

Damjan Pejovnik s. p.  
Geološke raziskave in svetovanje  
Legen 96a, 2380 Slovenj Gradec  
Gsm: 041 332 779  
E. pošta: pejovnik@gmail.com

Legen, 10. 8. 2019

**GEOLOŠKO – GEOMEHANSKO POROČILO S POUČARKOM  
NA STABILNOSTI TAL NA DELU OBMOČJA RA-46 V OBČINI  
RADLJE OB DRAVI**

Poročilo št.: 55/2019

Naročnik: Skupnost lastnikov, ki jih zastopa Primož Muškon  
Ob potoku 11  
2360 Radlje ob Dravi

Objekt: Več industrijskih objektov in enostanovanjski objekt

Parcelne št.: 521/3, 522, 523/3, 524/1, 525/1, 526/1, 526/3, 527/1 in 529/1

Katastrska ob.: Radlje ob Dravi

Občina: Radlje ob Dravi

Datum ogleda: 9. 7. 2019

Investitorji želijo na parcelnih številkah 521/3, 522, 523/3, 524/1, 525/1, 526/1, 526/3, 527/1 in 529/1, k. o. 804 Radlje ob Dravi urediti dokumentacijo za potrebe izdelave OPPN. Območje je razdeljeno na gradbene parcele različnih velikosti, na katerih je predvidena gradnja enostanovanjskih stavb in stavb namenjenih za poslovne storitve. Stavbe bodo različnih velikosti in oblik. Stavbe predvidoma ne bodo podkletene. Niveleta tal pritličja objektov bo na kotah med 353 in 359 m NMV. Nadmorska višina se iz enega vogala območja parcel predvidenih objektov do nasprotnega vogala spremeni za dobre 6 metrov. Območje obravnavanega OPPN leži na ravninskem delu Dravske doline vzhodno od osrednjega dela Radelj ob Dravi med Mariborsko cesto in Obrtniško ulico. Na zahodu meji na obstoječe območje stanovanjskih in industrijsko poslovnih stavb na vzhodu pa so njive in travniki.

Mikrolokacijo parcel predvidenih novih objektov pred izgradnjo v naravi predstavljajo njive in travniki.

Preperine je v severnem delu območja predvidenih gradenj nekoliko več kot v južnem delu, je pa povsod veliko. Površinske vode jo zaradi skoraj ničelnega naklona zelo počasi odnašajo. Pod plastjo humusa tako do globine približno 150 cm predstavlja večji del preperine melj, ki ima pomešan s peskom, prodniki in bloki srednje do zelo dobro vodoprepustnost (koeficient propustnosti  $K$  je med  $1 \times 10^{-5}$  in  $1 \times 10^{-3}$  m/s). Sledi kvartarni fluvialni nasip (veliki bloki dacita, filitoidnega skrilavca, kremena in gnajsa pomešani s prodom, peskom in meljem) z zelo dobro vodoprepustnostjo (koeficient propustnosti  $K$  je med  $1 \times 10^{-4}$  in  $1 \times 10^{-3}$  m/s).

Približno 1500 m južneje od lokacije predvidenih gradenj teče reka Drava, ki odvaja vso vodo iz tega območja. Struga je vsaj 40 m globlja od kote pritličij predvidenih novogradenj. Kvartarne plasti videne v izkopih so bile mestoma precej sprane. Ob morebitni izgradnji kleti bi zaradi dviga podtalnice lahko prihajalo do poplavljanja. Zato izgradnja kleti v takšnih dobro prepustnih plasteh ni priporočljiva.

Mikrolokacija in okolica je na videz stabilna. Vse starejše stavbe v bližnji okolici so brez razpok ali kakršnih koli znakov posedkov.

## GEOLOŠKA SESTAVA TAL

Geološka sestava tal je bila ugotovljena z izkopom 4 sondažnih izkopov globine približno 2,9 m in manj. Prav tako so bili preiskani useki bližnjih cest in potokov ter ostali izdanki v neposredni bližini.

Podlaga za temeljenje je v osnovi zgrajena iz fluvialnih – rečnih kvartarnih nanosov.

Kvartarne nanose delimo na starejše in mlajše. Starejši tvorijo višje ležeče rečne terase, kot mlajše pa jemljemo tiste na nivoju današnjih rek in potokov. Mlajši in starejši kvartarni sedimenti so zastopani s peščeno glino, prodrom in blokovnim materialom. Ločujemo lahko fluvialne sedimente, proluvij, deluvij, pobočni grušč in aluvialne naplavine (Mioč, 1978).

Nesortiran in srednje zaobljen material, ki vsebuje tudi večje bloke kaže na to, da gre verjetno za glaciofluvialni nastanek teh zasipov. S palinološko analizo vzorcev peščene glinice so ugotovili sledeče rodove: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Alnus*, *Betula*, *Pteris*, *Cruciferae*, *Gramineae*, *Ericaceae*, *Umbelliferae*, *Polygonum*, *Chenopodiaceae*, *Centaurea*, *Lycopodium*, *Pteridium* in *Polypodium*. Vegetacija je značilna za würm oziroma za enega od würmskih interstadialov (Mioč, 1978).

Rečne terase so najbolj ohranjene v Dravski dolini, med Dravogradom in Slovenj Gradcem pa so v dolini Meže in Mislinje. Med Dravogradom in Selnico v Dravski dolini so štiri večja območja, v katerih se je akumulirala precejšna količina fluvialnih sedimentov. V akumuliranem materialu vzdolž doline so se izoblikovali štiri terasni nivoji. Najstarejši nivo četrte terase, ki je najbolj dvignjen nad današnjim rečnim nivojem, je najslabše ohranjen. Višinska razlika med rečnim nivojem in najvišjo (četrto) akumulacijsko teraso znaša od 50 do 100 metrov.

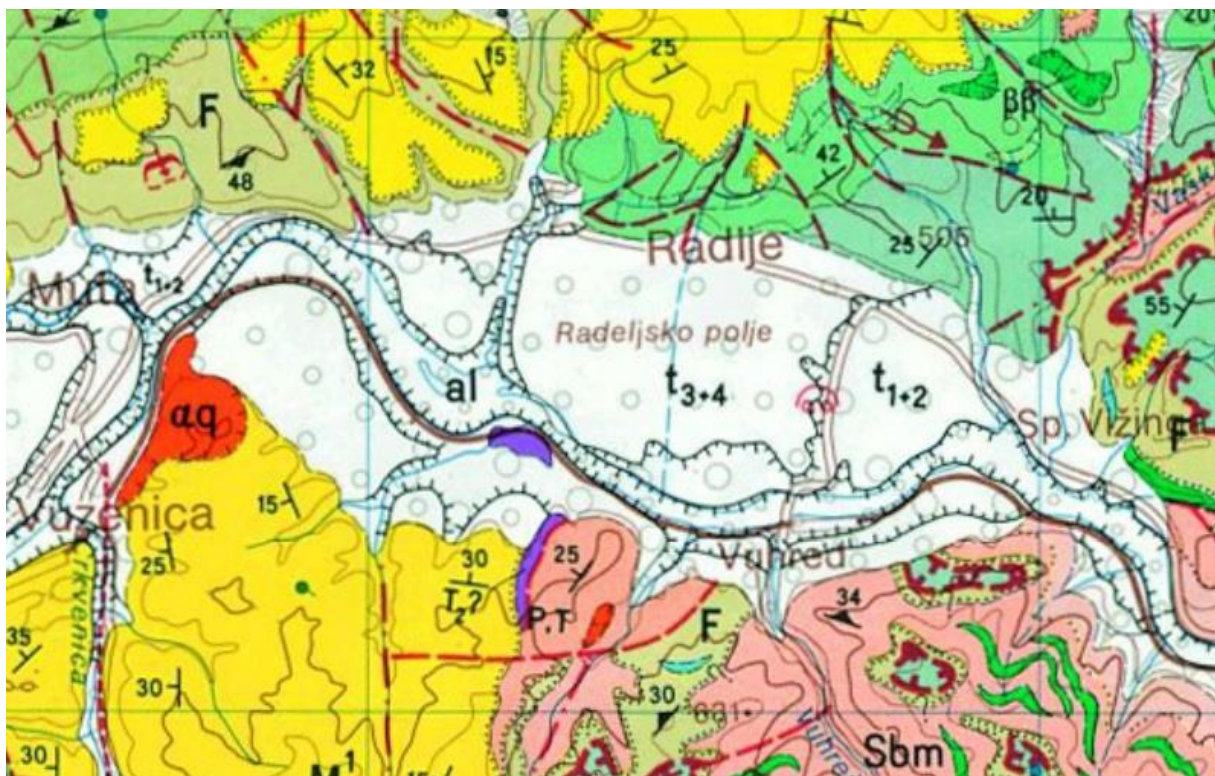
Rečne terase so zgrajene pretežno iz proda (70 %), peska (20 %) in peščene glinice (10 %). Prodniki so pretežno iz metamorfnih kamenin (gnajs, blestnik, amfibolit) in magmatskih kamenin (tonalit, dacit, paleokeratofir). Podrejeno se pojavljajo prodniki mezozojskega apnenca (Mioč, 1978).

Podrobnejša stratigrafska horizontacija terasnih sedimentov je bila zaradi pomanjkljivih fosilnih ostankov nemogoča. Raziskovalci širšega območja (Heritsch, Angerer, Penck, Troll, po Meliku, 1957) jih uvrščajo v würm. Pri gradnji jezusa za hidroelektrarno Vuhred je I. Rakovec (1954) ugotovil ostanke wurmskega slona. Peščena glinica iz četrte terase pri Selnici vsebuje palinološke ostanke, na podlagi katerih so določili sledeče vrste rastlin: *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Corylus*, *Alnus*, *Betula*, *Calluna*, *Ericaceae*, *Armeria*, *Gramineae*, *Lycopodium*, *Pteridium*, *spora moniletae*, *spora triletae*. Na podlagi vzporejanja vegetacijske slike pleistocena z drugimi območji Slovenije, pripadajo naštetе rastlinske oblike srednjemu wurmu. Klimatsko odговarjajo interstadialnem obdobju podobno kot pri Lovrencu. Terasni

sediment pripadajo torej wurmu, terasni nivoji pa odgovarjajo posameznim wurmskim impulzom (Mioč,1978).

Na mestu izkopov so v sestavi poleg meljaste preperine še prodniki in večji (do 20 cm veliki) srednje zaobljeni bloki dacita, filitoidnega skrilavca, gnajsa in kremena. Dobra zaobljenost kaže na daljšo transportno pot. Glede na sestavo in zaledje takšne kamninske podlage predvidevam, da je večino tega materiala nanese reka Drava, po višini nad današnjo strugo reke pa bi ta material lahko uvrstili med material tretjega terasnega nivoja.

Prave trdne kamninske podlage pri izkopih še ni bilo, niti je pri izkopu za temelje ni pričakovati. V takšnih plasteh z ročnim penetrometrom težko dobimo realne podatke izmerjene nosilnosti tal. Prisotni so namreč tudi do 20 cm veliki bloki filitoidnega skrilavca, gnajsa, kremena in dacita, zato smo za meritve uporabili dinamično ploščo Zorn 3.0. Izmerjeni dinamični deformacijski modul elastičnosti je pokazal, da gre za par milijonov let star zasip in na njem je nosilnost tal za gradnje najrazličnejših lahkih objektov (enostanovanjski objekti, hale, skladišča ...) več kot dovolj velika. O tem pričajo tudi vse okoliške gradnje, ki so brez znakov posedkov.



Slika 1: Izsek iz geološke karte OGK SFRJ: List Slovenj Gradec (bela barva predstavlja kvartarne plasti).

Talna voda v jamah ni bila registrirana. V najbolj južni sondažni jami so bile plasti precej plitvo sprane (že na globini 40 cm), kar v tem delu kaže na prisotnost plitve podtalnice.



Skica 1: Približna lokacija izvedenih sondažnih vkopov na območju predvidenih gradenj v delu območja RA - 46

Sestava tal v prvem sondažnem izkopu (v vzhodnem delu območja predvidenih novih gradenj) do globine 2,9 m:

0,00 m – 0,20 m      temno rjav humozen melj

0,20 m – 1,70 m      rjav melj, nekaj peska in proda ter bloki (do 20 cm). V sestavi prevladuje dacit, sledita kremen in filitoidni skrilavec

1,70 m – 2,70 m      sivo rjavi sprani bloki (do 20 cm) pomešani z meljem, peskom in prodom. V sestavi še vedno prevladuje dacit, sledi filitoidni skrilavec.

Sestava tal v drugem sondažnem izkopu (v severnem delu območja predvidenih novih gradenj) do globine 2,9 m:

- 0,00 m – 0,30 m      temno rjav humozen melj s posameznimi prodniki (do 2 cm) kremena
- 0,30 m – 1,50 m      rjav melj in pesek s posameznimi prodniki (do 2 cm), posamezne sprane plasti
- 1,50 m – 2,70 m      rjav rahlo spran melj, pesek in prod (do 4 cm)
- 2,70 m – 2,90 m      sivo rjav malo spran melj, pesek, prod in bloki (do 15 cm). V sestavi prevladuje dacit, sledi filitoidni skrilavec.

Sestava tal v tretjem sondažnem izkopu (v zahodnem delu območja predvidenih novih gradenj) do globine 2,4 m:

- 0,00 m – 0,30 m      temno rjav humozen melj s posameznimi prodniki (do 2 cm) dacita
- 0,30 m – 1,10 m      rjav melj, pesek in prod (do 3 cm)
- 0,90 m – 3,30 m      sivo rjav malo spran melj, pesek, prod in bloki (do 20 cm). V sestavi prevladuje dacit, sledi filitoidni skrilavec.

Sestava tal v četrtem sondažnem izkopu (v južnem delu območja predvidenih novih gradenj) do globine 2,1 m:

- 0,00 m – 0,40 m      temno rjav humozen melj s posameznimi prodniki (do 2 cm) dacita
- 0,40 m – 0,70 m      precej spran rjav prod (do 3 cm), melj in pesek
- 0,70 m – 2,10 m      sivo rjav spran melj, pesek, prod in bloki (do 10 cm). V sestavi prevladuje dacit, sledi filitoidni skrilavec in kremen.

Prvi izkop je bil lociran v vzhodnem delu območja predvidenih novih gradenj. Pokazal je, da sta humozna plast in plast pod njo precej drobnozrnati. Gre za preperino rečnih sedimentov, ki so morda nekoliko pomešani še s pobočnim gruščem. Bolj prepustne plasti pravih kvartarnih fluvialnih sedimentov pričenjajo šele na globini približno 1,7 m. V izkopu smo izvedli dve meritvi z dinamično ploščo Zorn 3.0. Na globini 1,1 m metra smo naleteli na povsem sprano peščeno plast, v kateri smo namerili manjši EVD kot v preostalih sondažnih izkopih, zato smo meritev ponovili na globini 1,8 m.

Drugi izkop je bil lociran v severnem delu območja predvidenih novih gradenj. Pričakovano je bilo na tem mestu preperine pomešane s pobočnim gruščem največ (do 2,7 m). Kvartarne plasti in preperina so prav tako visoko rahlo sprane, kar kaže na občasno visoko podtalnico. Podlage metamorfnih filitoidnih skrilavcev in diabazov silurske in devonske starosti v izkopu še ni bilo niti je ni bilo pričakovati. Po podatkih iz vrtin Dravske doline jo lahko pričakujemo šele na globini med 40 in 50 m.

Tretji izkop je bil lociran v zahodnem delu območja predvidenih gradenj. Preperine nad kvartarnimi plastmi je bilo precej manj (do 1,1 m). Plasti so ravno tako rahlo sprane, kar kaže na občasno visoko podtalnico.

Četrty izkop je bil lociran v južnem delu območja predvidenih gradenj. Pričakovano je bilo na tem mestu preperine nad kvartarnimi plastmi najmanj (do 0,7 m). V tem izkopu so bile spodnje plasti precej sprane, kar kaže na pogosto visoko podtalnico. Na tem mestu je tudi kota precej nižja od ostalega območja, tako je v tem delu tudi pričakovati največ in najvišjo podtalno vodo.

Na vseh mestih izkopov se je na globini približno 110 cm izvedel tudi preizkus z dinamično ploščo Zorn 3.0. V prvem izkopu smo zaradi slabšega rezultata preizkus ponovili v naslednji plasti na globini približno 170 cm.

Mesto meritve	EVD (MN/m <sup>2</sup> )	Ev2 (MN/m <sup>2</sup> )
1. izkop na globini 110 cm	12,88	26,33
1. izkop na globini 160 cm	24,87	51,92
2. izkop na globini 110 cm	25,77	53,89
3. izkop na globini 110 cm	27,54	57,77
4. izkop na globini 110 cm	32,34	68,44

Izmerjeni dinamični deformacijski modul EVD lahko v deformacijski modul preračunamo po naslednji enačbi  $Ev2 = 600 \times \ln(300/(300-EVD))$ .

## PRIPOROČILA ZA TEMELJENJE OBJEKTOV

Predvideni nepodkleteni in enostanovanjski objekti in objekti za industrijsko poslovno rabo bodo predvidoma temeljeni na temeljnih ploščah (širokem temeljenju), po potrebi v primeru večjih hal se bodo ti kombinirali s točkovnimi temelji. Dno izkopov za tampone temeljev bo predvidoma na koti -0.9 m. Pri nasipu tampona in zbijanju le tega naj bi se predvidoma doseglo 96–100 % gostoto po Proctorju. Z dinamično ploščo izmerjeni dinamični deformacijski moduli elastičnosti kažejo, da je to v drugi še vedno preperinski plasti na tej globini v večjem delu območja lahko dosegljivo. Z globino v spodnjih plasteh nahajamo samo še boljše utrjene kvartarne fluvialne naplavine (pesek, prod in bloke), ki imajo še večjo nosilnost. Tako se lahko tudi v primeru izvedbe težjih objektov temelje zgolj nekoliko poglobi. Na območju 1. izkopa je bila izmerjena vrednost na globini 110 cm precej nižja kot v preostalih vkopih, kar je posledica tega, da je v tem delu obravnavanega območja meljasto peščena plast precej sprana in posledično šibka. Dinamična plošča s premerom 30 cm v takšnem materialu ne da najboljših rezultatov, oziroma da precej nižje od realnih, saj se ob udarcih material bočno izriva. V primeru temeljenja s širokim temeljenjem tega izrivanja praktično ne bo, tako tudi v tem delu težav z nosilnostjo temeljnih tal ni pričakovati. Meritve tudi kažejo, da se lahko nosilnost temeljnih tal v različnih delih območja in na različnih globinah precej razlikuje. Po karakteristikah torej lahko govorimo o neenakomerno stabilnih temeljnih tleh. Z večjo širino temelja se bo doseglo manjše pritiske na temeljna tla, zato je tovrstno temeljenje v vsakem primeru daleč najboljša izbira.

Ostale geomehanske karakteristike fluvialnih nasipov glede na izkušnje iz podobnih plasti ocenjujem na:

- strižni kot  $\varphi = 28^\circ - 30^\circ$
- kohezija  $c = 0 \text{ kPa}$
- prostorninska teža  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- modul reakcije tal  $C_v = 20 - 25 \text{ MN/m}$

Priporočam vsaj toliko nasutja (tampona) pod temeljno ploščo, da bo skupaj s temeljno ploščo globina glede na koto zunanje ureditve vsaj 0,8 m (zmrzal).

Temeljne plošče naj se po priporočilih ojačajo z armaturo in naj bodo z AB vezmi povezane z zgornjimi AB ploščami.

V primeru da bo šlo pri katerem od objektov za točkovne oz. pasovne temelje, morajo ti v celoti nalegati v preperino na globini večji od 0,8 m (zmrzal) glede na koto terena oziroma zunanje ureditve, s čimer se bo izognilo diferenčnim posedkom, ki so lahko vzrok za kasnejše



deformacije na objektu in okolici. Pri izkopu za pasovne temelje se lahko naleti na nekoliko različne plasti (globje so rečne naplavine z bolj blokovnim materialom), v takšnem primeru je priporočeno, da pasovni temelji v celoti nalegajo v to plast. Temelji se po priporočilih ojačajo z armaturo in so povezani z AB vezmi z zgornjo AB ploščo.

## PRIPOROČILA ZA ODVODNJAVANJE

Na koti temeljenj bo potrebno izvesti obodne drenaže. Odpadne in komunalne vode iz vseh parcel bodo predvidoma speljane v javni vod. V ločen javni odvod bodo lahko speljane tudi meteorne in drenažne vode. S tem vodom bo potrebno iz območja predvidenih novih objektov speljati tudi vso ostalo vodo iz cestišč in parkirišč. Vso vodo se bo predvidoma v več ponikovalnicah ponikovalo v najbolj južnem delu območja predvidenih gradenj. V tem delu je že skopan precej širok obcestni kanal, v katerega se že sedaj stekajo vse občasne površinske vode in vode s cest. V to smer torej sedaj poteka naravna pot odtekanja vode iz tega območja in tam uspešno poniknejo.

Že sama preperina torej zgornja meljasta plast je srednje do dobro prepustna, pod plastjo preperine katere debelina se sicer precej spreminja pričenjajo sprane prodnate plasti z velikimi bloki, ki imajo zelo dobro vodoprepustnost (koeficient vodoprepustnosti  $K$  je med  $1 \times 10^{-4}$  in  $1 \times 10^{-3}$  m/s (za izračun se vzame najslabša vrednost)), tako je izgradnja ponikovalnic možna in izvedljiva. Priporoča se vsaj 2 m globoke ponikovalnice, oziroma izvedba le te do te globine, da bodo dosežene sprane kvartarne plasti, ki vsebujejo tudi večje bloke. V primeru ponikanja vode na samem območju predvidenih gradenj zaradi dobre vodoprepustnosti plasti ne moremo izločiti vpliva na predvidene nižje ležeče objekte, še manj pa na morebitne podkletene objekte (izgradnja le teh se ne priporoča), zato je bolj priporočeno, da se vodo odvede nižje na pobočje v najbolj južni del območja predvidenih gradenj in se jo tam ponikne s ponikovalnicami. Tako bo voda poniknjena izven povečanega vpliva na manipulativne površine.

## DRUGA PRIPOROČILA

Izkopani material je potrebno sproti odvažati in ga deponirati na ustrezno pripravljenem odlagalnem mestu.

Izkop gradbenih jam, izvedba temeljev in zasipi naj bodo izvedeni v suhem obdobju in v najkrajšem možnem času, kajti geomehanske karakteristike kvartarnih plasti se lahko ob povečani vlažnosti bistveno poslabšajo.

Pri izgradnji bo potreben geomehanski nadzor. V primeru da se pri izkopu gradbenih jame naleti na drugačno stanje od zgoraj opisanega, naj se obvezno še enkrat pokliče geologa ali geomehanika.

## ZAKLJUČEK

Širše in ožje območje je na videz stabilno. Golice, useki in sondažne jame kažejo, da je podlaga za temeljenje na širšem območju v osnovi zgrajena iz fluvialnih – rečnih kvartarnih nanosov in da prave trdne podlage silurske in devonske starosti na globini temeljenja ni pričakovati. Podlaga za temeljenje je torej v osnovi zgrajena iz fluvialnih – rečnih kvartarnih nanosov, ki so tako zbiti in konsolidirani, da imajo dovolj veliko nosilnost tal za tovrstne gradnje.

Območje predvidenih novih gradenj leži na ravninskem delu v dolini reke Drave, zato površinske vode ne odnašajo preperine (majhna erodibilnost). Tudi možnosti plazenja praktično ni.

Komunalne in odpadne vode bodo odvedene v javni vod. Predvidoma bodo tudi meteorne in drenažne vode speljane v ločen javni odvod. Vso zbrano vodo bo potrebno odvesti mimo predvidenih novih objektov v smeri proti jugu. V najbolj južnem delu območja predvidenih gradenj je že skopan precej širok obcestni jarek, v katerem ponikuje vsa zbrana voda iz cest in v to smer tudi sedaj poteka naravna pot odtekanja vode iz obravnavanega območja.

Dobro prepustne meljaste preperine pomešane s peskom in prodom je veliko (do 1,7 m), globlje pričenjajo precej bolj blokovne plasti, ki imajo še boljšo vodoprepustnost s koeficientom vodoprepustnosti  $K$  je med  $1 \times 10^{-4}$  in  $1 \times 10^{-3}$  m/s. Sprane plasti na vseh lokacijah vkopov kažejo na občasno plitvo podtalnico. Zato se izdelava kleti predvidenih objektov ne priporoča.

Obdelal: Damjan Pejovnik

univ. dipl. inž. geol.