



LIKVIDÁCIA VRTU KÚTY 37 WELL KÚTY 37 ABANDONMENT

Eduard Stoličný¹, Peter Hudec

Key words: abandonment, well, kick, tubing, bottom hole pressure gauge

Abstract: Abandonment of the well Kúty 37 was complicated due to dealing with overpressured formation pressure (60,8 %). During short production test in 1997, the bottom hole pressure gauge was stuck in 2 7/8" tubing. The attempt to free pressure gauge via workover rig failed and the complication emerged when the fishing tool had stuck in tubing. Consequently, during killing the well and pulling up the tubing, the kick occurred. After killing the kick, the well was completed on the surface by preventer and production tree. In 2008, at the primary stage of abandonment, we had to deal with a problem of wellhead leakage in case of performing abandonment by external company. After solving this problem, tubing (including stuck wireline equipment) were pulled out of hole and the well was reamed to 2147,8 m. Abandonment itself was performed by four cement plugs in 6 5/8" production string and one in annulus 6 5/8" x 9 5/8".

1. Úvod

Vrt Kúty – 37 bol v dobe od 2.11.1979 do 25.1.1980 odvrtný s úlohou pionierskeho prieskumu akumulácií živíc v medzikryhách farského zlomu. Vrtba bola projektovaná do hĺbky 2500 m s možnosťou prehĺbenia do hĺbky 2750 m. Úlohou projektovaného vrtu bolo :

- prieskum akumulácií živíc vo vrchnom bádene a v lábskom obzore v medzikryhe severného a južného farského zlomu,
- overenie ropo-plynosnosti karpátu,
- zistenie geologickej stavby medzikryhy farského zlomu,
- prevrtanie celej mocnosti neogénu až do flyšového podložia.

Vybrané technické údaje o vrte sú zobrazené na obr. 1.

Počas procesu vrtania vrtu až do hĺbky 2 350 m nedošlo k vážnejším komplikáciám, okrem potreby úpravy mernej hmotnosti výplachu v niekoľkých intervaloch z dôvodu jej poklesu pod predpísanú hodnotu. Bolo to spôsobené buď prítokom ložiskovej vody alebo preplynením výplachu. Konečná projektovaná hĺbka bola 2 500 m, avšak po dovrtaní do hĺbky 2 350 m a následnom úkone nadkladania vrtnéj tyče (náradie pozdvihnuté do 2 338 m) došlo k uchyteniu vrtného náradia.

Túto vzniknutú haváriu sa nepodarilo v priebehu inštrumentačných prác zlikvidovať a preto vrt nesplnil jeden zo svojich základných cieľov, t.j. prevrtanie celej mocnosti neogénu, až do flyšového

¹ Ing. Eduard Stoličný, Ing. Peter Hudec, Nafta, a.s.

podložia. Vrt bol spriechodnený odtorpédovaním a vytiahnutím vrtnej kolóny priemeru Φ 5" z hĺbky 2 159 m.

Prvý čerpací pokus bol uskutočnený bezprostredne po navŕtaní najvrchnejšej časti karpátu a po zapažení vrtu technickou kolónou (TchK) Φ 9 5/8" do hĺbky 1 546,80 m (interval 1546,80 – 1561,00 m). Druhý čerpací pokus bol uskutočnený až po ukončení vŕtania v intervale 2 150,50 – 2 350 m pomocou čerpacích rúr (ČR) Φ 2 7/8". Nezapažená časť vrtu (od päty ťažobnej kolóny (TK) Φ 6 5/8 v hĺbke 2 150,50 po hlavu nevyinštrumentovaného náradia v hĺbke 2 159,00 m) bola zabezpečená proti zbornteniu stien zapusteným linerom Φ 4 1/2" v úseku 2 147,79 – 2 159,00 m. Sonda bola ponechaná ako nezakonzervovaná z dôvodu sledovania vývoju tlakov. Následne po sledovaní tlaku v sonde, došlo k spozorovaniu netesnosti posúvačov na spodnej časti produkčného kríža (PK), z čoho vyplynula potreba podzemnej opravy sondy (POS), ktorá bola realizovaná v roku 1996 za účelom jej prečistenia, výmeny produkčného kríža a čerpacieho pokusu.

Počas opravy sa podarilo vymeniť len vrchnú časť PK a oprava ďalej nepokračovala z dôvodu absencie výplachového hospodárstva.

V roku 1997 pri overovaní produkcie sondy výskumnou brigádou cez trysku Φ 6 mm pri zapustenom hlbinnom manometri poklesol tlak na ústi čerpacích rúr za 18 minút z pôvodných 19,2 MPa na 0,0 MPa (podozrenie na zamrznutie trysky). Po uzatvorení čerpacích rúr nebol pozorovaný žiadny nástup tlaku (Tab. 1). Pri ťahaní hlbinného manometra prišlo k utrhnutiu drôtu na kladke. Manometer ostal v hĺbke 2 136 m i s celou dĺžkou drôtu. Tento stav bol spôsobený pravdepodobne upchatým priestorom pod ČR (zátka vytvorená sedimentovaním barytu) a jej následným posunom do čerpacích rúr počas odľahu cez 6 mm trysku.

Tab. 1

Dátum	Hĺbka [m]	Teplota [°C]	Pf	Pc	Pt
			[MPa]		
1980	2100	68	31,47	27	26,5
1981	2138	68	35,42	-	24,5
1996	2 138	70	33,66	20	17,5
1997	2 138	*	*	20,5	19,2

* hodnoty nezmerané z dôvodu uviaznutia a následného odtrhnutia hlbinného manometra vo vrte

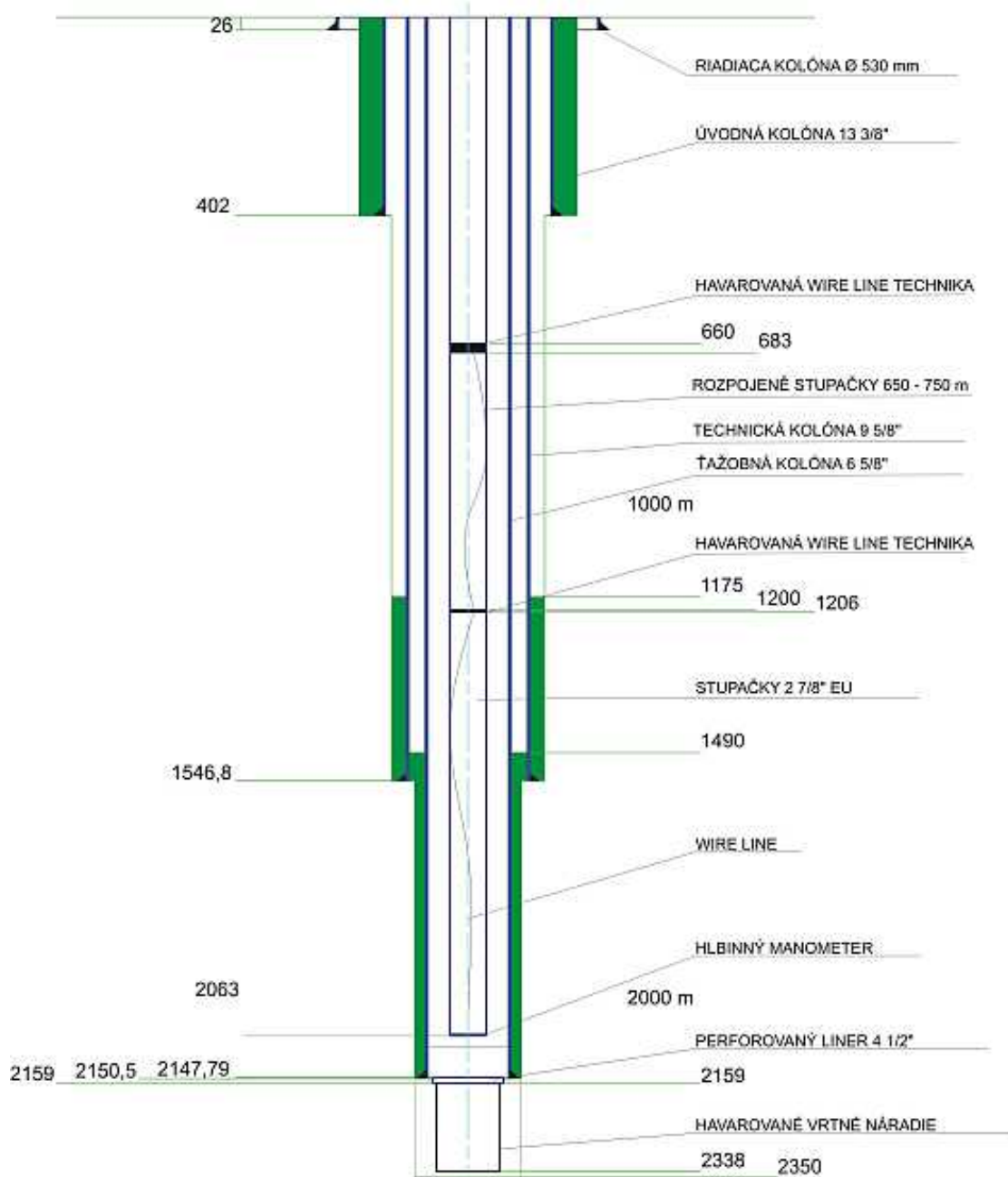
V období 11/1997 – 01/1998 bola realizovaná POS za účelom vytiahnutia hlbinného manometra a overenia ťažobných možností sondy. Pri tejto oprave sa podarilo povytiahnuť čerpacie rúry do hĺbky 2 063 m. Pri pokuse o vytiahnutie manometra sa podarilo vytiahnuť 700 m drôtu, avšak následne došlo k utrhnutiu piestovacieho lana s harpúnou. Sonda bola uzatvorená a zabezpečená dvojitém hydraulickým preventrom DF 7 1/16" x 35 MPa obr. 3. Týmto boli práce na sonde ukončené.

V rokoch 2000 – 2007 bol po dlhšej prestávke uskutočnený na sonde Kúty 37 výskum sondy za účelom zistenia tlakových pomerov v sonde a to na základe postupného odpúšťania tlaku a sledovaní nástupu tlaku po uzatvorení sondy. Po zhodnotení výsledkov z výskumu sondy sa dospelo k záveru, že sonda Kúty 37 pôjde do likvidácie.

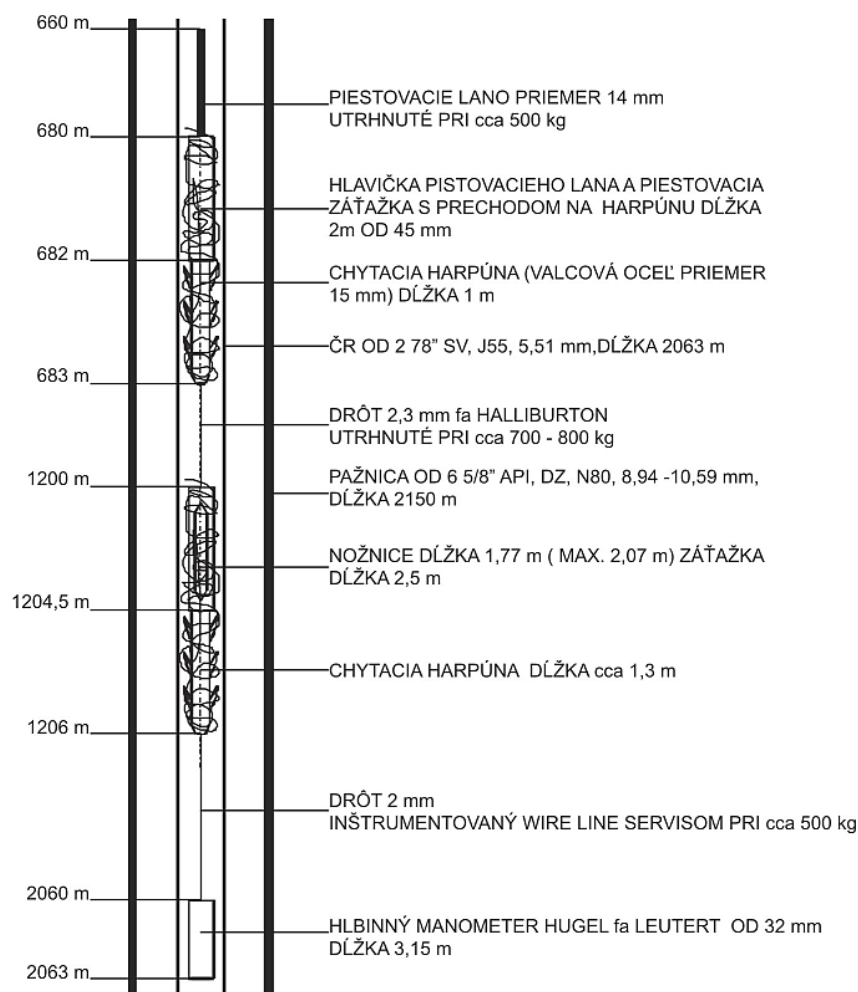
V prvotnej fáze prípravy projektu likvidácie sondy musel projektant prihliadať najmä na splnenie podmienok BOZP, keďže sa jednalo o komplikovanú likvidáciu sondy (60,80 % nadhydrostatický tlak, uviaznutý hlbinný manometer, harpúna, drôt, ČR osadené vápencom sedimentovaným z výplachu použitého pri POS v roku 1998).

Paralelne s prípravou projektu v NAFTA a.s. na 1 etapu likvidácie prebiehali rokovania s viacerými zahraničnými servisnými spoločnosťami o možnosti vypracovania projektu na likvidáciu sondy Kúty 37. Výsledkom resp. podmienkou, ktorá vyplynula z rokovaní bola dokonalá hermetičnosť ústia (požiadavka servisných spoločností) a taktiež návrh rozpočtu na POS, ktorý bol však neporovnateľne vyšší oproti rozpočtu obsiahnutom v projekte likvidácie sondy, vypracovanom projektantom spoločnosti NAFTA a.s. Na základe týchto výsledkov sa NAFTA a.s. rozhodla popasovať s likvidáciou sondy Kúty 37 svojpomocne. Z pohľadu eventuálnych komplikácií počas POS bol projekt likvidácie rozdelený do 3 etáp. Stav sondy pred prvou etapou likvidácie je znázornený na Obr. 1, detailný popis havarovanej wireline techniky je znázornený na obr. 2.

KÚTY 37



Obr. 1 Technický popis vrtu pred likvidáciou.



Obr. 2 Popis havarovanej wireline techniky.

2. Etapy likvidácie

2.1. Prvá etapa likvidácie

V prvej etape likvidácie "**Výmena spodnej časti PK**" sa riešil problém netesnosti posúvačov Φ 2 1/16" v spodnej časti produkčného kríža (jeden z nich bol nefunkčný).

Účelom prác bolo :

1. výmena spodnej časti PK za novú spodnú časť
2. pripraviť ústie na jeho likvidáciu servisnou spoločnosťou (v prípade potreby)
3. zistiť uchytenie ČR a v prípade ich uvoľnenia vytiahnuť ČR po prvý zhuk havarovaného náradia, t.j. do 638 m

Počiatkové poznatky:

Pri oprave v roku 1998 bol problém spojiť preventer 7 1/16 x 35 MPa so spodnou časťou PK. Po premeraní sa zistilo, že roztečný priemer otvorov v príрубе spodnej časti PK je rozdielny (menší ako stanovuje norma API) a taktiež otvory pre skrutky sú len priemeru 33,7 mm, pričom norma API stanovuje priemer 39 mm.

Z tohto dôvodu boli použité prechodové skrutky Φ M 30 cez prírubu a v preventri Φ M 36. Pri prečisťovaní závitov (povolenie a znovu dotiahnutie matíc a skrutiek) závrtné skrutky na preventri nešli vytiahnuť cez otvory v závesnej príрубе čerpacích rúr. Na základe týchto poznatkov sa nedalo vylúčiť, že na spodnej časti PK a závesnej príruby ČR pre tlak 35 MPa sú otvory a možno i drážka pre tesniaci kovový krúžok len na tlak 21 MPa. Predpokladali sme, že preventer nasadený na ústi vrtu po oprave sondy v roku 1998 je funkčný a po napojení ovládacej stanice sa s ním bude možné manipulovať. Stav ústia sondy pred 1 etapou likvidácie je znázornený na obr. 3.



Obr. 3 Sonda uzatvorená a zabezpečená dvojitým hydraulickým preventrom.

V tejto etape likvidácie vyplývalo najväčšie nebezpečenstvo z prác vykonávaných pri otvorenej sonde, avšak výskum predchádzajúci samotným prácam pri odpúšťaní tlaku z medzikružia ukázal, že sondu je možné udržať počas otvorenia medzikružia so slabým výtokom plynu pri tlaku veľmi blízkom 0 MPa (sonda dýcha) a bez výtoky kvapaliny. Následne sa pristúpilo k samotnej výmene spodnej časti PK. Účel 1 etapy likvidácie bol splnený iba čiastočne, pretože napriek úspešnej výmene spodnej časti PK, preventra DF 7 1/16" x 35 MPa a vrchnej časti PK za nové ústie sa nám následne nepodarilo uvoľniť kolónu ČR a to ani pri ťahaní 40 t nad váhu ČR. Z ťahového namáhania kolóny ČR bol vypočítaný interval uchytenia ČR v hĺbke cca 1790 – 1950 m. Po ukončení 1 etapy likvidácie sa vrt uzatvoril. Ukončením prvej etapy likvidácie boli splnené všetky predpoklady v prípade likvidácie servisnou spoločnosťou v prípade potreby. Táto možnosť sa ale vylúčila, keďže NAFTA a.s. bola schopná pokračovať v likvidácii vrtu vlastnými kapacitami a taktiež po technickej stránke boli splnené všetky kritéria s prihliadnutím na bezpečnosť. Ústie vrtu po ukončení 1 etapy je znázornené na obr. 4.



Obr. 4 Ústie vrtu po ukončení prvej etapy likvidácie.

2.2 Druhá etapa likvidácie

Následne bol v 03/2009 vypracovaný projekt na 2 etapu likvidácie. Účelom prác bolo **rozpojenie čerpacích rúr a pokus o premytie vrtu**. Po nasťahovaní súpravy pre POS sa pristúpilo k samotnej podzemnej oprave. Pri pokuse o rozpojenie kolóny ČR pri ťahu 20 t nám po rozpojení ČR ostal prírastok hmotnosti 6 t, t.j. predpoklad rozpojenia intervalu ČR v hĺbke 650 - 740 m. Po potiahnutí kolóny sa z vrtu vytiahol 1 ks ČR o dĺžke 8,54 m za účelom vymedzenia priestoru na premývanie vrtu. Sonda bola následne precirkulovaná 12 m³ pracovnej kvapaliny o mernej hmotnosti 1020 kg.m⁻³. Zo sondy bolo vycirkulovaných 12 m³ silne preplynenej pracovnej kvapaliny o mernej hmotnosti 1180 kg.m⁻³. Na ČR (p_t), medzikružie ŤK x ČR (p_c) a ŤK x TchK boli následne namontované elektronické manometre za účelom sledovania vývoja tlakov. Pred uzatvorením vrtu sa urobil zámer tlakov na ústi s nasledujúcimi hodnotami : p_c – 9,04 MPa ; p_t – 9,04 MPa ; ŤK x TchK – 1,0 MPa.

2.3 Tretia etapa likvidácie

V 02/2010 začala 3 etapa likvidácie sondy. Účelom prác bolo:

- postupné umŕtvovanie vrtu,
- vytiahnutie ČR,
- prepracovanie vrtu
- a postavenie likvidačných cementových mostíkov.

Pred začatím prác boli zaznamenaná nasledovné tlaky na ústi : p_c – 11,20 MPa; p_t – 11,20 MPa ; ŤK x TchK – 5,80 MPa. Z výsledku predchádzajúcej etapy likvidácie sa predpokladal prvý zhuk drôtu v intervale rozpojených čerpacích rúr, čo sa aj potvrdilo pri postupnom vyťahovaní ČR z hĺbky 748 m (obr. 5).



Obr. 5 Zhuk drôtu v intervale rozpojených čerpacích rúr.

V Tab. 3 sú detailne zaznamenané uviaznuté elementy v ČR s hĺbkovým intervalom. Na obr. 5 je zdokumentovaná harpúna + zhuk drôtu v ČR. Keďže z hĺbky 1756 m sa nám po opakovaných inštrumentačných pokusoch podarilo vytiahnuť len 1 ks ČR, pristúpilo sa k zapúšťaniu obvrťavacích rúr o priemere 5".



Obr. 6 Harpúna a zhluk drôtu v čerpacích drôtoch.

Následne sa postupným obvrtávaním ČR a ich postupným vyťahovaním zo sondy pomocou chytacieho trňa vytiahla kolóna ČT o celkovej dĺžke 2061,5 m. Ďalej sme pokračovali s prepracovávaním vrtu pomocou zubovej korunky Φ 141 mm.

Tab. 2

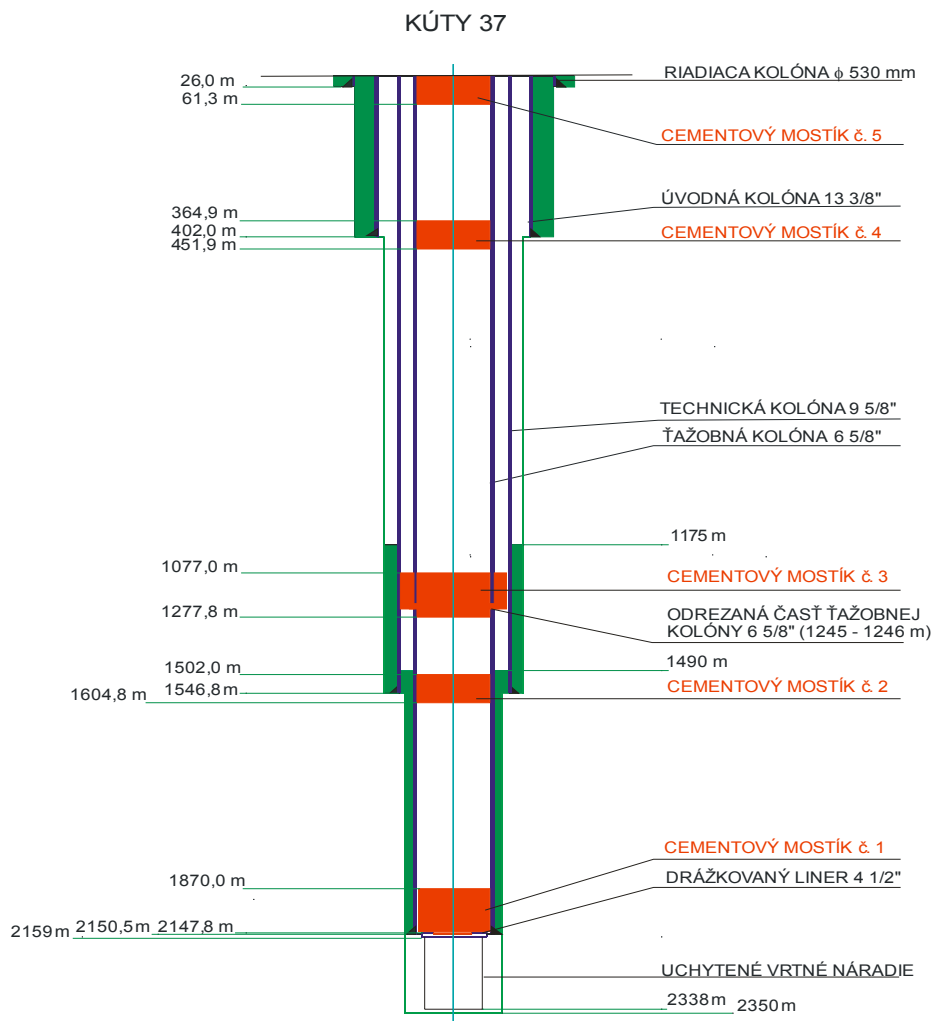
Hĺbka [m]	Poznámka
620,29 – 645,82	drôt
645,82 – 654,82	drôt + piestovacie lano + piest
654,82 – 663,68	drôt + piestovacie lano
663,68 – 672,11	piestovacia záťažka + harpúna + zhluk drôtov + piestovacie lano
672,11 – 680,51	zhluk drôtov
1218,36 – 1226,52	harpúna + záťažka + nožnice
1437,47 – 1480,13	ČR upchaté vápencom
1764,43 – 1788,43	drôt
1788,43 – 1814,07	ČR upchaté vápencom + drôt + hlbinný manometer
1817,07 – 1822,47	ČR upchaté vápencom + zhluk drôtov + hlbinný manometer
1822,47 – 1831,38	ČR upchaté vápencom + zhluk drôtov

Počas prepracovávania sa nám postup začal výrazne spomaľovať. Doba prepracovania intervalu 2122,8 – 2124,12 m sa z časového hľadiska javila ako neprimerane dlhá (usúdené zo skúseností), preto sme sa v hĺbke 2124,12 m rozhodli vymeniť zubovú korunku Φ 141 mm za plochú frézu Φ 140,5 mm. Ďalej sme pokračovali s prepracovávaním vrtu pomocou plochej frézy na vrtných rúrach Φ 3^{1/2} až po dosiahnutie závesu lineru, t.j. do 2147,8 m. Ďalšou fázou 3 etapy likvidácie bolo vykonanie cementácie izolačných mostíkov v intervaloch 2147,8 – 1870 m a 1604,82 – 1502,0 m. Na základe karotážneho merania CBL (Cement Bond Log) sme zistili, v medzikruží ŤK x TchK nie je stípec cementu v požadovanej výške, čo nám umožní jeho opravnú cementáciu. Preto sme do vrtu zapustili rúrez pre priemer 6^{5/8} na vrtných rúrach Φ 3^{1/2}. Po odfrézovaní intervalu 1245,0 – 1246,0 m sme dosiahli kontakt s medzikružím ŤK x TchK. Postupným cirkulovaním sme vycirkulovali z daného medzikružia kvapalinu o mernej hmotnosti 1060 – 1330 kg.m⁻³ a nahradili ju výplachom o hustote 2020 kg.m⁻³. Následne sme vykonali opravnú

cementáciu medzikružia ŤK x TchK izolačným mostíkom (interval 1246 – 1077) a v ŤK izolačným mostíkom v intervale 1278 – 1077 m pričom počas cementácie nám vytieklo z medzikružia 2000 l barytového výplachu. Pokračovali sme cementáciou izolačného mostíka v intervale 451,96 – 364,96 m a nakoniec v intervale 61,4 – 0 m. Stav sondy po ukončení podpovrchovej likvidácie je znázornený na Obr. 7. Sondy sme uzatvorili a stav ústia sondy je znázornený na Obr. 8. Po vykonaní podpovrchovej likvidácie bola sonda odovzdaná do povrchovej likvidácie s následnou požiadavkou – po odrezaní ústia sondy vykonať docementovanie medzikružia ŤK x TchK pomocou 1" ČR od hĺbky min. 30 m a rovnako docementovať medzikružie TchK x ÚK. Pozemok na ktorom sa nachádza sonda sa po povrchovej likvidácii a následnej technickej a biologickej rekultivácii odovzdá jej vlastníkom.



Obr. 7 Stav sondy po ukončení podpovrchovej likvidácie.



Obr. 8 Technický popis uzatvorenej likvidovanej sondy.

3. Záver

Úspešným ukončením podpovrchovej likvidácie sondy Kúty 37 spoločnosť NAFTA a.s. preukázala odbornú a technickú zdatnosť popasovať sa z takouto výzvou, akú predstavovala sonda Kúty 37 prihladnuc na riziko náročnosti prác spojených s jej likvidáciou.