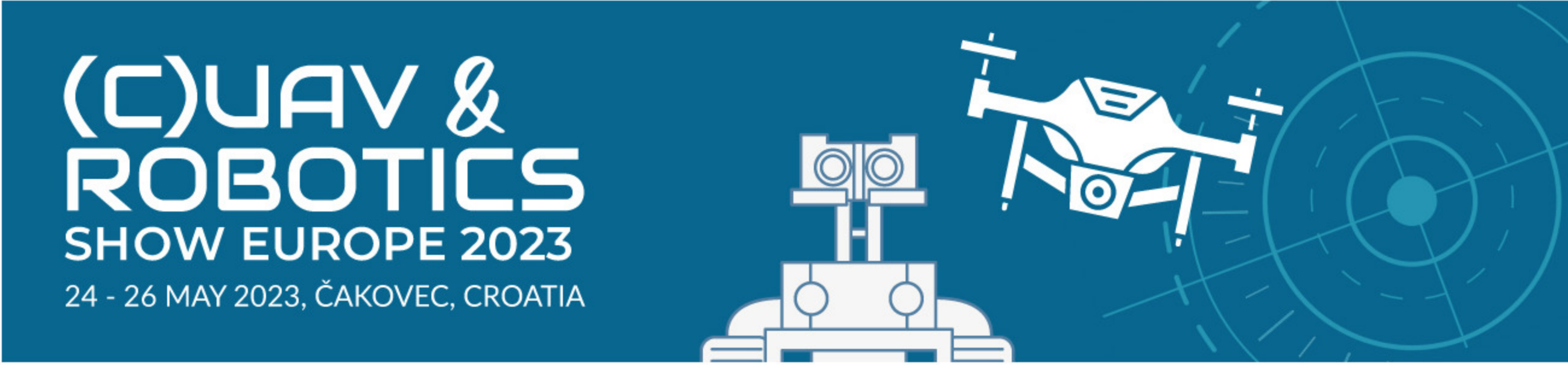




POVEZANE VIJESTI



U skladu sa seizmički aktivnim područjem u kojem se nalazimo, treba graditi i obnovljati zgrade i razvijati Seizmološku službu RH

Projekt modernizacije Seizmološke službe je u potpunosti financiran sredstvima EU i provodi se od siječnja ove godine. Uspjeli smo zaposliti devet mladih stručnjaka, nabaviti opremu su već obrađene velikim naporom službe nabave PMF-a i kolegice Riesa kao voditelj projekta, potpisani su prvi sporazumi o suradnji... 5. veljače



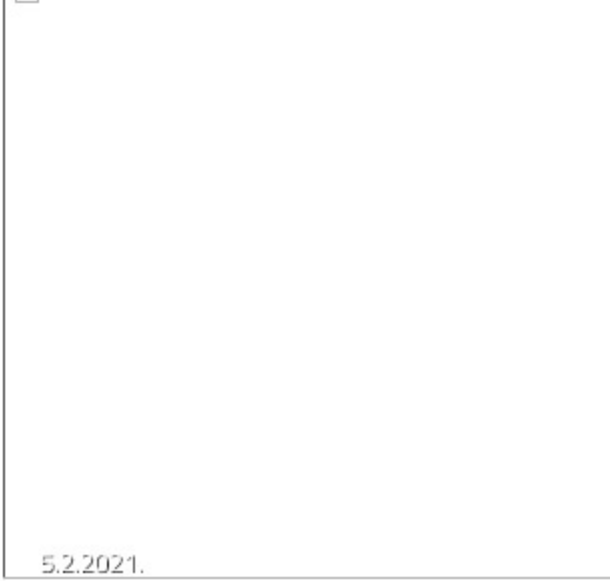
Na redu prva stručna konferencija u sklopu projekta "Potresni rizik Grada Zagreba"

Prva stručna konferencija u sklopu projekta "Potresni rizik Grada Zagreba" održat će se u četvrtak, 24. ožujka, u Zagrebačkom inovacijskom centru (ZICIR), uz suorganizaciju događaja od strane Gradskog ureda za mjesnu samopravu, civilnu zaštitu i sigurnost.



Počeo e-upis zgrada i obiteljskih kuća u bazu podataka o građevinama Grada Zagreba u sklopu EU projekta za smanjenja rizika od katastrofa

U Zagrebu kreće e-upis zgrada i obiteljskih kuća u bazu podataka o građevinama Grada Zagreba u sklopu EU projekta "Načinomizsko značajno smanjenje Republike Hrvatske za potrebe procjene smanjenja rizika od katastrofa - Potresni rizik Grada Zagreba"



Čak 88 urušnih vrtaca u Međunarodima

Urušne vrtace predstavljaju pojavu otvaranja pukotina u tlu na području pogođenom potresom. Na području Opštine Donji Kukuljanci, prepoznati na prostoru između sela Međunarodima i Borogreva, neposredno nakon razornog potresa do početka veljače 2021. godine uočeno je 88 takvih pukotina u tlu.

25.11.2022.



Mogućnost pretvaranja tla u gustu tekućinu u gradu Zagrebu prilikom jačih potresa - itekako je moguća

(Foto: s lijeva - izv. prof. dr. sc. Mario Bačić, izv. prof. dr. sc. Lovorka Librić i prof. dr. sc. Meho Saša Kovačević)

Zagrebački Građevinski fakultet jedan je od izvoditelja projekta "Potresni rizik Grada Zagreba" kojeg od ožujka 2020. godine provodi Grad Zagreb. U zajednici s Centrom građevinskog fakulteta, Fakultet je najveći ugovaratelj na projektu, a njihovi zadaci obuhvaćaju aktivnosti vezane uz izradu metodologije za procjenu rizika, definiranje hazarda na području grada Zagreba, uspostavu baze podataka, prikupljanje i obradu podataka o građevinama te izradu proračuna potresnog rizika prema određenim sektorima. U timu zajednice su troje stručnjaka za geotehniku, i to prof. dr. sc. Meho Saša Kovačević, izv. prof. dr. sc. Lovorka Librić i izv. prof. dr. sc. Mario Bačić sa Zavoda za geotehniku Građevinskog fakulteta. S profesorima Kovačevićem i Bačićem smo razgovarali o stanju tla kao sastavnog djela analize potresnog rizika.

Što je vaš dio posla i zadataka u projektu kojeg vodi Grad? Što još trebate provesti do kraja projekta u svibnju iduće godine?

Prof. Kovačević: Geotehnika i geotehničko potresno inženjerstvo imaju izrazito važnu ulogu u predviđanju i analizi odgovora inženjerskih konstrukcija na potres. Na kraju krajeva, potresna pobuda upravo kroz tlo dolazi do zgrada i infrastrukture. Geotehnika je svojevrsna "sporna" između seizmologije, koja analizira genezu potresa, i dinamičkih analiza konstrukcija, pri čemu geotehnika promatra naslage tla iznad osnovne stijene kao "konstrukciju" koja pri potresnoj pobudi iz dubine ima svoj odziv i dominantna gibanja, i koju čine materijali prepoznatljivih mehaničkih i hidrauličkih svojstava. Osim toga, geotehnika analizira utjecaj potresa na tlo pri površini i na površini, pokušavajući predvidjeti njegov utjecaj na formiranje klizišta ili pojavu likvefakcije kod koje se tlo pretvara u gustu tekućinu prilikom trešnje.

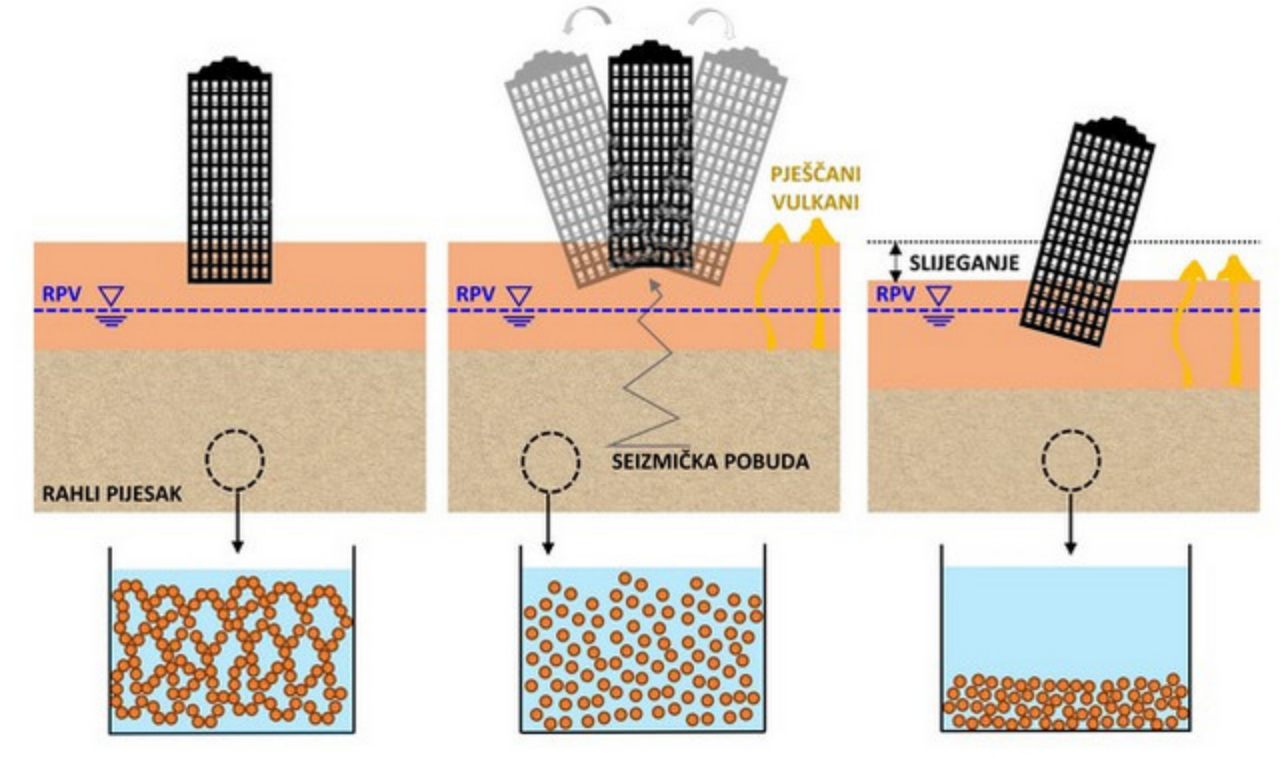
Temeljem toga, geotehnika ima važnu ulogu u projektu "Potresni rizik grada Zagreba" kao sastavni dio svih aktivnosti, od izrade metodologije za procjenu rizika, preko definiranja hazarda na području grada Zagreba kroz izradu geotehničkog elaborata stanja tla u gradu Zagrebu te uspostavu baze podataka o građevinama gdje će se svakoj građevini kao atribut "pridružiti" i karakteristike temeljnog tla, sve do proračuna potresnog rizika s geotehničkog aspekta.

Stanje tla kao sastavni dio analize potresnog rizika je tema koju ste prezentirali u dosadašnjem dijelu Projekta. Do koji ste novih saznanja došli za područje metropole?

Izv. prof. Librić: Kroz projekt se radi sinteza svih dosadašnjih saznanja i geotehničkih istraživanja na području grada Zagreba. Naime, na području Zagreba su ranije, ali i u novije vrijeme, provedeni određeni broj ciljanih geotehničkih ispitivanja temeljnog tla. Svakako tu treba istaknuti projekt mapiranja podslijemenske zone, gdje je zadnja faza provedena krajem 2019. godine, i definiranja tipa tla u istoj sukladno važećoj Eurokod 8 normi, što je vrlo važno za prostorna planiranja u gradu Zagrebu.

Ovi podaci mogu dati relativno pouzdanu informaciju o amplifikaciji (pojačanju) potresnog signala od hipocentra do površine. Naime, različita tla imaju različit utjecaj na modificiranje potresnog signala koji putuje do površine te je takva informacija vrlo važna za projektiranje zgrada i infrastrukture.

Međutim, da bi seizmička mikrozonacija bila cjelovita, u ovakve analize je potrebno uključiti i utjecaj potresa na mogućnost pojave klizišta i likvefakcije. Države koje dugu niz godina imaju razvijenu svijest o potresima, a radi se o državama povećane seizmičnosti (Japan, Italija, Turska, Grčka, itd.), u pravilu imaju formalizirani standardni pristup seizmičkom mikrozonaanju. A to je nešto što želimo kroz projekt postići i za grad Zagreb, a u konačnici i za cijelu Hrvatsku.



Ilustrativni primjer karakterističnih faza likvefakcije

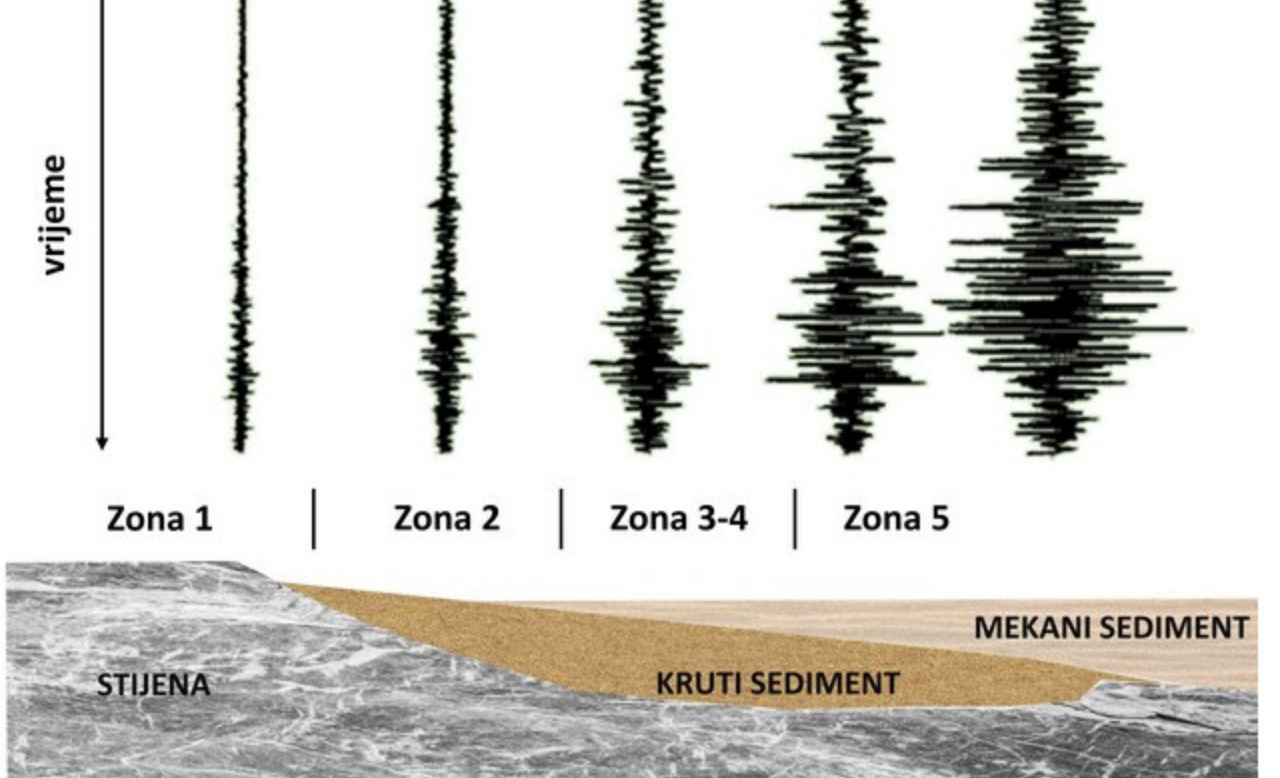
Kako laicima pojednostavljeno pojasniti kakvo je stanje tla na širem gradskom području, odnosno kakav je sastav 'zagrebačkog' tla koji utječe na potresne rizike?

Prof. Kovačević: Pitanje je dosta složeno, pa je takavi odgovori, ali ćemo ga nastojati pojednostaviti. Kao što smo ranije naveli, geotehnika se bavi odgovorom tla na potresnu pobudu odnosno na koji način tlo "mjerja" potresnu pobudu na njezinom putu prema površini. Tako primjerice, možemo imati zgradu potpuno iste konstrukcije, letosti, starosti, uvjeta održavanja, a da se u potresu ponaša drugačije, sve radi lokalnih uvjeta u temeljnom tlu. Prema dosadašnjim istraživanjima, amplifikacija (povećanje amplitude) potresne pobude može na području grada Zagreba iznositi do oko 10 do 15 posto u podslijemskoj zoni, pa i do 35 do 40 posto lokalno u okolini rijeke Save.

Naravno, ovo je vrlo pojednostavljena konstatacija, ali može biti dobar pokazatelj kako tlo može imati značajan utjecaj na odgovor zgrada i infrastrukture na potres. Osim toga, podslijemenska zona je poznata po svojim brojnim klizištima koji se mogu aktivirati tijekom potresnog opterećenja, a to je nešto što svakako mora biti uvaženo jer ista predstavljaju geotehnički hazard koji može imati vrlo negativne posljedice za stanovnike, zgrade i infrastrukturu.

Kako je tlo (površinski i podzemni sloj) reagiralo na zagrebački potres, koji nas je zatreasao prije dvije i pol godine?

Izv. prof. Bačić: Što se tiče geotehničkih hazarda kao što su aktiviranje klizišta ili pojava likvefakcije, ali srećom nisu zamijećeni u velikom razmjeru tijekom i nakon zagrebačkog potresa. Identificirana su tek poneka nova klizišta i dodatna aktivacija starijih klizišta. Ovo se donekle može objasniti relativno niskom saturacijom tla na lokacijama većeg potencijala klizanja i činjenicom da se ipak radilo, koliko god se to nama nije činilo, o umjerenom potresu. Što ne znači da utjecaj snažnijeg potresa i drugačijih uvjeta u tlu (a uvjeti u tlu nerijetko značajno variraju tijekom godine) neće doći do aktivacije klizišta. Osim toga, pojava likvefakcije kao vrlo opasne pojave, također nije zamijećena, prvenstveno radi magnitidue potresa. A treba napomenuti da je ista zamijećena na nekoliko lokacija u gradu Zagrebu tijekom potresa iz 1880. godine, što znači da je mogućnost pretvaranja tla u gustu tekućinu u gradu Zagrebu prilikom jačih potresa itekako moguća.



Utjecaj tla na amplitudu potresne pobude

A kako je tlo reagiralo na petrinjski potres 29. prosinca 2020.?

Izv. prof. Bačić: Kod petrinjskog potresa je tlo reagiralo potpuno drugačije nego kod zagrebačkog potresa, i sve ono povezano s tlom do čega nije došlo tijekom i nakon zagrebačkog potresa se dogodilo tijekom i nakon petrinjskog potresa. Likvefakcija u velikom razmjeru koja je uzrokovala deformiranje i slijezanje terena, a time i objekata i infrastrukture, aktivacija postojećih i dodatna aktivacija novih klizišta, slomovi nasipa za obranu od poplava, otvaranje urušnih vrtaca. Znanstvena i stručna zajednica se iznenadila razmjerom geotehničkih posljedica petrinjskog potresa.

Mnoge kolege iz inozemstva su nas zvale nakon potresa sa željom da dodu na područje Banovine da iz prve ruke vide sve fenomene od kojih su mnoge ranije mogli vidjeti samo u knjigama. U izgledu o brzog procjeni štete identificirano je da su se likvefakcija, klizišta i urušne vrtace pojavile na gotovo 2000 ha šunjanjskog teritorija, od čega se gotovo 80 posto odnosi na likvefakciju tla. I kolege statičari koji su provodili brze preglede su ubrzo došli do spoznaje da su problemi brojnih objekata povezani primarno s temeljnim tlom, gdje je došlo do slijezanja objekata, naginjanja, itd. Čak i danas, skoro dvije godine nakon petrinjskog potresa, dobivamo pozive stanovnika da imaju problema s objeima petrinjskim potresima, što se može opravdati vremenski ovisnom slijezanju tla uz fenomen bočnog širenja tla kao posljedice likvefakcije.

Možete li dati ogledu stanja tla i potresnog rizika grada Zagreba u odnosu na druge dijelove Hrvatske?

Izv. prof. Bačić: Hrvatska je poznata kao zemlja izražene seizmičnosti gdje su pojedini dijelovi izrazito podložni potresima, ili kako se često zna laički reći, nalaze se na "trusnom" tlu. Pri tome se ističe šire područje grada Zagreba, krajnji jug Hrvatske i primorsko goranska županija. Kod projektiranja u građevinarstvu se kao referentnim koristimo kartama potresnih područja izrađenim od strane Geofizičkog odsjeka zagrebačkog PMF-a iz kojih iščitavamo tzv. vršno ubrzanje tla na razini temeljne stijene za različita povratna razdoblja (vjerojatnosti pojave) i koje se onda uvećava za utvrđeni faktor amplifikacije ovisno o tipu tla kroz koje potres putuje prema površini.

Na taj način procjenjujemo potresno ubrzanje tla na površini koje koristimo u projektiranju. Upravo su ta vršna ubrzanja na razini temeljne stijene u Hrvatskoj najveća za područje krajnjeg juga i grad Zagreb, gdje na karti za 475 godišnje razdoblje likvefakcija ima ubrzanje od 0,29g, a Dubrovnik 0,38g (gdje je 'g' gravitacijsko ubrzanje). Međutim radi različitog sastava tla, gdje je na jugu dominantno stijena, a u gradu Zagrebu tlo, objekti i infrastruktura neće reagirati jednako na potres istog intenziteta. Treba još jednom naglasiti da karte ne ukazuju na magnitudu potresa, nego na efekte potresa i to na razini čvrste stijene stijeni. A stvarni efekti potresa mogu biti značajno veći ako se lokacija na kojoj se dogodio potres nalazi na lošijem tlu, a ne na stijeni. Upravo tu geotehnika ima važnu ulogu u ocjeni utjecaja tla na potresnu pobudu. Osim navedenoga, grad Zagreb sa svojom podslijemskom zonom je naročito sklon pojavi klizišta, dok je recimo krajnji jug Hrvatske, radi krških stijena, skloniji pojavi stjenjskih odrona koji se itekako mogu aktivirati tijekom trešnje.

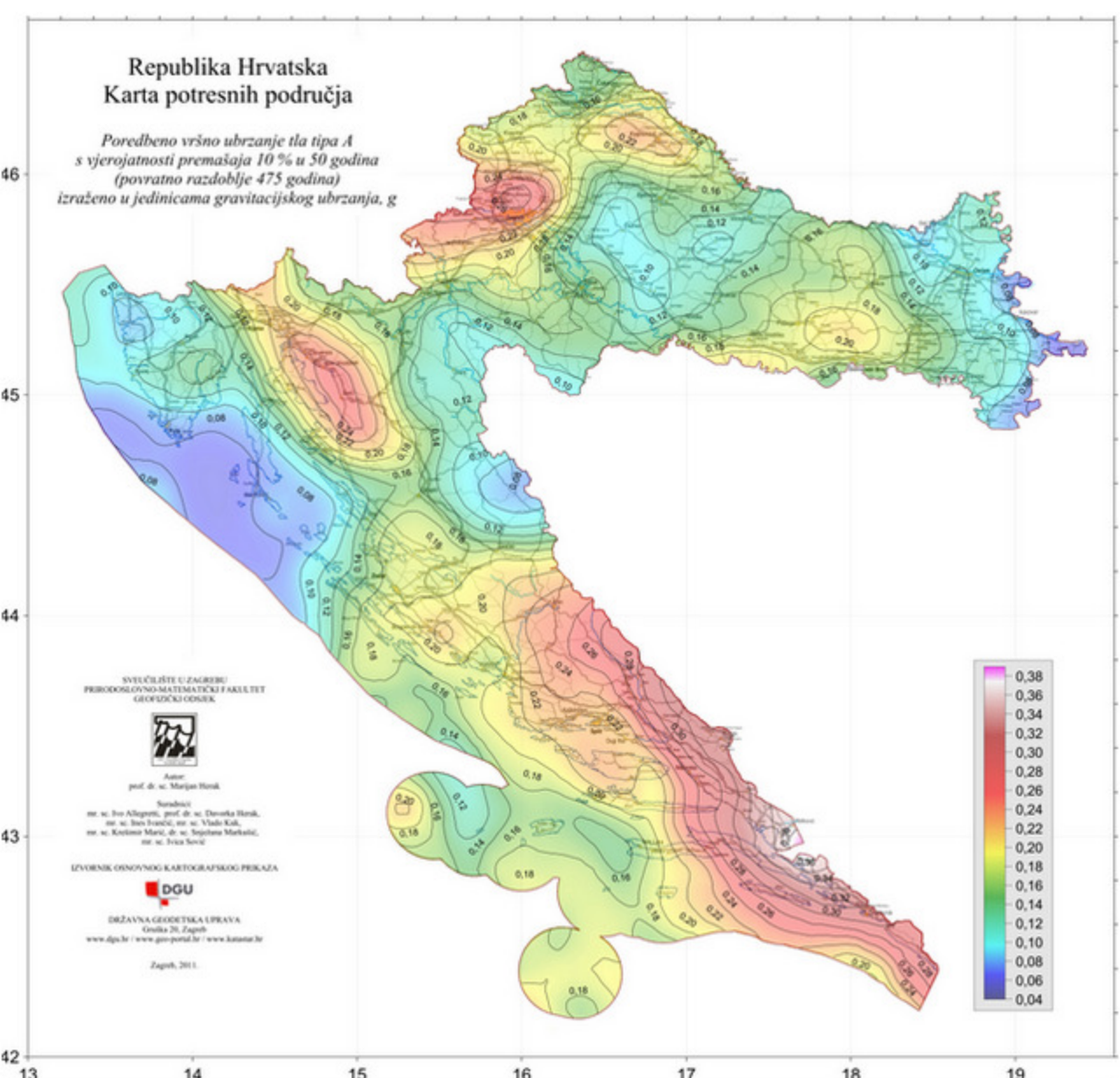


Jedan od slomljenih nasipa za obranu od poplava uslijed petrinjskog potresa (Foto - T. Novosel, Hrvatske vode)

Koji su zaključci vaše analize unutar projekta "Potresni rizik Grada Zagreba", odnosno što je potrebno u budućnosti poduzeti za područje Zagreba (ali i Hrvatske) kada je u pitanju stanje tla?

Izv. prof. Librić: U nekom idealnom scenariju, za cijeli grad Zagreb, ali i cijelo područje Hrvatske bi trebalo napraviti cjelovitu seizmičku mikrozonaciju. Dakle, da bi se identificirao mogući utjecaj potresa na tlo, ali i utjecaj tla na potresnu pobudu, potrebno je provesti opsežne geotehničke, geofizičke i geološke istražne radove koji bi omogućili klasifikaciju tla prema važećoj Eurokod 8 normi, kao i identifikaciju potencijalnih zona klizanja i pojave likvefakcije.

Takva seizmička mikrozonacija bi služila racionalnom gospodarenju prostorom, te bi omogućila usmjeravanje razvika prema područjima manjeg rizika, ili bi osigurala da se u rizičnijim područjima poduzmu odgovarajuće inženjerske mjere za postizanje zadovoljavajuće sigurnosti ljudi i imovine. Dakako, ovo je vrlo opsežan posao, ali svakako je nužan ako želimo stvoriti preduvjete za proaktivno bavljenje potresnim hazardom, kako to rađe već spomenute države koje imaju razvijenu svijest o potresima.



Karta potresnih područja Hrvatske, 47 god. povratni period, geofizički odsek PMF-a

Geotehnika je sastavni dio potresnog inženjerstva. Koliko je danas razvijena disciplinarna geotehnika u Hrvatskoj?

Prof. Kovačević: Činjenica je da se potresi kao "apstraktni" hazardi stavljaju u fokus šire javnosti najčešće tek nakon značajnijih potresnih događaja, čemu smo svjedoci nakon nedavnih potresa u Hrvatskoj. Usprkos znanju i kapacitetima geotehničke znanstvene i stručne zajednice, praktična implementacija znanja najčešće i nastaje ponajviše radi nedovoljno reguliranih zakona i propisa. Važno, ali i suradnja, naše geotehničke znanstvene i stručne zajednice je došla do izražaja upravo nakon petrinjskog potresa, kada smo se mi geotehničari relativno brzo okupili, formirali svoje interne grupe i, slično kao kolege statičari, obilazili potresom pogođena područja gdje smo identificirali geotehničke fenomene uzrokovane potresom.

Takvi obilaski terena su značili ne samo sa stručne strane, nego i sa socijalne da se pomenim svjetom bar malo umiri lokalno stanovništvo. Generalno, geotehnička zajednica u Hrvatskoj je vrlo aktivna, iako ne broji previše ljudi stručnjaka. Po mojoj procjeni radi se o 250 do 300 geotehničara na razini države. Međutim znanja i kompetencije koje geotehničari donose u građevinske projekte su neophodni da bi projekti bili uspješni. Razpon aktivnosti kojima se bave geotehničari je uistinu velik, od istražnih radova tla i stijene, preko projektiranja nasipa, građevinskih jama, temeljnih sustava, potpornih zidova, tunela, sanacije klizišta itd., sve do izvedbe takvih objekata, kontrole kvalitete i monitoringa, odnosno praćenja ponašanja. Pri tome se aktivnosti ne provode samo u granicama Hrvatske, nego i u inozemstvu.

Istaknuo bih recimo primjer stručnjaka sa Građevinskog fakulteta u Zagrebu koji su provodili ispitivanja na novom velikom tunelu u Nižozemskoj, i gdje su angažirani od strane tvrtke VINCI koja je najveća europska građevinska tvrtka, implementirajući alate razvijene u neto europskih znanstvenih projekata. To je dobar primjer sprege znanosti i gospodarstva koja je ključna za razvoj građevinskog sektora.

Dražen Najman

(Članak je objavljen u okviru programa poticanja novinarske izvrsnosti Agencije za elektroničke medije)

(Dovoljeno prenošenje sadržaja uz objavu izvora i autora)

Prijava na newsletter

