

Technická zpráva číslo 245/2018

INTERAKČNÍ EXPERIMENT - REALIZAČNÍ PROJEKT

Autoři: Jiří Svoboda¹, Jaroslav Pacovský¹,
a kolektiv

¹České vysoké učení technické v Praze

Praha, květen 2018



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

Název dílčí etapové zprávy: Interakční experiment - Realizační projekt

Evidenční číslo objednatele: SO2017-053

Evidenční číslo poskytovatele: IE-2018-PZ3-180512

ŘEŠITELÉ:

ČVUT¹

Autoři: Jiří Svoboda ¹, Jaroslav Pacovský ¹, Jiří Štástka ¹, Radek Vašíček ¹, Dana Pacovská ¹, Danuše Nádherná ¹

Horní indexy u jmen autorů odkazují na výčet institucí výše.

Schválil				
Funkce	Instituce	Jméno	Datum	Podpis
Osoba poskytovatele zodpovědná za technické řešení	ČVUT	Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.		
Osoba poskytovatele zodpovědná za koordinaci projektu	ČVUT	Ing. Jiří Svoboda, Ph.D.		
Osoba objednatele zodpovědná za technické řešení	SÚRAO	Ing. Jan Smutek, Ph.D.		
Osoba objednatele zodpovědná za koordinaci projektu	SÚRAO	Ing. Ilona Pospíšková		

Obsah

1	Úvod	8
2	Koncepce realizace Interakčních fyzikálních modelů v PVP Bukov	9
2.1	Umístění fyzikálních modelů	9
2.2	Připojení na infrastrukturu	11
3	Konstrukce fyzikálních modelů	13
3.1	Fyzikální modely 1-5	14
3.2	Fyzikální model 6-10	15
4	Vystrojení fyzikálních modelů	18
4.1	Fyzikální model 1-5	19
4.2	Fyzikální model 6-10	19
5	Vystrojení horniny	21
6	Měřicí systém	23
6.1	Systém pro měření a lokální sběr dat	23
6.2	Server měřicího systému	24
7	Technologie tlakování a sytící systém fyzikálních modelů	25
8	Řídicí systém	27
9	Postup přípravy a instalace	28
9.1	Vrtání a charakterizace (etapa 4)	28
9.2	Příprava v URC Josef (etapa 4)	28
9.3	Instalace in-situ (etapa 5)	29
10	Plán provozu, monitoringu a údržby	30
10.1	Modelování (etapa 6)	30
10.1.1	Model šíření tepla	30
10.1.2	Modely pro jednotlivé fyzikální modely	30
10.2	Provoz modelů (etapa 7), údržba a opravy	31
10.3	Průběžný monitoring (etapa 8)	31
10.4	Průběžná interpretace výsledků (etapa 9)	31
10.5	Celkové zhodnocení IE, doporučení dalších prací (etapa 10)	32
11	Analýza rizik a návrh opatření k jejich omezení	33
12	Závěr	36

Seznam obrázků:

Obr. 1 - Situace rozrážky ZK-3S.....	11
Obr. 2 – Schematický příčný řez fyzikálním modelem 1-5 (**čidla viz kapitola 4.1).....	15
Obr. 3 – Schematický podélný řez fyzikálním modelem 1-5 (**čidla viz kapitola 4.1).....	15
Obr. 4 – Schematický příčný řez fyzikálním modelem 6-10 (**čidla viz kapitola 4.2).....	16
Obr. 5 – Schematický podélný řez fyzikálním modelem 6-10 (**čidla viz kapitola 4.2).....	17
Obr. 6 – Řezy vrtů pro umístění teploměrů v horninovém masivu	22
Obr. 7 – Schéma měřicího systému.....	23
Obr. 8 – Schéma tlakovacího systému	26
Obr. 9 – Schéma zhlaví	26
Obr. 10 – Schéma topné patrony.....	27

Seznam tabulek:

Tab. 1 – Poloha vrtů fyzikálních modelů a jejich hloubka.....	10
Tab. 2 – Přehled požadovaných parametrů fyzikálních modelů aktualizovaný dle požadavků objednatele.....	13
Tab. 3 – Vystrojení modelů č. 1-5.....	19
Tab. 4 – Vystrojení modelů č. 6-10.....	20
Tab. 5 – Vystrojení horninového prostředí (teploměry).....	21
Tab. 6 – Rizika IE	33

Seznam elektronických příloh:

Příloha č. 1 – Realizační dokumentace elektroinstalace
Příloha č. 2 – Situace ZK-3S
Příloha č. 3 – Rozvinutý pohled do ZK-3S
Příloha č. 4 – Schematické řezy fyzikálním modelem 1-5
Příloha č. 5 – Schematické řezy fyzikálním modelem 6-10
Příloha č. 6 – Seznam čidel připojených do měřicího systému
Příloha č. 7 – Schéma zapojení rozvaděče měřicího systému

Seznam použitých zkratk:

EBS	Engineered Barrier System, systém inženýrských bariér
EDZ	Excavation Damaged Zone, zóna poškození v okolí výrubu
FM	Fyzikální model
FTP	File Transfer Protocol
HÚ	Hlubinné úložiště
IE	Interakční experiment
LPC	Beton se sníženým pH
MS	Měřicí systém
MV	Měřicí vrt
OS	Operační systém
OPC	Beton s portlandským cementem
PVP Bukov	Podzemní výzkumné pracoviště Bukov
RAO	Radioaktivní odpady
RH	Relative Humidity, relativní vlhkost
ŘS	Řídicí systém
SQL	Sequential Query Language
SoD	Smlouva o dílo
TDR	Time Domain Reflectometry
UOS	Ukládací obalový soubor
VJP	Vyhořelé jaderné palivo
VLAN	Virtual Local Area Network
VPN	Virtuální privátní síť
URC Josef	Podzemní výzkumné centrum Josef

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 zpráva č. 3 obsahuje realizační projekt Interakčního experimentu.

Klíčová slova

In-situ experiment, interakce, bentonit, pelety, PVP Bukov, matematické modelování, realizační projekt

Abstract

The aim of the project “In-situ interaction physical models at the Bukov URF” Interaction physical in-situ models in PVP Bukov” 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. 3 presents the design documentation of the experiments.

Keywords

In-situ experiment, interactions, bentonite, pellets, Bukov URF, mathematical modelling, implementation design

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

1 Úvod

Tato zpráva byla zpracována v rámci projektu SÚRAO „Interakční fyzikální modely in-situ v PVP Bukov“, který je součástí procesu přípravy hlubinného úložiště (HÚ) radioaktivních odpadů (RAO).

Předmětem projektu jsou dle zadávací dokumentace in-situ fyzikální modely typu Mock-up (dále jen Interakční experiment (IE)) 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 bude samostatně v měřítku simulovat ukládací obalový soubor (UOS) umístěný v hlubinném úložišti (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 projektu je na základě provedeného in-situ experimentu v reálném horninovém prostředí porovnat několik druhů materiálů a jejich reakce v přirozeném prostředí HÚ. Na základě tohoto porovnání bude možné vyhodnotit a následně doporučit nebo vyloučit použití konkrétních materiálů a jejich kombinaci v budoucím HÚ.

Tato zpráva obsahuje realizační projekt. Obsahuje popis konstrukčního uspořádání jednotlivých fyzikálních modelů, popis provozních technologií a řídicího systému, popis a rozmístění čidel uvnitř modelů a v horninovém masivu, popis měřicího systému, předpokládaný postup přípravy a instalace, plán provozu, plán monitoringu a plán interpretace výsledků.

Realizační projekt slouží jako podklad pro přípravu modelů v prostorách dodavatele, pro provedení následné instalace v PVP Bukov a pro provozování a vyhodnocování.

2 Koncepce realizace Interakčních fyzikálních modelů v PVP Bukov

Průběh zakázky „Interakční fyzikální modely in-situ v PVP Bukov“ je pro potřeby tohoto realizačního projektu a následné realizace experimentu rozdělena do následujících funkčních celků:

- Fyzikální modely – hlavní funkční celek zahrnující vlastní interakční fyzikální modely a podpurné konstrukce (kromě čidel) umístěné v jednotlivých vrtech.
- Vystrojení fyzikálních modelů – podpurný funkční celek, který zahrnuje veškerá čidla umístěná uvnitř fyzikálních modelů a na zhlaví včetně kabeláže.
- Vystrojení horninového prostředí – podpurný funkční celek, který zahrnuje veškerá čidla umístěná mimo fyzikální modely v okolní hornině a příslušnou kabeláž.
- Měřicí systém – podpurný funkční celek, zajišťující měření jednotlivých čidel, sběr dat, předběžné zpracování dat, archivaci dat a přenos k dalšímu využití.
- Technologie tlakování fyzikálních modelů – podpurný funkční celek, který zajišťuje sycení modelů vodou až do tlaku 0,5 MPa.
- Řídicí systém – podpurný funkční celek, který zajišťuje dodávku energie pro ostatní celky (včetně kabeláže), měření teploty topných patron a řízení topných patron jednotlivých fyzikálních modelů, spíná tlakování.

Rozdělení na celky bylo provedeno na základě primární funkce a umístění jednotlivých komponent.

2.1 Umístění fyzikálních modelů

Fyzikální modely budou umístěny v PVP Bukov v rozrážce ZK-3S. Rozrážka vychází severním směrem z překopu BZ₁-XII ve staničení 74,8 m.

Na základě úvodní charakterizace masivu v oblasti ZK-3S a úvodního matematického modelu bylo provedeno rozmístění fyzikálních modelů v rozrážce. Na západní stěnu rozrážky byly rozmístěny fyzikální modely 1-5, tedy tepelně zatěžované modely s větším průměrem. Model č. 1 byl umístěn nejbližší k čelbě a ostatní modely byly postupně umístěny směrem k ústí rozrážky. Model č. 5 byl umístěn s větším odstupem nejbližší k ústí, aby byl omezen vliv plánované vyšší teploty topné patrony modelu na ostatní fyzikální modely. Viz Obr. 1.

Na východní stěnu rozrážky byly rozmístěny modely 6-10. Model č. 6 se nachází cca v polovině délky rozrážky a ostatní modely byly postupně rozmístěny směrem k ústí rozrážky. Viz Obr. 1.

Všechny modely budou umístěny do horizontálních vrtů s využitelnou hloubkou minimálně 1,4 m. Modely 1-5 jsou umístěny ve vrtech o průměru 250 mm a modely 6-10 jsou umístěny do vrtů o průměru 100 mm. Vzhledem ke konstrukci modelů je možné v případě potřeby provést záměnu uvnitř skupin modelů. Při instalaci je možné umístit fyzikální modely 1-5 v libovolném uspořádání do vrtů 1-5 a obdobně modely 6-10 do vrtů 6-10.

Přesná poloha modelů je uvedena v rozvinutém pohledu na stěny ZK-3S (Příloha č. 3), v situaci (Obr. 1 a Příloha č. 2) a v Tab. 1.

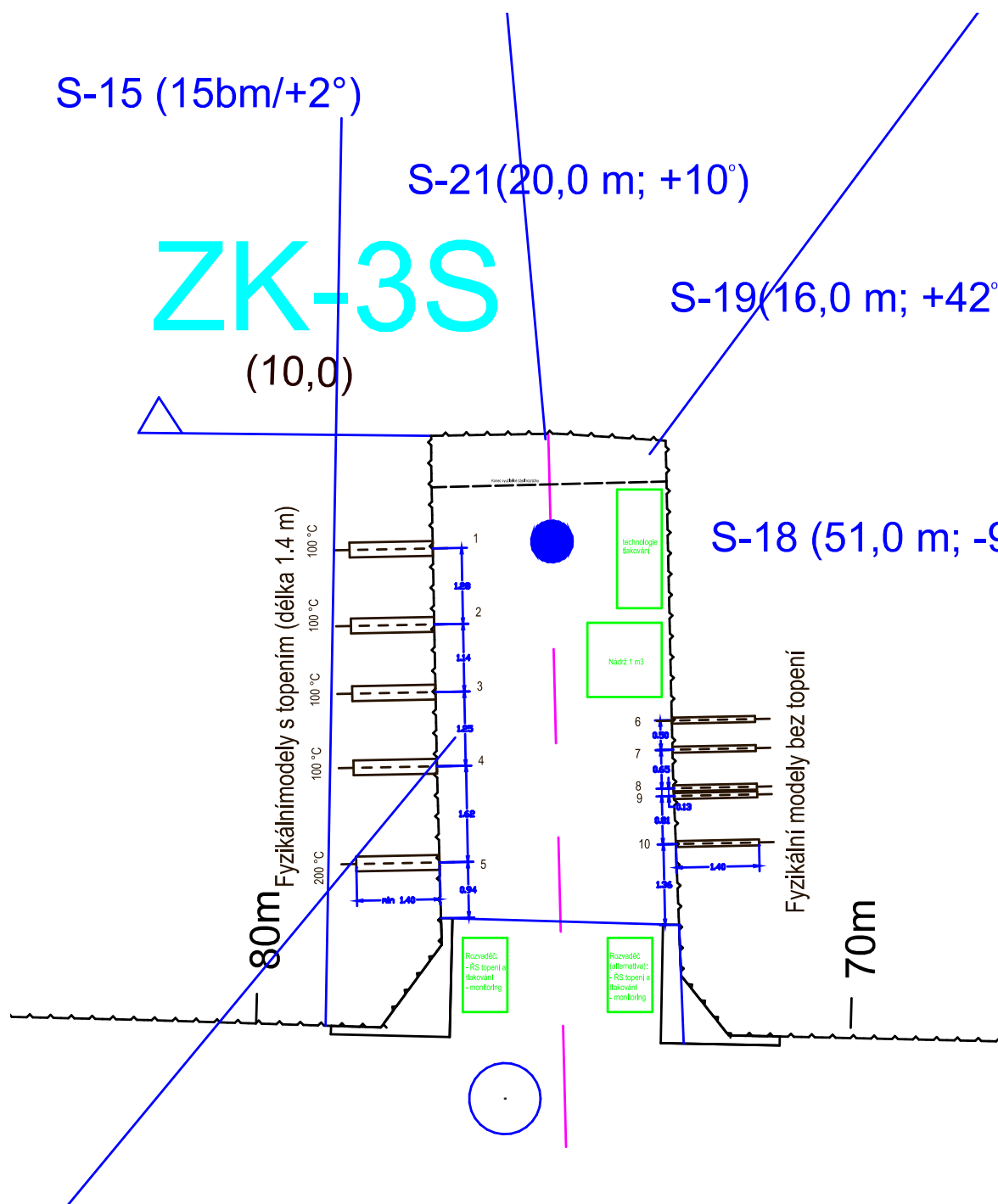
Kromě vlastních fyzikálních modelů jsou v rozrážce umístěny další podpůrné prvky. Na betonové ostění v ústí rozrážky budou umístěny prvky elektroinstalace – rozvaděč řídicího systému, rozvaděč pro měřicí systém. V rozrážce bude dále nádrž na vodu pro technologii tlakování. Technologie a nádrž na vodu budou umístěny podél východní stěny rozrážky mezi čelbou a fyzikálním modelem č. 6.

Umístění jednotlivých technologických komponent je uvedeno na Obr. 1.

Tab. 1 – Poloha vrtů fyzikálních modelů a jejich hloubka

č.	1	2	3	4	5
JTSK Y	622353.9	622353.9	622353.9	622353.9	622353.8
JTSK X	1128918	1128919	1128920	1128921	1128923
JTSK Z	23.81	23.8	23.78	23.81	23.8
hloubka vrtu [m]	1.71	1.73	1.72	1.63	1.74
využitelná hloubka [m]	1.60	1.51	1.69	1.47	1.65
úklon vrtu [°]	-0.20	-0.10	-0.05	0.50	1.20

č.	6	7	8	9	10
JTSK Y	622349.8	622349.8	622349.8	622349.8	622349.8
JTSK X	1128921	1128921	1128922	1128922	1128923
JTSK Z	24.68	24.1	24.71	23.92	23.94
hloubka vrtu [m]	1.63	1.55	1.56	1.57	1.52
využitelná hloubka [m]	1.60	1.52	1.51	1.53	1.48
úklon vrtu [°]	0.30	0.50	-0.30	-0.20	0.00



Obr. 1 - Situace rozrážky ZK-3S

2.2 Připojení na infrastrukturu

Interakční experiment vyžaduje napojení na inženýrské sítě. Toto napojení zajišťuje objednatel.

Pro provoz interakčního experimentu je třeba napojení na následující inženýrské sítě:

- Rozvod elektrické energie – síť 3+PE, 50 Hz, 230 V, IT.
- Voda pro tlakovací systém - tlakovací systém má špičkový průtok ~80 l/minutu. Dlouhodobý odběr experimentu bude nižší a bude ho možno přesněji kvantifikovat až po tlakových zkouškách.

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

- Datová síť (minimálně 2x v místě fyzikálních modelů) pro řízení a monitoring – doporučené datové připojení je 10Mbit a lepší s nízkou latencí.

Pro potřeby komunikace Interakčního experimentu zřídí objednatel virtuální datovou síť (VLAN) s možností vzdáleného přístupu (VPN).

3 Konstrukce fyzikálních modelů

Konstrukce jednotlivých fyzikálních modelů vychází z požadavků Zadávací dokumentace (ZD) a z předložené nabídky. Oproti ZD byl po dohodě s objednatelem zvětšen průměr vrtů pro fyzikální modely na 100 mm a 250 mm. Přehled požadavků na jednotlivé fyzikální modely a jejich materiál je uveden v Tab. 2.

Konstrukce každého fyzikálního modelu má následující hlavní části:

- Vlastní náplň modelu tvořenou bentonitem v různé formě (viz Tab. 2) a betonem.
- Vystrojení modelů – čidla a jejich kabeláž zajišťující monitoring vývoje stavu modelu (viz kapitola č. 4).
- Topná patrona (modely 1 – 5) – zajišťuje ohřev na požadovanou teplotu na vnitřní straně náplně modelu (viz kapitola 8).
- Syticí systém – zajišťuje přívod vody do experimentu a její distribuci na kontaktu s horninou (viz kapitola 7).
- Pomocné konstrukční prvky:
 - o Čelní deska a těsnění – zajišťuje utěsnění modelů ve vrtech, vývod topné patrony, kabeláže a syticího systému. Mechanicky stabilizují čelo modelu.
 - o Vyrovnávka na čele vrtu – srovnání čela vrtu pro zajištění stabilní opory modelu.
 - o Rozpěra(y) k převázce – mechanický prvek pro ukotvení čelní desky k převázce modelu.
 - o Kabelové vývodky – zajišťují průchod kabeláže a syticího systému čelní deskou.

Jednotlivé modely budou zajištěny proti vysunutí pomocí převázky. Převázka bude tvořena ocelovým profilem U80, který bude ukotven do okolní horniny ocelovou kotvou.

Tab. 2 – Přehled požadovaných parametrů fyzikálních modelů aktualizovaný dle požadavků objednatele

č.	průměr	teplota	náplň	objemová hmotnost výplně*	typ betonu
1	250 mm	100°C	pelety	1600 kg/m ³	LPC
2	250 mm	100°C	tvárnice	1600 kg/m ³	LPC
3	250 mm	100°C	pelety + tvárnice	1600 kg/m ³	LPC
4	250 mm	100°C	pelety + tvárnice	1600 kg/m ³	OPC
5	250 mm	200°C	pelety + tvárnice	1600 kg/m ³	LPC
6	100 mm		tvárnice	1200 kg/m ³	OPC
7	100 mm		tvárnice	1600 kg/m ³	OPC
8	100 mm		tvárnice	1200 kg/m ³	LPC
9	100 mm		tvárnice	1600 kg/m ³	LPC
10	100 mm		pelety	1600 kg/m ³	OPC

* průměrná objemová hmotnost sušiny náplně jako celku při zahrnutí mezer a spár

3.1 Fyzikální modely 1-5

Fyzikální modely 1 – 5 budou realizovány ve vrtech o průměru 250 mm a využitelné délce > 1,4 m. Typická konstrukce modelu je uvedena na Obr. 2 a Obr. 3. Konstrukčně se jednotlivé fyzikální modely mezi sebou liší vystrojením a náplní. U modelu č. 5 je z důvodů vyšší požadované teploty (200 °C) v patě modelu vynechána tlaková buňka.

Směrem od ústí vrtu se jejich konstrukce sestává z následujících částí (Obr. 3, Příloha č. 4):

Čelní deska z nerezové oceli 304L (nebo 1.4571) o průměru 200 mm je hlavním těsnicím prvkem fyzikálního modelu. Deska je po obvodu opatřena snímatelným pryžovým (případně silikonovým) svěrným těsněním, které zajišťuje utěsnění prostoru mezi deskou a horninou. Deska je opatřena prostupy s kabelovými vývodkami pro kabeláž čidel, pro trubičky injektážního systému a trubičky syticího systému. Středem čelní desky prochází topná patrona modelu, která je po obvodu průchodu do desky zavařena.

Topná patrona modelu prochází čelní deskou a je po obvodu průchodu do desky zavařena. Topná patrona má vnější nerezovou konstrukci o průměru 50 mm. Délka patrony je 1350 mm, z toho 1100 mm je aktivní topná zóna (Obr. 10). Topná patrona obsahuje dvě elektrické topné spirály, každou o výkonu 2 kW, a je opatřena termočlánkem, který bude využit pro řízení topení.

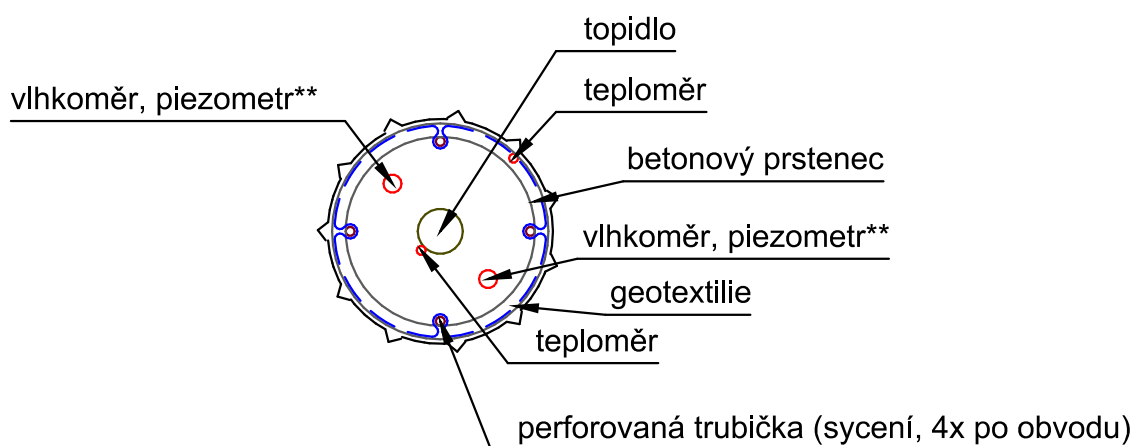
Čelní betonový díl (délka 200 mm, průměr 240 mm) je první částí interakční náplně modelu. Tento díl má částečně i konstrukční funkci, neboť je ve svém začátku opatřen kapsou pro instalaci těsnění. V tomto dílu se nachází rozplet kabeláže (včetně ochrany kabeláže), trubičky injektážního systému a rozplet syticího systému vedoucí z čelní desky na další místa v modelu. Materiál dílu bude LPC nebo OPC dle požadavku ZD (viz Tab. 2).

Betonový prstenec (délka 250 mm, vnější průměr 240 mm, tloušťka stěny 15 mm) je druhou částí interakční náplně. Jde o tenkostěnnou konstrukci vyztuženou perlinkou, která je v každém fyzikálním modelu dvakrát - u čelního a koncového betonového dílce. Prstence (duté válce) slouží pro zvětšení interakční plochy mezi bentonitem – betonem – horninou. Pro zajištění saturace bentonitu budou prstence opatřeny perforací. Prstence jsou křehké a neslouží jako konstrukční prvky. Předpokládá se, že dojde k jejich mechanickému porušení. Materiál prstence bude LPC nebo OPC dle požadavku ZD (viz Tab. 2).

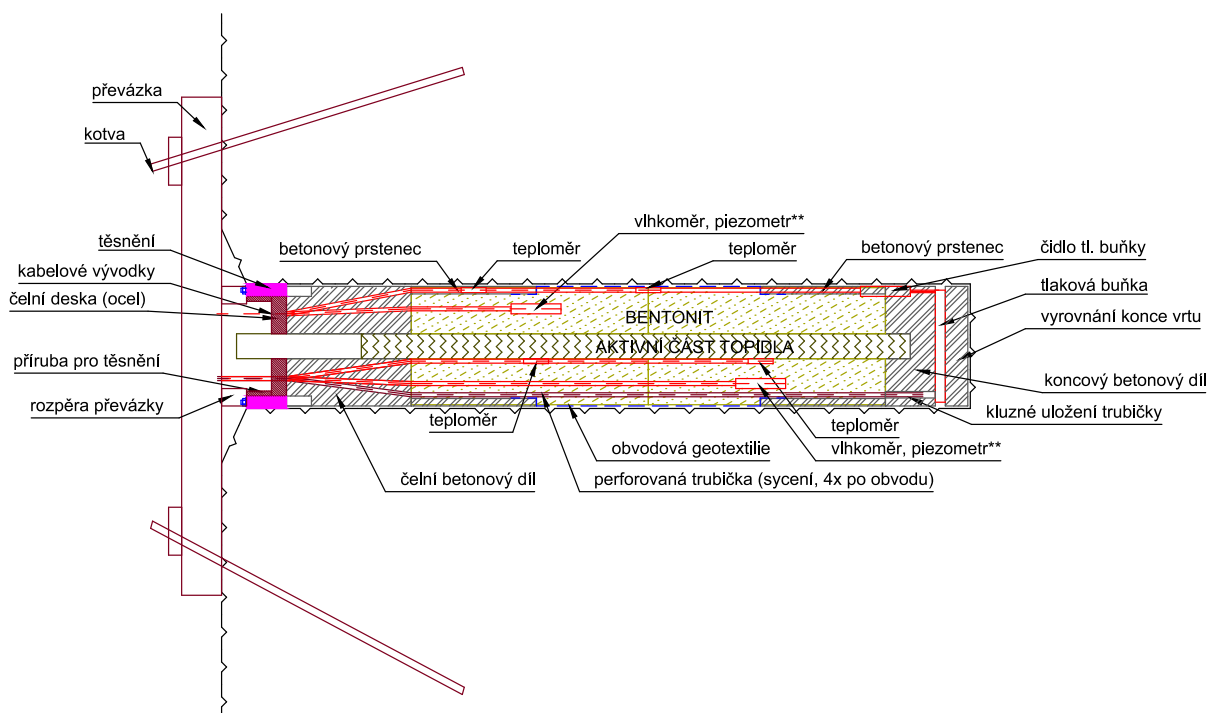
Vlastní **bentonitová náplň** je umístěna ve střední části fyzikálního modelu, a to částečně uvnitř betonových prstenců a částečně volně. Ve střední (volné) části bude obalena geotextilií. V závislosti na modelu (viz Tab. 2) bude náplň v celé délce homogenní (model 1 a 2) nebo bude ve dvou sekcích. První sekce bude začínat u čelního betonového dílce a končit v ½ délky mezi prstenci. Druhá sekce bude navazovat bez separace na první sekci a bude končit u koncového betonového dílce.

Koncový betonový díl uzavírá vlastní fyzikální model. Kromě interakční funkce má i významnou funkci konstrukční. Dílec slouží pro stabilizaci polohy topné patrony a syticích trubiček. Patrona a syticí trubičky jsou uloženy v dílci volně (kluzně) tak, aby dílec mohl přenést bobtnací tlak bentonitu na tlakovou buňku. Tlaková buňka je integrována do vnější strany dílce a z druhé strany se opírá o vyrovnaný konec vrtu.

Fyzikální modely dále obsahují syticí systém a vystrojení čidly. Tyto části jsou popsány v kapitolách 4 a 7.



Obr. 2 – Schematický příčný řez fyzikálním modelem 1-5 (**čidla viz kapitola 4.1)



Obr. 3 – Schematický podélný řez fyzikálním modelem 1-5 (**čidla viz kapitola 4.1)

3.2 Fyzikální model 6-10

Fyzikální modely 6 – 10 budou realizovány do vrtu o průměru 100 mm a využitelné délce > 1,4 m. Typická konstrukce modelu je uvedena na Obr. 4 a Obr. 5. Konstrukčně se jednotlivé fyzikální modely mezi sebou liší vystrojením čidly a náplní. Směrem od ústí vrtu se jejich konstrukce sestává z následujících částí (Obr. 5, Příloha č. 5):

Čelní deska z nerezové oceli 304L (nebo 1.4571) o průměru 63 mm je hlavním těsnícím prvkem experimentu. Deska je po obvodu opatřena snímatelným pryžovým svěrným těsněním, které zajišťuje utěsnění prostoru mezi deskou a horninou. Deska je opatřena prostory s kabelovými vývodkami pro kabely čidel a pro trubičky sytičícího systému.

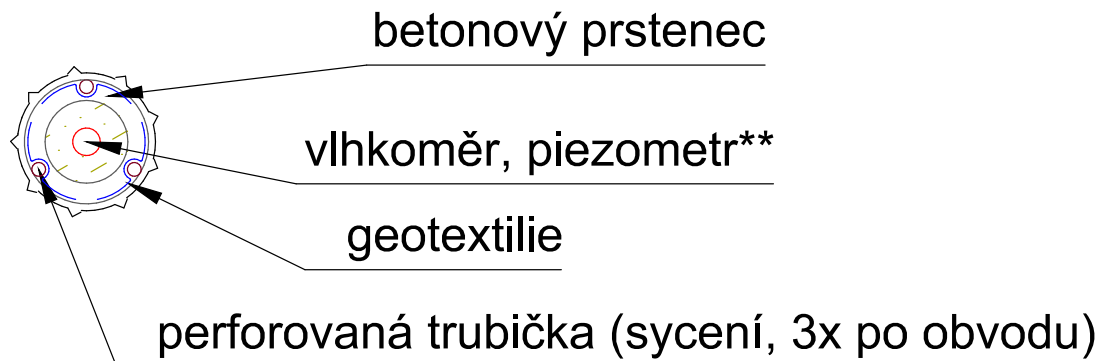
Čelní betonový díl (délka 250 mm, průměr 90 mm) je první částí interakční náplně modelu. Tento díl má částečně i konstrukční funkci, neboť je na svém začátku opatřen kapsou pro instalaci těsnění. V dílu se nachází rozplet kabeláže (včetně ochrany kabeláže) vedoucí z čelní desky na další místa ve fyzikálním modelu. Materiál dílu bude LPC nebo OPC dle požadavku ZD (viz Tab. 2).

Betonový prstenec (délka 250 mm, vnější průměr 90 mm, tloušťka stěny 15 mm) je další částí interakční náplně. Jde o tenkostěnnou konstrukci vyztuženou perlinkou, která je v každém fyzikálním modelu dvakrát - u čelního a koncového betonového dílce. Prstence (duté válce) slouží pro zvětšení interakční plochy mezi bentonitem – betonem – horninou. Pro zajištění saturace bentonitu budou prstence opatřeny perforací. Prstence jsou křehké a neslouží jako konstrukční prvky. Předpokládá se, že dojde k jejich mechanickému porušení. Materiál prstence bude LPC nebo OPC dle požadavku ZD (viz Tab. 2).

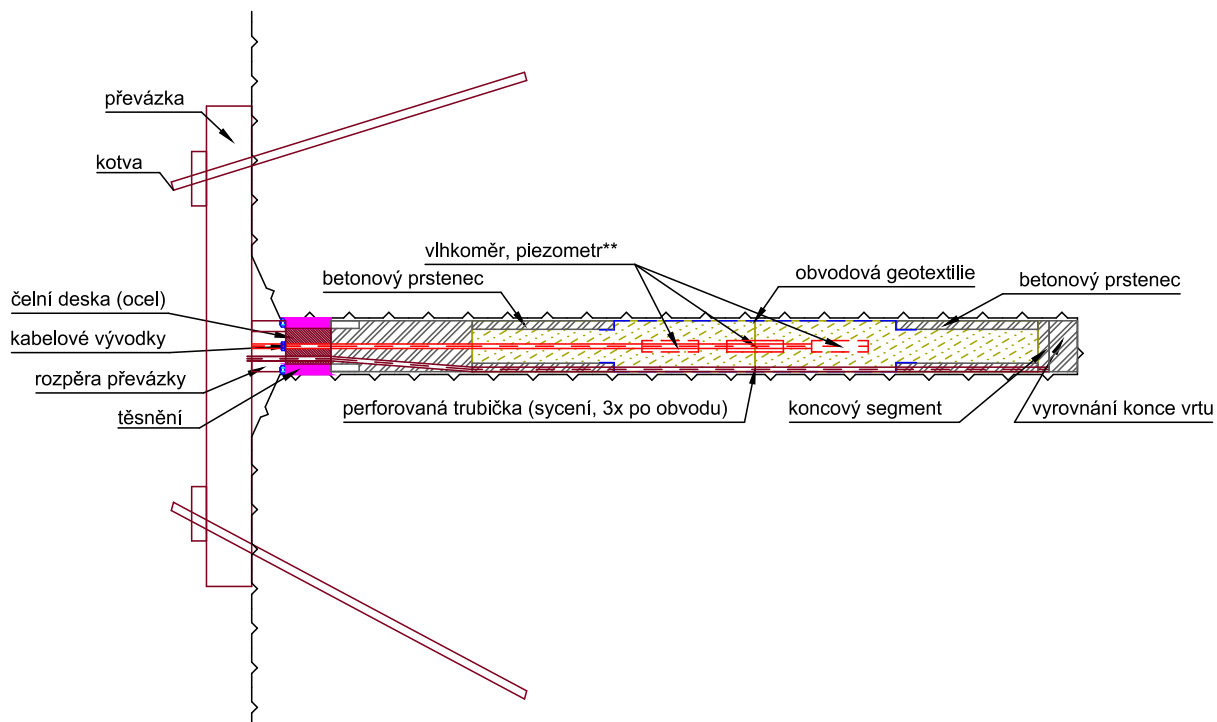
Vlastní **bentonitová náplň** je umístěna ve střední části fyzikálního modelu, a to částečně uvnitř betonových prstenců a částečně volně. Ve střední (volné) části bude obalena geotextilií. Náplň bude v celé délce homogenní (viz Tab. 2).

Koncový betonový díl uzavírá vlastní fyzikální model. Kromě interakční funkce má i funkci konstrukční. Dílec slouží pro stabilizaci polohy syticích trubiček.

Fyzikální modely dále obsahují syticí systém a vystrojení čidly. Tyto části jsou popsány v kapitolách 4 a 7.



Obr. 4 – Schematický příčný řez fyzikálním modelem 6-10 (**čidla viz kapitola 4.2)



Obr. 5 – Schematický podélný řez fyzikálním modelem 6-10 (**čidla viz kapitola 4.2)

4 Vystrojení fyzikálních modelů

Pro vystrojení fyzikálních modelů budou použity následující typy čidel (případně jejich ekvivalenty):

- Teploměr PT100 (platinové odporové čidlo). Analogové čidlo pracující na principu změny resistance v závislosti na teplotě. Dlouhodobě prověřené a jedno z nejpoužívanějších čidel pro měření teploty. Celkem bude v modelech umístěno 20 teploměrů připojených na analogové vstupy měřicího systému třívodičovým zapojením pro kompenzaci odporu kabeláže.
- Vlhkoměr E+E 071. Digitální čidlo relativní vlhkosti vyráběné firmou E+E. Celkem bude v modelech umístěno 6 čidel RH připojených pomocí RS485 do měřicího systému.
- Vlhkoměr DECAGON 5TE. Digitální čidlo měřící permitivitu prostředí přímo korelující s vlhkostí. Jedno z nejpoužívanějších čidel vyráběné společností DECAGON pro měření vlhkosti zemin. Celkem bude v modelech umístěno 8 čidel TDR připojených pomocí SDI-12 do měřicího systému.
- Tlaková buňka GeoKon 4810-5MPa. Tlaková buňka určená pro instalace do náročnějších podmínek s čidlem na principu vibrující struny. Celkem budou v modelech umístěny 4 tlakové buňky připojené na strunové rozhraní měřicího systému.
- Piezometr GeoKon 4500HT-2MPa. Vysokoteplotní piezometr určený pro měření pórového tlaku v zeminách s čidlem na principu vibrující struny (určeno pro fyzikální model č. 5 – celkem 2 kusy připojené na strunové rozhraní měřicího systému).
- Piezometr GeoKon 4500S-1MPa. Piezometr určený pro měření pórového tlaku v zeminách s čidlem na principu vibrující struny (určeno pro fyzikální model č. 10 – 1 kus připojený na strunové rozhraní měřicího systému).

Kabeláž čidel bude uvnitř fyzikálních modelů chráněna buď ocelovými trubičkami (teploměry, vysokoteplotní piezometry) nebo HDPE chráničkou. Vývod kabeláže bude proveden kabelovými vývodkami (kabely) nebo průchodkami se zářezným prstencem (trubičky).

Vně fyzikálních modelů bude kabeláž svedena do kabelového žlabu nad podlahou a terminována v rozvaděči měřicího systému.

Změny v e vystrojení čidly fyzikálních modelů oproti ZD a nabídce:

- Teploměry plánované do modelů 6-10 budou použity pro horninové prostředí, a to zejména z důvodu úspory místa v modelech
- V modelech 6 a 7 bude vystrojení rozšířeno o jedno TDR vlhkostní čidlo. Bude využita rezerva piezometrů z původního plánu čidel v technické specifikaci nabídky.

Změny ve vystrojení vznikly na základě požadavků objednatele a/nebo z důvodu optimalizace návrhu. Veškeré změny proti ZD byly řádně projednány a odsouhlaseny objednatelem v rámci KD. Celkový rozsah vystrojení čidly se nemění.

4.1 Fyzikální model 1-5

V každém z fyzikálních modelů č. 1-5 budou umístěny 4 teploměry. V modelech č. 1-4 budou dále umístěna 2 čidla vlhkosti a tlaková buňka. V modelu č. 5 budou umístěny 2 piezometry. Seznam čidel pro jednotlivé fyzikální modely je uveden v Tab. 3.

Čidla jsou v modelech umístěna následovně (Obr. 3):

- Teploměry na kontaktu s horninou:
 - ½ délky bentonitové náplně
 - ½ délky betonového prstence u zhlaví
- Teploměry na povrchu topné patrony
 - ¼ délky bentonitové náplně (úroveň konce vnějšího betonového prstence)
 - ¾ délky bentonitové náplně (úroveň začátku koncového betonového prstence)
- Vlhkostní čidla nebo piezometry
 - ¼ délky bentonitové náplně (úroveň konce vnějšího betonového prstence)
 - ¾ délky bentonitové náplně (úroveň začátku koncového betonového prstence)

Tato čidla budou vždy v ½ vzdálenosti mezi pláštěm topné patrony a horninovým masivem. V případě kombinace RH a TDR čidla bude RH číslo umístěno blíže ke zhlaví a TDR čidlo dále od zhlaví.

Tab. 3 – Vystrojení modelů č. 1-5

	teploměr	RH	TDR (vlhkost)	tlaková buňka	piezometr
	PT100	EE071	5TE	4810-5MPa	4500HT-2MPa
1	4	1	1	1	
2	4	1	1	1	
3	4	2		1	
4	4		2	1	
5	4				2
celkem	20	4	4	4	2

4.2 Fyzikální model 6-10

Fyzikální modely 6-10 neumožňují z prostorových důvodů rozsáhlé vystrojení čidly. Návrh vystrojení je proveden tak, aby se zachoval co největší podíl interakční náplně, omezil vliv vystrojení na fyzikální modely, avšak aby zároveň byly získány relevantní informace o průběhu vývoje uvnitř modelů. Vystrojení čidly se proto zejména zaměřuje na vývoj vlhkosti a je navržena následovně:

- Ve fyzikálním modelu 6 a 7 bude umístěno jedno čidlo RH a jeden vlhkoměr TDR. Tyto vlhkoměry budou umístěny v podélné ose fyzikálního modelu v 1/3 a 2/3 délky bentonitové náplně (Obr. 5).
- Ve fyzikálním modelu 8 a 9 bude umístěn jeden vlhkoměr TDR. Tento vlhkoměr bude umístěn v podélné ose fyzikálního modelu v ½ délky bentonitové náplně (Obr. 5).
- Ve fyzikálním modelu 10 bude umístěn jeden piezometr. Tento piezometr bude umístěn v podélné ose fyzikálního modelu v ½ délky bentonitové náplně (Obr. 5).

Seznam čidel pro jednotlivé fyzikální modely je uveden Tab. 4.



Tab. 4 – Vystrojení modelů č. 6-10

	RH	TDR (vlhkost)	piezometr
	EE071	5TE	4500S-1MPa
6	1	1	
7	1	1	
8		1	
9		1	
10			1
celkem	2	4	1

5 Vystrojení horniny

Pro vystrojení horninového prostředí čidly bude provedeno 17 vrtů, do kterých budou umístěny teploměry. Celkem bude do horninového prostředí instalováno 42 teploměrů typu PT100. Tyto teploměry budou připojeny na analogové vstupy měřicího systému třívodičovým zapojením pro kompenzaci odporu kabeláže.

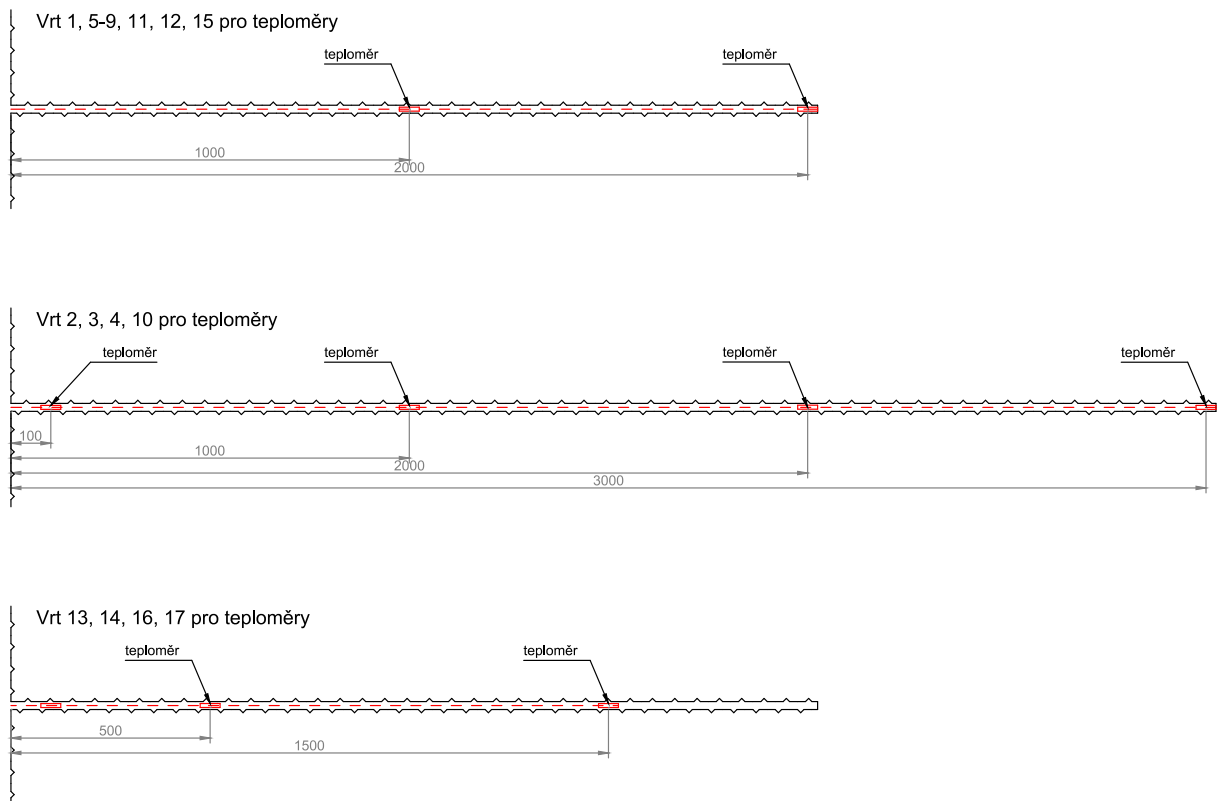
Vrty pro teploměry budou ponechány bez výplně, ústí vrtu bude uzavřeno plastovou zátkou s otvorem pro kabeláž. Teploměry budou fixovány pomocí plastového přítlačného prstence.

Přehled těchto vrtů pro teploměry a jejich vystrojení je uvedena v Tab. 5 a je součástí přehledu čidel v Příloze č. 6. Na Obr. 6 jsou znázorněny řezy jednotlivými vrty. V Příloze č. 3 je rozvinutý pohled do ZK-3S s vyznačenou polohou jednotlivých vrtů.

Mimo vrtů pro teploměry se předpokládá utěsnění jednoho (případně dvou při využití rezervy) stávajícího vrtu (vrty označené v situaci Sxx vzniklé mimo projekt IE). V tomto vrtu proběhne měření tlaku vody pomocí piezometru 4500H. Vrt bude vybrán na základě výsledků charakterizace a požadavků objednatele.

Tab. 5 – Vystrojení horninového prostředí (teploměry)

Vrt č.	Délka vrtu [m]	Poloha teploměrů [m]					
		0	0.5	1	1.5	2	3
1	2			1		1	
2	3	1		1		1	1
3	3	1		1		1	1
4	3	1		1		1	1
5	2			1		1	
6	2			1		1	
7	2			1		1	
8	2			1		1	
9	2			1		1	
10	3	1		1		1	1
11	2			1		1	
12	2			1		1	
13	2		1		1		
14	2		1		1		
15	2			1		1	
16	2		1		1		
17	2		1		1		



Obr. 6 – Řezy vrty pro umístění teploměrů v horninovém masivu

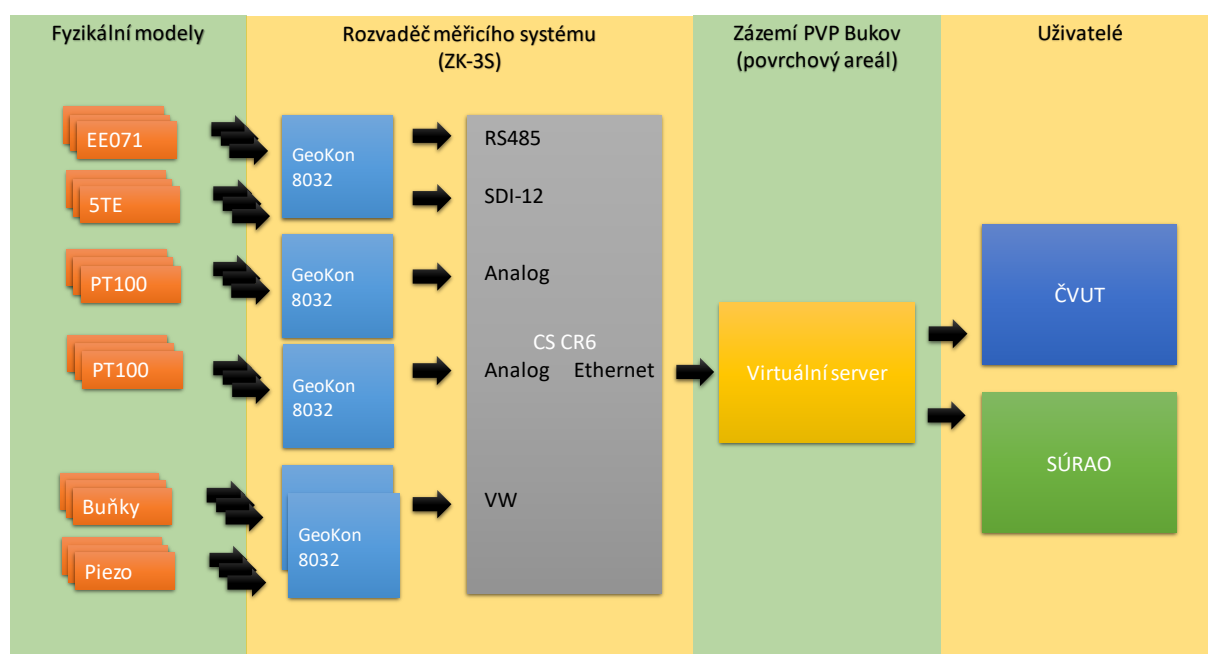
6 Měřicí systém

Měřicí systém (MS) se skládá ze dvou hlavních částí:

- Systému pro měření a lokální sběr dat (na Obr. 7 označen jako Rozvaděč měřicího systému)
- Serveru měřicího systému (Virtuální server na Obr. 7)

První komponenta zajišťuje vlastní měření veličin v pravidelném intervalu a dočasné uchování dat. Druhá komponenta zajišťuje sběr dat, jejich uchování, předběžné zpracování a předání k dalšímu využití.

Blokové schéma měřicího systému je uvedeno na Obr. 7.



Obr. 7 – Schéma měřicího systému

6.1 Systém pro měření a lokální sběr dat

Měřicí systém je navržen na základě víceúčelové ústředny Campbell Scientific CR6 (<http://www.campbellsci.com/cr6>). CR6 je ústředna umožňující připojení jak analogových, tak digitálních čidel. Je vybavena pro měření strunových čidel, měření odporových můstků, měření napětí a dalších veličin. Je schopna komunikovat s dalšími digitálními čidly po rozhraní RS485, RS232, SDI-12, ethernet.

Počet vstupů ústředny bude rozšířen pomocí pěti desek multiplexerů GeoKon 8032 (<http://www.geokon.com/8032>), které budou uloženy do rozvaděče měřicího systému. Každý multiplex umožňuje přepínat mezi 16 vstupy (při 4 vodičovém zapojení čidel) nebo 32 vstupy (při 2 vodičovém zapojení čidel). Tyto multiplexery zahrnují ochranu bleskojistkami.

Zapojení rozvaděče s ústřednou a dalšími částmi systému pro měření a sběr je uvedeno v Příloze č. 7. V Příloze č. 6 je seznam připojených čidel a vstupů, na které jsou čidla zapojena.

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

Ústřednu měřicího systému lze naprogramovat pomocí jazyka CR Basic. Tento jazyk umožňuje strukturované programování se silnou podporou pro měření veličin. Lze v něm vytvořit aplikaci, která zajistí provoz ústředny přesně na míru potřeb Interakčního experimentu. Aplikace běží přímo v ústředně, a tak je pomocí ní zajištěna plně autonomní funkce měření a sběru dat z fyzikálních modelů.

Ústředna je vybavena webovým serverem, přes který lze přistupovat k naměřeným datům. Data ukládá ústředna do vestavěné paměti a lze k nim přistupovat i zpětně. Lokální uložení dat v ústředně zajišťuje ochranu proti dočasnému výpadku komunikace se serverem měřicího systému. Po obnovení komunikace budou chybějící data dodatečně přenesena na server.

6.2 Server měřicího systému

Server měřicího systému bude zřízen jako virtuální server na hw objednatele. Tento virtuální server bude mít přes dedikovanou VLAN přímý přístup k ústředně měřicího systému a k řídicímu systému. K serveru a do VLAN bude možné na dálku přistupovat pomocí VPN (zajišťuje objednatel).

Server bude primárně využívat open source softwarové vybavení. Jako základní operační systém (OS) bude využit operační systém Linux ve variantě Ubuntu LTS (<https://www.ubuntu.com/>).

Server bude v pravidelných intervalech získávat aktuální data z ústředny CR6 a Řídicího systému topných patron modelů. Tato data budou ukládána do tabulky primárních dat v SQL databázi MariaDB (<https://mariadb.org/>). V této databázi budou dále uložena metadata o jednotlivých čidlech v interakčním experimentu.

Data z databáze budou pravidelně replikována na server CEG, kde budou využita pro monitoring experimentu a interpretaci výsledků v dalších etapách projektu.

Objednateli budou data ze serveru předávána v pravidelných intervalech v balíčcích jako SQL dump (nahrána pomocí FTP na server objednatele).

7 Technologie tlakování a syticí systém fyzikálních modelů

Technologie tlakování fyzikálních modelů se skládá z následujících hlavních komponent (Obr. 8):

- Zásobní nádrž (zajišťuje objednatel)
- Tlakovací jednotka
- Jednotka regulace a distribuce

Tyto komponenty budou mezi sebou propojeny hadicemi s rozebíratelným připojením.

Na tyto komponenty navazují zhlaví jednotlivých fyzikálních modelů a syticí systém uvnitř fyzikálních modelů. Jednotlivá zhlaví jsou připojena k distribučnímu systému pomocí hadic s rychlospojkami.

Zásobní nádrž o objemu 1 m³ s kontinuálním doplňováním vody (zajišťuje objednatel) slouží jako zdroj vody pro tlakování fyzikálních modelů. Spodní uzávěr nádrže bude opatřen hadicovou přípojkou. Nádrž bude opatřena hladinovým čidlem snímajícím minimální úroveň hladiny jako ochranu technologie proti chodu naprázdno.

Nádrž bude umístěna na východní straně rozrážky v cca ½ délky (za modely 6-10).

Tlakovací jednotka je hlavní strojní sestavou systému. Zajišťuje kontinuální dodávku vody o tlaku ~0,6 MPa pro jednotku regulace a distribuce. Jednotka bude připojena k zásobní nádrži pomocí flexibilní hadice. Jednotka bude umístěna na východní straně rozrážky za zásobní nádrží.

Tlakovací jednotka se sestává z následujících součástí (Obr. 8 střední část):

- Mechanický filtr pro filtraci nečistot.
- Čerpadlo PLURIJETm 6/90 s řídicí jednotkou.
- Expanzní nádoba 25l, 10bar pro snížení tlakových výkyvů opotřebením čerpadla.
- Manometr mechanický pro orientační vizuální kontrolu tlaku
- Tlakové čidlo pro řídicí systém (ŘS)
- Vodoměr s pulzním výstupem pro ŘS

Napájení tlakovací jednotky je zajištěno z rozvaděče ŘS. Jednotka je schopna zcela autonomní funkce - řídicí jednotka čerpadla zajistí spínání čerpadla, ŘS zajistí odstavení jednotky v případě nedostatku vody.

Jednotka regulace a distribuce (Obr. 8 pravá část) zajišťuje regulaci tlaku vody pro syčení fyzikálních modelů. Jednotka bude umístěna u čelby při východní stěně rozrážky. Jednotka bude připojena k tlakovací jednotce pomocí flexibilní hadice.

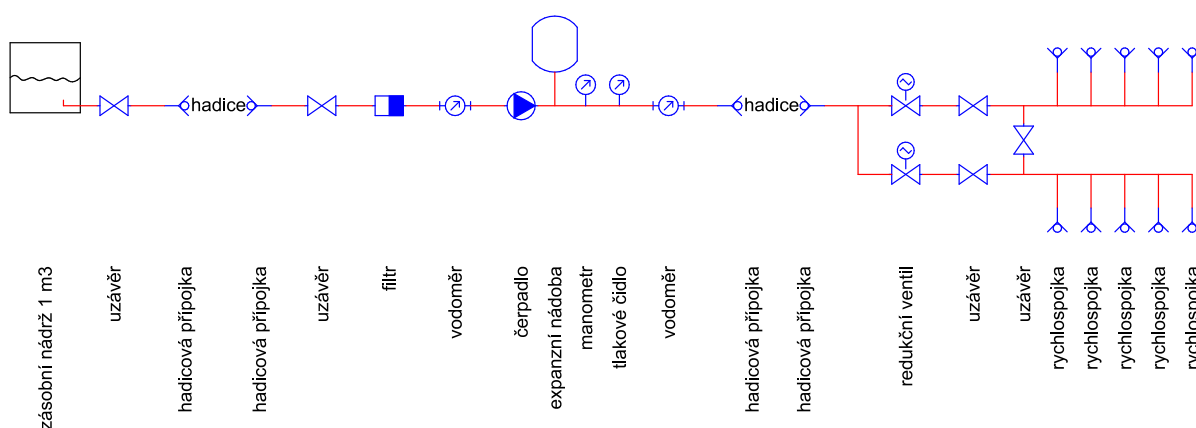
Jednotka obsahuje dvě regulační větve s redukčním ventilem, uzávěrem a samouzavíracími rychlospojkami pro připojení zhlaví jednotlivých fyzikálních modelů. Větve je možné mezi sebou propojit přes uzávěr.

Zhlaví fyzikálních modelů (Obr. 9) budou připojena k distribuční jednotce pomocí flexibilní hadice opatřené samouzavíratelnými rychlospojkami. Zhlaví obsahují:

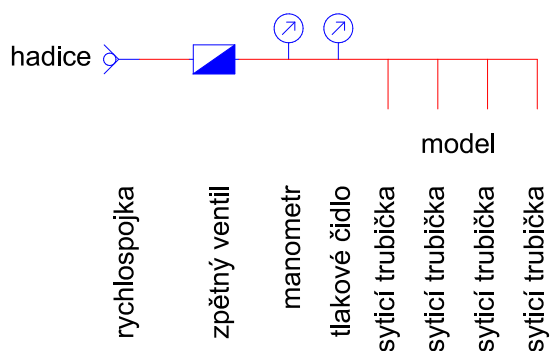
- Rychlospojku.
- Zpětný ventil.
- Piezometr GeoKon 4500H-1MPa (FM01-04,FM06-10) nebo 4500H-2MPa (FM05).
- Manometr mechanický (orientační).
- Rozvod do jednotlivých syticích trubiček.

Syticí systém uvnitř fyzikálních modelů (Obr. 2 a Obr. 4) bude realizován pomocí perforovaných nerezových trubiček o průměru 8 mm a geotextilie. Syticí trubičky přivádějí vodu ze zhlaví dovnitř modelu. Trubičky jsou ve zhlaví těsněny pomocí šroubení se zářezným prstencem.

V oblasti bentonitu jsou trubičky perforovány. Rozvod po plášti experimentu je zajišťován geotextilií. Dále je voda vedena prostorem mezi betonovými prstenci a horninou odkud se dostává do bentonitu perforací betonových prstenců.



Obr. 8 – Schéma tlakovacího systému



Obr. 9 – Schéma zhlaví

8 Řídicí systém

Dokumentační část pro ŘS je v Příloze č. 1.

Řídicí systém topných patron (a tlakování) je postaven na PLC Tecomat Foxtrot. Jde o průmyslový kontroler určený pro řízení procesů ve výrobě, průmyslu a dalších aplikacích.

ŘS má dvě hlavní funkce:

- Řízení topení experimentů a předávání dat o jejich stavu do MS
- Odstavení tlakovacího systému v případě nedostatku vody

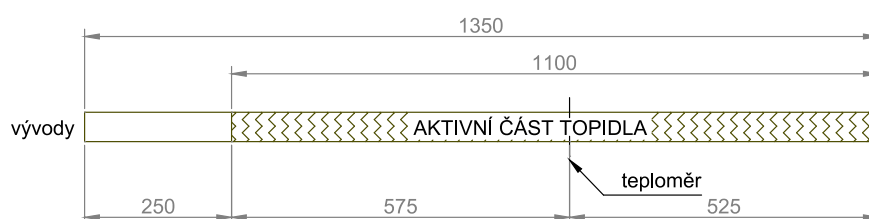
Pro řízení topných patron a teploty uvnitř fyzikálních modelů budou využity termočlánky instalované přímo v topných patronách. Tyto termočlánky budou připojeny přímo do ŘS. V závislosti na rozdílu mezi požadovanou a aktuální teplotou topné patrony bude řízen výkon jednotlivých spirál uvnitř topné patrony.

Každá topná patrona bude vybavena dvěma topnými spirálami, každá o výkonu 2kW. Výkon topných patron bude řízen spínáním jedné či dvou spirál pomocí pulzní modulace s 2 min cyklem.

ŘS bude připojen k datové síti. MS tak bude moci v pravidelných intervalech zaznamenat aktuální stav ŘS, stav jednotlivých topných patron a energii spotřebovanou jednotlivými modely.

K ŘS bude připojeno čidlo minimální hladiny v nádrži. Pokud bude čidlo signalizovat nízkou hladinu, ŘS odpojí systém tlakování do doby obnovení dostatečné zásoby vody v nádrži.

Topná patrona



Obr. 10 – Schéma topné patrony

9 Postup přípravy a instalace

9.1 Vrtání a charakterizace (etapa 4)

Na základě výsledků charakterizace horninového masivu v rozrážce ZK-3S a úvodního matematického modelu byla vytipována místa pro fyzikální modely. Po schválení rozmístění objednatelem byly provedeny vrty pro FM.

Pro fyzikální modely 1-5 byly vyvrtány jádrové vrty o průměru 250 mm a využitelné délce minimálně 1,4 m. Pro fyzikální modely 6-10 byly vrtány vrty o průměru 100 mm.

Vrtání bylo provedeno s výplachem, dle pracovního postupu schváleného závodním dolu Rožná.

Jádra z vrtů budou využita pro charakterizaci prostředí a poté předána objednateli.

Na základě výsledků charakterizace horninového masivu v rozrážce, charakterizace vrtných jader a úvodního matematického modelu je proveden návrh rozmístění vrtů pro monitoring horninového masivu (viz kapitola 5). Po odsouhlasení objednatelem budou tyto vrty provedeny. Vrty budou vrtány příklepovým vrtáním v délce 2-3 m.

9.2 Příprava v URC Josef (etapa 4)

Příprava sestav modelů, vystrojení a obslužného zařízení bude prováděna v prostorách dodavatele. Tyto činnosti budou zahrnovat přípravu:

- Bentonitových tvárnic.
- Betonových částí.
- Čidel a kabeláže.
- Čelní desky.
- Topné patrony.
- Sycicího systému.
- Fyzikálních modelů jako prefabrikovaných celků schopných transportu.

- Technologie sycicího systému.
- Řídicího systému.
- Měřicího systému.

Dále proběhne:

- Test komponent a celkový test systému.
- Test způsobu instalace in-situ.
- Příprava na převoz do PVP Bukov.

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

Příprava jednotlivých částí Interakčního experimentu bude postupovat v souladu s harmonogramem uvedeným v SoD tak, aby jednotlivé komponenty mohly být postupně instalovány v PVP Bukov v souladu s postupem uvedeným v kapitole 9.3.

9.3 Instalace in-situ (etapa 5)

Instalace in-situ proběhne v několika krocích. Tyto kroky navazují na postup přípravy v prostorách objednatele a provozní požadavky PVP Bukov. Objednatel předpokládá následující postup instalace:

1. Úprava pat vrtů (srovnání čela)
2. Příprava kotvicích prvků převázek
3. Instalace ŘS
4. Vystrojení horninového prostředí
5. Instalace měřicího systému
6. Instalace technologie tlakování
7. Instalace jednotlivých fyzikálních modelů

Postup instalace byl zvolen tak, aby bylo možno jednotlivé komponenty postupně otestovat přímo v místě montáže a provést výchozí měření v horninovém prostředí ještě před osazením vlastních fyzikálních modelů.

Po úspěšné instalaci dojde k testu systému a zahájení provozu.

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

10 Plán provozu, monitoringu a údržby

10.1 Modelování (etapa 6)

Modelovací program má dle ZD dva primární cíle:

- Podporu návrhu rozmístění experimentů v rozrážce
- Predikci šíření tepla v hornině a bentonitu (následně validovanu proti reálným datům z experimentu)

Program matematické modelování bude rozdělen na dvě části. V první části byl vypracován variantní model šíření tepla pro optimalizaci rozmístění experimentů v rozrážce a v druhé části pak budou vypracovány sdružené TH modely pro jednotlivé fyzikální modely.

Modely budou kalibrovány pomocí výsledků laboratorního programu (charakterizace bentonitu).

Výsledkem modelování budou sloužit jako jeden ze vstupů pro interpretaci chování experimentů a budou popsány v příslušných průběžných zprávách.

10.1.1 Model šíření tepla

Model (resp. variantní modely uspořádání), který byl vytvořen v první části etapy, sloužil pro optimalizaci uspořádání umístění experimentů v rozrážce.

Vzhledem k tomu, že pro posouzení maximálního ovlivnění mezi experimenty je klíčový koncový stav plného nasycení bentonitu a nikoliv přechodné fáze, tento model simuloval pouze šíření tepla v bentonitu a v horninovém masivu bez šíření vlhkosti. Hodnoty pro bentonit byly vzaty konzervativně, čímž bude simulován nejméně příznivý stav. Toto zjednodušení umožnilo vypracování dostatečně přesných variantních modelů s rozumnou výpočetní náročností.

Model byl vytvořen jako transientní – simuloval časový průběh vývoje teploty od zapnutí topidel až po předpokládaný konec projektu.

10.1.2 Modely pro jednotlivé fyzikální modely

V druhé části etapy, budou vytvořeny sdružené TH modely jednotlivých FM. Tyto budou sloužit jako predikce chování jednotlivých FM.

Pro modelování se předpokládá využití MKP software SIFEL (hypoplastický model).

Modely budou vypracovány jako transientní. Budou tedy modelovat průběh po celou dobu od instalace až do ukončení projektu. Pomocí sdruženého TH 3D modelu bude provedena komplexní simulace šíření tepla a vlhkosti v daném FM. Pokud to složitost modelů dovolí, bude navíc simulováno mechanické chování (vývoj bobtnacího tlaku) – bude tedy vytvořen THM model pro vybraný či vybrané FM.

10.2 Provoz modelů (etapa 7), údržba a opravy

Provoz modelů (etapa 7) zajišťuje na základě pokynů zadavatele poskytovatel. Předpokládá se plně automatický provoz s pravidelnými servisními intervaly.

Poskytovatel předpokládá provádění běžné pravidelné údržby ve čtvrtletních intervalech.

V případě poruchy zahájí poskytovatel práce na jejím odstranění do 5 pracovních dnů od nahlášení nebo zjištění závady.

Pro evidenci údržby a dalších činností dotýkajících se chodu Interakčního experimentu bude zřízen Deník IE. Tento deník bude uložen v místě provádění IE dle určení objednatele.

Poskytovatel doporučuje, aby objednatel při návštěvách ZK-3S provedl kontrolu IE a to zejména kontrolu:

- hladiny vody v nádrži
- úniků vody
- čistotu filtru
- chodu čerpadla a jeho teploty (přehřátí)
- tlaku vody na zhlaví modelů
- teploty jednotlivých modelů

10.3 Průběžný monitoring (etapa 8)

Dle ZD bude běžný monitoring IE provádět objednatel.

Poskytovatel bude provádět průběžný monitoring (etapu 8) dálkovým způsobem. Místní kontrola bude prováděna v rámci pravidelné údržby a při odběrech vzorků pro analýzy.

Pro monitoring budou využívána data z měřicího systému, který bude provádět měření všech čidel (viz příloha č. 6) v desetiminutovém intervalu. Tato data a aktuální stav měřicího systému budou po síti sbírána obslužnými programy běžícími na serveru a ukládána do databáze. Databáze bude replikována na server CEG, kde budou data dále zpracována pro další využití.

Výsledky průběžného monitoringu budou sloužit jako vstup do průběžné interpretace výsledků (etapa 9). Aktuálně měřená data budou předávána zadavateli v pravidelných intervalech definovaných objednatelem.

10.4 Průběžná interpretace výsledků (etapa 9)

Na základě výsledků monitoringu IE (etapa 8) a výsledků matematického modelování (etapa 6) bude provádět poskytovatel průběžné vyhodnocení běhu fyzikálních modelů (interpretaci výsledků).

Výsledky budou prezentovány formou průběžných zpráv.

Součástí průběžné interpretace výsledků je i podpora objednateli při publikování výsledků.

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

10.5 Celkové zhodnocení IE, doporučení dalších prací (etapa 10)

V závěrečné části projektu (etapa 10) bude vypracována závěrečná zpráva, která bude obsahovat přehled vlastních výsledků projektu, zhodnocení průběhu provozování modelů a dosaženého stavu (jak z naměřených dat, tak z výsledků laboratorních analýz) a doporučení dalších prací zejména s ohledem na případné další provozování modelů a plánovaný dismantling.

11 Analýza rizik a návrh opatření k jejich omezení

Při výstavbě, provozování a vyhodnocení provozu IE může dojít k situacím, které mohou ohrozit realizaci, průběh a získání relevantních výsledků IE.

V Tab. 6 jsou uvedena hlavní vytipovaná rizika a opatření k jejich omezení.

Tab. 6 – Rizika IE

Riziko	Prevence a nápravná opatření
Výstavba IE	
Nevhodné geologické a strukturní podmínky	Pro minimalizaci rizika zvolení nevhodných míst pro realizaci FM bude provedena charakterizace ZK-3S. Pro případ, že by se vybrané místo pro FM ukázalo jako nevhodné, budou vytipována záložní místa.
Problém při realizaci vrtných prací	Pro realizaci vrtných prací budou využity standardní postupy. Přesto může dojít k problémům při realizaci vrtů. V případě nemožnosti dokončit realizaci vrtů pro experimenty na primárně vytipovaných místech bude realizován vrt na záložním místě.
Technické problémy při instalaci FM	Při instalaci FM může dojít k technickým problémům, které by mohly zapříčinit nemožnost instalace FM. Pro snížení tohoto rizika bude technika instalace předem vyzkoušena v prostorách objednatele a na základě zkušeností bude vyvinut postup instalace a případně upravena konstrukce FM.
Nedostupnost komponent FM	Nedostupnost komponent (dílů) pro přípravu FM (například LPC) může vést ke zpoždění výstavby FM. Pro snížení tohoto rizika byly vybírány zejména standardní komponenty s dobrou dostupností. Dále byla do harmonogramu přípravy zahrnuta časová rezerva.
Selhání instalace jedno z FM	Při selhání instalace jednoho (či více) FM lze nezávisle začít provozovat ostatní FM. Technické problémy selhání budou odstraněny a příslušný FM bude instalován dodatečně. V případě problémů vyplývajících z horninového prostředí bude využito záložní místo pro FM.
Nepřipravenost pracoviště, nepřítomnost napojení inženýrské sítě na	Nepřipravenost ZK-3S, zvláště dlouhodobá, může způsobit zpoždění při instalaci fyzikálních modelů a odložení zahájení provozu. Toto riziko lze minimalizovat dobrým plánováním a smluvním zajištěním připravenosti ze strany objednatele.
Nepřístupnost ZK-3S v době přípravy a instalace FM	Nepřístupnost ZK-3S, zvláště dlouhodobá, může způsobit zpoždění při instalaci fyzikálních modelů a odložení zahájení provozu. Toto riziko lze minimalizovat smluvním zajištěním přístupnosti mezi objednatelem a provozovatelem podzemí. Provozovatel podzemí musí být připraven na odstranění technických problémů či likvidaci havárií, které by znemožnily přístup do ZK-3S
Provoz IE	
Netěsnost zhlaví	Nadměrný únik vody přes zhlaví může vést k nemožnosti tlakového

	<p>sycení experimentu. Opatření pro omezení tohoto rizika bude:</p> <ul style="list-style-type: none"> - před instalací FM bude provedena tlaková zkouška - bude použito průmyslové těsnění s garancí - povrch vrtu bude ošetřen v místě těsnění nátěrem (typ nátěru bude upřesněn po dohodě s objednatelem) - prostupy pro kabeláž budou těsněny kabelovými vývodkami <p>Dalším opatřením je prostor pro případnou instalaci bentonitového těsnění za pryžovou těsnicí manžetu a příprava pro injektáž.</p>
Netěsnost horninového masivu	<p>Nadměrný únik vody přes horninový masiv může vést k nemožnosti tlakového sycení experimentu. Pro omezení tohoto rizika byl proveden výběr míst FM mimo poruchové zóny. Před instalací FM proběhne tlaková zkouška. V případě netěsnosti při běhu FM lze místa sanovat pomocí injektáže.</p>
Výpadek proudu	<p>Výpadek proudu může způsobit nefunkčnost ŘS a MS. Pro omezení rizika je MS a ŘS opatřen zálohovaným napájecím zdrojem. ŘS a MS jsou dále navrženy tak, aby došlo k automatickému zotavení po obnovení napájení.</p>
Problém komunikací	<p>s Výpadek komunikace (porucha datové sítě, VPN,..) může způsobit nemožnost monitoringu, sběru naměřených dat a případně až jejich ztrátu. Pro omezení rizika ztráty dat je do MS navržena ústředna s dočasným lokálním ukládáním dat. Po obnovení komunikace systém zajistí sběr těchto uložených dat.</p> <p>Poskytovatel doporučuje, aby komunikační síť objednatele v PVP Bukov byla zálohována.</p>
Ztráta měřených dat	<p>Ztráta dat je jedním z rizik, která mohou vážně ohrozit praktickou využitelnost IE. MS a jeho komponenty byly proto navrženy tak, aby se toto riziko minimalizovalo. Hlavním nástrojem je ukládání dat na více geografických místech (server v PVP Bukov, sever CEG) a pravidelné předávání dat objednateli.</p> <p>Poskytovatel doporučuje, aby IT prostředky objednatele v PVP Bukov (zejména hw pro virtuální server a komunikační prostředky) byly zálohovány.</p>
Porucha technologie	<p>Porucha technologie může ohrozit tlakování fyzikálních modelů. Pro minimalizaci tohoto rizika:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pro technologii budou použity standardní díly se zárukou a dobrou dostupností, - budou prováděny pravidelné kontroly technologie a údržba - distribuční systém má dvě regulační větve s možností zástupu
Nepřístupnost ZK-3S v době provozování FM	<p>Nepřístupnost ZK-3S, zvláště dlouhodobá, může způsobit problémy s monitoringem a údržbou IE.</p> <p>Toto riziko lze minimalizovat smluvním zajištěním přístupnosti mezi objednatelem a provozovatelem podzemí.</p> <p>Provozovatel podzemí musí být připraven na odstranění technických problémů či likvidaci havárií, které by znemožnily přístup do ZK-3S.</p>
Selhání čidel	<p>Riziko selhání čidel bude omezeno výběrem kvalitních ověřených čidel. Tam, kde je to možné, jsou čidla navržena tak, aby výpad čidla neohrozil vyhodnocení experimentu (extrapolace z ostatních čidel).</p>

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

Vyhodnocení provozu IE

Nedostupnost dat	<p>Nedostupnost dat je jedním z rizik, která mohou vážně ohrozit praktickou využitelnost IE. MS a jeho komponenty byly proto navrženy tak, aby se toto riziko minimalizovalo. Data z experimentu jsou uložena na několika geograficky odlišných místech a u objednatele.</p>
Nedostatečná četnost měření	<p>Nedostatečná četnost měření může způsobit problémy při interpretaci výsledků. Pro MS byl proto zvolen interval 10 minut, který by měl postihnout jevy předpokládané pro IE. V případě potřeby lze interval sběru dat snížit.</p>

 SÚRAO	Interakční experiment - realizační projekt	Evidenční označení:
		245/2018

12 Závěr

Realizační projekt vychází ze ZD dokumentace, nabídky, úvodní charakterizace ZK-3S a úvodního matematického modelu.

Na základě prvotního zhodnocení ZK-3S byla vybrána místa pro jednotlivé fyzikální modely a po odsouhlasení objednatelem byly v předstihu realizovány vrty pro jednotlivé modely.

Realizační projekt využívá a zahrnuje výsledky první fáze vrtných prací. Oproti nabídce přináší detailní technické řešení jednotlivých fyzikálních modelů, měřicího systému, systému tlakování fyzikálních modelů, vstrojení modelů a horninového prostředí.

Realizační projekt popisuje postup přípravy jednotlivých modelů, postup přípravy v PVP Bukov a instalaci jednotlivých komponent in-situ.

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



**DIAMO, státní podnik
odštěpný závod GEAM,
č. p. 86
592 51 Dolní Rožínka**

PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment

Profese: E – elektro
Účel: Dokumentace pro provádění stavby
Kódové označení: P-E-1557
Zakázkové číslo: 1557/18
Místo: Bukov
Kraj: Vysočina
Objednatel: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Thákurova 7
166 29 Praha 6
Projektant: DIAMO, státní podnik
odštěpný závod GEAM
č. p. 86, 592 51 Dolní Rožínka
Odpovědný projektant: Ing. David DVOŘÁČEK
Osvědčení OBÚ: ev. č. 0568
Vypracoval: Ing. David DVOŘÁČEK
Kontroloval: Ing. Miroslav JEDLIČKA
Datum: duben 2018
Číslo paré:



PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment

Seznam dokumentace:

TEXTOVÁ ČÁST

- | | |
|--------------------------|-------------|
| 1. Technická zpráva | P-E-1557/I |
| 2. Technická specifikace | P-E-1557/II |

VÝKRESOVÁ ČÁST

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| 1. Situace 1:200 | P-E-1557/01 |
| 2. Dispozice rozrážky ZK+3S | P-E-1557/02 |
| 3. Připojení z rozváděče R-PVPB-1 | P-E-1557/03 |
| 4. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-1 |
| 5. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-2 |
| 6. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-3 |
| 7. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-4 |
| 8. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-5 |
| 9. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-6 |
| 10. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-7 |
| 11. Výkres rozvodnice R-IE2 | P-E-1557/05 |



DIAMO, státní podnik
odštěpný závod GEAM
č. p. 86
592 51 Dolní Rožínka

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Stavba: PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S –
Interakční experiment

Profese: E - elektro

Účel: Dokumentace pro provádění stavby

Kódové označení: P-E-1557/I

Zakázkové číslo: 1557/18

Místo: Bukov

Kraj: Vysočina

Investor: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Thákurova 7
166 29 Praha 6

Projektant: DIAMO, státní podnik
odštěpný závod GEAM Dolní Rožínka
Č. p. 86, Dolní Rožínka 592 51

Odpovědný projektant: Ing. David Dvořáček
Osvědčení OBU: ev. č. 0568

Vypracoval: Ing. David Dvořáček

Kontroloval: Ing. Jedlička Miroslav

Datum: duben 2018

Číslo paré:





1.OBSAH

1.	OBSAH	2
2.	VÝCHOZÍ PODKLADY	3
3.	SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE	3
4.	ÚČEL A ROZSAH PROJEKTU	3
5.	ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	3
6.	TECHNICKÝ POPIS	4
7.	PROSTŘEDÍ	4
8.	OCHRANA PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM	5
9.	OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM	5
10.	BEZPEČNOSTNÍ POMŮCKY	5
11.	OBSLUHA A ÚDRŽBA	5
12.	VÝCHOZÍ A PERIODICKÉ REVIZE	6
13.	ZÁVĚR	6
14.	SEZNAM DOKUMENTACE	6



2. VÝCHOZÍ PODKLADY

- ČSN 33 2000 Elektrotechnické předpisy
- Požadavky provozovatele
- Průzkum na místě
- Dokumentace instalovaných zařízení

3. SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTACE

Projekty dokumentace pro provedení stavby

- Elektrifikace technologie PVP Bukov - DO 01 Trafostanice H-DO 01-E-1541

4. ÚČEL A ROZSAH PROJEKTU

Předmětem řešení této dokumentace instalace rozváděčů **R-IE1** a **R-IE2** sloužících pro provádění měřících experimentů v podzemním výzkumném pracovišti **PVP Bukov**.

5. ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Síť:	3+PE, 50 Hz, 230 V, IT	
Nově instalovaný výkon	Celkový instalovaný příkon:	23 kW
	Koeficient soudobosti	$\beta=0,9$



6. TECHNICKÝ POPIS

Pro potřeby provádění interakčních experimentů budou v rozrážce **ZK-3S** osazeny dvě rozvodnice **R-IE1** a **R-IE2**. V rozvodnici **R-IE1** bude umístěna silová část sloužící pro napájení a řízení ohřevu a tlakování vody v tzv. ohřívacích vrtech. V rozvodnici bude umístěn řídicí systém a zálohované zdroje malého napětí 12 Vdc a 24 Vdc. Napájení **R-IE1** bude provedeno z rozváděče **R-PVPB-1** umístěného v trafostanici **Tr 12.2 B1** kabelem CYKY-J4x25 mm².

Rozvodnice bude mít průhledné otevírací víko a ochranu proti dotyku nad jističi, stykači, PLC a elektroměry ostatní prvky rozvodnice budou umístěny pod krycí deskou. Krytí zavřené rozvodnice bude IP 65 s otevřeným víkem IP 20.

Instalaci a svorkovnice odlišných napěťových úrovní provést různými barvami viz. Tabulka na výkresu 4.1.

V rozvaděči je nutné ponechat rezervu na rozšiřující moduly PLC. Procesorová jednotka řídicího systému musí být umístěna zcela vlevo na DIN liště (má z levého boku vstup na SD kartu). Vodiče k COM6+DI4 provést tak, aby ji bylo možno přepojit na výstup F2.2 (místo FI4).

Jmenovitý proud 100 A

Zkratový proud I_k" 10kA

Vývody spodem,

Přívody spodem

Rozvaděč musí mít protokol o typové zkoušce

Rozvodnice **R-IE2** bude obsahovat měřící aparaturu, která bude napájena malým napětím 12 Vdc z rozvodnice **R-IE1**. Proti možné kondenzaci vodních par bude rozvodnice vybavena temperací napájenou z rozvodnice R-IE1. Rozvodnice R-IE2 bude složena ze tří samostatných skříní obsahující 1) měřící ústřednu, 2) kartu vstupů strunových čidel, 3) kartu vstupů teplotních čidel

Provedení obou rozvodnic musí být ze samozhášivého plastu. Stejně tak kabely musejí být v samozhášivém provedení.

7. PROSTŘEDÍ

Dle stávajícího protokolu o určení vnějších vlivů „**PROTOKOL č.1/14**“ jsou vnější vlivy na překopech z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem klasifikovány jako prostory **zvláště nebezpečné** dle ČSN 33 2000 4 41 ed. 2 Změna Z1, Tabulka NA.5.

AD2, AG2, AH2



8. OCHRANA PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM

Základní ochrana bude provedena dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 prostřednictvím základní izolace, přepážek a krytů. Ochrana při poruše bude zajištěna automatickým odpojením od zdroje napájení a ochranným pospojováním všech technologických částí a kovových konstrukcí stavby a připojením na ekvipotenciální přípojnicí dle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Průřez vodičů ochranného pospojování určených pro připojení k hlavní uzemňovací svorce nesmí být menší, než je polovina průřezu vodiče ochranného uzemnění (vodič označený PE), jehož průřez je v instalaci největší, a nesmí být menší než 6 mm² Cu.

V síti 3L+PE 230V bude doplňková ochrana provedena pomocí doplňujícího pospojování, hlídače izolačního stavu s vypínáním a proudových chráničů s reziduálním proudem 30 mA.

9. OCHRANA PŘED MECHANICKÝM POŠKOZENÍM

Kabely a vodiče budou proti mechanickému poškození chráněny uložením do drátěných kabelových žlabů s víkem a instalačních trubek. Kabelová trasa bude provedena ve výšce cca 0,5 m nad podlahou pomocí drátěných žlabů o úložném profilu 200 mm x 100 mm. Z důvodu oddělení silových napájecích kabelů nízkého napětí od měřících kabelů malého napětí bude žlab rozdělen pomocí oddělovací přepážky.

10. BEZPEČNOSTNÍ POMŮCKY

Ochranné a bezpečnostní pomůcky nejsou v tomto projektu předepisovány. Tyto si dle vlastních bezpečnostních předpisů zjišťuje provozovatel. Doporučuji, aby rozváděče byly opatřeny bezpečnostními tabulkami s nápisy, např.

- „POZOR-ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ“
- „ZAŘÍZENÍ SMÍ OBSLUHOVAT JEN OSOBA TÍM POVĚŘENÁ“
- „NEHAS VODOU ANI PĚNOVÝMI PŘÍSTROJI“

11. OBSLUHA A ÚDRŽBA

Provozovatel zařízení je povinen zpracovat pracovní a provozní předpisy a zabezpečit, aby s nimi byla obsluha prokazatelně seznámena. Na kabelové trase smí vykonávat činnost pracovníci znalí dle paragrafu 6 vyhl. 50/78Sb. a ostatní pracovníci s kvalifikací vyšší dle paragrafu 6 a výše.

Předpokladem ke spolehlivé a bezpečné funkci zařízení je nutná pravidelná kontrola a údržba. Pro zajištění bezporuchového stavu je nutné, aby provozovatel zajistil řádnou údržbu ve formě preventivních kontrol přístrojů, rozvaděčů, kabelových tras, dotahování spojů atd.



12. VÝCHOZÍ A PERIODICKÉ REVIZE

Rozvody elektroinstalace musí být provedeny v souladu s příslušnými normami ČSN. Před uvedením do provozu musí být provedena výchozí revize a sepsána řádná výchozí revizní zpráva dle CSN 331500 a CSN 332000-6.

Periodické revize musí být prováděny dle ČSN 331500 Čl. 3.1 — 3.9

13. ZÁVĚR

Projektová dokumentace je zpracována v souladu s citovanými předpisy a normami ČSN v době zpracování projektové dokumentace a nejsou použity odchylky od citovaných norem a předpisů.

14. SEZNAM DOKUMENTACE

A. Textová část

- | | |
|--------------------------|-------------|
| 1. Technická zpráva | P-E-1557/I |
| 2. Technická specifikace | P-E-1557/II |

B. Výkresová část

- | | |
|-----------------------------------|---------------|
| 1. Situace 1:200 | P-E-1557/01 |
| 2. Dispozice rozrážky ZK+3S | P-E-1557/02 |
| 3. Připojení z rozváděče R-PVPB-1 | P-E-1557/03 |
| 4. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-1 |
| 5. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-2 |
| 6. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-3 |
| 7. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-4 |
| 8. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-5 |
| 9. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-6 |
| 10. Výkres rozváděče R-IE1 | P-E-1557/04-7 |
| 11. Výkres rozvodnice R-IE2 | P-E-1557/05 |



DIAMO, státní podnik
odštěpný závod GEAM
č. p. 86
592 51 Dolní Rožínka

TECHNICKÁ SPECIFIKACE

Stavba:	PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S – Interakční experiment
Profese:	E - elektro
Účel:	Dokumentace pro provádění stavby
Kódové označení:	P-E-1557/II
Zakázkové číslo:	1557/18
Místo:	Bukov
Kraj:	Vysočina
Investor:	České vysoké učení technické v Praze Fakulta stavební Thákurova 7 166 29 Praha 6
Projektant:	DIAMO, státní podnik odštěpný závod GEAM Dolní Rožínka Č. p. 86, Dolní Rožínka 592 51
Odpovědný projektant: Osvědčení OBU:	Ing. David Dvořáček ev. č. 0568
Vypracoval:	Ing. David Dvořáček
Kontroloval:	Ing. Jedlička Miroslav
Datum:	duben 2018
Číslo paré:	





Obsah

1.	<i>Rozvodnice R-IE1 - výstroj</i>	3
2.	<i>Úprava rozváděče R-PVPB-1</i>	4
3.	<i>Tabulka kabelů</i>	4
4.	<i>Celkové množství kabelů</i>	4
5.	<i>Kabelový nosný systém</i>	5



1. Rozvodnice R-IE1 - výstroj

Označení	Popis	Typ	Výrobce	Počet	Jedn.
FU2	Odpínač pojistkový 3P pro válcové vložky PVA22	OPVP22-3	OEZ Letohrad	1	Ks
FU2	Pojistkové vložky velikost 22	PV22 80A gG	OEZ Letohrad	3	Ks
F2.1, F2.2, F2.3, F2.4, F2.5	Jistič 2f; 25A; charakteristika B	LTN-25B-2	OEZ Letohrad	5	Ks
F5	Jistič 2f; 6A; charakteristika B	LTN-6B-2	OEZ Letohrad	1	Ks
FI2.1, FI2.2, FI2.3, FI2.4, FI2.5	Proudový chránič 2P, 25A, rozdílový proud 30 mA	LFN-25-2-030A	OEZ Letohrad	5	Ks
FI2.6, FI2.7, FI3, FI4	Proudový chránič 30 mA typ A s nadproudovou ochranou 16A charakteristika B	OLI-16B-1N-030A-G	OEZ Letohrad	4	Ks
Q1	Vačkový vypínač 3P, 80A	VSN 80-1103-A1-V-PNZ+KSR	OBZOR	1	Ks
KM2.1.1, KM2.1.2, KM2.2.1, KM2.2.2, KM2.3.1, KM2.3.2, KM2.4.1, KM2.4.2, KM2.5.1, KM2.5.2, KM2.6, KM2.7	Modulární stykač 40A, 2P	GC4020M5	Schneider Electric CZ s.r.o.	12	Ks
EL2.1, EL2.2, EL2.3, EL2.4, EL2.5	elektroměr 1f, 5-45A s komunikací modbus	PRO1-Mod	Inepro	5	Ks
GU3	Napájecí zdroj 12Vdc s nabíječkou baterií	DRC-100A	Mean Well	1	Ks
GU4	Napájecí zdroj 24Vdc s nabíječkou baterií	DRC-100B	Mean Well	1	Ks
BAT3	Gelový olověný akumulátor 12V/9Ah	12V/9Ah		1	Ks
BAT4	Gelový olověný akumulátor 24V/6Ah	24V/6Ah		1	Ks
KT5	topné těleso 30W 250Vac	FLH030	schrack	1	Ks
KTH5	vypínací termostat 0°C-60°C	FLZ520	(prázdné)	1	Ks
RS	řídící systém TECO	CP-1016	TECO	1	Ks
RS	rozšiřující modul řídicího systému	IT-1602	TECO	1	Ks
2X1, X_temp	Řadová svorkovnice pro vodiče 0,5-6 mm ² , bílá	RSA 4A (obj. č. A131111)	Elektro Bečov v. d.	26	Ks
X3	Řadová svorkovnice pro vodiče 0,5-6 mm ² , tmavě modrá	RSA 4A (obj. č. A131131)	Elektro Bečov v. d.	5	Ks
1XA, 1XB, 1XC, 2XB, 2XA, X4	Řadová svorkovnice pro vodiče 0,5-6 mm ² , fialová	RSA 4A (obj. č. A131191)	Elektro Bečov v. d.	67	Ks
	Kabelová vývodka plastová 6,5-13,5 mm	M20		7	Ks



2. Úprava rozváděče R-PVPB-1

Označení	Popis	Typ	Výrobce	Počet	Jedn.
F3.1.16	Jistič 3f; 80 A; charakteristika B	LTN-80B-3	OEZ Letohrad	1	Ks
FI3.1.16	proudový chránič 4P, 80A, rozdílový proud 100 mA, zpožděný	LFN-80-4-100A	OEZ Letohrad	1	Ks

3. Tabulka kabelů

Označení	Typ	z		do		množství	Jednotka
WL-3.1.13	CYKY-J 4x25mm ²	R-PVPB-1		R-IE1	Q1	130	m
WL2.1	CYKY-J 4x4 mm ²	R-IE1	2X1:1-4	ET1		5	m
WL2.2	CYKY-J 4x4 mm ²	R-IE1	2X1:5-8	ET2		8	m
WL2.3	CYKY-J 4x4 mm ²	R-IE1	2X1:9-12	ET3		9	m
WL2.4	CYKY-J 4x4 mm ²	R-IE1	2X1:13-16	ET4		10	m
WL2.5	CYKY-J 4x4 mm ²	R-IE1	2X1:17-20	ET5		12	m
WL2.6	CYKY-J 3x2,5 mm ²	R-IE1	2X1:21,22	C1		20	m
WL3.1	CYKY-J 3x1,5 mm ²	R-IE1	X3	R-IE2		27	m
WL4.1	CYKY-J 3x1,5 mm ²	R-IE1	X4	R-IE2		27	m
WL5.1	CYKY-J 3x1,5 mm ²	R-IE1	X_temp	R-IE2		27	m

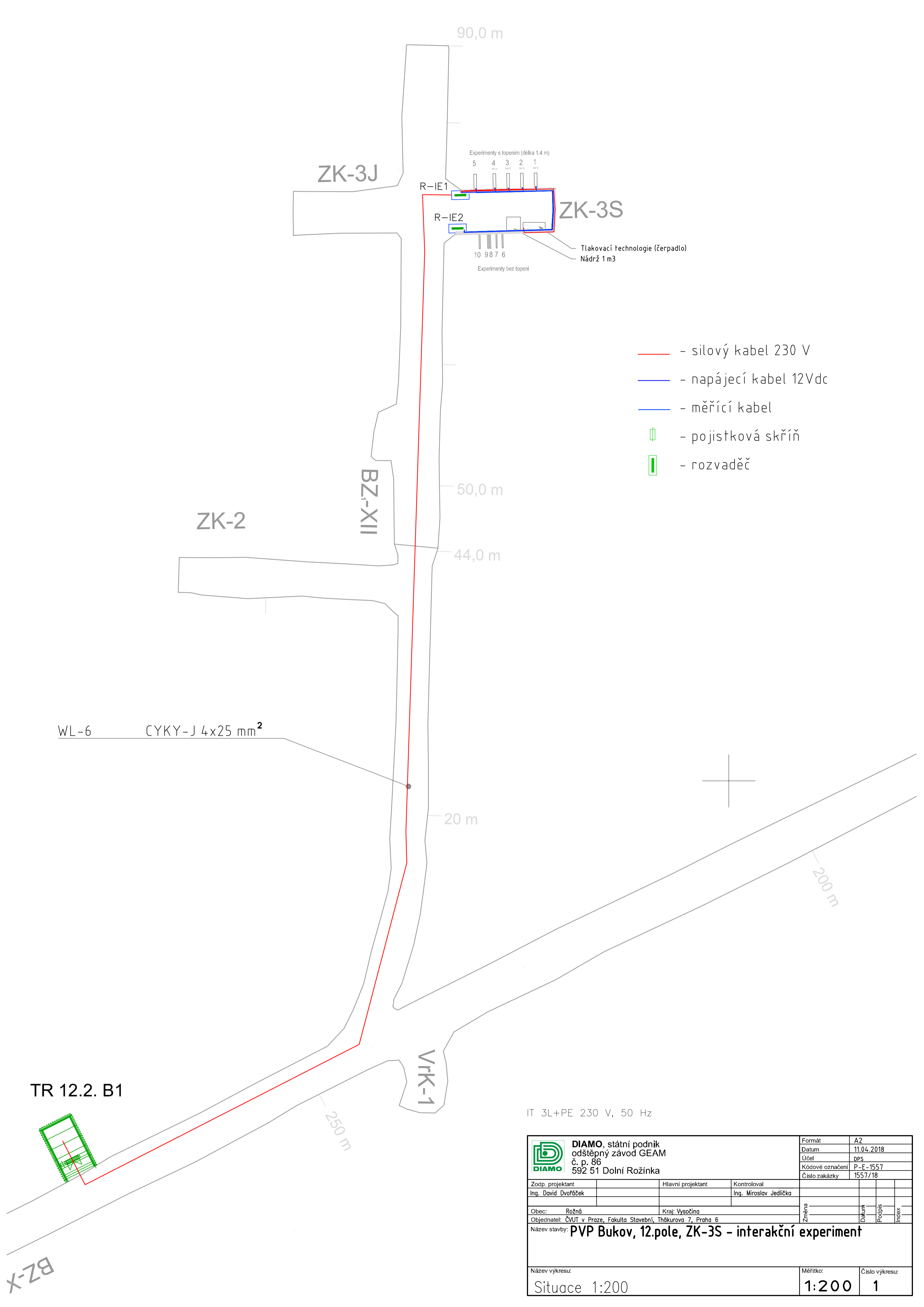
4. Celkové množství kabelů


Typ	množství
CYKY-J 3x1,5 mm ²	81 m
CYKY-J 3x2,5 mm ²	20 m
CYKY-J 4x25mm ²	130 m
CYKY-J 4x4 mm ²	44 m

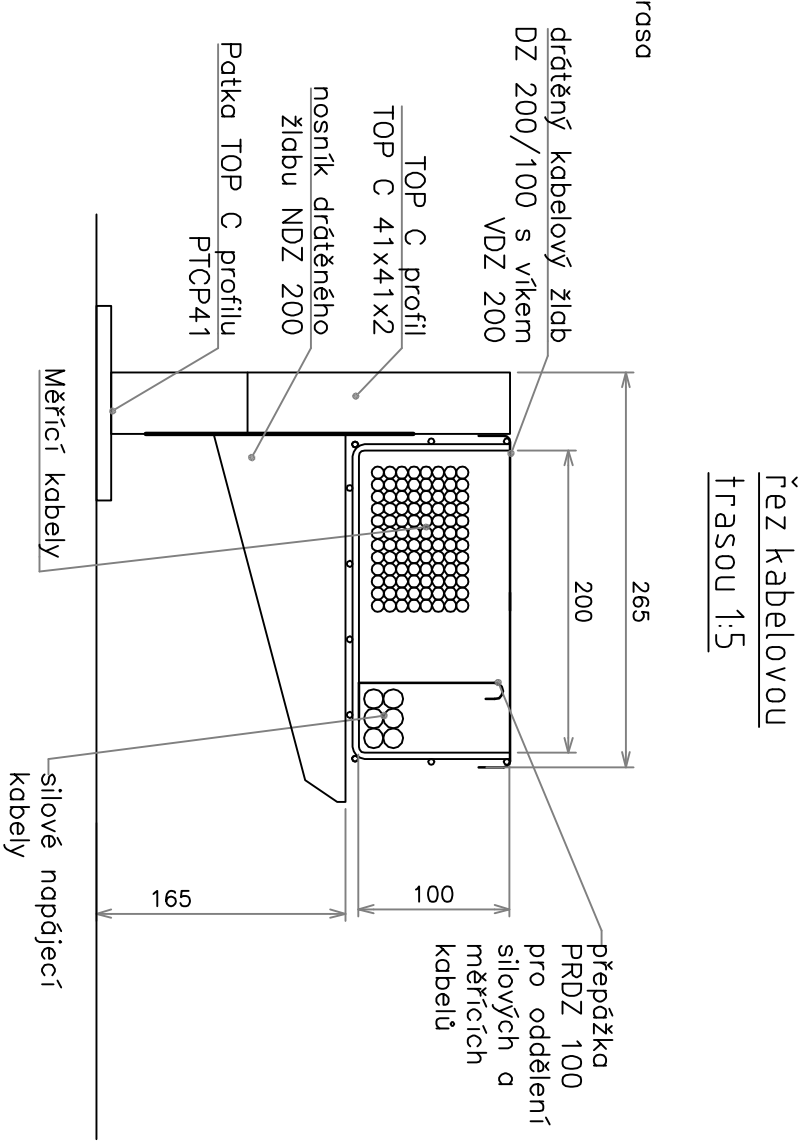
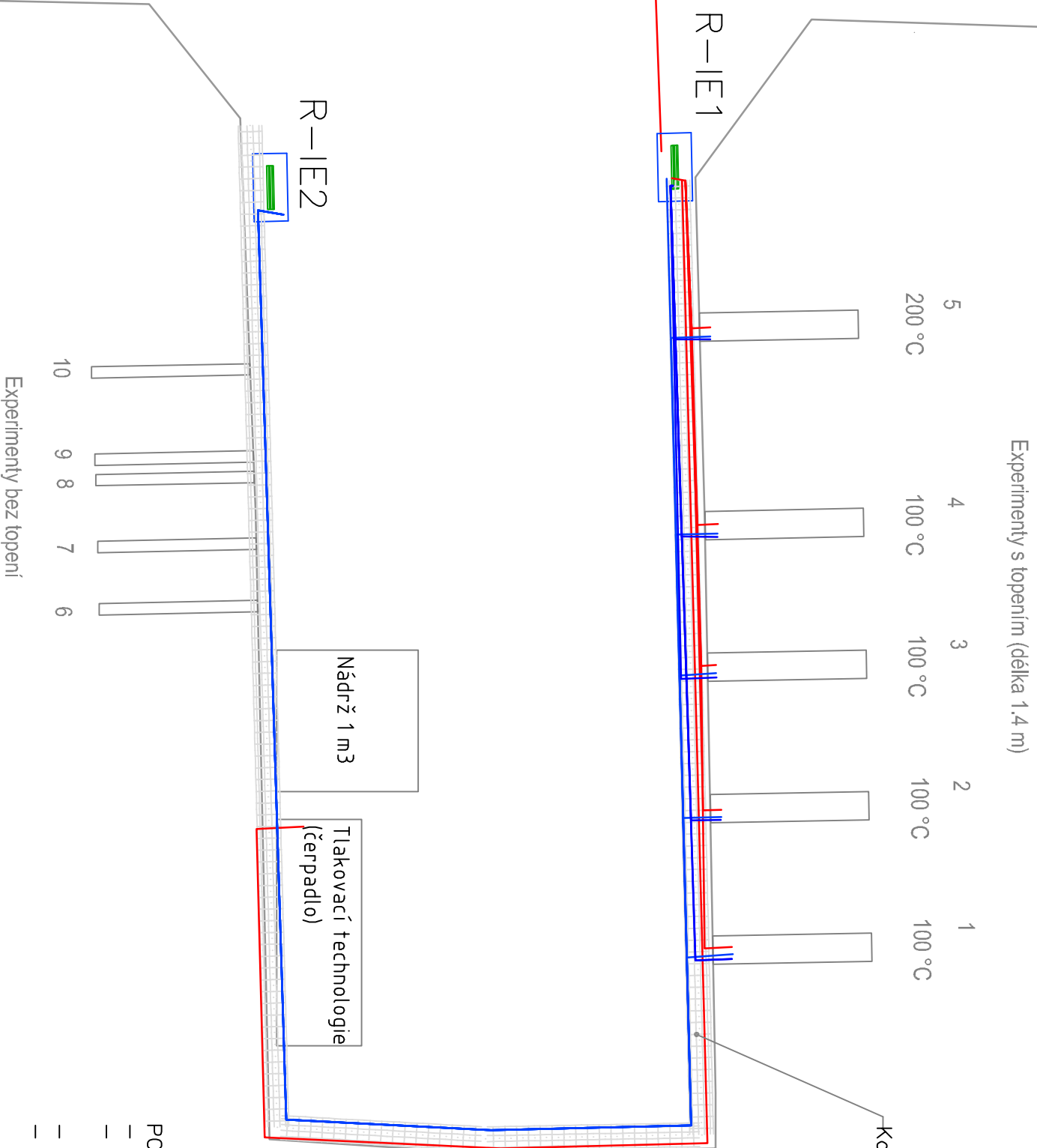


5. Kabelový nosný systém

Popis	Typ	Výrobce	Počet	Jedn.
Kabelový drátěný žlab Fe/Zn výška 100 mm šířka 200 mm, délka 2500 mm	DZ 200/100	TOP servis	10	Ks
Nosník Fe/Zn 200 mm pro montáž na TOP C profil nebo na stěnu	NDZ 200	TOP servis	22	Ks
Profil TOP C, Fe/Zn , 41x41x3000 mm, tl. 2 mm	TOP C profil 41x41x2x 3000 3D	TOP servis	4	Ks
Patka Profilu TOP C Fe/Zn, 41 mm	PTCP 41	TOP servis	22	Ks
Čtyřhraná matice M8	CM M8x35	TOP servis	44	Ks
Šroub M8x35	S 8x35	TOP servis	44	Ks
Podložka velkoplošná M8	PV M8	TOP servis	44	Ks
Spojka SDŽ 1 Plech DX51D	SDZ 1	TOP servis	30	Ks
Spojka SDŽ 2 Plech ocelový s galvanickým zinkováním	SDZ 2	TOP servis	30	Ks



 DIAMO , státní podnik odštěpný závod GEAM č. p. 86 592 51 Dolní Rožínka		Formát	A2
		Datum	11.04.2018
		Účel	DPS
		Kódové označení	P-E-1557
		Číslo zakázky	1557/18
Zodp. projektant	Hlavní projektant	Kontroloval	
Ing. David Dvořáček		Ing. Miroslav Jedlička	
Obec: Rožnův	Kraj: Vysočina	Změna	
Objednatel: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6		Datum	
Název stavby: PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment		Podpis	
		Index	
Název výkresu:	Měřítko:	Číslo výkresu:	
Situace 1:200	1:200	1	



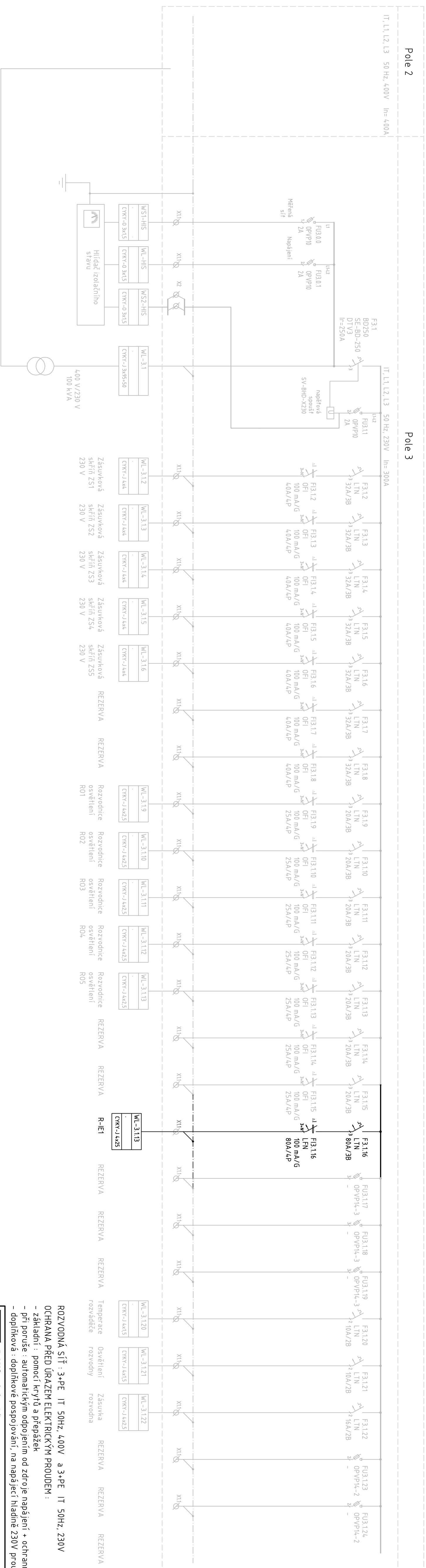
- POZNÁMKY:**
- všechny použité kabely musí být samozhášivé
 - Kabelový žlab bude rozdělen do dvou sekcí: jedna pro silové napájecí kabely a druhá pro měřicí kabely
 - pro zvýšení mechanické ochrany bude žlab opatřen plechovým víčkem
 - pod kabelovým žlabem budou vedeny hadice pro tlakování vrtů vodou

- silový kabel 230 V
- řídicí kabely z R-IE1
- měřicí kabel z R-IE2
- rozváděč

DIAMO , státní podnik odštěpný závod GEAM č.p. 86 592 51 Dolní Rožínka		Formát	2 A4
Zodp. projektant	Hlavní projektant	Kontroloval	
Ing. David Dvořáček		Ing. Miroslav Jedlička	
Obec: Rožná	Kraj: Vysočina	Změna	
Objednatel: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6		Datum	
Název stavby: PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment		Podpis	
Výkres rozváděče R-IE1		Index	
		Číslo zakázky	1557/18
		Kódové označení	P-E-1557
		Datum	12.04.2018
		Účel	DPS

Název výkresu:	Měřítko:	Číslo výkresu:
Dispozice rozrážky ZK-3S	1:50	2

R-PVPB-1



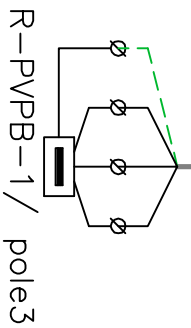
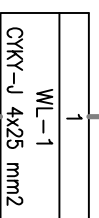
ROZVODNÁ SÍŤ : 3+PE IT 50Hz, 400V a 3+PE IT 50Hz, 230V
 OCHRANA PŘED ÚRAZEM ELEKTRICKÝM PROUDEM :

- základní : pomocí krytů a přepážek
- při poruše : automatickým odpojením od zdroje napájení + ochranné pospojování
- doplňková : doplňkové pospojování, na napájecí hladině 230V proudovými chráničů

DIAMO, sístní podnik
 odštěpný závod GEAM
 c.p. 86
 592 51 Dolní Rožínka

Zodp. projektant	Hlavní projektant	Kontroloval
Ing. David Dvořáček		Ing. Miroslav Vedralička
Objednatel	Řešitel	Podpis
KVÚI v Proze, Fakulta Stavební, Thakurova 7, Praha 6		
Název stavby:	PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S – interakční experiment	
Název výkresu:	Měřítko:	Číslo výkresu:
Připojení z rozváděče R-PVPB-1	1:1	3

Formát	4, A4
Datum	11.04.2018
Ušel	DPS
Kódové označení	P-E-1557
Číslo záznamu	1557/18
Změna	
Datum	
Podpis	
Index	



Přívod z trafostanice
Tr-12.2 B1

Rozvodnice plastová samozhášivá,
průhledně víko a ochranu proti dotyku (krýcí
deska) nad jističi, stýkači, PLC a
elektroměry... ostatní s neprůhledným víkem

Krytí : IP 65/20
Jmenovitý proud : 100 A
Zkratový proud I_k : 10kA
Vývody : spodem
Přívody : spodem

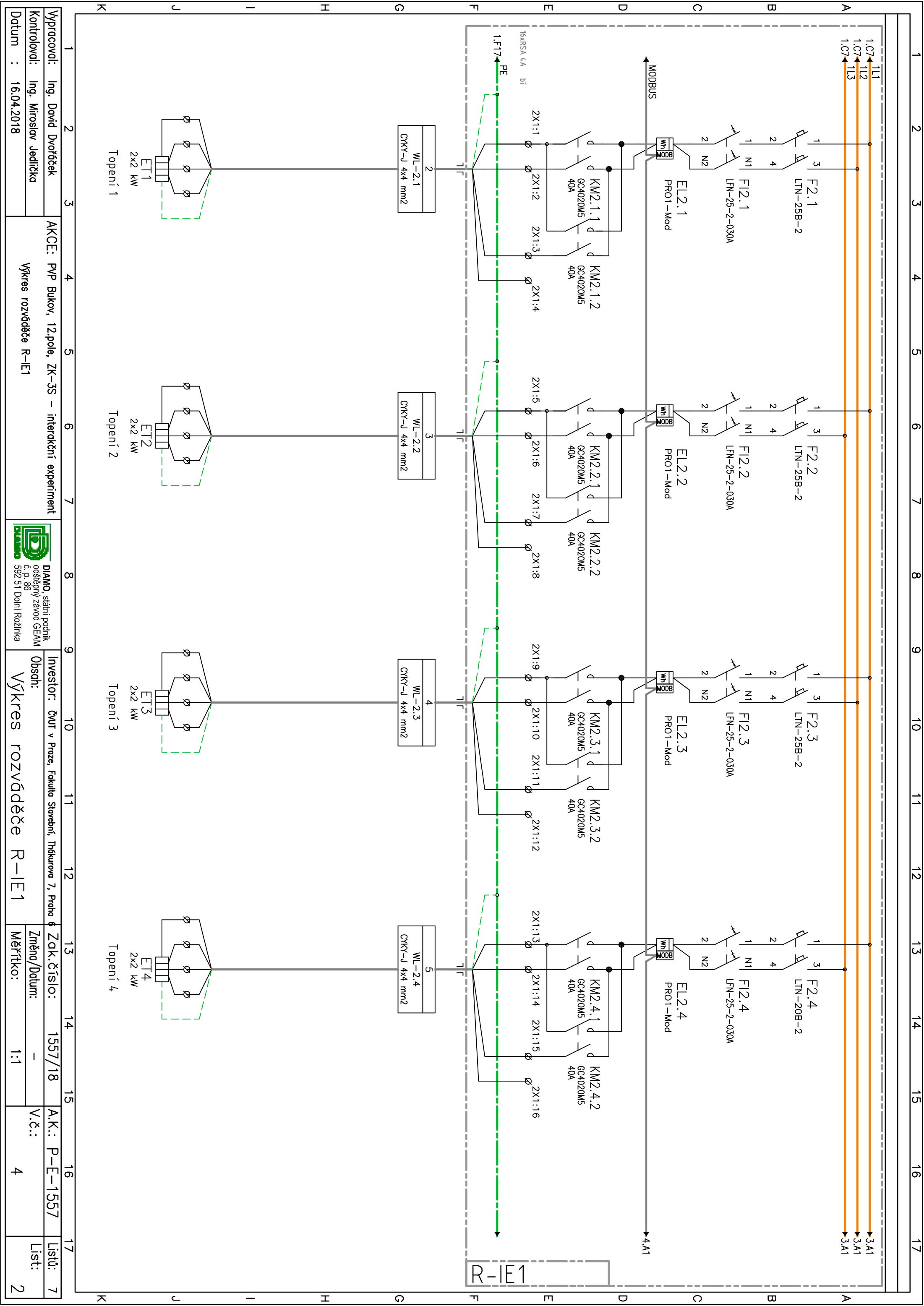
Barevné rozlišení napěťových úrovní		
napětí	propojovací vodič	svorka
230 V	černá	bílá
24 Vdc	tmavě modrá	tmavě modrá
12 Vdc	fiolová	fiolová


Poznámky:

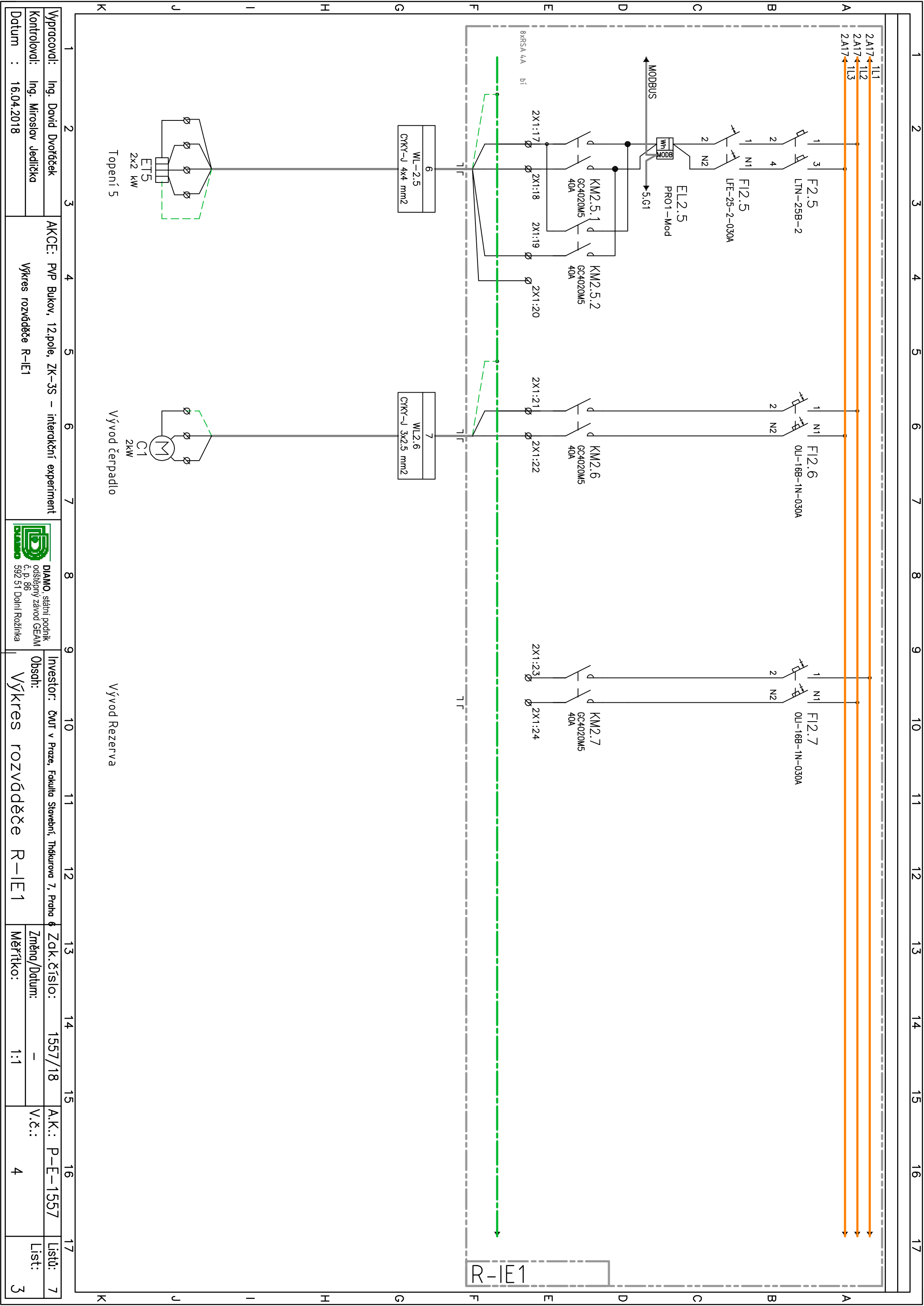
- rozvaděč musí mít protokol o typové zkoušce
- svorkovnice 230V a slaboproud vyvést v jiných oddílech rozvaděče (nejlépe jiné moduly sestavy; levá strana příchod a odchody 230V; pravá strana slaboproud a odchod 12V)

Vypracoval: Ing. David Dvořáček	AKCE: PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment	<p>DIAMO, státní podnik odštěpný závod GEAM č. p. 86 592 51 Dolní Rožínka</p>
Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička	Výkres rozváděče R-IE1	
Datum : 16.04.2018		

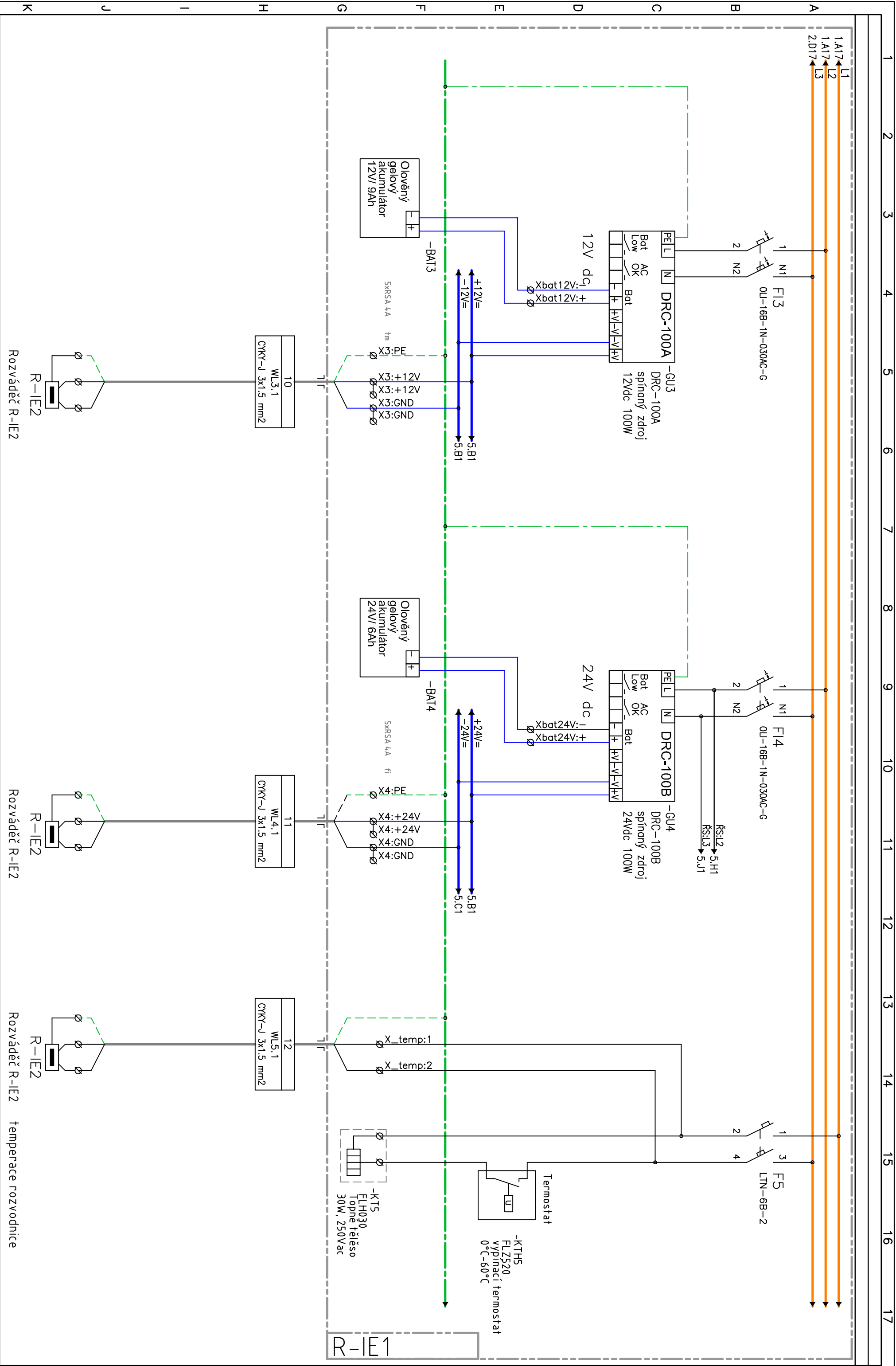
Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6	Zak.Číslo: 1557/18	AK.:P-E-1557	Listů: 7
Obsah: Výkres rozváděče R-IE1	Změna/Datum: -	V.č.: 4	List: 1
	Měřítko: 1:1		



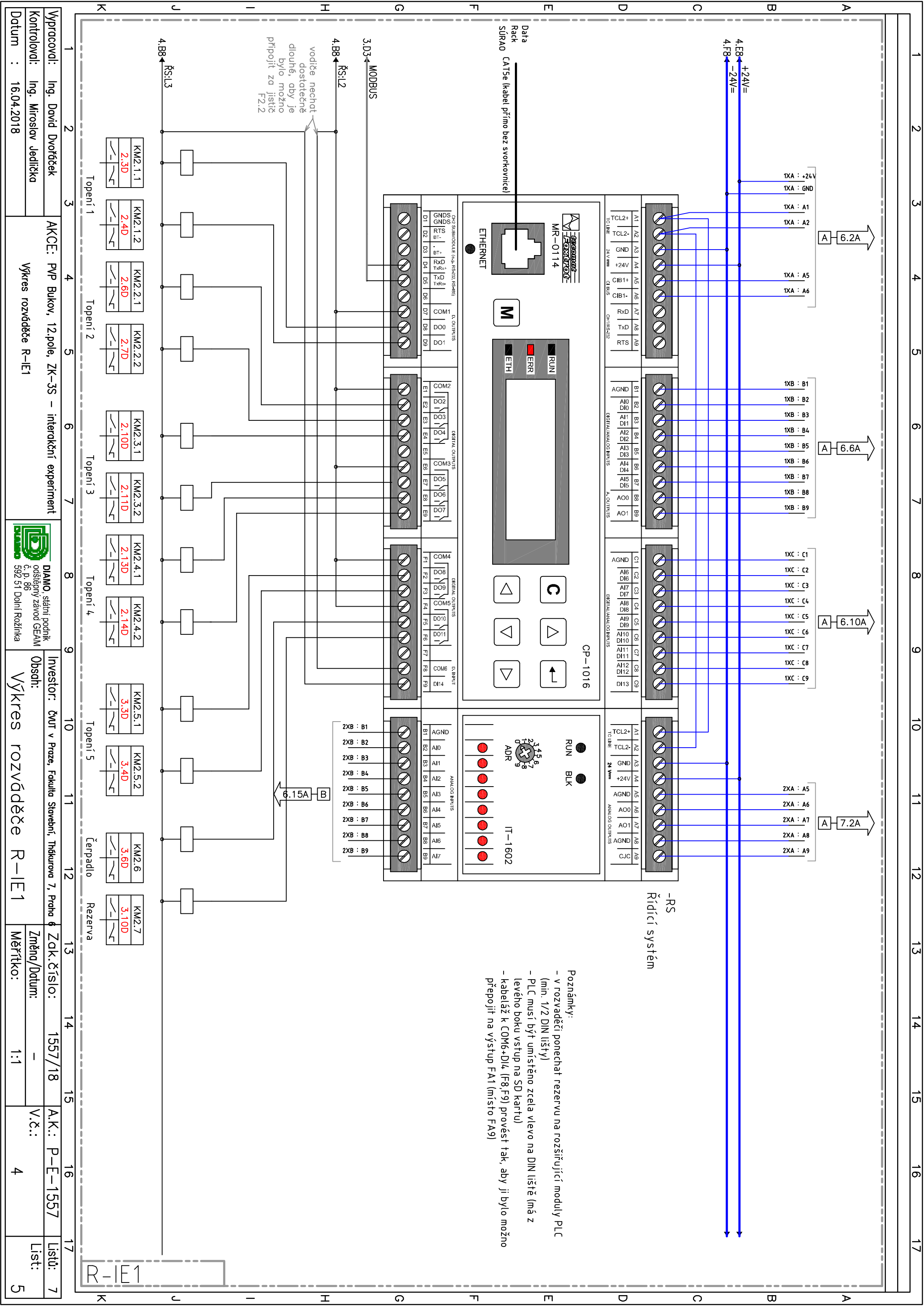
Vypracoval: Ing. David Dvořáček	AKCE: PVP Bukov, 12pole, ZK-3S - interakční experiment	 DIAMO, státní podnik odštěpený závod GEAM č.p. 86 592 51 Dolní Rožínka
Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička	Výkres rozváděče R-IE1	
Datum : 16.04.2018	Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6	Obsah: Výkres rozváděče R-IE1
	Zak.Číslo: 1557/18	Změna/Datum: -
	A.K.: P-E-1557	Měřítko: 1:1
	V.č.: 4	
	Listů: 7	List: 2



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Vpracoval: Ing. David Dvořáček			AKCE: PVP Bukov, 12pole, ZK-3S - interakční experiment			 DIAMO, státní podnik odštěpný závod GEAM č. p. 86 592 51 Dolní Rožínka			Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6			Zak. Číslo: 1557/18		A.K.: P-E-1557		Listů: 7	
Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička			Výkres rozváděče R-IE1						Obsah:		Změna/Datum: -		V.č.: 4		List: 3		
Datum : 16.04.2018									Výkres rozváděče R-IE1		Měřítko: 1:1						




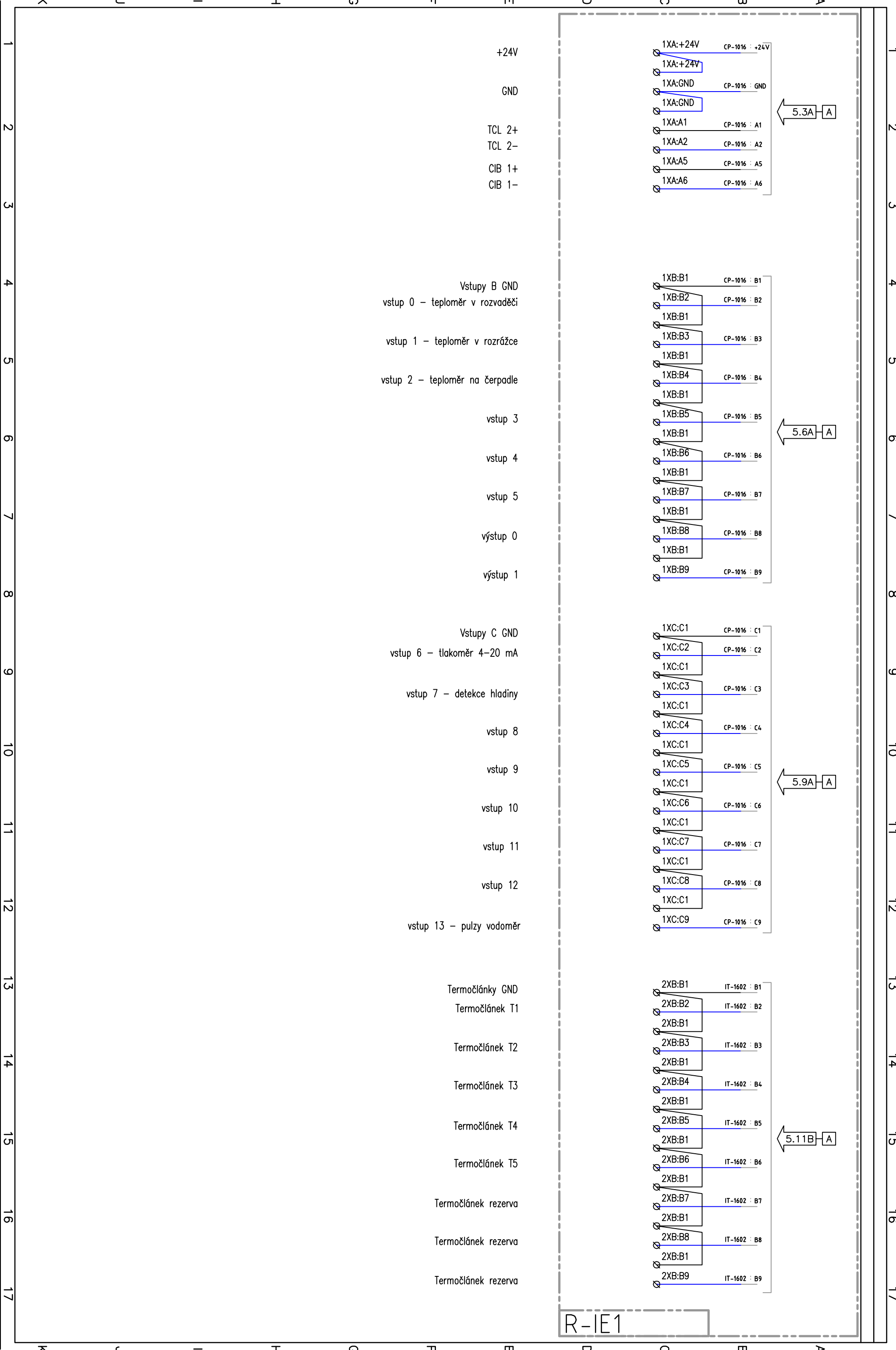
Vypracoval: Ing. David Dvořáček	AKCE: PVP Bukov, 12pole, ZK-3S - interakční experiment	DIAMO, státní podnik odštěpený závod GEAM č.p. 86 592 51 Dolní Rožínka	Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6	Změna/Datum: -	A.K.: P-E-1557	Listů: 7
Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička	Výkres rozváděče R-IE1		Obsah: Výkres rozváděče R-IE1	Měřítko: 1:1	V.č.: 4	List: 4
Datum: 16.04.2018						

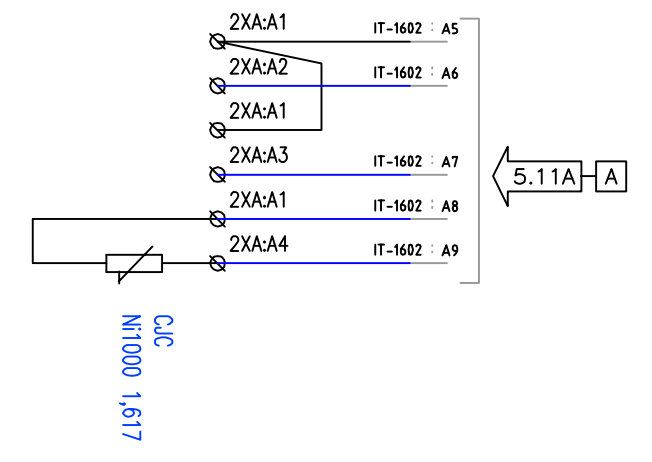


Poznámky:
 - v rozvaděči ponechat rezervu na rozšiřující moduly PLC (min. 1/2 DIN lišty)
 - PLC musí být umístěno zcela vlevo na DIN liště (ná z levého boku vstup na SD kartu)
 - kabeláž k COM5+D14 (F8,F9) provést tak, aby ji bylo možno přepojit na výstup FA1 (místo FA9)

Vypracoval:	Ing. David Dvořáček	AKCE:	PVP Bakov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment
Kontroloval:	Ing. Miroslav Jedlička	Výkres rozváděče:	R-IE1
Datum:	16.04.2018	Investor:	ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6
		Obsah:	Yvkres rozvadeče R-IE1
		Změna/Datum:	-
		Měřítko:	1:1
		Zak.Číslo:	1557/18
		A.K.:	P-E-1557
		V.č.:	4
		Seznam:	7
		Strana:	5


Vypracoval: Ing. David Dvořáček
 Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička
 Datum : 16.04.2018
 AKCE: PVP Bukov, 12pole, ZK-3S - interakční experiment
 Výkres rozváděče R-IE1

 DIAMO, státní podnik
 odštěpený závod GEAM
 č.p. 86
 592 51 Dolní Rožínka
 Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6
 Obsah: **Výkres rozváděče R-IE1**
 Změna/Datum: -
 Měřítko: 1:1
 Zák.Číslo: 1557/18
 A.K.: P-E-1557
 V.č.: 4
 Listů: 7
 List: 6

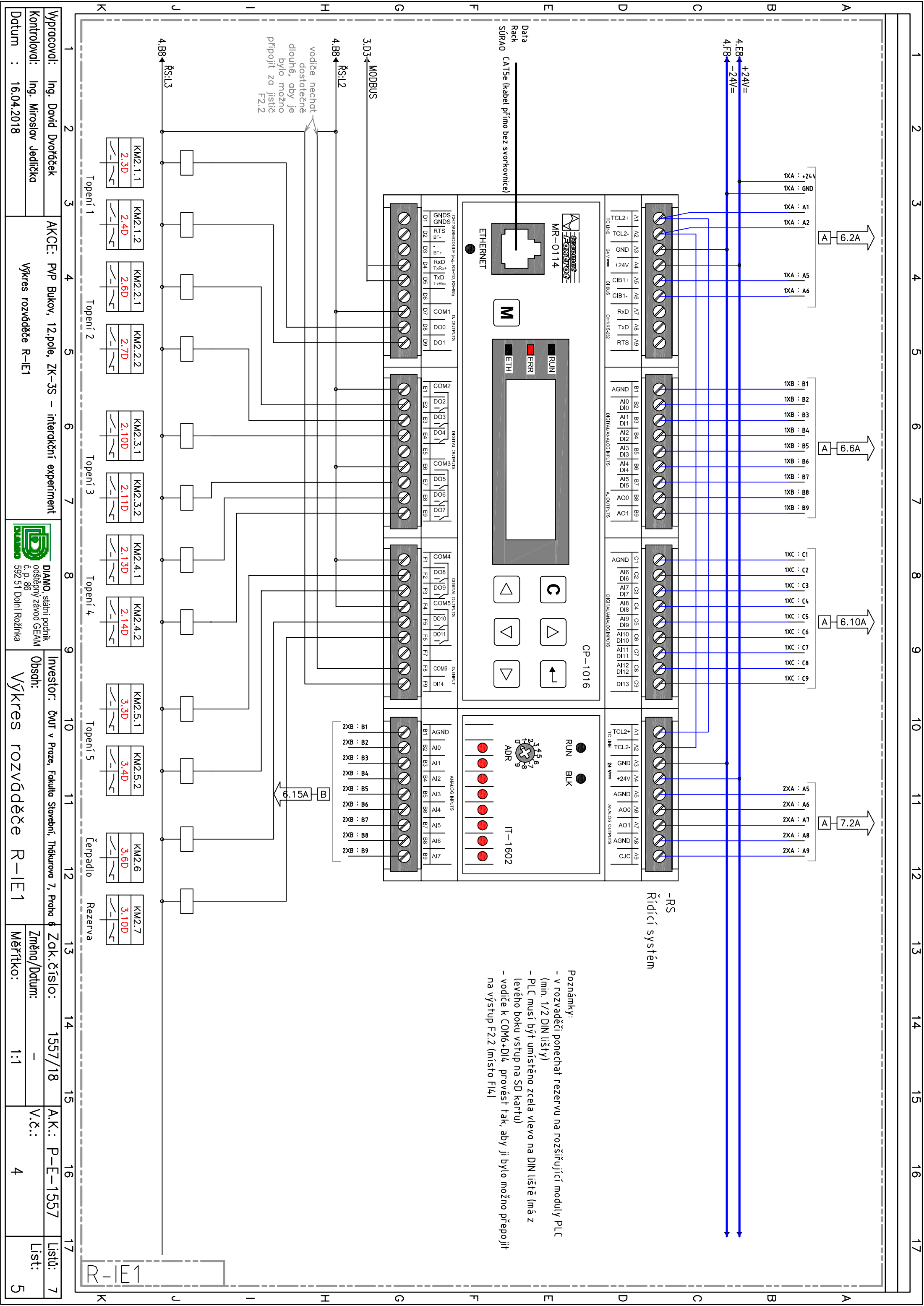




GND
Analogový výstup 1
Analogový výstup 2
CJC

R-IE1

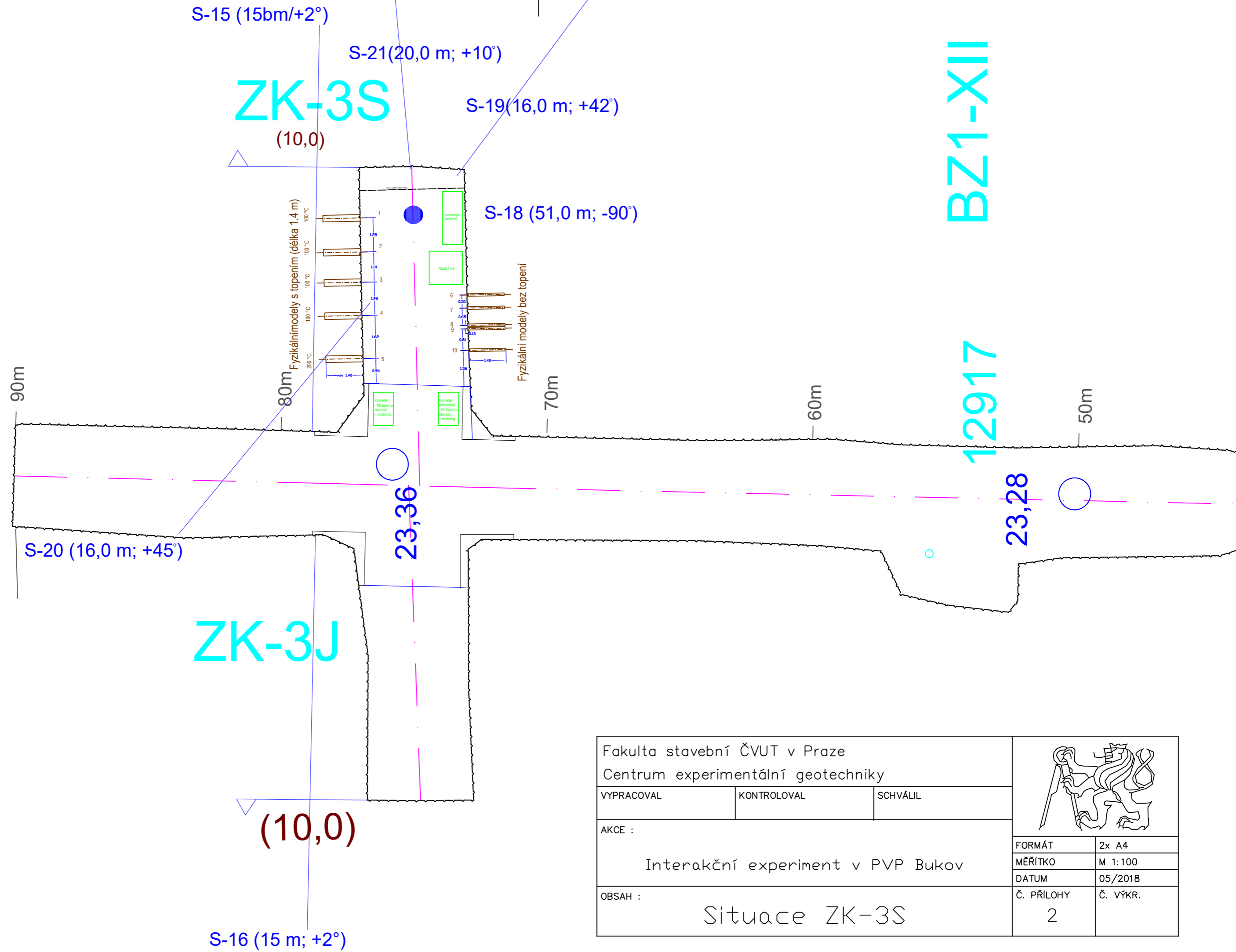
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vypracoval: Ing. David Dvořáček Kontroloval: Ing. Miroslav Jedlička Datum : 16.04.2018			AKCE: PVP Bukov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment Výkres rozváděče R-IE1				 DIAMO, státní podnik odštěpený závod GEAM č.p. 86 592 51 Dolní Rožinka		Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6 Obsah: Výkres rozváděče R-IE1			Zak.Číslo: 1557/18 V.č.: 4		Měřítko: 1:1 A.K.: P-E-1557 Listů: 7		



Poznámky:
 - v rozváděči ponechat rezervu na rozšiřující moduly PLC (min. 1/2 DIN lišty)
 - PLC musí být umístěno zcela vlevo na DIN liště (ná z levého boku vstup na SD kartu)
 - vodiče k COM6+DI4 provést tak, aby ji bylo možno připojit na výstup F2.2 (místo FI4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Výpracoval: Ing. David Dvořáček		AKCE: PVP Bakov, 12.pole, ZK-3S - interakční experiment		DIAMO, státní podnik odštěpený závod GEAM č.p. 86 592 51 Dolní Rožinka		Investor: ČVUT v Praze, Fakulta Stavební, Thákurova 7, Praha 6		Zak.Číslo: 1557/18		A.K.: P-E-1557		Listů: 7				
Kontrolovali: Ing. Miroslav Jedlička		Výkres rozváděče R-IE1		Obsah:		Změna/Datum: -		V.č.: 4		List: 5						
Datum : 16.04.2018				Výkres rozváděče R-IE1		Měřítko: 1:1										

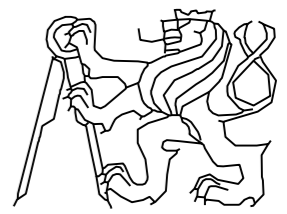
R-IE1



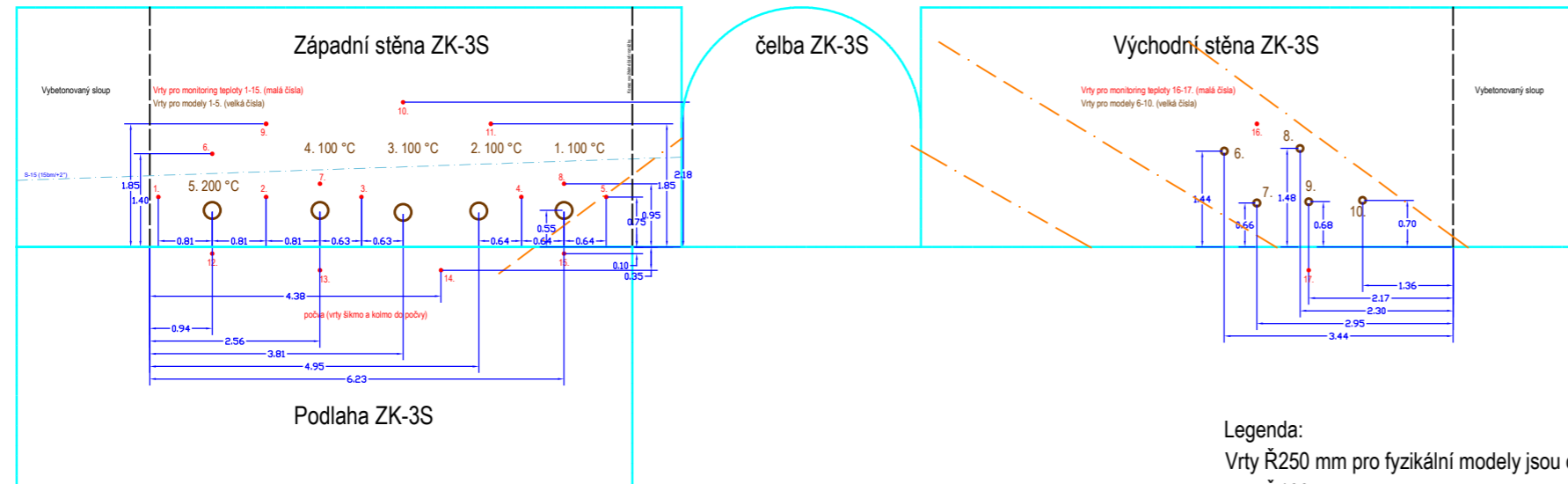
ZK-3S
(10,0)

ZK-3J
(10,0)

BZ1-XII
12917

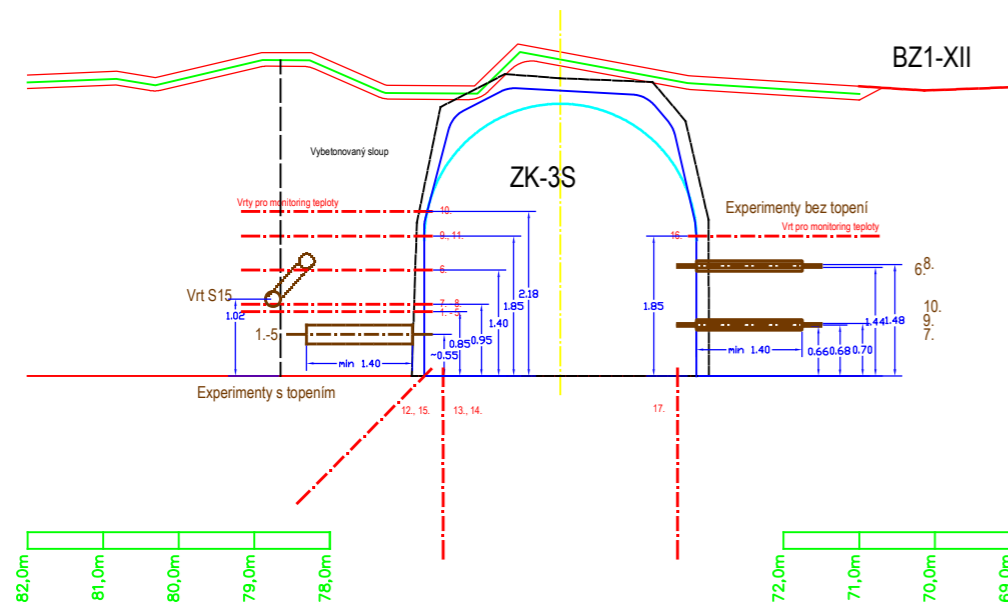
Fakulta stavební ČVUT v Praze Centrum experimentální geotechniky				
VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	SCHVÁLIL		
AKCE :			FORMÁT	2x A4
Interakční experiment v PVP Bukov			MĚŘÍTKO	M 1:100
			DATUM	05/2018
OBSAH :			Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.
Situace ZK-3S			2	

Rozvinutý pohled na stěny ZK-3S



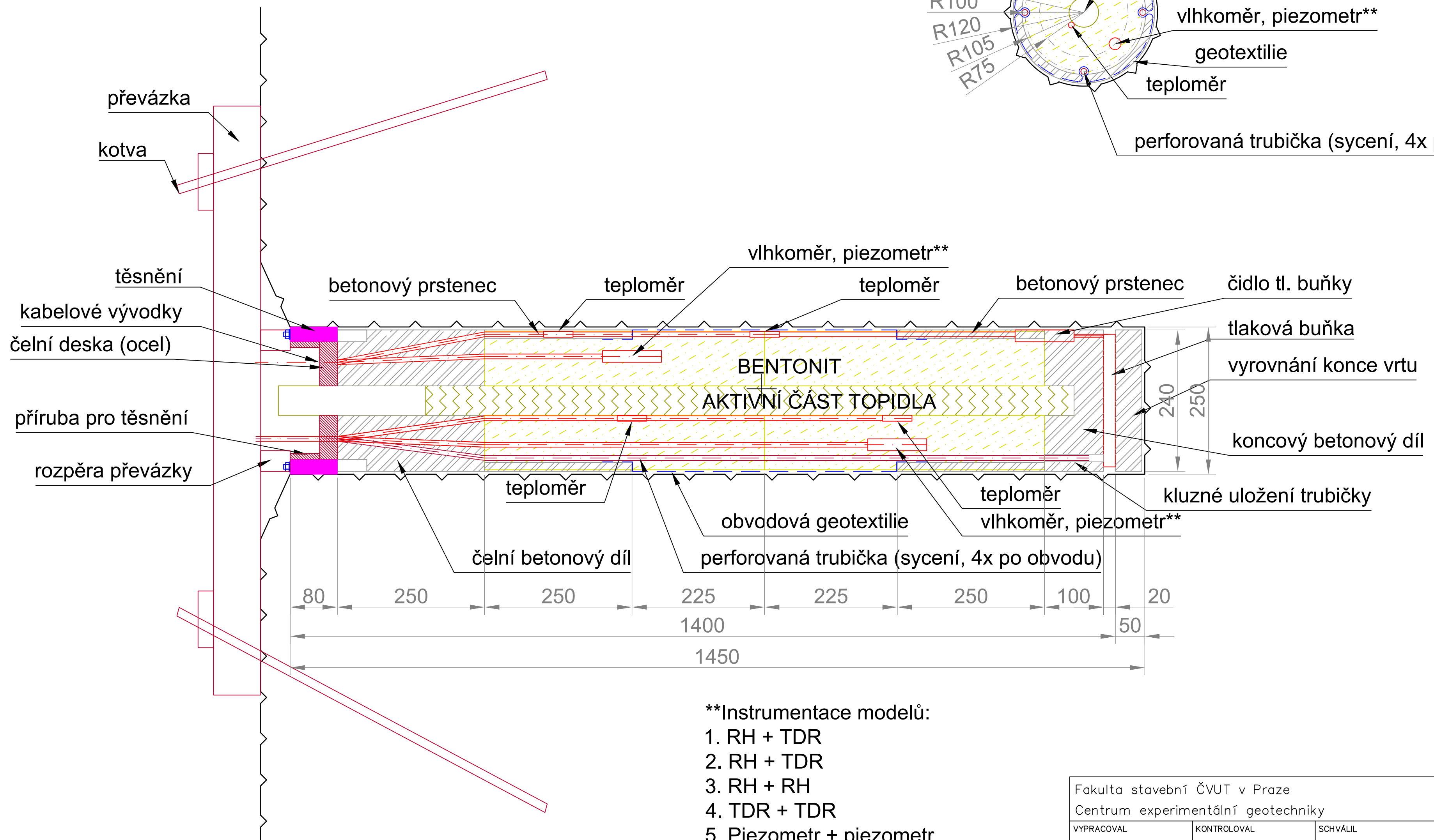
Legenda:
 Vrtý $\text{R}250 \text{ mm}$ pro fyzikální modely jsou označeny velkými čísly 1-10
 Vrtý $\text{R}100 \text{ mm}$ pro instrumentaci jsou označeny malými čísly 1-17
 - - - - - Orientační hranice geologických struktur

Pohled do ZK-3S z překopu



Fakulta stavební ČVUT v Praze Centrum experimentální geotechniky				
VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	SCHVÁLIL		
AKCE :			FORMÁT	2x A4
Interakční experiment v PVP Bukov			MĚŘÍTKO	M 1:100
OBSAH :			DATUM	05/2018
Rozvinutý pohled do ZK-3S			Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.
			3	

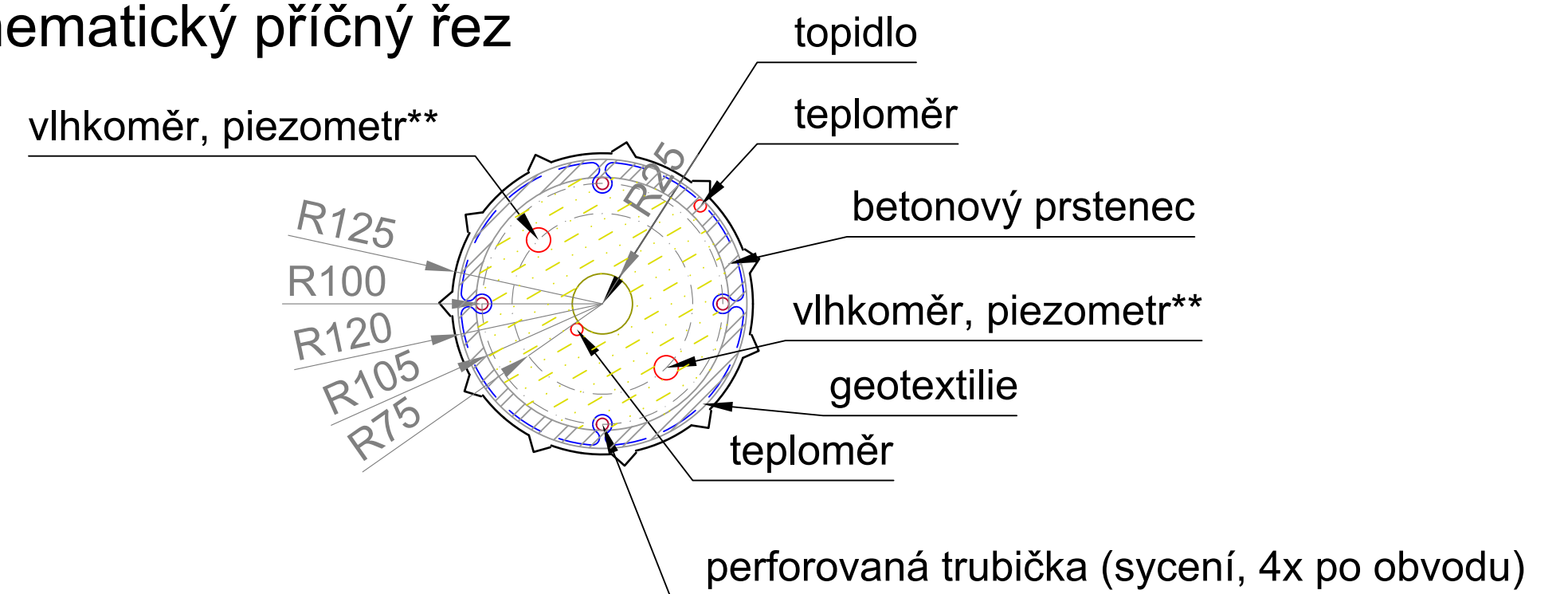
Schematický podélný řez

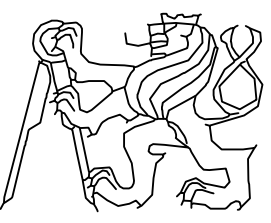


**Instrumentace modelů:

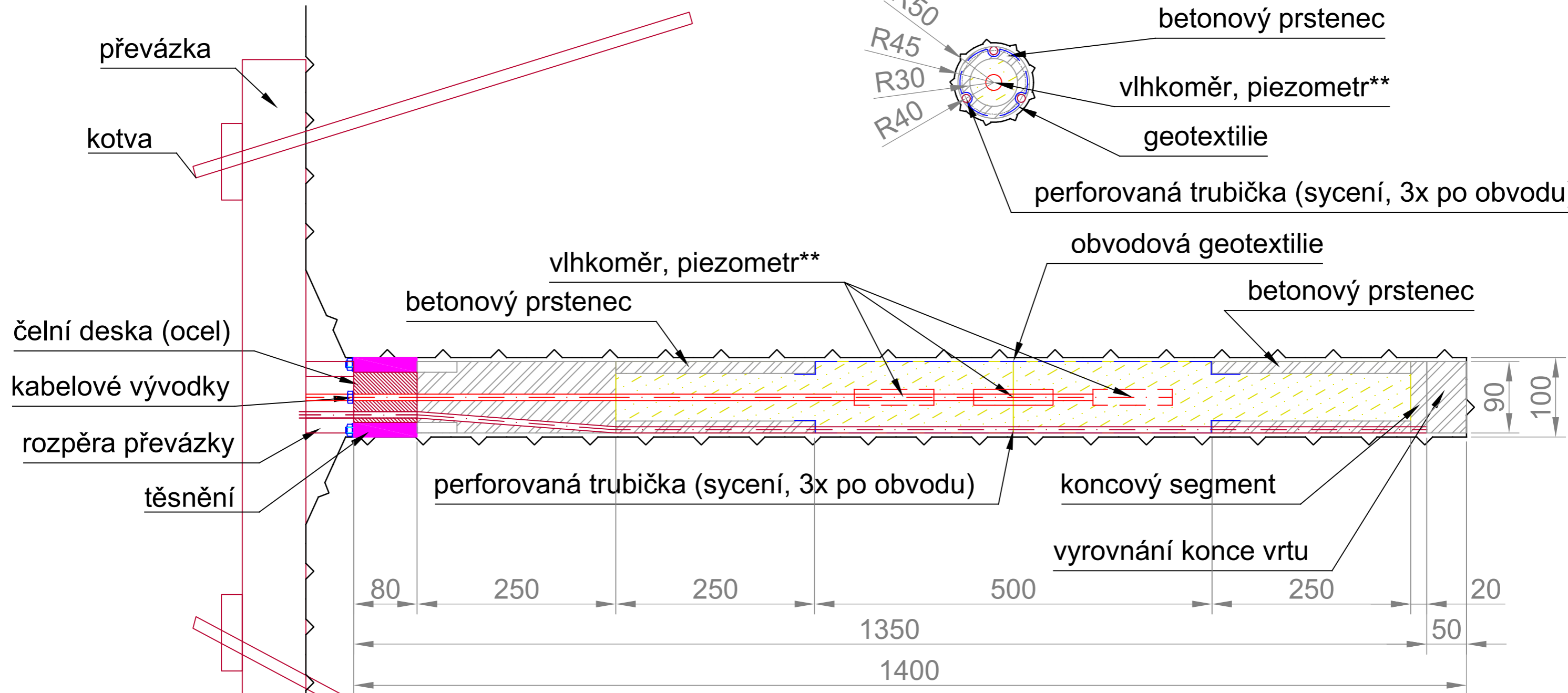
1. RH + TDR
2. RH + TDR
3. RH + RH
4. TDR + TDR
5. Piezometr + piezometr

Schematický příčný řez

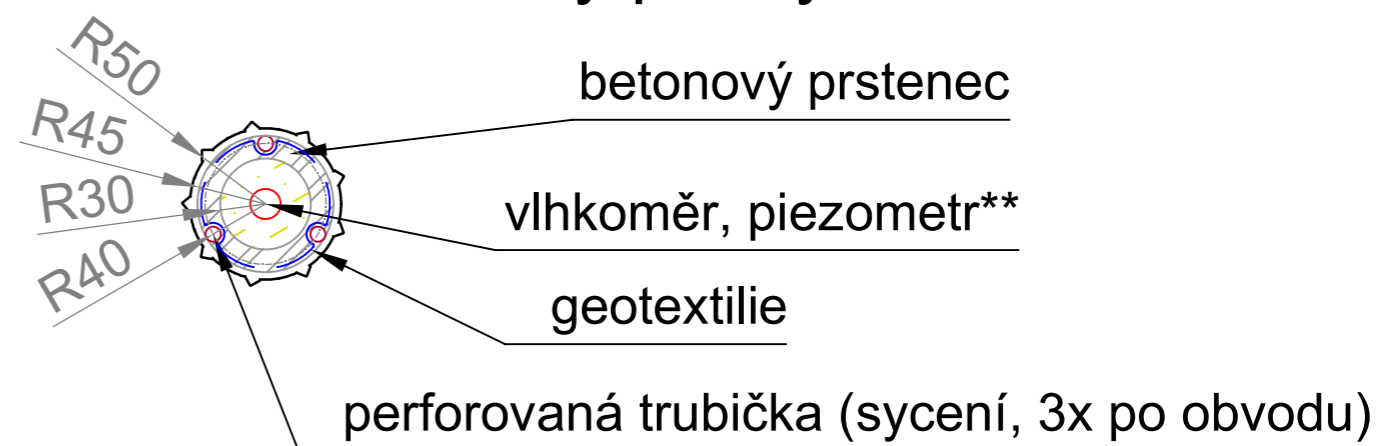


Fakulta stavební ČVUT v Praze										
Centrum experimentální geotechniky										
VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	SCHVÁLIL								
AKCE :										
Interakční experiment v PVP Bukov										
OBSAH :		<table border="1"> <tr> <td>FORMÁT</td> <td>4x A4</td> </tr> <tr> <td>MĚŘÍTKO</td> <td>M 1:5</td> </tr> <tr> <td>DATUM</td> <td>05/2018</td> </tr> <tr> <td>Č. PŘÍLOHY</td> <td>Č. VÝKR.</td> </tr> </table>	FORMÁT	4x A4	MĚŘÍTKO	M 1:5	DATUM	05/2018	Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.
FORMÁT	4x A4									
MĚŘÍTKO	M 1:5									
DATUM	05/2018									
Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.									
Řezy fyzikálním modelem 6-10		4								

Schematický podélný řez

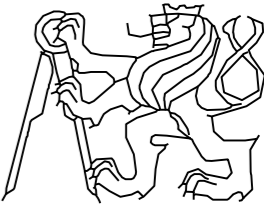


Schematický příčný řez



**Instrumentace modelů:

- 6. RH + TDR
- 7. RH + TDR
- 8. RH
- 9. TDR
- 10. Piezometr

Fakulta stavební ČVUT v Praze Centrum experimentální geotechniky				
VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	SCHVÁLIL		
AKCE :			FORMÁT	2x A4
Interakční experiment v PVP Bukov			MĚŘÍTKO	M 1:5
			DATUM	05/2018
OBSAH :			Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.
Řezy fyzikálním modelem 6-10			5	

Seznam instrumentace připojené do měřicího systému

Příloha č.6 realizačního projektu

model/vrt	číslo	typ čidla	poloha	typ	veličina	jednotka	vstup systému
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
	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
	1.32				teplota	°C	
	1.33				permitivita		
	1.34				EC		
1.41	tlaková buňka	konec experimentu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	kPa	VW 1	
1.42				teplota	°C		VW analog
1.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW 2	
1.52				teplota	°C		VW analog
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
	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
	2.32				teplota	°C	
	2.33				permitivita		
	2.34				EC		
2.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	kPa	VW 3	
2.42				teplota	°C		VW analog

	2.51	piezometr	zhlaví	4500H -1MPa	tlak	kPa	VW	4
	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
	3.22				teplota	°C		
	3.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3		
	3.31	RH	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	4
	3.32				teplota	°C		
	3.33				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3		
	3.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	kPa	VW	5
3.42		teplota			°C	VW analog		
3.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	6	
3.52				teplota	°C	VW analog		

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
	4.22				teplota	°C		
	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
	4.32				teplota	°C		
	4.33				permitivita			
	4.34				EC			
	4.41	tlaková buňka	konec modelu, kontakt s vyrovnávkou čela vrtu	4810-5MPa	tlak	kPa	VW	7
	4.42				teplota	°C		

	4.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	8
	4.52				teplota	°C	VW analog	

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	kPa	VW	9
	5.22				teplota	°C	VW analog	
	5.31	piezometr	1/2 mezi topidlem a skálou, 3/4 délky bentonitové náplně	4500HT-2MPa	tlak	kPa	VW	10
	5.32				teplota	°C	VW analog	
5.51	piezometr	zhlaví	4500H -2MPa	tlak	kPa	VW	11	
5.52				teplota	°C	VW analog		

FM06	6.21	RH	v ose modelu, 1/3 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	5
	6.22				teplota	°C		
	6.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3		
	6.31	TDR	v ose modelu, 2/3 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	5
	6.32				teplota	°C		
	6.33				permitivita			
	6.34				EC			
	6.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	12
6.52				teplota	°C	VW analog		

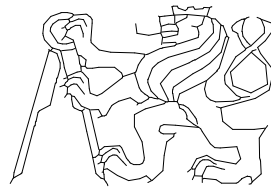
FM07	7.21	RH	v ose modelu, 1/3 délky bentonitové náplně	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	6
	7.22				teplota	°C		
	7.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3		
	7.31	TDR	v ose modelu, 2/3 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	6
	7.32				teplota	°C		
	7.33				permitivita			
	7.34				EC			
	7.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	13

	7.52				teplota	°C	VW analog		
FM08	8.21	TDR	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	7	
	8.22				teplota	°C			
	8.23				permitivita				
	8.24				EC				
	8.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	14	
	8.52				teplota	°C	VW analog		
FM09	9.21	TDR	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	5TE	vlhkost	%	SDI-12	8	
	9.22				teplota	°C			
	9.23				permitivita				
	9.24				EC				
	9.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	15	
	9.52				teplota	°C	VW analog		
FM10	10.21	piezometr	v ose modelu, 1/2 délky bentonitové náplně	4500S-1MPa	tlak	kPa	VW	16	
	10.22				teplota	°C	VW analog		
	10.51	piezometr	zhlaví	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	17	
	10.52				teplota	°C	VW analog		
	---	0.21	RH	rozrážka u rozvaděče měřicího systému	EE071	relativní vlhkost vzduchu	%	RS485	7
		0.22				teplota	°C		
	0.23				absolutní vlhkost vzduchu	g/m3			
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 nebo S20	119.11	piezometr	ústí vrtu	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	18
	119.12				teplota	°C	VW analog	
---	120.11	piezometr	rezerva	4500H-1MPa	tlak	kPa	VW	19
	120.12				teplota	°C	VW analog	

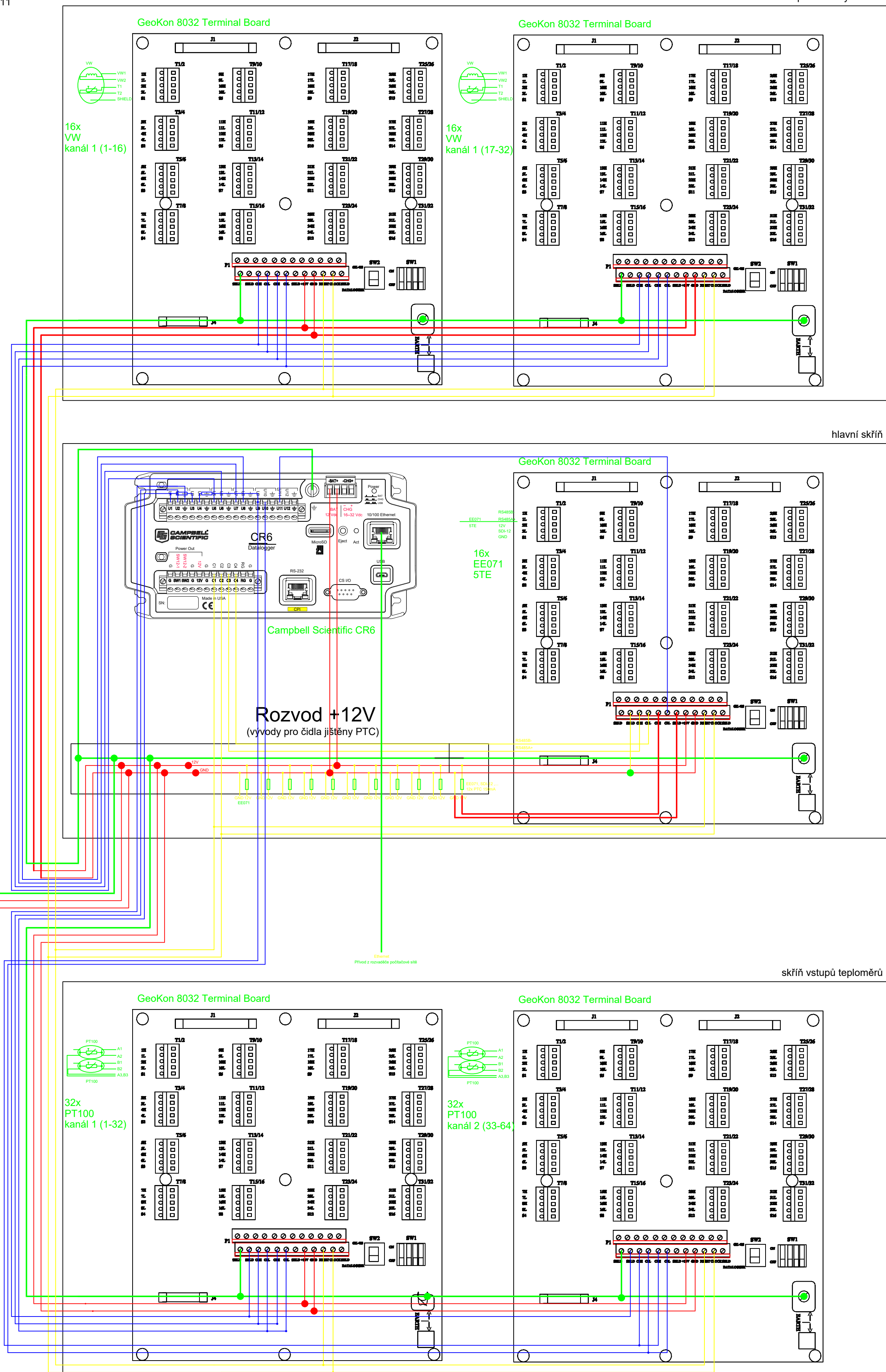
Legenda: FM - Fyzikální model
MV - Měřicí vrt

Fakulta stavební ČVUT v Praze Centrum experimentální geotechniky				
VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	SCHVÁLIL		
AKCE :			FORMÁT	
Interakční experiment v PVP Bukov			MĚŘITKO	
			DATUM	05/2018
OBSAH :			Č. PŘÍLOHY	Č. VÝKR.
Seznam instrumentace MS			6	

Rozvaděč měřicího systému

3x Hensel Mi 90410/90411

skříň vstupů strunových čidel



- Poznámky:**
- skříňe ze systému Hensel Mi
 - samostatné skříňe nebo sestava - skříňe vedle sebe nebo nad sebou (s vnitřními propoji) dle podmínek na místě
 - vývodky pouze ze spodu
 - napájení přivedeno z hlavního rozvaděče IE
 - datová síť přivedena z racku SÚRAO

Fakulta stavební ČVUT v Praze
Centrum experimentální geotechniky

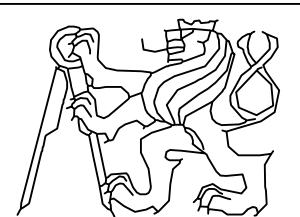
VYPRACOVAL KONTROLOVAL SCHVÁLIL

AKCE :

Interakční experiment v PVP Bukov

Obsah :

Rozvaděč měřicího systému



FORMÁT 4x A4

MĚŘÍTKO M 1:2

DATUM 05/2018

Č. PŘÍLOHY Č. VÝKR.

7