

**GEOLOŠKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA OBMOČJU
OBČINSKEGA PODROBNEGA PROSTORSKEGA NAČRTA ZA DEL
OBMOČJA EUP ŠE 1/17 V ŠEMPETRU**



NAROČNIK: **GPA INŽENIRING d.o.o.**
Barletova cesta 2a
1215 Medvode

IZVAJALEC: **GEOLOŠKE STORITVE, JAKA ŽIBRAT s.p.**
Sv. Lovrenc 49e
3312 Prebold



OBDELAL: Jaka ŽIBRAT, univ.dipl.inž.geol.

ARH. ŠT.: ponikanje Šempeter III/2024

Marec 2024

Jaka Žibrat s.p.



JAKA ŽIBRAT s.p.
Sv. Lovrenc 49e
3312 Prebold



KAZALO

1	UVOD.....	2
2	ZAKONSKE OSNOVE	4
3	GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE	4
4	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE NA ŠIRŠEM IN OŽJEM OBMOČJU PREDVIDENE GRADNJE.....	6
4.1	Strukturno-geološke razmere na širšem območju	6
4.2	Geološke in inženirsko-geološke razmere na ožjem območju	8
4.3	Prepustnost plasti	12
4.4	Klasifikacija kamnin.....	12
4.5	Gladine podzemne vode.....	12
4.6	Pogoji temeljenja	13
5	SEIZMIČNOST TERENA.....	15
6	MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE	16
7	ZAKLJUČKI.....	17
8	VIRI IN LITERATURA.....	18



GEOLOŠKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA OBMOČJU OBČINSKEGA PODROBNEGA PROSTORSKEGA NAČRTA ZA DEL OBMOČJA EUP ŠE 1/17 V ŠEMPETRU

1 UVOD

Po naročilu podjetja GPA inženiring d.o.o., je bil v februarju 2024 opravljen geološki ogled terena na območju sprejemanja Občinskega podrobnega prostorskega načrta (OPPN) za območje EUP ŠE 1/17 v Šempetru v Savinjski dolini.

Razlogi za pripravo OPPN so razvojne potrebe in želje investitorja po izgradnji območja z objekti in stavbami za trgovsko dejavnost. Območje OPPN so v naravi nepozidane površine z dejansko rabo kmetijskih zemljišč brez trajnih nasadov.

V Občinskem prostorskem načrtu Občine Žalec je območje OPPN opredeljeno kot območje stavbnih zemljišč in sicer kot druga območja centralnih dejavnosti (z oznako CD), kjer prevladuje določena dejavnost razen stanovanj. Dopustne so dejavnosti trgovine, prometa in skladiščenja, gostinstva, intelektualne dejavnosti, dejavnosti javne uprave, idr.

Območje OPPN se nahaja v delu enote urejanja prostora z oznako ŠE-1/17. Opredeljena je namenska raba prostora:

- CD - OBMOČJA CENTRALNIH DEJAVNOSTI, druga območja centralnih dejavnosti, kjer prevladuje določena dejavnost.

Skladno z določili OPN je za obravnavano območje opredeljena obveznost izdelave občinskega podrobnega prostorskega načrta. OPPN se izdelava za manjše območje od opredeljene enote urejanja prostora.

Pri izdelavi OPPN je treba upoštevati splošne prostorske izvedbene pogoje iz odloka o OPN ter podrobnejše prostorske izvedbene pogoje in usmeritve za izdelavo OPPN. Podrobnejši PIP za posamezna območja EUP in PIP na območjih predvidenih OPPN.

Območje OPPN obsega parcele št.: 41/30, 1228/21-del, 41/32, 41/3, 41/4, 41/5, 41/6, 41/10, 41/12, 41/16, 41/17 k.o. (995) Šempeter v Savinjski dolini. Velikost območja znaša cca 11.493,44 m².



OPN opredeljuje ureditveno območje kot območje stavbnih zemljišč, in sicer kot druga območja centralnih dejavnosti (z oznako CD), kjer prevladuje določena dejavnost razen stanovanj. Dopustne so dejavnosti trgovine, prometa in skladiščenja, gostinstva, intelektualne dejavnosti, dejavnosti javne uprave idr.

Območje celotne EUP ŠE 1/17 v Šempetru zajema parcele 40, 41/3, 41/4, 41/5, 41/6, 41/10, 41/12, 41/16, 41/17, 41/24, 41/25, 41/26, 41/30, 41/31, 41/32, 41/33, 42/11 in 1216/4 vse k.o. 995 Šempeter v Savinjski dolini kar znaša 17.530 m².

Namen terenskega ogleda ter izvedenih štirih sondažnih izkopov, je bilo preučitev lokalnih geoloških, geomehanskih in hidrogeoloških značilnosti terena, kjer bodo stali novi objekti z namenom, da se določi stabilnost terena ter način temeljenja in možnost ponikanja oziroma odvajanja meteornih vod iz območja objektov. Poleg tega so bile opravljene tudi preiskave z lahkim dinamičnim penetrometrom Panda.

V poročilu mora biti podan ustrezen način odvodnjavanja ali ponikanja padavinskih in prečiščenih komunalnih voda, ter način priprave temeljnih tal in temeljenja. Padavinske vode je potrebno, če ne obstaja možnost priključitve na javno kanalizacijo, prioritetno ponikati (v kolikor je to možno). Ponikovalnica mora biti locirana izven povoznih in manipulativnih površin. Če ponikanje ni možno, je potrebno padavinske vode speljati v bližnji vodotok oziroma površinski odvodnik, če tega ni, pa razpršeno po terenu. Ureditev odvodnjavanja mora biti načrtovana tako, da bodo padavinske vode speljane izven plazljivega in erozijsko ogroženega območja.

V nadaljevanju podajamo geološko - geomehansko poročilo o sestavi temeljnih tal in pogojih temeljenja objekta, z oceno o dejanski plazoviti ogroženosti predmetnega območja ter s predlogi za odvajanje padavinskih voda. Poročilo smo izdelali na osnovi:

Poročilo je bilo izdelano na osnovi:

- Inženirsko-geološko pregleda območja predvidene gradnje,
- pregled sondažnega izkopa
- izvedbe preiskav z lahkim dinamičnim penetrometrom

V poročilu so podani vsi tisti podatki, ki so potrebni za opredelitev pogojev ter za interpretacijo terenskih razmer v omenjenem prostoru z vidika geoloških značilnosti območja ter geomehanskih značilnosti tal.

2 ZAKONSKE OSNOVE

Splošno

- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdri-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 – odl. US in 78/23 – ZUNPEOVE)
- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE, 158/20 in 44/22 – ZVO-2)
- Zakon o prostorskem načrtovanju (Zakon o prostorskem načrtovanju (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US, 14/15 – ZUUJFO, 61/17 – ZUreP-2 in 199/21 – ZUreP-3)
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP)
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22, – GZ-1)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo. (Ur. l. RS, 64/2012).
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo. (Ur. l. RS, 64/2012).
- Odlok o Občinskem prostorskem načrta Občine Žalec (Uradni list RS, št. 64/13, 91/13-popr., 102/20)

3 GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE

Obravnavano območje, predvideno za novogradnjo, se nahaja na zahodnem delu naselja Šempeter v Savinjski dolini, v Spodnji savinjski dolini oziroma na južnih obronkih Celjske kotline. Spodnja Savinjska dolina obsega ravninski del 36 km dolge in 6 do 12 km široke tektonske depresije Celjske kotline v osrednjem porečju Savinje. Celjska kotlina je tektonska udorina s predalpskimi in subpanonskimi pokrajinskimi potezami in leži v alpski smeri. Na zahodu jo obdaja Dobroveljska planota, na severu nizka kraška planota, imenovana Ponikvanska planota, na jugu je severni rob Posavskega hribovja, na vzhodu pa prehaja v nizko mladoterciarno gričevje. Spodnja Savinjska dolina je na jugu ravninska, na vzhodu in severu pa je gričevnata. Osrednji del doline gradijo prodni nasipi Savinje in večjih pritokov, kot so Paka in Bolska. Robni deli doline pa so pokriti z ilovico. Celjska kotlina je nastala v terciarju ob Celjskem, Braslovškem in Šoštanjskem prelomu. Vanjo je segal zaliv panonskega morja, njegove usedline danes sestavljajo gričevnato obrobje pokrajine (Enciklopedija Slovenije, 1988, 1996).



Na obravnavanem območju se pojavlja ravninski del celjske doline ob reki Savinji. Območje predvidene gradnje leži na rečni terasi, tik ob regionalni cesti Ljubljana – Celje ter južno od AC Ljubljana - Maribor. Konfiguracija terena v okolici je ravna in leži na nadmorski višini okoli 273 metrov. Območje predvidene gradnje ni na poplavno ogroženem ali v vodovarstvenem območju Zemljišče je dejanski rabi travnik v ravnini, pozidano zemljišče ter njiva.

Na območje EUP ŠE 1/17 v Šempetru je obstoječa stanovanjska zazidava pretežno enodružinskih stavb. Pozidanost zajema tri stavbe s hišni številko in eno stavbno brez hišne številke.

Na JV delu območja EUP ŠE 1/17 je obstoječa lokalna cesta, ki omogoča prometno priključevanje na regionalno cesto RII-447/0367. Na obstoječo lokalno cesto se priključuje stanovanjski priključek v privatni lastnini.

Območje pobude se nahaja zunaj varovanih območij narave, plazovitih in erozijsko ogroženih območij, poplavno ogroženih območij in vodovarstvenih območij.

Območje OPPN na severozahodu meji na mejo Občine Polzela, na severovzhodu na kmetijske površine, na jugovzhodu na regionalno cesto R2-447/0367 ter na zahodu na območje krožnega križišča.



Slika 1: Geografska lokacija parcele predvidene za gradnjo (vir www.geopedia.si)



Slika 2: Ortofoto posnetek z označenega območja (vir <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>)

4 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE NA ŠIRŠEM IN OŽJEM OBMOČJU PREDVIDENE GRADNJE

4.1 Strukturno-geološke razmere na širšem območju

Po natančnejši geotektonski delitvi uvrščamo Spodnjo Savinjsko dolino (kjer leži tudi obravnavana parcela) v območje Celjske udorine, ki je tektonskega nastanka in je nastala na prehodu pliocena v pleistocen. Udorina predstavlja večjo tektonsko gruda, ki je z ozirom na hitro dvigajoče se obrobje, zaostala in bila delno pogreznjena.

Osrednje območje Celjske udorine pokrivajo aluvialni sedimenti pliocenske in pleistocenske starosti. Na njenem obrobju pa izdajajo terciarni in starejši skladi, ki tvorijo podlago udorini. Pomembne strukturno geološke enote so Savinjski, Selški in Dobroveljski nariv. Strukturno primarni tektonski liniji sta zahod- vzhod usmerjen Celjski prelom in severozahod- jugovzhod usmerjen Letuški prelom. Slednja sta pogojevala nastanku Celjske udorine in spremembi nekdanjega hidrološkega režima. Letuški prelom je dal tektonsko zasnovo prebitju Savinje med Dobroveljsko planoto in Goro Oljko.



Po širši geotektonski delitvi, lahko uvrstimo širše južno ležeče ozemlje v enoto Dinaridov oziroma natančneje gre za Notranje Dinaride. Značilna je nagubana in delno narivna zgradba terena, ki je bilo kasneje ob mlajših prelomih razkosano na večje in manjše grude. Pritiski, ki so gubanja povzročili so bili usmerjeni od severa proti jugu. Posledica tega je, da si v tej smeri sledijo vedno globlje ležeče strukture. Na širšem območju na južnih obronkih savinjske doline so te strukture tektonsko močno stisnjene in prehajajo ponekod v prevrnjeno lego. Smeri plasti in osi gub so zaradi pritiskov večinoma usmerjeni v smeri vzhod-zahod. Območje sestavljajo Celjska, Tuhinjska, Motniška in Velenjsko- Dobrnska sinklinala ter Trojanska in Teharska antiklinala. Stratigrafski razpon teh plasti sega od karbona do krede. Kamnine so litološko zelo pestre. Severna in zahodna območja uvrščamo v tektonsko enoto Savinjskih Alp, točneje gre za Dobroveljski nariv. Pojavljajo se masivni zgornje triasni dachsteinski apnenci, ki lateralno prehajajo v glavni dolomit.

Spodnjo Savinjsko dolino na jugu omejuje Teharska antiklinala, na severu in zahodu Dobroveljski nariv, na vzhodu pa se nadaljuje v Celjsko sinklinalo. Ob Celjskem prelomu se je severno območje močno poglobilo. V smeri vzhod- zahod je nastal 27 km dolg in 5 km širok jarek z globino do 1400 m. Ta jarek so v pliocenu zapolnjevali glinasto meljasti in gruščasti sedimenti, v pleistocenu in holocenu pa prodni in peščeni sedimenti. Slednje so prinašali površinski vodni tokovi, ki so erodirali tektonizirano cono Letuškega preloma. Na formiranje prodno peščenih usedlin so vplivali mladi tektonski vertikalni premiki.

Ožje ozemlje na območju predvidenem za gradnjo prekrivajo rečni prodno-peščeni (al) sedimenti odloženi v terasah. Sestavlja jih karbonatni prod in pesek, ki je ponekod pomešan tudi z glino. Karbonatni prod, ki bi ga prinesla reka se v srednje in zgornje pleistocenskih glinah še ne pojavlja, po čemer lahko sklepamo, da se predor Savinje med Dobroveljsko in Ponikvansko planoto zgodil šele v obdobju najzgodnejšega pleistocena. V svoj prodnat zasip je Savinja v Savinjski dolini vrezala pet terasnih nivojev. Zasipi na tem območju se nikjer ne pojavljajo v obliki konglomerata. Gre za sedimente, ki imajo medzrnsko poroznost ter srednjo vodoprepustnost, ki je odvisna od vsebnosti gline v sedimentu. Glede na lokalne hidrogeološke in hidrološke razmere, pričakujemo zvezno gladino podtalnice na območju gradnje na globini okoli 2,5 metra.

Opisane aluvialne plasti prekrivajo plio-pleistocenske (Pl,Q) plasti, ki ležijo pod njimi in jih na površju zasledimo v pasu južno in zahodno od obravnavanega območja, kjer se teren prične vzpenjati. Te plasti sestavljajo sive in rjave mastne glin v katerih najdemo posamezne vložke kislega proda. V glini pogosto najdemo limonitne konkrecije in limonitizirane žilice, kar daje sedimentom značilno rdečkasto barvo. Glina predstavlja jezersko usedlino in je verjetno sočasnega nastanka kot vrhnje plasti pleistocenske gline v Šaleški kotlini. Gline imajo medzrnsko poroznost ter slabo vodoprepustnost.



Slika 3: Izsek iz OGK list Celje z označeno lokacijo objekta

4.2 Geološke in inženirsko-geološke razmere na ožjem območju

Geomehanske lastnosti tal privzeman iz arhivskih podatkov ter na podlagi opravljenega terenskega ogleda območja in izvedenih štirih sondažnih izkopov, v katerih so bile opravljene in-situ meritve temeljnih tal. Izkopi so bili urejeni na območju predvidenega objekta in parkirišča.

Klasifikacijo zemljin povzeman po standardu EN ISO 14688-1:2018.

Ugotovljeno je bilo, da se od površja do globine 0,3 metra pojavlja rjava humusna preperina. Od globine 0,3 metra do globine približno 1,0 metra, se mestoma pojavlja plast zameljenega peščenega proda. Globlje pa se pojavljajo čisti sivi prodi in peski (cGr, cSa, cSi). Ti imajo dobro vodoprepustnost s koeficientom vodoprepustnosti, ki znaša $k=1 \cdot 10^{-3}$ m/s. Zemljina je odložena v rahlem do srednje gostem stanju. Na globini 1,0 metra so bile opravljene in-situ meritve zemljine. Z dinamično krožno ploščo je bila izmerjena vrednost dinamičnega deformacijskega modula, ki znašajo $E_{vd}=30,0 - 40,0$ MN/m². Glede na izmerjeno vrednost lahko ocenimo vrednost faktorja CBR, ki znaša 15 - 20 %. Te plasti bodo predstavljale temeljna tla objektu. To pomeni, da je zgornjo humusno plast potrebno v celoti odstraniti, tako da bo temeljenje izvedeno v prodnato-peščenih plasteh. Z globino se delež glin in melja manjša. Povečuje se delež peska. Izkopi so bili suhi. Peščen prod je slabo sprijet oziroma sipek, prodniki

pa so večinoma dobro zaobljeni ter različnih velikosti. Z globino se te plasti vedno bolj komprimirane. Za izgradnjo objekta bo temeljenje izvedeno z odstranjevanjem preperinskega pokrova do projektirane kote.

Geotehnični profil sondažnega izkopa:

Globina (m)	Material
0,0 - 0,3	Humus
0,3 – 1,0	Rjava zameljena prodnato peščena zemljina ($E_{vd}=24,2 \text{ MN/m}^2$)
1,0 – 3,0	Peščen prod z malo melja ($E_{vd}=25,0 - 40,0 \text{ MN/m}^2$)



Slika 4: Sondažni izkop

Na podlagi terenskih preiskav in podatkov iz literature so za posamezne sloje podane še nekatere druge geomehanske karakteristike.

Prodnato-peščene plasti srednje gostega sestava:

- Prostorninska teža $\gamma=20,5 \text{ kN/m}^3$
- Strižna trdnost $c=0 \text{ kN/m}^2, \phi=33^\circ$
- Modul stisljivosti $Mv=20 - 25 \text{ MN/m}^2$
- Nosilnost CBR CBR=15 %
- Koeficient vodoprepustnosti $k=1 \times 10^{-3} - 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$



NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	ϕ (°) 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

TABELA 1

TABELA 2: Strižni kot φ' in Young-ov modul E_m (v dreniranih pogojih) za nekoherentne zemljine (EC-7)

OPSI ZEMLJINE	q_c (MPa)	$\varphi' ^*$	E_m
Zelo rahla	0.0 – 2.5	29 - 32	<10
rahla	2.5 – 5.0	32 - 35	10 - 20
Srednje gosta	5.0 – 10.0	35 - 37	20 - 30
gosta	10.0 – 20.0	37 - 40	30 - 60
Zelo gosta	>20.0	40 - 42	60 - 90

(*) opomba: velja za peske, za melje se vrednost zmanjša za 3°, za prode pa poveča za 2°

TABELA 3: Relativna gostota (D_r) in strižni kot (φ) nekoherentnih zemljin (Skempton, 1986)

gostota	Zelo rahlo	rahlo	srednje	gosto	Zelo gosto
$(N_1)_{60}$	0 - 3	3 - 8	8 - 25	25 - 42	42 - 58
D_r (%)	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	85 - 100
φ (°)	<28	28 - 30	30 - 36	36 - 41	41 - 44

Poleg izkopov so bile opravljene tudi preiskave z lahkim dinamičnim penetrometrom Panda, ki je namenjen določanju odpora zemljin za dinamično prodiranje konusa. Rezultati meritev služijo predvsem za določevanje slojevitosti tal, posredno pa tudi za generalno oceno nekaterih fizikalno mehanskih karakteristik tal, kot je strini kot (p) in modul stisljivosti (M_s). Metoda je uporabna predvsem v materialih, kjer so zrna pretežno do velikosti 20 mm, večja zrna lahko predstavljajo oviro za prodiranje konusa in posledično povzročajo previsoke merjene vrednosti.



Princip dinamičnega ultralahkega penetrometra:

Test dinamične penetracije (npr. PANDA) sestavljajo palice, ki jih s kladivom oz. z energijo kladiva (E) zabijamo v tla. Namen testa je, da povezava energije kladiva (E) s penetracijo palic (e), pri dani globini (z).

Pritisk konice oz. upor tal (q_d') je zato:

$$q_{d'}(z) = \frac{E}{e}$$

Energijo kladiva (E) izračunamo s pomočjo višine, s katere udarjamo (h) in mase kladiva (m):

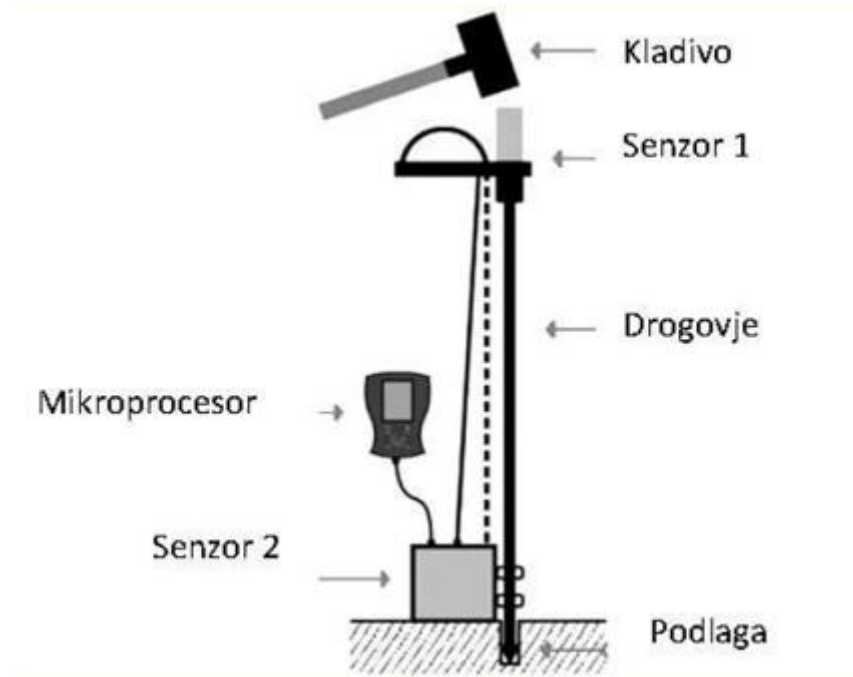
$$E = m \times g \times h$$

Na koncu palice, ki ima neko »mrtvo težo« (p), je konica s površino (S). Vse nato vodi do tako imenovane »Nizozemske formule«, s katero izračunamo pritisk konice oz. upor tal $q_d(z)$:

$$q_d(z) = \frac{1}{S \times e} \times m \times g \times h \times \frac{m}{m + p}$$

Pritisk konice oz. upor tal $q_d(z)$ je podan v MPa.

PANDA 2 prav tako uporablja zgoraj opisani princip. Njena posebnost je, da s pomočjo senzorja za deformacije vseskozi meri oz. pozna energijo kladiva (relacije W_k in W_p) in je tako uporabna za uporabo pri različnih oz. variabilnih energijah kladiva. Zahvaljujoč tej posebnosti vseskozi poznamo povezavo med vhodno energijo in uporom konice, kar nam zagotavlja točnost meritev.



Slika 5: Shematski prikaz PANDE 2

Pri interpretaciji CBR so bile uporabljene relacije podane s strani proizvajalca in uporabili program WebSprint – Sol Solution. Program pri izračunu uporablja korelacije, ugotovljene v mnogih študijah, izvedenih v Franciji (Gourves & Barjot, 1995), in korelacije, ki so bile ugotovljene pri delovanju Pande pri Transport Research Laboratory:

$$\log_{10} CBR = 0,352 + 1,057 \times \log_{10} q_d$$

Na obravnavani lokaciji sta bili za potrebe gradnje objekta dne 19.2.2024 izvedeni dve ultralahki dinamični penetraciji za ugotovitev nosilnosti temeljnih tal. Sondi sta bili izvedeni do globine 1,5 m. Uporabilo se je konico s površino 2 cm², zaradi česar je potrebno upoštevati še trenje po plašču, kar pomeni, da so realne vrednosti nekoliko nižje od izmerjenih.

Meritve z lahkim dinamičnim penetrometrom so bile izvedene do maksimalne končne globine 1,5 m. Globlje je konica zadela večji prodat blok, ki ga ni prebila.

Rezultati meritev kažejo, da so meritve od površja do globine 1,5 metra izvedene v zemljinah zameljenega prodatno peščene zemljine s strižnim kotom ($\varphi=28-32^\circ$ in $M_s=8-10$ MPa).

Na podlagi terenskih preiskav in podatkov iz literature so za posamezne sloje podane še nekatere druge geomehanske karakteristike.

4.3 Prepustnost plasti

Vrhnje zameljenega plasti proda s peskom so srednje vodoprepustne. Srednja prepustnost je ocenjena na $k = 1 \times 10^{-4}$ m/sek. Globlje ležeče plasti čistega peščenega proda so dobro vodoprepustne in imajo koeficient vodoprepustnosti ocenjen na $k = 1 \times 10^{-3}$ m/s.

4.4 Klasifikacija kamnin

Ob rekah in potokih nastopajo mešane zemljine, ki jih sestavljajo glinasto-prodati ter peščeni zasipi in jih uvrščamo v **kategorijo II**. Ti sedimenti niso razpokani in tudi preperevanje za te zemljine ni značilno. Na površju navadno nastopa do 1 meter debel preperinski pokrov, ki je rahlo odložen in sestavljen iz iste zemljine kot podlaga. Erozija nastopa le neposredno ob vodotokih kot posledica odnašanja materiala zaradi delovanja tekočih voda. Porušitve naravnega stanja so redke in nastanejo v manjšem obsegu ob strugah potokov in na območju človeških posegov. Podori niso možni. Te zemljine so srednje vodoprepustne, ki je odvisna od vsebnosti glinene frakcije v sedimentu. Seizmični prirastek je znaten in ga je potrebno pri gradnji objektov upoštevati. Dopustna nosilnost tal je nizka, zaradi česar je pogosto potrebno globoko temeljenje.

4.5 Gladine podzemne vode

Podatki o gibanju nivoja podzemnih vod na ožjem območju ne obstajajo saj tukaj ni lociranih opazovalnih objektov. Globino podtalnice na preiskanem območju lahko ocenimo glede na



višino površinskih voda v bližini. Predvsem smo upoštevali strugo reke Savinje, ki teče vzhodno od parcele ter podatke pridobljenih iz okoliških vrtin. Glede na podatke pridobljene s terenskim ogledom območja ter po pogovoru z investitorjem, se stalna podtalnica v času srednjega vodnega stanja nahaja na višini približno 268 metrov. Nivo podtalnice je na območju parcel torej na globini približno 5 metrov.

4.6 Pogoji temeljenja

Glede na ugotovljeno sestavo temeljnih in višinsko ter konstrukcijsko zasnovo trgovskega objekta, je možno, da se vsak posamezni objekt temelji na AB točkovnih temeljih.

V primeru, da se bo objekt temeljil na AB točkovnih temeljih, bo potrebno predhodno pripraviti ustrezno sanacijsko blazino iz lomljenca ali drobljenca. V tem poročilu predvidevamo, da bo debelina le te znašala ca. 0,5 m.

Po odstranitvi preperinskega sloja ter dela zameljenih prodnato peščenih, naj se podlago očisti, poravna in statično utrdi. Na poravnana in očiščena temeljna tla se položi tudi ločilni geosintetik, ki bo preprečeval mešanje meljastih in glinastih delcev iz glinastega grušča s sanacijsko gramozno blazino.

Na tako pripravljena temeljna tla se začne navoz sanacijskega materiala – lomljenca ali drobljenca (GP), nazivne velikosti $D_{max} = 0 - 100$ mm. Omenjene zemljine bodo služile kot nasipni material, ki se bo uporabil za sanacijo temeljnih tal (poglobitve) in kot nasip (NA) za pripravo sanacijske blazine. Nasipne plasti se naj izvajajo v debelini ca. 0,20 m. Na koti planuma posamezne plasti je potrebno doseči ustrezno nosilnost:

- $E_{vd} = 25 \text{ MN/m}^2$ – 0,50 m pod koto začetnega sloja gramozne blazine (posteljice - PO)
- $E_{vd} = 30 \text{ MN/m}^2$ – na koti posteljice (PO)

Sanacijska gramozna blazina, ki naj dosega debelino min. 0,50 m, se naj izvede v dveh slojih (PO + TAMPON). Material mora biti zmrzlinško odporen.

- Prvi sloj (PO) se izvede iz prodnato peščenega gramoznega materiala (GP) (velikost delcev $D_{max} = 0 - 64$ mm) v debelini do $1 \times 0,30$ m, katerega se statično utrdi v dveh plasteh po 0,15 m. Vrednosti dinamičnega deformacijskega modula morajo dosežati vrednosti $E_{vd} = 35 \text{ MN/m}^2$.
- Sledi nasutje tamponskega materiala (TAMPON) (GP, velikost delcev $D_{max} = 0 - 32$ mm) v plasteh $1 \times 0,20$ m. Statično se ga naj utrjuje tako dolgo, da dosežemo na planumu temeljne plošče vrednost dinamičnega deformacijskega modula $E_{vd} = 40 \text{ MN/m}^2$, kar je primerna podlaga za izvedbo temeljne plošče.



PLAST	Debelina	Zahteve
	m	E_{vd} (MN/m ²)
Tampon – gramozna blazina 2. Sloj (velikost delcev do D32 mm)	0,2	40
PO – gramozna blazina 1. Sloj (velikost delcev do D64 mm)	0,3	35
TTMU – temeljna tla mehansko utrjena	Po potrebi	20-25

TABELA 4: Zahtevane vrednosti nosilnosti dinamičnega deformacijskega modula E_{vd}

Nasipno blazino pod temeljno konstrukcijo je vgradi od planuma temeljnih tal v plasteh debeline do 20 cm ter zbitosti v vrednosti modula stisljivosti $M_e > 40$ MN/m² oziroma $E_{VD} > 40$ MN/m². Izkope za izvedbo blazine je potrebno tlorisno po obodu razširiti za vsaj 1/2 višine nasipne blazine. Planum temeljnih tal je urediti v ustreznih naklonih padcih, mehansko utrditi ter vgradi ločilni geotekstil z natezno trdnostjo 20-30 kN/m. Po obodu širokega izkopa je v planum temeljnih tal obvezno vgraditi drenažno vejo z vzdolžnim in prečnim naklonom ter kontroliranim iztokom v mešani kanalizacijski sistem.

Izvajalec mora pri izvedbi del dosegati kvaliteto vgrajenih materialov ter izpolnjevati zahtevane pogoje tehnoloških postopkov, predpisane standarde in posebne tehnične pogoje

Nosilnost tal lahko na tej stopnji obdelave je bila ocenjena le po JUS-u, saj nam niso znane natančne dimenzije temeljev, globina temeljenja ter vertikalne in horizontalne obremenitve temeljnih tal. Predlagamo temeljenje na AB točkovnih temeljih, ki naj bodo urejeni na tamponski blazini z obvezno drenažo območja, kjer je predvideno temeljenje objekta.

Za izgradnjo objektov bo temeljenje izvedeno z odstranjevanjem preperinskega pokrova in dela zameljenih prodnato peščenih zemljin do projektirane kote objekta. Temeljna tla bodo predstavljale plasti proda s peskom, ki predstavljajo ustrezno nepodajno podlago. Ker se v teh zemljinah ob prisotnosti vode in delovanju atmosferilij procesi preperevanja razvijejo sorazmerno hitro, priporočam da se ureditev tamponske blazine izvede takoj po izvedenih zemeljskih delih, ko bodo izkopi sveže izkopani. Zemeljska dela in temeljenje se naj izvajajo v suhem vremenu. Zagotoviti je potrebno, da bo temeljenje izvedeno v homogeni podlagi sicer obstaja možnost za razvoj diferenčnih posedkov in posledično nagibanja objekta. Glede na izkušnje ter primerjalne vrednosti laboratorijskih preiskav na podobnih materialnih, je ocenjeno, da je nosilnost teh sedimentov zadovoljiva za načrtovano obremenitev. Ker so temeljna tla heterogena je potrebna izvedba armiranih temeljev. Za potrebe projektiranja so podani podatki iz literature o vrednosti dopustne srednje tlačne obremenitve materialov, ki bodo predstavljali temeljna tla (prod s peskom). V primeru temeljenja v teh plasteh je mogoče upoštevati posedke okrog 1 cm, ki bodo izvršeni v kratkem času po gradnji.

Nosilnost tal pod temelji smo ocenili za nedrenirane pogoje obremenjevanja, po Brinch – Hansenu.



Na obravnavani lokaciji nastopa do globine 0,3 metra nesprijeta humusna preperina, ki jo je potrebno v celoti odstraniti, saj je ta plast slabo nosilna. Spodaj ležeča plast delno zameljenega proda s peskom je bolj primerna za temeljenje. Upoštevamo lahko nosilnost tal **pd= 250 kPa**, kar se ujema z meritvami izvedenimi na terenu. Še boljši za temeljenje pa so čisti peščeni prodi, ki ležijo globlje od 1,0 metra. Upoštevamo lahko nosilnost tal **pd= 300 kPa**, kar se ujema z meritvami izvedenimi na terenu

Glede na to, da so tla srednje nosilna, predlagam temeljenje na armiranobetonskih temeljih ter izvedbo na sanacijskih blazinah iz drobljenca (kamnita posteljica) v debelini 0,5 metra. Blazine naj se izvedejo po odzivu ali izkopu vrhnjih humusnih plasti ter dela zameljenih prodato peščenih zemljin. Gradbeno jamo bo potrebno na koti temeljenja prekriti z geotekstilom z ustrežno natezno trdnostjo, saj se bo s tem preprečilo usedanje tampona v spodnje plasti.

Končno oceno naj poda geomehanik oziroma geomehanski nadzor ob geomehanskem pregledu temeljnih tal.

Z drenažami oziroma odvodnimi jarki naj se uredi odvajanje meteornih voda okoli predvidenega objekta, da v prihodnje ne bo prihajalo do zamakanja. Odvedene vode naj se spelje v zbiralnik. V zbiralnik bodo speljane tudi vode iz streh in povoznih površin. V ta namen mora investitor zagotoviti čiščenje padavinskih meteornih voda iz strešnih površin preko peskolovov. Površinske vode iz utrjenih površin in parkirišča pa se v zbiralnik spelje preko lovilcev olja in maščob. Za zbiranje meteornih vod iz strehe predlagam vgraditev zbiralnikov, ki bodo v celoti zadržali vode prvega naliva.

5 SEIZMIČNOST TERENA

Po slovenskem standardu SIST ENV 1998-1-1, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, sodi obravnavano območje v 7. potresno stopnjo. Po karti projektnega pospeška tal za trdna tla za povratno dobo 475 let (ustreza verjetnosti 90%, da vrednosti na karti ne bodo presežene v 50 letih), ki velja od 01.01.2002 dalje je vrednost potresnega pospeška $Q_g = 0,150 \cdot g$. Za projektiranje po EC 8 je obvezna uporaba karte projektnega pospeška tal.

Tip tal za seizmični izračun na obravnavanem območju je po EC 8 tip B, ki pomeni nanose peska in proda debeline vsaj nekaj deset metrov. Značilno je postopno izboljšanje geomehanskih lastnosti z naraščajočo globino (v_{s30} (m/s)=360-800, NSP >50, C_u (Kpa)=>250)

6 MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE

Na območju sprejemanja Občinskega podrobnega prostorskega načrta (OPPN) za območje EUP ŠE 1/17 v Šempetru v Savinjski dolini ima investitor namen graditi nov trgovski objekt s spremljajočimi parkirišči. Kljub temu, da je območju predvidene gradnje izvedena javna mešana kanalizacija, mora investitor sam poskrbeti za urejeno odvajanje meteornih voda. V ta namen mora zagotoviti čiščenje padavinskih meteornih voda iz strešnih površin preko peskolovov v zbiralnik in dalje v kanalizacijo. Površinske vode iz utrjenih površin in parkirišča pa se v zbiralnik spelje preko lovilcev olja in maščob. Padavinske vode se prioritetno ponikajo, ponikalnice pa so locirane izven vpliva povoznih in manipulativnih površin.

Odvajanje padavinskih voda iz območja objekta je predvideno v skladu z 92. členom ZV-1 in sicer, na tak način, da je v čim večji možni meri zmanjšan hipni odtok padavinskih voda z urbanih površin, kar pomeni, da je potrebno predvideti zadržanje padavinskih voda pred iztokom površinske odvodnike.

Na podlagi dobljenih podatkov o projektu smo izdelali hidravlični izračun količin padavinske vode, ki jo bo potrebno zadržati pred iztokom v kanalizacijo. Hidravlični izračun obravnava odvodnjo iz strešnih ter utrjenih površin. Hidravlični račun je račun na osnovi racionalne metode. Racionalna formula se glasi:

$$Q = A \cdot q_p \cdot \phi \cdot \psi \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

Pri čemer je:

- A – prispevna površina, s katere voda odteka v kanal in jo izračunamo po enačbah za izračun ploščin preprostih ravninskih likov. Izrazimo jo v hektarjih (ha).
- q_p – intenziteta nalivov, ki jo odčitamo iz priročnikov na podlagi 15 minutnih nalivov. Enota je l/s/ha
- ϕ – koeficient odtoka, ki nam pove % padavinske vode, ki steče iz posameznih površin v kanalizacijo. Izraža se v procentih (%).
- ψ – koeficient zakasnitve je zmanjševalni koeficient, ki je odvisen od velikosti zbirne površine, oblike in padca terena. Izraža se v procentih (%)

Pri hidravličnem izračunu smo upoštevali primerjalne hidrometeorološke podatke za območje predvidene gradnje dostopne na spletni strani <https://crossrisk.eu/sl/climate>.

Šempeter v Savinjski dolini

Trajanje padavin	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let	
5 min	12	13	15	17	18	20	mm



10 min	17	21	25	29	32	37	mm
15 min	21	25	31	36	40	47	mm
20 min	24	29	35	41	46	54	mm
30 min	28	34	42	48	55	64	mm

Tlorisne dimenzije stavbe so ca 84,00 m x 38,00 m. Skupna velikost strešnih površin objekta bo približno 3200 m². Površina asfaltiranih površin pred objektom znašala približno 6000 m². Skupna površina bo torej 9200 m². Upoštevali smo jakost naliva 21 mm, kar je vrednost 15 minutnega naliva pogostosti n = 5 let s koeficientom odtoka 0,9. Koeficient zakasnitve smo upoštevali faktor 1.

Za strešne in asfaltirane površine 9200 m²

Jakost naliva 21 mm

Koeficient zakasnitve 1

Odtok v kanalu:

$$Q = A \cdot q_p \cdot \phi \cdot \psi = 9200 \times 21 \times 0,90 \times 1 = 173.880 \text{ l} = \mathbf{173,880 \text{ m}^3}$$

Fekalne vode iz obravnavanega območja se bodo odvajale v izgrajeno javno kanalizacijsko omrežje, ki se zaključuje s centralno čistilno napravo in se nahaja južno ob obravnavanem območju. Priključitev je možna na javni kanal Ločica ZN II PVC DN 300mm preko obstoječih revizijskih jaškov, ki se nahajajo na obravnavanem kanalu.

Območje predvidene gradnje ni v vodovarstvenem območju zajetij pitne vode in ni na poplavno ogroženem območju.

7 ZAKLJUČKI

Na mikrolokaciji predvidene gradnje novega trgovskega objekta so bile izvedene terenske geološke preiskave z naslednjimi ugotovitvami:

- Temeljna tla na površju sestavlja delno zameljeno prodnato peščena zemljina do globine 1,0 m. Od globine 1,0 m do globine vsaj 5 m ležijo čisti prodnato peščeni nanosi.
- Nosilnost plasti delno zameljenega proda s peskom je $q_f = 250 \text{ kPa}$.
- Nosilnost čistega peščenega proda je $q_f = 300 \text{ kPa}$.
- Nivo podtalnice je na območju parcel v globino približno 5 metrov.
- Pred temeljenjem je potrebno odstraniti zgornjo humusno in del glinenih plasti ter vgraditi tamponsko blazino debeline vsaj 0,5 metra.
- Obvezna je vgradnja geotekstila.
- Obvezna je drenaža območja temeljenja.
- Meteorne vode se lahko ponikajo, faktor prepustnosti je $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/sek}$.



- Glede na projektno zasnovo- idejni projekt kjer ni podan točen način temeljenja je glede na ugotovljene terenske razmere obdelana varianta temeljenje. V primeru, da bo v fazi izdelava projektne dokumentacije DGD in PZI prišlo do večjih odstopanj od prevzetih podatkov je potrebna ponovna analiza projektiranega stanja.
- Pri izvedbi temeljenja objekta je obvezen geomehanski nadzorom. Ta bo skrbel za kontrolo kvalitete izvedbe geotehničnih del ter po potrebi podajal morebitne spremembe in dopolnitve podanih pogojev ter vršil potrebne kontrolne in končne meritve vgrajenih materialov.

8 VIRI IN LITERATURA

Buser, S.: *Osnovna geološka karta 1:100.000, Tolmač lista Celje, 1979 Beograd*

Buser, S.: *Osnovna geološka karta 1:100.000, List Celje, 1979 Beograd*

<http://www.arso.gov.si/>

<http://www.geopedia.si/>

<http://meteo.arso.gov.si/>

Jaka Žibrat, univ.dipl.inž.geol.