



INGEO a.s. ŽILINA
Bytčická 16
010 01 Žilina

**PRIESKUMNÝ VRT
PVGT-LT-1
(18.11.2006 – 26.07.2007)
LITOMĚŘICE**



Z Á V E R E Č N Á S P R Á V A

O PRIEBEHU VRTANIA PRIESKUMNÉHO VRTU PVGT – LT 1

Litoměřice, august 2007

Zpracoval:
Ing. Lucia Sciranková, PhD.

OBSAH:

Úvod.....	4
1. Technologický postup prieskumného vrtu PVGT – LT 1	
1.1 Priebeh vrtných prác (28.11.2006 – 17.07.2007).....	5
1.2. Vrtanie v intervaloch s komplikáciami.....	7
1.3. Izolácia vrstiev	10
1.3.1 Paženie ÚK a TchK.....	11
1.3.2 Cementácia ÚK a TchK.....	12
1.3. Výplachové pospodárstvo.....	13
2. Použité vrtné súpravy na realizáciu vrtu PVGT – LT 1	
2.1. Vrtanie prieskumného vrtu PVGT – LT 1	
vrtnou súpravou WIRTH B4-A.....	15
2.1.1 Intervalové jadrovanie.....	16
2. 2 Vrtanie prieskumného vrtu PVGT – LT 1	
vrtnou súpravou DIR 5519 SBS.....	17
2.3. Nasadenie ponorného motora a systému MWD pri	
prieskumnom vrtaní PVGT – LT1.....	18
2.3.1 Zostava spodnej časti vrtnej kolóny	
(BHA – Bottom Hole Asembly).....	18
2.3.2 Nepretržité meranie vo vrte počas vrtania – MWD systém.....	19
3. Špeciálne požiadavky (organizácia, bezpečnosť práce, životné prostredie, rekultivácia) pri realizácii vrtu PVGT – LT 1	
3.1. Spotreba vrtného náradia.....	21
3.2. Odber vzoriek hornín.....	22
3.3. Personálne obsadenie.....	22
3.4. Dokumentácia.....	22
3.5. Bezpečnostné opatrenia na ochranu životného prostredia.....	23
3.6. Rekultivačné práce.....	23

4. Vystrojenie vrtu PVGT – LT 1

4.1. Nadzemná a podzemná časť výstroja vrtu PVGT – LT 124

4.1. Konštrukcia prieskumného vrtu PVGT – LT 1 k dňu 26.7.200725

ZÁVER.....27

FOTODOKUMENTÁCIA:

Obrázky ku jednotlivým kapitolám

PRÍLOHY:

Príloha 1: Harmonogram prác na vrte PVGT – LT1 vrtnou súpravou WIRTH-B4A

Príloha 2: Harmonogram prác na vrte PVGT – LT1 vrtnou súpravou DIR 5519 SBS

Príloha 3: Časový priebeh realizácie vrtu - graf

Príloha 4: Časový priebeh realizácie vrtu - tabuľka

ÚVOD

Na základe schváleného projektu geologických prác s cieľom overiť teplotné pomery a zistiť typy hornín do hĺbky 2 500 m na území Mesta Litoměřice sa v novembri 2006 zahájila prieskumná etapa - vŕtanie prieskumného vrtu PVGT – LT1. Technický projekt bol spracovaný pre technológiu rotačného vŕtania na plný profil s intervalovým jadrovaním (2x pri zmene horninového prostredia, 1x v konečnej hĺbke) a to systémom štíhleho teleskopického vrtu s požiadavkou konečného priemeru 156 mm v konečnej hĺbke 2 500m.

Na mieste vytýčenom riešiteľom geologickej úlohy sa po zriadení betónových základov pracovnej plochy vrtnej súpravy, zaistení elektrickej a vodovodnej prípojky k pracovisku, sa do priestorov Jiříkových kasární nasťahovala vrtná súprava aj s vrtným príslušenstvom.

Vrtná súprava sa na vrtnom pracovisku zmontovala a príslušenstvo sa rozmiestnilo podľa vopred určených požiadaviek, k realizácii vŕtania. Pred začatím vrtných prác bola vykonaná komplexná kontrola vrtnej súpravy, technického vybavenia ako aj pomocných zariadení.

Vrtná osádka bola oboznámená s charakterom technických prác a bola preškolená kvalifikovanou osobou s odbornou spôsobilosťou, z BP a protipožiarnej ochrany v zmysle predpisov ČBU a ČÚBP platných v ČR.

1. Technologický postup prieskumného vrtu PVGT – LT 1

1.1 Priebeh vrtných prác (28.11.2006 – 17.07.2007)

Vrtné práce prieskumného vrtu PVGT-LT 1 sa začali realizovať dňa 28.11.2006, vrtnou lafetovou súpravou nemeckej výroby WIRTH B4 – A (vid'. kapitola 2.1.). Vrt do hĺbky 10,3 m pre RKØ357 mm sa vyhlbil špirálou priemeru Ø 393,7 mm, následne sa zapažil a zacementoval.

Hĺbenie intervalu pre ÚKØ9⁵/₈ “ od 0 – do 252,5 m bolo realizované rotačným spôsobom, pri ktorom boli nasadené trojvalčekové valivé dláta Ø 311,2 mm (spotreba dlát pre úsek ÚK je uvedená v *Tab.11*). Vrt sa do hĺbky 252,5 m zapažil a odcementoval po povrch.

K prevŕtaniu cementu a päty ÚK a k ďalšiemu hĺbeniu intervalu TchKØ7“ rotačným spôsobom do hĺbky 852,5 m sa použili dláta priemeru Ø 215,9 mm (spotreba dlát pre úsek TchK je uvedená v *Tab.11*). TchKØ7“ bola zapažená a odcementovaná po povrch. Po prevŕtaní cementu v pážniciach a päty TchK sa vrt ešte prehĺbil do hĺbky 854m a z tejto hĺbky sa odobralo jadro.

Jadrovanie na úseku 854 – 857 m bolo realizované dvojitou jadrovnicou HQ s diamantovou korunkou Ø 96 mm. Zisk bol 3 m.

Pre hĺbenie nezapaženého úseku (852,2 – 2500 m) pre ŤžK bolo nasadené valivé dláto typu XR Ø 156 mm a rotačným spôsobom sa odvrátil úsek do hĺbky 1279 m. V hĺbke 1279 – 1282 m bolo opäť odjadrované 3m jadra s dvojitou jadrovnicou HQ s diamantovou korunkou Ø 96 mm.

Pretože karotážnými meraniami sa zistil značný odklon vrtu od vertikály v úseku 854 – 1282 m (cca 45°), čo nebolo v súlade s projektom vrtu sa pristúpilo k zacementovaniu tohto úseku až po hĺbku 899 m.

Po cementačnom klúde sa pokračovalo vo vŕtaní rotačným spôsobom od hĺbky 899 m do 1114 m dlátom priemeru Ø 156 mm. Ďalšie karotážne meranie ukázalo odklon 12° v hĺbke 1063 m, na základe čoho sa predchádzajúci postup s cementáciou zopakoval.

Pristúpilo sa k zmene vrtného postupu. Od hĺbky 899 m sa nasadila dvojité jadrovnice GEOBOR S s diamantovou korunkou Ø 146 mm. Priebežným jadrovaním sa dosiahla

hĺbka 1003,8 m a odklon vrtu od vertikály sa podarilo značne znížiť na 4,2°. Do hĺbky 1003,8 m sa vrt pribral dlátom na priemer 156 mm. Pri pokračovaní hĺbenia vrtu rotačným spôsobom, dlátom priemeru \varnothing 156 mm, odklon vrtu narástol na 7,3° v hĺbke 1137 m.

Vrt bol od hĺbky 1137 m realizovaný zamenenou vrtnou súpravou DIR 5519 SBS (vid'. kapitola 2.2.) a bol vŕtaný pomocou ponorného motora a MWD systému za pomoci prizvanej nemeckej servisnej firmy Directional Drilling Servis (vid'. kapitola 2.3.). Okrem ponorného motora a MWD systému boli v zostave spodnej časti vrtnej kolóny umiestnené aj hydraulicko-mechanické nôžky. Použité boli špičkové vrtné dláta priemeru \varnothing 152 mm od firmy Smith.

Časť úseku vrtu bol vŕtaný kombinovaným spôsobom, teda časť (cca 5 m) iba ponorným motorom bez rotujúcej vrtnej kolóny a časť (cca 4 m) aj s rotujúcou vrtnou kolónou (rotačné vŕtanie + ponorný motor). Pri tomto spôsobe vŕtania však vrt na krátkom prevŕtanom úseku nabral opäť značný odklon od vertikály (do 9,8°).

Do hĺbky 2053 m sa pokračovalo vo vŕtaní s ponorným motorom. Týmto spôsobom sa podarilo odklon vrtu od vertikály udržať v intervale $< 1,5^\circ - 5,8^\circ >$. Počas vŕtania dochádzalo na niekoľkých úsekoch vrtu v nezapaženej časti (1790 – 1835m; 1993 – 2024m) k uchytávaniu vrtného náradia, v dôsledku čoho sa pri uvoľňovaní náradia ťahom viac krát ulomil hriadeľ.

Tieto technické prestoje sa využili na karotážne merania, ktoré uskutočnili dve na sebe nezávisle karotážne firmy, Aquatest a.s. Praha a Geo-Log Kft. Budapešť. Vzniknutý časový prestoj spôsobil priechodnosť vrtu iba do hĺbky 1824 m. Vrt sa od uvedenej hĺbky 1824 m prepracovával niekoľkokrát dlátom priemeru \varnothing 152 mm - rotačným spôsobom.

Rotačným spôsobom sa dovŕtalo do hĺbky 2111,2 m, do hĺbky ktorá sa z dôvodu častého uchytávania vrtného náradia a z obavy pred rizikom havárie vrtu pri ďalšom možnom vrtnom postupe považuje za konečnú hĺbku prieskumného vrtu PVGT-LT 1.

Na základe projektom stanoveného odberu jadra z konečnej hĺbky, sa zostavila kolóna s dvojitou jadrovnicou GEOBOR S s diamantovou korunkou \varnothing 146 mm, ktorá sa zapustila do hĺbky 1824 m, odkiaľ sa ani po niekoľko hodinových pokusoch jadrovnica nedostala hlbšie. Vrt bol ukončený predčasne bez jadrového vzorku v hĺbke 2111,2 m dňa 17. 7.2007.

1.2. Vŕtanie v intervaloch s komplikáciami

(tektonické poruchy, závaly, bobtnanie, zvieranie vrtu)

Počas vŕtania prieskumného vrtu PVGT – LT 1 (po úspešnom ukončení paženia a cementácie TchK), sa narazilo v nezapaženej časti vrtu na niekoľko komplikovaných geologických úsekov, ktoré nepriaznivo ovplyvňovali proces vŕtania.

I. Úsek(852,5 – 1282 m) – so silným prirodzeným krivením – tektonické porušené horniny. Tento úsek bol porušený systémom tektonických porúch uklonených pod takmer 45 ° uhlom. Porucha sa prejavila rýchlym vrtným postupom (odvrt 1m za 8 min). Dláto jednoducho skĺzavalo po foliačných plochách tejto horniny (vo svoroch s obsahom muskovitu), nad tektonickou poruchou.

RIEŠENIE 1. Zostavenie špeciálnej (prestabilizovanej) zostavy spodnej časti vrtnéj kolóny pre rotačné vŕtanie

Po zacementovaní ukloneného úseku do hĺbky 899 m sa zostavila vrtná kolóna pozostávajúca predovšetkým z hrubostenných rúr – záťažiek v presvedčení (podľa vyjadrení prizvaných geológov mala mať táto poruchová zóna mocnosť cca 50 m), že táto špeciálna vrtná kolóna (o celkovej dĺžke 107,55m) naberie svojou vlastnou váhou vertikálny smer vrtu. Zostava spodnej časti vrtnéj kolóny použitá na úseku 899 – 1114 m je uvedená v Tab.1.

VÝSLEDOK 1:

Tento spôsob zostavy „prestabilizovanej“ vrtnéj kolóny však nedokázal zdolať silné prirodzené krivenie. Karotážne výsledky ukazovali aj pri tomto spôsobe vŕtania úklon 12° od vertikály. Vrt naberal teda ten istý odklon ako v prvom prípade, keď sa odklonil o cca 45°, avšak tento krát v inom smere (azimute).

Miesta ostrejšieho ohybu vo vrte spôsobili dokonca v 2 prípadoch utrhnutie vrtného náradia tesne nad záťažkou (v závitoch spojov). Tento jav súvisel s únavou materiálu pri opakujúcich sa ohyboch vrtnéj trubky. Chytacím tŕňom (kužeľovitým výstružníkom) sa podarilo ulomené náradie z vrtu vytiahnuť.

Tab.1: Použitá zostava spodnej časti vrtnej kolóny pri rotačnom vŕtaní PVGT-LT 1 (899 - 1114 m) – pri vrtnej súprave WIRTH – B4 A

Sekcia	Kusov	Priemer O.D. (mm)	Dĺžka sekcie (m)
Vrtné dláto 6 1/8"	1	156,00	0,18
Naddlátový stabilizátor	1	153,00	1,00
Závažky 3 1/2"	1	146,00	2,71
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,48
Prechod 3 1/2<4"	1	146,00	0,23
Závažky 4"	2	140,00	7,39
Prechod 4> 3 1/2"	1	146,00	0,25
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,55
Závažky 3 1/2"	1	124,00	8,41
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,16
Závažky 3 1/2"	1	124,00	6,93
Stabilizátor 3 1/2"	1	141,00	1,07
Závažky 3 1/2"	1	124,00	8,72
Stabilizátor 3 1/2"	1	152,00	1,02
Závažky 3 1/2"	1	124,00	5,55
Stabilizátor 3 1/2"	1	152,00	1,07
Závažky 3 1/2"	9	124,00	58,58
Prechod 3 1/2>2 7/8	1	125,00	0,25
Celková dĺžka (m)			107,55

V hĺbke 1114 m bol tento spôsob vŕtania ukončený a prešlo sa na RIEŠENIE 2.

RIEŠENIE 2: Zostavenie zostavy spodnej časti vrtnej kolóny pre rotačné jadrové vŕtanie GEOBOR S

Po opätovnom zacementovaní ukloneného úseku do hĺbky 899 m sa zostavila vrtná kolóna pozostávajúca z dvojitej jadrovnice a diamantovej korunky (priemeru 146 mm) pre jadrové vŕtanie v domnení, že táto tuhá vrtná kolóna (o celkovej dĺžke 32,15 m) naberie rovný smer z pážnice zacementovanej 7“ TchK. Zostava použitej spodnej časti vrtnej kolóny použitá na úseku 899 – 1003, 8 m je uvedená v Tab. 2.

VÝSLEDOK 2:

Spôsobom jadrového vŕtania GEOBOR S (obr.5) sa dosiahli oveľa lepšie výsledky. Odklon sa podarilo znížiť na 4,2° v hĺbke 1003,8. Avšak tento spôsob vŕtania bol veľmi náročný na čas (za mesiac sa odjadrovalo iba 89 m jadra). Spočiatku sa jadroval iba cement. V hĺbke 942 m sa začali objavovať prvé polmesiace (cement s horninou), až kým postupne neprešli do plného jadra vo tvare valca.

Tab. 2.: Použitá zostava spodnej časti vrtnéj kolóny pri jadrovom vŕtaní PVGT-LT 1 dvojitou jadrovnicou GEOBOR S na úseku (899 – 1003,8 m) – pri vrtnéj súprave WIRTH – B4 A

Sekcia	Kusov	Priemer O.D. (mm)	Dĺžka sekcie (m)
Diamantová korunka	1	146,00	0,18
Dvojité jadrovnice	1	146,00	9,36
Prechod 4 3/4 > 3 1/2"	1	146,00	0,14
Stabilizátor 3 1/2"	1	152,00	1,48
Závažky 4 3/4"	1	120,00	5,47
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,41
Závažky 4 3/4"	2	120,00	12,45
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,41
Prechod 3 1/2 > 2 7/8	1	125,00	0,25
Celková dĺžka (m)			32,15

Návrt boli v niektorých úsekoch veľmi krátke a ani výnos jadra nebol 100%. Problémy pri jadrovom vŕtaní vyvolávalo zakliesňovanie jadrovnice vo vrte úlomkami hornín, spadnutými zhora (z nesúdržnej časti) medzi jadrovnicu a stenu vrtu. Úlomky hornín z nestabilnej časti napadávali aj do holého vrtu a pri zapustení jadrovnice s diamantovou korunkou sa museli úseky s napadanou horninou znovu prevrtávať.

Po zaplnení či zakliesnení jadrovnice, alebo z dôvodov výmeny opotrebovanej vrtnéj korunky bolo nutné vŕtanie prerušiť a vrtnú kolónu vytiahnuť. Táto manipulácia si vyžadovala najviac času. Vrtanou súpravou WIRTH B4-A, trvala manipulácia s vyťahovaním a zapúšťaním jadrovnice v takejto hĺbke už minimálne 10 hodín.

Aj z tohto dôvodu sa zhotoviteľ prieskumného vrtu INGEO a.s. Žilina rozhodol vymeniť vrtné súpravy. Vrtaná súprava DIR 5519 SBS (v porovnaní s WIRTH) umožňovala vo svojej vrtnéj veži manipuláciu súčasne s 2 spojenými (zoskrutkovanými) vrtnými tyčami s celkovou dĺžkou 20 m. Časové prestoje v tomto prípade teda klesli na polovicu.

Taktiež výplachové hospodárstvo tejto vrtnéj súpravy umožňovalo plynulejšie vŕtanie, začerpávaním dostatočného množstva výplachu, zabezpečeného silným výplachovým čerpadlom, čo bolo pre pokračovanie vo vŕtaní s novou technológiou – systémom ponorného motora nevyhnutnosťou.

Aj keď po nasadení ponorného motora s MWD systémom sa za pomerne krátky čas (za cca 1 mesiac) odvrátilo 916m horniny, komplikácie nastali aj pri tomto spôsobe vŕtania.

II. Úsek(1790 – 2024 m) – *sprevádzaný porušenými, nesúdržnými horninami s bobtnajúcim charakterom (grafitická bridlica)*. Prvý krát sa tento problém objavil keď sa prevrtávali dve vrstvy s horninami „bahenného“ charakteru so značným zápachom. Neskôr už tieto úseky pri hĺbení vrtu spôsobovali uchytávania vrtnej kolóny. Príčinou uchytávania vrtného náradia bolo zúženie stien vrtu v dôsledku bobtnania stien v spomínaných úsekoch vrtu. Príznakom závalových prejavov vo vrte bolo zvýšenie výkonu pri vytáňovaní vrtného náradia v dôsledku čoho sa viac krát ulomil hriadeľ navijacieho bubna.

RIEŠENIE : Príprava bentonitovo - polymérového výplachu

Dovtedy používaný polymérový výplach s CMC bol z dôvodu zpevnenia steny vrtu na problematickom úseku, doplnený bentonitom. V optimálnom zložení bola pripravená bentonitovo – polymérová zmes, z vysoko koncentrovaného bentonitu a výkonného polyméru, ktorá dosiahla zníženie filtrovateľnosti a zlepšila inhibatívne pôsobenie výplachu na horninu.

VÝSLEDOK:

Ani niekoľkonásobné začerpanie bentonitovo - polymérového výplachu nezlepšilo situáciu. Pri dosiahnutí už navŕtanej počvy vrtu v hĺbke 2053 m, sa z dôvodu karotážných meraní musel úsek od hĺbky 1825 m neustále nanovo prevrtávať. Pri prevrtávaní týchto problematických úsekov nanovo sa objavovalo na povrchu väčšie množstvo obsahu vrtnej drte a taktiež sa zvyšovala viskozita výplachu.

Nakoniec, neustále prevrtávanie a premývanie vrtu výplachom za účelom odberu jadra z hĺbky 2111,2 m spôsobilo nabobtnanie grafitickej bridlice a vzniknutý tlak v tomto úseku spôsobil poruchu stability jej stien natoľko, že sa vrt zavalil od hĺbky 1825 m až po konečnú navŕtanú hĺbku úplne.

1.3. Izolácia vrstiev

Riadiaca pažnicová kolóna – RK Ø357/8 mm

Riadiaca kolóna bola volená tak, aby jej päta bola usadená do kvartérnych zemín, za účelom ochrany ústia vrtu pred rozmytím cirkulačným výplachom pri vŕtaní úvodnej kolóny.

RK tvorená zo zváraných rúr, priemeru \varnothing 357 mm bola zapažená a zafixovaná cementáciou ústím do hĺbky 10,3 m.

K cementácii bol použitý troskoportlandský cement pevnostnej triedy 325. Cementová zmes bola pomocou čerpaceho agregátu vrtnej súpravy zatlačená priamo cez cementačnú hlavu do medzikružia zapaženého vrtu.

Úvodná pažnicová kolóna – ÚK \varnothing 9 $\frac{5}{8}$ “

Úvodná kolóna bola volená tak, aby jej päta bola usadená do pevných hornín, a tak prekryla piesčité obzory v hornej časti geologického profilu 10,3 – 252,5 m. Ústie vrtu sa opatrilo základnou prírubou, aby zabezpečilo protierupčnú ochranu pri vŕtaní ďalších častí vrtu.

ÚK (\varnothing 244,48 / 8,94 mm) bola zapažená a zacementovaná do hĺbky 252,5 m.

Technická pažnicová kolóna - TchK \varnothing 7“

Technická kolóna bola volená tak, aby odizolovala horninový komplex kriedy v intervale 252,5 – 852,5 m a prebrala funkciu ÚK pre núdzové uzatvorenie vrtu v prípadoch výskytu plynu.

TK (\varnothing 177,8 / 8,05 mm) bola zapažená a zacementovaná do hĺbky 852,5 m.

1.3.1 Paženie ÚK a TchK

Pážnice použité pri pažení ÚK a TchK (obr.2) spĺňali aj tie najnáročnejšie požiadavky na akosť J55. Tvorené boli z bezošvých oceľových trubiek (valcovaných za tepla) podľa normy API Spec. 5CT s krátkym oblým závitom pod označením STC. Dĺžky pážnic zodpovedali typu RANGE II (7,62 – 10,36 m).

Pažnice boli po prešablonovaní, pred zapustením do vrtu opatrené špeciálnymi nástrojmi (uvedené v Tab.3), nevyhnutnými pre cementáciu. Boli to:

- *Päta pažnice so spätným ventilom* inštalovaná na prvú pážnicu v spodnej časti vrtnej kolóny. Jednoduchý zaoblený tvar päty pažnice tvorený z ľahko vŕtateľného materiálu, usmerňoval pážnicu po trajektórii vrtu a spätný ventil zabráňoval vstupu výplachu do kolóny pri zapúšťaní pážnic do vrtu.
- *Nárazová doska s otvorom* umiestnená 10 m nad päťou

- *Centrátory* zložené z listových pružín boli namontované na telo pážnice za účelom centrovania pažnicovej kolóny. Ich umiestnenie na každom 50 m udržiaval požadovanú vzdialenosť medzi kolónou a stenami vrtu z dôvodu zabezpečenia súvislého toku cementu pozdĺž celého obvodu v priestore medzikružia.

Použité pážnice boli navzájom pospájané nátrubkovým spojením. Vytvorili tak kolónu pažnic, ktoré sa zapustili a usadili do uvedených stanovených hĺbok za účelom ochrany stien vrtu pred zavalením.

Tab.3: Konštrukcia spodných častí pažnicových kolón

INTERVAL [m]	KONŠTRUKCIA
0 – 252,5	PAŽNICA vybavená : - pätou so spätným ventilom - nárazová doska s otvorom 10m nad pätou - centrátory každých 50 m
0 – 852,5	PAŽNICA vybavená : - pätou so spätným ventilom - nárazová doska s otvorom 10m nad pätou - centrátory každých 50 m

1.3.2 Cementácia ÚK a TchK (zapážnicová tlaková cementácia)

Na cementáciu ÚK a TchK bol použitý troskoportlandský cement CEM I - 42,5 R dopravený z neďalekej cementárne Holcim a.s. Lovosice. Obsah cementačnej zmesi z miešača cementárne bol zatlačený do cementačného mixéra odkiaľ bol cementačným agregátom (obr.3) dopravený k cementačnej hlave.

Cementácia bola urobená cez pätu so spätným ventilom. V päte sa ponechal 15 m stĺpec cementu, medzikružie sa zacementovalo po povrch.

Pred cementáciou sa vrt prepláchol cez premývaciu hlavu preplachovacou kvapalinou z dôvodov očistenia stien vrtu.

Namontovala sa cementačná hlava s komorami pre dve cementačné zátky – spodnú a vrchnú a troma ventilmi na bočnom ramene cementačnej hlavy. Cez prvý spodný ventil sa zatlačila oddeľovacia kvapalina, ako oddeľovací stĺpec medzi výplachom a cementovou zmesou. Uzatvoril sa prvý ventil, uvoľnili sa poistky spodnej membránovej zátky – oddeľovacej, otvoril sa druhý ventil a zatlačilo sa stanovené množstvo cementačnej zmesi (množstvo uvedené v Tab.4). Pustila sa vrchná zátka a zatlačil sa potrebný objem výplachu (vody) uvedený v Tab.4 .

Tab. č.4: Spotreba cementovej zmesi a vody na jednotlivých úsekoch vrtu

INTERVAL [m]	CEMENTÁCIA	ÚSEKY	CEMENT	HUSTOTA [kg.m ⁻³]	MNOŽSTVO [m ³]	
					cem .zmes	voda
RK	po ústie	0 – 10,3	SPC - 325	1,80 – 1,82	4	-
ÚK	pätou po ústie	0 – 252,5	CEM I - 42,5 R	1,81 – 1,83	6	3,6
TchK	pätou po ústie	0 – 852,5	CEM I - 42,5 R	1,81	21	16,5

Pri každej cementácii bola odobratá vzorka cementu pre vykonanie kontrolných skúšok pevnosti cementového kameňa.

Po cementácii jednotlivých kolón a cementačnom kľude (5 dní) boli realizované skúšky hermetičnosti, ktoré sa vykonali tlakovou metódou v pažniciach ÚK a TchK. Zacementované obzory boli hermetické, keďže počas 1 hodiny nedošlo k poklesu tlaku.

Kvalita stĺpca cementu za pažnicami sa zisťoval termokarotážným meraním firmy Aquatest a.s. Praha a bol v poriadku.

1.3.3 Výplachové hospodárstvo

Úseky pre pažnicové kolóny (ÚK a TchK) a úseky do hĺbky 1790 m boli vŕtané polymérovým výplachom (CMC - Carboxymetylcelulóza)

CMC polymér (Carboxymetylcelulóza) je zmesou vysoko účinných práškových polymérov, určených predovšetkým pre prípravu bezílových vrtných kvapalín, ktoré majú vo výplachu niekoľkorakú funkciu. Pôsobia totiž ako:

- regulátory reologických vlastností
- regulátory filtrovateľnosti
- stabilizátory bridlíc

Makromolekuly polyméru vytvárajú na povrchu odvŕtanej horniny tenký obal, ktorý do značnej miery spomaľuje vlastnú hydratáciu a napučiavanie horniny. Biologicky je dobre odbúrateľný.

Polymér má schopnosť znižovať hydraulické straty v medzikruží vrtu, čo vplýva na priebeh vŕtania, predovšetkým zvýšeným čistiacim účinkom na počvu vrtu a vynášacim účinkom na odvŕtanú horninu.

Polymérové výplachy sú veľmi rozšírené aj pri jadrovom vŕtaní s veľmi pozitívnymi výsledkami.

Na problematické úseky sa pri vŕtaní od hĺbky 1790 m použil bentonitovo – polymérový výplach.

Hodnoty použitého výplachu sú uvedené v nasledujúcej Tab. 5.

Tab. 5: Použitý výplach na jednotlivých úsekoch vrtu

INTERVAL (m)	VÝPLACH	HUSTOTA (kg . m)	VISKOZITA MARCH	FILTRÁCIA API	PIESOK %	pH
< 10,3 - 252,5>	Polymérový	1010 - 1090	40 - 45	5 - 7	2	9 - 10
< 252,5 - 852,5>	Polymérový	1010 - 1090	40 - 45	5 - 7	2	9 - 10
< 852,5 - 1790>	Polymérový	1010 - 1050	30 - 40	4 - 5	2	9 - 10
< 1790 - 2111,2>	Bentonitovo-polymérový	1060	35 - 50	Max. 4	3	9 - 11

2. Použité vrtné súpravy na realizáciu vrtu PVGT – LT 1

2.1. Vŕtanie prieskumného vrtu PVGT – LT 1 vrtnou súpravou WIRTH B4-A

VRTNÁ SÚPRAVA WIRTH B4 - A (obr. 1) – technická charakteristika

Moderná, viacúčelová, plne hydraulická lafetová vrtná súprava WIRTH B4-A nemeckej výroby s nosnosťou 600 kN je inštalovaná na automobilovom podvozku s vlastným hydraulickým agregátom. Je vybavená hydraulickou rotačnou vrtnou hlavou, ktorá sa posúva na lafete vrtnej veže výšky 17,31 m.

Jej stavebnicová konštrukcia umožňuje výmenu a úpravy vrtnej hlavy, preto je univerzálnym zariadením pre prieskumné jadrové aj plnoprofilové vŕtanie. Je vybavená aj dopažovacím zariadením, čo umožňuje paženie vrtu v nesúdržných horninách. Súprava je počas prevádzky stabilizovaná hydraulickými podpernými valcami. Ovládacia kabína s ovládacím panelom je umiestnená na úrovni pracovnej plošiny.

Pohon súpravy obstaráva dieselmotor BF 10L513 o výkone 218 kW a menovitých otáčkach 1800 ot . min⁻¹.

Hydraulický systém (hydromotor s axialnými piestami) obstaráva ako rotačný pohon hlavy, tak aj všetky ďalšie funkcie súpravy.

Základnú zostavu súpravy tvoria výplachové čerpadlo TPK 5“ x 5“/ 115 HD (1208 l . min⁻¹ pri 3,8 MPa), výplachové čerpadlo TPK 5“ x 5“/ 70 ND (1208 l . min⁻¹ pri 2,24 MPa), výplachové čerpadlo NB 3 120 / 40 (120 l . min⁻¹ pri 4,1 MPa). Výplachové hospodárstvo tvorí uzatvorený cirkulačný okruh, ktorý je doplnený príslušnou očisťovacou technikou.

Rotačná hlava umožňuje použiť pri vŕtaní krútiaci moment 22,46 kNm a otáčky max do 500 za minútu.

Vrtnou súpravou WIRTH B4-A boli vykonané vrtné práce rotačným spôsobom vŕtania v intervale (0 – 1284 m), taktiež paženia a cementácie RK (0 – 10,3 m), ÚK (0 – 252,5 m) a TchK (0 – 852,5 m) a odbery jadier jadrovým vŕtaním v úsekoch (854 – 857m) a (1279 – 1282m).

Na vŕtanie jednotlivých úsekov vrtu boli použité nasledujúce vrtné nástroje, zaradené do zostavy spodnej časti vrtnej kolóny (uvedené v Tab.6) a vrtné tyče (uvedené v Tab.7).

Tab. 6: Klasická zostava spodnej časti vrtnej kolóny použitá pri rotačnom vŕtaní:

Použitá zostava spodnej časti vrtnej kolóny pri vŕtaní PVGT-LT 1 (10,3 - 1279 m)			
Sekcia	Kusov	Priemer O.D. (mm)	Dĺžka sekcie (m)
Vrtné dláto 6 1/8"	1	156,00	0,25
Naddlátový stabilizátor	1	152,00	1,00
Závažky 4 3/4"	6	120,50	43,70
Stabilizátor 3 1/2"	1	154,00	1,65
Prechod	1	146,00	0,22
Závažky 4 3/4"	1	120,50	1,91
Prechod 4 3/4">3 1/2"	1	146,00	0,18
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,51
Prechod 3 1/2">4 3/4"	1	146,00	0,18
Závažky 4 3/4"	5	120,50	36,50
Prechod 4 3/4">3 1/2"	1	146,00	0,14
Stabilizátor 3 1/2"	1	156,00	1,21
Prechod 3 1/2" > 2 7/8"	1	125,00	0,25
Celková dĺžka (m)			88,70

Tab. 7: Použité vrtné tyče pri hĺbení jednotlivých intervalov vrtu súpravou DIR 5519 SBS

Interval podľa meranej hĺbky (m)	Vrtné tyče (")	Hrúbka tyčí (mm)	Dĺžka tyčí (m)	Akostný stupeň	Druh závit. spoja
10,3 - 852,5	3 1/2"	9,35	9	D	3 1/2" IF
852,5 - 1279	2 7/8"	9,19	9	D	2 7/8" IF

2.1.1 Intervalové jadrovanie

Vrtné jadro, periodicky ťažené na povrch ešte stále najlepšie slúži ku geologickému vyhodnoteniu. Zatiaľ je najvierohodnejším materiálom pre posúdenie geologickej stavby záujmovej oblasti (stanovenie rozsahu a mocnosti ložiska, podmienok jeho uloženia a kvality).

Intervalové jadrovanie na vrte PVGT-LT 1 sa uskutočnilo iba v dvoch úsekoch vrtu. Boli to úseky (254 – 257 m) a (1279 – 1282 m). V oboch prípadoch sa odber jadier uskutočnil dvojitou jadrovnicou HQ s diamantovou korunkou priemeru 96 mm. Zostava použitej spodnej časti vrtnej kolóny pri jadrovaní je uvedená v Tab.8.

Odber jadra bol 100 % a jadro bolo 3 m dlhé (obr.4). Pokus o odber tretieho jadra v konečnej hĺbke 2111,2 m sa nezdaril, z dôvodu vzniknutej komplikácie.

Horninu na počve vrtu rozrušuje vrtná korunka s jadrovnicou, teda jadrovacie náradie. Pri rotácii jadrovacieho náradia sa hornina v tvare valca dostáva do vnútra dvojitej jadrovnice. Jadro po ukončení návrtu utrhne trhač jadra, ktorý je umiestnený medzi vrtnou

korunkou a jadrovnicou. Trhač jadra slúži taktiež k udržaniu jadra v jadrovnici pri vyťahovaní.

Tab. 8: Použitá zostava spodnej časti vrtnej kolóny pri jadrovom vrtaní PVGT – LT 1 dvojitou jadrovnicou HQ na úsekoch (854 – 857 m), (1279 – 1282 m)

Sekcia	Kusov	Priemer O.D. (mm)	Dĺžka sekcie (m)
Diamantová korunka HQ	1	96,00	0,11
Dvojitá jadrovnica	1	96,00	4,03
Prechod 2 7/8"	1	125,00	0,22
Celková dĺžka (m)			4,36

2. 2 Vrtanie prieskumného vrtu PVGT – LT 1 vrtnou súpravou DIR 5519 SBS

VRTNÁ SÚPRAVA DIR 5519 SBS (obr.6) – technická charakteristika

Vrtná súprava DIR 5519 SBS americkej výroby s nosnosťou 1000kN je určená na vrtanie plnoprofilovým spôsobom s priamym preplachom do hĺbky 2500 m s konečným priemerom 146,1 mm. Je prispôbena aj na rotačné jadrové vrtanie, na tzv. „ intervalové jadrovanie“.

Je to súprava strednej veľkosti s prenosom krútiaceho momentu na vrtný nástroj prostredníctvom rotačného stola. Prenos krútiaceho momentu od rotačného stola na vrtnú kolónu zabezpečuje štvorhranná unášacia tyč.

Vrtná súprava je zložená zo skupiny strojov namontovaných na 6 –nápravovom mobilnom podvozku TATRA 815, na ktorom je umiestnená pohonná jednotka s príslušenstvom, prevodové skrine (päťstupňová prevodová skriňa typu ALISON – CLBT 5861), vrtný vrátok, systém pre vztyčovanie a spúšťanie veže, vlastná teleskopická veža, ovládacie zariadenie, meracie prístroje a kladkostroj s hákom.

Ostatné príslušenstvo, pozostávajúce zo samostatnej konštrukcie ako rotačný stôl, výplachová hlava (SBS 1L – 120), pracovná plošina stola, čerpadla s pohonným agregátom, výplachové hospodárstvo, nádrže na vodu, dieselagregát sa prepravujú oddelene.

Vrtná veža, trúbkovej konštrukcie, stožiarového typu s vonkajším kotvením typu KM 103 – 212 GH sa skladá z dvoch teleskopických sekcií. Horná sekcia sa do spodnej zasúva pomocou hydraulického valca. Výška veže v pracovnej polohe je 32 m.

Zdvíhacie a rotačné zariadenie predstavuje vrtný vrátok H37 ED (dvojhubnový) o maximálnom príkone 323 kW a maximálnom ťahu lana 171,47 kN, rotačný stôl IR – 175 IDECO (17 ½“) a kombinovaný kladkostroj WDS -110.

Výplachové hospodárstvo je tvorené výplachovým čerpadlom A3PN – 700 triplex ($Q = 2562 - 1140 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$, $p = 11,3 - 25,5 \text{ MPa}$) so samostatným dieselmotorom, trom výplachovými nádržami (30 m^3) s namontovanými vibračnými sitami (SVU- 60) a miešačmi a jednotkou hydrocyklónov (odpieskovača D-Sonder (GANZ)) a odílovača D-Sitter (GANZ)), potrubným rozvodom a hydraulickou miešačkou výplachu.

Daná vrtná súprava umožňuje použiť pri vŕtaní maximálny prítlak 56 - 65 kN a otáčky v rozsahu 70 – 120 za minútu.

Dňa 15.mája 2007 sa vykonala zámena vrtných súprav z dôvodu prekonania zložitej geologickej situácie a konečne aj k dovŕtaniu stanovenej konečnej hĺbky prieskumného vrtu. K nasadeniu nového vrtného postupu, k vŕtaniu ponorným motorom bola táto zámena vrtnej súpravy WIRTH B4 A za vrtnú súpravu DIR 5519 SBS nevyhnutná.

2.3. Nasadenie ponorného motora a systému MWD pri prieskumnom vŕtaní PVGT – LT1

2.3.1 Zostava spodnej časti vrtnej kolóny (BHA – Bottom Hole Assembly)

Problematický úsek s veľmi silným prirodzeným krivením bol vŕtaný pomocou ponorného motora za účasti už spomenutej nemeckej servisnej firmy Directional Drilling Service. Pri tomto spôsobe vŕtania, rotačný pohyb dláta tlakom kvapaliny počas cirkulácie výplachu vyvoláva ponorný motor, umiestnený nad dlátom a nepretržitú komunikáciu medzi počvou vrtu a povrchom zabezpečuje MWD systém.

Servisná firma dodala špeciálnu zostavu spodnej časti vrtnej kolóny (obr.7) pozostávajúcu z ponorného motora (4 ¾“ Bico P 150 XL Motor 1.83°), krivého prechodníka a systému MWD (uvedená v Tab.9). Ostatné prvky v zostave vrtnej kolóny ako vrtné tyče (Tab.10), stabilizátory a záťažky boli pôvodné, použité pri rotačnom vŕtaní.

V súčasnej dobe môžeme vŕtanie pomocou ponorného motora považovať za progresívnu metódu, využívanú hlavne k „ zámernému“ usmerňovaniu vrtov (usmernené vŕtanie, horizontálne vŕtanie, multilaterálne vŕtanie).

Najdôležitejšiu úlohu v zostave spodnej časti vrtnej kolóny zohráva pomocný odkloňujúci nástroj - krivý prechodník, ktorý je umiestnený nad alebo pod ponorným motorom. Ten vyvíja odkloňujúcu silu na dláto, ktorá je orientovaná v požadovanom smere, čo teda znamená, že sa krivý prechodník používa k presnému nasmerovaniu vrtnej kolóny v nami zadanom smere.

V našom prípade šlo o snahu znížiť odklonu $7,3^\circ$ v hĺbke 1110 m na minimálny možný odklon a udržiavať ho až po konečnú hĺbku vrtu. Tento cieľ bol dodržaný. V nezapaženej časti vrtu (852,5 – 2111,2 m) sa odklon pohyboval v medziach od $1,5^\circ$ do $5,8^\circ$.

2.3.2 Nepretržité meranie vo vrte počas vŕtania – MWD systém

MWD systém (Measurement While Drilling) zaradený do zostavy spodnej časti vrtnej kolóny vďaka meracím prístrojom, ktoré v sebe obsahuje (skladá sa vlastnej meracej časti, prijímača nameraných hodnôt, časti na prenos údajov na povrch a povrchového registračného zariadenia) umožňuje sledovať geometriu vrtu (odklon a smer vrtu) a toolface (orientáciu krivého prechodníku vo vrte) a zároveň umožňuje prenášať údaje o stave vrtu v reálnom čase na povrch (na monitor počítača vrtného pracoviska).

Tento spôsob prenosu informácií (impulzov) z vrtu na povrch sa uskutočňuje tlakovou pulznou telemetriou, teda prúdom výplachu. Impulzy vznikajú umiestnením nastaviteľnej prekážky do dráhy prúdu výplachu (v našom prípade trysky dláta), ktorý reguluje prietok výplachu z vrtnej kolóny do medzikružia.

Namerané údaje sa zapisujú do pamäte prístroja a prenášajú sa na povrch vo forme odporových kriviek z rôznych hĺbok, kde ich technici vyhodnocujú (obr. 8).

Tab.9 Použitá zostava spodnej časti vrtnej kolóny pri vŕtaní PVGT-LT I
na úseku 1137 - 2053 m

Sekcia	Typ	Kusov	Priemer O.D. (mm)	Dĺžka sekcie (m)
Vrtné dláto 6"	Smith Bit	1	152,00	0,20
Ponorný motor 4 3/4"	Bico P 150	1	120,50	5,46
Prechod 4 3/4"	Restrictor sub	1	120,50	0,39
Závažky 4 3/4"	NM HWDP	1	120,50	9,13
Prechod 4 3/4"	Pin x Pin Sub	1	120,50	0,40
MWD 4 3/4"	Pulser - Sub	1	120,50	1,91
Závažky 4 3/4"	Drill Collar	6	120,50	48,56
Nožnice 4 3/4"	Mech-Hydraulik Jar	1	120,50	4,01
Závažky 4 3/4"	Drill Collar	4	120,50	33,72
Celková dĺžka				103,78

Tab. 10: Použité vrtné tyče pri hĺbení jednotlivých intervalov vrtu súpravou DIR 5519 SBS

Interval podľa meranej hĺbky (m)	Vrtné tyče (")	Hrúbka tyčí (mm)	Dĺžka tyčí (m)	Akostný stupeň	Druh zavit. spoja
1137 - 1852,6	3 1/2"	9,35	9	D	3 1/2" IF
1852,6 - 2111,2	2 7/8"	9,19	9	D	2 7/8" IF

Nemecká servisná firma DDS po ukončení vrtných prác ponorným motorom podala zhotoviteľovi INGEO a.s. Žilina záverečnú správu, vyhotovenú v anglickom jazyku o priebehu vrtania prieskumného vrtu PVGT – LT 1. Táto správa bude priložená k technickej časti tejto záverečnej správy.

3. Špeciálne požiadavky (organizácia, bezpečnosť práce, životné prostredie, rekultivácia) pri realizácii vrtu PVGT – LT 1

3.1. Spotreba vrtného náradia

Opotrebenie vrtného nástroja (dláta či diamantovej korunky) bolo stanovené po každom vytiahnutí nástroja z vrtu podľa metodiky IADC (obr.9).

Pri rotačnom vŕtaní sa na rozrušovaní horniny podieľali trojvalčekové valivé dláta (priemery 12 1/4“, 8 1/2“, 6 1/8“, a 6“).

Pri jadrovom vŕtaní (či už intervalovom jadrovaní alebo prevŕtávaní komplikovaného úseku GEOBOROM S), boli použité diamantové korunky (priemery 96mm a 146 mm).

Množstvo spotrebovaného vrtného náradia počas celého vŕtania je uvedené v *Tab.11* a *Tab.12*.

Tab.11: Spotreba vrt. náradia- WIRTH B4A

Spotreba vrt. náradia pri vŕtaní súpravou WIRTH-B4A

Úsek	Druh vrt. náradia	Priemer (mm)	Počet (ks)	Typ
(10,3 m - 252,5 m)	Dláto	311	3	12 1/4" FM-37 Vunar 058 - USA
(252,5 m - 854 m)	Dláto	215,9	12	F2-37 8 1/2" ST - USA, 8 1/2" DGT-Francie, 8 1/2" EHP 43J- Francie
(854 m - 857 m)	HQ diamantová korunka	96	1	
(852,5 m - 1279 m)	Dláto	156	1	6 1/8" XR 15 TPS- USA
(1279 m - 1282 m)	HQ diamantová korunka	96	1	
(899 m - 1114 m)	Dláto	156	1	6 1/8" XR 15 T- USA
(915 m - 1003, 8 m)	Geobor S diamantová korunka	146	7	
(1003, 8 m - 1137 m)	Dláto	156	2	6 1/8" XR 40 PS- USA, 6 1/8" XR 15 T- USA

Tab.12: Spotreba vrt. náradia- DIR 55 SBS

Spotreba vrt. náradia pri vŕtaní súpravou DIR 55 19 SBS

Úsek	Druh vrt. náradia	Priemer (mm)	Počet (ks)	Typ
(1139,69m - 2053 m)	Dláto	152	6	XR 15 PS, XR 20 TPS PF, XR 15T, XR 20T, XR 30 TPS PF, XR 20
(1139,69m - 2053 m)	Ponorný motor	4 3/4"	6	BICO P 150 XL Motor
(1147,67 m - 2111,2 m)	Dláto	152	2	XR 20, XR 15 PG 0171

3.2. Odber vzoriek hornín

Odber výplachových úlomkov (vrtnej drte) sa uskutočňoval počas vrtania priebežne každých 5 m, vrtnou osádkou od počiatočnej hĺbky vrtu až po konečnú hĺbku 2111,2 m. Posledná odobratá vzorka horniny je z hĺbky 2110 m.

Vrtná drť (v množstve cca 5 kg) sa ukladala do označených mikrosatenových sáčkov, ktoré obsahovali údaje o mieste (Litoměřice), o označení vrtu (PVGT-LT 1) a o hĺbke, z ktorého bol odberu vrtnej drte uskutočnený (obr.10).

Na záver sa všetky odobraté vzorky vrtnej drte a jadra z dôvodu archivácie uložili do miestnosti na to určenej objednávatelom (obr.11).

3.3. Personálne obsadenie

Obsluha vrtnej súpravy WIRTH B4-A pozostávala zo 4 pracovníkov na zmenu. Od začiatku vrtných prác sa pracovalo v 2 zmenách v cykle (min. 10 dni vrtné práce + 5 dni oddych vrt. osádky). Tieto oddychové dni však boli často spojené s cementačným kľudom, ktoré si cementácia vyžadovala. Najväčšia časová pauza bola na Vianočné sviatky (18 dní).

Po príchode vrtnej súpravy DIR 5519 SBS a nemeckej servisnej firmy DDS boli vrtné práce prevádzkané už v nepretržitej prevádzke (3 zmeny v turnusových cykloch) až po ukončenie vrtných prác. Pri obsluhu vrtnej súpravy DIR 5519 SBS boli 5 pracovníci na jednej zmene. Firma DDS pozostávala z 3 technikov, z ktorých 1-2 boli neustále na vrtnom pracovisku.

3.4. Dokumentácia

Na vrtnom pracovisku sa nachádzali všetky základné dokumentácie ohľadne:

- *prieskumného vrtu* (Projekt geologických prác, Technologický postup a Technická dokumentácia vrtu, Protokol o založení vrtu (povolenie o vykonávaní prieskumného vrtu PVGT-LT 1 zo strany ČBU, MeÚ úseku Životného prostredia a Krajského úradu v Ústi nad Labém), Protokol o zakončení vrtu (Predávací protokol diela medzi objednávatelom a zhotoviteľom),
- *vrtnej súpravy* (Návod na obsluhu a údržbu vrtnej súpravy WIRTH B4 A (neskôr DIR 5519 SBS), Strojné knihy, Kniha prehliadok elektrických zariadení),

- *všetkých vykonaných kontrol na vrtnom pracovisku* (Revízná správa elektrických zariadení, Protokoly z neohlásenej kontroly Banského úradu z Mostu, Zápisy z kontrolných dní).

Záznamy vyjadrujúce priebeh prác od príchodu vrtnej súpravy a jej montáže až po demontáž a odsťahovanie vrtnej súpravy boli vedené vo vrtnom denníku. Stručné záznamy o technických, technologických, organizačných či časových údajoch pripravoval a za ich správnosť zodpovedal vrtný majster súpravy.

3.5. Bezpečnostné opatrenia na ochranu životného prostredia

Znehodnotený výplach s vrtnou dŕťou bol odvázaný na skládku. Nebezpečné odpady, ako použité oleje a použité handry od oleja (skladované v príslušných kontajneroch) boli odvázané do najbližšieho autocentra v Bohušoviach.

Prevádzku vrtnej súpravy a vrtného príslušenstva zabezpečovala nafta privázaná na vrtnú lokalitu pojazdovým cisternovým vozidlom firmy Řepa v pravidelných časových intervaloch (3 x cca 3000 l / týždeň). Skladovaná bola v nadzemnej cisternovej nádrži pre PHM (čerpacej stanici) so strojným a elektrickým vybavením (pre stáčanie, skladovanie a výdaj PHM), ktorá vyhovovala hygienickým aj bezpečnostným predpisom a normám.

Na predpísaných miestach na pracovisku ako pri vrt. súprave, v skladoch PHM a v obytných priestoroch boli rozmiestnené hasiace prístroje spoločne s hasebnými prostriedkami v súlade s Požiarnym poriadkom vydaným pre terénne pracoviská. Na miestach (možného znečistenia ropnými látkami) pod súpravou, čerpadlami, pohonnými jednotkami boli umiestnené záchytné nádrže. Znečisteniu pôdy či podzemnej vody sa predišlo „Perlitovým“ či „Vapexovým“ posypom.

3.6. Rrekultivačné práce

Na pracovisku prieskumného vrtu PVGT – LT1 sa po odsťahovaní vrtnej súpravy ponechala betónová plocha za účelom ďalších potrebných meraní (čerpacie skúšky). Zvyšok panelových pracovných plôch sa rozobralo a vrátilo majiteľovi. Odkalisko pre skladovaný znehodnotený výplach ako aj okolitý terén sa upravil do pôvodného stavu.

4. Vystrojenie vrtu PVGT – LT 1

4.1 Nadzemná a podzemná časť výstroja vrtu PVGT – LT1

Po ukončení vrtných prác, zostal konečný úsek vrtu (852, 5 m – 2111,2 m) nezapažený a nezacementovaný (OPEN HOLE). Jeho dlhodobá stabilita a priechodnosť sa zabezpečila následným vystrojením vrtu.

Vrt PVGT – LT 1, sa v podzemnej, nezapaženej časti vrtu vystrojil ťažobnou kolónou a v nadzemnej časti zhlavím vrtu.

Ťažobná kolóna sa skladá z kolóny oceľových 2 7/8“ (pážnicových) trubiek, zapustených do vrtu v nasledujúcom poradí (z dola nahor):

- 0,30 m vodiacej tyče s konickým ukončením
- 100,69 m kolóny trubiek, plných
- 97,25 m kolóny trubiek, perforovaných
- 1602, 26 m kolóny trubiek, plných

Z dôvodu zamedzenia zanášania otvorov filtra nečistotami a vrtnými zbytkami boli centrátory umiestnené na vonkajšej strane kolóny trubiek každých 50 m. Taktiež na vonkajšiu stranu trubiek boli prichytené pancierové karotážne káble (priemeru 9 mm) vedené od dvoch snímačov teploty . Termosnímače sa nachádzajú v hĺbke 850 m a v hĺbke 1075 m. Ťažobná kolóna sa pridžžala 25 m nad dnom vrtu a bola usadená v závese spodnej časti zhlavia vrtu. Ťažobná trubka končí v hĺbke 1800,5 m.

Perforovaná časť kolóny, nazývaná FILTER je najdôležitejšou súčasťou výstroja vrtu, ktorá má za úlohu zabezpečiť cirkuláciu začerpávanej vody bez piesku.

Najrozšírenejšie filtre sa vyrábajú z pažnic frézovaním pozdĺžnych otvorov pomocou autogénu. Perforované pažnice priemeru 73 mm, celkovej dĺžky 97,25 m zapustené do vrtu PVGT – LT1 boli vyrobené vo vlastnej dielni podniku, ktorá vystrojenie vrtu zabezpečovala.

Rúrový filter s frézovanou pozdĺžnou perforáciou (obr.12) bol zhotovený podľa zadáných požiadaviek objednávateľa, s dĺžkou a šírkou perforácie (štrbiny majú šírku 3 mm a dĺžku 50 mm).

Zhlavie vrtu

Po zapustení ťažobnej kolóny sa na ústi vrtu inštalovalo zhlavie vrtu (obr. 13). Je to základná príruha so závesom, ktorá pozostáva:

- z 3“ stojateho ventilu, umožňujúceho pripojenie hadice na privod vody do vrtu
- z 3“ bočného ventilu, umožňujúceho pripojenie hadice na vývod vody z vrtu
- z 2 x 10 mm otvorov, špeciálne vyrobených pre výstup karotážných káblov od termosnímačov, umiestnených na vonkajšej časti pažnice vo vrte.

Po celkovom vystrojení vrtu sa výplach vymenil za vodu s viacnásobným prepláchnutím (výdatnosť 10 l.s^{-1}) cez premývacie otvory v spodnej časti perforovanej kolóny, ktorý sa uskutočnil priamym spôsobom cirkulácie (voda sa vŕhala vrtnými tyčami a medzikružím vystupovala), ale aj nepriamym spôsobom cirkulácie (opačný spôsob priamej cirkulácie). Po výmene sa vrt ponechal pod tlakom v kľude.

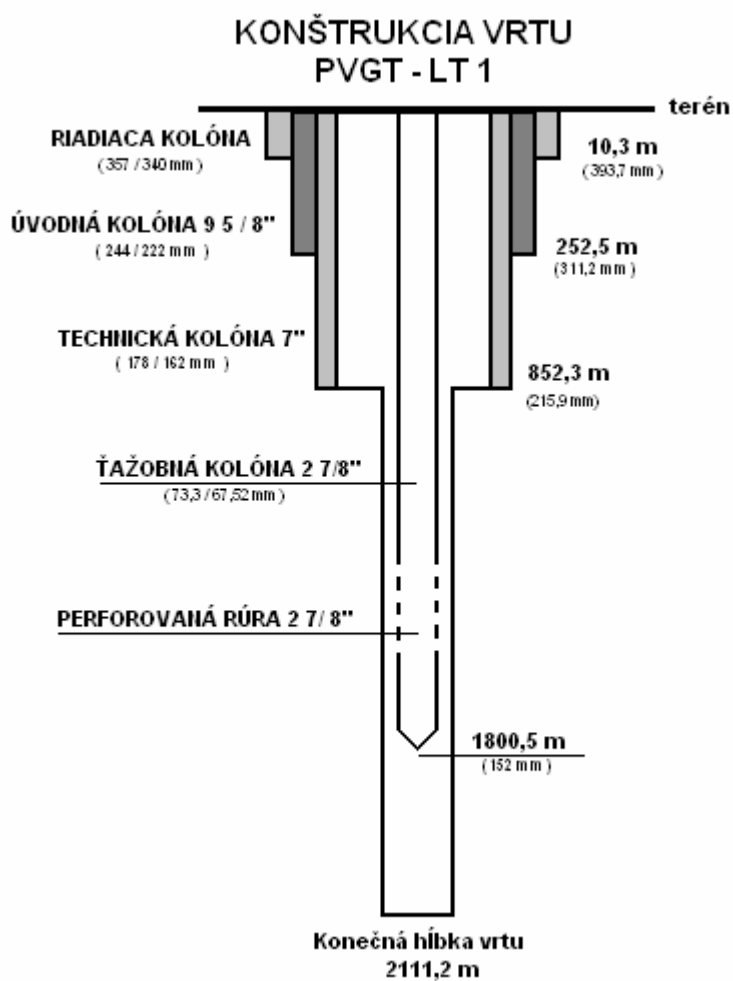
4.2 Konštrukcia prieskumného vrtu PVGT – LT 1 k dňu 26.7.2007

Konštrukcia vrtu, ktorá v sebe zahŕňa komplex informácií, údaje o :

- priemerov vrtov v jednotlivých hlbkových intervaloch,
- priemerov a hĺbkach zapustenia jednotlivých pažnicových kolón,
- konečnom priemere vrtu a konečnej hĺbke
- priemere zapaženej ťažobnej kolóny a hĺbke jej usadenia

je uvedená na obr. spracovaná v *Tab.13*.

Prieskumný vrt PVGT – LT 1 následnej konštrukcie, bol po ukončení vrtných prác a odst'ahovaní súpravy predaný objednávateľovi – Geomedii s.r.o., dňa 26.7.2007 v Litoměřiciach ako hotové ukončené dielo.



Konštrukcia vrtu PVGT-LT 1

Tab.13 : Konštrukcia pážnicových kolón

Konštrukcia kolón:

Kolóna	Priemer (")	Priemer (mm)	Meraná hĺbka (m)	Interval podľa meranej hĺbky (m)	Materiál	Sila steny (mm)	Typ závitu	Hmotnosť (t)
RK		357	10,3	0 - 10,3		8		1,03
ÚK	9 5/8"	244,48	252,5	0 - 252,5	J - 55	8,94	API, 5CT, STC	14,64
TchK	7"	178,8	852,5	0 - 852,5	J - 55	8,05	API, 5CT, STC	28,66
ŤžK	2 7/8"	73	1800,2	0 - 1800,2	J - 55	6,05	API	17,12

ZÁVER A ODORÚČANIA DO ĎALŠEJ PRÁCE

Realizáciou prieskumných prác na vrte PVGT – LT1 sa objasnil geologický profil vrtu a získali sa údaje o teplotných pomeroch do hĺbky 2111,2 m. Z tohto hľadiska vrt splnil stanovený účel a cieľ.

Geologické podmienky nie je možné zmeniť, ale je možné predchádzať zbytočným problémom vo vrte, vhodne zvolenými technickými prostriedkami. A preto, pre pokračovanie prác v druhej etape (pri vrtaní 5 km vrtov) bude nutné dobre zvážiť:

- konštrukciu vrtu (hĺbka usadenia I. TchK v hĺbke cca 1500 m; konečný priemer vrtu min 8 ½“ aby sa dalo uskočiť v prípade komplikácii vo vrte na priemer 6 1/8“),
- režim vrtania (v každom prípade zabezpečiť nepretržité meranie počas vrtania, zaradením ponorných motorov a meracích systémov MWD do zostavy spodnej časti vrtnej kolóny, aby sa priebežne sledovala trajektória vrtu).
- výplachové hospodárstvo v komplikovaných úsekoch vrtu (po klasifikovaní bridlice z hľadiska jeho napučávania, by sa mal zvoliť vhodný výplach s dostatočne vysokou hodnotou mernej hmotnosti).



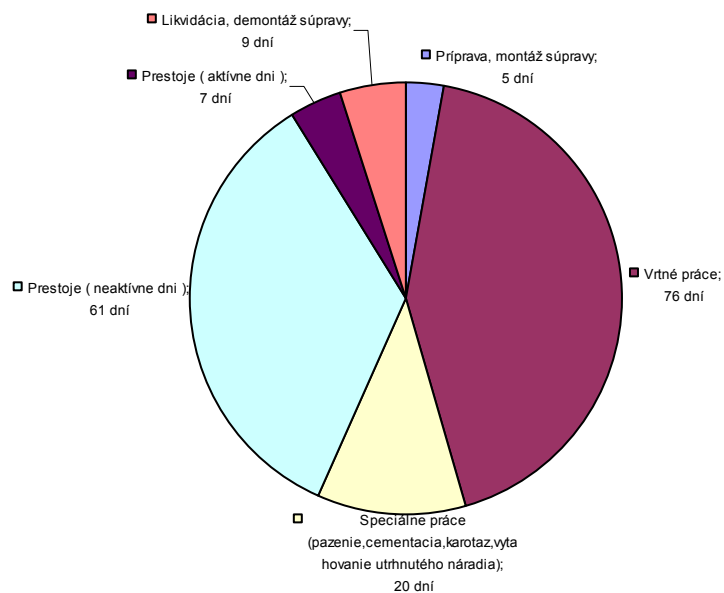
Predanie diela medzi objednávateľom GEOMEDIA s.r.o a zhotoviteľom INGEO a.s.

Žilina dňa 26.7.2007 v Litoměřiciach.



Príloha 1: Harmonogram prác na vrte PVGT – LT1 vrtnou súpravou WIRTH-B4A

Harmonogram prác PVGT-LT1
Vrtná súprava WIRTH - B4 A
(18.11. 2006 - 14.05.2007)



Vrtná súprava WIRTH B4A

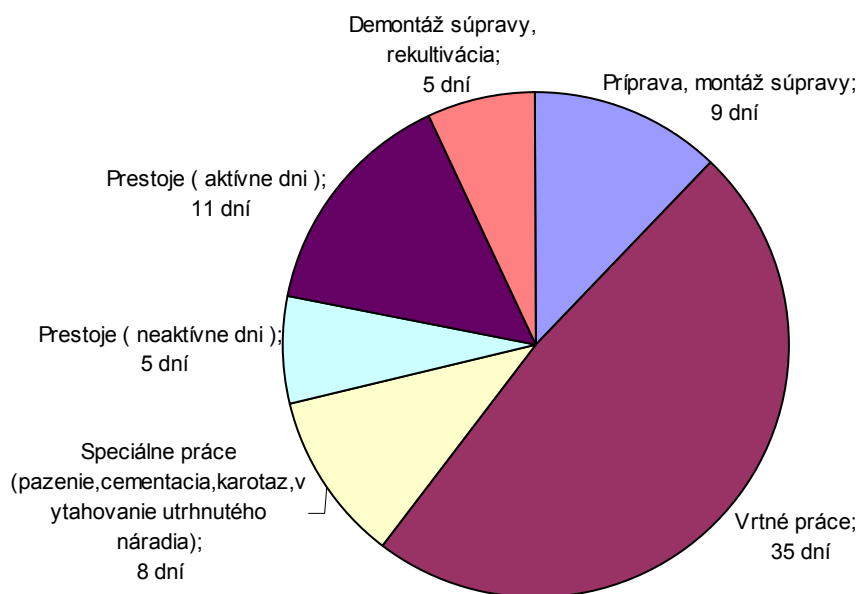
Harmonogram prác:	Dní
Príprava, montáž súpravy	5
Vrtné práce	76
Špeciálne práce (paženie, cementácia, karotáž, vyťahovanie utrhnutého náradia)	20
Prestoje (neaktívne dni)	61
Prestoje (aktívne dni)	7
Likvidácia, demontáž súpravy	9
Celkom:	178

Príloha 2: Harmonogram prác na vrte PVGT – LT1 vrtnou súpravou DIR 5519 SBS

Harmonogram prác PVGT-LT1

Vrtná súprava DIR 55 19 SBS

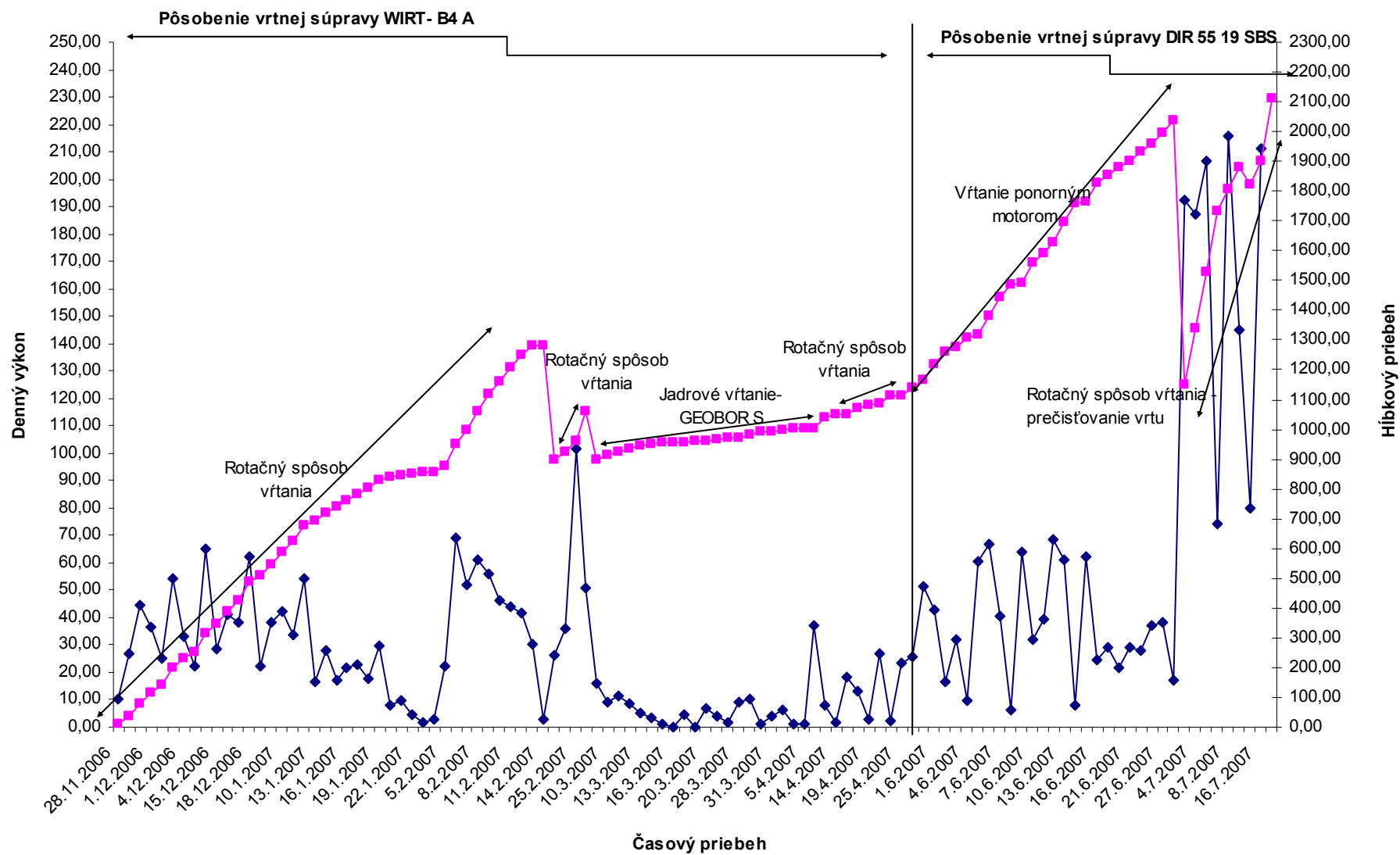
(15.05. 2006 - 26.07.2007)



Vrtná súprava DIR 5519 SBS

Harmonogram prác:	Dní
Príprava, montáž súpravy	9
Vrtné práce	35
Špeciálne práce (paženie,cementácia,karotáž,vytahovanie utrhnutého náradia)	8
Prestoje (neaktívne dni)	5
Prestoje (aktívne dni)	11
Demontáž súpravy, rekultivácia	5
Celkom:	73

PRIEBEH VRTANIA VRTU PVGT-LT 1 v závislosti od času



Príloha 3: Časový priebeh realizácie vrtu - graf

Príloha 4: Časový priebeh realizácie vrtu - tabuľka

Dátum	Denný výkon vrtania (m)	Počiatočná dennná hĺbka (m)	Konečná denná hĺbka (m)	Priemer vrtu (mm)	Vrtný nástroj	Popis prác
18.11.2006	Príchod vrtnej súpravy WIRTH B4A					
19.11.2006	montáž súpravy					
20.11.2006						
21.11.2006						
22.11.2006						
23.11.2006	oddych vrtnej osádky					
24.11.2006						
25.11.2006						
26.11.2006						
27.11.2006						
ZAHAJENIE VRTNÝCH PRÁČ						
28.11.2006	10,00	0,00	10,00	370,00	špirála	vrtanie
29.11.2006	26,60	10,00	36,60	311,00	dláto 12 1/4"	vrtanie rotačným spôsobom
30.11.2006	44,36	36,60	80,96			
1.12.2006	36,44	80,96	117,40			
2.12.2006	25,38	117,40	142,78			
3.12.2006	54,22	142,78	197,00			
4.12.2006	33,00	197,00	230,00			
5.12.2006	22,50	230,00	252,50			
6.12.2006	karotáž na úseku (0 - 252 m)					
7.12.2006	paženie + cementácia (pažnice 244/ 222), (cementácia úseku 0 - 252,5 m, množstvo cementačnej kaše- 13 m3)					
8.12.2006	cementačný kľud					
9.12.2006						
10.12.2006						
11.12.2006						
12.12.2006						
13.12.2006	tlaková skúška					
14.12.2006	65,10	252,50	317,60	215,90	dláto 8 1/2"	vrtanie rotačným spôsobom
15.12.2006	28,40	317,60	346,00			
16.12.2006	41,00	346,00	387,00			
17.12.2006	38,00	387,00	425,00			
18.12.2006	62,00	425,00	487,00			
19.12.2006	22,38	487,00	509,38			
20.12.2006	technické prestoje (utesňovanie vrtu)					
21.12.2006	oddych vrtnej osádky - Vianočné sviatky					
22.12.2006						
23.12.2006						
24.12.2006						
25.12.2006						

26.12.2006						
27.12.2006						
28.12.2006						
29.12.2006						
30.12.2006						
31.12.2006						
1.1.2007						
2.1.2007						
3.1.2007						
4.1.2007						
5.1.2007						
6.1.2007						
7.1.2007						
8.1.2007	karotáž na úseku (0 - 509 m)					
9.1.2007	38,34	509,38	547,72	215,90	dláto 8 1/2"	vrtanie rotačným spôsobom
10.1.2007	42,28	547,72	590,00			
11.1.2007	33,48	590,00	623,48			
12.1.2007	54,02	623,48	677,50			
13.1.2007	16,50	677,50	694,00			
14.1.2007	28,00	694,00	722,00			
15.1.2007	17,00	722,00	739,00			
16.1.2007	21,60	739,00	760,60			
17.1.2007	22,90	760,60	783,50			
18.1.2007	17,50	783,50	801,00			
19.1.2007	29,40	801,00	830,40			
20.1.2007	7,80	830,40	838,20			
21.1.2007	9,80	838,20	848,00			
22.1.2007	4,50	848,00	852,50			
23.1.2007	paženie (pážnice 178/162)					
24.1.2007	cementácia úseku 0 - 852 m, množstvo cementovej kaše- 21 m3					
25.1.2007						
26.1.2007	cementačný klud					
27.1.2007						
28.1.2007						
29.1.2007						
30.1.2007						
31.1.2007						
1.2.2007	karotáž na úseku(0 - 852 m)					
2.2.2007	technické prestoje (oprava poruchy)					
3.2.2007	1,50	852,50	854,00	156,00	dláto 6 1/8	vrtanie rotačným spôsobom
4.2.2007	3,00	854,00	857,00	96,00	dvojitá jadročka HQ	odber jadra HQ dvojitou jadročkou
5.2.2007	22,00	857,00	879,00	156,00	dláto 6 1/8"	vrtanie rotačným spôsobom
6.2.2007	69,30	879,00	948,30			
7.2.2007	51,70	948,30	1000,00			
8.2.2007	61,00	1000,00	1061,00			
9.2.2007	56,00	1061,00	1117,00			
10.2.2007	46,00	1117,00	1163,00			
11.2.2007	44,00	1163,00	1207,00			
12.2.2007	41,50	1207,00	1248,5			

13.2.2007	30,50	1248,50	1279,00			
14.2.2007	3,00	1279,00	1282,00	96,00	dvojitá jádrovka HQ	odber jadra HQ dvojitou jádrovkou
15.2.2007	karotáž na úseku (0 - 1280 m)					
16.2.2007	cementácia úseku 899 - 1103 m, množstvo cementovej kaše- 6 m3					
17.2.2007						
18.2.2007						
19.2.2007	cementačný kľud					
20.2.2007						
21.2.2007						
22.2.2007						
23.2.2007	36,15	961,15	925,00			
24.2.2007	vyťahovanie utrhnutého náradia (chytací trň)					
25.2.2007	101,85	1063,00	961,15	156,00	dláto 6 1/8"	vrtanie rotačným spôsobom
26.2.2007	51,00	1114,00	1063,00			
27.2.2007	karotáž na úseku (0 - 1114 m)					
28.2.2007	vyťahovanie utrhnutého náradia (chytací trň)					
1.3.2007						
2.3.2007						
3.3.2007	cementácia úseku 890 - 1048m, množstvo cementovej kaše- 6 m3					
4.3.2007	cementačný kľud					
5.3.2007						
6.3.2007						
7.3.2007						
8.3.2007						
9.3.2007	15,70	915,00	899,30	156,00	dláto 6 1/8"	vrtanie rotačným spôsobom
10.3.2007	9,30	924,30	915,00	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
11.3.2007	11,70	936,00	924,30	146 + 156	Geobor S + dláto 6 1/8"	vrtanie pribratie vrtu
12.3.2007	8,40	944,40	936,00	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
13.3.2007	5,40	949,80	944,40	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
14.3.2007	3,60	953,40	949,80	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
15.3.2007	1,00	954,40	953,40	146 + 156	Geobor S + dláto 6 1/8"	vrtanie pribratie vrtu
16.3.2007	0,15	954,55	954,40	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
17.3.2007	technické prestoje (výmena lana)					
18.3.2007	4,80	959,35	954,55	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
19.3.2007	0,25	959,60	959,35	146 + 156	Geobor S + dláto 6 1/8"	karotáž, vrtanie, priberanie vrtu
20.3.2007	7,10	966,70	959,60	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
21.3.2007	4,00	970,70	966,70	146 + 156	Geobor S + dláto 6 1/8"	karotáž, vrtanie, priberanie vrtu
22.3.2007	oddych vrtnej osádky					
23.3.2007						
24.3.2007						
25.3.2007						
26.3.2007						
27.3.2007	1,57	972,27	970,70	146 + 156	Geobor S + dláto 6 1/8"	jadrové vrtanie pribratie vrtu
28.3.2007	9,30	980,00	970,70	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie
29.3.2007	10,20	990,20	980,00	146,00	Geobor S	jadrové vrtanie

[illegible]

26.6.2007	37,36	1997,46	1960,10	152,00	dláto 6 "	vŕtanie ponorným motorom
27.6.2007	38,34	2035,80	1997,46			
28.6.2007	17,20	2053,00	2035,80			
29.6.2007	technické prestoje (zlomený hriadeľ)					
30.6.2007						
1.7.2007						
2.7.2007						
3.7.2007	192,18	1339,85	1147,67	152,00	dláto 6 "	vŕtanie rotačným spôsobom - prečisťovanie vrtu
4.7.2007	187,37	1527,22	1339,85			
5.7.2007	206,89	1734,11	1527,22			
6.7.2007	74,43	1808,54	1734,11			
7.7.2007	technické prestoje (zlomený hriadeľ)					
8.7.2007	215,77	2024,31	1808,54	152,00	dláto 6 "	vŕtanie rotačným spôsobom - prečisťovanie vrtu
9.7.2007	technické prestoje (oprava vrt..zariadení)					
10.7.2007						
11.7.2007	karotáž - Aquatest (0- 1875 m)					
12.7.2007	karotáž - Geo Log (0- 1820 m)					
13.7.2007	144,79	2026,79	1882,00	152,00	dláto 6 "	vŕtanie rotačným spôsobom - prečisťovanie vrtu
14.7.2007	karotáž - Geo Log (0- 2016 m)					
15.7.2007	80,00	1900,00	1820,00	152,00	dláto 6 "	vŕtanie rotačným spôsobom - prečisťovanie vrtu
16.7.2007	211,20	2111,20	1900,00	152,00	dláto 6 "	prečisťovanie vrtu + vŕtanie rotačným spôsobom
17.7.2007	0,00	1822,81	1822,81	146,00	Geobor S	jadrové vŕtanie
UKONČENIE VRTNÝCH PRÁČ						
18.7.2007	prečisťovanie vrtu (0 - 1825,72 m)					
19.7.2007	vystrojenie vrtu (zapaženie vrtu s 2 7/8" tubingom (0 - 1800,5 m)) a vystrojenie ústia vrtu (armatúra)					
20.7.2007						
21.7.2007	výmena výplachu za čistú vodu					
22.7.2007	demontáž súpravy					
23.7.2007						
24.7.2007						
25.7.2007	Odchod vrtnej súpravy DIR					
26.7.2007	predanie diela objednávateľovi					

Obr.1 : Vrtná súprava WIRTH B4-A



Obr.2 : Použitie pažnice 7“ pri pažení vrtu PVGT – LT1 Obr.



3 : Cementačný agregát na začerpávanie cem. zmesi



Obr. 4: Jadro z úseku (1279 – 1282 m)



Obr. 5: Jadro vrtané dvojitou jadrovnicou GEOBOR S



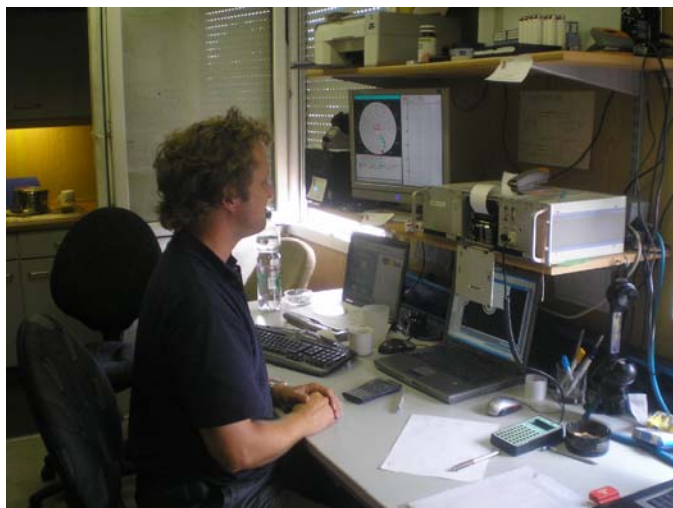
Obr.6 : Vrtná súprava DIR 5519 SBS



Obr. 7: Zostava spodnej časti vrtnej kolóny



Obr. 8: Nepretržité meranie odklonu s smeru vrtu počas vrtania (firma DDS)



Obr.9: Nové a opotrebené dláto



Obr. 10: Odobratá vzorka horniny z hĺbky 2000 m



Obr. 11: Dokumentácia o predaných odobratých vzorkách z celkového vŕtaného úseku vrtu PVGT-LT1



Obr. 12: Filter – perforované pážnice



Obr.13 : Zhľavie vrtu PVGT – LT1

