

KLIZIŠTA – MOGUĆNOSTI SMANJENJA ŠTETA

Željko Sokolić

Geotehnički studijo d.o.o

Sažetak

Tijekom proljeća 2013. godine u Zagrebu i okolici te u Hrvatskom Zagorju dogodilo se više od 200 klizišta. Na 16 lokacija Grad Zagreb je u cilju zaštite ljudi i imovine te sprječavanja drugih štetnih posljedica klizanja tla organizirao i financirao provedbu hitnih mjera poboljšanja stanja. Ukupne štete koje su posljedica ovih pojava su vrlo visoke i daleko premašuju planske iznose. Kratko se prikazuju uzroci ovih nestabilnosti te aktivnosti na sprečavanju budućih šteta, među kojima su nastavak istraživanja ovog područja, povjeravanje stručnih poslova u graditeljstvu isključivo osobama odgovarajuće edukacije i iskustva te širenje općih znanja i svijesti o geohazardu i rizicima koje uz sebe vežu klizišta.

Ključne riječi: klizišta, grad Zagreb, štete od klizanja

Abstract

In spring of 2013 in and around Zagreb and in Zagorje there were about 400 landslides. City authorities organized and financed some urgent works on 16 locations where the greatest danger for citizens' safety as well as the great possibility for big damage occurrence were recognized. The cost of damages due to these landslides were very high, much higher than planned. Causes of these instabilities are shown in short, also the activities on landslide mitigation, including further research, employing only professionals of appropriate education and experiences, as well as education on geohazards.

Key words: landslides, City of Zagreb, damages due to landslides

1. PROLJEĆE 2013. GODINE

Tijekom proljeća 2013. godine u Zagrebu i okolici te u Hrvatskom Zagorju dogodilo se više od 200 klizišta. Samo u Zagrebu, od siječnja do travnja predstavnici Gradskog ureda za prostorno uređenje, izgradnju grada, graditeljstvo, komunalne poslove i promet, u okviru redovnih aktivnosti, na poziv građana i Hitne službe za spašavanje (112) obišli su oko 100 lokacija na kojima je došlo do destabilizacije terena. Tome su prethodile ekstremne sniježne i kišne oborine te ekstremne promjene temperatura zraka. Na 16 lokacija poduzete su hitne mjere u cilju zaštite ljudi i imovine te sprječavanja nastanka još većih štetnih posljedica od klizanja tla. Vrijednost ovih radova iznosila je gotovo 10.000.000 kn. Ocjenom uzroka nastanka, mehanizma klizanja i primjenjivih radova sanacije ovih klizišta, a sve na osnovi iskustvenih podataka o troškovima istraživanja i sanacionih radova, dolazi se do zaključka da bi za sanaciju svih ovih klizišta bilo potrebno izdvojiti ne manje od 80.000.000 kn. Ovdje ne ulazi lokacija u ulici Paji u Glavnici Gornjoj na kojoj se procjenjuju troškovi sanacije reda veličine 20.000.000 kn, Ulica Sloge sa 10.000.000 kn i posebni lokalitet Kostanjek za koji se procjenjuje da bi radovi sanacije uključujući i sanaciju oštećenih objekata koštali oko 1.600.000.000 kn. Godišnji planski budžet Grada Zagreba za radove na nestabilnim terenima iznosi oko 23.000.000 kn. Ova sredstva namijenjena su isključivo za sanaciju nestabilnih terena s ciljem zaštite objekata od javnog interesa i ulažu se na osnovnu godišnjih planova. Stvarne štete od klizanja daleko premašuju planske iznose.

2. UZROCI

Stabilnost kosina određena je uglavnom geometrijom, svojstvima tla i stijene – a, posebno su zanimljivi proslojci tla niskih parametara posmične čvrstoće i klizne plohe

umirenih klizišta te opterećenjima i utjecajima podzemne vode – posebno je nepovoljno strujanje kroz padinu u smjeru niz pokos.

Klizišta mogu uzrokovati prije svega potresi, naglo spuštanje razine vode, jake oborine ili drugačije uzrokovano strujanje vode u padini te promjene opterećenja i geometrije, kakvo uzrokuju neodgovarajuće građenje na padinama, neodgovarajući iskop ili neodgovarajuće odlaganje iskopanog materijala.

U većini slučajeva, odlučujući utjecaj imaju loše održavani ili tehnički nekvalitetni, često neispravni sustavi za prihvat i odvodnju oborinskih i otpadnih voda u zoni građevina: analiza uzroka nastanka klizišta u 2013. godini pokazuje da, osim lokalnih geotehničkih uvjeta, aktivnosti nestručnih graditelja ili stanovništva i izuzetno nepovoljni hidrološki uvjeta u 2013., u oko 70% slučajeva su prekorekoračenja granične vrijednosti faktora sigurnosti na destabilizaciju bila povezana s neispravnim sustavom za prihvat i odvodnju voda.

3. GRAD ZAGREB

Grad Zagreb, vezano na ovu problematiku, posljednjih 70 godina kontinuirano ulaže velika novčana sredstva u geotehnička i seizmološka istraživanja na području grada, sve u cilju smanjenja geohazarda.

U velikom dijelu Hrvatske, pojava klizišta prirodna je pojava. U podsljemenskoj urbaniziranoj zoni trajno je prisutna okolnost nestabilnosti i uvjetne stabilnosti padina. U tim dijelovima grada žiteljima je nametnut život s klizištima. Klizišta su, uz potres, u tom području najčešća geohazardna pojava zbog obilježja prirodne osnove. Kao takva, ugrožavaju živote i materijalna dobra. Dio klizišta je rezultat geotehničkih specifičnosti područja, a znatan broj klizišta je izazvan graditeljskom aktivnošću.

Krajem 19. i početkom 20. stoljeća grad se počinje širiti na obronke Medvednice. Najveći doprinos smanjenju postojećeg stupnja stabilnosti nagnutih površina povezan je sa prenamjenom površina. Sijeku se šume, padine se počinju koristiti kao poljoprivredno zemljište, povećava se broj vinograda i voćnjaka, sve je prisutnija izgradnja stambenih objekata i prateće infrastrukture.

Grade se ceste, zatim vodovod, tek nedavno i kanalizacija, koja ni do danas nije izgrađena u svim naseljima gdje je izgrađen vodovod, što uzrokuje često nekontrolirano odlijevanje vode u podzemlju. Odnedavno se intenzivno gradi i plinovod. Općenito se gradi na sve većim dubinama. Paralelno s ovom izgradnjom, za potrebe proizvodnje cementa i opeke te zbog potrebe za kamenim materijalom, izvode se iskopi velikih količina lapora, gline i kamena. Time se u širim zonama oko ovih rudnika povećava hazard klizanja. Na lokaciji Kostanjek i padinama iznad ciglane znatno se smanjuje stupanj prirodne stabilnosti padina. Uz ove aktivnosti, stalni geodinamički procesi, najviše vezani za eroziju korita potoka (Črnomerec, Kustošak, Jezerčica, Jelenovac, i niz drugih), smanjuju stupanj stabilnosti izgrađenih padina koje se spuštaju prema njima. Opasnost od klizanja se stalno povećava. Udio utjecaja čovjeka postaje dominantan u odnosu na prirodne preduvjete i čimbenike.

Grad Zagreb se sredinom prošlog stoljeća suočava s pojavom sve većeg broja klizišta, a time i šteta na građevinama. Za objekte koji se planiraju graditi sjeverno od Ilice, donosi se uredba da se uz projektnu dokumentaciju priloži i tzv. geomehanički “atešt”. Tom odlukom Grad jače uključuje struku u zaštitu od klizišta i s njom dijeli odgovornost za nastale štete od klizanja. Suočeni s ozbiljnošću problema, predstavnici stručnih službi Grada intenziviraju suradnju s geotehničarima i seizmolozima(1).

Godine 1965. počinje provedba kvalitetnih istraživanja. Izrađena je “Preliminarna karta seizmičke mikrorajonizacije Zagreba”(2). Slijedi izrada dokumenta “Litološka obrada i kategorizacija terena prema stabilnosti tla obronaka Medvednice na području Grada Zagreba”(3). zatim dopuna ovog dokumenta koja sadrži i geotehničke podatke i kategorizaciju po stabilnosti terena za područja općina Zaprešić, Novi Zagreb, Velika Gorica i Sesvete. Slijedi izrada studije „Seizmička mikrorajonizacija Grada Zagreba (14 općina)“ (4). Godine 2000. završen je “Projekt kompleksnih geotehničkih i seizmičkih istraživanja za potrebe planiranja i građenja na području Grada Zagreba”(5), zatim “Razvoj geotehničke podloge Grada Zagreba“ (6) u okviru kojeg je izrađen i pilot projekt izrade baze podataka uporabom GIS – tehnologije.

Godine 2001. donesen je "Prostorni plan Grada Zagreba" koji između ostalog daje podjele grada po intenzitetu potresa. "Projekt kompleksnih geotehničkih i seizmičkih istraživanja za potrebe planiranja i građenja na području Grada Zagreba" (5) postaje tada temeljnim i obvezujućim dokumentom za izradu nove geotehničke kategorizacije i seizmičke mikrorajonizacije grada Zagreba. Geotehnički katastar se ističe kao nužna baza podataka vezanih za tlo, a osobito kao baza podataka o svim registriranim pojavama nestabilnosti i klizanja na području grada. Posljednji kompleksniji i veći projekt koji je izrađen iz ovog područja je "I faza detaljne inženjerskogeološke karte Podsljemenske urbanizirane zone" (7) izrađen 2007. godine, a dopunjen 2011.

Karta prepoznatih klizišta, kao i karta opasnosti od rezonanci javno je objavljena na interaktivnoj karti na internetskim stranicama Grada Zagreba (8).

Zadaća Geotehničkog katastra je nastavak rada na inženjersko geološkoj karti u kojoj bi se utvrdile ostale kategorije stabilnosti i podaci o mikrosezimici tla. U tijeku je izrada "Mikroseizmičke karte zapadnog dijela grada". Za kompletiranje ovih karata planira se izvesti minimalno 10 do 20 strateških bušotina dubine 300 do 400 metara. Do sada je izvedena samo jedna. Cijena koštanja izvedbe te bušotine, sa svim pratećim geološkim, hidro geološkim, geomehaničkim, geofizičkim, seizmičkim ispitivanjima, pohranjivanjem i čuvanjem jezgre iznosila je 1.600.000 kn.

Jedan od značajnijih istraživačkih projekata koji je ugovorio Grad Zagreb je "Geodinamička studija" (8) koja je analizirala pokrete i dinamiku geoloških ploča koje utječu na geodinamičku aktivnosti na području Grada. Podaci ovog rada predstavljaju jednu od osnova za proučavanje i predviđanje potresa. Iz svih provedenih mjerenja od 1997. do 2006. godine stvoren je originalni geodetski model tektonskih pomaka. Nakon sustavnih interdisciplinarnih analiza geodetskih i geoloških podataka (prikupljenih u sklopu predmetnog projekta), kao rezultat je određen jedinstveni interdisciplinarni model gibanja površinskih slojeva na području grada Zagreba. Ovi rezultati će se koristiti za opisivanje zona potencijalnih opasnosti od potresa i tektonski izazvanih klizišta. Važno je naglasiti da ustanovljeni pomaci na području grada Zagreba upućuju na početnu fazu veće

tektonske aktivnosti u prostoru paralelnom Zagrebačkom rasjedu (podsljemenska zona), te na mogućnost da veća aktivnost tog prostora tek slijedi.

Iz iste studije proizlazi da se sjeverno od Zagrebačkog rasjeda ne bi smjeli graditi čvrsti javni objekti ili objekti koji ne mogu izdržati potres magnitude 7° i inteziteta IX MCS, kao i uvažavanje opasnosti od rezonancije (karta se nalazi na Interaktivnoj karti(9)). Grad namjerava ugovoriti nastavak ovih istraživanja. Za daljnji napredak predmetnih znanstvenih istraživanja na predmetnom projektu potrebno je uključiti PSinSAR (Permanent Scatters InSAR) tehnologiju i kombinirati je sa GPS mjerenjima. Kombinacija ovih dviju metoda će dati gušći i još vjerodostojniji model pomaka u urbanom dijelu Grada Zagreba i to posebice u njegovoj visinskoj komponenti, što je posebno važno za sigurnost građevina. Rezultati će se također ugraditi u Interaktivnu kartu.

4. SANACIJA AKTIVNIH KLIZIŠTA

Uz navedene radove kojima se kompleksnim i širokim pristupom istražuju geotehničke i seizmičke specifičnosti područja grada, neprekidno se odvija vrlo živa aktivnost na istraživanjima i saniranjima aktivnih klizišta među kojima je značajnije klizište Grmoščica te na praćenju aktivnosti nestabilnih područja putem uobičajenog sustava monitoringa (inklinometri, piezometri, geodetski reperi i dr.). U složenije projekte spada suvremeni sustav za praćenje površinskih pomaka nestabilnog lokaliteta Kostanjek, koji je instaliran u suradnji japanskih i naših stručnjaka. Projekt potvrđuje aktivnost klizišta i daje iznose pomaka na cijeloj njegovoj površini. Rezultati praćenja u 2013. u nekim zonama pokazali su pomake veličine do 20 cm, a što je bio jedan od elemenata pri donošenju odluke o iseljenju obitelji iz objekta Prigornica 1, koji je smješten u zoni vlačne pukotine u čelu klizišta.

Grad Zagreb neprekidno ulaže i sredstva u projekte kojima se znatno smanjuje geohazard na velikim površinama grada. Izgrađene su retencije za smanjenje negativnih djelovanja bujičnih potoka Medvednice. Zadnji veliki projekt čija izvedba je pri kraju je potok Čromerec pod nazivom Veliki potok. Uređenjem korita ovog potoka, sanacijom klizišta na padinama ispod kojih teče te

izgradnjom kanalizacije u naseljima kojima protječe, hazard klizanja na ovim dijelovima grada smanjen je na najmanju moguću mjeru. Ovakvim zahvatima, a u koje se ulažu znatna novčana sredstva, dijelovi grada, nekad vrlo zapušteni i ekološki obezvrjeđeni, postaju vrlo vrijedni i stanovnicima ugodni za boravak i rekreaciju.

5. REDUCIRANJE HAZARDA

Grad Zagreb je Odlukama koje je donio jasno propisao obveze kojih se trebaju pridržavati istraživači i projektanti kod izrade geotehničkih elaborata i građevinskih projekata. Cijelo podsljemensko područje grada podijeljeno je u četiri kategorije prema stabilnosti terena. Za svaku kategoriju dan je opis stanja stabilnosti u prirodnim uvjetima i utvrđeni su elementi koje je potrebno definirati projektom i kojih se treba pridržavati pri gradnji kako bi se spriječila destabilizacija terena u fazama gradnje i upotrebe građevine. Uz to, Zakon o građenju predviđa provedbu revizije projektne dokumentacije od ovlaštenih stručnih revidenata. U projektima se redovito traži izrada projekata zaštite stabilnosti građevnih jama, te provedba geotehničkog nadzora pri izgradnji objekata na nagnutim terenima.

Ovakav tehnički pristup u pripremi i gradnji na nagnutim površinama daje sve bolje rezultate. Smanjuje se broj geotehničkih elaborata i projekata izrađenih od strane stručno nedovoljno kvalificiranih subjekata. I privatni investitori mijenjaju ponašanje pri gradnji. Odredbe koje je donio Grad mijenjaju ponašanje sudionika u gradnji. Provode se ozbiljnija istraživanja, projektna dokumentacija je kvalitetnija, sadrži projekte zaštita građevnih jama, specijalna rješenja temeljena na nagnutim terenima. Provodi se stručna revizija projektne dokumentacije od strane revidenata kao i kontrola ispunjenosti svih zahtjeva koje je postavio Grad Zagreb, a koju provode referenti u procesu izdavanja građevinske dozvole. Broj destabilizacija terena u fazi gradnje i u fazi korištenja objekata bitno je smanjen.

Usprkos tome još uvijek neki investitori ugovaraju jeftine geotehničke istražne radove s ovlaštenim građevinarima koji nisu specijalizirani pa se tako događa da referenti dobiju ispravne elaborate u skladu sa zakonom,

a geomehaničar na IV. kategoriji stabilnosti (klizištu) utvrdi II. kategoriju, jer u radu nije koristio postojeću geotehničku dokumentaciju, istraživanje je izveo s jednom bušotinom dubine 8 m, a klizna ploha je na dubini većoj od 10 m. Sve to bez obilaska terena, jer je nemoguće da ne bi uočio na lijevoj susjednoj parceli objekt s pukotinom širine od 2 do 4 cm, a na desnoj glavu inklinometra.

Unatoč svemu navedenom, u godinama kad nastupe ekstremne oborine, svjedočimo nastanku velikog broja klizišta. Najčešće se aktiviraju u sredinama gdje su poodavno izgrađeni objekti. Pri izgradnji na tim područjima u fazama pripreme gradnje, projektiranju, izgradnji i korištenju građevina nisu bili poštivani tehnički uvjeti kojih se treba pridržavati na uvjetno stabilnim padinama.

6. STRATEGIJA ZAŠTITE OD KLIZIŠTA

Najrazvijeniji sustavi smanjenja broja klizišta i smanjenja negativnih posljedica, sustavi su Japana i SAD. Strategija SAD-a se sastoji od 9 osnovnih elemenata u rasponu od istraživanja do formulacije i implementacije politika smanjenja opasnosti :

1. Istraživanje - razvoj razumijevanja i predviđanja kliznih procesa i mehanizama pokretanja
2. Procjena hazarda i kretanja - razgraničenje osjetljivih područja i različitih tipova klizišnih hazarda u obimu korisnom za planiranje i donošenje odluka,
3. Monitoring u realnom vremenu - praćenje aktivnosti klizišta koja predstavljaju značajan rizik
4. Procjena šteta - skupljanje i evaluacija podataka o ekonomskom utjecaju klizišnih hazarda,
5. Analiza informacija – uspostava efektivnog sustava za prijenos informacija,
6. Transfer znanja – razvoj uputstava i edukacija za naučnike, inženjere i donosiocje odluka,
7. Podizanje svijesti kod javnosti i obuka - razvoj informacija i edukacija za korisnike u zajednicama

8. Implementacija mjera u cilju smanjenja šteta - ohrabivanje akcija koje smanjuju opasnosti
9. Pripravnost, reakcija i oporavak u hitnim slučajevima - izgradnja otpornih zajednica

Strategija zaštite od klizišta u budućnosti treba biti usmjerena u dva osnovna pravca. Prvi je nastavak rada na osnovnim mjerama zaštite, a drugi na dodatnim mjerama zaštite.

Osnovne mjere: Nastavak istraživanja i rada na kategorizacijama terena po stabilnosti, kartama hazarda i rizika klizanja, provedbi kvalitetnih geotehničkih istraživanja i izradi geotehničkih elaborata kojima će se dati potrebne podloge za izradu geotehničkih projekata. Isti moraju definirati tehničke uvjete koje treba primijeniti u fazi izgradnje i u eksploataciji. Vođenje katastra. Kontrola projektne dokumentacije i njihova provjera u vezi sadržavanja geotehničkih uvjeta izgradnje i usklađenosti zahtjevima definiranim po PP (prostornom planu), GUPU i drugim Odredbama koje je donio Grad Zagreb, sve vezano na kategorije terena prema stabilnosti. Provođenje monitoringa. Osiguranje uzbunjivanja u slučaju vjerojatnosti pojave katastrofičnog događaja. Provedba detaljnih geotehničkih istraživanja na područjima upitne stabilnosti, a predviđenih za urbanizaciju (Perjavica, Kostanjek, Čukovići, Mullerov breg, ulica Sloge i dr.)

Ovu vrstu istraživanja treba planirati i provoditi u skladu s drugim potrebama, naročito seizmologije.

Dodatne mjere: Bitno poboljšati i radikalno promijeniti odnos prema postojećim građevinama, posebno onima koje obavljaju funkciju prihvata i odvodnju voda. Nužno je potrebno kontrolirati nepropusnost sabirnih jama na dijelovima grada gdje ne postoji kanalizaciona mreža. Redovito održavati i kontrolirati ispravnost sustava odvodnje prometnica i stambenih građevina. Uvesti neku vrstu tehničkog pregleda sustava, sličnu modelu redovne kontrole tehničke ispravnosti automobila. Ta kontrola bi trebala obuhvatiti elemente kao što su: datumi pražnjenja sabirnih jama, ispravnost sustava odvodnje, prisutnost procesa erozije na lokaciji, promjene površina u smislu nekontroliranih nasipavanja ili zasijecanja terena i sve drugo što može doprinijeti smanjenju faktora sigurnosti

obzirom na destabilizaciju, posebno u uvjetima dugotrajnijih oborinskih razdoblja.

Gradske vlasti traže model po kojem bi se uspostavila kvalitetna kontrola navedenih čimbenika. Komunalnim redarima treba proširiti ovlasti da mogu utvrditi poštivanje postojećih zakona i da mogu provoditi spomenute kontrole. Ovo pitanje povezano je i sa Zakonom o zaštiti okoliša i Odlukom o djelatnostima komunalnih redara i ovlastima komunalnog redara.

7. ZAKLJUČAK

Područje grada Zagreba karakterizira vrlo visok geohazard klizanja i potresa. Niz opasnih i štetnih destabilizacija terena koje su se dogodile u posljednjih stotinjak godina povezane su primarno uz geotehničke specifičnosti područja na kojem je grad izgrađen kao i aktivnost čovjeka. U cilju zaštite od ovih šteta, Grad Zagreb provodi niz mjera koje se uklapaju u djelatnosti koje provode i tehnički naprednije sredine u svijetu, a koje su suočene s ovim problemima.

Tri su vrlo važna elementa na kojima počiva mogućnost smanjenja šteta od klizišta. Prvi se odnosi na nastavak istraživanja. Istraživački i drugi projekti koji uključuju interdisciplinarna znanja geotehnike, seizmologije i drugih disciplina daju najkvalitetnije dokumente koji predstavljaju osnovu za definiranje odluka koje Grad donosi, a sudionici u gradnji ih se trebaju pridržavati. Tu spada i vođenje evidencije i pohranjivanje svih geotehničkih podataka kroz geotehnički katastar.

Drugi, ne manje važan element, je kvalitetna izrada projekata, njihova stručna i administrativna kontrola i gradnja po kriterijima koji se njima definiraju. Kod toga, a kroz provedbu procedure javne nabave, treba se primjenjivati kriterij natjecanja po kvaliteti, a ne kriterij najniže cijene.

Treći čimbenik bi trebala biti redovna kontrola ispravnosti i funkcioniranja građevina. U budućnosti bi trebalo raditi na širenju općih znanja i svijesti o geohazardu i rizicima koje uz sebe vežu klizišta. Djelotvorni doprinos postigao bi se održavanjem javnih tribina na nivou općina, mjesnih zajednica i manjih naselja, te edukacijom kroz javne medije i obrazovni sustav.

8. SLIKE



Slika 1 Blatni tok u Vinobreškoj ulici u Zagrebu



Slika 4 Klizište Aleja Bologne. Izvođenje radova hitne sanacije



Slika 2 Klizište u ulici Dubravkin put



Slika 5 Odron na sljemenskoj cesti



Slika 3 Klizište na cesti za Mariju Goricu



Slika 6 Klizište u Istarskoj ulici



Slika 7 Klizište u ulici Črnomerec. Izvođenje radova hitne sanacije



Slika 10 Klizište u ulici Sutinska Vrela. Hitne mjere sanacije



Slika 8 Destabilizacija tla i srušeni zid u ulici Sv. Duh



Slika 11 Klizište u Slavenskom Brodu



Slika 9. Oštećenja na objektima izgrađenim na klizištu u Glavnici Gornjoj



Slika 125 Klizište u Novskoj

9. LITERATURA

- [1] Jurak V., Ortolan Ž., Ivšić T., Herak M., Šumanovac F., Vukelić I., Jukić M., Šurina Z. Geotehničko i seizmološko mikrozoniranje grada Zagreba – pokušaji i ostvarenja. [aut. knjige] Jure (ed) Radić. *Zbornik radova konferencije Razvitak Zagreba*. Zagreb : an., 2008.
- [2] Bubnov S., Cvijanović D., Jurak V., Magdalenić A., Skoko D. Preliminarna karta seizmičke mikrorajonizacije grada Zagreba. *Problemi hidrologije i inženjerske geologije*. 1971, Svez. 2, str. 67-73.
- [3] Geoexpert. *Litološka obrada i kategorizacija terena prema*. Zagreb : an., 1979.
- [4] —. *Seizmička mikrorajonizacija Grada Zagreba*. Zagreb : an., 1988.
- [5] Ortolan Ž., Grubić, N., Mavar, R., Aničić, D., Petrić-Jankov, T., Vukelić, I., Kelemen Pepeonik, V. & Mikulić, A. *Projekt kompleksnih geotehničkih i seizmičkih istraživanja za potrebe planiranja i građenja na području grada Zagreba*. Zagreb : Institut građevinarstva Hrvatske, 2000.
- [6] Kvasnička, P., Matešić, L. i Skračić, S. Geotehnička podloga grada Zagreba. 1998, Svez. 50, 1, str. 119-127.
- [7] Hrvatski geološki institut. *Detaljna inženjerskogeološka karta (DIGK) podsljemenske urbanizirane zone*. 2007; 2011.
- [8] ZGGEOPORTAL. *Grad Zagreb*. [Mrežno] <https://geoportal.zagreb.hr/Karta>.
- [9] Pribičević, B., i dr. *Geodinamička studija prostora Grada Zagreba*. 2007.
- [10] Herak, M. Karte potresnih područja Republike Hrvatske. [Mrežno] <http://seizkarta.gfz.hr/>.

[11] FEMA. Federal Emergency Management Agency. <http://www.fema.gov/>. [Mrežno]



Željko Sokolić, dipl. ing. građ. bavi se geotehnikom – kao projektant, vodeći projektant prvo u poduzeću Geotehnika, Institut Geoexpert od 1977. do 1991., zatim u Geotehničkom studiju d.o.o. kao direktor, sada savjetnik direktora. Voditelj je mnogih značajnih projekata u zemlji te u Iraku, Rusiji, Mađarskoj, Indiji, Sloveniji, Sierra Leoneu i BiH. Revident. Član je Upravnog odbora i Povjerenstva za pitanja struke Hrvatske komore inženjera građevinarstva. Član je Hrvatskog geotehničkog društva, Međunarodnog društva za mehaniku tla i Međunarodnog društva za mehaniku stijena. Uspješno je radio na osiguranju stabilnosti brojnih kosina i na sanaciji brojnih klizišta u urbanim sredinama i na prometnicama.