

**S.1 NASLOVNA STRAN**Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:**8. ELABORAT**

Investitor:

**Občina Škofja Loka  
Mestni trg 15  
4220 ŠKOFJA LOKA**

Objekt:

**VRTEC KAMNITNIK ŠKOFJA LOKA**Vrsta projektne  
dokumentacije**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI IN HIDROGEOLOŠKI ELABORAT O POGOJIH  
TEMELJENJA VRTCA KAMNITNIK**

Za gradnjo:

**Novogradnja**

Projektant:

**GeoTrias, družba za geološki inženiring d.o.o.  
Dimičeva 14, 1000 LJUBLJANA**

Odgovorni projektant:

**Dr. Tomaž Beguš, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0060**

Odgovorni vodja projekta:

Številka projekta:

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:**0188-TB/2017, Ljubljana 27.4.2017**

## **S.2 KAZALO VSEBINE ELABORATA**

1. UVOD
2. MORFOLOŠKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI TERENA
3. GEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA OBRAVNAVE
4. TERENSKE RAZISKAVE
  - 4.1 RAZISKOVALNI VRTINI
    - 4.1.1. SPT MERITVE
    - 4.1.2. NALIVALNI POSKUSI
  - 4.2. RAZISKOVALNI JAŠKI
    - 4.2.1. MERITVE ZBITOSTI TAL V SONDAŽNIH JAŠKIH
    - 4.2.2. MERITVE PREPUSTNOSTI V SONDAŽNIH JAŠKIH
  - 4.3. SONDIRANJE Z LAHKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM
5. GEOMEHANSKE LABORATORIJSKE PREISKAVE
6. DOLOČITEV OSNOVNIH GEOMEHANSKIH KARAKTERISTIK MATERIALOV
7. OPIS OBSTOJEČEGA STANJA IN NAČRTOVANE GRADNJE
8. POGOJI TEMELJENJA OBJEKTA
  - 8.1. RAČUN POSEDKOV TEMELJEV
  - 8.2. ČASOVNI RAZVOJ DEFORMACIJ
9. SEIZMIČNI PODATKI
10. HIDROLOŠKA IN HIDROGEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA
11. ODVODNJA METEORNIH VODA
12. SKLEP

## **T. PRILOGE**

- T.1 PROFILI RAZISKOVALNIH VRTIN
- T.2 FOTOGRAFIJE JEDER VRTIN
- T.3 REZULTATI LABORATORIJSKIH PREISKAV
- T.4 SLIKE SONDAŽNIH JAŠKOV
- T.5 PROFILI SOND DINAMIČNIH PENETRACIJ
- T.6 IZRAČUNI NOSILNOSTI
- T.7 IZRAČUN PONIKOVALNEGA JARKA

## **G. RISBA**

- G.1 SITUACIJA IN PREČNI PREREZI M 1: 500

## 1. UVOD

Po naročilu Občine Škofja Loka smo izdelali geološko – geotehnični elaborat o pogojih temeljenja objekta predvidenega novozgrajenega vrtca na območju opuščene vojašnice.

Investitor namerava na parceli 82/40, k.o. Škofja Loka graditi nepodkleten vrtec okvirnih tlorisnih dimenzij 110 x 20 m, na vzhodnem delu je objekt širok cca 38 m. Objekt je enonadstropen (dvoetažen: P+1), kota  $\pm 0,00$  je na 364,00 m.

Namen elaborata je podati geološko (litološko) zgradbo tal ter geomehanske in hidrogeološke značilnosti materialov na katerih je objekt temeljen. Poleg tega je v elaboratu obdelana problematika ponikanja meteornih voda.

V sklopu raziskav smo izvedli dve sondažni vrtini, teren sondirali z lahkim dinamičnim penetrometrom in spremljali izkop osmih strojno izkopanih sondažnih jaškov. Karakteristični vzorci zemljin so bili preiskani v laboratoriju Geonženiring d.o.o.. Upoštevali smo predhodne raziskave na območju vrtca<sup>1</sup> in izsledke sondiranja terena v bližini pregledane lokacije<sup>2</sup>.

Pri delu smo uporabili podatke Osnovne geološke karte, list Kranj, morfometrične podatke DMV0050 in LIDAR, iz katerih smo konstruirali digitalni model reliefa ter podatke IDP projekta vrtca, ki jih je posredovalo podjetje Modular arhitekti d.o.o., vključno z geodetskim posnetkom območja.



**Slika 1:** Aerofoto posnetek lokacije obravnavanega objekta (Vir Atlas okolja) in označena lega predvidenega novozgrajenega vrtca.

<sup>1</sup> Geotrias. Ocena vpliva meteorne in podzemne vode na predvideno novogradnjo vrtca v Škofji Loki. Arh. št. 156/16-TB. Februar 2016.

<sup>2</sup> INI, podjetje za geotehnični in gradbeni inženiring. Geotehnično poročilo o pogojih temeljenja stanovanjskega naselja na območju bivše vojašnice Škofja Loka. Arh. št. 1884/2005, Ljubljana 15.11.2005.

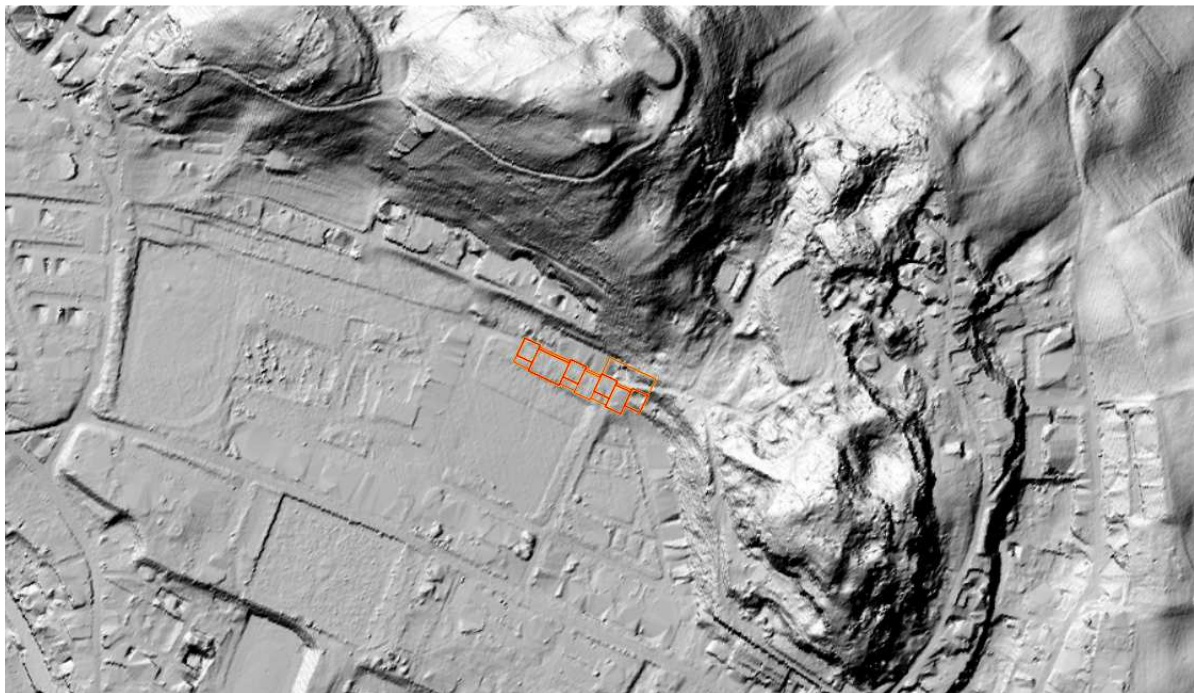
## 2. GEOGRAFSKE IN MORFOLOŠKE ZNAČILNOSTI TERENA

Objekt je umeščen ob vznožje hriba Kamnitnik, na ravnini, kjer stojijo nekateri objekti, stara servisna poti na gornjo etažo vojašnice in kjer potekajo parkovne površine. Zavzema približne kote 362 – 365 m. Nekateri obstoječi objekti se bodo porušili.

Prostorsko večina predvidenega vrtca in spremljajočih površin poteka po ravnini 1. terase Selške Sore (Würm)<sup>3</sup>. Ker gre za prodne nanose, lahko nastopajo prodi, peski ali gline. Po podatkih predhodnih vrtanj sestavlja vrhno plast bolj ali manj debela plast gline. Lahko gre za preperevanje materiala terase v globino in s tem tvorbo slabo topnega ostanka – glin, za nanos gline ali pa za spraline materiala s Kamnitnika, ki po pregledani morfološki karti Šifrerja pripada 4. terasi (Günz) (za katere velja precejšnja globina preperevanja).

Brežine, ki nastopajo na delu pobočni strani predvidenega objekta, so najverjetneje sestavljene iz konglomerata. Znani so pojavi zakrasevanja v konglomeratu. Zato se konglomerat nahaja pod površino na različnih globinah. Globina je odvisna od poteka paleoreliefa in stopnje zakrasevanja.

Kamnina se v prvi polovici preteklega stoletja intenzivno izkoriščala. Kartografskega in slikovnega gradiva o tem izkoriščanju ni na voljo, tako, da na območja eksploatacije sklepamo iz morfologije terena. Menimo, da na območju predvidenega vrtca ni bilo intenzivnejšega izkopavanja. Možna pa so nasutja jalovine na tem območju (nasutja skal).



**Slika 2:** Senčen relief terena z označeno novogradnjo (rdeč kvadrat) vrtca. Umeščena je na ravnini, ob vznožji hriba Kamnitnik.

## 3. GEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA OBRAVNAVE

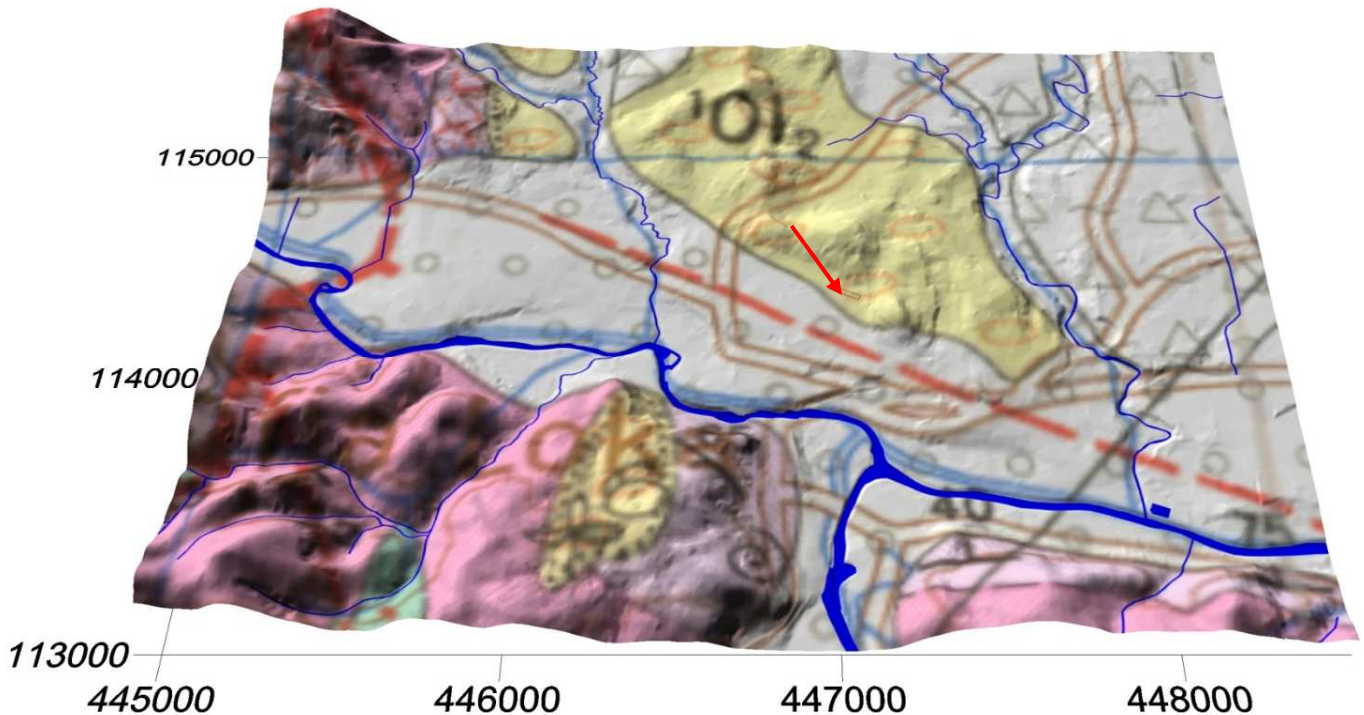
Območje Kamnitnika gradi oligocenski škofjeloški konglomerat, ki ga sestavljajo zaobljeni prodniki od nekaj cm do polmetrskih dimenzij. Največ je karbonatnih prodnikov, karbonatno je tudi vezivo. Kamnina je podvržena počasnemu preperevanju. To poteka s preperevanjem najprej veziva, nato

<sup>3</sup> Šifrer, M. Kvartarni razvoj Škofjeloškega hribovja. *Geografski zbornik*.22. 1982. Ljubljana.



preperevajo zrna. Več te preperine je na območjih lokalnih konkavnih morfoloških oblik. V kamnini so ponekod razviti kraški pojavi: od kanalov do kraških jam. Bolj pogosti so na bolj strmih pobočjih oziroma na prehodu strmih pobočij v ravnino. Ravninski del po Osnovni geološki karti, list Kranj, sestavljajo aluvijalni nanosi Selške Sore.

Predvideni vrtec je umeščen tako na aluvijalni ravnini kot na prehodu v ravninsko dno, torej na meji med konglomeratom in aluvijalnimi nanosi.



**Slika 3:** Osnovna geološka karta, list Kranj, napeto preko digitalnega modela reliefa. Pogled proti severu. Predvidena gradnja je označena s puščico. Leži na stiku oligocenskega, škofjeloškega, konglomerata  $^1O_2$  in aluvijalnih nanosov Selške Sore.

#### 4. TERENSKÉ RAZISKAVE

Poleg terenskega kartiranja smo izvedli tri grupe terenskih raziskav:

- Izvedba dveh sondažnih vrtin,
- Preiskave tal z lahkim dinamičnim penetrometrom,
- Spremljava osmih strojno izkopanih sondažnih jaškov.

Pri sondažnih vrtinah in sondažni jaških smo izvedli še nekatere spremljajoče preiskave: meritve s krožno ploščo, preiskave standardne penetracije SPT in preiskave vodoprepustnosti.

Položaj sond je podan v situaciji na prilogi G1, glavni podatki pa v razpredelnici na naslednji strani. V razpredelnici in prilogi so podani tudi položaji sondiranja z dinamičnim penetrometrom iz leta 2016, zato smo jim dali oznako letnice izvedbe (npr. DP-1/16).

oznaka	tip preiskave	GK Y	GK X	H (m)	dolžina (m)
V1	vertina	447.050,32	114.317,97	364,00	10,0
V2	vertina	447.010,27	114.330,64	363,78	10,0
PVK-1/17	vodna vertina	447.062,00	114.305,00	363,59	100,0
DP1/16	din. penetr.	447.046,04	114.323,01	364,06	0,4
DP2/16	din. penetr.	446.980,04	114.347,01	363,43	4,8
DP3/16	din. penetr.	447.019,04	114.332,01	363,86	3,8
DP4/16	din. penetr.	447.030,04	114.326,01	363,80	6,9
DP1	din. penetr.	447.050,02	114.314,98	363,89	0,3
DP2	din. penetr.	447.061,91	114.308,15	363,83	0,3
DP3	din. penetr.	447.063,37	114.304,58	363,55	0,3
DP4	din. penetr.	446.977,09	114.372,82	364,63	3,5
DP5	din. penetr.	446.976,18	114.333,43	363,07	0,4
DP6	din. penetr.	446.983,88	114.329,75	363,04	0,4
DP7	din. penetr.	447.007,00	114.314,76	362,88	0,7
J1	sondažni jašek	446.981,66	114.350,71	363,59	1,4
J2	sondažni jašek	446.967,83	114.337,71	363,03	0,9
J3	sondažni jašek	446.980,00	114.332,45	363,05	4,0
J4	sondažni jašek	447.019,79	114.307,87	362,86	3,2
J5	sondažni jašek	447.032,28	114.332,16	364,06	3,5
J6	sondažni jašek	447.079,13	114.328,51	367,12	1,1
J7	sondažni jašek	447.057,31	114.289,64	362,25	1,5
J8	sondažni jašek	447.019,04	114.360,85	364,98	1,6

#### 4.1 RAZISKOVALNI VRTINI

Raziskovalni vrtini sta izdelani na območju predvidenega vrtca. V obeh vrtinah so bila izvedena sondiranja SPT in meritve vodoprepustnosti. Grafični prikaz sestave v vrtinah je podan v prilogi G2.

##### Vrtina V1

0,0 – 0,6 m	umetni nasip – apnen grušč
0,6 – 1,65 m	rjava poltrdna do trdna glina/melj z vložki grušča CL-ML
1,65 – 3,6 m	rjava težkognetna do poltrdna glina, mestoma svetleje rjava CL-ML
3,6 – 4,2 m	rjav zaglinjen srednje gost prod GC
4,2 – 10,0 m	rjav zaglinjen in zameljen prod proti koncu intervala narašča delež prodnikov

Vrtina je bila suha. Po nekaj dnevih se nivo vode pojavi na 8,63m. Ta voda je lahko podtalnica ali meteorna voda, ki se je natekla s površine.

#### Vrtina V-2

0,0 – 0,5 m	umetni nasip – karbonatni drobljenec
0,5 – 1,35 m	rjav poltrdna do trdna glina/melj z vložki grušča CL-ML
1,35 – 3,2 m	rjava težkognetna glina, mestoma bolj svetlo rjava CL-ML
3,2 – 8,7 m	rjav zaglinjen srednje gost prod GC
8,7 – 9,0 m	rjav zaglinjen prod GW v osnovi drobnem pesku Su
9,0 – 9,2 m	rjava lahkognetna do židka glina CL
9,2 – 10,0 m	rjav prod z manj gline GW

Vrtina je bila suha. Po nekaj dnevih se nivo vode pojavi na 9,63 m. Ta voda je lahko podtalnica ali meteorna voda, ki se je natekla s površine.

Izdelani vrtini kažeta na podobno sestavo, kot predhodno izvedene vrtine na sosednji lokaciji: zgornjo plast sestavlja umetni nasip debeline 0,6 m, pod nasipom nastopa najprej cca 1,5 m debela plast poltrdne gline melja z vložki grušča, in nato cca. 2 m debela plast poltrdne gline. Sledi plast zaglinjenega proda, grušča. Pod to plastjo se nahaja konglomerat, ki pa ga s tema dvema vrtinama nismo navrtali.

#### 4.1.1. SPT MERITVE

Med raziskovalnim vrtnjem smo izvajali meritve z metodo SPT (standardnega penetracijskega testa). Ob geotehničnih profilih vrtin so vpisane vrednosti SPT preizkusov, kot smo jih izmerili na terenu. Te vrednosti smo korigirali s faktorjem energijskih izgub zabijala po naslednji formuli:

$$N_{60} = k_{60} * N$$

pri čemer je:

$N_{60}$  ... korigirano število udarcev in

$k_{60}$  ... korekcijski faktor zabijala

Oznaka vrtine	globina (m)	AC klasifikacija	št. udarcev (N)	$(N_1)_{60}$	indeks gostote $I_D$	gostotno stanje [Skempton]
V1	2,5	CL	11	9,38	0,484	/
	5,5	GC	18	16,67	0,646	sred. gos.
	7,5	GC	23	17,61	0,542	sred. gos.
	10	GC	36	27,20	0,673	gosto
V2	2	CL	8	7,31	0,427	/
	4	GC	6	5,71	0,378	rahlo
	8	GC	13	9,57	0,489	sred. gos.
	10	GC	30	22,67	0,615	sred. gos. - gosto

Na osnovi rezultatov meritev SPT lahko podamo tudi oceno ključnih geomehanskih parametrov zemljin:

Oznaka vrtine	globina (m)	AC klasifikacija	strižni kot po Skemptonu (°)	nedrenirana strižna trdnost po Terzaghi&Peck $s_u$ (kPa)	modul elast. po Begemannu (Mpa)	modul stisljivosti $M_v$ (kPa)	strižni kot po Gibbsu (°)
V1	2,5	CL	/	62	4,6	1760	30,1
	5,5	GC	33,4	/	16,8	2436	32,4
	7,5	GC	33,7	/	17,9	2839	32,7
	10	GC	36,7	/	29,4	3741	35,4
V2	2	CL	/	49	4,0	2784	29,5
	4	GC	29,4	/	14,1	2909	28,9
	8	GC	30,9	/	18,7	3417	30,2
	10	GC	35,4	/	24,0	4697	34,1

Rezultati potrjujejo sestavo tal z zgornjo glinasto plastjo in prodno plastjo pod to plastjo. Glina je srednje do težko gnetna, pod njo je srednje gost do gost prod, le v V2 na 4. m je zaglinjen prod v rahlem stanju.

#### 4.1.2. NALIVALNI POSKUSI

V obeh sondažnih vrtinah smo izvedli preiskus vodoprepustnosti s t.im. *step* nalivalnim testom po metodi Hvorsleva. Glede na dejstvo, da je zgornja glinasta plast neprepustna, smo poskus izvedli na spodnjih 6 metrih obeh vrtin. Med poskusom smo kontinuirano beležili nivo vode.

Teste smo izvajali ob cevitvi do globine  $h_c$  ter dnom vrtine na globini  $h_v$ , dolžina infiltracijskega dela je tako znašala:  $L = h_v - h_c$ . Po končanem nalivanju smo s tlačno sondo in regulatorjem beležili upadanje vode z določene višine nad prvotno gladino v vrtini.

Ob poenostavljeni predpostavki, da je širina testiranega vodonosnega sloja pod cevitvijo neomejena, je koeficient prepustnosti  $k$  enak:

$$k = \frac{r_c^2 \ln(L/r_w) \ln(h_1/h_2)}{2L(t_1 - t_2)},$$

pri čemer je

$r_c$  ..... notranji radij cevitve,

$r_w$  ..... radij vrtine pod cevitvijo,

$L$  ..... dolžina infiltracijskega dela vrtine pod cevitvijo, ( $L/r > 8$ )

$h_1 - h_2$  ..... razlika v višini vode med časom  $t_1$  in  $t_2$ .

Zaradi poenostavitve izračuna privzamemo, da je  $h_1$  začetna višina vode pri času  $t = 0$ ,  $T$  pa je čas, pri katerem je višina vode upadla na 37 % začetne ( $h_2 = 0,37 h_1$ ).

Ker je  $\ln(h_1/0,37 h_1) = 1$ , dobimo poenostavljeno enačbo:



$$k = \frac{r_c^2 \ln(L/r_w)}{2LT}$$

Med izvajanjem poskusa se zvezno beleži nivo vode v vrtini, ki je prikazan kot diagram ponikanja. Podajamo tudi rezultate merjenja v potisnem piezometru DP4/16.

$$k_{V1}=5,97 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$k_{V2}=3,30 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$k_{DP4}=5,46 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$$

Izmerjeni koeficienti uvrščajo zemljino med *slabo prepustne* (razred  $10^{-5} - 10^{-7}$  m/s). Po vrednostih koeficientov prepustnosti se take zemljine slabo drenirajo.

## 4.2. RAZISKOVALNI JAŠKI

Na območju platoja smo izvedli osem raziskovalnih razkopov, jaškov, različne globine. V nekaterih smo izvajali meritve s krožno ploščo, v dveh jaških pa teste vodoprepustnosti.

### Jašek J1 na travniku na območju predvidenega parkirišča

0,0 – 0,2 m	humus
0,2 – 1,0 m	umetni nasip – opeka in grušč
1,0 – 1,3 m	rjava sg-tg glina $q_z=170$ kPa CL na 1,25 m $E_{vd}=23,1$ MPa
1,3 – 1,4	konglomerat

### Jašek J2 na travniku na območju predvidenega parkirišča

0,0 – 0,2 m	humus
0,2 – 0,75 m	umetni nasip – prod in melj
0,75 – 0,8 m	oglje
0,8 – 0,9 m	tg meljast prod, ki prehaja v konglomerat GM na 0,85 m $E_{vd}=36,3$ MPa

### Jašek J3 na travniku na območju možnega ponikanja

0,0 – 0,2 m	humus
0,2 – 0,7 m	umetni nasip na koncu intervala prod
0,7 – 0,9 m	rjav tg/pt melj/glina CL/ML
0,9 – 1,1 m	rjav grušč
1,1 – 1,5 m	rjava tg/pt glina CL na 1,3 m $E_{vd}=12,41$ MPa
1,5 – 4,0 m	rjav in siv zaglinjen prod, material precej vlažen V jašku smo izvedli stacionarni poskus ponikanja.

### Jašek J4 na travniku na območju možnega ponikanja

0,0 – 0,2 m	humus
0,2 – 0,9 m	umetni nasip: opeka grušč, ogorki
0,9 – 1,6 m	rjava tg/pt glina CL posameznimi prodniki 2 cm debeline Na 1,25 m $E_{vd}=10,5$ MPa

1,6 – 3,5 m rjav zaglinjen prod GM/GC  
V jašku smo izvedli stacionarni poskus ponikanja.

#### **Jašek J5 na travniku pred stavbo rdečega križa (na sredini predvidenega vrtca)**

0,0 – 0,3 m humus  
0,3 – 0,6 m umetni nasip  
0,6 – 1,8 m rjava tg/pt glina CL  $q_z=200-300$  kPa  
Na 1,00 m  $E_{vd}=9,81$  MPa  
1,8 – 3,0 m temno rjava tg/pt glina. Postopno narašča delež zaobljenih prodnikov v melj  
3,0 – 3,5 rjav melj ML

#### **Jašek J6 ob dostopni poti na gornjo etažo**

0,0 – 1,0 m svetlo rjav tg/pt melj CL  $q_z=400$  kPa  
1,0 – 1,2 m konglomerat

#### **Jašek J7 ob spomeniku Jožetu Gregorčiču - Gorenjcu**

0,0 – 0,6 m umetni nasip  
0,6 – 1,5 m rjav tg/pt melj/glina melj  $q_z=350-400$  kPa s 5-10 % prodnikov

#### **Jašek J8 ob vznožju pobočja**

0,0 – 1,6 m grušč z nekaj dm kosi konglomerata v sg/tg glini v kateri sledimo mm drobce kamnine

V nobenem od jaškov vode nismo sledili.

### **4.2.1. MERITVE ZBITOSTI TAL V SONDAŽNIH JAŠKIH**

V štirih jaških smo izvedli meritve zbitosti tal na približni globini 1 -1,5 m. Meritve smo izvedli z dinamično ploščo. Rezultati so zbrani v spodnji razpredelnici.

oznaka	globina	zemljina	$E_{vd}$ (MPa)	CBR (%) <sup>4</sup>	$M_E$ (MPa)
J1	1,25	CL/kgl	23,1	14	30
J2	0,85	GW/kgl	36,3	18	39
J3	1,3	CL	12,41	5,5	9
J4	1,25	CL	10,5	4	7
J5	1,0	CL	9,81	4	6

Visoke vrednosti dinamičnih modulov v jaških J1 in J2 kažejo na bližino spodaj ležečega kontakta s konglomeratom. V glini blizu površine smo v povprečju izmerili  $E_{vd}=10,9$  MPa po pretvorbah Žmavca in privzamemo CBR=5%.

### **4.2.2. MERITVE PREPUSTNOSTI V SONDAŽNIH JAŠKIH**

V dveh jaških na travniku južno od predvidene novogradnje, smo izvedli dva stacionarna ponikalna poskusa za določitev koeficienta vodoprepustnosti k. Izračun je izveden po enačbi:

---

<sup>4</sup> Po Žmavcu

$$k = \frac{Q}{2F}$$

Kjer je Q količina vode, ki ponikne v enoti časa  
F površina izkopa, kjer izvajamo preiskus ponikanja.

oznaka	F (m <sup>2</sup> )	Q (l/min)	k (m/s)	ocena prepustnosti
J3	5,30	0,64	9,36.10 <sup>-7</sup>	Slabo prepustno
J4	4,04	2,4	4,99.10 <sup>-6</sup>	Slabo prepustno

#### 4.3. SONDIRANJE Z LAHKIM DINAMIČNIM PENETROMETROM

Za potrditev sestave tal smo območje predvidene gradnje sondirali z lahkim dinamičnim penetrometrom (DPL), napravo ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005, proizvajalca Stitz GmbH iz Nemčije. Dinamični penetrometer je naprava za zabijanje standardizirane konice v tla. Pri tem se šteje številu udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm.

Iz hitrosti prodiranja konice v podlago se s pomočjo pretvorb določi karakteristike temeljnih tal. Na tem mestu nas zanimajo lastnosti v zvezi s sestavo tal.

Meritve smo izvajali na enajstih lokacijah: 4 sondiranja so bila izvedena v letu 2016, 7 sondiranj v letu 2017. Na sedmih lokacijah se je sonda ustavila na nekaj 10 cm. Ostale sonde so dosegle globine do 6 m. Grafični prikaz je podan v prilogi T.5.

#### 5. GEOMEHANSKE LABORATORIJSKE PREISKAVE

Med izvajanjem vrtalnih del smo odvzeli karakteristične vzorce zemljin za preiskave. Podatki o laboratorijskih preiskavah so v prilogi

Vzorci zgornjega paketa zemljin so trdne glin nizke plastičnosti CL-ML. Te zemljine so praktično neprepustne ( $k=1,15 \cdot 10^{-11} \text{m/s}$ ). Moduli stisljivosti znašajo med 2 (obremenilna stopnja 50 kPa) in 7,6 MPa (obremenilna stopnja 400 kPa).

Vzorci spodnjega paketa so klasificirani kot zaglinjen proda, koeficienti vodoprepustnosti pa znašajo od  $4,4 \cdot 10^{-7}$  do  $2,61 \cdot 10^{-8} \text{m/s}$ , torej predstavljajo zelo slabo vodoprepustne zemljine.

#### 6. DOLOČITEV OSNOVNIH GEOMEHANSKIH KARAKTERISTIK MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav zemljin in laboratorijskih podatkov smo postavili petplastni model terena:

- Umetni nasip
- Zgornja glinasta plast rjave glin, mestoma meljaste glin tg-pt konsistence, debeline 2-3 m
- Spodnja plast srednje gostega zaglinjenega proda različne debeline
- Grušč konglomerata na območju zaledne brežine
- Konglomerat

Glede na majhno število podatkov, porazdelitev vrednosti ni normalna, zato smo pri izboru karakterističnih vrednosti uporabili inženirsko presojo. Karakteristične vrednosti strižnih in elastičnih lastnosti so navedene v spodnji tabeli:

Zemljina	Prostorninska teža $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Nedrenirana strižna trdnost (kN/m <sup>2</sup> )	Strižni kot $\phi$ (°)	Modul elastičnosti E (MPa)
Umetni nasip	19		32	10
Glina	18	150		5
Zaglinjen prod	20		32	20
Grušč konglomerata	18		35	15
Konglomerat	25		40	40

## 7. OPIS OBSTOJEČEGA STANJA IN NAČRTOVANE GRADNJE

Na lokaciji načrtovane gradnje se nahaja od 0,5 do 1,0 m umetnega nasipa. Kota nivelete tal se na osrednjem delu nahaja na koti terena, proti jugu od nekaj dm pod njo, v zalednem delu pa je objekt vkopan.

Investitor, Občina Škofja Loka, namerava graditi 2 etažni poslovni objekt (P+N) zunanjih izmer 110 m x 20 m, na vzhodnem delu m. Kota končne ureditve bo 364 m. Po podatkih inženirskogeoloških profilov bo objekt temeljen v glini.

Na severovzhodnem robu bo objekt vkopan v obstoječo vkopno brežino gramozne jame.

Objekt bo predvidoma temeljen na temeljni plošči, debeline 40 cm. Predvidena kota temeljenja pa je 0,4 m pod koto obstoječega terena. Podatkov o obremenitvah posameznih temeljev nimamo.

## 7. POGOJI TEMELJENJA OBJEKTA

Račun nosilnosti in predvidenih posedkov smo izvedli na osnovi naslednjih vhodnih podatkov:

- Tloris objekta 188 m<sup>2</sup>
- Maksimalni kontaktni tlak 220 kPa
- Minimalni kontaktni tlak 70 kPa
- Povprečen kontaktni tlak 130 kPa

Nosilnost tal ovrednotimo skladno z določili EVROKOD 7. Pri tem uporabimo projektni pristop 2: (A1+M1+R2), pri čemer je:

- A1 delujoče sile
- M1 materialne karakteristike
- R2 reakcije

Pri projektne pristopu 2, delujoče sile faktoriramo z varnostnim količnikom  $\gamma_{G, dst} = 1,35$  (neugodno delujoče sile) in  $\gamma_{Q, dst} = 1,50$  (za nezgodne sile). Strižne karakteristike materialov v tem primeru ostanejo

nespremenjene,  $\gamma_{RVCU} = 1,00$ . Upoštevati je potrebno še varnostni količnik za reakcije in sicer za nosilnost tal  $\gamma_{RV} = 1,40$ .

Po podatkih geološkega profila bo objekt temeljen na rahlih do srednje gostih prodih, debeline približno 1 m. Pod prodom sledi konglomerat, do globine 2,6 m. Pod konglomeratom nastopa 2,4 m debela plast srednje in težkognetnih glin (do globine 5,0 m), pod njimi pa je še ena plast konglomerata, ki se zaključi v globini 8,6 m. Pod konglomeratom ponovno nastopajo prodi, neznane debeline.

Nosilnost tal pod temelji objekta ovrednotimo po Brinch – Hansenu za temeljno ploščo, ob upoštevanju **nedreniranih pogojev obremenjevanja**. Pri tem smo upoštevali nedrenirano strižno trdnost poltrdne gline  $s_u = 100 \text{ kPa}$  (varnost  $\gamma_{RVM} = 1,0$ ), naravne prostorninske teže  $\gamma' = 18 \text{ kN/m}^3$ .

Za primer **temelja dimenzij 10,0 m x 50,0 m**, v globini 0,4 m in predvideni specifični obremenitvi tal  $Q_p = 110.000 \text{ kN}$  je specifična obtežba temeljev  $p = 220 \text{ kPa}$  (maksimalni kontaktni tlak). Specifična mejna nosilnost tal (poltrdne gline) je v tem primeru  $q_f = 535 \text{ kPa}$ . Skladno s določili EUROKOD 7 specifično mejno nosilnost tal  $q_f$  reduciramo z varnostnim količnikom  $g_R = 1,40$ :

$$q_p = q_f / 1,4 = 382 \text{ kPa}$$

Ugotovimo, da je projektni odpor tal ( $q_p = 382 \text{ kPa}$ ) večji od specifične obremenitve ( $p = 220 \text{ kPa}$ ), kar v celoti zadošča za temeljenje objekta z dvema etažama (priloga T.6.1).

Glede na to, da projektni odpor tal zadošča pogojem mejnega stanja nosilnosti, moramo preveriti še mejno stanje uporabnosti.

## 8.1 Račun posedkov temeljev

Mejno stanje uporabnosti preverimo z računom posedkov temeljnih tal. Glede na zelo kompleksno geološko zgradbo podlage, in zelo neenakomerno obremenitev temeljne plošče, moramo preveriti posedke v več profilih. Izbrali smo presečišča vzdolžnega profila VP-2 in prečnih profilov PP-2 in PP-3. Debeline posameznih plasti so v teh profilih:

### VP-2/PP-2:

- 0,0 – 2,45 m prevladuje glina
- 2,45 – 6,1 m pretežno zaglinjen prod
- 6,1 – 16,9 m konglomerat

### VP-2/PP-3:

- 0,0 – 3,60 m prevladuje glina
- 3,60 – 17,1 m pretežno zaglinjen prod
- 17,1 – konglomerat

Upoštevali naslednje module elastičnosti materialov:

- Težkognetna do poltrdna glina  $E = 5.000 \text{ kPa}$
- Zaglinjen prod  $E = 20.000 \text{ kPa}$
- Konglomerat  $E = 40.000 \text{ kPa}$

Predpostavljamo, da bo temeljna plošča dilatirana, zato smo upoštevali dimenzije plošče a x b= 13 x 21 m. Posedke preverimo za vsa tri (3) napetostna stanja (minimalno, povprečno in maksimalno). Glede na to, da nam pozicije maksimalnih in minimalnih napetosti niso znane, moramo preveriti vse kombinacije.

V spodnji tabeli smo preverili posedke za geološke razmere, kot so na presečišču profilov VP-2 in PP-2. Glina sega do globine 2,45 m, zaglinjen prod pa do globine 6,1 m. Posedki so odvisni od kontaktnih napetosti in znašajo 5,5 cm pri minimalni napetosti ( $p= 80$  kPa) do 15,9 cm pri maksimalni napetosti ( $p= 220$  kPa). V tabeli je prikazan tudi delež posedka v glini in delež posedka v prodih. Posedki v prodru se bodo razvili zelo hitro, verjetno med gradnjo, medtem ko se bodo posedki v glini razvijali dalj časa. To bomo preverili v poglavju o časovnem razvoju deformacij.

Globina [m]	E kPa	q= 80 kPa		q= 130 kPa		q= 220 kPa	
		$\sigma_{zz}$ [kPa]	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m
0,8	5.000	69,97	0,013	129,95	0,021	219,92	0,035
1	5.000	69,88	0,003	129,78	0,005	219,62	0,009
2,45	5.000	68,44	0,023	127,11	0,037	215,10	0,062
3	20.000	67,33	0,002	125,04	0,003	211,60	0,006
4	20.000	64,53	0,004	119,84	0,006	202,81	0,010
5	20.000	60,95	0,003	113,20	0,006	191,57	0,010
6,1	20.000	56,49	0,004	104,91	0,006	177,53	0,010
7	40.000	52,68	0,001	97,83	0,002	165,55	0,004
9	40.000	44,43	0,003	82,51	0,004	139,63	0,007
11	40.000	37,13	0,002	68,96	0,003	116,71	0,006
15	60.000	26,04	0,002	48,36	0,003	81,84	0,005
19	100.000	18,74	0,001	34,81	0,001	58,90	0,002
23	100.000	13,93	0,001	25,86	0,001	43,77	0,002
26	100.000	11,37	0,000	21,12	0,001	35,74	0,001
30	100.000	8,89	0,000	16,51	0,001	27,94	0,001
<b>Deformacija toge temeljne plošče [m]</b>			<b>0,055</b>		<b>0,094</b>		<b>0,159</b>
<b>deformacije gline</b>			<b>0,039</b>		<b>0,063</b>		<b>0,106</b>
<b>deformacije proda</b>			<b>0,016</b>		<b>0,031</b>		<b>0,053</b>
vertikalni modul podajnosti	$k_v$ [kN/m <sup>3</sup> ]		<b>1.384</b>		<b>1.384</b>		<b>1.384</b>
horizontalni modul podajnosti	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]		<b>1.038</b>		<b>1.038</b>		<b>1.038</b>

Modul vertikalne podajnosti je v tem primeru  $k_v= 1.384$  kN/m<sup>3</sup>.

Zaradi relativno velikih absolutnih vrednosti posedkov smo preverili še varianto z zamenjavo dela gline z uvaljanim tamponom. Predvideli smo tamponsko blazino debeline 1,00 m. Deformacije se v tem primeru zmanjšajo za 20 % do 24 %:

Globina [m]	E kPa	q= 80 kPa		q= 130 kPa		q= 220 kPa	
		$\sigma_{zz}$ [kPa]	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m
1	40.000	69,97	0,002	129,95	0,003	219,92	0,005



1,5	5.000	69,88	0,008	129,78	0,013	219,62	0,022
2,45	5.000	68,44	0,015	127,11	0,024	215,10	0,041
3	20.000	67,33	0,002	125,04	0,003	211,60	0,006
4	20.000	64,53	0,004	119,84	0,006	202,81	0,010
5	20.000	60,95	0,003	113,20	0,006	191,57	0,010
6,1	20.000	56,49	0,004	104,91	0,006	177,53	0,010
7	40.000	52,68	0,001	97,83	0,002	165,55	0,004
9	40.000	44,43	0,003	82,51	0,004	139,63	0,007
11	40.000	37,13	0,002	68,96	0,003	116,71	0,006
15	60.000	26,04	0,002	48,36	0,003	81,84	0,005
19	100.000	18,74	0,001	34,81	0,001	58,90	0,002
23	100.000	13,93	0,001	25,86	0,001	43,77	0,002
26	100.000	11,37	0,000	21,12	0,001	35,74	0,001
30	100.000	8,89	0,000	16,51	0,001	27,94	0,001
<b>Deformacija toge temeljne plošče [m]</b>			<b>0,044</b>		<b>0,072</b>		<b>0,122</b>
<b>deformacije gline</b>			<b>0,025</b>		<b>0,040</b>		<b>0,068</b>
<b>deformacije proda</b>			<b>0,019</b>		<b>0,032</b>		<b>0,054</b>
vertikalni modul podajnosti	$k_v$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<b>1.810</b>		<b>1.810</b>		<b>1.810</b>	
horizontalni modul podajnosti	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	<b>1.358</b>		<b>1.358</b>		<b>1.358</b>	

Modul vertikalne podajnosti se poveča na  $k_v = 1.810 \text{ kN/m}^3$ .

V nadaljevanju preverimo še posedke za geološke razmere, kot so na križišču profilov VP-2 in PP-3. Glina sega do globine 3,60 m, zaglinjen prod pa do globine 17 m. Posedki so odvisni od kontaktnih napetosti in znašajo 8,1 cm pri minimalni napetosti ( $p = 80 \text{ kPa}$ ) do 22,3 cm pri maksimalni napetosti ( $p = 220 \text{ kPa}$ ). V tabeli je prikazan tudi delež posedka v glini in delež posedka v prodih:

Globina	E	q= 80 kPa		q= 130 kPa		q= 220 kPa	
		$\sigma_{zz}$	x	$\sigma_{zz}$	x	$\sigma_{zz}$	x
[m]	kPa	[kPa]	m	kPa	m	kPa	m
0,6	5.000	0,01	0,010	129,95	0,016	219,92	0,013
1	5.000	0,01	0,006	129,78	0,010	219,62	0,009
2	5.000	0,02	0,016	127,11	0,026	215,10	0,022
3,6	5.000	0,02	0,024	125,04	0,039	211,60	0,034
4	20.000	0,00	0,001	119,84	0,002	202,81	0,002
5	20.000	0,00	0,003	113,20	0,006	191,57	0,005
6	20.000	0,00	0,003	104,91	0,005	177,53	0,005
7	20.000	0,00	0,003	97,83	0,005	165,55	0,005
9	20.000	0,01	0,005	82,51	0,008	139,63	0,009
11	20.000	0,00	0,004	68,96	0,007	116,71	0,008
15	20.000	0,01	0,006	48,36	0,010	81,84	0,012
17	20.000	0,00	0,003	34,81	0,004	58,90	0,005
23	40.000	0,00	0,002	25,86	0,004	43,77	0,006
26	60.000	0,00	0,001	21,12	0,001	35,74	0,002
30	100.000	0,00	0,000	16,51	0,001	27,94	0,001
<b>Deformacija toge temeljne plošče [m]</b>			<b>0,081</b>		<b>0,132</b>		<b>0,223</b>
<b>deformacije gline</b>			<b>0,056</b>		<b>0,091</b>		<b>0,154</b>
<b>deformacije proda</b>			<b>0,025</b>		<b>0,041</b>		<b>0,069</b>

vertikalni modul podajnosti	$k_v$ [kN/m <sup>3</sup> ]	986	986	986
horizontalni modul podajnosti	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]	740	740	740

Modul vertikalne podajnosti je v tem primeru  $k_v = 986$  kN/m<sup>3</sup>.

V primeru zamenjave materiala z uvaljanim tamponom debeline 1,00 m se deformacije nekoliko zmanjšajo:

Globina [m]	E kPa	q= 80 kPa		q= 130 kPa		q= 220 kPa	
		$\sigma_{zz}$ [kPa]	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m	$\sigma_{zz}$ kPa	x m
1	40.000	69,97	0,002	129,95	0,003	219,92	0,005
1,5	5.000	69,88	0,008	129,78	0,013	219,62	0,022
2	5.000	68,44	0,008	127,11	0,013	215,10	0,022
3,6	5.000	67,33	0,024	125,04	0,039	211,60	0,066
4	20.000	64,53	0,001	119,84	0,002	202,81	0,004
5	20.000	60,95	0,003	113,20	0,006	191,57	0,010
6	20.000	56,49	0,003	104,91	0,005	177,53	0,009
7	20.000	52,68	0,003	97,83	0,005	165,55	0,008
9	20.000	44,43	0,005	82,51	0,008	139,63	0,014
11	20.000	37,13	0,004	68,96	0,007	116,71	0,012
15	20.000	26,04	0,006	48,36	0,010	81,84	0,016
17	20.000	18,74	0,003	34,81	0,004	58,90	0,007
23	40.000	13,93	0,002	25,86	0,004	43,77	0,007
26	60.000	11,37	0,001	21,12	0,001	35,74	0,002
30	100.000	8,89	0,000	16,51	0,001	27,94	0,001
<b>Deformacija toge temeljne plošče [m]</b>			<b>0,067</b>		<b>0,109</b>		<b>0,185</b>
<b>deformacije gline</b>			<b>0,042</b>		<b>0,068</b>		<b>0,115</b>
<b>deformacije proda</b>			<b>0,025</b>		<b>0,041</b>		<b>0,070</b>
vertikalni modul podajnosti	$k_v$ [kN/m <sup>3</sup> ]		<b>1.189</b>		<b>1.189</b>		<b>1.189</b>
horizontalni modul podajnosti	$k_h$ [kN/m <sup>3</sup> ]		<b>891</b>		<b>891</b>		<b>891</b>

Deformacije se v tem primeru zmanjšajo za 17 %.

## 8.2 Časovni razvoj deformacij

Preveriti moramo še **časovni razvoj** deformacij. Deformacije v prodih in konglomeratih se bodo razvile sproti, med gradnjo. Del deformacij, ki pripada glini v globini 0,0 m do 2,45 m oz. 3,60 m, pa se bo razvijal bolj počasi. V računu časovnega razvoja smo upoštevali naslednje vhodne podatke:

- Koeficient vodoprepustnosti  $k = 1 \times 10^{-9}$  m/s
- Modul stisljivosti  $M_v = 5.000$  kPa
- Debelina plasti gline  $d = 2,45$  m in  $3,60$  m

Pri danih vhodnih podatkih je koeficient vertikalne konsolidacije  $c_v = 5,1 \times 10^{-7}$  m<sup>2</sup>/s. Konsolidacijski čas je definiran kot razmerje med kvadratom debeline plasti gline in koeficientom vertikalne konsolidacije. Za plast debeline 2,45 m bo čas konsolidacije 9 mesecev, za plast gline debeline 3,60 m

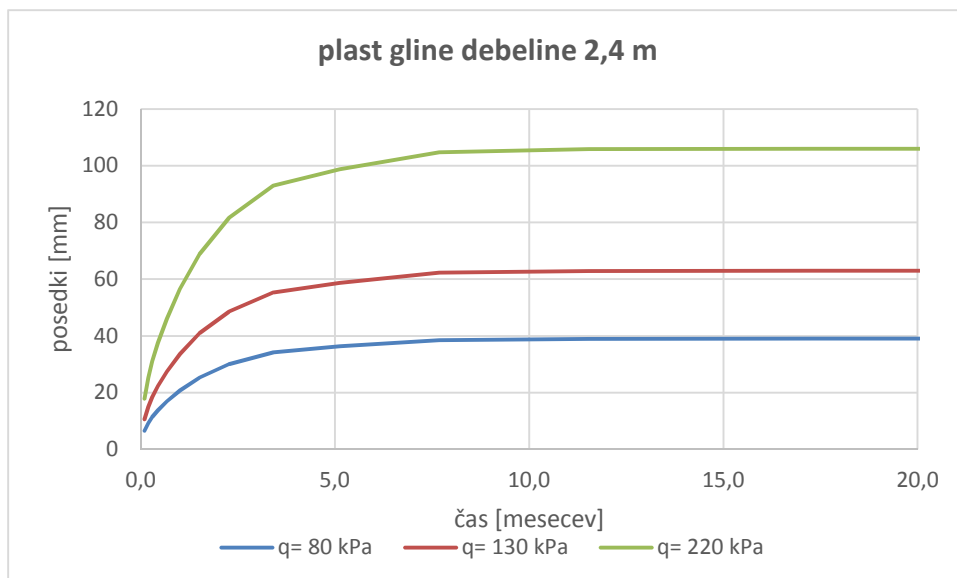
pa 19 mesecev. V spodnjih tabelah je prikazan časovni razvoj:

Tabela: plast gline debeline 2,45 m

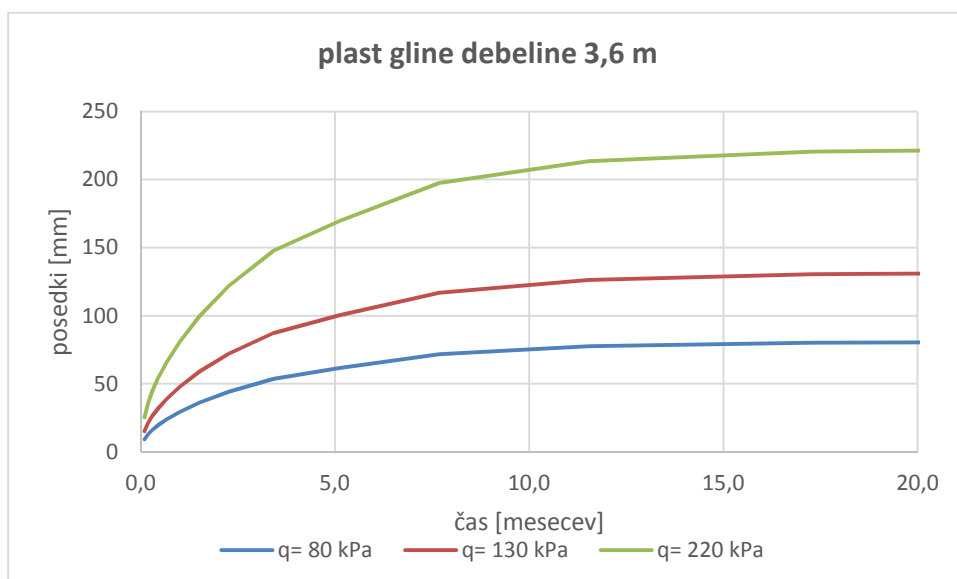
Čas	Časovni faktor	Stopnja konsolidacije	q= 80 kPa	q= 130 kPa	q= 220 kPa
t	$T_v$	$U_v$	mm	mm	mm
mes	/				
	<b>2,00</b>		<b>39</b>	<b>63</b>	<b>106</b>
0,1	0,022	<b>0,168</b>	7	11	18
0,2	0,045	<b>0,239</b>	9	15	25
0,3	0,067	<b>0,292</b>	11	18	31
0,5	0,101	<b>0,354</b>	14	22	38
0,7	0,151	<b>0,435</b>	17	27	46
1,0	0,227	<b>0,533</b>	21	34	57
1,5	0,340	<b>0,649</b>	25	41	69
2,3	0,510	<b>0,770</b>	30	48	82
3,4	0,765	<b>0,877</b>	34	55	93
5,1	1,147	<b>0,931</b>	36	59	99
7,7	1,720	<b>0,988</b>	39	62	105
11,5	2,581	<b>0,999</b>	39	63	106
17,3	3,871	<b>1,000</b>	39	63	106

Tabela: plast gline debeline 3,6 m

Čas	Časovni faktor	Stopnja konsolidacije	q= 80 kPa	q= 130 kPa	q= 220 kPa
t	$T_v$	$U_v$	mm	mm	mm
mes	/				
	<b>2,00</b>		<b>81</b>	<b>132</b>	<b>223</b>
0,1	0,010	<b>0,114</b>	9	15	26
0,2	0,021	<b>0,162</b>	13	21	36
0,3	0,031	<b>0,199</b>	16	26	44
0,5	0,047	<b>0,241</b>	20	32	54
0,7	0,070	<b>0,296</b>	24	39	66
1,0	0,105	<b>0,364</b>	29	48	81
1,5	0,157	<b>0,448</b>	36	59	100
2,3	0,236	<b>0,547</b>	44	72	122
3,4	0,354	<b>0,662</b>	54	87	148
5,1	0,531	<b>0,760</b>	62	100	169
7,7	0,797	<b>0,885</b>	72	117	197
11,5	1,195	<b>0,957</b>	78	126	213
17,3	1,793	<b>0,989</b>	80	131	221
25,9	2,689	<b>0,999</b>	81	132	223
38,9	4,034	<b>1,000</b>	81	132	223



**Slika 5:** Časovni razvoj deformacij za plast gline debeline 2,4 m, za različne obremenitve



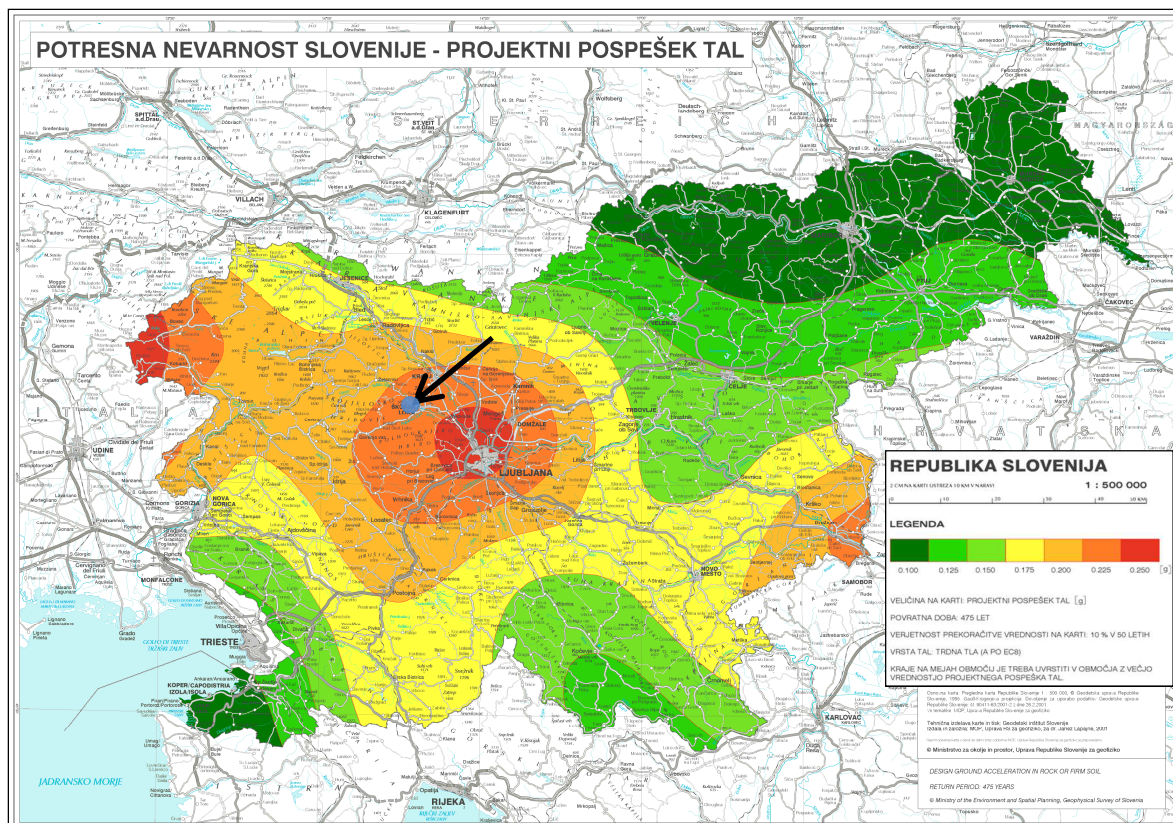
**Slika 6:** Časovni razvoj deformacij za plast gline debeline 3,6 m, za različne obremenitve

## 8. SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,225 \text{ g}$  (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>).

Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal E.

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 6: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

## 10. HIDROLOŠKA IN HIDROGEOLOŠKA SLIKA OBMOČJA

Površinskih vodotokov na obravnavani parceli ni. Meteorna voda se z urbanih površin odvaja po obstoječih kanalizacijskih ceveh v smeri proti reki Sori. Ob izrednih dogodkih (nalivi) je parkirišče pred pregledanim območjem poplavljen (Pred travnikom), saj leži v rahli depresiji. Do večjih poplav ne more priti, saj se voda po površini odvaja v smeri proti Partianski cesti.

Lokacija ne ustreza pojmom »erozijsko območje«, iz 87. člena Zakona o vodah:

- Lokacija ni erozijsko žarišče, saj leži na ravnini, oz. ob vznožju pobočja. Na parceli ni vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Lokacija ni pod vplivom hudournih voda.
- V zvezi s pojavom zalednih voda menimo, da v danih okoliščinah ni možnosti pojava erozije po naravni poti.

Za poznavanje hidrogeoloških lastnosti tal in za projektiranje potrebne izpeljave je potrebno poznavanje lege posameznih zemljinsakih različkov in njihovih prepustnostnih lastnosti. Predvidevamo nastopanje naslednjih zemljinskih in kamninskih različkov:

- Glina (CL) s tipično medzrnsko poroznostjo. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $5 \times 1.10^{-9}$  do  $1.10^{-11}$  m/s.
- Zaglinjen prod (GC) s tipično medzrnsko poroznostjo. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov določimo iz povprečja petih izvedenih meritev na  $2,08 \times 10^{-6}$  m/s.

- Konglomerat kgl kot kamina je zelo slabo voooprepusten. V tej kamnini sledimo tipično razpoklinsko , predvsem pa kraško poroznost, ki se manifestira kot pretakanje vode po kanalih. Koeficient vodoprepustnosti ocenimo na  $5 \times 10^{-5}$  do  $5 \times 10^{-7}$  m/s.

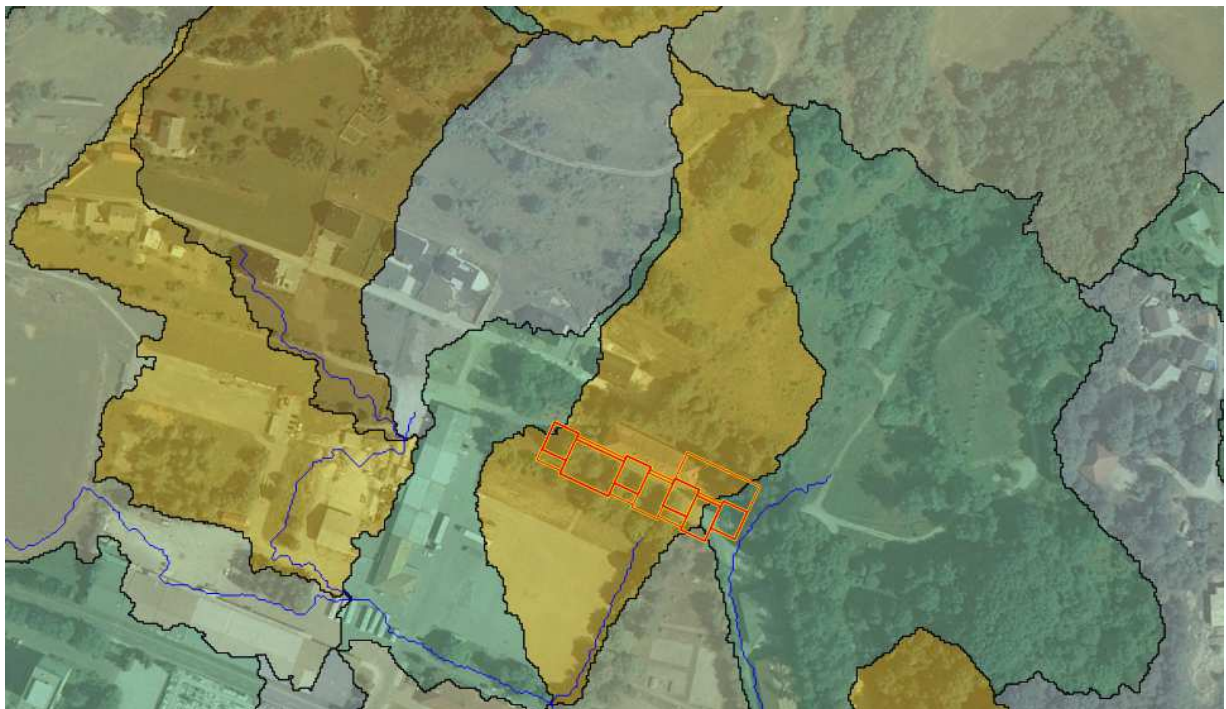
Ugotavljamo, da obravnavani prostor ne ustreza pojmu »plazljivo območje« iz 88. člena zakona o vodah, saj lokacija leži na ravnini, tako da ni obsežnejših območij kjer bi se kopičile deluvialne gline in grušči. Odtekanje meteornih voda je zagotovljeno.

## 11. ODVODNJA METEORNIH VODA

Iz digitalnega modela reliefa izvedemo vodozbirna območja zaledja vrtca. Kot najbolj neugodne upoštevamo ekstremne padavine na bližnjih padavinskih postajah<sup>5</sup> za čas trajanja naliva 15 minut s povratno dobo 10 let, ki znaša 269 l/s.ha.

Vodozbirno območje za vrtcem meri (4,7+1,3) 6,0 ha in gravitacijsko tangira območje vrtca (gl. sliko 6). Količino ekstremne vode določimo z racionalno formulo  $Q = 269 \text{ l/s.ha} \times 0,3 \times (4,7+1,3) \text{ ha} = 484 \text{ l/s}$ .

Menimo, da bo glavnina te vode (ocena 379 l/s) pritekala na vzhodnem delu.



**Slika 7:** Vodozbirna območja. Levo območje, ki napaja celotni plato, desno območje, ki neposredno ne tangira vrtca.

Urbane površine vrtca ocenjujemo na 1787m<sup>2</sup>. Če k tej površini prištejemo še 2407m<sup>2</sup> asfaltiranih površin določimo količino meteorne vode z urbanih površin na 4194 m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup> Upoštevamo padavinske postaje Brnik, Črni vrh nad Polhovim Gradcem, Javorje in Kleče in izvedemo krigiranje količin glede na prostorsko nastopanja padavinskih postaj. Upoštevamo podatke ARSO: Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi, Ljubljana 2008.



površina	A (m <sup>2</sup> )	odtočni koef.	ekst. 15'/10 let (l/s/ha)	Količina meteorne vode (l/s)
zaledje Kamnitnika	60000	0,3	269	484,2
strešne površine in terase	1787	0,9	269	43,3
asfaltirane površine	2407	0,9	269	58,3
Skupaj				<b>585,7</b>
Skupaj urbane površine				<b>101,5</b>

Iz izvedenega sklepamo, da lahko nastopijo težave zaradi vtokov z zalednega dela. Problem vode z zalednega dela je rešljiv s konstrukcijskimi elementi, s katerimi tok vode preusmerimo izven območja, generalno pa z izgraditvijo celostne odvodnje platoja vojašnice s primerno dimenzioniranim kanalizacijskim sistemom.

Za določitev kritičnega dotoka z urbanih površin ob nalivu smo uporabili razpredelnico z izračunanimi povratnimi dobami za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi za padavinsko postajo Črni vrh nad Polhovim Gradcem<sup>6</sup>.

Glede na naravo podlage je najbolj smiselna izvedba ponikovalnega jarka. Dolžino l določimo po nemškem DWA standardu<sup>7</sup>:

$$l = \frac{A \cdot 10^{-7} \cdot q_t}{\frac{b \cdot h \cdot s}{T \cdot 60 \cdot f_s} + \left(b + \frac{h}{2}\right) \cdot \frac{k}{2}}$$

Kjer je:

- A neprepustne površine (m<sup>2</sup>)
- q<sub>t</sub> količina vode v časovnem intervalu (l/s-ha)
- b širina jarka (m)
- h globina jarka (m)
- T čas trajanja padavin v časovnem intervalu (minute)
- k koeficient vodoprepustnosti (m/s)

Izračunamo dimenzije ponikovalnega jarka za ponikanje vode s strešnih površin in asfaltnih površin.

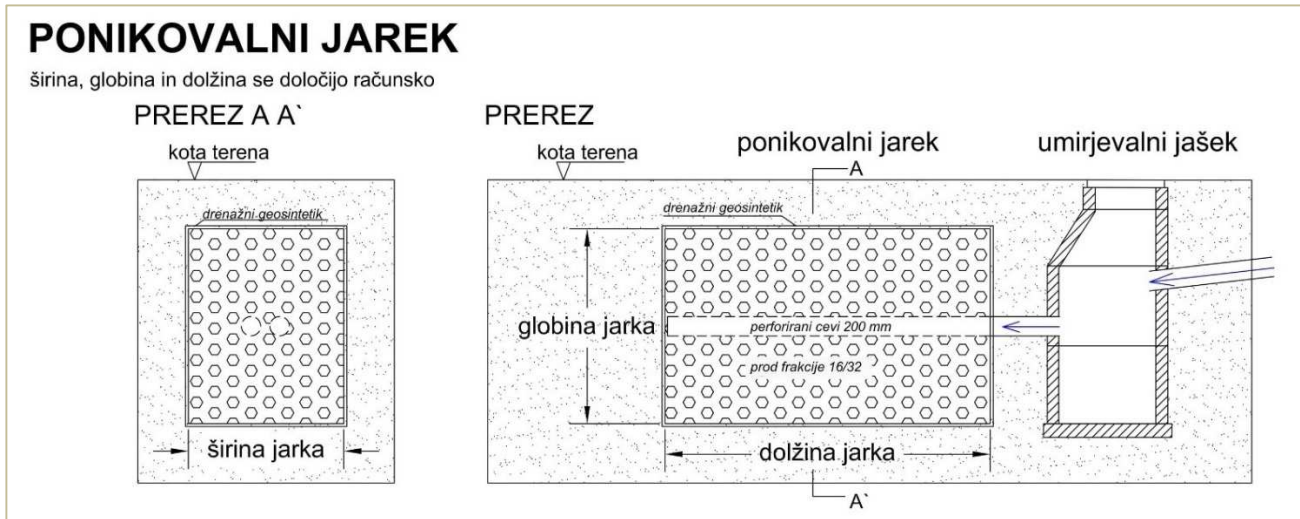
Ponikovalni jarek se izvede na območju med vrtcem in južnim parkiriščem. Odstrani se vrhno plast umetnega nasipa in gline do -1,6 m po površjem. Za ponikovalni jarek globine 2,5 m in širine 4,0 m, zapolnjen s prodom 16/32 mm, določimo dolžino jarka na l = 108 m.

Predpostavimo, da s neprepustna plast gline nahaja 1,5 m pod površjem. Na delu bližje vrtcu se postavi umirjevalni jašek premera 1 m in globine 4,5 m. V ta jašek se spelje vse cevi meteorne vode in iz njega drenažni cevi. Možno je izvesti tudi več takih vtokov. Izkoplje se jarek dolžine 108 m, širine 4,0 m in globine 4,0 m. Do globine (1,5+ 1,25) 2,75 m od površine se ga zasuje s prodom 16/32 mm. Na ta nivo se položi drenažne cevi. Ponikanje se vrši po dveh drenažnih ceveh fi 300 mm. Izmenično se postavljajo drenažne cevi perforirane 360 in 220°. Te cevi se nato zasujejo s pranim prodom 16/32 mm do nivelete

<sup>6</sup> HMZ. Povratne dobe za ekstremne padavine.

<sup>7</sup> Standard DWA-A 138E: Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation of Precipitation Water.

1,5 m pod površino. Na drenažni zasip se položi drenažni geosintetik in do površine zemlja. Pri izvedbi je potrebno preveriti prepustnostne lastnosti zemljine. Možno je tudi drugačno ponikanje (npr. tipa *Hauraton Drainfix bloc* ali podobno). Pri aplikaciji drugega sistema je potrebno ponikanje ponovno preveriti z izračunom ob upoštevanju koeficientov vodoprepustnosti in predvidenih količin vode. Pri izkopu za ponikovalnik naj bo zagotovljena prisotnost geologa, saj je potrebno preveriti v izračunu uporabljen koeficient vodoprepustnosti.



**Slika 8:** Shema izvedbe ponikovalnega jarka.

## 12. SKLEP

V poročilu obravnavamo geološke in geotehnične razmere na območju predvidenega vrtca Kamnitnik v Škofji Loki. Izveden bo na 2-3 m debeli plasti gline, ki leži na zaglinjeni prodni plasti. Zaradi plasti gline je možno posedanje in diferenčno posedanje temeljne plošče, ki je odvisno od kontaktnih napetosti v temeljnih tleh. Pri delu naj se upošteva podatke in priporočila s tega poročila in pravila stroke za gradnjo. Zaradi gradnje erozijska ogroženost ne bo povečana.

Obdelali:

Dr. Tomaž Beguš, univ.dipl.inž.geol.  
 Marko Kočvar, univ.dipl.inž.geol.  
 Klemen Sotlar, univ.dipl.inž.geol.

Ljubljana, 27. 4. 2017

**PRILOGA T.6 Nosilnost tal pod plitvimi temelji: nedrenirani pogoji****- po Brinch - Hansenu, v skladu z ENV 7****Objekt:** VRTEC KAMNITNIK  
**Lokacija:** ŠKOFJA LOKA**temeljna plošča na srednje do težkognetnih glinah - nedrenirani pogoji obremenjevanja****Podatki:**

Nedrenirana strižna trdnost: $s_u$	[kPa]	100,0
Prostorninska teža tal pod temeljem: $g$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19,0
Prostorninska teža tal nad temeljem: $g$	[kN/m <sup>3</sup> ]	18,0
Širina temelja B: (B<L)	[m]	10,00
Dolžina temelja: L	[m]	50,00
Globina temelja: D	[m]	0,00
Nagnjenost temeljne ploskve a:	[ ° ]	0,0
Vertikalna sila: V	[kN]	110.000
Horizontalna sila: H	[kN]	0,0
ekscentričnost v smeri B: $e_B$	[m]	0,00
ekscentričnost v smeri L: $e_L$	[m]	0,00

**Rezultati:**

Koeficient $b_c$		1,000
Koeficient $s_c$		1,040
Koeficient $i_c$		1,000

Projektna vrednost $c_{ud}$	[kPa]	100,0
Teža tal ob temelju: $q=g \times D$	[kPa]	0,0

Širina centr.obr.tem. $B'$	[m]	10,00
Dolžina centr.obr.tem. $L'$	[m]	50,00
Ploščina: $A'=B' \times L'$	[m <sup>2</sup> ]	500,00

Obtežba temelja: $p=V/A'$	[kPa]	<b>220</b>
<b>Specifična mejna nosilnost tal: <math>q_f</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>535</b>

**Faktor odpornosti  $\gamma_R = 1,4$** 

<b>Projektni odpor tal: <math>q_p</math></b>	<b>[kPa]</b>	<b>382</b>
--	--------------	------------

<b>Dopustna sila pravokotno na temelj <math>R_{dop}</math>:</b>		<b>190.973</b>
---	--	----------------

## PRILOGA T.7

<b>PONIKOVALNI JAREK VRTEC KAMNITNIK</b>		
$I_{IT} = \frac{A_{imp} \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{b_{IT} \cdot h_{IT} \cdot s_{PIT}}{D \cdot 60 \cdot f_s} + (b_{IT} + \frac{h_{IT}}{2}) \cdot \frac{k_f}{2}}$		
		A (koef odтока) (m)
strehe	1787	1608
asfalt	2407	1926
A <sub>imp</sub> površina urb. Površin	3534	m <sup>2</sup>
k <sub>f</sub>	2,08E-06	prepustnost tal
s <sub>IT</sub>	0,35	delež por
b <sub>ID</sub> širina jarka	4	m
h <sub>IT</sub> globina jarka	2,5	m
f <sub>s</sub>	1,2	faktor varnosti rizika
<b>I<sub>IT</sub> rezultat</b>	<b>108,1</b>	<b>m</b>
<b>padavinska postaja Črni vrh nad Polhovim Gradcem</b>		
čas trajanja	r <sub>D(0,2)</sub>	I <sub>IT</sub>
<b>trajanje padavin [min]</b>	<b>količina padavin povratna doba 5 let r<sub>D(0,2)</sub> [l/(s.ha)]</b>	<b>dolžina jarka I<sub>IT</sub> [m]</b>
5	354	12,9
10	250	18,2
15	206	22,4
20	179	26,0
30	142	30,9
45	112	36,5
60	90	39,0
90	67	43,4
120	57	49,1
180	44	56,4
240	37	62,9
300	33	69,6
360	29	72,9
540	22	81,4
720	19	92,0
900	17	<b>101,0</b>
1080	15	105,0
1440	12	108,1