

## **HIDROGEOLOŠKO POROČILO O MOŽNOSTI PONIKANJA NA OBMOČJU OPPN EUP ČE023/1 V OBČINI VRANSKO**

**NAROČNIK:** **PETRE NEPREMIČNINE IN PREMIČNINE d.o.o.**  
Čeplje 51  
3305 Vransko

**IZVAJALEC:** **GEOLOŠKE STORITVE, JAKA ŽIBRAT s.p.**  
Sv. Lovrenc 49e  
3312 Prebold

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

**OBDELAL:** Jaka ŽIBRAT, univ.dipl.inž.geol.

**ARH. ŠT.:** hg. Poročilo ponikanje Čeplje I/2023

Januar 2023

Jaka Žibrat s.p.





## KAZALO

<b>1</b>	<b>UVOD.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ZAKONSKE OSNOVE.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>GEOGRAFSKA LOKACIJA.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE .....</b>	<b>4</b>
4.1	Tektonske in litostratigrafske razmere na širšem območju.....	4
4.2	Geološka sestava tal na ožjem območju.....	6
4.3	Podzemna voda.....	7
4.4	Hidrogeološki opis.....	7
4.5	Značilnosti vodonosnikov s Spodnji Savinjski dolini .....	10
4.6	Koeficient prepustnosti in efektivna poroznost ter hitrost podzemne vode .....	12
4.7	Ogroženost podzemne vode zaradi globine objektov ali izkopov.....	13
4.8	Sestava tal na ožjem območju gradnje.....	13
4.9	Klasifikacija kamnin.....	14
<b>5</b>	<b>SEIZMIČNOST TERENA .....</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>MOŽNOST PONIKANJA OZIROMA ODVAJANJA METEORNE VODE .....</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>16</b>



## **HIDROGEOLOŠKO POROČILO O MOŽNOSTI PONIKANJA NA OBMOČJU OPPN EUP ČE023/1 V OBČINI VRANSKO**

### **1 UVOD**

Po naročilu podjetja Petre d.o.o., je bil v januarju 2023 opravljen terenski pregled območja izdelave občinskega podrobnega prostorskega načrta za del enote urejanja prostora EUP Če02-3/1, v občini Vransko. Izdelava OPPN zajema zemljišča v poslovni coni Čeplje, vzhodno od avtoceste AC A1 Ljubljana – Maribor in zahodno od naselja Čeplje, ter južno od regionalne ceste Šentrupert – Ličica (RII 0290).

Območje A obsega parcele št. 550/3, 550/4, 550/8, 550/9, 551/2 del in 55/3 del, k.o. Prekopa v obsegu 0,37 ha.

Območje b obsega parcele št. 2629/1, 2635/1, 2636/9 in 2636/10, k.o. Prekopa, v obsegu 0,88 ha.

Na obravnavanem območju OPPN se načrtuje ureditve, ki bodo omogočile gradnjo proizvodnih, poslovnih in skladiščnih objektov in manipulacijskih površin ter celovita ureditev gospodarske infrastrukture in prometa oziroma priključevanja nanjo.

### **2 ZAKONSKE OSNOVE**

#### **Splošno**

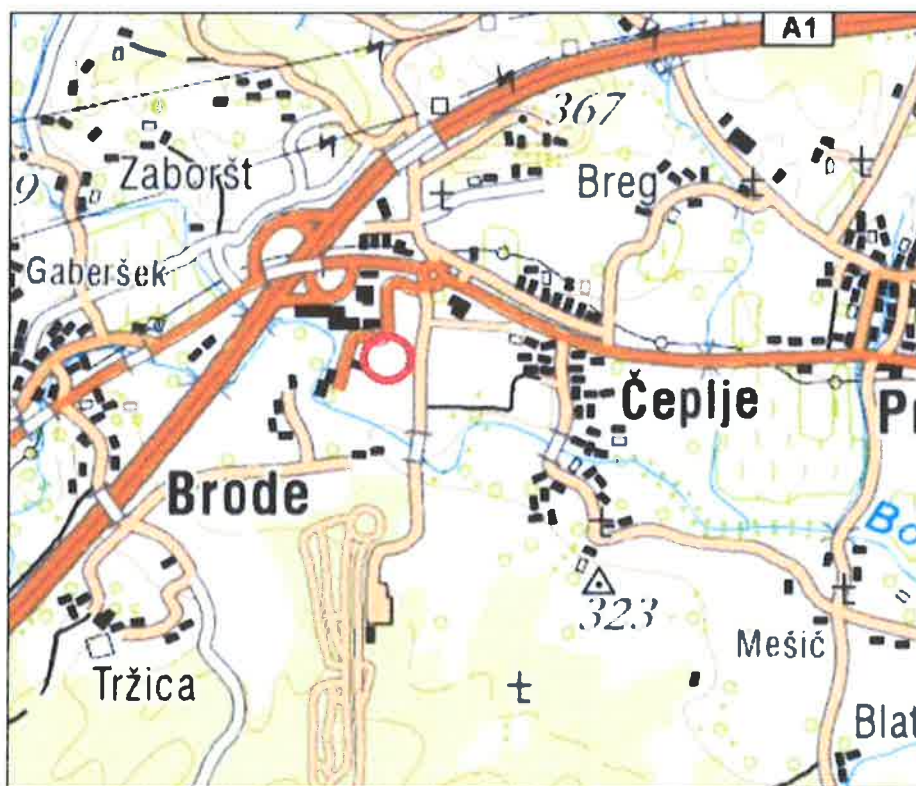
- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 - ZZdl-A, 41/04 - ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15 in 65/20)
- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE, 158/20 in 44/22 – ZVO-2)
- Zakon o prostorskem načrtovanju (Zakon o prostorskem načrtovanju (Uradni list RS, št. 33/07, 70/08 – ZVO-1B, 108/09, 80/10 – ZUPUDPP, 43/11 – ZKZ-C, 57/12, 57/12 – ZUPUDPP-A, 109/12, 76/14 – odl. US, 14/15 – ZUUJFO, 61/17 – ZUreP-2 in 199/21 – ZUreP-3)
- Gradbeni zakon (Uradni list RS, št. 199/21 in 105/22 – ZZNŠPP)
- Uredba o razvrščanju objektov (Uradni list RS, št. 37/18, – GZ-1 in 96/22)
- Odlok o Občinskem prostorskem načrtu občine Vransko (Ur. l. RS št. 38/08)



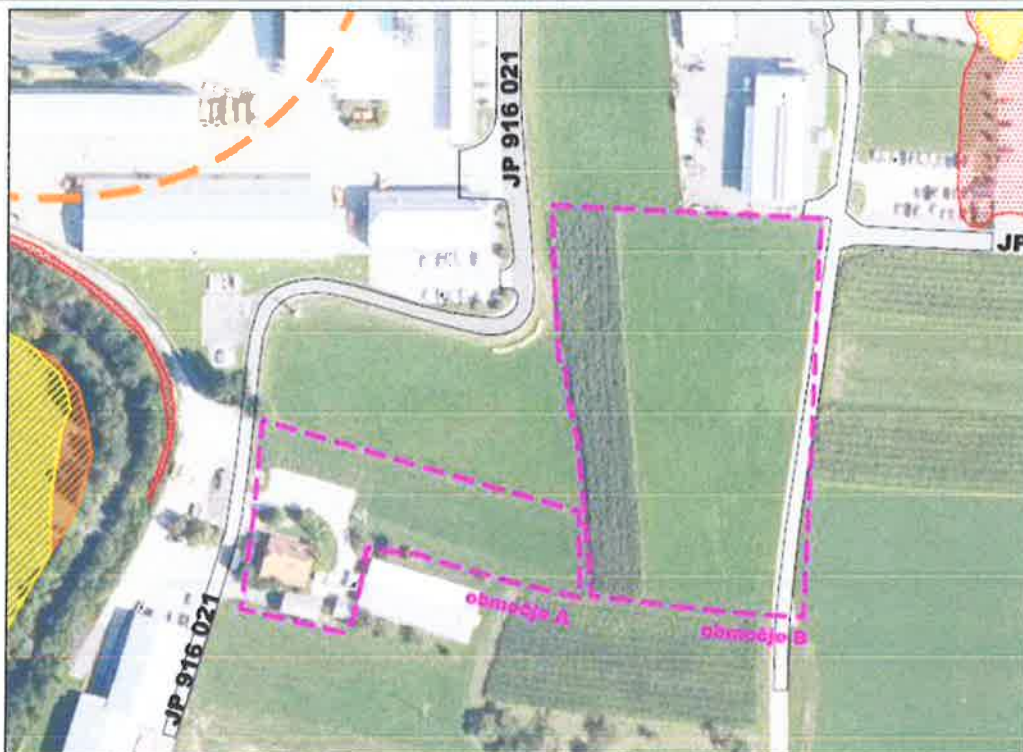
### 3 GEOGRAFSKA LOKACIJA

Obravnavano območje se nahaja približno 4 km vzhodno od naselja Vransko, v naselju Čeplje, na zahodnem delu Celjske kotline. Spodnja Savinjska dolina obsega ravninski del 36 km dolge in 6 do 12 km široke tektonske depresije Celjske kotline v osrednjem porečju Savinje. Celjska kotlina je tektonska udorina s predalpskimi in subpanonskimi pokrajinskimi potezami in leži v alpski smeri. Na zahodu jo obdaja Dobroveljska planota, na severu nizka kraška planota, imenovana Ponikvanska planota, na jugu je severni rob Posavskega hribovja, na vzhodu pa prehaja v nizko mladoterciarno gričevlje. Spodnja Savinjska dolina je na jugu ravninska, na vzhodu in severu pa je gričevnata. Osrednji del doline gradijo prodni nasipi Savinje in večjih pritokov, kot so Paka in Bolska. Robni deli doline pa so pokriti z ilovico. Celjska kotlina je nastala v terciarju ob Celjskem, Braslovškem in Šoštanjskem prelomu. Vanjo je segal zaliv panonskega morja, njegove usedline danes sestavljajo gričevnato obrobje pokrajine (Enciklopedija Slovenije, 1988, 1996).

Obravnavano območje leži južno od regionalne ceste Ljubljana-Celje, ob cesti, ki pelje proti AMZS centru varne vožnje. Zahodno teče reka Bolska. Parcela se ne nahaja v pasu poplavne ogroženosti in ni v vodovarstvenem območju. Teren na parceli in okoli nje je raven in leži na nadmorski višini okoli 324 metrov. Okolico prekrivajo polja in travniki.



Slika 1: Geografska lokacija obravnavane parcele (vir [www.geopedia.si](http://www.geopedia.si))



Slika 2: Ortofoto posnetek območja (vir: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>)

## 4 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

### 4.1 Tektonske in litostratigrafske razmere na širšem območju

Po natančnejši geotektonski delitvi uvrščamo Spodnjo Savinjsko dolino (kjer leži tudi obravnavano območje) v območje mladih tektonskih udorin in sicer Celjske udorine, ki je tektonskega nastanka in je nastala na prehodu pliocena v pleistocen. Udorina predstavlja večjo tektonsko gruda, ki je z ozirom na hitro dvigajoče se obrobje, zaostala in bila delno pogreznjena.

Osrednje območje Celjske udorine pokrivajo aluvialni sedimenti pliocenske in pleistocenske starosti. Na njenem obrobju pa izdanjajo terciarni in starejši skladi, ki tvorijo podlago udorini. Pomembne strukturno geološke enote so Savinjski, Selški in Dobroveljski nariv. Strukturno primarni tektonski liniji sta zahod- vzhod usmerjen Celjski prelom in severozahod- jugovzhod usmerjen Letuški prelom. Slednja sta pogojevala nastanku Celjske udorine in spremembi nekdanjega hidrološkega režima. Letuški prelom je dal tektonsko zasnovo prebitju Savinje med Dobroveljsko planoto in Goro Oljko.

Spodnjo Savinjsko dolino na jugu omejuje Teharska antiklinala, na severu in zahodu Dobroveljski nariv, na vzhodu pa se nadaljuje v Celjsko sinklinalo. Ob Celjskem prelomu se je severno območje močno poglobilo. V smeri vzhod- zahod je nastal 27 km dolg in 5 km širok





jarek z globino do 1400 m. Ta jarek so v pliocenu zapolnjevali glinasto meljasti in gruščasti sedimenti, v pleistocenu in holocenu pa prodni in peščeni sedimenti. Slednje so prinašali površinski vodni tokovi, ki so erodirali tektonizirano cono Letuškega preloma. Na formiranje prodno peščenih usedlin so vplivali mladi tektonski vertikalni premiki.

V srednjem triasu ( $T_2^2$ ) je nastopilo močno vulkansko delovanje. Kisle vulkanske kamnine – keratofir in spilitiziran diabaz ter njuni tufi se raztezajo na severnem in južnem obrobju Savinjske doline v smeri vzhod-zahod, v tej smeri so takrat potekali globoki prelomi, ob katerih je na plan prihajala lava in piroklastični material. Na območju Zaloga pri Šempetru so triasni keratofir, spilitiziran diabaz in njuni tufi ( $\eta$ ) v tektonskem kontaktu z mlajšimi kamninami, ki gradijo južna pobočja Zaloga pri Šempetru. Kamnina je na površini temno sive, zelenkasto sive in rjave barve, je močno tektonsko porušena in pretrta ter preperela in limonitizirana.

V srednjem oligocenu ( $Ol_2$ ) se je ponovilo močno vulkansko delovanje, na dan so prišle velike količine piroklastičnega materiala v obliki andezitnega tufa. Južna pobočja Zaloga pri Šempetru in Gotoveljski Zalog gradijo oligocenske piroklastične kamnine ( $\theta$ ) - andezitni tuf in vulkanska breča. Na pobočjih zahodno od Trnave je kamnina v tektonskem kontaktu z triasnimi karbonati in keratofirjem. Na pobočjih vzhodno od Trnave je tuf erozijsko diskordantno odložen na keratofirju. Kamenine so svetlo zelene do svetlo sive barve in predstavljajo tufe različnih zrnatosti. V spodnjem delu serije nastopa do več 10 metrov debel horizont konglomerata s prevladujočimi debelimi prodniki keratofirja z andezitnim vezivom. Navzgor postopno preide konglomerat v tuf.

Srednje oligocenske ( $Ol_2$ ) plasti lapornate morske gline-sivice z vložki andezitnega tufa so na severnem delu obravnavanega ozemlja v tektonskem kontaktu s triasno karbonatno serijo, na vzhodu pa so v tektonskem kontaktu z oligocenskim andezitnim tufom. Oligocenske plasti so na površju pokrite z debelo plastjo meljasto glinaste preperine z vložki in lečami meljastega peska.

Na območju Podvina in Lopate se v podlagi pojavljajo spodnje miocenski ( $M_1$ ) plasti, ki so odložene transgresivno na oligocenskih ali starejših skladih. Miocenski skladi so razviti v obliki govških plasti, ki jih sestavljajo debelozrnat apnenčev peščenjak z odlomki litotamnij in zrni kremenca.

V osrednjem delu doline ob Savinji in njenih pritokih ležijo plitvi aluvialni (al) zasipi. Zasipi plastovito odloženega peščenega melja s prodniki in prodna z veliko melja in peska so prekriti z glinastim in meljastim pokrovom.



*Slika 3: Izsek iz OGK list Ljubljana 1:100.000 z označeno lokacijo območja*

#### **4.2 Geološka sestava tal na ožjem območju**

Ožje ozemlje na območju obravnavane parcele prekrivajo nekaj metrov debeli aluvialni nanosi (al) Savinje in njenih pritokov. Sestavljajo jih predvsem prod in pesek. Melja in gline je v sedimentu malo. Ti sedimenti imajo medzrnsko poroznost ter dobro vodoprepustnost, ki znaša približno  $k=1 \cdot 10^{-3}$  m/s in jih v tektonskem smislu uvrščamo v enoto celjske udorine. V teh sedimentih sta urejena vodnjak in vrtina. Gre za karbonatni peščeno prodni aluvijalni material vodnega toka Savinje. Petrografsko se prodniki iz spodnje in zgornje terase ne razlikujejo, razlike so opazne predvsem v granulometriji in sedimentacijskih teksturah. Obrobne predele dolinskega, predvsem holocenskega, zasipa tvorijo aluvijalni vršaji in poplavni sedimenti.

Pleistocenski (Pl) sedimenti so se na starejšo, litološko pestro, podlago odlagali kot karbonatni prod in pesek, ki se po petrografski sestavi močno razlikuje od starejših rečnih nanosov. Ker v srednje in zgornje pleistocenskih glinah Celjske kotline ni sledov karbonatnih kamnin sklepajo, da je nastal prodor Savinje med Dobroveljsko in Ponikvansko planoto šele v obdobju najvišjega zgornjega pleistocena. Za pleistocenske prodno peščene sedimente je značila povečana stopnje litifikacije, ki je izrazita predvsem v najvišjih delih tega sedimenta. Meja med pleistocenskimi in višje ležečimi holocenskim zasipom je zaglinjena, kar ima velik hidrogeološki pomen. Pleistocenska sedimentacija je omejena na osrednji del Spodnje Savinjske doline. Najbolj severno je pleistocenska sedimentacija zabeležena v strugi Savinje pri Malih Braslovčah, večje



debeline teh sedimentov pa dobimo na območju Orle vasi in Šempetra. Debeline pleistocenskih sedimentov so večinoma v razponu od 1- 15 m.

Povzamemo lahko, da podlago aluvijalnim sedimentom Spodnje Savinjske doline predstavljajo oligocenska lapornata glina oz. sivica, plio- pleistocenski prodnatoglinasti sedimenti, oligocenski andezitni tufi ter miocenski glinastomeljasti peščenjaki. Morfologija podlage prodnemu zasipu je posledica paleotokov Savinje ter njenih levih (Trnavca, Bolska) in desnih (Ložnica, Vršca, Pirešica, Sušnica in Koprivnica) pritokov.

#### **4.3 Podzemna voda**

Podatki o gibanju nivoja podzemnih vod na tem območju povzemam na podlagi terenskega ogleda in na podlagi nivoja bližnjih površinskih vodotokov. Predvsem sem upošteval nivo reke Bolske, ki teče zahodno od območja. Glede na te podatke in ob upoštevanju smer toka podzemne vode ter njenega gradienta, je srednja gladina podzemne vode na območju predvidene gradnje na koti približno 319 metrov. To pomeni, da je gladina podtalnice na mestu gradnje v globini okoli 5 metrov.

#### **4.4 Hidrogeološki opis**

Spodnja Savinjska Dolina je, iz hidrogeološkega vidika 73,5 km<sup>2</sup> velik medzrnski vodonosnik. Po podatkih iz leta 1995 je za ta vodonosnik evidentirno 660 l/s eksploatacijskih zalog podzemne vode. Podzemne vode tega območja imajo v skupnih zalogah znotraj intergranularnih vodonosnikov Slovenije razmeroma majhen delež (3,5%). Kljub temu pa predstavljajo pomemben regijski vodooskrben potencial saj je od njega odvisnih dnevno preko 50.000 prebivalcev Spodnje Savinjske doline. V hidrološko neugodnih obdobjih pa se ta številka povzpne tudi na 200.000 ljudi.

Porečje Savinje je glede na večje dotoke razdeljeno v podporečja. Osrednje podporečje, s površino 451,85 km<sup>2</sup>, se imenuje hidrogrfski bazen Spodnje Savinjske doline. Temu porečju pripada, več kot 25 km dolg tok Savinje med Letušem in Celjem. Savinja prečka Celjsko kotlino, ki jo je v geološki preteklosti zasipavala z rečnimi sedimenti. Ti rečni nanosi, nekdanjega toka Savinje in njenih današnjih pritokov, predstavljajo z intergranularno poroznostjo zbiralnik podzemne vode oz. hidrogeološki bazen Spodnje Savinjske doline.

Spodnjo Savinjsko dolino (73.48 km<sup>2</sup>) in njeno vplivno zaledje (451,85 km<sup>2</sup>) hidrološko karakterizira rečna mreža, ki drenira v 23,72 km dolg odsek Savinje med vodomernima postajama 6070 Letuš in 6140 Celje II – brv s 77,7 m višinsko razliko med obema. Jugozahodni del hidrološkega prispevnega zaledja območja Spodnje Savinjske doline predstavlja povirje Bolske. Levi pritoki Bolske so Motnišnica, Merinščica, Podgrajščica, Cerkovnica, Kisovski potok, Trnavca ter Trebnik. Desna pritoka Bolske pa sta Kučnica in Konjščica. Severevzhodni del prispevnega območja Spodnje Savinjske doline predstavljajo potoki Paka, Ložnica, Hotunjščica,





Trnava, Pirešica, Hudi potok, Ponikvica, Peklenščica, Vrdona, Rupnica, Koprivnica, Sušnica, Podsavčnik.

Interakcijo površinskih in podzemnih vod Spodnje Savinske doline predstavlja dreniranje podzemne vode aluvijalnih vodonosnikov v Savinjo in Bolsko (efluentni tok) ter infiltracija vode Savinje, Trnavce, Lagvaja, Letuške Struge, Podvinske Struge in Ložnice v vodonosnike (influentni tok). Interakcijo pa dopolnjujejo še ravninski izviri podzemne vode (Vrbje; Roje, Grušovlje, Gotovlje), ki generirajo kratke dolinske vodotoke (Lava, Grušoveljska Godomlja, Gotoveljska Godomlja).

Paleohidrološke razmere na tem območju so se močno razlikovale od današnjih. Spremembe hidrološkega režima so vezane predvsem na paleotok Savinje, Bolske in Ložnice v pleistocenu in holocenu. Iztoki Bolske in Ložnice v Savinjo so se v geološki zgodovini premikali dolvodno od Orle vasi oz. Brega pri Polzele pa vse do orografsko skrajne točke, Gornje vasi oz. Celja. Posledica tega je Savinji skoraj vzporeden tok Ložnice in Bolske po lastnih poplavnih sedimentih, ki so z akumulacijo sedimentov Savinje podaljševali njun tok proti vzhodu. Take hidrološke razmere so omogočale nastanek značilne strukture aluvialnega zasipa, ki pogojuje smeri toka podzemne vode.

Današnja, v letih od 1876 do 1893 regulirana, struga Savinje je od Letuša do Brega v oligocenski glinasti podlagi, od Polzele do Gornje vasi je v spodnjem delu pleistocenskega konglomeriranega prodnega zasipa. Od Gornje vasi pa do Petrovč je struga zopet vrezana v oligocenski glini, vzhodno od tod pa teče Savinja po stiku oligocenskih andezitnih kamnin na jugu in holocenskega proda na severu.

Največji antropogeni faktorji vodnega režima v Spodnji Savinjski dolini so regulacije površinskih vodotokov, drenaže pripovršinske cone, črpanje podzemne vode in sezonsko namakanje nekaterih kmetijskih površin.

Na podlagi paleomorfoloških in litoloških kriterijev, ki so bili uporabljeni pri hidrogeološkem kartiranju Spodnje Savinske doline v letih 1995/1996 lahko celotno dolinsko območje razdelimo na območje spodnje holocenske terase, območje zgornje holocenske terase ter na območje proluvija in poplavnih sedimentov obrobni delov bazena.

Spodnja holocenska terasa je do 1800 m široko meandrsko območje Savinje pred regulacijo njenega toka (1876-1893). Holocenski peščeno prodni zasip prekriva okoli 20 cm humusne plasti, ki predstavlja slabo hidrološko bariero infiltraciji meteorske vode. V peščeno prodnem zasipu se pojavljajo večmetrske peščeno meljaste leče, ki lahko lokalno spreminjajo tokovne vzorce.

Zgornja holocenska terasa se ločuje od spodnje stopenje ločuje z izrazito, tudi do 5 m, stopnjo. Litološko in sedimentacijsko se oba zasipa bistveno ne ločujeta, povečuje pa se debelina humusne plasti, ki lahko navzdol prehaja v tudi v metrsko meljasto glinasto plast.



Proluvij in poplavni sedimenti so omejeni na vodotoke Trebnik, Trnavica, Bolska in Ložnica in na njene leve pritoke. Največji obseg teh sedimentov je vzhodno od Medloga.

Vodonosnika pleistocenskega in holocenskega sedimenta sta v glavnem ločena z neprepustno plastjo glinasto meljastega sedimneta in litificiranega konglomerata. Zaradi osnesnaženja pleistocenskega vodonosnika z nitrati pa so sklepali na vsaj delno hidravlično povezavo med pleistocenskim in holocenskim vodonosnikom na območju Šentruperta, Orle vasi in delno tudi Latkove vasi na desnem bregu Savinje (Drobne in sod., 1992).

Spodaj navedene količine stalne podzemne vode so izračunane kot voda v vodonosniku v najnižjem registriranem vodostaju v obdobju 1991-1995 pri privzeti 25% poroznosti sedimentov. Stalne količine podzemne vode v pleistocenskem vodonosniku so  $76,0 \times 10^6 \text{ m}^3 \pm 0,5\%$ , v holocenskem vodonosniku pa  $103,0 \times 10^6 \text{ m}^3 \pm 1,4\%$ . Skupne stalne količine podzemne vode ob najnižjem vodostaju v obdobju 1991-1995 so torej ocenjene na  $179,0 \times 10^6 \text{ m}^3 \pm 1,4\%$ .

Variabilna komponenta količin podzemne vode je izračunana kot količina vode, ki se nahaja v obočju nihanja gladine podzemne vode, med najnižjim in najvišjim vodostajem v obdobju 1991-1995 pri privzeti 25% poroznosti. Stalne količine podzemne vode v pleistocenskem vodonosniku (37%) in holocenskem vodonosniku (50%) predstavljajo skupaj 87% skupnih količin podzemne vode v Spodnji Savinjski dolini. Tako povprečna variabilna komponenta količin podzemnih vod, v obdobju 1991-1995, predstavlja le 13% delež.

Za dosedanje hidrogeološke izračune poroznosti v Spodnji Savinjski dolini se je na podlagi granulometrije privzela ocena o 25% poroznosti. Prostorsko variabilnost tega parametra pa lahko poudarjajo velike litološke nehomogenosti vodonosnikov Spodnje Savinjske doline, ki jih povzročajo neenakomerna zrnastost in razlike v stopnji litifikacije sedimentov. Po rezultatih granulometričnih analiz vsi koeficienti enakomernosti aluvialnih sedimentov v Spodnji Savinjski dolini presegajo mejo enakomerne zrnastosti. Pri holocenskem sedimentu je ta vrednost v razponu od 8-428, pri pleistocenskem sedimentu pa od 32-750, izjemoma tudi 3000.

Za meljasto peščene prodne sedimente Spodnje Savinjske doline je izračunana efektivna poroznost 0,20. Pri ocenah efektivne poroznosti pa moramo biti pozorni na prisotnost gline, saj že lahko majhne primesi slednje močno znižajo njeno vrednost.

Koeficient prepustnosti ( $k$ ) je za prodne sedimente največkrat v razponu od  $10^{-2}$  do  $10^0 \text{ m/s}$ , za peščene sedimente pa med  $10^{-6}$  do  $10^{-2} \text{ m/s}$ . Koeficient prepustnosti kvartarnega prodnega zasipa na levem bregu Savinje je po podatkih črpalnih poizkusov med  $10^{-2}$  do  $10^{-4} \text{ m/s}$ , na desnem bregu pa med  $10^{-3}$  do  $10^{-4} \text{ m/s}$ .

Za holocenske sedimente Spodnje Savinjske doline je transmisivnost od  $5,5 \times 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$  do  $5,5 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$  oz. (od  $4752 \text{ m}^2/\text{dan}$  do  $475 \text{ m}^2/\text{dan}$ ). S tem se holocenski vodonosniki uvrščajo v skupino dobre oz. zelo dobre transmisivnosti. Pri pleistocenskem sedimentu pa je transmisivnost v



razponu od  $3 \times 10^{-3}$  (259 m<sup>2</sup>/dan) in  $1,8 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (15 m<sup>2</sup>/dan). Pleistocenski vodonosniki se uvrščajo v skupino srednje do slabe transmisivnosti.

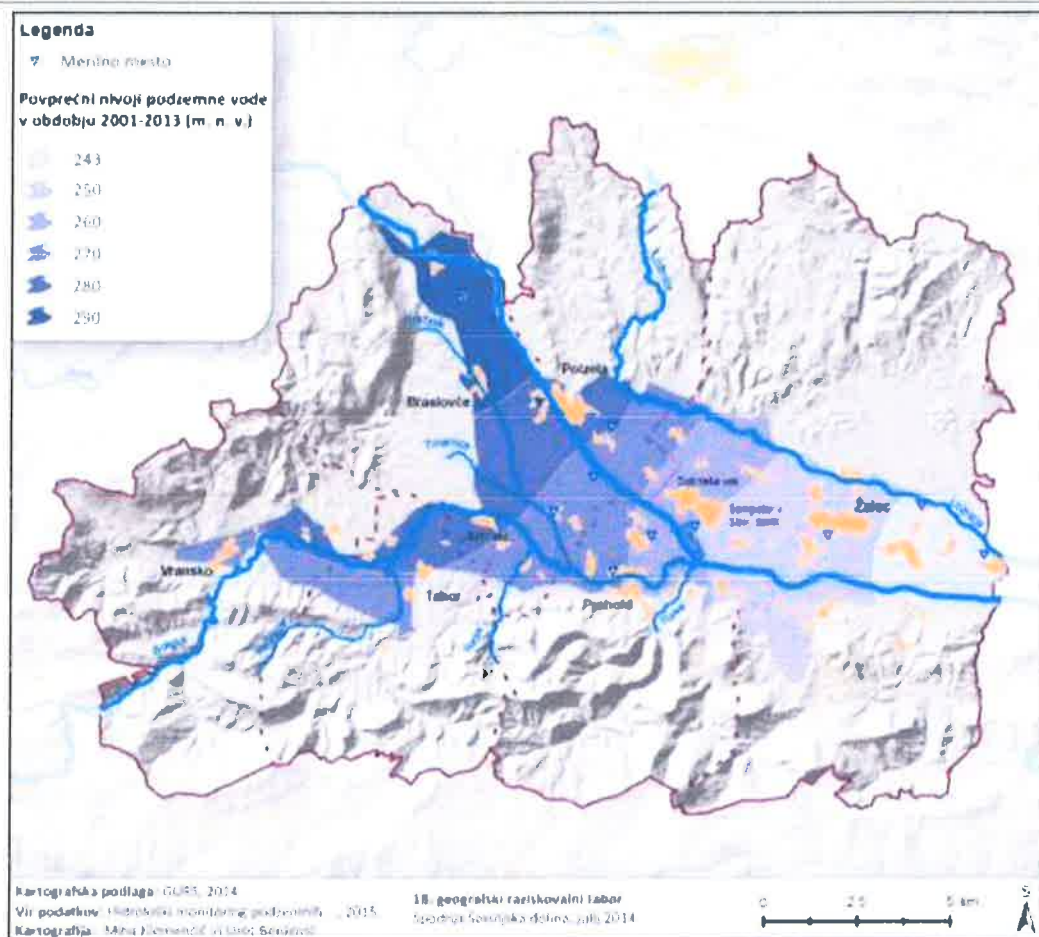
#### **4.5 Značilnosti vodonosnikov s Spodnji Savinjski dolini**

Podzemna voda je na območju dna Spodnje Savinjske doline zelo plitvo pod površjem. Za območje dna je značilna enotna geološka zgradba, prekrivajo ga kvartarne usedline, ki so večinoma sedimenti z medzrnsko poroznostjo (večinoma prod) in so zelo dobro prepustne. Čeprav je debelina naplavin razmeroma tanka (med 5 in 20 m), so vodne zaloge velike, saj se vodonosnik napaja s padavinskimi in površinskimi vodami. Na območju proučevanih občin Spodnje Savinjske doline se pojavljajo trije tipi vodonosnikov. To so kraški (11,3 % površine proučevanega območja), medzrnski (24,6 % površine) in razpoklinski vodonosnik (64,1 % površine). Za vzpete dele Dobrovelj je značilen kraški tip vodonosnika v triasnih apnencih. Na območju Ložniškega in Hudinjskega gričevja ter Posavskega hribovja, v terciarnih medzrnskih sedimentih (glina in melj) in magmatskih kamninah, se nahaja razpoklinski tip vodonosnika. Omeniti je potrebno, da se tako v Posavskem hribovju kot v Ložniškem in Hudinjskem gričevju pojavlja še kraški tip vodonosnika, predvsem v triasnih in jurskih apnencih in predstavlja zaledje večini vodnih izvirov. V dnu doline na kvartarnih naplavinah proda pa je prisoten medzrnski tip vodonosnika, ki je srednje do visoko izdaten, mestoma tudi nizko izdaten, vendar nima pomembnejših dotokov iz sosednjih vodonosnikov. Pri vseh tipih vodonosnikov gre za odprt tip vodonosnika. Hitrosti pretakanja vode se razlikujejo glede na njihovo hidrogeološko zgradbo. V splošnem se podzemna voda najhitreje pretaka v dnu doline v medzrnskem vodonosniku, s hitrostjo 11,04 km/leto, v vzpetih delih pa je hitrost bistveno manjša in znaša 0,06 km/leto. Dinamična izdatnost podtalnice Spodnje Savinjske doline se giblje med 0,40 in 0,44 m<sup>3</sup>/s. Kemijsko stanje podtalnice na območju medzrnskega vodonosnika je zelo slabo. Izdatnost vodonosnika v dolini Bolske znaša 0,06 m<sup>3</sup>/s, talna voda leži v globini od 2 do 4 m in je prav tako slabše kakovost. Prepustnost vodonosnika je najboljša južno od Šempetra in zahodno od Žalca, najslabša pa v okolici Dolenje vasi. Nivo gladine podzemne vode v Spodnji Savinjski dolini niha med 0,88 m in 3,57 m pod površjem. Povprečna globina do nivoja podzemne vode je 2,8 m, kar je zelo malo. Največja globina podtalne vode je na obrobjih kotline, kjer se teren prične dvigovati v hribovje, ter na območju Šempetra (od 6,6 do 8,6 m), Brega (od 4,2 do 5,6 m) in Medloga (od 3,5 do 4,6 m). Najplitvejša je na območju Celja, Grušovelj in Žalca. Največja globina do nivoja podzemne vode je bila izmerjena na postaji Šempeter (Vč 5172) 17. maja 1993, znašala pa je 9,23 m (Arhiv podzemnih voda 2014). Globina podzemne vode se lahko ob obilnejših deževjih dvigne tudi do površja. Povprečna temperatura podzemne vode za obdobje 2005–2008 je bila 12,3 °C, kar kaže ugodne možnosti za izkoriščanje toplotnega potenciala podzemne vode za delovanje toplotnih črpalk. Najbolj ugodna območja so v okolici Žalca in najmanj v okolici Dolenje vasi. Poseben tip izvirov v Spodnji Savinjski dolini predstavljajo termalni izviri. Večina termalnih izvirov v Spodnji Savinjski dolini se nahaja na njenem južnem robu, na območju Posavskih gub. Značilen primer tovrstnega 38 izvira je izvir Podlog, ki sicer leži na južnem robu Ložniškega gričevja pri Šempetru. Voda izvira v kraškem vodonosniku (dolomit), s temperaturo



18–21 °C, zaradi česar je najhladnejši izmed tovrstnih izvirov, tudi tistih v Posavskih gubah. Pretok vode ob izviru pa znaša 5–16 l/s, kar ga uvršča med izdatnejše izvire termalne vode na celotnem območju. Na preučevanem območju Spodnje Savinjske doline se sicer nahaja 12 merilnih mest podzemne vode. Za analizo spreminjanja gladine podzemne vode so bila izbrana 3 merilna mesta, in sicer Breg, Šempeter in Levec za obdobje 1955–2012. Na izbranih merilnih mestih so manjkajoči podatki za merilno mesto Breg za leto 1968 in Šempeter za leti 2006 in 2007. Vsa merilna mesta si sledijo v smeri toka Savinje. Razvidno je, da podzemna voda dosega največje globine na merilni postaji Šempeter, kjer povprečna globina za obdobje 1965–2012 znaša 8 m. Najvišje se podzemna voda nahaja na merilni postaji Levec, in sicer v globini 2,3 m. Prisotna so letna nihanja njene gladine, saj je gladina najbolj upadala v sušnih letih, kot so bila leta 1993, 2003, 2011 in 2012. Kljub letnim in sezonskim kolebanjem pa merilni mesti Levec in Šempeter v celotnem obdobju izkazujeta rahel trend upadanja gladine podzemne vode, saj je gladina podzemne vode na obeh merilnih mestih v celotnem obdobju v povprečju upadla za približno 20 cm. Merilna postaja Breg pa izkazuje statistično neznačilen trend spreminjanja gladine podzemne vode (Arhiv podzemnih voda, 2014). S pomočjo metode kriging so bili izračunani povprečni nivoji podzemne vode za merilna mesta na preučevanem delu Spodnje Savinjske doline. V analizo je bilo vzetih enajst od dvanajstih merilnih mest, pri čemer je bilo merilno mesto Levec (Le - 1/01) izločeno iz analize zaradi premajhnega časovnega niza. Merilna mesta so začela različno obratovati, zato je bilo uporabljeno obdobje 2001–2013. Nivoji podzemne vode najvišje vrednosti dosega v severnem in zahodnem delu preučevanega območja Spodnje Savinjske doline. Najvišje kvote znašajo okoli 300 m, in so dosežene na območju Braslovč in upadajo v smeri poteka doline, kjer na območju Levca kote podzemne vode dosega nivoje okoli 243 m.





*Slika 4: Povprečni nivoji podzemne vode v obdobju 2001–2013 (m n. v)*

#### 4.6 Koeficient prepustnosti in efektivna poroznost ter hitrost podzemne vode

Na območju vodarne Medlog znašajo vrednosti koeficienta prepustnosti okoli  $3,6 \times 10^{-3}$  m/s, Efektivna poroznost (n) znaša 0,2.

Hitrost toka podzemne vode smo izračunali po naslednji formuli:

$$v = \frac{k \cdot i}{n}$$

$v$	hitrost toka podzemne vode (m/s)
$k$	koeficient prepustnosti (m/s)
$i$	naklon toka podzemne vode (‰)
$n$	efektivna poroznost

Pri izračunu smo upoštevali vrednosti spremenljivk, ki jih lahko opredelimo kot povprečne (značilne) za širše območje Spodnje Savinjske doline ( $k=3,6 \times 10^{-3}$  m/s;  $i=2,3$  ‰,  $n=0,2$ ). Dobljena hitrost znaša  $4,14 \times 10^{-5}$  m/s oziroma 3,6 m/dan.



#### **4.7 Ogroženost podzemne vode zaradi globine objektov ali izkopov**

Gradnja objektov je dovoljena, če so v postopku izdaje vodnega soglasja za gradnjo objektov in izvajanje gradbenih del preverjeni vplivi na vodni režim in stanje vodnega telesa ter izdano vodno soglasje.

Če sta gradnja objektov in izvajanje gradbenih del dovoljena, je treba graditi nad srednjo gladino podzemne vode. Če se transmisivnost vodonosnika na mestu gradnje ne zmanjša za več kakor 10 %, je gradnja izjemoma dovoljena tudi globlje. Če je med gradnjo ali obratovanjem treba drenirati ali črpati podzemno vodo, je za to potrebno vodno soglasje. Srednja gladina oziroma nivo podzemne vode je srednja vrednost v nizu meritev med najvišjo in najnižjo izmerjeno gladino oziroma nivojem podzemne vode. Kot niz meritev gladine podzemne vode se upoštevajo podatki monitoringa podzemne vode na vodovarstvenem območju, ki ga vodi Agencija RS za okolje, ali podatki meritev gladine podzemne vode, ki jih izvaja upravljavec vodnega vira na podlagi zahtev, predpisanih v vodnem dovoljenju za izvajanje monitoringa podzemne vode, ali podatki meritev z avtomatskimi merilniki nivojev podzemne vode ali vsaj dvakrat mesečnih ročnih meritev gladine podzemne vode na vodovarstvenem območju v obdobju vsaj dveh hidroloških ciklusov (dve leti opazovanj), ki jih na območju predvidenega posega izvaja investitor.

Odvodnja iz posameznega objekta bo predvidoma urejena tako, da se meteorne vode odvaja v ponikovalnico ali ponikovalne tunele. Vsa kanalizacija za odvodnjavanje meteornih vod se izvede v vodotesni izvedbi. Dno ponikovalnice mora biti najmanj 1 m nad najvišjo gladino podzemne vode, če gre za posredno odvajanje v podzemne vode v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Območje gradnje bo izvedena nad srednjo gladino podzemne vode. Z izvedbo gradbenih del ter nadaljno uporabo območja se ne bo posegalo v območje nihanja podzemne vode v vodonosniku. Zaradi del se ne bo zmanjšalo transmisivnosti vodonosnika oziroma se ni bo zmanjšala prostornina vodonosnika ali presekan tok podzemne vode.

#### **4.8 Sestava tal na ožjem območju gradnje**

Geomehanske lastnosti tal privzemam iz arhivskih podatkov ter na podlagi opravljenega terenskega ogleda območja.

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

Z bližnjim izkopom je bilo ugotovljeno, da se od površja do globine 0,3 metra pojavlja nesprijeta humusna meljasta preperina.

Od globine 0,3 metra do globine približno 1,0 metra se pojavlja rjava droben melj z glino (fSi, Cl).



Od globine 1,0 metra in globje leži rjav pesek s prodrom in meljem (mSa, mGr, mSi) v gostem gostotnem stanju. Prod sestavljajo kosi peščenjaka. Velikost kosov je do največ 10 cm.

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

Na podlagi izvedenega nalivalnega poskusa, ki je bil izveden približno 1,5 km vzhodno od lokacije in je bil izveden v istih plasteh, smo dobili vrednost za koeficient prepustnosti peska s prodrom in glino,  $k = 2,0 \cdot 10^{-4}$  m/sek. To pomeni, da je sloj srednje vodoprepusten.

Za plasti drobnega melja in gline:

• Prostorninska teža	$\gamma = 18,5 - 19,5 \text{ kN/m}^3$
• Strižni kot	$\phi = 25^\circ - 28^\circ$
• Kohezija	$c = 2-5 \text{ kPa}$
• Modul stisljivosti	$Me = 3.000 - 5.000 \text{ kPa}$
• Modul elastičnosti	$E = 4-8 \text{ MPa}$
• Nosilnost CBR	$CBR = 4 \%$
• Koeficient vodoprepustnosti	$k = 10^{-6} - 10^{-7} \text{ m/s}$

Za plasti peska s prodrom in glino

• Prostorninska teža	$\gamma = 19,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$
• Strižni kot	$\phi = 28^\circ - 30^\circ$
• Kohezija	$c = 0 \text{ kPa}$
• Modul stisljivosti	$Me = 20-25 \text{ MPa}$
• Modul elastičnosti	$E_s = 10 \text{ MPa}$
• Modul reakcije tal	$c = 12-25 \text{ MN/m}^3$
• Nosilnost CBR	$CBR = 15-20 \%$
• Koeficient vodoprepustnosti	$k = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ m/s}$
• Poissonov količnik	$\nu = 0.30$

#### 4.9 Klasifikacija kamnin

Ob rekah in potokih nastopajo mešane zemljine, ki jih sestavljajo glinasto-prodnati ter peščeni zasipi in jih uvrščamo v **kategorijo II**. Ti sedimenti niso razpokani in tudi preperevanje za te zemljine ni značilno. Na površju navadno nastopa do 1 meter debel preperinski pokrov, ki je rahlo odložen in sestavljen iz iste zemljine kot podlaga. Erozija nastopa le neposredno ob vodotokih kot posledica odnašanja materiala zaradi delovanja tekočih voda. Porušitve naravnega stanja so redke in nastanejo v manjšem obsegu ob strugah potokov in na območju človeških posegov. Podori niso možni. Te zemljine so srednje vodoprepustne, ki je odvisna od vsebnosti glinene frakcije v sedimentu. Seizmični prirastek je znaten in ga je potrebno pri



gradnji objektov upoštevati. Dopustna nosilnost tal je nizka, zaradi česar je pogosto potrebno globoko temeljenje.

## **5 SEIZMIČNOST TERENA**

Po slovenskem standardu SIST ENV 1998-1-1, ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, sodi obravnavano območje v 7. potresno stopnjo. Po karti projektnega pospeška tal za trdna tla za povratno dobo 475 let (ustreza verjetnosti 90%, da vrednosti na karti ne bodo presežene v 50 letih), ki velja od 01.01.2002 dalje je vrednost potresnega pospeška  $Q_g = 0,150 \cdot g$ . Za projektiranje po EC 8 je obvezna uporaba karte projektnega pospeška tal.

Tip tal za seizmični izračun na obravnavanem območju je po EC 8 tip B, ki pomeni nanose peska in proda debeline vsaj nekaj deset metrov. Značilno je postopno izboljšanje geomehanskih lastnosti z naraščajočo globino ( $v_{s30}$  (m/s)=360-800, NSP >50,  $C_u$  (Kpa)=>250)

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

Za odvajanje meteorne vode, mora naročnik sam poskrbeti za odvajanje prečiščenih meteornih voda iz območja utrjenih površin. V ta namen mora zagotoviti čiščenje padavinskih meteornih voda iz utrjenih površin. Vode pa se spelje preko lovilcev olja in maščob. Odvajanje padavinske vode iz asfaltiranih površin, je potrebno urediti skladno z 17. členom o Uredbe emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15).

Odvajanje padavinskih vod iz območij naselij je potrebno predvideti v skladu z 92. členom ZV-1, in sicer na tak način, da bo v čim manjši možni meri zmanjšan hipni odtok z urbanih površin, kar pomeni, da je potrebno predvideti zadrževanje padavinskih voda pred iztekom v površinske odvodnike.

Padavinske vode je treba, če ne obstaja možnost priključitve na javno kanalizacijo, prioriteto ponikati. Pri tem morajo biti ponikovalnice locirane izven vpliva povoznih in manipulativnih površin znotraj gradbenih parcel. Če ponikanje ni možno, je treba padavinske vode speljati v bližnji vodotok; če tega ni, pa razpršeno po terenu.

Za ponikanje prečiščene meteorne vode iz utrjenih površin, se lahko izdelajo kopane vodnjake večjega premera. Za posamezni ponikovalni vodnjak bo urejen izkop oziroma jašek v globini 2-3 metre, ki mora segati v prodnato peščeno plast. Premer vodnjaka naj bo 1000 mm in njegova globina 2,5 metre pod mestom vtoka. S ponikovalnico bo zagotovljen potreben volumen za





zadrževanje 15 minutnega naliva. Od mesta vtoka pa do dna vodnjaka bodo vgrajene betonske filtrske cevi z luknjicami premera 1,5 cm. Za čim večje ponikovalno polje, se bo prostor med cevmi in steno jaška izkopa zapolnilo s prodnim zasipom z granulacijo zrn 32 mm. Zasip naj bo urejen v debelini nekaj metrov (od dna izkopa do mesta vtočne cevi) s ponikovalnim poljem 2,5 x 2,5 m, globine 2,0 m, ki se ga bo zasulo s prodcem. Volumen praznine med prodcem ocenimo na 30 % od celotnega volumna, kar znaša dodatnih 3,3 m<sup>3</sup>. Tako volumen posamezne ponikovalnice s ponikovalnim poljem znaša 5,26 m<sup>3</sup>.

Prodni zasip naj se prekrilo z debelo PVC folijo, ki preprečuje spiranje gline v zasip. Preko PVC folije se je zasulo z izkopanim materialom. Prodni zasip in ponikovalni vodnjak bosta sprejela večje količine vode, ki se nato skozi stene in dno vodnjaka ter preko prodnega zasipa preceja v okoliške aluvialne prodnato peščene sedimente. Vgrajene cevi delujejo kot zbiralnik, ki akumulira vodo v času naliva ter jo počasi z določenim časovnim zamikom odvaja v prodni zasip ter naprej v prodno peščena tla.

Naslednja možnost za ponikanje prečiščene meteorne vode iz strešnih in utrjenih površin naj se izdelata ponikovalno polje iz ponikovalnih blokov ali ponikovalnih tunelov.

Modulni sistem ponikovalnih tunelov je izdelan iz polietilena in je posebej primeren za izvedbo ponikovalnih polj različnih velikosti z visoko sposobnostjo ponikovanja ali odvajanja odvečnih meteorne vode nazaj v naravo.

Ponikovalno polje je kot eden ali več vzporedno vezanih tunelov primernih za namestitev na vseh vrstah terena, saj se globina izkopa prilagodi tako projektnim zahtevam kot tudi značilnim lastnostim tal in višini podtalnice. Po izkopu je potrebno na dno izkopa nasuti gramozno posteljico (prani gramoz granulacije 20/40 mm in minimalne debeline 100 mm) zaradi preprečevanja morebitne zamašitve stranskih odprtih tunelov. S pranim gramozom predpisane debeline se module nato pokrije do višine min. 150 mm in več. Gramozno nasutje se komprimira. Gramozno nasutje namreč predvidoma akumulira približno 30% volumna vode.

**Območje ni v vodovarstvenem območju zajetij pitne vode, in ni na poplavno ogroženem območju.**

## **7 VIRI IN LITERATURA**

Premru, U. et al.; 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ljubljana L33-66 1:100.000, Beograd  
Premru, U 1983: Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 tolmač za list Ljubljana L33-66, Beograd



Uhan, J. *Analiza glavnih komponent podatkov o gladini podzemne vode v Spodnji Savinjski dolini* = *Principal components analysis of groundwater level data in the Spodnja Savinjska dolina*. Geol. zb., 1997, št. 13, str. 40-45, ilustr.

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

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

<http://www.vreme.si>

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

<http://www.vo-ka-celje.si>

Jaka Žibrat, univ.dipl.inž.geol.