

# **Hidrogeološko poročilo za OPPN Smodinovec**

**Končno poročilo**

Ljubljana, maj 2020



<b>Naročnik:</b>	<b>LUZ, d. d., Verovškova ulica 64, SI-1000 Ljubljana</b>
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana
Soizvajalec / Podizvajalec:	
Št. pogodbe / naročilnice / e-naročila:	
Dinamika plačil:	
Datum izdaje ponudbe:	
Evidenčna številka:	
Število izvodov:	
<b>Naloga/Projekt:</b>	
<b>Podnaloga/Delovni paket:</b>	
<b>Naslov poročila:</b>	<b>Hidrogeološko poročilo za OPPN Smodinovec</b>
Datum izdelave:	
Avtorji:	Janja Svetina, mag. inž. geol. mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol.
Tehnična podpora:	
Nosilec naloge:	mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol.
Vodja organizacijske enote:	dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.
Ključne besede:	
Datum:	Ljubljana, maj 2020



**VSEBINA**

<b>UVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>1. PROJEKTNI PODATKI</b> .....	<b>6</b>
1.1. Sedanje stanje in raba prostora .....	6
1.2. Načrtovano stanje .....	6
1.2.1. Predložena dokumentacija in projektni načrti .....	6
1.2.2. Opis predvidenega posega .....	7
1.2.3. Kapacitete na območju .....	8
1.2.4. Ureditev kanalizacijskega omrežja .....	8
1.2.5. Pogoji urejanja prostora in občinski prostorski načrt .....	9
1.2.6. Projektni pogoji / pogoji za drug poseg v prostor, ki lahko vpliva na vodni režim ali stanje voda .....	10
<b>2. OPIS NARAVNIH DANOSTI</b> .....	<b>11</b>
2.1. Geološke razmere .....	11
2.2. Hidrogeološke razmere .....	13
2.3. Hidrološke razmere .....	14
<b>3. OPREDELITEV EROZIJSKE OGROŽENOSTI ZEMLJIŠČ</b> .....	<b>18</b>
<b>4. OPREDELITEV PONIKALNIH SPOSOBNOSTI TAL</b> .....	<b>21</b>
<b>5. SKLEPI IN PREDLOGI</b> .....	<b>24</b>
<b>6. LITERATURA/VIRI</b> .....	<b>26</b>
<b>7. PRILOGE</b> .....	<b>27</b>

**KAZALO SLIK**

Slika 1. Ortofoto posnetek z oznako območja OPPN. (Slika: Solomun in sod., 2019). ....	6
Slika 2. Območje OPPN s prostorskimi enotami (PE1 in C1) ter gradbenimi parcelami (GP1, GP2, GP3, CP1 in CP2). ....	7
Slika 3. Čistilna naprava Smodinovec. Slika desno: iztok prečiščene odpadne vode iz ČN v Glinščico....	9
Slika 4. Geološke razmere (Vir: OGK, List Kranj). ....	12
Slika 5. Interpretirana karta gladine podzemne vode vodonosnika med Rožnikom in Polhograjskim hribovjem (Slika: Klasinc in sod., 2019). ....	14
Slika 6. Terenski pregled območja, dne 13. 5. 2020. ....	15
Slika 7. Struga Glinščice, severno od makadamske ceste, ki prečka obvozno cesto v smeri proti Rožniku. ....	16
Slika 8. Reguliran del struge Glinščice, južno od območja OPPN, tik nad dotokom izpusta iz čistilne naprave Smodinovec ter dotokom manjšega desnega potoka iz zahodne smeri. ....	17
Slika 9. Zahodni pritok in sotočje z Glinščico. ....	17
Slika 10. Opozorilna karta erozije (NUV1); Vir: Atlas Okolja. ....	18

Slika 11. Opozorilna karta erozije; Vir: Urbinfo.....	19
Slika 12. Varstvo pred poplavami: Razredi poplavne nevarnosti. Vir: Urbinfo. ....	20

## UVOD

Na območju funkcionalne enote Dravlje, med Avtocestno vzdrževalno bazo Ljubljana in zahodno obvozno cesto, ob Mladinski ulici in cesti na Grič, je predvidena gradnja stavbe za logistično dejavnost s spremljajočim programom in gradnja poslovne stavbe s poslovnim programom ter ureditev zunanjih manipulativnih, parkirnih in zelenih površin. Območje zajema enoto urejanja prostora DR-743 in del EUR RD-440.

Zemljišča, ki so predmet obravnave posežejo na vodna in priobalna zemljišča. Po razpoložljivi karti razredov poplavne nevarnosti je del območja v dosegu poplav pretežno v razredu preostale (Pp) poplavne nevarnosti. Na območju poseganja so evidentirani površinski odvodniki. Lokacija je v neposredni bližini vodovarstvenega območja in v bližini območja, ki je glede na opozorilno karto erozije erozijsko ogroženo.

Iz tega sledi, da je na podlagi 85. člena Zakona o vodah, potrebno kot strokovno podlago ob načrtovanju OPPN izdelati hidrogeološko poročilo, ki bo definiralo dejansko erozijsko ogroženost in ogroženost zemljišč zaradi plazenja ob načrtovanih posegih. Iz poročila mora biti razvidno in upoštevano eventualno ponikanje meteornih in drugih voda ter spremembe zaradi spreminjanja morfologije zemljišč in krčenja gozdnih sestojev.

Hidrogeološko poročilo za OPPN Smodinovec smo izdelali na podlagi konkretnih smernic s področja upravljanja z vodami za pripravo Občinskega podrobnega načrta 465 Smodinovec (Rogelj in sod., 2019).

## 1. PROJEKTNI PODATKI

### 1.1. Sedanje stanje in raba prostora

Urejanje prostora je predvideno na območju funkcionalne enote Dravlje, med Avtocestno vzdrževalno bazo Ljubljana in zahodno obvozno cesto. Območje OPPN (Slika 1) obsega neobdelane kmetijske površine in začasno parkirišče ob Mladinski ulici.

Na zahodni strani območje OPPN sega do Mladinske ulice, na severni strani meji na kmetijske površine, na vzhodni strani sega do območja načrtovane nove ceste, za katero je predviden OPPN 183 Pod Kamno Gorico – Grič AC priključek Brdo, na južni strani pa do načrtovanega križišča med cesto Grič in Mladinsko ulico (Solomun in sod., 2019).

Območje OPPN obsega zemljišča in dele zemljišč s parc. št.: 865/24, 865/25, 869/1, 869/5, 869/6, vse k.o. Glince ter 871/3, 871/4, 871/5, 871/11, 872/1, 872/2, 883/16 in 1501/3, vse k.o. Grič.



Slika 1. Ortofoto posnetek z oznako območja OPPN. (Slika: Solomun in sod., 2019).

### 1.2. Načrtovano stanje

#### 1.2.1. Predložena dokumentacija in projektni načrti

- 1) Rogelj, D., Cezar, T., 2019. Konkretna smernice s področja upravljanja z vodami za pripravo Občinskega podrobnega prostorskega načrta 465 Smodinovec. Št.: 35022-8/2019-3. Ljubljana: Direkcija Republike Slovenije za vode, Ministrstvo za okolje in prostor.
- 2) Solomun, J., Klemenčič, J., Milovanovič, K., Vodopivec, R., Fatur, M., Kmet, L., 2019. Izhodišča za pripravo občinskega podrobnega prostorskega načrta 465: Smodinovec/ pobuda investitorja

in usmeritve iz OPM MOL ID. Ljubljana: LUZ d.d., za naročnika/investitorja: BLDG7 d.o.o., Litostrojska cesta 52, 1000 Ljubljana.

### 1.2.2. Opis predvidenega posega

Območje OPPN sestoji iz dveh prostorskih enot (PE1 in C1) ter petih gradbenih parcel (GP1, GP2, GP3, CP1 in CP2) (Solomun, 2019, Slika 2). V nadaljevanju so navedene površine posameznih prostorskih enot in gradbenih parcel, ter predvideni posegi.

#### Prostorska enota PE1 (27.785 m<sup>2</sup>):

- gradbena parcela GP1 (24.198 m<sup>2</sup>): namenjena gradnji stavbe A s programom logističnih dejavnosti s spremljajočim programom
- gradbena parcela GP2 (2.963 m<sup>2</sup>): namenjena gradnji stavbe B s programom poslovnih dejavnosti in ureditev parkirišč
- gradbena parcela GP3 (624 m<sup>2</sup>): namenjena gradnji parkirišč z objektom nadstrešnice

#### Prostorska enota C1 (1.424 m<sup>2</sup>)

- gradbena parcela CP1 (840 m<sup>2</sup>): namenjena novim prometnim ureditvam na Mladinski ulici
- gradbena parcela CP2 (584 m<sup>2</sup>): namenjena novim prometnim ureditvam in rezervatu za priključek na načrtovano cesto Pod Kamno gorico – Grič AC priključek Brdo



Slika 2. Območje OPPN s prostorskimi enotami (PE1 in C1) ter gradbenimi parcelami (GP1, GP2, GP3, CP1 in CP2).

Območje se prometno navezuje preko novega cestnega priključka na cesto Grič na južni strani območja OPPN, zahodno od obravnavanega območja pa je predvidena širitev Mladinske ulice (Slika 2). Dostop do stavbe A, stavbe B in parkirišča podjetja Prigo d.o.o. je preko skupnega priključka na cesto Grič na južni strani OPPN.

### 1.2.3. Kapacitete na območju

*Naslednji podatki so povzeti po Solomun in sod., 2019.*

Celotno območje OPPN meri cca. 29.210 m<sup>2</sup> in obsega območje EUP DR-743, za katero je v OPN MOL ID določena izdelava OPPN 465, del prometnih ureditev sega tudi v območje EUP RD-440. Površina znotraj območja EUP DR-743 meri 28.948 m<sup>2</sup>, v EUP RD-440 pa 262 m<sup>2</sup>.

V prostorski enoti PE1 je načrtovanih 20.970 m<sup>2</sup> BTP (bruto tlorisnih površin). BTP nadzemnega dela stavb po posameznih gradbenih parcelah so enake:

- GP1 (BTP): 16.090 m<sup>2</sup>
- GP2 (BTP): 4.710 m<sup>2</sup>
- GP3 (BTP): 170 m<sup>2</sup>

V prostorski enoti PE1 je načrtovanih 4.571 m<sup>2</sup> zelenih površin, to je 16 % delež. Delež zelenih površin (FZP) po posameznih gradbenih parcelah je enak:

- GP1 (FZP): 16 %
- GP2 (FZP): 22 %
- GP3 (FZP): 26 %

Faktor zazidanosti prostorske enote PE1 je enak FZ = 0,53. Faktor zazidanosti po posameznih gradbenih parcelah je enak:

- GP1 (FZ): 0,56
- GP2 (FZ): 0,39
- GP3 (FZ): 0,27

Faktor izrabe prostorske enote PE1 je enak FI = 0,75. Faktor izrabe po posameznih gradbenih parcelah je enak:

- GP1 (FI): 0,66
- GP2 (FI): 1,59
- GP3 (FI): 0,26

### 1.2.4. Ureditev kanalizacijskega omrežja

#### Komunalna odpadna voda

Na obravnavanem območju javno kanalizacijsko omrežje za komunalno odpadno vodo še ni zgrajeno v celoti. Odvod komunalnih odpadnih voda iz obstoječih objektov v poslovno-gospodarski coni poteka po kanalu vzdolž ulice Grič na čistilno napravo (ČN) Smodinovec s kapaciteto 70 PE. Iztok iz čistilne naprave je speljan v Glinščico, in sicer okoli 300 m južno od spodnjega roba območja OPPN. Količina prečiščene odpadne vode v zadnjih 10 letih je bila med 12.600 in 15.000 m<sup>3</sup>/leto<sup>1</sup> (v povprečju < 0,5 l/s).

<sup>1</sup> [http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje\\_voda/vsebine/podatki-1](http://okolje.arso.gov.si/onesnazevanje_voda/vsebine/podatki-1)



*Slika 3. Čistilna naprava Smodinovec. Slika desno: iztok prečiščene odpadne vode iz ČN v Glinščico.*

Obstoječa čistilna naprava ne omogoča priključitve dodatnih količin komunalnih odpadnih voda iz načrtovanih stavb na območju OPPN, zato je predvidena dograditev kanalizacijskega omrežja za komunalno odpadno vodo po Idejni rešitvi (JP VOKA, 2009). Na mestu sedanje čistilne naprave Smodinovec je predvidena izgradnja javnega črpališča s tlačnim vodom in navezavo na obstoječe javno kanalizacijsko omrežje za komunalno odpadno vodo pri objektu Cesta na Bokalce 52.

Do izgradnje javne kanalizacije za komunalno odpadno vodo s črpališčem se komunalne odpadne vode iz območja OPPN začasno čisti na MKČN z izpustom v pritok potoka Glinščice. MKČN se po izgradnji javne kanalizacije in prevezavi objektov na javno kanalizacijo ukine.

#### Padavinska odpadna voda

Interno kanalizacijsko omrežje za padavinsko odpadno vodo iz obstoječe poslovno-gospodarske cone poteka po ulici Grič in se izteka v pritok potoka Glinščica, kamor je predvideno tudi odvajanje padavinskih odpadnih vod z območja OPPN.

Padavinske odpadne vode iz streh objektov in manipulacijskih površin se odvajajo preko lovilca olj. Lokacije priključevanja padavinskih odpadnih voda v pritok potoka Glinščica se določi v projektu interne kanalizacije na osnovi projekta zunanje ureditve z upoštevanjem pogojev upravljavca potoka.

#### **1.2.5. Pogoji urejanja prostora in občinski prostorski načrt**

Območje se ureja na podlagi določil Odloka o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del Uradni list RS, št. 78/10, 10/11 - DPN, 22/11 - popr., 43/11 - ZKZ-C, 53/12 - obv. razl., 9/13, 23/13 - popr., 72/13 - DPN, 71/14 - popr., 92/14 - DPN, 17/15 - DPN, 50/15 - DPN, 88/15 - DPN, 95/15, 38/16 - avtentična razlaga, 63/16, 12/17 - popr., 12/18 - DPN in 42/18; v nadaljnjem besedilu: OPN MOL ID.

Pri pripravi Občinskega podrobnega prostorskega načrta 465 Smodinovec (v nadaljevanju: OPPN), za katerega je župan sprejel sklep o pripravi OPPN št. 3505-35/2018 z dne 6.11.2019 (v nadaljevanju: Sklep) in izhodišča za pripravo OPPN, ki jih je izdelala družba LUZ d.d., Verovškova 64, Ljubljana, (v nadaljevanju: Izhodišča za pripravo OPPN), je treba upoštevati Splošne smernice s področja upravljanja z vodami ter konkretne smernice in usmeritve, pripravljene s strani Direkcije Republike Slovenije za vode (v nadaljevanju: DRSV).

Obravnavano območje obsega enoto urejanja prostora (v nadaljevanju EUP) DR-743, za katero je po določilih OPN MOL ID treba izdelati OPPN, in še del enote urejanja prostora RD-440. Po podrobnejši namenski rabi prostora sta obe EUP namenjeni Gospodarskim conam (IG). Zelenih površin mora biti najmanj 15 %, zazidanih površin pa največ do 60 %.

V območju OPPN je znotraj EUP DR-743 dopustna ureditev objektov tipa F – objekt velikega merila in tehnološka stavba, pri čemer višina objektov ne sme presegati višine 20 m, razen če je to potrebno zaradi tehnološkega procesa. Ne glede na določen tip objekta, se za nestanovanjske stavbe dopušča tudi gradnja objektov tipa C.

#### **1.2.6. Projektni pogoji / pogoji za drug poseg v prostor, ki lahko vpliva na vodni režim ali stanje voda**

Pri pripravi OPPN 465 Smodinovec je treba upoštevati Splošne smernice s področja upravljanja z vodami ter konkretne smernice oz. usmeritve, pripravljene s strani DRSV (Rogelj in sod., 2019).

V 3. točki konkretnih smernic je navedeno, da je potrebno za odtok padavinskih voda iz utrjenih površin in površin s spremembo rabe prioriteto predvideti ponikanje, pri čemer morajo biti ponikovalnice izven vpliva povoznih in manipulativnih površin. Če ponikanje ni možno, je slednje treba računsko dokazati, padavinske vode pa speljati v vodotok (direktno ali indirektno preko sistema meteorne kanalizacije širšega območja), pri čemer mora biti število izpustov čim manjše. Ovrednotiti je potrebno vpliv padavinskih voda na pretočno sposobnost vodotokov ter podati rešitve za eliminacijo negativnih vplivov.

V 15. točki konkretnih smernic je določeno, da se mora poleg poplavne nevarnosti površinskih vod preveriti tudi možnost poplavljanja podzemne vode.

V 20. točki konkretnih smernic je navedeno, da se območje urejanja po opozorilni karti nahaja v bližini erozijskega in plazljivega območja, zato je potrebno na podlagi 85. člena Zakona o vodah, kot strokovno podlago ob načrtovanju OPPN izdelati hidrogeološko poročilo, ki bo definiralo dejansko erozijsko ogroženost in ogroženost zemljišč zaradi plazenja ob načrtovanih posegih. Iz poročila mora biti razvidno in upoštevano eventualno ponikanje meteornih in drugih voda ter spremembe zaradi spreminjanja morfologije zemljišč in krčenja gozdnih sestojev.

Za preprečevanje nastanka erozije in plazenja zemljine v času gradnje in uporabe objekta morajo biti načrtovani ukrepi v skladu s 87. in 88. členom ZV-1 in sicer na način, ki zmanjšuje možnosti nastajanja erozije, oblikovanja hudournikov ter plazenja na čim manjšo možno mero.

V II. točki konkretnih smernic je navedeno, da območje OPPN posega na hidrografsko mrežo, s čimer se bodo spremenile odtočne razmere površinskega odtoka. Poleg vplivov na stanje površinskih voda je potrebno predvideti in proučiti tudi vpliv na tok podzemne vode, ki je na območju plitko pod površjem.

## 2. OPIS NARAVNIH DANOSTI

### 2.1. Geološke razmere

#### Strukturna zgradba

Območje OPPN leži na prehodu med Ljubljanskim barjem in poljem, ki predstavlja veliko tektonsko udorino nastalo v enoti Zunanjih Dinaridov (Placer, 2008), in sicer s pogrezanjem ob številnih prelomih, ki se prečno in vzdolžno križajo. Pogrezanje Barja ni bilo povsod enakomerno. V kvartarju, v času od spodnjega in srednjega pleistocena, pred približno 800.000 leti, do holocena se je udorina intenzivno zapolnjevala z različnimi rečnimi in jezerskimi sedimenti pleistocenske in holocenske starosti, katerih debelina v nekaterih delih presega 100 m (Pavšič, 2008).

#### Litologija

Iz profilov obstoječih sondažnih izkopov in plitvih vrtin v radiju 500 m okoli obravnavanega območja je razvidno, da se v vrhnjih plasteh izmenjujejo plasti kvartarnih jezerskih in barskih sedimentov ter deluvija, ki prekrivajo Savski prod Ljubljanskega vodonosnika.

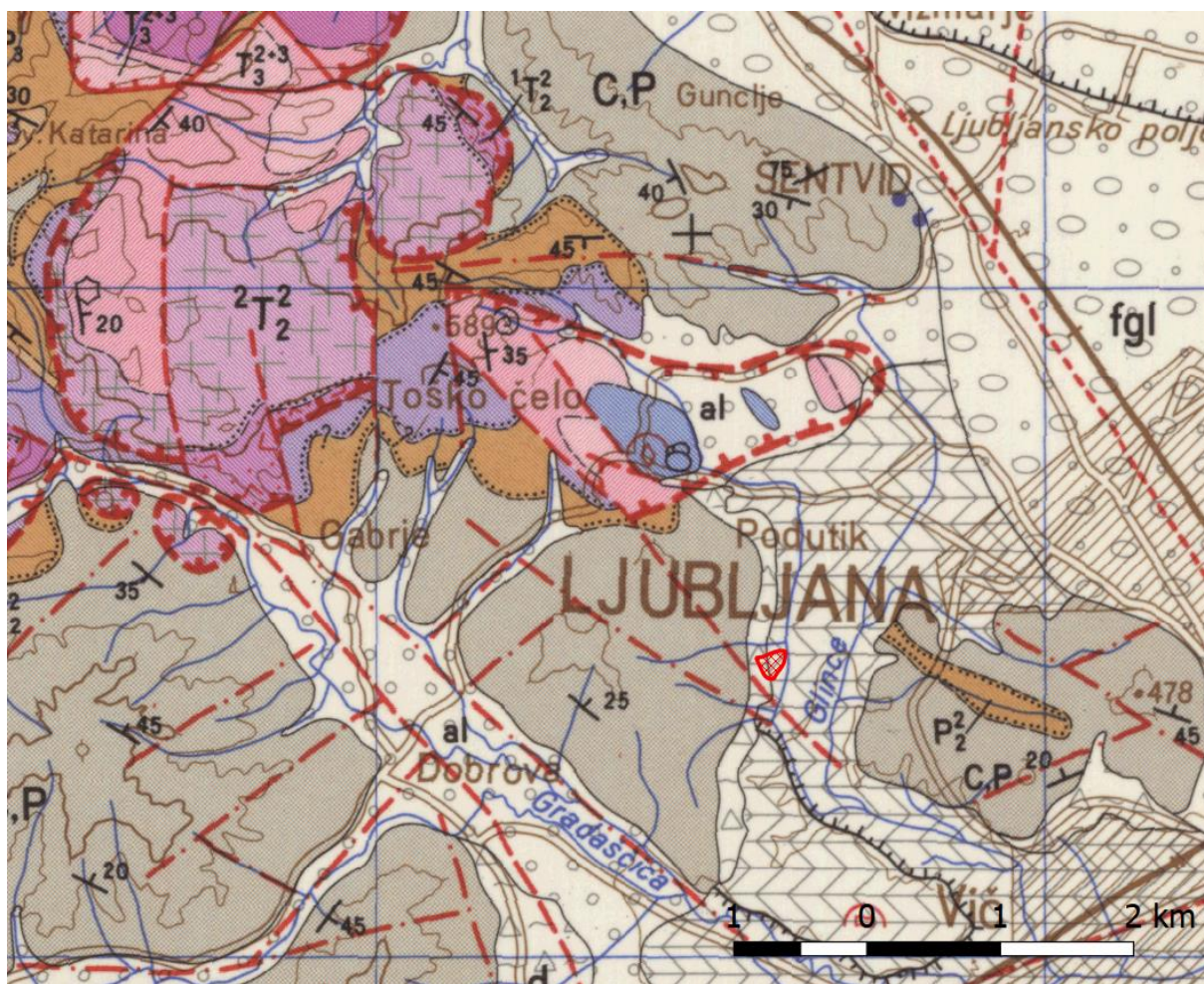
Na površju in do globine okoli 0,4 m se pojavlja humus, razen na območjih, kjer je prisoten umetni nasip s kamnitim materialom, mešanico proda in opeke ter glinasto peščenim meljem do globine okoli 2 m.

Sledi menjavanje plasti puste in organske gline s plastmi slabo granuliranega peska z večjo količino finih zrn. Med njimi je možno pojavljanje do 1 m debelih, boljše prepustnih plasti in leč peskov z visečo podzemno vodo. Ta se lahko pojavlja v več nivojih (Žibret in sod., 2019).

Delež proda z globino praviloma narašča. Do globine okoli 17 m je peščen prod lahko močno zaglinjen, zato so glede na podatke ostalih vrtin na približnih globinah od 11 do 15 m pod površjem možni pojavi viseče podzemne vode (Klasinc in sod., 2019).

Nasičena cona večinoma meljasto peščenih prodov se pojavi na globini okoli 22 m (Klasinc in sod., 2019). Peščeno prodne plasti so vse do podlage lahko mestoma bolj zameljene in zaglinjene. Slabo prepustno podlago vodonosnika tvori temnosiv skrilav glinavec, ki se pojavi na globini okoli 63 m (Klasinc in sod., 2019).

Zahodno in vzhodno od obravnavanega območja se nahajajo manjše vzpetine, kjer se podlaga vodonosnika dvigne, na površju pa izdanjajo najstarejši skladi kamnin na območju Ljubljane, to so glinast skrilavec, alevrolit, peščenjak in konglomerat permokarbonske starosti. Na permokarbonskih kamninah ležijo konkordatno in diskordatno grödenske plasti srednjeperske starosti. V plasteh se menjavajo pretežno rdeči in zelenkasto beli kremenovi peščenjaki in konglomerati ter posamezne plasti skrilavih glinavcev in sljudnatih meljevcev (Rakovec, 1932, 1955; Premru, 1983). Te plasti predstavljajo večje tveganje za razvoj erozijskega in plazljivega območja, zato so za gradnje tu predvideni zahtevni zaščitni ukrepi.



Slika 4. Geološke razmere (Vir: OGK, List Kranj).

Neposredno pod območjem OPPN do globine 7 m pričakujemo naslednjo sestavo tal:

Globina od površja Od [m]	Globina od površja Do [m]	Pričakovana sestava vrhnjih plasti na območju OPPN	AC Klasifikacija Simbol
0	0,4	Humus	
0,4	1,2	Glinasti melj do pusta glina	MI-CI
1,2	2	Slabo granuliran pesek z večjo količino finih zrn in bolj prepustne plasti enakomerno granuliranega peska	SF <sub>c</sub> /SU
2	3	Pusta do mastna glina, možni vložki peska in melja	CI-CH
3	4,5	Glinasti melj do pusta glina, možni vložki peska in proda	MI-CI
4,5	7	Organska in pusta glina do organski melj	OI-CI/OL
7	9	Glinast melj do meljast pesek	MI-SM
9	63	Meljasto peščen do slabo granuliran prod	GM/GP

Pričakovana sestava tal temelji na podatkih iz obstoječih vrtin. Lokalni pogoji se hitro spreminjajo, zato so meje med posameznimi plastmi lokalno spremenljive, zgornji opis je poenostavljen in predstavlja konceptualni model sestave vrhnjih plasti.

## 2.2. Hidrogeološke razmere

Po površinskih kartah NUV se obravnavana lokacija nahaja na meji med vodonosnima sistemoma Ljubljansko Barje in Polhov Gradec – Tosc – Osojnik. Iz podatkov bližnjih vrtin (Klasinc, 2019) vemo, da se v globini nahaja vodonosnik, ki je hidravlično verjetno najbolj povezan z vodonosnikom Ljubljanskega barja. Območje OPPN leži izven, vendar tik ob obstoječem vodovarstvenem območju (VVO III).

Kota površja je okoli 303 m n.m. in se na območju OPPN v smeri od zahoda proti vzhodu spusti za približno 2 m, tj. iz 304 m na 302 m.

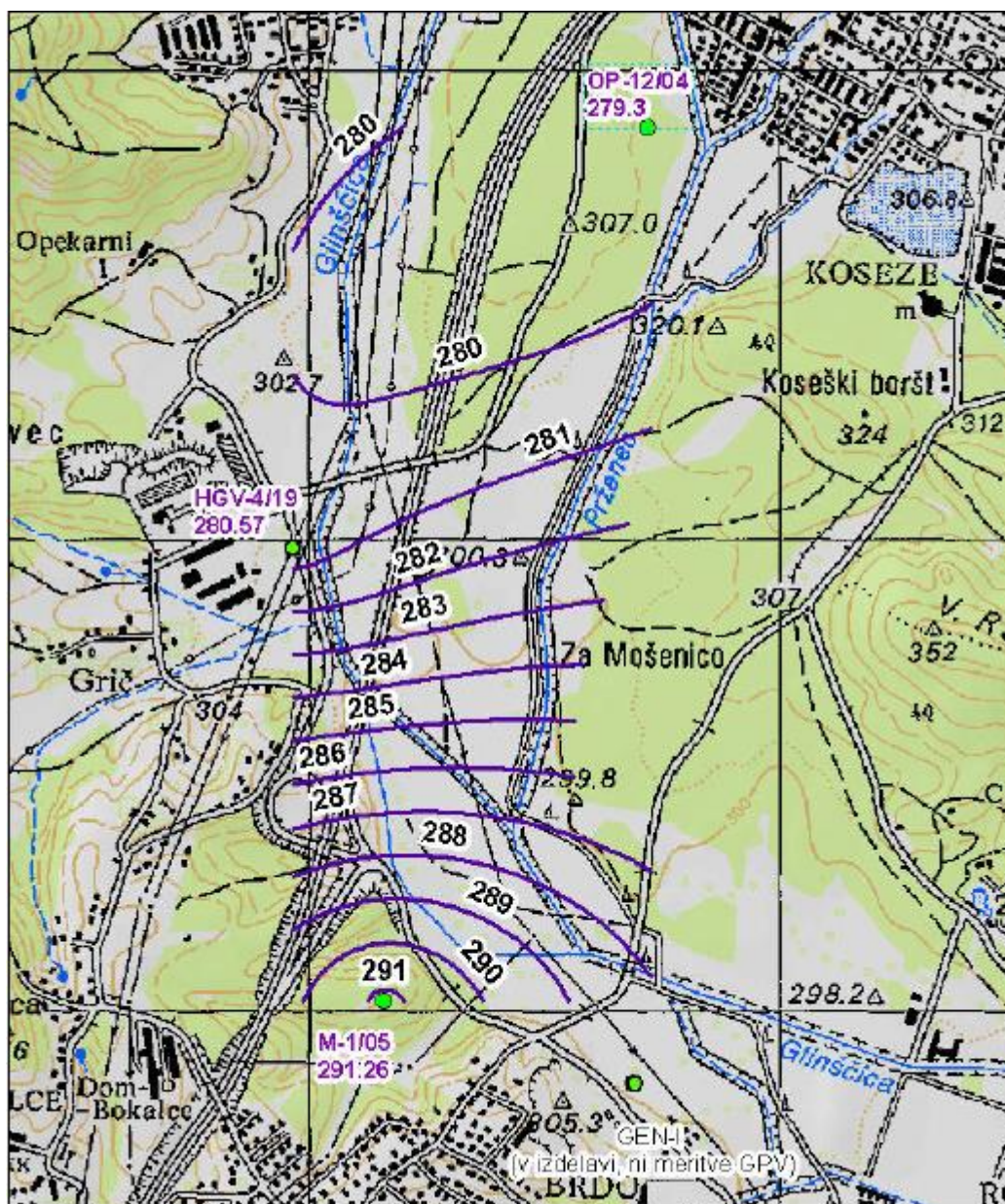
Iz interpoliranega sloja podlage Ljubljanskega vodonosnika (Janža in sod., 2017) je razvidno, da se na obravnavanem območju podlaga nahaja na koti med 294 m in 278 m, pogloblja se v smeri proti vzhodu. To bi pomenilo, da se podlaga nahaja že na globini med 9 in 25 m pod koto površja, kar pa ne sovпада s podatki iz vrtin po Klasincu (2019). V interpoliranem sloju je kot podlaga najverjetneje privzet že prvi relativno debel sloj slabše prepustnih sedimentov, v tem primeru gre za glinaste plasti, ki so v vrhnjih plasteh zelo pogoste in prekrivajo prodne plasti Ljubljanskega barja. Slabo prepustno podlago tega vodonosnika pa tvori temnosiv skrilav glinavec, ki se pojavi šele na globini okoli 63 m (Klasinc in sod., 2019).

Neposredno pod površjem obravnavanega območja se plasti puste in organske gline izmenjujejo s slabo granulirano peščeno glinasto do meljasto zemljino s posameznimi prodniki. Med njimi je možno pojavljanje do 1 m debelih, boljše prepustnih plasti in leč peskov in gruščev z visečo podzemno vodo, ki se lahko pojavlja v več zaporednih nivojih (Žibret in sod., 2019), ob intenzivnih nalivih in poplavah pa se lahko dvigne skoraj do površja, oz. na 0,5 m pod površje (Klasinc in sod., 2019). Količine viseče podzemne vode so majhne. Kljub temu ocenjujemo, da je zaradi otežkočenega komuniciranja s prepustnejšimi spodaj ležečimi plastmi in zaradi verjetno stalnih podzemnih dotokov iz zahodnega zaledja, viseča podzemna voda stalno prisotna, glineni medsloji pa pretežno razmočeni (Žibret in sod., 2019).

Delež proda z globino praviloma narašča. Spodnja nasičena cona podzemne vode v meljasto peščenih prodih se nahaja na globini okoli 22 m (Klasinc in sod., 2019). Gladina podzemne vode je v polzaprtem vodonosniku odvisna od podzemnih dotokov. Predvideva se, da se prodni vodonosnik nikoli ne napolni v celoti (Žibret in sod., 2019).

V okviru raziskav na vrtini HGV-4/19 se je v letu 2019 izvedel tudi črpalni poizkus. Rezultati analitičnih izračunov so pokazali, da je povprečen koeficient prepustnosti prodnega vodonosnika enak  $1,3 \cdot 10^{-5}$  m/s (Klasinc in sod., 2019).

Smer toka podzemne vode na območju OPPN še ni poznana z veliko gotovostjo, a po predvidevanjih Klasinca poteka v smeri proti severu s hidravličnim gradientom  $i = 0,00134$  (1,34 ‰) (Klasinc in sod., 2019, Slika 5). Viseča podzemna voda se bodisi izceja navpično proti spodnjemu vodonosniku ali pa teče vzdolž gradienta slabo prepustnih plasti proti potoku Glinščica.

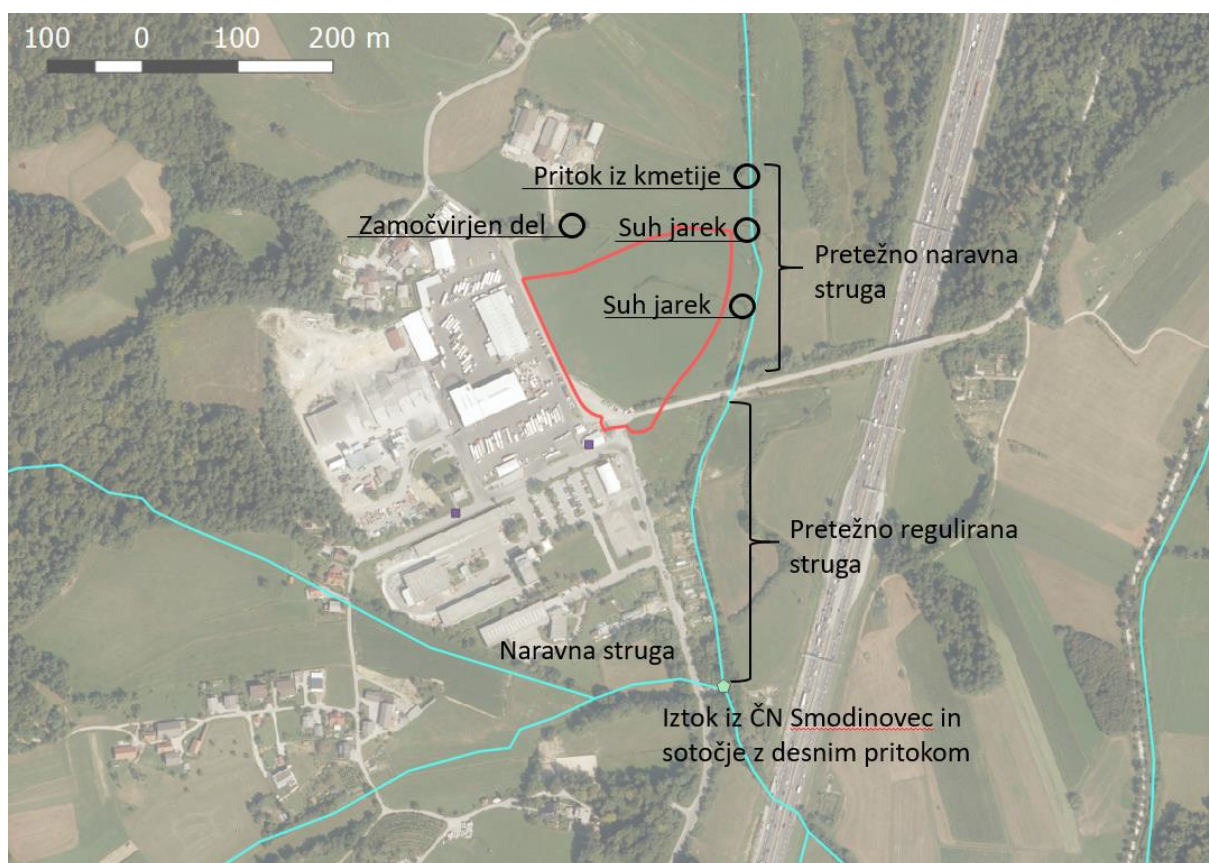


Slika 5. Interpretirana karta gladine podzemne vode vodonosnika med Rožnikom in Polhograjskim hribovjem (Slika: Klasinc in sod., 2019).

### 2.3. Hidrološke razmere

Vzhodno od območja OPPN teče potok Glinščica (Slika 6). Izvira pod severovzhodnimi obronki Toškega Čela nad Podutikom in teče po obronku Ljubljanskega barja. V ljubljanskem mestnem predelu Vič se izliva v Gradaščico, ki se naprej izliva v reko Ljubljanico. Topografska slika porečja je sestavljena iz gričevnatega dela na vzhodu in zahodu ter ravninskega dela, ki se razširi v južnem delu. Relief porečja Glinščice je precej raznolik, od strmih povirnih območij do ravnice (Brilly in sod., 2004).

Na terenskem ogledu obravnavanega območja, dne 13. 5. 2020, smo pregledali obstoječo strugo vodotoka in bližnjih pritokov ter odvodnih jarkov in kanalov iz obstoječe poslovno-gospodarske cone (Slika 6).



Slika 6. Terenski pregled območja, dne 13. 5. 2020.

Obravnavano območje predstavlja ravninski del porečja Glinščice, ki je slabo prepusten. Struga potoka severno od makadamske ceste, ki prečka obvozno cesto v smeri proti Rožniku, je vzdolž območja OPPN naravna in brez vidnih znakov bočne ali globinske erozije. V povprečju je široka 1,5 m, razširi se v smeri dolvodno. Brežine sestojijo iz slabo prepustnih sedimentov, to so gline in peščeno glinasta do meljasta zemljina s posameznimi prodniki. Ob desni brežini, v smeri dolvodno vzdolž potoka mestoma ležijo večji kosi kamnin, kar nakazuje, da je bila struga v tem delu morda že delno regulirana (Slika 7, zgoraj levo). Ob levi brežini večjih kosov kamnin ni.

Prečno na vodotok iz zahodnih in vzhodnih zemljišč potekajo jarki, ki so večinoma suhi, lokalno so prisotna manjša območja stoječe vode v jarkih, kjer so tla lahko zamočvirjena. V času terenskega ogleda je voda v vodotok pritekala le iz območja kmetije, gorvodno od območja OPPN (Slika 7, zgoraj desno). Do te točke je struga deloma očiščena, severno od tega pritoka pa je zaraščena in praktično nedostopna (Slika 7, levo spodaj). Struga vzdolž območja OPPN se občasno očisti, saj na obeh brežinah leži večja količina vejevja in rastlinja (Slika 7, desno spodaj).



*Slika 7. Struga Glinščice, severno od makadamske ceste, ki prečka obvozno cesto v smeri proti Rožniku.*

Južno od makadamske ceste, ki prečka obvozno cesto v smeri proti Rožniku, se struga nekoliko razširi in poglobi. Brežine so tu regulirane z večjimi kosi kamnine (Slika 8). Območje prikazano na Slika 8 se nahaja tik nad dotokom prečiščene odpadne vode iz čistilne naprave Smodinovec (Slika 3).

Preverili smo še zahodni pritok v potok Glinščica, tik pod izpustom iz čistilne naprave Smodinovec. Struga zahodnega pritoka je naravna in ne kaže znakov bočne ali globinske erozije (Slika 9).

Brilly in sodel. (2004) ocenjujejo, da je na celotnem porečju Glinščice delež urbanih površin 38 %, oziroma 6,6 km<sup>2</sup>. Groba ocena povprečnega koeficienta odtoka s prispevnega območja Glinščice, izračunana iz povprečne letne količine padavin (1.376 mm) ter povprečnega letnega pretoka Glinščice (0,383 m<sup>3</sup>/s), znaša 0,58, kar je pokazatelj intenzivnega odtoka padavinskih voda v strugo Glinščice (Brilly in sod., 2004).



*Slika 8. Reguliran del struge Glinščice, južno od območja OPPN, tik nad dotokom izpusta iz čistilne naprave Smodinovec ter dotokom manjšega desnega potoka iz zahodne smeri.*



*Slika 9. Zahodni pritok in sotočje z Glinščico.*

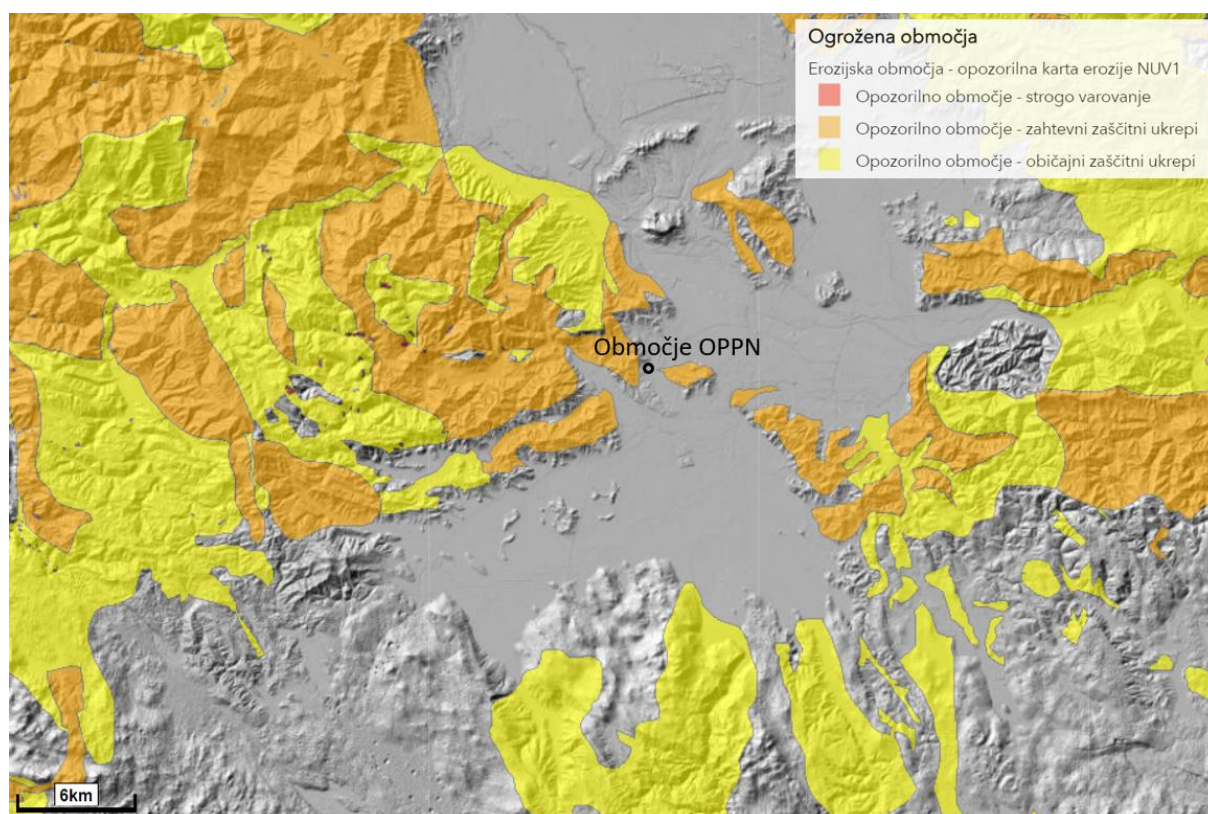
### 3. OPREDELITEV EROZIJSKE OGROŽENOSTI ZEMLJIŠČ

Erozijska ogroženost zemljišč je opredeljena na podlagi karte ogroženih območij (NUV1), in sicer na osnovi opozorilne karte erozije (GeoZS, SAZU)<sup>2</sup>. Sloj je bil izdelan v merilu 1:250.000, zato ni primeren za prikaz območij v manjšem merilu.

Iz slike (Slika 10) je razvidno, da je erozijska ogroženost pogojena z reliefom oz. večjimi nakloni pobočja, izredno pomembni sta tudi litološka sestava tal in prisotnost strukturnih con.

Z vidika litološke sestave tal so za erozijo najbolj dovzetni permokarbonski skladi skrilavega glinavca, alevrolita, peščenjaka in konglomerata, lahko tudi grödenske plasti srednjepermske starosti. Na teh območjih so predvideni zahtevni zaščitni ukrepi.

Na območjih, kjer izdanjajo triasni apnenci in dolomiti je pojavov erozije praviloma manj, saj gre v splošnem za erozijsko bolj odporni kamnini. Na teh območjih so predvideni običajni zaščitni ukrepi.



Slika 10. Opozorilna karta erozije (NUV1); Vir: Atlas Okolja.

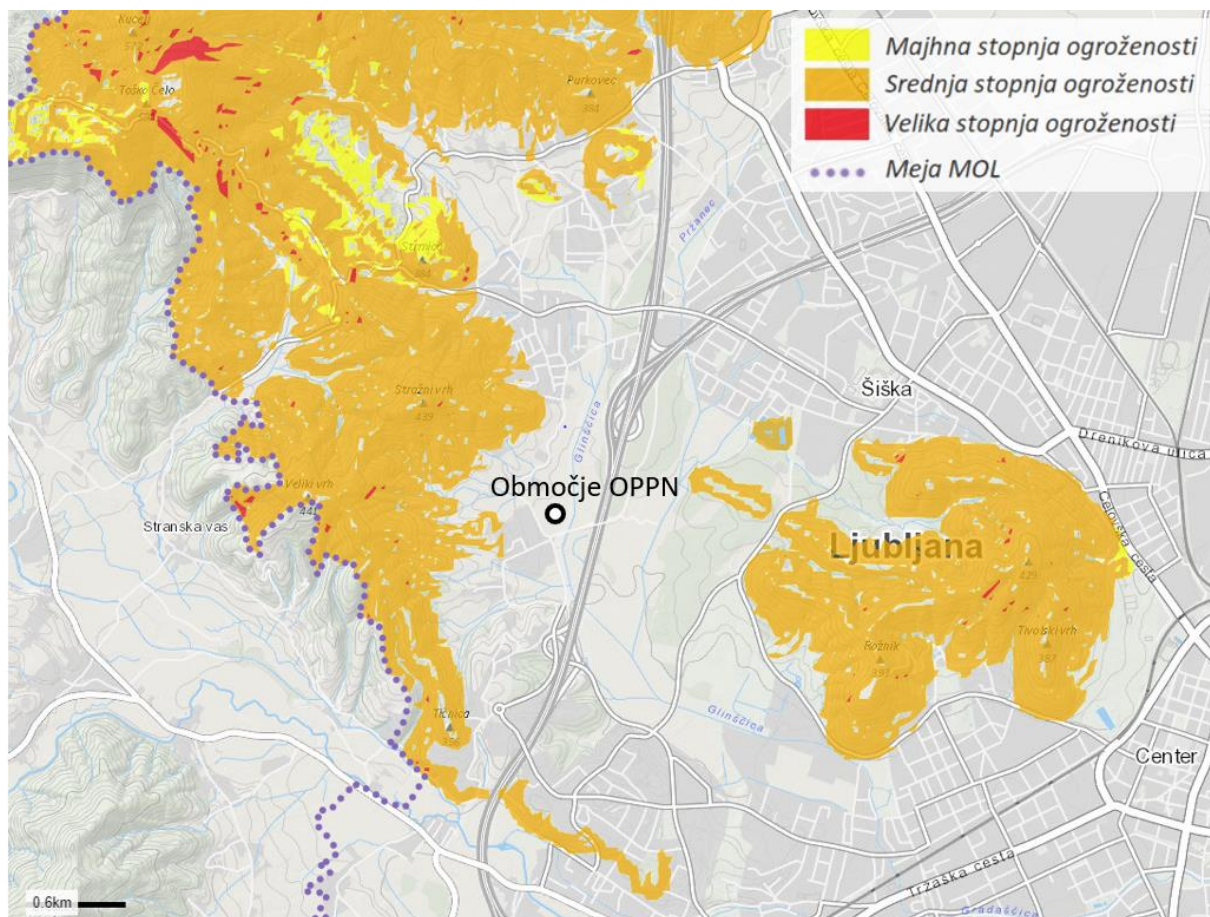
Območje OPPN glede na opozorilno karto erozije ne leži na erozijsko ogroženem območju, umeščen je namreč na raven teren, na obrobje vodonosnika Ljubljanskega barja, kjer prevladujejo kvartarni sedimenti. Leži pa v bližini dveh območij, ki glede na opozorilno karto erozije predvidevata zahtevne zaščitne ukrepe.

Gre za okoli 200 m oddaljeni robni in skrajno vzhodni del pobočja grebena Utik med Velikim vrhom (441 m) in Tičnico (355 m), ki predstavlja vzhodni del Polhograjskega hribovja, ter na zahodni strani

<sup>2</sup> <https://gisportal.gov.si/portal/home/item.html?id=a2066e9d5b18493ca1b405f27789b12a>

OPPN okoli 750 m oddaljeni robni in skrajno zahodni del pobočja Rožnika. Podrobnejši prikaz območja v MOL je viden na Slika 11.

Glede na oddaljenost in relativno nizke naklone robnih pobočij omenjenih območij zaključujemo, da zemljišča niso neposredno ogrožena zaradi erozije in plazenja ob načrtovanih posegih.



Slika 11. Opozorilna karta erozije; Vir: Urbinfo.

Možne erozijske procese na obravnavanem območju bi lahko zasledili le v strugah vodotokov in v obstoječih jarkih in kanalih za odvodnjo padavinskih vod. V strugah vodotokov je vrsto in jakost, oz. razvitost erozijskih procesov mogoče prepoznati po vidnih znakih:

- Bočnega erodiranja struge, to je odnašanja materiala z brežin.

Posledica delovanja bočne erozije so lahko večje ali manjše zajede v brežinah, v konkavah razširjeni odseki struge, lahko tudi spodkopano ali podrto drevje in grmovje.

- Globinskega erodiranja struge, oz. hudourniške grape.

Posledica delovanja vertikalne erozije so lahko grape »V« oblike ter spodkopavanje brežin, ki lahko povzroča sproščanje usadov in plazenje pobočij nad strugo.

- Erodiranja na gorvodnih odsekih struge.

Posledica erodiranja na gorvodnih odsekih struge so območja odlaganja plavin na dolvodnih odsekih. Tipična je prisotnost sipin in prodišč v razširitvah ter nakopičenih mešanih plavin v ožinah.

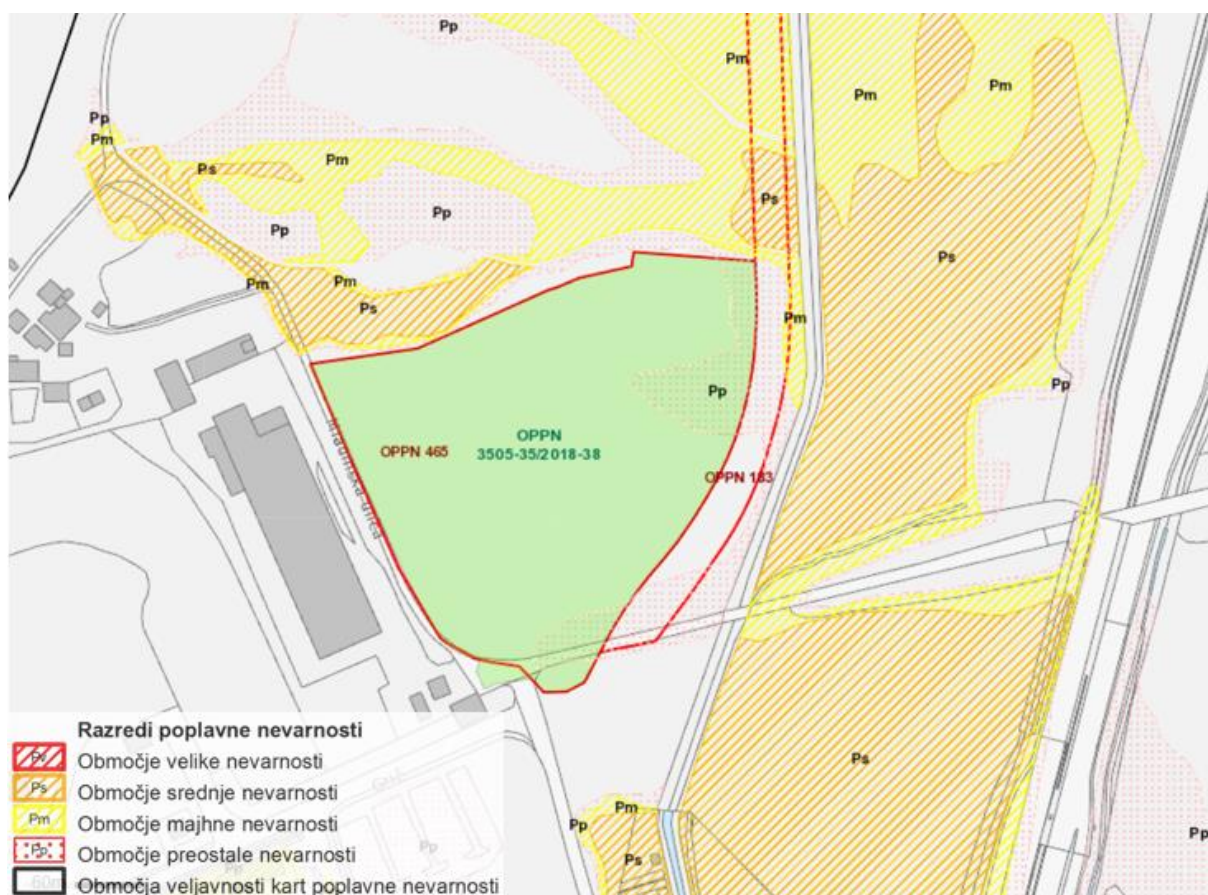
Ob terenskem ogledu obravnavanega območja, dne 13. 5. 2020, nismo ugotovili znakov erozijskih procesov v strugah vodotokov in v obstoječih jarkih in kanalih za odvodnjo padavinskih vod. Pri projektiranju naj se upoštevajo običajni standardni zaščitni ukrepi.

### **Spremembe zaradi spreminjanja morfologije zemljišč**

Večino obstoječega obravnavanega območja OPPN predstavljajo zelene površine oz. travniki. Načrtovana je ohranitev 16 % zelenih površin v prostorski enoti PE1 (Solomun in sod., 2019).

Zmanjšanje zelenih površin v splošnem pomeni zmanjšanje površine, na kateri lahko padavinska voda prosto ponika. Ponikalne sposobnosti tal na obravnavanem območju sicer ocenjujemo za slabe, vendar lahko glinaste vrhnje plasti na večjih odprtih zelenih površinah kljub temu zadržujejo pomembne količine padavinskih vod, ki bodo v primeru večjega deleža zazidanih površin prek odvodnih kanalov in jaškov direktno odvajane v vodotok. Odvodnjavanje dodatnih padavinskih vod v Glinščico lahko dodatno obremeni poplavno ogrožena območja.

Območje OPPN se nahaja v širšem poplavno ogroženem območju Glinščice, manjši vzhodni del območja je klasificiran v razredu preostale poplavne nevarnosti (Pp) (Slika 12). Pri projektiranju je potrebno predvideti omilitvene ukrepe za zadrževanje hipnih odtokov in zagotavljanje poplavne varnosti območja, da se prepreči potencialen, s poplavami pogojen razvoj erozije terena.



Slika 12. Varstvo pred poplavami: Razredi poplavne nevarnosti. Vir: Urbinfo.

#### 4. OPREDELITEV PONIKALNIH SPOSOBNOSTI TAL

V 3. točki konkretnih smernic (Rogelj in sod., 2019) je navedeno, da je potrebno za odtok padavinskih voda iz utrjenih površin in površin s spremembo rabe prioriteto predvideti ponikanje vode.

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) (v nadaljevanju Uredba) določa, da je padavinsko odpadno vodo, razen padavinske odpadne vode iz streh objektov, prepovedano neposredno odvajati v podzemne vode.

Za posredno odvajanje odpadne padavinske vode v podzemno vodo pa velja, da se lahko na ta način odvaja le na območjih, kjer ni vodotokov, pod pogojem, da za območje ne veljajo druge prepovedi in se zagotovi mejne vrednosti emisij po ustreznih predpisih.

Ker mimo obravnavanega območja teče potok Glinščica, posredno odvajanje padavinskih odpadnih vod v podzemno vodo ne pride v poštev. Lahko pa v podzemno vodo ponikamo padavinske odpadne vode s streh objektov, bodisi posredno ali neposredno. V nadaljevanju podajamo izračune ponikalnih sposobnosti možnih izvedb ponikalnih vodnjakov, skice so v Prilogi 1 (PRILOGE).

Na obravnavanem območju imamo v vrhnjih plasteh tal opravlja s slabo prepustnimi plastmi glin, ki se menjavajo s slabo granulirano peščeno glinasto do meljasto zemljino s posameznimi prodniki. Med posameznimi plastmi je možno pojavljanje do 1 m debelih, boljše prepustnih plasti in leč peskov, za katere je značilno pojavljanje viseče podzemne vode. Ta se običajno pojavlja v več nivojih in se ob intenzivnih nalivih in poplavih lahko dvigne skoraj do površja oz. do okoli 0,5 m pod površje.

Ponikanje odpadne padavinske vode iz streh objektov v krovne plasti tal je izredno težavno zaradi slabe prepustnosti. V primeru pojavljanja viseče podzemne vode v več nivojih, slednjih med seboj ne smemo povezati, kar še dodatno omeji možno dolžino filtrskega odseka. Obenem bi morali vodo v te plasti ponikati pod tlakom. V nadaljevanju kljub temu podajamo izračun, kolikšno največjo količino vode bi lahko ponikali v te plasti. V izračunih predpostavimo, da je koeficient prepustnosti vrhnjih plasti enak  $K = 1 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ .

Zmogljivost vodnjaka za zaprti vodonosnik po kriteriju hitrosti vode iz vodonosnika ali v vodonosnik smo ocenili na podlagi enačbe po Sichardt-u:

$$q_c = \frac{2\pi \cdot r_w \cdot M \cdot \sqrt{K}}{15}$$

Kjer je:

- $q_c$ ... zmogljivost vodnjaka [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
- $r_w$ ... polmer vrtine [ $\text{m}$ ]
- $M$ ... debelina vodonosnika [ $\text{m}$ ]\*
- $K$ ... prepustnost vodonosnika [ $\text{m/s}$ ]

*\*V izračunih smo namesto debeline vodonosnika privzeli predvideno dolžino filtrskega odseka. V vseh primerih je predpostavljeno, da se znotraj dolžine filtrskega odseka pojavi le 1 nivo viseče podzemne vode. Več nivojev viseče podzemne vode med seboj ne smemo povezati.*

Oznaka	Enota	Primer 1	Primer 2	Primer 3
$\pi$	/	3,14	3,14	3,14
$r_w$	m	<b>0,375</b>	<b>0,375</b>	<b>0,5</b>
M	m	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
K	m/s	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
$q_c$	m <sup>3</sup> /s	$2,48 \cdot 10^{-4}$	$3,48 \cdot 10^{-4}$	$5,96 \cdot 10^{-4}$
$q_c$	l/s	<b>0,25</b>	<b>0,35</b>	<b>0,60</b>

Iz izračunov sledi, da bi bila ponikalna sposobnost vodnjaka s polmerom  $r_w = 0,375$  m in filtrskim odsekom dolgim 5 m v vrhnjih plasteh tal izredno majhna, to je do 0,25 l/s. Daljši filtrski odsek realno težko predvidimo, saj se viseča podzemna voda na teh globinah najbolj verjetno pojavlja v več nivojih.

Na podlagi popisov obstoječih vrtin sklepamo, da se od približne globine 10 m naprej delež voda v vodonosnih plasteh povečuje, vendar pa gre za nehomogene in slabo granulirane plasti peska, prod, melja in gline, pri čemer se deleži posameznih frakcij v plasteh z globino zelo hitro spreminjajo.

Če se odločimo, da bi odpadno padavinsko vodo s streh objektov ponikali v spodaj ležeči vodonosnik z zvezno gladino podzemne vode, ki se nahaja na globini okoli 22 m (Klasinc in sod., 2019), bi bila potrebna izvedba bistveno globlje vrtine. Izračune smo izvedli za scenarij, kjer je med dnem ponikovalne vrtine in najvišjo gladino podzemne vode najmanj 1 m neomočenega sloja vodonosnika, ter za scenarij, kjer vrtina sega skoraj do podlage vodonosnika in bi vodo ponikali neposredno v podzemno vodo.

V prvem scenariju predvidimo, da se zvezna gladina podzemne vode v času visokih vod lahko dvigne za 2 m, to pomeni na globino 20 m. Pod pogojem, da je dno ponikovalnice vsaj 1 m nad najvišjim nivojem podzemne vode, bi to pomenilo, da bi bila vrtina globoka do 19 m. Filtrski odsek bi torej segal od globine, kjer se prenehajo zvezne plasti gline, oz. vsaj 1 m pod to mejo, do globine 19 m.

Ker nimamo točnega podatka o sestavi tal neposredno pod obravnavanim območjem naredimo izračun za 3 situacije, in sicer:

- Zvezna plast gline se preneha na globini 6 m → filtrski odsek je dolg 12 m (globina 7-19 m)
- Zvezna plast gline se preneha na globini 8 m → filtrski odsek je dolg 10 m (globina 9-19 m)
- Zvezna plast gline se preneha na globini 10 m → filtrski odsek je dolg 8 m (globina 11-19 m)

V izračunih smo s pomočjo enačbe po Sichardt-u preverili, kolikšna je največja količina vode, ki bi jo lahko ponikali ob upoštevanju predpostavljenih hidrogeoloških parametrov.

*\*V izračunih smo namesto debeline vodonosnika privzeli predvideno dolžino filtrskega odseka. Pri tem je pri izvedbi treba upoštevati, da med seboj ne smemo povezati več nivojev podzemne vode, če se ti pojavijo.*

Oznaka	Enota	Primer 1	Primer 2	Primer 3
$\pi$	/	3,14	3,14	3,14
$r_w$	m	<b>0,375</b>	<b>0,375</b>	<b>0,5</b>
M	m	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
K	m/s	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
$q_c$	m <sup>3</sup> /s	$4,53 \cdot 10^{-3}$	$5,66 \cdot 10^{-3}$	$9,06 \cdot 10^{-3}$
$q_c$	l/s	<b>4,53</b>	<b>5,66</b>	<b>9,06</b>

Iz izračunov sledi, da bi bila ponikalna sposobnost vodnjaka s polmerom  $r_w = 0,5$  m in filtrskim odsekom dolgim 12 m že bistveno boljša, to je do 9 l/s.

V drugem scenariju smo izračunali, kolikšno količino odpadne padavinske vode iz streh objektov lahko ponikamo neposredno v podzemno vodo, če bi vrtino izvrtali do podlage, ki je predvidoma na globini okoli 60 m, filtrski odsek v bolj prepustnih sedimentih pa bi bil dolg 50 m.

Oznaka	Enota	Primer 1	Primer 2	Primer 3
$\pi$	/	3,14	3,14	3,14
$r_w$	m	<b>0,107</b>	<b>0,375</b>	<b>0,5</b>
M	m	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>
K	m/s	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,3 \cdot 10^{-5}$
$q_c$	m <sup>3</sup> /s	$8,08 \cdot 10^{-3}$	$2,83 \cdot 10^{-2}$	$3,77 \cdot 10^{-2}$
$q_c$	l/s	<b>8,08</b>	<b>28,30</b>	<b>37,74</b>

Iz izračunov sledi, da bi bila ponikalna sposobnost vodnjaka s polmerom  $r_w = 0,375$  m in filtrskim odsekom dolgim 50 m enaka 28,3 l/s.

#### **Ocena količine padavinskih odpadnih vod ob nalivih**

Oceno količine odpadne padavinske vode v času nalivov smo ocenili s pomočjo javno dostopnega priročnika (ARSO), ki določa povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi<sup>3</sup>. V poročilu najdemo podatek, da je količina padavin ob trajanju naliva 15 min in povratni dobi 2 leti na postaji Ljubljana Kleče enaka 173 l/s/ha (ocenjeno za obdobje 1979 – 1989).

Če predpostavimo, da je skupna tlorisna površina stavb okoli  $A = 13.000$  m<sup>2</sup>, in količina odpadne padavinske vode v času naliva 225 l/s, je ponikalna sposobnost relativno zelo majhna. Iz tega sledi, da je treba računati na odvodnjo večine padavinskih vod v površinsko vodo.

#### **Obnavljanje podzemne vode**

V prostorski enoti PE1 je predvidena ohranitev 16 % zelenih površin, torej območje z infiltracijo prispeva manj kot 25 % obnavljanja podzemne vode, ki je priporočen kriterij na ožjih vodovarstvenih območjih. Kljub temu, da obravnavano območje ne leži v VVO, je zaradi slabe prepustnosti tal smiselno infiltracijo nadomeščati drugje, npr. s ponikanjem odpadnih padavinskih vod s strešnih površin, in sicer vsaj v količini, ki ustreza 9 % površine PE1 (cca. 2.500 m<sup>2</sup>).

Za grobo oceno srednje vrednosti infiltracije, ki prispeva k obnavljanju podzemne vode iz padavin na območju Ljubljane, privzamemo 750 mm/leto, ki je navzgor zaokrožena srednja vrednost med 668 (Prestor in sodel., 2002) in 822 mm/leto (Janža in sodel., 2020).

Na podlagi analitičnega izračuna priporočamo, da bi se s strešnih površin v podzemno vodo ponikalo vsaj do 1.875 m<sup>3</sup>/leto vode (2.500 m<sup>2</sup> x 750 mm/leto). Na ta način bi lahko skupaj s 16 % zelenih površin zagotovili do 25 % obnavljanja podzemne vode z infiltracijo.

<sup>3</sup>ARSO, 2009. Spletni vir: [http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by\\_variable/precip-return-periods\\_2008.pdf](http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/precip-return-periods_2008.pdf)

## 5. SKLEPI IN PREDLOGI

### Erozijska ogroženost

Območje OPPN glede na opozorilno karto erozije ne leži na erozijsko ogroženem območju, umeščeno je namreč na raven teren, na obrobje vodonosnika Ljubljanskega barja, kjer se v krovnih plasteh izmenjujejo slabo prepustne plasti kvartarnih jezerskih in barskih sedimentov ter deluvija, ki prekrivajo prodni vodonosnik.

Za erozijo bolj dovzetno je zahodno ležeče in okoli 200 m oddaljeno pobočje grebena Utik med Velikim vrhom (441 m) in Tičnico (355 m), ki predstavlja vzhodni del Polhograjskega hribovja. Na tem območju izdanjajo permokarbonski skladi skrilavega glinavca, peščenjaka in konglomerata, lahko tudi grödenske plasti srednjepermske starosti. Te kamnine so erozijsko manj odporne, zato so predvideni zahtevni zaščitni ukrepi. Glede na oddaljenost in relativno nizke naklone teh robnih pobočij pa zaključujemo, da zemljišča, predvidena za urejanje prostora, niso neposredno ogrožena zaradi erozije in plazenja ob načrtovanih posegih.

Možne erozijske procese na obravnavanem območju bi lahko zasledili le v strugah vodotokov in v obstoječih jarkih in kanalih za odvodnjo padavinskih vod, vendar na terenskem ogledu nismo ugotovili znakov bočne ali globinske erozije v strugah. Pri projektiranju se tako lahko upoštevajo običajni standardni zaščitni ukrepi.

Na območju je potrebno zagotoviti tudi čimvečjo učinkovitost jarkov in kanalov oziroma odvodnje odpadnih padavinskih voda, saj že v današnjem stanju ob večjih padavinah voda lahko zastaja na površinah, pri čemer se lokalno območja lahko zamočvirijo.

Ker se bo z gradnjo objektov zmanjšal delež zelenih površin, na katerih lahko padavinska voda prosto ponika, se bo povečal odtok padavinske odpadne vode v potok Glinščica, s tem pa se lahko dodatno obremeni poplavno ogrožena območja. Pri projektiranju je zato potrebno predvideti omilitvene ukrepe za zadrževanje hipnih odtokov in zagotavljanje poplavne varnosti območja, da se prepreči potencialen, s poplavami pogojen razvoj erozije terena.

### Ponikalne sposobnosti tal

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo prepoveduje neposredno odvajanje odpadnih padavinskih vod v podzemno vodo, z izjemo padavinskih odpadnih vod iz streh objektov. Za posredno odvajanje odpadne padavinske vode v podzemno vodo pa velja, da se lahko na ta način odvaja le na območjih, kjer ni vodotokov. Iz tega sledi, da lahko na območju OPPN ponikamo le padavinsko odpadno vodo iz streh objektov, bodisi posredno ali neposredno.

Pri izvedbi ponikanja je treba zagotoviti, da z izvedbo ponikalnice ne bi prišlo do precejanja viseče podzemne vode v spodnjo zvezno gladino podzemne vode in tudi ne do povezave med različnimi plastmi viseče podzemne vode.

Na podlagi analitičnih izračunov ocenjujemo, da je ponikalna sposobnost vrhnjih plasti do globine 5 m zelo majhna.

Po izvedenih ocenah bi v vrhnje plasti lahko točkovno ponikali največ do 0,25 l/s vode. Ponikanje padavinske vode v vrhnje plasti je tudi vprašljivo, saj bi morali v času deževij ponikano vodo v tla ponikati pod tlakom.

Boljše ponikalne sposobnosti izkazuje spodnji prodni del vodonosnika, pri katerem bi lahko v vodnjaku polmera 0,5 m in z dolžino filtrov do 12 m posredno ponikali do 9 l/s vode. Neposredno v podzemno vodo bi lahko v vodnjaku polmera 0,5 m in z dolžino filtrov do 50 m ponikali do 37,7 l/s vode. Če upoštevamo strožji Sichardtov kriterij vstopnih hitrosti ponikane vode v vodonosnik  $v(k)/30$ , so izračunane količine ponikalne sposobnosti še polovico manjše.

Potencialna ponikalna vrtina bi bila lahko primerna le za ponikanje izredno majhnih količin odpadne padavinske vode iz strešnih površin ob nalivih, zato je pri projektiranju potrebno proučiti upravičenost stroškov vrtanja in izgradnje takšne vrtine. V obdobjih večje količine in predvsem večje intenzivnosti padavin je tudi samo strešno vodo praktično nemogoče točkovno ponikati in je treba zgotoviti odtok v površinsko vodo.

### **Količina ponikanja za ohranjanje obnavljanja podzemne vode**

Zaradi slabih ponikalnih lastnosti tal je izredno pomembno, da se ohrani čim večji delež zelenih površin. Glede na to, da so na območju prisotne vrhnje plasti z dobro zadrževalno sposobnostjo onesnaževala, naj se v čim večji meri izkoristi najbolj učinkovito razpršeno ponikanje preko biološko aktivnih tal.

Na podlagi analitičnega izračuna priporočamo, da bi se s strešnih površin v podzemno vodo ponikalo vsaj do 1.875 m<sup>3</sup>/leto vode (2.500 m<sup>2</sup> x 750 mm/leto = v povprečju 0,06 l/s). Na ta način bi lahko skupaj s 16 % zelenih površin zagotovili do 25 % obnavljanja podzemne vode z infiltracijo, kot je kriterij za ožje vodovarstveno območje. To je sicer nadstandardni kriterij, saj tukaj ne gre takšno vodovarstveno območje. Drugih hidrogeoloških kriterijev ni.

## 6. LITERATURA/VIRI

Brilly, M., Globevnik, L., Štravs, L., Rusjan, S., 2004. Eksperimentalna porečja v Sloveniji. Ljubljana: Univerza v Ljubljani, FG, Katedra za splošno hidrotehniko in Inštitut za vode RS. Spletni vir: Citirano dne 14. 5. 2020: [http://www.cipvlj.si/datoteke/SZGG\\_05\\_Brilly\\_et\\_al.pdf](http://www.cipvlj.si/datoteke/SZGG_05_Brilly_et_al.pdf)

Klasinc, M., Strojani, M., Šram, D., Rajver, D., Janža, M., Koren, K., 2019. Hidrogeološko poročilo o izdelavi raziskovalne vrtine HGV-4/19 in mnenje o možnosti izkoriščanja plitve geotermalne energije na območju gradnje »DARS-Grič«. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije, za naročnika: GI ZRMK, d.o.o.

Janža, M., Lapajne, A., Šram, D., Rajver, D., Novak, M., 2017. Raziskave geoloških in geotermalnih razmer za oceno potenciala plitve geotermalne energije na območju Ljubljane. *Geologija* 60/2, 309–327. Ljubljana.

Janža, M.; Prestor, J.; Pestotnik, S.; Jamnik, B., 2020. Nitrogen Mass Balance and Pressure Impact Model Applied to an Urban Aquifer. *Water* 2020, 12, 1171.

JP VODOVOD KANALIZACIJA d.o.o, 2009. Ureditev oskrbe z vodo in odvajanje odpadne vode na območju Mestne občine Ljubljana. Idejna rešitev, št. proj.: 3189, maj 2009.

PLACER, L. Principles of tectonic subdivision of Slovenia. *Geologija*, 2008, let. 51, št.2, str. 205–217.

PREMRU, U. Osnovna geološka karta SFRJ. 1 : 100 000. Tolmač lista Ljubljana L 33-66. Beograd: Zvezni geološki zavod Jugoslavije, 1983, 75 str.

Prestor, J., Urbanc, J., Janža, M., Peternel-Rikanovič, R., Bizjak, M., Medič, M., Strojani, M., 2002. Preverba in dopolnitev strokovnih podlag za določitev varstvenih pasov vodnih virov centralnega sistema oskrbe s pitno vodo v MOL – Ljubljansko polje. K-II-30d/c-2/874-a, *GeoZS*, 10. 5. 2002.

RAKOVEC, I. H geologiji Ljubljane in njene okolice. *Geografski vestnik*, 1932, let. 8, št. 1, str. 38– 70.

RAKOVEC, I. Zgodovina Ljubljane : Knjiga 1. Ljubljana: Državna založba Slovenije, 1955, 450 str.

Rogelj, D., Cezar, T., 2019. Konkretna smernice s področja upravljanja z vodami za pripravo Občinskega podrobnega prostorskega načrta 465 Smodinovec. Št.: 35022-8/2019-3. Ljubljana: Direkcija Republike Slovenije za vode, Ministrstvo za okolje in prostor.

Solomun, J., Klemenčič, J., Milovanovič, K., Vodopivec, R., Fatur, M., Kmet, L., 2019. Izhodišča za pripravo občinskega podrobnega prostorskega načrta 465: Smodinovec/ pobuda investitorja in usmeritve iz OPM MOL ID. Ljubljana: LUZ d.d., za naročnika/investitorja: BLDG7 d.o.o., Litostrojska cesta 52, 1000 Ljubljana.

Žibret, K., Šabec, A., Klasinc, M., Hoblaj, R., Potrč, A., Kromar, M., Kromar, S., 2019. Geološko geotehnično in hidrogeološko poročilo za potrebe projektiranja in gradnje poslovne stavbe Dars Grič. Faza DGD/PZI. Ljubljana: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o., Center za geotehniko in geologijo.

## 7. PRILOGE

Priloga 1: Pričakovana sestava tal in možne variante ponikovalne vrtine

