



Dimičeva 16 - SLO 1000 Ljubljana
Telefon: ++ 386 (0)1 300 43 78
Fax: ++ 386 (0)1 300 43 79

RUDARSKI NAČRT ZA IZVAJANJE

RAZISKOVALNO ČRPALNE VRTINE TRIJE STUDENCI-2 (3ST-2)

ŠT.: RN- 55/11-RB

Naročnik: Geološki zavod Slovenije
Dimičeva ulica 14
1000 Ljubljana

Investitor: Občina Laško
Mestna ulica 2
3270 Laško

Rudarski načrt: Rudarski načrt za izvajanje raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci-2 (3st-2)

Št. načrta: RN- 55 /2011 – RB

Datum: november 2011

Projektivna organizacija: HIDROINVEST d.o.o.,
Dimičeva ulica 16, 1000 Ljubljana

Odgovorni vodja projekta: Ratimir Benček, univ. dipl. inž. naft. rud.

Številka in datum potrdila o opravljenem strokovnem izpitu: 08-998/1984 z dne 27. 10. 1986

Identifikacijska številka: 354-03-398/2004

Odgovorni projektant: Ratimir Benček, univ. dipl. inž. naft. rud.

Številka in datum potrdila o opravljenem strokovnem izpitu: 08-998/1984 z dne 27. 10. 1986

Identifikacijska številka: 354-03-398/2004

Direktor projektivne organizacije: Ratimir Benček, univ. dipl. inž. naft. rud.

KAZALO:

1	UVOD.....	3
2	LOKACIJA VRTINE.....	3
3	GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE	4
4	PROGNOZNI PROFIL.....	6
5	PROJEKT CEVITVE.....	6
6	PROJEKT IZVEDBE VRTINE	6
6.1	Uvodna kolona premera 273,05 mm (10¾")	6
6.1.1	Vrtanje.....	6
6.1.2	Globina.....	7
6.1.3	Cevitev	7
6.1.4	Lastnosti cevi premera 273,05 mm (10¾").....	7
6.1.5	Cementacija uvedne zaščitne cevi	8
6.2	Filtrska konstrukcija premera 193,7 mm (7 ⅝")	9
6.2.1	Vrtanje.....	9
6.2.2	Globina.....	9
6.2.3	Cevitev	9
6.2.4	Lastnosti cevi premera 193,7 mm (7 ⅝").....	10
6.3	Filtrska liner kolona premer 127,0 mm (5")	11
6.3.1	Vrtanje.....	11
6.3.2	Globina.....	11
6.3.3	Cevi in filtri filtrske konstrukcije.....	12
7	AKTIVIRANJE VRTINE.....	13
8	UREDITEV USTJA VRTINE	14
9	SPREMLJAJOČA DELA	14
9.1	Spremljanje vrtanja	14
9.2	Karotажne meritve	14
9.3	Testiranje vrtine	15
10	UKREPI ZA VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU.....	15
11	STANDARDI IN PREDPISI.....	15
11.1	Predpisi.....	15
11.2	Standardi	16
12	PREDIZMERE IN PREDRAČUN.....	17

PRILOGE:

- Priloga 1:** Lokacija vrtine 3ST-2
- Priloga 2a:** Prognozni litološki in tehnični profil raziskovalno piezometrične vrtine Trije studenci – 2 (3ST-2) končne globine 180 m
- Priloga 2b:** Prognozni litološki in tehnični profil raziskovalno piezometrične vrtine Trije studenci – 2 (3ST-2) s poglobitvijo do končne globine 200 m

1 UVOD

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 želi podjetje Občina Laško izdelati novo raziskovalno – črpalno vrtino Trije studenci-2 (3ST-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.

Za ugotovitev najprimernejše lokacije vrtine ter z izračunom podati oceno izdatnosti in za pridobitev dovoljenja za raziskave je že bilo izdelano hidrogeološko poročilo: Hidrogeološko poročilo za izdelavo raziskovalno črpalne vrtine Trije studenci-2 (3ST-2) na območju Njivce – Jurklošter (občina Laško); GeoZS, julij, 2011. Na osnovi tega poročila je za določitev ustreznega načina izdelave vrtine in njene aktivacije izdelan rudarski načrt.

Čim prej in nujno pred začetkom pripravljalnih del za vrtanje, je za ugotovitev meje med klastiti in dolomitom potrebno izvesti sondažni razkop. Predlagano mesto razkopa je nekaj metrov vzhodno od predvidene lokacije vrtine, tik ob potoku. Pri izdelavi razkopa morata biti prisotna geolog in hidrogeolog.

Načrtovana nova vrtina Trije studenci-2 (3ST-2) je predvidene globine okoli 180 m z možnostjo poglobitve do 200 m. Glede na ocenjeno globino do gladine podzemne vode na okoli 80 m, dinamične gladine podzemne vode ter količino črpanja od 5 l/s je za filtrsko konstrukcijo nujno izbrati kolono 193,7 mm (7 5/8").

Vodonosnik predstavljajo plasti dolomita z vložki rožencev, ki ga glede na tip vodonosnikov lahko uvrstimo med vodonosnike s spremenljivo izdatnostjo, razpoklinkega značaja (II.a) in prevladujočo srednjo prepustnostjo.

2 LOKACIJA VRTINE

Predvideno mesto vrtine je izbrano na osnovi geološkega kartiranja (priloga 1).

Črpalna vrtina bo predvidoma izdelana 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) (Preglednica 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

Po končanih vrtnih delih je potrebna geodetska izmera koordinat vrtine.

3 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

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).

Krovnih zaščitnih plasti vodonosnika ni.

Na mestu vrtanja je pod tanko humusno plastjo do globine okoli 15 m pobočni grušč in hudourniški nanos ter pretrt in močno razpokan dolomit. Od globine okoli 15 m naprej predvidevamo, da bo vrtina izdelana le skozi plasti plastovitega dolomita z vložki rožencev. V odseku 140 m do dna bo vrtina predvidoma presekala prelomno cono.

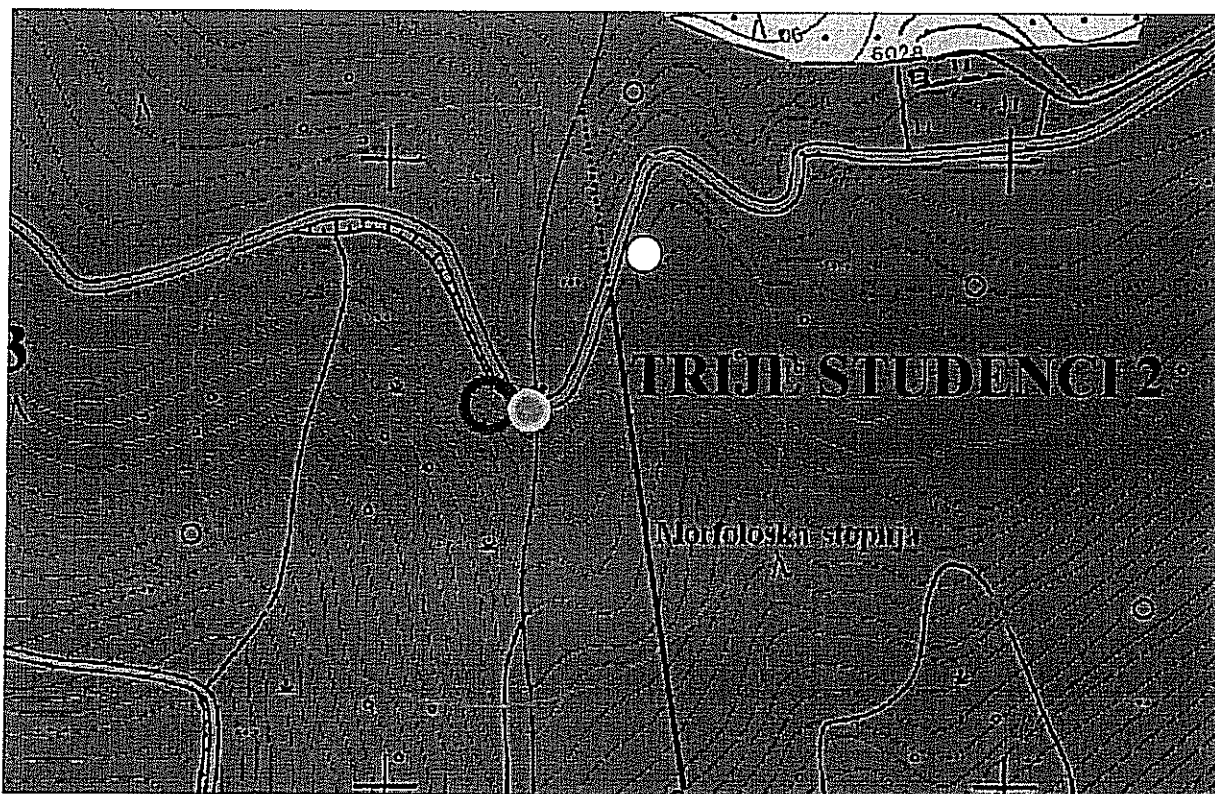
Vodonosne plasti plastovitega dolomita z vložki rožencev se raztezajo na vzhodu do severnega pobočja Gore, na zahodu pa preko območja zajetij Trije studenci do zajetja Lahov graben. V smeri proti severozahodu se vodonosne plasti nadaljujejo preko zahodnega pobočja Šlosberga ter severnega pobočja Špičjeka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

Predvidena lokacija vrtine leži na območju plastovitega dolomita z vložki rožencev (T_3^{2+3}).

Okoli 60 m vzhodno od predvidene lokacije (na desnem bregu Založnice), je znotraj plasti dolomita z vložki rožencev vidna morfološka stopnja. Najverjetneje gre za prelom v smeri 330 do 340 in vpodom med 80 in 85° proti zahodu.

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.



Slika 1. 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)



Slika 2. 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.)

4 PROGNOZNI PROFIL

Interval [m]	Litološki opis
0 - 1	humusna plast
1 - 15	pobočni grušč in hudourniški nanos ter pretrt in močno razpokan dolomit
15 – 180 (200)	plastoviti dolomit z vložki rožencev (T_3^{2+3})

Gladino podzemne vode v nizkem vodnem stanju se pričakuje na globini okoli 80 m.

5 PROJEKT CEVITVE

Projekt cevitve je narejen glede na predvidene geološke in hidrogeološke razmere.

	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 ¾")	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

6 PROJEKT IZVEDBE VRTINE

6.1 Uvodna kolona premera 273,05 mm (10¾")

6.1.1 Vrtanje

Vrtanje se bo izvajalo z globinskimi kladi z dletom Ø 374,6 mm (14¾"). Za delo kladi 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 lahko uporabi kompaktna pena. Za izdelavo pene se smejo uporabljati biološko in oksidacijsko razgradljiva penila. Na iztoku iz vrtine se mora pena razgrajevati z razgrajevalci pene.

Ob izvajanju vrtnih del je potrebno zagotoviti vertikalnost vrtine, saj imajo plasti dolomita strm vpad v smeri proti severu oziroma severozahodu. V slučaju, da bi vrtina povila med plastmi dolomita, se bi to močno izrazilo na končni izdatnosti vrtine. Zaradi vpada plasti med okoli 80 in 85° in zahteve, da je odklon vrtine od vertikale minimalen, je nujna »stabilizacija« vrtnega orodja s stabilizatorji.

6.1.2 Globina

Vrtanje za uvodno zaščitno cev premera 273,05 mm (10 3/4") se izvede predvidoma do globine 15 m. Peta zaščitne cevi mora biti vgrajena v zelo slabo prepustno.

6.1.3 Cevitev

6.1.3.1 Izračun obremenitve zaščitnih cevi

Pri cevitvi in cementiranju zaščitne cevi ter pri nadaljevanju vrtanja se pričakujejo naslednje obremenitve:

Notranja tlaka na ustju in dnu zaščitne cevi:

$$p_{nv} = 0 \text{ MPa, za } H_k = 0 \text{ m}$$

$$p_{nd} = 9,81 \times 10^{-6} \times \rho_w \times H_k = 9,81 \times 10^{-6} \times 1.000 \times 15 = 0,15 \text{ MPa}$$

Maksimalna obremenitev zaradi zunanjega tlaka na vrhu in dnu zaščitne cevi na koncu cementiranja:

$$p_{zv} = 0 \text{ ker je } H_k = 0$$

$$p_{zd} = 9,81 \times 10^{-6} \times \rho_{cm} \times H_k = 9,81 \times 10^{-6} \times 1.800 \times 15 = 0,26 \text{ MPa}$$

$$\Delta p_z = p_{zd} - p_{nd} = 0,26 - 0,15 = 0,11 \text{ MPa}$$

Vzdolžne sile zaradi lastne teže zaščitne cevi in vzgona cementne mešanice, za cev $\varnothing 273,05/6,3$ mm (10 3/4"); $q_c = 41,6$ kg/m:

$$F_n = 9,81 \times H_k \times q_c = 9,81 \times 5 \times 41,6 = 6.121 \text{ N}$$

$$F_t = 9,81 \times H_k \times (A_m \times \rho_{cm} - A_n \times \rho_i)$$

$$F_t = 9,81 \times 15 \times (0,05856 \times 1.800 - 0,05328 \times 1.000) = 7.671 \text{ N}$$

$$F = F_n - F_t = 6.121 - 7.671 = -1.550 \text{ N}$$

p_{zv}	-	zunanji tlak na vrhu zaščitne cevi (MPa)
p_{zd}	-	zunanji tlak na dnu zaščitne cevi (MPa)
H_k	-	globina pete zaščitne cevi (m)
ρ_i	-	gostota izplake (kg/m ³)
ρ_{cm}	-	gostota cementne mešanice (kg/m ³)
F_n	-	natezna sila (N)
F_t	-	tlačna sila (N)
q_c	-	masa zaščitne cevi na tekoči meter (kg/m)
A_m	-	ploščina prereza zaščitne cevi (m ²)
A_n	-	površina kolobarja zaščitne cevi (m ²)
H_c	-	višina cementnega stolpca (m)

6.1.4 Lastnosti cevi premera 273,05 mm (10 3/4")

Zunanji premer	-	273,05 mm (10 3/4")
Notranji premer	-	260,45 mm
Debelina stene	-	6,3 mm

Kvaliteta jekla	-	API H-40 ali EN S235 GA
Teža cevi	-	41,6 kg/m
Natezna trdnost	-	370 - 510 N/mm ²
Odpor na zunanji tlak	-	4,17 MPa

Za premer cevi $D = 273,05$ mm in debelino stene $t = 6,3$ mm, oziroma $D/t > 42$ znaša tlak porušitve cevi:

$$P_p = \frac{3,238 \times 10^5}{\frac{D}{t} \left(\frac{D}{t} - 1 \right)} = \frac{3,238 \times 10^5}{\frac{273,05}{6,3} \left(\frac{273,05}{6,3} - 1 \right)} = 1,17 \text{ MPa}$$

6.1.4.1 Vgrajevanje cevi

Spajanje cevi bo izvedeno s čelnim elektro varjenjem. Robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35°. Elektrode morajo ustrezati lastnostim cevi.

6.1.5 Cementacija uvodne zaščitne cevi

6.1.5.1 Izračun količin materiala potrebnega za izvedbo cementacije

Volumen cementne mešanice, oziroma potrebne količine cementa in vode z $w/c = 0,5$ za izvajanje cementacije so:

$$V_{cm} = (v_v - v_c) H_v k_c = (0,1102 - 0,0586) \times 15 \times 1,3 = 1 \text{ m}^3$$

$$Q_c = f V_{cm} = 1.200 \times 1 = 1.200 \text{ kg}$$

$$V_w = w/c Q_c = 0,5 \times 1.200 = 600 \text{ l}$$

$$\rho_{cm} = \frac{Q_c + V_w}{V_{cm}} = \frac{1.200 + 600}{1} = 1.800 \text{ kg/m}^3$$

Čas trajanja cementacije je okoli 120 minut.

Za ustrezno vezavo je iz strjevanje cementne mešanice je pred nadaljnjimi deli potrebno počakati vsaj 24 ur.

Za izračune so uporabljene naslednje oznake:

H_k	-	globina zaščitne cevi (m)
ρ_{cm}	-	gostota cementne mešanice (kg/m ³)
Q_c	-	masa cementa (kg)
V_{cm}	-	volumen cementne mešanice (m ³)
V_w	-	volumen vode (m ³)

6.1.5.2 Oprema za cementacijo cevi

Cementacijska peta z nepovratnim ventilom	-	1 kom
Cementacijski čepi	-	2 kom
Centralizerji	-	3 kom
Obroči	-	3 kom

6.1.5.3 Tehnologija cementacije

Cementacija se bo izvedla direktno po „Perkinsovi metodi“ z dvema čepoma.

Če se ob koncu cementacije na površini ne pojavi cementna mešanica, je potrebno vrtino dodatno cementirati. Tehnologijo izvajanja dodatne cementacije je nujno prilagoditi ugotovljenim razmeram v vrtini.

6.2 Filtrska konstrukcija premera 193,7 mm (7 5/8")

6.2.1 Vrtanje

Vrtanje se bo izvajalo z globinskimi kladivi z dletom Ø 10". 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 lahko uporabi kompaktna pena. Za izdelavo pene se smejo uporabljati biološko in oksidacijsko razgradljiva penila. Na iztoku iz vrtine se mora pena razgrajevati z razgrajevalci pene.

Ob izvajanju vrtnih del je potrebno zagotoviti vertikalnost vrtine, saj imajo plasti dolomita strm vpad v smeri proti severu oziroma severozahodu. V slučaju, da bi vrtina povila med plastmi dolomita, se bi to močno izrazilo na končni izdatnosti vrtine. Zaradi vpada plasti med 80 in 85° in zahteve, da je odklon vrtine od vertikale minimalen, je nujna »stabilizacija« vrtnega orodja s stabilizatorji.

6.2.2 Globina

Vrtanje za uvodno zaščitno cev premera 193,7 mm (7 5/8") se izvede predvidoma do globine 130 m.

6.2.3 Cevitev

6.2.3.1 Izračun obremenitve zaščitnih cevi

Med cevitvijo in v času črpanja se pričakujejo naslednje obremenitve:

Notranji in zunanji tlak na vrhu in dnu kolone sta enaka. V času cevitve bosta enaka tlaku stolpca vode, v času črpanja, pa hidrostatičnem tlaku stolpca vode v vrtini.

Vzdolžne sile zaradi lastne teže kolone in vzgona vode v vrtini, za jeklene cevi Ø 193,7/5,0 mm (7 5/8") (23,3 kg/m) so:

$$F_v = 9,81 H q_c = 9,81 \times 130 \times 23,3 = 29.714 \text{ N}$$

Predvidena statična gladina podzemne vode v vrtini je na globini 80 m. Zaradi tega je potopljeno v vodo 50 m kolone in je:

$$F_v = 9,81 h_p q_c = 9,81 \times 50 \times 23,3 = 11.428 \text{ N}$$

$$F_t = \left(-\frac{\rho - \rho_w}{\rho} \right) \times F_v = \left(-\frac{7850 - 1000}{7850} \right) \times 11.428 = 1.455 \text{ N}$$

H_k	-	globina pete zaščitne cevi (m)
h_p	-	dolžina zaščitne cevi potopljene v vodo (m)
ρ_w	-	gostota vode (kg/m^3)
ρ_j	-	gostota jekla (kg/m^3)
F_n	-	natezna sila (N)
F_t	-	tlačna sila (N)
q_c	-	masa zaščitne cevi na tekoči meter (kg/m)

6.2.4 Lastnosti cevi premera 193,7 mm (7 5/8")

Zunanji premer	-	193,7 mm (7 5/8")
Notranji premer	-	183,7 mm
Debelina stene	-	5,0 mm
Kvaliteta jekla po API	-	API H-40 ali EN L235 GA
Teža cevi	-	23,3 kg/m
Natezna trdnost	-	370 - 510 N/mm ²
Odpor na zunanji tlak	-	7,99 MPa

Za premer cevi $D = 193,7 \text{ mm}$ in debelino stene $t = 6,3 \text{ mm}$, oziroma $26,62 > D/t > 42$ in $\sigma_{\min} = 370 \text{ N/mm}^2$ je tlak porušitve cevi:

$$P_p = \sigma_{\min} \left[\frac{2,047}{\frac{D}{t}} - 0,03125 \right] = 370 \times \left[\frac{2,047}{\frac{193,7}{5,0}} - 0,03125 \right] = 7,99 \text{ MPa}$$

6.2.4.1 Filtrske cevi

Na osnovi predvidenega geološkega profila je predvidena vgradnja filtrskih cevi na odseku od 80-90 m in 115-125 m. Skupna dolžina filtrov je 20 m. Dejanski raspored filtrov bo podal terenski geolog na osnovi popisa navrtanine in podatkov karotajskih meritev vrtine.

Zunanji premer	-	193,7 mm (7 5/8")
Notranji premer	-	181,1 mm
Debelina stene	-	5 mm
Kvaliteta jekla po API	-	API H-40 ali EN L235 GA
Teža cevi	-	23,3 kg/m
Natezna trdnost	-	370-510 N/mm ²
Velikost reže	-	1,5 mm
Prepustnost za režo 1,5 mm- mikroslot	-	15,6 %

Ob izbrani filtrski konstrukciji s premerom $D_f = 0,1937$ m, dolžino filtrskega odseka $M_f = 20$ m, z deležem površine odprtin filtrov, $p = 14,5\%$, in pogoja, da mora vhodna hitrost vode v odprtinah filtra biti manjša od $v_{\max} = 0,03$ m/s je izračunana največja dopustna količina črpanja z ozirom na filtre:

$$Q_k \leq Q_k = \pi \times D_f \times M_f \times p \times 0,03 \times 10^{-2} = \pi \times 0,1937 \times 20 \times 15,6 \times 0,03 \times 10^{-2} = 0,056 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.2.4.2 Oprema filtrske konstrukcije

Zaradi soosnosti filtrske konstrukcije in kanala vrtine se mora le-ta opremiti s centralizerji. Centralizerje se namesti v razmaku 9 - 12 m.

6.2.4.3 Vgrajevanje filtrske konstrukcije

Filtrska konstrukcija se vgradi kot izgubljena kolona (liner). Zaradi tega se opremi s konus glavo za slepo cevitev. Spajanje cevi bo izvedeno s čelnim elektro varjenjem. Robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °. Elektrode morajo ustrezati lastnostim cevi.

6.3 Filtrska liner kolona premer 127,0 mm (5")

6.3.1 Vrtanje

Od globine 140 m naprej je predvideno, da se bo navrtalo tektonsko cono (porušena kamnina).

Vrtanje se bo predvidoma izvajalo z globinskimi kladivi z dletom $\varnothing 158,7$ mm (6 1/4"). 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 lahko uporabi kompaktna pena. Za izdelavo pene se smejo uporabljati biološko in oksidacijsko razgradljiva penila. Na iztoku iz vrtine se mora pena razgrajevati z razgrajevalci pene.

V primeru, da se porušeno tektonsko cono na ta način ne bo dalo prevrtati, se lahko za vrtanje uporabi kompaktna pena z biološko in oksidacijsko razgradljivimi polimeri ali biološko in oksidacijsko razgradljiva polimerna izplaka.

Ob izvajanju vrtalnih del je potrebno zagotoviti vertikalnost vrtine, saj imajo plasti dolomita strm vpad v smeri proti severu oziroma severozahodu. V slučaju, da bi vrtina povila med plastmi dolomita, se bi to močno izrazilo na končni izdatnosti vrtine. Zaradi vpada plasti med 80 in 85° in zahteve, da je odklon vrtine od vertikale minimalen, je nujna »stabilizacija« vrtalnega orodja s stabilizatorji.

6.3.2 Globina

Vrtanje za filtrsko kolono premera 127,0 (5") se bo izvedlo predvidoma do globine 180 m z možnostjo poglobitve do 200 m.

6.3.3 Cevi in filtri filtrske konstrukcije

6.3.3.1 Izračun obremenitve zaščitnih cevi

Med cevitvijo in v času črpanja se pričakujejo naslednje obremenitve:

Notranji in zunanji tlak na vrhu in dnu kolone sta enaka. V času cevitve bosta enaka tlaku stolpca vode, v času črpanja, pa hidrostatičnem tlaku stolpca vode v vrtini.

Vzdolžne sile za jeklene cevi Ø 127,0/4,5 mm (13,5 kg/m) so zaradi lastne teže kolone in vzgona vode v vrtini:

$$F_v = 9,81 H q_c = 9,81 \times 75 \times 13,5 = 9.932 \text{ N}$$
$$F_t = \left(1 - \frac{\rho - \rho}{\rho}\right) < r_v = \left(- \frac{7850 - 000}{7850}\right) < .932 = 1.265 \text{ N}$$

6.3.3.2 Cevi

Vrtina bo cevljena s filtrsko konstrukcijo sestavljeno iz cevi naslednjih lastnosti:

Zunanji premer	-	127,0 mm
Notranji premer	-	118,0 mm
Debelina stene cevi	-	4,5 mm
Kvaliteta jekla	-	API H-40 ali EN L 235 GA
Teža cevi	-	13,5 kg/m
Natezna trdnost R_m	-	370 N/mm ²
Spajanje cevi v zaščitno kolono	-	s čelnim elektro varjenjem

Za cevi $D = 127 \text{ mm}$ in debeline stene $t = 4,5 \text{ mm}$, oziroma $26,62 > D/t > 42$ in $\sigma_{\min} = 370 \text{ N/mm}^2$ je tlak porušitve cevi:

$$P_p = \sigma_{\min} \left[\frac{2,047}{\frac{D}{t}} - 0,03125 \right] = 370 \times \left[\frac{2,047}{\frac{127,0}{4,5}} - 0,03125 \right] = 15,27 \text{ MPa}$$

Spajanje cevi bo izvedeno s čelnim električnim varjenjem. Robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35 °. Elektrode morajo ustrezati lastnostim cevi.

6.3.3.3 Filtrske cevi

Na osnovi predvidenega geološkega profila je predvideno, da se filtrske cevi vgradi v odseku od 130 m do 175 m oziroma ob poglobitvi do 200 m med 130 in 195. Dejanski razpored filtrov bo podal terenski geolog na osnovi popisa navrtanine in podatkov karotajskih meritev vrtine.

Izvajalec vrtanja mora imeti na voljo višek filtrskih in polnih cevi v različnih dolžinah (1, 2, in 3 m), tako da je možen najprimernejši zajem dotoka vode.

Zunanji premer	-	127,0 mm
Notranji premer	-	118,0 mm
Debelina stene cevi	-	4,5 mm
Kvaliteta jekla	-	API H-40 ali EN L 235 GA
Teža cevi	-	13,5 kg/m
Natezna trdnost R_m	-	370 N/mm ²
Spajanje cevi v zaščitno kolono	-	s čelnim elektro varjenjem
Velikost reže	-	1,5 mm
Prepustnost za režo 1,5 mm - mikroslot	-	13,4 %

Ob izbrani filtrski konstrukciji s premerom $D_f = 0,127$ m, dolžino filtrskih cevi na tem odseku $M_f = 45$ m oziroma $M_f = 65$ m ob poglobitvi, z deležem površine odprtih filtrov, $p = 13,4$ %, in pogoja, da mora biti vhodna hitrost vode v odprtinah filtra manjša od $v_{max} = 0,03$ m/s je izračunana največja dopustna količina črpanja z ozirom na filtre:

$$Q_{\delta} \leq Q_{\delta} = \pi \times D_f \times M_f \times p \times 0,03 \times 10^{-2} = \pi \times 0,127 \times 45 \times 13,4 \times 0,03 \times 10^{-2} = 0,072 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\delta} \leq Q_{\delta} = \pi \times D_f \times M_f \times p \times 0,03 \times 10^{-2} = \pi \times 0,127 \times 65 \times 13,4 \times 0,03 \times 10^{-2} = 0,104 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.3.3.4 Oprema filtrske konstrukcije

Zaradi soosnosti filtrske konstrukcije in kanala vrtine se mora le-ta opremiti s centralizerji. Centralizerje se namesti v razmaku 9 - 12 m.

6.3.3.5 Vgrajevanje filtrske konstrukcije

Filtrska konstrukcija se vgradi kot izgubljena kolona (liner). Zaradi tega se opremi s konus glavo za slepo cevitev. Spajanje cevi bo izvedeno s čelnim elektro varjenjem. Robovi cevi morajo biti pobrušeni v konus pod kotom 30 - 35°. Elektrode morajo ustrezati lastnostim cevi.

7 AKTIVIRANJE VRTINE

Po končani vgradnji filtrske konstrukcije je potrebno vrtino aktivirati. Aktiviranje je potrebno prilagoditi tehnologiji vrtanja skozi vodonosnik.

Potek aktiviranja je naslednji:

- zamenjava izplake s čisto vodo v primeru vrtanja z izplako,
- izpiranje filtrov pod pritiskom,
- batiranje,
- air-lift.

Za air-lift se uporabi kompresor z delovnim pritiskom najmanj 21 barov. Potop cevi je nujno prilagoditi statični in dinamični gladini podzemne vode ter izdatnosti vrtine. Ustje naj bo zavarovano z izlivko z ventilom na izlivni cevi, ki omogoča hitro odpiranje in zapiranje iztoka in s tem povečane hidravlične udare.

Trajanje posamezne metode aktiviranja bo določil terenski hidrogeolog na osnovi pridobljenih rezultatov. Med aktivacijo je potrebno meriti izdatnost in dinamično gladino vode v vrtini.

8 UREDITEV USTJA VRTINE

Ustje vrtine se začasno opremi s prirobnico DN 250; PN 16 in pokrovom. Prirobnica se postavi na višino 0,4 m od kote terena.

Po končanih delih se izdelajašek s pokrovom, ki se prilagodi zahtevam investitorja. Končna ureditev črpališča ni predmet tega projekta.

9 SPREMLJAJOČA DELA

9.1 Spremljanje vrtanja

V času izvajanja del se izvaja vrtalna in hidrogeološka spremljava (nadzor).

Vrtalni nadzor spremlja režim vrtanja, lastnosti izplake, cevitev, cementacije in aktivacije ter določa neizogibne spremembe projektnih rešitev glede na ugotovljene razmere v vrtini.

Hidrogeološka spremljava del zajema izdelavo "master-loga" (popis izvrtanine iz izplake, spremljanje vseh fizikalnih in kemičnih sprememb v izplaki, hitrost napredovanja vrtanja, režim vrtanja, dotoki vode, izguba izplake in podobno), določa globino vgradnje črpalne zaščitne cevi ter filtrskih cevi in določa trajanje ter način aktivacije.

Vrtalnega nadzora in hidrogeološke spremljave ne sme izvajati podjetje, ki izdeluje vrtino (neodvisna spremljava).

9.2 Karotažne meritve

Po končanem vrtanju intervala za tehnično kolono in filtrsko konstrukcijo se v vrtini izvedejo naslednje karotažne meritve:

- normalna upornost,
- lastni potencial,
- kaliper,
- temperatura in diferencialna temperatura,
- naravna gama aktivnost.

Vrsto karotažnih meritev je potrebno prilagoditi situaciji v vrtini oz. jih izvajati na delih kanala vrtine kjer je to smiselno.

9.3 Testiranje vrtine

Po končani aktivaciji vrtine je potrebno vrtino testirati. Potrebno je izvesti kratkotrajni »step-test« za ugotovitev učinkovitosti vrtine in določitev potrebne črpalke ter optimalne količine črpanja (3 dnevni preizkus). Kasneje pa je potrebno opraviti še dolgotrajnejši črpalni preizkus v trajanju 21 dni za ugotovitev zmogljivosti vodonosnika in pridobitev dovoljenja za uporabo podzemne vode.

Med kratkotrajnim črpalnim preizkusom se naj odvzame vzorec vode za kemijsko in bakteriološko analizo.

10 UKREPI ZA VARNOST IN ZDRAVJE PRI DELU

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

11 STANDARDI IN PREDPISI

Standardi in predpisi, ki morajo biti upoštevani in izpolnjeni pri izvedbenih delih (izgradnji) in interpretaciji podatkov meritev oz. opazovanj.

11.1 Predpisi

- Zakon o rudarstvu (ZRud-1) (Ur.l. RS, št. 61/2010) (62/2010 popr.),
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih (Ur.l. RS, 83/05)
- Zakon o varstvu pred požarom (Ur. list RS 3/07),
- Uredba o varstvu pred požarom v naravnem okolju (Ur. list RS 4/06),
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-1) (Ur. list RS, št. 41/04),
- Zakon o ohranjanju narave (ZON-UBI1) (Ur. list RS 22/03),
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD) (Ur. list RS 56/99, 64/01),
- Uredba o hrupu v naravnem in življenjskem okolju (Ur. list RS 45/95, 66/96, 59/02, 41/04),
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih emisijskih vrednostih snovi v zraku (Ur. list RS 73/94, 52/02, 41/04),
- Pravilnik o varnosti in zdravju pri uporabi delovne opreme (Ur. list RS 101/04),
- Pravilnik o osebni varovalni opremi, ki jo delavci uporabljajo pri delu (Ur. list RS 89/99, 39/05),
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja delavcev na delovnih mestih (Ur. list RS 89/99, 39/05),
- Pravilnik o vsebini in načinu izdelave splošnega akta o varnosti in zdravju pri delu, ki ga mora pred pričetkom del izdelati izvajalec rudarskih del (Ur. list RS 29/05),
- Pravilnik o osebni varovalni opremi (Ur. list RS 29/05, 23/06),
- Pravilnik o ravnanju z odpadki (Ur. list RS 84/98, 45/00, 20/01, 13/03, 41/04),
- Pravilnik o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. list RS 3/03, 44/03, 41/04),
- Pravilnik o ravnanju z odpadnimi olji (Ur. list RS 85/98, 50/01),

- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in o tehničnih ukrepih za dela pri skladiščenju in izrabi sekundarnih ali trenutno odpadnih surovin v rudarstvu (Ur.list RS 111/03).
- Zakon o vodah (ZV-1) (Ur.l. RS, št. 67/2002 Ur.l. RS, št. 110/2002-ZGO-1, 2/2004-ZZdrI-A, 41/2004-ZVO-1, 57/2008)
- Pravilnik o monitoringu podzemnih voda (Ur.l. RS, št. 31/2009)
- Pravilnik o vsebini vloge za pridobitev vodnega dovoljenja in o vsebini vloge za pridobitev dovoljenja za raziskavo podzemnih voda, Ur.l. RS, št. 79/2007,
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane, Ur.l. RS, št. 115/2007 (9/2008 popr.),
- Pravilnik o vsebini vlog za pridobitev projektnih pogojev in pogojev za druge posege v prostor ter o vsebini vloge za izdajo vodnega soglasja, Ur.l. RS, št. 25/2009
- Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/2006)
- Uredba o stanju podzemnih voda (Ur.l. RS, št. 25/2009)
- Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS, št. 32/2006; spremembe Ur.l. RS, št. 98/2007, 62/2008, 53/2009)

11.2 Standardi

I. ISO 22475-1:2006 Metode vzorčevanja in merjenje podzemne vode – 1. del: Tehnična načela za izvedbo del

4 Vrtna in pomožna oprema

5 Splošne zahteve za vzorčenje in meritve podzemne vode

6 Metode vzorčenja zemljin

8 Vzorčenje podzemne vode v geotehnične namene

I. ISO 14688-1:2002 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Prepoznavanje in razvrščanje zemljin – 1. del: Prepoznavanje in opisovanje

II. ISO 14688-2:2004 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Prepoznavanje in razvrščanje zemljin – 2. del: Načela za razvrščanje

III. ISO 14689-1:2003 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Prepoznavanje in razvrščanje kamnin – 1. del: Prepoznavanje in opisovanje

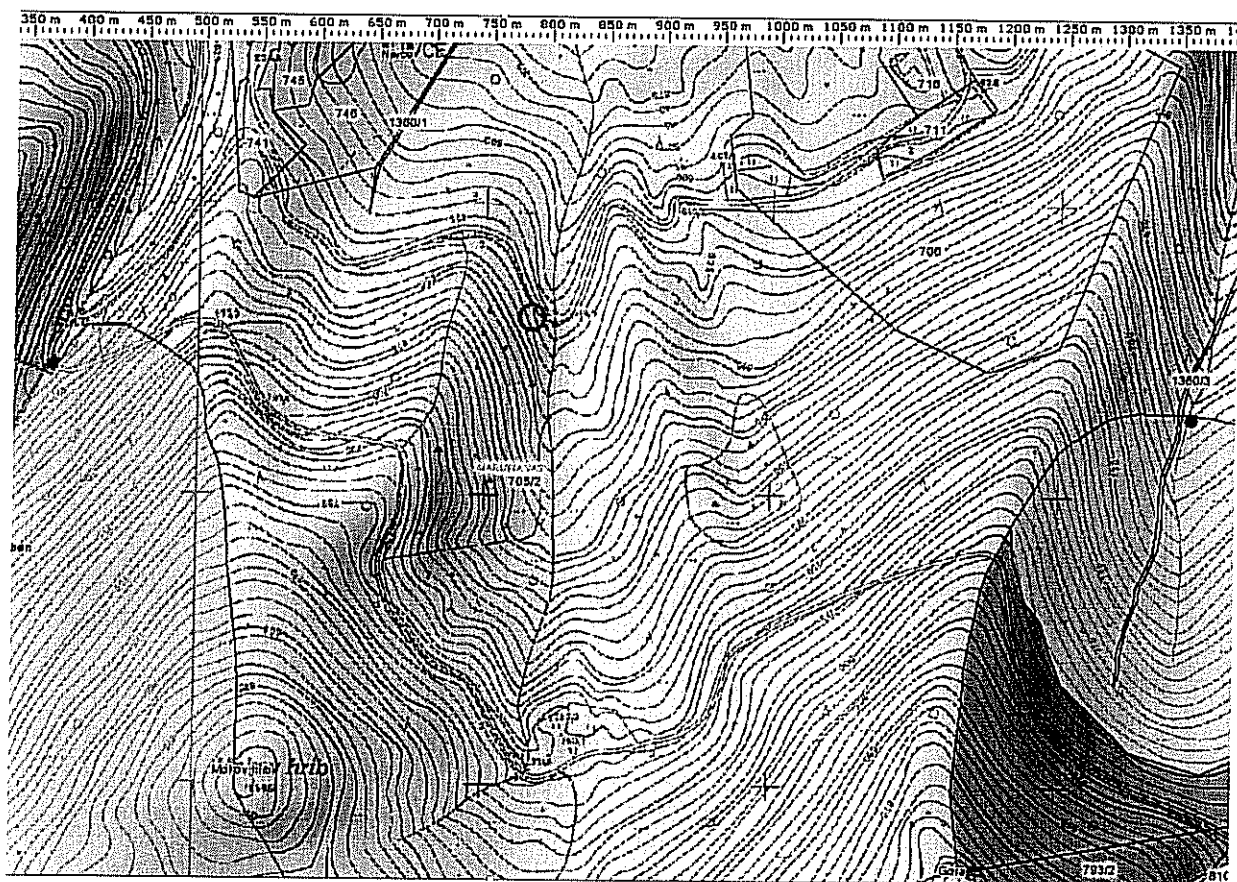
IV. ENV 1997-3:2004 Eurocode 7: Geotehnično projektiranje – 3. del: Projektiranje s pomočjo preskušanja na terenu

12 Vzorčevanje zemljin

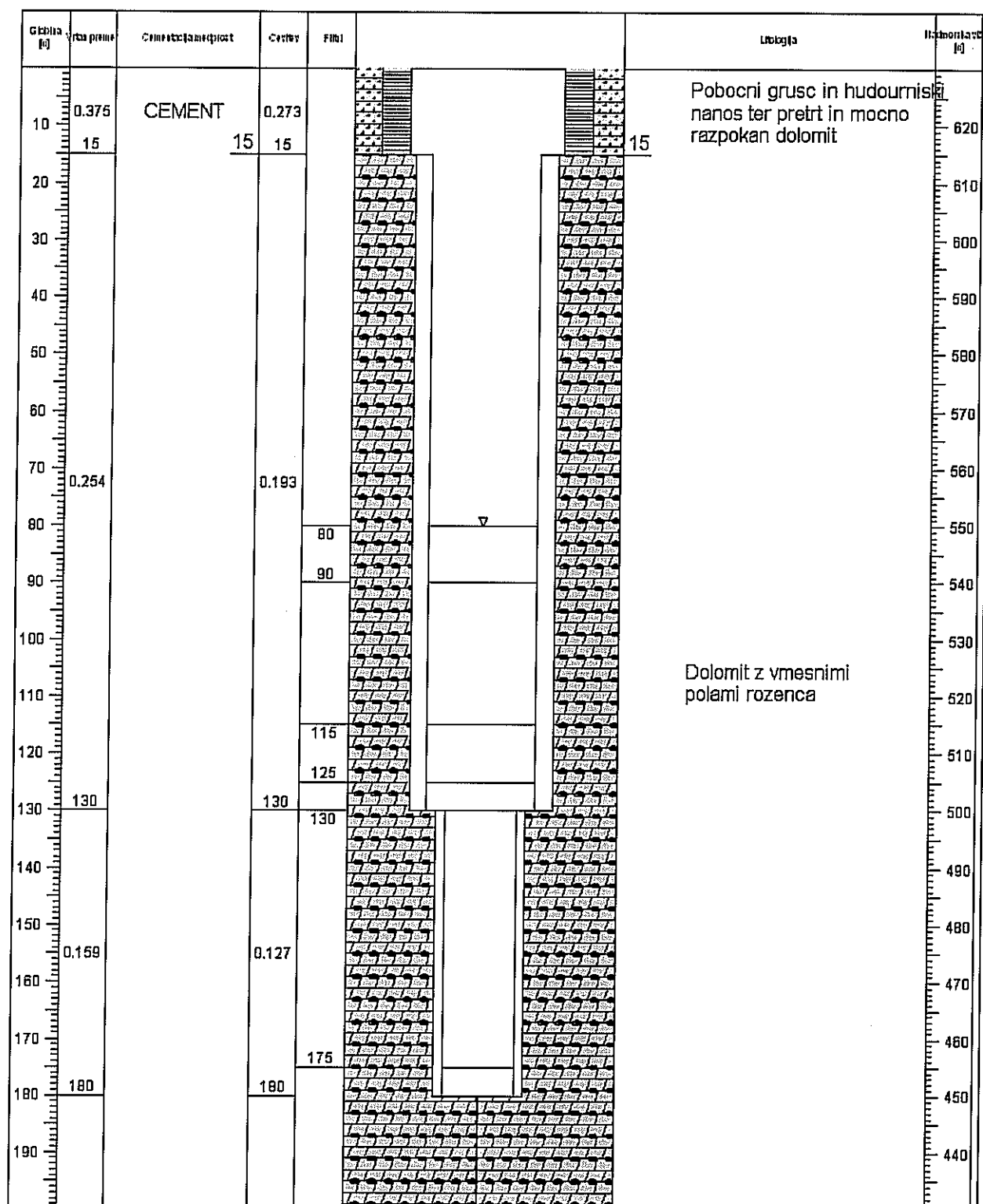
14 Meritve podzemne vode v zemljinah in kamninah

V. API standard

PRILOGA 1



PRILOGA 2a



PRILOGA 2b