



Petrol Geo, proizvodnja
ogljikovodikov d.o.o.

RUDARSKI PROJEKT ZA IZVEDBO DEL IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9

Št. proj.: RPZI: Mt-9; 02-19/7.5.18

Lendava, december 2019

KAZALO VSEBINE

1. PROJEKTNNA NALOGA.....	6
1.1. Uvodna obrazložitev	6
1.2. Vsebina rudarskega projekta	8
1.3. Strokovni tim za izdelavo rudarskega projekta.....	9
1.4. Rok za izdelavo projekta	9
2. POGOJI ZA IZVAJANJE DEL, DOLOČENI S KONCESIJSKO POGODBO ZA PRIDOBITEV KONCESIJE ZA IZKORIŠČANJE	10
3. OPREDELITEV VKLJUČITVE TEHNOLOŠKEGA PROCESA V ZASNOVO IZKORIŠČANJA, DOLOČENO S KONCESIJSKO POGODBO ZA PRIDOBITEV KONCESIJE ZA IZKORIŠČANJE GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA	11
4. NAVEDBA PODATKOV O NAHAJALIŠČU GEOTERMALNEGA ENERGETSKEGA VIRA.....	13
4.1. Geografski položaj nahajališča (geotermalnega vodonosnika)	13
4.2. Stopnja in način raziskanosti nahajališča	14
4.3. Geološki podatki	14
4.3.1. Litološka sestava geotermalnega vodonosnika	14
4.3.2. Tokovni sistem geotermalnega vodonosnika	15
4.3.3. Toplotni tok geotermalnega vodonosnika	16
4.3.3.1. Ime reinjekcijske vrtine	17
4.3.3.2. Mikrolokacija	18
4.3.3.3. Predvidena končna globina in usmerjenost vrtine Mt-9.....	19
4.3.3.4. Prognozni litološki stolpec vrtine Mt-9	19
4.4. Fizikalne in kemične lastnosti geotermalne vode in morebitno prisotnih plinov	21
4.5. Prikaz mreže in število obstoječih in projektiranih vrtin z napovedjo njihovih največjih zmogljivosti ali dinamike proizvodnje iz posameznih vrtin	22
4.6. Prikaz statičnih in dinamičnih rezerv geotermalnega energetskega vira z načrtovano stopnjo izkoriščanja	24
4.6.1. Statične rezerve termomineralne vode	24
4.6.2. Dinamične rezerve termomineralne vode	24
4.7. Temperaturne karte statičnih in dinamičnih razmerah na površini celotnega geotermalnega polja	25
5. TEHNIČNI OPIS TEHNOLOGIJE	26
5.1. Tehnološki proces izkoriščanja geotermičnega energetskega vira iz vrtin s reinjektiranjem.....	26
6. NAPRAVE NAMENJENE IZKORIŠČANJU GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA.....	29
7. TEHNOLOGIJA VRTANJA, IN TEHNIČNE OPREMLJENOSTI VRTINE MT-9 TER POTREBNO ŠTEVILO ZAPOSLENIH PRI IZVAJANJU DEL	30
7.1. Splošni podatki o vrtini	30
7.2. Oprema za izgradnjo vrtine	30

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 3 od 74

7.3.	Pripravljalna dela na delovišču vrtine	31
7.4.	Izgradnja vrtine do globine 200,00 m	33
7.4.1.	Ureditev ustja vrtine	33
7.4.2.	Vrtanje do globine 200,00 m	33
7.4.3.	Program izplake	35
7.4.4.	Cevitev vrtine z nizom zaščitnih cevi premera Ø 339,7 mm (13 3/8")	35
7.4.5.	Cementacija zaščitnih cevi premera Ø 339,7 mm (13 3/8")	36
7.5.	Izgradnja vrtine od globine 200 m do končne globine 1093 m	37
7.5.1.	Opremljanje ustja vrtine in preizkus hermetičnosti	37
7.5.2.	Vrtanje cementnih čepov, zaustavne plošče s protipovratnim ventilom in cementacijske pete do 200,0 m	37
7.5.3.	Usmerjeno vrtanje z globinskim motorjem od 200,0 do 1093,0 m	38
7.5.4.	Program izplake	41
7.5.5.	Jedrovanje	42
7.5.6.	EK MERITVE	42
7.5.7.	Cevitev vrtine z nizom zaščitnih cevi premera Ø 244,5 mm (9 5/8") in z D-PAK INOX cevmi premera Ø 168,3 mm (6 5/8")	42
7.6.	Geološki nadzor vrtine in program del na vrtini	44
7.6.1.	Program vzorčevanja izpirkov iz izplake	44
7.6.2.	Program jedrovanja	45
7.6.3.	Program karotažnih meritev	45
7.6.4.	Aktiviranje in preizkušanje vrtine	45
7.6.5.	Ureditev ustja vrtine in zaključna dela na vrtini	47
7.6.6.	Zaključna gradbena dela na lokaciji vrtine	48
7.6.7.	Število zaposlenih pri izvajanju del	48
8.	SHEMATSKI PRIKAZ TEHNOLOŠKEGA PROCESA PRENOSA ENERGIJE, PRIDOBLENE IZ GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA DO ODJEMALCEV	49
9.	NAVEDBA UKREPOV ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU	50
9.1.	Makro in mikro lokacija vrtine	50
9.2.	Ureditev delovišča in prometnih komunikacij (prehodi, dostopi)	50
9.3.	Določitev in ureditev deponij materiala	51
9.4.	Prostori za hrambo nevarnih materialov	51
9.5.	Način prevažanja, nakladanja in razkladanja materiala	52
9.6.	Določitev nevarnih območij na vrtini	52
9.7.	Dela, pri katerih se pojavljajo požarno in zdravju škodljivi plini, tekočine itd.	52
9.7.1.	NAFTA	53
9.7.2.	METAN - zemeljski plin (CH ₄)	56
9.7.3.	OGLIKOV DIOKSID (ogljikova kislina) CO ₂	58
9.8.	Ureditev električnih napeljav	61
9.9.	Razmestitev objektov, priprav in naprav na delovišču vrtine ter postavitev vrtalnega postroja	61
9.10.	Odstranjevanje virov hrupa in vibracij	61

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 4 od 74

9.11. Način zavarovanja pred padcem z višine ali v globino.....	62
9.12. Osebna varovalna oprema.....	62
9.13. Požarna varnost.....	62
9.14. Varstvo okolja.....	63
9.15. Zaščita tal	63
9.15.1. Zaščita vode.....	64
9.15.2. Zaščita zraka.....	64
9.16. Organiziranje prve pomoči na delovišču	64
9.17. Reševanje in namestitve opreme za umik in uporaba.....	64
9.18. Postopki, ki se morajo izvajati v nujnih primerih.....	65
9.19. Poučitev delavcev o varnem načinu dela.....	66
9.20. Posebne pravice in obveznosti delavcev ter uveljavljanje pravice do varstva in zdravja pri delu.....	66
9.21. Odgovornosti in zadolžitve za posebne naloge v primeru nevarnosti	67
9.22. Sanitarne naprave in pomožni prostori na delovišču.....	68
9.23. Možni vplivi nameravanega posega v okolje in varstvo okolja	68
10. DOKAZILA O CERTIFICIRANI STROJNI IN ELEKTRIČNI OPREMI ZA IZVEDBO RUDARSKIH DEL V SKLADU Z VELJAVNIMI DOMAČIMI IN TUJIMI STANDARDI	72
11. LITERATURA.....	74

KAZALO SLIK

Slika 1: Omejitev telesa podzemne vode izkoriščanega z vrtinami Mt-1, Mt-4, Mt-5, Mt-6 in Mt-7.....	10
Slika 2: Strukturna karta terciarne podlage (TWT, s) severovzhodnega dela Murskosoboškega masiva z obstoječimi vrtinami in predvideno reinjekcijsko vrtino Mt-9	13
Slika 3: Konceptualni model vodnega telesa podzemne vode - Murska termalna voda (Vir: ARSO)	15
Slika 4: 3D prikaz strukture z vodonosniki na območju vrtin Mt.....	16
Slika 5: Karta izoterm na območju Moravskih Toplic na globini 1000 m (Vir: GeoZS: www.egeologija.si)	17
Slika 6: Prikaz projekcije vrtine Mt-9 na topografski karti (ustje vrtine na severovzhodu ter dno vrtine na jugozahodu	18
Slika 7: Prikaz projekcije vrtine Mt-9 kot reinjekcijska vrtina na parcelni številki 40 in proizvodni vrtini Mt-6 in Mt-7	18
Slika 8: Interpolirana zgornja meja peskov z vrisanima trasama profilov (Vir: GeoZS: Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah)	19
Slika 9: Interpolirana spodnja meja peskov z vrisanima trasama profilov (Vir: GeoZS: Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah)	20

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 5 od 74

Slika 10:	Kemična analiza termomineralne vode iz vrtine Mt-6 in Mt-7	21
Slika 11:	Kromatografska analiza plina iz vrtine Mt-6 in Mt-7	22
Slika 12:	Obstoječe proizvodne vrtine za Terme 3000	22
Slika 13:	Letna proizvodnja geotermalne vode iz vrtine Mt-6	23
Slika 14:	Letna proizvodnja geotermalne vode iz vrtine Mt-7	24
Slika 15:	Karta porazdelitev statičnih temperatur na globini 1000 m za območje SV dela Slovenije (Vir: T-JAM)	25
Slika 16:	Zacevitev reinjekcijske in proizvodne vrtine s polnimi jeklenimi in filtrskimi cevmi.	28
Slika 17:	Poenostavljena tehnološka shema površinskega reinjekcijskega geotermalnega sistema	29
Slika 18:	Delovišče vrtalne garniture na lokaciji vrtine Mt-9	32
Slika 19:	Predvidena trajektorija vrtine Mt-9	39
Slika 20:	Shematski prikaz tehnološkega procesa prenosa energije iz geotermičnega energetskega vira do odjemalcev	49

KAZALO TABEL

Tabela 1:	Osnovni podatki o geotermalnih vrtinah Mt-1 do Mt-7.	14
Tabela 2	Hidrodinamske karakteristike vodonosnika za belo vodo - modri okvir. ...	23
Tabela 3:	Splošni podatki o vrtini Mt-9	30
Tabela 4:	Predvideno tehnično stanje v vrtini Mt-9.	30

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 6 od 74

1. PROJEKTNNA NALOGA

1.1. Uvodna obrazložitev

Po naročilu podjetja Sava Turizem - Terme 3000, Moravske Toplice bo izdelan revidiran rudarski projekt za izgradnjo usmerjene reinjekcijske geotermalne vrtine Mt-9 za vračanje proizvedene geotermalne vode z namenom večje energetske učinkovitost rabe termomineralne vode.

Za določanje lokacije reinjekcijske geotermalne vrtine se bo upoštevalo javne prostorske informacije, vse uredbe, pravilnike in zakone, ki postavljajo pogoje in omejitve za izgradnjo vrtine. Prostorski dejavniki, ki jih je nujno upoštevati v analizi, so naslednji:

- vodovarstvena območja (VVO): VVO I je najbližji vodnemu viru in tu je gradnja prepovedana. VVO II ima stroge omejitvene kriterije in večinoma je v njem gradnja prepovedana. VVO III dovoljuje gradnjo pod določenimi pogoji,
- naravovarstvena območja, druga varovana območja in območja Natura 2000: gradnja je možna le s pridobitvijo dodatnih dovoljenj,
- javna infrastruktura: vodovod, kanalizacija, električna napeljava, plinovod idr.: varstveni pas različne dolžine, v katerem je gradnja prepovedana zaradi vzdrževalnih ali drugih del,
- območja poplavne nevarnosti: posebne gradnje z varstvenimi predpisi na območju srednega razreda nevarnosti, na območju velike poplavne nevarnosti gradnja ni dovoljena,
- kmetijska zemljišča: gradnja v namen raziskovanja podzemnih voda, mineralnih surovin in geotermičnega energetskega vira je dovoljena,
- debelina in smer raztezanja dobro prepustnih plasti ali struktur: v primeri reinjekcije v medzrnske peščene vodonosnike je priporočljivo, da je posamezna peščena plast debelejša od 30 m.

Ti dejavniki različno vplivajo na izbiro lokacije, zato jih razvrstimo v tri kategorije:

- 1 - neugodno za izgradnjo vrtine,
- 2 - izgradnja je omogočena pod določenimi pogoji in
- 3 - ni omejitev za izgradnjo reinjekcijske vrtine.

Nadalje z izračunom v podatkovnem procesnem sistemu GIS (geografski informacijski sistem) določimo, katera območja so najbolj primerna za izgradnjo nove vrtine. Poleg opisanih prostorskih dejavnikov se upošteva še dodatne zahteve oziroma dovoljenja, ki jih rabimo pridobiti pred izgradnjo vrtine, in sicer:

- dovoljenje za raziskavo podzemnih voda, ki zahteva priložen revidiran rudarski projekt skladno z Zakonom o rudarstvu,
- mnenje pristojnega izvajalca gospodarske javne službe, ki opravlja vodooskrbo na obravnavanem območju,
- vodno soglasje po Zakonu o vodah, ki zahteva tudi vlogo za pridobitev projektnih pogojev ali pogojev za druge posege v prostor.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 7 od 74

Če se po izgradnji in testiranju reinjekcijske vrtine izkaže, da je možno vračati vso (100%) načrpano termalno vodo, je možno pristopiti k spremembi koncesijskega akta za rabo termalne vode po Zakonu o vodah, tako da se črpalna in reinjekcijska vrtina obravnavata kot geotermični energetski vir po Zakonu o rudarstvu.

Rudarski projekt za izgradnjo reinjekcijske geotermalne vrtine se izdelava skladno z določili veljavne rudarske zakonodaje za tovrstna dela, kot sledi:

- Zakon o rudarstvu (Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ),
- Pravilnik o rudarski tehnični dokumentaciji (Ur. List RS, št. 32/2017 in 58/17- popr.1),
- Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepah za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Ur. list RS, št. 68/03, 83/03 – popr, 65/06, 61/2010-ZRud-1, 62/2010 popr.),
- Zakon o varnosti in zdravja pri delu (Ur. list RS, št. 43/2011),
- Zakon o urejanju prostora (ZUreP-2) (Uradni list RS, št. 61/17), in njegovi podzakonski akti,
- Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ in 21/18 – ZNOrg),
- Zakon o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 2/04 – ZZdrl-A, 41/04 – ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14 in 56/15), in njegovi podzakonski akti,
- Zakon o varstvu pred požarom (Uradni list RS, št. 3/07-uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12 in 61/17-GZ),
- Zakon o kemikalijah (Uradni list RS, št. 110/03 – uradno prečiščeno besedilo, 47/04 – ZdZPZ, 61/06 – ZBioP, 16/08, 9/11 in 83/12 – ZFfS-1),
- Pravilnik o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje (Ur. list RS, št. 105/08),
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. list RS št. 31/0),
- Pravilnik o vsebini in načinu izdelave splošnega akta o varnosti in zdravju pri delu, ki ga mora pred pričetkom del izdelati izvajalec rudarskih del (Uradni list RS, št. 68/01 in 61/10 – ZRud-1),
- Uredba o ravnanju z odpadki iz rudarskih in drugih dejavnosti izkoriščanja mineralnih surovin (Uradni list RS, št. 43/08 in 30/11),
- Gradbeni zakon (GZ) (Uradni list RS, št. 61/17 in 72/17 – popr. in njegovimi podzakonskimi akti.

Rudarski projekt za izvedbo del je sestavljen iz treh delov in sicer:

- SPLOŠNI DEL
- TEHNIČNI DEL ZA IZVEDBO DEL PRI IZKORIŠČANJU GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA
- EKONOMSKI DEL

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 8 od 74

1.2. Vsebina rudarskega projekta

Rudarski projekt je potrebno izdelati skladno z veljavno zakonodajo in vsebino kot je določena v Pravilniku o rudarski tehnični dokumentaciji (Ur. List RS, št. 32/2017 in 58/17-popr.1), kot sledi:

- Splošni del

Podati osnovne informacije projektnega podjetja in predložiti dokazila za izdelovanje rudarske projektne dokumentacije.

- Tehnični del rudarskega projekta za izvedbo del pri izkoriščanju geotermičnega energetskega vira:
 - a) projektno nalogo;
 - b) navedbo pogojev za izvajanje del, določenih s koncesijsko pogodbo in rudarskim projektom za pridobitev koncesije za izkoriščanje;
 - c) opredelitev vključitve tehnološkega procesa v zasnovo izkoriščanja, določeno z rudarskim projektom za pridobitev koncesije za izkoriščanje geotermičnega energetskega vira;
 - d) navedbo podatkov o nahajališču geotermičnega energetskega vira:
 - geografski položaj nahajališča;
 - stopnjo in način raziskanosti nahajališča;
 - geološke podatke;
 - fizikalne in kemične lastnosti geotermalne vode (ali vode v primarnem tokokrogu) in morebitno prisotnost plinov;
 - prikaz mreže in število obstoječih in projektiranih vrtin z napovedjo njihovih največjih zmogljivosti ali dinamike proizvodnje iz posameznih vrtin;
 - prikaz statičnih in dinamičnih rezerv geotermalnega energetskega vira z načrtovano stopnjo izkoriščanja;
 - temperaturne karte v statičnih in dinamičnih razmerah na površini celotnega geotermalnega polja;
 - e) tehnični opis tehnologije, ki zajema prikaz:
 - tehnološkega procesa izkoriščanja geotermičnega energetskega vira iz vrtine;
 - tehnološkega procesa zbiranja geotermičnega energetskega vira;
 - f) navedbo naprav, namenjenih izkoriščanju geotermičnega energetskega vira;
 - g) opredelitev tehnologije vrtanja, opreme vrtin, izgradnje, tehnične opremljenosti vrtin in potrebno število zaposlenih pri izvajanju teh del;
 - h) shematski prikaz tehnološkega procesa prenosa energije, pridobljene iz geotermičnih energetskih virov, do odjemalcev;
 - i) navedbo ukrepov za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu;
 - j) navedbo dokazil o certificirani strojni in električni opremini v skladu z veljavnimi domačimi in tujimi standardi;
 - k) grafične priloge, situacijske načrte, profile, načrte tehničnih rešitev in certifikate.
- Ekonomski del

Podati oceno stroškov dela, materiala in storitev.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 9 od 74

1.3. Strokovni tim za izdelavo rudarskega projekta

Za izdelavo projekta imenujem strokovni tim v naslednji sestavi:

- **Odgovorni vodja rudarskega projekta:**

Renata Lugomer-Pohajda, univ. dipl. inž. naft. rud.

- **Odgovorna rudarska projektanta:**

Jernej Kerčmar, univ. dipl. inž. geol.

Renata Lugomer-Pohajda, univ. dipl. inž. naft. rud.

- **Odgovorna oseba projektanta za varnost in zdravje pri delu in požarno varnost**

Franc Gazdag, inž. požarne varnosti

- **Strokovni sodelavci**

GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

- **Tehnična izvedba Petrol Geo d.o.o.:**

Evgen Szöke, str. teh.

Dean Palfi, str. teh.

Odgovorni vodja rudarskega projekta in odgovorni projektanti morajo izpolnjevati pogoje za odgovorne projektante v rudarstvu.

1.4. Rok za izdelavo projekta

Projekt je potrebno izdelati v 4 papirnatih izvodih in dveh izvodih v elektronski obliki, do 31.12. 2019.



Petrol Geo d.o.o.:
Direktor:
Matej Prkič

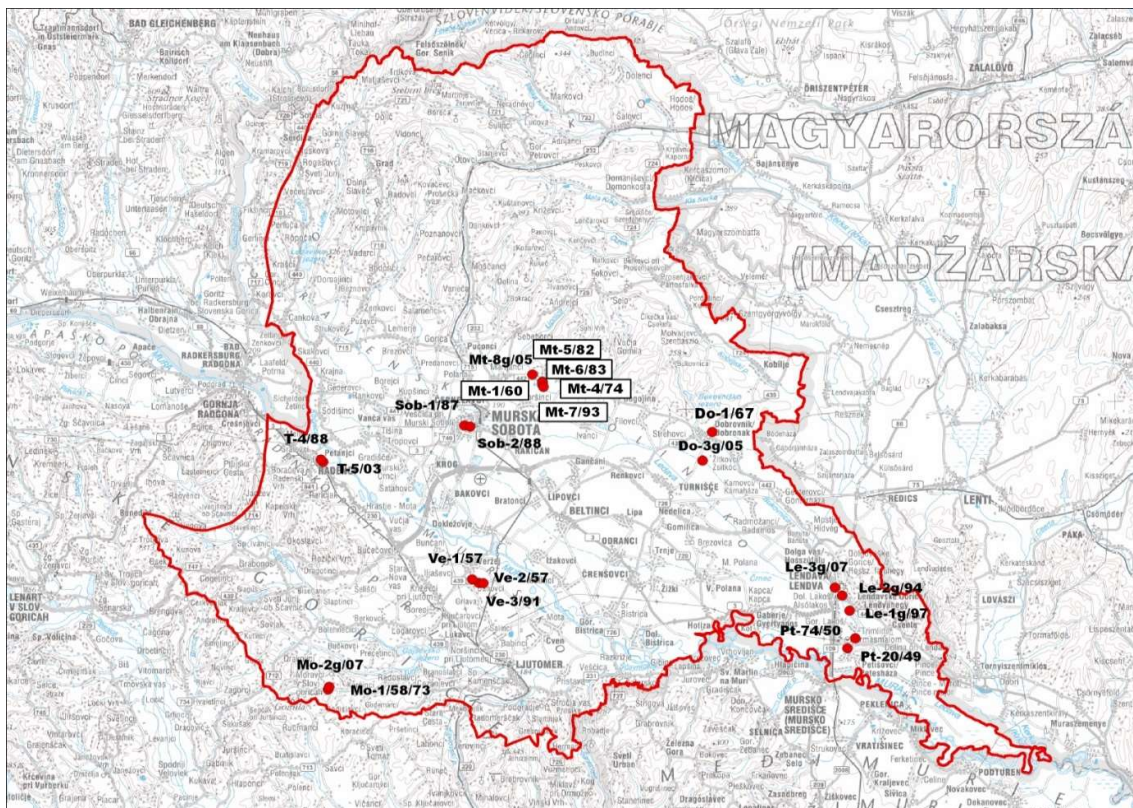


PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 10 od 74

2. POGOJI ZA IZVAJANJE DEL, DOLOČENI S KONCESIJSKO POGODBO ZA PRIDOBITEV KONCESIJE ZA IZKORIŠČANJE

Vlada Republike Slovenije je družbi Sava Turizem d.d. Terme 3000 Moravske Toplice (v nadaljevanju kot družba) z Uredbo o koncesiji za rabo termalne vode za ogrevanje iz vrtin Mt-1/60, Mt-4/74, Mt-5/82, Mt-6/83 in Mt-7/93 za ogrevanje in potrebe kopališča Terme 3000 – Moravske Toplice (Uradni list RS, št. 103/15 z dne 24. 12. 2015) in Uredbo o spremembah in dopolnitvi Uredbe o koncesiji za rabo termalne vode iz vrtin Mt-1/60, Mt-4/74, Mt-5/82, Mt-6/83 in Mt-7/93 za ogrevanje in potrebe kopališča Terme 3000 – Moravske Toplice (Uradni list RS, št. 14/18 z dne 2. 3. 2018) podelila koncesijo št. 01407-7/2015. z dne 28. 1. 2016. za odvzem vode iz omenjenih objektov.

Omejitev telesa podzemne vode izkoriščanega z vrtinami Mt-1, Mt-4, Mt-5, Mt-6 in Mt-7 je prikazana na spodnji sliki (Slika 1)



Slika 1: Omejitev telesa podzemne vode izkoriščanega z vrtinami Mt-1, Mt-4, Mt-5, Mt-6 in Mt-7 (Vir: ARSO).

Koncesija, ki se je podelila družbi je obravnavana kot raba termalne vode za ogrevanje in potrebe kopališč, ki jo ureja zakon o vodah (ZV-1). Zakon o vodah dopušča spuščanje termomineralne vode v površinske vodotoke z opredelitvijo plačila koncesije. Plačilo koncesije je določeno v 6. členu v zgoraj omenjeni uredbi z dvema višinama:

- višja koncesnina s spuščanjem termomineralne vode v površinske vodotoke,

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 11 od 74

- nižja koncesnina z reinjektiranjem termomineralne vode nazaj v isti geotermalni vodonosnik.

Zaradi trenda zniževanja slojnih tlakov (padec nivoja termomineralne vode) v geotermalnih vodonosnikih je država omejila največje dovoljene količine odvzete vode za posamezno vrtino z namenom, da se ustavi ta trend. Da bi lahko optimalno izkoriščali geotermalno energijo v prihodnosti na danem območju je treba upoštevati hidrogeološko bilanco globokih geotermalnih vodonosnikov. Doseganje tega pa je mogoče samo z vračanjem vode nazaj v isti geotermalni vodonosnik iz katerega se termomineralna voda črpa. V primeru vračanja termomineralne vode se plačilo za koncesnino lahko zmanjša do 80 % glede na odmerjeno koncesnino ob izpuščanju neizkoriščene geotermalne vode v bližnje vodotoke. Vračanje termomineralne vode se lahko doseže z vrtanjem nove reinjekcijske vrtine v geotermalni vodonosnik iz katerega se trenutno proizvaja.

3. OPREDELITEV VKLJUČITVE TEHNOLOŠKEGA PROCESA V ZASNOVO IZKORIŠČANJA, DOLOČENO S KONCESIJSKO POGODBO ZA PRIDOBITEV KONCESIJE ZA IZKORIŠČANJE GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA

S koncesijsko uredbo iz leta 2015 za rabo termalne vode za ogrevanje in potrebe kopališča Terme 3000- Moravske Toplice se je koncesionar zavezal, k sistematičnem izvajanju stalnega monitoringa s poročanjem količinskega in kakovostnega stanja v njihovih objektih, vrtinah: Mt-1/60, Mt-4/74, Mt-5/82, Mt-6/83 in Mt-7/93. Koncesionar je zavezan dosežati 70% izkoristek toplotne energije glede na referenčno povprečno letno temperaturo podzemne vode v Sloveniji, ki je 12 °C.

Podjetje Sava Turizem d.d. za svojo organizacijsko enoto Terme 3000 koristi termomineralno vodo iz dveh vodonosnikov. Iz višje ležečih vodonosnikov, ki se nahajajo na globini od 700 do 1000 m se pridobiva tako imenovana »bela voda« iz vrtin Mt-6 in Mt-7. Geotermalni vrtini Mt-6 in Mt-7 odvezemata termalno vodo iz peskov Murske formacije. Prvotni iztok je dosegal 60 l/s, a se je zaradi dolgotrajnega odvzema znižal in sedaj dosega do 20 l/s. Termomineralna voda tipa Na-HCO₃ dosega 60°C na iztoku in vsebuje 1,2 g/l raztopljenih snovi. Voda iz teh dveh vrtin se uporablja za ogrevanje kompleksa in polnjenje bazenov. Večina odpadne termalne vode se odvaja v potok Lendavo, nekaj pa se dodatno izrablja za ogrevanje 1 ha velikega rastlinjaka paradižnika v bližnjih Tešanovcih. V istem kraju se termomineralna voda iz obeh opisanih vodonosnikov pridobiva tudi z vrtino Mt-8g/06. Uporablja se v inovativnem sistemu ogrevanja prostorov in vode ter za kopanje in balneologijo v Termah Vivat.

Iz globljih vodonosnikov, ki so na globini od 1100 do 1250 m se prelivno pridobiva »črna voda« (v nadaljevanju kot črna voda) iz vrtin; Mt-1 in Mt-4, vrtina Mt-5 pa se uporablja za monitoring (se ne proizvaja termomineralna voda).

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 12 od 74

Črna voda ima v primerjavi z belo vodo sorazmerno višjo geotermalno entalpijo vendar pa ima tudi večjo:

- vsebnost raztopljenih mineralov (12.000 – 15.000 mg/l) in
- vsebnost raztopljenega in prostega plina (8 – 10 m³plina/m³ vode).

Zato je uporaba črne vode smotrna samo s pomočjo današnje najnovejše tehnologije visokotlačnih črpalno reinjekcijskih sistemov, ki omogočajo reinjektiranje visoko mineraliziranih vod s sorazmerno visokim deležem raztopljenih plinov nazaj v geotermalni vodonosnik brez uporabe inhibitorjev in separatorjev v zaprtem krogu.

Trenutno v Sloveniji še ni podobne rešitve za takšen geotermalni sistem in bi zato bilo potrebno izvesti pilotni projekt ki bi se naprej preizkusil na obstoječih vrtinah (Mt-1 in Mt-4) z uporabo obstoječe infrastrukture.

Zaradi obsežnosti in kompleksnosti projekta te z tem vezanih velikih stroškov s vprašljivim rezultatom se zaenkrat z realizacijo tega projekta ni začelo ampak se kot realna možnost postavlja v ospredje izvedba nove reinjekcijske vrtine Mt-9 za reinjektiranje bele vode iz vrtin Mt-6 in Mt-7.

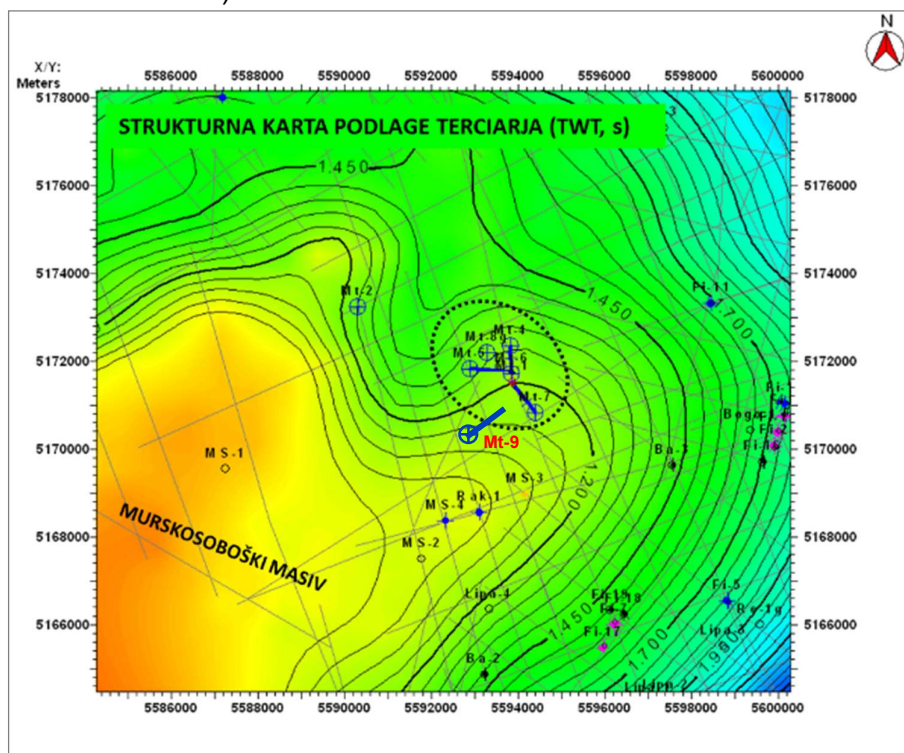
4. NAVEDBA PODATKOV O NAHAJALIŠČU GEOTERMALNEGA ENERGETSKEGA VIRA

Podjetje Sava Turizem d.d. za svojo organizacijsko enoto Terme 3000 koristi termomineralno vodo iz dveh vodonosnikov. Iz višje ležečih vodonosnikov, ki se nahajajo na globini od 700 do 1000 m se pridobiva »bela voda« (v nadaljevanju kot bela voda) iz vrtin Mt-6 in Mt-7. Iz globljih vodonosnikov, ki so na globini od 1100 do 1250 m pa se prelivno pridobiva »črna voda« (v nadaljevanju kot črna voda) iz vrtin; Mt-1 in Mt-4, vrtina Mt-5 pa se uporablja za monitoring.

Z namenom učinkovitejše energetske izrabe geotermalnih vodonosnikov za pridobivanje bele vode je izdelan rudarski projekt za izgradnjo reinjekcijske vrtine Mt-9. Glavna funkcija navedenega rudarskega objekta (vrtina Mt-9) bo vračanje energetske izrabljene bele vode v vodonosnik Murske formacije. Skladno s tem bodo v nadaljevanju natančneje strokovno in tehnično opisani postopki ter naravne danosti za izvedbo tovrstnega rudarskega objekta.

4.1. Geografski položaj nahajališča (geotermalnega vodonosnika)

Širše območje Moravskih Toplic se nahaja v Murski depresiji oziroma v severovzhodnem delu Murskosoboškega masiva. To območje je prekrito z relativno gosto mrežo seizmičnih profilov (seizmične meritve), ki so bili posneti v času raziskav potencialnih nahajališč nafte in plina. Dva profila potekata skozi strukturo Martjanci (Fil-2D-S-74 in Fil-2D-73).



Slika 2: Strukturna karta terciarne podlage (TWT, s) severovzhodnega dela Murskosoboškega masiva z obstoječimi vrtinami in predvideno reinjekcijsko vrtino Mt-9.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 14 od 74

Na širšem območju severovzhodnega dela Murskosoboškega masiva ležijo strukture Martjanci, Rakičan in Noršinci. Na strukturni karti predterciarne podlage je vidno (Slika 2), da se na celotnem območju podlaga terciarja nahaja na globinah od 1300 do 1500 m. Antiklinala Martjanci (Moravske Toplice) je s plitvim Martjanskim jarkom ločena od antiklinala Rakičan. Podlaga terciarja se proti jugozahodu blago dviguje, tako da se na tem območju nahaja na globini od 1000 do 1100 m.

4.2. Stopnja in način raziskanosti nahajališča

Termalna in termomineralna voda se je v Moravskih Toplicah začela izkoriščati po letu 1960, ko se je pri raziskavah nahajališč ogljikovodikov z raziskovalno vrtino Martjanci-1 (Mt-1) odkrilo nahajališče geotermalne vode; črne vode. Z dodatnim nastreljevanjem vrtine se je preliv termomineralne vode in ogljikovega dioksida povečal in so s tem bili ustvarjeni pogoji za izkoriščanje vrtine v geotermalne namene. Kmalu so se začeli graditi prvi objekti in se je termomineralna voda iz vrtine Mt-1 začela uporabljati v balneološke in športno-rekreacijske namene.

Sledile so nadaljnje vrtine po dinamiki, ki je prikazana v tabeli 1. Te so pomenile dodatni razvoj turistične dejavnosti v Moravskih Toplicah in v energetskem in balneološkem smislu pomenile temelj za razvoj turistične dejavnosti.

Tabela 1: Osnovni podatki o geotermalnih vrtinah Mt-1 do Mt-7.

Ime vrtine	Leto izgradnje	Status vrtine	Vertikalna globina vrtine (m)	Merna globina vrtine (m)	Dno od ustja (m)	Koordinate ustja vrtine		
						X	Y	Z
Mt-1	1960	geotermalna vrtina - proizvodna	1417,00	1417,00	0,00	5.171.539,00	5.593.873,00	186,00
Mt-2	1960	geotermalna vrtina - ni proizvodna	1462,00	1462,00	0,00	5.173.245,50	5.590.305,30	213,26
Mt-3	1961	sanirana	1900,00	1900,00	0,00	5.177.357,50	5.592.534,50	236,00
Mt-4	1974	geotermalna vrtina - proizvodna	1289,00	1467,00	545,00	5.171.738,00	5.593.860,00	186,00
Mt-5	1982	geotermalna vrtina - proizvodna	1351,00	1713,00	772,50	5.171.763,00	5.593.857,00	186,70
Mt-6	1982	geotermalna vrtina - proizvodna	987,00	987,00	0,00	5.171.709,00	5.593.853,00	185,90
Mt-7	1993	geotermalna vrtina - proizvodna	991,00	1363,00	766,41	5.171.442,00	5.593.917,00	186,15

Bela voda Murske formacije se je začela izkoriščati z vrtino Mt-6, ki je bila izvrtana leta 1982. Ugotovljeno je bilo, da je ta voda neprimerno manj mineralizirana z nizko vsebnostjo raztopljenega plina ni brez prostega plina. Vrtina je v začetni fazi prelivno proizvajala 20 l/s pri temperaturi 58 °C na ustju vrtine.

Leta 1993 se je izvrtala usmerjena vrtina Mt-7, katere prvenstvena funkcija je bila reinjektiranje načrpane vode iz vrtine Mt-6. Nekaj časa je ta sistem deloval potem pa je bila namembnost vrtine spremenjena iz reinjekcijske v črpalno. Vrtina je v začetni fazi prelivno proizvajala 12 l/s pri temperaturi 55 °C na ustju vrtine.

4.3. Geološki podatki

4.3.1. Litološka sestava geotermalnega vodonosnika

Na območju Moravskih Toplic so zastopani kvartarni in terciarni sedimenti, ki sestavljajo sedimentne kamnine. Kvartarni sedimenti so zastopani s peščeno glino, murskim prodrom, peščeno (puhličasto) glino ter aluvialnimi naplavinami. Sledijo

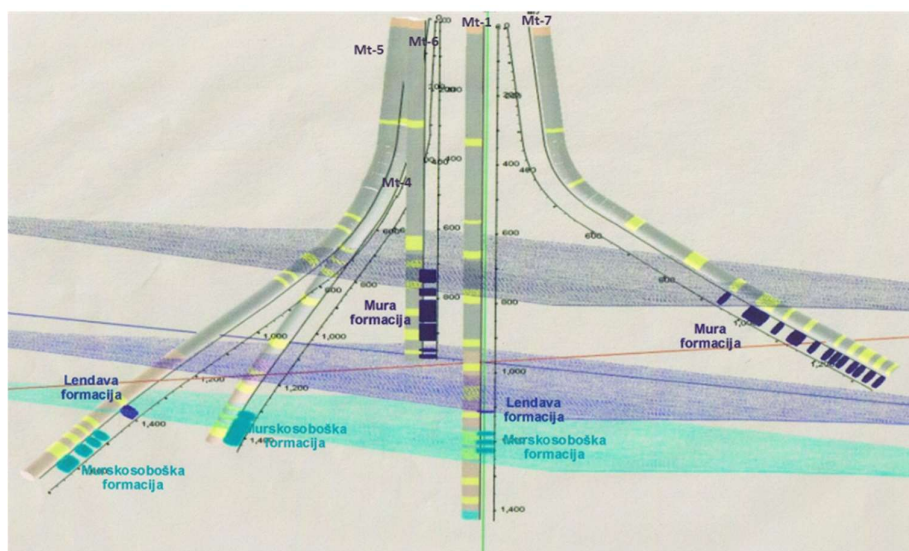
- Vodonosne sisteme, ki se pojavljajo v bolj prepustnih peskih in prodih terciarja in so pod pritiskom. Njihova hidravlična prepustnost pada z globino. Ti vodonosniki se napajajo na območju Goričkega in na Murski ravnini vzdolž prelomov terciarja, ki potekajo v smeri severozahod – jugovzhod. Stratigrafsko gledano lahko te vodonosnike razdelimo na vodonosnike:

- Murske,
- Lendavske in
- Murskosoboške formacije (Haloška in Špiljska formacija).

Na območju Moravskih Toplic in širše imajo vodonosniki Murske formacije nižjo mineralizacijo in boljšo hidravlično prepustnost ter posledično boljšo izdatnost od vodonosnikov Lendavske in Murskosoboške formacije. Temperatura narašča z globino, zato ima termomineralna voda globlje ležečih vodonosnikov Lendavske in Murskosoboške formacije višjo temperaturo od vodonosnikov Murske formacije.

Vodonosnike Murske formacije sestavljajo peski in slabo vezani peščenjaki, vodonosnike Lendavske in Murskosoboške formacije pa peščenjaki. Prepustnost v Murskosoboški formaciji znaša $2,22 \times 10^{-6}$ m/s, poroznost, ocenjena z neutronom, je 18 %, prepustnost v Murski formaciji pa znaša $1,26 \times 10^{-5}$ m/s (Kraljič, et al., 2012).

Vodonosniki Murske, Lendavske in Murskosoboške formacije v vrtinah so prikazani na spodnji sliki (Slika 4).



Slika 4: 3D prikaz strukture z vodonosniki na območju vrtin Mt.

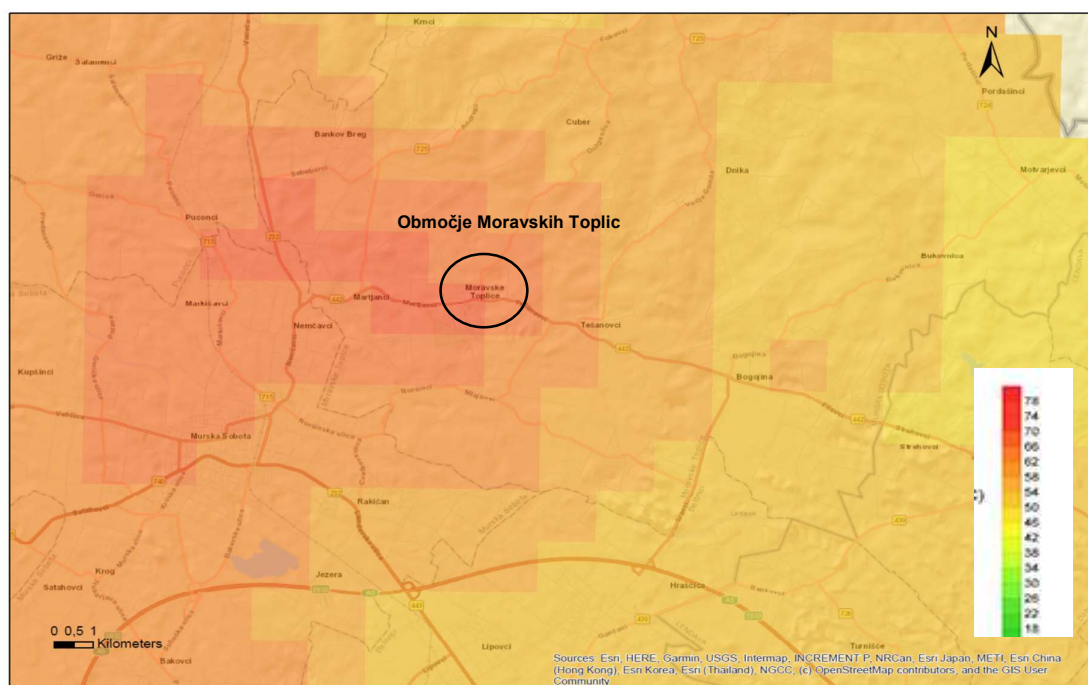
4.3.3. Toplotni tok geotermalnega vodonosnika

Na območju SV dela Slovenije (Panonskega bazena) so vrednosti površinske gostote toplotnega toka povišane in nad 100 mW/m^2 . Poleg tanjše Zemljine skorje in možnih magmatskih intruzij je eden od vzrokov za višjo geotermalnost tudi lokalna konvekcija termalne vode skozi razpokane prelomne cone (Kralj, 1999a).

PETROL Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 17 od 74

Na Pomurskem območju je tako imenovan nizkotemperaturni geotermalni sistem, ki se razprostira na površini 1372 km². Celotna debelina vodonosnih plasti nikjer ne presega 100 m. Globina vodonosnika je v splošnem večja v smeri proti vzhodu. V sinklinali, ki leži v smeri Slovenska Bistrica–Ptuj–Ljutomer–Radmožanci, se nahaja vodonosna plast na globini 1.500 m in več. Vzhodneje od Murske Sobotice leži globlje (vodonosnik se pogloblja), temperatura termomineralne vode pa je zaradi večje globine tudi višja. Njegov idealni energijski potencial znaša 580 mio GJ, kar ustreza toplotni vrednosti 13,6 mio tonam surove nafte (Kralj, 1999a). Zanj je značilna razmeroma velika medzrnska poroznost, ugodna izdatnost, ki dosega do 60 l/s in sorazmerno nizka mineralizacija termalnih vod, ki imajo temperaturo med 51 in 70 °C (Slika 5). Njegova transmisivnost je bila ugotovljena s poizkusnimi črpanji v vrtinah v Murski Soboti, Moravskih Toplicah ter v Petanjcih in se giblje med 2×10^{-3} in 1×10^{-4} m²/s (Kralj, 1993).

Izraba termalne vode iz nizkotemperaturnega sistema poteka danes na več lokacijah s skupno izdatnostjo približno 80 l/s. Največji koristnik geotermalne energije so naselje Moravske Toplice.

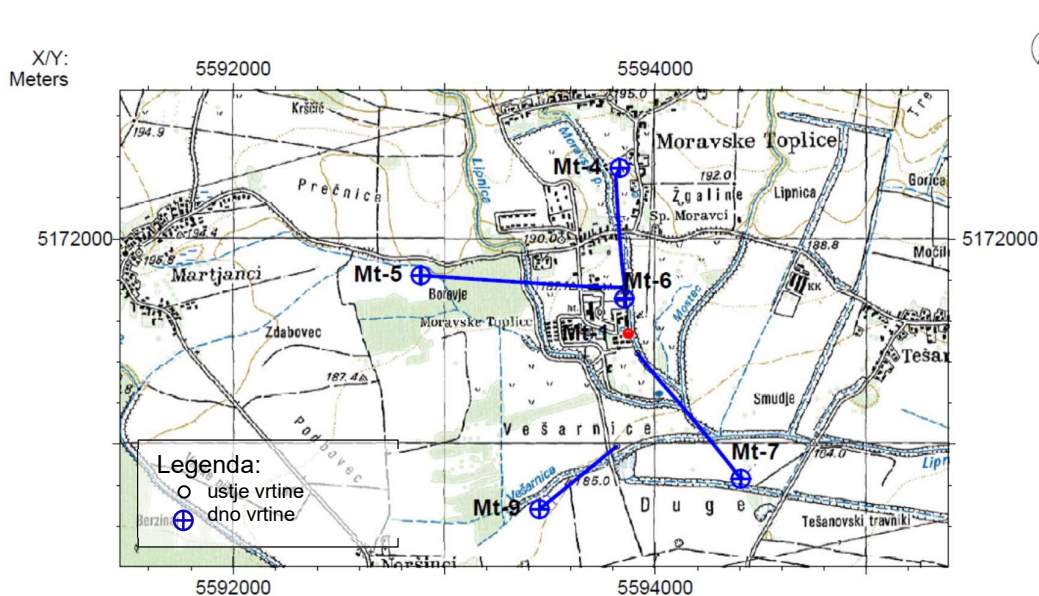


Slika 5: Karta izoterm na območju Moravskih Toplic na globini 1000 m (Vir: GeoZS: www.egeologija.si).

4.3.3.1. Ime reinjekcijske vrtine

Reinjekcijska geotermalna vrtina Martjanci-9 (Mt-9) je poimenovana v skladu z nazivi obstoječih vrtin, ki se nahajajo na širšem območju Moravskih Toplic (Slika 6).

PETROL Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 18 od 74

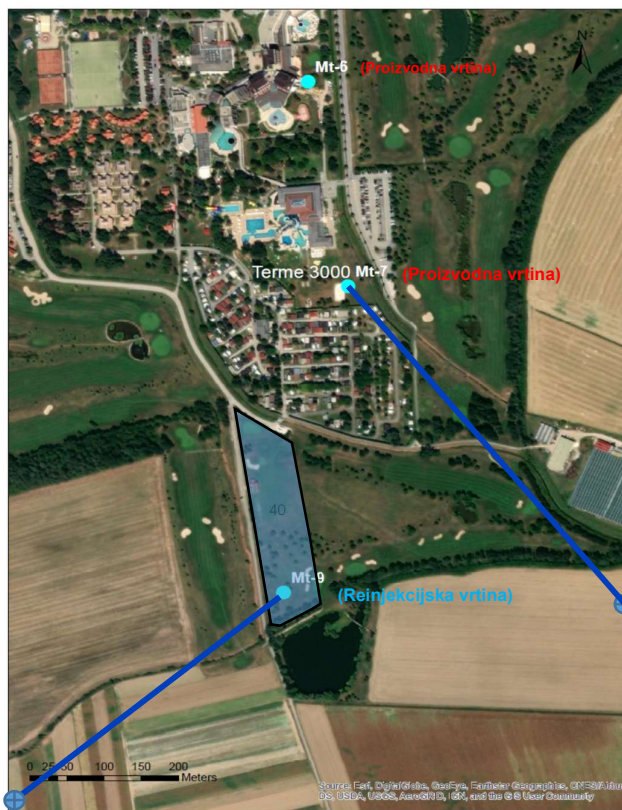


Slika 6: Prikaz projekcije vrtine Mt-9 na topografski karti (ustje vrtine na severovzhodu ter dno vrtine na jugozahodu).

4.3.3.2. Mikrolokacija

Približne pravokotne koordinate v petem sistemu Gauss-Krugerove projekcije so:

X = 5 170 989
Y = 5 593 831
Z = 185,5 m



Slika 7: Prikaz projekcije vrtine Mt-9 kot reinjekcijska vrtina na parcelni številki 40 in proizvodni vrtini Mt-6 in Mt-7.

4.3.3.3. Predvidena končna globina in usmerjenost vrtine Mt-9

Vrtina Mt-9 (Slika 7) bo usmerjena proti jugozahodu (smer 230° in inklinacija 42°, pravokotno na usmeritev vrtine Mt-7) s končno vertikalno globino 950 ± 20 m in končno mersko globino 1110 ± 20 m, oziroma naj bi vrtina končala v laporjih ne glede na njeno globino. Lokacija ustja vrtine Mt-9 je na parcelni številki 40 (katastrska občina: Mlajtinci), ki se nahaja na južnem delu naselja Moravskih Toplic.

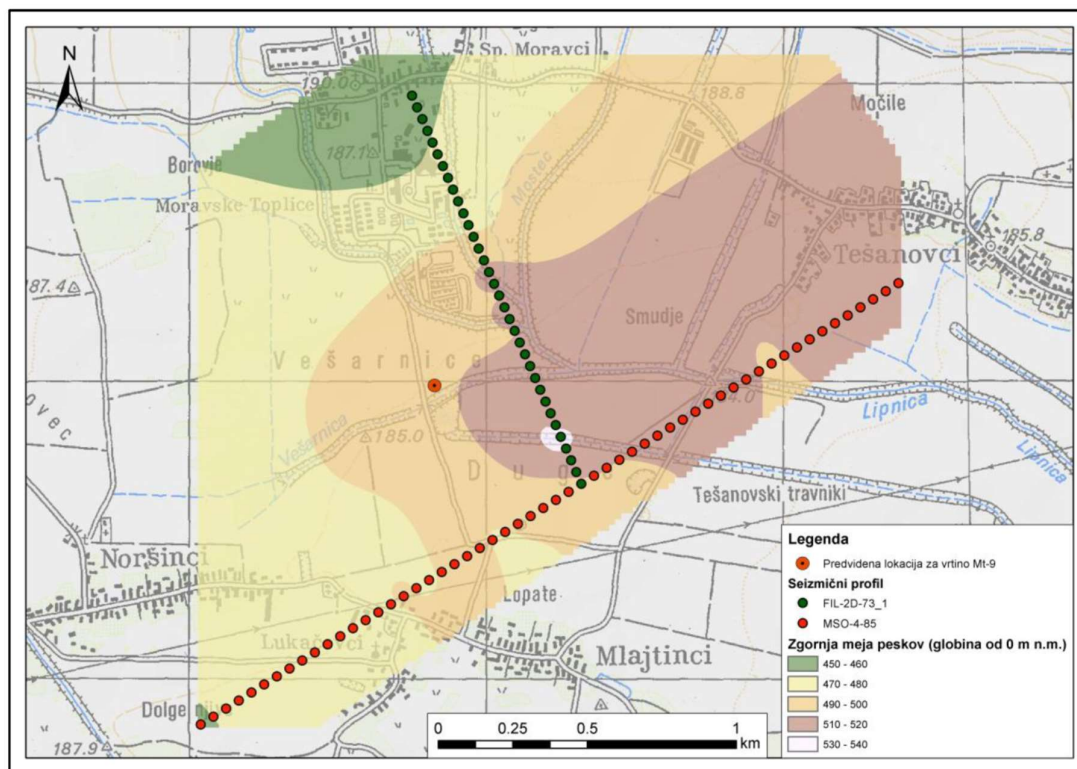
4.3.3.4. Prognozni litološki stolpec vrtine Mt-9

Reinjekcijska geotermalna vrtina Mt-9 se nahaja na severovzhodnem delu Ptujsko-Ljutomerske sinklinale.

Za prostorsko umestitev geotermalnega vodonosnika so se uporabili podatki iz refleksijskih seizmičnih profilov, umerjenih na vrtnah Mt-1 in Mt-6 (karotažni diagrami).

Interpretacija karotažnih diagramov kaže debelejšje plasti peska v globinah med približno 700 in 1000 m.

Večina debelejših plasti peska v tem intervalu kaže postopno zrnavost (coarsening upwards) značilno za sedimente deltne fronte (DF). Zgornja plast ne kaže postopne zrnivosti, zato formacijsko verjetno že spada v sedimente deltne ravnice (DP) še posebej zato, ker navzgor opazujemo že peščena telesa s postopno zrnavostjo (fining upward). Kljub temu zgornjo plast zaradi njene debeline vključujemo v interpretiran paket peskov (Atanackov, et al., 2019).

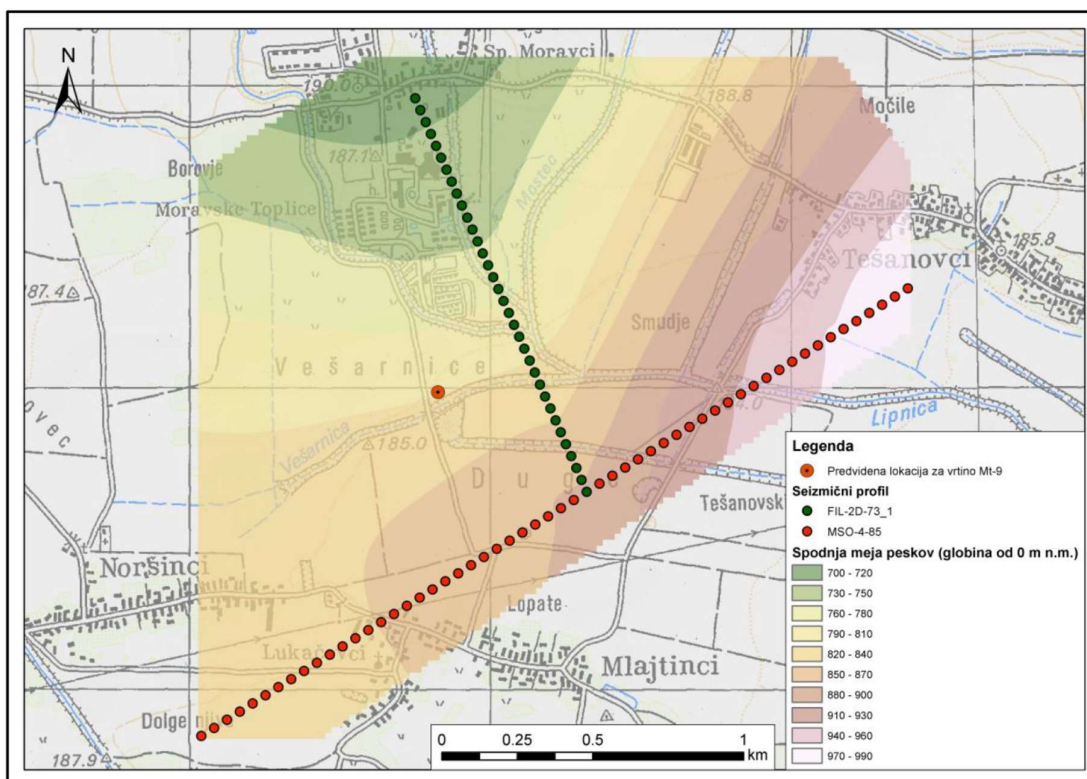


Slika 8: Interpolirana zgornja meja peskov z vrisanimi trasama profilov (Vir: GeoZS: Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah).

PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 20 od 74

Zgornja meja peskov (Slika 8) se nahaja na globini cca. 632 – 710 m (TVD – prava vertikalna globina) oz na merni globini v projektirani vrtini Mt-9 cca. 700 – 775 m (MD – merna globina).

Spodnja meja peskov (Slika 8) se nahaja na globini cca 885 do 895 (TVD – prava vertikalna globina) oz na merni globini v projektirani vrtini Mt-9 cca. 1050 – 1100 (MD – merna globina).



Slika 9: Interpolirana spodnja meja peskov z vrisanima trasama profilov (Vir: GeoZS: Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah).

Spodnja meja obravnavanega horizonta peskov je izrazita, sedimenti navzdol prehajajo v debelo zaporedje laporovcev s tankimi vmesnimi plastmi / lečami peskov. Te provizorično interpretiramo kot sedimente pobočja (slope), oz. kot sedimente, ki lateralno v globljevodnem razvoju pripadajo (Slika 9) sedimentom pobočja in turbiditov (Lendavska formacija) (Atanackov, et al., 2019). Prognozni geološki profil reinjekcijske vrtine Mt-9 je podan v prilogi 1.

Priloga 1: Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah

Priloga 2: Osnovni pokazatelji za izgradnjo reinjekcijske vrtine Mt-9

PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 21 od 74

4.4. Fizikalne in kemične lastnosti geotermalne vode in morebitno prisotnih plinov

Kemijska sestava podzemnih vod je v glavnem odvisna od reakcij med kamnino in vodo. Koncentracija glavnih kamninotvornih mineralov v vodi je nadzorovana predvsem s temperaturno odvisnimi reakcijami.

V Evropi se izraz termalna voda uporablja le za vode, ki imajo izvorno temperaturo višjo od 20 °C. Vodo s temperaturo v območju od srednje letne temperature zraka +4 °C do 20 °C imenujemo subtermalna voda. Kodeks norm za naravno mineralno vodo (Commision du Codex Alimentarius, FAO-UN in WHO, 1983) jo opisuje kot vodo, ki vsebuje več od 1000 mg/l skupnih raztopljenih soli ali vsebuje več od 250 mg/l prostega CO₂. Termomineralna voda je voda, ki zadostuje obema pogojem.

V nizkotemperaturnem geotermalnem vodonosniku prevladuje hidrokemijski tip vode Na-HCO₃ (natrijev bikarbonat), trdnih raztopljenih snovi v njej je približno 1 g/l. Kemijska sestava vode se spreminja z oddaljenostjo od območja napajanja in z globino. V plitvejših delih je voda največkrat običajna karbonatna Ca-Mg-HCO₃, ki nato prehaja preko različnih prehodnih tipov v Na-HCO₃ tip vode. V termalnih vodah se pojavljajo tudi sledovi nafte in plina.

Kemična analiza termomineralne vode (glavni kationi in anioni, pH vode, temperatura, elektroprevodnost in drugi parametri, pomembni za karakterizacijo geotermalne vode) je bila narejena za vrtino Mt-6 in Mt-7 (Slika 10) leta 2014. Skupna mineralizacija (vsebnost v vodi raztopljenih snovi) znaša od 303 – 833 mg/l, kar uvršča termomineralno vodo iz vrtine Mt-6 in Mt-7 med nizko mineralizirane vode. Na podlagi teh dveh analiz lahko potrdimo, da gre za isti vodonosnik, kot je določen za novo vrtino Mt-9. Na novi vrtini se pričakuje termomineralna voda s podobnimi kemičnimi karakteristikami.

Name: MORAVSKE-TOPLICE				Name: MORAVSKE-TOPLICE				Name: MORAVSKE-TOPLICE			
Sample: MT-6				Sample: MT-7				Sample: MT-8			
Depth [m]: 987,00				Depth [m]: 1360,00				Depth [m]: 1110			
Water flow rate [l/min] 1310				Water flow rate [l/min] 1310				Water flow rate [l/min] 1110			
Sampling date: 24.04.2014.				Sampling date: 24.04.2014.				Sampling date: 23.04.2014.			

REPORT OF WATER ANALYSIS									
Cations	mg/l	meq/l	meq %	Anions	mg/l	meq/l	meq %		
Na ⁺	290	12,61	95,55	NO ₃ ⁻	< 1,0	0,00	0,00		
K ⁺	5,0	0,13	0,97	NO ₂ ⁻	< 0,02	0,00	0,00		
Li ⁺	0,03	0,00	0,03	Cl ⁻	103	2,90	21,40		
NH ₄ ⁺	2,5	0,14	1,05	Br ⁻	0,40	0,01	0,04		
Ca ²⁺	4,2	0,21	1,59	I ⁻	0,08	0,00	0,00		
Mg ²⁺	1,3	0,11	0,81	F ⁻	0,42	0,02	0,16		
Fe	< 0,05	0,00	0,00	SO ₄ ²⁻	< 10	0,00	0,00		
Mn	< 0,02	0,00	0,00	HCO ₃ ⁻	647	10,61	78,13		
				CO ₃ ²⁻					
				PO ₄ ³⁻	0,14	0,00	0,03		
				S ²⁻	0,51	0,03	0,23		
Sum.:	303,03	13,20	100,00	Sum.:	751,55	13,58	100,00		
Total cations and anions: 1055									
Free CO ₂ dissolved on-site	-	mg/l	pH _{measured} 7,8	pH _{point} 7,3					
Free CO ₂ total/informative	7,9	mg/l	Corrosion index: + 0,5						
HBO ₃	0,38	B mg/l	M alkalinity 10,6	mmol/l					
H ₂ SiO ₃	32	SiO ₂ mg/l	P alkalinity	mmol/l					
Antimony [Sb]	< 2,0	µg/l	Total hardness	9	CaO mg/l				
Arsenic [As]	2,5	µg/l	Carbonate hardness	9	CaO mg/l				
Barium [Ba]	95	µg/l	Non-carbonate hardness	0	CaO mg/l				
Zinc [Zn]	< 5	µg/l	Spec. el. cond. 20°C	1130	µS/cm				
Mercury [Hg]	< 0,10	µg/l	Dry residues in 260 °C	-	mg/l				
Cadmium [Cd]	< 0,2	µg/l	Dry residues in 180 °C	764	mg/l				
Chromium [Cr]	< 2	µg/l	Total dissolved material	1090	mg/l				
Nickel [Ni]	< 2,0	µg/l	COD _{KMnO4}	2,1	O ₂ mg/l				
Lead [Pb]	< 2,0	µg/l	TOC	1,34	mg/l				
Copper [Cu]	< 10	µg/l	Phenol index	< 5	µg/l				
Selenium [Se]	< 2,0	µg/l	Temperature	59,2	°C				
Cyanide	-	µg/l							
Physical characteristics: Colourless, clear.									

REPORT OF WATER ANALYSIS									
Cations	mg/l	meq/l	meq %	Anions	mg/l	meq/l	meq %		
Na ⁺	320	13,91	95,08	NO ₃ ⁻	< 1,0	0,00	0,00		
K ⁺	5,9	0,15	1,03	NO ₂ ⁻	< 0,02	0,00	0,00		
Li ⁺	0,05	0,01	0,05	Cl ⁻	118	3,33	22,06		
NH ₄ ⁺	2,6	0,14	0,99	Br ⁻	0,35	0,00	0,03		
Ca ²⁺	4,6	0,23	1,57	I ⁻	0,04	0,00	0,00		
Mg ²⁺	2,2	0,18	1,24	F ⁻	0,40	0,02	0,14		
Fe	0,12	0,01	0,04	SO ₄ ²⁻	< 10	0,00	0,00		
Mn	< 0,02	0,00	0,00	HCO ₃ ⁻	714	11,70	77,59		
				CO ₃ ²⁻					
				PO ₄ ³⁻	0,11	0,00	0,02		
				S ²⁻	0,38	0,02	0,16		
Sum.:	335,47	14,63	100,00	Sum.:	833,28	15,09	100,00		
Total cations and anions: 1169									
Free CO ₂ dissolved on-site	-	mg/l	pH _{measured} 7,6	pH _{point} 7,5					
Free CO ₂ total/informative	16,8	mg/l	Corrosion index: + 0,1						
HBO ₃	0,33	B mg/l	M alkalinity 11,7	mmol/l					
H ₂ SiO ₃	32	SiO ₂ mg/l	P alkalinity	mmol/l					
Antimony [Sb]	< 2,0	µg/l	Total hardness	11	CaO mg/l				
Arsenic [As]	< 2,0	µg/l	Carbonate hardness	11	CaO mg/l				
Barium [Ba]	140	µg/l	Non-carbonate hardness	0	CaO mg/l				
Zinc [Zn]	25	µg/l	Spec. el. cond. 20°C	1230	µS/cm				
Mercury [Hg]	< 0,10	µg/l	Dry residues in 260 °C	-	mg/l				
Cadmium [Cd]	< 0,2	µg/l	Dry residues in 180 °C	872	mg/l				
Chromium [Cr]	< 2	µg/l	Total dissolved material	1230	mg/l				
Nickel [Ni]	< 2,0	µg/l	COD _{KMnO4}	2,2	O ₂ mg/l				
Lead [Pb]	< 2,0	µg/l	TOC	1,22	mg/l				
Copper [Cu]	< 10	µg/l	Phenol index	< 5	µg/l				
Selenium [Se]	< 2,0	µg/l	Temperature	57,9	°C				
Cyanide	-	µg/l							
Physical characteristics: Colourless, clear.									

Slika 10: Kemična analiza termomineralne vode iz vrtine Mt-6 in Mt-7.

PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 22 od 74

Količine plina iz obeh vrtin (Mt-6 in Mt-7) so majhne od 45 – 55 l na 1 m³ termomineralne vode za Mursko formacijo, kljub temu se bodo upoštevali vsi predpisi glede vrtanja na območju pojava plina kot tudi vsi varnostni predpisi pri delu. Kromatografska analiza plina za obe vrtini kaže podobno sestavo plina: N₂: 47 – 54 %, CH₄: 40 – 49 %, CO₂: 2 – 3 % (Slika 11), kar se tudi pričakuje tudi na vrtini Mt-9.

Name:	MORAVSKE-TOPLICE	Sampling method:	Main stream separation	Name:	MORAVSKE-TOPLICE	Sampling method:	Main stream separation
Sample:	MT-6	Sampler:	Faber László	Sample:	MT-7	Sampler:	Faber László
Water flow rate [l/min]:	760	Sampling date:	24.04.2014.	Water flow rate [l/min]:	620	Sampling date:	23.04.2014.
Depth [m]:	987,00			Depth [m]:	1360,00		

REPORT OF GAS ANALYSIS

Components	Separated % ⁽¹⁾	Dissolved % ⁽¹⁾
O ₂	1,14	4,56
N ₂	47,41	34,12
CO ₂	2,29	21,10
CH ₄	49,04	40,12
C ₂ H ₆	0,11	0,10
C ₃ H ₈	0,00	0,00
C ₄ H ₁₀	0,00	0,00
C ₅ H ₁₂	0,00	0,00
C ₆ H ₁₄	0,00	0,00
Total:	100,00	100,00

Gas/Water (GWR ratio (20°C, 1013 mbar):

GWRsep.(l/m ³):	32,5
GWRsolv.(l/m ³):	22,6
GWRtotal(l/m ³):	55,0

C₁-C₆/Water ratio (20°C, 1013 mbar):

C ₁ -C ₆ sep.(l/m ³):	16,0
C ₁ -C ₆ solv.(l/m ³):	9,08
C ₁ -C ₆ total(l/m ³):	25,0

REPORT OF GAS ANALYSIS

Components	Separated % ⁽¹⁾	Dissolved % ⁽¹⁾
O ₂	1,86	2,72
N ₂	54,79	30,20
CO ₂	3,28	40,29
CH ₄	40,05	26,77
C ₂ H ₆	0,03	0,02
C ₃ H ₈	0,00	0,00
C ₄ H ₁₀	0,00	0,00
C ₅ H ₁₂	0,00	0,00
C ₆ H ₁₄	0,00	0,00
Total:	100,00	100,00

Gas/Water (GWR ratio (20°C, 1013 mbar):

GWRsep.(l/m ³):	18,6
GWRsolv.(l/m ³):	26,6
GWRtotal(l/m ³):	45,2

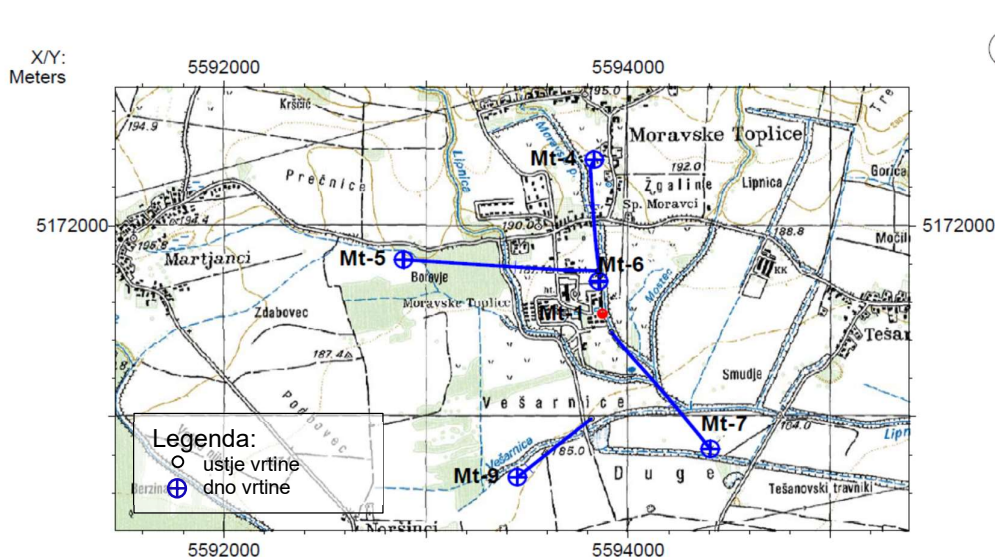
C₁-C₆/Water ratio (20°C, 1013 mbar):

C ₁ -C ₆ sep.(l/m ³):	7,47
C ₁ -C ₆ solv.(l/m ³):	7,13
C ₁ -C ₆ total(l/m ³):	14,6

Slika 11: Kromatografska analiza plina iz vrtine Mt-6 in Mt-7.

4.5. Prikaz mreže in število obstoječih in projektiranih vrtin z napovedjo njihovih največjih zmogljivosti ali dinamike proizvodnje iz posameznih vrtin

Terme 3000 imajo trenutno le proizvodne vrtine in sicer Mt-1, Mt-4, Mt-6 in Mt-7, vrtina Mt-5 je za monitoring (Slika 12). Le vrtina Mt-7 se je krajše časovno obdobje od leta 1993 do 1997 uporabljala kot reinjekcijska vrtina. Po letu 1997 je bila njena namembnost spremenjena v proizvodno geotermalno vrtino. Do spremembe namembnosti je prišlo zaradi potrebe po večjih količinah termalne vode za ogrevanje.



Slika 12: Obstoječe proizvodne vrtine za Terme 3000 in nova projektirana vrtina Mt-9.

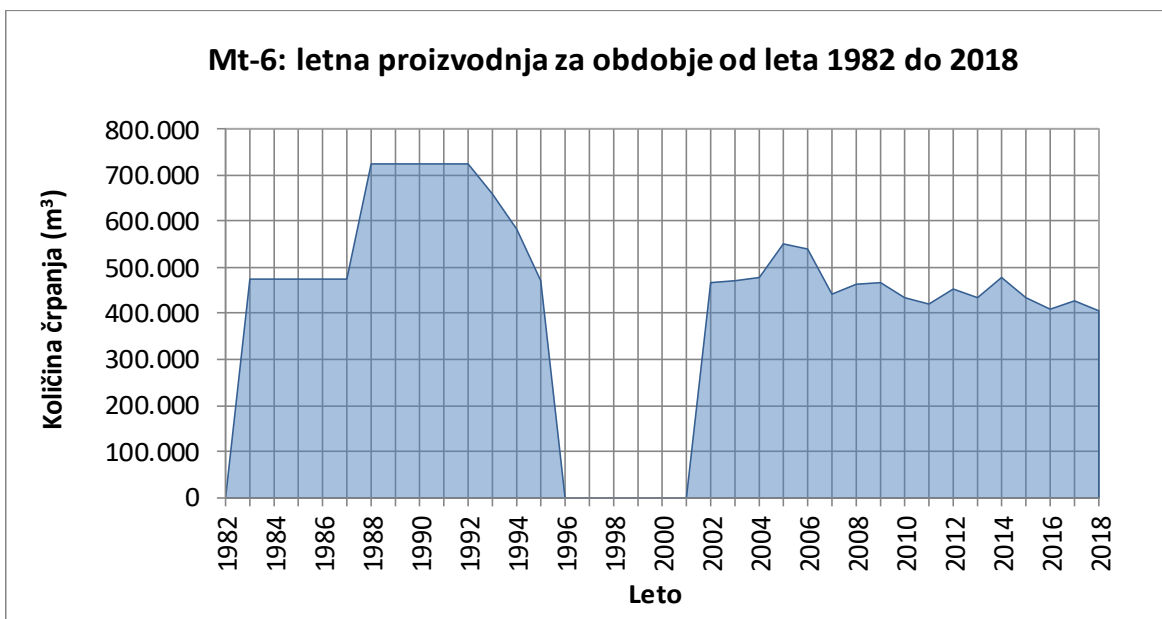
Nova reinjekcijska vrtina Mt-9 bo izvrtana za potrebe reinjektiranja odpadne bele vode iz vrtin Mt-6 in Mt-7 nazaj v isti vodonosnik. Kakšen delež vode se bo reinjektiranje je odvisno od tehnične izvedbe vrtine, temperature, mineralizacije vode in hidrodinamskih karakteristik vodonosnika. Spodaj v tabeli so navedeni proizvodni zmogljivosti vrtin in hidrodinamske karakteristike vodonosnika (Tabela 2).

Tabela 2 Hidrodinamske karakteristike vodonosnika za *belo vodo* - modri okvir.

VRTINA	Leto igradnje	Globina (m)	Q (l/s)	T (ust.) (°C)	Globina mer. (m)	P stat. (bar)	T stat. (°C)	h_{st} (m)	k (m/s)	T (m ² /s)	S (skin effect)	DIP (l/s/bar)	IIP (l/s/bar)	k mD	Formacija
Mt-1	1960	1417	≈ 2,5	do 75	1204	112,9	94	22,5	$2,14 \times 10^{-6}$	$0,75 \times 10^{-2}$	-4,8	2,53	1,364	223,3	L, MS
Mt-4	1974	1289*	≈ 3,7	70	1330	111,2	92,5	49,12	$2,85 \times 10^{-6}$	$1,4 \times 10^{-4}$	-3,6	1,468	1,223	297,4	MS
Mt-5	1982	1351*	≈ 15,9	72	1330	99,9	85	61,3	$3,26 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^{-4}$	-1,4	3,25	2,9	340,2	L, MS
Mt-6	1983	987	do 32	60	970	94,33	76	143,6	$1,26 \times 10^{-5}$	$1,81 \times 10^{-3}$	-6,1	20,41	14,537	1315,0	M
Mt-7	1993	991*	≈ 11,8		1250	90,35	85				-2,3			0,0	M

Maksimalna letna količina črpanja vode je opredeljena v koncesijski odločbi št. 01407-7/2015 z dne 28. 1. 2016 za odvzem vode iz objekta Mt-6: 469.000 m³/leto in Mt-7: 299.000 m³/leto. V nadaljevanju je kronološki povzetek letne proizvodnje za obe vrtini.

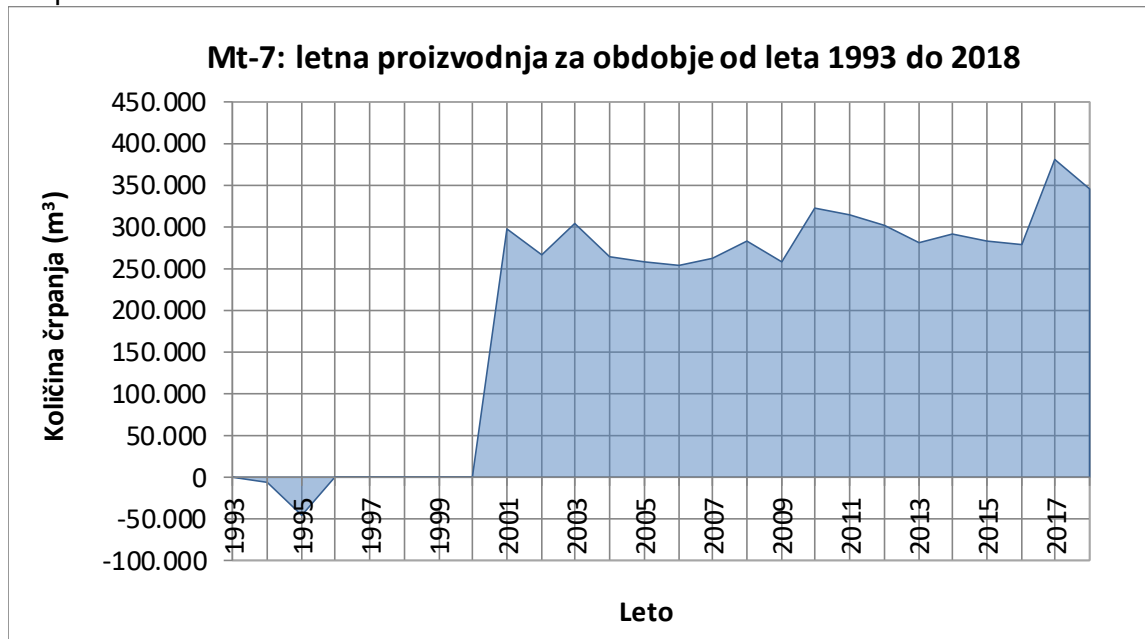
Skupno je iz vrtine Mt-6 (*Slika 13*) od začetka proizvodnje leta 1982 do 31.12.2018 bilo izčrpano od 15.463.793 m³ kot zabeležena količina. Za obdobje od leta 1996 – 2001 ni podatkov o izčrpani količini termomineralne vode iz vrtine Mt-6, pri oceni količine izčrpane vode smo privzeli za to obdobje 450.000 m³/leto zato je predvidevana skupna količina izčrpana 18.163.793 m³ termomineralne vode.



Slika 13: Letna proizvodnja geotermalne vode iz vrtine Mt-6.

V vrtino Mt-7 (*Slika 14*) je bilo v letih od 1993 do 1997 reinjektirano od 39.375 m³ do 140.000 m³ vode. Leta 2000 se je zaradi povečanja potreb po termomineralni vodi

pričelo le-to črpati iz vrtine in je bilo v tem obdobju od 2000 do 31.12.2018 skupno izčrpano 5.238.286 m³ termomineralne vode.



Slika 14: Letna proizvodnja geotermalne vode iz vrtine Mt-7.

4.6. Prikaz statičnih in dinamičnih rezerv geotermalnega energetskega vira z načrtovano stopnjo izkoriščanja

Skupna teoretična zmogljivost obstoječih vrtin je približno 170 l/s, razpoložljiva vzdržna količina brez vzpostavljenih reinjekcijskih sistemov pa je nižja od 80 l/s.

4.6.1. Statične rezerve termomineralne vode

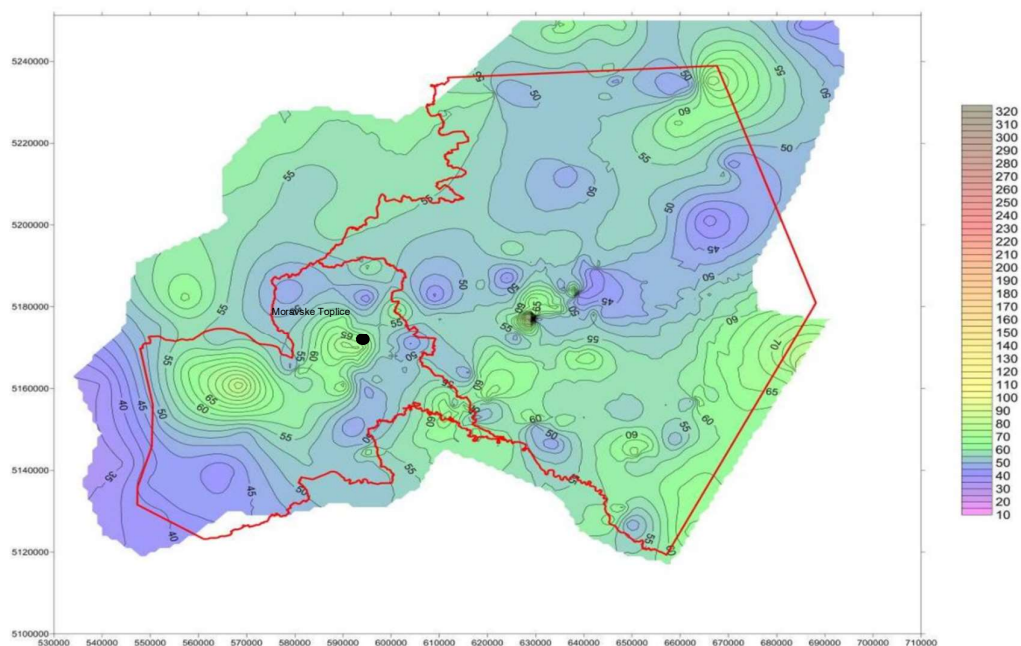
Enostaven izračun statičnih rezerve za homogen in izotropni vodonosnik površine 1900 km² in debeline 100 m, s poroznostjo 0,25, brez napajanja, s koeficientom uskladiščenja 0,00112 in regionalnim znižanjem piezometrične gladine 50 m dosega količino 106,4 milijonov m³ termalne vode (Žlebnik, 1975).

4.6.2. Dinamične rezerve termomineralne vode

Na območju Radencev so stare ocene dinamičnih zalog podzemne vode 40-46 l/s, ob neupoštevanju morebitnih kemičnih sprememb (Žlebnik, 1976, 1978). Tudi količina 60 l/s, naj bi še zagotavljala naravno obnavljanje regionalnega vodonosnika v Murski formaciji (Pezdič et al., 2006). Na podlagi upoštevanja Frolove metodologije so izdelane ocene, da so dinamične rezerve v tem vodonosniku reda velikosti 80 l/s (Vižintin, 2010; Vižintin and Vukelić, 2005), a rezultati 3,5-letnega raziskovalnega opazovanja statičnih in dinamičnih gladin podzemne vode v Murski formaciji kažejo, da je ta količina bistveno manjša in sedanjí skupni letni odvzem okoli 80 l/s posega v razpoložljive rezerve podzemne vode.

4.7. Temperaturne karte statičnih in dinamičnih razmerah na površini celotnega geotermalnega polja

Spodaj je podana karta (Slika 15) porazdelitev statičnih temperatur na globini 1000 m za celotno geotermalno polje SV dela Slovenije. Več o temperaturni dinamiki geotermalnega polja pa je opisano v prejšnjem poglavju 4.3.3.



Slika 15: Karta porazdelitev statičnih temperatur na globini 1000 m za območje SV dela Slovenije (Vir: T-JAM).

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 26 od 74

5. TEHNIČNI OPIS TEHNOLOGIJE

Vodonosniki Murske formacije imajo podobno kot vodonosniki Lendavske in Murkosoboške formacije manjšo sposobnost obnavljanja, kot je trenutna količina črpanja. Z namenom vzdrževanja ležiščnega tlaka v teh vodonosnikih na čim višjem nivoju je priporočljiva uporaba reinjekcijskega sistema za vračanje izčrpane vode v proizvodni vodonosnik.

5.1. Tehnološki proces izkoriščanja geotermičnega energetskega vira iz vrtin s reinjektiranjem

3. člen (4.2.1.4.) Zrud-1(Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ) opisuje izkoriščanje geotermičnega energetskega vira z reinjektiranjem pomeni, da se toplotna energija iz geoloških plasti odvzema preko dveh vrtin, ki se na površju stikata oziroma sta medsebojno povezani, v geološki strukturi pa sta oddaljeni najmanj 25 m, kot nosilec za odvzem toplote energije pa se uporablja naravna podzemna voda, ki se jo v eni vrtini črpa iz določene geološke strukture oziroma vodonosnika do odzemnega mesta toplote, po odvzemu toplote iz nje pa se ta voda preko druge vrtine vrača nazaj v izvorno geološko strukturo oziroma vodonosnik.« Skratka, reinjekcija geotermalne vode pomeni vračanje pridobljene geotermalne vode nazaj v proizvodni vodonosnik, s tem da se toplota (toplotna energija) predhodno odvzame v izmenjevalcih toplote.

Tipični tehnološki proces izkoriščanja geotermičnega energetskega vira s pomočjo rudarskih objektov (globokih vrtine) se pri nas v praksi razume kot:

- črpalna globoka vrtina za izkoriščanje termalne vode,
- površinski sistem za odvzem toplote,
- odvod izrabljene termalne vode v okolje.

Namen rudarskega projekta izvedbe reinjekcijske vrtine je tehnološka do gradnja obstoječega sistema z rudarskim objektom, ki bo omogočil izkoriščanje termomineralne vode v zaprtem krogu. To pomeni, da bo tehnološki proces zajemal:

- črpalna globoka vrtina za izkoriščanje termalne vode,
- površinski sistem za odvzem toplote,
- površinski sistem za mehansko čiščenje termalne vode pred reinjektiranjem,
- reinjektiranje termalne vode preko reinjekcijske vrtine.

Tak tehnološki proces izkoriščanja geotermičnega energetskega vira bo imel naslednje pozitivne učinke:

- Vzdrževanja ležiščnega tlaka v proizvodnem ležišču v celotnem obdobju črpanja termomineralne vode iz geotermalnega ležišča kar je garancija za dolgoročno

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 27 od 74

obratovanje procesa črpanja oziroma izkoriščanja geotermičnega energetskega vira.

- Ekološke neoporečnosti geotermalnega sistema, ker ni izpustov odpadne geotermalne vode v okolje ter omejitve emisij morebitno raztopljenih ali prostih zemeljskih plinov (CO₂, CH_x, H₂S) v atmosfero.

5.2. Tehnološki proces zbiranja geotermičnega energetskega vira

Prvenstveno so za zbiranje geotermičnega energetskega vira potrebne globoke vrtine, ki vzpostavijo komunikacijo s ciljnim termalnim vodonosnikom. Po vzpostavitvi komunikacije preko vrtin, globine s površino, se na površju izvede površinski sistem za učinkovito izrabo pridobljene toplotne energije. Po toplotni izrabi pa je najbolj gospodarno termalno vodo preko reinjekcijskih vrtin vrniti v črpani vodonosnik. Reinjekcijska geotermalna vrtina je vrtina preko katere se termomineralna voda reinjektira nazaj v proizvodno ležišče.

Za dolgotrajno vzdržnost tehnološkega procesa z uporabo reinjekcijske vrtine je nujno upoštevati, da morajo reinjekcijske vrtine biti izvrtane na zadostni oddaljenosti od proizvodnih vrtin, da v času delovanja proizvodno-reinjekcijskega geotermalnega sistema ne pride do preboja reinjektirane hladne vode v proizvodno vrtino oziroma, da se geotermalna voda v proizvodni geotermalni vrtini ne ohladi pod določeno temperaturo (običajno v 30 letih ne več kot 5 °C).

Na določanje optimalne oddaljenost proizvodne in reinjekcijske geotermalne vrtine vpliva: strukturno-tektonska danost obravnavanega območja, hidrogeološke danosti termalnega vodonosnika, prepustnost in debelina termalnega vodonosnika, gostota toplotnega toka, litološke sestave in termodinamičnih lastnosti kamenin termalnega vodonosnika, količine reinjektiranja termalne vode, izvedbe termalne proizvodne in reinjekcijske vrtine (to je ali je vrtina vertikalna, poševno usmerjena ali horizontalna) fizikalno-kemičnih lastnosti termalne vode, temperature termalne vode, ki se reinjektira v reinjekcijsko vrtino in drugo.

Reinjekcijske geotermalne vrtine se vrtajo z uporabo približno enake tehnologije kot proizvodne geotermalne vrtine. Vrtine se izvrtajo do globine termalnega vodonosnika oziroma čez celotni proizvodni vodonosnik z uporabo vrtalnega dleta čim večjega premera zaradi:

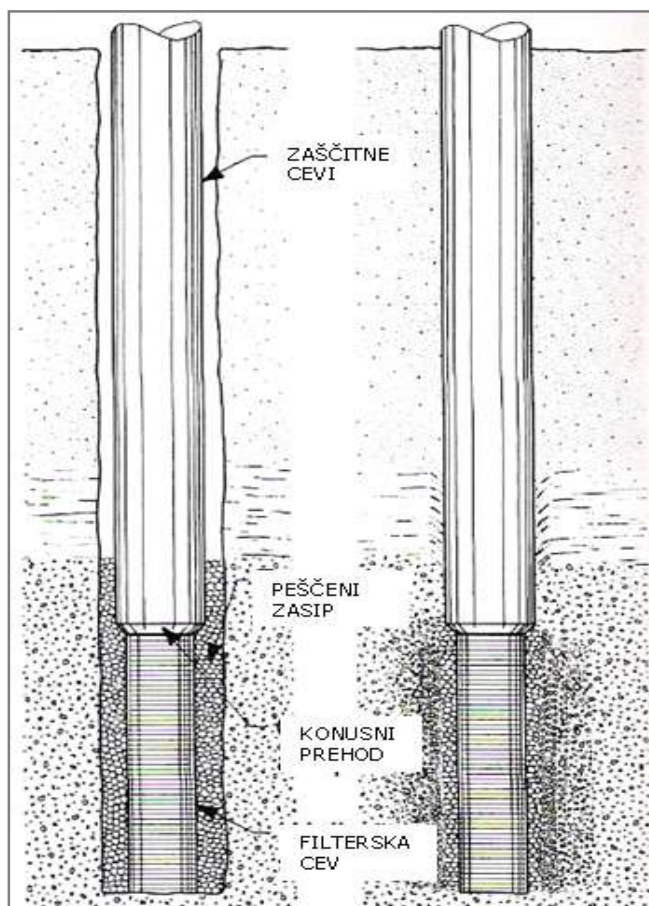
- možnosti vgradnje peščenega zasipa v intervalu proizvodnega vodonosnika (velja za peščene vodonosnike),
- možnosti vgradnje kolone zaščitnih cevi čim večjega premera.

To je potrebno zaradi zmanjšanja hidravličnih uporov pri pretoku geotermalne vode čez vrtino do proizvodnega vodonosnika in s tem manjšim reinjekcijskim tlakom za reinjektiranje termomineralne vode ker je padec tlaka manjši v ceveh večjega premera pri enakih količinah pretoka tekočine.

Reinjektivnost termalne vode je večja pri reinjektiranju v vrtino večjega premera z boljšo prepustnostjo v privrtinski coni. Z namenom izvedbe maksimalne prepustnosti

se v praksi vgradi peščeni zasip in specialne filtrske cevi, da se olajša tok termalne vode iz vrtine v vodonosnik (zmanjšanje tako imenovanega kožastega efekta »S«). Filterske cevi in peščeni zasip se vgradi zato, da se sčasoma poti za tok termalne vode iz vrtine v vodonosnik ne napolnijo z drobnimi delci peska, kar lahko konstantno povečuje tlak reinjektiranja. Kljub dobro izvedeni tehnični konstrukciji vrtine se običajno v začetnem obratovanju reinjekcijskega sistema, slojni tlak lahko postopoma povečuje in je vrtino občasno potrebno očistiti peščenih usedlin, ki preprečujejo tok vode iz vrtine v vodonosnik. To se izvaja s ponovnim aktiviranjem vrtine ali stimulacijsko kemično obdelavo vrtine.

Ostale tehnične karakteristike reinjekcijske in proizvodne geotermalne vrtine so približno enake (Slika 16).



Slika 16: Zacevitev reinjekcijske in proizvodne vrtine s polnimi jeklenimi in filtrskimi cevmi.

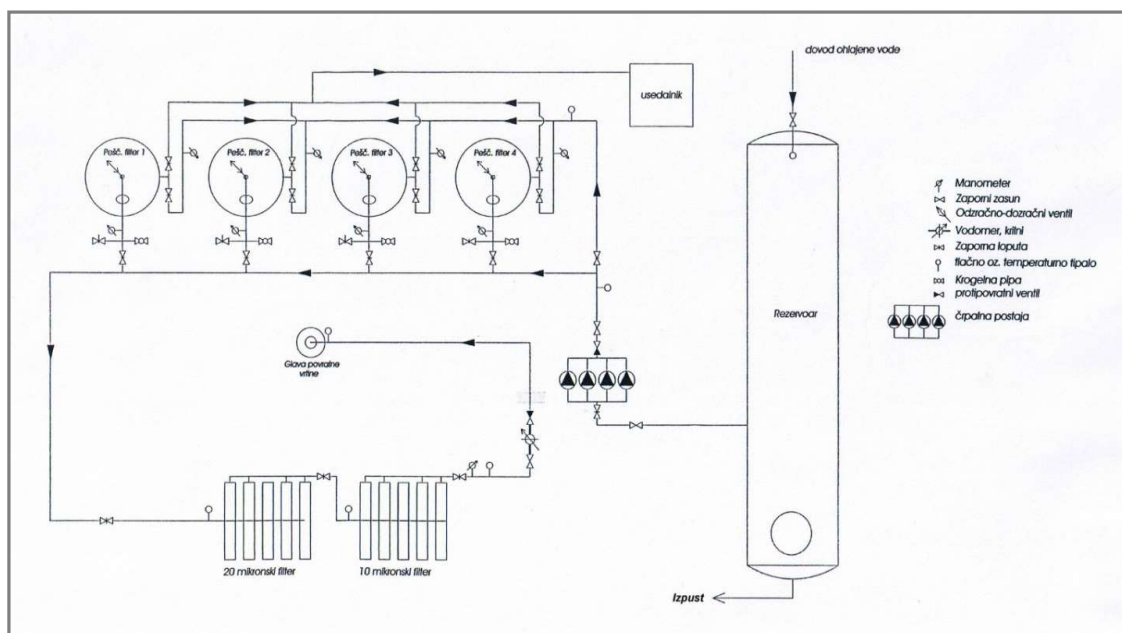
Pri tem je potrebno poudariti, da je le za dobro injektivnost enako kot proizvodnost vrtine izredno pomembna naravna prepustnost geotermalnega vodonosnika. Vse navedene tehnične možnosti za povečanje prepustnosti lahko le omogočijo lažji tok geotermalne vode do proizvodnega geotermalnega vodonosnika.

6. NAPRAVE NAMENJENE IZKORIŠČANJU GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA

Za nemoteno obratovanje proizvodno-reinjekcijskega sistema je razen črpalne in reinjekcijske geotermalne vrtine treba zgraditi tudi površinski sistem za izkoriščanje termalnega vira, ki je sestavljen iz:

- proizvodne vrtine,
- globinske opreme za črpanje termalne vode (potopne črpalke s pripadajočo opremo),
- pripadajočih cevovod od proizvodne do reinjekcijske geotermalne vrtine,
- površinskega sistema za zbiranje in energetsko izrabo termomineralne vode,
- površinskega sistema za pripravo vode za reinjektiranje (peščenega filterskega sistema; dvo stopenjskega tkaninskega mikronskega filtera),
- reinjekcijske vrtine,
- črpalne postaje za reinjektiranje,
- merilno regulacijskega sistema.

Poenostavljena tehnološka shema površinskega reinjekcijskega geotermalnega sistema je prikazana na spodnji sliki (Slika 17).



Slika 17: Poenostavljena tehnološka shema površinskega reinjekcijskega geotermalnega sistema.

Oprema površinskega reinjekcijskega geotermalnega sistema oziroma kapaciteta opreme je odvisna od količin in fizikalno-kemičnih lastnosti termomineralne vode, ki se vrača v reinjekcijsko vrtino ter hidrogeoloških lastnosti termalnega vodonosnika.

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 30 od 74

7. TEHNOLOGIJA VRTANJA, IN TEHNIČNE OPREMLJENOSTI VRTINE Mt-9 TER POTREBNO ŠTEVILO ZAPOSLENIH PRI IZVAJANJU DEL

7.1. Splošni podatki o vrtini

Splošni podatki o vrtini Mt-9 so podani v spodnji tabeli (Tabela 3).

Tabela 3: Splošni podatki o vrtini Mt-9.

Lokacija vrtine	Občina Moravske Toplice
Naziv vrtine	Mt-9
Status vrtine	Reinjekcijska geotermalna vrtina
Tip vrtine	Usmerjena vrtina
Približne površinske koordinate (5. sistem Gauss-Krugerjeve projekcije):	X = 5 170 989 Y = 5 593 831 Z = 185,50 m
Predvidena končna globina vrtine	Merjena globina (MG) 1093 m, Vertikalna globina (VG) 930,01 m
Predvideni vodonosniki za reinjekcijo	Mura formacija od 730,0 -1083,0 m (MG), od 658,9-930 m (VG)

Tabela 4: Predvideno tehnično stanje v vrtini Mt-9.

Vrsta zaščitnih cevi	Premmer mm (in)	Globina vgradnje (m)	Linearna masa kg/m (lb/ft)	Kvaliteta jekla	Vrh cementa izza kolone (m)
Uvodna Kolona –vertikalna (200 m)	339,7 (13 3/8)	0-200,00 (VG)	80,78 (54,5)	K-55	0
Tehnična (proizvodna) kolona –usmerjena (560 m)	244,5 (9 5/8)	170,00 – 730,00 (MG) 658,90 (VG)	54,26 (36)	K-55	-
Zaščitne cevi (243 m)	168,3 (6 5/8)	730,00-973,00 (MG) 658,90- 842,00 (VG)	30,02 (20)	K-55	-
D-PAK filter cevi (120 m)	168,3 x 222 (6 x 8)	973,00-1093,09 (MG) 842,00-930,01 (VG)	44,8 (35)	316/316 L	-

Predvideno tehnično stanje v vrtini Mt-9 po končani izgradnji je prikazano v prilogi 3.

7.2. Oprema za izgradnjo vrtine

Za izgradnjo vrtine je potrebno zagotoviti vrtalno garnituro oziroma vrtalno opremo kot sledi:

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 31 od 74

- Vrtalno garnituro minimalne nosilnosti 100 t.
- Orodje za vertikalno vrtanje s premerom:
 - 444,5 mm (17 1/2") do globine 200 m.
- Orodje za usmerjeno vrtanje s premerom:
 - 311,2 mm (12 1/4") do predvidene (merjene) globine 1093,09 m (MG), oziroma vertikalne globine 930,01 (VG).
- Črpalni sistem kapacitete vsaj Q=2400 l/min za potrebe usmerjenega vrtanja.
- Izplačni sistem kapacitete 120 m³ za pripravo in skladiščenje izplake v času vrtanja.
- Površinski sistem za čiščenje in skladiščenje izplake med vrtanjem (vibratorji, desilter, desander, sistem za pripravo izplake,...).
- Preventer (BOP):
 - anularni preventer 13 3/8"; 3000 PSI (odprti premer 346 mm (13 5/8"), nazivnega tlaka 21 MPa (3000 PSI).
- Opremo za cementacijo: cementacijski agregat P=350 MPa; Q= 1000 l/m; rezervoar 1 x 10 m³; mešalo.
- Instrumente za ugotavljanje lastnosti izplake.
- Priklop na elektro omrežje ali elektroagregat moči 350 KVA (za napajanje delovišča z električno energijo).
- Ostalo opremo: bivalne enote, skladiščni prostor, rezervoar za gorivo, rezervoar za protipožarno vodo, sanitarije.

Prav tako je v času vrtanja treba zagotoviti opremo oziroma izvajalce za:

- Geološko spremljavo vrtanja,
- Izvedbo EK meritev,
- Cementacijo zaščitnih cevi,
- Aktiviranje vrtine in kratki črpalni preizkus.

7.3. Pripravljalna dela na delovišču vrtine

Pred izgradnjo vrtine je na predvideni lokaciji vrtine potrebno urediti delovišče v skladu s tipskim gradbenim projektom za vrtalno garnituro in pripadajočo opremo, ki se bo uporabljala pri izgradnji, aktiviranju in preizkušanju vrtine.

Predvidena lokacija reinjekcijske vrtine Mt-9 je prikazana v poglavju 4.3.3.2.

Gradbena dela na pripravi delovišča zajemajo:

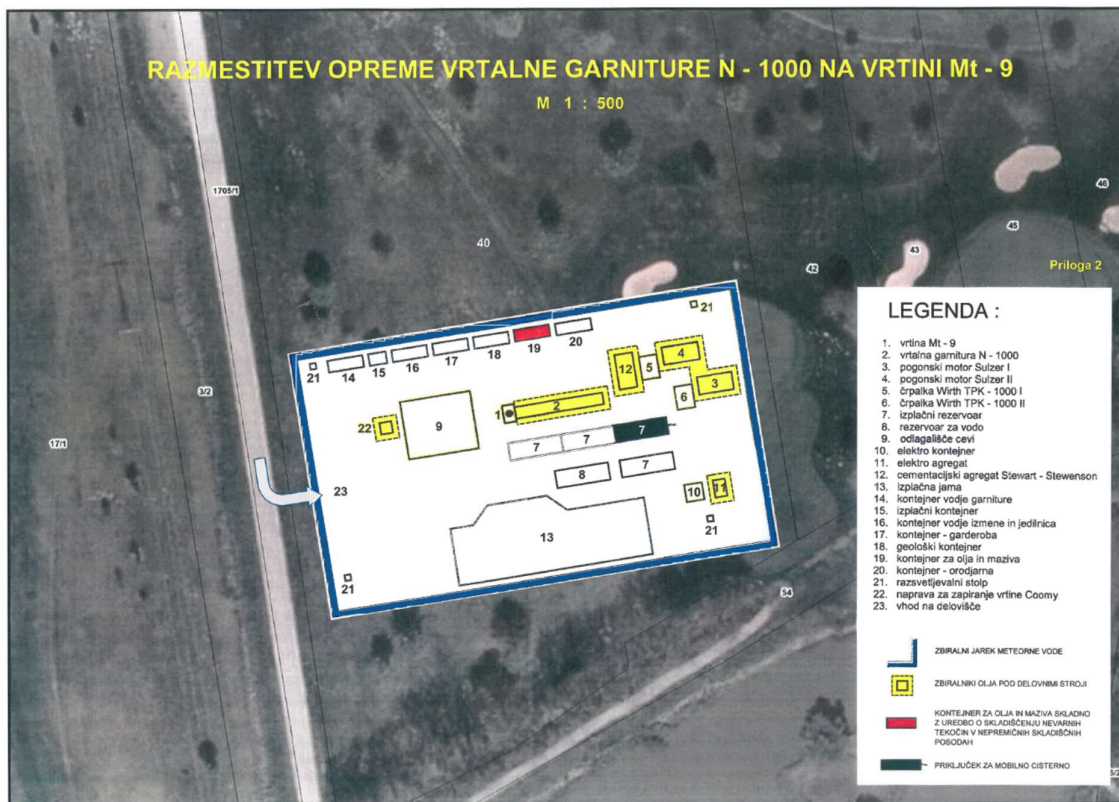
- Površinski odriv humusa v debelini 15 - 20 cm na površini 2.800 m² na začasno deponijo,
- Izdelavo nosilne podlage za opremo vrtalne garniture,
- Izgradnjo betonskega jaška velikosti 3 x 2 in globine 2,20 m,

PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 32 od 74

- Vgradnjo jeklene cevi premera $\varnothing$ 508 mm (20") z minimalno debelino stene 6 mm in dolžine 5 m do globine okrog 4 m od dna jaška vrtine,
- Izgradnjo temeljev za vrtno garnituro in črpalni agregat, vključno s sidrnimi bloki za stolp vrtno garniture,
- Izgradnjo betonskega jaška velikosti 6 x 4 m in globine 2,2 m za začasno odlaganje navrtanega materiala,
- Izgradnjo vodo neprepustne izplačne jame približne velikosti 300 m³,
- Postavitev betonskih talp na delovni prostor,
- Ureditvev prostora za bivalne enote,
- Izvedbo priključka na elektro-omrežje 380 V ali elektroagregat min. moči 350 kVA,
- Izvedbo priključka za pitno oziroma tehnološko vodo (min premera 1").

Po izvedbi pripravljalnih gradbenih del na lokaciji vrtine je potrebno na vrtino postaviti vrtno garnituro in naseliti (razmestiti) pripadajočo opremo v skladu s projektom razmestitve vrtno garniture ter pripraviti opremo in orodje za vrtnje vrtine.

Predvidena lokacija postavitve opreme vrtno garniture na lokaciji vrtine Mt-9
(
Slika 18).



Slika 18: Delovišče vrtno garniture na lokaciji vrtine Mt-9.

Pred začetkom del je potrebno skladno z rudarsko zakonodajo opraviti strokovno tehnični pregled delovišča vrtno garniture in vse pripadajoče opreme ter pridobiti

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 33 od 74

dovoljenje za začetek del od tehničnega vodje izvajalca del. Vse delavce vključene v izvedbo del in izgradnjo vrtine je treba na skupnem sestanku pred pričetkom del seznaniti z navodili za varno delo in z vsemi nevarnostmi, ki se lahko pojavijo pri izgradnji vrtine.

7.4. Izgradnja vrtine do globine 200,00 m

7.4.1. Ureditev ustja vrtine

Pred začetkom vrtanja do globine 200 m ustje vrtine opremiti z izlivno cevjo premera 508,00 mm (20") in izlivnimi cevmi premera 254,00 mm (10") kot je to prikazano v prilogi 4.

7.4.2. Vrtanje do globine 200,00 m

Vrtino izvrtati do približne globine 200 m z naslednjim orodjem:

Dleto Ø 444,5 mm (17 1/2") IADC-116 s šobami 3 x 15/32"	1 kom
I. stabilizer Ø 444,5 mm (17 1/2") - 10 mm;	1 kom
Težki drog Ø 165 x 71 mm (6 1/2" x 2 3/4"); 4" IF;	1 kom
II. stabilizer Ø 444,5 mm (17 1/2") - 10 mm;	1 kom
Težki drog Ø 165 x 71 mm (6 1/2" x 2 3/4"); 4" IF;	1 kom
III. stabilizer Ø 444,5 mm (17 1/2") - 10 mm;	1 kom
Težko drogovje Ø 165 x 71 mm; (6 1/2" x 2 3/4"); 4", IF;	8 kom
Prehod 4", IF (M)/ 4 1/2" IF (Ž);	1 kom
Vrtalne cevi Ø 127,0 x 108,6 mm; 5"; 19,5 lb/ft; 4 1/2" IF;	100 m
Prehod 4 1/2" IF (M)/ 3 1/2" IF (Ž);	1 kom

OPOMBA:

Predvidena globina vrtanja do 200 m je približna globina. Natančna globina vrtanja bo določena na osnovi pridobljenih podatkov pri vrtanju vrtine s tem, da je vrtanje potrebno ustaviti vsaj 2 m v glini (neprepustnih plasteh).

Režim vrtanja:

Režim vrtanja prilagoditi dejanskim pogojem tako, da ne pride do izpiranja materiala v plitvih nekonsolidiranih plasteh in do večjega odklona osi vrtine od vertikale.

Režim vrtanja vrtine vzdrževati v naslednjih mejah:

Obtežba na dleto:	10- 40 kN
Število obratov:	40 - 60 min. ⁻¹
Kapaciteta izpiranja:	1500 - 2000 l/min.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 34 od 74

Izračun hidravlike pri vrtanju vrtine do globine 200 m:

VHODNI PODATKI ZA IZRAČUN:

- Končna globina vrtanja: 200 m
- Premjer vrtine (dleta): 444,5 mm (17 1/2")
- Kapaciteta izpiranja: 1500 l/min
- Vrtalno orodje: navedeno v poglavju 7.4.2.
- Gostota izplake: $\rho_i = 1\,050\text{ kg/m}^3$
- Ostale lastnosti izplake: navedeno v poglavju 7.4.3.
- Volumen vrtine: $31,2\text{ m}^3$

IZRAČUN PADCEV TLAKA:

- Padec tlaka v površinskih vodih: $\Delta P_p = 0,16\text{ MPa}$
- Padec tlaka v vrtalnih ceveh 5": $\Delta P_d = 0,63\text{ MPa}$
- Padec tlaka v dletu 17 1/2": $\Delta P_d = 3,60\text{ MPa}$
- Padec tlaka v medprostoru
vrtalno orodje/ vrtina: $\Delta P_m = 0,01\text{ MPa}$

Skupni padec tlaka: $\Delta P_z = 4,40\text{ MPa}$

IZRAČUN HITROSTI TLAKA IZPLAKE:

- Hitrost v šobah: $V_s = 74,9\text{ m/s}$
- Hitrost v medprostoru
Vrtalne cevi /vrtina: $V_m = 11,2\text{ m/min}$
- Hitrost v medprostoru
težko drogovje/vrtina: $V_m = 10,5\text{ m/min}$

SKUPNA GOSTOTA IZPLAKE (ECD): $\rho_i\text{ (ECD)} = 1\,050\text{ kg/m}^3$

SKUPNA HIDRAVLICNA MOČ: $P_h = 147,67\text{ kW}$

Merjenje kota odklona vrtine:

Kot odklona vrtine izmeriti na vsakih 50 m oziroma po potrebi.

Odvzem vzorcev navrtanin:

Navrtanine odvzeti vsakih 10 m. Vzorce shraniti v plastične vrečke z napisom globine vzorčevanja.

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 35 od 74

7.4.3. Program izplake

Za vrtanje vrtine do globine 200 m uporabiti izplako (ca 172 m³), izdelano na osnovi bentonitne suspenzije. Lastnosti izplake držati v naslednjih mejah:

Gostota (q_{iz}):	1050 - 1100 kg/m ³
Viskozanost po Marshu (vm):	50 - 70 s
Meja tečenja (y):	4 - 6 Pa
Plastična viskoznost (V_{pl}):	15 - 18 mPa.s
Filtracija API (F_{API}):	8 - 12 ml
Vrednost Ph:	9 - 9,5
Vsečina peska:	do 0,3 %

OPOZORILO VRTALCEM:

Dela na vrtanju vrtine do globine 200 m izvajati z veliko pazljivostjo, predvsem zaradi možnosti:

- vdora izplake v jašek vrtine ali na površino v okolici vrtine;
- večjih odklonov vrtine od vertikale;
- povečanih premerov in zarušitve kanala vrtine.

V vseh primerih pravočasno ukrepati s prilagoditvijo režima vrtanja in lastnosti izplake dejanskim potrebam oziroma pogojem v vrtin.

7.4.4. Cevitev vrtine z nizom zaščitnih cevi premera Ø 339,7 mm (13 3/8")

Po doseženi končni globini vrtanja s premerom Ø 444,5 mm (17 1/2") vrtino izprati in kondicionirati izplako za vgradnjo zaščitnih cevi. Nato v vrtino vgraditi naslednje zaščitne cevi:

Zunanji premer:	339,7 mm (13 3/8")
Linearna masa:	80,78 kg/m (54,5 lb/ft)
Kakovost jekla:	K-55
Navojni spoj	API, KS
Dolžina cevi (skupina):	R-2

Navedene zaščitne cevi imajo naslednje osnovne tehnične karakteristike:

Notranji premer:	320,43 mm
Premmer kalibra:	316,46 mm
Rušilni notranji tlak:	19,2 MPa
Rušilni zunanji tlak:	8,0 MPa
Rušilna vlečna trdnost cevi:	3806,82 KN
Rušilna vlečna trdnost spojnic:	6227,20 KN

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 36 od 74

Niz zaščitnih cevi opremiti:

- s cementacijsko peto in nepovratnim ventilom premera 339,7 mm (13 3/8") na začetku niza;
- s centralizerji: 1. centralizer 5 m nad cementacijsko peto pritrditi s prstanom, naslednje 4 centralizerje na spojnice prvih 4 ceveh, ostale v intervalih na sredino vsake druge zaščitne cevi do ustja vrtine.

Izračun notranje, zunanje in natezne obremenitve zaščitnih cevi premera 339,7 mm (13 3/8") je podan v prilogah 5, 6 in 7.

Pred spuščanjem oziroma v času vgrajevanja zaščitnih cevi je potrebno:

- Zavariti navojne spoje prvih štirih zaščitnih cevi s tremi vari dolgimi 30 – 40 mm na spodnji in zgornji strani vsake spojnice;
- Zaščitne cevi spuščati v vrtino s hitrostjo do 0,3 m/s oziroma eno cev najmanj 30 sekund;
- Zaščitne cevi (navojne spoje) naviti z momentom 7,4 kNm;
- Niz cevi sestaviti tako, da bo vrh spojnice predzadnje cevi na globini 1,80 m v jašku vrtine, ko bo peta niza cevi 0,5 – 1,0 m nad dnom vrtine;
- Dolžina zadnje vgrajene cevi mora biti takšna, da bo vrh spojnice cevi 0,8 – 1,0 m nad vrtalno mizo (uporabiti kratko cev »pasirko«).

Po vgradnji zaščitnih cevi do končne globine naviti cementacijsko glavo 339,7 mm (13 3/8") in vzpostaviti cirkulacijo.

7.4.5. Cementacija zaščitnih cevi premera Ø 339,7 mm (13 3/8")

Pred izvedbo cementacije izvesti laboratorijski test ustreznosti cementne mešanice in preveriti čas strjevanja cementa. Za izvedbo cementacije izbrati specialni G-dur vrtinski cement. Cementacijo niza zaščitnih cevi premera 339,7 mm (13 3/8") izvesti v eni stopnji po metodi »Perkins« od globine cementacijske pete (200,0 m) do ustja vrtine z dvema cementacijskima čepoma (predhodnim in nahodnim) po naslednjem postopku:

- Vgraditi zaščitne cevi Ø 339,7 mm (13 3/8") sklando s poglavjem 7.4.4.;
- Montirati cirkulacijsko glavo;
- Vrtino izprati s približno 62,5 m³ kondicionirane izplake (zmanjšati March viskoznost izplake);
- Pripraviti 20 m³ (1,5 volumen vrtine) cementne kaše gostote $q_{ck} = 1800 \text{ kg/m}^3$ (23 600 kg cementa in 12,6 m³ čiste vode);
- Vgraditi predhodni cementacijski čep Ø 339,7 mm (13 3/8");
- Vtisniti v vrtino 1 m³ čiste vode (predhodnice);
- Vtisniti v vrtino 20 m³ cementne kaše (niz cevi dvigovati in spuščati dokler se ne vtisne 50 % cementne kaše, nato ga spustiti v zagozde in vtisniti preostalo cementno kašo);

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 37 od 74

- Vgraditi nahodni cementacijski čep $\varnothing$ 339,7 mm (13 3/8") ter ga potisniti z 1 m³ čiste vode (nahodnice) in 14.320 l izplake (do porasta tlaka);
- Izpustiti tlak iz niza in preveriti ali se pojavlja povratni tok;
- Zapreti vrtino in počakati 24 ur na strjevanje cementa.

OPOMBA:

Če povratnega toka ni, se vrtina zapre za strjevanje cementa. V primeru povratnega toka (povratni ventil ne drži), casing dati 24 ure pod tlak 5 MPa. Če se na površju ne pojavi cement, potrebno je v medprostor natresti suhi cement, vse do nivoja jaška ali medprostor naknadno cementirati. O zacevitvi in cementaciji je treba sestaviti poročilo, ki vsebuje opis postopkov, žurnal vgrajenih zaščitnih cevi in pozicije vgrajenih centralizerjev. Po cementaciji vzeti vzorce: suhe mešanice, vode za pripravo cementa in cementne kaše.

7.5. Izgradnja vrtine od globine 200 m do končne globine 1093 m

7.5.1. Opremljanje ustja vrtine in preizkus hermetičnosti

Po izgradnji vrtine do globine 200 m in strjevanju cementa, demontirati obstoječo opremo z ustja vrtine, odrezati zaščitno cev $\varnothing$ 508 mm (20") in montirati navojno prirobnico za kolono $\varnothing$ 339,7 mm (13 3/8"), prirobnični prehod $\varnothing$ 339,7 mm 13 5/8", 21 MPa (3000 PSI)/ $\varnothing$ 339,7 mm (13 5/8"); 21 MPa (3000 PSI), s tremi ventili 2 1/16"; 21 MPa (3000 PSI), anularni preventer 13 5/8"; 21 MPa (3000 PSI), prirobnični prehod $\varnothing$ 339,7 mm (13 5/8"/13 5/8") in izlivno cev $\varnothing$ 339,7 mm (13 3/8") ter izlivni priključek na vibrator 254,00 mm (10"). Oprema ustja vrtine za usmerjeno vrtnje od 200,0 m do približne končne globine 1093,0 m je prikazana v prilogi 8.

Po montaži ustja vrtine preizkusiti hermetičnost zaščitnih cevi in preventerja do 80 MPa. Maksimalno dovoljeni padec tlaka v času preizkusa, to je v času 30 min je 0 MPa. O preizkusu hermetičnosti sestaviti zapisnik in priložiti diagram iz registratorja tlaka.

Preizkusiti funkcionalnost preventerskega sistema (odpiranje in zapiranje preventerja). Padec tlaka v času preizkušanja ni dopusten.. V primeru nehermetičnosti ugotoviti vzroke prepuščanja, jih odpraviti ter postopke testiranja ponavljati do ugotovitve hermetičnosti. O preizkusu hermetičnosti sestaviti zapisnik in priložiti diagram iz registratorja tlaka.

7.5.2. Vrtanje cementnih čepov, zaustavne plošče s protipovratnim ventilom in cementacijske pete do 200,0 m

Za vrtnje preostalega cementnega čepa v nizu zaščitnih cevi, zastavne plošče s protipovratnim ventilom in cementacijske pete premera $\varnothing$ 339,7 mm (13 3/8") uporabiti naslednje orodje:

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 38 od 74

Dleto Ø 311,2 mm (12 1/4"); IADC 137 s šobami 3 x 13/32";	1 kom
I. stabilizer Ø 311,2 mm (12 1/4")- 3 mm;	1 kom
Težki drog Ø 165 x 71 mm (6 1/2 " x 2 3/4"), 4" IF;	1 kom
II. stabilizer Ø 311,2 mm (12 1/4")- 5 mm;	1 kom
Težki drog Ø 165 x 71 mm (6 1/2 " x 2 3/4"), 4" IF;	1 kom
III. stabilizer Ø 311,2 mm (12 1/4")- 5 mm;	1 kom
Težko drogovje Ø 165 x 71 mm (6 1/2 " x 2 3/4"), 4" IF;	8 kom
Prehod Ø 101,6 mm/114,3 mm (4" IF; (M)/ 4 1/2" IF (Ž));	1 kom
Vrtalne cevi Ø 127 mm x 108,6 mm (5"; 19,5 lb/ft); 4 1/2" IF;	100 m
Prehod Ø 114,3 mm/88,9 mm (4 1/2" IF; (M)/ 3 1/2" IF (Ž));	1 kom
Delovni drog; šest oglati Ø 107,95 mm (4 1/4"; 3 1/2" IF)	1 kom

Režim vrtanja cementacijskega čepa, povratnega ventila, preostalega cementa v nizu zaščitnih cevi in cementacijske pete ter prvih 5 m novega kanala vrtine:

Obtežba na dleto:	10- 50 kN
Število obratov:	40 - 60 min. ⁻¹
Kapaciteta izpiranja:	1000-1500 l/min.

OPOZORILO VRTALCEM:

Pri vrtanju cementnega čepa in cementacijske pete obstaja možnost zataknitve in povečanja odklona vrtine na izhodu iz kolone zaščitnih cevi. V navedenih primerih pravočasno ukrepati s prilagoditvijo režima vrtanja in lastnostmi izplake dejanskim potrebam oziroma pogojem v vrtini.

7.5.3. Usmerjeno vrtanje z globinskim motorjem od 200,0 do 1093,0 m

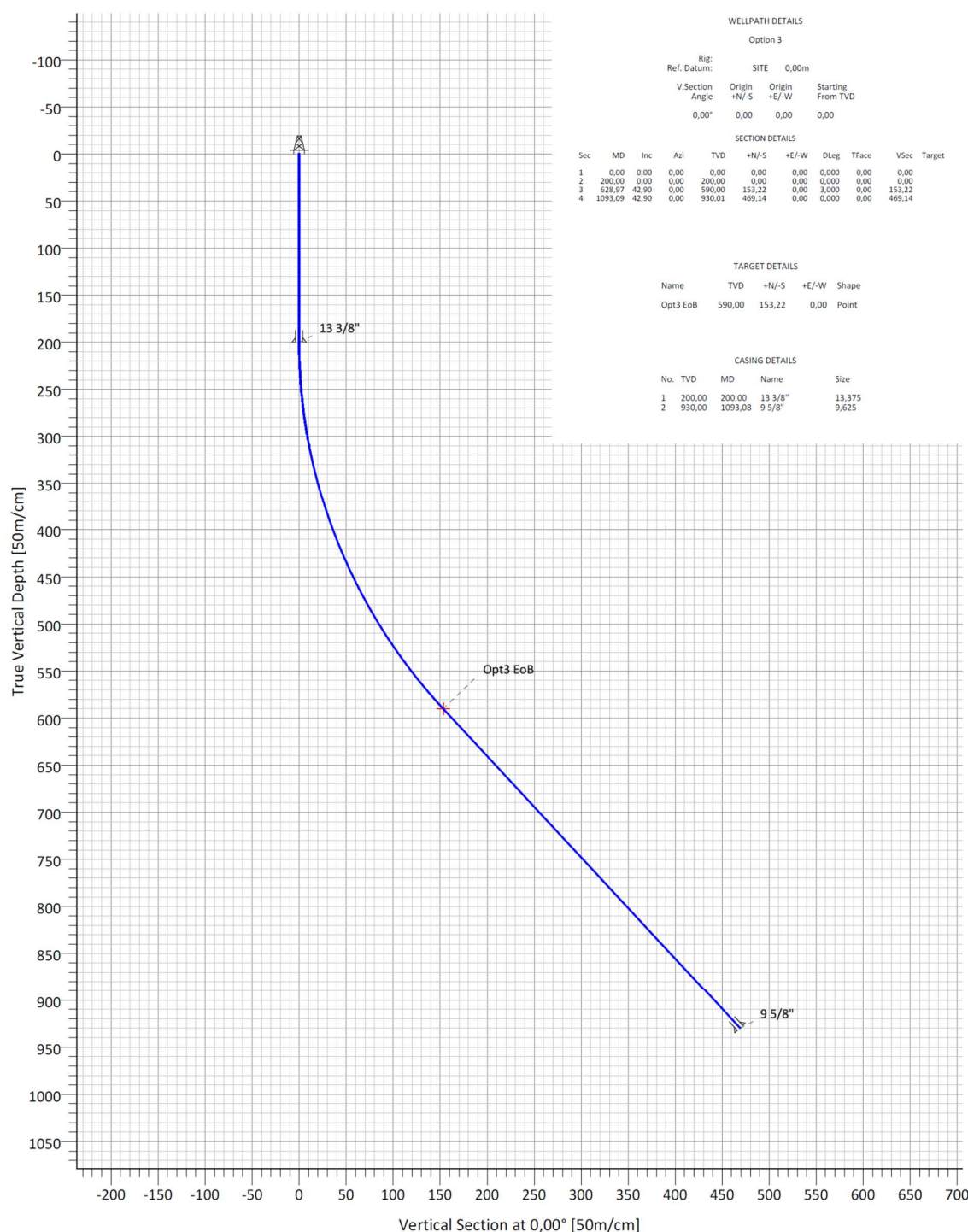
Vrtino naprej od globine 200,0 m do 1093,0 m vrtati z globinskimi motorji z elektronskim vodenjem in inklinacijo 43°. V intervalu od 200-1093 m je potrebno doseči naslednje parametre:

- Porast kota od 0-43°,
- Horizontalno oddaljenost od osi vrtine po končanem vrtanju minimalno 469,14 m,
- Vertikalno globino 930,0 m pri dolžini vrtine 1093,0 m.

Predvidena geometrija kanala vrtine Mt-9 v intervalu od 200,0 m do 1093,0 m:

VERTIKALNA GLOBINA	DOLŽINA VRTINE	KOT	HORIZONT. ODDALJ. OD OSI VRT.
(m)	(m)	(°)	(m)
590,00	628,97	42,90	153,22
700,64	780,00	42,90	213,18
930,01	1093,09	42,90	469,14

Predvidena trajektorija vrtine je prikazana na spodnji sliki (Slika 19).



Slika 19: Predvidena trajektorija vrtine Mt-9.

Za usmerjeno vrtnje z globinskimi motorji za vgradnjo zaščitnih cevi premera 244,47 mm (9 5/8") od globine 200,0 m do približne končne globine 1093,0 m uporabiti naslednje orodje:

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 40 od 74

Sestava orodja za usmerjeno vrtanje do globine 1093,0 m je naslednja:

Dleto $\varnothing$ 311,2 mm (12 1/4"); PDC ali IADC 213 s šobami 3 x 0,375 mm (12/32")	1 kom
Prehod na $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG	1 kom
$\varnothing$ 203,2 mm (8") Nepovratni ventil, $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG	1 kom
$\varnothing$ 203,2 mm (8") P150 XL globinski motor, $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG (M) x (Ž)	1 kom
$\varnothing$ 203,2 mm (8") Nemagnetni težki drog $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG	1 kom
$\varnothing$ 203,2 mm (8") Cirkulacijska šoba $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG	1 kom
$\varnothing$ 203,2 mm (8") Sonda za usmerjanje orodja (MWD Directional System)	1 kom
12 1/4" stabilizer $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG (M) X (Ž) - 5 mm;	1 kom
Prehod $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") REG; (M)/ 101,6 mm (4" IF) (Ž)	1 kom
Težko drogovje $\varnothing$ 165 x 71 mm (6 1/2" x 2 3/4"), 4" IF	10 kom
Prehod $\varnothing$ 101,6 mm (4") IF; (M)/ 114,3 mm (4 1/2") IF (Ž)	1 kom
Vrtalno drogovje, $\varnothing$ 127,0 x 108,6 mm (5", 19,5 lb/ft); 4 1/2 IF	1000 m

OPOMBA:

Natančna globina vrtanja bo določena na osnovi pridobljenih podatkov pri geološki spremljavi vrtine.

Režim usmerjenega vrtanja v intervalu od 200,0-1093,0 m:

Obtežba na dleto:	10 - 50 KN
Število obratov:	50 - 80 min. ⁻¹
Kapaciteta izpiranja:	1500 l/min.

Izračun hidravlike pri vrtanju vrtine do globine 1093,0 m:

VHODNI PODATKI ZA IZRAČUN:

- Končna globina vrtanja: 1093,0 m
- Premier vrtine (dleta): 311,15 mm (12 1/4")
- Kapaciteta izpiranja: 1500 l/min
- Vrtalno orodje: navedeno v poglavju 7.5.3.
- Gostota izplake: $\rho_i = 1\,050\text{ kg/m}^3$
- Ostale lastnosti izplake: navedeno v poglavju 7.5.4.
- Volumen vrtine: 84 m^3

IZRAČUN PADCEV TLAKA:

- Padec tlaka v površinskih vodih: $\Delta P_p = 0,11\text{ MPa}$
- Padec tlaka v vrtalnih ceveh 5": $\Delta P_d = 1,45\text{ MPa}$
- Padec tlaka v dletu 12 1/4": $\Delta P_d = 8,80\text{ MPa}$
- Padec tlaka v medprostoru vrtalno orodje/ vrtina: $\Delta P_m = 0,10\text{ MPa}$

Skupni padec tlaka: $\Delta P_z = 10,40\text{ MPa}$

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 41 od 74

IZRAČUN HITROSTI TLAKA IZPLAKE:

- Hitrost v šobah: $V_{\dot{s}} = 117 \text{ m/s}$
- Hitrost v medprostoru
Vrtalne cevi /vrtina: $V_m = 23,7 \text{ m/min}$
- Hitrost v medprostoru
težko drogovje/vrtina: $V_m = 27,5 \text{ m/min}$

SKUPNA GOSTOTA IZPLAKE (ECD): $\rho_i \text{ (ECD)} = 1\,050 \text{ kg/m}^3$

SKUPNA HIDRAVLICNA MOČ: $P_h = 350,64 \text{ kW}$

- **Merjenje kota odklona vrtine:**

Kot odklona vrtine meriti kontinuirano po potrebi.

- **Odvzem vzorcev navrtanin:**

V času vrtnja odvzemati vzorce navrtanin vsakih 5 m. Natančnejši opis je podan v poglavju: 7.6.1.

OPOZORILO VRTALCEM:

Dela na usmerjenem vrtnju vrtine do globine 1093,0 m izvajati s posebno pazljivostjo zaradi možnosti:

- povečanih torzij in zataknitev pri vrtnju cementnega čepa in cementne pete;
- možnosti večjih odklonov vrtine (predvsem po izhodu iz kolone zaščitnih cevi);
- povečanih premerov in zarušitev.

V vseh primerih pravočasno ukrepati s prilagoditvijo režima vrtnja in lastnostmi izplake dejanskim potrebam oziroma pogojem v vrtini.

7.5.4. Program izplake

Za vrtnje vrtine do globine 1093,0 m uporabiti izplako (314 m^3), izdelano na osnovi GYPSUM- suspenzije. Lastnosti izplake držati v naslednjih mejah:

Gostota	1060 - 1150 kg/m ³
Viskozanost po Marshu (V_m)	42 - 60 s
Meja tečenja (Y)	4 - 6 Pa
Plastična viskoznost (V_{pl})	14 - 16 mPas
Filtracija API (F_{API})	8 - 10 ml
Vrednost pH	9 - 10
Vsebina peska	do 0,3 %

V primeru težav s stabilnostjo kanala vrtine, prilagoditi lastnosti izplake dejanskim pogojem v vrtini. V času vrtnja poševno usmerjenega kanala vrtine po potrebi

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 42 od 74

dodajati aditive za mazanje kanala vrtine. Lastnosti izplake prilagajati dejanskim pogojem v vrtini.

OPOZORILO VRTALCEM:

Pri vrtanju vrtine v intervalu od 200,0-1093,0 m oziroma usmerjanju vrtine z globinskimi motorji obstaja možnost zataknitve in zarušitve vrtine ter spremembe odklona od želenega kota in azimuta. V primeru odstopanja od plana vrtanja je treba pravočasno ukrepati oziroma prilagoditi režim vrtanja (obtežba na dleto, število obratov dleta, kapaciteto izpiranja, tlak izpiranja, hitrost vrtanja), sestavo orodja in lastnosti izplake dejanskim razmeram oziroma pogojem v vrtini.

7.5.5. Jedrovanje

Med vrtanjem bo po potrebi izvedeno jedrovanje po priporočilu operativnega geologa in na osnovi geološke spremljave vrtanja v intervalih perspektivnih nahajališč za reinjekcijo termomineralne vode. Natančnejši opis je podan v poglavju: 7.6.2.

7.5.6. EK MERITVE

Po doseženi končni globini vrtanja s premerom 311,15 mm (12 1/4") je potrebno z orodjem izvesti manever do dna, vrtino izprati, kondicionirati izplako, izvleči orodje iz vrtine in izvesti EK meritve. Natančnejši opis je podan v poglavju 7.6.3.

7.5.7. Cevitev vrtine z nizom zaščitnih cevi premera Ø 244,5 mm (9 5/8") in z D-PAK INOX cevmi premera Ø 168,3 mm (6 5/8")

Z oziroma na predvideni geološki steber in tlake v vrtini, je potrebno v vrtino vgraditi kombinacijo proizvodnih zaščitnih cevi Ø 244,5 mm (9 5/8") (liner) in DPAK filter INOX cevi Ø 168,3 mm (6 5/8") na nizu vrtalnih cevi 127 mm (5") kot sledi:

- **Niz D-PAK filter cevi INOX** zunanjšega premera (sand control) ca Ø 222 mm (notranja perforirana cev INOX Ø 168,3 mm, 6 5/8" dimenzionirana za pretok vode q=27,33 l/s pri hitrosti 1,5 m/s)

- Zunanji premer: 168,3 mm (6 5/8")
- Linearna masa: 33 kg/m
- Kakovost jekla: INOX 316/316L
- Navojni spoj: API,BTC (ž)x(ž)Ø187,7 mm
- Dolžine cevi (skupina): R-2

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 43 od 74

Navedene zaščitne cevi imajo naslednje osnovne karakteristike:

- Notranji premer: 152,30 mm
- Premer kalibra: 149,12 mm
- Rušilni notranji tlak: 26,35 MPa
- Rušilni zunanji tlak: 15,50 MPa

• **Niz zaščitnih cevi Ø 168,3 mm (6 5/8"), 30,02 kg/m (20 lb/ft):**

- Zunanji premer: 168,3 mm (6 5/8")
- Linearna masa: 30,02 kg/m (20 lb/ft)
- Kakovost jekla: K-55
- Navojni spoj: API, KS
- Dolžine cevi (skupina): R-2

Navedene zaščitne cevi imajo naslednje osnovne karakteristike:

- Notranji premer: 153,64 mm
- Premer kalibra: 150,46 mm
- Rušilni notranji tlak: 29,40 MPa
- Rušilni zunanji tlak: 21,50 MPa
- Rušilna vlečna trdnost cevi: 1402,00 kN
- Rušilna vlečna trdnost spojnica: 2422,08 kN

• **Niz zaščitnih cevi Ø 244,5 mm (9 5/8"), 54,26 kg/m (36 lb/ft):**

- Zunanji premer: 244,5 mm (9 5/8")
- Linearna masa: 54,26 kg/m (36 lb/ft)
- Kakovost jekla: K-55
- Navojni spoj: API, KS
- Dolžine cevi (skupina): R-2

Navedene zaščitne cevi imajo naslednje osnovne karakteristike:

- Notranji premer: 226,60 mm
- Premer kalibra: 222,45 mm
- Rušilni notranji tlak: 24,70 MPa
- Rušilni zunanji tlak: 15,60 MPa
- Rušilna vlečna trdnost cevi: 2510,00 kN
- Rušilna vlečna trdnost spojnica: 4285,20 kN

Pred vgradnjo proizvodnih zaščitnih cevi z orodjem izvesti celoten manever do dna vrtine, vrtino izprati z 1-2 volumna in izvleči orodje iz vrtine.

V vrtino vgraditi proizvodni niz zaščitnih cevi in D-PAK filtrov kot sledi :

- s cementacijsko peto Ø 168,3 mm (6 5/8") na začetku niza;

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 44 od 74

- zaščitno cevjo $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") (1 kom);
- D-PAK filter INOX cevi $\varnothing$ 179,3 mm x 222 mm (6 5/8"x 8"); 316/316 L ca 120 m;
- Polne proizvodne cevi $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8"); 30,02 kg/m (20 lb/ft), K-55 ca 243 m ;
- Prehodom s proizvodnega niza $\varnothing$ 168,3 mm 6 5/8", 20 lb/ft x 9 5/8", 36 lb/ft;
- AC (napihljivi) paker 244,47 mm (9 5/8") x 312,2 mm (12 1/4") nad prehodom;
- Zaščitnimi cevmi $\varnothing$ 244,5 mm (9 5/8") ca. 560 m;
- s centralizerji na vsaki peti cevi niza oziroma odvisno od odklona vrtine;
- liner obešanko 339,7 mm (13 3/8") x 244,47 mm (9 5/8") na globini 170,0 m;
- s desno levim prehodom za odvijanje API 244,47 mm (9 5/8"), desni (m) x API 244,47 mm (9 5/8"), BTC levi (ž)
- s prehodom API 244,47 mm (9 5/8") BTC levi (m)/ x 101,6 mm (4") IF desni (ž) na globini 170 m.

Po odsedanju proizvodnega niza zaščitnih cevi v obešanki odviti vrtalno drogovje na levo-desnem prehodu in vrtalno drogovje izvleči iz vrtine.

Izračun notranje, zunanje in natezne obremenitve zaščitnih cevi (liner) premera $\varnothing$ 244,5 mm (9 5/8") in premera $\varnothing$ 168,3 mm (6 5/8") je podan v prilogah 9, 10 in 11.

OPOMBA:

Pripravo, vgradnjo in aktiviranje AC pakerja bo izvedel operater specialist za tovrstno opremo. Aktiviranje obešala (liner hanger) proizvodne opreme na globini 170 m bo izvedel operater specialist za tovrstno opremo.

7.6. Geološki nadzor vrtine in program del na vrtini

Geološko spremljavo vrtine je potrebno organizirati od začetka do konca vrtanja kontinuirano 24 ur na dan. Operativni geološki diagram (»master-log«) je potrebno izdelati sprti z deli na vrtini v merilu 1:500.

Med potekom vrtanja je potrebno vse morebitne spremembe programa del na vrtini pravočasno uskladiti s predstavniki investitorja, odgovornim vodjo projekta in z za to določeno strokovno ekipo. Po doseženi končni globini vrtine je potrebno organizirati strokovni sestanek, na katerem bodo predstavljeni dobljeni rezultati ter sprejete odločitve o cevitvi vrtine in drugih delih na vrtini.

7.6.1. Program vzorčevanja izpirkov iz izplake

Za standardne analize kamnin iz izplake je predvideno jemanje vzorcev na vsakih 5 m od začetne do končne globine vrtine. Količina vzorca naj bo okrog 200 gramov. V

 Petról Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petról Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 45 od 74

kolikor se v vzorcih pojavi premog/organska snov je potrebno odvzeti večji vzorec iz izplake za specialne raziskave. Količina tega vzorca naj bo okrog 1000 gramov. Po pregledu in opisu delcev je treba vzorce dobro oprati, osušiti in shraniti v skladu s standardi stroke. Na vsaki globini je potrebno odvzeti po 2 vzorca in ju spraviti ločeno.

7.6.2. Program jedrovanja

Program jedrovanja bo prilagojen ugotovitvam pri spremljanju vrtine. Po potrebi se bo jedrovalo kolektorske plasti, ki se nahajajo v intervalu od 700 do 1093 m, in sicer sta predvideni 2 jedri, eno na globini okrog 700 m, in drugo na končni globini. Navedeni intervali so orientacijski, ker pri vrtanju vrtine lahko pride do odstopanja od prognoznega geološkega profila. Točne intervale jedrovanja bo določil operativni geolog na podlagi spremljave vrtine.

Na jedrih je potrebno narediti naslednje preiskave: prepustnosti/injektibilnosti, poroznosti, potencial za nabrekanje, mineralna sestava, granulometrične analize, vsebnost organskih snovi.

7.6.3. Program karotažnih meritev

Po doseženi končni globini vrtanja s premerom 311,15 mm (12 1/4") je potrebno z orodjem izvesti manever do dna, vrtino izprati, kondicionirati izplako, izvleči orodje iz vrtine in izvesti EK meritve v intervalu kot sledi:

- od globine 200,0 m do dna vrtine: SP, DLL/GR, ML/CAL, CNL, DEN, dT, dCOND.

Karotažne meritve bodo analizirali in interpretirali za to usposobljeni specialisti v sodelovanju s terenskimi geologi, ki bodo spremljali vrtino. Rezultati karotažnih meritev bodo podani v posebnem poročilu. Poleg tega bo interpretator sodeloval pri hitrih terenskih analizah na podlagi, katerih bo odločano o nadaljnjem opremljanju vrtine ali morebitni poglobitvi.

7.6.4. Aktiviranje in preizkušanje vrtine

Po uspešni cevitvi vrtine s proizvodnim nizom zaščitnih in filterskih cevi do predvidene končne globine 1093 m v vrtino vgraditi opremo za aktiviranje in preizkušanje vrtine. Oprema za aktiviranje vrtine bo sestavljena iz tubing cevi premera 73 mm (2 7/8", 6,5, lb/ft, EUE, J-55) z vodikom do dna vrtine. Direktno izprati vrtino s približno 84 m³ čiste vode z namenom zamenjava izplake z vodo. Po zamenjavi volumna izvleči iz vrtine vgrajeno opremo.

V primeru da se vrtina sama ne aktivira, v vrtino spustiti tubing 2 7/8" z razpršilcem do globine 200 m in z air liftom (kompresorjem kapacitete 19 m³/min in maksimalni tlak 2,5 MPa) aktivirati vrtino v trajanju najmanj 48 ur oziroma do iztoka čiste vode.

V času aktiviranja vrtine z air liftom se morajo spremljati in evidentirati pridobljene količine termomineralne vode in temperatura vode na iztoku.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 46 od 74

Med aktivacijo vrtine je potrebno izvajati hidrogeološki nadzor. Po končani aktivaciji vrtine sledi termokarotaža in meritev tlaka za določitev prepustnih odsekov in določitev potrebo po dodatni aktivaciji. Po ugotovitvi, da iz vrtine izhaja čista termomineralna voda, v vrtino vgraditi elektronsko sondo za meritev tlaka in temperature.

Pred izvedbo črpalnih preizkusov se izvedejo meritve statičnega tlaka in temperature po celotni dolžini vrtine.

Nato je potrebno izvesti črpalne preizkuse. V kolikor je vrtina samoizlivna, se najprej izvede kratkotrajni večstopenjski črpalni preizkus brez črpalke. Po vgradnji črpalke se preizkus ponovi, le z večnimi količinami. Za ugotovitev učinkovitosti vrtine se porabijo 4 različne količine črpanja pri vsakem od obeh preizkusov. Čas trajanja posameznega koraka naj bo 2 uri, zatem se vrtina do stabilizacije gladine oziroma za najmanj 6 ur ugasne. Po tem času se izvede črpanje z največjo količino do stabilizacije gladine oziroma za najmanj 24 ur. Nekaj ur pred, med in po izvedbi naj bosta, če je le možno, vrtini Mt-6 in Mt-7 neaktivni. V kolikor to ni mogoče, naj obe v tem času obratujeta s stalno količino odvzema.

V času izvajanja obeh kratkotrajnih večstopenjskih črpalnih preizkusov in vsaj 6 ur po njima je potrebno meriti in evidentirati:

- Iztekajočo količino termalne vode na ustju vrtine (zapis vsakih 1-5 min),
- Količino pridobljenega plina na ustju vrtine (1 krat / pol ure),
- Tlak/gladino in temperaturo vode na ustju vrtine (sonda približno 50 m pod ustjem oz. pod predvidenim nivojem termomineralne vode med črpanjem (zapis vsakih 2-5 sec),
- Tlak in temperaturo vode z elektronsko sondo v sredini najbolj produktivnega intervala (zapis vsakih 2-5 sec).

V času črpanja z največjo količino v času najmanj 24 ur je potrebno meriti in evidentirati:

- Iztekajočo količino termalne vode na ustju vrtine (zapis na 5 min),
- Količino pridobljenega plina na ustju vrtine (zapis na 5 min),
- Tlak/gladino in temperaturo vode na ustju vrtine (sonda približno 50 m pod ustjem oz. pod predvidenim nivojem termomineralne vode med črpanjem (zapis na 5 min),
- Tlak in temperaturo vode z elektronsko sondo v sredini najbolj produktivnega intervala (zapis na 5 min).

Dve uri pred koncem črpanja z največjo količino izvesti meritve dinamičnih tlakov in temperature po celotni dolžini vrtine.

Po teh delih in pred koncem črpanja odvzeti vzorec vode za kemijsko (NLZOH nabor 1+2, da je primerljivo z letnimi analizami za monitoring) in izotopsko analizo (stabilna izotopa kisika, vodika in ogljika v vodi). Odvzeti je potrebno tudi vzorec plina in

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 47 od 74

določiti njihovo količino ter sestavo (kromatografska analiza plina za ogljikovodike C₁-C₆, H₂S, CO₂ in ¹³C). Interpretirati je potrebno korozivnost in možnost obarjanja te vode.

Po izvedenem inicialnem testiranju vrtine črpanje prekiniti in nadaljnjih 72 ur meriti porast tlaka in temperature v sredini proizvodnega intervala in na ustju vrtine (dvig nivoja v vrtini). Po stabilizaciji vrtine izmeriti statične gradiente tlaka in temperature od površine do globine nasadanja globinskih instrumentov.

Po končanem črpalnem preizkusu interpretirati vse pridobljene podatke z namenom ugotovitve hidrogeoloških lastnosti vodonosnikov termomineralne vode in učinkovitost vrtine.

Po izvedbi testiranj v vrtini Mt-9 ostane nameščena vsaj plitva sonda na ustju vrtine z intervalom zapisa na 1 uro. Meritve naj se opravljajo vsaj še 3 mesece, v kolikor se v vrtino ne bo posegalo.

Po izvedbi aktiviranja in inicialnega poskusa proizvodnosti bo izdelan program in narejen popis potrebne opreme za izvedbo črpalno-reinjekcijskega poskusa. Za ta sklop bo program za izvedbo del pripravljen naknadno.

VARNOSTNI UKREP 1

V času aktiviranja in preizkušanja vrtine je potrebno posebno pozornost posvečati vrsti izhajajoče termalne vode iz vrtine. V ta namen je treba nepretrgoma meriti koncentracijo CH_x, CO₂, H₂S na iztoku fluidov in na delovišču. V primeru pojave eksplozivnih (CH_x), strupenih (H₂S) ali zadušljivih plinov (CO₂) testiranje prekiniti in obvestiti tehničnega vodjo rudarskih del. Glede na evidentirane pline in ocenjene količine primerno preurediti sistem črpanja termomineralne vode z namenom zagotavljanja ustrezne varnosti. Tehnični vodja predpiše potrebne ukrepe in poda navodila za nadaljevanje inicialnega testiranja vrtine.

7.6.5. Ureditev ustja vrtine in zaključna dela na vrtini

Po končanem aktiviranju in preizkušanju vrtine ter izvedbi črpalno/reinjekcijskega testa oziroma pridobitvi podatkov o hidrogeoloških lastnosti vodonosnikov, proizvodnih in reinjekcijskih lastnosti vrtine ter sestavi pridobljenih slojnih fluidov je potrebno urediti ustje vrtine in opraviti zaključna dela na vrtini oziroma lokaciji vrtine. Demontirati izlivno cev, odrezati zaščitne cevi premera 508 mm (20") in premera 339 mm (13 3/8") v jašku vrtine. Na zaščitno cev premera 339 mm (13 3/8") zavariti prirobnico in montirati: prirobnični prehod 339 mm (13 5/8"), 21 MPa (3000 PSI) / DN 200 (8") class 300 (5 MPa), zasun DN 200 (8"); class 300 (5 MPa), pokrovno prirobnico DN 200 (8"); class 300 (5 MPa); čep 2" LP; manometer 0-15 MPa. S strani montirati zasun 4" in priključek za gasilsko spojnico »A«.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 48 od 74

Končna oprema ustja vrtine je prikazana v prilogi 12.

VARNOSTNI UKREP 2

Pri izvleku orodja za testiranje vrtine in preureditvi ustja vrtine nenehno spremljati obnašanje vrtine, predvsem preliv termomineralne vode in pojav plinov (CH_x , CO_2 , H_2S). V primeru preliva najmanjših količin termomineralne vode vrtino zapreti. Po 30 min zabeležiti razvoj tlaka na ustju vrtine. V primeru stabilizacije porasta tlaka pristopiti k dušenju vrtine z ustreznim delovnim fluidom, če se tlak ne stabilizira v 30 min počakati dodatnih 30 min in pristopiti k dušenju vrtine. Ko je vrtina mirna nadaljevati z delom po planu.

Po montaži ustja vrtine izvesti testiranje hermetičnosti montirane opreme na delovni tlak 5 MPa (30 min) ob navzočnosti pooblaščenca za testiranje opreme pod tlakom. Padeč tlaka tekom izvedbe tlačnega poskusa ni dovoljen. Po uspešno izvedenem tlačnem poskusu izdelati poročilo o izvedbi in pridobiti pozitivno mnenje pooblaščenca za testiranje opreme pod tlakom in določiti periodiko nadaljnjih pregledov. Sledi zapiranje vrtine in izvedba potrebnih ukrepov za varnost v času selitve vrtalne garniture. Iz lokacije.

7.6.6. Zaključna gradbena dela na lokaciji vrtine

Po izvedbi predvidenih rudarskih del, zavarovanju ustja vrtine in selitvi vrtalne garniture z lokacije izvesti zaključna gradbena dela po popisu del, ki bo podan naknadno in v dogovoru z investitorjem.

7.6.7. Število zaposlenih pri izvajanju del

Za izvedbo vrtine se najame ustrezno kvalificirani izvajalec rudarskih del, ki mora zagotoviti ustrezno kvalificirano delovno silo, ki bo sposobna izvesti vrtanje usmerjene vrtine skladno z rudarskim projektom, in certificirane vrtalne naprave ter priprave za izvedbo vrtalnih del. Izvajalec rudarskih del mora imeti zaposlenega Tehničnega vodjo rudarskih del, ki skladno z ZRud-1 izvajalcu rudarskih del odgovarja za skladnost rudarskih del z rudarsko tehnično dokumentacijo, tehničnimi predpisi in predpisi s področja zagotavljanja varnosti in zdravja pri delu.

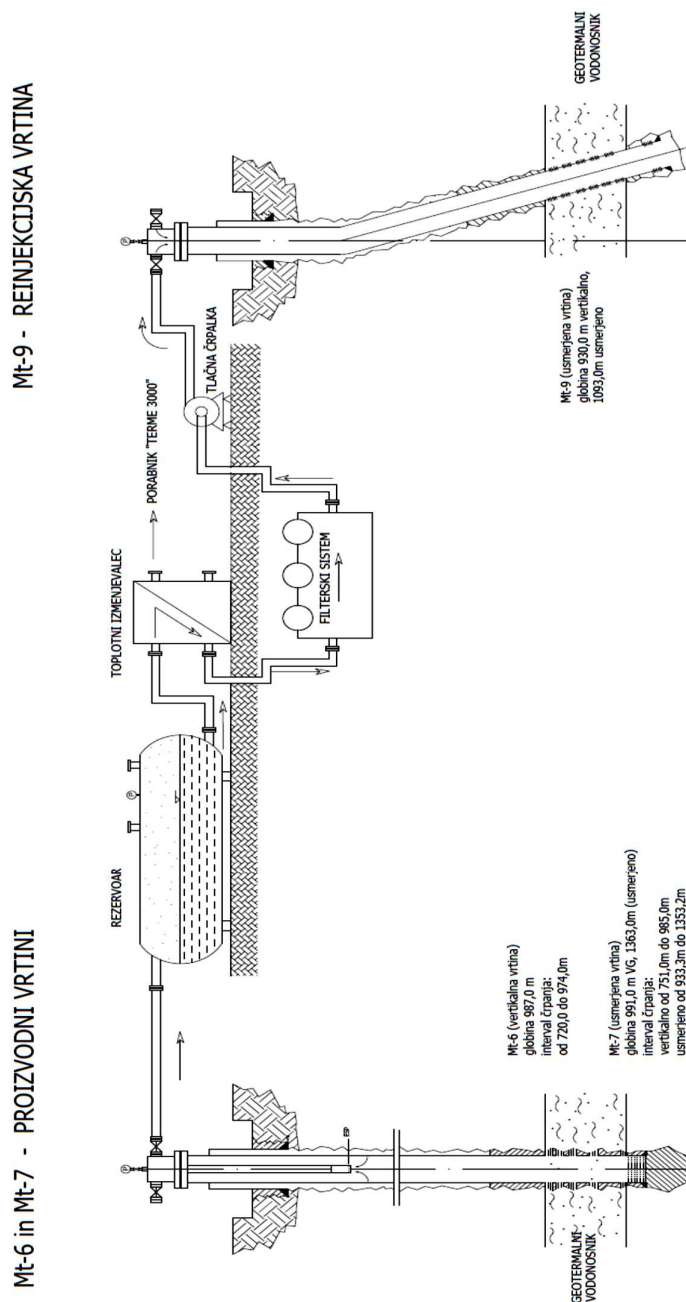
Delo izvedbe vrtine poteka kontinuirano brez zaustavitve, zato je izvajalec rudarskih del dolžan organizirati zaposlene v izmene, ki bodo lahko pokrivale kontinuirano delo vrtalnega postrojenja. V izmeni mora biti delovodja, vodja izmene, pomočnik vodje izmene in pomožni delavci. Dodatno je izvajalec rudarskih del dolžan zagotoviti geološko spremljavo (geologa) in kontinuirano kontrolo nad ustreznostjo izplake (izplačar) in strojev (mehanik).

Glede na navedeno je za nemoteno delovanje vrtalne garniture v času izdelave vrtine zagotoviti med 12 in 14 ustrezno kvalificiranih delavcev, ki so sposobni prevzeti posamezne naloge v fazi vrtanja usmerjene reinjekcijske vrtine.

PETROL Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 49 od 74

8. SHEMATSKI PRIKAZ TEHNOLOŠKEGA PROCESA PRENOSA ENERGIJE, PRIDOBLENE IZ GEOTERMIČNEGA ENERGETSKEGA VIRA DO ODJEMALCEV

Shematski prikaz tehnološkega procesa prenosa energije, pridobljene iz geotermičnega energetskega vira do odjemalcev je prikazan na spodnji sliki (Slika 20).



Slika 20: Shematski prikaz tehnološkega procesa prenosa energije iz geotermičnega energetskega vira do odjemalcev.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 50 od 74

9. NAVEDBA UKREPOV ZA ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Ukrepi za varnost in zdravje pri delu ter tehnični ukrepi, s katerimi bo preprečeno preseganje dopustne obremenitve okolja, so izdelani na podlagi določil Zakona o varnosti in zdravja pri delu (Ur. list RS št. 06/2011), Zakona o rudarstvu (Uradni list RS, št. 14/14 – uradno prečiščeno besedilo in 61/17 – GZ), ter Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Ur. list RS, št. a68/03, 83/03 – popr., 65/06, 61/2010-ZRud-1, 62/2010 popr.), Zakona o varstvu pred požarom (Uradni list RS, št. 3/07-uradno prečiščeno besedilo, 9/11, 83/12 in 61/17-GZ), in Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ in 21/18 – ZNOrg).

9.1. Makro in mikro lokacija vrtine

- **Makro lokacija**

Vrtina Mt-9 se nahajata na južnem delu vasi Moravskih toplic in počitniških hišic kompleksa Terme 3000 oziroma na zahodni strani rastlinjaka. Vrtina je locirana na njivah. V neposredni bližini to je 400 m je navedeni rastlinjak in 250 m so počitniške hišice drugih zidanih ali kakršni koli drugih objektov, v neposredni bližini, ki bi lahko ogrožali oziroma bili ogroženi zaradi vrtanja ni.

- **Mikro lokacija**

Vrtina Mt-9 je postavljena na njivi zahodno od rastlinjaka in to 400 m od njega. Na severni strni od predvidene lokacije za vrtno so počitniške hišice oddaljene 250 m. Dostop do vrtine je možen po cesti, ki vodi od glavne ceste Dobrovnik-Murska Sobota ob kompleksu Term 3000. Vrtina Mt-9 je od glavne ceste oddaljena cca 700 m dostop je možen po asfaltni deloma pa po makadamski cesti, ki mora biti urejena tako, da je možen nemoten dostop tovornih in intervencijskim vozilom (gasilski avto ali reševalno vozilo).

Delovišče vrtine se v času del mora ograditi z ograjo, na vhodu je potrebno namestiti tablo izvajalca del in vse ostale potrebne podatke. Poleg table izvajalca del je na vodu delovišča treba namestiti opozorilne table z vsebino "Vstop nepooblaščenim prepovedan", "Prepovedana uporaba odprtega ognja", "Obvezna uporaba čelade", "Obvezna zaščita sluha" in "Obvezna zaščita oči".

9.2. Ureditev delovišča in prometnih komunikacij (prehodi, dostopi)

- Delovišče urediti po gradbenem projektu za vrtalno garnituro.

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 51 od 74

- Izvajalec gradbenih del je po izdelavi temeljev, dolžan izdati izjavo, da so vsa dela opravljena skladno s projektom in dokazati nosilnost temeljev za vrtno garnituro z ustreznimi meritvami po posameznih kontrolnih točkah.
- Delovišče vrtine Mt-9 mora imeti dva vhoda oz. izhoda. Če to ni možno izvesti, je delovišče treba urediti tako, da bo dovolj prostora za operativno delovanje intervencijskih vozil in obračanje tovarnjakov.
- Pri vhodu na delovišče mora biti nameščen prometni znak o obvezni smeri vožnje in zmanjšanju hitrosti na 5 km/h. Skrbeti je treba, da so prehodne poti vedno proste. Material ob cesti mora biti naložen tako, da tudi ob eventualnih zrušitvah, vozne poti ostanejo proste.
- Vse odprtine – luknje morajo biti prekrite, spremembe nivojev vidno označene, tla oz. pohodne poti redno vzdrževane tako, da te niso spolzke.

9.3. Določitev in ureditev deponij materiala

- Deponije materiala morajo biti lokacijsko razporejene tako, kot to določa Projekt razporeditve prostora delovišča.
- Skladišča materiala morajo biti pregledna. Zaloge materiala morajo biti urejeno zložene, da ne bi ovirale dostop do materialov v času manipulacije z njimi (ročno ali strojno).
- Na delovišče je dovoljeno dovažati le optimalne zaloge materialov in sicer po naročilu vodje vrtalne garniture.
- Kosovni material, predvsem večji in težji kosi morajo biti zloženi po vrstnem redu rabe tako, da ni nepotrebnih prelaganj.
- Na koncu vseh podstavkov za vrtalne cevi in drugo opremo morajo biti nameščeni mejniki, da preprečijo kotaljenje in padec vrtalnih cevi.

9.4. Prostori za hrambo nevarnih materialov

- Shranjevanje nevarnih snovi, npr. goriva in maziva, vnetljivih tekočin, strupenih snovi in podobno, je potrebno urediti na za to določenem delu delovišča vrtin.
- Za vse nevarne snovi ki se uporabljajo na vrtini je pri vodji vrtalne garniture imeti na voljo varnostni list. Ključ takega skladišča mora imeti vodja vrtalne garniture. V skladišču ali neposredni okolici morajo na vidnem mestu biti table "Prepovedano kajenje", "Prepovedana uporaba odprtega ognja" in opozorilni znak za nevarno snov.
- Pri pretakanju nevarnih tekočin se morajo uporabljati naprave, ki preprečujejo brizganje in razlivanje. Pretakanje takih snovi s sesalno natego je prepovedano.
- Lahko vnetljive in eksplozivne snovi, strupene in jedke snovi se morajo prenašati in uporabljati samo na način in v namene navedene v varnostnem listu in navodilih za varno delo z določeno snovjo.
- Delavci morajo biti s strani vodje vrtalne garniture podrobno seznanjeni in poučeni o vseh nevarnostih in škodljivostih pri delu, shrambi in ravnanju s posameznimi nevarnimi in škodljivimi snovmi. Na razpolago morajo imeti varnostne liste.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 52 od 74

- Skladišče nevarnih snovi mora biti izven cone požarne nevarnosti delovišča (30 m od osi vrtine).

9.5. Način prevažanja, nakladanja in razkladanja materiala

- Težki predmeti se morajo nakladati, prevažati in razkladati s pomočjo ustreznega dvigala pod nadzorstvom usposobljene odgovorne osebe.
- Za transportiranje dolgih predmetov (vrtalne cevi, zaščitne cevi, tubing) se mora uporabljati prikolica, ki je poleg tehničnih karakteristik opremljena s predpisanimi označbami za varen transport.
- V območju operativnega dela z dvigalom je treba delovno območje kjer se vrši nakladanje oz. razkladanje zavarovati z opozorilnim trakom.

9.6. Določitev nevarnih območij na vrtini

Na osnovi geoloških podatkov se pri vrtanju do globine 1000m ne pričakujejo vnetljive snovi ali druge zdravju škodljive snovi. V kolikor bi se te pojavile je treba določiti posebne ukrepe in upoštevati določila navedena v poglavju 4.4.

- Eksplozivno varnostne cone (EX) in požarno varnostne cone je upoštevati kot so podane v skladu s Pravilnikom o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Ur.l. št. RS št. 68/03).
- Jeklenke s tekočimi plini morajo biti skladiščene na za to posebej urejenem skladišču. Polne jeklenke morajo biti ločene od praznih. V času uporabe jeklenke morajo biti pritrjene na vozičku v pokončni legi tako, da njihova prevrnitev ni možna.
- Varilska dela lahko opravljajo samo za to usposobljeni delavci. V kolikor se varilska dela opravljajo v conah nevarnosti oz. v prostorih, v katere lahko pride do koncentracije eksplozivnih plinov, si je potrebno pred začetkom varjenja ali plamenskega rezanja pridobiti dovoljenje tehničnega vodje ali službe varstva pri delu.

9.7. Dela, pri katerih se pojavljajo požarno in zdravju škodljivi plini, tekočine itd.

Ob vrtanju, kjer je lahko pojavijo zadušljivi, strupeni in gorljivi plini ali tekočine, se mora izven mesta ogroženosti organizirati postaja za varstvo pred plini (54. člen Pravilnika o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Ur.l. št. RS št. 68/03 – popr., 65/06 in 61/10 – ZRud-1).

Pri delih, kjer obstaja nevarnost nastajanja in razširjanja škodljivih oz. nevarnih hlapov, praha in dima, se je potrebno pridrževati vseh predpisov, ki se nanašajo na varno delo z nevarnimi snovmi.

Pri pripravi (mešanju) izplake, je potrebno obvezno zaščititi dihalne organe s predpisano osebno varovalno opremo. Na osnovi geoloških podatkov se pri vrtanju

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 53 od 74

ne pričakujejo vnetljive snovi. V kolikor bi se te pojavile je določiti posebne ukrepe upoštevajoč spodaj navedeno.

Pri vrtanju vrtine Mt-9 je manjša možnost, da se pojavijo nevarnih snovi, kot so:

- Nafta,
- Metan,
- Ogljikov dioksid,
- Žveplovodik.

Navedene snovi imajo različne lastnosti s tem pa tudi predstavljajo različne nevarnosti, zato je potrebno, da so zaposleni seznanjeni z njimi in da upoštevajo varnostne ukrepe.

9.7.1. NAFTA

- **Sestava s podatki o nevarnih sestavinah**

Opis produkta: surovina - mešanica, ki sestoji pretežno iz alifatskih, alicikličnih in aromatskih ogljikovodikov. Vsebuje lahko tudi majhne količine dušikovih, kisikovih ali žveplovih spojin. Ta kategorija vključuje lahke, srednje in težke surove nafte, kakor tudi olja ekstrahirana iz oljnih peskov. Vrelišče ima v intervali 25 - 350 °C.

Videz: temno rjava do rjave ali zeleno črna tekočina.

- **Ugotovitve o nevarnih lastnostih**

Zelo vnetljiva tekočina. Lahko povzroči negativne učinke na centralnem živčnem sistemu. Lahko povzroči poškodbo pljuč, draženje in vnetje kože.

Možna nevarnost trajnih okvar zdravja. Draži oči in dihala. Hlapi v visokih koncentracijah lahko povzročijo draženje oči in sluznice (nos, žrelo). Daljše vdihovanje koncentriranih hlapov lahko povzroči glavobol, vrtoglavico, slabost, zaspanost, nezavest in druge učinke centralnega živčnega sistema, vključujoč tudi smrt (rak). Zelo visoke koncentracije povzročajo že po krajšem času delovanja nezavest.

- **Ukrepi za prvo pomoč**

- Vdihovanje (inhalacija): Če pride do prekomernega vdihavanja hlapov, ponesrečenca prenesti na sveži zrak in takoj poklicati zdravniško pomoč. Tesno obleko je potrebno zrahljati. Če je dihanje nenormalno ali se ustavi, izvajati umetno dihanje in masažo srca. Po potrebi poskrbeti za čisti kisik.
- Stik s kožo in (ali) očmi: V primeru stika s kožo odstraniti vso zastrupljeno obleko in obutev in omočene dele telesa temeljito oprati z vodo in milom vsaj 15 minut. Ponovno porabiti čisto in zlikano obleko.
- Pri kontaktu oči s produktom je potrebno oči 10 do 15 minut izpirati z vodo ob odprtih spodnjih in zgornjih vekah. Poklicati zdravniško pomoč.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 54 od 74

- Zaužitje in pitje: Pri zaužitju ima blago strupeno delovanje. Ne povzročati bruhanje. Osebi, ki je v nezavesti ne dajati skozi usta ničesar. Poklicati je potrebno zdravniško pomoč.
- Produkt v pljučih: Tekoči produkt, ki pride eventualno v pljuča povzroča močno, tudi smrtno vnetje pljuč. Poklicati je potrebno zdravniško pomoč.
- Napotki za zdravnika: Simptomatično in dodatno zdravljenje.

• Ukrepi ob požaru

- Priporočljiva gasilna sredstva: vodna megla, pena, CO₂, gasilni prah. Snov je lažja od vode in netopna v njej. Pri uporabi gasilnega praha in CO₂ obstaja možnost ponovnega vžiga po gašenju. Za hlajenje posod in rezervoarjev uporabiti vodo. Če se razlita tekočina ni vnela uporabiti vodno meglo, da se razpršijo hlapi in zajamči zaščita osebam, ki nameravajo vstopiti na mesto razlitja. Zmanjšati vdihovanje plinov, hlapov in dima produktov razgradnje.
- Nepriporočljiva gasilna sredstva: voda, zemlja ali pesek (omočljivost).
- Posebne nevarnosti: produkti zgorevanja lahko vsebujejo CO₂, CO, SO₂, adepidi in drugi strupeni plini v primeru nepopolnega zgorevanja. Ne vstopati v zaprte in tesne prostore brez ustrezne osebne zaščite.
- Posebna varovalna oprema za gasilce: oprema za dihanje z zadostno količino kisika za nedostopne ali utesnjene prostore. Uporabljati proti požarno opremo, ščitnik za obraz z dihalno napravo.

• Ukrepi ob nezgodnih izpustih

Mestu razlitja se približuj s strani, iz katere piha veter. Mesto razlitja je potrebno vidno označiti. Preprečiti vire razlitja z zapiranjem ventilov ali drugače. Nepoklicane oddaljiti. Razlitje prekrito s peskom, zemlji ali drugim ustreznim absorbentom in odložiti v zaboj za kemijske odpadke. Uporabljati neiskreče orodje. Zmanjševati vdihovanje hlapov in stik s kožo. Goreče izpostavljene posode hladiti z vodo. Preprečiti pronicanje v zemljo in odtekanje v kanale, hudournike itd. Preprečiti vstopanje tekočine v odvodne kanale, vodne tokove in nižine. Obvestiti pooblaščenca, v kolikor produkt lahko vstopi v kanale, vodne tokove in podobno. Razlito količino je potrebno odstraniti (črpanje, sesanje, itd.) in jo prepeljati k pooblaščenemu firmi za uničevanje naftnih odpadkov.

• Nadzor nad izpostavljenostjo (varnost in zdravje pri delu)

- Dobro prezračuj, da ne presežeš MDK hlapov v zraku (350-500 mg/m³ po NIOSH in OSHA standardih).
- Uporabljati proti eksplozijsko opremo za prezračevanje. Ne kadi in ne uporabljaj druge vire toplot ali ognja.
- Uporabljaj naprave za dihanje za nedostopne in utesnjene prostore, če je to potrebno.
- Uporabljaj kemijsko odporne rokavice, če je to potrebno, da se izogneš daljšemu ali ponavljajočemu se stiku s produktom.
- Uporabljaj varovalne naočnike ali ščitnik za obraz, kjer je to potrebno.
- Uporabljaj kemijsko odporen predpasnik ali drugo nepropustno obleko, če je to potrebno, da preprečiš zastrupitev lastne obleke.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 55 od 74

- Ozemljiti in povezati vso transportno in skladiščno opremo, da preprečimo statično elektriko in opremiti z proti povratnimi ventili, tlačno vakuumski čepi in lovilci plamena. Prazne posode lahko vsebujejo ostanke hlapov in so lahko nevarne. Ne pretlačiti, ne rezati, variti, vrtati, brusiti ali kakor koli drugače izpostavljati toploti ali plamenu, ker to lahko povzroči eksplozijo.
- V primerih, kjer koncentracije hlapov lahko presegajo priporočene meje izpostavljanja, se mora uporabiti ustrezen filter za ogljikovodike.
- Zaščita dihalnih poti in dihal : Filter En 371, plinski filter 972 A2 (EN standard).
- Zaščita rok: Zaščitne rokavice EN 374 (umetna guma, Nitril, polivinil alkohol).
- Zaščita oči: Očala s stransko zaščito EN 166-7.2.4, ščitnik za obraz.
- Zaščita kože: Čevlji z odpornim podplatom za ogljikovodike, gumi škornji.
- Ne zaužij. Prepreči stik s kožo. Operi kožo po stiku s produktom. Ne jej, pij ali kadi v delovnem prostoru.

• Fizikalne in kemijske lastnosti

Lastnost	Temperatura	Vrednost	Enota
PH		ni smiselno	
Relativna gostota, 15 °C		0,760-0,920	g/cm ³
Destilacija			
začetek		30	°C
do 350 °C predestilira		80	% (v/v)
Gostota hlapov		1	
Plamenišče		-6 do 30	°C
Temperatura samovžiga		cca. 200	°C
Meje eksplozivnosti		0,6 do 7,5	% v/v
Parni tlak	pri 20 °C	30-60	kPa
Točka tečenja		-30 do 8	°C

• Ekotoksiološki podatki

Giblјivost:	En liter produkta onesnaži 1.000.000 litrov vode.
Razgradljivost:	Snov razgradljiva s kemijskim in biološkimi razgrajevalci (mikro organizmi) v čistilni napravi.
Ekotoksičnost:	Snov nevarna za vodne in talne organizme ter rastline in kopenske živali. Povzroča porabo kisika v vodnem okolju, ima negativen vpliv na vodne rastline. Vpliv na delovanje čistilnih naprav.

• Odstranjevanje

Onesnaženo vodo z ogljikovodiki obdelamo na čistilni napravi - mehanska, kemijska in biološka stopnja ter sežiganje oz. nevtralizacija naftnega mulja

• Transportni podatki

Upoštevati je potrebno RN 10011 veljavnega ADR.
RID/ADR - klasifikacija: Razred 3, št. 3 b.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 56 od 74

Številka nevarnosti: 33.
UN številka: 1268.

- **Zakonsko predpisani podatki (podatki o predpisih)**

- EC razvrstitev: Direktiva sveta EC - 91/155/EC (93/112/EC).
- Uradni list R Slovenije: št. 73/1999, str. 9658.

Oznaka nevarnosti in obvestilo o načinu ukrepanja

H350 Lahko povzroči raka	P312: Ob slabem počutju pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE ali zdravnika
H226 Vnetljiva tekočina in hlapi.	P281 Uporabiti predpisano osebno zaščitno opremo

9.7.2. METAN - zemeljski plin (CH₄)

- **Tehnično varstveni podatki :**

Vrelišče	- 161 °C
Parni tlak v mb	
Tališče	- 182 °C
Relativna gostota hlapov (zrak = 1)	0,55
Specifična teža (voda = 1)	0,415 pri - 164 °C
Vrednost MDK	
Eksplozijsko območje	od 5 do 15 vol. %.
Sposobnost mešanja z vodo	se ne topi

- **Zunanji videz**

Plin brez barve in brez vonja. Lažji od zraka.

- **Primeri uporabe**

Je osnovni sestavni del svetilnega plina. Tvori se v jamah, v kanalih, v vlažnem okolju zaradi gnitja.

- **Nevarnosti požara, eksplozije in druge nevarnosti**

Komprimiran oz. podhlajen utekočinjen gorljiv plin. Vžigna temperatura 595 °C. Pri uhajanju plina se hitro tvorijo velike količine hladne megle in eksplozivnih zmesi, ki so težji od zraka in se razširjajo pri tleh. V plinastem stanju je lažji od zraka, zato se hitro dviga.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 57 od 74

- **Sredstva za gašenje**

Plamena ne smemo gasiti, preden se odprtine ne zapro, sicer obstaja nevarnost eksplozivnih oblakov. Za gašenje majhnih požarov uporabljamo aparate na prah ali ogljikov dioksid, za velike požare razpršen vodni curek.

- **Nevarnosti za zdravje**

Plin v večjih koncentracijah omamlja. Obstaja nevarnost zadušitve zaradi pomanjkanja kisika.

- **Prva pomoč**

Ponesrečenca prenesemo na svež zrak. Tesno obleko zrahljamo. Pri zastoju dihanja mu dajemo do prihoda zdravnika umetno dihanje (kisik).

- **Varnostni ukrepi**

Prezračevanje prostora, izsesavanje iz zgornjih delov prostora, varnostni ukrepi pred statično elektriko, gasilna pregrinjala, zaprte naprave, označiti zasilne izhode, cevovode označiti in na nevarnih mestih omogočiti zapiranje. Redno preizkušanje tesnil. Pri uhajanju plina delovni prostor takoj zapustimo in vstopimo šele z izolacijskim aparatom, kontrola koncentracije plina. Vročih aparatov in peči ne odpiramo, dokler jih ne preprihamo z dušikom, redno kontroliranje nepredušnosti.

Obvezno periodično poučevanje delavcev in potrdila o preizkusih znanja, obdobji zdravniški pregledi.

- **Identifikacijsko število**

U.N. št. : 1971

EGS - smernice: 601-001-004

Oznaka nevarnosti in obvestilo o načinu ukrepanja

H220 Zelo lahko vnetljivi plin.

P210 Hraniti ločeno od vročine / isker / odprtega ognja. Kajenje prepovedano.

P377 Požar zaradi uhajanja plina: ne gasiti, če puščanje plina ni mogoče varno zaustaviti.

P381 Odstraniti vse vire vžiga, če je varno.

P403 Hraniti na dobro prezračenem mestu.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 58 od 74

9.7.3. OGLJIKOV DIOKSID (ogljikova kislina) CO₂

- Tehnično varstveni podatki**

Vrelišče	- 79 °C
Tališče	- 57 °C (pri 0,51 MPa)
Relativna gostota hlapov (zrak = 1)	1,52
Specifična teža (voda = 1)	1,56 kot suhi led
Vrednost MDK	5000 ppm ali 9000 mg/m ³
Sposobnost mešanja z vodo	1 vol. % vode topi pri 20 °C 0,88 vol. % CO v obliki plina

- Zunanji videz**

Plin brez barve in brez vonja, težji od zraka.

- Primeri uporabe**

Uporablja se v gasilnih aparatih kot sredstvo za ohlajevanje in konzervans in za izdelavo karbonatov in mineralne vode.

- Nevarnosti požara, eksplozije in druge nevarnosti**

Nevnetljiv, dušec plin, ki se zaradi lastne teže zbira v jamah, vodnjakih, kanalih; nastaja zaradi procesov gnitja, pomešan z vodikovim sulfidom in amoniakom.

- Nevarnosti za zdravje**

Kontakt s suhim ledom povzroča ozeblino. Vsebnost 4 % CO₂ v zraku povzroča težave kot so glavobol, šumenje v ušesih, omotica. Vsebnost 8 - 10 % povzroča nezavest in smrt.

- Prva pomoč**

Ponesrečenca prenesemo na svež zrak. Tesno obleko zrahljamo. Pri zastoju dihanja mu dajemo do prihoda zdravnika umetno dihanje (kisik). Zamrznjenih delov telesa ne smemo drgniti, ampak jih moramo pokriti s sterilnim povojem.

- Varnostni ukrepi**

Prezračevanje prostora, pri nastajanju večjih količin CO₂ obvezno lokalno izsesavanje, plin se kopiči v kanalih, jamah, zato zavarujemo jaške in kanale, označiti poti za zasilni izhod, vrata in okna za zasilni izhod se morajo odpirati navzven, če plin uhaja iz posod ali cevovodov, moramo takoj zapustiti delovni prostor in ponovno vstopimo (najmanj 2 osebi) z zaščitnim aparatom za dihalne organe na podlagi izolacije; ogljikov dioksid lahko močno reagira z mnogimi snovmi (posebno pri visokih temperaturah), kot npr. amoniakom, etilaminom itd., zato ni univerzalno gasilno sredstvo. Če polnimo tekoči plin v objektu, moramo prostore dobro prezračevati in nivo tal mora biti v nivoju zemlje oz. v višini rampe; zaščitna obleka, rokavice iz usnja ali debelega blaga, pri vstopu v zaprte prostore po potrebi izolacijski aparati.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 59 od 74

Obvezno periodično poučevanje delavcev in potrdila o preizkusih znanja; obdobji zdravniški pregledi.

- **Identifikacijsko število**

U.N. št.: 1013.

EGS - smernice: - 20

Oznaka nevarnosti in obvestilo o načinu ukrepanja

H220 zelo lahko vnetljiv plin.

H304 Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno.

P312 Ob slabem počutju pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE ali zdravnika.

P404 Hranite v zaprti posodi.

P262 Preprečite stik z očmi, kožo in oblačili.

9.7.4. VODIKOV SULFID (žveplovodik) H₂S

- **Tehnično varstveni podatki**

Vrelišče	- 60 °C
Parni tlak v mb	1,9 MPa pri 20 °C
Tališče	- 86 °C
Relativna gostota hlapov (zrak = 1)	1,19
Specifična teža(voda = 1)	7 ppm ali 10 mg/m ³
Eksplozijsko območje	od 4,3 do 45,5 vol. %.
Sposobnost mešanja z vodo	zmerna

- **Zunanji videz**

Brezbarven plin z neprijetnim vonjem po gnilih jajcih.

- **Primeri uporabe**

Uporablja se kot sredstvo proti škodljivcem in v kemičnih analizah.

- **Nevarnosti požara, eksplozije in druge nevarnosti**

Zelo strupen vnetljiv plin. Vžigna temperatura 270°C. Plin tvori z zrakom eksplozivne zmesi. Eksplozijsko območje od 4,3 do 45,5 vol. %.

Nastaja pri gnitju žveplo vsebujočih snovi (čistilne naprave, jame, kanali, stranišča), pri delovanju kislin na kovinske sulfide, v industriji nafte itd. V vlažnem zraku in pri povišani temperaturi najeda skoraj vse kovine, pri tem se tvorijo sulfidi.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 60 od 74

- **Sredstva za gašenje**

Za gašenje majhnih požarov in velikih požarov uporabljamo aparate na prah ali ogljikov dioksid.

- **Nevarnosti za zdravje**

Vodikov sulfid je skoraj tako strupen kot cianovodik. Povzroča izredno močno draženje oči in dihalnih organov (možen pljučni edem). Vrtoglavica, omamljenost in nezavest, do katere lahko pri večjih koncentracijah pride zelo naglo. Koncentracija 700-900 ppm povzroči v nekaj minutah nezavest in zastoj dihanja.

- **Varnostni ukrepi**

Dobro prezračevanje, izsesavanje iz spodnjih delov prostora, plin moramo na mestih nastanka izsesavati, varnostni ukrepi pred statično elektriko, gasilno pregrinjalo, steklenice za izpiranje oči, varnostna prha (pri ravnanju z večjimi količinami, zaprte, ozemljene aparature in lokalno izsesavanje, pri uhajanju plina delovni prostor takoj zapustimo in ponovno vstopimo samo z izolacijskim aparatom; ognje varna zaščitna obleka (obleko, ki je absorbirala plin, takoj zamenjamo) in po potrebi zaščitne rokavice, zaščitna očala ter zaščitna maska s filtrom B (rdeča barva) ali M (rumena barva).

Obvezno periodično poučevanje delavcev in potrdila o preizkusih znanja; obdobji zdravniški pregledi. S : 25 - 7/9 : posode morajo biti tesno zaprte in shranjene v dobro zračenem prostoru.

- **Identifikacijsko število**

U.N. št. 1053

EGS - smernice : 016-001-00-4

- **Prva pomoč**

Oznaka nevarnosti in obvestilo o načinu ukrepanja

H220 zelo lahko vnetljiv plin.

H304 Pri zaužitju in vstopu v dihalne poti je lahko smrtno.

P312 Ob slabem počutju pokličite CENTER ZA ZASTRUPITVE ali zdravnika.

P404 Hranite v zaprti posodi.

P262 Preprečite stik z očmi, kožo in oblačili.

Ponesrečenca prenesemo na svež zrak. Tesno obleko zrahljamo. Pri zastoj dihanja mu dajemo do prihoda zdravnika umetno dihanje (kisik). Takoj pokličemo zdravnika.

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 61 od 74

9.8. Ureditev električnih napeljav

Električne napeljave za pogon strojev in razsvetljavo mora biti izvedena skladno s projektom za električne instalacije in v skladu z Pravilnikom o protieksplzijski zaščiti (Ur.l. RS št. 41/16 s spremembami).

Električni kabli in električni vodniki se morajo zavarovati pred mehanskimi poškodbami. Električne naprave, ki so na prostem, se zavaruje pred vremenskimi vplivi. Sklopke, vtičnice in druge naprave za priklopjanje in odklopjanje toka, morajo biti v omarah na dostopnem mestu in urejene tako, da jih je možno zaklepati. Okolica električnih razdelilnih omaric mora biti vedno čista in dostop v vsakem času prost.

Prenosni stroji na električni pogon, ki se uporabljajo na delovišču, morajo biti v brezhibnem stanju. Po vsakem nalivu ali nevihti je treba izvesti pregled brezhibnost naprav, sponk na motorju in podobno.

Poškodovane gumirane kable ni dovoljeno povijati z izolirnim trakom. Podaljševanje kablov je dovoljeno le s standardnimi elementi. Kabli za podaljšanje morajo imeti enako število in enak presek kot osnovni kabel.

9.9. Razmestitev objektov, priprav in naprav na delovišču vrtine ter postavitve vrtnega postroja

- Razporeditev objektov, strojev in priprav je potrebno izvesti po načrtu postroja, s katerim se bo vrtalo, upoštevajoč cone nevarnosti.
- Bivalni kontejnerji, laboratoriji ter pomožni prostori v katerih se zadržujejo delavci morajo biti zagotovljene normalne mikro klimatske razmere.
- Prostori morajo biti vsaj 2,8 m visoki. Delovni in pomožni prostori morajo imeti odprtine za naravno osvetlitev (okna, zastekljena vrata...). Razporeditev površin in število odprtin mora ustrezati vrsti in zahtevnosti dela, ki se opravlja v takih prostorih.
- Vse kontejnerje, ki služijo zadrževanju delavcev je namestiti tako, da bodo ti v čim manjši meri izpostavljeni hrupu in oddaljeni od vrtine 10% več, kot je višina vrtnega stolpa.

9.10. Odstranjevanje virov hrupa in vibracij

- V delovnih prostorih in pri delovnih pripravah in napravah za vrtanje hrup ne sme presegati dovoljeni nivo za ta dela. Delavci, ki delajo na takih delovnih mestih in s takimi delovnimi napravami in pripravami, ki povzročajo čezmeren hrup, morajo med delom uporabljati osebna varovalna sredstva za zaščito sluha.
- Hrup in vibracije v delovnih prostorih in pri delovnih napravah in pripravah je zmanjšati na najnižjo mero tako, da ne bo presegal s predpisi določene dovoljene vrednosti.
- V primeru, da določene naprave ali faze dela povzročajo povečani hrup, kot je dovoljeni v naravnem oz. bivalnem okolju je take naprave izolirati – ograditi.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 62 od 74

Posamezne faze dela v kolikor to dopušča tehnološki postopek dela pa opravljati v dnevni izmeni.

9.11. Način zavarovanja pred padcem z višine ali v globino

- Delovna ploščad stolpa mora biti izdelana iz trdnega materiala in izvedena tako, da zagotavlja varno delo.
- Če je delovna ploščad 1 m nad tlemi, mora biti ograjena z 1 m visoko ograjo, ki ima pri dnu 0,15 visok robnik in polnila v razmiku 40 cm.
- Med nezavarovanimi premičnimi pripravi, postavljenimi na podaljšku delovne ploščadi stolpa, mora biti najmanj 0,80 m prostega prostora za prehod. Če je širina prehoda manjša, prehod ni dovoljen.
- Železne lestve, postavljene na zunanji strani konstrukcije stolpa za dostop na zgornjo delovno ploščad, morajo biti ustrezno zavarovane. Za dostop na zgornjo delovno ploščad je obvezna raba pasu z uporabo naveze z neprekinjeno vezavo v času vzpenjanja in prehoda na delovno mesto-bino.
- Dostop na delovno ploščad stolpa, ki je dvignjena več kot 3 m od tal, mora biti opremljen z najmanj dvema stopnišči, ki ne smeta biti na isti strani stolpa.
- Stopnišča s 5 ali več stopnicami morajo biti vsaj na eni strani ograjena z varovalno ograjo, stopnišča z 10 in več stopnicami, pa morajo imeti trdno in varno ograjo na obeh straneh. Ograje stopnišč - varovalne ograje morajo biti 1 m visoke s polnili v razmiku 40 cm.
- Stolp na vrtalni napravi mora imeti pripravo za varno spuščanje delavcev iz zgornje delovne ploščadi.
- Okrog rezervoarjev za pripravo izplake mora biti na podestih stabilna ograja.
- V času dostopa na zgornjo ploščad mora ves čas vzpenjanja biti delavec zavarovan pred padcem v globino (varnostni pas z varnostno navezo). V času dela na zgornji ploščadi je delavec nenehno privezan z varnostnim pasom.

9.12. Osebna varovalna oprema

- Delavci imajo pravico in obvezo do uporabe dodeljene osebne varovalne opreme in sredstev, če nevarnosti pri delu ni mogoče odpraviti z tehničnimi ali drugimi varstvenimi ukrepi.
- Tehnična varstvena oprema, od katere je odvisna varnost delavcev, se mora periodično preskušati z namenom, da se ugotovi njena brezhibnost. O preizkusih je potrebno voditi evidenco.
- Delavca, ki odkloni uporabo osebne varovalne opreme in s tem ogroža svoje zdravje in varnost sodelavcev, ga mora odgovorni vodja odstraniti z delovišča.

9.13. Požarna varnost

- Vsi stalno in začasno zaposleni na delovišču morajo uresničevati ukrepe za varstvo pred požarom, ki jih predpisuje Zakon o varstvu pred požarom (Ur. list RS št. 03/07).

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 63 od 74

- Vsak delavec je dolžan takoj sporočiti vsako pomanjkljivost oz. neposredno nevarnost, ki grozi z izbruhom požara svojemu predpostavljenemu, ki pa mora poskrbeti, da se nevarnost požara takoj prepreči.
- Kdorkoli požar opazi, ga je dolžan pogasiti, če to lahko stori brez nevarnosti zase in za sodelavce.
- Za javljanje požara mora na delovišču biti zagotovljena telefonska ali UKV zveza.
- Prostor, kjer je kajenje dovoljeno, mora biti označen ter zračen in mora biti izven cone požarne nevarnosti oziroma delovišča.
- Za izvajanje požarne preventive je na delovišču vrtine odgovoren vodja vrtalne garniture.
- V primeru nevarnosti požara se morajo vsi zaposleni angažirati za njegovo gašenje, reševanje ljudi in premoženja.
- V primeru, da sami tega ne more storiti, je vodja izmene dolžan prijaviti požar Centru za obveščanje 112 in policiji 113.
- Za gašenje začetnih požarov na vrtini, so na delovišču nameščeni ročni in prevozniki gasilni aparati, s katerimi lahko gasimo vse vrste požarov.
- Na vrtini morajo biti nameščeni : S - 9 kg , S-50 kg ter CO2 5 kg gasilni aparati.
- Vsi gasilni aparati morajo biti nameščeni kot je to določeno z požarnim načrtom ter na vidnih dostopnih mestih.
- Ročni gasilni aparati morajo biti nameščeni na nosilcih, glava aparata od tal dvignjena 1,2 m. Aparati morajo biti pregledani in vzdrževani kot to določa proizvajalec.
- Za zaščito in gašenje eventualnega požara na vrtini, mora biti zagotovljena zadostna količina požarne vode, t.j. za gašenje 30 minut.
- Za zagotovitev gasilne vode je ob vhodu na delovišče vrtine namestiti 20 m³ rezervoar s torc priključki premera 110 mm (»A« spojka).

Za začetno gašenje je po požarnem redu zadolžen vodja izmene in njegov namestnik.

9.14. Varstvo okolja

Dela pri vrtanju vrtine je opravljati tako, da ne pride do onesnaževanja tal, vode in zraka.

9.15. Zaščita tal

Za zagotovitev ustrezne zaščite tla pred onesnaževanjem, se mora celotno delovišče vrtine urediti tako, da v primeru morebitnega razlitja nevarne snovi, ta ne bodo onesnažila širše okolice.

Tla delovišča morajo biti izdelana iz nepropustnega materiala z blagim nagibom v zbirni jašek. Pod vsemi delovnimi stroji, kjer bi lahko prišlo do iztekanja olja, goriva ali podobno, je nujno namestiti lovilne posode in organizirati njihovo čiščenje ter vodenje evidence. Izpod vseh odlagališč kakršnih koli kemikalij, ki se bodo uporabljale pri

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 64 od 74

vrtanju, je nujno namestiti nepropustno folijo, ki mora na svojih koncih biti dvignjena vsaj 0,1 m.

9.15.1. Zaščita vode

Za zavarovanje podtalnice mora izvajalec del zagotoviti neoporečne delovne naprave, ki ne bodo onesnaževale okolice. Kot dodatni ukrep mora izvajalec del zagotoviti sredstva in opremo, s katerimi je možno odstraniti in pobrati eventualno razlite nevarne snovi, še preden te pridejo v kontakt z vodo.

Na zalogi je treba imeti zadostno količino primernih absorberjev in posode za odlaganje razlitih snovi in kontaminiranih absorberjev.

9.15.2. Zaščita zraka

Pri vrtanju vrtin oz. del na vrtinah je izvajalec del dolžan zagotoviti stroje, ki zaradi svojega delovanja ne bodo onesnaževali okolice. V primeru, da je pri vrtanju vrtin prišlo do nekontroliranega izhajanja povečanih količin vnetljivih ali strupenih plinov (CH₄, H₂S ali CO₂) je izvajalec dolžan ukrepati kot je določeno v operativnem načrtu za ukrepanje v primeru izrednih dogodkov (erupcije).

9.16. Organiziranje prve pomoči na delovišču

- Na delovišču mora biti nameščena postaja za varstvo pred plini.
- Postaja mora biti opremljena z, instrumenti za ugotavljanje plinov, zaščito dihal in nudenje prve pomoči ter oprema za oživljanje in nosila.
- Na delovišču mora biti zagotovljeno nudenje prve pomoči ponesrečenim delavcem.
- Na delovišču mora v vsaki izmeni biti vsaj dve osebi, ki sta strokovno usposobljeni nuditi prvo pomoč in reševanje – delo z dihalnim aparatom.
- Delovišče mora biti opremljeno z omarico za prvo pomoč oz. s torbo.
- Omarica oz. torba za prvo pomoč mora biti opremljena s seznamom vsebine opreme in s seznamom delavcev, ki so usposobljeni za nudenje prve pomoči ter telefonska številka najbližje zdravstvene ustanove in pooblaščenega zdravnika in centra za obveščanje in informiranje. Imena in številke morajo biti navedene na vratih omarice ali prvi strani torbe za prvo pomoč.
- V vsaki izmeni v času vrtanja ali opravljanja del kjer bi lahko prišlo do izrednega dogodka morata biti vsaj dva delavca, ki sta usposobljena ukrepati z izolacijskimi aparati ter vesta nuditi prvo pomoč.
- Usposobljenost in opremljenost delavcev za delo z izolacijskimi aparati mora biti v skladu z navodili za delo .

9.17. Reševanje in namestitev opreme za umik in uporaba

Izvajalec del mora zagotoviti ustrezne naprave za umik in reševanje, ki omogočajo

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 65 od 74

delavcem v primeru nevarnosti takojšen in varen umik z delovnega mesta. Delavci morajo biti usposobljeni za ustrezno ravnanje in za izvajanje posebnih ukrepov v primeru nevarnosti kot so:

- erupcija nafte ali termomineralne vode,
- požar,
- pojava plinov kot so: metan, žveplo vodik ali ogljikov dioksid.

Za preprečitev erupcije je pred pričetkom vrtanja na ustje vrtine namestiti primeren anularni preventer za zapiranje vrtine, ki se aktivira s pomočjo hidravlične naprave (koomey). V primeru erupcije je izvajalec rudarskih del dolžan ukrepati, kot je to opredeljeno v Navodilih za varno delo v primeru nekontroliranega izbruha (erupcije).

Za zagotovitev požarne varnosti pri delu se sme uporabljati le ne vnetljive snovi in materiale. Tam kjer se uporaba te materialov ne da nadomestiti pa je z njimi ravnati tako, da ne pride do vžiga. V primeru, da je prišlo do vžiga oz. požara je treba ukrepati kot je to določeno z Požarnim redom in navodili. Za ukrepanje v primeru začetnega požara morajo biti zagotovljena primerna gasilna sredstva in oprema. Zagotovljen mora biti tudi možnost klica centra za obveščane.

Za zaščito pred eventualno izhajajočimi plini je na delovišču vrtalne garniture dovoljeno uporabljati opremo, ki ne bo povzročila vžiga oz. požara ter zaščitila delavce pred zastrupitvijo oz. zadušitvijo. Da bi lahko nadzorovali eventualno prisotnost nevarnih plinov je na delovišču oz. v plinski postaji izvajalec del dolžan razpolagati z merilcem plinov, s katerim je možno zaznati spodnjo mejo nevarnosti naslednjih plinov: metan, žveplo vodik ali ogljikov dioksid. V primeru, da koncentracija plinov preseže zgornjo dovoljeno mejo je ob izvajanju tehničnih ukrepov nujno uporabljati sredstva za zaščito dihal kot so zaščitne maske s primernimi filtri. Ob večji prisotnosti plinov oziroma ko pade kisik izpod 17% je uporabljati izolacijske dihalne aparate. Izolacijski dihalni aparati, ki so nameščeni v plinski postaji so napolnjeni z komprimiranim (stisnjenim) zrakom in z njim lahko delamo cca 30 min.

Za reševanje oz. umik iz delovnega mesta na zgornji delovni mizi je nameščena naprava – voziček s pomočjo katerega se v primeru potrebe lahko delavec spusti po jekleni vrvi na tla v neogroženo območje.

Na delovišču mora biti nameščen merilec vetra s katerim je možno zaznati tudi smer vetra.

9.18. Postopki, ki se morajo izvajati v nujnih primerih

Pri vrtanju vrtine se lahko pričakujejo prisotnost požarno nevarnih to je vnetljivih ali zdravju nevarnih plinov. Glede na to, da se lahko pojavi prisotnost vnetljivih ali strupenih plinov je potrebno pripraviti delovišče in samo vrtalno postrojenje tako, da v primeru nepredvidenega dogodka lahko pravilno in varno ukrepamo.

Ob dogodkih, kot so:

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 66 od 74

- nagla izguba izplake,
- lom vrtalnega drogova,
- pojava vnetljivih plinov ali nafte,
- pojava strupenih ali dušljivih plinov,
- nezgoda oz. poškodba delavca in
- vsi drugi dogodki, ki niso opisani v projektu ali navodilih.

Ob nastanku bilo katerega nepredvidenega dogodka je o tem potrebno takoj obvestiti vodjo izmene le ta vodjo vrtalne garniture, ki na osnovi ugotovljenega stanja ukrepa kot je to določeno z posameznimi navodili.

O izrednih dogodkih vodja vrtalne garniture takoj obvesti tehničnega vodjo podjetja izvajalca del. V primerih, da je pri nepredvidenem dogodku prišlo do poškodbe delavca je poškodovanemu takoj nuditi prvo pomoč in ga napotiti v zdravstveno ustanovo. V primeru, da zaradi nepredvidenega dogodka obstaja nevarnost nastanka požara je treba nemudoma prenehati z nadaljnjim delom in pristopiti k reševanju nastale situacije v skladu z navodili o zapiranju vrtine. Pri eventualnem požaru se takoj obvesti center za obveščanje in alarmiranje. Delavci morajo biti seznanjeni o možnostih nastanka nepredvidenih dogodkov, o opremi, ki je nameščena za preprečitev, njenem delovanju in vzdrževanju. Pred pričetkom del morajo angažirani izvajalci del biti praktično poučeni o izvajanju postopkov v nujnih primerih.

9.19. Poučitev delavcev o varnem načinu dela

- Pred začetkom del je delavce potrebno seznaniti z navodili za varno delo s posameznimi napravami, katerih se delavci pri izvrševanju nalog morajo pridrževati.
- Zaradi zagotavljanja, da ostane osebje v celoti seznanjeno z varnim načinom dela in postopki ravnanja v primeru nesreče, je potrebno redno organizirati vaje za usposabljanje. Čas teh vaj določi izvajalec del v skladu s potrebami.
- Za vse nove operacije oz. zmeraj, ko pride na delovišče večje število novega osebja, ki ni seznanjeno z ukrepi, je opraviti prav tako usposabljanje oz. vajo.
- Strogo je prepovedano odstranjevanje varnostnih naprav na posameznih strojih oz. delovnih sredstvih. Obvezna pa je uporaba osebne varovalne opreme. Nezanesljivo varnostno opremo je treba zamenjati.
- Vsi zaposleni na delovišču vrtine morajo opraviti preizkus znanja teoretično in praktično iz varstva in zdravja pri delu ter požarne varnosti enkrat letno.

9.20. Posebne pravice in obveznosti delavcev ter uveljavljanje pravice do varstva in zdravja pri delu

Delavec ima na delovišču naslednje pravice iz varnosti in zdravja pri delu:

- da se mu zagotovi in da uporablja sredstva in opremo za osebno varnost pri delu,

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 67 od 74

- da ga predpostavljeni praktično pouči o varnem delu za izvršitev zastavljenih nalog ob razporeditvi na delovno mesto, pa tudi med delom, če to delovne razmere zahtevajo,
- da odkloni delo, če mu grozi neposredna nevarnost poškodb ali zdravstvenih okvar tako dolgo, dokler se ne izvedejo ustrezni varstveni ukrepi.

Delavec ima na svojem delovnem mestu naslednje obveznosti iz varstva pri delu:

- svoje delo mora opravljati tako, da ne ogroža svojega zdravja in življenja ter zdravja in življenja svojih sodelavcev,
- pri delu mora uporabljati varstvene naprave ter sredstva in opremo za osebno varnost in z njimi pazljivo ravnati ter skrbeti za njihovo brezhibnost,
- pred razporeditvijo na delo se mora seznaniti s predpisi o varstvu pri delu, z normativi, z organizacijo in z uporabo sredstev varstva pri delu. Med delom pa mora nenehno dopolnjevati znanje iz varstva pri delu,
- da vsako nesrečo, ki se mu zgodi na delu ali v zvezi z delom, takoj prijavi neposrednemu vodji del,
- da se odstrani z delovišča, če to zahteva oseba odgovorna za vodenje in nadzor, kadar ugotovi, da ni pogojev za varno delo, posebej, če je delavec pod vplivom alkohola, psihično moten in bi njegova prisotnost predstavljala nevarnost za zdravje njega in sodelavcev in če odkloni uporabo osebne varovalne opreme,
- da se udeleži zdravstvenega pregleda in dati zdravstveni službi točne podatke o svojem zdravju, posebej, če je bolen take narave, da se ob zdravstvenem pregledu ne da ugotoviti, ima pa lahko posledice za varnost na delovnem mestu. O ugotovitvah zdravnika o omenjeni delovnih sposobnosti mora seznaniti nadrejenega delavca.

9.21. Odgovornosti in zadolžitve za posebne naloge v primeru nevarnosti

Ob pričetku dela na delovišču mora izvajalec rudarskih del zagotoviti, da je določena odgovorna oseba, ki skrbi, da so upoštevani vsi predpisi, ki se nanašajo na varnost in zdravje pri delu, požarno varnost in varstvo okolja. Odgovorne osebe morajo biti posebej usposobljene in kvalificirane v skladu s predpisi o rudarstvu. Odgovorne osebe pri vrtanju geotermalne vrtine so:

- Tehnični vodja,
- Delovodja rudarskih del,
- Vodja izmene,
- Vodja projekta za vrtino Mt-9.

Vrtanje vrtine se izvaja v skladu z rudarskim projektom. V primeru nevarnosti odgovorne osebe ukrepajo v skladu z posredovanimi navodili za varno delo ter navodili, ki jih prejmejo od svojih nadrejenih, ki so zgoraj navedeni.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 68 od 74

9.22. Sanitarne naprave in pomožni prostori na delovišču

- Na delovišču je zagotoviti kontejner za počitek delavcev, garderobo z garderobnimi omarami-za vsakega delavca po dve omari ter jedilnico.
- Na delovišču je zagotoviti sanitarni kontejner.
- Pomožni in sanitarni prostori na delovišču morajo biti izvedeni in vzdrževani tako, da ustrezajo osnovam higienskega minimuma. V primeru, da na delovišču opravljajo delo tudi ženske je zagotoviti ločeni sanitarni kontejner.
- Vse prostore je treba redno čistiti in prezračevati, ki morajo biti ogrevani oz. osvežitev.
- Vsem zaposlenim mora biti na razpolago topla voda.
- Za zaposlene je zagotoviti pitno vodo in druge primerne napitke.

9.23. Možni vplivi nameravanega posega v okolje in varstvo okolja

• Emisija onesnaževal v zrak

Med vrtanjem vrtine in v času obratovanja se ne pričakuje emisija onesnaževal v zrak.

• Emisija toplogrednih plinov

Med izvajanjem rudarskih del obratovalni stroji (dizel motor vrtalne garniture, izplačne črpalke) proizvajajo minimalne količine toplogrednih plinov (metan, ogljikov dioksid) ki so zanemarljive in v dovoljenih zakonskih mejah.

V varnostne namene se med izvajanjem rudarskih del emisije toplogrednih plinov merijo z merilnimi napravami nameščenimi na več lokacij na delovišču in v primeru nedovoljenih koncentracij se oglašča alarm kot opozorilo za ustrezno varnostno ukrepanje v skladu z varnostnimi navodili izvajalca del in ustreznimi zakonskimi predpisi.

Med vrtanjem se ne pričakuje pojav toplogrednih plinov na ustju vrtine ker je vrtna polna z izplako katera onemogoča izhajanje plinov iz vrtine med izvajanjem rudarskih del.

Ustje vrtine bo med vrtanjem opremljeno s sistemom zapiranja medprostorja, kar bo preprečilo negativne vplive možne akumulacije plinov v okolje.

Med obratovanjem procesa reinjekcije in energetske izrabe vode z odvzemom toplote, emisij toplogrednih plinov ne bo, ker bo termomineralna voda v procesu reinjekcije potovala po zaprtem cevnem sistemu in bo vračana v proizvodne vodonosnike.

• Emisija snovi v vode

Voda, načrpana tekom reinjekcijskega poizkusa iz reinjekcijske vrtine, se bo po ohlajanju predvidoma izpuščala razpršeno po obstoječih odvodnih jarkih če bo analiza vzorca vode odvzetega med inicialnim črpalnim preizkusom pokazala da so

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 69 od 74

parametri onesnaženosti načrpane vode pod dopustno mejo, ki jo določajo predpisi s področja varstva okolja. V nasprotnem primeru bo izvajalec del moral organizirati odvoz vode s strani pooblaščenega podjetja ali bo ustrezno očiščena pred iztokom v vodotoke. Pri izpustu se bodo spremljale količine vode, temperatura in kemične analize ter vsebnost plinov v vodi.

Črpalni preizkus na črpalni vrtini in nalivalni preizkus na reinjekcijski vrtini sta nujna za pridobivanje hidrogeoloških karakteristik telesa podzemne vode na mestu odvzema in tehnoloških karakteristik vrtin. Ti podatki bodo ključnega pomena za učinkovito delovanje sistema črpanja in reinjektiranje termomineralne vode.

Meteorne vode z delovišča bodo zbirane v obodnem jašku delovišča in se bodo z evaporacijo uparile v ozračje, ali očiščene skladno s predpisi z varstva okolja odvajale oziroma pronicale v tla.

Med izvajanjem del na vrtini in med črpalnim in reinjekcijskim preizkusom bodo dela izvajana v skladu z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15), v skladu z Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015 in 76/17) in z vso veljavno zakonodajo ter predpisi za zaščito voda.

• **Odlaganje/izpust snovi v tla**

Med rudarskimi deli razen cirkulacije izplake na glineni in gipsni osnovi v vrtini v času izgradnje vrtine, v okolici vrtine in v vrtini ni predvideno odlaganje ali izpust snovi v tla. Za procesne posode in dele naprav, ki vključujejo različne snovi in kemikalije bo izvedena zaščitna podlaga (postavitve AB betonskih plošč, lovilnih skled) in odvajanje s teh in ostalih manipulativnih površin bo izvedeno čez ločilec zaoljenih tekočin ali čez rezervoar tehnološke kanalizacije.

Predvideni so standardni lovilniki olj v skladu s standardom SIST EN 858 (povsod tam, kjer je vgraditev lovilnika olj predpisana).

Za začasno skladiščenje kemikalij, ki se bodo uporabljale med izvajanjem rudarskih del, bo pripravljeno predpisano pokrito odlagališče s neprepustno podlago in s kontroliranim odvajanjem vode. Izplačna jama za začasno skladiščenje izplake bo ustrezno zavarovana s vodotesno folijo za preprečevanje izliva izplake v tla. Med obratovanjem ni predvideno odlaganje snovi na lokaciji vrtine. Izpusta snovi v tla ne bo.

• **Nastajanje odpadkov**

V času izvajanja rudarskih del bo nastajal odpadni material (navrtanine pomešane z izplačno tekočino), ki se bo začasno zbiral v za ta namen pripravljeni vodotesni izplačni jami in odvoz ter odlaganje odpadnega materiala bo zagotovil pooblaščen zbiralec tovrstnih odpadkov, ki bo po analizi odvzetega vzorca za prevzeti odpad izdal evidenčni list skladno z Uredbo o odpadkih (Ur.l. RS, št. 37/15 in 69/15).

Med obratovanjem ne bodo nastajali odpadki ker je predviden zaprti obratovalni sistem v katerem bo pridobljena termomineralna oda po cevnem sistemu vračana v vodonosnike.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 70 od 74

- **Hrup**

Med izvajanjem rudarskih del je predviden hrup v zakonski dovoljenih mejah. V času vrtanja se meri raven hrupa na delovnem mestu in okolju. V primeru da pri rudarskih delih prihaja do prekoračitve se ta zmanjša s primernim varnostnimi ograjami in zasloni.

Med obratovanjem ne bo povečanega hrupa v okolju.

- **Radioaktivno sevanje**

Med izvajanjem del in po končanih delih ne bo radioaktivnega sevanja v okolje.

- **Elektromagnetno sevanje**

Med izvajanjem del in po končanih delih ne bo elektromagnetnega sevanja v okolje.

- **Sevanje svetlobe v okolico**

Med izvajanjem del in po končanih delih ne bo sevanja svetlobe v okolico. Razsvetljevalni stolpi na delovišču imajo rumeno svetlobo in so postavljeni na stebre tako da je usmerjena svetloba poševno na tla za osvetlitev delovišča in ne presega 100 lux. Vrtalni stolp je razsvetljen z delovno razsvetljavo rumene svetlobe katere nima sevalnega svetlobnega vpliva v okolico.

- **Segrevanje ozračja/vode**

Med izvajanjem del in po končanih delih ne bo segrevanja ozračja in vode.

- **Smrad**

Med izvajanjem rudarskih del in po končanih delih ne bo povzročen smrad.

- **Vidna izpostavljenost**

Med izvajanjem rudarskih del bo viden vrtalni stolp in varnostna ograja delovišča. Na vrhu stolpa bo nameščena rdeča opozorilna luč.

- **Vibracije**

Med izvajanjem rudarskih del in po tem ne bo vibracij, ki bi vplivale na tla ali okolico.

- **Sprememba rabe tal**

Sprememba rabe tal bo samo v času izvedbe pripravljalnih gradbenih del za pripravo delovišča vrtalne garniture in med izvedbo vrtalnih del ter med izvedbo črpalnega in nalivalnega preizkusa.

Po končanih delih bo okolica vrtine sanirana in bo urejena v stanje kakšno je bilo pred izvajanjem rudarskih del.

Ostalo bo samo AB jašek vrtine dimenzij 3 x 2 m = 6 m² ki bo zavarovan z varnostnim pokrovom in pristopna ploščadi površine ca 15 m².

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 71 od 74

- **Sprememba vegetacije**

Rudarska dela in uporaba vrtine za reinjekcijo ne bodo vplivala na spremembo vegetacije v okolju.

- **Eksplוזija**

Med izvajanjem rudarskih del in po tem ni pričakovati vnetljivih in eksplozivnih snovi, ki bi vplivale na tla ali okolico. Ves čas izvajanja rudarskih del se bo vršilo meritve o eventualni prisotnosti plinov.

- **Fizična sprememba/preoblikovanje površine**

Z izvedbo del ne bo fizičnih sprememb in preoblikovanja površine.

- **Raba vode**

Raba vode je predvidena v času izvajanja črpalnega in nalivalnega preizkusa in za preskrbo delovišča za izdelavo izplačne tekočine in za pranje.

- **Varstvo kulturno – zgodovinskih objektov**

Pred pričetkom rudarskih del si je od pristojnih inštitucij potrebno pridobiti soglasje, da na predvidenem prostoru ni takih objektov ali, da z predvidenim delom ti ne bodo ogroženi. V kolikor izvajalec del v času izvajanja del naleti na arheološke sledi je dolžan o tem obvestiti pristojne organe Ministrstva za kulturo. Vsi posegi v bližini znanih ali neznanih arheoloških lokacij morajo biti zavarovani.

- **Poljedelstvo**

Pri projektiranju tras plinovodov in drugih rudarskih objektov se je izogibati trajnih nasadov in večjih obdelovanih površin. Cevovodi naj bodo speljani po robovih parcel. Od osi cevovodov 5 m z ene in 5 m z druge strani je prepovedano saditi rastline katerih korenine segajo globlje od 1 m. Nad cevovodi ni dovoljeno obdelovati zemljo, ki zahteva obdelavo globlje kot 0,5 m.

- **Gozdarstvo**

Za pristop do rudarskih objektov čim več koristiti že obstoječe gozde poti. Pri izgradnji rudarskih objektov in izkoriščanju geotermičnega energetskega vira je potrebno posebno pozornost posvetiti rokovanju z delovnimi stroji, ki iskrijo, da nebi prišlo do gozdnih požarov.

- **Lovstvo in ribolovstvo**

Vzpostaviti dogovor s pristojnimi lovskimi družinami o načinu varovanja divjadi in premestitvi krmišč in stojišč na druga mesta. Določiti poti znotraj lovišča po katerih se lahko gibljejo delavci.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 72 od 74

Za vse možne izredne dogodke, ki bi lahko povzročili kakršno koli onesnaženje se izdelava pred pričetkom del varnostni načrt in načrt zaščite in reševanja.

Vpliv reinjekcijske vrtine Mt-9 na energetska infrastrukturo, vodovarstveno območje in kulturno dediščino je prikazana v prilogah 13, 14, in 15.

10. DOKAZILA O CERTIFICIRANI STROJNI IN ELEKTRIČNI OPREMI ZA IZVEDBO RUDARSKIH DEL V SKLADU Z VELJAVNIMI DOMAČIMI IN TUJIMI STANDARDI

Skladno z veljavno rudarsko zakonodajo: Zrud-1 in Pravilnik o zahtevah za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu in tehničnih ukrepih za dela pri raziskovanju in izkoriščanju mineralnih surovin z globinskim vrtanjem (Uradni list RS, št. 68/03, 83/03 – popr., 65/06 in 61/10 – ZRud-1) člen 47. vsa oprema ki se uporablja za vrtanje globoke vrtine mora biti certificirana po ustreznih veljavnih standardih, ki se nanašajo na določeno napravo ali pripravo ali njeno tehnično izvedbo oziroma postopek, za katerega je bil izpeljan predpisan postopek odobritve in objave po predpisih nacionalne ali mednarodne standardizacijske ustanove. Pri uveljavljanju standardov po tem predpisu se uporabljajo po vrsti standardi SIST, evropski standardi, standardi ISO, standardi DIN in drugi.

 Petrol Geo, proizvodnja ogljikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 73 od 74

PRILOGE:

- Priloga 1:** Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah
- Priloga 2:** Osnovni pokazatelji za izgradnjo reinjekcijske vrtine Mt-9
- Priloga 3:** Predvideno tehnično stanje v vrtini Mt-9 po končani izgradnji
- Priloga 4:** Oprema ustja vrtine Mt-9 za vrtnanje od 0-200 m
- Priloga 5:** Izračun notranje obremenitve zaščitnih cevi premera 339,7 mm (13 3/8")
- Priloga 6:** Izračun zunanje obremenitve zaščitnih cevi premera 339,7 mm (13 3/8")
- Priloga 7:** Izračun natezne obremenitve zaščitnih cevi premera 339,7 mm (13 3/8")
- Priloga 8:** Oprema ustja vrtine za usmerjeno vrtnanje od 200,0 m do približne končne globine 1093,0 m
- Priloga 9:** Izračun notranje obremenitve zaščitnih cevi premera 244,5 mm (9 5/8")
- Priloga 10:** Izračun zunanje obremenitve zaščitnih cevi premera 244,5 mm (9 5/8")
- Priloga 11:** Izračun natezne obremenitve zaščitnih cevi premera 244,5 mm (9 5/8")
- Priloga 12:** Končna oprema ustja vrtine Mt-9
- Priloga 13:** Vplivno območje reinjekcijske vrtine Mt-9 na energetska infrastrukturo
- Priloga 14:** Vplivno območje reinjekcijske vrtine Mt-9 na vodovarstveno območje
- Priloga 15:** Vplivno območje reinjekcijske vrtine Mt-9 na kulturno dediščino

 Petrol Geo, proizvodnja oglikovodikov d.o.o.	IZGRADNJA REINJEKCIJSKE VRTINE Mt-9	Številka projektne naloge:	2/2019
		Izdelovalec:	Petrol Geo d.o.o.
		Številka strani:	Stran 74 od 74

11. LITERATURA

Atanckov, J., Rižnar, I., Lapanje, A., Šram, D., Rman, N. 2019. *Geološke strokovne osnove za izvedbo reinjekcijske vrtine Mt-9 v Moravskih Toplicah*. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

Kralj, P., 1993. *Hidrodinamične značilnosti geotermalnega sistema Termal I na širšem območju Murske Sobote*. Rudarsko-metalurški zbornik, 40, 1/2, str. 169-174.

Kralj, P., 1999a. *Murska Sobota - koncept večnamenske rabe geotermalne energije*. V: Geotermalna energija- islandske in slovenske izkušnje. Ljubljana, Ministrstvo za znanost in tehnologijo, str. 167-174.

Kraljič, M., Torhač, E., Horn, B., Kerčmar, J. in Tot, J., 2012. *Analiza geotermalnih virov v Moravskih Toplicah*. Nafta Geoterm.

Pezdič, J., Vižintin, G., Gerič, N., and Verbovšek, T., 2006, Dependence between exploitation, recharge and pollution sensitivity of the deep aquifers: case study in Pomurje, Slovenia, Proceedings (electronic), GIRE3D: Marrakech, p. 1-6.

Tóth, G., Muráti, J., Rajver, D., Lapanje, A., Nádor A. 2011. *Geotermični konceptualni model*. Ljubljana, Budimpešta: T-JAM, 2011. 43 str.

Vižintin, G., 2010, Hidrogeološko poročilo za vrtino Fi-14 (Končno poročilo) = Hydrogeological report on borehole Fi-14 (Final report): Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Archive GeoZS.

Vižintin, G., and Vukelič, Ž., 2005, Hidrogeološko poročilo za vodni vir geotermalne vode iz vrtine Do-1g = Hydrogeological report for thermal water source from well Do-1g Ljubljana, Faculty of Natural Sciences and Engineering, Archive GeoZS.

Vižintin, G., Vukelič, Ž., and Vulić, M., 2008, Monitoring the geothermal potential of deep Tertiary aquifers in north-east Slovenia using old abandoned oil and gas wells, Proceedings (printed), 2nd International Symposium Mining Energetic: Tara, p. 39-52.

Žlebnik, L., 1975, Termalne in termomineralne vode v Prekmurju in Slovenskih goricah = Thermal and thermomineral waters in Prekmurje and Slovenske gorice: Radenski vestnik, v. XIV, p. 25-35.

Žlebnik, L., 1976, Pregledno hidrogeološko poročilo o nahajališču mineralne vode v Radencih = An overview hydrogeological report on mineral water site in Radenci: Ljubljana, GeoZS, Archive GeoZS, p. 1-22.

Žlebnik, L., 1978, Terciarni vodonosniki v Slovenskih goricah in na Goričkem = Tertiary aquifers in the Slovenske gorice and Goričko hills (<http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=477>): Geologija, v. 21, p. 311-324.