slovenije in Italije. Izvzeta je praktično le severovzhodna Slovenija in »kraška platforma« jugozahodno od črte Gorica—Ilirska Bistrica ter Istra, preostali del pa se je v novem geološkem veku stisnil za okrog 100 km.

Medtem ko sem nekaj skalnih podorov že opisal (3), naj omenim še nekatere, ki so

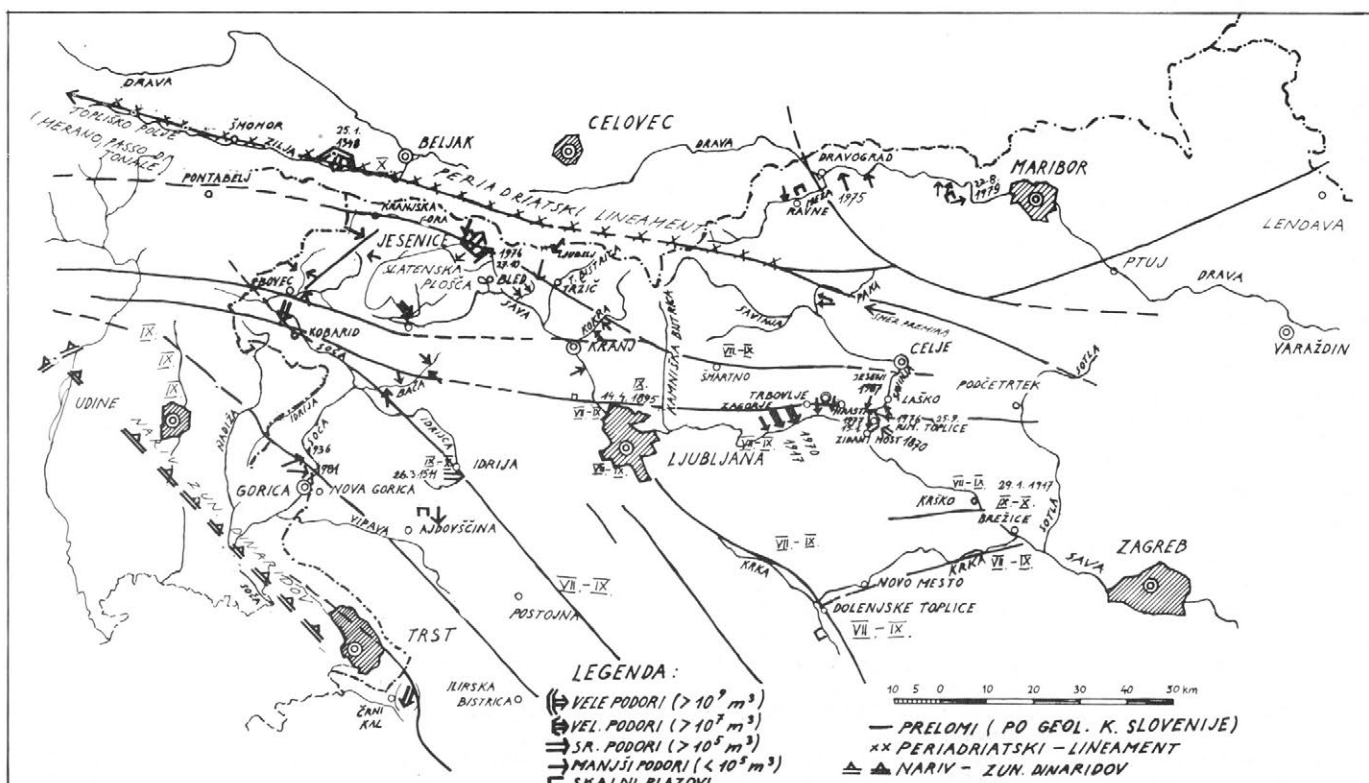


Slika 5. Tanjšanje apnenca (marmorja) v okolju (po Winklerju, 1975)

lahko doda še »civilizacijsko-industrijski« pospešek preperevanja (sl. 5). V soški dolini je l. 1936 zgrmel na železniško progo pri 84,7 km med postajama Plave in Solkan prvi večji podor, na katerega je naletel tovorni vlak pri vožnji navzgor. Uničena je bila lokomotiva in več vagonov. Če bi bilo to v desnem ovinku, bi šel cel vlak v dolino Soče. Po drugi svetovni vojni, zlasti po furlanskih potresih



Slika 6. Makro (a) in mikrosituacija (b) s profilom skalnega podora na progi pri Rimskih Toplicah. Sanacija z betonskim podpornim zidom.



Slika 7. Pregledna karta prelomov znanih skalnih podorov in plazov v Sloveniji z vrisanimi glavnimi prelomi in močnejšimi potresnimi epicentri (po MSK) v Sloveniji in v sosedstvu (Dobrača — 2166 m in Furlanija).



Slika 8. Zavarovanje previsne razpokane skalne stene z betonskim obložnim zidom in s trajnimi skalnimi sidri, 100 m nad železniško postajo Dravograd (Foto V. Štručl, nov. 1985)

1976, so podobni in manjši podori skalovja v bližini vedno pogostejši. V neposredni bližini sta tovarna apna in cementarna, ki sta v zadnjih letih na srečo prešli na kurjenje z zemeljskim plinom.

Podobno je v baški grapi med Mostom na Soči in Podbrdom. Zelo kritično pa je stanje pod narivom »slatenske« plošče na Mežaklji, kjer je na skalni podor oktobra 1976 naletel potniški vlak. Razrahljane skale ob vzhodnem podaljšku omejenega nariva še naprej ogrožajo progo Jesenice—Gorica in stanovanjsko naselje ob Savi južno od železarnice, zlasti pa novo avtocesto. Tudi tukaj močno onesnažene padavine iz zahodne Evrope in z Jesenic pospešujejo preperevanje karbonatnih kamnin in uničevanje gozdne vegetacije. Skalni podori ob progi Sava pri Litiji—Hrastnik so zlasti pri Zagorju. Že l. 1917 je zaradi tega vlak ranjencev zgrmel v Savo, po vojni pa so vlaki še večkrat iztirili ali pa so podobne nesreče, tudi brzovlakov, le slučajno preprečili (3).

Tudi na odseku železniške proge Zidani most—Rimske Toplice, kjer so zaradi bočnih pritiskov jadranske plošče močno razpokali dolomiti in apnenci v alpskih in dinarskih smereh, se podori pogosto pojavljajo. Kritičen je bil 25. septembra 1976. leta, torej 10 dni po zadnjem večjem furlanskem potresu. Povzročil je, da se je

močno tektonsko razpokana večja skala dolomita prevrnila na bližnje tire, pod katerimi je še 9 m visok podporni zid ob Savinji. V podor je naletel kmalu zatem potniški osebni vlak in za njim še tovorni vlak (sl. 6 A, 6 B, 6 C). Le zaradi prisebnosti strojevodje potniškega vlaka, ki je pravočasno odprl vrata, da so se potniki umaknili na bližnji travnik, se tovorni vlak ni zaletel v polne vagone. Še hujši primer pa je bil že kmalu po odprtju proge, okrog l. 1870, ko je v vasi Briše oziroma Obrežje pri Zidanem mostu zgrmel na pobočje velik skalni podor in sprožil zraven še zemeljski plaz, ki je zgrmel na progo in v reko Savinjo ter jo zaježil (glej karto, sl. 7). Skalni podori ogrožajo isto progo še pri km 507, 2/3 in 505,5. Žal pa se pojavljajo vedno novi kritični primeri ob razganjanju korenin in zmrzovanju vode v razpokah.

Leta 1977 smo si ogledali kritične odseke tudi na progi Maribor—Holmec, kjer prevladujejo metamorfne kamnine, zlasti amfiboliti, diaforiti in blestniki. Vedno bolj pogosto prihaja do rušenja skal na primer med km 15/15,8 (Ruše—Fala), km 19/19,3, km 207/20,9, km 21,2, km 23/23,2 (Fala—Rute — lesna industrija), med km 27,3/27,6 in 30,5/30,7 pri kraju Ožbalt. Razpadajo pa tudi paleozojski permski konglomerati na km 45,4/5 (Vuhred—Vuzenica) in pleistocenski konglo-

merati na km 53,8 pri Vuzenici. Leta 1975 je prišlo na vzhodnem delu postaje Dravograd ponoči do večjega podora (okrog 100 m³) v amfibolitih (km 62,8/9), ki je zaprl progo. Žrtv na srečo ni bilo. Manjše samice diaforitov pa stalno ogrožajo tudi progo Dravograd—Ravne na km 67,3/5, 67,9/68, 68,5, 70,2/3 in 70,4/5.

Tudi odsek danes industrijske proge od Šmartnega ob Paki do Šoštanja ima več kritičnih mest podorov ob tektonsko razpokanih andezitskih tufih.

Podobni primeri podorov se pojavljajo tudi ob številnih cestah. Zadnji letos (oktober 1987) je bil na odseku Hrastnik—Šmarjeta, kjer je apnenčasta skala zaprla cesto in potok. Ko je letela iz višine okrog 500 m, je uničila okrog 30 m širok pas več sto let starega drevja, razrušila vodno zajetje na pobočju in zaprla cesto tik preden je pripeljal redni avtobus na relaciji Hrastnik—Laško. Veliko skalno samico (60 m³) so morali razstreliti, cesto in strugo pa očistiti.

Posebno so znani primeri podorov, pretežno v apnenčevih kamninah, ob cesti čez Vršič do Trente in delno do Gorice, čez Ljubelj in ob cesti na Jezersko, kjer poleg apnencev prevladujejo porfirne kamnine. Na glavni cesti na Potokih pred in na Hrušici za Jesenicami večkrat prile-tijo na cesto velike skalne samice. Znani

so primeri l. 1947 in 1987. Podorom je zelo izpostavljena zasavska cesta med Renkami in Zidanim mostom, pa tudi hitra cesta Ljubljana—Zagreb na odseku čez Spodnjo Brezovo. Tudi na cesti Dolenjske Toplice—Semič se je po gradnji nove asfaltirane ceste odtrgal večji zemeljski skalni plaz po neugodno ležeči slojnic, ki je bila pokrita z glino.

Omeniti moramo tudi podore konglomeratnih previsnih sten v dolini Kokre skozi Kranj in Peračice med Mošnjami pri Radovljici in Otočami, kjer ogrožajo objekte zgoraj (Kranj) ali hiše na pobočju spodaj (dva primera v Peračici). V vseh takih primerih se ljudje navadno obračajo na občinske skupnosti, da jih zaščitijo.

Kdaj in kako se lahko zavarujemo pred skalnimi podori

Pred tako velikimi skalnimi podori, kakršni so bili ob koncu ledene dobe na severnem pobočju Mežaklje na Jesenicah ali zgodovinski tisočkrat večji potresni podor l. 1348 v Ziljski dolini pod južno steno Dobrača, (2166 m) se vsekakor ne bi mogli zaščititi, ker sta bila oba tako velika izredna dogodka, da jih najbrž tudi z današnjimi modernimi metodami ne bi mogli predvideti.

Trije potresi l. 1976 z žariščem pri Huminu (Gemona) in z magnitudo po Richtertu 6,1 do 6,6 (7) imajo le delno podobnost z največjim potresom na Slovenskem 26. 3. 1511 med Idrijo in Cerknim, saj je bilo tedaj na Kranjskem mrtvih (po oceni Ribariča, Zemlja se je stresla, Ljubljana 1964, nekaj deset tisoč ljudi. Potres je nastal ob globokom idrijskem prelomu, ob katerem je plaz zasul tudi reko Idrijo. Podobno število mrtvih je bilo tudi v potresu v Beljaku oziroma pri podoru Dobrača. Ljudje se v velikih objektih, cerkvah, gradovih in šolah zaradi rušilnega učinka (potres 9. do 10. stopnje po MSK) niso mogli rešiti. Vaščani 17 ziljskih vasi, ki jih je skoraj istočasno na dolžini okrog 8 km pokrila do 30 m debela gmota skalovja izpod Dobrača, se prav tako niso mogli rešiti. Jezero, ki je za to gmoto začelo nastajati, pa je le počasi naraščalo in prebivalci zahodno od podora so se verjetno z živino vred lahko rešili. Ni nam znano, če so se izbruhi črne termalne vode in toplih izvirov v Beljaku pred potresom povečali; to je danes eden od možnih znakov za napoved izrednega dogodka.

Tudi podobnemu podoru v okolici Idrije l. 1511 se ljudje verjetno niso mogli izogniti, kakor tudi ne podoru v vasi Studor v Zgornji Bohinjski dolini. Tu potekajo prelomi prek jezerske kotanje Bohinjskega jezera, podobno tudi za Studorjem, nad katerim pa je še nariv že omenjene »slatenske plošče«, ki sega od Mežaklje do sem.

Ker je bil veliki jeseniški podor na severnem pobočju Mežaklje v bližini savskega preloma, je bil po oceni nenaden in se mu ljudje ne bi mogli izogniti. Nadaljevanje tega podora proti vzhodu, kar se je delno

zgodilo oktobra 1976 pa je nakazalo, da bi se veliko večji preostali del gmote v dimenzijah okrog 20 000 m³ ob naslednjem večjem potresu in nadaljevanju intenzivnega preperevanja lahko zgodil nenadno. Ogrožena bi bila železniška proga Jesenice—Nova Gorica, cesta Jesenice—Blejska Dobrava, ulica ob desnem bregu Save južno od železarn s številnimi hišami, reka Sava, pa tudi predvidena nova avtocesta Jesenice—Ljubljana. Zato je potreba že zdaj poskrbeti za preventivno zaščito; železniško gospodarstvo, občina Jesenice, oddelek za urbanizem in projektant ceste so o tem že obveščeni. Čimprej bi bilo treba namestiti opazovalne signalne naprave in izvesti druga sodobna opazovanja. Najtežje bi bilo rešiti stanovanje več hiš, zlasti če bi se to zgodilo ponoči ali v snegu. Zato je treba ponovno opozoriti vse odgovorne na možne tragične posledice in poskusiti razpokane skale zasidrati.

Reševanje zaradi samic in podorov ogrožene železniške proge Zidan most—Sava je potekalo delno že od l. 1917 dalje. Podbetonirali so nevarne vidne razpoke skalne previse, vendar so se po izgradnji več novih peči v cementarni in zaradi novih termocentral na ekološko zelo slab premog v Trbovljah razmere bistveno poslabšale. Že pri lokacijski razpravi za termoelektrarno Trbovlje II je bilo jasno povedano opozorilo, da bo stabilnost pobočij zaradi večjega uničevanja vegetacije s škodljivimi plini in drugimi snovmi vedno bolj ogrožena. To se je zelo očitno pokazalo že po nekaj letih obratovanja, zato je bilo treba kljub oklevanju napraviti kot izhod v sili 360 m visok dimnik. Veliko pametneje bi bilo, vsaj za cementarno in lokalni toplarni v Trbovljah in Hrastniku, kuriti z zemeljskim plinom, saj imata Trbovlje in Hrastnik pozimi in v letnem povprečju najbolj onesnažen zrak v Sloveniji. S tem bi namreč preprečili tudi nastajanje minerala etringita (imenovan tudi cementni bacil), ki s svojo kristalizacijsko silo ruši skale.

Železničarji so morali še do pred 5 leti spomladi in jeseni na visokih pobočjih od Save do Hrastnika redno pregledovati vsa sumljiva mesta, kjer bi se lahko sprožile skale samice oziroma podori razpokanih apnencev in dolomitov. Podbetonirali, odstrelili ali označili so številna kritična mesta, pred 10 leti pa so začeli, po francoski metodi in dobrih izkušnjah na njihovih progah, modernizirati in napeljevati zaščitno električno ograjo. Ta ob udarcu vsakega večjega kamna takoj sproži alarm in stopni signal na železniški progi. Sistem povsem dobro deluje, četudi včasih nevarnost ni bila kritična. Podoben sistem priporočamo tudi na soški in dravski progi, prav tako pa na zelo ogroženih cestnih odsekih Jesenice—Podkočna—Blejska Dobrava in seveda tudi na kritičnih mestih železniške proge Jesenice—Gorica.

Kjer promet ni tako velik in kritičen, se zaenkrat še splača osebna kontrola, razstrelitev posameznih kritičnih samic, podbetoniranje ali zasidrane večjih razpokanih brežin. To smo že izvedli v zelo težkih razmerah zahodno od železniške postaje Dravograd (1985), Ravne (1975) in Prevalje (1980) s trajnimi injekcijskimi sidri z napetostjo do več MPa.

Vsekakor pa je za preprečitev nastajanja

žvepla, ki z apnom, malto, cementom in raztopljenim apnencem omogoča nastajanje zelo ekspanzivnega etringita ($3 \text{ do } 6 \text{ Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SO}_3 \cdot 12 \text{ (ali 31 ali 33 H}_2\text{O)}$), treba še preostale tovarne v Laškem, Zidanem mostu, Velenju, Kranju in drugod čimprej priključiti na zemeljski plin, ker je to najcenejša rešitev za izboljšanje stanja.

Pri tem je treba razvijati sodobne opozorilne in varovalne metode povsod, kjer to geološke razmere zahtevajo in kjer je večja varnost nujno potrebna.

1. Bemmelen, van R. W., 1970. Tektonische Probleme der östlichen Südalpen. Geologija, 13. knjiga, Ljubljana, 133—158.
2. Faninger, E., 1976. Karavanški tonalit. Geologija, Razprave in poročila, 19. knjiga, Ljubljana, str. 153—210.
3. Grimšičar, A., 1983. Zemeljski plazovi v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost, GI AM ZRC SAZU, Ljubljana, str. 59—74.
4. Iskra, M., A. Grimšičar, 1977. Nahajališča glacialne jezerske krede v Sloveniji. Zbornik radov prvog jugoslovanskega simpozija o prirodnim karbonatnim punilima u građevinarstvu i industriji, Arandelovac, 27/28. X. 1977, Beograd, str. 103—107.
5. Kossmat, F., 1913. Die adriatische Umrundung der alpinen Faltenregion. Mitteilungen der Geol. Ges. in Wien, str. 61—165.
6. Kossmat, F., 1924. Geologie der Zentralen Balkanhalbinsel, Leipzig.
7. Ribarič, V., 1982. Seizmičnost Slovenije. Katalog potresov 792 do 1981. Ljubljana, str. 1—649.
8. Ribarič, V., 1983. Potresna nevarnost v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost, GI AM ZRC SAZU, Ljubljana, str. 133—158.
9. Seidl, F., 1929. Zlatenska plošča v osrednjih Julijskih Alpah. Glasnik muzejskega društva za Slovenijo — Bulletin de l'Association du musée de Slovenie, letnik — Annee X. Posebni odtis — Extrait, Ljubljana.
10. Slejko, D., F. Carraro et al., 1986. Seismotectonic Model of Northeastern Italy, Approach. Engineering geology problems in seismic areas, Bari, Volume 1, str. 153—165.
11. Teller, F., 1910. Geologie des Karavankentunnels. Denkschrift d. Akademie d. Wiss., Wien, str. 1—108.
12. Winkler, E. M., 1975. Stone: Properties, Durability in Man's Environment. Springer Verlag, 1—230. Wien—New York.

Anton Grimšičar

Landslides in Slovenia, Part 1: History

This paper is the first of three which will deal with landslides in Slovenia, and how to provide protection against them. In this part, rock slips and rock falls in Slovenia are described, as well as when, where and why they have occurred, and what the consequences actually were or might have been. A geological-historical introduction is given, and the relationship between rock falls and the tectonic structure in Slovenia is discussed. The last part of the paper deals with some methods for providing protection against rock falls.