



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
RUDARSKI FAKULTET PRIJEDOR



ANALIZA LIKVIDACIJE I KONZERVACIJE NAFTNIH I GASNIH BUŠOTINA

MASTER RAD

Mentor:

Doc. dr Miroslav Crnogorac

Kandidat:

Nikola Dubajić

Prijedor, oktobar 2024.



UNIVERSITY IN BANJOJ LUCI
FACULTY OF MINING PRIJEDOR



ANALYSIS OF LIQUIDATION AND CONSERVATION OF OIL AND GAS WELLS

MASTERS DISSERTATION

Mentor:

Doc. dr Miroslav Crnogorac

Candidate:

Nikola Dubajić

Prijedor, october 2024.

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI

PODACI O AUTORU ODBRANJENOG MASTER RADA

Ime i prezime autora master rada: Nikola Dubajić

Datum, mesto i država rođenja autora: 11.02.1989. Zrenjanin, Srbija

Naziv završenog fakulteta autora i godina diplomiranja: Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 2016.

Akademsko zvanje koje je autor stekao odbranom master rada: Master rudarstva

Naziv fakulteta na kojem je master rad odbranjen: Rudarski fakultet, Prijedor

Naslov master rada i datum odbrane: Analiza likvidacije i konzervacije naftnih i gasnih bušotina

Naučna oblast master/magistarskog rada prema CERIF šifrniku: T340 Rudarstvo

Imena mentora i članova komisije za odbranu master rada:

1. Doc. dr Ljubica Figun, predsednik komisije;
2. Doc. dr Miroslav Crnogorac, mentor;
3. Doc. dr Alena Zdravković, član komisije.

U Prijedoru, dana: 25.10.2024.

Dekan:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OSNOVNA ZAKONSKA REGULATIVA ZA IZVOĐENJE RADOVA	2
2.1. TRAJNA OBUSTAVA RADOVA	3
2.2. PLANIRANA TRAJNA OBUSTAVA RADOVA	3
2.3. SANACIJA I REKULTIVACIJA	4
2.4. PRIMER SADRŽAJA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	4
3. PROJEKTNI ZADACI ZA RADOVE NA KONZERVACIJI I LIKVIDACIJI BUŠOTINE	6
3.1. ODLUKA ZA KONZERVACIJU BUŠOTINE	7
3.2. TEHNIČKI PODACI O BUŠOTINI	7
3.3. OBRAZLOŽENJE SA ANALIZOM REZULTATA BUŠENJA I ISPITIVANJA	7
3.4. ANALIZA REZULTATA I ODLUKA	10
3.5. ZAVRŠNE ODREDBE	10
3.6. PROGRAM REMONTNIH RADOVA ZA KONZERVACIJU BUŠOTINE	10
3.7. IZVEŠTAJ NAKON IZVRŠENIH REMONTNIH RADOVA NA BUŠOTINI:	12
3.8. ODLUKA O LIKVIDACIJI BUŠOTINE:	14
3.9. PROGRAM RADOVA ZA IZVRŠENJE LIKVIDACIJE BUŠOTINE:	14
4. PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I GANTOGRAM OPERACIJA	17
4.1. PREDMER I PREDRAČUN	17
4.2. GANTOGRAM TRAJANJA OPERACIJA	18
5. IZBOR PROIZVODNE OPREME NA USTIMA BUŠOTINE	19
5.1. DIREKTAN ERUPCIONI UREĐAJ	20
5.2. INDIREKTAN ERUPCIONI UREĐAJ	23
5.2.1. Uvodna prirubnica („BUŠOTINSKA GLAVA“)	23
5.2.2. TUBING ADAPTER (KEZING ADAPTER)	25
5.2.3. ERUPCIONA JELKA – GORNJI DEO ERUPCIONOG UREĐAJA	27
6. TEHNIČKE MERE I MERE ZAŠTITE	31
6.1. MERE BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJE NA RADU	32
6.2. POTENCIJALNI IZVORI OPASNOSTI NA EKSPLOATACIONOM POLJU	32
6.3. PREVENTIVNE MERE ZAŠTITE NA POLJU	34
7. TEHNIKA I TEHNOLOGIJA LIKVIDACIJE I KONZERVACIJE NAFTNIH I GASNIH BUŠOTINA	40
7.1. LIKVIDACIJA BUŠOTINE	40
7.2. KONZERVACIJA BUŠOTINE	45
ZAKLJUČAK	49
LITERATURA	51

Informacije o mentoru i master radu

Mentor: Doc. dr Miroslav Crnogorac, diplomirani inženjer rudarstva, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Naslov master rada: Analiza likvidacije i konzervacije naftnih i gasnih bušotina

REZIME

Master rad istražuje savremene metode i prakse o konzervacijama i likvidacijama naftnih i gasnih bušotina, identifikuje izazove i nudi preporuke za poboljšanje procesa koji predstavlja ključni deo života bušotine nakon završetka proizvodnje. Ovaj proces je od suštinske važnosti za zaštitu životne sredine i očuvanje bezbednosti. Kao glavni primer u ovom radu naveden je proces konzervacije, a zatim i likvidacije bušotine N-007 koja se nalazi u Srbiji, jugoistočno od opštine Kanjiža.

Istraživanje je sprovedeno kroz kombinaciju teorijskog pregleda literature i analize studija slučaja. Detaljno su proučeni relevantni standardi i smernice, uključujući API standarde i ISO regulative. Analizirani su konkretni primeri iz industrije, uz fokus na uspone i padove različitih metoda likvidacije. Intervjui sa stručnjacima iz oblasti i analiza dostupnih tehničkih izveštaja doprinose sveobuhvatnom razumevanju.

Nakon analiza i proračuna, rad detaljno objašnjava proces konzervacije i likvidacije bušotine. Ovaj deo uključuje i izbor proizvodne opreme, odnosno izbor erupcionih uređaja na ustima bušotine.

Posebna pažnja posvećena je detaljnom opisu postupka likvidacije indirektnog erupcionog uređaja. U ovom delu je opisana detaljna priprema bušotine, prostora oko bušotine a sve u cilju sticanja bezbednih uslova za rad. Detaljno je prikazan proces demontaže kompletnog erupcionog uređaja, obrade tehničke i eksploatacione kolone i montiranje likvidacione kape.

Zaključno, rad pruža sveobuhvatan pregled procesa konzervacija i likvidacija bušotina u naftnoj industriji sa posebnim fokusom na specifičnost operacija koje se vrše na pripremi, uslovima za bezbedan rad kao i na samom postupku izvođenja operacije konzervacije i likvidacije bušotine.

Ključne reči: URP, odluka, program, izveštaj, konzervacija, likvidacija, proizvodna oprema, erupcioni uređaj, likvidacioni čepovi, likvidaciona pokrovna kapa, zaštita na radu.

Naučna oblast: Rudarstvo

Naučno polje: Nafta i gas, Konzervacije i likvidacije bušotina

1. UVOD

U procesu izrade bušotine, od njenog lociranja, bušenja, pa sve do ugradnje i cementacije eksploatacione kolone, opremanje i ispitivanje bušotine, poslednji korak predstavlja konzervacija ili likvidacija bušotine.

Postupak konzervacije i likvidacije bušotine predstavlja niz radnji i operacija koje imaju za cilj eliminaciju dotoka ležišnog fluida iz ciljnog intervala u kanal bušotine, kao i adekvatno obezbeđenje usta bušotine ugradnjom erupcionog uređaja u slučaju konzervacije ili postavljanja likvidacione kape na tehničku i eksploatacionu kolonu u slučaju likvidacije.

Nakon sagledavanja kompletnih podataka dobijenih bušenjem ili ispitivanjem bušotine i usaglašavanjem dobijenih rezultata donosi se konačna odluka da li će bušotina biti konzervirana ili kompletno likvidirana.

Javno preduzeće koje obavlja eksploataciju je obavezno da pre planirane trajne obustave rudarskih aktivnosti izradi program za konzervaciju ili likvidaciju bušotine.

Odgovorni za eksploataciju su obavezni da tokom izvođenja radova i nakon njihovog završetka, a najkasnije u roku od jedne godine od završetka radova na površinama gde su rudarski radovi završeni, izvedu rekultivaciju zemljišta u skladu sa tehničkim projektom za tehničku i biološku rekultivaciju, koji je deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta.

2. OSNOVNA ZAKONSKA REGULATIVA ZA IZVOĐENJE RADOVA

Nakon analize svih podataka prikupljenih tokom bušenja ili ispitivanja bušotine, kao i usklađivanja rezultata, donosi se konačna odluka o tome hoće li bušotina biti konzervirana ili potpuno zatvorena kada se utvrdi da je prestala sa proizvodnjom nafte ili gasa. Pre nego što se pristupi konzervaciji ili likvidaciji bušotine, potrebno je izvršiti niz operacija za ispitivanje i opremanje. Ceo proces biće detaljno projektovan u okviru Uprošćenog Rudarskog Projekta, kao deo Dopunskog Rudarskog Projekta.

Dopunski rudarski projekat, koji se bavi utvrđivanjem trenutnog stanja i nastavkom eksploatacije nafte i gasa na naftnom polju, izrađen je na osnovu Projektnog zadatka. Dopunski rudarski projekat je realizovan u skladu sa:

- Zakonom o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS", br. 101/2015);
- Pravilnikom o sadržaju rudarskih projekata ("Sl. glasnik RS", br. 27/97), deo III o rudarskim projektima za eksploataciju nafte, prirodnog gasa i geotermalne energije;
- Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005), kao i drugim propisima iz ove oblasti (zakoni, pravilnici, standardi, uputstva).

Dopunski Rudarski Projekat se izrađuje u skladu sa projektnim zadatkom dostavljenim od strane naručioca i u skladu sa važećim zakonima, pravilnicima, standardima i uputstvima.

Sve radove za opremanje i ispitivanje bušotine neophodno je izvoditi u skladu sa projektom i važećim zakonima, pravilnicima i uputstvima.

U slučaju da u toku ispitivanja bušotine dođe do značajnijih odstupanja od podataka datih projektnim zadatkom i postupaka definisanih ovim projektom (tehnologija i oprema), odnosno nemogućnosti nastavka radova u skladu sa URP-om (Uprošćenim Rudarskim Projektom), onda se u što kraćem roku usaglašava nastavak radova između projektanata, investitora i izvođača radova. Usaglašene dopunske radove neophodno je figurisati kroz Dopunski Rudarski Projekat, a u skladu sa postojećim Rudarskim Projektom [4, 21].

Pod značajnim odstupanjima od Rudarskog Projekta podrazumevaju se:

1. Promena ulaznih podataka koji menjaju kalkulacije ili recepture (pritisci, temperatura, mineraloški sastav itd.)
2. Odstupanja od projektovane tehnologije zbog nedostatka opreme, materijala ili sredstava rada.
3. Promene broja ili dubine intervala ukoliko nije predviđeno da se to rešava naknadno Odlukom za radove.
4. U slučaju nepredviđenih potencijalno akcidentnih situacija koje mogu ugroziti radove, opremu, sredstva rada ili ljude (pojava opasnih gasova poput H₂S, CO, CH₄).

2.1.Trajna obustava radova

Ako dođe do potpune i trajne obustave eksploatacije na poljima nafte i gasa iz bilo kog razloga, odgovorni za eksploataciju ili za odobrenje eksploatacionog polja mora obavestiti organ koji je izdao odobrenje za eksploataciju ili odobrenje za izvođenje rudarskih radova, najkasnije 30 dana pre nego što radovi budu obustavljeni.

U slučaju trajne obustave radova, odgovorni za eksploataciju je obavezan da preduzme sve potrebne mere za zaštitu rudarskog objekta i zemljišta na kojem su radovi obavljani, kao i za zaštitu i sanaciju životne sredine, kako bi se obezbedila sigurnost ljudi i imovine, u skladu sa glavnim rudarskim projektom za trajnu obustavu radova.

Dokumentaciju vezanu za rudarske projekte, planove, skice, meračke knjige i druge informacije o stanju rudarskih radova, kao i stanje resursa i rezervi mineralnih sirovina u trenutku obustave rada, privredno društvo sa većinskim državnim kapitalom, kao nosilac eksploatacije, mora predati na čuvanje organu koji je izdao odobrenje za eksploataciju ili odobrenje za izvođenje rudarskih radova [21].

2.2.Planirana trajna obustava radova

Javno preduzeće koje obavlja eksploataciju mora, u slučaju planirane trajne obustave rudarskih aktivnosti, prethodno izraditi Uprošćeni rudarski projekat (URP). i/ili Program radova

Program treba da obuhvati sledeće mere:

1. Plan aktivnosti za likvidaciju ili konzervaciju bušotine;
2. Sanaciju napuštenih rudarskih objekata i razmatranje njihovih budućih koristi;
3. Sanaciju i rekultivaciju zemljišta na kojem je obavljena eksploatacija;
4. Rešavanje problema zaštite životne sredine koji su nastali tokom eksploatacije i likvidacije;
5. Problematiku lokalnih zajednica pogođenih obustavom rudarskih aktivnosti;
6. Program za rešavanje viška zaposlenih u skladu sa zakonima;
7. Određivanje potrebnih sredstava za sprovođenje plana likvidacije bušotine.

Nadzor nad sprovođenjem Programa vrši stručni nadzor u skladu sa zakonom [21].

2.3.Sanacija i rekultivacija

Odgovorni za eksploataciju mora, tokom i nakon završetka radova, a najkasnije u roku od jedne godine od završetka radova na površinama gde su se radovi obavljali, sprovesti rekultivaciju zemljišta u skladu sa tehničkim projektom za tehničku i biološku rekultivaciju, koji je deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta.

Ako se pokrene postupak likvidacije ili stečaja nad odgovornim za eksploataciju, prioriteto se iz stečajne ili likvidacione mase pokrivaju troškovi sanacije i rekultivacije zemljišta na kojem je obavljena eksploatacija [21].

2.4.Primer sadržaja projektne dokumentacije

1) OSNOVNA I ULAZNA DOKUMENTA ZA IZRADU PROJEKTA

- Rešenje o registraciji delatnosti preduzeća investitora
- Rešenje o registraciji delatnosti preduzeća projektanta
- Rešenje o imenovanju glavnog projektanta za izradu URP-a
- Rešenje o imenovanju odgovornih projektanata za izradu URP-a.
- Uverenja o položenom stručnom ispitu projektanata

2) Projektni zadatak za bušotinu

- Izveštaj o lociranju bušotine

3) OPIS TEHNOLOGIJE IZVOĐENJA RADOVA

- Uvod u projekat za opremanje i ispitivanje bušotina
 - Geografski položaj bušotine
 - Pristupni put i snabdevanje vodom
 - Deponovanje otpadnog materijala
- Tehnički podaci o bušotini
- Ispitivanje i osvajanje intervala

4) OPREMA USTA I KANALA BUŠOTINE

- Šema ušća bušotine sa montiranim erupcionim uređajem
- Šema ušća bušotine sa montiranom sigurnosnom opremom
- Profil bušotine sa ugrađenom proizvodnom opremom

5) PROGRAM RADNOG FLUIDA

6) PROGRAM KAROTAŽNIH I PERFORACIONIH RADOVA

7) TEHNIČKE MERE I MERE ZAŠTITE

- Propisi i ostala normativna akta
- Zaštita na radu
 - Opšte mere zaštite na radu
 - Posebne mere zaštite na radu
 - Zaštita od opasnih gasova
- Zaštita od požara i eksplozija, vanredne situacije
- Zaštita životne sredine

8) DINAMIČKI PLAN IZVOĐENJA RADOVA

9) PREDMER I PREDRAČUN RADOVA

10) PODACI O IZBORU POSTROJENJA

3. PROJEKTNI ZADACI ZA RADOVE NA KONZERVACIJI I LIKVIDACIJI BUŠOTINE

Projektni zadaci u procesu likvidacije i konzervacije naftnih bušotina su od suštinskog značaja za postizanje sigurnosti, usklađenosti sa zakonima, minimizaciju ekološkog uticaja i efikasno upravljanje resursima. Osiguravaju da se svi aspekti procesa temeljno razmotre i da se zadaci pravilno realizuju.

Planiranje:

Definisanje ciljeva: Jasno postavljene ciljeve pomažu timovima da razumiju šta treba postići tokom likvidacije ili konzervacije. To može uključivati smanjenje rizika od curenja ili obezbeđivanje da svi potrebni materijali budu dostupni.

Raspodela resursa: Efikasno planiranje resursa (ljudstvo, oprema, finansije) je ključno za uspešno izvršenje zadataka. Na primer, ako se projektni zadatak pravilno definiše, može se izbeći prekomerno trošenje budžeta ili nedostatak potrebne opreme.

Kontrola:

Monitoring napretka: Redovno praćenje napretka u skladu sa projektom omogućava brzu identifikaciju problema. To može uključivati procene u različitim fazama projekta i prilagođavanje planova po potrebi.

Sigurnost:

Identifikacija rizika: Tokom planiranja, projektni zadaci uključuju analizu potencijalnih rizika kao što su eksplozije ili kontaminacija. Ovo pomaže u razvoju strategija za prevenciju i odgovor na incidente.

Protokoli za hitne slučajeve: U okviru projektnih zadataka, definišu se procedure za hitne slučajeve, čime se osigurava brz odgovor i zaštita radnika i okoline.

Zakonodavni okvir:

Usklađenost sa regulativama: Postoje brojni zakoni i regulative koji se odnose na zaštitu životne sredine i sigurnost. Projektni zadaci osiguravaju da svi aspekti likvidacije i konzervacije budu u skladu s ovim propisima.

Izveštavanje: Mnoge regulative zahtevaju redovno izveštavanje o statusu bušotina. Definisani zadaci olakšavaju prikupljanje podataka potrebnih za izveštavanje.

Ekološki uticaj

Minimizacija uticaja: Pravilna implementacija projektnih zadataka osigurava da se postupci likvidacije i konzervacije sprovede na način koji minimizira negativan uticaj na okolinu, kao što su zagađenje tla ili podzemnih voda.

Restauracija ekosistema: U nekim slučajevima, projekti uključuju i mere za rehabilitaciju područja nakon završetka bušotina, što može uključivati sadnju vegetacije ili obnavljanje staništa.

Dokumentacija i izveštavanje:

Praćenje i izveštavanje: Projektni zadaci zahtevaju detaljnu dokumentaciju o svim aktivnostima, što je važno za buduće provere i revizije.

Analiza učinka: Na kraju projekta, dokumentacija omogućava analizu učinka i procenu da li su ciljevi postignuti, što može pomoći u poboljšanju budućih projekata [4,5,12,21].

U ovom radu, na primeru bušotine N-007 biće prikazana izrada i primena kompletne projektne dokumentacije za konzervaciju i likvidaciju bušotine.

3.1.Odluka za konzervaciju bušotine

3.2.Tehnički podaci o bušotini

- Konačna dubina bušotine: 1850,00m
- Zacevljenje:355,6mm do 50m
- Zacevljenje 244,5mm x 60,18 kg/m, N-80 do 747,72m
- Zacevljenje 139,7mm x 25,51 kg/m, K-55 do 1847,98m

3.3.Obrazloženje sa analizom rezultata bušenja i ispitivanja

Projektnim zadatkom za izradu Upravnog Rudarskog Projekta (URP) za bušenje istražne bušotine N-007 definisano je da se proverí naftno-geološki model i potencijal naftnih formacija panonskog i donjotrijaskog perioda. Lokacija bušotine N-007 određena je nakon analize 3D seizmičkih podataka prikupljenih na području Bačke. Bušotina se nalazi jugoistočno od

strukture Kanjiža, otprilike 660 metara severozapadno od bušotine N-001, koja je već potvrdila prisustvo nafte.

Prognozirana dubina bušotine iznosila je 1850,00 m, a istraživački ciljevi bili su:

- Panonski sedimenti na 1615 m (sekundarni cilj), sa očekivanim prisustvom tečnih i gasovitih ugljovodonika
- Donjotrijaske formacije na 1664 m (glavni cilj), sa očekivanim prisustvom tečnih i gasovitih ugljovodonika

Bušenje je sprovedeno pomoću bušaćeg postrojenja Continental Emsco u periodu od 22.12.2022. do 17.01.2023. godine. Postignuta je konačna dubina od 1850 m, pri čemu su probušeni kvartarni, pliocenski, pontski i badenski sedimenti, kao i trijaske formacije, pri čemu je bušotina završena nakon prolaska 125 m kroz trijaske slojeve. Nakon što su prikupljeni podaci iz N-007, izvršena je reinterpetacija i korelacija sa okolnim bušotinama, što je dovelo do korekcije stratigrafskih članova i potvrde pozitivnosti tokom bušenja u sedimentima badena.

Tokom bušenja proverene su formacije panonske i badenske starosti [5,12,19].

Jezgrovanje:

- J-1: 1657 - 1666m (9/9m) — laporac (UV negativno)
- J-2: 1698 - 1707m (9/9m) — peščar, konglomeratično brečoidni materijal (miris na UV, fluorescencija, tragovi nafte)
- J-3: 1707-1721m (14/14 m) — konglomeratično brečoidni materijal (miris na UV, fluorescencija, tragovi nafte)

Testiranje:

- DST-1: 1721,00-1682,18m — 11,4 m³ emulzija (isplaka, slojna voda, nafta) + gas

Nakon dostizanja konačne dubine urađena su završna GFK merenja.

Nakon zacevljenja i cementacije urađena su VSP i NVSP merenja.

Geološko praćenje bušenja izvedeno je Mud Logging jedinicom Pen Lab od 750,00m do konačne dubine. Pozitivnost nabušanih formacija potvrđena je jezgrovanjem i testiranjem bušotine tokom bušenja. Na osnovu rezultata bušenja (geološke kontrole, DST i jezgrovanja), analize i interpretacije GFK merenja određeni su intervali za ispitivanja. Provera pojava ugljovodonika u miocenskim i trijaskim formacijama, odnosno potvrda rezultata bušenja, definisanje ležisnih fluida, hidrodinamike ležišta i proizvodnih mogućnosti bušotine bio je osnovni cilj daljih ispitivanja bušotine N-007 [5,12,19].

Ispitivana su četiri intervala po URP-u, a rezultati ispitivanja dati su u tabeli 1.

Tabela 1: Rezultati ispitivanja

Osvajani intervali (m)	Način osvajanja	Rezultat	Napomena
1737,00-1726,00 (T - konglomeratitno-breoidni materijal)	Klipovanje + HOB + ST + AP	Bez dotoka	Izolovan Bridge plug-om na 1713,00m
1703,00-1700,00 (Bd — peščari)	Klipovanje + PLT test	21,25m ³ slojne vode, tragovi nafte i gasa	Nakon PLT i remontne cementacije (cementni čep na 1713,36m)
1702,00-1700,00 (Bd — peščari)	Klipovanje + dubinska pumpa	slojna voda, tragovi nafte	Reperforiran interval 1702,00-1700,00m Izolovan Bridge plug-om na 1697,00m
1694,00-1688,00 (Bd-Pn - lapor, krečnjaci, alevroliti, laporci, glinci)	Klipovanje + HOB + ST + AP	bez dotoka	Nakon ispitivanja dopucana još 4m
1694,00-1684,00 (Bd-Pn - lapor, krečnjaci, alevroliti, laporci, glinci)	Klipovanje + HOB + ST + AP	11m ³ slojne vode	Izolovan Bridge plug-om na 1095,00m
1090,00-1080,00 (Pt2 - peščari i peskovite gline)	Klipovanje + eruptivno	13,1m ³ slojne vode	Odluka - postavljanje konzervacionih čepova

Poslednje ispitivani interval je 1090,00-1080,00m u okviru gornjepontskih slabo vezanih pešćara sa proslojcima laporovito-peskovitih glina, gde je klipovanjem i eruptivnim radom dobijeno 13,1m³ slojne vode. Urađena je skraćena analiza, određen je salinitet i dobijena vrednost od 2,4g/l. Uzet je uzorak vode za detaljnu fizičko-hemijsku analizu. Nakon završetka ispitivanja intervala 1090,00-1080,00m na osnovu dobijenog rezultata, odlučeno je da se bušotina konzervira i ostavi za kasnija razmatranja sa hidrotermalnog aspekta [5,12,19].

3.4. Analiza rezultata i odluka

Nakon rezultata ispitivanja u Direkciji za geološka istraživanja i razradu ležišta doneta je odluka o konačnom statusu bušotine N-007.

Istražnu bušotinu N-007 konzervirati postavljanjem dva konzervaciona čepa u sledećim intervalima:

- 1050-1000 m
- 100-50 m

Vrednost slojnog pritiska je u nivou hidrostatičkog, temperatura $T_{max}=60,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ na 1090,00m, a data je na osnovu temperaturnog gradijenta $A_g=4,56\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ (na osnovu $T_{max}=95,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ pri završnim GFK u bušotini N-007)

3.5. Završne odredbe

- Troškove radova snosi istražni projekat (naručilac radova).
- Izvođač radova izrađuje detaljan program realizacije radova u skladu s URP-om.
- Nadzor nad izvođenjem radova obavlja stručni nadzor naručioca radova.
- Nakon konzervacije bušotine biće sprovedena rekultivacija prema posebnom zahtevu.

3.6. Program remontnih radova za konzervaciju bušotine

Tehnički podaci o bušotini N-007:

- Erupcioni uređaj: „UZTEL“ za 343bar
- Eksploataciona kolona: $D=139,7\text{mm}$ x $25,51\text{kg/m'}$ K-55 do 1847,98m
- Svetli otvor kolone: $D=124,26\text{mm}$, Kalibar $D=121,08\text{mm}$
- Dno u bušotini na 697,00m
- Otvoreni intervali: 1694,00 – 1684,00m
- Ležišni pritisak: u nivou hidrostatičkog
- Ležišna temperature $88,7^{\circ}\text{C}$.

Oprema u bušotini:

- Kompozicija tubinga D=73,02mm sa nosačem tubinga
- “C”- spojnica Du=59,54mm na 1044,47m
- “D” sedište Du=57,15mm na 1053,89m
- „BOCL“ paker D=139,7mm na 1054,71m
- Vrh kompozicije – Levkasti uvodnik na 1065,51m

Detaljan opis remontnih radova na bušotini – konzervacija bušotine N-007:

Redni broj	Obim radova (detaljan opis radova)
1.	- Dopuniti bušotinu radnim fluidom - Deaktivirati paker i iscirkulisati radnim fluidom
2.	- Izvaditi iz bušotine kompoziciju tubinga 73,02mm EU sa cirkulacionom spojnicom, „D“ sedištem, BOCL mehaničkim pakerom i levkastim uvodnikom - Zavrnuti zaštitne kape na tubingu
3.	- Prebaciti izvađen proizvodni tubing na pomoćni lager - Prebaciti operacioni tubing na glavni lager
4.	- Odviti zaštitne kape sa tubinga - Izmeriti žurnal tubinga. - Spustiti u bušotinu kompoziciju tubinga sa „D“ sedištem Du=55,5mm i nazubljenom spojnicom do 1050m
5.	- Pomoću alata na žici ugraditi selektivni čep u „D“ sedište i ispitati hermetičnost tubinga na 150bar - NAPOMENA: Za tačan pritisak ispitivanja kompozicije konsultovati izvođača operacije cementacije i nadzorni organ - Izvaditi iz bušotine selektivni čep
6.	– Izvršiti postavljanje cementnog čepa od 1050m do 1000m. – Izvaditi 10 komada tubinga

7.	– Zatvoriti i obezbediti bušotinu i sačekati vreme potrebno za stvrdnjavanje cementnog mleka
8.	– Proveriti vrh cementnog čepa opterećenjem od 4t i pritiskom od 100bar (za pritisak ispitivanja konsultovati nadzorni organ)
9.	– Iz bušotine izvaditi kompoziciju tubinga D=73,02mm sa nazubljenom spojnicom do 100m
10.	– Izvršiti postavljanje cementnog čepa od 100m do 50m – Izvaditi tubing iz bušotine
11.	– Zatvoriti i obezbediti bušotinu i sačekati vreme potrebno za stvrdnjavanje cementnog mleka
12.	– Spustiti u bušotinu nazubljenu spojnicu sa tubingom 73,02mm EU i proveriti vrh cementnog čepa pipanjem i pritiskom od 100bar (za pritisak ispitivanja konsultovati nadzorni organ)
13.	– Iz bušotine izvaditi kompoziciju tubinga D=73,02mm sa nazubljenom spojnicom – Zavrnuti zaštitne kape na izvađene tubinge
14.	– Demontirati radnu platformu, hidraulična klešta i prihvatne klinove
15.	– Demontirati sigurnosnu opremu
16.	– Montirati gornji deo erupcionog uređaja i zatvoriti bušotinu (konzervirati)
17.	– Sačekati dozvolu za preseljenje remontnog postrojenja – Završni radovi nakon remonta bušotine

3.7.Izveštaj nakon izvršenih remontnih radova na bušotini:

Nakon izvršenih remontnih radova na bušotini N-007 izrađuje se “završni izveštaj” sa detaljnim opisom izvršenih radova na bušotini:

Demontiran erupcioni uređaj i montirana dupla sigurnosna oprema za P=343bar, ispitana ista na P=343bar, hermetično.

Deaktiviran BOCL paker, bušotina indirektno iscirkulisana sa $V=10\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$, P=20-30bar, bušotina mirna.

Izvađen nosač tubinga i 162 komada tubinga 73.02mm EU proizvodnih u međuvremenu izvršen pregled radnog užeta – uže ispravno.

Izvađeno 15 komada tubinga sa cirkulacionom spojnicom, „D“ sedištem, BOCL pakerom i levkastim uvodnikom.

Elektro-karotaža (EK) je izvršila GR/CCL od h=1100.00-1000.00m, postavljen „Bridge plug“ na h=1095.00m. Ispitana hermetičnost „Bridge plug“ na P=150bar hermetično.

Spušten levkasti uvodnik, 1 komad tubinga, BOCL paker, „D“ sedište „Camco“ Ø=57.15mm (sa čepom), 1 komad tubinga, cirkulaciona spojnica i 113 komada tubinga 73.02mm EU uz parcijalno ispitivanje hermetičnosti na P=70bar, hermetično.

Alatom na žici (AŽ) je izvađen čep iz „D“ sedišta 73.02mm „Camco“ Ø=57.15mm.

Bušotina indirektno iscirkulisana i izvršena zamena slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$ sa $V=13.5\text{m}^3$ tehničke vode, P=20bar. Aktiviran BOCL paker i opterećen sa 5.5t, indirektno ispitana hermetičnost pakera na P=50bar, hermetično.

Demontirana duple sigurnosna oprema i montiran erupcioni uređaj za P=343bar, ispitani isti na P=343bar, hermetično.

Elektro-karotaža (EK) je izvršila perforiranje intervala h=1090.00-1080.00m.

Bušotina osvajana klipovanjem 0/120/20m ukupno isklipovano $V=6.3\text{m}^3$ fluida, konstatovano porast nivoa 65m za 5min. čekanje na porast nivoa.

Eruptivanim radom bušotine preko regulacione dizne $P_{tr}=1\text{-}2\text{bar}$, $P_{ks}=0\text{bar}$, dobijeno $V=10.3\text{m}^3$ fluida sa pojavom gasa.

Alatom na žici (AŽ) je otvorena cirkulaciona spojnica. Indirektno je upumpano $V=14\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$ - nema cirkulacije, bušotina je mirna.

Demontiran erupcioni uređaj i montirana dupla sigurnosna oprema za P=343bar, ispitana ista na P=343bar, hermetično.

Deaktiviran BOCL paker, izvađen nosač tubinga, kompozicija proizvodnih tubinga 73.02mm EU, cirkulaciona spojnica, „D“ sedište, BOCL paker i levkasti uvodnik.

Spuštena nazubljena spojnica, „D“ sedište „Camco“ Ø=57.15mm sa čepom, kompozicija tubinga, ispitana na P=150bar, hermetično, vrh nazubljene spojnice h=1053.61m.

Alat na žici (AŽ) je izvadio čep iz „D“ sedišta Ø=57.15mm.

Upumpano $V=2\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$ nije dobijena cirkulacija, upumpano $V=0.4\text{m}^3$ tehničke vode, zatim $V=0.8\text{m}^3$ cementnog mleka $\rho=1.84\text{kg/dm}^3$ potisnuto sa $V=2.8\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$, zadignuta kompozicija tubinga vrh

nazubljene spojnice $h=995.00\text{m}$. Indirektno iscirkulisano sa $V=4,5\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$, cca $V=0,1\text{m}^3$ cementnog mleka.

Izvađeno 21 komad tubinga i tehnološko stajanje na stvrđnjavanje cementnog čepa od 24h.

Spušteno 22 komada tubinga naslednuto na $h=996.60\text{m}$, bušotina opterećena sa 2t cementni čep stabilan, ispitana hermetičnost čepa na $P=80\text{bar}$, hermetično.

Izvađena 97 komada tubinga vrh nazubljene spojnice $h=100.63\text{m}$.

Upumpano $V=0.4\text{m}^3$ tehničke vode, zatim upumpano sa $V=0.7\text{m}^3$ cementnog mleka $\rho=1.84\text{kg/dm}^3$. Izvađeno 6 komada tubinga vrh nazubljene spojnice na $h=45.26\text{m}$. Indirektno izaprano oko $V=50\text{dm}^3$ cementnog mleka.

Izvađena kompozicija tubinga sa „D“ sedišten i nazubljenom spojnicom.

Demontirana dupla sigurnosna oprema

Montiran erupcioni uređaj za $P=343\text{bar}$ – bušotina konzervirana.

Ukupni gubici u toku remonta su $V=2\text{m}^3$ slanog rastvora $\rho=1.07\text{kg/dm}^3$ [12, 18].

3.8.Odluka o likvidaciji bušotine:

Nakon analize svih podataka prikupljenih iz bušenja i ispitivanja istražne bušotine N-007, utvrđeno je da su rezultati negativni, što je dovelo do odluke o potpunoj likvidaciji bušotine.

Tokom procesa konzervacije, postavljena su dva konzervaciona čepa na dubinama od 1053,61 do 996,60 m i od 100,56 do 45,26 m. Potrebno je izraditi plan za likvidaciju bušotine. Nakon završetka likvidacije, biće sprovedena kompletna rekultivacija lokacije prema specijalnom zahtevu. Izvođač će nakon završetka radova dostaviti pisani izveštaj [12,18].

3.9.Program radova za izvršenje likvidacije bušotine:

Program radova za likvidaciju bušotine N-007 sadrži sledeće podatke:

Pripremni radovi - Pre početka radova neophodno je da bušotina bude obezbeđena, bez pritiska i gasova (obezbeđena sa likvidacionim čepovima). Potrebno je da bude obezbeđen adekvatan pristupni put, uređen iskop i čista proizvodna oprema na ustima bušotine (erupcioni uređaj).

Za izvođenje likvidacije potrebno je izvršiti građevinske radove, odnosno srušiti bušotinsku šahtu i napraviti kosi iskop oko erupcionog uređaja i kolone. Kosi iskop mora da bude izrađen u skladu sa HSE standardima i adekvatno obezbeđen za operaciju likvidacije. Dubina iskopa se definiše u skladu sa zakonom, odnosno na neophodnu dubinu ugradnje pokrovne likvidacione kape.

Postupak radova – likvidacije – Pre početka radova i izdavanja svih neophodnih dozvola za rad, vrši se provera pritisaka i koncentracije opasnih gasova u bušotini (kezing i međuprostor). Nakon dobijanja svih neophodnih dozvola za rad može da se izvrši likvidacija bušotine.

Proces likvidacije indirektnog uređaja na bušotini N-007 je sledeći:

- Demontaža gornjeg dela EU
- Pravljenje tehničkog otvora toplim operacijama/sečenjem na tehničkoj koloni 9 5/8“
- Rasklinjenje eksploatacione kolone - vrši se sečenje eksploatacione kolone kroz tehničke otvore koji su napravljeni na tehničkoj koloni 9 5/8“
- Demontaža donjeg dela erupcionog uređaja (bušotinske glave)
- Sečenje i obrada tehničke kolone 9 5/8“ na definisanu meru
- Sečenje i obrada eksploatacione kolone na definisanu meru
- Montaža pokrovne kape na tehničku kolonu 9 5/8“ (Slike 1 i 2.)
- Hlađenje zavarenog spoja
- Laboratorija za ispitivanje, vrši kontrolu zavarenih spojeva – ispitivanje se vrši magnetnim česticama. Ukoliko prilikom ispitivanja ne budu uočene naprsline, zavar je ispravan, a likvidacija je uspešno završena. (Slika 2.)
- Nakon izvršenih radova izrađuje se zapisnika o izvršenim radovima

Posle završetka radova na eksploataciji, odnosno nakon likvidacije bušotine, nosilac eksploatacije mora, najkasnije u roku od jedne godine od završetka radova na površinama gde su obavljani rudarski radovi, sprovesti rekultivaciju zemljišta u skladu sa tehničkim projektom za tehničku i biološku rekultivaciju, koji je deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta [1,2,3,4,12,21].



Slika 1. – Likvidaciona pokrovna kapa (zavarena ploča sa prelazom 2 7/8“, manometarskom blindom i ventilićem 1/2“)



Slika 2. – Likvidirana bušotina

4. PREDMER I PREDRAČUN RADOVA I GANTOGRAM OPERACIJA

Cena za utrošen materijal i opremu obračunata je u ekomoskom delu projekta kao knjigovodstvena vrednost iz SAP sistema.

4.1.PREDMER I PREDRAČUN

Predmer i predračun radova daje detaljan spisak i cenu operacija remontnog postrojenja, od njegove seobe, montaže, radova koji se izvode u bušotini, kao i za konzervaciju i likvidaciju prema tehnologiji datoj u Dopunskom rudarskom projektu, cene koštanja korišćenih materijala i krajnju ukupnu cenu koštanja bušotine, tj. operacija opremanja i ispitivanja.

Naveden je uprošćeni primer predmera i predračuna radova sa tačnim vrednostima operacija (valuta – dinar, rsd):

Seoba i montaža remontnog postrojenja:	<u>395.010,00</u>
Prevoz materijala za radni fluid:	<u>148.050,00</u>
Usluge remontnog postrojenja:	<u>6.257.200,00</u>
Usluge Alatne službe:	<u>300.000,00</u>
Prevoz operacionog i proizvodnog tubinga:	<u>190.000,00</u>
Prevoz opreme radnog fluida:	<u>100.000,00</u>
Usluge alata na žici:	<u>175.000,00</u>
Usluge cementacionog agregata:	<u>216.846,00</u>
Elektrokarotažna merenja:	<u>235.200,00</u>
Elektrokarotažni perforacioni radovi:	<u>470.250,00</u>
Operacija cementacije:	<u>554.262,00</u>
Servis erupcionog uređaja:	<u>282.150,00</u>
Demontaža remontnog postrojenja:	<u>203.148,00</u>
Sanacija lokacije:	<u>654.549,84</u>
Izrada projektne dokumentacije i nadzora:	<u>150.000,00</u>
ZBIRNA REKAPITULACIJA (rsd):	<u>10.331.665,84</u>

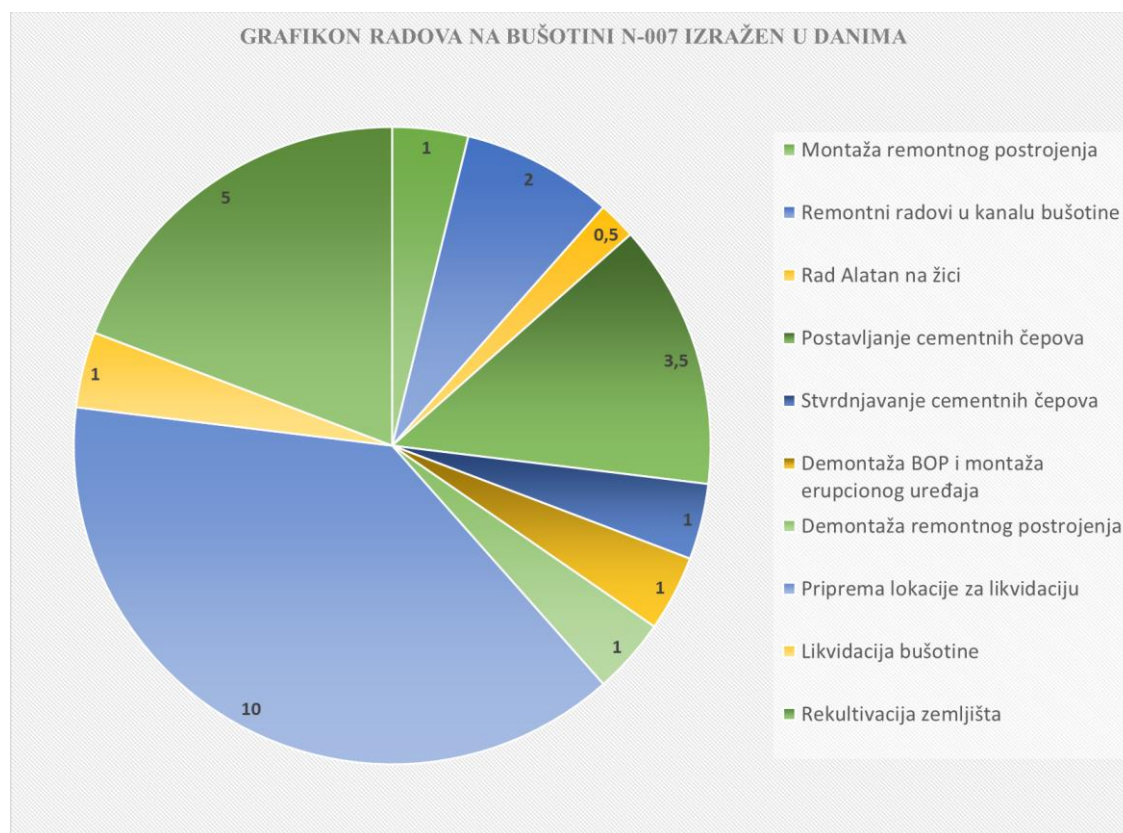
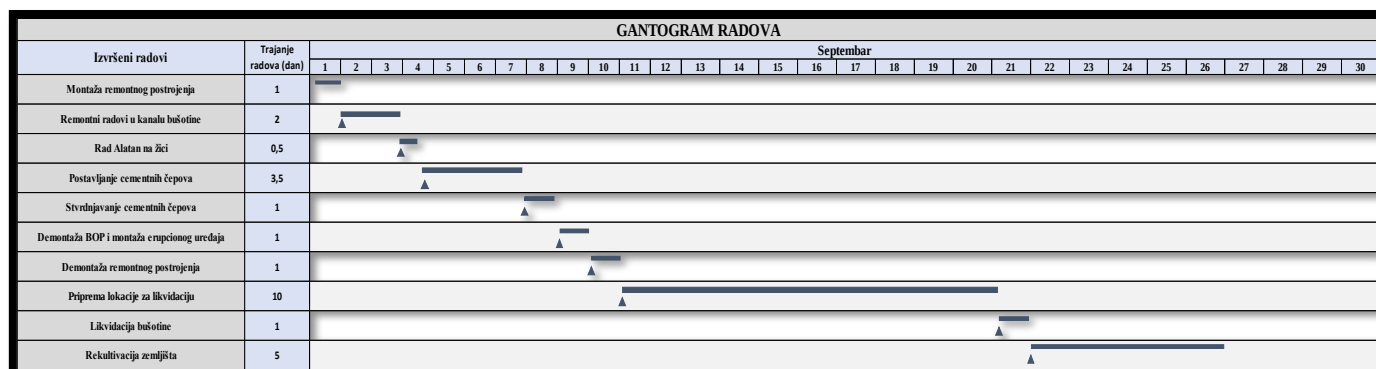
Vrednosti troškova na realizaciji Dopunskog rudarskog projekta: **10.331.665,84** (87.929,07eur)

4.2.GANTOGRAM TRAJANJA OPERACIJA

Na gantogramu operacija je prikazano potrebno vreme za izvođenje određene operacije, kao i URP-om predviđen broj dana za završetak bušotine.

U tabeli 2 je prikazano vreme (u danima) planirano za kompletnu likvidaciju bušotine N-007. Za bušotinu N-007 predviđeno je ukupno 26 dana za završetak radova (slika 3).

Tabela 2: Gantogram radova



Slika 3. – Planirano vreme za završetak radova na bušotini N-007

5. IZBOR PROIZVODNE OPREME NA USTIMA BUŠOTINE

Erupcioni uređaj je kompleksan sklop opreme koji se montira na ustima bušotine nakon završetka bušenja kako bi se omogućila kontrola protoka nafte ili gasa. Ova oprema je ključna za upravljanje procesima tokom eksploatacije nafte i gasa, jer omogućava preciznu kontrolu i zaštitu tokom proizvodnje.

Glavne komponente:

- **Ventili (Gate Valves):** Koriste se za otvaranje i zatvaranje protoka fluida iz bušotine. Obično uključuju glavne ventile i kontrolne ventile.
- **Merni instrumenti:** Ovi instrumenti očitavaju pritisak i protok fluida, omogućavajući operaterima da upravljaju eksploatacijom.
- **Regulatori pritiska:** Oprema koja pomaže u održavanju željenog nivoa pritiska u sistemu.
- **Senzori i merni instrumenti:** Praćenje temperature, pritiska i nivoa fluida.

Funkcionalnost:

- **Kontrola protoka:** Erupciona jelka omogućava regulaciju i upravljanje protokom nafte ili gasa iz bušotine.
- **Sigurnost:** Služi kao prva linija odbrane za kontrolu i regulaciju pritiska i protoka, čime se sprečavaju neželjeni incidenti ili izljevi.
- **Upravljanje proizvodnjom:** Omogućava kontrolu i optimizaciju procesa eksploatacije.

Postavljanje i upotreba:

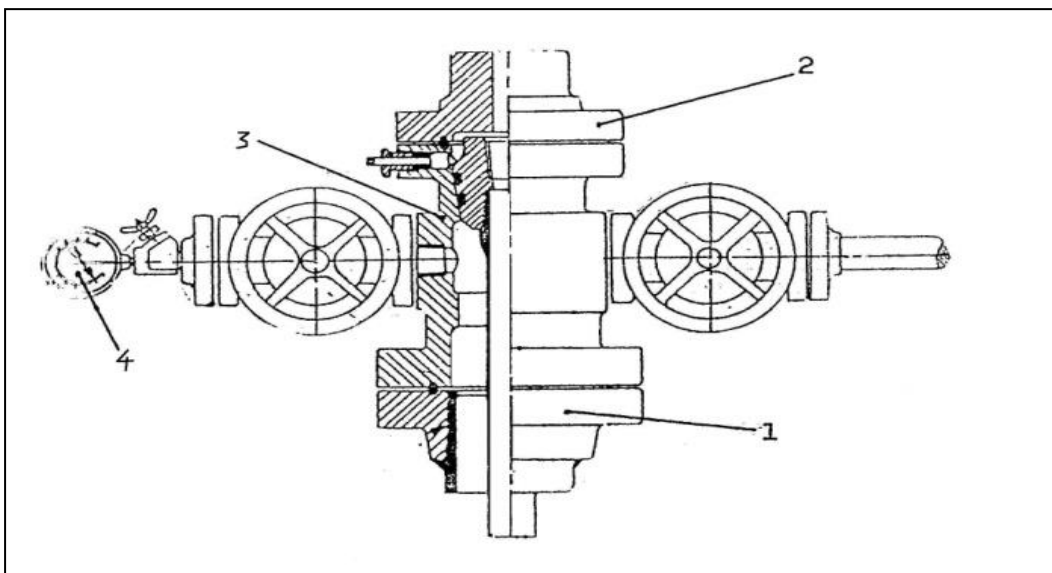
- **Instalacija:** Montira se na ustima bušotine nakon bušenja i pre nego što počne eksploatacija.
- **Upravljanje:** Operateri koriste kontrolne ventile i instrumente kako bi regulisali tok i pritisak tokom eksploatacije.
- **Održavanje:** Redovno održavanje i inspekcija su neophodni kako bi se obezbedila ispravnost opreme i sigurnost operacija.

Podela erupcionih uređaja se vrši po sledećim kriterijumima:

- U zavisnosti od pritiska u bušotini:
 1. Erupcioni uređaj za radni pritisak od 137,34 bar
 2. Erupcioni uređaj za radni pritisak od 206,01 bar
 3. Erupcioni uređaj za radni pritisak od 343,35 bar
 4. Erupcioni uređaj za radni pritisak od 686,70 bar
 5. Erupcioni uređaj za radni pritisak od 1030 bar
- Prema projektu o tehničkom opremanju bušotine:
 1. Direktni (bez uklinjenja eksploatacione kolone)
 2. Indirektni (sa uklinjenjem eksploatacione kolone)

5.1. Direktan erupcioni uređaj

Ugrađuje se na ustima bušotine u kojoj je ugrađena i cementirana samo eksploataciona kolona (Slike 4,5,6,7 i 8). Koristi se na plićim bušotinama sa manjim radnim pritiskom.

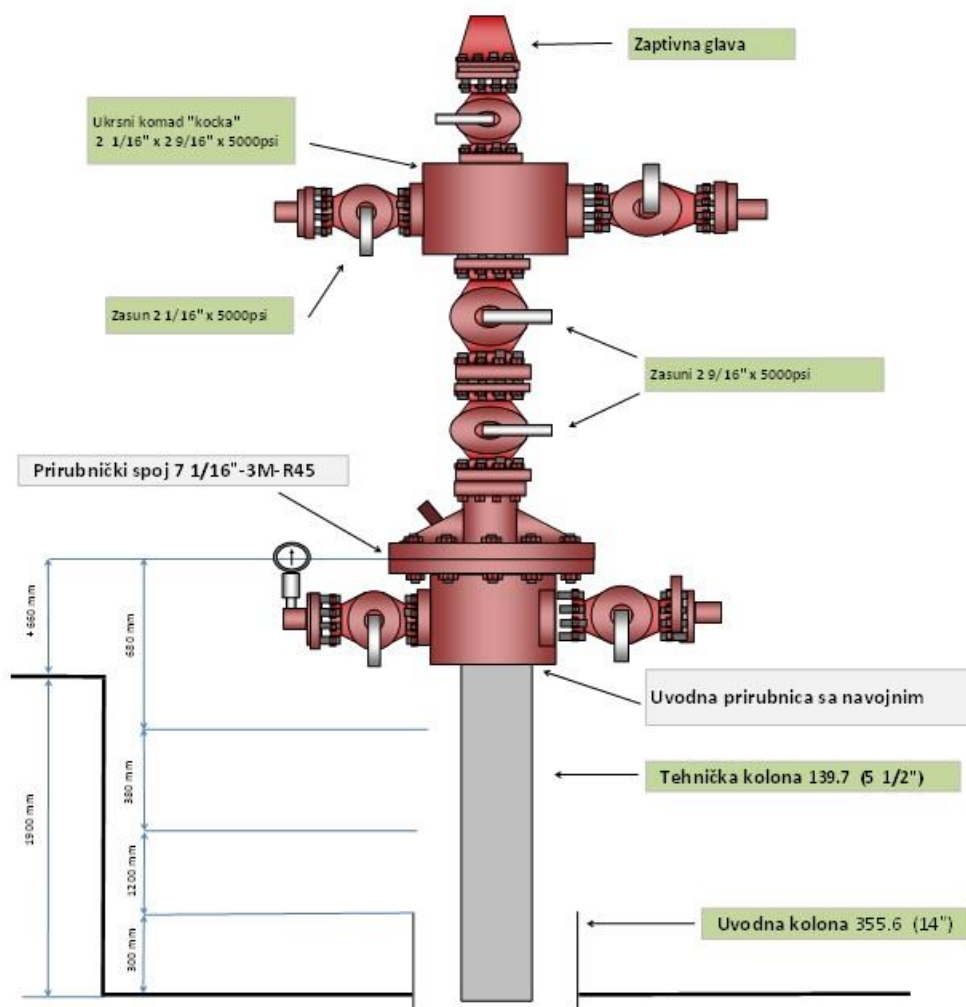


Slika 4. - Direktni erupcioni uređaj (1.Uvodna prirubnica, 2.Pokrovna prirubnica, 3.Tubing prirubnica, 4.Regulaciona zona)



Slika 5. - Direktni erupcioni uređaj (Uvodna prirubnica)

DIREKTNI ERUPCIONI UREĐAJ



Slika 6. -Skica kompletnog direktnog erupcionog uređaja na bušotini



Slika 7. -Montiran kezing adapter direktnog erupcionog uređaja na bušotini



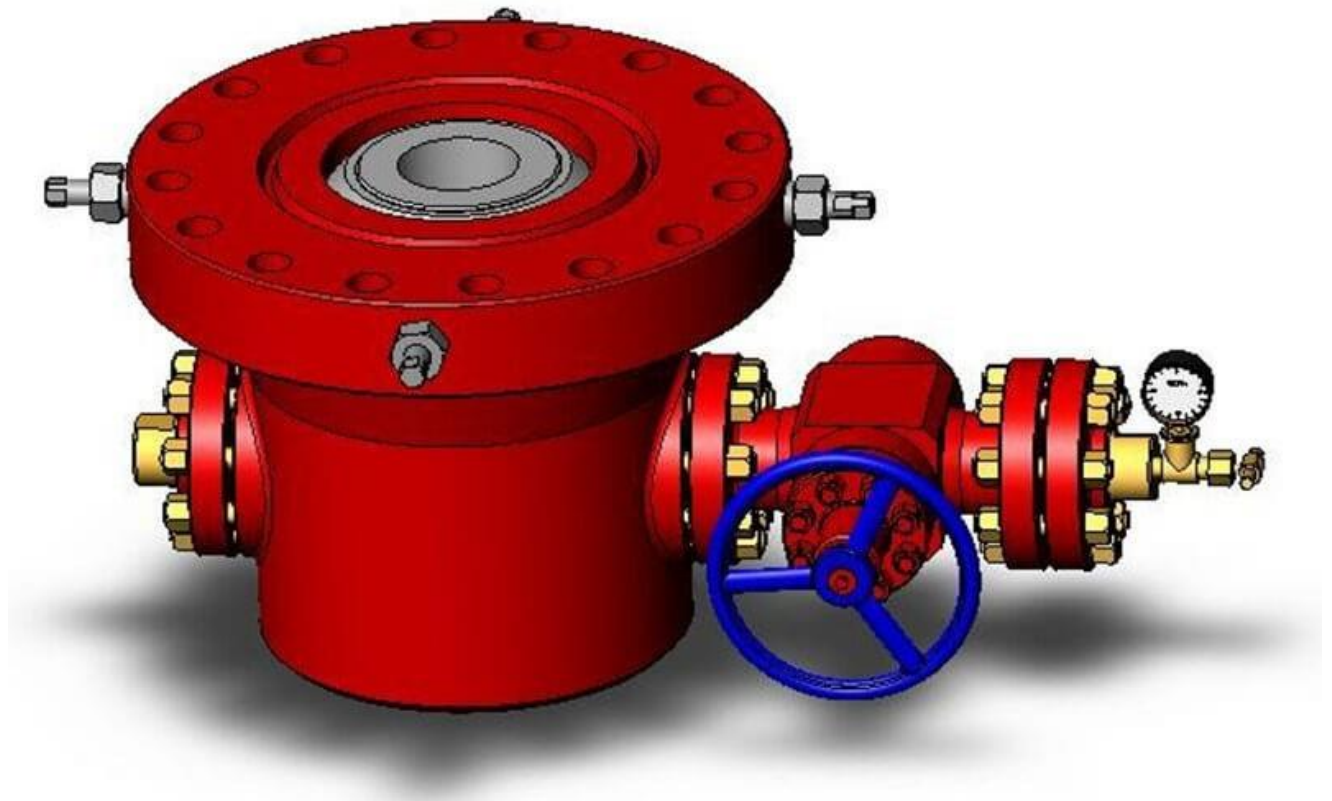
Slika 8. -Montiran kompletan direktan erupcioni uređaj na bušotini

5.2. Indirektan erupcioni uređaj

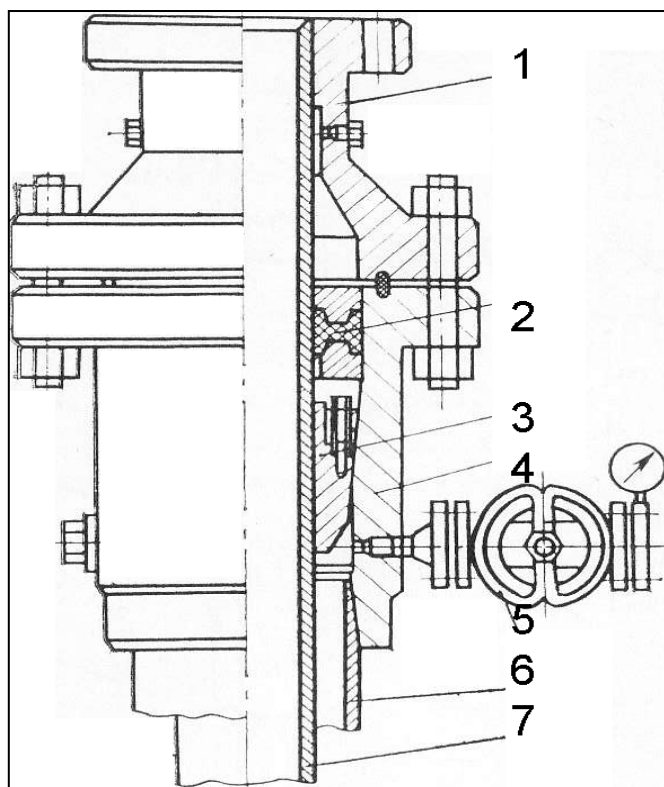
Sastoji se iz tri komponente: Uvodne prirubnice („Bušotinske glave“), tubing adaptera („kezing adaptera“) i erupcione jelke.

5.2.1. Uvodna prirubnica („Bušotinska glava“)

Uvodna prirubnica (slika 9) je komponenta erupcionog uređaja koja služi za povezivanje sa eksploatacionom kolonom. Ova prirubnica omogućava povezivanje različitih delova opreme, kao što su ventili, regulatori pritiska i merni instrumenti. Na donjem kraju se priključuje na eksploatacionu kolonu putem navoja ili, u retkim slučajevima, zavarivanjem, dok se na gornjem kraju povezuje s erupcionom jelkom putem tubing adaptera (poznatog kao „kezing prirubnica“). Na telu uvedne prirubnice nalaze se dva bočna navojna otvora koja su predviđena za montažu ventila koji kontrolišu stanje u prstenastom prostoru između dve kolone („međuprostoru“). Uvodna prirubnica takođe omogućava postavljanje zaštitnih cevi u klinove i koristeći gumene i metalne zaptivne prstenove (primarno i sekundarno pakovanje), osigurava zaptivanje prstenastog prostora između dve kolone (slike 10 i 11)



Slika 9. – Uvodna prirubnica „Bušotinska glava“



Slika 10. – Skica uvedne prirubnice – „Bušotinske glave“ (1.Tubing adapter, 2.Ležište zaptivnog prstena, 3.Klinovi, 4.Kućište uvedne prirubnice, 5.Ventil (zasun), 6.Tehnička kolona (Casing), 7.Eksploataciona kolona)



Slika 11. – Montirana uvedna prirubnica „Bušotinska glava“

5.2.2. Tubing adapter (kezing adapter)

Tubing adapter – kezing adapter (Slike 12 i 13) služi za ugradnju nosača tubinga na koji se veša proizvodni niz tubinga i da zaptiva prstenasti prostor između eksploatacione kolone i tubinga. Sastoji se od tela, sekundarnog pakovanja, čeličnog zaptivnog prstena, nosača tubinga i osigurača nosača tubinga („kirnera“). Sa uvodnom prirubnicom se spaja pomoću čeličnih vijaka i navrtki (Slika 14). Posедуje dva bočna otvora namenjena za montažu ventila u cilju kontrole stanja između tubinga i eksploatacione kolone.



Slika 12. – Tubing adapter „kezing adapter“



Slika 13. – Tubing adapter „kezing adapter“



Slika 14. – Montiran Tubing adapter „kezing adapter“ na bušotini

5.2.3. Erupciona jelka – gornji deo erupcionog uređaja

Erupciona jelka (Slike 15, 16 i 17) je ključna komponenta koja se nalazi na vrhu bušotine i uključuje niz važnih elemenata za kontrolu i upravljanje protokom i pritiskom fluida. Njegove komponente, uključujući glavni ventil, regulatore pritiska, merni instrumenti, i kontrolni ventili, zajedno rade na obezbeđivanju stabilne i sigurnosne operacije. Razumevanje ovih elemenata i njihovih funkcija pomaže u optimizaciji eksploatacije nafte i gasa i osigurava da se svi operativni uslovi pravilno nadziru i kontrolišu.

Glavne komponente gornjeg dela erupcionog uređaja:

1. Glavni Ventil (Master Valve)

- **Opis:** Glavni ventil je ključna komponenta koja kontroliše protok fluida iz bušotine. Ovaj ventil se koristi za otvaranje ili zatvaranje protoka i može biti ručno ili automatski upravljani.
- **Funkcija:** Omogućava upravljanje tokom normalnih operacija i brzo zatvaranje u slučaju nužde.

2. Regulatori Pritiska (Pressure Regulators)

- **Opis:** Ovi uređaji regulišu i održavaju željeni nivo pritiska u sistemu.
- **Funkcija:** Pomažu u sprečavanju prekomernog pritiska i omogućavaju stabilno i bezbedno upravljanje fluidima iz bušotine.

3. Merni Instrumenti (Measurement Instruments)

- **Opis:** Merni instrumenti uključuju senzore i manometre koji mere pritisak, temperaturu i druge parametre u bušotini.
- **Funkcija:** Omogućavaju praćenje i nadzor uslova u bušotini u realnom vremenu.

4. Kontrolni Ventili (Control Valves)

- **Opis:** Ovi ventili omogućavaju finu kontrolu protoka i pritiska i mogu biti uključeni u automatske ili ručne sisteme upravljanja.
- **Funkcija:** Pomažu u preciznoj regulaciji i optimizaciji operacija.

5. Zaptivne Prstenove (Sealing Rings)

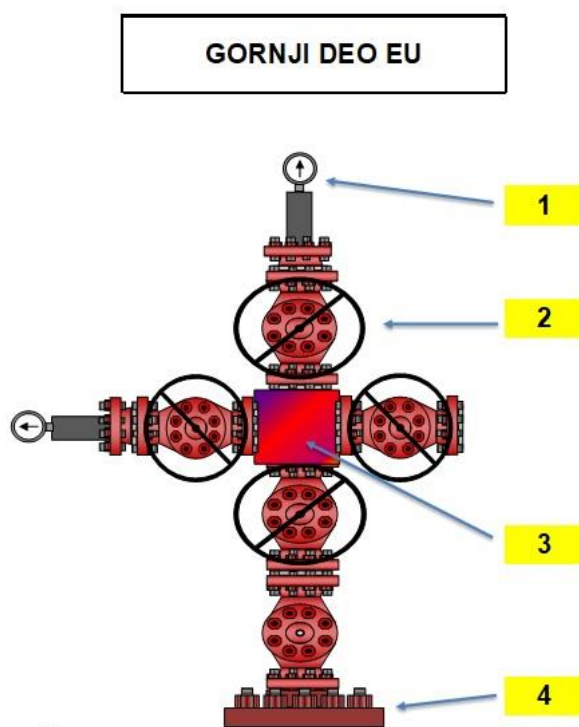
- **Opis:** Zaptivne prstenove se koriste za osiguranje hermetičkog zaptivanja između različitih delova opreme.
- **Funkcija:** Sprečavaju curenje fluida i održavaju pritisak u sistemu.

6. By-Pass Ventili (Bypass Valves)

- **Opis:** Ovi ventili omogućavaju obilaženje glavnog ventila kako bi se obezbedila kontrola protoka u slučaju da glavni ventil ne funkcioniše pravilno.
- **Funkcija:** Pomažu u održavanju operativne fleksibilnosti i sigurnosti.

Funkcionalnost Gornjeg Dela Erupcije Jelke:

- **Kontrola Protoka:** Glavni ventil i kontrolni ventili omogućavaju regulaciju i kontrolu protoka fluida iz bušotine. Ovo je ključno za efikasno upravljanje proizvodnjom i sprečavanje curenja.
- **Regulacija Pritiska:** Regulatori pritiska pomažu u održavanju stabilnog pritiska u sistemu i sprečavaju prekomerno povećanje pritiska koje može izazvati probleme ili nesreće.
- **Praćenje i Nadzor:** Merni instrumenti omogućavaju praćenje ključnih parametara, kao što su pritisak i temperatura, što pomaže u pravovremenom reagovanju na promene u operativnim uslovima.
- **Sigurnost:** Zaptivni prstenovi i by-pass ventili pružaju dodatne mere zaštite, sprečavajući curenje i omogućavajući kontrolu u slučaju tehničkih problema [1,2,9,11,14,15,19].



Slika 15. – Gornji deo erupcionog uređaja „erupciona jelka“ (1.Manometar, 2.pokrovni ventil, 3.Reducir (ukrsni komad – „kocka“), 4.Redukciona prirubnica)



Slika 16. – Gornji deo erupcionog uređaja „erupciona jelka“



Slika 17. – Kompletan indirektan erupcioni uređaj na bušotini (Uvodna prirubnica – „bušotinska glava“, tubing adapter – „kezing adapter i gornji deo erupcionog uređaja)

6. TEHNIČKE MERE I MERE ZAŠTITE

SPISAK ZAKONA, PRAVILNIKA, STANDARDA I UPUTSTAVA

1. Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl.glasnik RS", br. 101/2015 i 95/2018);
2. Zakon o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. Glasnik R.S. br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017)
3. Pravilnik o postupku pregleda i ispitivanja opreme za rad i ispitivanje uslova radne okoline ("Sl. glasnik RS", br. 114/2014 i 102/2015)
4. Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad na radnom mestu (Sl. Glasnik R.S. br. 21/2009 i 1/2019)
5. Pravilnik o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad pri korišćenju opreme za rad (Sl. Glasnik R.S. br. 23/2009, 123/2012, 102/2015 i 101/2018)
6. Pravilnik o sadržini rudarskih projekata u oblasti eksploatacije nafte i zemnih gasova ("Sl. glasnik RS", br. 27/97)
7. Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. Glasnik R.S. br. 35/2004, 36/2009, 36/2009 – dr. zakon, 72/2009 – dr. zakon, 43/2011 – odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 – dr. zakon i 95/2018)
8. Zakon o zaštiti od požara (Sl. Glasnik RS br. 111/2009, 20/2015, 87/2018 i 87/2018 - drugi zakon.)
9. Odluka o vrstama investicionih objekata i prostornih i urbanističkih planova od značaja za odbranu (Sl. glasnik RS, br. 85/2015)
10. Zakon o vodama (Sl. glasnik R.S., br. 30/2010, 93/2012, 101/2016, 95/2018 i 95/2018 – dr.zakon)
11. Zakon o upravljanju otpadom (Sl. glasnik R.S., br. 36/2009, 88/2010, 14/2016 i 95/2018 - dr.zakon)
12. Zakon o zapaljivim i gorivim tečnostima i zapaljivim gasovima (Sl. Glasnik RS 54/2015)
13. Zakon o Vanrednim situacijama. (Sl. glasnik RS br. 11/2009, 92/2011 i 93/2012).
14. Zakon o zaštiti zemljišta (Sl. glasnik R.S., br. 112/2015)
15. Uredba o programu sistemskog praćenja kvaliteta zemljišta, indikatorima za ocenu rizika od degradacije zemljišta i metodologiji za izradu remedijacionih programa (Sl. glasnik R.S., br. 88 od 23. novembra 2010, 30 od 20. aprila 2018)
16. Zakon o cevovodnom transportu gasovitih i tečnih ugljovodonika i distribuciji gasovitih ugljovodonika ("Sl. glasnik RS", br. 104/2009)
17. Pravilnik o tehničkim uslovima za nesmetan i bezbedan transport naftovodima i produktovodima ("Sl. glasnik RS ", br. 37/2013)
18. Zakon o standardizaciji ("Sl. glasnik RS ", br. 30/96 i 46/2015)
19. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu objekata od atmosferskog pražnjenja ("Sl.list SRJ" br. 11/96).
20. Uredba o merama zaštite od požara pri izvođenju radova zavarivanja, rezanja i lemljenja ("Sl. glasnik SRS", br. 50/79)

6.1. MERE BEZBEDNOSTI I ZDRAVLJE NA RADU

Radnici angažovani na ovom projektu moraju biti upoznati sa svim potrebnim merama za očuvanje lične sigurnosti tokom rada. Odgovarajuće HSE službe kompanije su zadužene za obuku radnika o pravilima bezbednosti i zdravlja na radu.

Odgovornost za primenu bezbednosnih mera i zaštitu zdravlja leži kako na rukovodiocu radova, tako i na samim radnicima.

Radnici treba da budu opremljeni odgovarajućim sredstvima lične zaštite i zaštitnom opremom. Takođe, alati, uređaji, detektori za opasne gasove i druga radna sredstva moraju imati zaštitne mehanizme i važeće sertifikate koji potvrđuju njihovu sigurnost za korišćenje.

Organizacija radnih zadataka treba da bude takva da radnici mogu obavljati svoje dužnosti bez rizika za život i zdravlje, kao i bez oštećenja radnih sredstava.

Radnici se mogu dodeljivati samo na poslove koji su u skladu sa njihovim stručnim znanjem i zdravstvenim stanjem.

Radnici su dužni da pažljivo obavljaju svoje zadatke i koriste zaštitnu opremu prema njenoj nameni.

Obaveza radnika je da svakom neposrednom rukovodiocu prijavi sve nedostatke, incidente ili sumnjive situacije koje bi mogle imati negativan uticaj na njega, radni proces ili okolinu.

Rukovodilac i radnici moraju biti obučeni za pružanje prve pomoći u slučaju povrede..

6.2. POTENCIJALNI IZVORI OPASNOSTI NA EKSPLOATACIONOM POLJU

Mere zaštite od požara zavise od tehnološkog procesa i materijala koji se koriste ili skladište. Prilikom održavanja, kontrole i izvođenja radova na remontu, rekonstrukciji, proširenju ili sanaciji oštećenja, potrebno je preduzeti posebne mere zaštite od požara i eksplozija, s obzirom na fizičko-hemijske osobine fluida i činjenicu da se ti radovi obično odvijaju u opasnim zonama.

Na objektu koji se obrađuje ovom tehničkom dokumentacijom tokom eksploatacije mogu se javiti sledeće konkretne opasnosti::

- Neadekvatan izbor lokacije objekta.
- Isplivavanje cevovoda u blizini vodotoka i podzemnih voda.
- Nedovoljna stabilnost objekta i neprikladan izbor konstrukcije na mestima gde se cevovodi ukrštaju sa saobraćajnicama i drugim infrastrukturnim objektima.
- Delovanje neovlašćenih lica zbog slabe oznake cevovoda.
- Nepravilno postavljene unutrašnje komunikacije i prilazi objektu.
- Požari unutar objekata.
- Nedovoljno primenjene mere za očuvanje konstrukcija.
- Opasnost od neograđenih otvorenih šahtova.
- Kretanje neovlašćenih osoba unutar objekta.
- Nedovoljno ulaza i izlaza u slučaju opasnosti, kao i nepravilno postavljene unutrašnje komunikacije.
- Mali poluprečnici horizontalnih krivina na saobraćajnim površinama.
- Mali poluprečnici vertikalnih krivina na saobraćajnim površinama.
- Nepravilno odvodnjavanje površinske vode.
- Teškoće u saobraćaju zbog blata na površinama.
- Klizav kolovoz na većim usponima i padovima.
- Oštećenja ivica i površina kolovoza.
- Opasnosti na ukrštanjima (priklučci i raskrsnice).
- Požar izazvan otvorenim plamenom unutar objekta.
- Požar usled korišćenja alata koji izaziva varničenje.
- Eksplozije zbog neodgovarajućih materijala korišćenih za opremu.
- Eksplozije izazvane loše izvedenim montažnim radovima.
- Eksplozije zbog prekoračenja maksimalnog radnog pritiska.
- Eksplozije uzrokovane neispravnom ili nepostojećom sigurnosnom armaturom.
- Eksplozije kao rezultat nestručnog rukovanja i održavanja instalacije.
- Eksplozije usled zapaljenja eksplozivne smeše.
- Mehaničke povrede zbog nedovoljne obuke osoblja ili nepažnje.
- Opekotine izazvane otvorenim plamenom ili dodirima sa instalacijama koje rade na povišenim temperaturama.

- Zagađenje okoline usled nekontrolisanog ispuštanja većih količina fluida, što bi moglo negativno uticati na biljni i životinjski svet.
- Direktan strujni udar.
- Kratki spoj.
- Previsok napon dodira.
- Mehanička oštećenja električnih instalacija i uređaja.
- Pražnjenje atmosferskog elektriciteta.

6.3. PREVENTIVNE MERE ZAŠTITE NA POLJU

Na objektu koji se obrađuje u ovoj tehničkoj dokumentaciji, na osnovu identifikovanih potencijalnih izvora opasnosti, usvojene su sledeće mere bezbednosti i zaštite:

- Lokacija objekta je definisana i usklađena s tehnološkim i mašinskim aspektima projekta, kao i sa važećim zakonskim regulativama.
- Propisan je način postavljanja cevi u vodotocima i podzemnim vodama, uz pravilan sistem opterećivanja.
- Ugradnja zaštitne cevi biće obavljena na dubini koja osigurava stabilnost objekta s kojim se instalacija ukršta, a statički proračun je izvršen prema relevantnim propisima.
- Trasa cevovoda i objekti na trasi moraju biti adekvatno obeleženi.
- Pristup objektu i komunikacije su organizovani tako da omogućavaju siguran prilaz i brzu evakuaciju u slučaju opasnosti.
- Predviđene su mere zaštite od požara i sredstva za gašenje.
- Koristiće se materijali standardnog kvaliteta koji osiguravaju trajnost konstrukcije.
- Izbor konstrukcije i statički proračun su realizovani prema relevantnim propisima, uzimajući u obzir opterećenja i uticaje opreme.
- Otvori u šahtovima i druga potencijalno opasna mesta biće obezbeđeni poklopcima.
- Objekat će biti zaštićen trajnom ogradom visokom 2 metra.
- Komunikacije i pristupi objektu su izvedeni tako da obezbeđuju siguran pristup i zadovoljavaju potrebe za brzom evakuacijom.
- Poluprečnici horizontalnih krivina na saobraćajnim površinama omogućavaju nesmetano odvijanje saobraćaja.

- Površinske vode će se odvoditi uz pomoć podužnih i poprečnih nagiba kolovoza, a nivelacija će omogućiti pravilan otok vode.
- Konstruktivni elementi saobraćajnih površina, zajedno sa pravilnom geometrijom i nagibima bankina, sprečavaju nakupljanje blata na kolovozu.
- Usponi i padovi kolovoza su minimalni, a površina kolovoza je dovoljno hrapava.
- Ivice saobraćajnih površina će biti zaštićene ivičnjacima i bankinama, a konstrukcija kolovoza obezbeđuje potrebnu nosivost da bi se izbegla oštećenja.
- Saobraćajna traka za vozila u jednom smeru biće širine 3,50 m, dok će dvosmerni saobraćaj imati širinu kolovoza od 6,0 m, što je prilagođeno postojećim uslovima.
- Tokom rada postrojenja, posebna pažnja treba da bude usmerena na rizik od požara ili eksplozije, a svi radnici moraju se pridržavati propisa i uputstava.
- Instalacije su projektovane da spreče nekontrolisano ispuštanje fluida tokom normalne eksploatacije.
- Na vidnim mestima biće postavljene upozoravajuće table koje zabranjuju unošenje otvorenog plamena, pušenje i korišćenje alata koji može izazvati varničenje.
- Oprema koja se koristi mora imati sertifikate o kvalitetu.
- Sve zavarivačke radove na instalacijama obavljaju atestirani radnici.
- Instalacija će biti testirana na nepropusnost i čvrstoću, uz vizuelnu i radiografsku kontrolu svih zavarenih spojeva.
- Posude pod pritiskom i sigurnosna armatura moraće se redovno proveravati od strane ovlašćenih institucija.
- Rukovanje instalacijom i aparatima za protivpožarnu zaštitu mora obavljati obučeno i kvalifikovano osoblje.
- Projektom su određene zone ugrožene eksplozivnim smešama i propisane mere zaštite u tim područjima, uz odgovarajuću zaštitu za električnu opremu.
- Rukovanje opremom i instalacijom obavljaoće isključivo obučeni i kvalifikovani radnici, uz obaveznu zaštitnu opremu.
- Sva oprema i cevovodi koji rade s fluidima na visokim temperaturama biće termoizolovani kako bi se sprečio direktan kontakt sa toplim površinama.
- Šahtovi u zonama sa mogućim taloženjem para biće opremljeni poklopcima.
- Instalacija je projektovana kao zatvoren sistem koji ne omogućava nekontrolisano ispuštanje fluida, čime se sprečava zagađenje okoline.

- Zaštita od direktnog strujnog udara biće obezbeđena odabirom standardne tehničke opreme smeštene u razvodne table i ormane sa bravama i oznakama upozorenja.
- Zaštita od kratkog spoja je rešena pravilnim izborom i dimenzionisanjem topivih osigurača i elektromagnetnih okidača, a osigurači se postavljaju na početku svakog strujnog kruga.
- Zaštita od previsokog napona dodira ostvarena je putem nulovanja uz dodatnu žicu u žutom i zelenom obliku u kablju. Proračun efikasnosti ove zaštite pokazuje usklađenost sa svim potrebnim standardima.
- Zaštita od mehaničkih oštećenja je osigurana vođenjem provodnika na visini većoj od 2 metra, dok će se na mestima ispod 2 metra provodnici postaviti u čelične ili plastične cevi ili fleksibilna creva.
- Zaštita objekata od atmosferskog pražnjenja rešava se klasičnom gromobranskom instalacijom u obliku Faradejevog kaveza, uz zajednički uzemljivač i galvansko povezivanje svih metalnih delova.
-

6.4. OPREMA, SREDSTVA I UREĐAJI ZA ZAŠTITU OD POŽARA I ZAŠTITU NA RADU

Primena preventivnih mera zaštite od požara ne može uvek potpuno eliminisati rizik od izbijanja požara. Požari se najlakše gase u svojoj početnoj fazi dok su još uvek mali. Za gašenje početnih požara koriste se mobilni prenosni aparati. Vrsta aparata zavisi od materijala koji se štiti i različitih sredstava za gašenje.

Kada se određuje vrsta, kapacitet i broj aparata za gašenje požara, uzimaju se u obzir sledeći kriterijumi:

- Procena rizika od požara,
- Namena različitih prostorija u objektu,
- Upotreba zapaljivih i gorivih materija,
- Moguće klase požara, i
- Drugi uslovi koji mogu uticati na pojavu i širenje požara.

Oprema za zaštitu od požara je prilagođena tehnološkim procesima i materijalima koji se koriste ili skladište u objektu.

Pri izvršavanju poslova održavanja i kontrole, kao i pri izvođenju radova na remontu, rekonstrukciji, proširenju, sanaciji eventualnih oštećenja i dr., moraju se preduzimati posebne mere zaštite od požara i eksplozija, s obzirom na fizičko - hemijske osobine fluida i činjenicu da se navedeni radovi, uglavnom, izvode u zonama opasnosti od požara i eksplozija.

Raspored aparata, izbor mesta i način postavljanja

Aparati se moraju postaviti na vidljivom i pristupačnom mestu. Aparati se postavljaju na visini ne većoj od 1,5m na fabričkom držaču, ili na podu. Aparati se moraju obezbediti od neovlašćenog premeštanja.

Za objekte i instalacije koje su obrađene ovom dokumentacijom, predviđena je mobilna oprema za gašenje početnih požara i to:

- prilikom obilaska bušotina posada je u obavezi da sa sobom ponese po dva protivpožarna aparata tipa S -9A ,
- u krugu stanice se koristiti postojeća oprema u slučaju gašenja početnih požara.

Zaštita od požara i eksplozija

U skladu s važećim zakonima i propisima, kako bi se obezbedila zaštita tehnološkog procesa i zaposlenih te sprečili incidenti, neophodno je primeniti sledeće mere:

- Izbor zaštitne opreme treba da bude prilagođen radnim uslovima i da predstavlja osnovu sigurnosti i zaštite zaposlenih.
- Tehnološka oprema mora biti izrađena od kvalitetnih materijala i pravilno testirana kako bi se osigurao bezbedan rad.
- Rukovanje opasnim materijama mora se vršiti prema bezbednosnim listama (MSDS) i obezbediti odgovarajuće mere opreza.
- Obuka zaposlenih koji rukuju opasnim materijama mora uključivati polaganje ispita o manipulaciji opasnim materijama (ADR ispit).
- Popravke opreme i instalacija treba izvoditi uz strogo poštovanje propisa o zaštiti od požara i eksplozija.

- Zaštita od statičkog elektriciteta treba biti implementirana premoštavanjem prirubnica cevovoda koji transportuju zapaljive ili eksplozivne materije i uzemljenjem metalnih delova.
- Uzemljenje mora biti u skladu sa propisima i redovno kontrolisano od strane ovlašćenih lica uz vođenje uredne evidencije.
- Električne instalacije u opasnim zonama treba redovno proveravati i održavati u skladu s propisima, uz evidenciju.
- Zabranjena je upotreba mobilnih telefona, otvorenog plamena i pušenje u opasnim zonama.
- Pored pravila iz Uputstva, obavezni su da poštuju i zakonske mere zaštite od požara, uključujući i obuke iz te oblasti.
- Prostor postrojenja treba održavati čistim i urednim, a zapaljiv otpad odlagati u metalne posude sa poklopcem.
- Higijena prostorija za zaposlene mora se redovno održavati, a korišćenje dodatnih elektro-termičkih uređaja dozvoljeno je samo uz odobrenje odgovornog lica.
- Sistem veze na postrojenju mora biti u funkciji kako bi se omogućilo brzo alarmiranje u slučaju požara ili havarije.
- Elektroinstalacije i uređaji moraju se redovno održavati, a evidencija o tome mora postojati.
- Za rad u opasnim zonama potrebno je obezbediti alat koji ne varniči i koji ima odgovarajuće ateste.
- Ručno prenosni aparati za gašenje požara moraju biti na vidljivim mestima, pristupačni i uvek slobodni za upotrebu, isključivo u svrhu za koju su namenjeni.
- Radovi zavarivanja, u skladu sa „Uredbom o merama zaštite od požara pri izvođenju radova zavarivanja, rezanja i lemljenja“, ne smeju se obavljati bez prethodnog odobrenja za izvođenje radova na privremenim mestima. Ovo odobrenje treba da sadrži informacije o pripremnim radovima, tehnologiji varenja i predviđenim merama zaštite od požara prema važećim propisima.
- Zavarivanje mogu izvoditi samo zaposleni koji su stručno obučeni za rukovanje i upotrebu opreme za zavarivanje i koji su upoznati sa propisanim merama zaštite od požara koje treba primeniti tokom procesa varenja.

- Zaposleni koji obavljaju zavarivanje moraju biti obučeni za rukovanje opremom za gašenje požara koja je dostupna na radnom mestu i za sistem uzbunjivanja u slučaju požara.
- Kada se koristi acetilen i kiseonik iz boca, zaposleni moraju poštovati sledeća pravila:
 - Ventil na bocama acetilena treba otvarati polako i potpuno.
 - Prilikom postavljanja reduktora pritiska na bocu sa kiseonikom, zaptivači, navoji, alat i ruke ne smeju biti kontaminirani masnim materijama.
 - Boce treba zaštititi od direktnog sunčevog zračenja.
 - Temperatura boce ne sme prelaziti 35°C.
 - Boce se ne smeju kotrljati niti skladištiti u horizontalnom položaju.
 - Boce treba zaštititi od pada pomoću lanca.

Za zaštitu od požara, na prilazu radilištu i na vidljivim i odgovarajućim mestima treba postaviti znakove zabrane, upozorenja i obaveštenja (Slika 18).



Slika 18. – Znakovi zabrana, upozorenja i obaveštenja

7. TEHNIKA I TEHNOLOGIJA LIKVIDACIJE I KONZERVACIJE NAFTNIH I GASNIH BUŠOTINA

7.1. Likvidacija bušotine

Za izvođenje radova na likvidaciji bušotine DN-005 kao glavna tehnika primenjuju se sečenje i zavarivanje:

Izvršeni pripremni radovi:

- 1) Bušotina je obezbeđena likvidacionim čepovima, bez pritiska i gasova.
- 2) Obezbeđen je adekvatan pristupni put
- 3) Obezbeđena je čista proizvodna oprema na ustima bušotine (erupcioni uređaj).
- 4) Izvršeni građevinski radovi na uklanjanju bušotinske šahte (Slika 19) i napravljen je kosi iskop dubine 3000mm (*Dubina iskopa se definiše u skladu sa zakonom, odnosno na neophodnu dubinu ugradnje pokrovne likvidacione kape*) oko erupcionog uređaja i kolone. Kosi iskop je izrađen u skladu sa HSE standardima i adekvatno obezbeđen za operaciju likvidacije (Slike 20 i 21).

Postupak radova – likvidacije:

- 1) Izvršen raspored i postavljanje mehanizacije i ljudstva na lokaciji.
- 2) Izvršena je provera pritisaka i koncentracije opasnih gasova u bušotini (kezing i međuprostor).
- 3) Nakon konstatacije da su stečeni svi bezbedni uslovi za izvođenje operacije dobijene su dozvole za rad.

Proces likvidacije indirektnog uređaja na bušotini je sledeći:

- 1) Izvršena je demontaža gornjeg dela EU
- 2) Izvršeno sečenje uvedne kolone 13 3/8“ na tehničku meru
- 3) Napravljena su tri tehnička otvora toplim operacijama – gasno sečenje na tehničkoj koloni 9 5/8“ (Slika 22)
- 4) Izvršeno je rasklinjenje eksploatacione kolone toplim operacijama - izvršeno je sečenje eksploatacione kolone kroz tehničke otvore koji su prethodno napravljeni na tehničkoj koloni 9 5/8“ (Slika 23)

- 5) Geometar je izvršio merenje dubine i definisane su tačke, odnosno mesta sečenja kolona (Slika 24)
- 6) Izvršena je demontaža donjeg dela erupcionog uređaja (bušotinske glave) toplim operacijama – sečenjem tehničke kolone 9 5/8“
- 7) Izvršeno je sečenje tehničke kolone 9 5/8“ na definisanu meru (Slika 25)
- 8) Izvršena je obrada tehničke kolone 9 5/8“ u cilju pripreme za zavarivanje pokrovne kape
- 9) Izvršeno je sečenje, kao i obrada eksploatacione kolone na definisanu meru (Slika 25)
- 10) Izvršena je montaža pokrovne kape zavarivanjem na tehničku kolonu 9 5/8“ (Slika 26)
- 11) Zavareni spojevi su ohlađeni ravnomerno (umotani u termo izolaciono ćebe)
- 12) Laboratorija za ispitivanje je izvršila kontrolu zavarenih spojeva magnetnim česticama.
Prilikom ispitivanja nisu uočene naprsline zavarenih spojeva – zavar ispravan. (Slika 27)
- 13) Na pokrovnu kapu montiran prelaz 2 7/8“ i ventilić 1/2“ – bušotina obezbeđena (Slika 28)
- 14) Izrađen je zapisnika o izvršenim radovima
- 15) Nakon likvidacije bušotine, uspešno je urađena i rekultivacija zemljišta (vraćeno je sve u prvobitno stanje) [1,2,9,11,12,14,15,17]

Prikaz radova na likvidaciji bušotine:



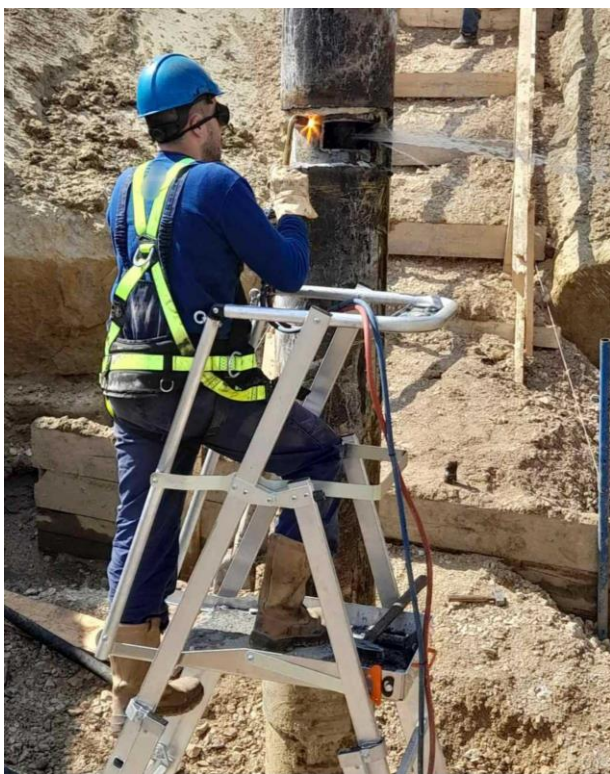
Slika 19. – Priprema lokacije za likvidaciju



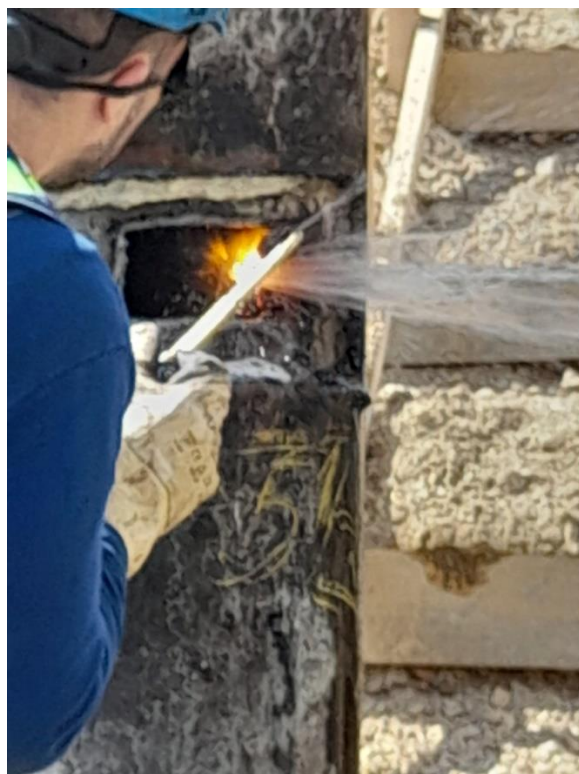
Slika 20. – Pripremljena lokacija za likvidaciju



Slika 21. – Pripremljena lokacija za likvidaciju



Slika 22. – Sečenje kolone (tehnički otvori)



Slika 23. – Sečenje kolone (rasklinjenje)



Slika 24. – Geometar (određivanje dubine sečenja)



Slika 25. – Odsečene kolone na meru



Slika 26. – Zavarivanje pokrovne kape 9 5/8“



Slika 27. – NDT kontrola zavarenih spojeva



Slika 28. – Montirana pokrovna kapa

7.2. Konzervacija bušotine

Sanacija i konzervacija gasne bušotine DN-001

Na bušotini DN-001 proizvodnja gasa i kondenzata odvijala se od 1989. do 2017. godine kada je usled završetka i nemogućnosti stabilne proizvodnje gasa donešena odluka o prekidu proizvodnje.

Usled tehničke neispravnosti bušotine (Slika 29), odnosno konstatacije da su svi ventili na erupcionom uređaju neispravni (neki su nefunkcionalni, a neki su nehermetični) i kezing ventil na kom je evidentirano propuštanje gasa, iz bezbednosnih razloga donešena je odluka o konzervaciji bušotine. Cilj odluke je da se sanira neispravna proizvodna oprema, odnosno erupcioni uređaj, a zatim da se izvrše remontni radovi kako bi se bušotina konzervirala.

Radovi na sanaciji neispravnog erupcionog uređaja:

1. Proverena funkcionalnost svih ventila – konstatovano da je da su master ventil, drugi ventil po pravcu, jedan bočni ventil i oba kezing ventila nefunkcionalni. Jedan kezing ventil je nehermetičan – propušta gas,
2. Pripremljena su dva nova ventila sa adapterima i opremom za hladno (specijalna oprema koja ne varniči) bušenje,
3. Izvršena je demontaža ukrasnog komada (kocke) sa 3 neispravna ventila - dva bočna i prvi po pravcu, (Slika 30).
4. Izvršena je montaža (nadogradnja) novog ventila na drugi ventil po pravcu,
5. Izvršena je montaža (nadogradnja) novog ventila na neispravan kezing ventil,
6. Izvršena je montaža opreme za hladno bušenje i proveru hermetičnosti montirane opreme na nadograđen nov ventil po pravcu – sve je ispravno i hermetično,
7. Izvršeno je hladno bušenje drugog ventila po pravcu (Slika 31) nakon čega je evidentiran kontakt sa bušotinom, odnosno evidentiran je pritisak od 150bar. Nakon evidentiranja pritiska, zatvoren je ispravan ventil i demontirana je oprema za hladno bušenje,
8. Nakon demontaže opreme za hladno bušenje izvršena je montaža novog sklopa ventila sa ukrasnim komadom (sa montažom ovog sklopa kompletiran je gornji deo erupcionog uređaja – „jelka“),

9. Izvršeno je hladno bušenje neispravnog ventila na kezingu (Slika 32). Ventil je uspešno probušen i ostvaren je kontakt sa kezingom. Evidentiran je pritisak od 150bar (konstatovano je da je paker u bušotini neispravan jer je evidentiran isti pritisak u tubingu i kezingu),
10. Izvršena je demontaža opreme za hladno bušenje i bušotina je obezbeđena.
11. Nakon obezbeđenja bušotine izvršeno je gušenje bušotine u cilju pripreme za remontne radove. (Slika 33)

Remontnim radovima izvađena je neispravna proizvodna oprema, izolovani su intervali i postavljeni su cementni čepovi u cilju konzervacije bušotine.

U toku remontnih radova, na erupcionom uređaju su ugrađeni svi novi ventili i bušotina je uspešno konzervirana. Nakon izvršene konzervacije prostor oko bušotine i lokacija su sređeni (Slika 34) [1,2,9,11,12,14,15,17]

Prikaz hronologije sanacije erupcionog uređaja i konzervacije bušotine:



Slika 29. – Neispravan erupcioni uređaj (bušotina nije u proizvodnji)



Slika 30. – Demontiran sklop ventila



Slika 31. – Hladno bušenje ventila



Slika 32. – Hladno bušenje neispravnog ventila na kezingu



Slika 33. – Gušenje bušotine – priprema za remontne radove za konzervaciju bušotine



Slika 34. – Nakon remontnih radova - bušotina konzervirana i sređena lokacija

ZAKLJUČAK

Likvidacija naftnih i gasnih bušotina predstavlja ključni deo života bušotine, koji se sprovodi nakon završetka proizvodnje. Ovaj proces je od suštinske važnosti za zaštitu životne sredine i očuvanje bezbednosti. Master rad istražuje savremene metode i prakse u likvidaciji bušotina, identifikuje izazove i nudi preporuke za poboljšanje procesa.

Istraživanje tehnika i tehnologija konzervacija i likvidacija bušotina pokazalo je složenost i važnost ovog procesa u naftnoj industriji. Analizom različitih metoda i tehnika sagledan je širok spektar faktora koji utiču na uspešnost ovih specijalnih operacija.

Tehničke specifikacije opreme, uslovi u bušotini, kao i sigurnosni aspekti, sve su to ključni elementi u planiranju i izvođenju radova na konzervaciji ili likvidaciji bušotina. Analizirajući između ostalog funkcionalnost opreme na ustima bušotine, stabilnost kanala bušotine, raspoloživost opreme za izvođenje radova, zaključeno je da su preciznost i stručnost neophodni za osiguranje dugoročne funkcionalnosti kao i poboljšanja bezbednosti prilikom izvođenja radova specijalnih operacija kao što su konzervacije i likvidacije bušotina.

Likvidacija naftnih i gasnih bušotina je složen proces koji se koristi za bezbedno zatvaranje bušotina nakon što se proizvodnja na njima završi. Ovaj proces je ključan za zaštitu životne sredine i očuvanje sigurnosti. Osnovni koraci u postupku konzervacije, odnosno likvidacije bušotine su planiranje i procena. Pre nego što se započne sa likvidacijom, potrebno je razviti detaljan plan koji uključuje procenu stanja bušotine, uslova okoline i potencijalnih rizika. Plan može zahtevati usklađivanje sa lokalnim i međunarodnim regulativama. U okviru plana jedan od najbitnijih faktora je zaštita životne sredine. Pre nego što se bušotina zatvori, potrebno je osigurati da se okolna sredina zaštiti od potencijalne kontaminacije što može uključivati prikupljanje i zbrinjavanje preostalih tečnosti i materijala koji mogu biti štetni. Takođe, nosilac eksploatacije je obavezan da nakon završetka radova na eksploataciji, na područjima gde su rudarski radovi završeni, sprovede rekultivaciju zemljišta u skladu sa tehničkim projektom za tehničku i biološku rekultivaciju, koji je deo glavnog ili dopunskog rudarskog projekta.

Ključni deo procesa konzervacije i likvidacije je obezbeđenje kanala bušotine. Prvo se mora zaustaviti sva proizvodnja iz bušotine, uključujući obustavu pumpanja nafte ili gasa. Pritisak, kao i koncentracija opasnih gasova unutar bušotine se moraju regulisati kako bi se sprečila

moгуćnost curenja ili eksplozije. Na određenim nivoima bušotine se postavljaju cementni čepovi kako bi se sprečila migracija fluida na površinu. Svi rezervoari i cevovodi se prazne od preostalih fluida i materijala. Ovi materijali se pravilno zbrinjavaju kako bi se sprečila kontaminacija. Nakon obezbeđenja bušotine kompletna oprema (erupcioni uređaj) se trajno zatvara ili uklanja u slučaju likvidacije. Likvidacija bušotine je kompleksan i detaljan proces koji zahteva stručnost, preciznost i pažnju na sve aspekte kako bi se osigurala bezbednost i očuvala životna sredina. Pogrešno izvedena likvidacija može dovesti do curenja nafte ili gasa u okolinu, što može imati ozbiljne ekološke posledice. Nakon zatvaranja, bušotina može biti podložna periodičnim inspekcijama kao što su provere na curenje ili druge probleme, kako bi se pratilo stanje i osigurala dugoročna sigurnost.

Ovi koraci mogu se razlikovati u zavisnosti od specifičnih regulativa i uslova na lokaciji, ali svi imaju za cilj da se potencijalni rizici svedu na minimum, da se očuva bezbednost i zaštiti okolina.

Efikasna likvidacija bušotina je ključna za očuvanje životne sredine i bezbednost zajednice. Analizom savremenih metoda i identifikovanjem izazova, ovaj rad pruža osnovu za unapređenje procesa i razvoja novih praksi koje će doprineti održivijoj i sigurnijoj industriji nafte i gasa.

LITERATURA

- [1] Adam J. Brendel, 2017, "Handbook of Offshore Oil and Gas Operations"
- [2] A. C. (Chuck) Thompson, 2015, "Oilfield Survival Guide"
- [3] API (American Petroleum Institute) Standardi, 65-2: "Isolating Potential Flow Zones During Well Construction"
- [4] API (American Petroleum Institute) Standardi RP 59: "Recommended Practice for Well Abandonment and Wellhead Removal"
- [5] Bizjak R., 2004. Tehnologija bušenja sa projektovanjem, DIT NIS - Naftagas, Novi Sad.
- [6] Bosworth, S., Saad El Sayed, H., Ismail, G., Ohmer, H., Stracke, M., West, C., Retnantom, A., 1998. Key Issues in Multilateral Technology, Schlumberger
- [7] J. C. R. (Bob) B. and H. M. (Marty) T., 1980, „Fundamentals of Well Log Interpretation“
- [8] Journal of Petroleum Technology – JPT (<https://jpt.spe.org>)
- [9] ISO 10426-1: "Cementing of Oil and Gas Wells"
- [10] Larry W. Lake, 1987, "Petroleum Engineering Handbook"
- [11] Kompanija NIS, Dragan Kovačević, 2012, Nastavno-metodički udžbenik za struku „Operater za proizvodnju nafte i gasa“
- [12] Kompanija NIS, projektna dokumentacija o likvidacijama i konzervacijama bušotina
- [13] Pavel Križ, 2006, „Osvajanje bušotine teorija i praksa I deo“
- [14] Petroleum Online (<https://www.petroleumonline.com>)
- [15] OnePetro (<https://www.onepetro.org>)
- [16] R. E. Christiansen, 1990, Drilling and Well Completions
- [17] SPE (Society of Petroleum Engineers) Papers, SPE-174849-MS - "Well Abandonment: Best Practices and Lessons Learned", SPE-158794-MS - "Challenges in Well Abandonment Operations"
- [18] Stevan D. Malogajski, 1996, Optimizacija remontnih i stimulativnih radova u naftnim i gasnim bušotinama
- [19] Vlastimir Nedeljković, 2005, Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta drugi deo
- [20] Veselin Batalović, 2010, Mašine i uređaji u rudarstvu nafte i gasa
- [21] Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS", br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021)

IZJAVA O AUTORSTVU

Izjavljujem da je master/magistarski rad

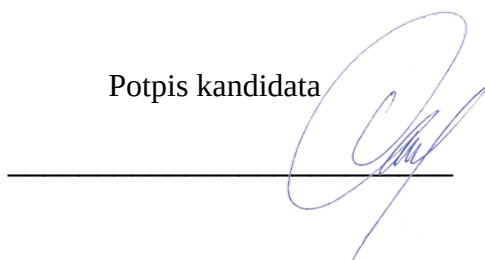
Naslov rada Analiza likvidacije i konzervacije naftnih i gasnih bušotina

Naslov rada na engleskom jeziku Analysis of liquidation and conservation of oil and gas wells

- ☒ rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- ☒ da master/magistarski rad, u celini ili u djelovima, nije bio predložen, nije bio predložen za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova ,
- ☒ da su rezultati korektno navedeni i
- ☒ da nisam kršio/la autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Banjoj Luci 25.10.2024.

Potpis kandidata



**Izjava kojom se ovlašćuje Rudarski fakultet/ ~~Akademiju umjetnosti~~
Univerziteta u Banjoj Luci da master/magistarski rad učini javno dostupnim**

Ovlašćujem Rudarski fakultet/ ~~Akademiju umjetnosti~~ Univerziteta u Banjoj Luci da moj master/magistarski rad, pod naslovom

Analiza likvidacije i konzervacije naftnih i gasnih bušotina

koji je moje autorsko djelo, učini javno dostupnim.

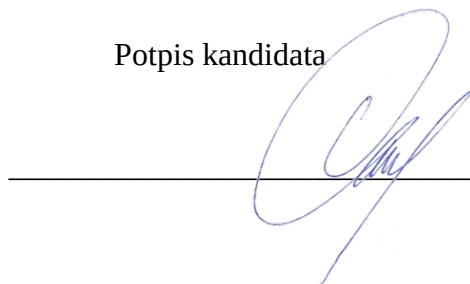
Master/magistarski rad sa svim priložima predao/la sam u elektronskom formatu, pogodnom za trajno arhiviranje.

Moj master/magistarski rad, pohranjen u d i g i t a l n i r e p o z i t o r i j u m Univerziteta u Banjoj Luci, mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (*Creative Commons*), za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo - nekomercijalno
3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade
- ④ 4. Autorstvo - nekomercijalno - dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

U Banjoj Luci 25.10.2024.

Potpis kandidata



**Izjava o identičnosti štampane i elektronske verzije
master/magistarskog rada**

Ime i prezime autora Nikola Dubajić

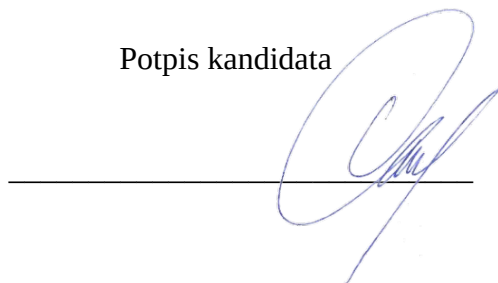
Naslov rada Analiza likvidacije i konzervacije naftnih i gasnih bušotina

Mentor Doc. dr Miroslav Crnogorac Miroslav Crnogorac

Izjavljujem da je štampana verzija mog master/magistarskog rada identična elektronskoj verziji koju sam predao/la za digitalni repozitorijum Univerziteta u Banjoj Luci.

U Banjoj Luci 25.10.2024.

Potpis kandidata



ИЗВЈЕШТАЈ КОМИСИЈЕ О ОЦЈЕНИ УРАЂЕНОГ МАСТЕР (ЗАВРШНОГ) РАДА

ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ

Научно-наставно вијеће Рударског факултета је на 129. сједници донијело Одлуку број 21/3.761/24 од 25.09.2024. године којом је именована Комисија за преглед и оцјену урађеног масер рада кандидата Николе Дубајића, у саставу:

1. др Љубица Фигун, доцент, ужа научна област Подземна експлоатација минералних сировина, Универзитет у Бањој Луци – Рударски факултет, предсједник комисије
2. др Мирослав Црногорац, доцент, ужа научна област Инжењерство нафте и гаса, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет, ментор
3. др Алена Здравковић, доцент, ужа научна област Истраживање лежишта минералних сировина, Универзитет у Бањој Луци – Рударски факултет, члан комисије

УВОДНИ ДИО ОЦЈЕНЕ МАСТЕР РАДА

- Рад се састоји од 52 страна, од тога 2 табеле и 34 слике.
- 21 литературних извора.
- Рад се састоји из 9 дијелова: 1. Увод, 2. Основна законска регулатива за извођење радова, 3. Пројектни задаци за радове на конзервацији и ликвидацији бушотине, 4. Предмер и предрачун радова и гантограм операција, 5. Избор производне опреме на устима бушотине, 6. Техничке мере и мере заштите, 7. Техника и технологија ликвидације и конзервације нафтних и гасних бушотина, 8. Закључак, 9. Литература.

УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ (ТЕОРИЈСКИ ДИО)

- Мастер рад истражује савремене методе и праксе у вези са конзервацијом и ликвидацијом нафтних и гасних бушотина, идентификује изазове и нуди препоруке за унапређење процеса који представља кључни дио живота бушотине након завршетка производње. Овај процес је од суштинске важности за заштиту животне средине и очување безбједности. Као главни примјер у овом раду наведена је конзервација, а затим и ликвидација бушотине N-007 која се налази у Србији, југозападно од општине Кањижа.
- Истраживање је спроведено кроз комбинацију теоријског прегледа литературе и анализе студија случаја. Детаљно су проучени релевантни стандарди и регулативе. Анализирани су конкретни примјери из индустрије, са фокусом на предности и мане различитих метода ликвидације. Сарадња са стручњацима из области и анализа доступних техничких извештаја доприносе свеобухватном разумијевању.

Након анализа и предрачуна, рад детаљно објашњава процес конзервације и ликвидације бушотине. Овај дио укључује и избор производне опреме, односно избор ерупционог уређаја на устима бушотине. Посебна пажња посвећена је детаљном опису поступка ликвидације индиректног ерупционог уређаја. У овом дијелу описана је детаљна припрема бушотине и простора око бушотине, све у циљу стварања безбједних услова за рад. Детаљно је приказан процес демонтаже комплетног ерупционог уређаја, обраде техничке и експлоатационе колоне и монтаже ликвидационе капе.

- Преглед литературе:

- [1] Adam J. Brendel, 2017, "Handbook of Offshore Oil and Gas Operations", United States
- [2] A. C. (Chuck) Thompson, 2015, "Oilfield Survival Guide", United States
- [3] API (American Petroleum Institute) Standardi, 65-2: "Isolating Potential Flow Zones During Well Construction", United States
- [4] API (American Petroleum Institute) Standardi RP 59: "Recommended Practice for Well Abandonment and Wellhead Removal", United States
- [5] Bizjak R., 2004. Tehnologija bušenja sa projektovanjem, DIT NIS - Naftagas, Novi Sad, Srbija
- [6] Bosworth, S., Saad El Sayed, H., Ismail, G., Ohmer, H., Stracke, M., West, C., Retnantom, A., 1998. Key Issues in Multilateral Technology, Schlumberger, United States
- [7] J. C. R. (Bob) B. and H. M. (Marty) T., 1980, „Fundamentals of Well Log Interpretation“, United States
- [8] Journal of Petroleum Technology – JPT, URL: <https://jpt.spe.org>
- [9] ISO 10426-1: "Cementing of Oil and Gas Wells"
- [10] Larry W. Lake, 1987, "Petroleum Engineering Handbook", United States
- [11] Kompanija NIS, Dragan Kovačević, 2012, Nastavno-metodički udžbenik za struku „Operater za proizvodnju nafte i gasa“, Srbija
- [12] Kompanija NIS, projektna dokumentacija o likvidacijama i konzervacijama bušotina, Srbija
- [13] Pavel Križ, 2006, „Osvajanje bušotine teorija i praksa I deo“, Srbija
- [14] Petroleum Online, URL: <https://www.petroleumonline.com/>
- [15] OnePetro, URL: <https://www.onepetro.org/>
- [16] R. E. Christiansen, 1990, Drilling and Well Completions, United States
- [17] SPE (Society of Petroleum Engineers) Papers, SPE-174849-MS - "Well Abandonment: Best Practices and Lessons Learned", SPE-158794-MS - "Challenges in Well Abandonment Operations", United States
- [18] Stevan D. Malogajski, 1996, Optimizacija remontnih i stimulativnih radova u naftnim i gasnim bušotinama, Srbija
- [19] Vlastimir Nedeljković, 2005, Eksploatacija naftnih i gasnih ležišta drugi deo, Srbija
- [20] Veselin Batalović, 2010, Mašine i uređaji u rudarstvu nafte i gasa, Srbija
- [21] Zakon o rudarstvu i geološkim istraživanjima ("Sl. glasnik RS", br. 101/2015, 95/2018 - dr. zakon i 40/2021), Srbija

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДЕ РАДА

- Примјена метода систематичног прегледа литературе како би се идентификовали и анализирали релевантни стручни извори који су од значаја за тему рада;
- Критичка анализа постојећих метода ликвидација и конзервација у циљу утврђивања њихових предности, мана и примјенљивости у конкретним условима рада;
- Сагледавање различитих техника и технологија ликвидација и конзервација кроз призму специфичних захтијева и услова у индустрији нафте и гаса како би се изабрале најподобније за истраживани проблем.
- Употреба савремених база података и електронских ресурса за приступ широком спектру литературе и научних радова у области ликвидација и конзервација бушотина.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

- Мастер рад истражује савремене методе и праксе у вези са конзервацијом и ликвидацијом нафтних и гасних бушотина, идентификује изазове и нуди препоруке за унапређење процеса који представља кључни дио живота бушотине након завршетка производње. Овај процес је од суштинске важности за заштиту животне средине и очување безбједности.
- Истраживање техника и технологија конзервације и ликвидације бушотина показује сложеност и важност овог процеса у нафтној индустрији. Анализом различитих метода и техника разматран је широк спектар фактора који утичу на успјешност ових специјалних операција. Техничке спецификације опреме, услови у бушотини и безбједносни аспекти су кључни елементи у планирању и извођењу радова на конзервацији или ликвидацији бушотина. Анализом функционалности опреме на устима бушотине, стабилности канала бушотине и доступности опреме за извођење радова, закључено је да су прецизност и стручност неопходни за осигурање дугорочне функционалности, као и побољшање безбједности током извођења радова специјалних операција као што су конзервације и ликвидације бушотина.
- Рад пружа свеобухватан преглед процеса конзервације и ликвидације бушотина у нафтној индустрији, са посебним фокусом на услове за безбједан рад, као и на самом поступку извођења операција.

ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

- Урађени завршни рад II циклуса студија студента Николе Дубајића, дипломираног инжењера рударства, под називом: АНАЛИЗА ЛИКВИДАЦИЈЕ И КОНЗЕРВАЦИЈЕ НАФТНИХ И ГАСНИХ БУШОТИНА, одговара прихваћеној теми и завршни рад је урађен у складу са образложењем које је дато у пријави рада.
- Напријед предочена анализа рада кандидата Николе Дубајића, дипломираног инжењера рударства, потврђује да су сви захтјевани критеријуми испуњени.

- Комисија је мишљења да кандидат влада тематиком и проблематиком рада као и методологијом научно - истраживачког рада што је и доказао систематичном и свеобухватном анализом проблема приликом израде завршног рада. На основу наведеног Комисија сматра да урађени завршни рад представља значајан допринос у стручно - научној анализи техника и технологија које се користе при конзервацијама и ликвидацијама бушотина.
- Комисија једногласно предлаже Научно - наставном вијећу Рударског факултета, Универзитета у Бањој Луци да прихвати овај извјештај и кандидату одобри усмену одбрану завршног рада II циклуса студија.

Приједор, 04.10.2024. године

КОМИСИЈА:

1.) _____
Доц. др Љубица Фигун - предсједник

2.) _____
Доц. др Мирослав Црногорац - ментор

3.) _____
Доц. др Алена Здравковић - члан

ИЗДВОЈЕНО МИШЉЕЊЕ

- Члан Комисије који не жели да потпише Извјештај дужан је да наведе разлоге свог неслагања.