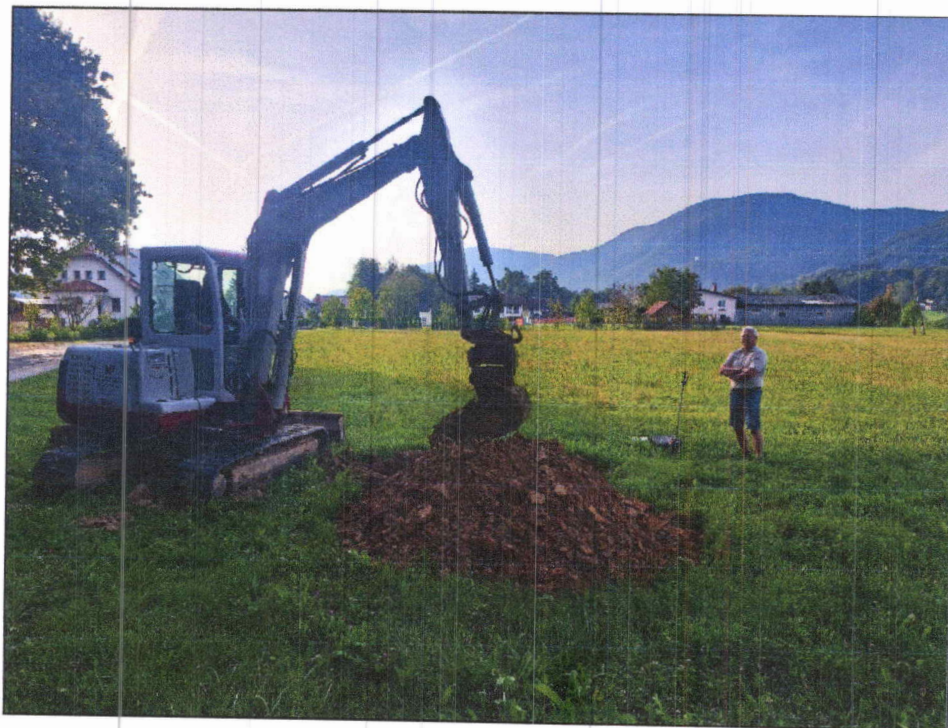




Jaka Žibrat s.p.

**GEOLOŠKE  
STORITVE**

**GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA  
PARCELI ŠT. 327/5, 327/7, 327/10 IN 327/11, K.O. ŠKALCE**



**NAROČNIK:**

**KBS PROJEKT d.o.o.**

Rogaška cesta 29

3240 Šmarje pri Jelšah

**IZVAJALEC:**

**GEOLOŠKE STORITVE, JAKA ŽIBRAT s.p.**

Sv. Lovrenc 49e

3312 Prebold

**JAKA ŽIBRAT**  
univ.dipl.inž.geol.  
IZS RG0188

**OBDELAL:**

Jaka ŽIBRAT, univ.dipl.inž.geol.

**ARH. ŠT.:**

geol.-geom. por. Dobrovlje pri Zrečah II/2024

Februar 2024

Jaka Žibrat s.p.



**GEOLOŠKE  
STORITVE**

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



## KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ZAKONSKE OSNOVE .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE NA ŠIRŠEM IN OŽJEM OBMOČJU PREDVIDENE GRADNJE.....</b>	<b>6</b>
4.1	Strukturno-geološke razmere na širšem območju .....	6
4.2	Litostratigrafske razmere na širšem območju.....	6
4.3	Geološke in inženirsko-geološke razmere na ožjem območju .....	8
4.4	Prepustnost plasti.....	13
4.5	Klasifikacija kamnin .....	13
4.6	Pogoji temeljenja.....	13
4.7	Erozijska ogroženost in nevarnost pojavljanja plazov.....	16
<b>5</b>	<b>SEIZMIČNOST TERENA.....</b>	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE.....</b>	<b>17</b>
<b>7</b>	<b>ZAKLJUČKI .....</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>21</b>



## **GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O MOŽNOSTI GRADNJE NA PARCELI ŠT. 327/5, 327/7, 327/10 IN 327/11, K.O. ŠKALCE**

### **1 UVOD**

Po naročilu podjetja KBS projekt d.o.o., je bil v februarju 2024 opravljen geološki ogled terena na območju parcele št. 327/5, 327/7, 327/10 in 327/11, k.o. Škalce v Občini Zreče. Gre za območje Občinskega podrobnega prostorskega načrta na območju OP08/009 – stanovanjsko območje Dobrava 3. To območje se razvršča v manjše območje enote urejanja prostora (MOEUP) OP8/009 z namensko rabo SS, ki je namenjena gradnji enostanovanjskih stavb namenjenih stalnemu bivanju.

Po Uredbi o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 96/22) in po CC-SI klasifikaciji gre za objekte z oznako 11100 – enostanovanjske stavbe.

Namen terenskega ogleda ter izvedenih sedmih 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.

Po podatkih iz atlasa okolja Agencije RS za okolje, ki je dostopen na internetu je iz karte verjetnosti pojavljanja plazov razvidno, da se obravnavana lokacija nahaja na območju majhne do srednje verjetnosti pojavljanja plazov. Iz opozorilne karte erozije pa je razvidno, da se obravnavana lokacija nahaja na območju običajnih zaščitnih ukrepov, zato mora vloga za pridobitev vodnega soglasja v skladu s 3. točko 7. člena Pravilnika o vsebini vlog pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja (Ur. l. RS št. 25/09) vsebovat projektno dokumentacijo in druge podatke o predvideni gradnji, ki smiselno vključujejo geološko poročilo s poudarkom na stabilnosti terena, s katerim se ugotovi stopnja tveganja za načrtovane posege. Iz geološkega poročila mora biti razvidna tudi zmožnost ponikanja in načina temeljenja objekta.

Po Pravilniku o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja je za posege, ki se načrtujejo na območjih in ki v skladu s predpisi o vodah niso določena kot plazljiva območja, iz opozorilne karte verjetnosti pojava plazov pa izhaja, da na širšem območju posega obstaja nevarnost pojava plazov oziroma zaradi naklona terena, geološke sestave in strukture zemljišča ter prisotnosti podzemnih voda lahko zaradi neustrezne gradnje pride do povečane nevarnosti pojava



zemeljskega plazu ali druge oblike pobočnega masnega premikanja (podori, drobirski tokovi), mora vloga za pridobitev vodnega soglasja vsebovati projektno dokumentacijo in druge podatke o predvideni gradnji, ki smiselno vključujejo geološko poročilo s poudarkom na stabilnosti terena, s katerim se ugotovi stopnja tveganja za načrtovane posege in ki lahko vključuje določitev območja geoloških nevarnosti.

Za posege, ki se načrtujejo na območjih, ki v skladu s predpisi o vodah niso določena kot erozijska območja, iz opozorilne karte verjetnosti pojava erozije izhaja, da na širšem območju posega obstaja nevarnost pojava erozije oziroma zaradi preperelosti, tektonske zdrobljenosti ali plastovitosti kamnin, nagiba in površinske oblikovanosti terena lahko zaradi neustreznega posega pride do povečane nevarnosti pojava erozije, mora vloga za pridobitev vodnega soglasja, vsebovati projektno dokumentacijo in druge podatke o predvideni gradnji, ki smiselno vključujejo geološko poročilo s poudarkom na erodibilnosti terena, s katerim se ugotovi stopnja tveganja za načrtovane posege in ki lahko vključuje določitev območja nevarnosti pojava erozije.

Upoštevati je potrebno prepovedi in omejitve, ki se nanašajo na plazljiva in erozijsko ogrožena območja v skladu z zakonom o vodah. Na teh območjih se v zemljišče ne sme posegati tako, da bi se zaradi tega sproščalo gibanje hribin ali bi se kako drugače ogrozila stabilnost zemljišča.

V poročilu mora biti podan tudi ustrezen način odvodnjavanja ali ponikanja padavinskih in prečiščenih komunalnih voda, ki ne bo poslabševal plazljive in erozijske ogroženosti območja. 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 je bilo izdelano na osnovi:

- Inženirsko-geološko pregleda območja predvidene gradnje,
- pregled sondažnega izkopa

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 – ZZdl-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).
- Odlok o Občinskem prostorskem načrtu Občine Zreče (Uradno glasilo slovenskih občin, št. 27/2021)

## **3 GEOGRAFSKA LOKACIJA PARCELE**

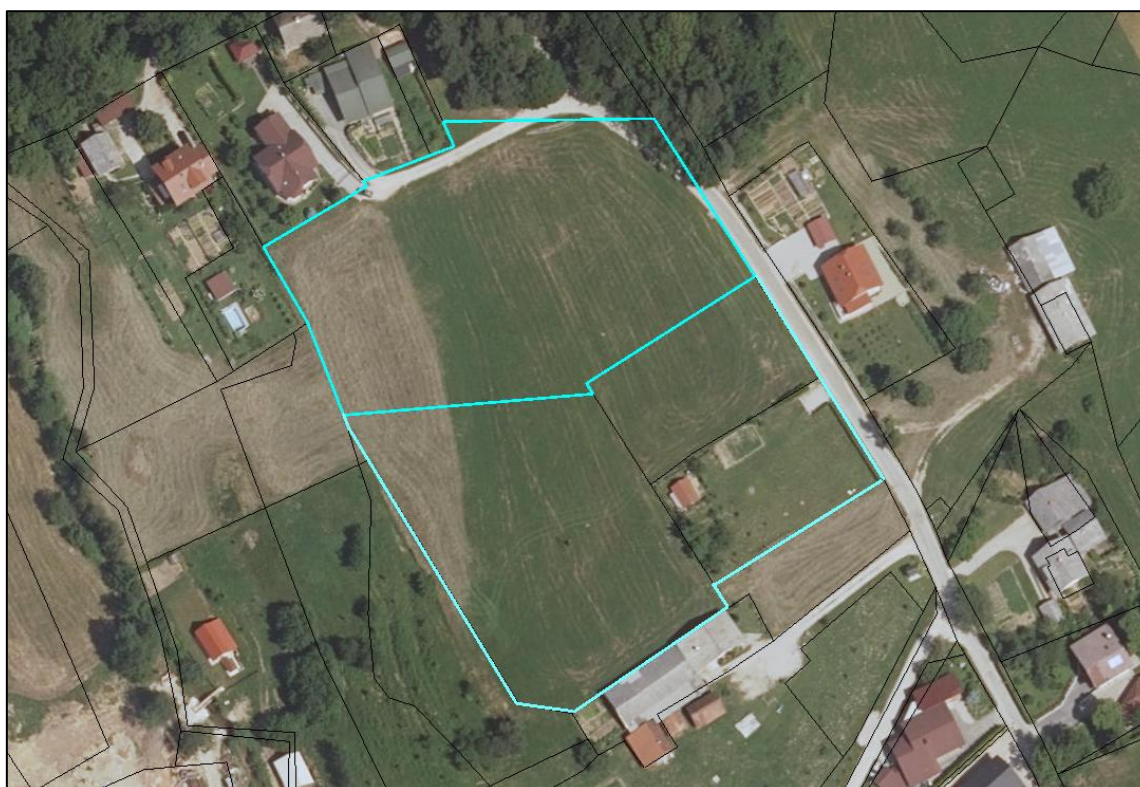
Obravnavana lokacija predvidenega objekta leži severno od Slovenskih Konjic in južno od Zreč, v naselju Dobrovlje. Teren leži na manjšem grebenu, tako da je vzhodni del parcele raven. Proti zahodu pa se spušča proti dolini potoka Koprivnice, tako da je naklon zahodnega dela preiskanega območja približno 15°.

Nadmorska višina terena na območju predvidene gradnje je približno 369 metrov. Okolica je delno poseljena, delno pa jo prekrivajo travniki. Območje gradnje ni na poplavno ogroženem ozemlju in ni na vodovarstvenem območju virov pitne vode.





Slika 1: Geografska lokacija parcele predvidene za gradnjo (vir [www.geopedia.si](http://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 Strukturno-geološke razmere na širšem območju**

V geotektonskem smislu uvrščamo območje zgornje dravinjske doline v geotektonsko enoto terciarnih in pliokvartarnih bazenov, ki so nastali v miocenu, kot posledica intenzivne, pretežno radialne, tektonike. Posledica so bazeni, ki so na širšem obravnavanem območju usmerjeni severozahod-jugovzhod. V posameznih bazenih so ugotovljene plikativne oblike, ki so posledica vertikalnega ali horizontalnega premikanja blokov v podlagi bazena ali bližnje okolice. Vertikalni premiki posameznih blokov po sedimentaciji terciarnih plasti, dosežejo nekaj sto metrov. Po nadaljnji delitvi te velike geotektonske enote uvrščamo območje zgornje dravinjske doline v tako imenovano Konjiško neotektonsko udorino.

### **4.2 Litostratigrafske razmere na širšem območju**

#### Miocen (M<sub>2</sub><sup>1</sup>)

Miocenske plasti helvetijske starosti sestavljajo peščen lapor, peščenjak, pesek in konglomerat. Peščen lapor vsebuje precej sljude, ponekod je lističast, ponekod debelo plastovit. Nastopa v ritmičnem menjavanju s peščenjakom in v debelejših, nekaj 10 metrov debelih intervalih. Ponekod je nadomeščen z glinastim laporovcem.

Peščenjak se pojavlja v obliki trših in mehkejših pol debeline od 5 do 70 cm. Sestava zrn je podobna kot pri konglomeratu, prevladujejo kremenova zrna.

Konglomerat in pesek sta v podrejenem položaju. Prodniki konglomerata so iz metamorfnih, karbonatnih in magmatskih kamnin, predvsem prevladuje kremen. Velikosti so od nekaj mm.

#### Pliokvartar (Pl, Q)

Pliokvartarni sedimenti so zastopani s peskom, peščeno glino, peščeno-glinastim laporovcem in zaglinjenim prodom. Plasti so v erozijsko-diskordantnem položaju z ostalimi kamninami. Zrna in prodniki so iz magmatskih, metamorfnih in sedimentnih kamnin. Sedimenti so slabo vezani, sortiranost materiala je neenakomerna, prav tako velikost prodnikov in zrn.

#### Aluvij (al)

Aluvij je naplavljen v dolini reke Dravinje. Material je zelo heterogen. Pojavljajo se predvsem debelo, srednje in drobno zrnati prodniki, peski in peščena glina.

#### Rečne terase (t)

V oklici Slovenski Konjic, je Dravinja urezala v že akumuliranem materialu 2 terasna nivoja. Pleistocenske naplavine sestavlja prod s peskom, med katerega so vložene plasti in leče peska, ponekod tudi gline. Prodniki so v glavnem iz metamorfnih in magmatskih kamnin, v manjši meri pa tudi iz karbonatnih sedimentov. Sortiranost je slaba, velikost posameznih prodnikov pa spremenljiva, od nekaj centimetrov do par decimetrov.





### Peščena glina, prod ( $Q_1$ )

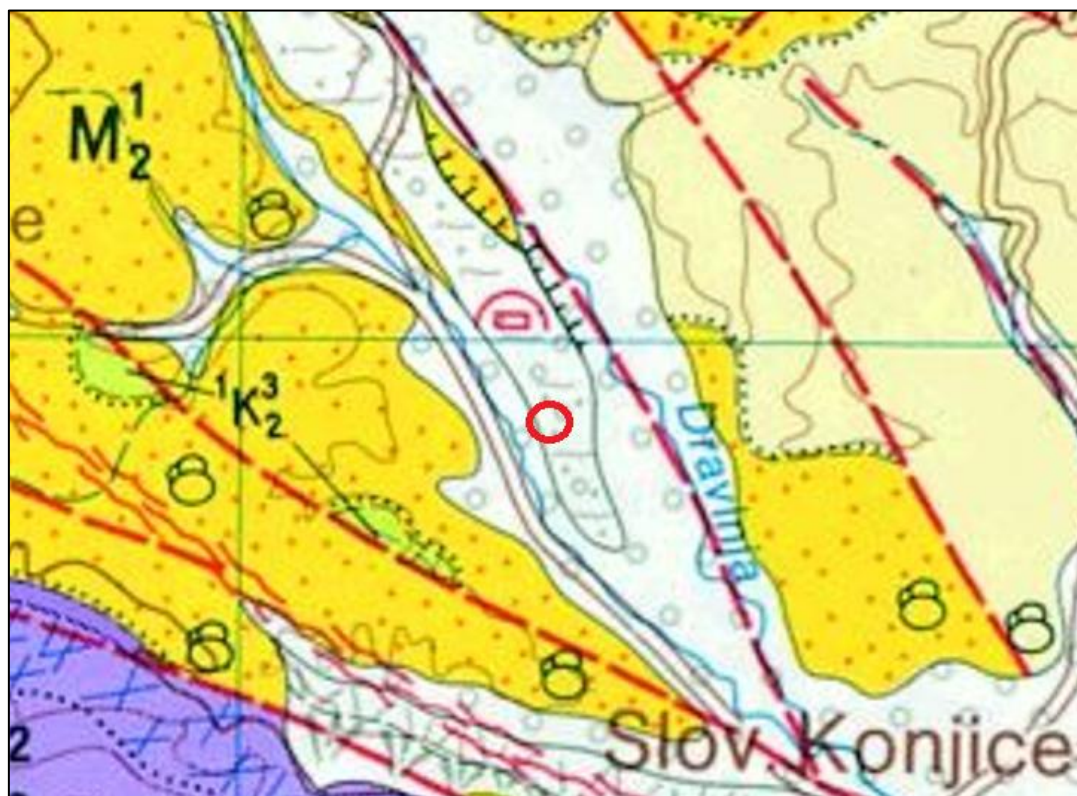
Ta enota predstavlja ostanke erodiranih rečnih teras.

Na širšem območju predvidene gradnje se v podlagi pojavljajo kvartarne peščene gline in prodi ( $Q_1$ ), ki predstavljajo ostanke erodiranih rečnih teras. Gre za zemljine z medzrnsko poroznostjo ter slabo do srednjo vodoprepustnostjo.

Opisane zemljine so dokaj dovzetne za mehansko preperevanje, zato na njih lahko nastaja do nekaj metrov debela plast preperinskega pokrova.

Vzhodno ležijo pliokvartarne (Pl, Q) zemljine. Gre predvsem za peščene gline, ki imajo medzrnsko poroznost ter slabo vodoprepustnost. Poleg tega se v okolici pojavljajo še srednje miocenski ( $M_2^1$ ) peščen lapor, peščenjak, pesek in konglomerat.

Ravnico ob potoku Koprivnica in dolino reke Dravinje sestavljajo kvartarni aluvialni (al) nanosi, ki jih sestavljajo prodi, peski, melji in gline. Imajo medzrnsko poroznost in srednjo vodoprepustnost.



Slika 3: OGK 1:100.00 list Slovenj Gradec z označeno lokacijo predvidene gradnje





#### 4.3 Geološke in inženirsko-geološke razmere na ožjem območju

Geomehanske lastnosti tal privzemam iz arhivskih podatkov ter na podlagi opravljenega terenskega ogleda območja in izvedenih sedmih sondažnih izkopov, v katerih so bile opravljene in-situ meritve temeljnih tal. Izkop je bil urejen na območju parcele št. . 327/5, 327/7, 327/10 in 327/11, k.o. Škalce, in sicer na območju predvidenih objektov.

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

Ugotovljeno je bilo, da se na vzhodnem delu preiskanega območja, kjer je teren raven, od površja do globine 0,3 metra pojavlja humus.

Od globine 0,3 metra do globine končne globine izkopov na globini približno 2,5 metra se pojavlja rjava siva glina. Zemljina je vlažna. V teh plasteh je bila z žepnim penetrometrom izmerjena enosna tlačna trdnost peščenih plasti, ki znaša  $q_u=3,5 - 4,5 \text{ kg/cm}^2$ . Z žepnim penetrometrom se meri odpor pred vtiskanjem sonde v kohezivno zemljino. Izmerjena je bila tudi vrednost dinamičnega deformacijskega modula, ki je znašala  $E_{vd}=27,0 - 35,0 \text{ MN/m}^2$ . Glede na izmerjeno vrednost lahko ocenimo vrednost faktorja CBR, ki znaša 13 – 19 %. Prav tako je bila v teh plasteh izmerjena tudi nedrenirana strižna trdnost glinenih plasti, ki znaša  $c_u=12 \text{ kPa}$ . Izmerjena je bila tudi specifična gostota vzorca gline, ki znaša  $\delta= 19 \text{ kN/m}^3$ .

Te plasti bodo predstavljale temeljna tla objektu. To pomeni, da je zgornjo plast potrebno v celoti odstraniti, tako da bo temeljenje izvedeno v i plasteh peščenega melja. Izkopi so bili suhi.

Geotehnični profil sondažnih izkopov na vzhodnem delu:

Globina (m)	Material
0,0 – 0,3	Humus
0,3 – 2,5	Rjav peščen melj ( $q_u=3,5-4,0 \text{ kg/cm}^2$ , $c_u=12 \text{ kPa}$ , $E_{vd}=27-35 \text{ MN/m}^2$ , $\delta= 19,0 \text{ kN/m}^3$ )



*Slika 4: Sondažni izkop na vzhodnem delu*

Ob zahodnem robu preiskanega zemljišča je bilo ugotovljeno, da se od površja do globine 0,3 pojavlja humusna preperina.

Globlje pa se v izkopih pojavljajo zameljenega peščenega grušča in proda ( $f_{Sa}$ ,  $f_{Si}$ ,  $f_{Gr}$ ). Na globini 1,2 metra je bila z dinamično krožno ploščo Izmerjena vrednost dinamičnega deformacijskega modula, ki je znašala  $E_{vd}=35-45 \text{ MN/m}^2$ . Na podlagi tega je ocenjena vrednost  $\text{CBR}=19-25 \text{ \%}$ .

Te plasti bodo predstavljale temeljna tla objektu. To pomeni, da je zgornjo humusno ter del glinastih plasti potrebno odstraniti, tako da bo temeljenje izvedeno v plasteh delno zameljenega peščenega grušča.

Geotehnični profil sondažnih izkopov na zahodnem delu:

Globina (m)	Material
0,0 – 0,3	Humus
0,3 – 2,5	Rjav delno zameljen peščen grušč ( $E_{vd}=35-45 \text{ MN/m}^2$ ,)





*Slika 5: Sondažni izkop na zahodnem delu*

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

Za plasti delno zameljenega gruščja in peska:

- Prostorninska teža  $\gamma=25,0 \text{ kN/m}^3$
- Strižni kot  $\phi=45^\circ$
- Kohezija  $c=50 \text{ kPa}$
- Modul stisljivosti  $M_e=200 \text{ MPa}$
- Nosilnost CBR  $\text{CBR}=25 \%$
- Koeficient vodoprepustnosti  $k=10^{-3} - 10^{-5} \text{ m/s}$
- Poissonov količnik  $\nu = 0.25$

Za plasti peščenega melja:

- Prostorninska teža  $\gamma=19,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
- Strižni kot  $\phi=28^\circ - 32^\circ$
- Kohezija  $c=0 \text{ kPa}$
- Modul stisljivosti  $M_e=20.000 - 25.000 \text{ kPa}$
- Modul elastičnosti  $E=10-20 \text{ MPa}$
- Nosilnost CBR  $\text{CBR}=6 \%$
- Koeficient vodoprepustnosti  $k=10^{-5} - 10^{-6} \text{ m/s}$
- Kategorija izkopa II kategorija





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

konsistenčno stanje	enoosna tlačna trdnost $q_u$ (kPa)	modul stisljivosti $M_s$ (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	$c_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	CBR (%)	$E_{v2}$ (MN/m <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
<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

• 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 <sup>2</sup> )
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

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	$\phi$ (°) 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 7: Relativna gostota ( $D_r$ ) in strižni kot ( $\varphi$ ) 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
$\varphi$ (°)	<28	28 - 30	30 - 36	36 - 41	41 - 44

- TABELA 8: Strižni kot  $\varphi'$  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°

#### 4.4 Prepustnost plasti

Plasti delno zameljenega proda in peska so dobro do srednje vodoprepustne. Srednja prepustnost je ocenjena na  $k = 1 \times 10^{-4}$  m/sek.

Plasti peščenega melja imajo srednjo vodoprepustnost, ki znaša  $k = 1 \times 10^{-5}$  m/sek.

#### 4.5 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.

#### 4.6 Pogoji temeljenja

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

V primeru, da se bodo objekti temeljeni 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. 0,6 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:

- $E_{vd} = 35 \text{ MN/m}^2$  – 0,50 m pod koto začetnega sloja gramozne blazine (posteljice - PO)
- $E_{vd} = 45 \text{ MN/m}^2$  – na koti tampona

Sanacijska gramozna blazina, ki naj dosega debelino min. 0,60 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  $2 \times 0,15$  m, katerega se statično utrdi v dveh plasteh po 0,15 m. Vrednosti dinamičnega deformacijskega modula morajo dosegati vrednosti  $E_{vd} = 35 \text{ MN/m}^2$ .
- Sledi nasutje tamponskega materiala (TAMPON) (GP, velikost delcev  $D_{max} = 0 - 32$  mm) v plasteh  $2 \times 0,15$  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	$E_{vd} \text{ (MN/m}^2\text{)}$
Tampon – gramozna blazina 2. Sloj (velikost delcev do D32 mm)	0,3	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  $E_{vd}$

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 glinastih plasti s peskom do projektirane kote objektov. Temeljna tla bodo predstavljale plasti peščenega melja in zameljenega peščenega proda, 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. V primeru temeljenja v teh plasteh je mogoče upoštevati posedke okrog 1,5 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 peščenega melja je bolj primerna za temeljenje. Upoštevamo lahko nosilnost tal **pd= 250 kPa**.

Še boljše za temeljenje pa je delno zameljen peščen grušč. Upoštevamo lahko nosilnost tal **pd= 300 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 0,6 metra. Blazine naj se izvedejo po odzivu ali izkopu vrhnjih humusnih plasti ter glinastih 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 zbiralnik in dalje v ponikovalnico. V ponikovalnico 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 ponikovalnico spelje preko lovilcev olja in maščob. Za zbiranje meteornih vod iz strehe je predvidena vgraditev zbiralnikov, ki bodo v celoti zadržali vode prvega naliva, hkrati pa se lahko vodo iz zbiralnika uporablja kot komunalno vodo v objektih in za zalivanje vrta.



#### **4.7 Erozijska ogroženost in nevarnost pojavljanja plazov**

Obravnavano območje se po podatkih ARSO nahaja na območju erozijske ogroženosti. Poleg tega je okolica tudi na plazljivem območju. Za preprečevanja povečanja ali nastanka plazljivosti in erozije v času gradnje in uporabe objekta morajo biti vsi načrtovani ukrepi v skladu z 87. in 88. členom ZV-1 in sicer na tak način, ki zmanjšuje možnost nastajanja plazenja in erozije ter oblikovanje hudournikov na čim manjšo mero. Iz geološkega poročila je razvidno na kakšen način bodo pri načrtovanju novega objekta upošteevane prepovedi in omejitve v skladu z določili 87. in 88. člena Zakona o vodah (ZV-1, Uradni list RS, št. 67/02, 110/02-ZGO-1, 2/04-ZZdl-A, 41/04-ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15, 65/20, 35/23 in 78/23).

Na plazljivem in erozijsko ogroženem območju lastnik zemljišča ne sme posegati v zemljišča, tako da bi se zaradi tega sproščalo gibanje hribin ali bi se kako drugače ogrozila stabilnost zemljišča. Prav tako je potrebno ustrezno projektirati posege, ki se načrtujejo na območjih, ki so na opozorilnih kartah označena kot plazljiva in kot erozijsko ogrožena, oziroma obstaja nevarnost pojava zemeljskega plazua zaradi naklona terena, geološke sestave, strukture zemljišča ter prisotnosti podzemnih voda in bi lahko zaradi neustrezne gradnje prišlo do povečane nevarnosti pojava zemeljskega plazua ali druge oblike pobočnega masnega premikanja. Upoštevati je potrebno tudi možnost pojava zalednih voda.

Glede na 87. člen se za erozijsko območje določijo zemljišča, ki so stalno ali občasno pod vplivom površinske, globinske ali bočne erozije vode. Območje parcele, je po opozorilni karti erozije na območju običajnih zaščitnih ukrepov. Teren na vzhodnem delu območja predvidene gradnje leži na vrhu grebena, tako da nevarnosti erozije na tem območju praktično ni. Vse morebitne zaledne meteorne vode prestreže lokalna cesta skozi naselje, tako da se te vode odvajajo stran od območja gradnje. Glede litološko sestavo tal in morfologijo terena in glede na trenutno stanje na terenu, je možnost erozije majhna, saj je preperinski pokrov zelo tanek oziroma ga sploh ni. Poleg tega je lokacija tik pod vrhom manjšega grebena, tako da je nevarnosti pojava zalednih voda močno omejena.

Zahodni rob območja pa se že spušča proti dolini potoka Koprivnica. Naklon terena na tem delu doseže tudi do 15°. Na tem delu bo potrebno brežino varovati s podpornimi ukrepi ali pa objekte graditi dovolj stran od pobočja, na ravnem terenu.

Vsi potrebni ukrepi v skladu z 87. členom ZV-1, za zmanjšanje možnost nastanka erozije vode morajo biti pri gradnji objekta upoštevani. Ker bodo objekti večinoma grajeni na uravnavi v terenu, bodo posegi v prostor, ki bi pospeševali erozijo in oblikovanje hudournikov minimalni. Prav tako se z gradnjo ne bo ogrožalo stabilnost zemljišča. Ustrezno se mora urediti še odvajanje zbranih meteornih voda, ki se jo bo preko revizijskih jaškov in zbiralnikov, odvajalo v ponikovalnice na investitorjevi parceli. V vseh letih od kar investitor opazuje to območje





težav z erozijo ali z zalednimi vodami še ni bilo. Pri obstoječem stanju jih tudi v prihodnje ni pričakovati.

Za preprečevanje nastanka plazljivosti v času gradnje objekta, morajo biti načrtovani ukrepi v skladu s 88. členom ZV-1. Poleg že naštetega mora poskrbeti predvsem za preprečevanje zadrževanja voda. Posegi, ki bi lahko povzročili dodatno zamakanje zemljišča niso dovoljeni. Teren, kjer bodo stali objekti in oklica se po karti verjetnosti pojavljanja plazov nahaja na območju majhne do srednje verjetnosti plazenja. Teren je večinoma raven, proti zahodu pa se spušča proti dolini. Glede na morfologijo terena ter poraščenost, je verjetnost za nastanek plazov majhna do srednje velika, tako da so dodatni zaščitni ukrepi predvideni le na severozahodnem robu zemljišča, kjer se gradnja približa brežini. Zaradi tega se bo brežino pred objekti varovalo s podpornimi zidovi. Za podpornim zidom mora biti urejena drenaža za odvajanje zalednih meteoritnih voda. Ustrezno je potrebno poskrbeti za odvajanje meteoritnih voda iz območja objekta. Padavinske vode se preko revizijskih jaškov odvaja v zbiralnik in dalje v ponikovalnico.

Ob inženirsko geološkem pregledu območja okoli predvidene gradnje ni bilo zasledeno fosilnih sledov plazenja preperinskega pokrova oziroma zdrsov pobočnega materiala.

## **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  $Q_g = 0,125 \cdot g$ . 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. Gre za sedimente zelo gostega peska ali mastne gline, katerih debelina lahko presega 10 in več metrov. Značilno je, da se mehanske značilnosti tal z globino izboljšujejo. Osnovni parametri zemljine so:  $v_{s,30}$  (m/s) 360-180,  $N_{SPT}$  (blows/30cm) > 50,  $c_u$  (kPa) > 250.

## **6 MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE**

Na parceli št. 327/5, 327/7, 327/10 in 327/11, k.o. Škalce v Občini Zreče, ima investitor namen graditi več novih enostanovanjskih hiš. Ker v bližini ni javnega meteornegega kanalizacijskega sistema, mora investitor sam poskrbeti za odvajanje meteoritnih voda. Čiste meteorne vode iz strešnih površin se preko peskolovov in revizijskih jaškov zbirajo v zbiralniku meteoritnih vod,



višek teh vod pa lahko odvaja ponikovalnico. Onesnažene vode iz povoznih površin pa je potrebno pred tem očistiti preko lovilca olj in maščob. Padavinske vode se prioriteto 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 ponikati. Hidravlični izračun obravnava odvodnjo iz strešnih ter utrjenih površin. Hidravlični račun je računan 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
- $\phi$  – koeficient odtoka, ki nam pove % padavinske vode, ki steče iz posameznih površin v kanalizacijo. Izraža se v procentih (%).
- $\psi$  – 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>.

Dobrovlje

Trajanje padavin	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let	
5 min	12	14	16	18	20	23	mm
10 min	18	21	26	30	34	39	mm
15 min	21	26	31	36	41	48	mm
20 min	24	29	35	41	46	54	mm
30 min	27	33	40	47	53	62	mm

Skupna velikost strešnih površin posameznega stanovanjskega objekta bo približno 150 m<sup>2</sup>. Površina asfaltiranega dela ob posameznem objektu približno 70 m<sup>2</sup>. Skupna površina strešnih



in asfaltiranih površin bo torej 220 m<sup>2</sup>. 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.

#### Ponikovalnica:

Za strešne površine vseh objektov 220 m<sup>2</sup>

Jakost naliva 21 mm

Koeficient zakasnitve 1

Odtok v kanalu:

$$Q = A \cdot q_p \cdot \phi \cdot \psi = 220 \times 21 \times 0,90 \times 1 = 4158 \text{ l} = \mathbf{4,158 \text{ m}^3}$$

Glede na opravljene izračune je za zadrževanje 15 minutnega naliva iz območja posameznega objekta potreben zbiralnik volumna večjega od 4,5 m<sup>3</sup>. Tekom takšnega naliva se bo vanj steklo okoli 4138 l vode. Dotekla količina padavinske vode mora biti manjša od volumna zbiralnikov, tako da se bo v njih zadržala do odtoka v ponikovalnico oziroma ponikovalna polja.

Najbolj ugodna možnost je, da se za ponikanje prečiščene meteorne vode iz strešnih in utrjenih površin posameznega objekta izdelata kopan vodnjak večjega premera. Za ponikovalni vodnjak naj se izdelata izkop oziroma jašek v globini 2-3 metre, ki mora segati v peščene plasti s prodom. Premer vodnjaka naj bo 1000 mm in njegova globina vsaj 2,5 metre pod mestom vtoka. S ponikovalnico bo zagotovljen potreben volumen za zadrževanje 15 minutnega naliva. Od mesta vtoka pa do dna vodnjaka naj se vgradijo betonske filtrske cevi z luknjicami premera 1,5 cm. Za čim večje ponikovalno polje, naj se prostor med cevmi in steno jaška izkopa zapolni s prodnim zasipom z granulacijo zrn 32 mm. Zasip naj bo urejen v debelini nekaj metrov (od dna izkopa do mesta vtočne cevi) s ponikovalnim poljem 2,5 x 2,5 m, globine 2,0 m, ki ga zasujemo z prodcem. Volumen praznine med prodcem ocenimo na 30 % od celotnega volumna, kar znaša dodatnih 3,3 m<sup>3</sup>. Tako volumen ponikovalnice s ponikovalnim poljem znaša 5,26 m<sup>3</sup>.

Prodni zasip naj se prekrije s debelo PVC folijo, ki bi preprečevala spiranje gline v zasip. Preko PVC folije naj se zasuje z izkopanim materialom. Prodni zasip in ponikovalni vodnjak bosta sprejela večje količine vode, ki se bo nato skozi stene in dno vodnjaka ter preko prodnega zasipa precejale v okoliške delno zameljene prodnato peščene sedimente. Vgrajene cevi bodo delovale kot zbiralnik, ki bodo akumulirale vodo v času naliva ter jo počasi z določenim časovnim zamikom odvajale v prodni zasip ter naprej v prodno peščena tla.

Investitor ima namen vkopati tudi PVC rezervoarje, za vodo iz strešnih površin, ki jo bo speljal v omenjeni zbiralnik. Ta bo zadržal prvi naliv, višek voda pa se bo odvajala v ponikovalnico. Vodo iz zbiralnika lahko uporablja za zalivanje vrta in kot komunalno vodo v hišah.



**Območje predvidene stanovanjske hiše ni v vodovarstvenem območju zajetij pitne vode in ni na poplavno ogroženem območju.**

## **7 ZAKLJUČKI**

Na mikrolokaciji predvidene gradnje novih enostanovanjskih hiš v naselju Dobrovlje, so bile izvedene terenske geološke preiskave z naslednjimi ugotovitvami:

- Temeljna tla na površju sestavlja humusna zemljina do globine 0,3 m. Nato se na vzhodnem delu v podlagi pojavlja peščen melje, na zahodnem delu pa delno zameljen peščen prod.
- Plasti zameljenega peščenega proda imajo vrednosti CBR okoli 22 %.
- Nosilnost teh plasti je  $q_f = 300$  kPa.
- Plasti peščenega melja imajo vrednosti CBR okoli 15 %.
- Nosilnost teh plasti je  $q_f = 250$  kPa.
- Pred temeljenjem je potrebno odstraniti vgraditi tamponsko blazino debeline 0,6 metra.
- Obvezna je drenaža območja temeljenja.
- Meteorne vode se za vsak objekt odvaja v zbiralnik in dalje v ponikovalnico.
- Za vsak objekt je priporočljiva vgradnja zbiralnika meteornih voda velikosti vsaj 4,5 m<sup>3</sup>.
- Predvideno je temeljenje na AB temeljni plošči.
- Nevarnost erozije je večinoma majhna, saj je teren na vrhu greben oziroma tik pod njim.
- Na zahodnem delu je nevarnost erozije večja in bo potrebno brežino varovati s podpornimi ukrepi.
- Za vkopanimi deli objektov je potrebno urediti drenažo. Vkopane dele je potrebno hidroizolirati.
- Glede na projektno zasnovano- idejni projekt kjer ni podan točen način temeljenja je glede na ugotovljene terenske razmere obdelana varianta temeljenje z AB ploščo. 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**

Mioč P., *Osnovna geološka karta 1:100.000, Tolmač lista Slovenj Gradec, 1978 Beograd*

Mioč P., Žnidarčič M., *Osnovna geološka karta 1:100.000, List Slovenj Gradec, 1978 Beograd*

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

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

<http://www.vreme.si>

Jaka Žibrat, univ.dipl.inž.geol.