

# arao

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki  
Radioactive Waste Management



## Projektna naloga

Izvedba vrtin za potrebe okoljskega  
monitoringa podzemnih vod na lokaciji  
odlagališča NSRAO Vrbina, Krško

**02-05-011-001**

September, 2018

naročnik		REPUBLIKA SLOVENIJA Po pooblastilu: ARAO j.g.z. Celovška cesta 182 1000 Ljubljana
objekt	Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško	
vrsta dokumenta	Projektna naloga Izvedba vrtin za potrebe okoljskega monitoringa podzemnih vod na lokaciji odlagališča NSRAO Vrbina, Krško	
revizija	1	
enotna oznaka dokumenta (NSRAO2)	NSRAO2-PNA-023-00	
ident. oznaka ARAO	02-05-011-001	
datum izdelave	September 2018	

Pripravil	<b>Matej Rupret,</b> univ.dipl.inž.geol.	dne:	podpis:
pregledal (vodja projekta)	<b>mag. Sandi Viršek</b> univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.	dne:	podpis:
potrdil za naročnika	<b>mag. Sandi Viršek</b> univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.	dne:	žig in podpis:

TABELA ZGODOVINE SPREMEMB DOKUMENTA

Revizija dokumenta	Datum predhodne revizije	Kratek opis glavnih sprememb (glede na predhodno revizijo)	Opombe
1			

## Kazalo

1	Uvod.....	4
1.1	Osnovna izhodišča .....	4
1.2	Namen izvedbe .....	4
1.3	Obseg .....	4
1.4	Predpisi.....	5
2	Osnovne značilnosti odlagališča .....	5
2.1	Opis lokacije .....	5
2.2	Tehniški opis objekta.....	6
3	Program izvedbe vrtin za potrebe okoljskega monitoringa podzemnih vod na lokaciji odlagališča NSRAO .....	7
3.1	Splošno.....	7
3.2	Zagotavljanje kakovosti.....	8
3.3	Odgovornost v povezavi z izvedbo del.....	9
3.4	Priporočila in zahteve za izvedbo del .....	9
3.5	Izvedba vrtnih del.....	10
3.6	Potrebna oprema .....	14
3.7	Predviden terminski plan .....	15
3.8	Lokacije načrtovanih vrtin na lokaciji odlagališča NSRAO .....	16

# 1 Uvod

## 1.1 Osnovna izhodišča

ARAO za investitorja, Republiko Slovenjo izvaja naloge agenta pri načrtovanju in izgradnji odlagališča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov (NSRAO) Vrbina, Krško. Vlada RS je 30. 12. 2009 sprejela državni prostorski načrt (DPN) za odlagališče NSRAO v Republiki Sloveniji (UL. RS, št. 114/2009 z dne 31. 12. 2009) in s tem odločila, da se bo odlagališče gradilo na lokaciji Vrbina v občini Krško. Ta je bila dotlej s sklepom Vlade RS št. 35402-3/2005/5 opredeljena kot ena izmed potencialnih lokacij za to odlagališče. S tem so nastali pogoji za nadaljnjo pripravo investicijske in projektne dokumentacije za to odlagališče.

V letih od leta 2006 do leta 2015 smo na lokaciji Vrbina v Občini Krško izvedli tri faze terenskih raziskav, v okviru katerih smo med drugim pridobili tudi več vrtin za izvajanje monitoringa podzemnih voda. ARAO te vrtine uporablja za kontinuirano spremljanje gibanja nivojev podzemnih voda in za občasna vzorčenja.

Odlagališče NSRAO je v fazi pridobivanja okoljevarstvenega soglasja in gradbenega dovoljenja. V okviru načrtovanja okoljskega monitoringa lokacije odlagališča je predvidena izvedba dodatnih vrtin za izvajanje monitoringa podzemnih vod.

## 1.2 Namen izvedbe

Namen izvedbe je zagotoviti reprezentativne piezometre za izvajanje okoljskega monitoringa odlagališča NSRAO. Novo pridobljeni piezometri bodo služili za izvajanje meritev in raziskav pred in med obratovanjem odlagališča in po potrebi, tudi po zaprtju odlagališča NSRAO.

V referenčni dokumentacija za odlagališče NSRAO, v dokumentu Obratovalni monitoring, IBE, maj 2016 (oznaka. dok.: NSRAO2-POR-028-01), so bile predlagane okvirne lokacije dodatnih vrtin za izvajanje monitoringa. Izvedba del je skladno s programom dela ARAO načrtovana v letu 2018.

## 1.3 Obseg

Obseg del je vezan na izvedbo vrtin, ki bodo namenjene okoljskem monitoringu okolice odlagališča NSRAO Vrbina Krško in zajema:

- Izvedba 5 vrtin do miocenske (Mc) podlage
- Izvedba 2 vrtin, ki bosta imeli filtre v Mc plasteh
- Vgradnja filtrskih cevi
- Aktivacija vrtin
- Končne ureditve vrtine (pokrov, opozorilna palica)

Okvirne lokacije vrtin so prikazane na spodnji sliki (globoke in plitve vrtine), ki izhaja iz referenčne dokumentacije Obratovalni monitoring, IBE, maj 2016 (oznaka. dok.: NSRAO2-POR-028-01).



Dela morajo biti izvedena v skladu z veljavnimi predpisi in standardi. Ob upoštevanju dejstva, da bodo vrtine služile dolgoročnemu monitoringu je potrebno posebno pozornost posvetiti kakovosti izvedbe vrtin, vgradnji cevi in aktivaciji vrtin.

## 1.4 Predpisi

Izvajalci del so pri izvajanju del dolžni upoštevati vse v Sloveniji veljavne predpise in zakone, ki so kakorkoli povezani z izvajanjem razpisanih del.

## 2 Osnovne značilnosti odlagališča

### 2.1 Opis lokacije

Lokacija načrtovanega odlagališča NSRAO leži jugovzhodno od mesta Krško in jugozahodno od vasi Spodnji Stari grad na levem bregu reke Save na prodni ravnici, Vrbina. Lokacija in njena širša vplivna okolica sta del Krškega oziroma Krško-Brežiškega polja, v širšo okolico pa segajo še okoliški gričevnati predeli Krške kotline.

Krško polje je del povodja reke Save, ki pri Krškem zapusti dolino po kateri se je prebijala skozi predalpsko hribovje in preko ravnice Krškega polja nadaljuje svoj tok proti Panonski nižini. Ravnico Krškega polja, ki se terasasto spušča proti rekama Savi in Krki, so s svojimi pleistocenskimi in mlajšimi nanosi ustvarili reka Sava in njeni pritoki.

Lokacija odlagališča leži v severozahodnem delu Krškega polja, na ravninskem območju, lociranem približno 300 m vzhodno od Nuklearne elektrarne Krško (NEK).

Za odlagališče NSRAO, ki leži na kvartarni peščeno-prodni ravnici ob reki Savi, je pomembno, da nastopa pod razmeroma tanko plastjo zelo prepustnega kvartarnega zasipa iz terciarnih plasti zgrajeno jedro Krške sinklinale. Odlagalni deli odlagališča bodo umeščeni v polprepustne do neprepustne terciarne plasti.

Na območju odlagališča, kjer bo izvedenih vseh sedem vrtin, ločimo dve hidrogeološki enoti. Predstavljene so z različnimi geološkimi plastmi ločenimi na podlagi starosti in litoloških lastnosti. Takoj pod plastjo humusa se nahaja kvartarni prodno peščeni vodonosnik, ki je obširen, dobro prepusten (do preko  $10^{-2}$  m/s) in visoko izdaten odprt vodonosnik. Njegova debelina znaša od 7 do 9 m v osrednjem delu polja in do 14 m na desnem bregu reke Save. Gladina podzemne vode je vezana na napajanje iz reke Save in na dotoke s Krškega hribovja. Vzvodno od jezua NEK, reka Sava napaja kvartarni vodonosnik na desnem bregu in ga drenira na levem kot posledica geotehničnih posegov pri gradnji NEK. Nizvodno od jezovne zgradbe se v povprečnih ali nizkih hidroloških razmerah podzemna voda izceja v Savo. Ob povišanem vodostaju Save se rečna voda infiltrira v vodonosnik. Na lokaciji odlagališča NSRAO se neposredno pod kvartarnim vodonosnikom nahaja miocenski meljni akviklud. Debelina teh miocenskih sedimentov znaša več 100 m in jih predstavljajo peščeno meljne in meljne homogene, delno anizotropne plasti s prepustnostjo do  $10^{-7}$  m/s, ki pada z globino.

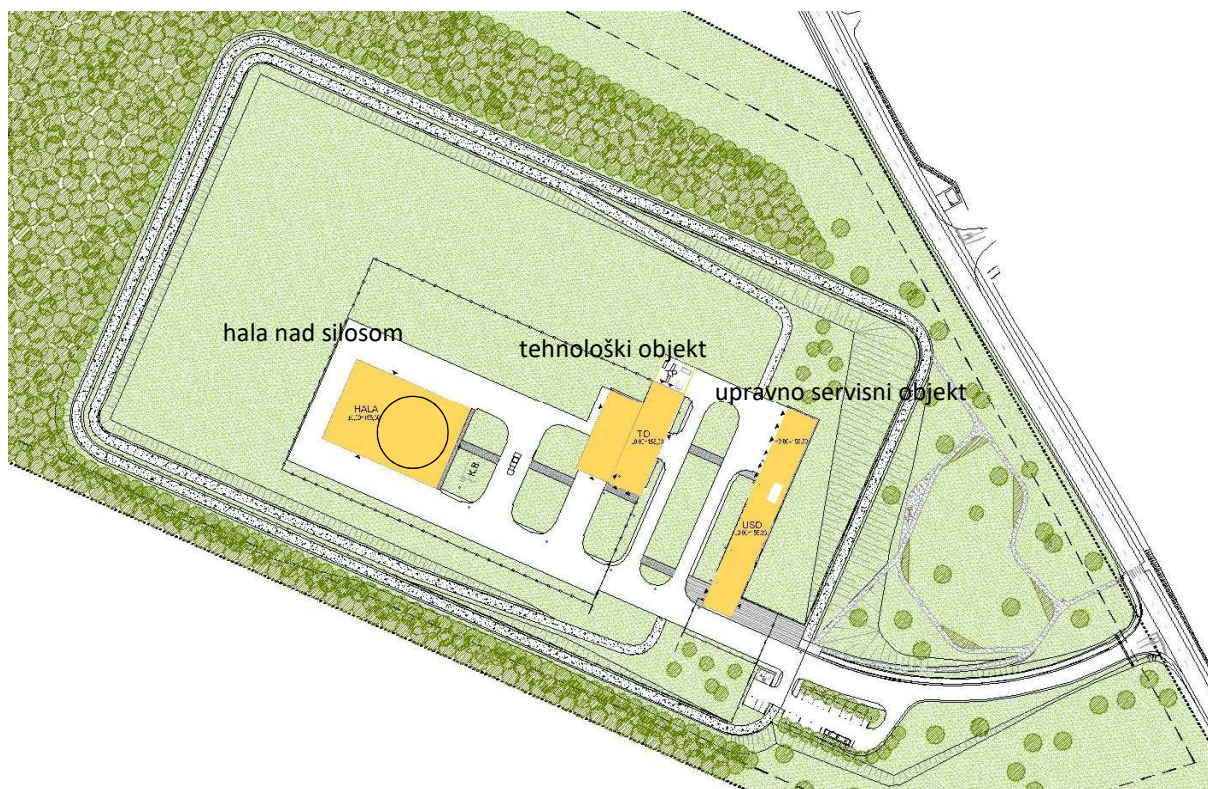
## 2.2 Tehniški opis objekta

Med možnimi variantami odlagališča na proučevani lokaciji je izbrana varianta z odlaganjem NSRAO v silose, vkopane s površine v miocenske meljne plasti, dovolj globoko pod pripovršinski kvartarni vodonosnik. Miocenske meljne plasti predstavljajo slabo prepustne plasti, za katere je značilno zelo počasno precejanje vode. Z ustrezno konstrukcijo silosov in vanje odloženih odlagalnih zabojnikov je potrebno hitrost precejanje vode skozi odlagališče in njegovo neposredno okolico ter s tem povezano iznašanje radioaktivnih in drugih toksičnih snovi v okolje znižati na mero, ki ne bo ogrožala biosfere in človeka. Odlaganje nizko in srednje radioaktivnih snovi zahteva zato od odlagalnih objektov in lokacije odlagališča dolgotrajno varnost pred iznašanjem radioaktivnih snovi v okolje.

Odlagalni objekti morajo več desetletij ohraniti svojo celovitost in zaščitno vlogo. Izbor materialov in konstrukcije silosa in odlagalnih zabojnikov mora biti temu primeren, primerni pa morajo biti tudi hidrogeološko okolje in hidrološke razmere, v katerih so odlagalni objekti zgrajeni.



Situacija odlagališča NSRAO z vkopanim odlagalnim silosom:



Odlagališče NSRAO je jedrski objekt, ki mora biti med obratovanjem varen tudi pred ujmami. Zato so odlagalni in tehnološki objekti zgrajeni na dovolj visokem nasipu, da so zaščiteni pred takimi dogodki. Vsi ostali objekti odlagališča so zgrajeni na ustrezno nižjih nasipih. Ti zagotavljajo za bivalne in poslovne objekte predpisano varnost. Po končani obratovalni dobi odlagališča (in njegovega aktivnega nadzora) je možno vse nasipe odstraniti in površje lokacije povrniti v izhodiščno stanje.

V vseh obdobjih odlagališča NSRAO bo potrebno med drugim zagotavljati tudi ustrezen monitoring okolja. Eden izmed monitoringov, ki jih bomo izvajali na območju odlagališča je tudi monitoring podzemnih vod, ki ga bomo zagotavljali tudi s pomočjo vrtin, ki so predmet te projektne naloge in razpisa.

### **3 Program izvedbe vrtin za potrebe okoljskega monitoringa podzemnih vod na lokaciji odlagališča NSRAO**

#### **3.1 Splošno**

Namen izvedbe načrtovanih del je, da zagotovimo ustrezne vrtine, ki bodo opremljene kot piezometri in bodo omogočale izvajanje dela okoljskega monitoringa odlagališča NSRAO. Podlaga za določanje števila vrtin in njihove okvirne lokacije izhaja iz referenčne



dokumentacije Obratovalni monitoring, IBE, maj 2016 (oznaka. dok.: NSRAO2-POR-028-01). Vrtine se bodo pred izgradnjo odlagališča NSRAO v glavnem uporabljale za monitoring nivojev, temperatur in elektroprevodnosti podzemnih vod. V naslednjih fazah projekta odlagališča NRAO pa se bodo uporabljale tudi za vzorčenje podzemnih vod, z namenom monitoringa radioaktivnosti.

Načrtovana je izvedba naslednjih vrtin:

- Plitve vrtine, ki segajo do miocenske podlage in imajo filtre v kvartarnih plasteh : VOP 9, VOP 10, VOP 11, VOP 12 in VOP 13.
- Globoki vrtini, ki bosta imeli filtrski oseke v miocenskih meljih: VOG 4 in VOG 5.

Vseh sedem vrtin bo moral izvajalec izvesti, aktivirati in opremiti kot piezometre. Osnovni načrt izvedbe vrtin je podan v tej projektni nalogi.

Za vse vrtine mora izvajalec pripraviti ustrezno strokovno podlago za pridobitev potrebnih dovoljenj za izvedbo del. Dovoljenja za izvedbo razpisanih del mora pridobiti izvajalec del.

Pred pričetkom izvajanja del bo moral izbrani ponudnik pripraviti ustrezen tehnološki elaborat, ki bo vseboval:

- Podroben načrt posameznih del
- Natančno lokacijo vrtin
- Opis standardov po katerih se bodo dela izvajala
- Podroben opis tehnologije izvedbe
- Podroben opis jedrovanja vrtine
- Način izvedbe posameznih in situ del in meritev
- Podroben terminski plan izvedbe del
- Način in pogostost notranje kontrole kvalitete izvedbe del
- Imenovanje strokovne ekipe, ki bo vodila in nadzirala dela
- Opis zaključnih del

## **3.2 Zagotavljanje kakovosti**

Za zagotavljanje kakovosti izvedbe del so predvideni naslednji ukrepi:

- preveritev sposobnosti in usposobljenosti ponudnikov za izvajanje razpisanih del,
- uvodni sestanek z izbranim ponudnikom na temo kakovosti,
- zagotovitev izvajanja del po postopkih, predpisanih v relevantnih standardih in postopkovnih navodilih,
- stalen nadzor nad izvajanjem del na terenu in občasen nadzor s strani naročnika ter njegovih pooblaščenecv.
- recenzija končnega poročila o izvedenih delih.

Za izvedbo del je odgovoren njihov izvajalec oziroma njegov pooblaščen odgovorni inženir, ki je dolžan izvajati tudi sprotno in končno kontrolo kvalitete vseh izvedenih del.

### 3.3 Odgovornost v povezavi z izvedbo del

Izvajalec del odgovarja za strokovno pravilno, tehnično in tehnološko ustrezno, ter kakovostno in varno izvedbo vseh del. Za strokovno usmerjanje, notranji nadzor in kontrolo kvalitete nad izvajanjem del je zadolžena odgovorna oseba izvajalca za posamezno področje del.

Dela se bodo izvajala izključno na zemljiščih katerih lastnik oziroma upravljavec je naročnik del. Izvajalec bo moral v na vseh območjih kjer bo izvajal dela vzpostaviti prvotno stanje in mora te stroške vključiti v ponudbeno ceno.

### 3.4 Priporočila in zahteve za izvedbo del

Ponudnik mora za izvedbo del imenovati odgovornega vodjo del, ki je odgovoren za kvalitetno izvedbo vseh del, ki so predmet te projektne naloge.

Dolžan je izvajati sprotno in končno kontrolo kvalitete vseh izvedenih del in je dolžan o vseh ugotovitvah sproti obveščati naročnika. Po potrebi in v soglasju z naročnikom so dolžni izvesti dodatna dela.

Za vsa dela, ki se bodo izvajala bo v poročilu o izvedbi del, potrebno navesti standarde po katerih so se ta dela izvajala in podrobno opisati postopke izvajanja del.

Izvajalec del bo imel tudi naslednje obveznosti:

- V tehnološkem elaboratu bo potrebno podrobno opisati potek del.
- Dela morajo potekati v skladu z veljavno zakonodajo in domačimi predpisi.
- Delovne metode morajo biti jasne in nedvoumne.
- Metodologija dela mora biti v skladu z načeli varstva narave in dobrega gospodarja.
- Vzpostaviti notranji nadzor nad izvajanjem del.
- Piezometre je potrebno izvesti strokovno korektno z uvodno jekleno cevjo in skladno s projektom, ki ga pripravi izvajalec.
- Izvajalec mora pridobiti ustrezna dovoljenja za izvedbo razpisanih del.
- Sodelovati mora z naročnikom in mu sprotno posredovati vse relevantne podatke, ki bi lahko vplivali na izvedbo del.
- Na območjih kjer bo izvajal dela mora vzpostaviti prvotno stanje.
- Dopolniti končno poročilo o izvedbi del po pripombah naročnika in njegovih recenzentov.
- Predati štiri izvode končnega poročila elaboratov v slovenskem jeziku in dve digitalni verziji na elektronskem nosilcu podatkov.
- Izvajalec del je dolžan dostavljati vsa svoja poročila tudi v digitalnem zapisu (dwg, jpg, dat, txt, ...), to pomeni tudi input in output datoteke uporabljenih programov, ter naročniku omogočiti sproten vpogled v pridobljene podatke. Ob predaji končnega poročila mora izvajalec naročniku predati tudi celotno bazo pridobljenih in obdelanih podatkov (dwg, jpg, dat, txt, ...).
- Vsi rezultati izvedenih del so last naročnika, zato mora izvajalec za vse oblike uporabe in javne predstavitve pridobiti njegovo soglasje.

### 3.5 Izvedba vrtalnih del

Načrtovanih sedem vrtin bo za potrebe odlagališča NSRAO služilo predvsem za okoljski monitoring podzemnih vod.

Okvirne lokacije vrtin so podane v točki 3.8 te projektne naloge. Detajlne lokacije vrtin bo odgovorna oseba izvajalca določila na podlagi ogleda terena in po konzultaciji z izvajalcem vrtalnih del. Predlagane lokacije vrtin mora izvajalec predložiti v odobritev naročniku najkasneje 10 dni po podpisu pogodbe, ko se vrtine skupaj z naročnikom tudi zakoliči. V roku 15 dni od podpisa pogodbe mora izvajalec pripraviti tehnološki elaborat za izvedbo del.

Za vrtine za katere je to potrebno, mora izvajalec pridobiti ustrezna dovoljenja (dovoljenje za raziskavo podzemnih voda...) in zato pripraviti ustrezne podlage. Geološke in hidrogeloške lastnosti lokacije so znane in jih bo izvajalcu posredoval naročnik. Ostale tehnične in strokovne podlage pa mora izvajalec pripraviti sam.

Za potrebe učinkovite izvedbe del na terenu, naročnik prepušča izvajalcu, da poda predlog zaporedja izvedbe posameznih vrtin. Termenska opredelitev posameznih del mora biti načrtovana v tehnološkem elaboratu, ki ga potrdi naročnik.

Vse vrtine je potrebno jedrovati in izvesti geološki popis jeder. Izvedeni popisi bodo del končnega poročila o izvedenih delih. Odgovorni inženirski geolog odgovarja za pravilnost izvlečenja jedra iz jedrnika in pravilnost zaporedja zloženih jeder v zabojih za njihovo skladiščenje. V kolikor naročnik na kraju vrtanja ugotovi, da so pri izvlečenju jedra nastale napake, se ta dela ne priznajo.

Vse jedra je potrebno fotografirati v ustreznem zaporedju, tako kot so le ta bila izvlečena. Fotografije vseh jedr je potrebno predložiti končnem poročilu o izvedenih delih. Zaboje z jedri mora imeti na vidnem mestu označeno vrtino iz katere so jedra ter globino in orientacijo jeder. Jedra je potrebno shrani na lokaciji, ki jo določi naročnik. Po zaključku vrtalnih del bo potrebno zaboje z jedri odpeljati v skladišče na Senovo.

Izvajalec del odgovarja za pravilno tehnično-tehnološko ustrezno, kakovostno in varno izvedbo vseh vrtalnih del. Strokovno usmerjanje, nadzor in kontrolo kvalitete nad izvajanjem vrtalnih del mora zagotoviti in zanje odgovarja odgovorna oseba izvajalca.

#### 3.5.1 Značilnosti izvedbe posameznih raziskovalnih vrtin

##### 3.5.1.1 Vrtini tipa VOG

Vrtini VOG 4 in in VOG 5 se izvedejo na povsem enak način, s to razliko, da bo vrtina VOP 4 globoka 60 m, vrtina VOG 5 pa 50 m.

Vrtina VOG se izvrti do globine 60 oziroma 50 m na lokaciji, ki jo bo skupaj z naročnikom določil izvajalec del. Namen vrtine je spremljanje gibanja podzemnih vod v miocenskih plasteh

in omogočanje odvzema vzorcev vode. Miocenske plasti, ki so zelo slabo prepustne, so sestavljene iz miocenskih meljev in peščenih meljev, ki imajo prepustnost od  $10^{-7}$  do  $10^{-8}$  m/s. S tega vidika je izjemno pomembno, da bodo filtri, ki se bodo nahajali v Mc plasteh nedvoumno ločeni od podzemne vode, ki se nahaja v zgornjih kvartarnih plasteh! Vrtina mora biti zato tehnično načrtovana in izvedena tako, da bo ta pogoj zanesljivo izpolnjen in da bo aktivacija vrtine uspešna.

Vrtina mora biti izvedena do končne globine, aktivirana in opremljena kot piezometer.

### **Vrtanje vrtine**

V vrtini se zahteva jedrno vrtanje in odvzem jeder z jedrnikom, po celotni globini vrtine. Med vrtanjem je obvezno sprotno beleženje parametrov vrtanja (izgube izplake, napredki, rotacija, ...). V ta namen je treba **proti** voditi dnevnik, ki mora biti vselej na vpogled odgovornemu geologu in naročniku.

Pri vrtanju se uporablja biopolimerni izplačni medij, ki omogoča obrat viskoznosti izplake (npr. polimerna izplaka). Izvajalec je dolžan naročniku pred začetkom del dostaviti vzorec za izplačni medij uporabljenega materiala v količini, ki je ustrezna za morebitne kontrolne analize.

Predvideno je, da se najprej izvede vrtanje in jedrovanje vrtine skozi nasip in kvartarni vodonosnik in 3 metre v miocensko podlago (melj). Sledi vgradnja uvodne kolone, ki mora biti vgrajena in zacementirana minimalno 2 m v miocenske plasti. Po izvedbi cementacije se nadaljuje strukturno vrtanje s pridobivanjem jedra do končne globine vrtine. Nato je predvideno povrtavanje in čiščenje vrtine.

### **Cevitev vrtine**

Po doseženi končni globini se izvede cevitev vrtine. V spodnjem delu je potrebno na odseku kjer bodo filtri izvesti peščen zasip (kremenčev pesek 2 – 4 mm). Filtrski odsek v vrtini VOG-4 je predviden na odseku od 60 do 20m, v vrtini VOG – 5 pa od 50 do 20 m. Zasipu mora slediti glineni čep (glinasti peleti) minimalne višine 3 m. Sledi vgradnja tehnične kolone (PVC cev) notranjega premera 115 mm, do globine glinenega čepa. Polne cevi je treba z mešanico cementa in bentonita kakovostno zacementirati. V vrtinah sta predvidena filtrska odseka v dolžinah 40 m (VOG-4) in 30 m (VOG-5). Filtrske cevi morajo biti iz nerjavečega (INOX) materiala notranjega premera minimalno 67 mm in širino rež 0,25 mm. Nad filtrskimi cevmi je predvidena izvedba prehoda na polne INOX cevi dolžini 6 m, notranjega premera min. 70 mm in na vrhu s konusnim prehodom iz 3" na 4".

Po potrebi se za kontrolo tehnične ustreznosti vgradnje zaščitnih cevi in filtrske kolone lahko naročnik pred potrditvijo izvedenih del, izvede dodatne karotažne meritve (diferencialna termična karotaža, snemanje vrtine s kamero).

### **Čiščenje in aktiviranje piezometra**

Po vgradnji kolone s filtri se vrtina očisti z vodo in aktivira skladno z načrtom, ki ga pripravi izvajalec. Detajlni postopek čiščenja in aktiviranja vrtine določi skladno s pravili stroke odgovorni geolog na osnovi pričakovane izdatnosti s filtri opremljenega odseka in tehničnih karakteristik vgrajenih filtrov. Postopek aktivacije je dolžan dostaviti naročniku oziroma njegovemu pooblaščenca. Hkrati določi tudi način ugotavljanja stopnje aktiviranja vrtine in

kriterij za določitev njegove uspešnosti. Po namestitvi piezometra je treba vrtino izprati z vodo in izvesti 'slug' test. Odgovorni geolog je dolžan zaključiti aktiviranje vrtine, ko je ugotovil, da je izpolnil kriterij aktiviranosti. To je dolžan dokumentirati z ustreznimi meritvami.

### **Geodetska izmera vrtin**

Izvajalec del mora zagotoviti ustrezno geodetsko izmero vseh, v okviru teh del, izvedenih vrtin in predati rezultate naročniku v ustreznem poročilu.

### **Zaključna dela in oprema vrtin**

Vrtine morajo biti izveden tako, da bo kota ustja s kapo dosegla ali presegla višinsko koto 155, 50 m.n.m.. Okoli vrtine je potrebno izvesti betonski podstavek, ki bo imel z vsaj 1m premera. Ob vsako vrtino je potrebno tudi dodati markirano palico, ki naj bo visoka 2 m.

Vse vrtine je potrebno opremiti kot piezometre. Za v vsako vrtino mora izvajalec dobaviti in po navodilih naročnika montirati sonde za izvajanje monitoringa podzemnih vod. Sonde morajo biti tri parametrske (nivo, temperatura in prevodnost), morajo imeti kompenzacijsko cevko in natančnost meritev nivojev na 1 cm. Dolžina kabla med komunikatorjem in sondo pa mora znašati 11 m.

#### **3.5.1.2 Vrtina tipa VOP**

Vse vrtine tipa VOP, ki jih predstavljajo vrtine VOP 9, VOP 10, VOP 11, VOP 12 in VOP 13, se bodo predvidoma izvajale na povsem enak način.

Vrtina VOP se izvede do globine 14 m, na lokaciji, ki jo bo skupaj z naročnikom določil izvajalec del. Namen vrtine je spremljanje gibanja podzemnih vod v kvartarnih plasteh, ki so v glavnem sestavljene iz prodov in peskov in imajo zato dobro prepustnost ( $10^{-3}$  m/s). Vrtina mora biti tehnično načrtovana in izvedena tako, da bo omogočala monitoring podzemnih vod in odvzem vzorcev vode iz vrtine. Vrtina se do končne globine zacevi s PVC cevmi in filtri notranjega premera 102 mm. O globini namestitve filtrskega odseka odloči odgovorni geolog in predlog poda v potrditev naročniku. Vrtina mora biti izvedena do končne globine, aktivirana in opremljena kot piezometer.

### **Vrtanje vrtine**

V vrtini se zahteva jedrno vrtanje in odvzem jedr z jedrnikom, po celotni globini vrtine. Med vrtanjem je obvezno sproti beleženje parametrov vrtanja (izgube izplake, napredki, rotacija, ...). V ta namen je treba **sproti** voditi dnevnik, ki mora biti vselej na vpogled odgovornemu geologu in naročniku.

Pri vrtanju se uporablja biopolimerni izplačni medij, ki omogoča obrat viskoznosti izplake (npr. polimerna izplaka). Izvajalec je dolžan naročniku pred začetkom del dostaviti vzorec za izplačni medij uporabljenega materiala v količini, ki je ustrezna za morebitne kontrolne analize.

Izvede se vrtanje in jedrovanje za uvodno kolono do globine 3 m. Sledi vgradnja uvodne kolone in njena cementacija. Nadaljuje se z vrtanjem in jedrovanjem vrtine do njene končne globine 14 m.

### **Cevitev vrtine**

Po doseženi končni globini se izvede cevitev vrtine. Za cevitev se uporabijo PVC cevi notranjega premera 102 mm. V spodnjem delu cevitve je predviden usedalnik iz polne v višini 1 m. Nad usedalnikom sledi filtrski del vrtine v višini 6 m in z režami 2,0 mm. Nad filtrskim delom sledi polna cevitev do površine. Prostor med ostenjem vrtine in PVC cevjo je potrebno zasuti s filtrskim zasipom (kremenčev pesek frakcije 3 – 6 mm). To se predvidoma izvede skozi obložno kolono, ki se bo postopoma izvlačila iz vrtine. Za ločitev filtrskega in cementiranega dela vrtine se predvidoma izvede 1 m debel glineni tampon. Nad tem je predvidna cementacija medprostora med uvodno kolono in PVC cevjo, do površja. Cementacijo je potrebno z mešanico cementa in bentonita kakovostno izvesti. Po potrebi se za kontrolo tehnične ustreznosti vgradnje zaščitnih cevi in filtrske kolone lahko naročnik pred potrditvijo izvedenih del, izvede dodatne karotažne meritve (diferencialna termična karotaža, snemanje vrtine s kamero).

### **Čiščenje in aktiviranje piezometra**

Po vgradnji kolone s filtri se vrtina očisti z vodo in aktivira skladno z načrtom, ki ga pripravi izvajalec. Detajlni postopek čiščenja in aktiviranja vrtine določi skladno s pravili stroke odgovorni geolog na osnovi pričakovane izdatnosti s filtri opremljenega odseka in tehničnih karakteristik vgrajenih filtrov. Postopek aktivacije je dolžan dostaviti naročniku oziroma njegovemu pooblaščenцу. Hkrati določi tudi način ugotavljanja stopnje aktiviranja vrtine in kriterij za določitev njegove uspešnosti. Odgovorni geolog je dolžan zaključiti aktiviranje vrtine, ko je ugotovil, da je izpolnil kriterij aktiviranosti. To je dolžan dokumentirati z ustreznimi meritvami.

### **Geodetska izmera vrtin**

Izvajalec del mora zagotoviti ustrezno geodetsko izmero vseh, v okviru teh del, izvedenih vrtin in predati rezultate naročniku v ustreznem poročilu.

### **Zaključna dela in oprema vrtin**

Vrtine morajo biti izveden tako, da bo kota ustja s kapo dosegla ali presegla višinsko koto 155, 50 m.n.m.. Okoli vrtine je potrebno izvesti betonski podstavek, ki bo imel z vsaj 1m premera. Ob vsako vrtino je potrebno tudi dodati markirano palico, ki naj bo visoka 2 m.

Vse vrtine je potrebno opremiti kot piezometre. Za v vsako vrtino mora izvajalec dobaviti in po navodilih naročnika montirati sonde za izvajanje monitoringa podzemnih vod. Sonde morajo biti tri parametrske (nivo, temperatura in prevodnost), morajo imeti kompenzacijsko cevko, dolžina kabla med komunikatorjem in sondo pa mora znašati 11 m.

### 3.5.1 Poročanje o izvedenih delih

Naročnik in izvajalec se bosta sestajala tedensko na koordinacijah. Izvajalec mora naročnika dnevno obveščati o izvedenih delih na terenu.

Vrtalni dnevnik je potrebno sproti kontrolirati s strani odgovornega geologa in se potrjuje s strani naročnika oziroma njegovega pooblaščenca. Naročniku se vrtalni dnevnik predaja tedensko na koordinacijah.

Za vsako izvedeno vrtino izdela izvajalec vrtalnih del tehnično poročilo, ki bo sestanki del končnega poročila o izvedenih delih. Končno poročilo mora vsebovati tudi kopijo vrtalnega dnevnika. Končno poročilo mora biti oddano v 4. tiskanih izvodih in to v slovenskem jeziku. Predano mora biti tudi v elektronskih formatih (tekstovni del datoteke doc ali docx in xlsx ali xls, slikovni del jpg, grafični del datoteke dwg, shp ali podoben georeferenciran format) in kot je zahtevano v točki 3.4.

Končno poročilo je treba predati naročniku najkasneje do 80. dneva od začetka veljavnosti pogodbe. Rezultati globinskega vrtanja morajo zajemati tehnično in geološko poročilo o vrtini, s podatki o jedru (fotografije – jpg format, popis jedra) in jedrovanju.

## 3.6 Potrebna oprema

Seznam potrebne opreme za vrtanje izvedbo predvidenih del:

- Opremo za vse detajlne geološke in inženirsko-geološke preglede in meritve pri terenski identifikaciji in klasifikaciji jedra iz vrtin, opremo za fotodokumentiranje;
- Vrtalna garnitura s primerno opremo za jedrno vrtanje raziskovalnih vrtin v prodih, lapornih, glinastih, meljnih in peščenih hribinah do globine 60 m s standardom Craelius in s premerom ki omogoča vgradnjo piezometra svetlega premera  $\Phi$  101,6 mm, ali;
- Vrtalna garnitura s primerno opremo za jedrno vrtanje raziskovalnih vrtin v prodih, lapornih, glinastih, meljnih in peščenih hribinah do globine 60 m s standardom wire-line in premerom vrtanja, ki omogoča vgradnjo piezometra svetlega premera  $\Phi$  101,6 mm;
- Oprema za vgradnjo in aktiviranje piezometra do globine 60 m;
- Oprema za vgradnjo in aktiviranje piezometra;
- Vozila za prevoz terenske opreme in osebja, pisarniška in računalniška strojna in programska oprema, ki omogoča analizo podatkov in izdelavo poročil ter predajo dokumentacije v tiskani in digitalni obliki.



### 3.7 Predviden terminski plan

Ocenjen terminski plan izvedbe del:

Izvedba vrtin za potrebe okoljskega monitoringa podzemnih vod na lokaciji odlagališča NSRAO Vrbina, Krško	Čas potreben za izvedbo
Priprava tehnološkega elaborata in potrebnih podlag za pridobitev dovoljenj in zakoličba vrtin	15 dni
Priprava delovišča in organizacija del	15 dni
Izvedba vrtin z jedrovanjem in izvedba piezometrov	40 dni
Izdelava končnega poročila	10 dni
Skupaj	80 dni

### 3.8 Lokacije načrtovanih vrtin na lokaciji odlagališča NSRAO

