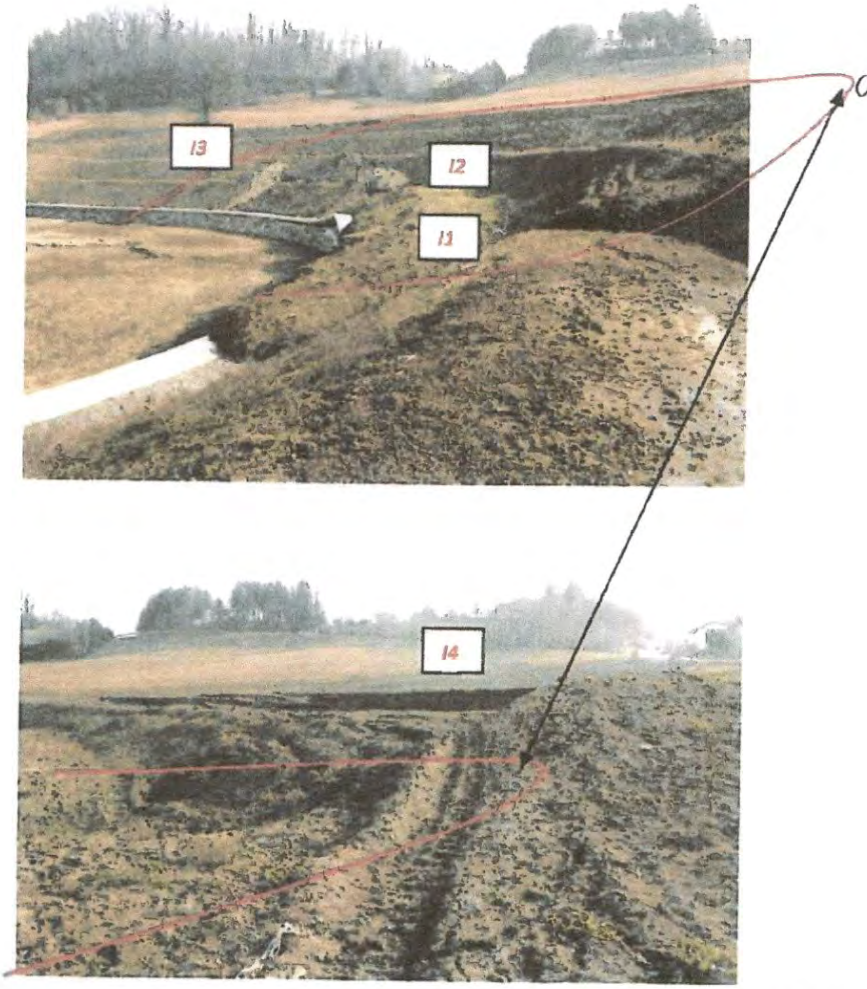
PRILOGA 4

ISB Inženirsko statični biro d.o.o.

Občina Sevnica
Glavni trg 19a

ISB d.o.o.
Gl.trg 17b
MK /S/2
Maribor, 14.03.2019

Drugo začasno mnenje k problematiki nestabilnosti terena in dodatnih geomehanskih preiskav v območju predvidene izgradnje nogometnega igrišča z atletskim stadionom.



Oris nestabilnega območja z prikazom dodatnih vrtin opremljenih z inklinometri

Sestavil:
Metod Krajnc, dipl.ing.gr.

1.0 Splošno-kronologija del

V predhodnem mnenju z dne 30.08.2108 je detajlni opis kronologije izvedbe del od prvega začetka pojava poškodb po 6. juniju 2018 do 30.08.2018.
Kot je v predhodnem mnenju opisano do 8 junija 2018 ni bilo v fazi del opaziti nobenih znakov nestabilnosti, kateri bi dajali sum nestabilnosti in bi bilo potrebno gradnjo ustaviti.
Časovnica del:

Slika z dne 9.05 2018 Prikaz znižanega izkopa v smeri proti J8 po prvem dežju, ko je padlo približno 30mm/m2.

Slika z dne 17.05 2018 Prikaz znižanega izkopa po drugem deževju, ko je padlo približno 40mm/m2, v območju J7,v tej fazi je bil izkop znižan do 6m pod koto osnovnega terena.

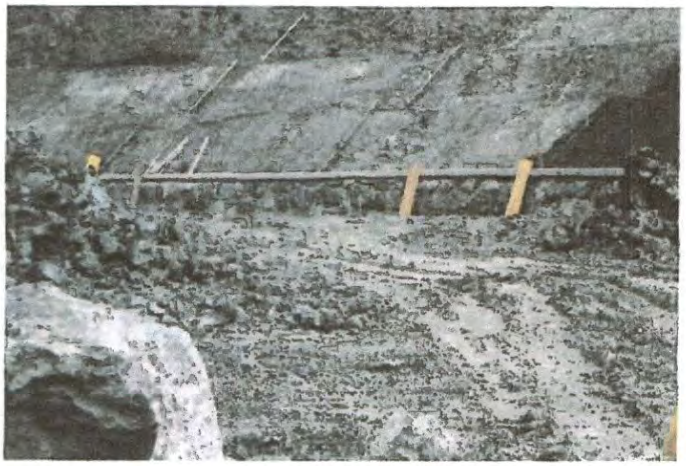
Slika 6 z dne 23.05 2018 Prikaz izvedbe AB krone in finalizacije brežin nad kamnito betonskim zidom.

Slika z dne 30.05 2018 Prikaz izvedbe opaža AB krone in izvedba kamnito betonskega zidu od J7 proti J9.

Slika z dne 30.05 2018 Prikaz izvedbe opaža AB krone in izvedba kamnito betonskega zidu od J7 proti J9.

Slika z dne 6.06 2018 Prikaz izvedbe opaža AB krone in izvedba kamnito betonskega zidu proti J9.

Do dne 06.06.2018 ni bilo nikakršnih znakov nestabilnosti na pobočju.
Prvi znaki poškodb na zidu se začnejo kazati po 8. Juniju, ko se pojavijo močni nalivi in padejo velike količine dežja preko vikenda.
Pod krono zidu se pojavi vzdolžna razpoka, ki dosega velikostni red do 5cm in premik pod krono do 4cm/5m, premiki krone niso vidni.



Slika z dne 13.06 2018 Prikaz poškodb pod krono kamnito betonskega zidu med J7 in J8

Slika z dne 20.06 2018 Pogled v zadnji del izvedenega kamnito betonskega zidu, lokalno je vidno manjše izcejanje vode v območju teras.

Slika 18 z dne 30.08 2018 Pogled na izvedeno stanje; lokalno je vidno izcejanje vode v območju teras in povečanje razpok pod krono in med regami zidov.

Slika z dne 30.08 2018 V območju brežine v prvo teraso je viden odlomni rob,(posedek do 20cm) kateri posledično izriva drenažni material za kamnito betonskim zidom, ni pa vidno nadaljevanje odloma v drugo brežino. Prav tako ni vidno, da bi pred zidom (igrišče) prihajalo do narivanja.

Dodatne geološke preiskave po 30.08.2018

Na osnovi spremljanja sem se odločil izvesti dodatne 4 strukturne vrtine globine 15m ki so opremljene z inklinometri dne 10.10 in 11.10.2018.

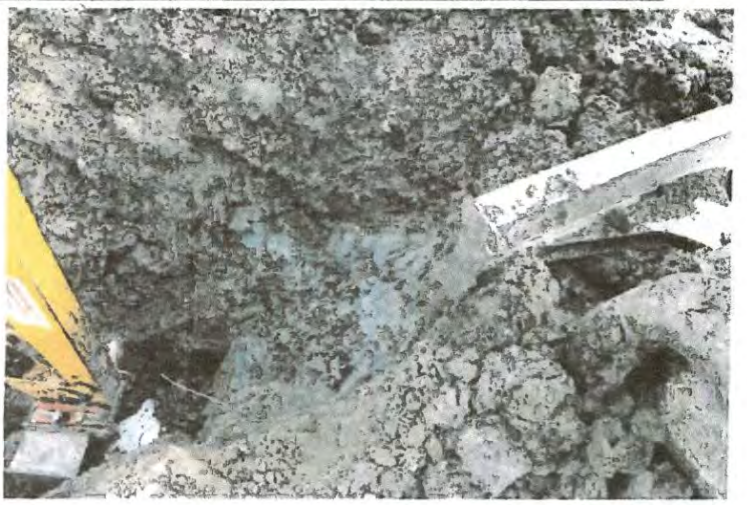
Slika z dne 10.10 2018 prikazuje izvedbo geomehanskih preiskav in vgradnjo inklinometerskih cevi.

Dne 16.10.2018 so bile izvedene nične meritve inklinacij, dne 11.01.2019 so bile izmerjene prve realne meritve po vgradnji, meritve kažejo premik 6-7cm, na globini cca 8-10m v območju prve terase in v območju zgornjega platoja premike 1,3cm na globini 6m cca 5mm.

Na osnovi do sedaj znanih opažanj, so po moji oceni preseženi vodni pritiski, ki so se pojavili v heterogeno sestavljenem pobočju po obilnih padavinah maj-junij 2018.
Izvedba del je potekala v zmerno suhem obdobju, ter zato ni bilo opazen pojav vode, posledično pa utemeljenega razloga za pričakovanje, da se bo nivo talne vode, v zaledju izza zidu tako povišal; ta sedaj dejansko sega na površje prve in druge terase; to je od dna temelja zidu od 8,5-12m.
Med izvedbo štirih zalednih drenaž dolžine preko 48m prav tako ni bila zaznana talna voda (le manjše izcejanje), očitno jo drenaže niso zadele in se prebila nekje vmes med drenažami.
Izvedena je bila še prečna drenaža na stiku z osnovnim terenom na globini 4-5m
V osrednjem območju splazitve se v zaledju verjetno nahaja območje bolj poškodovanih in bolj preperelih meljevcev, kateri so dali možnost preboja vode na površje, po delni razbremenitvi v območju prve in delno druge terase, zato so jo lahko porni pritiski izrinili na površje, same vode pa verjetno zatekajo daleč v zaledju splazitve.
To dokazujeta tudi poizkusna odkopa zemljine iz ravnine krone zidu (dne 17.10.2018) v območju inklinometra št. 2 in 3 na globino cca 3,5m izkazalo se je, da je meljasti lapor popolnoma suh.

Vidna voda na površini prve terase

Prikaz lokacije dveh sondažnih izkopov



Na sliki vidno da je teren od ravnine v zaledje suh in ni vode

Predlog končne sanacije se bo lahko izdelal po še naj majn eni ali dveh dodatnih meritvah inklinacij, katere se bodo izvedle po obilnejših padavinah.
Na osnovi do sedanjih opažanj predvidevam, da bo potrebno v območju splazitve v dolžini cca 50m izvesti stabilizacijo s sidrano pilotno steno v kombinaciji z masivnim kamnitim drenažnim rebrom, *(za znižanje pornih pritiskov)* katerega bo potrebno locirati na osnovi nekaj sondiranj z večjim bagerjem, z namenom da se bi zadela prelomnica po kateri doteka voda. Cesta na grič je od odlomnega roba oddaljena toliko, da njena stabilnost ni ogrožena.

Maribor, 14. marec 2019

Sestavil:
Metod Krajnc dipl.ing.gr.

METOD KRAJNC
dipl.inž.grad.
IZS G-0584

PRILOGA 5 - IZVLEČEK

bila predvidena v projektih IDZ in PGD (če so bila vgrajena), kot tudi »ojačitvena« rebra pred zidom, ki so se izvedla po nastalih premikih.
2. Karakteristične prereze, z vrisanimi vgrajenimi inklinometri/(piezometri ?) ter primerjavo novih podatkov z vhodnimi geološkimi prerezi, kot so bili podlaga za izdelavo projekta.
3. Podatke meritev v inklinometrih, v standardnih zapisih odklonov v obeh smereh, A - A in B - B.
4. Meritve nivojev (tlakov) podzemne vode.

Pogrešamo tudi fotografsko dokumentacijo gradnje in izgradnje globokih drenažnih reber za zidom v pobočje, ki so ključni za nadzorovanje gladin podzemne vode in stabilnosti pobočja (glej zapis v zaključkih poročila o terenskih raziskavah). Med fotografijami ni nobene, ki bi pokazala, kako so bila in kdaj so bila izvedena rebra v pobočju za zidom, saj bi že izvedba zagatnic globine 8 m morala pritegniti pozornost.

Mnenje UL FGG: Zapisi in dokumentacija, izjema so geodetski posnetki pomikov, izdelani potem, ko je na pobočju prišlo do premikov oz. zdrsov zemljine, ne omogočajo primerjave vhodnih podatkov, ki so bili osnova za projekt ter podatkov iz obstoječega stanja oz. stanj, ki so se pojavila med gradnjo. Za potrebe izdelave povratnih stabilnostnih analiz in za potrebe pridobitve ustreznih podatkov za izdelavo projekta sanacije splazele brežine, bi priporočili, da se pri projektantu ali izvajalcu pridobijo naslednji podatki (in/ali pridobijo manjkajoči podatki):

- *Situacija zatečenega stanja z vrisanimi vsemi raziskovalnimi sondami za fazi IDZ in PGD, dodatnimi inklinometri ter dejansko izvedenimi vsemi deli: drenažnimi ukrepi, pred in za zidom, zid, nasipi itd. (projekt izvedenih del).*
- *Karakteristični prerezi terena – zatečeno stanje, z vrisano novo geometrijo sestave tal, ugotovljeno med izvedbo zidu, podzemne vode ter podatki iz novih inklinometrov ter vseh zgrajenih objektov.*
- *Podatki o inklinometrskih meritvah, s celotnim zapisom poteka krivulje od dna do ustja vrtine.*
- *Če je možno, naj se pridobijo podatki o meritvah globine podzemne vode. Če jih ni, naj se čimprej vzpostavi ustrezne objekte (piezometre) za opazovanje.*
- *Dobrodošli bi bili podatki o doseženi zgoščenosti materialov na pobočju in na bermah za zidom, pridobljeni s strani izvajalcev kontrole kakovosti med gradnjo.*

Brez teh podatkov, vzdržno načrtovanje sanacije in končne stabilizacije pobočja ne bo možno.

3 MNENJE UL FGG

Povzetek ugotovitev pregleda

1. Geološka zgradba terena na območju vzhodnega pobočja stadiona v Sevnici je z gradbeno tehničnega vidika – v primerih, ko obravnavamo vkope v teren – zelo zahtevna. Predkvartarno podlago ozemlja gradijo malo prepustni miocenski laporji, prekriti z več metrov debelimi sloji kvartarnih zemljin, v katerih se ustvarjajo horizonti viseče podzemne vode. Le ti so bili med izvedbo predhodnih GG raziskav tudi identificirani v razkopih in vrtinah. V najmanj ugodnem primeru, v vrtini V 5, je bila ugotovljena gladina podzemne vode na globini 0,8 m pod nivojem terena oz. pod ustjem vrtine. Podobno tudi sondažni jaški v predmetnem (splazelem) področju izkazujejo nivo podzemne vode relativno plitvo pod površino terena. Kombinacija plastičnih glinenih zemljin, ki se nahajajo nad laporno podlago ter visoke gladine podzemne vode, vse pa še v povezavi z vključki prepustnejših peščenih plasti opozarjajo na previdnost pri interpretaciji hidrogeološkega modela za namene načrtovanja vkopov v pobočje.
2. Projektant v zapisu z dne 14.3.2019 ugotavlja, da bo treba s sondiranji najti prelomnico, po kateri doteka podzemna voda po miocenskem laporju. V pregledani dokumentaciji sicer nismo našli podatkov, ki bi nakazovali na obstoj take prelomnice, čeprav so tovrstna opozorila na mestu. Nasprotno pa so vse sonde na pobočju (2007 in 2017) izkazovale

visoke gladine podzemne vode – vendar pa te izmerjene gladine niso bile ustrezno prikazane na geoloških prerezih in tudi ne ustrezno upoštevane v izračunu varnosti. Najprej bo po našem mnenju treba izrisati realistične geološke prereze in stabilnostne analize ponoviti s podatki izmerjenih gladin podzemne vode v plasteh nad laporno podlago. Te se v času padavin dvignejo in v času suše znižajo, v geološkem prerezu na pobočju pa so stalno prisotne, tako kot so stalno prisotne tudi v dolinskem dnu, a jih projektni prerezi ne pokažejo. Menimo, da je poznavanje sezonskih nihanj podzemne vode na pobočju in v ravnini ključ do veljavne stabilnostne analize in zasnove učinkovitih in vzdržnih ukrepov odvodnjevanja. Z iskanjem prelomnice v laporju s sondiranjem z večjim bagrom, kot predlaga zapis z dne 14.3.2019, bi kazalo začeti potem, ko bodi izrisani realistični geološki prerezi, če ti pokažejo ta dela za pomembna.

3. Geostatični izračun v stabilnostni analizi upošteva gladino podzemne vode (ob upoštevanju drenaž?), vendar pa bi, v kolikor bi bili na ozemlju, pravočasno vgrajeni piezometri, le ti pokazali, da so gladine v času mokrih sezon višje od tistih, privzetih v izračunu. Po splazitvi izvedeni kontrolni geostatični izračuni poročajo o faktorju varnosti F = 1,04 pri gladini vode - 1 m pod končno ureditvijo. Glede na to, da je bila v vrtini V 5 izmerjena gladina – 0,8 m pod površjem, bi to moralo pomeniti, da so morali izvajalci pri zaseku prve stopnice nad zidom že presekati precejno črto (glej prerez P 2). Slika 19 v dokumentu ISB z dne 30.8.2018 kaže zelo omočene cone med krono zidu in prvo bermo. Med pregledanimi dokumenti pogrešamo načrt z grafičnim prikazom poteka drenaže za zajem te vode in odvodu le te, kot je bila (če je bila) drenaža med deli izvedena.
4. Karakteristike zemljin, uporabljene v osnovnem izračunu, so za preperine laporja (nad laporjem je v vrtini V 5 npr. zapis o prisotni plasti mastne gline) zelo optimistične. Ker v fazi GG raziskav za PGD ni bilo izvedenih laboratorijskih raziskav trdnosti zemljin, je težko presojati, katera strižna odpornost zemljine bi bila najbolj relevantna za korekten izračun. V ponovljenih izračunih, izvedenih po premikih pobočja, so bile izvedene analize tudi za znižane vrednosti strižne trdnosti, iz $\varphi = 34^{\circ}$ na $\varphi = 27^{\circ}$ na kontaktu preperine in laporja in pokazale bistveno prenizke faktorje varnosti. Pritrjujemo mnenju projektanta, da je zelo verjetno prišlo do znižanja strižne odpornosti zemljin med gradnjo na pobočju (kot posledica kombinacije vplivov relaksacija ob razbremenitvi z izkopom ter z njo povezane spremembe sukcije oz. tlakov podzemne vode, lahko pa tudi presežnih pornih tlakov zaradi gradnje nasipa, op. UL FGG).
5. Primerjava geometrije naravnega pobočja pred začetkom gradnje in po preoblikovanju z gradbenimi ukrepi kaže, da se je nagib pobočja po projektu močno povečal. Gre za zelo pogumno rešitev, ki računsko ni bila ustrezno dokazana. Kot stabilnostno nadvse občutljiv ocenjujemo kontakt med naravnim pobočjem in umetnim nasutjem na pobočju ob dejstvu, da ni podatkov, kako so se ta dela izvedla oz. v pregledanem PGD ni navodil za izvedbo teh del.
6. Na karakterističnih projektnih prerezih (P1 do P3) so izrisane rešitve z vgradnjo kamnitih reber ter kamnitih gnezd. Ustreznost gostote oz. potrebna medosna razdalja med rebri, potrebna za ustvarjanje ustreznega depresijskega lijaka v pobočju, v projektu ni bila analizirana. Kamnita rebra in strižni ključi so del klasičnih ukrepov za izboljšanje stabilnosti pobočij, vendar pa morajo biti njihova gostota in razporeditev prilagojeni vrsti in prepustnosti zemljin. Po splazitvi, junija 2018, so bila izdelana 3 ločena poročila z obsežno fotografsko dokumentacijo, a med fotografijami nismo zasledili nobene, ki bi pokazala, ali so bila s projektom načrtovana globoka rebra za zidom tudi izvedena tako, kot je prikazano na prerezih P 1 do P 3, pril. G.6 v PGD.
7. Pregledana poročila, napisana po splazitvi, ne omogočajo vpogleda v dejanske razmere na brežini. Manjkajo situacija s prikazom zatečenega stanja, vrisanimi starimi raziskovalnimi sondami in novimi inklinometri in (piezometri?) ter korektno izdelani GG prerezi. Manjkajo zapisi horizontalnih pomikov po globini inlinometrskih sond oz. zapisi

sezonskih nihanj v piezometrih ter natančnejša določitev strižnih in deformabilnostnih karakteristik zemljin.

Mnenje UL FGG o pristopih k trajni zagotovitvi varnosti pobočja

1. Soglašamo z zapisom projektanta z dne 14.3.2019, da je v danih pogojih in v zatečenem stanju, izgradnja sidrane pilotne stene prava rešitev za zagotovitev trajne stabilnosti pobočja ter tudi za varno izgradnjo načrtovanih objektov v višjih fazah urejanja stadiona. Temu v prid govorijo relativno plitve globine, na katerih se pojavlja stabilna podlaga iz laporja, v katero bi vpeli in sidrali pilote.
2. Glede na aktivno drsenje zemljin na brežini in načrtovane nove ukrepe za stabilizacijo pobočja, bi priporočili sestanek z arhitekti, da bi preverili, ali naj se rešitve z obstoječimi umestitvami objektov na pobočju ohranijo, ali pa bi se glede na ugotovljene razmere izvedle določene spremembe (to zlasti velja za kasnejše faze ukrepov, npr. v P4 – P6). V primeru, če se bo obdržala obstoječa zasnova (geometrija pobočja s tribunami, deloma na naravni in deloma nasuti brežini), bo treba vzdolžno os pilotne stene pomakniti proti vzhodu oz. višje v pobočje za obstoječim zidom, ki je zaradi premikov že poškodovan. V kolikor bi pilotno steno izvajali v osi sedanjega zidu, bi morali najprej izvesti obsežne dodatne nasipe – delovne platoje za izvedbo pilotov, krono (vrh) pilotov pa dvigniti visoko nad obstoječo krono zidu, s čimer bi zelo posegli v sedanje načrte ureditev tribun. Iz doslej znanih podatkov (fotografije v zapisu z dne 14.3.2019) je videti, da so odlomni robovi plazov na brežini nad prvo bermo nad zidom, omočene pa so tudi brežine nad 2. bermo.
3. Da bi lahko izdelali vzdržen, zatečenemu stanju in ureditvam čim bolj prilagojen in racionalen projekt stabilizacije pobočja s tribunami, priporočamo, da se pristopi k reševanju stanja po korakih in v zaporedju, kot je zapisano spodaj:
   a) Izdelati je treba geodetski posnetek pobočja v zatečenem stanju, vključno s posnetki odlomnih robov ter posnetki vseh že zgrajenih objektov (drenaž, kamnitih reber). Izdelati je treba realistične geološke prereze za zatečeno stanje.
   b) Na aktualno situacijo in prereze je treba vnesti vse doslej izvedene GG raziskovalne sonde, vključno z novimi 4 strukturnimi vrtinami – inklinometri. Na novo situacijo in na prereze zatečenega stanja je treba vrisati pomembne geološke elemente: mejnice med geološkimi sloji, močila in izvire, odlomne robove, globine pomikov v inklinometrih ipd.
   c) Izdelati je treba GG poročilo (tega sedaj ni) z usklajeno GG interpretacijo razmer v pobočju, upoštevaje vse sonde, ki so bile izdelane kot podlaga za projekt ter sonde za namene monitoringa. V okviru nove interpretacije GG razmer je treba ugotoviti in pojasniti, zakaj je prišlo do ugotovljenih razhajanj in neusklajenosti med popisi geoloških materialov, gladin podzemne vode in globine DP sond in interpretacijami prerezov v projektnih dokumentih IDZ in PGD. Na situacijo in v prereze je treba izrisati drenažna rebra, če so ta bila izvedena za zidom tako, kot je bilo predvideno v PGD ali z odstopanji.
   d) Pridobiti je treba podatke o kontrolnih meritvah zgoščenosti in važnosti zemljin na brežinah (če so se meritve izvajale) ter kontaktov med različnimi sloji (če se je detekcija mejnic izvajala).
   e) Meritve inklinacij je treba dokumentirati z zapisi meritev ter jih prikazati na aktualnih geoloških prerezih.
   f) Potem, ko bodo dokončana dela, zapisana v tč. a. do e., bo treba preveriti, ali so vhodni podatki dovolj zanesljivi za vzdržno projektiranje sidrane pilotne stene, ali pa bo potrebno pridobiti manjkajoče podatke z dodatnimi vrtinami ter laboratorijskimi raziskavami. Poudarimo naj, da SPT in DP testi niso primerni za določanje trdnostnih parametrov v vezljivih zemljinah in da dosedanji vhodni podatki v računskih analizah niso argumentirani z ustreznimi preiskavami. Dodamo naj še, da bo v primeru, če bo potrjena teza projektanta, da so vzroki za porušitev brežin v še neznanih dotokih vode po porušenih conah v laporju, treba preveriti, ali bo v takšnih pogojih sploh moč napeti

sidra ali pa bodo potrebni dodatni ukrepi za zagotavljanje nosilnosti sider. Priporočamo, da se k sodelovanju povabi izkušen inženirski geolog, ki bo na osnovi aktualnih podatkov določil lokacije morebitnih dodatnih sond in vsebino dodatnih geotehničnih raziskav. Pri tem naj se ne pozabi na pridobitev ustreznih hidrogeoloških podatkov tudi v ravninskem delu, na območju stadiona.

g) Pristopi se k analizi optimalne variante poteka trase (vzdolžne osi) pilotne stene in izvede ustrezne geostatične izračune za namene dimenzioniranja pilotov in sider.

h) V okviru projektiranja pilotne stene bo priporočljivo analizirati ukrepe - razmisliti o izvedbi kamnitih drenažnih reber ali celo nasipa iz kamnitega materiala pred pilotno steno, s čimer bo zagotovljeno trajno dreniranje zaledja pilotne stene in zagotovljena stabilnost tribun. Z računskimi analizami je potrebno v okviru projekta pilotne stene določiti optimalno gostoto ter globino drenažnih reber na pobočju za zidom oz. za pilotno steno. Izvesti je treba ponovno preveritev stabilnosti nasipa na pobočju in predpisati ukrepe za zagotovitev varne gradnje nasipa in tribun na pobočju.

i) Razmisliti velja, da bi izdelavo GG poročila za namene projektiranja pilotne stene in dodatnih ukrepov za sanacijo porušenega pobočja razširili istočasno še na preveritev izvedljivosti in dodatno presojo ukrepov za nadaljnje faze gradenj stadiona. Rešitve, prikazane na pril. G.10 v IDZ ne temeljijo na realističnih vhodnih geoloških podatkih in so preoptimistični. Za izdelavo vzdržnih in varnih projektov bo potrebno tudi za naslednje faze izgradnje stadiona najprej izdelati ustrezen inženirsko geološki model pol-prostora ter temu prilagoditi ukrepe za varno gradnjo ali pa morda spremeniti in razmeram na pobočju prilagoditi zasnovo objektov. Samo tako se bo moč izogniti situaciji, podobni tisti, nastali junija 2018.

4 ZAKLJUČEK

Na zahtevne GG razmere na brežinah – pobočjih stadiona v Sevnici je leta 2007 korektno opozoril izvajalec predhodnih raziskav, INI (2007).

Izbrana varianta stabilizacije vkopanega pobočja za namene izgradnje tribun z varovanjem z nizkim opornim zidom in drenažnimi rebri je bila cenovno privlačna, v GG pogledu pa je bila zasnovana na premajhnem obsegu raziskav in premalo zanesljivih geotehničnih podatkih.

Kljub sitnostim zaradi nastale lokalne splazitve menimo, da je treba nastalo situacijo izkoristiti za celovito izboljšanje znanj o GG razmerah na lokaciji in predvsem zato, da z ustreznimi pristopi preprečimo, da bi se podobna zgodba ponovila pri gradnji objektov v naslednjih, višjih fazah gradnje Stadiona (plezalna stena, rezervno nogometno igrišče) ali celo med uporabo objekta.

Ob porušitvah pobočij se geotehnične razmere v brežini praviloma poslabšajo glede na začetno stanje, delno zaradi velikih premikov (prehod trdnosti zemljine v rezidualno trdnost) in delno zaradi povečane infiltracije padavin v razpoke, nastale ob premikih. Da bi se izognili nadaljnjim »geološko pogojenim presenečenjem« je treba računske analize za dimenzioniranje trajnih zavarovalnih ukrepov izvesti na realnih geotehničnih podatkih in ob pravilnem razumevanju geoloških razmer na širšem vplivnem območju. Osnova za načrtovanje podpornih ukrepov in izračun le teh mora biti kvaliteten inženirsko geološki model, podprt z ustreznimi raziskavami in izkušnjami iz podobnih geoloških okolij.