

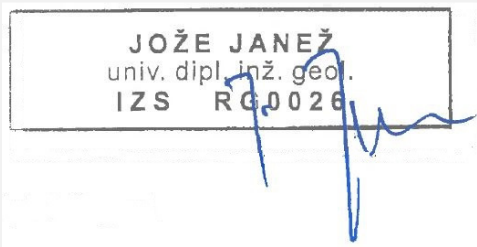


1. NASLOVNA STRAN ELABORATA

| | |
|------------------------|---|
| Naročnik | ZVONARSKA, investicijska družba, d.o.o., Italijanska ulica 8, 1000 Ljubljana |
| Objekt | OPPN 229 Vožarski pot del |
| Elaborat | Hidrogeološko poročilo z oceno vpliva posega na podzemno vodo |
| Projektantsko podjetje |  Geologija d.o.o. Idrija, geološke raziskave in projektiranje, Prešernova ulica 2, 5280 Idrija Tel. 05 37 41 310 info@geologija.si www.geologija.si |
| Direktor | Jože Janež, univ. dipl. inž. geol.  |
| Pooblaščen inženir | Jože Janež, univ. dipl. inž. geol.  |
| Št. poročila: | 5552-283/2023-01 |
| Izvod | /3 |
| Kraj in datum | Idrija, februar 2024 |

2. VSEBINA ELABORATA 5552-283/2023-01

- 1 Naslovna stran
- 2 Kazalo vsebine elaborata
- 3 Tehnično poročilo



3. TEHNIČNO POROČILO

OPPN 299 Vožarski pot del
Hidrogeološko poročilo z oceno vpliva gradnje na podzemno vodo

KAZALO VSEBINE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1. | UVOD | 5 |
| 2. | OPIS IN GRAFIČNI PRIKAZ PREDVIDENEGA POSEGA..... | 5 |
| 2.1 | Geografski opis..... | 5 |
| 2.2 | Opis projektnih rešitev | 5 |
| 3. | GEOLOŠKI, HIDROGEOLOŠKI IN HIDROLOŠKI OPIS..... | 11 |
| 3.1 | Stratigrafsko litološke razmere..... | 11 |
| 3.1.1 | <i>Karbon in perm (C, P)</i> | 11 |
| 3.1.2 | <i>Kvartar</i> | 11 |
| 3.2 | Tektonika..... | 12 |
| 4. | GEOLOŠKO GEOMEHANSKE RAZMERE | 12 |
| 4.1 | Seizmičnost raziskovanega terena | 12 |
| 4.2 | Sestava tal | 13 |
| 5. | HIDROGEOLOŠKE RAZMERE | 13 |
| 5.1 | Površinske vode | 13 |
| 5.2 | Podzemne vode..... | 13 |
| 5.2.1 | <i>Vodno telo podzemne vode</i> | 13 |
| 5.2.2 | <i>Vodonosniki</i> | 13 |
| 5.2.3 | <i>Nivo podzemne vode in gradient podzemne vode</i> | 14 |
| 5.2.4 | <i>Koeficient prepustnosti in učinkovita poroznost</i> | 14 |
| 5.2.5 | <i>Smer in hitrost podzemne vode</i> | 14 |
| 5.2.6 | <i>Transmisivnost</i> | 14 |
| 5.3 | Ocena količinskega stanja podzemne vode..... | 14 |
| 5.3.1 | <i>Vodovarstveno območje</i> | 14 |
| 6. | UTEMELJITVE USTREZNOSTI IZBRANE MOŽNOSTI ZA IZVEDBO POSEGA | 16 |
| 7. | OPREDELITEV UKREPOV ZA DOSEGANJE OKOLJSKIH CILJEV | 16 |
| 8. | OCENA VPLIVOV NA STANJE PODZEMNIH VODA..... | 17 |
| 8.1 | Izhodišča za oceno vpliva..... | 17 |
| 8.2 | Ocena vpliva na podzemno vodo | 17 |
| 9. | OPREDELITEV OMILITVENIH UKREPOV | 18 |
| 10. | OPREDELITVE NAČINA SPREMLJANJA IN NADZORA NAD VPLIVI NA STANJE VODA (MONITORING) TER DRUGIH SEGMENTOV, KI SO SPECIFIČNI ZA PODZEMNE VODE..... | 18 |
| 11. | LITERATURA IN VIRI..... | 18 |

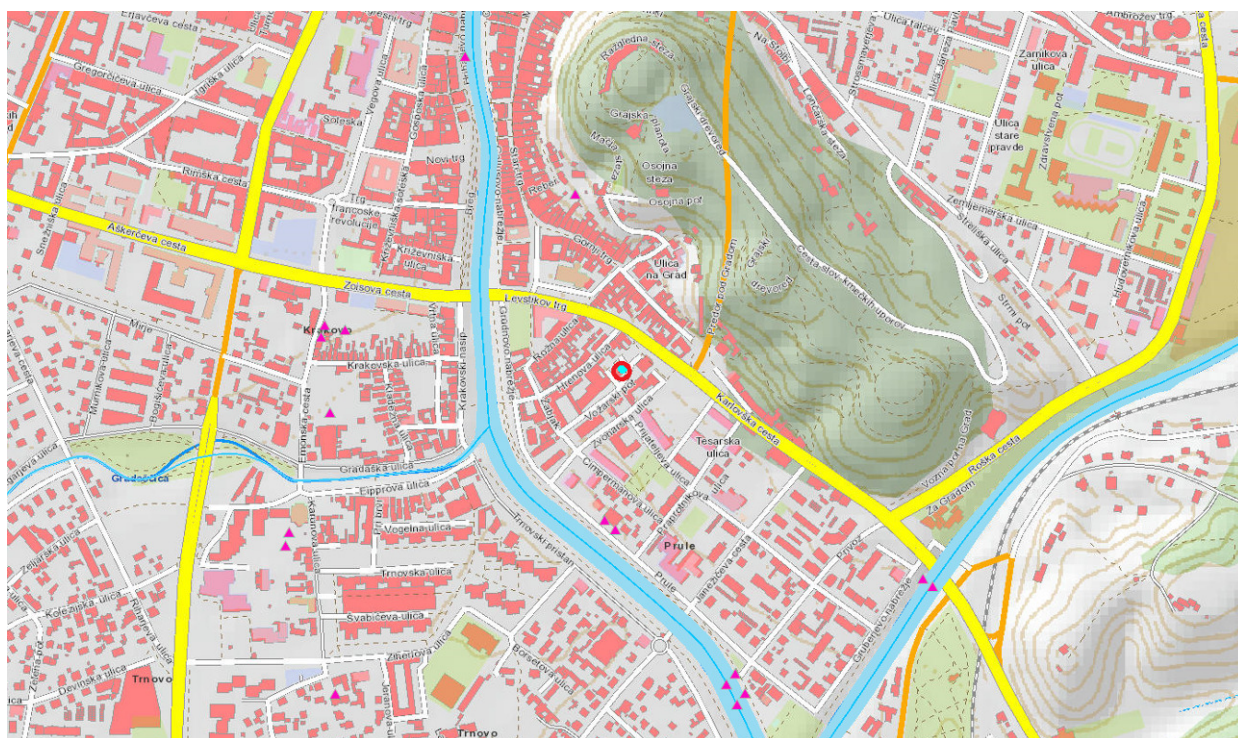
1. UVOD

Predmet poročila so hidrogeološke razmere z oceno vpliva na podzemno vodo za pripravo OPPN 299 Vožarski pot – del na Prulah v Ljubljani. Zahteva po izdelavi poročila izhaja iz 78a člena OPN MOL.

2. OPIS IN GRAFIČNI PRIKAZ PREDVIDENEGA POSEGA

2.1 Geografski opis

Obravnavana lokacija se nahaja v Ljubljani, na Prulah, na levi obrežni ravnici okrog 200 m stran od Ljubljanice. Grajski hrib je oddaljen okrog 150 m. Nadmorska višina terena je 294 m. Prule so na severozahodni strani zamejene s Karlovško cesto. Področje je pozidano, večinoma s stanovanjsko pozidavo.



Slika 1: Pregledna karta z obravnavano lokacijo (Atlas okolja)

2.2 Opis projektnih rešitev

Poglavje je povzeto po obrazložitvi in utemeljitvi OPPN, ki ga je pripravilo podjetje Šabec Kalan Šabec – arhitekti, Mojca Kalan Šabec s.p.

V območju OPPN je načrtovana gradnja nove stavbe (stavba A), sestavljene iz dveh stanovanjsko poslovnih stolpičev s skupno garažo v kleti

Na podlagi Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane se jugozahodni del območja OPPN nahaja v vodovarstvenem območju III – širše vodovarstveno območje.

Skladno z izdelano strokovno podlago Obravnava talnih vod pri načrtovanju posegov in gradnje v podzemnih etažah na območju MOL, Geološki zavod Slovenije, 2021, je območje OPPN določeno kot območje E »Poplavno zaježitveni in jezerski sedimenti na prodnem vodonosniku«, kjer je gradnja pod nivojem terena globlje od 2,50 m dopustna le, če se z geološko-geomehanskim elaboratom dokaže, da taka gradnja ne bo imela negativnih vplivov na geološko-geomehanske razmere za sosednja območja in objekte.

Na skrajnem severovzhodnem robu območja OPPN je zaradi bližine pobočja Grajskega griča verjetnost pojavljanja plazov velika. Večina območja OPPN se nahaja izven plazljivih območij

Območje OPPN se po potresni mikrorajonizaciji nahaja v območju, kjer ocenjeni pospešek tal (g) s povratno dobo 475 let znaša 0,275.

Območje OPPN se ne nahaja na varovanem območju narave, gozdnih ali kmetijskih zemljišč, na poplavnem območju ali erozijsko nevarnem območju, na območju za potrebe obrambe ter za potrebe varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami niti ne znotraj priletno-vzletnega koridorja helikopterja.

Območje OPPN obsega dele EUP SL-7, SL-17 in SL-245.

Na podlagi predhodno izdelanih strokovnih podlag in na podlagi izraženih investicijskih namer območje OPPN zemljišča znotraj EUP SL-17, namenjena:

- gradnji stavbe A s spremljajočim programom ter pripadajočimi ureditvami,
- obstoječima stavbama na naslovih Vožarski pot 8 in Vožarski pot 10 s pripadajočimi ureditvami,
- ureditvi Vožarskega pota.

K območju OPPN so zaradi funkcionalne zaokrožitve priključena še nekatera zemljišča, ki se sicer urejajo na podlagi določil OPN MOL ID:

- zemljišča v EUP SL-7, namenjena gradnji podzemnih zbiralnic za odpadke ob Vožarskem potu in
- zemljišča v EUP SL-245, namenjena ureditvi obcestnega prostora med EUP SL-17 in hodnikom za pešce ob Karlovški cesti.

Območje OPPN obsega zemljišča s parcelnimi številkami 107/2, 107/4, 107/5, 107/6 in 161/17, ter dele zemljišč s parcelnimi številkami 107/3, 153/9, 153/109 in 161/1, vse v katastrski občini 1728 Ljubljana mesto. Hkrati obsega zemljišča s parcelnimi številkami 1/5, 2/1, 2/2, 2/3, 2/5, 2/9, 10/7 in 10/11, ter dele zemljišč s parcelnimi številkami 10/3, 612/106 in 612/107, vse v katastrski občini 2677 Prule.

Površina območja OPPN znaša 6.184 m².

V obstoječih stavbah O1 in O2 se ohranja večstanovanjska namembnost. V stavbi A je do 70 % BTP nad terenom dopustno nameniti stanovanjem, ostale površine pa morajo biti namenjene programom iz nabora dejavnosti za namensko rabo CU. Dopustni so:

- 12112 Gostilne, restavracije in točilnice;
- 12111 Hotelske in podobne stavbe za kratkotrajno nastanitev;
- 12201 Stavbe javne uprave;
- 12202 Stavbe bank, pošt, zavarovalnic;
- 12203 Druge poslovne stavbe;
- 12204 Konferenčne in kongresne stavbe;
- 12301 Trgovske stavbe;
- 12304 Stavbe za storitvene dejavnosti, razen avtomehanične delavnice in avtopralnice
- 12620 Muzeji, arhivi in knjižnice;
- 12630 Stavbe za izobraževanje in znanstvenoraziskovalno delo: samo stavbe za neinstitucionalno izobraževanje;
- 12640 Stavbe za zdravstveno oskrbo: samo zdravstvene posvetovalnice in ambulate;
- 12650 Stavbe za šport: samo stavbe za šport, pretežno namenjene razvedrilu: telovadnice, centri za fitnes, jogo in aerobiko ipd., brez prostorov za gledalce;

- 24122 Drugi gradbeni inženirski objekti za šport, rekreacijo in prosti čas: samo otroška in druga javna igrišča, javni vrtovi, parki, trgi, ki niso sestavni deli javne ceste, zelenice in druge urejene zelene površine;
- 12420 Garažne stavbe: samo kolesarnice in parkirna mesta za potrebe dostave v pritličjih stavb.

Pritličje stolpčiča A1 je treba v celoti nameniti nestanovanjskim dejavnostim, pri čemer je treba v prostore s fasado ob Karlovški cesti obvezno umestiti javno dostopen lokal.

V stolpičih A1 in A2 so v etaži pod terenom dopustni še:

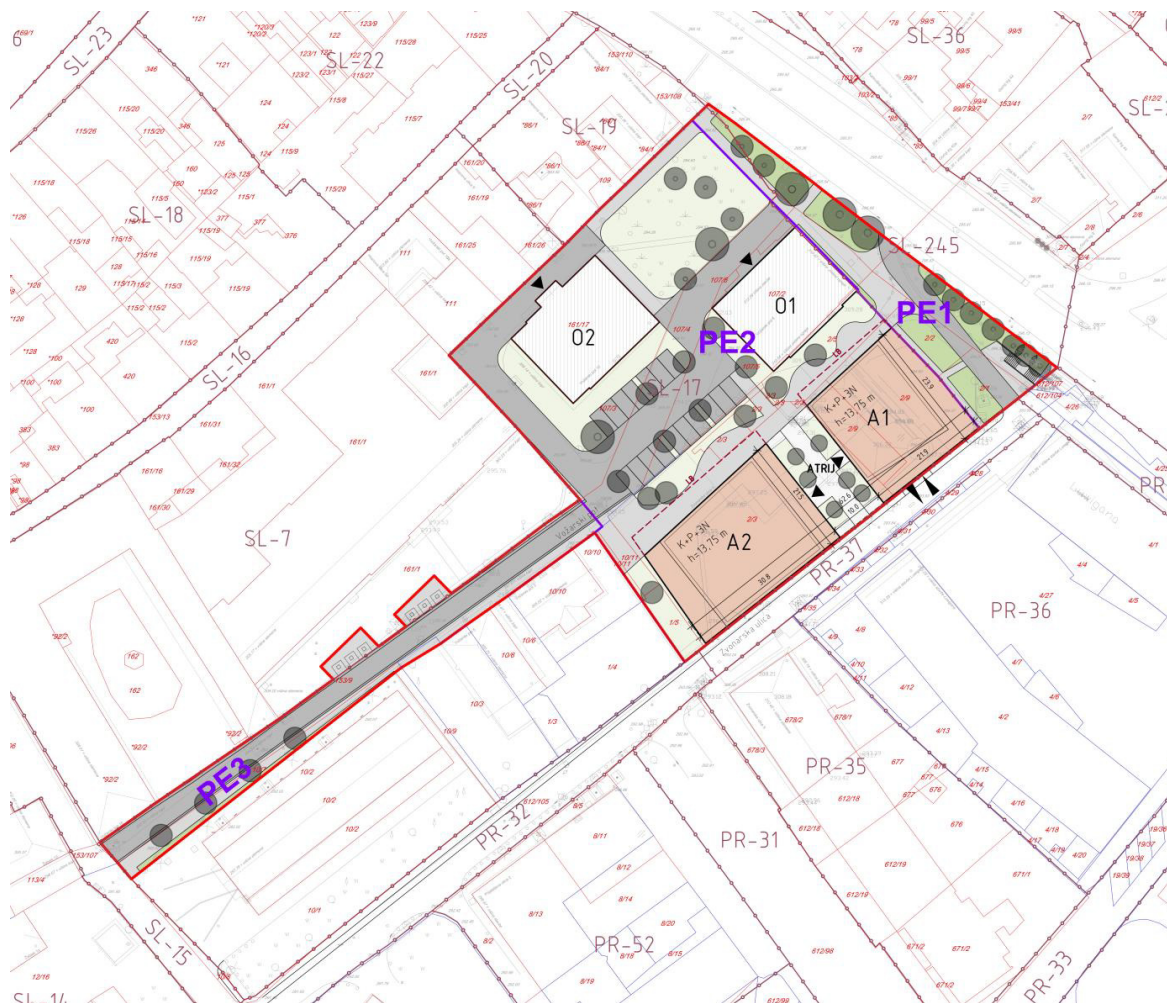
- 12420 Garažne stavbe: samo garaže in kolesarnice;
- shrambe za potrebe stanovanj, tehnični prostori in spremljajoči prostori za potrebe osnovne dejavnosti objekta.



Slika 2: Ortofoto obravnavane lokacije (Atlas okolja)



Slika 3: Prikaz namenske rabe (vir: OPN MOL ID)



Slika 4: Arhitekturno zazidalna situacija iz OPPN

Na območju je dopustno graditi tudi druge objekte, potrebne za obratovanje stavb in uporabo območja. Dopustni so objekti komunalne in prometne ureditve ter urejanje zelenih površin in pripadajoče zunanje ureditve.

Pri načrtovanju in izvajanju gradnje na območju OPPN je treba upoštevati naslednje pogoje:

1. objekte in naprave je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Ne glede na prejšnji stavek je dovoljeno z gradnjo posegati v območje vodonosnika, če pretok podzemne vode in s tem transmisivnost v vodonosniku pod območjem gradnje nista zmanjšana za več kot 10 %, kot to določa predpis, ki ureja gradnjo na vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to treba pridobiti vodno soglasje v skladu s predpisom, ki ureja vode;
2. neposredno odvajanje neочиščene odpadne vode v podzemne vode ni dopustno;
3. posredno odvajanje padavinske odpadne vode v podzemne vode je dopustno le, če je zagotovljena obdelava padavinske odpadne vode v lovilniku olj;
4. pri ureditvi sistema odvajanja padavinskih voda je treba upoštevati predpise, ki urejajo emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Pred iztokom v javno kanalizacijo je treba padavinske vode zadržati na območju OPPN;
5. cevovod za odvajanje odpadnih voda mora biti izveden tako, da je preprečeno ponikanje v podzemno vodo ali zajetje. Pred uporabo cevovodov za odpadno vodo je treba preveriti vodotesnost interne kanalizacije s standardiziranimi postopki;

6. uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo, ni dovoljena;
7. izvedba kletnih etaž in vseh utrjenih vozniških površin mora biti vodotesna, brez iztoka v podtalje ali kanalizacijo. Zagotovljeni morajo biti zajem, črpanje ter odvod požarnih, padavinskih in drugih voda. Za vsakim lovilnikom olj mora biti vgrajen ročni zasun oziroma loputa, ki jo je treba pred začetkom gašenja zapreti. Požarno vodo z območja je treba po gašenju analizirati in jo glede na rezultate analize voditi v javno kanalizacijo ali odpeljati v nadaljnjo obdelavo kot odpadke;
8. v transformatorskih postajah se morajo praviloma uporabljati suhi transformatorji ali biorazgradljiva olja. Lovilna skleda za zajem transformatorskega olja mora biti izvedena vodo- in oljotesno ter mora omogočiti zajem celotne količine olja;
9. pri urejanju območja in izvajanju dejavnosti na območju OPPN je treba uporabljati transportna sredstva, stroje in naprave, ki so tehnično brezhibni;
10. pri urejanju območja je dovoljena uporaba samo tistih materialov, za katere obstajajo dokazila o njihovi neškodljivosti za okolje.

Na gradbišču je dopustna le postavitev kemičnih stranišč ali stranišč z urejenim odvajanjem odpadne komunalne vode v javno kanalizacijo.

Območje OPPN se nahaja na območju krovnih plasti vodonosnika z oznako E »Poplavno zaježitveni in jezerski sedimenti na prodnem vodonosniku«, kjer je gradnja pod nivojem terena globlje od 2,50 m dopustna le, če se z geološko geomehanskim elaboratom dokaže, da taka gradnja ne bo negativno vplivala na okolje ter na sosednja območja in objekte.

Pri načrtovanju in gradnji je treba upoštevati naslednje usmeritve iz OPN MOL ID:

1. z gradnjo pod gladino podzemne vode ali viseče podzemne vode je dovoljeno le začasno znižanje piezometrične gladine, pod pogojem, da je mogoče zagotoviti obnovo gladine podzemne vode na izhodiščno stanje v času, v katerem zaradi znižanja ne more priti do negativnih vplivov na sosednja območja in objekte,
2. vmesni prostor med stavbo in izkopom, oziroma steno gradbene jame je treba zapolniti z materialom iz izkopanih krovnih plasti po enakem vrstnem redu, z namenom, da se ohrani izhodiščna gladina viseče podzemne vode ter prepreči hitrejše odtokanje viseče gladine podzemne vode ali padavinskih vod v spodnjo podzemno vodo,
3. v primeru rabe podzemne vode je treba zagotoviti, da v vplivnem območju ne bo negativnih vplivov na sosednja območja in objekte glede posedanja, stabilnosti temeljnih tal, zamakanja objekta ali zemljišča ali rabe plitve geotermalne energije,
4. vpliv gradnje na geološko geomehanske razmere za sosednja območja in objekte je sprejemljiv, če se ne zmanjšujeta zaščita podzemne vode in stabilnost ter ne povečuje zamakanje sosednjih zemljišč in objektov.

Za vse posege na varstvenih in ogroženih območjih ter za posege zaradi odvajanja odpadnih voda je treba pridobiti vodno soglasje v skladu s predpisom, ki ureja vode.

Na obravnavanem območju je javna kanalizacija zgrajena v mešanem sistemu.

Stavbi O1 in O2 sta na kanalizacijsko omrežje priključeni preko obstoječih priključkov. Načrtovana stavba A je priključena na javno kanalizacijsko omrežje v Zvonarski ulici.

Padavinsko odpadno vodo s streh in utrjenih površin ob stavbah je dopustno odvajati v javno kanalizacijo ob pogoju, da se celotni padavinski odtok pri kritičnem nalivu zadrži. Padavinske vode z utrjenih povoznih površin je treba odvajati v javno kanalizacijo prek lovilcev olj. Stavba A ima površino strehe več kot 400 m² in BTP več kot 1.500 m², zato je treba, skladno z določili OPN MOL ID, zanjo urediti sistem zajemanja, shranjevanja in uporabe padavinske vode s strešin stavbe za ponovno uporabo te vode v stavbi ali v njeni okolici.

Pogoji OPN MOL

78a. člen (podzemne vode)

- (1) Na določenih območjih krovnih plasti vodonosnika je zaradi posebnih geomehanskih razmer, zaščite podzemne vode in stabilnosti sosednjih objektov gradnja pod nivojem terena, vključno z vsemi posegi, razen temeljenja, omejena. Omejitve se nanašajo na gradnjo podzemnih etaž iz 2. točke prvega odstavka 12. člena tega odloka in gradnjo nezahtevnih in enostavnih objektov iz Priloge 4 tega odloka. Območja so prikazana na spletni strani MOL kot del Prikaza stanja prostora in se sproti posodablajo.
- (2) (2) Za vsa območja iz prejšnjega odstavka velja:
 - z gradnjo pod gladino podzemne vode ali viseče podzemne vode je dovoljeno le začasno znižanje piezometrične gladine, pod pogojem, da je mogoče zagotoviti obnovo gladine podzemne vode na izhodiščno stanje v času, v katerem zaradi znižanja ne more priti do negativnih vplivov na sosednja območja in objekte,
 - vmesni prostor med stavbo in izkopom, oziroma steno gradbene jame je treba zapolniti z materialom iz izkopanih krovnih plasti po enakem vrstnem redu, z namenom, da se ohrani izhodiščna gladina viseče podzemne vode ter prepreči hitrejše odtekanje viseče gladine podzemne vode ali padavinskih vod v spodnjo podzemno vodo,
 - v primeru rabe podzemne vode je treba zagotoviti, da v vplivnem območju ne bo negativnih vplivov na sosednja območja in objekte glede posedanja, stabilnosti temeljnih tal, zamakanja objekta ali zemljišča ali rabe plitve geotermalne energije,
 - vpliv gradnje na geološko geomehanske razmere za sosednja območja in objekte je sprejemljiv, če se ne zmanjšujeta zaščita podzemne vode in stabilnost ter ne povečuje zamakanje sosednjih zemljišč in objektov.
- (3) Na območjih A »Nizka savska terasa«, B »Visoka savska terasa«, C »Nanosi potokov z obrobja in jezerski sedimenti na kamninski podlagi« in D »Tipična barjanska tla« je gradnja pod nivojem terena dopustna le, če se z geološko geomehanskim elaboratom dokaže, da taka gradnja ne bo imela negativnih vplivov na okolje in na sosednja območja in objekte.
- (4) Na območju E »Poplavno zaježitveni in jezerski sedimenti na prodnem vodonosniku« je gradnja pod nivojem terena globlje od 2,50 m in na območju F »Visoka savska terasa z vmesnimi glinastimi plastmi na 5–15 m« globlje od 6 m dopustna le, če se z geološko geomehanskim elaboratom dokaže, da taka gradnja ne bo imela negativnih vplivov na geološko geomehanske razmere za sosednja območja in objekte.
- (5) Geološko geomehanski elaborat iz tretjega in četrtega odstavka tega člena je treba izdelati v okviru strokovnih podlag za OPPN ter njegove ugotovitve in pogoje pri pripravi OPPN upoštevati, če se OPPN ne izdeluje, pa z njim dokazovati dopustnost gradnje v postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja.
- (6) Če meja posameznega območja iz drugega odstavka tega člena poteka preko gradbene parcele je treba za tako parcelo upoštevati določila za tisto območje, za katerega veljajo strožje omejitve glede gradnje pod nivojem terena.

Osnutek Odloka o OPPN 299 Vožarski pot navaja med drugim tudi:

- (3) Površina območja OPPN znaša 6 184 m².
- (4) Območje OPPN je razdeljeno na tri prostorske enote, in sicer:
 - PE1 – površine, namenjene gradnji prometnih površin,
 - PE2 – površine, namenjene gradnji stanovanjsko-poslovne stavbe A (stolpiča A1 in A2 s skupno kletjo) ter obstoječima večstanovanjskima stavbama O1 in O2,
 - PE3 – površine, namenjene gradnji prometnih površin.
- (3) V etažah stavb pod terenom so dopustni:
 - 12420 Garažne stavbe: samo garaže in kolesarnice;

– shrambe za potrebe stanovanj, tehnični prostori in spremljajoči prostori za potrebe osnovne dejavnosti objekta.

(2) Tlorisni gabariti nad terenom so:

1. stolpič A1:

– dolžina 21,9 m;

– širina 23,9 m;

2. stolpič A2:

– dolžina 30,8 m;

– širina 21,5 m;

(4) Izvedba kleti je dopustna znotraj gradbene meje pod zemljo

(5) Etažnost stavbe A je do P+3.

(6) Dopustna je podkletitev stavb z eno kletno etažo. Kletna etaža mora biti načrtovana in izvedena na način, da vdor talne in zaledne vode ter površinske vode z zunanjih površin ob stavbah v kletne prostore ni mogoč.

3. GEOLOŠKI, HIDROGEOLOŠKI IN HIDROLOŠKI OPIS

3.1 Stratigrafsko litološke razmere

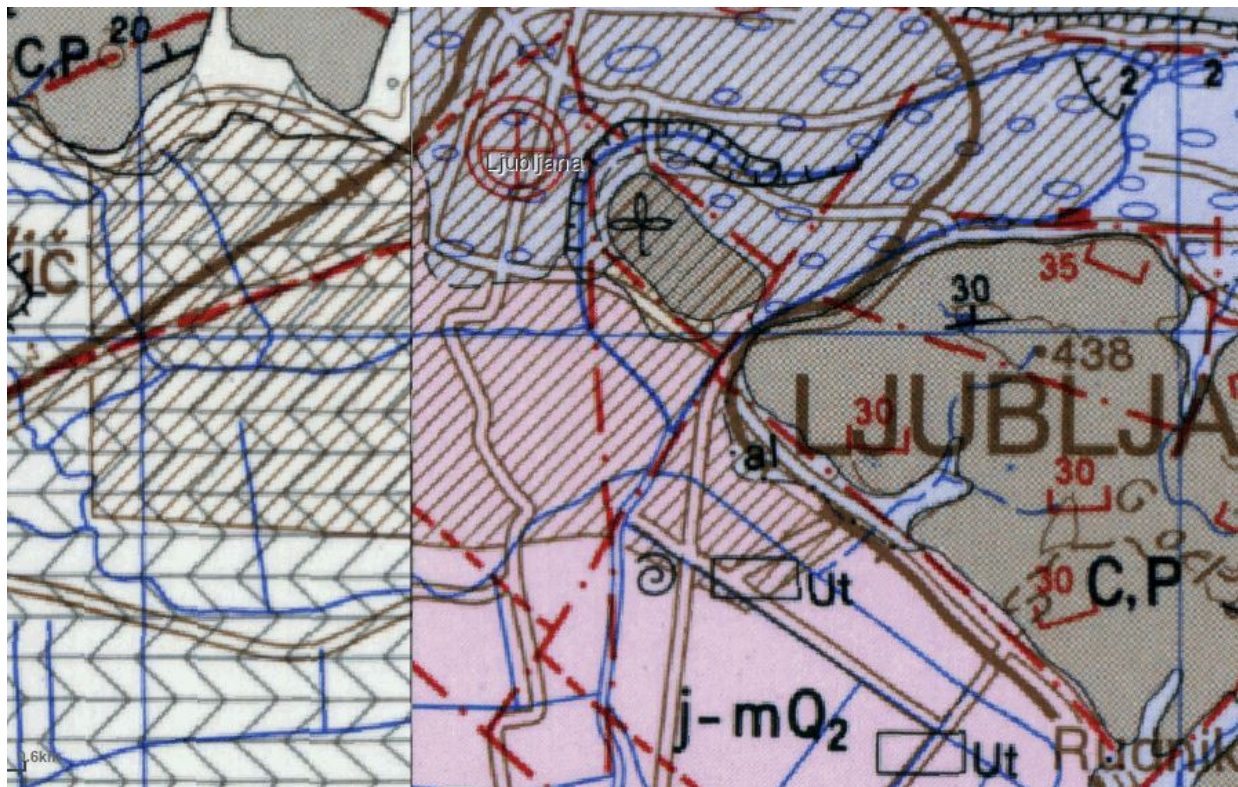
3.1.1 Karbon in perm (C, P)

Grajski hrib gradijo kamnine karbonske in permske starosti in sicer skrilavci ter kremenovi peščenjaki in konglomerati. Na Ljubljanskem gradu, predvsem pa na njegovem južnem in jugozahodnem pobočju, prevladujejo svetlosivi sljudnati plastnati in debeloplastnati kremenovi peščenjaki. Prepereli peščenjaki so rjave barve. Plasti so debele 1 do 50 cm. Večinoma vpadajo v smeri proti jugozahodu pod kotom okrog 55°, vendar ne povsod. Ob poti Za ograjami smo izmerili vpad peščenjaka 60/30. Vrh Grajskega hriba gradijo plasti zgornje karbonskih skrilavih glinavcev. V njih so bili pri gradnji vzpenjače najdeni fosilni ostanki rastlin in Mlakarju (1986) je superpozicija karbonskih skladov naslednja: najnižji člen so skrilavci, na njih pa ležijo kremenovi peščenjaki in konglomerati. Mlakar (1986) je definiral tri superpozicijske enote: a) temno sivi do črni glinovec s polami meljevca; b) kremenove peščenjak in konglomerat (b1 – hitro menjavanje drobnozrnatega peščenjaka, meljevca in muljevca; b2 – sljudnati kremenov peščenjak; b3 – drobnozrnat do debelo-zrnat konglomerat) in c) krovinski glinovec. Po Mlakarju (1986) lahko plasti Grajskega hriba, pretežno kremenove konglomerate in kremenove peščenjake, ki so razgaljene za Mestnim, Starim in Gornjim trgom uvrstimo v enoto b3 (drobnozrnat do debelo-zrnat konglomerat). Podobno so v predoru pod Ljubljanskim gradom permo-karbonski sloji v dveh izrazito različnih faciesih. V severnem 200 m dolgem delu predora so glinasti skrilavci s tankimi vložki peščenjaka in v južnem delu kremenovi peščenjaki in delno konglomerati.

3.1.2 Kvartar

Na ravnici pod Grajskim hribom je kamninska podlaga pokrita z različnimi kvartarnimi naplavinami Ljubljanskega barja. Prvenstveno so zastopani glina, melj, pesek, šota in grušč (j-mQ₂). Gre za jezersko-barjanske sedimente Ljubljanskega Barja. Njihova debelina dosega preko 100 m, vendar je na obravnavanem območju pod Grajskim hribom veliko manjša. Plasti leže vodoravno. Sedimentacija se je pričela v mindelskem glaciale in je trajala neprekinjeno do stadiala riss II. Nadaljevala se je šele v srednjewürmskem interstadiale in je trajala še ves holocen. Od spodaj navzgor si slede decimetrskem in metrske plasti prodnega peska, pasovite gline, proda, gline s školjkami, polži in haracejami ter vložki

peska, prod in pesek z vložki gline, polžarica, jezerska kreda, glina, šota in humus. Vrhne plasti so holocenske starosti (Premru, 1983b)



Slika 5: Izsek iz Osnovne geološke karte list Ljubljana z oznako obravnavane lokacije (Premru, 1983a)

3.2 Tektonika

Karbonski skladi Grajskega hriba spadajo v Žirovski nariv (Mlakar, 1986). Jugozahodno pobočje Grajskega hriba in Golovca je omejeno z Dobropoljskim prelomom (Mlakar, 1986), ki ima dinarsko smer NW-SE. Vzporedno z njim poteka še Ortneški prelom. Zahodno pobočje Grajskega hriba omejuje Ljubljanski prelom v smeri N-S (Premru, 1983; Mlakar, 1986).

V tektonskem smislu spada obravnavana v Ljubljansko udorino, enoto Ljubljansko barje. Udorina nastaja od starejšega pleistocena naprej.

4. GEOLOŠKO GEOMEHANSKE RAZMERE

4.1 Seizmičnost raziskovanega terena

Projektni pospešek tal je po SIST EN 1998-1:2005/A101:2009 enak največjemu pospešku tal. To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Projektni pospešek tal na obravnavani lokaciji povzemamo po Karti projektnih pospeškov in znaša $a_g = 0,275 g$.

Tip tal na obravnavani lokaciji uvrščamo v tip tal S1 – sedimenti, ki vsebujejo najmanj 10 m debele plasti mehke gline/melja z visokim indeksom plastičnosti ($P_i > 40$) in visoko vsebnostjo vode.

4.2 Sestava tal

V začetku februarja 2024 je bila na obravnavani lokaciji izvrtana geomehanska vrtina Zvonarska V-1/24. Geomehanski profil vrtine je sledeč:

| | |
|---------------|---|
| 0 – 2,6 m | umetni nasip (grušč, glina, gradbeni odpadki, opeka, beton) |
| 2,6 – 9,0 m | rjava peščeno meljasta glina in melj, dotok vode na globini 4 m |
| 9,0 – 23,5 m | siva in sivozelena glina, lahko gnetna |
| 23,5 – 26,4 m | rjav prod, pesek, melj in glina |
| 26,4 – 31 m | grušč rjavega permokarbonskega peščenjaka |

Geomehanske raziskave za približno 200 m proti vzhodu oddaljen objekt ob Karlovški cesti (Fašalek, 2007) so pokazale, da se permokarbonski peščenjaki nahajajo na globini od 6 do 8 m. Talna voda se nahaja plitvo pod površjem, običajno tako pod nasipnim slojem, na globini že od 2,9 do 4,2 m.

Debelina kvartarnih plasti se povečuje v smeri proti jugu. Na območju mostu čez Ljubljanico (Opekarska ulica) sta bili leta 1991 izvrtani dve vrtini, ena na levem, ena na desnem bregu. V zgornjih plasteh nastopajo zelo heterogena in v splošnem slabo nosilna tla (melj, meljna glina, meljna mivka in puste gline) do absolutne kote 269,7 m na levem bregu in 272,3 m na desnem bregu. Globlje leži srednje gost prod in srednje gnetna glina, ki na globini 25,9 m (levi breg) oz. 34,6 m (desni breg) prehaja v gost karbonatni prod (Lesjak, Strniša, 1993). Prodne zasipe Ljubljanskega barja je podrobneje opisal Mencej (1988/89). Prodni zasipi so dobro nosilni, zato se na Ljubljanskem barju vsi težji objekti temeljijo s piloti skozi glinasto meljaste barjanske sedimente v prod.

Na osnovi vrtine Zvonarska V-1 ter v korelaciji z geomehanskimi razmerami v bližnji okoli lahko določimo sledečo sestavo tal:

- Na površini se nahaja *umetni nasip* (grušč, glina, gradbeni odpadki)
- Sledi *rjava glina*, meljasta glina in melj, približno do globine 9 m
- Nato sledi *siva lahkognetna glina* do globine 23,5 m
- *Rjav prod, pesek, melj in glina* (skrajni rob prodnega vodonosnika Ljubljanskega barja)
- Kamninsko podlago gradijo skrilavci in peščenjaki permokarbonske starosti.

5. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

5.1 Površinske vode

Obravnavana lokacija je oddaljena 200 m od reke Ljubljanice.

5.2 Podzemne vode

5.2.1 Vodno telo podzemne vode

Obravnavana lokacija pripada vodnemu telesu podzemne vode Savska kotlina in Ljubljansko Barje (SIVTPODV1001).

5.2.2 Vodonosniki

Lokacija se nahaja na meji med *neprepustno kamninsko podlago* Ljubljanskega barja in Ljubljanskega polja, ki izdanja okrog 130 m severovzhodno na površju v Grajskem hribu, *barjanskimi in jezerskimi sedimenti*, ki prekrivajo udorino Ljubljanskega barja in *prodnim vodonosnikom* Ljubljanskega barja, ki je bil navrtan 360 m južno pri mostu čez Ljubljanico. Prodni zasipi so dobro vodoprepustni in vsebujejo veliko

količino kakovostne podzemne vode, ki je zavarovana z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US). Prodni vodonosnik sega vse do obravnavane lokacije, vendar je tukaj že tenak in močno zaglinjen.

5.2.3 *Nivo podzemne vode in gradient podzemne vode*

V prodnem vodonosniku, ki je pokrit z neprepustnimi glinami, je podzemna voda pod subarteškim pritiskom. Na območju obravnavanega objekta je piezometrična gladina podzemne vode prodnega vodonosnika 3 do 4 m pod površjem terena.

V barjanskih in jezerskih sedimentih (gina, melj, pesek) se nahaja podtalnica v posameznih plasteh melja in peska. Piezometrična gladina te 'viseče' podtalnice je prav tako 3 do 4 m pod sedanjim površjem terena. Njen nivo določata erozijska baza, ki jo predstavlja gladina reke Ljubljanice ter zelo nizka prepustnost glinasto meljastih slojev.

5.2.4 *Koeficient prepustnosti in učinkovita poroznost*

Koeficient prepustnosti barjanskih in jezerskih sedimentov je nizek, med 1×10^{-7} in 1×10^{-9} m/s. Prav tako je glinasto meljastih sedimentih nizka tudi učinkovita poroznost.

5.2.5 *Smer in hitrost podzemne vode*

Smer toka podzemne vode na območju Prul ni dobro poznana. V prodnem vodonosniku se podzemna voda pretaka s smerjo Ljubljanice proti severu skozi Ljubljanska vrata v Ljubljansko polje. Podtalnica v barjanskih in jezerskih sedimentih se najverjetneje steka proti zahodu do severozahodu v reko Ljubljanico. Hitrost podzemne vode ($v = k \times i$) je pri ocenjenem gradientu ($i = 0,01$) zelo nizka ($v = 10^{-9}$ m/s).

5.2.6 *Transmisivnost*

Transmisivnost vodonosnega sloja v barjanskih sedimentih je nizka. Pri povprečnem koeficientu prepustnosti 1×10^{-8} m/s in debelino zasičene cone $d = 20$ m je transmisivnost $T = K \times d = 2 \times 10^{-7}$ m²/s.

5.3 **Ocena količinskega stanja podzemne vode**

Oceno količinskega stanja podzemne vode na obravnavanem območju smo naredili na podlagi naslednjih vhodnih podatkov

Q.....Pretok podzemne vode skozi vodonosnik (m³/s)

k.....Koeficient prepustnosti = 1×10^{-8} m/s

i.....Gradienta piezometrične gladine = 0,01

A..... Presek vodonosnika = 4000 m²

Pretok vode skozi pod obravnavanim območjem skozi barjanske sedimente znaša po Darcyjevi enačbi:

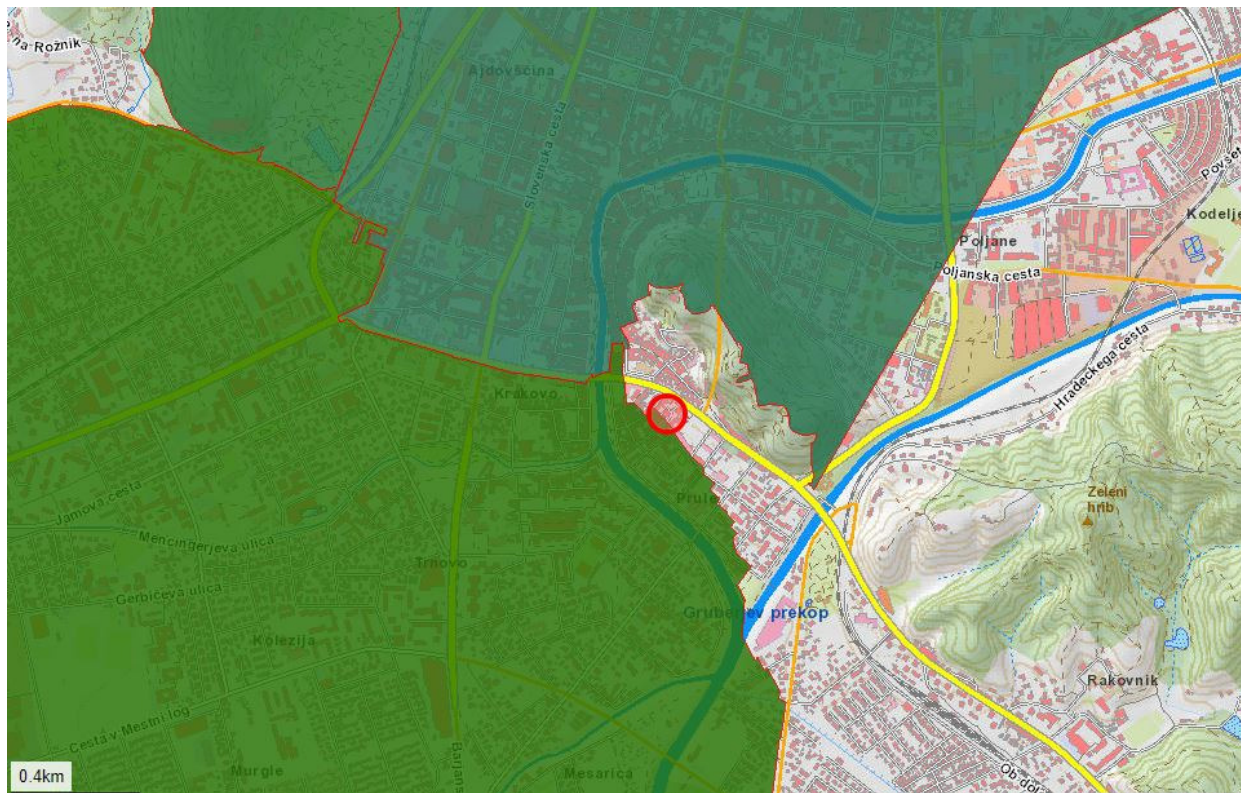
$Q = k \times i \times A = 4 \times 10^{-6}$ m³/s (0,004 l/s). Izračunani pretok je nizek, kar je v skladu z razmerami drugod na barju, kjer so barjanska tla zamočvirjena zaradi nizkega gradienta in nizke prepustnosti.

5.3.1 *Vodovarstveno območje*

Obravnavana lokacija (objekta A1 in A2) ni vključena v vodovarstveno območje Ljubljanskega barja in Ljubljanskega polja, ki vključuje samo del Vožarskega pota in sicer 3. Vodovarstveno območje po Uredbi

o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US).

Uredba varuje podzemno vodo globljega prodnega vodonosnika, zato je meja 3. Vodovarstvenega območja postavljena v liniji pričakovane meje le-tega.



Slika 6: Vodovarstveno območje - širše območje (Atlas okolja)



Slika 7: Vodovarstveno območje - ožja lokacija (zeleno = 3. vodovarstveno območje)

6. UTEMELJITVE USTREZNOSTI IZBRANE MOŽNOSTI ZA IZVEDBO POSEGA

Osnutek OPPN, ki smo ga predstavili v poglavju 2, upošteva urbanistične, prostorske in naravne danosti obravnavane lokacije. Upoštevane so geološko geomehanske razmere (nosilnost temeljnih tal, način in globina temeljenja, vpliv na sosednje objekte) in hidrogeološki pogoji (gladina podzemen vode, vpliv na podzemno vodo, vplivi podzemne vode na objekt).

7. OPREDELITEV UKREPOV ZA DOSEGANJE OKOLJSKIH CILJEV

Obravnavana lokacija ne leži na vodovarstvenem območju, z izjemo dostopne poti. Za doseganje okoljskih ciljev, vezanih na podzemne vode, so predvideni naslednji ukrepi:

- gradnja pod nivojem terena globlje od 2,50 m dopustna le, če se z geološko-geomehanskim elaboratom dokaže, da taka gradnja ne bo imela negativnih vplivov na geološko-geomehanske razmere za sosednja območja in objekte. Na podlagi geomehanske raziskave je potrebno izdelati načrt izkopa in zaščite gradbene jame. Z izvedbo gradbene jame se ne sme znižati gladine talne vode v tleh v okolici obravnavanega objekta
- V obstoječih stavbah O1 in O2 se ohranja večstanovanjska namembnost. V stavbi A je do 70 % BTP nad terenom dopustno nameniti stanovanjem, ostale površine pa morajo biti namenjene programom iz nabora dejavnosti za namensko rabo CU
- V stolpih A1 in A2 so v etaži pod terenom dopustni še:
 - 12420 Garažne stavbe: samo garaže in kolesarnice;
 - shrambe za potrebe stanovanj, tehnični prostori in spremljajoči prostori za potrebe osnovne dejavnosti objekta.
- objekte in naprave je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Ne glede na prejšnji stavek je dovoljeno z gradnjo posegati v območje vodonosnika, če pretok podzemne vode in s tem transmisivnost v vodonosniku pod območjem gradnje nista zmanjšana za več kot 10 %. *Kot je pokazala vrtina Zvonarska V-1/24 se prodni vodonosnik, ki ga varuje Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja, nahaja na globini 23,5 m. Višje so odložene neprepustne gline. Glinaste plasti z visečo talno vodo niso vodonosnik, kot ga definira Zakon o vodah (7. člen: Vodonosnik je plast ali več plasti kamenin ali drugih geoloških plasti pod površjem tal in dovolj velike poroznosti in prepustnosti, ki omogočata znatnejši tok podzemne vode ali odvzem znatnejših količin podzemne vode). Z gradnjo do globine 23,5 m bosta izpolnjena pogoja, da je treba graditi na srednjo gladino podzemne vode in da se transmisivnost vodonosnika ne sme zmanjšati za več kot 10%*
- neposredno odvajanje neočiščene odpadne vode v podzemne vode ni dopustno in tudi ne bo možno, saj je podzemna voda pod arteškim pritiskom
- iz istega razloga in zaradi neprepustnosti glinastih slojev ravno tako ni možno posredno odvajanje padavinske odpadne vode v podzemne vode.
- uporaba gradbenega materiala, iz katerega se lahko izločajo snovi, škodljive za vodo, ni dovoljena
- izvedba kletnih etaž in vseh utrjenih vozniških površin mora biti vodotesna, brez iztoka v podtalje ali kanalizacijo.
- Padavinsko odpadno vodo s streh in utrjenih površin ob stavbah se odvaja v javno kanalizacijo ob pogoju, da se celotni padavinski odtok pri kritičnem nalivu zadrži. Padavinske vode z utrjenih povoznih površin je treba odvajati v javno kanalizacijo prek lovilcev olj.
- z gradnjo pod gladino podzemne vode ali viseče podzemne vode je dovoljeno le začasno znižanje piezometrične gladine, pod pogojem, da je mogoče zagotoviti obnovo gladine podzemne vode na izhodiščno stanje v času, v katerem zaradi znižanja ne more priti do negativnih vplivov na sosednja območja in objekte, *Glede na geološko geomehanske razmere in*

bližino sosednjih, plitvo temeljenih objektov, znižanje gladine podzemne vode ali viseče podzemne vode ni dovoljeno

- *raba podzemne vode za potrebe obravnavanega objekta ni dovoljena.*

8. OCENA VPLIVOV NA STANJE PODZEMNIH VODA

8.1 Izhodišča za oceno vpliva

Pri oceni vplivov na stanje podzemnih voda moramo upoštevati, da:

- je pričakovana gladina talne vode visoka, na globini od 3 do 4 m
- je koeficient prepustnosti barjanskih in jezerskih sedimentov zelo nizek, med 1×10^{-7} in 1×10^{-9} m/s
- je transmisivnost vodonosnega sloja zelo nizka, $T = 2 \times 10^{-7}$ m²/s.
- gradient in hitrost podzemne vode sta zelo nizka ($v = 10^{-9}$ m/s)

Zgornji podatki kažejo, da podzemna voda v barjanskih sedimentih praktično stoji na mestu. V primeru razlitja onesnaževala, ga je mogoče, tudi če bi v glinastih tleh dosegel talno vodo, v realnem času v celoti odstraniti.

V neposredni bližini ni podatkov o kakovosti podzemne vode v barjansko jezerskih sedimentih.

8.2 Ocena vpliva na podzemno vodo

Med gradnjo, v primeru gradnje kleti, bo poseg segel pod gladino talne vode v barjanskih sedimentih. V prodni vodonosnik, ki je zavarovan z Uredbo o vodovarstvenem območju za Ljubljansko barje, se ne bo posegalo. Gradnja objekta ne bo vplivala na:

- Transmisivnost vodonosnika, ki je zavarovan z Uredbo o vodovarstvenem območju
- Pretok podzemne vode v vodonosniku, ki je zavarovan z Uredbo o vodovarstvenem območju
- Kakovost podzemne vode v vodonosniku, ki je zavarovan z Uredbo o vodovarstvenem območju

Na podlagi rezultatov geomehanske raziskave in načrta izvedbe in zaščite gradbene jame mora biti objekt grajen tako, da med gradnjo in po njej ne bo prihajalo do znižanja gladine podzemne vode prodnega vodonosnika ali viseče podzemne vode.

Po izgradnji, ko bo objekt priključen na javno kanalizacijsko omrežje, ne bo vplivov na kakovost podzemne vode.

V primeru razlitja pogonskih goriv na lokaciji gradnje vpliva na podzemno vodo in vodne vire ne bo. Morebiti razlito onesnaženje bo ostalo na lokaciji gradbene jame in ga je mogoče v realnem času v celoti odstraniti.

Na podlagi zapisanega smatramo, da gre pri izvedbi obravnavanega OPPN za izredno majhne pričakovane vplive, ki jih je težko številčno ovrednotiti in imajo zanemarljiv vpliv na kakovost podzemne vode.

Vpliv na stanje podzemne vode smo skladno s 4. točko, 2. člena Uredbe o vsebini poročila o vplivih nameravanega posega na okolje in načinu njegove priprave uvrstili v:

- razred B ali 4: vpliv je nebiten,

9. OPREDELITEV OMILITVENIH UKREPOV

Vpliv načrtovanega posega na podzemne vode je ob upoštevanju omilitvenih in zaščitnih ukrepov *sprejemljiv*. Ne glede na sprejemljivost predvidenega OPPN predlagamo, da se v času gradnje in uporabe izvedejo naslednji omilitveni ukrepi:

- Gradnja mora biti načrtovana na podlagi geološko geomehanske in hidrogeološke raziskave na sami lokaciji ter načrta izvedbe in zaščite gradbene jame
- Z gradbenimi deli ni dovoljeno znižati gladine podzemne vode prodnega vodonosnika in viseče podzemne vode. Tehnično rešitev (npr. AB diafragma, jet grouting tesnjenje dna) se določi v fazi projektiranja objektov v načrtu izvedbe in zaščite gradbene jame
- Glede na zelo slabo prepustna do neprepustna tla, ponikanje ni izvedljivo
- parkirišče za delovne stroje in naprave za izvajanje gradbenih del mora biti izvedeno izven območja izkopa na utrjeni neprepustni površini, kjer se lahko zadrži celotna količina pretakanega goriva za oskrbo delovnih strojev,
- prostor za pretakanje naj bo tak, da ni možen odtok nevarne snovi v tla ali v kanalizacijo ob morebitnem razlitju niti v primeru naliva,
- pripravljen mora biti postopek in navodilo ukrepanja v primeru razlitja nevarne snovi v tla, kjer mora biti napisano tudi, da je poleg pogodbene organizacije za odstranjevanje odpadkov v takih primerih treba takoj obvestiti tudi upravljavca vodnega vira in okoljsko inšpekcijsko službo.
- priložena dokumentacija mora vsebovati natančna navodila za vzdrževanje in nadzor nad delovanjem in stanjem lovilcev olj, peskolovov, koalescenčnih filtrov ali drugih naprav za odvodnjo,
- lovilci olj za meteorne vode morajo biti taki, da jih je možno zapreti v primeru razlitja in s tem preprečiti odtok onesnaženja v kanalizacijo,
- za ravnanje v primerih razlitja nevarne snovi med obratovanjem morajo biti izdelana posebna navodila.
- V primeru kakršnegakoli onesnaženja je potrebno nevarna dela prekiniti in z vsemi ukrepi preprečiti škodljive posledice za okolje ter privzeti vse ukrepe za odpravo sprememb v okolju. V primeru onesnaženja je potrebno obvestiti pristojne organe.

10. OPREDELITVE NAČINA SPREMLJANJA IN NADZORA NAD VPLIVI NA STANJE VODA (MONITORING) TER DRUGIH SEGMENTOV, KI SO SPECIFIČNI ZA PODZEMNE VODE

Glede na načrtovan poseg in oceno njegovega vpliva na podzemno vodo smatramo, da monitoring za spremljanje stanja podzemne vode ni potreben.

Med gradbeni deli je obvezen geodetski monitoring stanja površja in objektov v okolici.

11. LITERATURA IN VIRI

1. Premru U., 1983a: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
2. Premru U., 1983b: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. Tolmač za list Ljubljana. Zv. geol. zavod Beograd.
3. Fašalek, M. 2007: Geološko geomehansko poročilo za potrebe izgradnje in načrtovanje objekta DZC na Karlovski cesti v Ljubljani. Gradbeni institut ZRMK, Dn 2002220/2007.
4. Geološki zavod Slovenije, 2021: Obravnava talnih vod pri načrtovanju posegov in gradnje v podzemnih etažah na območju MOL.

5. Lesjak I., Strniša G. 1993: Temeljenje mostu čez reko Ljubljanico na Prulah. Razprave prvega posvetovanja slovenskih geotehnikov, Bled 93, Bled, 22. in 23. septembra 1993. - str. 67-74. <https://www.sloged.si/wp-content/uploads/2014/08/3-2.pdf>
6. Mencej Z., 1988/89: Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija 31, 517-553 (1988/89). Ljubljana.
7. Mlakar, I., 1986: Prispevek k poznavanju geološke zgradbe Posavskih gub in njihovega južnega obrobja. Geologija 28-29, 157-182 (1985/86), Ljubljana.
8. Osnutek Odloka o OPPN 299 Vožarski pot del.
9. Neuradno prečiščeno besedilo Odloka o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del
10. Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Uradni list RS, št. 43/15, 181/21, 60/22 in 35/23 – odl. US)