



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

Održavanje geotehničkih konstrukcija temelja - primjeri iz prakse i smjernice

Ingrid Tomac, Božica Marić i Sonja Zlatović

dr.sc. Ingrid Tomac, dipl.ing.građ., University of California San Diego, CA, USA

mr.sc. Božica Marić, dipl.ing.građ., u mirovini

dr.sc. Sonja Zlatović, dipl.ing.građ., Tehničko Veleučilište Zagreb

Sadržaj

1. Održavanje konstrukcija temelja u propisima
2. Ojačanje postojećih oslabljenih nevezanih temeljnih traka i stopa
3. Temelji izloženi bubrenju i skupljanju tla
4. Temelji u sklopu konstrukcije vanjskih zidova s otvorima kod prenamjene građevine
5. Stabilnost sprega temeljne i zidane konstrukcije



Održavanje konstrukcija temelja u propisima Zakon o gradnji (2013, 2017, 2019, 2019)

8.3. ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Članak 150.

(1) Vlasnik građevine odgovoran je za njezino održavanje.

(2) ... tako da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu te unapređivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu...

(3) U slučaju oštećenja građevine ..., vlasnik građevine dužan je poduzeti hitne mjere za otklanjanje opasnosti i označiti građevinu opasnom do otklanjanja takvog oštećenja.

...

Članak 152.

(1) Uvjete za održavanje i unapređivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada i nesmetanog pristupa i kretanja u građevini te način ispunjavanja i dokumentiranja ispunjavanja ovih zahtjeva i svojstava, propisuje ministar pravilnikom.

(2) Pitanja održavanja građevina koja nisu uređena ovim Zakonom uređuju se posebnim zakonom.



Održavanje konstrukcija temelja u propisima Pravilnik o održavanju građevina (2014, 2019)

ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Održavanje građevine podrazumijeva:

1. redovite preglede građevine odnosno njezinih dijelova, ...
2. izvanredne preglede građevine odnosno njezinih dijelova nakon nekog izvanrednog događaja ...

UNAPREĐIVANJE SVOJSTAVA GRAĐEVINE

Članak 17.

Vlasnik građevine dužan je unapređivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu... ako je to propisano posebnim propisom donesenim u skladu s odredbama Zakona o gradnji ili ako je propisano posebnim zakonom.



Održavanje konstrukcija temelja u propisima Pravilnik o sadržaju pisane Izjave izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine (2014)

Članak 2.

(1) Pisana izjava izvođača sadrži:

...

– izvješće o izvođenju radova i ugrađivanju građevnih proizvoda i opreme u odnosu na upute odnosno tehničke upute za njihovu ugradnju i uporabu s uvjetima održavanja građevine s obzirom na izvedeno stanje građevine, ugrađene građevne proizvode, instalacije i opremu u odnosu na projektom predviđene uvjete, s uputama o provedbi radnji održavanja,

...

NN 43/2014-803



Održavanje konstrukcija temelja u propisima

Tehnički propis za građevinske konstrukcije (2017)

DIO PRVI. OPĆA PRAVILA IV. Održavanje građevinskih konstrukcija

Opća pravila za održavanje građevinskih konstrukcija

Članak 20.

(1) Građevinska konstrukcija održava se na način da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i ovim Propisom, te drugi temeljni zahtjevi koje građevina mora ispunjavati u skladu s posebnim propisima.

(2) Građevinska konstrukcija koja je izvedena u skladu s ranije važećim propisima održava se na način da se tijekom trajanja građevine očuvaju njezina tehnička svojstva i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom građevine i propisima u skladu s kojima je građevinska konstrukcija izvedena.

...

(4) Za održavanje građevinskih konstrukcija primjenjuju se pravila dana u hrvatskim normama iz Priloga II. ovoga Propisa, odnosno posebnim pravilima propisanim ovim Propisom za pojedine vrste konstrukcija ili jednakovrijedna.

...



Održavanje konstrukcija temelja u propisima Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 1. dio: Opća pravila (EN 1997-1:2004+AC:2009)

4 Nadzor građenja, praćenje ponašanja i održavanje

4.6 Održavanje

(1) P Mora se odrediti održavanje koje se zahtijeva radi osiguravanja sigurnosti i uporabljivosti konstrukcije.

NAPOMENA: Obično o tome treba obavijestiti vlasnika/investitora.

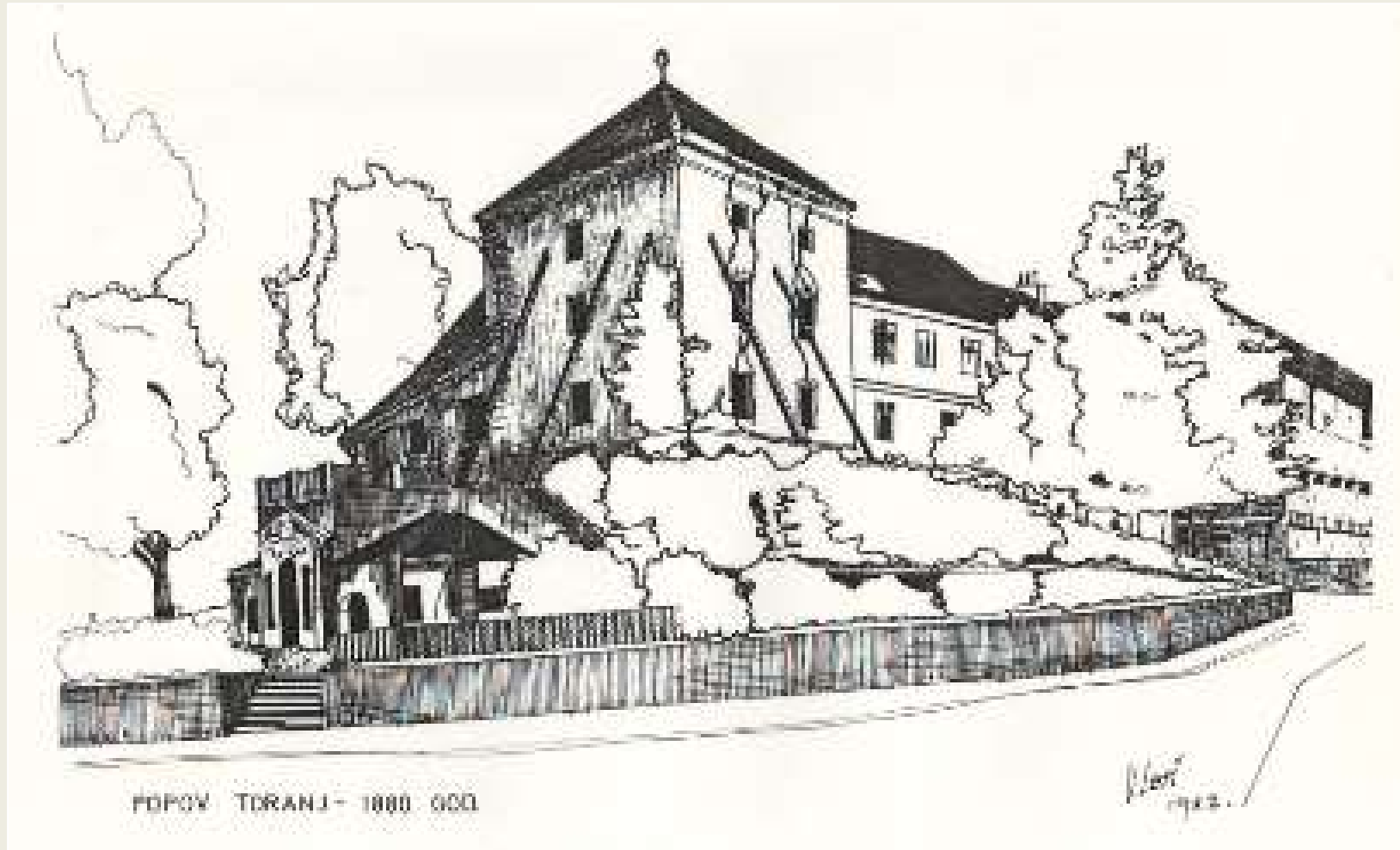
(2) Odredbe o održavanju trebaju sadržavati podatke o:

- kritičnim dijelovima konstrukcije koji zahtijevaju redovit nadzor
- radovima koji su zabranjeni bez revidiranja projekta konstrukcije prije njihove izvedbe
- učestalosti nadzora.



Muzej grada Zagreba

Zbog vlaženja zidova i potrebe da se prodube podrumi, napravljeni su istražni radovi koji su obuhvatili i konstrukciju i temelje i temeljno tlo.



Muzej grada Zagreba: ispitivanje konstrukcije

Svaka od građevina izvedena je odvojeno – primijenjena su drugačija konstruktivna rješenja, tehnike i materijali.

Oštećenja Popovog tornja dogodila su se u potresu 1880. godine, napravljene su mnoge preinake, a zgrade su slabo održavane.

Visoka vlaga bila je prisutna u zidovima.

Pukotina na dvorišnoj strani



Spoj kamenog zida s opekom



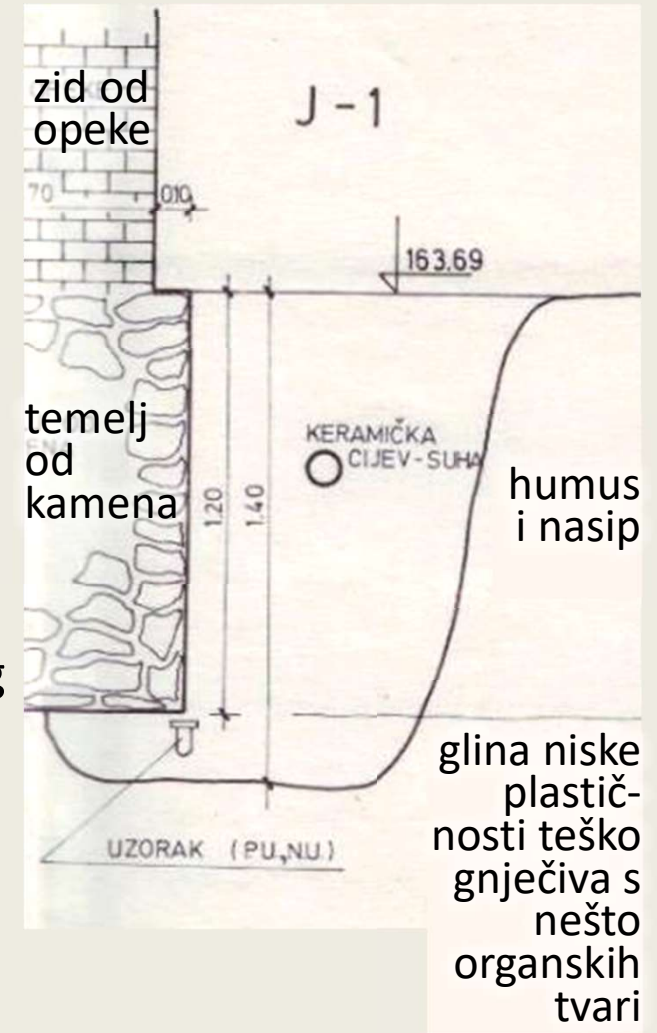
Muzej grada Zagreba: saniranje temelja

U površinskom sloju pronađeni su stari drveni piloti. U staroj konstrukciji uz svaki poprečni zid nalazila se zatega kroz stropnu konstrukciju sa obje strane zida.

Temelji su izvedeni na način uobičajen u doba gradnje: suhozid, odnosno slabo vezani do nevezani zid od kamena ugrađen u iskopu u sloju gline niske do srednje plastičnosti teško gnječivog do gotovo čvrstog konzistentnog stanja.

U tijeku eksploatacije slijeganja se mogu smatrati završenima, a prema stanju konstrukcije i tipu oštećenja bila su u prihvatljivim granicama.

Da se zaštiti slabi temelj, podrumljenje izvedeno uz pomoć mikropilota i monijerke, debljine 20 cm. Izazvano je dodatno slijeganje do 1 cm.



Muzej grada Zagreba: zaključci

Pri rekonstrukciji ovakvih građevina treba težiti što manjem povećavanju opterećenja zbog delikatnog stanja konstrukcije uključujući temelje.

Treba očekivati da su temelji nevezani, mekani i relativno malih dimenzija.



Pri radovima naišlo se na nalaze iz kamenog doba koji su danas prezentirani in situ.

Crkva Sv. Katarine u Divuši

Crkva je u Domovinskom ratu bila znatno porušena.

Projekti sanacije I i II faze obuhvatili su sanaciju konstrukcije, izvedbu drenaže i odvodnje oborinskih voda

Posebne zahtjeve na materijal i pristup nameću konzervatori.

Osnovna sanacija ostatka zidova odnosi se na stari dio na koji se nastavlja obnova građevine.

Postojeće zide je obnovljeno injektiranjem i saniranjem pukotina.

Veza sa postojećim zidovima i izgradnja novih, te svodova i krovništa – izvedeni su materijalom koji je sačuvan, te opekom i AB serklažima



Crkva Sv. Katarine u Divuši: postojeći i novi dijelovi

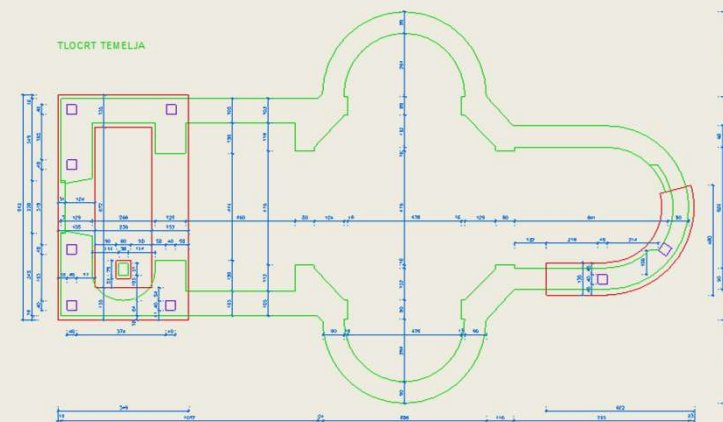
Ispucali elementi konstrukcije povezani su u cjelinu.

Povoljniji prijenos horizontalnih sila postignut je

- injektiranjem,
- uvođenjem serklaža i
- zatega.

Arhitektonski nacrt konačnog stanja crkve

Tlocrtna dispozicija: postojećih temelja iscrtana je zeleno, a novi elementi crveno.



Crkva Sv. Katarine u Divuši: detalji povezivanja postojećih temelja i nove konstrukcije

Ankeri

Kampadno podbetoniravanje temeljnih traka



Crkva Sv. Katarine u Divuši: sanirano stanje



Očuvani dio
originalnog
zida i slika
Sv. Dizme



Očuvani, novi i nanovo sažidani dijelovi
konstrukcije povezani u cjelinu.

Ministarstvo vanjskih poslova

Prije izvedbe

dokumentirano je stanje
građevine.

Izvedene su 3 sondažne
bušotine dubine 10 m, te
11 sondažnih jama uz
postojeće građevine.

Produbljenje temelja
ostvareno je
kombinacijom
mlaznoinjektiranih
stupnjaka, torkreta,
štapnih sidara,
mikropilota, naglavne
grede i razupora.
Pomaci su praćeni reperima
i klinometrima.



Blok Zgrada MVP, Đorđićeva 4 –
Petrinjska 18, Zrinjevac 7-8, Zagreb

Temeljno tlo: 0-3,2m: nasip od gline i opeke
3,2m-8,1m: glina niske plastičnosti, pri vrhu
krute, ispod srednje do meke konzistencije,
ispod 8,1m: zaglinjeni pijesak i šljunak dobro
graduiran ili s dosta praha



Ministarstvo vanjskih poslova: stanje temelja i kampadna izvedba

Kampadna izvedba; najveća širina kampada: 1,0 m



Sondažna jama uz temelj zida

Ministarstvo vanjskih poslova: ojačanja

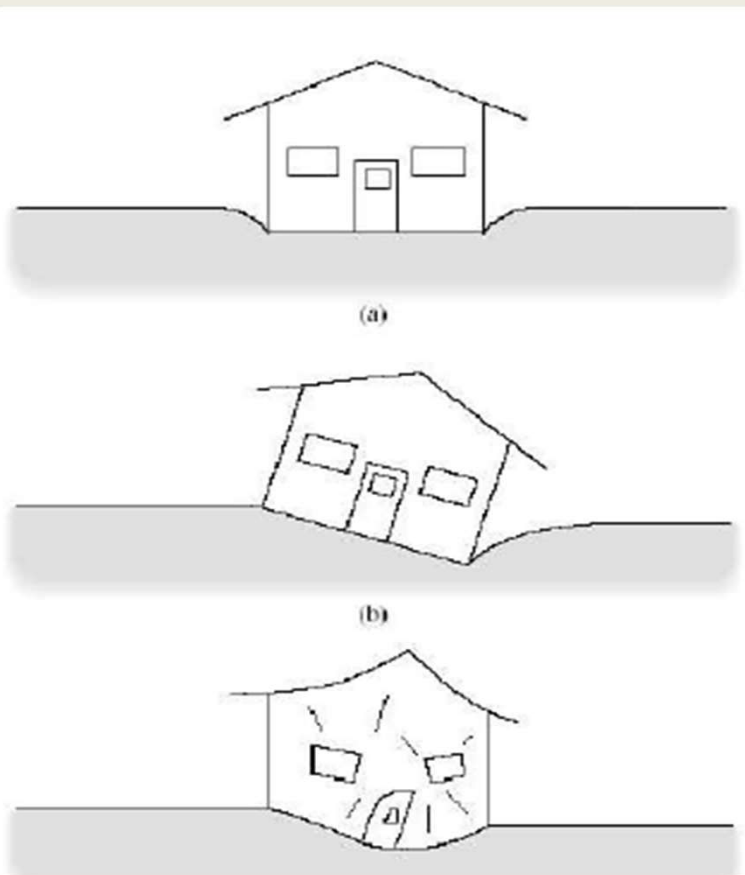
Tlo ispod temelja poboljšano je mlaznim injektiranjem izvana.

Mikropilotima i sidrima unutar zgrade pridržani su postojeći temelji.



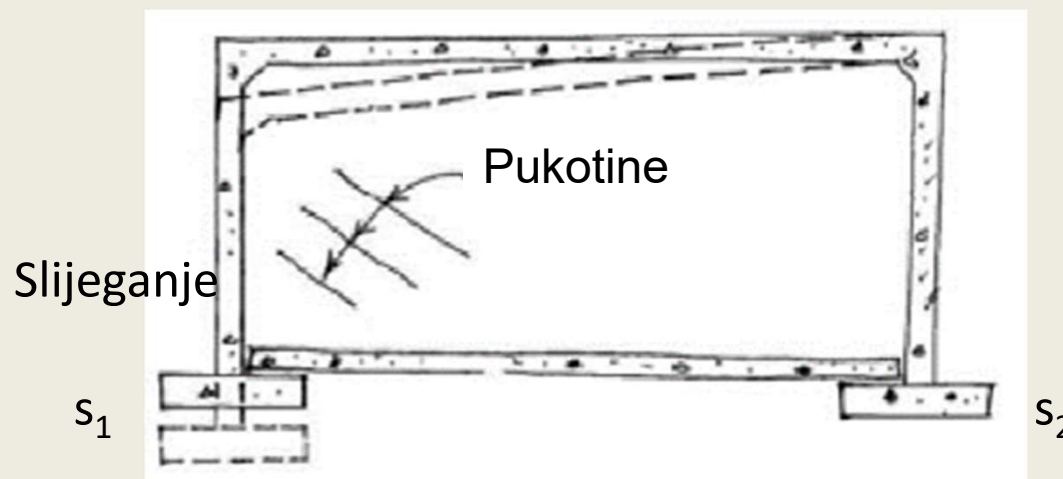
Bubrenje i skupljanje tla može izazivati slijeganje i nagninjanje temelja i građevina

Tla koja bubre (prvenstveno visoko plastične gline) s promjenama vlažnosti mogu izazivati periodično podizanje i spužtanje temelja.



Plitke temelje treba izvesti

- ne u tlu koje bubre
- ispod zone smrzavanja,
- oborinske vode treba primjerenom odvesti.



Temelji izloženi bubrenju i skupljanju – Škrlčeva

Pukotine u zidovima, ustanovljeno je, nastale su sa slijeganjem temelja uslijed bubrenja tla.

Slijeganje između 2,1cm i 3,8cm >>>
diferencijalno slijeganje od 1,7cm

Temeljno tlo: Cl glina srednje plastičnosti ali s organskim primjesama iz kanalizacije, voda iz drenažnog sustava.



Škrlčeva 144, Zagreb



Robna kuća Varteks: produbljenje podruma

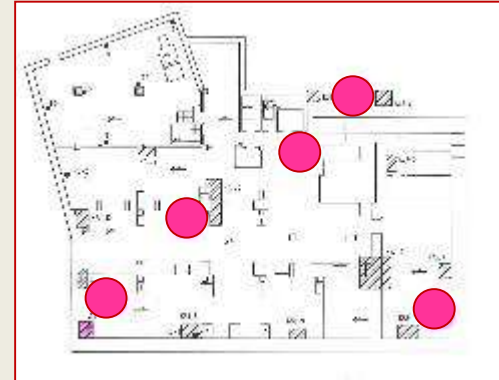
Da bi se iskoristio podrumski prostor, tražilo se produbljenje podrumске etaže čuvajući preostali dio građevine nedotaknutim.

Prema rezultatima geotehničkih istražnih radova (5 bušotina od 5m ograničenih visinom podruma),

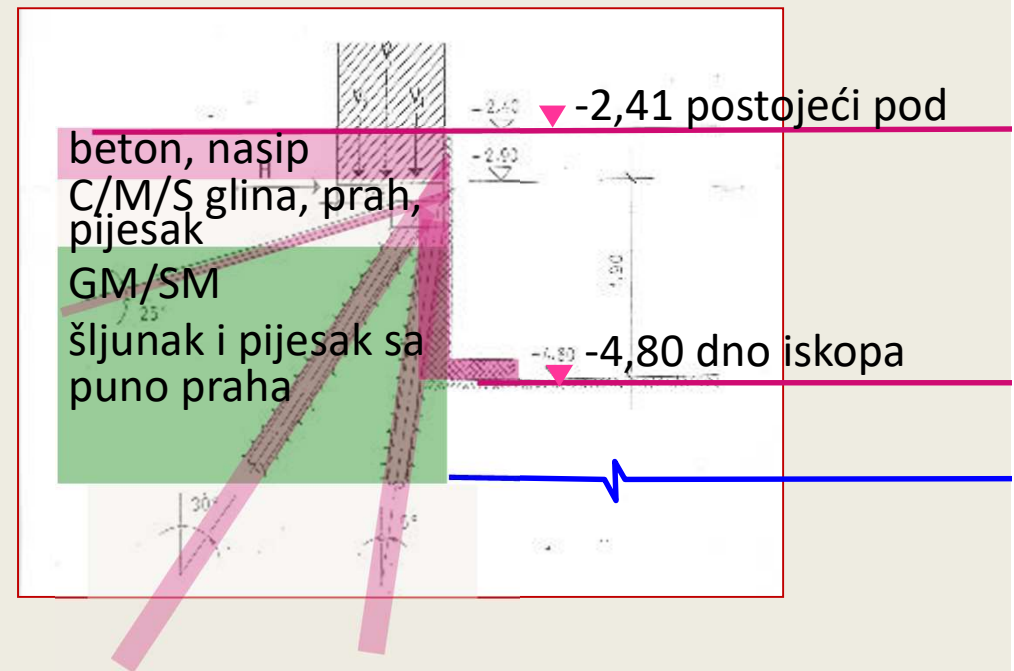
projektom je izabrano rješenje:

- iskop ispod temelja u kampadama od po 1,5m,
- izvedba mikropilota i geotehničkih sidara,
- izvedba naglavne grede,
- izvedba veznih kampada.

Tlocrt podruma i položaj bušotina



Predviđeno rješenje



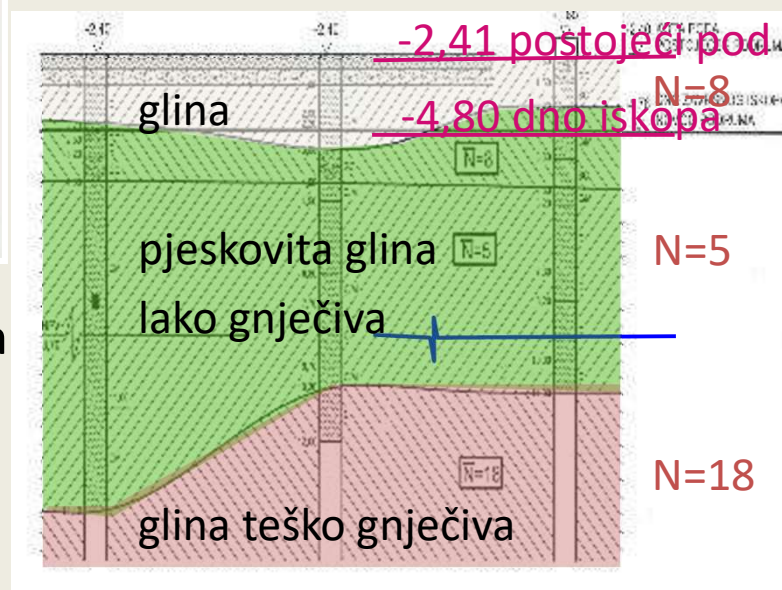
Robna kuća Varteks: nesklad zatečenog stanja s geotehničkim izvješćem

Pri bušenju za mikropilote ustanovljeno je neslaganje s projektnim pretpostavkama i napravljeno je novo bušenje.

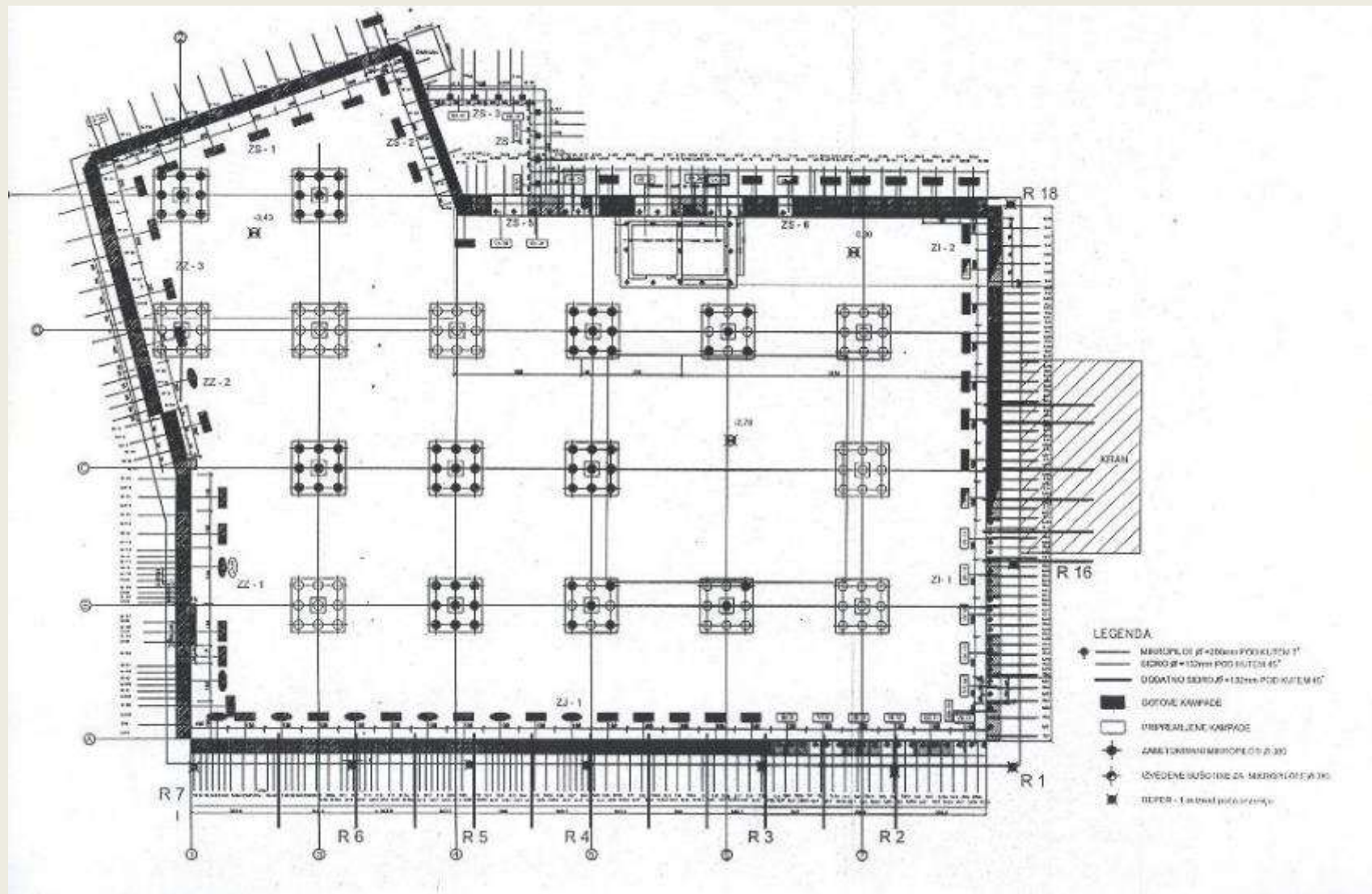


Sloj šljunka, pokazalo se, samo je mjestimičan proslojak.

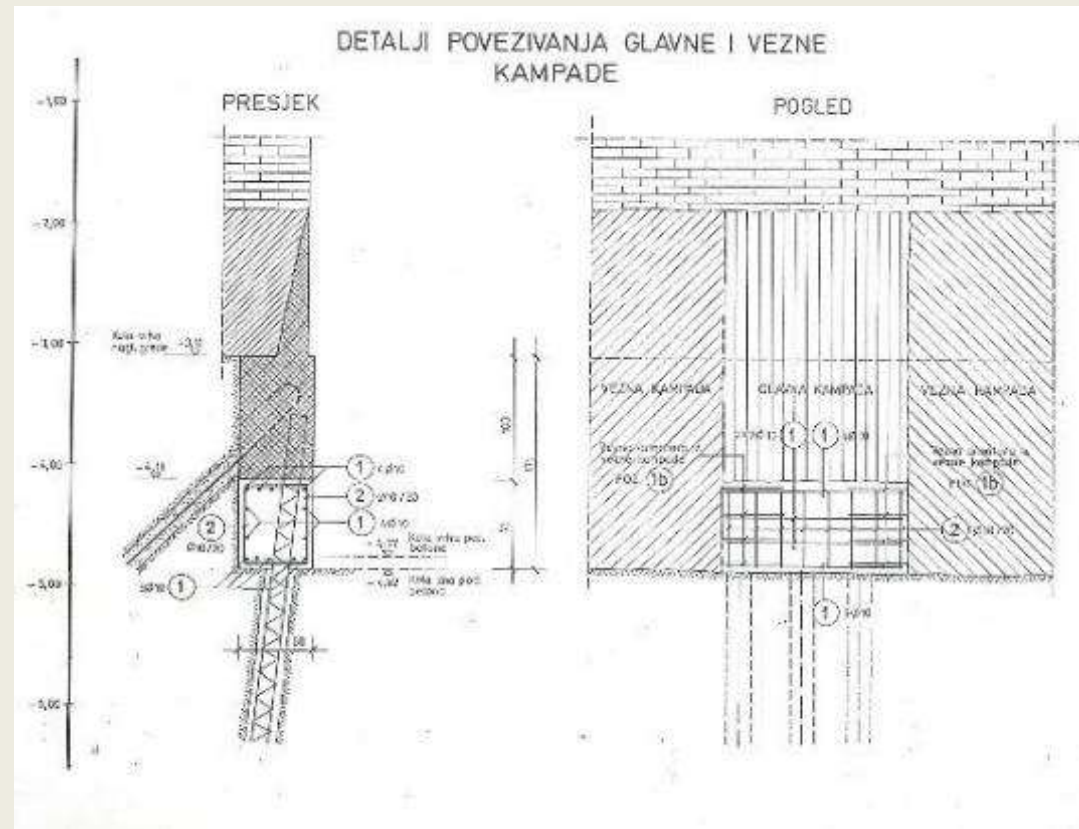
Temeljno tlo je razmekšano vjerojatno uslijed procjeđivanja vode potoka Medveščak sa sjevera.



Robna kuća Varteks: raspored kampada



Robna kuća Varteks: povezivanje kampada



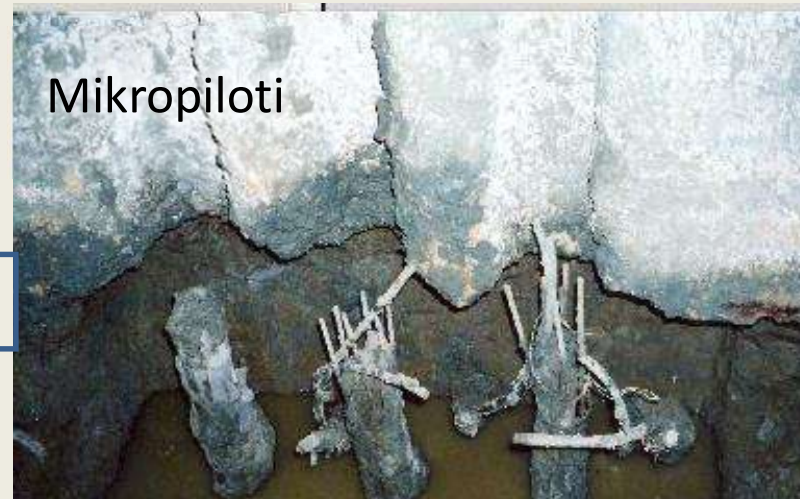
Robna kuća Varteks: produbljenje temelja



Kampadna izvedba je obavezna



Sidra



Mikropiloti

Robna kuća Varteks: unutarnja konstrukcija

Nakon što je započeto produbljenje, ustanovljeno je da treba zamijeniti stropne konstrukcije.

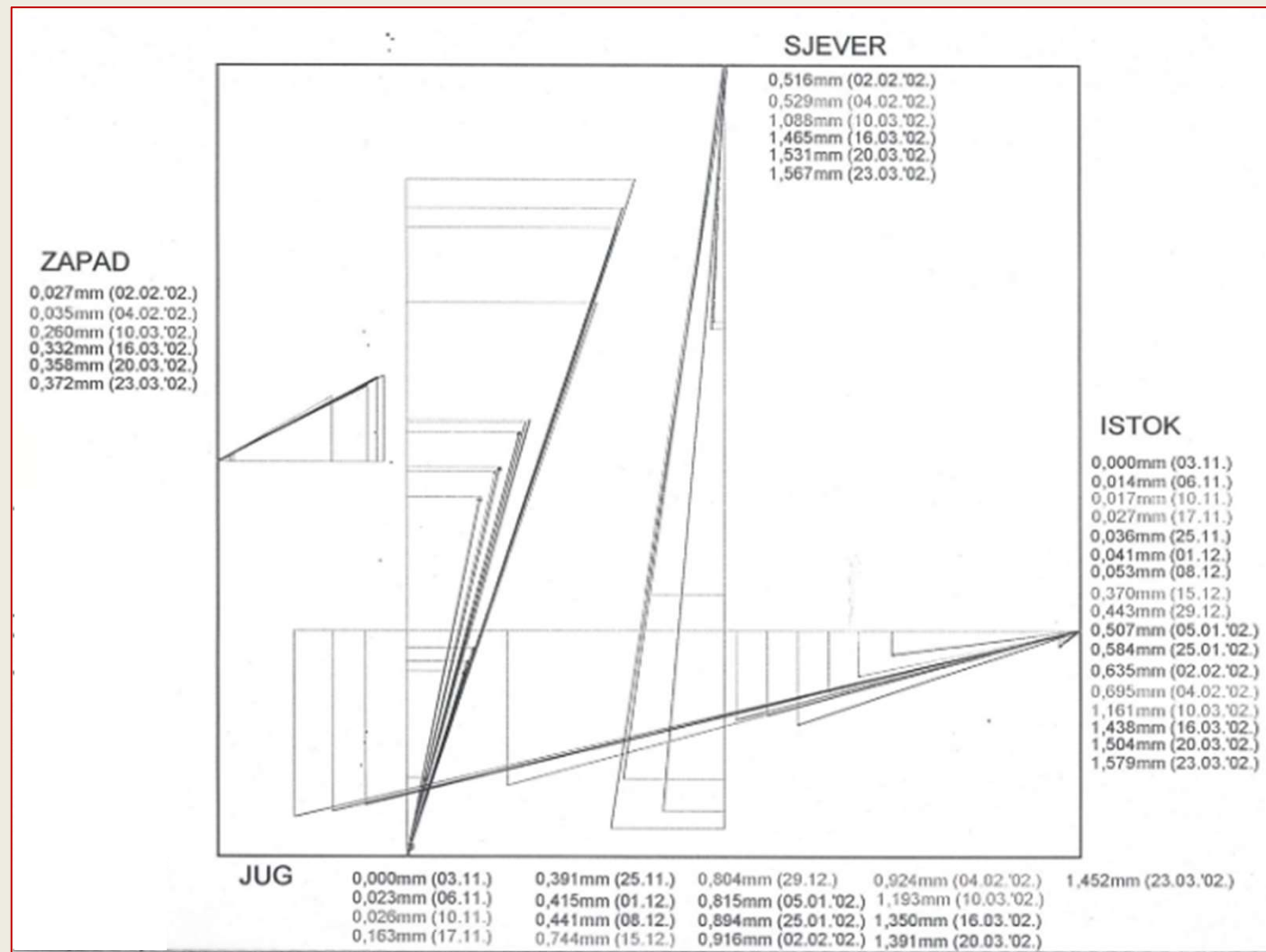
Izrezana je cijela unutrašnjost zgrade, osim fasadnih zidova i dijelova stropne konstrukcije u uglovima.

Fasadne zidove s otvorima pridržavala je cijevna skela.



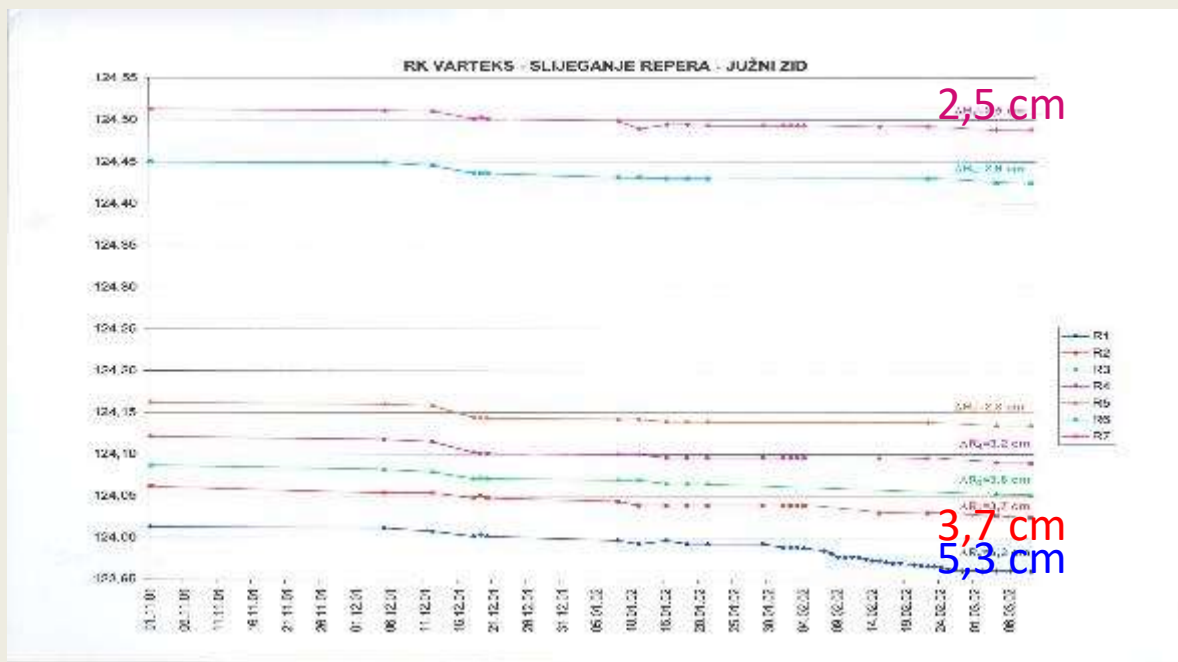
Robna kuća Varteks: mjerenja tijekom izvedbe

Pomaci su mjereni klinometrima i geodetskim reperima.



Robna kuća Varteks: naginjanje južnog zida

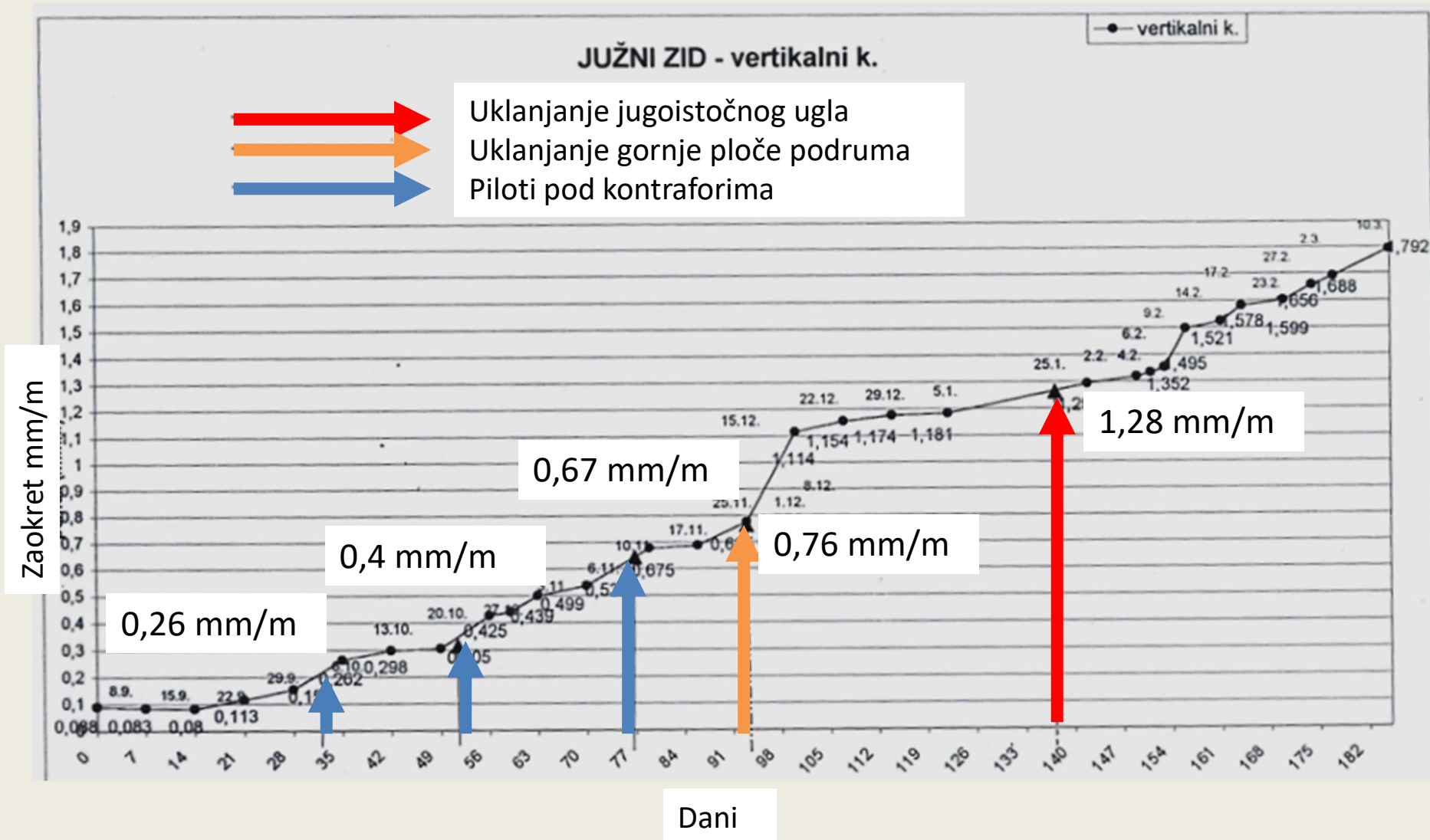
Budući da je potreba zamjene stropnih konstrukcija ustanovljena tek nakon početka izvedbe, tijekom iskopa ispod temelja rušena je unutarnja konstrukcija te su vibracije izazvale slijeganje pilota.



Primjer pukotina uslijed naginjanja zidova



Robna kuća Varteks: naginjanje južnog zida



Robna kuća Varteks: stabilnost fasadnih zidova

Fasadne zidove je u ovakvim situacijama važno dobro pridržati.



Rješenja za pridržanje fasadnih zidova

Nužno je izraditi **poseban projekt čelične konstrukcije za pridržanje fasade** uzimajući u obzir **sve faze radova**.

Intervencije na temeljima nužno treba raditi u suradnji s geotehničarima.



Održavanje temelja

Stare zgrade često su građene sa slabim temeljima (suhozid ili slabi materijali, male dimenzije).

Tijekom vremena podzemne vode, oborinske vode, odvodnja, onečišćenja... potres,... izazivaju dodatna oslabljenja temelja.

Održavanje treba obuhvatiti obnavljanje izgubljenih svojstava. Što možemo učiniti: sanirati uzroke, ojačati konstrukciju injektiranjem, sidrenjem.

Prenamjena građevine često znači povećanje opterećenja što traži i

- nužnost povećanja nosivosti temelja i tla pod temeljem,
- te ograničenje slijeganja uslijed novih opterećenja,

a tu se može

- dodati pilote, sidra, produbljenje temelja, te
- poboljšati tlo.

Pri prenamjeni treba voditi brigu i o temeljima i o cjelokupnoj nosivoj konstrukciji i fasadnim zidovima – i to u svakoj fazi građenja.



A što se tiče potresa

Kod adaptacija postojećih zgrada na potres, svakako nužno je ispitati i temelje i tlo, te ocijeniti prihvatljivost i osigurati kvalitetu temeljenja.



Hvala na pažnji

