



Podjetje za geotehnični & gradbeni inženiring d.o.o.
Pleteršnikova 23, 1000 LJUBLJANA, Slovenija

GSM: (0)41 612 099
E-mail: s.venturini@ini.si

GEOTEHNIČNO POROČILO

o pogojih gradnje ATLETSKEGA STADIONA V SEVNICI

Naročnik: OBČINA SEVNICA
Glavni trg 19a
8290 SEVNICA

Objekt: Atletski stadion Sevnica

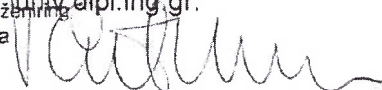
Predmet: GEOTEHNIČNO POROČILO
o pogojih gradnje stadiona v Sevnici

Poročilo št. 2177/2007

Ljubljana, september 2007

i - n - i d.o.o.
Podjetje za geotehnični & gradbeni inženiring
Pleteršnikova 23, Ljubljana

Direktor.
Sergej Venturini,
univ. dipl. ing. gr.



Vsebina

a/ Tekstualni del

1. Osnovni podatki
2. Terenske raziskave
 - 2.1. Izkopi sondažnih jaškov
 - 2.2. Raziskave z dinamičnim penetrometrom
3. Geotehnični opis temeljnih tal
4. Hidrogeološke razmere
5. Pogoji gradnje stadiona
 - 5.1. Pogoji izvedbe nasipov
 - 5.2. Pogoji izvedbe vkopov
 - 5.3. Podzemno odvodnjavanje
 - 5.4. Pogoji temeljenja stadiona
 - 5.4. Pogoji gradnje parkirišč in komunalne infrastrukture
6. Zaključek

b/ Grafične priloge

priloga 1:	situacija sondiranja
priloga 2:	prečni profil P-1
priloga 3:	prečni profil P-2
priloga 4:	prečni profil P-3
priloga 5:	geotehnični profili sond S-1 do S-6
priloga 6:	rezultati dinamičnega penetrometra

1. OSNOVNI PODATKI

Lokacija namenjena gradnji športnega objekta je umeščena med Cesto na grič na južni strani in Prvomajsko ulico na zahodni strani. Na severnem delu se nahajajo teniška igrišča, športna dvorana in bazenski kompleks. Na vzhodnem delu se novogradnja zaključi visoko v pobočju travnatnega hriba.

Geografsko gledano se nahajamo ob vznožju koritasto oblikovanega naravnega pobočja. Teren pada v smeri proti zahodu. Na skrajnem vzhodnem delu je absolutna kota cca. 204 m.n.m., medtem ko se nahaja Prvomajska ulica na skrajnem zahodnem delu na koti cca. 189 m.n.m. Na razdalji 220 metrov se teren zniža za 15 metrov. Generelni prečni naklon pobočja v smeri vzhod - zahod tako ocenjujemo na 4 stopinje.

V času pisanja tega geotehničnega poročila so prostorski načrti še v idejni fazi obdelave. Zaenkrat sta za umestitev večnamenskega stadiona izdelani dve varianti. Pri verjetnejši varianti I. je stadion postavljen vzporedno s Cesto na grič in s tribunami proti obstoječemu športno rekreacijskemu kompleksu. Pri varianti II. je stadion postavljen v smeri severozahod - jugovzhod s tribunami proti hribu.

Za fazo projektiranja PGD, PZI (ko bo lokacija, višinska kota, vrsta in teža projektiranih objektov natančneje določena), bo potrebno teren boljše obdelati iz vidika stabilnosti sedanjega in novo obdelanega površja.

Da bi ugotovili osnovne značilnosti pogojno stabilnih temeljnih tal in hkrati s tem tudi osnovne hidrogeološke lastnosti terena, smo na območju atletskega stadiona izvedli terenske geotehnične raziskave. Te so obsegale izkope sondažnih jaškov, ter sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom.

Lokacije posameznih sond so razvidne iz priložene situacije – priloga 1.

2. TERENSKÉ RAZISKAVE

2.1. Izkop sondažnih jaškov

Na lokaciji atletskega stadiona smo dne 10.09.2007 izkopali skupno šest (6) sondažnih jaškov. Izkopi so bili izvršeni strojno.

Ob izkopu sond je bil prisoten geolog, ki je sproti popisoval sestavo temeljnih tal. Sestava tal v posamičnih sondah je razvidna iz priloženih geotehničnih profilov sond (priloga 5) in iz treh prečnih profilov P-1, P-2 in P-3 (priloga 2, 3 in 4). V sondažnih izkopih so bili v času izvajanja spremljani tudi nivoje talne vode.

Talna voda se je nahajala v vseh sondah izvedenih v pobočju (sonde S-1 do S-4). V sondah z oznakami S-5 in S-6, ki sta bili izvedeni na ravninskem delu, talne vode nismo zaznali.

2.2. Raziskave z dinamičnim penetrometrom

Namen teh raziskav je bil ugotoviti osnovne geofizikalne karakteristike zemljinam v podlagi in določiti globino na kateri se pojavijo kompaktnější zemljinski ali hribinski sloji.

Izvedli smo šest sond dinamičnega penetrometra (DP). Skupna globina sondiranja z penetrometrom znaša 49,40 metra.

Rezultate sondiranja prikazujemo na prilogi št. 6 (rezultati dinamičnega penetrometra) v zaključku tega poročila.

Raziskava z dinamičnim penetrometrom poteka v obliki penetriranja penetracijske sonde v temeljna tla ob konstantni energiji nabijanja in ob globini penetriranja 20 cm. Prvi rezultat te raziskave se kaže v obliki števila udarcev N, potrebnih za penetracijo sonde za standardnih 20 cm. S pomočjo posebnega računalniškega programa pretvorimo število udarcev dinamične penetracije v število SPT (standardna dinamična penetracija), to pa je izhodiščni parameter za nadaljno vrednotenje fizikalnih karakteristik posameznih zemeljskih slojev. Končni rezultat dinamične penetracije predstavljata diagram - število udarcev sonde, globina penetriranja in tabela fizikalnih karakteristik zemeljskih slojev.

Sicer lahko s podatki dinamične penetracije vrednotimo fizikalne karakteristike zemljin tudi po spodnji tabeli:

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	ϕ ($^{\circ}$) za prode	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
			Drobni in srednji pesek	Debeli pesek in prod. gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28.4		
4-10	rahlo	28.4 – 30.3	< 7 500	<15 000
10-30	srednje gosto	30.3 – 36.2	7 500 - 15 000	15 000 – 40 000
30-50	gusto	36.2 – 40.9	15 000 - 30 000	40 000 – 65 000
> 50	zelo gosto	> 40.9	> 30 000	> 65 000
KOHERENTNA ZEMLJINA (gline, melji)				
N	Konsistenčno stanje	q_u (kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
<2	židko	< 25	< 500	
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50	500 – 1 000	
4 – 8	srednje gnetno	50 – 100	1 000 – 2 000	
8 – 15	težko gnetno	100 – 200	2 000 – 5 000	
15 – 30	poltrdno	200 – 400	5 000 – 20 000	
> 30	trdno	>400	> 20 000	
HRIBINA				
P		Penetrabilnost		
0 – 1 cm/60 ud		zelo nizka		
2 – 4 cm/60 ud		nizka		
5 – 8 cm/60 ud		srednja		
9 – 15 cm/60 ud		visoka		
16 – 30 cm/60 ud		zelo visoka		

3. GEOTEHNIČNI OPIS TEMELJNIH TAL

Z izvršenim sondiranjem smo ugotovili sledečo sestavo tal:

Na površju se pojavlja tanka odeja **humusa**, ki nastopa v debelini 0,20 metra ali do 0,40 metra v osrednjem razmočenem delu naravnega korita.

Pod površinskim humusom se pojavijo kohezivne zemljine v obliki **peščene do puste gline in/ali zaglinjenega melja do melja (CL-CI-MI-ML)**. Zemljine nastopajo v težko gnetnem konsistenčnem stanju. V središču naravnega korita, kjer so zemljine močno prepojene s talno vodo njihove fizikalne karakteristike oslabijo in tako sledimo zemljine srednjegnetnega konsistenčnega stanja. Opisani kohezivni sloj je rjave do ponekod sive barve in vsebuje nekje več, drugje manj, vložkov slabozaobljenega gramoza. Običajno je gramoz prisoten v količinah do 10 %. Znotraj glin so ponekod prisotni tudi večji bloki kamenja do velikosti 20 cm. Kohezivne zemljine nastopajo do globine 1,20 m (S-2) ali 2,00 m (S-4 in S-5) pod koto obstoječega površja.

Globinsko nižje sledimo različno sestavo tal v sondah S-1, S-5 in S-6 izvršenih na ravninskem delu, od sestave tal v sondah S-2, S-3 in S-4 izvršenih višje v pobočju. V spodnjem ravninskem delu sledimo stare nanose rek in potokov, ki jih sestavlja debelozrnat **gramoz kisljih kamnin z meljnin vezivom (GM)**. Višje v pobočju so tla v sloju na globinah med 2,0 in 7,0 metra pod koto površja sestavljena iz **slabo sprijetega meljevca (ML)**, tipično sive barve. Meljevci so močno razmočeni in predstavljajo pogojno stabilna tla.

Na globinah večjih od 7,0 oz 8,0 metra sledimo praktično v vseh sondah penetrometra močan odpor pod konico iz česar lahko ugotovimo, da se na teh globinah že pojavi preperela podlaga. Podlago predstavljajo slabo vezani peščenjaki in meljevci.

Preperinski pokrov torej sestavljajo peščene gline do melji, ki nastopajo v globinah med 0,00 in 2,00 metra pod koto površja. Okarakteriziramo jih lahko z prostorninsko težo $\gamma=18,0 \text{ kN/m}^3$ in edometričnim modulom stisljivosti $M_o=4.500 \text{ kN/m}^2$. Preperino predstavljajo še sloji gramoza in slabo sprijetega razmočenega meljevca na globinah med 2,0 in 8,0 metra. Karakteristike tega sloja povzamemo z določitvijo prostorninske teže $\gamma=19,0$ in edometričnega modula stisljivosti $M_o=15.000 \text{ kN/m}^2$. Fizikalne karakteristike so podane za suho, nerazmočeno zemljino. Razmočene zemljine izkustveno kažejo mnogo slabše geofizikalne karakteristike.

Preperela podlaga na globinah večjih od cca. 8,0 m se ponaša s kotom notranjega trenja $\phi=36$ stopinj in prostorninsko težo $\gamma=20,0 \text{ kN/m}^3$.

4. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

Na podlagi izvršenih raziskav ugotavljamo, da se nahaja v pobočnih legah veliko talne vode. Ta se zadržuje kot pronicu talna voda v slojih slabo sprijetih meljevcev (ML) ali pa omaka sloje meljastih gramozov (GM). Razmočene zemljine na lokaciji pričenjajo nastopati v globinah med 1,60 in 2,20 metra pod obstoječo koto površja.

Spodnji ravninski del je bil v času izvajanja raziskav suh. Glede na geološko sestavo pa ugotavljamo, da se v času deževja na tem delu lahko zadržuje veliko talne in tudi površinske vode. Količina vode je tako vezana na hidrometeorološke prilike in na samo izdatnost padavin.

Podzemne vode, ki se pojavljajo v času daljšega deževnega obdobja, izvirajo točkovno, nato pa se razlivajo po nagnjenem površju. Podzemne vode uplivajo tudi na stabilnostne razmere na lokaciji, zato jih bo potrebno v čim večji meri zejeti in presekati z drenažnimi sistemi okoli posameznih objektov.

V kolikor bi hoteli ugotoviti stanje podtalnice v daljšem časovnem obdobju, potem bo potrebno na lokaciji predvideti dodatne vrtine z vgrajenimi piezometri. Preko njih bo mogoče stalno spremljati nihanje in tudi gibanje podzemnih vodnih tokov.

5. POGOJI GRADNJE STADIONA

Predvidena je gradnja atletskega stadiona s pripadajočimi objekti (garderobe, tribune, ...). Poleg stadiona se izvedejo še parkirne površine in komunalni priključki. Gradnja stadiona bo predvsem obsegala ravnanje in niveliranje nagnjenega površja v uravnani plato. Pri izvedbi platoja za stadion bo potrebno odkopati večje količine zemeljskega materiala. Na vzhodnem delu projektiranega stadiona se bodo vršili visoki vkopi, medtem ko bo na zahodnem delu izravnavo mogoče doseči s kontroliranim nasipavanjem obstoječega površja. Pri vseh teh posegih v prostor bo zaradi kompleksne geološke sestave in neugodnih hidrogeoloških prilik potrebno upoštevati določene pogoje izvede, ki jih navajamo v nadaljevanju.

5.1. Pogoji izvedbe nasipov

Pri izvedbi platoja za stadion bo potrebno izvajati obsežna zemeljska dela. Za okvirni prikaz zemeljskih del smo si izbrali nulto koto predvidene novogradnje (+0,00 = 190,00 m.n.m.). Pri izbrani nulti koti je mogoče zemeljska dela predvideti v obliki nasipavanja površja na zahodnem delu ob Prvomajski ulici in izvedbe visokih vkopov na vzhodnem delu območja.

Iz geotehničnih profilov P-1, P-2 in P-3 (priloga 2, 3, 4), je razvidno, da bodo nasipavanja potekala v višini med 0,0 in 2,00 metra. Sama izvedba nasipov ni problematična. Nasipe bo potrebno izvajati iz kontroliranega materiala in pri tem vršiti geomehanski nadzor.

Pred izvedbo nasipov je potrebno najprej odstraniti zgornji površinski humusni sloj. Zemeljski planum bodo tako predstavljale glinasto meljaste zemljine, ki jih bo pred pričetkom izvedbe nasipa potrebno statično uvaljati. Sledi nasipavanje z gruščnatim materialom. Ta se naj vgrajuje v slojih debeline po 0,30 m in pri tem se naj vsak sloj posebej uvalja. Nasipni planum naj se uvalja do modula $E_{v2} > 100 \text{ MPa}$. Zaključne sloje nasipa nad nasipnim planumom naj konstruira projektant.

Predlagamo, da se poleg konsolidacije nasipa z valjanjem predvidi tudi naravna konsolidacija. Kot naravna konsolidacija je mišljeno končna izvedba kompleksa dve (2) leti po izvedbi nasipa, ko se bo ta že delno konsolidiral.

Vse brežine nasipa se naj izvaja pod največjim dovoljenim stalnim naklonom $1 : n = 1 : 2,5$. Brežine naj se po izvedbi humificirajo in zatravijo. V kolikor, bi nasip segal preko gabaritov stadiona ga bo potrebno ščititi z AB opornim zidom.

5.2. Pogoji izvedbe vkopov

Problematična je izvedba vkopov v višini med 12,00 in 17,00 metra. Vkope omenjenih razsežnosti je v pogojno stabilnem površju mogoče izvajati le z sidranimi opornimi konstrukcijami. Vse sidrane oporne konstrukcije bodo pri dani globini že vpete v podlago peščenjaka ali laporja.

Najprimernejša bi bila zaščita v obliki sidrane AB Benotto pilotne stene (piloti premera 80 ali 100 cm) ali v obliki zabitih jeklenih zagatnic. Za sidranje v splošnem veljajo pravila, da se na vsake tri metre vidne višine stene izvede eno geotehnično sidro. Pri globini vkopa 15,00 metra bi bilo tako potrebno steno sidrati v štirih nivojih (na globinah -3,00; -6,00; -9,00 in -12,00 m pod koto površja).

Na severnem in južnem delu lokacije, kjer bodo vkopi nižji se vsi začasni, prosti vkopi v pobočje lahko izvajajo do največje globine 2,0 metra glede na obstoječo koto površja in pod največjim dovoljenim naklonom $1 : n = 1 : 2$. Vse ostale začasne vkope do globine 3,0 metra, pod enakim naklonom ($1 : n = 1 : 2$), se lahko gradi le kampadno v odsekih dolžine do 4,0 metra. Vse višje vkope je potrebno graditi z opornimi konstrukcijami ali s pomočjo kamnitih zložb.

Vse vhodne podatke za dimenzioniranje sten se naj pridobi v fazi PGD/PZI na podlagi dodatnih terenskih raziskav. Raziskave bodo služile kot osnova za izvedbo projekta zaščite gradbene jame.

5.3. Podzemno odvodnjevanje

Glede na pričakovane hidrogeološke razmere na lokaciji smo postavili kot dodatno zahtevo varne gradnje tudi ureditev podzemnega odvodnjevanja.

V času daljših in intenzivnejših padavin pričakujemo na predmetnih lokacijah pojav podzemne vode, ki bo s svojo aktivnostjo neposredno uplivala na stabilnostne razmere novo urejenega površja. Prav tako bo potrebno vodo upoštevati, kot oteževalno okoliščino v času gradnje. Da bi čim bolj zmanjšali ta upliv, smo predvideli, da se pred pričetkom vseh večjih zemeljskih del na tej lokaciji najprej delno uredi podzemno odvodnjavanje.

Pred pričetkom gradnje opornih konstrukcij bo potrebno ob zgornjem robu bodočega stadiona izvesti sistem horizontalnih drenaž. S sistemom drenaž bi preprečili strujanje visoke talne vode iz zgornjega pobočja v smer predvidenega vkopa. Drenaže bi se vkopavale v globino večjo od 3,0 metre pod koto površja oz. čim globlje. Z omenjenim drenažnim sistemom bi zmanjšali dotoke talne vode, vendar, bi se ta še vedno pojavljala globlje pod površjem. Drenaže bo potrebno izdelati natančno in vodotesno saj bodo služile kot stalna konstrukcija. Drenažne cevi bo potrebno vgrajevati v betonske drenažne posteljice, ter jih do vrha terena zasuti z drenažnim filtrom.

Sicer bo potrebno odvodnjavanje reševati skupno s projektiranjem stadiona, saj so drenaže ene osnovnih parametrov pri dimenzioniranju površin stadiona (tehnološki del projekta).

5.4. Pogoji temeljenja stadiona

Pri projektiranju objektov faze PGD, PZI bo potrebno globino temeljev definirati naknadno, saj bo lokacija atletskega stadiona in vrsta pripadajočih objektov šele definirana.

Pri dimenzioniranju temeljev na dopustno nosilnost tal se bo ta upoštevala v vrednosti

$p_d = 150 \text{ kN/m}^2$ (središčna dopustna obremenitev tal).

5.5. Pogoji gradnje parkirišč in komunalne infrastrukture

Vsa parkirišča bodo izvedena na cestnem ustroju izvedenem na zemeljskem planu kohezivnih zemljin, ponekod pomešanih z vložki gramoza. Vrednosti CBR so v omenjenih zemljinah ocenjene na vrednost CBR = 6 do 9 % in jih bo potrebno natančneje določiti v fazi projektiranja PGD/PZI.

Vsi izkopi za trase parkirišč, ki bodo presegali končno višino $h > 1,30 \text{ m}$, morajo biti zaščiteni z opornimi konstrukcijami (oporni zid, kamnite zložbe, ipd). Vse te konstrukcije pa bodo morale biti temeljene v sloju gramoza ali meljevca.

Zgornji ustroj povoznih površin se naj predvidi v obliki nosilnega tamponskega sloja in v obliki zaključnega eno ali dvo slojnega asfalta. Pod tamponom bo potrebno predvideti kamnito gredo, katere debelina bo presegala $h > 50 \text{ cm}$. Debelina uvaljanega tampona bo med 20 in 25 cm.

Konstrukcija cestnega ustroja bo:

- asfalt 6 do 8 cm
- tampon ($E_{v2} > 100,0$ MPa) 20 cm
- kamnita greda ($E_{v2} > 60$ MPa) >50 cm
- Skupaj 78 cm

Na zahodnem delu lokacije bo cestni ustroj izvršen v debelem nasipu. Na tem delu bo debelina kamnite grede večja od $D = 50$ cm.

Vsa komunalna infrastruktura bo grajena z vkopi v pobočje. Vkopi za komunalije naj se izvajajo pod največjim dovoljenim naklonom $1 : n = 1 : 2$. Izkopi se bodo izvajali v zemljinah III in IV. kategorije.

Pri gradnji kanalizacijskega omrežja bo potrebno ločiti fekalne od meteorne kanalizacije. Ponikanje meteornih vod ni dovoljeno, vso meteorno in drenažno vodo bo potrebno splejati v novo predvideno meteorno kanalizacijo.

6. ZAKLJUČEK

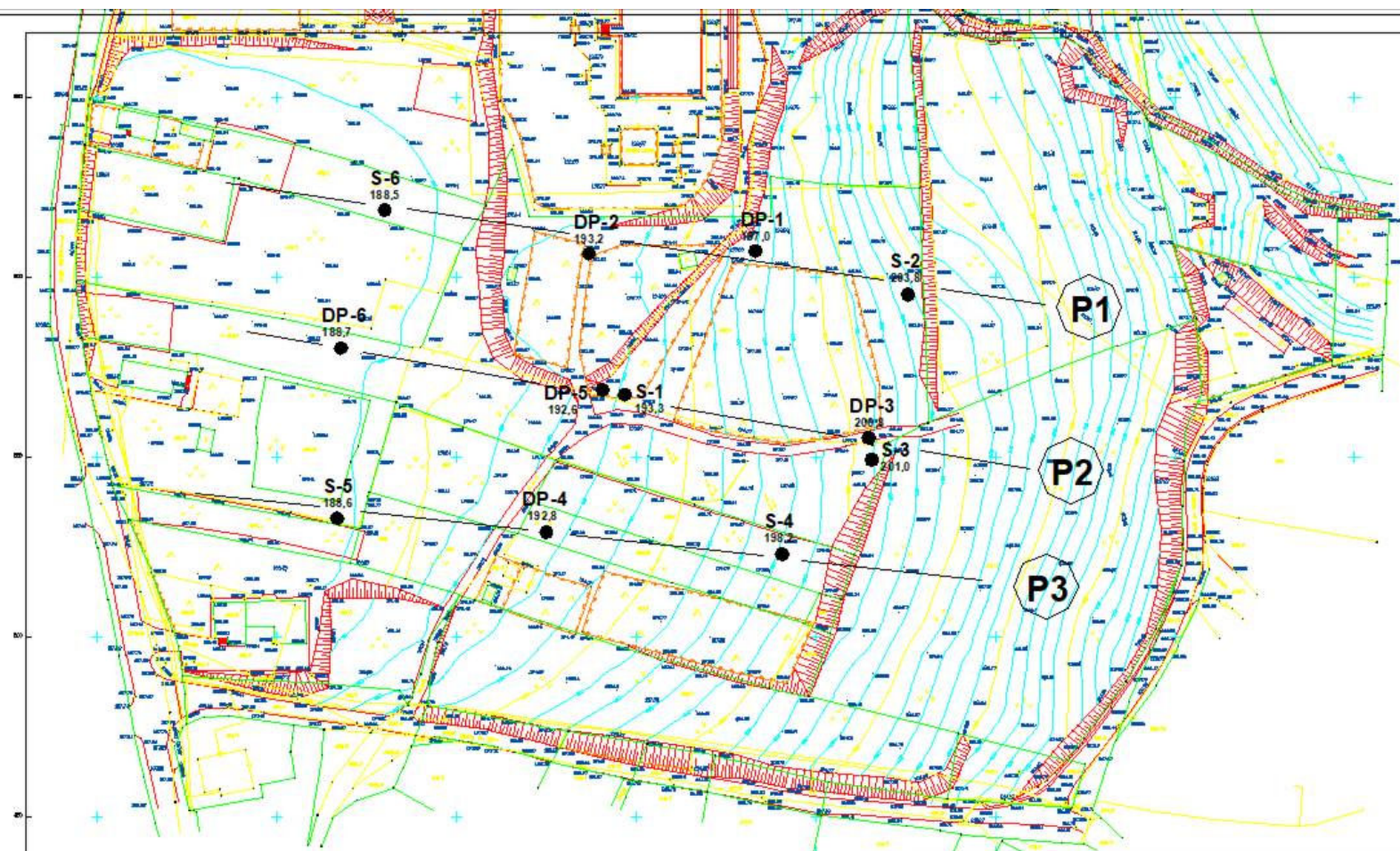
Na lokaciji gradnje atletskega stadiona Sevnica veljajo kompleksne geološke in hidrogeološke razmere. Gradnja je mogoča le pod posebnimi pogoji, ki so delno navedeni že v tej idejni fazi obdelave. Natančneje bo pogoje gradnje potrebno definirati v fazi obdelave PGD/PZI.

Med pomembnejše pogoje gradnje (točka 5.0 tega poročila) štejemo:

- nasipavanje platoja po znanih standardih nizkih gradenj
- zaščita globokih vkopov z AB sidranimi pilotnimi ali zagatnimi stenami
- kvalitetna izvedba podzemnega odvodnjavanja

Ljubljana, 28.09.2007

Poročilo izdelal:
Milan Žerjal,
univ.dipl.ing.geol.



i-n-i, Podjetje za geotehnični nadzor in inženiring, d.o.o.
Bravničarjeva 20, LJUBLJANA, Tel: 43 66 882, fax: 01/43 66 883

Naročnik: OBČINA SEVNICA

Objekt: ATLETSKI STADION SEVNICA

Predmet: SITUACIJA M = 1:1000

Št.poroč.: 2177/07 Datum: September 2007 Priloga: 1