

**GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA PARCELI
ŠT. 72/1, K.O. ŠMARJE**



NAROČNIK: **GRADBENIŠTVO GERZINA,**
Albin Gerzina s.p.
Gorjane 10 a
3257 Podsreda

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

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

ARH. ŠT.: geol-geom. por. Sevnica V/2021

Jaka Žibrat s.p.

Maj 2021



KAZALO

1	UVOD.....	2
2	ZAKONSKE OSNOVE	3
3	GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE	3
4	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE NA ŠIRŠEM IN OŽJEM OBMOČJU PREDVIDENE GRADNJE	5
4.1	Tektonske in litostratigrafske razmere na širšem območju	5
4.2	Geološke in inženirsko-geološke razmere na ožjem območju	6
4.3	Prepustnost plasti	12
4.4	Klasifikacija kamnin.....	12
4.5	Gladine podzemne vode.....	12
4.6	Pogoji temeljenja	12
4.7	Projektna nosilnost tal	14
4.8	Usedek po metodi elastičnosti.....	16
5	SEIZMIČNOST TERENA	16
6	MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE	16
7	ZAKLJUČKI	18
8	VIRI IN LITERATURA.....	20



GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA PARCELI ŠT. 72/1, K.O. ŠMARJE

1 UVOD

Po naročilu podjetja Gradbeništvo Gerzina, Albin Gerzina s.p., je bil v maju 2021 opravljen geološki ogled terena na območju parcele št. 72/1, k.o. Šmarje v Občini Sevnica. Na omenjenih parcelah ima investitor namen graditi nov stanovanjski objekt. Po Uredbi o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18) in po CC-SI klasifikaciji gre za objekte z oznako 11220 – tri in večstanovanjske stavbe.

Namen terenskega ogleda ter izvedenih dveh 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 objekta.

V poročilu mora biti podan tudi ustrezen način odvodnjavanja ali ponikanja padavinskih in prečiščenih komunalnih voda. Padavinske vode je potrebno, če ne obstaja možnost priključitve na javno kanalizacijo, prioriteto 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 erozijski in 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
- študije projektne nosilnosti tal in posedkov pod temelji.

V poročilu so podani vsi tisti podatki, ki so potrebni za opredelitev pogojev temeljenja objekta 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 - ZZdrl-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20)
- 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 in 158/20)
- 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 in 61/17 – ZUreP-2)
- Zakon o graditvi objektov (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilo, 14/05 – popr., 92/05 – ZJC-B, 93/05 – ZVMS, 111/05 – odl. US, 126/07, 108/09, 61/10 – ZRud-1, 20/11 – odl. US, 57/12, 101/13 – ZDavNepr, 110/13, 22/14 – odl. US, 19/15, 61/17 – GZ in 66/17 – odl. US)
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 61/17, 72/17 – popr. In 65/20)
- Uredba o klasifikaciji vrst objektov in objektih državnega pomena (Uradni list RS, št. 109/11 in 61/17)
- Zakon o rudarstvu (Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ)
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18)
- Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Občine Sevnica (Uradni list RS, št. 94/12, 100/12 – popr., 57/13, 01/16, 33/18 in 70/19) - v nadaljevanju: OPN;
- Odlok o ureditvenem načrtu Šmarje ob Planinski cesti URN 34 (Uradni list RS, št. 48/87, 01/07) - v nadaljevanju: URN 34.

3 GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE

Obravnavano območje se nahaja na severnem delu naselja Sevnica, ki leži na levi strani reke Save. Gre za osrednji del Posavskega hribovja, ki na jugu sega do Mirenske kotline in Dolenjskega podolja, na zahodu do Ljubljanske kotline, na severu do Tuhinjske doline in Celjske kotline, na vzhodu pa je meja težje določljiva saj se hribovje zniža v obpanonsko gričevje. Površje je močno razčlenjeno. Zelo malo je ravnega sveta, prevladujejo pa nakloni med 12 in 30°. Večina površja leži v višinskem pasu med 300 in 600 m.n.m., z izjemami preko 1000 m.n.m. Zaradi obilice neprepustnih kamnin je Posavsko hribovje prepredeno z gosto vodno mrežo.

Obravnavana parcela leži na severnem delu Sevnice ob cesti, ki pelje proti Planini pri Sevnici. Teren se proti severu vzpenja, proti jugu pa se spušča proti dolini reke Save. Okolica je delno



poseljena s stanovanjskimi objekti, delno pa jo prekrivajo travniki. Nadmorska višina terena predvidenega za gradnjo je 185 metrov. Območje predvidene gradnje je ravno. Parcela se ne nahaja v pasu poplavne ogroženosti in ni v vodovarstvenem območju virov pitne vode.



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



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



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

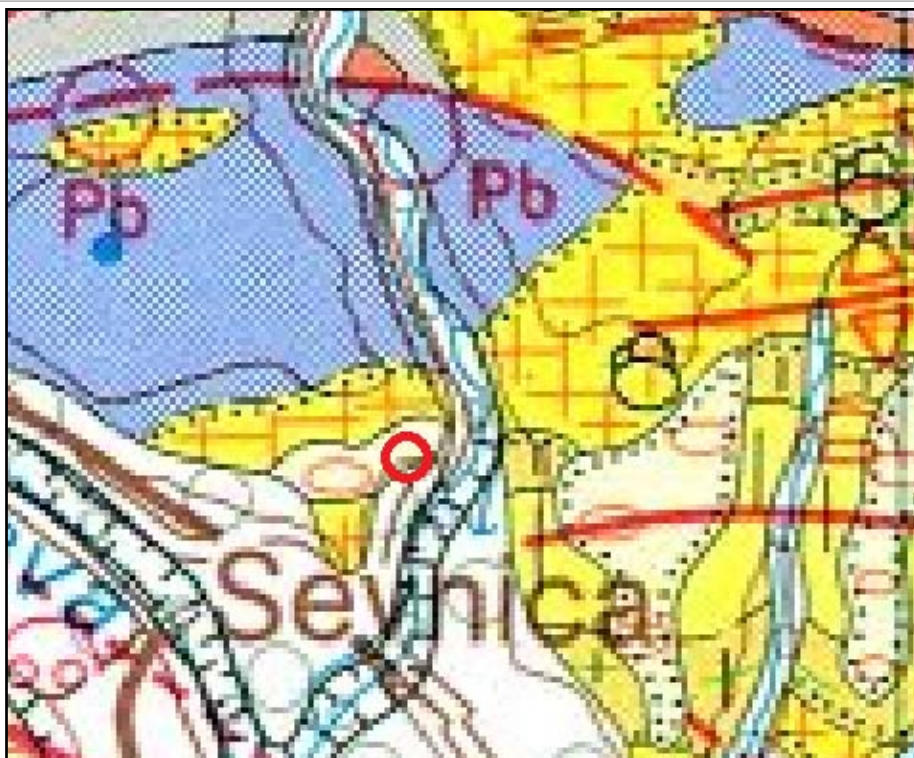
4.1 Tektonske in litostratigrafske razmere na širšem območju

Na podlagi litostratigrafskega razvoja kamnin in poglobosti velikih gub ter narivov proti jugu, lahko uvrstimo širše obravnavano ozemlje, v geotektonsko enoto Dinaridov. Na tem območju lahko opazujemo značilno nagubano on deloma narivno zgradbo terena. Zaradi mlajših prelomov je bilo ozemlje razkosano na večje in manjše grude. Posledica tega je mlajša grudasta zgradba terena. Pritiski, ki so povzročili gubanje in iz njega izhajajoče narivanje, so bili usmerjeni od severa proti jugu. Tako si sledijo od severa proti jugu vedno globlje ležeče strukture. Na vhodnem delu so velike in široke normalčno razvite sinklinale ter antiklinale, v katerih ne najdemo prevrnjenih plasti. Proti zahodu pa postajajo te velike nagubane strukture tektonsko močno stisnjene in prehajajo v prevrnjeno lego. Zanesljive narive lahko ločimo na območju zahodnega dela trojanske in litijske antiklinale. Proti vzhodu pa prehajajo v pretrgane, prevrnjene in v normalne gube ali pa tonejo pod mlajše terciarne plasti. Nekdanji narivni stiki med Savinskimi Alpami in Posavskimi gubami so danes presekani z mlajšimi prelomi. Smer plasti in osi gub je na večjem delu ozemlja vzhod-zahod.

Po nadaljnji geotektonski delitvi uvrščamo širše območje Sevnice v enoto Posavskih gub. Gre za niz antiklinal in sinklinal, ki si sledijo do severa proti jugu, pri čemer južno krilo severno ležeče sinklinale predstavlja severno krilo južno ležeče antiklinale. Osi gub teh struktur so v smeri vzhod-zahod. Območje Sevnice uvrščamo v tako imenovano senovško sinklinalo. Sestavljajo jo serdnje in zgornje miocenske kamnine. Gre za plasti sivega laporja, ki ima razpoklinsko poroznost ter slabo vodoprepustnost.

Severno leži litijska antiklinala, ki jo sestavljajo pretežno paleozojske kamnine in poteka v širokem pasu v smeri vzhod-zahod ter tone proti vzhodu. Današnja antiklinalna zgradba je tektonsko precej razlomljena. Karbonsko-permske plasti sestavljajo pretežno temno sivi glinavci, meljevci ter kremenovi peščenjaki v katerih je precej sljude. Plasti se med seboj hitro menjavajo. Večinoma so plasti prekrite z deluvialno preperino. Gre za plasti z rapoklinsko poroznostjo ter srednjo do slabo vodoprepustnostjo.

Na aluvialni ravnici ob reki Savi ležijo nekaj metrov debeli nanosi reke Save. Te sestavljajo prod, pesek in melj. Ti sedimenti imajo medzrnsko poroznost ter srednjo vodoprepustnost, ki je odvisna od vsebnosti drobne frakcije v sedimentu.



Slika 3: Izsek iz OGK list Celje1:100.000 z označeno lokacijo območja

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 dveh sondažnih izkopov, v katerem so bile opravljene in-situ meritve temeljnih tal.

Izkop je bil urejen na območju parcele št. 72/1, k.o. Šmarje in sicer na mestu, kjer je predvidena gradnja večstanovanjskega objekta

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

Koordinate prvega izkopa so:

E=523 336

N=097 476

S sondažnim izkopom je bilo ugotovljeno, da se od površja do globine 0,4 metra pojavlja rjava peščeno-meljasta preperina.

Od globine 0,4 metra do globine 0,8 metra se pojavlja umetno gruščnato peščeno tamponsko nasutje.

Od globine 0,8 metra do globine 1,7 metra se v podlagi pojavljajo plasti svetlo rjavega zameljenega drobnozrnatega peska z nekaj proda (fSi, fGr, fSa).



Na globini 1,1 metra je bila z žepnim penetrometrom izmerjena enoosna tlačna trdnost glinenih plasti, ki znaša $q_u=2,0 \text{ kg/cm}^2$. Z žepnim penetrometrom se meri odpor pred vtiskanjem sonde v kohezivno zemljino. Z dinamično krožno ploščo je bila izmerjena še vrednost dinamičnega deformacijskega modula, ki je znašala $E_{vd}=14,4 \text{ MN/m}^2$. Na podlagi tega je ocenjena vrednost CBR=6 %. Izmerjena je bila tudi nedrenirana strižna trdnost glinenih plasti, ki znaša $c_u=12 \text{ N/cm}^2$. Izmerjena je bila tudi prostorninska teža zemljine z vrednostjo $\delta'=20,0 \text{ kN/m}^3$.

Te plasti bodo predstavljale temeljna tla objektu. To pomeni, da je zgornjo plast humusa ter umetnega nasutja potrebno odstraniti, tako da bo temeljenje izvedeno v plasteh delno zameljenega peska s prodrom.

Geotehnični profil prvega sondažnega izkopa:

Globina (m)	Material
0,0 – 0,4	Koreninski pokrov, rjava humusna preperina
0,4 – 0,8	Umetno gruščnato peščeno tamponsko nasutje
0,8 – 1,7	Rjav drobnnozrnat pesek z meljem in nekaj proda ($q_u=2,0 \text{ kg/cm}^2$, $E_{vd}=14,4 \text{ MN/m}^2$, $c_u=12,0 \text{ N/cm}^2$, $\gamma=20,0 \text{ kN/m}^3$)



Slika 4: Sondažni izkop



Koordinate drugega izkopa so:

E=523 320

N=097 463

Z drugim sondažnim izkopom je bilo ugotovljeno, da se od površja do globine 0,3 metra pojavlja rjava peščeno-meljasta preperina.

Od globine 0,3 metra do globine 0,9 metra se pojavlja umetno gruščnato peščeno tamponsko nasutje.

Od globine 0,9 metra do globine 1,7 metra se v podlagi pojavljajo plasti svetlo rjavega drobnozrnatega peska s prodom (fSi, fGr, fSa).

Na globini 1,1 metra je bila z dinamično krožno ploščo je bila Izmerjena vrednost dinamičnega deformacijskega modula, ki je znašala $E_{vd}=44,4 \text{ MN/m}^2$. Na podlagi tega je ocenjena vrednost CBR=25 %.

Te plasti bodo predstavljale temeljna tla objektu. To pomeni, da je zgornjo plast humusa potrebno odstraniti, tako da bo temeljenje izvedeno v plasteh peska s prodom. V primeru dovolj velike debeline vgrajenega tamponskega nasutja (vsaj 0,6 metra), se lahko ta plast uporabi kot tamponsko nasutje.

Geotehnični profil drugega sondažnega izkopa:

Globina (m)	Material
0,0 – 0,3	Koreninski pokrov, rjava humusna preperina
0,3 – 0,9	Umetno gruščnato peščeno tamponsko nasutje
0,9 – 1,7	Rjav drobnozrnat pesek z meljem in nekaj proda ($E_{vd}=44,4 \text{ MN/m}^2$)

Ob inženirsko geološkem pregledu območja okoli obstoječih objektov ni bilo zasledeno fosilnih sledov plazenja preperinskega pokrova oz zdrsov pobočnega materiala.



Slika 5: Sondažni izkop

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

Za peščeno prodnate plasti z meljem

- Prostorninska teža $\gamma=19,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
- Strižni kot $\phi=28^\circ - 32^\circ$
- Kohezija $c=0-2 \text{ kPa}$
- Modul stisljivosti $M_e=5.000 - 15.000 \text{ kPa}$
- Modul elastičnosti $E=50 \text{ MPa}$
- Nosilnost CBR $\text{CBR}=6-10 \%$
- Koeficient vodoprepustnosti $k=10^{-4} - 10^{-6} \text{ m/s}$

TABELA 1: Vrednotenje konsistentnega stanja skladno s klasifikacijo Terzaghi-Peck :

konsistenčno stanje	enoosna tlačna trdnost qu (kPa)	modul stisljivosti Ms (kPa)
židko	< 25	< 500
lahkognetno	25 - 50	500 - 1000
srednjegnetno	50 - 100	1000 - 2000
težkognetno	100 - 200	2000 - 5000
poltrdno	200 - 400	5000 - 20000
trdno	> 400	> 20000



TABELA 2: Razvrstitev podlage glede na nosilnost in deformabilnost s pomočjo kazalnikov za vezljive zemljine (Petkovšek, 2005).

Nosilnost	NSPT	cu (kN/m ²)	CBR (%)	E _{v2} (MN/m ²)	Konsistenca *
-nikakršna	< 2	<12	1	<5	židka
-zelo majhna	2-6	12-40	≤3	≤10	lahko do srednje gnetna
-majhna	6-15	40-80	3-6	10-20	srednje do težko gnetna
-srednja	15-30	80-120	6-12	20-60	težko gnetna
-visoka	> 30	>150	10-15	60-80	poltrdna, trdna

TABELA 3: Kriterij za oceno terenskih preiskav enoosne tlačne trdnosti za vezane zemljine

Število udarcev za 30,5 cm (N)	konsistenca	Enoosna tlačna trdnost q _u (kN/m ²)
<2	Židka do lahko gnetna	<25
2-4	Lahko gnetna	25-50
4-8	Srednje gnetna	50-100
8-15	Težko gnetna	100-200
15-30	Poltrdna	200-400
>30	trdna	>400

TABELA 4:

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	50 – 100	1 000 – 2 000
8 – 15	gnetno	100 – 200	2 000 – 5 000
15 – 30	težko gnetno	200 – 400	5 000 – 20 000
> 30	poltrdno trdno	>400	> 20 000



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 5: Okvirne vrednosti enoosne tlačne trdnosti glede na konsistenco materiala

Konsistenca zemljine	Indeks konsistence I_c	Enoosna tlačna trdnost q_u (kPa)	Nedrenirana strižna trdnost c_u (kN/m ²)
Židka	0	0	0
Židka do lahko gnetna	0 - 0,25	0 - 25	0 – 12,5
Lahko gnetna	0,25 – 0,50	25 - 50	12,5 - 25
Srednje gnetna	0,50 – 0,75	50 - 100	25 - 50
Težko gnetna	0,75 – 1,00	100 - 200	50 - 100
poltrdna	1,00 – 1,25	200 - 400	100 - 200

TABELA 6: 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

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

OPSI ZEMLJINE	q_c (MPa)	ϕ' *	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°



4.3 Prepustnost plasti

Plasti zameljenega drobnozrnatega peska s prodrom so srednje do slabo vodoprepustne. Koeficient prepustnosti se zaradi različne sestave močno spreminja (menjava bolj in manj zaglinjenih plasti). Srednja prepustnost je ocenjena na $k = 1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-6}$ m/sek.

4.4 Klasifikacija kamnin

Ob rekah in potokih nastopajo mešane zemljine, ki jih sestavljajo glinasto-prodnati 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 potoka Sevnična, ki teče vzhodno od parcele. Glede na podatke pridobljene s terenskim ogledom območja, se stalna podtalnica v času srednjega vodnega stanja nahaja nad koto potoka, ki je na tem delu na višini približno 182 metrov. Globina podtalnice je na območju parcel torej na globini okoli 3 metre.

Pri gradnji bo potrebno upoštevati nivo podtalnice. Zaradi tega predlagam vgradnjo drenažni cevi že ob spodnjem delu tamponskega nasutja, ki bodo odvajale morebitne zaledne vode. Prav tako pa je potrebno drenažne cevi vgraditi tudi na nivoju temeljev.

4.6 Pogoji temeljenja

Glede na ugotovljeno sestavo temeljnih in višinsko ter konstrukcijsko zasnovo stanovanjskega objekta, je možno, da se objekt temelji na AB temeljni plošči

V primeru, da se bo objekt temeljil na AB temeljni plošči, bo potrebno predhodno pripraviti ustrezno sanacijsko blazino iz lomljenca ali drobljenca. V tem poročilu predvidevamo, da bo debelina le te znašala ca. 0,7 m.

Po odstranitvi preperinskega sloja ter zgornji plasti gline peskom, se naj 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)
- $E_{vd} = 35 \text{ MN/m}^2$ – 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 prodno peščenega gramoznega materiala (GP) (velikost delcev $D_{max} = 0 - 64$ mm) v debelini do $1 \times 0,30$ m, katerega se statično utrdi v eni plasti po 0,20 m. Vrednosti dinamičnega deformacijskega modula morajo dosegati vrednosti $E_{vd} = 40 \text{ MN/m}^2$.
- 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 $E_{vd} = 40 - 45 \text{ MN/m}^2$, kar je primerna podlaga za izvedbo temeljne plošče.

PLAST	Debelina	Zahteve
	m	$E_{vd} \text{ (MN/m}^2\text{)}$
Tampon – gramozna blazina 2. Sloj (velikost delcev do D32 mm)	0,2	40-45
PO – gramozna blazina 1. Sloj (velikost delcev do D64 mm)	0,3	40
NA – nasip – na koti posteljice (velikost delcev do D100 mm)	0,2	35
TTMU – temeljna tla mehansko utrjena	Po potrebi	20-25

TABELA 8: Zahtevane vrednosti nosilnosti dinamičnega deformacijskega modula E_{vd}

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.

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 plošči, 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 peščno prodnatih plasti do projektirane kote objekta. Temeljna tla bodo predstavljale plasti zameljenega drobnozrnatega peska s prodom, ki predstavljajo nepodajno podlago. Ker se v teh zemljinah ob prisotnosti vode in delovanju atmosferilij procesi preperevanja razvijajo 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 (zameljen pesek). V primeru temeljenja v teh plasteh je mogoče upoštevati posedke okrog 3 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 0,4 metra nesprijeta humusna preperina, ki jo je potrebno v celoti odstraniti, saj je ta plast slabo nosilna. Spodaj ležeča plast zameljenega peska s prodom je bolj primerna za temeljenje. Upoštevamo lahko nosilnost tal **pd= 250 kPa**. Glede na to, da so tla srednje nosilna, predlagam temeljenje na armiranobetonskih temeljih ter izvedbo na sanacijskih blazinah iz drobljenca (kamnita posteljica) v debelini 0,7 metra. Blazine naj se izvedejo po odzivu ali izkopu vrhnjih humusnih plasti ter glinasto meljastih in zemljin. Gradbeno jamo bo potrebno na koti temeljenja prekriti z geotekstilom z ustrezno 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 zadrževalnik ali revizijske jaške ter dalje v javni meteorni kanalizacijski sistem. V ta sistem 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 kanalizacijo spelje preko lovilcev olja in maščob. Za zbiranje meteornih vod iz strehe predlagam vgraditev zbiralnika volumna vsaj 10 m³, ki bo v celoti zadržal vode prvega naliva, hkrati pa se lahko vodo iz zbiralnika uporablja kot komunalno vodo v objektu.

4.7 Projektna nosilnost tal

Projektna nosilnost temeljnih tal je bila izračunana za AB temeljno ploščo na saniranih temeljnih tleh. V izračunih so bile predpostavljene dimenzije temeljne plošče B/L=13,70 m × 23,70 m ter da navpična projektna obremenitev (Vd) ne bo presežala 200 kN na tekoči meter temelja.



Projektno nosilnost tal je bila iz vrednotena po kriteriju loma tal pod temeljem po prirejenem obrazcu po Brinch – Hansenu (SIST EN 1997-1:2005-DODATEK D);

$$R/A' = c' \times N_c \times bc \times sc \times ic + q' \times N_q \times bq \times sq \times iq + 0,5 \times \gamma' \times B' \times N_\gamma \times by \times sy \times iy$$

ob upoštevanju geomehanskih karakteristik:

- saniranih temeljnih tal za srednje goste prodno peščene zemljine (GP) – sanacijska blazina iz lomljenca ali drobljenca:

$$c = 0 \text{ kN/m}^2 ; \phi = 32,0^\circ ; \gamma = 22 \text{ kN/m}^3$$

- raščeni temeljni tla za plasti zameljenega peska s prodrom odloženem v srednje gostem gostotnem stanju:

$$c = 2 \text{ kN/m}^2 ; \phi = 28^\circ ; \gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$$

in materialnih varnostnih faktorjev skladno z EC 7:

Kot strižne odpornosti	ϕ'	$\gamma\phi' = 1,00$
Efektivna kohezija	c'	$\gamma c' = 1,00$

Tako dobimo projektno nosilnost temeljnih tal za AB temeljno ploščo na ravnih – horizontalnih temeljnih tleh naslednje vrednosti:

- Za AB temeljno ploščo ($l'=23,70$ m; $b'=13,70$ m) sanirana tla (GP)

$$R'/A' = 1332 \text{ kN/m}^2 \quad \text{za } D = 0,50 \text{ m}$$

Pri tem je »D« efektivna globina temeljenja – globina dna temeljev pod koto finalne ureditve terena ob objektu oz. koto najnižjega tlaka v objektu. Merodajna je manjša vrednost. Za vmesne globine temeljenja »D« se lahko vrednosti za projektno nosilnost temeljnih tal linearno interpolirajo. Interpolacija velja le za enake tipe temeljev v zemljinah z enakimi oz. podobnimi fizikalnimi lastnostmi. Za dokončno dimenzijo temeljev je obvezno v analizo vključiti dejanske vplive konstrukcije in dejansko geometrijo temeljev ter tudi kriterije mejnega stanja uporabnosti (SLS) – dopustnih usedkov!

Pri analizi projektne odpornosti tal je potrebno upoštevati tudi vse delne varnostne faktorje za vplive oz. učinke vplivov in varnostne faktorje za posamezno vrsto temeljenja (SIST EN 1997-1:2005 Dodatek A – Preglednica A.5 – za plitvo temeljenje).



4.8 Usedeck po metodi elastičnosti

Absolutni usedki, kateri se bodo aktivirali pri temeljenju objekta, so določeni po prilagojeni metodi elastičnosti (Eurocode 7-1 SIST EN 1997-1:2005-DODATEK F). Izračunani posedki se ne smejo upoštevati kot točne vrednosti, ampak le kot približne ocene.

Posedeck pod temelji so bili preverjeni za temeljno ploščo dimenzij B/L=13,70/23,70 m. Za način temeljenja so bili izračunani posedki za predpostavljena heterogena tla, do globine 5,00 m pod koto temeljenja. Pri efektivni obremenitvi temeljnih tal smo upoštevali skupno efektivno obremenitev temeljnih tal $q=200 \text{ kN/m}^2$.

V danem primeru je, ob upoštevanju predpostavljene vrednosti za efektivno obremenitev temeljnih tal, za temeljenje na AB temeljni plošči, moč pričakovati usedke reda velikosti $u = 2 \text{ cm}$. Relativni usedki bodo tako znašali ca. 3,5 cm pri temeljenju na AB temeljni plošči.

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 $Q_g = 0,175 \cdot g$. Za projektiranje po EC 8 je obvezna uporaba karte projektnega pospeška tal. .

Temeljna tla po sestavi ustrezajo tipu tal C – preglednica 3.1 SIST EN 1998-1:2006 globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge glin globine nekaj deset metrov s parametri $N_{SPT} \text{ (udarcev/30 cm)} = 15-50$ in $c_u = 70-250 \text{ kPa}$.

6 MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE

Na parceli št. 72/1, k.o. Šmarje, v občini Sevnica ima investitor namen graditi nov večstanovanjski objekt. Čiste meteorne vode iz strešnih površin se preko peskolovov in revizijskih jaškov zbirajo v zadrževalniku meteornih vod, višek teh vod pa lahko odvaja v javni kanalizacijski sistem za odvajanje meteornih voda zahodno od parcele, po navodilih upravljavca komunalne infrastrukture. Onesnažene vode iz povoznih površin pa je potrebno pred tem očistiti preko lovilca olj in maščob. Poleg tega mora investitor zagotoviti čiščenje padavinskih meteornih voda iz strešnih površin preko peskolovov v zbiralnik ter dalje v odvodne cevi.

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.



Meteorna kanalizacija se mora načrtovati ločeno od fekalne. Graditi se mora v skladu s predpisano zakonodajo po pogojih, ki jih predpisuje, Odlok o odvajanju odpadne in padavinske vode (Ur. list RS št. 86/01). Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15). Varovalni pas javne meteorne kanalizacije je 1,5 metra. Meteorne vode iz utrjenih površin se morajo odvajati skladno s 17. členom (Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo) preko peskolovov in oljnih lovilcev v meteorno kanalizacijo kontrolirano po cevovodu. Strešne meteorne vode se bodo preko peskolovov in zbirnega jaška odvajale v meteorno kanalizacijo.

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 in dalje v obstoječ urejen sistem za odvajanje meteornih voda. Meteorna voda iz strešin in tlakovanih površin se bo odvajala v obstoječo meteorno kanalizacijo.

Na podlagi dobljenih podatkov o projektu smo izdelali hidravlični izračun količin padavinske vode, ki jo bo potrebno ponikati. 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 področje Celja in okolice v obdobju med leti 1970 in 2012, ki smo jih povzeli po Agenciji RS za okolje.

Postaja Celje

Trajanje padavin	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let	
5 min	254	340	398	470	523	576	646	l/(sec*ha)
10 min	189	255	298	354	394	435	489	l/(sec*ha)
15 min	160	223	265	318	358	397	448	l/(sec*ha)
20 min	139	195	233	280	316	351	397	l/(sec*ha)
30 min	110	160	192	234	264	295	335	l/(sec*ha)

Glede na podatke, ki jih imamo o tlorisni velikosti objekta, lahko izračunamo, da bo površina strehe okoli 330 m². Površina asfaltiranih delov pred objektom pa bo okoli 400 m². Upoštevana je bila jakost naliva 160 l/s/ha, kar je vrednost 15 minutnega naliva pogostosti n = 2 leto s koeficientom odtoka 0,90. Koeficient zakasnitve smo upoštevali faktor 1.

Zadrževalnik:

Za površino 730 m²

Jakost naliva 160 l/s/ha

Koeficient odtoka 0,90

Koeficient zakasnitve 1

Odtok v kanalu:

$$Q = A \cdot q_p \cdot \phi \cdot \psi = 0,0730 \times 160 \times 0,90 \times 1 = 10,5 \text{ l/sek}$$

T = 15 min – trajanje naliva

$$Q = 10,5 \text{ l/sek} \quad \text{---} \quad T = 15 \text{ min}$$

$$V_{\text{potr}} = 900 \text{ sek} \times 10,5 \text{ l/sek} = 9450 \text{ l} = 9,450 \text{ m}^3$$

Glede na opravljene izračune je za zadrževanje 15 minutnega naliva strešnih in asfaltiranih površin stanovanjskega objekta potreben zadrževalnik večji od 10 m³. Tekom takšnega naliva se bo v zadrževalnik nateklo 9450 l vode. Velikost zadrževalnika mora biti večja od količine padavinskih voda, da se bodo v njem zadržale do odtoka v javni kanalizacijski sistem.

Območje predvidenega večstanovanjskega objekta ni v vodovarstvenem območju zajetij pitne vode in ni na poplavno ogroženem območju.

7 ZAKLJUČKI

Na mikrolokaciji predvidene gradnje novega stanovanjskega objekta v naselju Sevnica so bile izvedene terenske geološke preiskave z naslednjimi ugotovitvami:



- Temeljna tla na površju sestavlja drobnozrnat zameljen pesek s prodom do globine vsaj 1,7 m.
- Nosilnost zameljenih peščeno gruščnatih tal je $q_f = 250$ kPa.
- Nivo podtalnice je v globini približno 3 metre.
- Pred temeljenjem je potrebno odstraniti zgornjo humusno in zgornjih plasti peska ter vgraditi tamponsko blazino debeline vsaj 0,7 metra.
- Obvezna je vgradnja geotekstila.
- Obvezna je drenaža območja temeljenja.
- Predlagam vgradnjo drenažnih cevi tudi na koti tamponskega nasutja.
- Obvezna je drenaža območja temeljenja.
- Predvideno je temeljenje na AB temeljni plošči.
- Projektna nosilnost temeljnih tal za AB temeljno ploščo na ravnih – horizontalnih temeljnih tleh. Za AB temeljno ploščo ($l' = 16,40$ m; $b' = 1306$ m) sanirana tla (GP) $R'/A' = 897$ kN/m²
- Najboljša možnost za odvajanje meteornih voda je, da se uredi dovolj velik zadrževalnik meteornih voda. Ta bo zadržal vodo prvega naliva, medtem ko se višek vode iz zadrževalnika lahko odvaja proti obstoječemu kanalizacijskemu sistemu.
- 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.