

Technická zpráva číslo 371/2019

INTERAKČNÍ EXPERIMENT - INSTALACE EXPERIMENTU

Autoři: Jiří Svoboda¹ a kolektiv

 SÚRAO

České vysoké technické učení v Praze

Praha, březen 2019

Název projektu: Interakční fyzikální modely in-situ v PVP Bukov

Název dílčí etapové zprávy: Interakční experiment – Instalace experimentu

Průběžná zpráva

Evidenční číslo objednatele: SO2017-053

Evidenční číslo poskytovatele: IE-2019-PZ5-190312

ŘEŠITELÉ:

ČVUT¹

Autoři: Jiří Svoboda¹, Radek Vašíček ¹, Dana Pacovská ¹

Schválil				
Funkce	Instituce	Jméno	Datum	Podpis
Zodpovědná osoba poskytovatele	ČVUT	Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.		
Zodpovědná osoba objednatele	SÚRAO	Ing. Jan Smutek, Ph.D.		

Obsah

1	Úvod	9
2	Instalace komponent IE v PVP Bukov	10
2.1	Harmonogram instalace	10
2.2	I. Etapa.....	10
2.3	II. Etapa.....	13
2.3.1	Instalace fyzikálních modelů.....	13
2.3.2	Instalace rozvodů zhlaví.....	13
2.3.3	Kabeláž	13
2.3.4	Tlakovací systém	13
2.4	III. Etapa.....	18
2.5	IV. Etapa	18
2.6	Testy topidel.....	19
3	Odchytky od projektu	20
3.1	Poloha rozvaděčů	20
3.2	Poloha kabelového žlabu	20
3.3	Vypínač čerpadla	21
3.4	Zapojení topných spirál	21
4	Závěr	22
5	Reference	23
6	Příloha 1 – Návod k obsluze	24
6.1	Řídicí systém.....	24
6.1.1	Rozvaděč řídicího systému (panel PLC).....	24
6.1.2	Webové rozhraní.....	25
6.2	Měřicí systém	28
6.2.1	Rozvaděč měřicího systému	28
6.2.2	Webová stránka	28
6.3	Tlakovací systém	28
6.4	Pravidelné kontroly a údržba	31
6.4.1	Kontroly prováděné uživatelem	31
6.4.2	Údržba	31
7	Příloha 2 – Seznam instrumentace připojené do měřicího systému a k ŘS 33	

Seznam obrázků:

Obr. 1 – Instalace rozvaděčů a kabeláže.....	12
Obr. 2 – Zapojování instrumentace	12
Obr. 3 – Instalace teploměrů	12
Obr. 4 – Instalace čerpadla	12
Obr. 5 – Čerpadlo a regulace sytícího systému	12
Obr. 6 – Vyjmutí FM10 z přepravního obalu	12
Obr. 7 – Instalace FM1	14
Obr. 8 – Instalace FM1	14
Obr. 9 – Instalace FM2	14
Obr. 10 – Instalace FM2	14
Obr. 11 – Transport FM3-5.....	14
Obr. 12 – Transport FM3	14
Obr. 13 – Instalace FM3	14
Obr. 14 – Instalace FM3	14
Obr. 15 – Instalace FM4	15
Obr. 16 – Instalace FM4	15
Obr. 17 – Instalace FM5	15
Obr. 18 – Instalace FM5	15
Obr. 19 – Instalace FM6	15
Obr. 20 – Instalace FM6	15
Obr. 21 – Instalace FM7	15
Obr. 22 – Instalace FM7	15
Obr. 23 – Instalace FM8	16
Obr. 24 – Instalace FM8	16
Obr. 25 – Instalace FM9	16
Obr. 26 – Instalace FM9	16
Obr. 27 – Příprava sytícího systému zhlaví	17
Obr. 28 – Rozvod vody na zhlaví.....	17
Obr. 29 – Instalované FM6-10	17
Obr. 30 – Instalované FM1-5	17
Obr. 31 – Instalace kabeláže	17
Obr. 32 – Instalace kabeláže	17
Obr. 33 – Finální zapojení čidel	17
Obr. 34 – Instalované FM	17

Obr. 35 – Piezometr osazený na S19	18
Obr. 36 – Přesunuté měření výšky hladiny	18
Obr. 37 – Pohled do ZK-3S	18
Obr. 38 - Situace ZK-3S s polohou vrtů FM	20
Obr. 39 – Obrazovka PLC s přehledem stavu	25
Obr. 40 – Hlavní strana webového rozhraní	26
Obr. 41 – Strana se stavem tlakovacího systému	27
Obr. 42 – Strana s hodnotami čidel	27
Obr. 43 – Strana s nastavením	28
Obr. 44 – Pohled na čelo tlakovacího systému	29
Obr. 45 – Pohled na bok tlakovacího systému	30
Obr. 46 – Pohled shora na stranu s rozdělovači	30

Seznam použitých zkratk:

FM	Fyzikální model
HÚ	Hlubinné úložiště
IE	Interakční experiment
LPC	Beton se sníženým pH
MS	Měřicí systém
MV	Měřicí vrt
OPC	Beton s portlandským cementem
PVP Bukov	Podzemní výzkumné pracoviště Bukov
RH	Relative Humidity, relativní vlhkost
ŘS	Řídicí systém
THM	Termo-hydro-mechanické
UOS	Ukládací obalový soubor

Abstrakt

Cílem projektu „Interakční fyzikální modely in-situ v PVP Bukov“ je na základě provedených in-situ experimentů v reálném horninovém prostředí porovnat několik druhů materiálů a jejich reakce v přirozeném prostředí hlubinného úložiště (HÚ). Na základě tohoto srovnání bude možné vyhodnotit a následně doporučit nebo vyloučit použití konkrétních materiálů a jejich kombinací v budoucím HÚ.

Tato průběžná zpráva č. 5 shrnuje výsledky páté etapy řešení projektu. Obsahuje dokumentaci instalace jednotlivých fyzikálních modelů, instalace řídicího systému, měřicího systému a technologie tlakování v PVP Bukov. Přílohou zprávy je návod k obsluze.

Klíčová slova

In-situ experiment, fyzikální model, interakce, bentonit, pelety, PVP Bukov, měřicí systém, tlakovací systém.

Abstract

The aim of the project “In-situ interaction physical models at the Bukov URF” is to compare several materials and their interactions under deep geological repository conditions using results of several in-situ experiments in a hard rock mass. The results of these studies will support the decision of usability of materials and their combinations in the future deep geological repository.

This report n. 5 presents the results of the 5th phase of the project. It contains documentation of physical model installation in-situ, installation of measurement system and pressurisation system. It includes operational manual in appendix.

Keywords

In-situ experiment, physical model, interactions, bentonite, pellets, Bukov URF, measurement system, pressurisation system.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

1 Úvod

Tato zpráva byla zpracována v rámci projektu SÚRAO „Interakční fyzikální modely in-situ v PVP Bukov“ (projekt je dále označován jako *IE* = Interakční experiment), který je součástí přípravy návrhu konstrukce hlubinného úložiště radioaktivních odpadů (dále jen HÚ).

Předmětem projektu jsou dle zadávací dokumentace in-situ fyzikální modely typu Mock-Up umístěné v horninovém prostředí v Podzemním výzkumném pracovišti Bukov (PVP Bukov). Jedná se o realizaci 10 zkušebních vrtů vedených horizontálně do horninového masivu. Každý vrt samostatně v měřítku simuluje ukládací obalový soubor (UOS) umístěný v HÚ. Účelem je ověřit chování bentonitové těsnicí vrstvy zatížené saturací podzemní vodou v interakci s cementovými materiály a zároveň zatížené teplotou <math><100\text{ }^{\circ}\text{C}</math> a <math><200\text{ }^{\circ}\text{C}</math>.

Cílem této zprávy je dokumentovat postup instalace jednotlivých komponent Interakčního experimentu in-situ a přinést stručný návod na obsluhu. Zpráva dále uvádí odchylky od realizačního projektu vzniklé při instalaci v PVP Bukov.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

2 Instalace komponent IE v PVP Bukov

2.1 Harmonogram instalace

Instalace IE v PVP Bukov proběhla ve čtyřech etapách:

- 5.2.2019 – Etapa č. I – příprava technologie a instrumentace horniny
- 11.2-13.2.2019 – Etapa č. II – instalace modelů
- 27.2.2019 – Etapa č. III – úprava měření tlaku a instalace dodatečného piezometru
- 7.3.2019 – Etapa č. IV – zahájení umělé saturace

Před zahájením IV. etapy byl proveden test funkčnosti topidel u FM 1-5, v období mezi těmito etapami modely nebyly uměle saturovány.

Jednotlivé FM byly instalovány v těchto časech:

- FM1 – 11.2.2019 10.30
- FM2 – 11.2.2019 11.30
- FM3 – 11.2.2019 12.50
- FM4 – 11.2.2019 13.45
- FM5 – 11.2.2019 14.30
- FM6 – 11.2.2019 15.30
- FM7 – 11.2.2019 14.55
- FM8 – 11.2.2019 14.35
- FM9 – 11.2.2019 13.35
- FM10 – 5.2.2019 12.30

2.2 I. Etapa

První etapa instalace in-situ proběhla 5.2.2019. Během této etapy byl instalován:

- Rozvaděč řídicího systému technologie (Obr. 1)
- Rozvaděč měřicího systému (Obr. 1)
- Teploměry v hornině (Obr. 3)
- Čerpadlo tlakovacího systému (Obr. 5)
- Fyzikální model č.10 (Obr. 6)

Rozvaděč řídicího systému byl upevněn pomocí šroubů do betonového ostění na levé straně ZK-3S. Napravo od něj byl pomocí závitových tyčí upevněn rozvaděč měřicího systému. Poté byl rozvaděč řídicího systému připojen na rozvod elektrické energie (provedlo DIAMO).

Následovalo postupné provizorní připojení instrumentace a test funkčnosti obou rozvaděčů (Obr. 2). V průběhu testů byly rozvaděče připojeny do počítačové sítě a integrovány do měřicího systému.

Do měřicích vrtů byly v souladu s realizačním projektem instalovány teploměry (Obr. 3). Tyto teploměry jsou upevněny na plastových tyčích (upevnění bylo provedeno předem v URC

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

Josef). Do každého z měřicích vrtů byla zasunuta příslušná sestava teploměrů na nosné plastové tyči. Funkčnost teploměrů byla ověřena po instalaci na základě záznamů měřicího systému (teploměry byly připojeny do měřicího systému před instalací). Kabeláž teploměrů byla provizorně upevněna na stěnu rozrážky.

Do blízkosti zásobní nádrže s vodou byla instalována technologie pro tlakování (Obr. 4 a Obr. 5)., která byla připojena flexibilní hadicí na výpustní kohout nádrže. Byl proveden základní test funkčnosti, avšak technologie pro tlakování nebyla připojena do řídicího systému (napájení elektrickou energií).

Posledním krokem byla první část instalace FM 10. Model byl zasunut do vrtu, byla instalována těsnicí manžeta zhlaví a model byl fixován pomocí převázky. Do měřicího systému byla provizorně připojena čidla uvnitř FM. Sycící trubičky byly ponechány volné a nebyl instalován rozvod na zhlaví.



Obr. 1 – Instalace rozvaděčů a kabeláže



Obr. 2 – Zapojování instrumentace



Obr. 3 – Instalace teploměrů



Obr. 4 – Instalace čerpadla



Obr. 5 – Čerpadlo a regulace sytícího systému



Obr. 6 – Vyjmutí FM10 z přepravního obalu

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

2.3 II. Etapa

2.3.1 Instalace fyzikálních modelů

Instalace FM1-9 proběhla 11.2.2019. Před instalací každého z modelů byla čidla uvnitř modelu dočasně připojena do měřicího systému pro kontrolu funkčnosti. Poté byl model vyjmut z přepravního obalu a zasunut do vrtu. Poloha modelu byla fixována pomocí rozpěrné trubky (FM6-10) či trubek (FM1-5) a převázky. Syticí trubičky byly ponechány volné a nebyl instalován rozvod na zhlaví.

2.3.2 Instalace rozvodů zhlaví

Instalace rozvodů na zhlaví proběhla 11.2.2019 pro FM10 a 12.2.2019 pro FM1-9. Syticí trubičky byly ohnuty a připojeny do rozvodného kříže. Tento kříž dále obsahuje orientační manometr, piezometr a rychlospojku se zpětným ventilem pro připojení přívodní hadičky syticího systému.

2.3.3 Kabeláž

Pro vedení kabelů byl po obvodu ZK-3S na boční stěny instalován 12.2.2019 kabelový žlab. 12.2.2019 byla kabeláž měřicího a řídicího systému kompletně odpojena, přemístěna do kabelového žlabu a 13.2.2019 postupně zapojena zpět do měřicího a řídicího systému.

2.3.4 Tlakovací systém

Spolu s přepojováním kabeláže bylo do řídicího systému připojeno čerpadlo. Po dohodě s DIAMO, byl na boku ZK-3S v blízkosti čerpadla instalován samostatný vypínač čerpadla.

Byla provedena kontrola funkčnosti tlakovacího systému. Kontrola prokázala nevhodné umístění čidla výšky hladiny vody na šroubení sací hadice, neboť způsobovalo vypínání systému z důvodu poklesu tlaku.



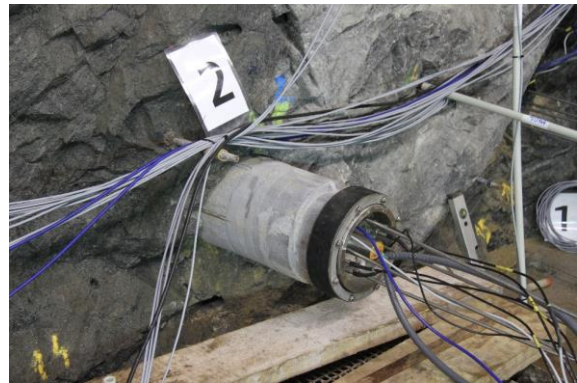
Obr. 7 – Instalace FM1



Obr. 8 – Instalace FM1



Obr. 9 – Instalace FM2



Obr. 10 – Instalace FM2



Obr. 11 – Transport FM3-5



Obr. 12 – Transport FM3



Obr. 13 – Instalace FM3



Obr. 14 – Instalace FM3



Obr. 15 – Instalace FM4



Obr. 16 – Instalace FM4



Obr. 17 – Instalace FM5



Obr. 18 – Instalace FM5



Obr. 19 – Instalace FM6



Obr. 20 – Instalace FM6



Obr. 21 – Instalace FM7



Obr. 22 – Instalace FM7



Obr. 23 – Instalace FM8



Obr. 24 – Instalace FM8



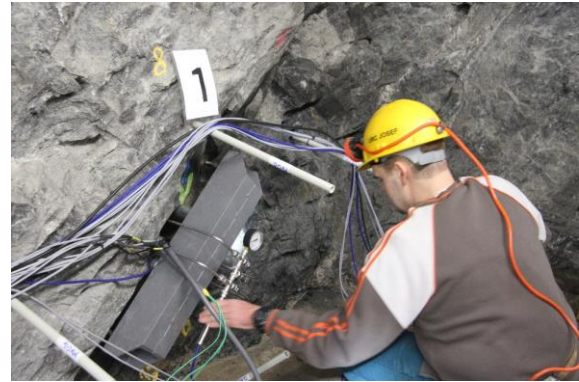
Obr. 25 – Instalace FM9



Obr. 26 – Instalace FM9



Obr. 27 – Příprava sytičícího systému zhlaví



Obr. 28 – Rozvod vody na zhlaví



Obr. 29 – Instalované FM6-10



Obr. 30 – Instalované FM1-5



Obr. 31 – Instalace kabeláže



Obr. 32 – Instalace kabeláže



Obr. 33 – Finální zapojení čidel



Obr. 34 – Instalované FM

2.4 III. Etapa

V rámci třetí etapy, která proběhla 27.2.2019, bylo instalováno piezometrické čidlo na pakr vrtu S19. Vrt byl nejprve vypuštěn, následně bylo vyměněno šroubení a instalováno piezometrické čidlo a poté byl vrt opět uzavřen.

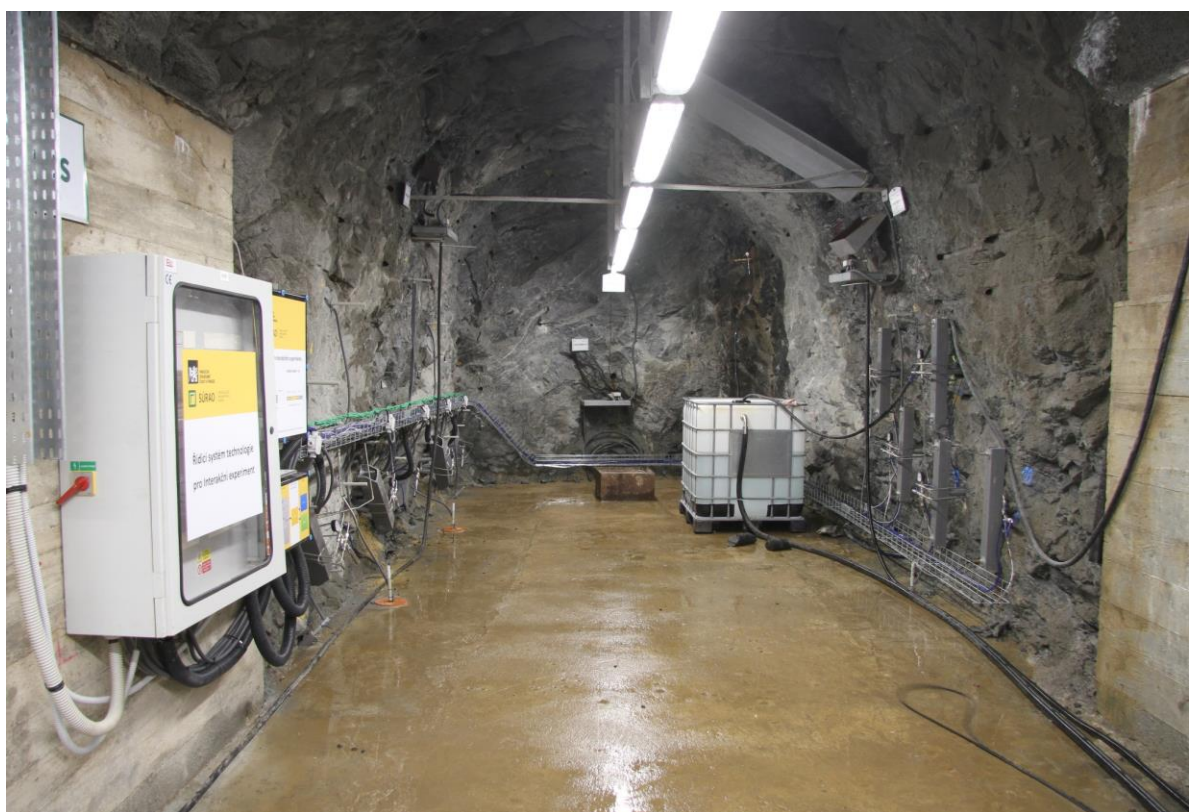
Dále bylo přemístěno čidlo výšky hladiny ze šroubení na sací hadici na šroubení ve stěně nádrže.



Obr. 35 – Piezometr osazený na S19



Obr. 36 – Přesunutě měření výšky hladiny



Obr. 37 – Pohled do ZK-3S

2.5 IV. Etapa

V rámci čtvrté etapy (7.3.2019) byly před zahájením provozu provedeny závěrečné úpravy IE. Poté bylo po dohodě s objednatelem zahájeno sycení experimentů.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

Po zahájení sycení byly zjištěny úniky vody. Aby se únikům na kontaktu se skálou zamezilo, byly dotaženy těsnící manžety jednotlivých FM.

Dále bylo provedeno zaškolení SÚRAO.

2.6 Testy topidel

Od 14.2. probíhaly testy topidel:

- 14.2.2019 proběhl krátký test topidla FM1 na 85 °C
- 15.2.2019 proběhl krátký test topidla FM2 a FM4 na 85 °C
- 18.2.2019 proběhl krátký test topidla FM5 na 180 °C
- 18.2.2019 proběhl krátký test topidla FM1 na 92 °C

Od 19.2.2019 12.48 probíhá test všech topidel na teplotu 95 °C (FM1-4) a 195 °C (FM5)

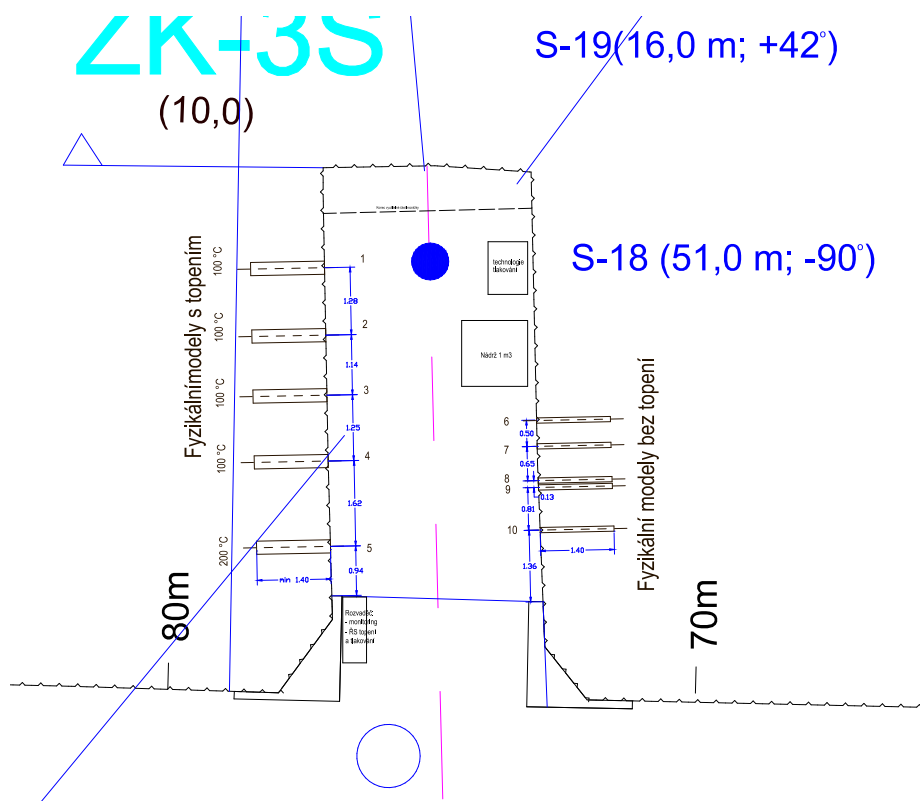
3 Odchylyky od projektu

3.1 Poloha rozvaděčů

Realizační projekt předpokládal dvě možné polohy umístění rozvaděčů v ZK-3S – na pravé straně rozrážky (měřicí systém) a na levé straně rozrážky (řídící systém).

Vzhledem k tomu, že většina instrumentace je na západní straně ZK-3S a na betonovém ostění byl dostatečný prostor, byly oba rozvaděče instalovány na levou stranu.

Toto uspořádání má výhodu kratší kabeláže (menší šum) a ponechává pravou stranu ústí rozrážky pro další využití.



Obr. 38 - Situace ZK-3S s polohou vrtů FM

3.2 Poloha kabelového žlabu

Realizační projekt předpokládal polohu kabelového žlabu na stojkách v podlaze. Po dohodě s objednatelem byl kabelový žlab umístěn (zejména na levé straně) výše na bok rozrážky (Obr. 32). Uvolnil se tím manipulační prostor na podlaze rozrážky a zjednodušilo se vedení kabeláže.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

3.3 Vypínač čerpadla

Realizační projekt předpokládal pevné připojení kabelu čerpadla přímo do řídicího systému. Po dohodě s DIAMO byl v blízkosti čerpadla tlakovacího systému umístěn na bok rozrážky vypínač.

Zvýšila se tím bezpečnost provozu a údržby, čerpadlo lze bezpečně a viditelně odpojit. Zároveň bylo možné z vypínače do čerpadla použít flexibilní kabel, který zlepšuje manipulaci s čerpadlem a lépe odolává vibracím.

3.4 Zapojení topných spirál

Realizační projekt počítal se zapojením dvou ovládaných spirál každého z FM1-5 do řídicího systému. Při testování topidel se ukázalo, že výkon spirál je pravděpodobně naddimenzován a muselo by se topit velmi krátkými pulzy. Z tohoto důvodu bylo zapojení spirál topidel změněno.

Spirály jsou do řídicího systému připojeny všechny najednou v sérii, čímž byl uměle snížen výkon na 1/3 (zároveň byl zajištěn rovnoměrnější ohřev). Řídicí systém však může v případě potřeby vyřadit prostřední spirálu, a tím zvýšit výkon topení.

V případě, že se po zavodnění ukáže výkon jako nedostatečný, bude provedena rekonfigurace topení.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

4 Závěr

Do prostoru ZK-3S v PVP Bukov byly instalovány fyzikální modely, instrumentace v hornině a technologické zázemí. Byl otestován měřicí systém, topidla jednotlivých FM a zahájen experimentální provoz. Po skončení úvodních testů bylo zahájeno sycení FM.

IE tým vstoupil do své hlavní fáze, ve které bude docházet k interakcím mezi jednotlivými materiály. V průběhu této fáze budou v intervalu 10 minut sbírána data z instalovaných čidel. Takto získané informace budou sloužit pro průběžné vyhodnocení běhu IE.

Předpokládá se, že experimentální provoz IE bude trvat minimálně 42 měsíců.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

5 Reference

SVOBODA J., PACOVSKÝ, J., ŠTÁSTKA, J., VAŠÍČEK, R., PACOVSKÁ, D., NÁDHERNÁ, D. (2018):
Interakční experiment – realizační projekt, TZ245/2018 SÚRAO.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

6 Příloha 1 – Návod k obsluze

Upozornění

**Části systému patří mezi VYHRAZENÁ TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ.
Jejich obsluhu smí provádět pouze osoba proškolená, údržbu pak odborně způsobilá.**

Upozornění

**Hlavní vypínač je umístěn na levém boku rozvaděče.
I po vypnutí hlavním vypínačem je slaboproudá část stále v provozu. Pro její odpojení je třeba odpojit baterie zálohovaného zdroje.**

6.1 Řídicí systém

Hlavní vypínač řídicího systému je umístěn na levém boku rozvaděče. Hlavní vypínač zajistí odpojení od napájení elektrickou energií (včetně topení a čerpadla), slaboproudá část je však stále napájena z baterií. Pro kompletní odpojení je třeba odpojit i záložní baterie.

6.1.1 Rozvaděč řídicího systému (panel PLC)

Rozvaděč řídicího systému je vyhrazeným technickým zařízením. Na jeho obsluhu a údržbu se vztahují příslušné legislativní požadavky. Během obsluhy nesmí být sejmut vnitřní kryt rozvaděče.

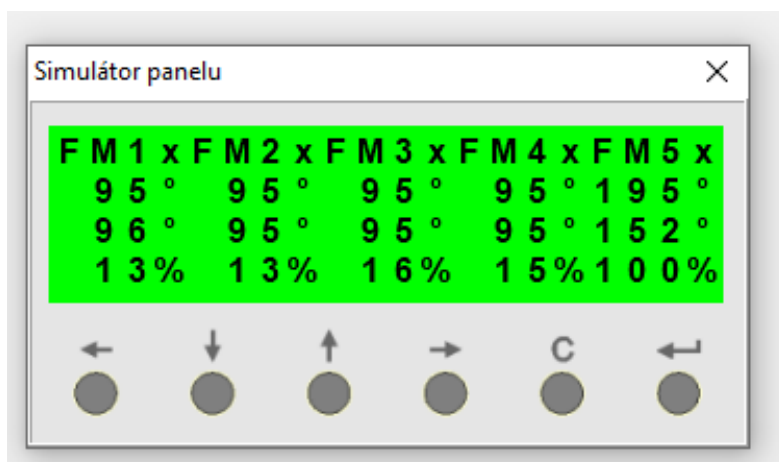
Vlastní obsluha se provádí výhradně na panelu PLC. Pokud není panel podsvícený, rozsvítí se po stisku kteréhokoliv tlačítka PLC. Šipkou nahoru a dolů lze „listovat“ mezi obrazovkami panelu. Editaci parametrů lze zahájit tlačítkem ENTER. V průběhu editace lze hodnoty měnit pomocí šipky nahoru/dolů. Hodnota se potvrdí tlačítkem ENTER. Pokud je na obrazovce více parametrů pro editaci, přeskakuje se mezi nimi stiskem tlačítka ENTER (po potvrzení hodnoty, se kurzor přesune na další položku).

PLC má definovány následující obrazovky:

- Uvítací obrazovka IE (nemá editační pole)
- Obrazovka s přehledem stavu topení (lze editovat požadované teploty topidel)
- Chybové obrazovky – obrazovky informující o chybách běhu. Obrazovka s chybou zůstává zobrazena i po skončení chyby (pro pozdější diagnostiku) a je třeba ji manuálně opustit pomocí šipek.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

Obrazovka s přehledem stavu topení je hlavní provozní obrazovkou (Obr. 39). Zobrazuje a umožňuje editovat požadovanou teplotu jednotlivých topidel FM (druhý řádek displeje), zobrazuje aktuální teplotu topení FM (třetí řádek), zobrazuje výkon topidel FM (spodní řádek) a zda topení aktuálně topí či ne (symbol x=netopí nebo *=topí u jména FM).



Obr. 39 – Obrazovka PLC s přehledem stavu

Teplotu je třeba nastavovat postupně. Při velké změně požadované teploty může mít adaptivní regulace topidla přeběh až 10 °C.

Displej se automaticky vypíná (stisk tlačítka jej opět zapne). Pro rychlou kontrolu napájení/funkce lze využít stavové diody u konektoru počítačové sítě.

Upozornění - nebezpečí úrazu elektrickým proudem!

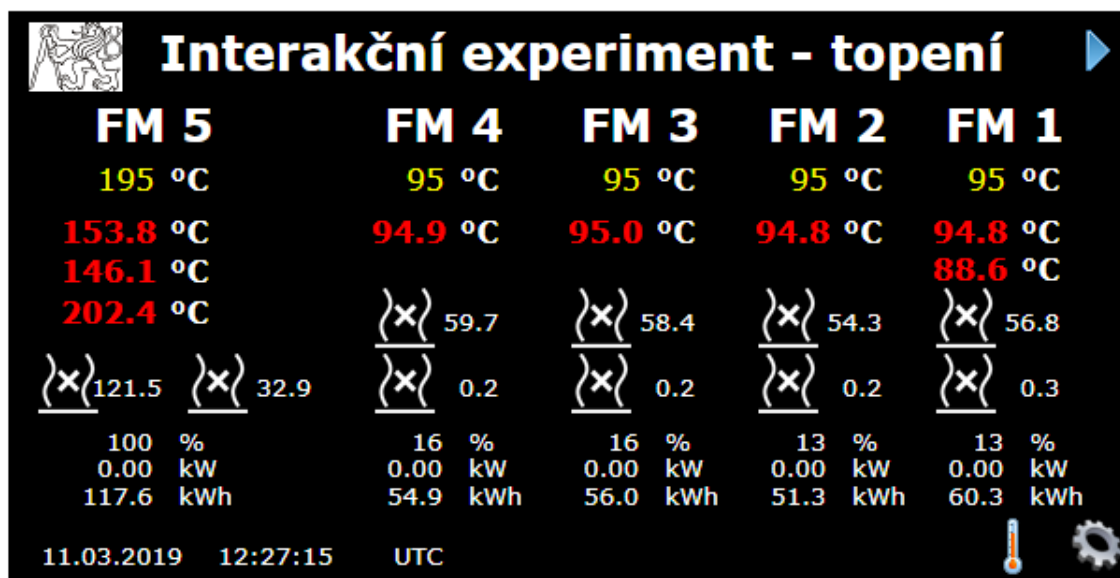
Pokud dojde v aktivaci ochranných prvků (jistič, chránič), je třeba nejprve odstranit závadu a teprve poté provést reaktivaci prvku. Diagnostiku a údržbu smí provádět pouze **osoby odborně způsobilé**.

6.1.2 Webové rozhraní

PLC řídicího systému obsahuje webové stránky, které jsou přístupné ve vnitřní síti na adrese <http://10.199.1.10>. Pro přístup na tyto stránky je požadováno jméno a heslo – oboje ponechat prázdné.

PLC obsahuje čtyři stránky, které slouží pro zobrazení stavu systému, diagnostiku a ovládání:

- Hlavní strana
- Stav tlakovacího systému
- Strana se stavem čidel
- Nastavení



© 2018 ČVUT

Obr. 40 – Hlavní strana webového rozhraní

Hlavní strana webového rozhraní (Obr. 40) obsahuje přehled hlavních stavových veličin ovládaných/měřených řídicím systémem. Pro každý FM (jednotlivé sloupce) je zde:


- Požadovaná teplota (lze měnit)
- Teplota měřená termočlánek v topidle – termočlánek nejdále ve vrtu, termočlánek uprostřed (jen FM5), termočlánek nejbližší ke zhlaví (jen FM5 a FM1)
- Stav topných spirál (ikona topení) a čas jejich sepnutí (u ikony)
- Požadovaný výkon v %
- Aktuální příkon topidla v kW
- Celkovou spotřebu topidla v kWh

Z hlavní strany je možné se dostat na:

- Stranu se stavem tlakovacího systému (šipkou vpravo nahoře) - Obr. 41
- Stranu se stavem čidel (ikonou teploměru v pravém dolním rohu) - Obr. 42
- Stranu s nastavením (ikonou kolečka v pravém dolním rohu) - Obr. 43

Na straně s nastavením systému (Obr. 43) lze upravovat provozní parametry systému. Lze upravit tyto hodnoty:

- Maximální povolený přeběh teploty. Tato hodnota určuje, o jakou teplotu smí být překročena teplota kteréhokoliv termočlánek v topidle, než dojde k odpojení topidla.
- Perioda pulzního řízení. Tato hodnota určuje, dobu cyklu pulzního řízení topidel. Podle požadovaného výkonu je topidlo vždy poměrnou část z cyklu aktivní a po zbytek cyklu je vypnuto.
- Perioda střídání spirál topení. Tato hodnota určuje, po jaká době se má vyměnit funkce jednotlivých spirál topidla – hlavní/vedlejší. *Pozn.: V současné konfiguraci není využito.*
- Korekce teploty. Tato hodnota umožňuje posun nulového čtení termočláneků.

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

- Minimální výška hladiny vody. Tato hodnota určuje minimální výšku hladiny vody v nádrži pro aktivaci čerpadla (čerpadlo běží pouze pokud je aktuální hodnota hladiny vyšší než tato hodnota).



© 2018 ČVUT

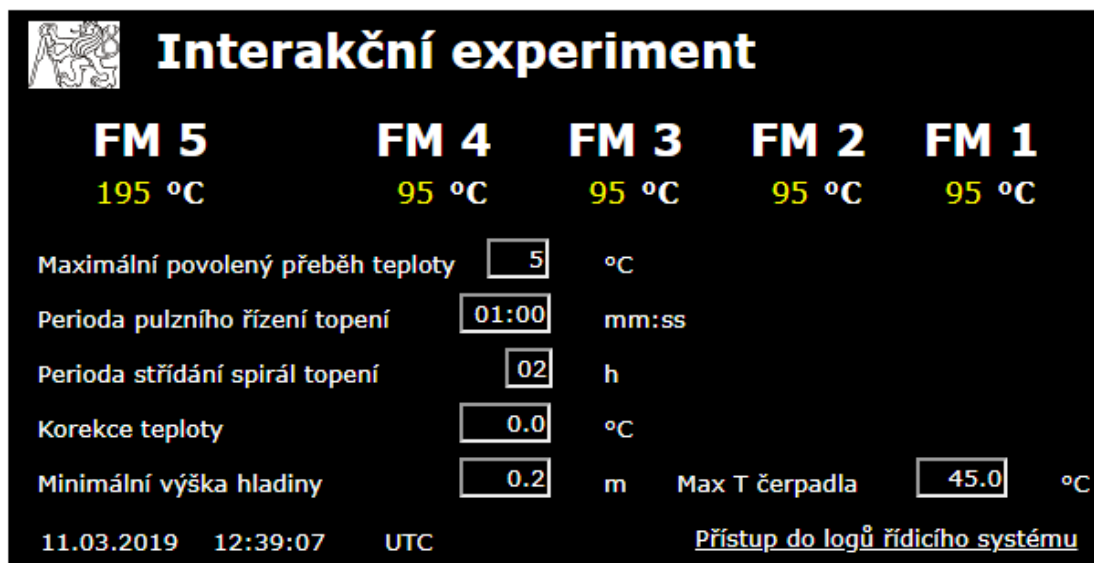
Obr. 41 – Strana se stavem tlakovacího systému



© 2018 ČVUT

Obr. 42 – Strana s hodnotami čidel

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019



Interakční experiment

FM 5 195 °C **FM 4** 95 °C **FM 3** 95 °C **FM 2** 95 °C **FM 1** 95 °C

Maximální povolený přeběh teploty °C

Perioda pulzního řízení topení mm:ss

Perioda střídání spirál topení h

Korekce teploty °C

Minimální výška hladiny m Max T čerpadla °C

11.03.2019 12:39:07 UTC [Přístup do logů řídicího systému](#)

© 2018 ČVUT

Obr. 43 – Strana s nastavením

6.2 Měřicí systém

6.2.1 Rozvaděč měřicího systému

Rozvaděč měřicího systému se skládá ze dvou částí a neobsahuje žádný prvek, který by bylo možné přímo ovládat. Pro kontrolu zapnutí/funkce lze využít diody na konektoru počítačové sítě. Při normální funkci blikají.

6.2.2 Webová stránka

Ústředna měřicího systému je dostupná ve vnitřní síti na adrese <http://10.192.1.20>. Stránka umožňuje kontrolu surových data a stavu ústředny. Jedná se o interní stránky měřicího systému a nejsou určeny pro běžné užití uživatelem.

6.3 Tlakovací systém

Systém tlakování FM má dvě části:

- Tlakovací systém (filtr, čerpadlo, redukční ventily, rozdělovač)
- Zhlaví (zpětný ventil, rozvodný kříž, piezometr, manometr)

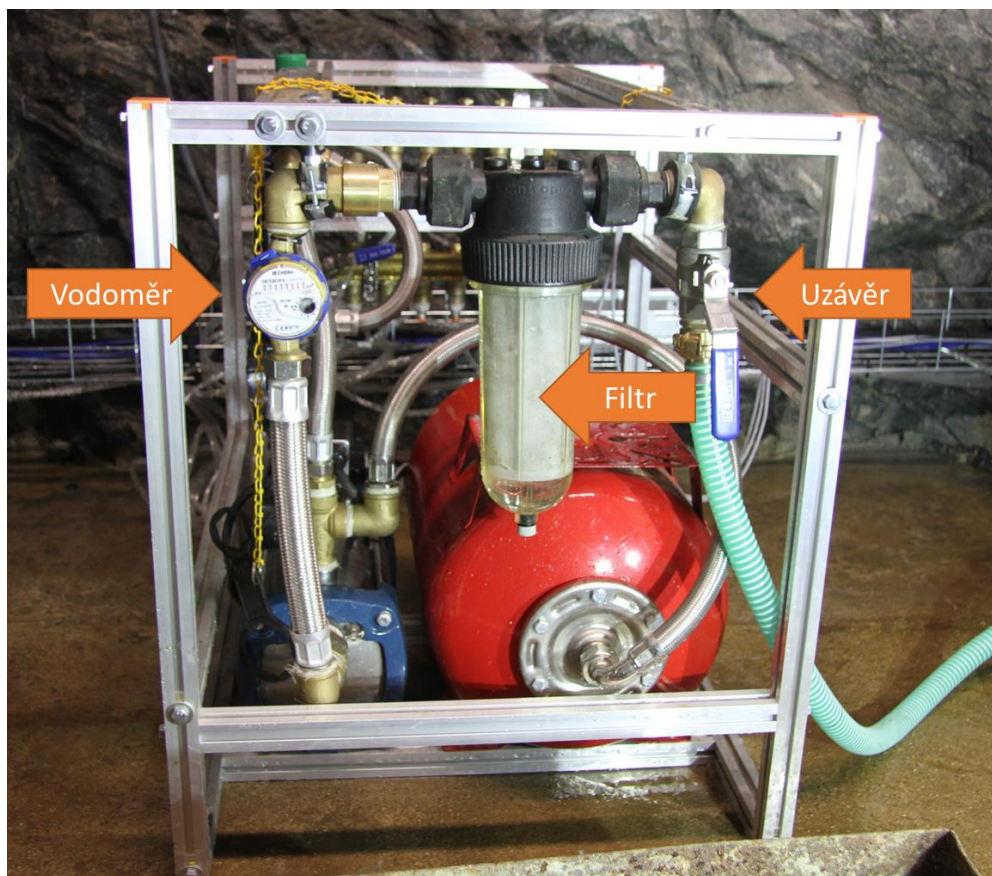
Tlakovací systém je připojen pomocí flexibilního kabelu k zásobní nádrži s vodou. Jak zásobní nádrž, tak tlakovací systém jsou opatřeny uzávěry, které musí být před spuštěním otevřeny a systém musí být odzdušněn.

Tlakovací systém dále obsahuje (ve směru toku vody; Obr. 44 - Obr. 46):

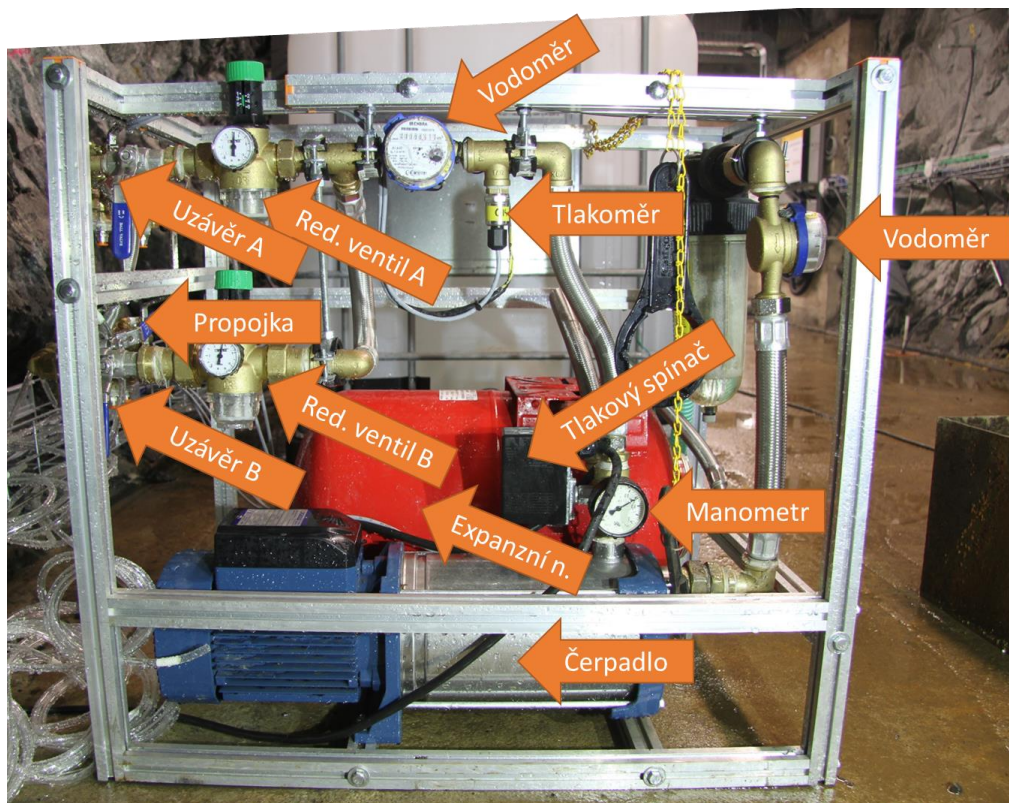
- Filtr – je nutné ho kontrolovat a pokud bude „zanesený“, musí se vyměnit filtrační vložka. Klíč k filtru je umístěn na řetízku u tlakovacího systému.
- Zpětný ventil
- Vodoměr

- Čerpadlo tlakovacího systému.
Upozornění: Čerpadlo nesmí být spuštěno naprázdno. Před spuštěním tlakovacího systému je nutno ověřit, že sací potrubí je volné a kohouty jsou otevřeny.
- Tlakový spínač s kontrolním manometrem. Tlakovým spínačem lze nastavit hysterezi a tlaky spínání čerpadla. Nastavení smí provádět pouze osoba odborně způsobilá.
- Expanzní nádoba
- Vodoměr a tlakové čidlo
- Dvě větve regulace rozvodu, které lze spojit kohoutem na propojovací hadici
 - Redukční ventil - obsahuje filtr, který je třeba kontrolovat a čistit
 - Uzávěr větve
 - Propojení do druhé větve
 - Rozdělovač pro jednotlivé FM. Každý z vývodů je možné po sejmutí čepičky na rozvaděči jednotlivě uzavřít.

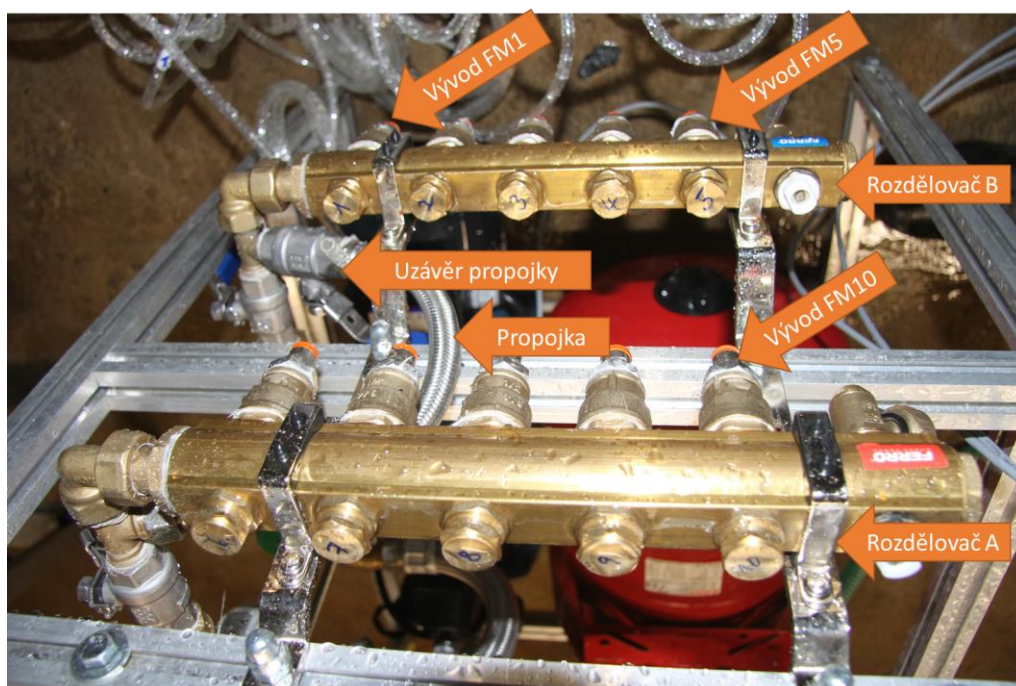
Vypínač tlakovacího systému je umístěn na stěně rozrážky v blízkosti čerpadla. **Před údržbou je nutno tlakovací systém tímto vypínačem vypnout!**



Obr. 44 – Pohled na čelo tlakovacího systému



Obr. 45 – Pohled na bok tlakovacího systému



Obr. 46 – Pohled shora na stranu s rozdělovači

 SÚRAO	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

6.4 Pravidelné kontroly a údržba

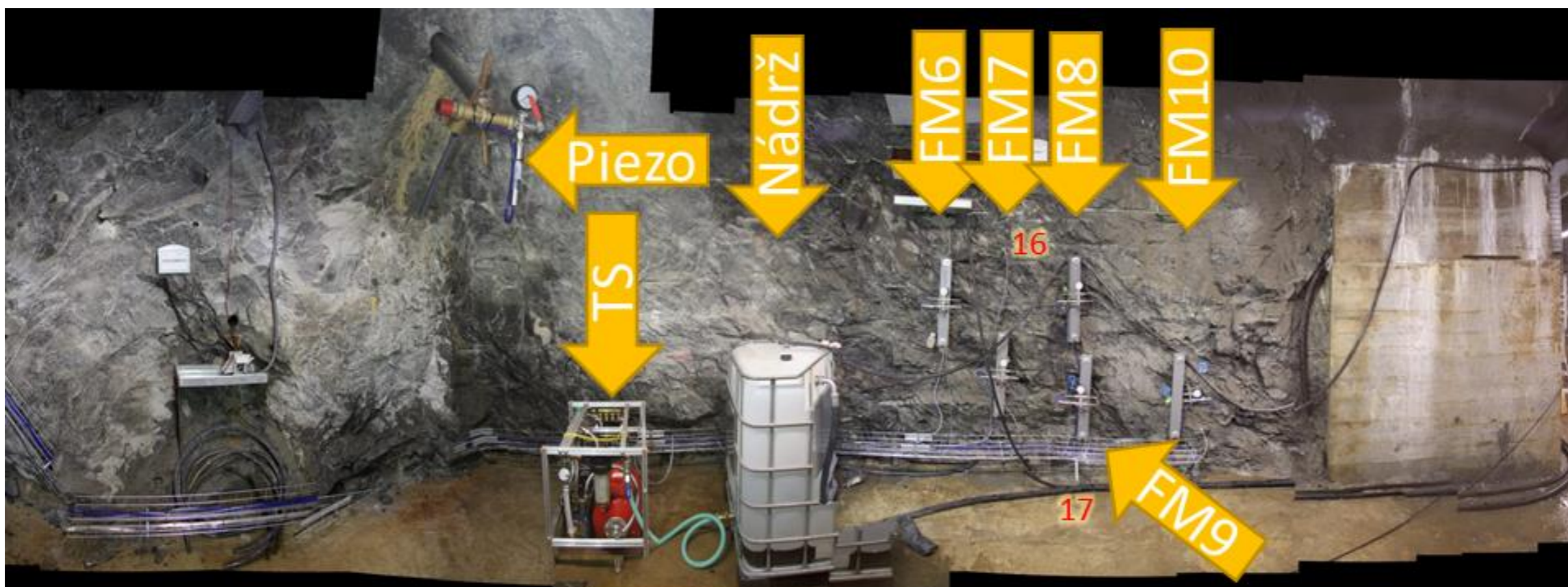
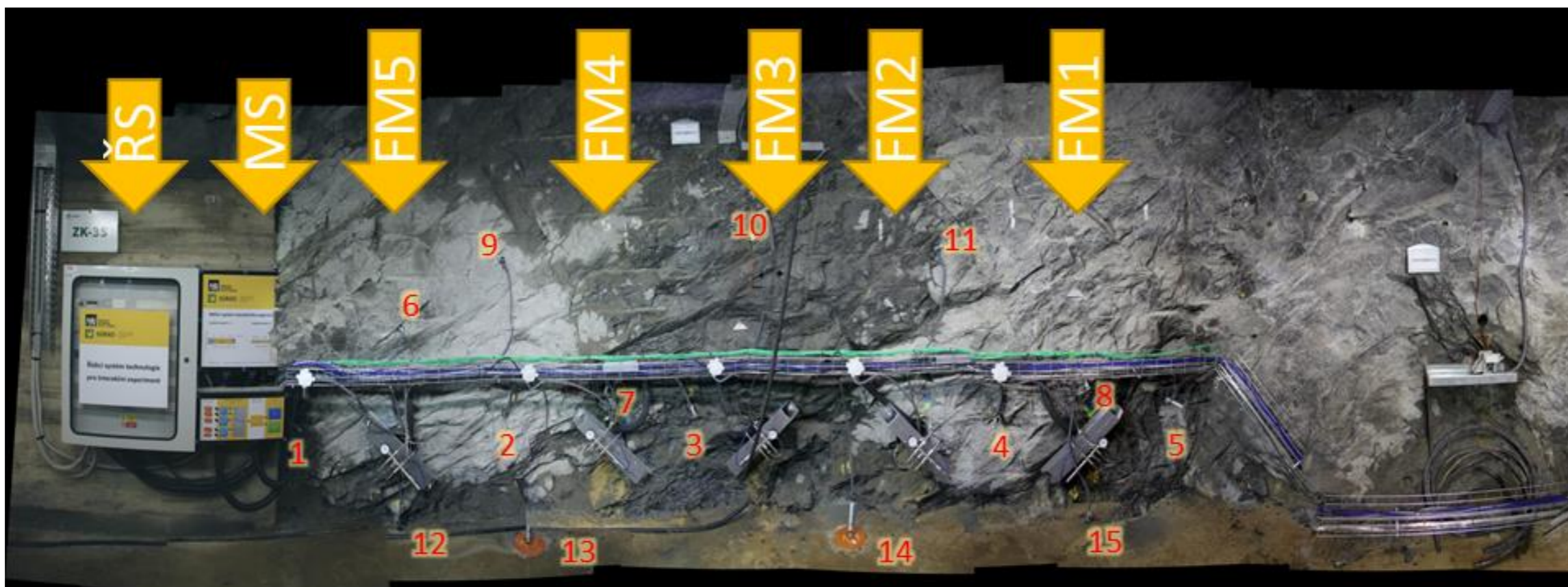
6.4.1 Kontroly prováděné uživatelem

Alespoň jednou za měsíc provést vizuální kontrolu stavu:

- Stav hladiny vody v nádrži
- Úniky vody z tlakovacího systému (nádrž, hadice, čerpadlo, rozvody, zhlaví,...)
- Stav jednotlivých filtrů tlakovacího systému (hlavní filtr na vstupu, filtry redukčních ventilů)
- Běh čerpadla – čerpadlo má spínat v pravidelných intervalech (dle potřeby)
- Úniky vody z FM a v okolí FM
- Stav řídicího systému (chyby na panelu)

6.4.2 Údržba

Předpokládá se čtvrtletní režim údržby, při které kromě pravidelné kontroly bude provedeno čištění jednotlivých komponent a výměna filtru.



7 Příloha 2 – Seznam instrumentace připojené do měřicího systému a k ŘS

MS

model/vrt	číslo	typ čidla	poloha	typ	veličina	jednotka	vstup systému	výrobní číslo	výrobce
FM01	1.11	teploměr	kontakt skála, 1/2 modelu	PT100	teplota	°C	analog 1		
	1.12	teploměr	kontakt skála, 1/2 prstence u zhlaví	PT100	teplota	°C	analog 2		
	1.13	teploměr	kontakt topidlo, 1/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog 3		
	1.14	teploměr	kontakt topidlo, 3/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog 4		
	1.21	RH	1/2 mezi topidlem a skálou, 1/4 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485 1	18300500008872	E+E Elektronik Rakousko prodejce TOP Instrument ČR
	1.22				teplota	°C			
	1.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3			
	1.31	TDR	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12 1	95595-06-447	Meter Group AG Německo
	1.32				teplota	°C			
	1.33				permitivita				
	1.34				EC				
1.41	tlaková buňka	konec experimentu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	MPa	VW 1	1837978	Geokon USA	
1.42				teplota	°C				
1.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW 2	1831277	Geokon USA	
1.52				teplota	°C				

FM02	2.11	teploměr	kontakt skála, 1/2 modelu	PT100	teplota	°C	analog	5		
	2.12	teploměr	kontakt skála, 1/2 prstence u zhlaví	PT100	teplota	°C	analog	6		
	2.13	teploměr	kontakt topidlo, 1/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	7		
	2.14	teploměr	kontakt topidlo, 3/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	8		
	2.21	RH	1/2 mezi topidlem a skálou, 1/4 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	2	18300500008 1EE	E+E Elektronik Rakousko prodejce TOP Instrument ČR
	2.22				teplota	°C				
	2.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				
	2.31	TDR	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	2	95595-06- 445	Meter Group AG Německo
	2.32				teplota	°C				
	2.33				permitivita					
	2.34				EC					
	2.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810- 5MPa	tlak	MPa	VW	3	1836770	Geokon USA
	2.42				teplota	°C				
	2.51	piezometr	zhlaví	4500H - 1MPa	tlak	MPa	VW	4	1831278	Geokon USA
2.52	teplota				°C	VW analog				
FM03	3.11	teploměr	kontakt skála, 1/2 modelu	PT100	teplota	°C	analog	9		
	3.12	teploměr	kontakt skála, 1/2 prstence u zhlaví	PT100	teplota	°C	analog	10		
	3.13	teploměr	kontakt topidlo, 1/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	11		
	3.14	teploměr	kontakt topidlo, 3/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	12		

3.21	RH	1/2 mezi topidlem a skálou, 1/4 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	3	183005000069FO	E+E Elektronik
3.22				teplota	°C				Rakousko
3.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				prodejce TOP Instrument ČR
3.31	RH	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	4	18300500004961	E+E Elektronik
3.32				teplota	°C				Rakousko
3.33				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				prodejce TOP Instrument ČR
3.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	MPa	VW	5	1837977	Geokon
3.42				teplota	°C	VW analog			USA
3.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	6	1831276	Geokon
3.52				teplota	°C	VW analog			USA

FM04	4.11	teploměr	kontakt skála, 1/2 modelu	PT100	teplota	°C	analog	13		
	4.12	teploměr	kontakt skála, 1/2 prstence u zhlaví	PT100	teplota	°C	analog	14		
	4.13	teploměr	kontakt topidlo, 1/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	15		
	4.14	teploměr	kontakt topidlo, 3/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	16		
	4.21	TDR	1/2 mezi topidlem a skálou, 1/4 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	3	95595-06-446	Meter Group AG
	4.22				teplota	°C				Německo
	4.23				permitivita					
	4.24				EC					
	4.31	TDR	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	4	95595-06-441	Meter Group AG

	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

	4.32				teplota	°C					Německo
	4.33				permitivita						
	4.34				EC						
	4.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	MPa	VW	7	1837979		Geokon
	4.42				teplota	°C	VW analog				USA
	4.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	8	1831476		Geokon
	4.52				teplota	°C	VW analog				USA

FM05	5.11	teploměr	kontakt skála, 1/2 modelu	PT100	teplota	°C	analog	17				
	5.12	teploměr	kontakt skála, 1/2 prstence u zhlaví	PT100	teplota	°C	analog	18				
	5.13	teploměr	kontakt topidlo, 1/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	19				
	5.14	teploměr	kontakt topidlo, 3/4 délky bentonitové náplně	PT100	teplota	°C	analog	20				
		5.21	piezometr	1/2 mezi topidlem a skálou, 1/4 délky bentonitové náplně	4500HT-2MPa	tlak	MPa	VW	9	1833195		Geokon
		5.22				teplota	°C	VW analog				USA
		5.31	piezometr	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	4500HT-2MPa	tlak	MPa	VW	10	1833194		Geokon
		5.32				teplota	°C	VW analog				USA
		5.51	piezometr	zhlaví	4500H - 2MPa	tlak	MPa	VW	11	1831299		Geokon
	5.52				teplota	°C	VW analog				USA	

FM06	6.21	RH	v ose modelu, 1/3 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	5	183005000071F6		E+E Elektronik
-------------	------	----	--------------------------------------------	-------	---------------------------	---	-------	---	----------------	--	----------------

	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

	6.22				teplota	°C				Rakousko
	6.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				prodejce TOP Instrument ČR
	6.31	TDR	v ose modelu, 2/3 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	5	95595-06-443	Meter Group AG
	6.32				teplota	°C				Německo
	6.33				permitivita					
	6.34				EC					
	6.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	12	1831272	Geokon
	6.52				teplota	°C	VW analog			USA

FM07	7.21	RH	v ose modelu, 1/3 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	6	18300500006 40D	E+E Elektronik
	7.22				teplota	°C				Rakousko
	7.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				prodejce TOP Instrument ČR
	7.31	TDR	v ose modelu, 2/3 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	6	95595-06-448	Meter Group AG
	7.32				teplota	°C				Německo
	7.33				permitivita					
	7.34				EC					
	7.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	13	1831274	Geokon
	7.52				teplota	°C	VW analog			USA

FM08	8.21	TDR	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	7	95595-06-444	Meter Group AG
	8.22				teplota	°C				Německo
	8.23				permitivita					

	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

	8.24				EC					
	8.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	14	1831271	Geokon
	8.52				teplota	°C	VW analog			USA

FM09	9.21	TDR	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	8	95595-06-442	Meter Group AG
	9.22				teplota	°C				Německo
	9.23				permitivita					
	9.24				EC					
	9.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	15	1831273	Geokon
	9.52					teplota	°C	VW analog		

FM10	10.21	piezometr	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	4500S-1MPa	tlak	MPa	VW	16	1833551	Geokon
	10.22				teplota	°C	VW analog			USA
	10.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	MPa	VW	17	1831270	Geokon
	10.52					teplota	°C	VW analog		USA

---	0.21	RH	rozrážka u rozvaděče měřicího systému	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	7	183005000070A8	E+E Elektronik
	0.22				teplota	°C				Rakousko
	0.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3				prodejce TOP Instrument ČR

MV01	101.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	21		
	101.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	22		

MV02	102.11	teploměr	0.1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	23		
	102.12	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	24		
	102.13	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	25		
	102.14	teploměr	3 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	26		

MV03	103.11	teploměr	0.1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	27		
	103.12	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	28		
	103.13	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	29		
	103.14	teploměr	3 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	30		

MV04	104.11	teploměr	0.1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	31		
	104.12	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	32		
	104.13	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	33		
	104.14	teploměr	3 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	34		

MV05	105.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	35		
	105.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	36		

MV06	106.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	37		
	106.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	38		

MV07	107.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	39		
	107.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	40		

MV08	108.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	41		
	108.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	42		

MV09	109.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	43		
	109.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	44		

MV10	110.11	teploměr	0.1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	45		
	110.12	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	46		
	110.13	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	47		
	110.14	teploměr	3 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	48		

MV11	111.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	49		
	111.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	50		

MV12	112.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	51		
	112.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	52		

MV13	113.11	teploměr	0,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	53		
	113.12	teploměr	1,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	54		

MV14	114.11	teploměr	0,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	55		
	114.12	teploměr	1,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	56		

MV15	115.11	teploměr	1 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	57		
	115.12	teploměr	2 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	58		

MV16	116.11	teploměr	0,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	59		
	116.12	teploměr	1,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	60		

MV17	117.11	teploměr	0,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	61		
	117.12	teploměr	1,5 m ve vrtu	PT100	teplota	°C	analog	62		

S19	119.11	piezometr	ústí vrtu	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	18	1831275	Geokon
	119.12				teplota	°C	VW analog			USA

---	120.11	piezometr	rezerva	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	19	1831269	Geokon
	120.12				teplota	°C	VW analog			USA

ŘS

PLC	0.11	teploměr	rozvaděč	PT1000	teplota	°C	PLC	AI0		
	0.12	teploměr	rozcírka	PT1000	teplota	°C	PLC	AI1		
	0.13	teploměr	čerpadlo	PT1000	teplota	°C	PLC	AI2		
	0.14	piezometr	za čerpadlem	4-20mA	tlak	kPa	PLC	AI6	528.9301030411	
	0.15	hladinové čidlo (piezometr)	nádrž	4-20mA	tlak/výška	m	PLC	AI7	528.9111030411	
	0.16	vodoměr (pulzy)	za čerpadlem	pulzy	objem	m3	PLC	DI12	61481727	
	0.17	vodoměr (pulzy)	před čerpadlem	pulzy	objem	m3	PLC	DI13		
	0.18	Chyba topení IE								
	0.19	Napájení čerpadla zapnuto						PLC	DO	
	0.20	Přítomnost napájení						PLC	DI14	

FM01	1.61	teploměr	směr hora	termočlán ek		°C	IT1602	AI0		
	1.62	teploměr	střed topidla	termočlán ek		°C	IT1602	záložní		
	1.63	teploměr	směr ústí	termočlán ek		°C	IT1602	AI7		
	1.70	požadovaná teplota topidla		proměnná PLC		°C	PLC			

spirály jsou všechny na výstupu sériově A, výstup B vyřadí spirálu 2	1.71	spotřebovaná energie		elektroměr		kWh	RS485	modbus 11		
	1.72	aktuální příkon		elektroměr		W	RS485	modbus 11		
	1.73	spirála 1		výstup PLC		0/1	PLC	DO0		
	1.74	spirála 2		výstup PLC	inverzní	0/1	PLC	DO1		
	1.75	spirála 3		výstup PLC		0/1	PLC	DO0		
	1.76	požadovaný výkon topidla (PID)		proměná PLC		%	PLC			
	1.77	provozní doba spirály A (čas spirál 1+2+3)		proměná PLC		s	PLC	DO0		
	1.78	provozní doba spirály B (čas vypnutí spirály 2 z x.77)		proměná PLC	inverzní	s	PLC	DO1		
	1.79	Chyba topení FM1		proměná PLC		0/1	PLC			

FM02 spirály jsou všechny na výstupu sériově A, výstup B vyřadí spirálu 2	2.61	teploměr	směr hora	termočlánek		°C	IT1602	AI1		
	2.62	teploměr	střed topidla	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	2.63	teploměr	směr ústí	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	2.70	požadovaná teplota topidla		proměná PLC		°C	PLC			
	2.71	spotřebovaná energie		elektroměr		kWh	RS485	modbus 12		
	2.72	aktuální příkon				W	RS485	modbus 12		
	2.73	spirála 1		výstup PLC		0/1	PLC	DO2		
	2.74	spirála 2		výstup PLC	inverzní	0/1	PLC	DO3		
	2.75	spirála 3		výstup PLC		0/1	PLC	DO2		
	2.76	požadovaný výkon topidla (PID)		proměná PLC		%	PLC			
	2.77	provozní doba spirály A (čas spirál 1+2+3)		proměná PLC		s	PLC	DO2		
	2.78	provozní doba spirály B (čas vypnutí spirály 2 z x.77)		proměná PLC	inverzní	s	PLC	DO3		

	2.79	chyba topení FM2		proměná PLC		0/1	PLC		
--	------	------------------	--	-------------	--	-----	-----	--	--

FM03 spirály jsou všechny na výstupu sériově A, výstup B vyřadí spirálu 2	3.61	teploměr	směr hora	termočlánek		°C	IT1602	AI2		
	3.62	teploměr	střed topidla	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	3.63	teploměr	směr ústí	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	3.70	požadovaná teplota topidla		proměná PLC		°C	PLC			
	3.71	spotřebovaná energie		elektroměr		kWh	RS485	modbus 13		
	3.72	aktuální příkon				W	RS485	modbus 13		
	3.73	spirála 1		výstup PLC		0/1	PLC	DO4		
	3.74	spirála 2		výstup PLC	inverzní	0/1	PLC	DO5		
	3.75	spirála 3		výstup PLC		0/1	PLC	DO4		
	3.76	požadovaný výkon topidla (PID)		proměná PLC		%	PLC			
	3.77	provozní doba spirály A (čas spirál 1+2+3)		proměná PLC		s	PLC	DO4		
	3.78	provozní doba spirály B (čas vypnutí spirály 2 z x.77)		proměná PLC	inverzní	s	PLC	DO5		
3.79	chyba topení FM3		proměná PLC		0/1	PLC				

FM04 spirály jsou všechny na výstupu	4.61	teploměr	směr hora	termočlánek		°C	IT1602	AI3		
	4.62	teploměr	střed topidla	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	4.63	teploměr	směr ústí	termočlánek		°C	IT1602	záložní		
	4.70	požadovaná teplota topidla		proměná PLC		°C	PLC			
	4.71	spotřebovaná energie		elektroměr		kWh	RS485	modbus 14		
	4.72	aktuální příkon				W	RS485	modbus 14		
	4.73	spirála 1		výstup PLC		0/1	PLC	DO6		

	IE – Instalace experimentu	Evidenční označení:
		371/2019

sériově A, výstup B vyřadí spirálu 2	4.74	spirála 2		výstup PLC	inverzní	0/1	PLC	DO7		
	4.75	spirála 3		výstup PLC		0/1	PLC	DO6		
	4.76	požadovaný výkon topidla (PID)		proměná PLC		%	PLC			
	4.77	provozní doba spirály A (čas spirál 1+2+3)		proměná PLC		s	PLC	DO6		
	4.78	provozní doba spirály B (čas vypnutí spirály 2 z x.77)		proměná PLC	inverzní	s	PLC	DO7		
	4.79	chyba topení FM4		proměná PLC		0/1	PLC			

FM05 spirály jsou všechny na výstupu sériově A, výstup B vyřadí spirálu 2	5.61	teploměr	směr hora	termočlán ek		°C	IT1602	AI4		
	5.62	teploměr	střed topidla	termočlán ek		°C	IT1602	AI5		
	5.63	teploměr	směr ústí	termočlán ek		°C	IT1602	AI6		
	5.70	požadovaná teplota topidla		proměná PLC		°C	PLC			
	5.71	spotřebovaná energie		elektroměr		kWh	RS485	modbus 15		
	5.72	aktuální příkon				W	RS485	modbus 15		
	5.73	spirála 1		výstup PLC		0/1	PLC	DO8		
	5.74	spirála 2		výstup PLC	inverzní	0/1	PLC	DO9		
	5.75	spirála 3		výstup PLC		0/1	PLC	DO8		
	5.76	požadovaný výkon topidla (PID)		proměná PLC		%	PLC			
	5.77	provozní doba spirály A (1+3)		proměná PLC		s	PLC	DO8		
	5.78	provozní doba spirály B (2)		proměná PLC	inverzní	s	PLC	DO9		
	5.79	chyba topení FM5		proměná PLC		0/1	PLC			

NAŠE BEZPEČNÁ BUDOUCNOST



SÚRAO

Správa úložišť radioaktivních odpadů

Dlážděná 6, 110 00 Praha 1

Tel.: 221 421 511, E-mail: info@surao.cz

www.surao.cz