

TERMÁLNÍ KOUPELE BEŠEŇOVÁ REKONSTRUKCE ZHLAVÍ VRTU GEOTERMÁLNÍHO VRTU ZGL-1

THERMAL BATHS BEŠEŇOVÁ
RECONSTRUCTION OF THE WELLHEAD OF THE GEOTHERMAL WELL ZGL-1

*Vaněček, M.¹, Michálková, J.¹, Skálová, J.¹, Kešnerová, J.¹, Záruba, J.², Navrátilová, V.², Reisel, P.³,
Kucharčíková, L.⁴, Vylita, T.⁴, Tenenko, V.⁴*

¹Watrad, spol. s r.o., Osadní 26, 170 00 Praha 7, e-mail: watrad@watrad.cz

²SG Geotechnika a.s., Geologická 4, 152 00 Praha 5, e-mail: jiri.zaruba@geotechnika.cz;
vlasta.navratilova@geotechnika.cz

³HES - COMGEO, a.s., Medený Hámar 25, 974 01, Banská Bystrica, e-mail: patrik.reisel@hes-comgeo.sk

Abstrakt: Geotermální vrt ZGL-1 v Bešeňové (okres Rožumberok, SK) byl realizován v roce 1987 jako součást výzkumu geotermálního gradientu v oblasti mezi Nízkými a Vysokými Tatrami. Od roku 1993 byl bez větších úprav využíván a sloužil k zásobování Vodního parku Bešeňová a k vytápění areálu s několika hotely a plaveckým stadionem. Vrt je hluboký 1 987 m a limitujícím pro servisní aktivity je teplota minerální vody (62 °C), její množství při volném přetoku (min. 32 l.s-1) a tlak (1,3 MPa). Volný průchod karotážní sondy, resp. kamery komplikuje havarijný stav vrtu. Kamerová prohlídka byla provedena pouze do hloubky 235 m pod povrchem a ukázala, že kolona pažnic je přerušována, a to již od hloubky 10 m pod povrchem. V případě uzavření průtoku termy vrtem hrozilo oddělení zhlaví vrtu od svrchní části kolony pažnic. Navíc nebylo možné ovládat průtok termy, protože hlavní ovládací šoupata byla zcela nefunkční.

Cílem prací byla rekonstrukce a stabilizace zhlaví vrtu ZGL-1 tak, aby bylo možné provést karotážní měření a zprůchodnění za účelem zjištění stavu vrtu pro další rekonstrukční práce.

Abstract: The geothermal well ZGL-1 in Bešeňová (Rožumberok district, SK) was built in 1987 as part of research into the geothermal gradient in the area between the Low and High Tatras. Since 1993, it has been used without major modifications and has served to supply the Bešeňová Water Park and to heat the area with several hotels and a swimming stadium. The well is 1,987 m deep and the limiting factors for service activities are the temperature of the mineral water (62 °C), its quantity during free overflow (min. 32 l.s-1) and pressure (1.3 MPa). The emergency condition of the well complicates the free passage of the logging probe, or camera. The camera inspection was carried out only to a depth of 235 m below the surface and showed that the casing string is interrupted, starting from a depth of 10 m below the surface. In the event of the thermal flow through the well being closed, there was a risk of the wellhead separating from the upper part of the casing string. In addition, it was not possible to control the flow of the thermal water because the main control valves were completely inoperative.

Klíčová slova: termální voda, rekonstrukce vrtu, havarijný stav,

Key words: thermal water, well reconstruction, emergency well condition

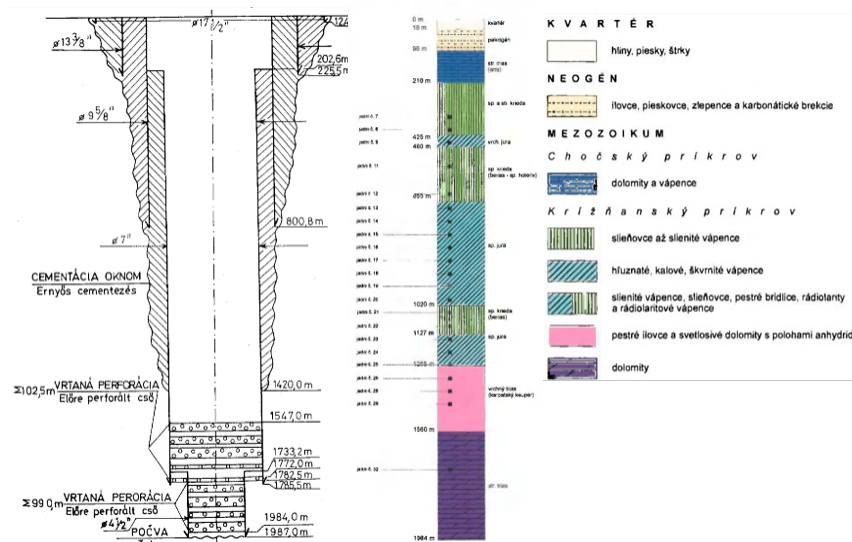
1. Úvod

Geologický ústav Dionýsa Štúra v Bratislavě objednal realizaci výzkumného vrtu ZGL-1 v obci Bešeňová v rámci řešení státního výzkumného úkolu: „Geotermální energie, výzkum možnosti reinjektáže a hodnocení potenciálu SSR“. Vrt realizoval VIKUV Budapešť v roce 1986. Vrt dosáhl konečné hloubky 1987 m.

Produkční část vrtu v délce 437 m se nachází v hloubce 1547 až 1984 m, celková délka perforace je 201,5 m. Rozhraní paleogénu a chočského příkrovu bylo zaznamenáno v hloubce cca 96 m. Karbonátový komplex chočského příkrovu pokračuje do hloubky 210 m. Od této úrovně až do konečné hloubky prochází vrt souvrstvím křížňanského příkrovu. Schéma geologického sledu vrstev je uvedeno v Tab. 2.

Z vrtu je volným přelivem jímána geotermální minerální voda o teplotě až 62 °C. Vrt dosahuje tlakového přelivu 0,6 MPa, po uzavření vrtu působí tlak až 1,3 MPa. Mineralizovaná terma je silně proplyněná, obsah CO₂ byl při poloprovozní hydrodynamické zkoušce stanoven v roce 2009 na 715 až 1300 mg.l-1. Vydátnost přetoku při téže zkoušce dosahovala až 37 l.s-1.

Pracovní výstroj vrtu je v havarijním stavu – to bylo potvrzeno karotážní kamerou, kterou se v roce 2023 podařilo zapustit pouze do hloubky 328 m pod terénem. Kolona pažnic je v kontrolovaném intervalu nesouvislá, její průběh je přerušován chybějícím materiálem. Zbývající materiál je zrezivělý a pokrytý sintrem.



Obr. 1 Technický náčrt vystrojení vrtu a litostratigrafický profil
Fig. 1 Borehole construction diagram and lithostratigraphic profile

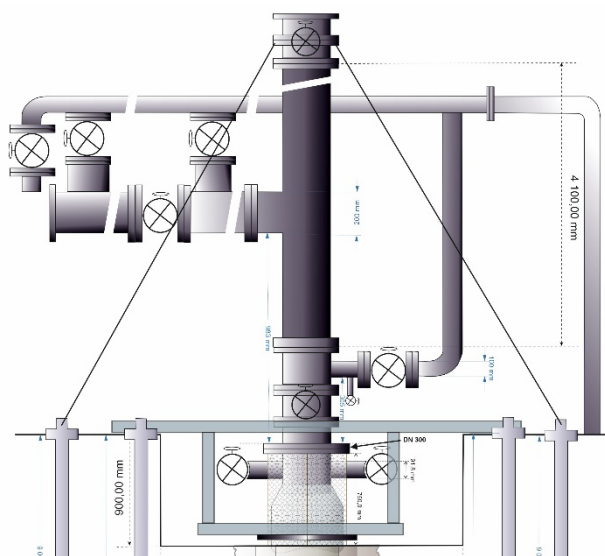
Zhlavím vrtu byla pažnice DN 300 mm přecházející do zúžené pažnice ukončené přírubou DN 200. Ve zúžené části byl odlehčovací kříž tvořený dvěma trubkami DN 85 mm z nichž jedna byla ukončena šoupětem, druhá byla jednoduše zaslepena. Z dostupné dokumentace nebylo zřejmé vnitřní uspořádání svařence zhlaví a ani jak bylo zhlaví vrtu napojeno na pažnicovou výstroj. Až na šoupě bylo zhlaví vrtu vyrobeno z nerezového materiálu pokrytý sintrem místy silným až několik mm. Armatura byla nefunkční, nedala uzavírat/otevírat a na zhlaví byly patrné částečné (dočasné) opravy.

Součástí této etapy byla i hydrodynamická zkouška, která byla realizována na závěr prací.

Dílčím cílem etapy 2025 bylo stabilizovat zhlaví vrtu a upravit přístup do vrtu tak, aby bylo možné realizovat karotážní měření bez dlouhodobého odstavení provozu termálních koupelí od zdroje termy. Výsledky karotážního měření budou sloužit k rozhodnutí o způsobu celkové rekonstrukce jímacího zdroje termy.

2. Příprava projektu

Před realizací technických prací byly vypracovány a vyhodnoceny 4 scénáře. Navrhované postupy byly mimo jiné hodnoceny pravděpodobností a váhovou analýzou.



Obr. 2 Grafické zpracování scénáře č. 5
Fig. 2 Graphical processing of scenario No. 5

Pro každý jednotlivý scénář byl rozpracován pracovní postup v textové formě a obrazové animaci. Pro realizaci byl investorem schválen scénář č. 4, který však byl v průběhu prací operativně upravován a v závěrečné zprávě byl označen jako scénář č. 5.

3. Pracovní postup

Scénář č. 5 byl z větší části projednán s realizačními technikami, částečně reagoval operativně na aktuální situaci a měl následující průběh:

1. Aplikace všech 8 ks injekčních závrtných kotev vně jímky, protože se vrtné nářadí vrtné soupravy nevešlo do vymezeného prostoru jímky
2. Několikadenní příprava svařenců pro pospojování nových dílů armatury s armaturou stávající technologie
3. Důkladné očištění starého zhlaví vrtu a komponent odlehčovacího kříže od sintru



Obr. 3 Zhlaví vrtu před rekonstrukcí

Fig. 3 Wellhead before reconstruction

4. Postupné nahrazení starých šroubů na ucpávce a šoupěti odlehčovacího kříže šrouby novými
5. Instalace speciálně vytvarovaného nového pláště zhlaví s přírubou DN 350 do prostoru jímky
6. Svaření speciálně vytvarovaného nového pláště zhlaví s přírubou DN 350 a přivaření v místě rozšířené příruby DN 350 k přírubě DN 200 starého zhlaví vrtu.
7. Zaplnění prostoru mezi novým a starým pláštěm zhlaví vrtu vysokopevnostní pryskyřicí



Obr. 4 Stabilizované zhlaví vrtu

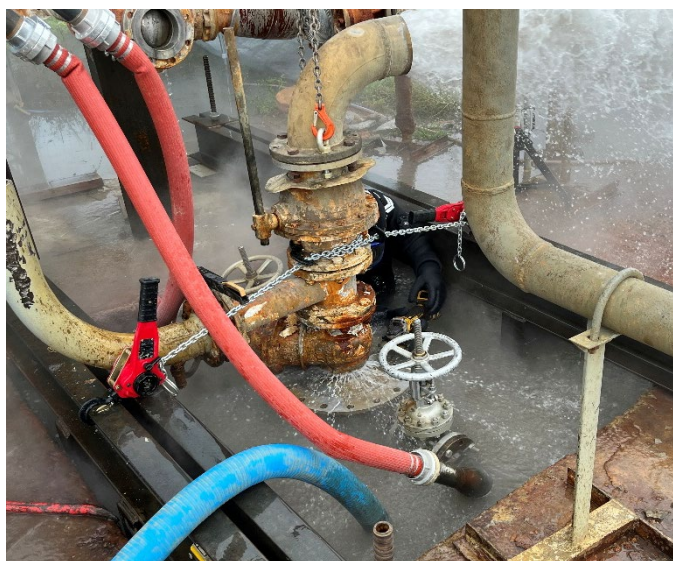
Fig. 4 Stabilized wellhead

8. Montáž nosníků – svaření stabilizační stolice v šachtici
9. Spojení stabilizační stolice ve 4 bodech s bližšími 4 injekčními závrtnými kotvami vně jímky
10. Přivaření speciálně vytvarovaného nového pláště zhlaví s přírubou DN 350 ke stabilizační stolici
11. Odstranění ucpávky 1. ramene odlehčovacího kříže
12. Montáž nového šoupěte DN 100 na 1. rameno odlehčovacího kříže
13. Montáž bypassu - redukční tvarovky pro napojení nového šoupěte DN 100 na odpadní větev stávající technologie
14. Otevření šoupěte DN 100 na 1. rameni odlehčovacího kříže pro odlehčení tlaku
15. Odstranění sintrem ucpaného šoupěte 2. ramene odlehčovacího kříže
16. Montáž nového šoupěte DN 100 na 2. rameno odlehčovacího kříže
17. Montáž bypassu - redukční tvarovky pro napojení nového šoupěte DN 100 na větev stávající technologie



Obr. 5 Rekonstruovaný odlehčovací kříž a napojení bypassů
Fig. 5 Wellhead cross and bypass connection

18. Otevření šoupěte DN 100 na 2. rameni odlehčovacího kříže pro odlehčení tlaku
19. Uzavření výtoku z vrtu membránovou klapkou
20. Demontáž zhlaví vrtu se šoupětem a odpojení od degazační technologie
21. Montáž obtokového kolena, přichycení staré části technologie nad zhlavím vrtu k hydraulické ruce a otevření membránové klapky
22. Oddělení staré části technologie nad zhlavím vrtu řezem



Obr. 6 Oddělení staré části technologie nad zhlavím vrtu řezem
Fig. 6 Cutting off the old part of the technology above the wellhead

23. Usazení a montáž redukce DN 350/200 s otevřeným šoupětem DN 200 na nové zhlaví vrtu za pomoci hydraulické ruky
24. Uzavření šoupěte DN 200
25. Montáž tvarovky s odbočkou a komory produkčního kříže ukončenou šoupětem DN 200
26. Úprava svařence propojovacího potrubí tvarovky s degazační technologií
27. Montáž degazační technologie
28. Zprovoznění produktovodu
29. Přichycení komory produkčního kříže ke kotvám vně jímky



Obr. 7 Zrekonstruované zhlaví vrtu
Fig. 7 Wellhead after reconstruction

4. Hydrodynamická zkouška

Hydrodynamické zkoušky ve vrtu ZGL-1 byly prováděny v letech 1987, 1997/1998 a 2009.

V roce 1987 bylo provedeno měření nástupu tlaku ve vrtu ZGL-1, kdy byl na počátku zaznamenán tlak 0,6 barů při volném přelivu 30,2 l.s-1. Po uzavření vrtu byl již po 30 sekundách zaznamenán tlak 11 barů a ustálil se na hodnotě okolo 13 barů, které dosáhl již po 90 min. Při hydrodynamických zkouškách byl stanoven koeficient průtočnosti 1,162. 10⁻⁴ m². s-1.



Obr. 8 Instrumentace tlaková zkoušky
Fig. 8 Pressure test instrumentation

V roce 1997/1998 byly naměřeny maximální hodnoty tlaku 8,67 barů při jeho plném otevření, měření jsou však ovlivněna napojením na komplex aquaparku. Naměřené hodnoty průtoku se pohybovaly v rozmezí 20 – 40 l.s-1.

V roce 2009 bylo dokumentováno přelivové množství termální vody 35,82 l.s-1 (denní průměr). Vrt byl otevřený naplněn a tlak nebyl zaznamenáván.

Instrumentace tlakové zkoušky je znázorněna na Obr. 2. Tlaková zkouška probíhala v postupných navazujících krocích.

- 1. Byla na odlehčovací rameno vrtu ZGL-1 nainstalována hadice s čidly na měření tlaku, teploty a průtoku s odpouštěcím ventilem. Měřicí čidla byla napojena na záznamové zařízení Hydrotechnik.
- 2. Byl otevřen uzávěr ramene („šoupě“), čímž byla zavodněna hadice s měřicími čidly. Na hadici byl otevřen odpouštění ventil, hadice byla odvzdušněna a byla ověřena těsnost a funkčnost jednotlivých komponent, poté byl ventil opět uzavřen.
- 3. Byl spuštěn záznam zkoušky a uzavřen vrt ZGL-1 nad odlehčovacím ramenem pomocí „šoupěte“.

Po dobu 6 hodin byl zaznamenáván nárůst tlaku ve vrtu ZGL-1. Doba trvání tlakové zkoušky byla omezena technickými možnostmi provozovatele aquaparku na odstávku vrtu.

Po 6 hodinách byl opět otevřen ventil („šoupě“) z vrtu ZGL-1 do technologie aquaparku a zaznamenáván pokles tlaku až do následujícího dne.

Při hydrodynamické zkoušce byl na závěr etapy 2025 plně uzavřen výtok termy z vrtu ZGL-1 s okamžitým naměřeným tlakem 6,9 barů. Tlak pomalu stoupal po dobu 6 hodin, tj. po dobu, kterou provozovatel termálních koupelí povolil. Úroveň tlaku nedosáhla v daném časovém intervalu (6 hodin) ustáleného stavu.

Pomalý nástup tlaku nad 6,9 barů měřený na ústí uzavřeného vrtu ZGL-1 v roce 2025 oproti tlaku 13 barů na ústí uzavřeného vrtu v roce 1987 lze vysvětlit rozsáhlou infiltrační oblastí ovlivněnou dlouhodobou exploatací hydrotermálního vrtu. Hydrogeologická struktura mezozoických vápenců a dolomitů je nepřetržitě exploatována více jak 30 let a odčerpání zdroje podzemní vody se v infiltrační oblasti pouze pozvolna doplňuje, proto tlak ve vrtu narůstá velice pomalu.

Výsledky realizované hydrodynamické zkoušky s hodnotami koeficientu průtočnosti $1,86 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ jsou ve shodném řádu s výsledky koeficientu průtočnosti stanovenému v roce 1987 ($1,162 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$).

5. Závěr

Terénní práce započaly 3.9.2025 odvrtáním injekčních samozávrtných kotev. Následovala delší pauza, kdy byly připravovány a zajišťovány nové díly technologie a probíhala příprava pracoviště včetně proškolení aktérů z bezpečnosti práce. Termín ukončení terénních aktivit byl stanoven na 15.10.2025 a ukončením celého projektu bylo stanoveno datum 15.11.2025 předáním závěrečné zprávy.

V období přípravných aktivit byly mimo jiné vypracovány a vyhodnoceny 4 rizikové analýzy hodnotící návrh technologického postupu rekonstrukce zhlaví vrtu ZGL-1. Při samotné realizaci však nebyl dodržen ani 4. scénář. Operativně byl zaznamenáván a hodnocen scénář č. 5. K zásadním odchylkám, ke kterým došlo při realizaci projektu od hodnoceného posledního 4. scénáře patří

- všechny samozávrtné injektážní kotvy byly umístěny vně jímky,
- nebyl použit žádný pakr,
- nebyla instalována pracovní plošina,
- byly vyrobeny redukce pro bypassy,
- byly použity bypassy při odpouštění termy odlehčovacím křížem.

Terénní práce byly ukončeny 15.11.2025 ve 23:00 hod. připojením nové, rekonstruované části jímací technologie k degazační technologii. Otevřením nového šoupěte a odpojením bypassů byl obnoven provoz dodávky termy odběrateli.