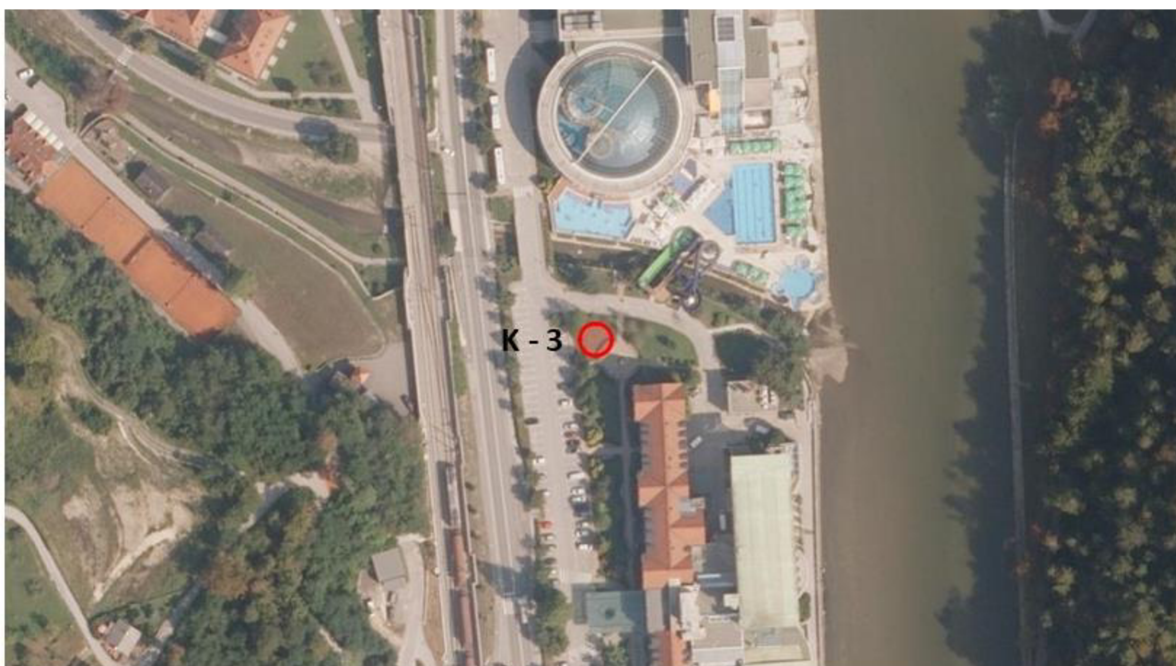


Hidrogeološke strokovne osnove za izvedbo geotermalne črpalne vrtine K-3 globine 120 m na območju zdravilišča Thermana d.d. Laško

Končno poročilo



Ljubljana, april 2023

Naročnik:	Thermana d.d., Zdraviliška c. 6, 3270 Laško
Za naročnika:	g. Matej Leskovšek (matej.leskovsek@thermana.si)
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana
Št. naročilnice:	6-2023
Datum izdaje ponudbe:	13. februar 2023
Evidenčna številka:	631-114/2023 (III)
Število izvodov:	4
Naloga/Projekt:	Hidrogeološke strokovne osnove za izvedbo geotermalne črpalne vrtine K-3 globine 120 m na območju zdravilišča Thermana d.d. Laško
Avtorja:	Marko Hötzl mag. Andrej Lapanje, univ. dipl. inž. geol.
Nosilec naloge:	mag. Andrej Lapanje, univ. dipl. inž. geol.
Vodja organizacijske enote:	dr. Sonja Cerar, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.
Vodno telo podzemne vode:	1009 Spodnji del Savinje do Sotle
Vodonosni sistem:	12532 Laško - Jurklošter
Vodonosnik:	3 vodonosnik - Globoki vodonosniki v karbonatnih kamninah (termalni)
Ključne besede:	Vodni viri, podzemna voda, termalna voda, vrtina, globinsko vrtanje
Datum:	Ljubljana, 7. april 2023



KAZALO:

1	UVOD.....	4
2	GEOGRAFSKA LEGA OZEMLJA	4
3	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE	4
3.1	GEOLOŠKA ZGRADBA OZEMLJA	4
3.2	HIDROGEOLOŠKE ZNAČILNOSTI	6
4	LOKACIJA NADOMESTNE VRTINE K-3	8
5	PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL VRTINE K-3.....	8
6	TEHNOLOGIJA VRTANJA	9
7	KONSTRUKCIJA CEVITVE IN CEMENTIRANJE.....	9
7.1	UVODNA TEHNIČNA KOLONA (244 MM – 9 5/8 COLE)	10
7.1.1	Cementiranje kolone	11
7.2	FILTRSKA KONSTRUKCIJA (PRODUKCIJSKA KOLONA 168,3 MM (6 5/8 COLE).....	11
7.2.1	Filtrske cevi.....	11
8	AKTIVIRANJE IN TESTIRANJE VRTINE K-3.....	11
8.1	AKTIVIRANJE VRTINE	11
8.2	TESTIRANJE VRTINE	12
9	OPREMA USTJA VRTINE K-3	12
10	UKREPI ZA VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU	12
11	VIDEO POSNETEK VRTINE K-3	12

PRILOGE:

Priloga 1: Prognozni litološki in tehnični profil vrtine K-3

1 UVOD

Hidrogeološke strokovne osnove in projektno dokumentacijo za izvedbo gradnje (PZI) za izdelavo geotermalne vrtine, smo izdelali za namen pridobitve dovoljenja za raziskavo podzemnih voda (v nadaljevanju DZR). Namen hidrogeoloških raziskav je izdelava geotermalne vrtine K-3, kot nadomestne vrtin za staro geotermalno vrtino K-2/95. Pri video snemanju in izvedbi karotažnih meritev v vrtini K-2/95, ki smo jih opravili v avgustu 2019, smo ugotovili, da je stanje vgrajenih produkcijskih cevi zelo slabo, tako da obstaja nevarnost porušitve vrtine. Ugotovili smo tudi, da na prehodu na globini 32 m, kjer cevi premera 244,5 mm prehajajo v cevi premera 168,3 mm, v vrtino doteka hladna voda. Vrtina K-2/95 bo trajno opuščena po Programu izvedbe trajne opustitve vrtine (GeoZS, 2023).

Glede na geološke in hidrogeološke pogoje in razširjenost geotermalnega vodonosnika (plasti cordevolskega dolomita) ter bližnjo infrastrukturo vodovodnega sistema zdravilišča Thermana smo izbrali lokacijo nove vrtine, poimenovane K-3, ki leži približno 27 m severno od stare vrtine K-2/95 (slika na naslovni strani). Zaradi bližine obstoječega cevovoda iz stare vrtine K-2/95, ni potrebe po dodatnih transportnih vodih, razen povezovalnega. Lokacija nove vrtine leži severno od stare vrtine na zemljišču, katerega lastnik je zdravilišče Thermana Laško, na parceli št 155/6, k.o. 1026 Laško.

2 GEOGRAFSKA LEGA OZEMLJA

Laško leži ob spodnjem toku reke Savinje, ki deli Posavsko hribovje na zahodni in vzhodni del, kamor uvrščamo tudi Kozjansko. Posavsko hribovje spada v predalpski svet. Laško in njegova okolica spada v zahodni srednji del Slovenije, za katerega je značilen subpanonski zmerno celinski temperaturni režim. Srednja januarska temperatura se spusti malo pod 0 stopinj Celzija, srednja julijska temperatura ne doseže 20 stopinj Celzija. Na leto pade povprečno okrog 1169,3 mm padavin.

Višje lege pokrivajo gozdovi, na nižjih planotah, vrhovih in prisojnih zložnejših rebrih so gozd marsikje posekali, na krčevinah nahajamo zaselke in samotne kmetije. Gozd obsega več kot polovico površja.

3 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

3.1 Geološka zgradba ozemlja

Širše raziskano območje Laškega pod Humom gradijo karbonsko permske klastične kamenine (C, P), grōdenske klastične kamnine (P_2^2), karbonatne dolomitne kamnine cordevolske podstopnje ($^1T_3^1$), psevdofiljske klastične kamnine ($^2T_3^1$), terciarne klastične kamnine (Tc) ter kvartarni sedimenti (Q_1 in Q_2).

Kvartarni sedimenti so razviti v glavnem kot pobočni grušč (Q_1, Q_2), ki pretežno prekriva cordevolski dolomit in karbonsko-permske plasti pod vznožjem hriba Hum in kot rečni nanos (**al**) Savinje in Rečice.

Najstarejše terciarne plasti srednjeoligocenske starosti so odložene diskordantno na triasnih kamninah. Najprej so se odložile plasti "Pseudosoteške formacije" (Ol_1), ki jih premogov sloj deli na spodnji in zgornji del. Spodnji del teh plasti je glinast, peščen in prodnat, v zgornjem pa nastopa lapor, laporast apnenec, kremenov meljevec in peščenjak. Konkordantno na soteških plasteh leži siva masivna laporasta morska glina - sivica (Ol_1), kot časovni ekvivalent sivice ponekod najdemo tudi

litotamnijski apnenec. Prehod med oligocenom in miocenom je postopen. Plasti, ki so se v tem času odlagale imenujemo Govška formacija (OM). V spodnjem delu še vedno prevladuje laporasta morska glina, ki se ji postopno povečuje delež peščene frakcije. V zgornjem delu formacije nastopata govški peščenjak in konglomerat (M_1) (Lapanje, A. et al, 2005: Hidrogeološke strokovne osnove za izkoriščanje termalne vode v zdravilišču Laško, GeoZS).

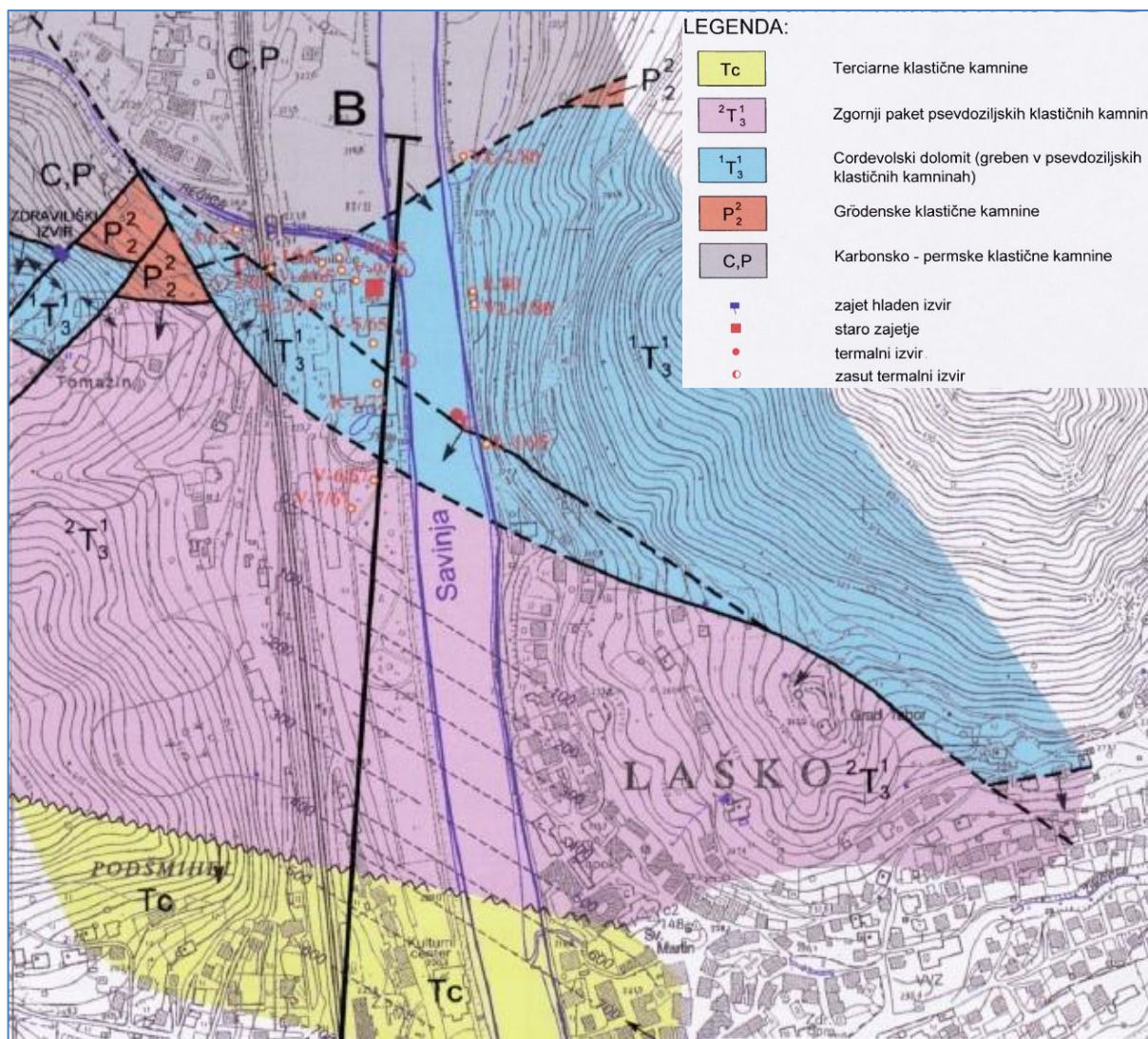
Menjavanje klastičnih in karbonatnih kamenin (T_3^1 – **Psevdoziljska formacija**) – temnosiv ploščat apnenec s polarni temnega roženca, temu sledi temnosiv apnenec brez roženca, ki se menjuje s črnim meljastim glinovcem, dokler slednji ne prevlada in se apnenec v njem pojavlja le v manjših lečah. Glinovcu se pridruži navzgor tufski in kremenov peščenjak. Nekaj sto metrov debelo skladovnico sklenejo konkordantno odloženi tufi kislih vulkanskih kamnin in predornini, kremenov keratofir in avgitov porfirit.

Svetel, neplastnat zrnat cordevolski dolomit (T_3^1 – **Psevdoziljska formacija**) – ta karbonatna plast, dolomit, je močno razpokan in ponekod milonitiziran. Zelo pogosta je tudi dolomitna breča, ki verjetno izhaja iz predgrebenschkih tvorb. Za ta člen je značilna zelo spremenljiva debelina, kar je logično, saj je organska rast grebena odvisna od več dejavnikov kot so morski tokovi, paleomorfologija morskega dna, itd. Zrnat dolomit doseže na Govškem hribu debelino tudi do tristo metrov, na določenih delih pa sploh ni bil odložen.

Ob karbonskopermskih plasteh v južnem krilu trojanske antiklinale, najdemo tudi krpe grödenskega skrilavega glinovca in peščenjaka (P_2^2), pretežno rdeče, ponekod zelene barve.

Karbonskopermski litološki členi, severno od geotermalnega območja, nastopajo kot skrilavi glinovec, peščenjak in podrejeno kremenov konglomerat (**C,P**). Kamnine so črne barve, preperela kamenina pa temnorjave, rumenkaste in celo bele barve. Na površini izdanjajo te plasti severno od Laškega v južnem krilu trojanske antiklinale.

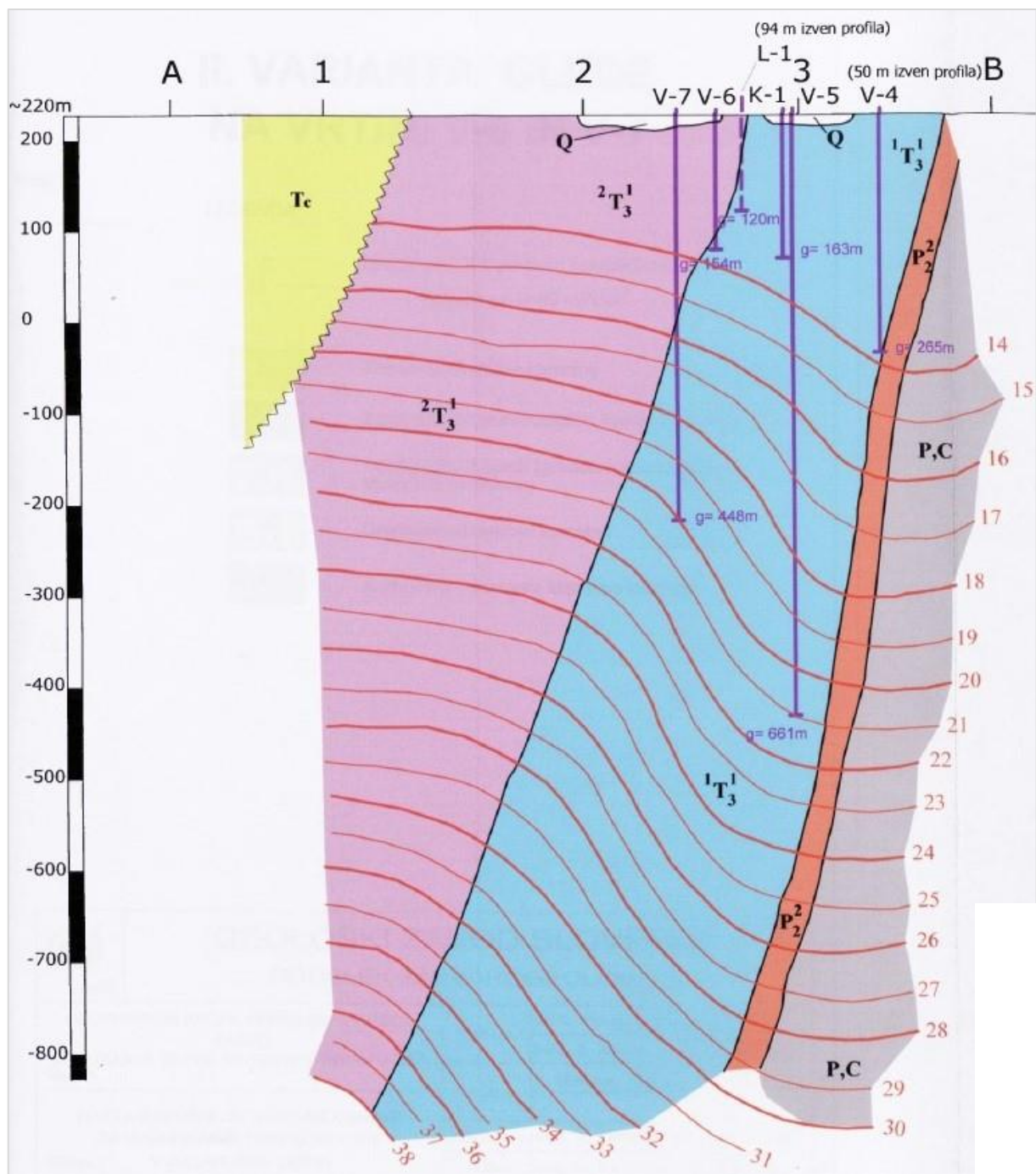
Geološka zgradba širšega območja Laškega je podrobno opisana v poročilu: Lapanje, A. et al., 2005: Hidrogeološke strokovne osnove za izkoriščanje termalne vode v zdravilišču Laško, GeoZS.



Slika 1: Prikaz geološke zgradbe širšega območja zdravilišča Thermana Laško (vir: GeoZS, 2005)

3.2 Hidrogeološke značilnosti

Termalna voda v Laškem je vezana izključno na cordevolske plasti močno razpokanega dolomita. Termalna voda prihaja na površino ob kontaktih, na severnem delu s paleozojskimi skladi in na južnem delu z mlajšimi psevdoziljskimi skladi. Plasti dolomita vpadajo strmo proti jugu (približno 75°), obe sosednji neprepustni kamenini pa ga izolirata od stranskih vplivov podzemne vode. Na severnem kontaktu se nahajajo izviri Starega zajetja. K severnem kontaktu prištevajo tudi manjše termalne izvire na desnem bregu Savinje poleg zdravilišča. Vrelci južnega kontakta se nahajajo v samem rečnem koritu ob levem bregu Savinje. Ob severnem kontaktu dolomita s paleozojskimi skladi ležita na vzhodni in zahodni strani Savinje dva močnejša hladna izvira, oddaljena le nekaj sto metrov od termalnih izvirov, kar kaže, da je dolomitni vodonosnik termalne vode na vzhodu in zahodu izoliran od pritoka hladne vode, najverjetneje z dvema prelomoma (vir: GeoZS, 2005).



Slika 2: Prikaz geološke zgradbe območja Thermana Laško – geološki profil (vir: GeoZS, 2005).

4 LOKACIJA NADOMESTNE VRTINE K-3

Nadomestna geotermalna vrtina K-3 Thermana Laško (državni koordinatni sistem D96)

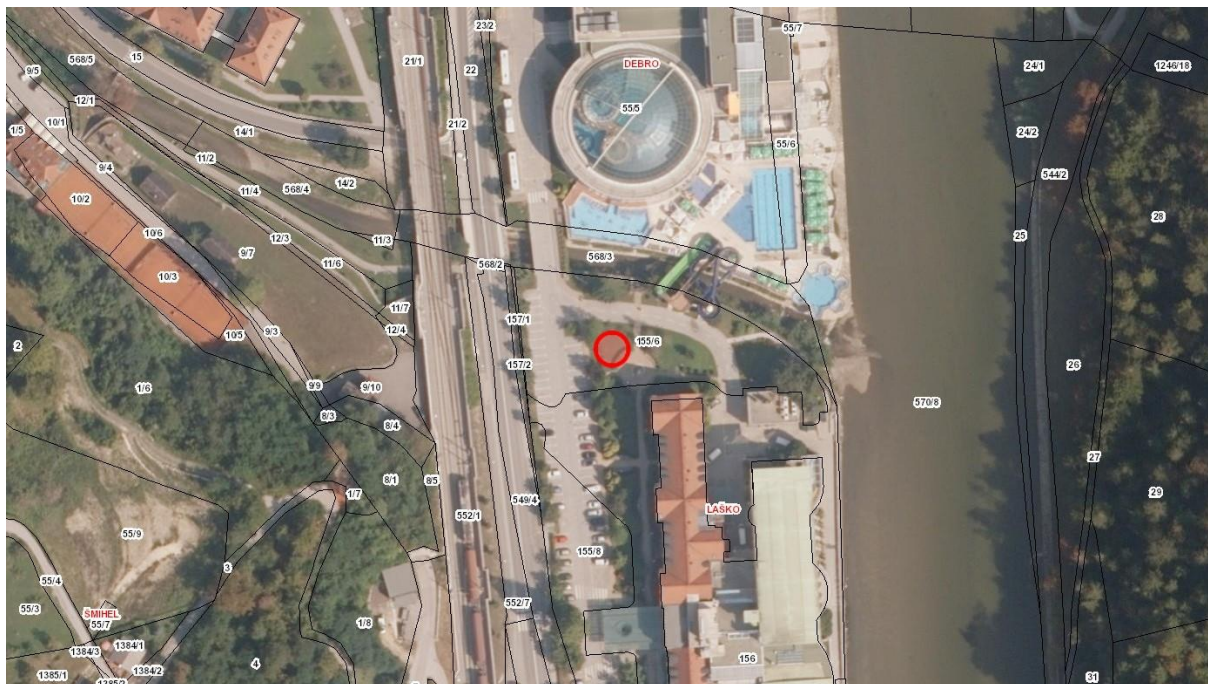
ETRS (X) = 517902,25

ETRS (Y) = 113456,19

Z = 339,5 m n.m.

Parcelna št.: 155/6

K.O. 1026 Laško



Slika 3: Prikaz lokacije nadomestne vrtine K-3, Thermana Laško (vir: ARSO, Atlas okolja, 2023).

5 PROGNOZNI GEOLOŠKI PROFIL VRTINE K-3

Prognozni geološki profil je podan na osnovi popisa vrtine K-2/95.

Interval [m]	Litološki opis
0 - 10,5	kvartarni nanos
10,5 - 34	močno zdrobljen dolomit
34 – 36	kompakten dolomit
36 - 38	zdrobljen dolomit, v posameznih razpokah se javlja limonit
38 - 45	razpokan dolomit
45 - 51	kompakten dolomit

51 – 54	močno pretrt dolomit
54 – 60,7	kompakten dolomit
60,7 – 63,3	Močno razpokan in pretrt dolomit
63,3 – 67,5	kompakten dolomit
67,5 - 69	razpokane cone z limonitom
69 - 84	kompakten, rjavkast, mestoma sivkast dolomit
84 - 93	siv razpokan dolomit
93 - 120	dolomitna breča

Gladina podzemne vode se pričakuje na globini približno 4,6 m.

6 TEHNOLOGIJA VRTANJA

Vrtanje bo potekalo z globinskimi kladivi in sprotno začasno cevitvijo (over burden system). Za delo kladiva in iznašanje navrtanine se bo uporabljal stisnjen zrak. V primeru, da zaradi različnih geoloških pogojev, ne pride do dovolj kvalitetnega čiščenja vrtine, se lahko uporabi kompaktna pena. Penilci za izdelavo pene so lahko le biološko in oksidacijsko razgradljivi penilci. Peno je potrebno, ob izhodu iz vrtine, razgrajevati z ustreznimi razgrajevalci pene. Med fazo vrtanja bo navrtanina po gumijasti cevi odvedena v usedalni bazen. Voda iz usedalnega bazena bo z muljno črpalko črpana v meteorno kanalizacijo.

7 KONSTRUKCIJA CEVITVE IN CEMENTIRANJE

Osnove za konstrukcijo vrtine so:

- prognozni geološki profil
- predvidena globina vrtine
- statični nivo podzemne vode
- namen vrtine

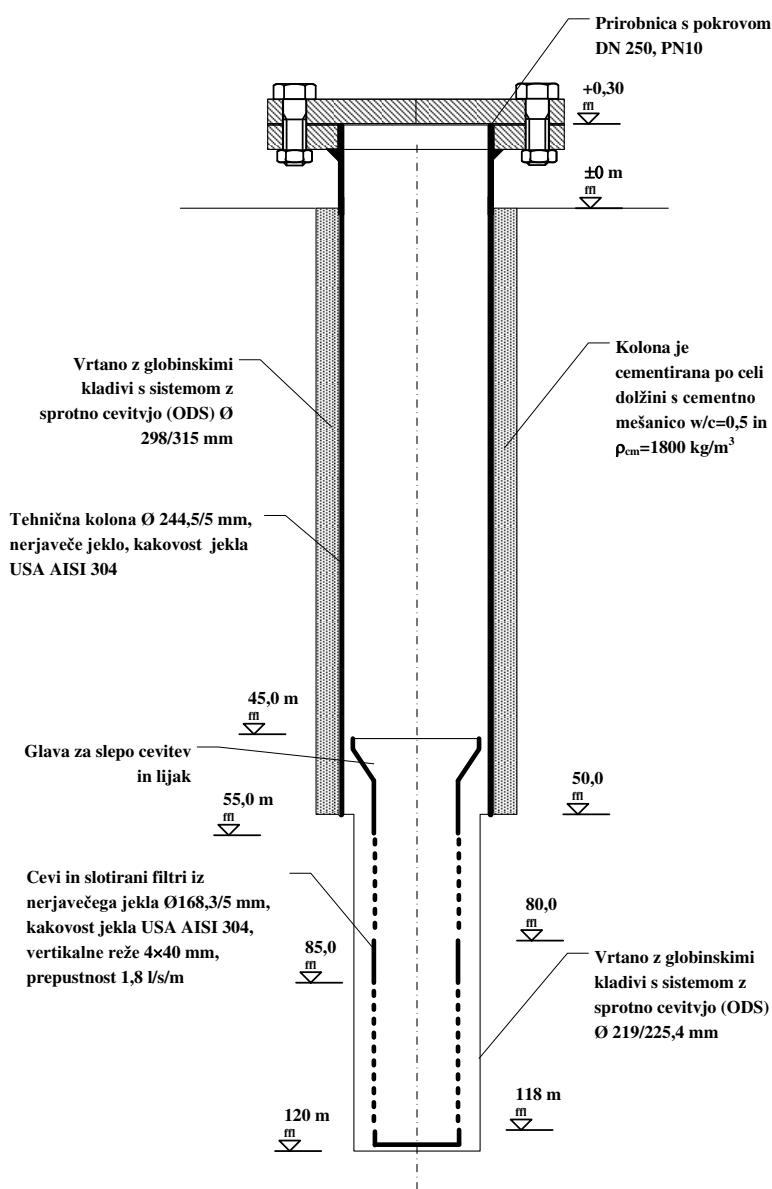
V vrtino bo možno vgraditi 8" potopno črpalko do globine 45 m, oziroma 6" potopno črpalko na globini 80-85 m.

	premer vrtanja (mm) (inch)	premer cevi (mm) (inch)	globina cevitve (m)	kvaliteta jekla	tip spoja
Uvodna tehnična zaščitna kolona	298/315 (11.7"/12.4")	244,5 (9 ⁵ / ₈ "	0 - 50 m	USA AISI 304 (EN 1.4301)	varjeno
Liner filtrska zaščitna kolona	219/225,4 (8 ⁵ / ₈ "/8 ⁷ / ₈ "	168,3 (6 ⁵ / ₈ "	45 - 120 m	USA AISI 304 (EN 1.4301)	varjeno

7.1 Uvodna tehnična kolona (244 mm – 9 5/8 cole)

Premer vrtanja	OBS 298/315 (11.7"/12.4")
Interval vrtanja	0 – 50 m
Premer cevitve	244 mm (9 5/8")
Interval cevitve	0,3 – 50 m

Dno (peta) uvodne kolone bo vgrajena v kompaktno kamenino.



Slika 4: Prikaz konstrukcije nadomestne vrtine K-3

Spoj med cevmi bo izveden s čelnim električnim varjenjem. Robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °. Elektrode morajo ustrezati karakteristikam cevi.

7.1.1 Cementiranje kolone

Cementiranje uvedne kolone bo izvedeno v dveh fazah. V prvi fazi bo z neposredno cementacijo zapolnjen prostor med uvedno-tehnično kolono $\varnothing 244,5/6$ mm in začasno zaščitno kolono $\varnothing 298$ mm. V drugi fazi bo v času izvleka začasne zaščitne kolone $\varnothing 298$ mm v vrtino dolivana cementna mešanica v prostor med uvedno-tehnično in začasno zaščitno kolono. Cementacija bo končana, ko bo začasna zaščitna kolona v celoti izven vrtine in bo cementna mešanica na koti ustja vrtine.

Če se med vrtanjem ugotovi, da so prevrtane večje razpoke in/ali kaverne, se v cementno mešanico lahko doda polnila.

7.2 Filtrska konstrukcija (produkcijska kolona 168,3 mm (6 5/8" cole))

V vrtino bodo vgrajene cevi in filtri iz nerjavnega jekla. Pregled vrtanih profilov in cevitev po globini vrtine:

Premier vrtanja	OBS 219/225,4 (8 ⁵ / ₈ "/8 ⁷ / ₈ ")
Interval vrtanja	50 – 120 m
Premier cevitev	168,3 mm (6 ⁵ / ₈ ")
Interval cevitev	45 – 120 m
Interval filtrov	55 – 80 m in 85 - 118
Usedalnik	118- 120 m

7.2.1 Filtrske cevi

Za filtrske cevi se vgradijo cevi iz nerjavečega jekla z režami 4 x 40 mm.

Ob izbrani filtrski konstrukciji z deležem površine odprtih filtrov, $p = 17 \%$, in pogoja, da mora biti vhodna hitrost vode v odprtinah filtra manjša od $v_{max} = 0,03$ m/s, dopušča prepustnost filtrskega odseka črpanje do $0,156$ m³/s. Dno cevi se opremi z inox čepom.

8 AKTIVIRANJE IN TESTIRANJE VRTINE K-3

8.1 Aktiviranje vrtine

Po končani vgradnji filtrske liner kolone je potrebno vrtino aktivirati z batom in zrakom (air lift). Za aktiviranje vrtine z zrakom se uporabi kompresor z delovnim pritiskom najmanj 21 barov. Globino cevi pod gladino podzemne vode, je nujno prilagoditi statičnem in dinamičnem nivoju ter izdatnosti vrtine. Ustje vrtine bo zavarovano z izlivko z ventilom na izlivni cevi, ki omogoča hitro odpiranje in zapiranje iztoka vode in s tem povečane hidravlične udare.

Potek aktiviranja je naslednji:

Batiranje

Pulzirajoči enocevni in dvojni (paralelni ali centrični) air lift

Na koncu aktiviranja se očisti usedalnik z dvojnimi air liftom.

8.2 Testiranje vrtine

Po končanem aktiviranju vrtine je potrebno vrtino testirati. V prvi fazi je potrebno je izvesti step test (angl.: step drawdown test). Testiranje naj obsega določitev znižanja vodne gladine v vrtini pri različnih količinah črpanja za celotni filterski odsek. Po zaključku 1. faze testiranja in izračunu HG parametrov se izvede v 2. fazi še dolgotrajno črpanje, 30 dni oziroma do navidezne ustalitve gladine podzemne vode. Na osnovi meritev dviga vodne gladine po posameznih fazah črpanja se izračuna transmisivnost in prepustnost vodonosnika in izdatnost vrtine. Na koncu črpalnega preizkusa (testiranja) se odvzame vzorec vode za ugotovitev kvalitete podzemne vode (kemijska in mikrobiološka analiza).

9 OPREMA USTJA VRTINE K-3

Ustje vrtine se opremi s prirobnico, pokrovom in tesnilom.

10 UKREPI ZA VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU

Organizacijo delovišča mora izvajalec podati v elaboratu o ureditvi delovišča in ga pred začetkom del preda investitorju. V elaboratu morajo biti obdelani posebni varnostni ukrepi za delovišče.

11 VIDEO POSNETEK VRTINE K-3

Organizacijo delovišča mora izvajalec podati v elaboratu o ureditvi delovišča in ga pred začetkom del preda investitorju. V elaboratu morajo biti obdelani posebni varnostni ukrepi za delovišče.