



INTERAKCIJA TEMELJ-TLO I SANACIJA OBJEKTA MIKROŠIPOVIMA

prof dr sc **Sabid Zekan**, dipl.ing.rud.

prof dr sc **Mirsad Topalovi**

Sabrina Salkovi , dipl.ing.rud.

Dragan Ili , student

Rudarsko Geološko Građevinski Fakultet
Univerzitet u Tuzli

Sažetak: Interakcija tlo-temeljna konstrukcija ima za cilj da odredi reaktivne sile tla-stijene kao osnovu za optimizaciju konstrukcije. U ovom radu, analiziran je problem interakcije jednog individualnog stambenog objekta u naselju Vitinica, Opština Sapna. Objekat je u zadnjih 30 godina trpio različite oštećenja koja su bila vidljiva na zidovima, podu i stropnim konstrukcijama. Vlasnik je dva puta vršio sanaciju objekta ali bezuspješno. Vlasnik je do tada vršio podbetoniranje i ojačanje temelja. Istraživanjem je utvrđeno, da je objekat temeljen u dva različita litološka sloja, da u dubini postoji rasjedna zona i da je objekat temeljen u blizini aktivnog klizišta. Oštećenja su nastala na osnovu deficita masa ispod jednog dijela temelja objekta i pogrešno izvedenim ranijim sanacionim mjerama. Sanacione mjere su odabrane na osnovu jasno definisane interakcije temelj - tlo.

Ključne riječi: interakcija temelj-tlo, sanacione mjere

THE FOUNDATION-SOIL INTERACTION AND BUILDING RECOVERY BY MICROPILES

Abstract: Soil-structure interaction needs to define reactive forces of soil-rock as a base of structure optimization. The subject of this study is an interaction analysis for one individual housing unit in the Vitinica village, in the Sapna Municipality. The housing unit has been exposed to various damages in the past thirty years, as it is visible on its walls, floor and ceiling structure. The refurbishment works, sub-concreting and foundation reinforcement, undertaken by the house owner were unsuccessful. The research has revealed that the house foundation is placed into two different lithological layers. The fault zone has been discovered in the ground depth and the house foundation has been constructed in the vicinity of an active landslide. The house damage was caused by weight deficit under one part of the foundation and earlier refurbishment measures erroneously performed. The recovery measures have been selected on the basis of distinctly defined interaction between foundation and soil.

Key words: foundation-soil interaction, recovery measures

*Rad objavljen na Geo-expu 2016, 7.-8.10.2016. Banja Luka



1. UVOD

Stambeni objekt koji se nalazi u zaseoku Kova evi i, MZ Vitinica, Opština Sapna, pretrpio je značajne štete u vidu pukotina po zidovima, stropu i podu, u zadnjih 30 godina. U ranijem periodu, vlasnik objekta je vršio sanaciju u nekoliko navrata. Sanacija objekta se ogledala podbetoniranjem postojećih temelja, a poslije izrade dodatnih betonskih radova. Međutim, pored tako izvedenih radova objekt je i dalje pucao, da bi u toku 2015. godine pukotine imale zijeve od nekoliko centimetara.

Objekat je spratnosti prizemlje + sprat. Temeljenje objekta je izvršeno kaskadno, temeljnim trakama. Konstrukcija objekta je monolitna. Zidovi su građeni od betonskih blokova, a stropna konstrukcija od polumontažne ploče tzv. monta. Prema iskazu vlasnika objekta, postoje vertikalni i horizontalni serklaži. Nepoznat je kvalitet gradnje, tj. kvalitet betona, količina armature i sli. no. Objekt nema projektnu dokumentaciju. Sa sjeverne strane nalazi se lokalni asfaltni put. Južna strana objekta je oranica i livada. A isto na i zapadana strana oranice. Objektu se prilazi sa lokalnog puta sa zapadne strane.

2. GEOTEHNI KI ISTRAŽNI RADovi

Teren na kome je izgrađen objekt je promjenljivog pada. Sa sjevera, nagib padine iznosi cca 30°, a na mjestu gdje se nalazi objekt, nagib je mnogo blaži sa padom od cca 10°, a ispod objekta pad terena je oko 3-5°. Sa južne strane objekta postoji aktivno klizište, jezi astog tipa, relativno izduženo. Ulo klizišta se nalazi sjeverozapadno od objekta na udaljenosti od oko 300 metara. Klizište presijeca lokalni put. Transportni dio klizišta ide u pravcu sjeverozapad - jugoistok. Nožni dio klizišta se proteže daleko na jugoistok, u podnožju padine gdje se nalazi manji potok. Klizište ima složenu kinematiku kretanja. Situaciono, klizište tangira kuću. Krilna pukotina se nalazi cca 10 metara južno i zapadano od objekta. Objekt se nalazi izvan klizišta, ali je izložen sekundarnom klizanju lijevog krila klizišta. Sekundarno klizanje terena je kinematski orijentisano okomito na lijevo krilo klizišta.

Na sjevernoj strani padine nema znakova klizanja terena (kosina iznad objekta). Nema površinskih vodotoka, osim kišnih bujica koje teku putem za vrijeme obilnih kiša. U toku istražnih radnji, u jesen 2015. godine, urađena su 2 geomehanička raskopa radi utvrđivanja geotehničkih svojstava temeljnog tla i detaljne spoznaje o litološkim uslovima temeljenja objekta.

Pokriva je izgrađen od pretežno glinovito-prašinastog tla sa korom raspadanja. Substrat je izgrađen od laporaca, tvrdih, slojevitih. Nema pojave podzemne vode.

Na osnovu istražnih radnji, može se zaključiti da na terenu zaliježu slijede i litološki članovi i to:

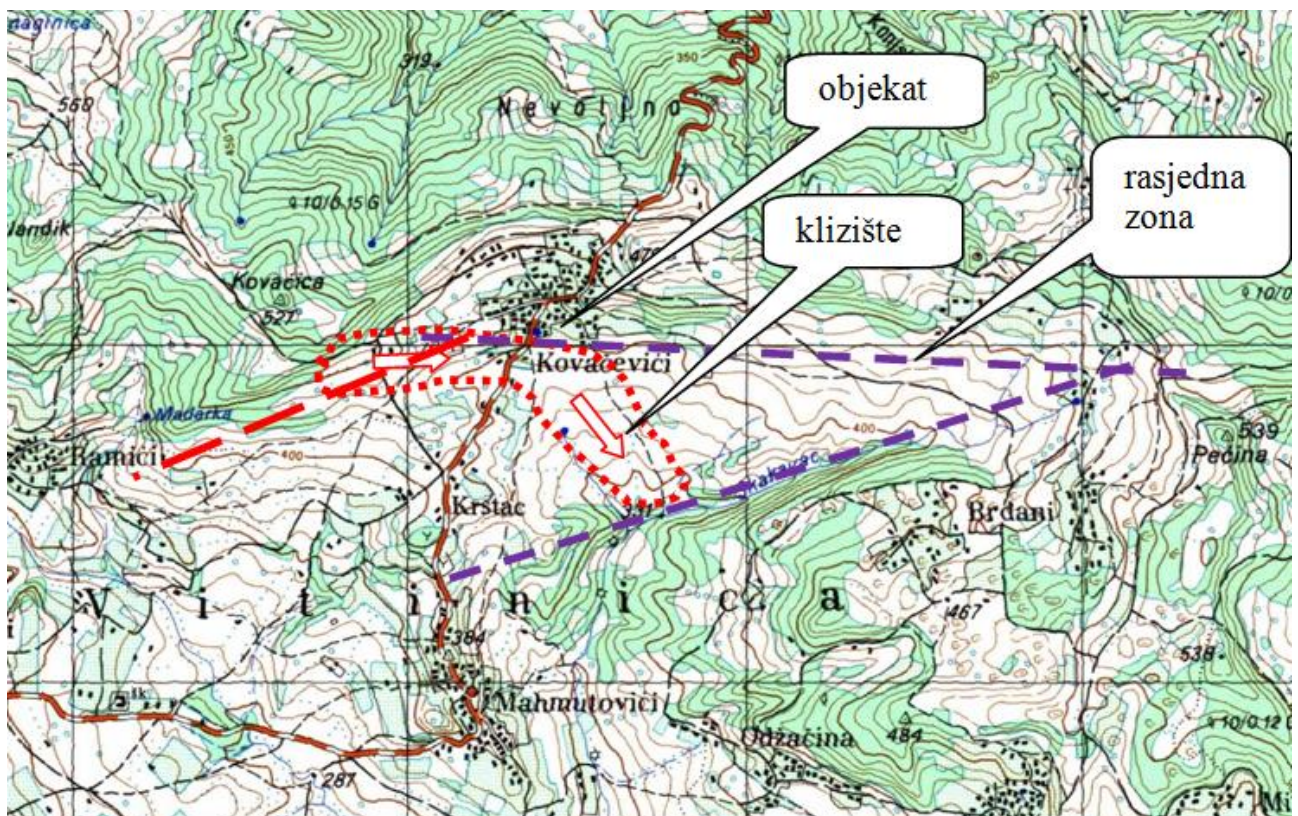
- Humus i smeđa prašinasta glina, srednje tvrda
- Lapor i siva laporovita glina, tvrda (kora raspadanja)
- Sivi laporac sa organogenim kretnjakom, veoma tvrda

Na osnovu laboratorijskih istraživanja, utvrđeni su slijede i prosječni geotehnički parametri:



Tablica 1. Geotehni ki parametri tla-stijene na lokaciji objekta u Vitinici

LITOLOŠKI LAN	Zapre m. težina	Vlažno st	Granic a te enja	Granic a plasti n .	Kohezij a	ugao unutr. trenja	AC klasifi- kacija	Modul stišljiv.
	γ	w	w_L	w_P	c	φ		M_v
	kN/m ³	%	%	%	kN/m ²	o		kN/m ²
Glina, sme a, prašnasta, sr. tvrda	19,5	22,4	34,5	19,2	23,0	17,8	CI	7700
Glina, laporovita i lapor, tvrda	20,1	25,7	-	-	38,2	19,4	-	12000
Laporac sa organogenim kre njakom	22,5	15,7	-	-	450,0	35,0	-	-



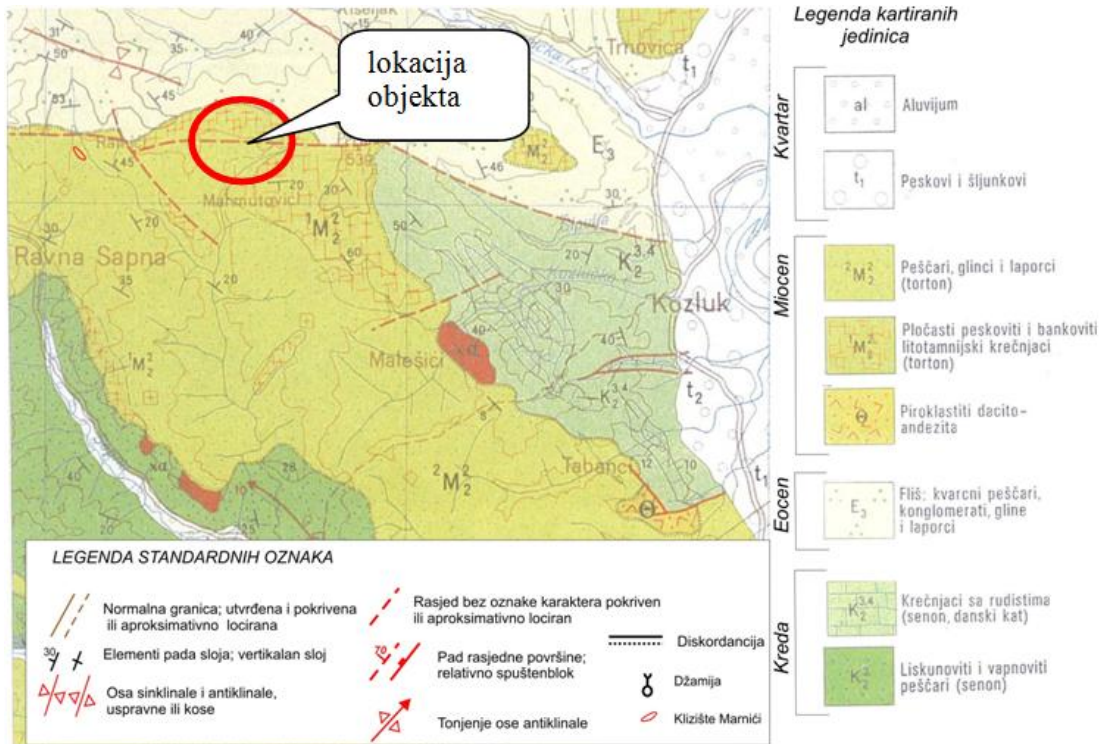
Slika 1. Topografski položaj lokacije objekta

Objekat se nalazi, prema OGK, na pretpostavljenoj rasjednoj zoni. Istražnim radovima, utvr eno je postojanje diskontinuiteta nejasne orijentacije koji odvaja sivi lapor sa organogenim kre njakom od kre njaka kao vrš e stijene. Prema OGK, Kre njaci iznad



objekta su pjeskoviti litotamnijski kre njaci, a ispod objekta se nalazi, kao substrat, sivi laporac sa organogenim kre njakom.

Produkt raspadanja sivog laporca je kora raspadanja koja je stvorila pokriva kao laporovitu glinu, odnosno na površini sme u prašinstu glinu.



Slika 2. Položaj lokacije na Opštoj geološkoj karti

3. UZROK OŠTE ENJA OBJEKTA

Objekat je ošte en zbog grešaka prilikom gra enja i zbog prirodnih uticaja a to je klizanje i postojanje rasjedne zone kao diskontinuiteta u neposrednoj blizini objekta.

Greške prilikom gradnje su napravljene zbog temeljenja u razli itim litološkim lanovima. Sjeverna strana objekta je temeljena u vrstoj kompaktnoj stijeni - kre njaku ili raslabljenoj kre nja koj zoni koja ima dobru nosivost. Južna strana objekta je temeljena na pokriva u, debljine cca 3,0 metra. Uticaj diferencijalnog slijeganja, odnosno stišljivosti pokriva a na južnoj strani objekta i nestišljivost stijene na sjevernoj strani objekta rezultirao je diferencijalnim slijeganjem.

Prirodni uticaj je višestruk. Sa zapadne i južne strane objekta nalazi se aktivno klizište. Klizište je jezi astog tipa, nepravilnih kinematskih parametara. Proteže se više stotina metara. Objekat se nalazi izvan aktivnog dijela klizišta ali neposredno uz lijevo krilo tog klizišta. Zbog uticaja povremenih podzemnih voda došlo je do sekundarnog klizanja terena od objekta do granice sa lijevim krilom. Sa unutrašnje strane temeljnih traka pove an pasivni pritisak na temeljnu konstrukciju što je uzrokovalo horizontalno zatezanje objekta i pucanje objekta na jugozapadnom uglu.



Slika 3. Zapadna fasada objekta



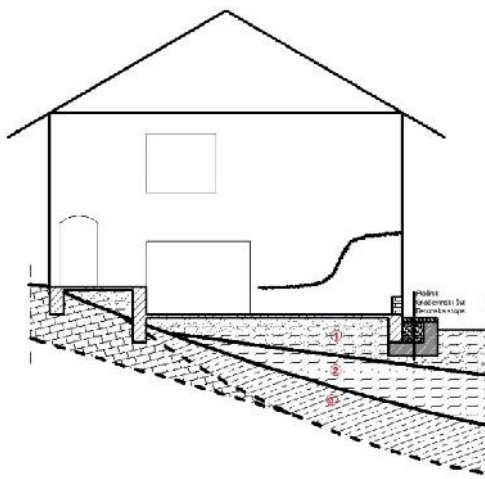
Slika 4. Pukotina na nosivom, vanjskom zidu



Slika 5. Pukotina na nosivom, vanjskom zidu



Slika 6. Pukotina na nosivom, unutrašnjem zidu



Legenda kartiranih jedinica

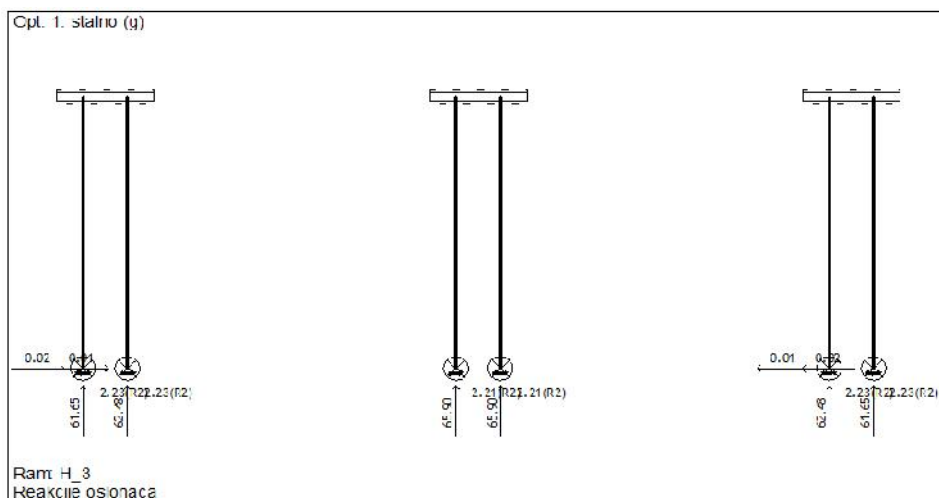
Litološke oznake	Opis materijala
	Humus, smeđa prašnasta glina
	Lapor i siva isparovita glina
	Siva lapor
	Krušnjak

Slika 7. Geotehni ki model prije stabilizacije objekta



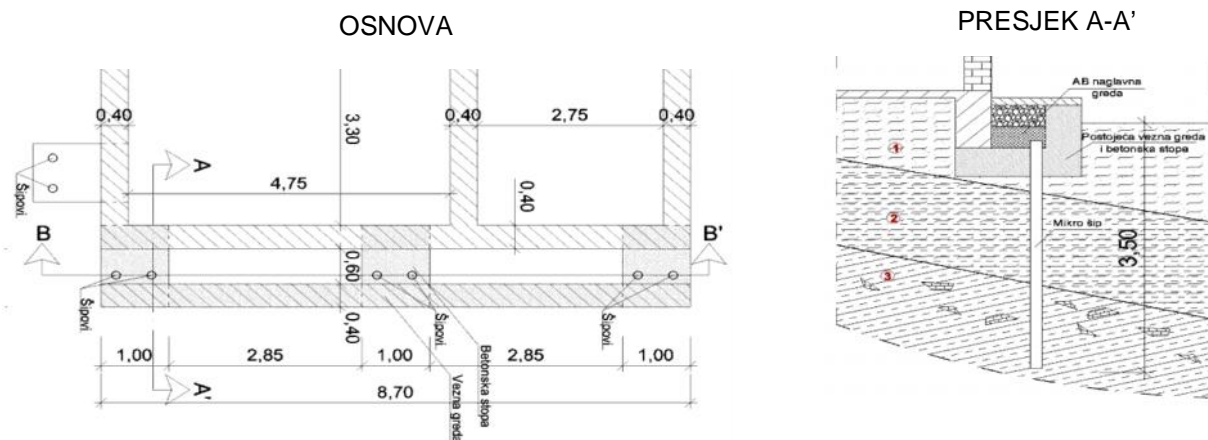
4. STABILIZACIONE MJERE OBJEKTA

Geomehaničkim ispitivanjem tla raskopima na lokaciji predmetnog objekta utvrđeno je, da je dubina na kojoj se nalazi dobro nosivo tlo-stijena cca. na 2,5 m. Sanacija objekta je urađena sa mikrošipovima pre nika 130 mm. Kroz postojeće AB stope označene na slici 7., ugrađen je po jedan par bušenih mikro-šipova pre nika 130 mm. Šipovi su armirani sa RA 400/500, ojačani na mjestima zavarenim šipkama žute 15 cm. Na glavu šipa postavljena je čelična ploča 200x200x10 mm. Na postojećim stopama, nakon fiksiranja čelične ploče, trebalo je ugraditi ankere u prethodno izbušene rupe u postojećoj gredu i temeljnu traku, prije postavljene armature gornje i donje zone naglavne grede. Mikrošipovi su urađeni bušenjem s radnog platoa na površini terena.



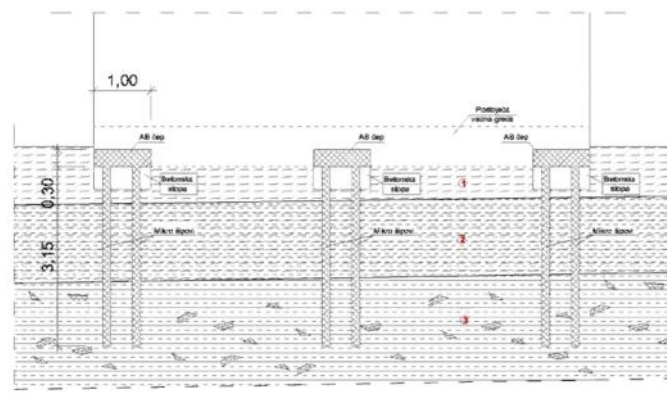
Slika 8. Proračun reaktivnih sila mikrošipa

Prilikom statičkog proračuna analizirana je temeljna traka sa ranije podbetoniranim stopama sa pripadajućim opterećenjem. Pripadajuća sila koja otpada na jedan šip, kontrola slijeganja šipa urađena je softverskim paketom TOWER, uz zanemarivanje nosivosti šipa na trenje po omotaču. Kontrolni proračun nosivosti šipa urađena je po metodi MEYERHOF-a.





PRESJEK B-B'



Slika 9. Geotehni ki model poslije stabilizacije objekta



Slika 10. Izgled jednog para ura enih mikrošipova

5. ZAKLJU AK

U radu je prikazan geotehni ki model interakcije temelj - tlo u svrhu razumijevanja pojave pukotina na individualnom stambenom objektu u naselju Vitinica, Opština Sapna. U zadnjih 30 godina objekat je trpio naprezanja i na osnovu toga javile su se pukotine na nosivim zidovima. Najizračajnije pukotine javile su se u prizemnim prostorijama, ali nisu izostale na stropu i stropnim zidovima.

Uzrok pojave pukotina je greška u temeljenju objekta, kao i prirodni, geotehni ki uslovi na terenu. Objekat je temeljen na dvije litološke sredine, i to sjeverna strana je temeljena u kre njak kao stijenu, a južna strana je temeljena u sme oj prašinastoj glini.

U neposrednoj blizini objekta je registrovano klizište. Objekat se nalazi izvan kliznog tijela, ali pod uticajem sekundarnog klizanja i stvaranja deficita masa u temeljnoj zoni. Kao posljedica složenih geotehni kih uslova, nastupilo je diferencijalno slijeganje terena i pojava pukotina od temelja do stropa objekta.



Stabilizacione mjere su se sastojale od izrade mikrošipova i to 4 x 2 šipa, promjera 130 mm, dubine 3,5 metra. Proraun konstrukcije mikrošipa je uraen u softverskom paketu TOWER, a provjera prema Meyerhof-u. Na površini su se uradile naglavne plo e i ankerno vezanje za temeljnu konstrukciju.

REFERENCE

- [1] Zekan S., Hodži M., Salkovi S., Borogovac Š., Hasi L.: Bosansko-hercegova ka metodologija za istraživanje i stabilizaciju klizišta (BLISM), Zbornik radova GEO-EXPO 2015, Tuzla, str. 20
- [2] Najdanovi N., Obradovi R.: Mehanika tla u inženjerskoj praksi, Beograd, 1981
- [3] Nonveiller E. Mehanika tla i temeljenje građevina. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. (1979)
- [4] Selimovi M. Mehanika tla i temeljenje: Univerzitet "Džemal Bijedić" Mostar, Građevinski fakultet. Mostar, 2000
- [5] Vujanić V. Šta je to geotehničko inženjerstvo, a šta je to geotehnika u putnom inženjerstvu - tumačenje i značenja njihovih pojmova, Geotehnika - časopis Društva za geotehniku u Bosni i Hercegovini, broj 1. 2015