



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana

HIDROGEOLOŠKO POROČILO ZA IZDELAVO RAZISKOVALNO ČRPALNE VRTINE Trije studenci 2 (3ST-2) NA OBMOČJU NJIVCE – JURKLOŠTER (OBČINA LAŠKO)

Naročnik: Občina Laško, Mestna ulica 2, 3270 Laško

Ključne besede: vodno telo (VTPodV 1009 Spodnji del Savinje do Sotle),
vodonosni sistem (12532 Laško - Jurklošter),
vodonosnik (1. Vodonosnik: Dolomitni vodonosniki in vodonosniki v
apnenčastih kamninah)
viri podzemne vode, črpalna vrtina, vodnjak, oskrba z vodo, pitna voda,
Trije studenci, Globočaj, Jurklošter, Njivce, 3ST-2

Arh.št.:	K-II-30d/c-1/1737
Datum:	15.11.2011
Obdelali:	mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol. Miro Mavc, univ. dipl. inž. geol. dr. Bogomir Celarc, univ. dipl. inž. geol.

Vodja oddelka
za hidrogeologijo: dr. Nina Mali, univ. dipl. inž. geol.

Direktor GeoZS: doc. dr. Marko Komac, univ. dipl. inž. geol.

VSEBINA

1)	Uvod	3
2)	Položaj vodnjaka	3
3)	Fotografija objekta	4
4)	Leto izdelave	4
5)	Način izdelave	4
6)	Globina raziskovalno črpalne vrtine	4
7)	Premer vodnjaka	5
8)	Podatki o cevitvi vodnjaka	6
9)	Podatki o gladini vode in vodonosniku	6
10)	Način črpanja	6
11)	Vplivni radij črpanja	7
12)	Globina vgrajene črpalke ali sesalnega koša	10
13)	Zmogljivost črpalke	10
14)	Podatki o režimu črpanja	10
15)	Raba tal neposredne okolice vodnjaka	10
16)	Podatki o vodonosniku	11
17)	Opis litologije vrhnjih plasti	14
18)	Opis meritev, ki se bodo izvajale na objektu	15
19)	Način izvajanja meritev	15
20)	Najbližji sosednji vodnjak	16
21)	Sklep	19

HIDROGEOLOŠKO POROČILO ZA IZDELAVO RAZISKOVALNO ČRPALNE VRTINE Trije studenci 2 (3ST-2) NA OBMOČJU NJIVCE – JURKLOŠTER (OBČINA LAŠKO)

1) Uvod

Hidrogeološko poročilo je izdelano za načrt izvedbe raziskovalno-črpalne vrtine Trije studenci 2.

Upravljallec vodovodnega omrežja in obstoječih zajetij v občini Laško. Na območju južno od Jurkloštra že obstajajo trije vodni viri pitne vode, to so:

- dve zajetji Trije studenci (zajeta izvira)
- zajetje Trije studenci 1 (črpalna vrtina) in
- zajetje Globočaj (zajeti izvir).

Za zajem večje količine pitne vode je potrebno izdelati novo raziskovalno – črpalno vrtino Trije studenci 2, ki jim bo služila kot nov vodni vir za potrebe oskrbe s pitno vodo.

S predvideno vrtino se želi zajeti dodatno količino okoli 5 l/s (432 m³/dan, 157.680 m³/leto) vode.

Predmet tega poročila je določitev najprimernejše lokacije vrtine, predlagati način izdelave ter z izračunom podati oceno izdatnosti. Poročilo je priloga k vlogi za pridobitev dovoljenja za raziskave in osnova za izdelavo rudarskega načrta vrtine.

Za določitev ustreznega položaja predvidene vrtine je bilo potrebno opraviti ogled terena ter predlagano območje za novo vrtino podrobne geološko in hidrogeološko kartirati.

Za ugotovitev hidrodinamičnih lastnosti vodonosnika smo obdelali podatke dveh poizkusnih črpanj na vrtini Trije studenci 1. Poskusno črpanje je izvedla Pivovarna Laško in nam posredovala meritve gladine podzemne vode in pretoka.

2) Položaj vodnjaka

Predvideno mesto izdelave črpalne vrtine bo na območju Njivce, ki spada pod občino Laško.

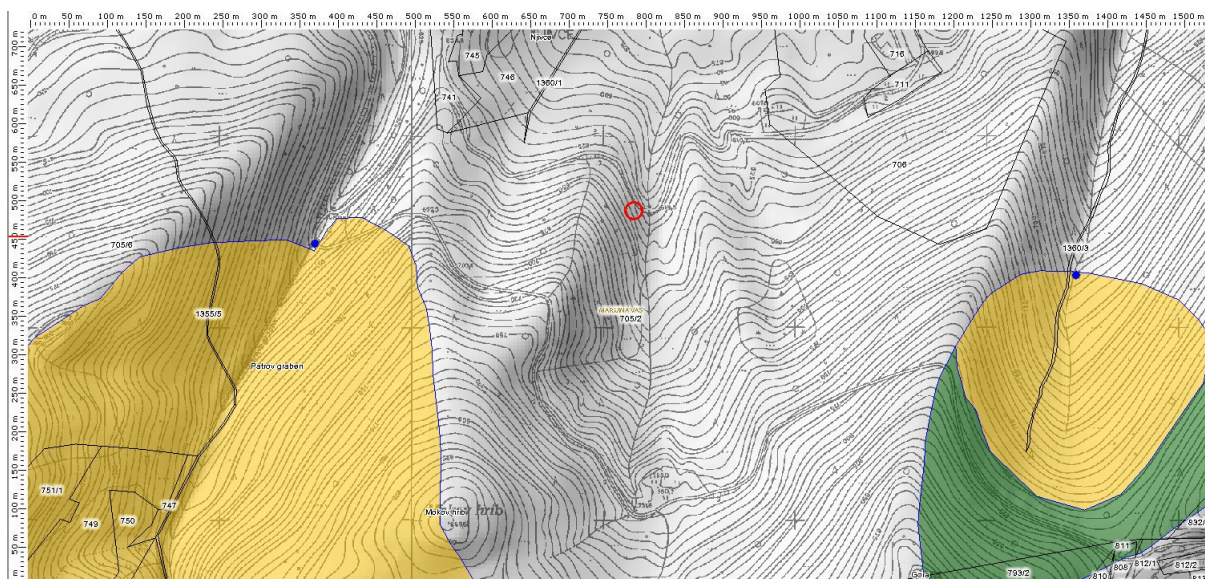
Vrtina bo izdelana na parceli s parcelno številko: 705/2, k. o.: 1043 Marijina vas.

Glede na izvedene geološke in hidrogeološke raziskave je najprimernejša lokacija izdelave vrtine na koordinatah Gauss Krügerjeve projekcije (TTN5) (Slika 1)

Preglednica 1. Lokacija vrtine

	Parcela	k.o.	Občina	GK koordinate		Nadmorska višina terena (m n.m.)
				Y	X	
Trije studenci 2	705/2	1043 Marijina vas	Laško	527291	104152	625-630

3) Fotografija objekta



Slika 1. Predvidena lokacija raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci 2 – rdeč krogec (po Atlasu okolja, 2007 Agencija RS za okolje, LUZ d.d., 7.11.2011)

4) Leto izdelave

Raziskovalno črpalna vrtina Trije studenci 2 bo predvidoma izdelana v letu 2012.

5) Način izdelave

Vrtanje se bo izvajalo z globinskimi kladivi z dletom. Za delo kladiva in čiščenje navrtanine se bo uporabljal stisnjen zrak. V primeru, da zaradi lomljenja velikih kosov hribine čiščenje vrtine s stisnjenim zrakom ne bo dovolj kvalitetno se bo uporabila kompaktna pena. Za izdelavo pene se smejo uporabljati biološko in oksidacijsko razgradljiva penila. Na iztoku iz vrtine se bo peno razgrajevalo z razgrajevalci pene.

6) Globina raziskovalno črpalne vrtine

Vrtina bo predvidoma globoka do 180 m z možnostjo poglobitve do 200 m.

Če upoštevamo, da se ob nizkih vodah gladina podzemne vode (GPV) nahaja okoli 80 m pod koto terena (na koti okoli 550 m n.m.), da je znižanje ob črpanju 5 l/s okoli 23 m ter da se na globini 130 m vrtani profil zmanjša iz 254 mm na 158,7 mm, se mora za zagotovitev želene količine vode z vrtino zajeti vsaj 73 m vodonosnega sloja, kar pomeni da je vrtino potrebno izdelati vsaj do končne globine okoli 180 m ($G = 80 + 23 + 73 = 176$). V primeru, da se ob vrtanju ugotovi slabše hidrogeološke razmere od predvidenih, se lahko vrtino poglobi do globine 200 m.

Izračun dopustne količine črpanja iz vodonosnika po Sichardt

Za zagotovitev zadostne izdatnosti vrtine bi glede na izračun po Sichardt-u morali zajeti okoli 25 m zasičene cone s premerom vrtanja 254 mm ter 48 m zasičene cone s premerom vrtanja 158,7 mm. Izračun in vhodni parametri so prikazani v spodnji preglednici.

Vrtani premer uvodne kolone vrtine do globine 15 m bo 374,6 mm, medtem ko se bo od te globine do predvidene globine 130 m vrtalo s premerom 254 mm. Od globine 125 m do končne globine 180 ali 200 m se bo vrtalo s premerom 158,7 mm.

Medprostor bo cementiran do globine pojavljanja pobočnega grušča in hudourniških nanosov, predvidoma do globine petnajst metrov.

8) Podatki o cevitvi vodnjaka

Uvodno kolono se bo cevilo s cevmi premera 273,05 mm,

Vodnjak Trije studenci 2 bo od ustja vrtine (kote terena), do globine 130 m cevljen z jeklenimi cevmi premera 193 mm z vmesnimi filtrskimi odseki.

Od globine 125 m do končne globine 180 ali 200 m bo vodnjak cevljen z jeklenimi cevmi premera 127 mm z vmesnimi filtrskimi odseki.

Preglednica 4. Predvidena cevitve črpalne vrtine Trije studenci 2

	premer vrtanja mm (inch)	premer cevitve mm (inch)	globina cevitve m	kvaliteta jekla	tip navoja
Uvodna kolona	374,6 (14¾")	273,05 (10¾")	0 - 15	API H-40 ali EN L 235 GA	varjeno
Filtrska konstrukcija	254 (10")	193,7 (7 ⅝")	0 - 130	API H-40 ali EN L 235 GA	varjeno
Eksplatacijska kolona	158,7 (6¼")	127,0 (5")	125 – 180 (200)	API H-40 ali EN L 235 GA	varjeno

Skupna dolžina filtrskih cevi mora biti vsaj 24 m, če je odprtost vsaj 2 %. Pri tem je upoštevan kriterij dopustne hitrosti skozi filtrske cevi $v_{dop} < 0,03$ m/s.

V širšem vrtanem profilu vrtine je predvidena vgradnja filtrskih cevi na odseku od 80-90 m in 115-125 m. Skupna dolžina filtrov cevi premera 193 mm je 20 m. Filtrske cevi premera 127 mm pa se vgradi od globine 130 do globine 180 m oziroma do 200 m v kolikor bo prišlo do poglobitve vrtine. Dejansko razporeditev filtrskih cevi bo potrebno določiti na podlagi spremljave vrtanja, ugotovljenih razpokanih con in dotokov vode v vrtino.

9) Podatki o gladini vode in vodonosniku

Glede na hidrogeološko karto pojavljanja izvirov v okolici (TTN5), nadmorsko višino predlagane lokacije (TTN5) ter meritve gladine podzemne vode v vrtini Trije studenci, se statična gladina podzemne vode v času srednjih do visokih vod na predvideni lokaciji raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci 2 nahaja na koti okoli 573 m n.m., torej na globini okoli 57 metrov pod površjem.

V času nizkih vod ocenjujemo, da se gladina podzemne vode nahaja na globini okoli 80 m, torej na koti okoli 550 m n.m.

10) Način črpanja

Črpanje iz vrtine Trije studenci 2 se bo izvajalo z 11 kW potopno črpalko GRUNDFOS SP 30-13 (izdatnost 5 l/s še pri 126 m dvižne višine) ali s 13 kW potopno črpalko GRUNDFOS SP 30-14 (izdatnost 5 l/s še pri 137 m dvižne višine).

11) Vplivni radij črpanja

Izračun vplivnega radija vodnjaka smo opravili glede na znane podatke iz bližnje vrtine Trije studenci 1, na kateri sta se izvedla tudi dalj časa trajajoča črpalna poizkusa. Črpanje je izvedlo podjetje Pivovarna Laško d.d., ki nam je tudi posredovalo podatke.

Višino gladine podzemne vode, črpano količino in temperaturo vode se je ob črpanju beležilo z avtomatskimi meritvami na pol ure.

Izračun koeficienta prepustnosti

Koeficient prepustnosti smo izračunali po metodi Girinski & Babuškin za nepopoln vodnjak v odprtem vodonosniku ter po metodi Krasnopolski za popoln vodnjak v odprtem vodonosniku

1. Prvo črpanje:

Čas prvega črpanja je bil 10 dni in 23 ur.

Ocenjeni koeficient prepustnosti: Girinski, Babuškin $k = 3,89 \times 10^{-6}$ m/s,
Krasnopolski $k = 8,76 \times 10^{-6}$ m/s.

Girinski, Babuškin:

$$k = \frac{0,366Q}{l \cdot s} \log \frac{0,66 \cdot l}{r}$$

Krasnopolski:

$$k = 0,16 \cdot \frac{Q}{H\sqrt{rs}}$$

k Koeficient prepustnosti

r Polmer vrtine

s Znižanje ob črpanju

l Dolžina filtrskega odseka

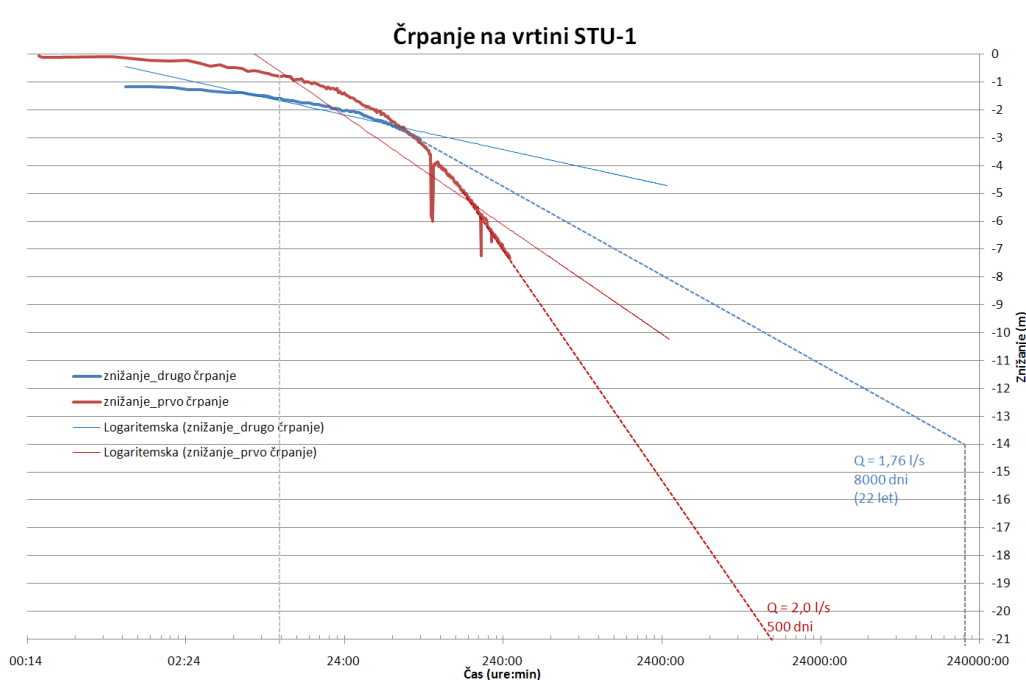
H Debelina zajetega vodonosnika

Girinski, Babuškin	
k (m/s)	$3,86 \times 10^{-6}$
Q (m ³ /s)	0,002
l (m)	59,70
s (m)	8,76
r (m)	0,0655

Krasnopolski	
K	$7,08 \times 10^{-6}$
Q	0,002
H	59,70
S	8,76
R	0,0655

Gladina podzemne vode bi pri takšnem vodnem stanju in črpani količini 2 l/s padla do globine vgrajenih črpalk v okoli 500 dneh črpanja (Slika 3).

Ocenjujemo, da se je depresijski lijak ob črpanju razvil do slabo prepustne meje vodonosnika (glinasti skrilačvi kredne starosti na severu), ki jo je dosegel po okoli 10 urah črpanja (Slika 3).



Slika 3. Znižanje ob črpanju na vrtini STU-1

2. Drugo črpanje

Čas črpanja je bil 72 ur in 30 min.

Spremljanje dviga gladine podzemne vode po končanem črpanju 119 ur, $\Delta s = 3,89$.

Ocenjeni koeficient prepustnosti: Girinski, Babuškin $k = 7,88 \times 10^{-06}$ m/s
Krasnopolski vodnjak $k = 9,6 \times 10^{-06}$ m/s

Girinski, Babuškin:

$$k = \frac{0,366Q}{l \cdot s} \log \frac{0,66 \cdot l}{r}$$

Krasnopolski:

$$k = 0,16 \cdot \frac{Q}{H\sqrt{rs}}$$

k Koeficient prepustnosti

r Polmer vrtine

s Znižanje ob črpanju

l Dolžina filtrskega odseka

H Debelina zajetega vodonosnika

Girinski, Babuškin	
k (m/s)	$7,88 \times 10^{-6}$
Q (m ³ /s)	0,00176
l (m)	58,11
s (m)	3,89
r (m)	0,0655

Krasnopolski	
k (m/s)	$9,60 \times 10^{-6}$
Q (m ³ /s)	0,00176
H (m)	58,11
s (m)	3,89
r (m)	0,0655

Gladina podzemne vode bi pri takšnem vodnem stanju in črpani količini 1,76 l/s padla do globine vgrajene črpalke v okoli 8.000 dneh črpanja.

Ker stabilizacija pri nobenem črpalnem poizkusu ni bila dosežena ocenjujemo, da je dejanski koeficient prepustnosti lahko še nekoliko nižji in ga ocenjujemo na red velikosti $k = 3 \times 10^{-6}$ m/s (kot je bil najneugodnejši izračun iz prvega črpanja).

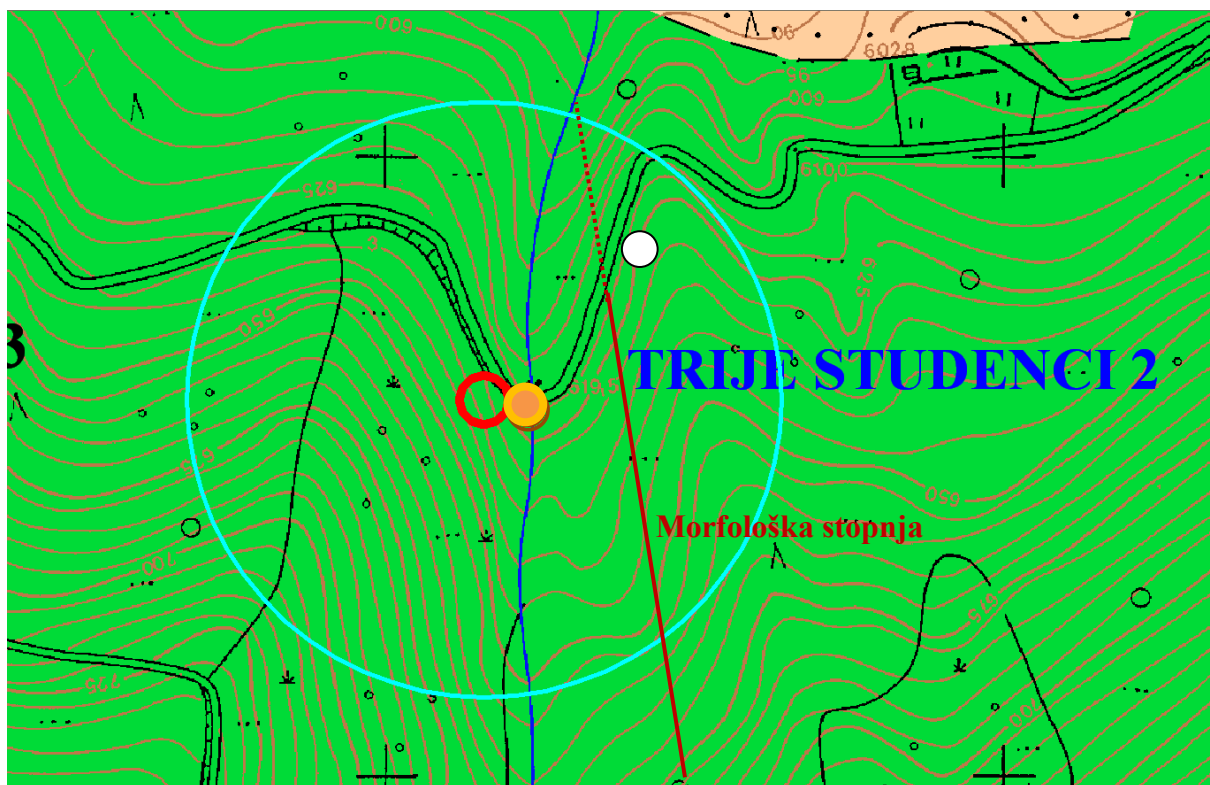
V odvisnosti od predvidene kote gladine podzemne vode in debeline zajetega sloja ocenjujemo, da se bo pri konstantnem črpanju količine 5 l/s in znižanju okoli 23 m (pri končni globini vrtine 180 m) depresijski lijak teoretično razvil okoli 94 m okrog vodnjaka.

$$R_0 = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

- R_0 – vplivni radij
 s – ocenjeno znižanje pri črpanju 5 l/s
 k – ocenjena prepustnost (3×10^{-6} m/s)

Preglednica 5. Izračunane velikosti razvoja depresijskega lijaka

Globina vrtine (m)	Znižanje (m)	k_1 (m/s)	R_1 (m)
180	23	$3,00 \times 10^{-6}$	120



Slika 4. Predviden obseg vplivnega radija okoli 120 m pri stalnem črpanju 5 l/s (modra krožnica), lokacija predvidene vrtine (rdeča krožnica), izdanek klastitov (bel krog) in predvidena lokacija razkopa (oranžen krog)

Ker je v bližini slabo prepustna hidravlična meja krednih plasti in ker gre za razpoklinski vodonosnik s tektonskimi elementi, se lahko dejanski vpliv razširi v določenih smereh tudi na večjo razdaljo. Možno je, da bi se vpliv razširil tudi do obstoječe vrtine Trije studenci 1, manj verjetno pa do Globočaja. Med poskusnim črpanjem bo zato potrebno natančno spremljati gladino vode in pretok na obeh sosednjih vodnih virih ter pretoke vode v grapah severno od nove vrtine.

Po metodi Kennessy smo ocenili, da se vodonosnik napaja s 465 mm/leto (povprečna letna infiltracija), kar predstavlja dobrih 37 % povprečne letne količine padavin (1250 mm/leto – za obdobje 1961-1990).

Glede na velikost ocenjenega površinskega napajalnega zaledja 223.579 m² je količina napajanja 3,3 l/s. Izračunana količina napajanja na celotni površini vodonosnika dolomitnih plasti (610.000 m²) pa je okoli 9 l/s (Slika 7).

12) Globina vgrajene črpalke ali sesalnega koša

Priporočljivo globino vgradnje črpalke se bo podalo po končani izvedbi vrtine, ko se bo vedelo končno globino, dolžino filtrskega odseka ter kote statične in dinamične gladine podzemne vode.

Globino vgradnje črpalke se bo podalo po končanem aktiviranju vrtine in izvedbi kratkotrajnega črpalnega poizkusa „step test“ za ugotovitev učinkovitosti vrtine.

Računamo, da bo potrebno potopno črpalko vgraditi na okoli 120 m globine.

13) Zmogljivost črpalke

Predvidevamo, da bo potrebno vgraditi črpalko z zmogljivostjo do 5 l/s in dvižno višino vsaj 120 m.

14) Podatki o režimu črpanja

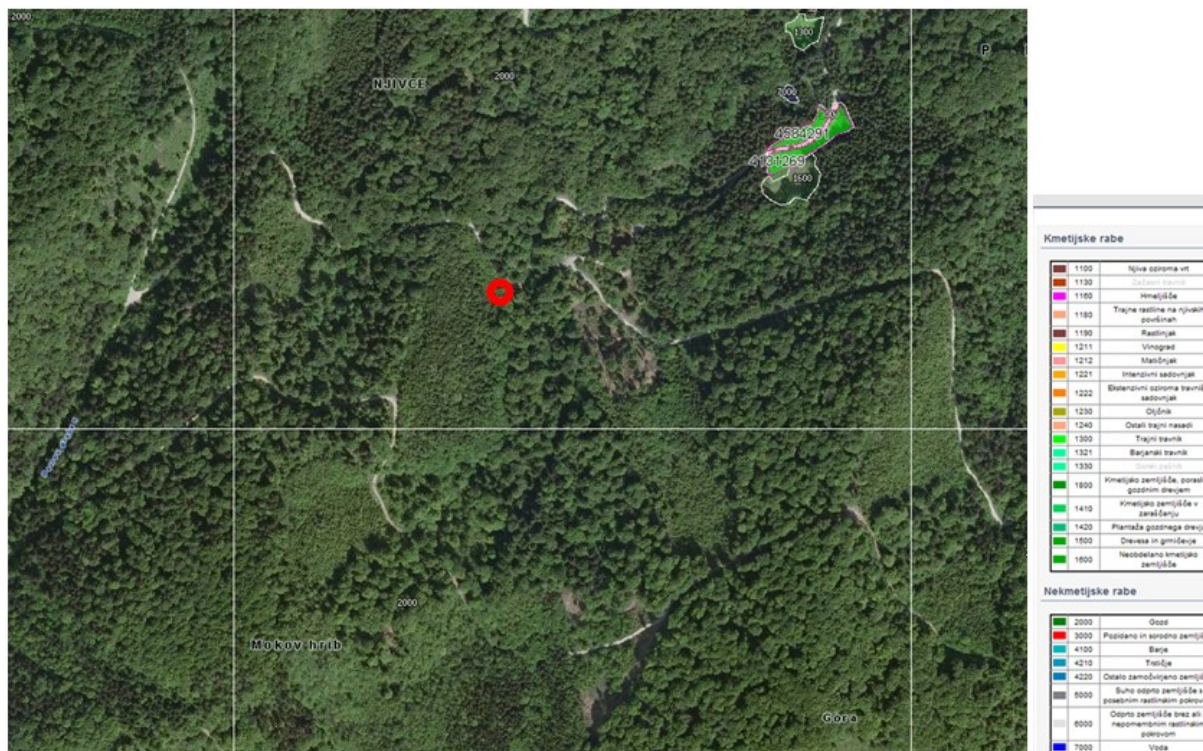
Tehnična izvedba vodnjaka 3ST-2 je predlagana na način, da bo iz njega možno črpati do 5 l/s vode. Glede na ocenjeno neposredno napajalno zaledje in oceno infiltracije pa izdatnost vodonosnika ocenjujemo na do 3,3 l/s. To pomeni, da je ocenjena dopustna količina izkoriščanja iz vodnjaka 3ST-2 do 3,3 l/s.

Za določitev dejanske izdatnosti vrtine in pridobitev hidrogeoloških značilnosti zajetega vodonosnika naj se po izdelavi vrtine in aktivaciji z metodo air-lift na njej opravi tudi dalj časa trajajoč črpalni poizkus.

Glede na rezultate črpalnega poizkusa se bo lahko podalo predlog režima črpanja, da ne bo prihajalo do prekomernega izkoriščanja in izpiranja vodonosnega sloja, morebitnega vpliva na bližnjo vrtino Trije studenci 1 ter zajetja Trije studenci in Globočaj.

15) Raba tal neposredne okolice vodnjaka

Predvidena lokacija vrtine je na območju, ki je na karti rabe tal po RKG-GERK (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano) kategorizirano kot gozd.



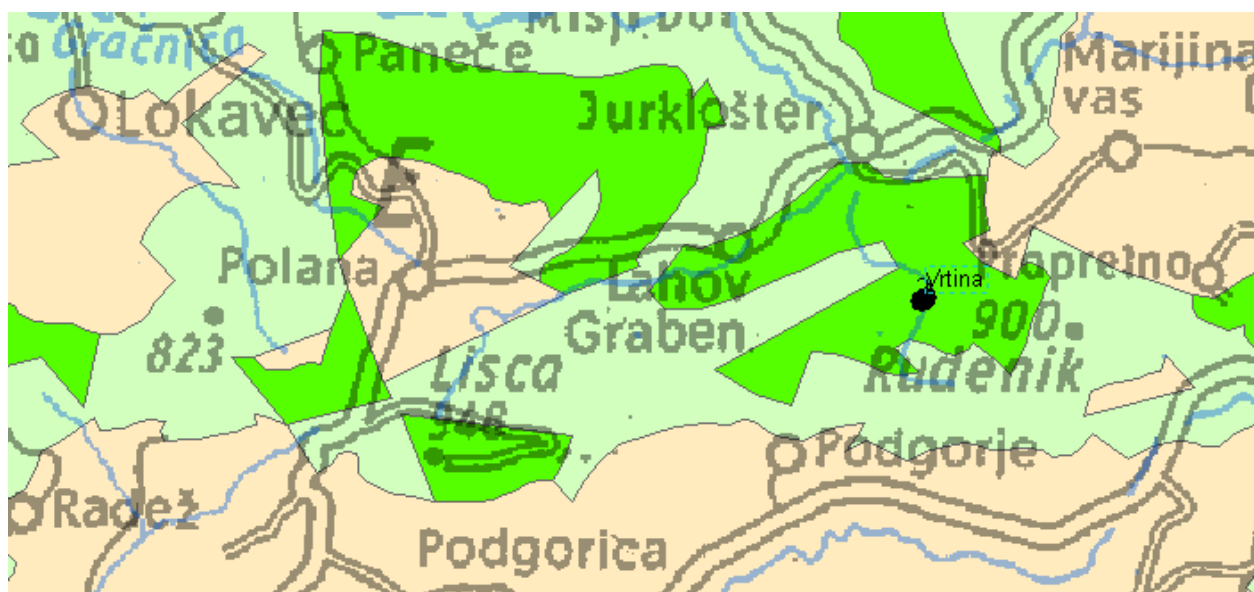
Slika 5. Raba tal po MKGP 8.11.2011 (<http://rkg.gov.si/GERK/viewer.jsp>)

16) Podatki o vodonosniku

Obravnavani vodni vir pripada območju:

- vodno telo (VTPodV 1009 Spodnji del Savinje do Sotle),
- vodonosni sistem (12532 Laško - Jurklošter),
- vodonosnik (1. Vodonosnik - Dolomitni vodonosniki in vodonosniki v apnenčastih kamninah)

Vodonosnik predstavljajo dolomitne plasti razpoklinskega značaja s spremenljivo izdatnostjo, (II.a) in prevladujočo srednjo prepustnostjo.



- I: VODONOSNIKI, V KATERIH PREVLAĐUJE MEDZRNŠKI TOK (PREVLADUJEJO NEVEZANI SEDIMENTI)
- I.a, Obširni in visoko izdatni vodonosniki
 - I.b, Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki
- II: RAZPOKLINSKI VODONOSNIKI, VKLJUČNO S KRAŠKIMI (RAZPOKANE IN MASIVNE GEOLOŠKE PLASTI)
- II.a, Obširni in visoko izdatni vodonosniki
 - II.b, Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki
- III: MANJŠI VODONOSNIKI MEDZRNŠKE ALI RAZPOKLINSKE POROZNOSTI ALI GEOLOŠKE PLASTI BREZ POMEMBNIH VIROV PODZEMNE VODE
- III.a, Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode
 - III.b, Geološke plasti brez pomembnih virov podzemne vode
- SLABO PREPUŠTNE KROVNE PLASTI
- III.c, Slabo prepustne plasti, ki prekrivajo vodonosnik tipa I ali II

Slika 6. Položaj predvidene lokacije vrtine Trije studenci 2 na pregledni hidrogeološki karti

Debelino nenasičene cone vodonosnika na mestu predvidene vrtine ocenjujemo glede na znano geološko strukturo (OGK v merilu 1:100.000 ter hidrogeološko karto Sevnica št.122 v merilu 1:25.000) in kote pojavljanja vode na območju okoli predvidene lokacije vrtine (karta TTN5), na 60 do 80 m.

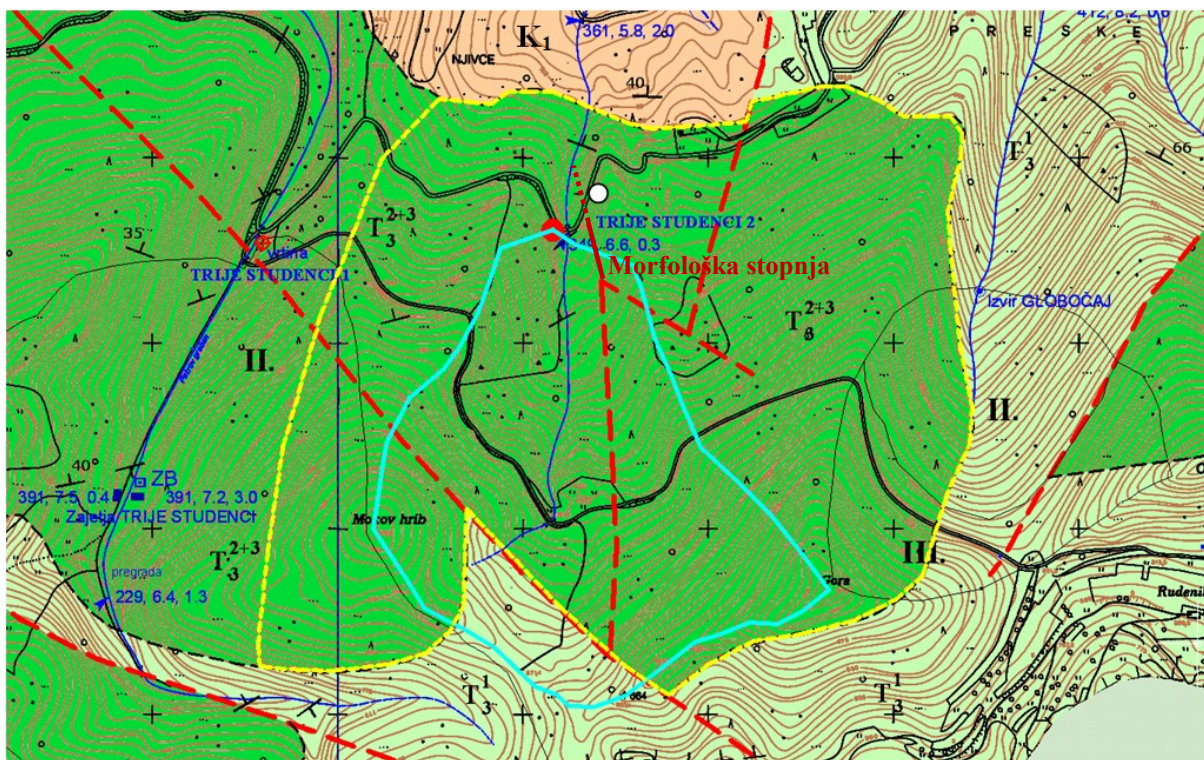
Krovnih zaščitnih plasti vodonosnika ni.

Vodonosne plasti plastovitega dolomita z vložki rožencev se raztezajo na vzhodu do severnega pobočja Gore, na zahodu pa preko območja zajetij Trije studenci do zajetja Lahov graben. V smeri proti severozahodu se vodonosne plasti nadaljujejo preko zahodnega pobočja Šlosberga ter severnega pobočja Špičjeka in Reskovce.

- Hidravlične meje

Slabo prepustne in spremenljivo izdatne plasti ploščatega temno sivega mikritnega apnenca z menjavanjem debelejših plasti kalkarenita in lapornatega skrilavca karnijske starosti, predstavljajo hidrogeološko bariero vodonosnika na vzhodni, južni in zahodni strani.

Meja med krednimi plastmi na severu in karnijskimi plastmi na vzhodu je tektonskega značaja (prelom).



Slika 7. Neposredno površinsko napajalno zaledje predvidene nove vrtine (223.579 m^2) – svetlo moder poligon; Celotna površina vodonosnih plasti norijsko retijske starosti med Globočajem in površinsko razvodnico s Patrovim grabnom (610.000 m^2) – rumen poligon. Izdanek klastitov – bel krog

Severno mejo vodonosnika pa predstavlja erozijsko diskordantna meja z zelo slabo prepustnimi klastiti kredne starosti, ki zapolnjujejo paleorelief v dolomitu norijsko-retijske starosti. Na območju te erozijsko diskordantne meje se pojavljajo prelivni izviri. V grapi predvidene vrtine, so to izviri potoka Založnica, ki se dolvodno pridruži toku potoka Globočaj. Na karti OGK je meja med klastiti kredne starosti in triasnim vodonosnikom vrisana nekoliko severneje, kot na karti Sevnica (merila 1:25.000), kar bi bilo za izvedbo vrtine ugodnejše. Vendar smo ob kartiranju ugotovili, da se v grapi že 100 m severno in okoli 25 m nižje od vrtine pojavijo lapornate plasti in plasti skrilavca, kar je za izvedbo vrtine še manj ugodno kot interpretacija po karti Sevnica.

- Položaj predvidene vrtine

Okoli 60 m vzhodno od predvidene lokacije (na desnem bregu Založnice), je znotraj plasti dolomita z vložki rožencev vidna morfološka stopnja (Slika 4, Slika 7). Najverjetneje gre za prelom v smeri 330 do 340 in vpadom med 80 in 85° proti zahodu. Ta prelom bi lahko predstavljal tudi mejo med slabo prepustnimi klastiti in dolomitnimi plastmi. Klastiti se namreč pojavijo v cestnem useku 75 m po cesti proti severovzhodu od križanja ceste in grape.

Ker meje med klastiti in dolomitom s kartiranjem nismo mogli natančneje opredeliti, je potrebno čim prej in nujno pred začetkom pripravljalnih del za vrtanje nekaj metrov vzhodno od predvidene lokacije vrtine tik ob potoku izvesti sondažni razkop. Sklepamo, da bi bilo potrebno izdelati izkop dolžine okoli 10 m in širine okoli 5 m do trdne skalne podlage. Pri izkopu morata biti prisotna geolog in hidrogeolog. Predlagano mesto razkopa je označeno na karti (Slika 4). Računamo, da bi se s predlaganim razkopom lahko natančneje določilo potek kontakta med klastiti in dolomitom, kar je ključnega pomena pri izbiri mesta vrtine.

V kolikor se vpad preloma tudi z globino bistveno ne spreminja, ga z izdelavo vertikalne vrtine predvidoma ne bomo navrtali. Z vrtino bi ga navrtali le v primeru, da je prelom z globino položnejši: vpad $< 70^\circ$. Povsem verjetno pa je, da bomo z vrtino navrtali prelomno cono. Širina le te nam ni poznana. Možno je, da celotna dolina Založnice v tem nekoliko širšem in položnejšem delu predstavlja prelomno cono. V tem primeru, bi bila vrtina večinoma izdelana znotraj prelomne cone, kar bi tudi lahko bilo ugodno za zajem vode.

Zaradi navedenih razmer je smiselno vrtino izvesti čim bolj južno od ceste in hkrati čimbolj v zahodni rob grape, da je čim manjša verjetnost, da bi vrtina prevrtala prelom.

Vrtina je predvidena na območju plastovitega dolomita z vložki rožencev (T_3^{2+3}). Na mestu vrtanja je pod tanko humusno plastjo pobočni grušč in hudourniški nanos do globine največ nekaj metrov. Sledi verjetno pretrt in močno razpokan dolomit do globine okoli 15 m. Od globine okoli 15 m naprej predvidevamo, da bo vrtina izdelana le skozi plasti plastovitega dolomita z vložki rožencev.

Neposredno površinsko napajalno zaledje predvidene nove vrtine zajema območje severno med Mokovim hribom in Goro in je veliko 223.579 m^2 .

Celotna površina vodonosnika dolomitnih plasti norijsko retijske starosti med Globočajem in površinsko razvodnico s Patrovim grabnom pa obsega površino okoli 610.000 m^2 .

17) Opis litologije vrhnjih plasti

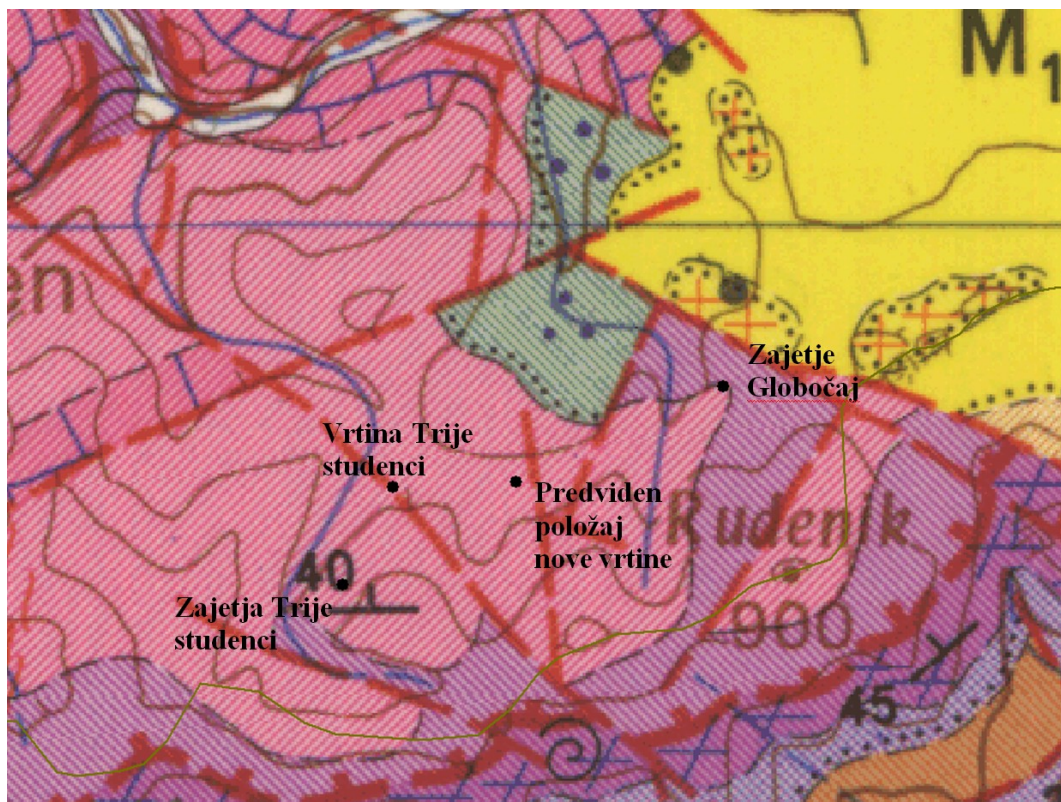
V širši okolici predvidene vrtine se na površju pojavljajo geološke plasti zgornje triasne starosti (T_3 - karnij, norij, retij) in plasti spodnje kredne starosti (K_1).

V okolici Jurkloštra je za plasti karnijske starosti (T_3^1) značilno menjavanje ploščastega temno sivega mikritnega apnenca in debelejših plasti kalkarenita in lapornatega skrilavca.

Z dosedanjim geološkim kartiranjem in hidrogeološkim poznavanjem območja južno od Jurkloštra, natančneje na severnih pobočjih Mokovega hriba in Gore, je bilo ugotovljeno, da ozemlje gradi dolomit (plastovit dolomit z vložki rožencev, triasne starosti T_3^{2+3} – norijska, retijska stopnja). Ta predstavlja vodonosnik, katerega želimo z vrtino zajeti. Gre za mikritni in sparitni ploščast ter skladovit dolomit, ki vsebuje 10 do 40 cm debele pole in plasti temno sivega roženca. Ta dolomit predstavlja po legi in litološkem razvoju ekvivalent Baškega dolomita in navzdol postopno prehaja v ploščast apnenec karnijske starosti (Buser, S., 1979).

Plasti spodnje kredne starosti (K_1) ležijo transgresivno na plasteh triasne starosti, po obeh geoloških kartah (OGK in hidrogeološko karto Sevnica št.122) v danem primeru na norijsko retijskem dolomitu.

Za te plasti (K_1) je značilno menjavanje temno sivega glinastega skrilavca, laporja, kalkarenita in apnenčeve breče. Prevladuje glinast skrilavec, medtem ko je laporja najmanj. Plasti glinastega skrilavca so redko večje debeline od 2 m, med njimi pa se pojavljajo pole roženca, ki predstavlja primarno spremenjene kalkarenite s še ohranjenimi sedimentnimi strukturami. Apnenčeve breče so sestavljene iz kosov pretežno mikritnega apnenca z vezivom iz apnenčevega drobirja. V breči so tudio kosi oolitnega apnenca jurske starosti ter primarni in tudi prinešeni roženci. Pri tanjših plasteh kalkarenita in apnenčeve breče je običajno jasno izražena postopna zrnavost (Buser, S., 1979).



Slika 8. Položaji obstoječih zajetih izvirov in vrtine ter predlagana lokacija nove vrtine na izseku iz Osnovne geološke karte, list Celje, 1:100 000. Zvezni geološki zavod, Beograd. Tolmač: Buser, S., 1979: Osnovna geološka karta SFRJ Tolmač za list Celje L33-67. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000. Zvezni geološki zavod, Beograd.)

Najbližji prelomi, ki so izrisani po OGK, so interpretirani glede na sledenje geoloških mej in zamike tudi drugod. Teren je na območju Mokovga hriba in Gore pokrit, zaradi česar je sledenje litoloških struktur in strukturnih elementov oteženo. Za natančnejše podatke bi bilo potrebno zelo podrobno geološko kartiranje in paleontološka analiza.

18) Opis meritev, ki se bodo izvajale na objektu

Menimo, da je nujno beleženje dejansko odvzemanе trenutne in kumulativne količine iz tega vodnjaka ter redno opazovanje gibanja gladine podzemne vode v vodnjaku.

Take meritve so nujne za varno obratovanje samega vodnjaka in tudi opredelitev skupne količine razpoložljivih zalog.

Ob koncu črpalnega poskusa naj se odvzame vzorec za analizo glede zdravstvene ustreznosti za pitno vodo v skladu s Pravilnikom o pitni vodi. Na podlagi teh rezultatov se predvidi nadaljnje vzorčevanje in analitika.

19) Način izvajanja meritev

Meritve gladine podzemne vode se lahko izvajajo ročno z ročnim merilcem globine do gladine podzemne vode.

Vodnjak mora biti opremljen tako, da je možno kadarkoli meriti gladino vode v vodnjaku med črpanjem. Priporočamo, da se nad črpalko vgradi tlačna sonda s prikazovalnikom gladine vode. Na ta način se lahko meritve izvajajo zvezno. Zvezne meritve so nujne za ugotavljanje vpliva črpanja na stanje vodonosnika in vpliva črpanja na sosedno vrtino Trije studenci 1.

Predlagamo, da se v času obratovanja spremlja in beleži gibanje gladine podzemne vode v vodnjaku Trije studenci 2 vsaj enkrat mesečno ter še posebej vsakič ob izrednih visokih in nizkih vodah.

Predlagamo, da se za kontrolo količine izkoriščanja (črpanja) opremi vodnjak z merilcem pretoka (vodovodno uro), kjer je možno odčitati trenutno količino črpanja in skupno količino načrpane vode. Gladina vode in trenutni pretok iz vodnjaka naj se v času obratovanja izmerita pred začetkom in po začetku črpanja.

Vodo za laboratorijske kemijske in mikrobiološke analize na črpalni vrtini Trije studenci 2 se odvzame neposredno na iztoku iz vrtine.

20) Najbližji sosednji vodnjak

Na širšem območju predvidene lokacije vrtine se zahodno nahaja črpalna vrtina Trije studenci 1 ter dve zajetji Trije studenci z zbiralnikom.

Na vzhodu je zajetje Globočaj. Vsi sosednji vodni objekti služijo za oskrbo s pitno vodo.

Lokacije, oddaljenost in namen že obstoječih vodnih objektov, je prikazan na sliki (Slika 9/Slika 9) in v preglednici (Preglednica 6). V okviru predvidenega črpalnega poskusa naj se podrobneje opredeli, ali lahko prihaja do medsebojnega vpliva med že obstoječo vrtino, zajetimi izviri in predvideno vrtino.

Ime vodnjaka/zajetja	Ocenjena oddaljenost od Trije studenci-2 (m)
Vrtina –Trije studenci 1	440
Zajetje – Trije studenci (desni breg)	705
Zajetje – Trije studenci (levi breg)	730
Zajetje – Trije studenci (zbiralnik)	695
Izvir Globočaj	530

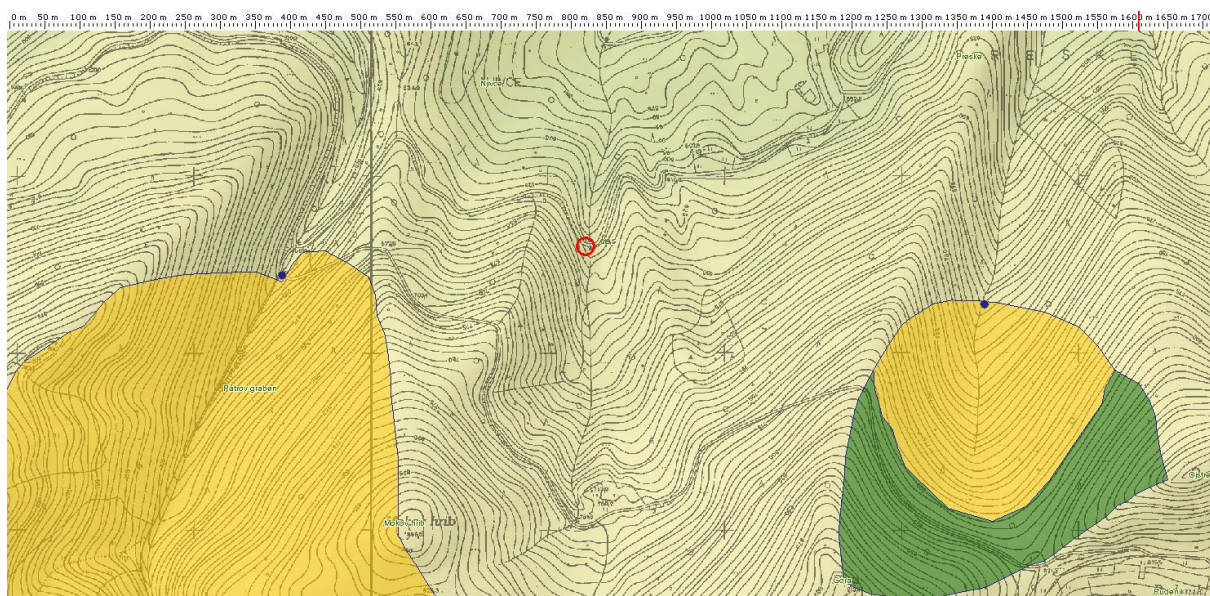
Preglednica 6. Oddaljenost predvidene lokacije vrtine Trije studenci 2 od že zajetih vodnih virov z določenim VVO

Obstoječa vrtina Trije studenci 1, zajetja Trije studenci in Globočaj spadajo pod občino Laško.

Glede na posredovane podatke DE Vodovod, Pivovarna Laško, d.d. (15.4.2011 – elektronska pošta) in odčitano iz TTN5 se lokacije zajetij nahajajo na koordinatah Gauss Krügerjeve projekcije:

Preglednica 7. Mesta že zajetih vodnih virov

	Parcela	k.o.	Občina	GK koordinate		Nadmorska višina terena (m n.m.)
				Y	X	
Vrtina – Trije studenci 1	705/2	1043 vas	Marijina Laško	526893	104131	630,76
Zajetje – Trije studenci (desni breg)	705/2	1043 vas	Marijina Laško	526730	103793	679
Zajetje – Trije studenci (levi breg)		1043 vas	Marijina Laško	526703	103794	679
Zajetje – Trije studenci (zbiralnik)	705/2	1043 vas	Marijina Laško	526733	103811	677
Izvir Globočaj	705/2	1043 vas	Marijina Laško	527867	104069	680



Slika 9. Predvidena lokacija raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci 2 (rdeč krog) in lokaciji zajetij z VVO (modra krogca)

- Vrtina Trije studenci 1

Končna globina vrtine je 132 m.

Vrtani premer je verjetno bil $R = 0,131$ m.

Vrtina je cevljena s cevmi $\Phi 114$.

Črpalka je vgrajena 85 m pod koto terena, na koti okoli 545,8 m n.m.

Gladina podzemne vode se po navedbah upravljalca v statičnem stanju, ko je dosti vode nahaja na globini okoli 57 m, kar je kota okoli 573 m n.m.

Dne 25.3.2011 je bil GPV ob črpanju okoli 63 m pod koto terena, torej na koti okoli 567 m n.m.

Ob črpanju okoli 1 l/s naj bi v sušnem obdobju GPV padla okoli 80 m pod koto terena (le 5 m nad vgrajeno črpalko), in naj bi bila na koti okoli 550 m n.m.

- Zajetja Trije studenci

Izdatnost zajetij Trije studenci 1 in 2, ki sta okoli 300 m nad vrtino Trije studenci 1 je bila sredi aprila okoli 3 (l/s) - DE Vodovod, Pivovarna Laško, d.d. (15.4.2011 – elektronska pošta).

11.4.2011 smo opravili tudi terenski pregled zajetij Trije studenci.

V zajetju na desnem bregu se pojavljajo težave zaradi kalnosti vode, zaradi tega je vgrajen avtomatski merilec kalnosti (na zbiralniku – skupni za oba zajetja). Na dan ogleda je bila izmerjena električna prevodnost vode na tem zajetju 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in temperatura 7,6 °C.

Na zajetju na levem bregu je bila izmerjena električna prevodnost 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in temperatura 7,4 °C.

Skupni pretok obeh zajetij je bil ocenjen na okoli 3 l/s, pri čemer je okoli 2,5 l/s vode iz zajetja na desnem bregu in okoli 0,5 l/s vode iz zajetja na levem bregu.

- Zajetje Globočaj

Zajetje Globočaj se nahaja okoli 600 m vzhodno od predvidene lokacije vrtine Trije studenci-2.

V strugi Globočaja naj bi tudi ob suši teklo vsaj 3 l/s vode. Ob ogledu dne 25.3.2011 je v desni strugi teklo dobrih 8 l/s vode s temperaturo 8,1°C in električno prevodnostjo 442 $\mu\text{S}/\text{cm}$. V levi strugi pa je bil pretok okoli 3-4 l/s s temperaturo 7,3°C in električno prevodnostjo 362 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Izviri v grapi Globočaja so večinoma iz desnega (vzhodnega) brega. Predvidena nova vrtina Trije studenci-2 tako naj ne bi imela vpliva na izdatnost zajetega izvira.

21) Sklep

Čim prej in nujno pred začetkom pripravljalnih del za vrtanje, je potrebno na desnem bregu potoka Založnice vzhodno od predvidenega mesta vrtanja izvesti sondažni razkop. Pri izdelavi razkopa morata biti prisotna geolog in hidrogeolog.

Predlagano mesto raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci 2 (Slika 6) je južno od Jurkloštra na območju Njivce v občini Laško. Vrtina bi bila od že obstoječe vrtine Trije studenci oddaljena okoli 440 m (v smeri proti severzahodu).

Z vrtino se želi zajeti okoli 5 l/s vode ($432 \text{ m}^3/\text{dan}$, $157.680 \text{ m}^3/\text{leto}$), ki bi se služila za oskrbo s pitno vodo.

Vodo se bo z vrtino zajelo iz dolomitnega vodonosnika z vmesnimi plastmi roženca. Vodonosnik lahko glede na tip vodonosnika uvrstimo med vodonosnike s spremenljivo izdatnostjo, razpoklinskega značaja (II.a) in prevladujočo srednjo prepustnostjo, katero glede na izvedene črpalne poizkuse na obstoječi vrtini Trije studenci-1 ocenjujemo na red velikosti $3 \times 10^{-6} \text{ m/s}$.

Mejo napajanja vodonosnika na vzhodni, južni in zahodni strani predstavljajo slabo prepustne in spremenljivo izdatne plasti ploščastega temno sivega mikritnega apnenca z menjavanjem debelejših plasti kalkarenita in lapornatega skrilavca karnijske starosti.

Končna izdatnost vrtine je zelo odvisna od bližine meje vodonosnika s klastiti na severu ter preloma in vpada preloma na vzhodu.

Povsem verjetno je, da bo vrtina potekala po prelomni coni, saj je ta lahko široka več metrov.

Preloma se z vrtino predvidoma ne bo prevrtalo, razen če je njegov vpad v globini manjši (položnejši prelom). Ker bi ta prelom lahko predstavljal tudi mejo med slabo prepustnimi klastiti in dolomitnimi plastmi, se ga z vrtino ne želi prevrtati.

Ob upoštevanju ocenjene povprečne letne infiltracije (465 mm/leto) znaša količina napajanja na površini neposrednega površinskega napajalnega zaledja 223.579 m^2 okoli 3,3 l/s.

Da bi se zagotovilo zajem zadostne količine vode, bi se glede na znane hidrogeološke podatke z vrtino moralo zajeti okoli 73 m omočenega dela vodonosnika, kar pomeni da bi se vrtino moralo izdelati do globine vsaj 180 m z možnostjo poglobitve do 200 m.

V primeru izdelave vrtine do končne globine 180 in upoštevanju, da se v času nizkih vod gladina podzemne vode (GPV) nahaja okoli 80 m pod koto terena, bi bilo ob črpanju 5 l/s znižanje okoli 23 m, pri čemer bi se ocenjen depresijski lijak razvil okoli 120 m okrog vodnjaka.

Predlagamo izvedbo raziskovalno črpalne vrtine na priporočeni lokaciji za vrtino Trije studenci 2, do predvidene globine 180 m z možnostjo poglobitve na 200 m. Končno globno vrtine naj poda hidrogeolog glede na ugotovljene hidrogeološke razmere med vrtanjem (natančen popis navrtanih jeder, pojavi morebitnih dotokov vode, predvsem pa pojavi večjih dotokov vode).

Zaradi strmega vpada vodonosnih plasti v smeri proti severu oziroma severozahodu je potrebno ob izvajanju vrtnih del zagotoviti vertikalnost vrtnice. V slučaju, da bi vrtna povila med plastmi dolomita, se bi to močno izrazilo na končni izdatnosti vrtnice.

Na podlagi z vrtnjem ugotovljenih hidrogeoloških razmer se bo določilo filtrske odseke in izvedlo cevitev vrtnice.

Po končanem vrtnju in ob zajetju zadostne debeline vodonosnih plasti se naj vrtno opremi s cevmi za namen izkoriščanja.

V Ljubljani, 15.11.2011

Sestavila:

Miro Mavc, univ. dipl. inž. geol.

mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol.