

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Počítače náprav na „Studentské experimentální trati“
ve VVCD Doubravice

Bc. Kryštof ŠLECHTA

Diplomová práce

2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kryštof Šlechta**
Osobní číslo: **D15456**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Elektrotechnické a elektronické systémy v dopravě**
Název tématu: **Počítače náprav na "Studentské experimentální trati" ve VVCD Doubravice.**
Zadávající katedra: **Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rešerše počítačů náprav.
2. Definovat požadavky na počítače náprav pro "Studentskou experimentální trať" ve VVCD Doubravice.
3. Návrh instalace a realizace počítačů náprav včetně napájení.
4. Ověření funkčnosti a testování
5. Ověření atributu bezpečnosti a spolehlivosti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Technická dokumentace k čidlům počítačů náprav - AŽD
2. Technická dokumentace k čidlům počítačů náprav - FRAUSCHER
3. Technická dokumentace k čidlům počítačů náprav - STARMON
4. Příručka zabezpečovací techniky. Křeček Stanislav
5. Porovnání vlastností počítačů náprav. Bakalářská práce Jindřich Červený
6. TNŽ 34 5542 - Značky pro situační schémata železničních zabezpečovacích zařízení
7. TNŽ 34 2602 - Pravidla pro kreslení schéma železničních zabezpečovacích zařízení
8. Platné technické normy ČD.


Vedoucí diplomové práce:

Ing. Karel Dvořák


Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě

Datum zadání diplomové práce: **27. října 2016**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2017**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


Ing. Dušan Čermák, Ph.D.
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 6. dubna 2017

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury. Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

Tato diplomová práce byla realizována s využitím technologií Výukového a výzkumného centra v dopravě.

V Pardubicích dne 19. 05. 2017

Kryštof Šlechta

I hereby declare:

This thesis was prepared separately. All the literary sources and the information I used in the thesis are listed in the bibliography.

I was familiar with the fact that rights and obligations arising from the Act No. 121/2000 Coll., Copyright Act, apply to my thesis, especially with the fact that the University of Pardubice has the right to enter into a license agreement for use of this thesis as a school work pursuant to § 60, Section 1 of the Copyright Act, and the fact that should this thesis be used by me or should a license be granted for the use to another entity, the University of Pardubice is authorized to claim from me a reasonable contribution to cover the costs incurred during the making of the thesis, according to the circumstances up to the actual amount thereof.

I agree with the reference-only disclosure of my thesis in the University Library.

This work has been accomplished by using technologies of the Educational and Research Centre in Transport.

In Pardubice on 19. 05. 2017

Kryštof Šlechta

Poděkování

Poděkovat bych v první řadě chtěl vedoucímu mé práce panu Ing. Karlu Dvořákovi za neocenitelné rady, odbornou práci a zejména čas, jenž nad mojí prací strávil. Velké díky právem náleží panu Ing. Petru Sýkorovi za odborný dozor při realizaci. Dále bych chtěl poděkovat firmě CONTEG, která nám v rámci spolupráce poskytla venkovní rozvaděč a firmě AŽD, která zapůjčila jednotku ACS2000 od německé firmy Frauscher společně s kolovými detektory RSR180 též od firmy Frauscher. Jmenovitě děkuji jednateli firmy CONTEG panu Ing. Janu Kratochvílovi za ochotu a vstřícnost při úpravách vnitřku rozvaděče. Za firmu AŽD děkuji panu Ing. Jiřímu Macounovi za organizační stránku zapůjčení jednotky a panu Ing. Jiřímu Uhlířovi za odborné rady a kontrolu při ožívování jednotky počítače náprav. Bez štědrosti těchto dvou firem by nebylo možné práci z finančních důvodů realizovat. V poslední řadě mé díky patří rodině a přítelkyni, která mi byla psychickou oporou po celý čas studia a přátelskému kolektivu akademických pracovníků Katedry elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě za ochotu podělit se o své vědomosti a zkušenosti po celou dobu studia.

Anotace

Diplomová práce se v úvodu věnuje teoretickému rozboru technologie počítačů náprav používaných Správou železniční dopravní cesty na území České republiky. Další kapitoly jsou věnovány návrhu aplikace počítačů náprav pro experimentální pracoviště ve VVCD Doubravice. Finální kapitoly se zabývají realizací, oživením a měřením navržené sestavy na experimentálním železničním polygonu.

Klíčová slova

Detekce dvojkolí, jednotka počítače Frauscher ACS2000, počítač náprav RSR180, VVCD Doubravice

Title

Axle counters on „Student experimental rails“ on VVCD Doubravice

Annotation

The diploma thesis begins with the theoretical description of the axle counter technology used by The Railway Infrastructure Administration, state organization in Czech Republic. Further chapters talk counters application design for the experimental railway facility in Educational and Research Centre in Transport, Doubravice. Last chapters focus on the installation itself, deployment and measurements taken on the designed set attached to the experimental facility.

Keywords

Wheel detection, Axle counter unit Frauscher ACS2000, Axle counter RSR180, VVCD Doubravice

Obsah

1	Úvod	11
2	Rešerše vlastností jednotlivých typů počítačů náprav	13
2.1	Počítač náprav Alcatel 6221- A3	13
2.1.1	Technické parametry.....	13
2.1.2	Struktura systému	14
2.1.3	Vnější část.....	15
2.1.4	Vnitřní část.....	16
2.2	Počítač náprav AZF.....	18
2.2.1	Technické parametry.....	18
2.2.2	Struktura systému	18
2.2.3	Vnější část.....	19
2.2.4	Vnitřní část.....	22
2.3	Počítač náprav Starmon PNS-03.....	24
2.3.1	Technické parametry.....	24
2.3.2	Struktura systému	25
2.3.3	Vnější část.....	25
2.3.4	Vnitřní část.....	26
2.4	Počítač náprav PZN-1	28
2.4.1	Technické parametry.....	29
2.4.2	Struktura systému	29
2.4.3	Vnější část.....	30
2.4.4	Vnitřní část.....	31
2.5	Počítač náprav ACS2000	33
2.5.1	Technické parametry.....	33
2.5.2	Struktura systému	34
2.5.3	Vnější část.....	34
2.5.4	Vnitřní část.....	34

3	Definování požadavků na počítače náprav pro “Studentskou experimentální trať” ve VVCD Doubravice	37
3.1	Požadavek na výuku ZZT	37
3.2	Požadavek bezpečnosti před úrazem elektrickým proudem	37
3.3	Požadavek spolehlivosti	38
3.4	Požadavek na flexibilitu pro případné rozšíření projektu	38
3.5	Požadavek na odolnost při poruchových stavech.....	38
3.6	Požadavek nízkonákladovosti projektu.....	38
4	Návrh instalace a realizace počítače náprav včetně napájení	40
4.1	Projekce vnitřní rozvaděčové části.....	40
4.1.1	Návrh konfigurace jednotky počítače náprav.	40
4.1.2	Návrh napájení.....	41
4.1.3	Propojení vnější kabelizace s vnitřní částí.....	42
4.1.4	Propojení WAGO svorkovnice a jednotky počítače náprav	43
4.1.5	Svorkovnice PE a N.....	44
4.1.6	Organizace pater rozvaděče R1	44
4.2	Projekce vnější části.....	45
4.2.1	Montáž na stojinu kolejnice.....	45
4.2.2	Montáž na patu kolejnice.....	46
4.2.3	Vzniklý problém s montáží kolového senzoru	46
4.3	Realizace vnější části	47
4.3.1	Kabelový rozvaděč + úpravy terénu	47
4.3.2	Montáž kabelových závěrů, založení vnějších kabelů a zemnicí pásoviny	48
4.3.3	Montáž přípravků a senzorů RSR 180	48
4.3.4	Nastavení správné polohy senzoru vůči temenu kolejnice	49
4.4	Realizace vnitřní části – rozvaděč R1	50
4.4.1	Napájení R1	50
4.4.2	Přechod mezi vnitřní a vnější kabelizací	51

5	Ověření funkčnosti a testování	52
5.1	Oživení napájení.....	52
5.2	Nastavení jednotky ACS2000	52
5.2.1	Propojení bodu PB2	52
5.2.2	Nastavení přepínačů DIP1 a DIP1' pro KÚ1 a KÚ2	53
5.2.3	Nastavení přepínačů DIP2 a DIP2' pro KÚ1 a KÚ2	53
5.3	Zapojení tabla výstupů	54
5.4	Postup oživování, nastavení a přezkoušení funkčnosti systému	54
5.5	Měření a nastavení jednotek IMC	55
5.5.1	Měření proudů systémových cívek SYS1 a SYS2.....	55
5.5.2	Měření napětí kolového detektoru	56
5.5.3	Naladění jednotky IMC	56
5.5.4	Indikace poruchových stavů jednotky IMC.....	56
5.6	Prověření funkčnosti celého systému (zkouška započítávání).....	57
6	Ověření atributu bezpečnosti a spolehlivosti.....	59
6.1	Měření zemního stavu rozvaděče R1	59
6.2	Měření izolačních odporů rozvaděče R1	59
6.3	Testovací podvozek.....	60
6.4	Měření vlivu prostoru na spolehlivou činnost kolových senzorů	62
6.5	Simulace poruchových stavů.....	64
6.5.1	Význam indikací na jednotce ACB	65
6.6	Testování parametru spolehlivosti	73
7	Závěr.....	74
8	Seznam použité literatury	76
9	Seznam obrázků.....	78
10	Seznam tabulek	80
11	Seznam příloh	81

1 Úvod

Na železničních tratích na území České republiky, které jsou pod Správou železniční dopravní cesty (SŽDC), je v současné době provozováno více systémů detekce kolejových vozidel. Počítače náprav jsou jedna z možností dohlížení stavu volnosti úseku. Své uplatnění našly hlavně mimo koridorové tratě (zde se nadále používají kolejové obvody). Počítače náprav se využívají hlavně pro izolované provozy SZZ a PZZ, ale stejně tak dobře je lze použít v blokovém provozu TZZ. Také se často využívají jako provizorní prostředky pro dohlížení úseků při modernizacích železničních stanic. Výhodou počítačů náprav oproti kolejovým obvodům je hlavně snadná údržba systému společně s nízkými nároky na kvalitu železničního svršku. Aktuálně se nejčastěji instaluje systém ACS2000 od německé firmy Frauscher.

Hlavní náplní mé diplomové práce byl návrh a realizace traťového úseku osazeného právě počítači náprav. Instalace proběhla na "Studentské experimentální trati" v areálu VVCD Doubravice. Nasazená technologie plní zejména funkci demonstrační pro výukové účely. Náplň jednotlivých bloků diplomové práce je uvedena v následujících odstavcích.

První blok se zabývá hlavně rešerší jednotlivých technologií počítačů náprav používaných na území České republiky. Podrobně jsou rozebrány parametry a odlišnosti vnitřních i vnějších prvků jednotlivých systémů. Dále jsou zde uvedeny ukázky struktur jednotlivých systémů.

Druhá kapitola rozebírá vznik a parametry doubravické dráhy. Následuje stanovení základních požadavků, které by měla finální realizace splňovat. Hlavními požadavky jsou bezpečnost a spolehlivost celé instalace. Dále vzhledem k zamýšlené implementaci do hodin výuky zabezpečovací techniky musí zařízení pro studenty plnit i funkci demonstrační. Společně s tím musí být zajištěna bezpečnost před úrazem elektrickým proudem a ochrana samotného zařízení. Posledním požadavkem byly náklady na projekt, které bylo nutné udržet z důvodu nízkého rozpočtu katedry na co nejnižší úrovni.

Třetí část diplomové práce je věnována návrhu, projekci a realizaci výukového a měřicího pracoviště. Při projekci muselo být počítáno s případnou návazností na další projekty. Projekce se věnuje návrhu rozdělení trati na jednotlivé úseky a z toho vyplývající požadavky na konfiguraci jednotky počítače náprav a venkovních prvků. Dále se zabývá zajištěním potřebného napájení pro jednotku PN a zásuvky vedlejších spotřeb. Dále pak je popsán průběh samotné realizace.

Čtvrtý blok si bere na starost správné nastavení (zejména jednotky PN) a oživení celého pracoviště společně se zajištěním nejvyšší možné funkčnosti systému. Popsán zde je atypický způsob instalace kolových detektorů na důlní kolejnici, výška kolejnice je pouhých 80 mm.

Pátá kapitola je věnována finálnímu měření vlivu polohy senzoru RSR180 vůči snímanému nákolku. Dále je zde provedena simulace poruchových stavů. Probrán je průběh a signalizace zejména provozních poruch společně s popisem, jak poruchový stav odstranit. Zaznamenané průběhy poruchových stavů jsou porovnávány s kódy poruchových stavů uvedených v příslušné dokumentaci.

V závěru práce jsou shrnuté dosažené poznatky získané při realizaci projektu. Dále jsou zde uvedeny návrhy na zlepšení celkové spolehlivosti funkce systémového celku.

2 Rešerše vlastností jednotlivých typů počítačů náprav

2.1 Počítač náprav Alcatel 6221- A3

Systém byl vyvíjen v letech 1991-1992 firmou ALCATEL Austria AG. Pro použití v ČR byl schválen 18. 12. 1992 provozovatelem drážní infrastruktury SŽDC s.o. Jde o elektronický systém pro bezpečné hlášení volnosti dohlížených kolejových úseků. Jeden počítač náprav umožňuje sledování až osmi úseků. Na kolejnici jsou umístěny dvojité kolejnicové kontakty. Každý počítací bod je pomocí dvoužilového vedení spojen s vyhodnocovací jednotkou. Konstrukce principem odpovídá čítači impulsů pracujícím v reálném čase. Při detekci projetí dvojkolí je hodnota čítače inkrementována o jedničku. Naopak při vyjíždění vozidla z počítaného úseku je hodnota postupně dekrementována, aby mohl být úsek považován za volný. Hodnota čítače musí být na hodnotě 0. Hodnota o stavu volnosti je dále předávána reléovou vazbou k dalším vrstvám zabezpečovacího zařízení.

2.1.1 Technické parametry

Technické parametry pro počítač náprav Alcatel 6221-A3 jsou uvedeny v tabulce 1

Napájecí napětí:	24V _{DC} (36 V _{DC} , 48 V _{DC} , 60 V _{DC}) +20% -10%
Příkon:	360 W (pro maximální konfiguraci)
Pracovní frekvence	4150 Hz, 5060 Hz pro přenos 30 kHz pro snímač SK-30
Pracovní teplota:	-40 °C až +80 °C (pro vnější zařízení) -5 °C až +50 °C (pro vnitřní zařízení)
Elektrické krytí:	IP 67 (pro vnější zařízení)
Maximální vzdálenost počítacího bodu:	15 km (pro dálkové napájení) 30 km (pro místní napájení)
Maximální počet náprav:	511 náprav
Maximální rychlost:	300 km/h
Pravděpodobnost chyby:	2*10 ⁻⁶ náprav
Propojovací kabel:	Párový kabel

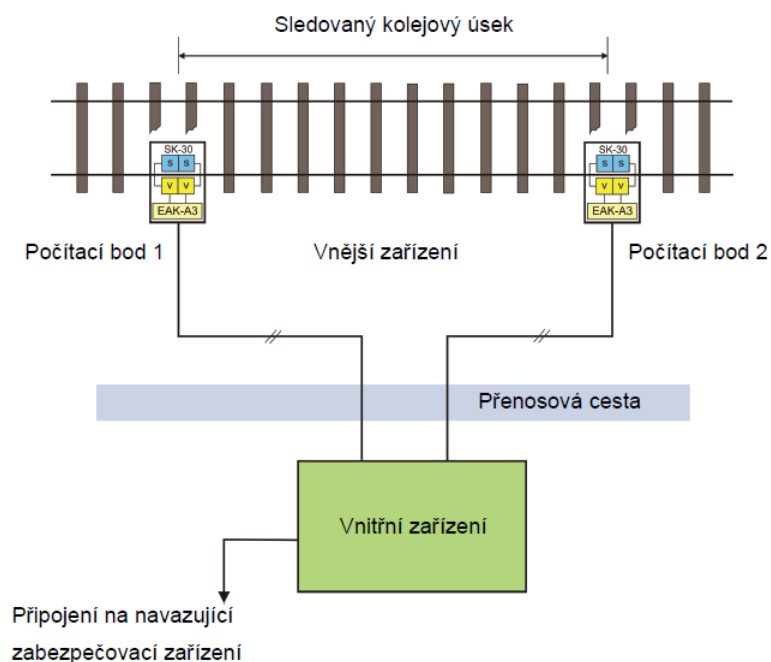
Tabulka 1 Technické parametry Alcatel 6221-A3 [15]



Obrázek 2-1 Snímač SK-30 a vyhodnocovací jednotka EAA-3 [16]

2.1.2 Struktura systému

Minimální možná konfigurace pro jeden úsek se skládá z vnější a vnitřní výzbroje. Vnější výzbrojí jsou pro jednotky Alcatel dva senzory SK-30. Senzor je umístěn na kolejnici. Snímač počtu náprav je zapojen do skřínky kolejového uzávěru EAK-A3, odkud je pomocí párového kabelu spojen s vnitřním zařízením. EAK-A3 dále obsahuje impulsní zesilovač a konektorový vývod pro měřicí účely.



Obrázek 2-2 Příklad struktury počítače náprav pro přímý úsek [15]

Po přenosovém zařízení (pár vodičů) jsou vysílány dvě frekvence. Maximální vzdálenost pro napájení vnější části od vnitřní je 15 km. Pro větší vzdálenosti musí být použito externí napájení počítačového bodu.

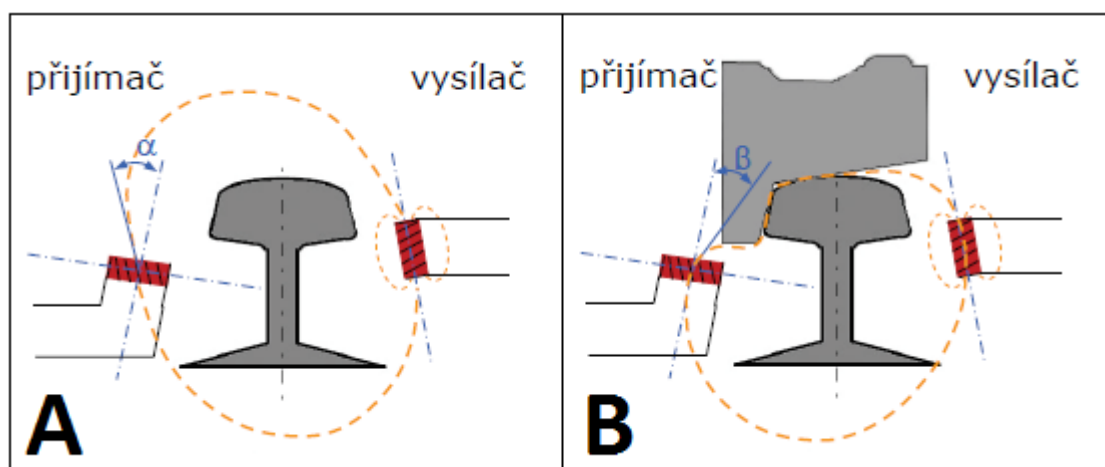
Vnitřní zařízení je tvořeno vyhodnocovací jednotkou EAA-A3, tato jednotka zpracovává signály od počítačích bodů. Jednotka je složena z elektronických obvodů, které zajišťují zesílení, dekódování a zpracování přenášené informace. Výstupem z této jednotky je bezpečná informace, která je zajištěna pomocí reléové vazby.

2.1.3 Vnější část

Venkovní část tohoto systému je složena ze snímačů SK-30 a připojovacích skříní EAK-A3. Každému snímači náleží jedna připojovací skříň.

- **Bodový snímač SK-30**

Kolejnicový snímač se zpravidla instaluje ve dvojitém provedení. Díky tomu je umožněno rozlišení projížděného směru. Samotný snímač je tvořen vysílací a přijímací částí. Vysílací část vytváří elektromagnetické pole, které pod definovaným úhlem dopadá na přijímací část.



Obrázek 2-3 Princip činnosti počítačícího bodu SK-30 76[15]

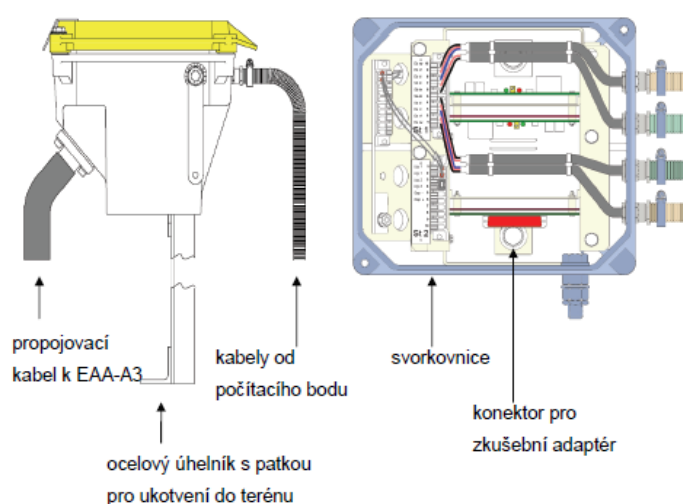
Na obrázku 2-3 můžeme vidět, jak prochází siločáry počítačím bodem v případě, že nad snímačem není přítomno dvojkolí. Na stejném obrázku v části B můžeme sledovat deformaci magnetického pole v situaci, kdy je nad počítačím bodem přítomno dvojkolí železničního vozidla. Přijímací část tedy vyhodnocuje, pod jakým úhlem do snímací cívky magnetický tok vstupuje. Dle toho je detekována přítomnost dvojkolí.

Při konstruování snímače se již počítalo i s přítomností jak aktivních, tak pasivních kolejnicových brzd. Snímač je konstruován tak, aby přítomnost magnetické kolejnicové brzdy nezpůsobila falešnou detekci dvojkolí. Situování snímače na kolejnici je přesně definováno dle typu kolejnice. Snímač se montuje pomocí šroubů skrz kolejnici v přesně definované výšce od paty kolejnice. Snímač se umísťuje do mezipražcového pole. Další důležitá věc při montáži je délka kabelu. Kabel nesmí být zkrácen, neboť tvoří společně se snímačem laděný

rezonanční obvod. Specifická je také montáž na elektrizovaných tratích. Snímač nesmí být nainstalován blíže než 6 mezipražcových polí od izolovaného styku. Toto pravidlo je z důvodu možnosti rušení snímače tvorbou rušivých impulzů, které vznikají při změnách trakčního proudu při zkratování izolovaného styku dvojkolím.

- **Skříň EAK-A3**

Jde o vodotěsnou plastovou, případně litinovou, skříňku umístěnou v blízkosti snímače náprav. Součástí vnitřní výbavy skříně je impulsní zesilovač a svorkovnice sloužící pro připojení snímače náprav a párového kabelu propojujícího vnější část s počítačí jednotkou.



Obrázek 2-4 Skříň EAK-A3[15]

Dno skříně se umísťuje na úroveň terénu. Pro mechanické ukotvení slouží patka, která se zapustí do kolejiště.

2.1.4 Vnitřní část

Jádrem celého PN je vyhodnocovací jednotka EAA-A3. Tato jednotka se skládá z jednotlivých karet. Počet a typ použitých karet závisí na požadovaných parametrech pro jednotlivé kolejové úseky.

Zjednodušený popis jednotlivých vnitřních karet:

- **Opakovací jednotka – AWP**

Jednotka má za úkol spojit vnitřní elektronický systém PN s návazným zabezpečovacím. Předává zabezpečovacímu zařízení informaci o stavu volnosti či obsazení dohlíženého kolejového úseku. Také dokáže přijmout povel k uvedení snímače do základního stavu (nouzové povelování od pověřeného zaměstnance). Na kartě jsou vyvedeny dvě kontrolky (indikace **F**- volný úsek a indikace **B**- úsek obsazen). Dále je jednotka AWP

opatřena zkoušecí zástrčkou pro stavědla typu ELEKTRA. Přední pohled na jednotku AWP lze nalézt v příloze 1.

- **Výstupní jednotka – AS**

Jednotka je složena z kontrolních prvků. Na čelní straně karty AS je v binárním kódu zobrazena zpráva o počtu náprav uložených v aktuálním čase v čítači. Též obsahuje indikaci volnosti/obsazenosti úseku. Přední pohled na jednotku AS lze nalézt v příloze 1.

- **Vnitřní napájecí jednotka – SVI**

Slouží k zajištění galvanicky odděleného napájení vnitřní části systému. Z místního nabíjení zajišťuje napětí 5 V pro provoz vnitřních modulů EAA-A3 a 20 V pro napájení počítačového systému. Také dokáže zajistit napájení pro dva venkovní počítačové body. Přední pohled na jednotku SVI lze nalézt v příloze 1.

- **Vnější napájecí jednotka - SVE**

Jednotka SVE se používá v případě, že počítačový úsek je vybaven více než dvěma počítačovými body. Karta dokáže zajistit napájení až pro 3 další počítačové sensory. Přední pohled na jednotku SVE lze nalézt v příloze 1.

- **Čítačová jednotka – ZE**

Kazeta ZE obsahuje binárně pracující čítač, který zpracovává informace od počítačových bodů. Obsahuje také indikaci inkrementace a dekrementace vnitřního stavu čítače. Přední pohled na jednotku ZE lze nalézt v příloze 1.

- **Jednotka vstupního zesilovače – EV**

Karta vstupního zesilovače dohlíží na úroveň a velikost napětí z vnější části zařízení. Sledované napětí (5 V) nesmí poklesnout pod hodnotu 3.85 V a zároveň nesmí překročit hodnotu 6.15 V. Při překročení kritických hodnot bude vyhlášen poruchový stav. Zesilovací jednotka dokáže indikovat, že pracuje ve správném napětí a zároveň je vybavena měřicími kontakty pro přesné změření hodnoty napětí. Jednotka také slouží pro nastavení dvojitých kolejničových kontaktů. Pro nastavení slouží dvojice potenciometrů. Přední pohled na jednotku EV lze nalézt v příloze 1.

- **Jednotka směrového diskriminátoru - RD2, RD4**

Karty RD2 a RD4 slouží ke zpracování informace od dvojitých kolejničových kontaktů. Slouží pro detekci směru projetí snímačem. Přední pohled na jednotku RD2 a RD4 lze nalézt v příloze 1.

2.2 Počítač náprav AZF

Počítací jednotka AZF byla vyvinuta firmou Frauscher na přelomu roku 1995-96. Technologie využívá dvoukanálového mikroprocesorového zpracování informací od venkovních prvků v kolejišti. Na rozdíl od předchozího systému od firmy ALCATEL je tento systém energeticky úspornější a jednotlivé prvky vyhodnocovací jednotky jsou kompaktnější. Počítač náprav dokáže mimo sledování stavu dohlíženého úseku přijímat informace i o směru projetí. Počítač náprav AZF byl pro použití na české železnici schválen 18. 6. 1999.

2.2.1 Technické parametry

Technické parametry pro počítač náprav Frauscher AZF jsou uvedeny v tabulce 2

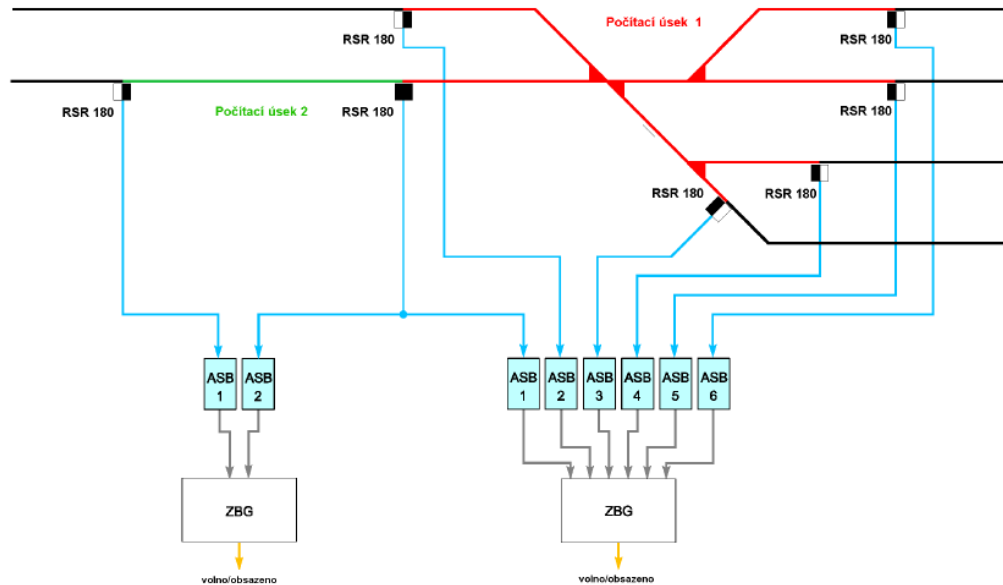
Napájecí napětí:	19-72 V _{DC} ±3%
Příkon:	100 W (pro maximální konfiguraci)
Pracovní frekvence	250 kHz
	307 kHz
Pracovní teplota:	-40 °C až +80 °C (pro vnější zařízení)
	-25 °C až +55 °C (pro vnitřní zařízení)
Elektrické krytí:	IP 67 (pro vnější zařízení)
Maximální vzdálenost počítačícího bodu:	12 km
Maximální počet náprav:	999 náprav
Maximální rychlost:	350 km/h
Pravděpodobnost chyby:	výrobce neudává
Propojovací kabel:	párový kabel

Tabulka 2 Technické parametry AZF[1]

2.2.2 Struktura systému

Minimální konfigurace čítacího systému je složena ze dvou počítačících bodů (zpravidla senzor RSR 180). Tento snímač má za úkol detekci dvojkolí při vjetí do dohlíženého úseku. Přes kabelové vedení je informace o detekci dvojkolí předávána do jednotky AZF, kde jsou jednotlivá dvojkolí při vjetí do úseku čítána pomocí čítače.

Při opouštění úseku je stav čítače dekrementován k 0. Pokud je hodnota čítače 0, je úsek vyhodnocen jako volný. V maximální konfiguraci může být jeden úsek osazen maximálně 16 počítacími body.



Obrázek 2-5 Blokové zapojení snímačů AZF76[4]

Vysvětlení značení počítacích bodů:

Značka:	Popis:
	Snímací senzor využívaný pro úsek vpravo od senzoru
	Snímací senzor využívaný pro levou i pravou stranu od senzoru
	Snímací senzor využívaný pro úsek vlevo od senzoru

Tabulka 3 Schématické značky senzorů PN

Na obrázku 2-5 je příklad zapojení rozvětveného kolejového úseku. Vidíme, že počítaný úsek 1 je ohraničen 6 počítacími body.

2.2.3 Vnější část

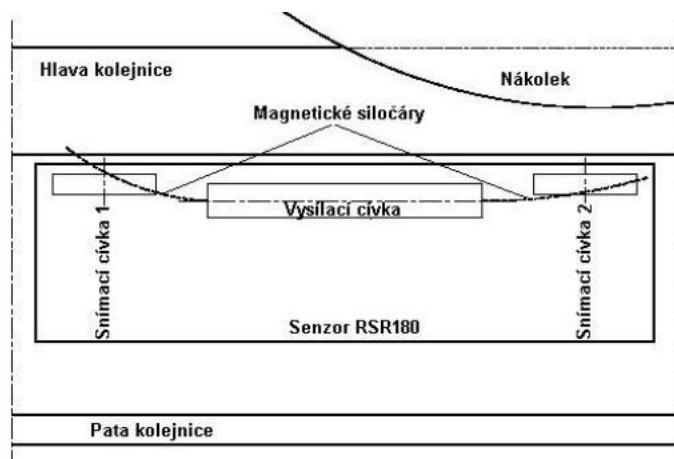
Systém AZF používá stejně jako většina současných systémů kolového detektoru RSR180 od firmy Frauscher. Seznam základních parametrů je uveden v tabulce 4. Snímač je tvořen trojicí cívek zapouzdřených v plastovém plášti. Rozměry snímače jsou 60 x 60 x 230 mm. Jedna cívka zde slouží jako vysílací zdroj (je uložena uprostřed senzoru). Zbylé dvě cívky jsou přijímací. Jsou symetricky uloženy po stranách kolového senzoru viz. Obrázek 2-6. V praxi se pak cívka 1 (A) značí jako Sys1 a cívka 2 (B) jako Sys2.

Parametry snímače RSR 180:

Jmenovité napájecí napětí:	12V _{DC} ±0,6 V _{DC}
Jmenovitý napájecí proud	60 mA
Klidový proud Sys1, Sys2	2,6-3,7 mA
Elektrická pevnost:	3 kV
Pracovní teplota:	-40 °C až +80 °C
Maximální rychlost:	450 km/h

Tabulka 4 Parametry RSR 180 [17]

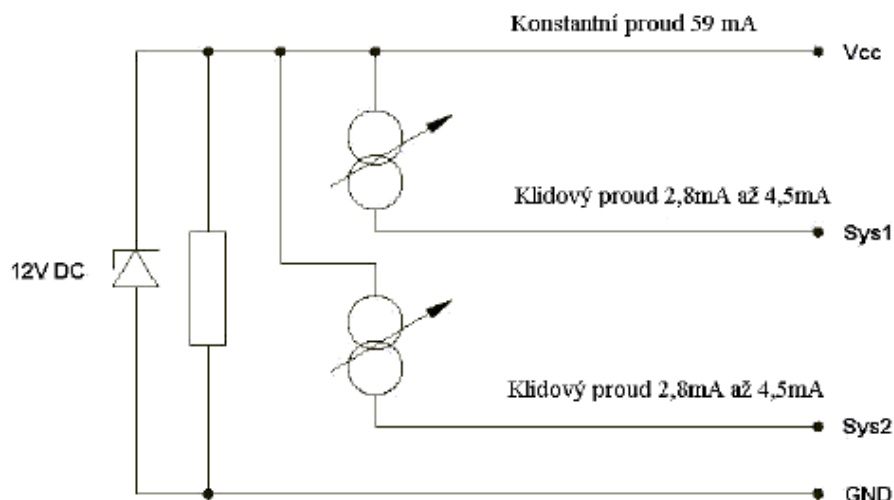
Sensor principiálně pracuje ve změně úhlu magnetických siločar na přijímacích cívkách. Siločáry jsou generovány vysílací cívkou. Přítomnost železničního dvojkolí v blízkosti snímače je detekována změnou magnetické indukce na přijímacích cívkách A a B.



Obrázek 2-6 Nákras snímače RSR 180[1]

Pro ilustraci je funkce snímače zobrazena na obrázku 2-8. Na obrázku lze pozorovat chování snímače v případě, že detektor je projížděn ve směru A→B. Pozorujeme fázový posuv signálů z vyhodnocovacích cívek Sys1 a Sys1. Z tohoto posunu je v reálu možné určit rychlost průjezdu železničního vozidla.

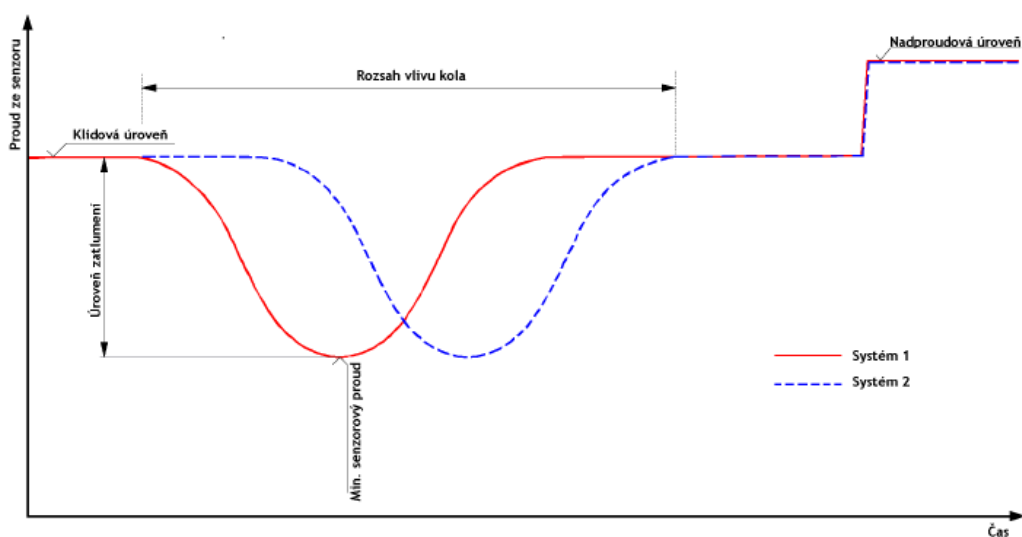
Náhradní schéma kolového senzoru RSR180 je vyobrazeno na obrázku 2-7. Standartní



Obrázek 2-7 Náhradní schéma RSR180[5]

vysílací kmitočet je 250 kHz. Velikost klidového proudu závisí na poloze senzoru vůči kolejnici.

Detektor je s přenosovým vedením spojen pomocí WAGO svorek ve venkovním kabelovém závěru. Odborně se nazývá zkratkou UPMP nebo UKMP. Závěr pro počítače náprav musí být vybaven externí přepět'ovou ochranou. V současnosti se nejčastěji využívá zapouzdřené 6vývodové přepět'ové ochrany. V technických výkresch se označuje jako 736605026. Tato ochrana nahradila starší typ ochrany BSA180. Princip ochrany spočívá v použití dvou transilů.



Obrázek 2-8 Průběh signálů při detekci dvojkolí [1]

2.2.4 Vnitřní část

Vnitřní část systémů AZF se zpravidla nachází v technologické místnosti společně s ostatním zabezpečovacím zařízením. Vnitřní část systému je složena z vnitřní přepěťové ochrany BSI, vnitřního vedení a kazety BGT. Konfigurace kazety závisí na složitosti a počtu dohlížených úseků. Na vstupu od přívodního vedení (od detekčních prvků) je umístěna přepěťová ochrana BSI 002. V současné době se používá již několikátý typ ochrany. Společným prvkem všech těchto ochrany byla možnost montáže na lištu M36DIN. BSI 002 je opatřena 5 šroubovatelnými svorkami na vstupu a také na výstupu. Na výstupní svorky je připojen Sys1+, Sys1-, zemnicí kabel (min. 6 mm²), Sys2+ a Sys2- od prvků z kolejiště. Každému detekčnímu prvku náleží jedna ochrana. Výstupem je 4pólová svorkovnice (vedení k vyhodnocovací jednotce), Sys1± a Sys2±.

Základní popis vnitřních karet systému AZF:

- **Vyhodnocovací jednotka ASB**

Jednotka ASB slouží k napájení a vyhodnocení signálu od kolového detektoru. Signály z jednotky ASB jsou předávány přes jednotku BBG do jednotky ZBG. Při montážích lze narazit na dvě verze této jednotky ASB09B a ASB10B. Změny se týkají pouze hardwarové části. Vzhled obou typů čelních panelů a popis jednotlivých prvků na panelu je uveden v příloze 2. Nejpodstatnější změnou mezi verzemi je přidání měřících svorek.

- **Čítačová jednotka ZBG**

Úkolem čítačové jednotky je zpracovat informace z detekčních prvků, které obdrží od jednotky ASB. Z těchto informací je vyhodnocován stav volnosti/obsazenosti dohlíženého úseku. Maximální počet náprav v jednom úseku je 999. Celý čítač je galvanicky oddělen přes kontakty komparačních relé (umístěných též na jednotce ZBG).

Jednotka ZBG také prošla určitým vývojem. Kromě změn na hardwaru byl změněn i software. Došlo k zvýšení propustnosti zařízení a také byl zaveden pro jednotlivé poruchy systém kódů (každá porucha je ukládána pod svým kódem). Kódové ukládání poruch pomohlo zejména při diagnostické činnosti zaměstnanců SŽDC, AŽD a jiných firem. Pohled na přední panel původní a změněné verze je vyobrazen v příloze 2.

- **Sběrniceová jednotka BBG**

Sběrniceová karta je napevno zabudována ve skřínce (rámu PN) BGT. Slouží ke spojení karet ASB a ZBG. Sběrniceová karta je přesně konfigurována na specifický počet karet ASB, konfigurace musí být provedena již při výrobě. Vzhled sběrniceové jednotky je zobrazen



Obrázek 2-9 Pohled do skříňky BGT[15]

v příloze 2. Na čelní straně BBG jsou 16 a 48pinové konektory, adresní a také inverzní propojky (LAdr a Ri-inv). Přístup k těmto propojkám je pouze po odstranění karty ASB. Zadní strana je osazena plochými konektory. Tyto konektory slouží k propojení s konektorovou jednotkou EMV. Propojení s EMV je opět záležitost výrobce. Zásah při montáži nebo údržbě není povolen.

- **Konektorová jednotka EMV**

Jednotka EMV je umístěna na zadní straně montážní skříňky BGT. Na desce plošných spojů se nachází dva konektory STI a STII. V případě, že je v úseku více než 8 počítačích bodů, je ve skřínce BGT druhá EMV a konektory se značí STIII a STIV. Také jsou zde šroubované svorkovnice pro připojení vstupního napájecího napětí. Celá jednotka je schopna pracovat s napětím +19 až +72 V_{DC}. Vzhled a umístění konektorů je vyobrazeno v příloze 2.

- **Adaptérová karta AD.ASB pro vyhodnocovací jednotku ASB**

Tato karta slouží pro nastavení vyhodnocovací jednotky ASB. Objednává se vždy pro každý projekt osazený PN typu AZF. Vzhled karty je vyobrazen v příloze 2.

2.3 Počítač náprav Starmon PNS-03

PN PNS-03 je další z bodových prostředků pro detekci železničních vozidel pro dohlížený úsek. Je vyvinut a vyráběn firmou Starmon s.r.o., Choceň. Je schválen pro provoz na tratích s nezávislou trakcí i na tratích s trakcí elektrickou a to pro napájení stejnosměrné 3 kV anebo pro trakci střídavou 25 kV/ 50 Hz, ale i 15 kV/ 16 a 2/3 Hz. Stejně jako většina PN umožňuje přenos bezpečné informace o stavu dohlíženého úseku pro návazné zabezpečovací zařízení. Přenáší se informace o volnosti kolejového úseku, směru pojiždění KÚ a poruchových stavech na zařízení. Zařízení bylo pro použití v provozu na území českého státu komisí SŽDC schváleno 27. 4. 2006.

2.3.1 Technické parametry

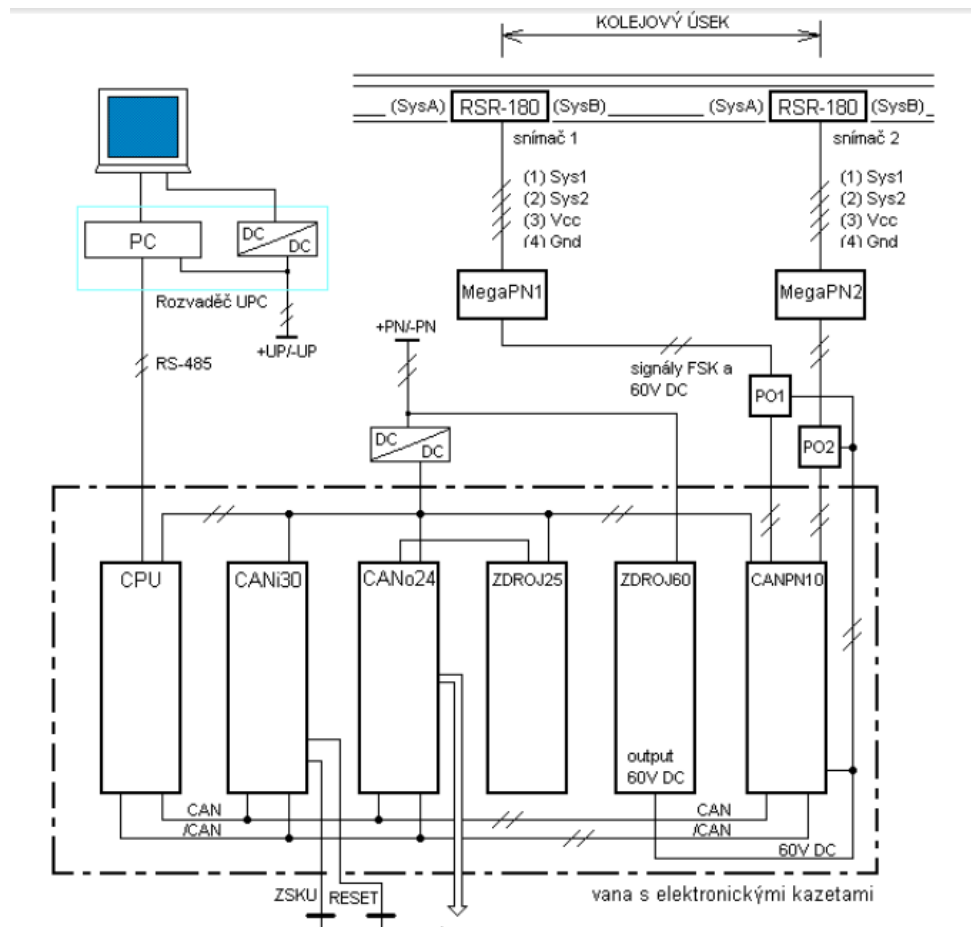
Vnitřní část počítače náprav:

Jmenovité napájecí napětí:	19,2-36 V _{DC}
Příkon	cca. 100 W na 10 počítačích bodů
Elektrické pevnosti jednotlivých částí	Kazeta CANPN10 4 kV po dobu 60 s
	Napájení 60 V _{DC} 4 kV po dobu 60 s
	Napájení 24 V _{DC} 500 V
Pracovní teplota:	-5 °C až +55 °C
Pracovní frekvence:	6900, 7800, 8700, 9600 Hz ±30 Hz
Orientační výstupní úroveň pro relé NMŠ1-2000:	20 V _{DC} (>18 V _{DC})
Maximální počet počítačích bodů:	100 (typicky 1-8)
Elektrické krytí:	IP 40 pro elektronické kazety
Maximální rychlost:	200 km/h
Maximální počet náprav	výrobce neudává
Propojovací kabel	párový kabel
Maximální vzdálenost počítačícího bodu:	7,3 km pro průměr přenosového vodiče 0,8 mm
	9,5 km pro průměr přenosového vodiče 1 mm
Pravděpodobnost chyby:	výrobce neudává

Tabulka 5 Parametry vnitřní část PN[17]

2.3.2 Struktura systému

Oproti předchozím dvěma systémům je interní komunikace mezi jednotlivými kazetami řešena po sběrnici CAN. Sběrnice CAN je zde provozována v redundantním provedení. (1 linka CAN a druhá linka negace CAN). Tím je zajištěna bezpečnost přenášené informace mezi jednotlivými prvky vnitřních kazet. Hardwarově byla vnitřní část založena na stavědlu K-2002, které je také vyráběno firmou Starmon. Funkce jednotlivých částí systému vyobrazeném na obrázku 2-10 bude popsána v následujících podkapitolách 2.3.3 a 2.3.4.



Obrázek 2-10 Struktura systému PNS-03[14]

2.3.3 Vnější část

Vnější část zajišťuje detekci průjezdu železničního dvojkolí. Jednotlivý počítačív bod je tvořen počítačív bodem a kabelovým závěrem vybaveného převodníkem MegaPN. Vzhledem k tomu, že samotná detekce dvojkolí je provedena pomocí snímače RSR 180 (stejný jako u systému AZF), proto zde nebudou opakovaně uváděny informace o popisu a parametrech RSR 180. Ke zjištění těchto informací slouží kapitola 2.2.3.

Zajímavější částí tohoto systému je převodník MegaPN (specialita firmy Starmon). Základní parametry tohoto převodníku shrnuje tabulka 6.

Účelem MegaPN je zajistit napájení RSR 180 a zároveň snímat výstupní analogové signály ze snímače. Podle snímané analogové úrovně jsou po přenosovém vedení posílány odpovídající frekvence do vyhodnocovací jednotky. Pro každou snímací cívku (Sys1 a Sys2) jsou přesně definovány dvě frekvence. Určitá frekvence odpovídá logickému stavu na snímači volno/obsazeno. V případě poruchy systému není vysílána žádná frekvence. Zapojení převodníku MegaPN je vyobrazeno v příloze 3.

Parametry zapojovací skříňky s převodníkem MegaPN:

Jmenovité napájecí napětí:	24-65 V _{DC} pro dálkové napájení
	19-60 V _{DC} pro místní napájení
Příkon včetně snímače	<4 W
Pracovní kmitočty:	6900 Hz ± 30 Hz
	7800 Hz ± 30 Hz
	8700 Hz ± 30 Hz
	9600 Hz ± 30 Hz
Isolační odpor:	>5 MΩ
Orientační výstupní úroveň	0,65 V _{AC} / 1,3 V _{AC} / 2,6 V _{AC} pro kmitočet 9,6 kHz (jsou možná 3 nastavení)
Maximální rychlost:	300 km/h
Elektrické krytí:	IP 64

Tabulka 6 Parametry MegaPN[17]

2.3.4 Vnitřní část

Vana počítače náprav se skládá z kazet různých funkcí. Konfigurace vany PN je závislá na složitosti a počtu dohlížených úseků. Firma STARMON vyrábí vnitřní část ve dvou variantách:

- System zálohovaný

U zálohovaného systému je použito systému studené zálohy. System je v tomto případě vybaven dvěma rovnocennými systémy. V provozu je vždy jeden ze dvou systémů. Tato varianta je doporučována pro všechny případy použití, hlavně v případě, kdy by výpadek

systemu měl za následek omezení železničního provozu. Jedná se zejména o staniční zabezpečovací zařízení a stanoviště dálkově řízená.

- System bez zálohy

System bez zálohy je vhodný pro situace, kdy výpadek zařízení výrazně neomezí plynulost železničního provozu, například traťová a přejezdová zabezpečovací zařízení.

- **Kazeta kolejových úseků CPU**

Úkolem kazety CPU je vyhodnocení informace o stavu jednotlivých KÚ. K této informaci je uložena informace o počtu počítačích bodů v daném kolejovém úseku, případně směru pojezdění přes tento úsek. Na základě vyhodnocení informací z určitého KÚ vybujuje výstupy karty CANo24. Stavové informace jsou přenášeny po sběrnici RS-485 na pracoviště údržby. V případě poruchy zařízení uvádí karta CPU zařízení do základního stavu. Nouzový povel PRERESET lze zadat z počítače údržby, případně z obslužného pracoviště. Nouzový povel ZSKU lze aktivovat použitím plombovaného tlačítka nebo pomocí zadávacího počítače stavědla K-2002.

- **Kazeta počítačích bodů CANPN10**

Slouží ke snímání a napájení vnějších počítačích bodů. Jedna kazeta CANPN10 umožňuje připojení až 10 počítačích bodů. Informace z úseku jsou na základě informace z jednotlivých počítačích bodů předávány jednotce CPU. Každý počítač bod je nutné připojit přes přepěťovou ochranu PO. Pokud je použit systém zálohovaný, jsou informace z jednoho úseku připojeny na dvě karty CANPN10. Tím je zajištěna pohotovost v případě poruchy.

- **Přepěťová ochrana PO**

Přepěťová ochrana se umísťuje mezi přívodní vedení a kazetu CANPN10. Zajišťuje ochranu předpětím z příchozí strany vedení. Zároveň obsahuje i odrušovací filtr. Pro ochranu před zkratem na vedení je modul PO vybaven tavnou pojistkou na 250 mA. Na jeden PB (počítací bod) náleží jeden modul PO.

- **Karta výstupů CANo24**

Tato karta se používá jako výstupní vazba na navazující zabezpečovací zařízení. Jedna tato karta umožňuje ovládání až 24 relé I. bezpečnostní skupiny (tedy relé s vestavěnou bezpečností). Povelování karty CANo24 zajišťuje jednotka CPU. Pokud je systém nasazen v zálohovaném provedení jsou přítomny karty dvě. Výstupní relátka jsou napájena buď jednou nebo druhou kartou.

- **Karta vstupů CANi30**

Umožňuje obsluze provádět reset jednotlivých kolejových úseků. Maximální počet resetovaných úseků je 30. V kazetě jsou ukryty dva mikropočítače komunikujících po sběrnici CAN s kazetou CPU. Informace jsou jednotce CPU předávány na základě stavu na jednotlivých vstupech. Napětí na vstup může být přivedeno pomocí tlačítek nouzové obsluhy ZSKU, či případně přes kontakty úsekového relé N.

- **Kazeta zdroje pro napájení kazety výstupů Zdroj25**

Slouží pro napájení karet CANo24. Jediný modul Zdroj25 může napájet až 20 karet CANo24.

Pokud se použije realizace se zálohou, je pro každý modul CANo24 použit jeden modul Zdroj25.

- **Kazeta zdroje pro napájení počítačích bodů Zdroj60**

Jde o galvanicky oddělený DC/DC měnič 24/60 V, který zajišťuje napájení v kolejišti umístěných počítačích bodů. Napájení jednotlivých bodů je prováděno přes kazetu CANPN10. Jeden zdroj zvládne napájet maximálně 10 počítačích bodů.

2.4 Počítač náprav PZN-1

Je systém určený pro vyhodnocování jednotlivých úseků, který vyvinula firma AŽD Praha s.r.o. Pro použití na české železnici byl schválen firmou SŽDC a od 21. 8. 2006 může být použit na území České republiky. Maximální počet počítačích bodů v jednom úseku je limitován na 8. Celkový počet dohlížených úseků není omezen. Zařízení pracuje na principu porovnání počtu náprav, které do úseku vjely a které dohlížený úsek opustili. Pokud jsou si tato čísla rovna a zároveň není-li ovlivněn žádný z počítačích bodů, je úsek vyhodnocen jako volný.

2.4.1 Technické parametry

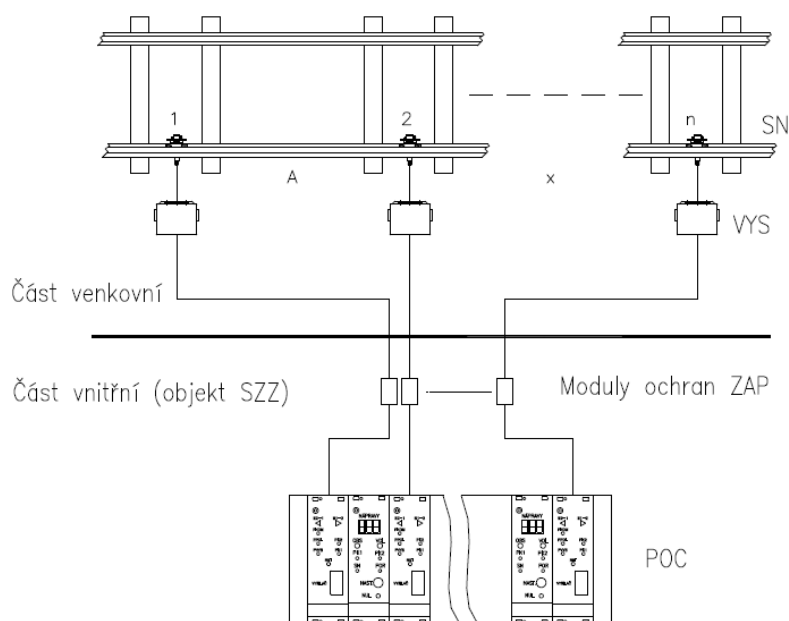
V tabulce 7 je uveden výčet základních parametrů pro systém PZN-1.

Jmenovité napájecí napětí:	24 V _{DC} + 50 % -20 %
Příkon	až 170 W
Elektrické pevnosti jednotlivých částí	Vysílač 4 kV po dobu 60 s Počítač 4 kV po dobu 60 s
Pracovní teplota:	-40 °C až +65 °C pro sensor -25 °C až +70 °C pro vysílač -25 °C až +45°C pro počítačící jednotku
Maximální výstupní výkon: (pro NMŠ1-2000)	36 V _{DC} /50 mA
Maximální počet počítačích bodů:	8
Elektrické krytí:	IP 65 pro sensor IP 54 pro vysílač IP 00 pro počítačící jednotku
Maximální rychlost:	100 km/h pro dvojkolí o průměru 330 a více
Maximální počet náprav	999
Propojovací kabel	párový kabel
Maximální vzdálenost počítačícího bodu:	3 km pro napájení z počítače 8 km při místním napájení
Pravděpodobnost chyby:	výrobce neudává

Tabulka 7 Obecné parametry PZN-1 [10]

2.4.2 Struktura systému

System má strukturu podobnou jako většina počítačů náprav. Vnější část je tvořena počítačím bodem, který je zapojen do kabelového uzávěru, Součástí kabelového uzávěru je také vysílačový modul. Signál z tohoto modulu je přes kabelové vedení přenášen do technické místnosti, kde je přes přepěťovou ochranu posílán do jednotky počítače, která má na starosti vyhodnocení informací z vnější části. Dle vypočtených dat je dále ovlivněna bezpečně logická část zabezpečovacího systému. Jednu z možných situací vyobrazuje obrázek 2-11.



Obrázek 2-11 Struktura PZN-1[12]

2.4.3 Vnější část

Vnější část u systému PZN-1 je tvořena kolovým senzorem a kabelovým závěrem, který je vybaven pomocnou WAGO svorkovnicí a modulem vysílače. Systém nepracuje s klasickým snímačem RSR 180 (Frauscher) jako většina výše uvedených systémů. Pro tento počítač byl firmou AŽD Praha vyvinut speciální kolový senzor. Snímač obsahuje tři systémy, které jsou



Obrázek 2-12 Senzor PZN-1 [12]

mechanicky spojeny do jednoho celku. Dva systémy mají na starost průjezdy jednotlivých dvojkolí. Třetí systém kontroluje polohu senzoru vůči kolejnici. Výstupem systémů je dvoustavová logika (sepnuto-rozepnuto). Při průjezdu dvojkolí je generována dvojice fázově posunutých impulzů. Pokud se snímač nachází v klidovém stavu, předává vysílači frekvenci 4 Hz. Tím je zajištěna kontrola funkce sensoru. Fyzickou podobu snímače můžeme vidět na obrázku 2-12. Parametry snímače jsou uvedeny v tabulce 8.

Jmenovité napájecí napětí:	24 V _{DC} ±10%
Příkon	max. 1 W
Elektrické pevnosti	4kV po dobu 60 s
Pracovní teplota:	-40 °C až +65 °C
Rozměr	360 x 200 x 250 mm
Elektrické krytí:	IP 65
Pravděpodobnost chyby:	výrobce neudává

Tabulka 8 Parametry sensoru PZN-1[10]

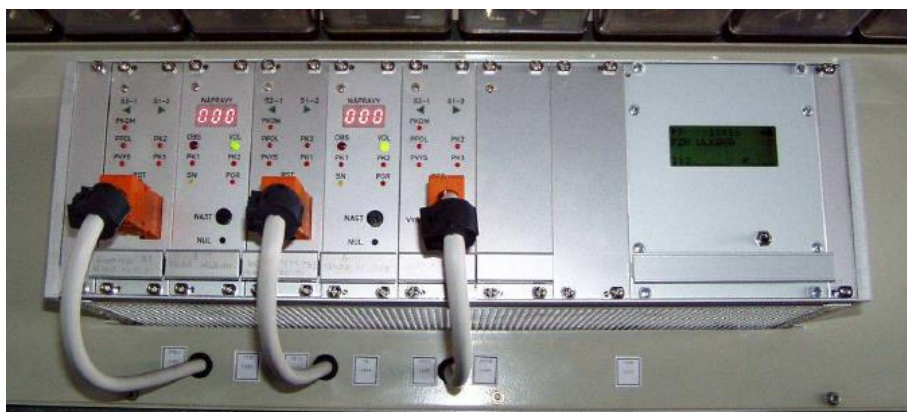
Výrobce udává maximální délku mezi senzorem a kabelovým uzávěrem max. 10 metrů. Uvnitř kabelového uzávěru je umístěn modul vysílače PZN-1. Ten je tvořen dvojicí procesorů, oba procesory fungují nezávisle na sobě. Oba zpracovávají informace o průjezdu náprav. Každý z procesorů předává informaci o svém stavu do modemu, který zajišťuje přenos do vnitřní části systému označované jako POC (počítač).



Obrázek 2-13 Detail kabelového závěru PZN-1 [12]

2.4.4 Vnitřní část

Na vstupu do vnitřní technologické části (reléová místnost, domek PZZ apod.) je vnější kabelové vedení připojeno na modul přepětových ochran (modul ochran ZAP). Tento modul je instalován mimo kazetu samotného počítače. Nejčastější umístění je na DIN lištu v přívodním kabelovém stojanu. Z modulu ochran je po vnější kabeláži venkovní signál přenášén do zápočtového modulu ZAP. Obrázek přepětových modulů ZAP je uveden v příloze 4.



Obrázek 2-14 Kazeta PZN-1 [12]

- **Zápočtový modul (ZAP)**

Je umístěn v kazetě počítače. Realizuje komunikaci s vysílačem prostřednictvím přenosového modemu. Společně s komunikací s vnější částí systému komunikuje i s komparačním modulem KOM. ZAP předává komparační jednotce informace o počtu a směru průjezdu, případně o chybách jednotlivých částí. Kromě těchto informací je na modulu ZAP umístěna propojka JP1, jejíž pomocí je možné nastavit inverzi logiky zápočtu. Ze signálu z bodu A do B lze jednoduchým propojením vytvořit signál z bodu B do A. To umožňuje snazší montáž celého zařízení. Pokud je jeden senzor společný pro dva úseky, může být výstupní signál posílán do dvou jednotek KOM. Na obrázku 2-14 je znázorněn vzhled modulu ZAP (modul vybavený oranžovým konektorem od vysílače).

- **Komparační modul (KOM)**

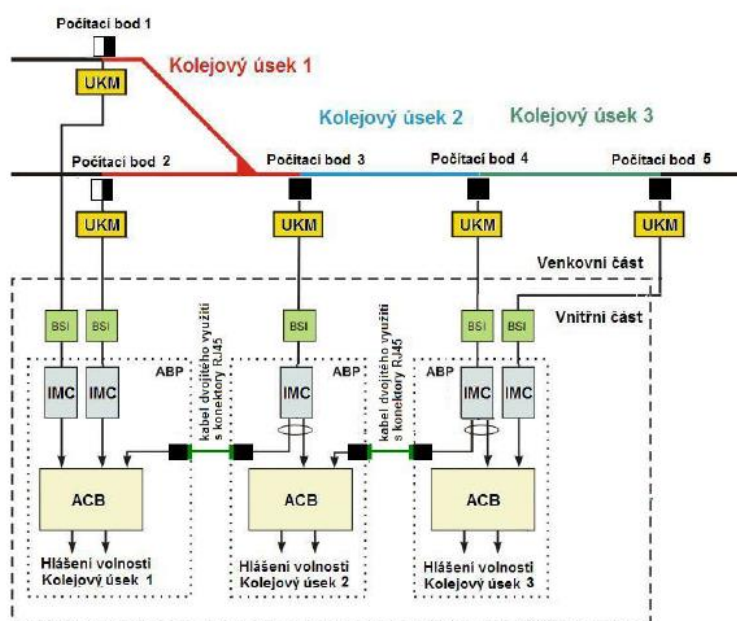
Jeho úlohou je vyhodnocení stavu o úseku (volno/obsazeno). Ovládá jednotlivé zápočtové moduly v režimu otázka – odpověď a následně generuje výstupní signály. Přijetí signálu ze ZAP probíhá dvoukanálově. Vstupní informace je komparována a v závislosti na výsledku komparace je vygenerována výstupní informace. Na obrázku 2-14 je vzhled modulu KOM (modul vybavený trojicí sedmissegmentových displejů).

- **Jednotka GO**

Tato jednotka zajišťuje galvanické oddělení modulů ZAP a KOM v případech, kdy jsou tyto moduly umístěny v rozdílných kazetách. Jednotka GO se umísťuje na zadní stranu obou kazet.

2.5 Počítač náprav ACS2000

Počítací jednotka ACS2000 je nejnovější a v současnosti i nejpoužívanější technologií počítačů náprav na našem území. Tento systém byl vyvinut firmou Frauscher. Pro použití na české železnici byl schválen Správou železniční dopravní cesty dne 15. 8. 2014. Tento systém je v podstatě zdokonalený systém AZF, proto má tento systém se systémem AZF mnoho společného.



Obrázek 2-15 Příklad struktury ACS2000 [6]

2.5.1 Technické parametry

Napájecí napětí:	19-72 V _{DC} ±3 %
Příkon:	4.5 W pro jeden senzor
Elektrická pevnost	2.5 kV
Pracovní frekvence	250 kHz 307 kHz
Pracovní teplota:	-40 °C až +80 °C (pro vnější zařízení) -25 °C až +55 °C (pro vnitřní zařízení)
Elektrické krytí:	IP 67 (pro vnější zařízení)
Maximální vzdálenost počítačového bodu:	12 km
Maximální počet náprav:	999 náprav
Maximální rychlost:	450 km/h
Pravděpodobnost chyby:	výrobce neudává
Propojovací kabel:	párový kabel

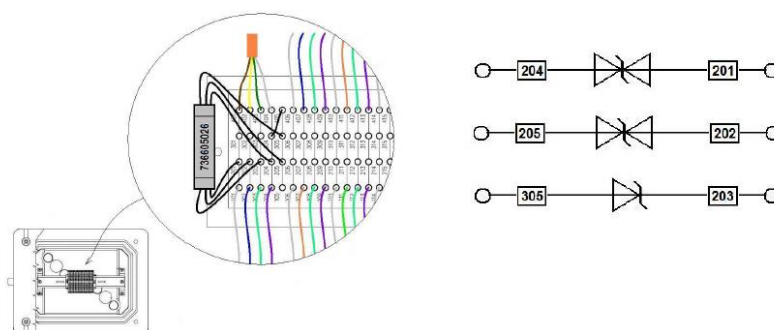
Tabulka 9 Parametry ACS2000 [7]

2.5.2 Struktura systému

Vzhledem k tomu, že tento systém byl vyvinut firmou Frauscher, je struktura systému velmi podobná systému AZF, který má na svědomí stejná firma. Příklad struktury systému je vyobrazen na obrázku 2-15.

2.5.3 Vnější část

Vnější část je zcela totožná jako vnější část u systému AZF, proto se odkazují na kapitolu 2.2.3, kde jsou popsány parametry a funkce snímače RSR 180. Pro doplnění pouze uvádím zapojení vnější přepět'ové ochrany. Zapojení ochrany je vidět na obrázku 2-16 .



Obrázek 2-16 Vnější přepět'ová ochrana ACS2000[6]

2.5.4 Vnitřní část

Vnitřní část systému ACS2000 je tvořena vnější přepět'ovou ochranou BSI a kompaktní rozvaděčovou skříňkou BGT. Uvnitř této skříňky jsou umístěny jednotlivé prvky, které v celku vytváří jednotku počítače náprav. Princip jednotlivých jednotek bude stručně rozepsán. Vzhled čelních panelů jednotlivých jednotek společně se základním popisem čelních prvků je k nahlédnutí v příloze 5.

- **Vyhodnocovací jednotka IMC**

Využívá se pro zajištění napájení pro jednotlivé počítačové body a zároveň i pro zpracování informace o detekci průjezdu. Výstupem z této jednotky je informace, která je přes sběrníkovou jednotku ABP předávána jednotce čítače ACB. Jednomu počítačovému bodu umístěnému do kolejiště náleží právě jedna jednotka IMC. Funkce je stejná jako funkce jednotky ASB v systému AZF (viz. 2.2.4).

V reálném provozu se standardně nasazují dva druhy těchto jednotek. Prvním typem je IMC003, která se používá pro standardní aplikace. Druhým typem je IMC074, která se oproti prvnímu typu vyznačuje prodloužením směrového výstupu ze standardních 500 ms na 3000

ms. Tento typ se využívá například při detekci nedovoleného projetí návěstidla nebo v anulačních obvodech přejezdového zabezpečovacího zařízení.

- **Čítačová jednotka ABC**

Zpracovává informaci z jednotky IMC. Napočítává/Odčítává jednotlivé nápravy v dohlíženém kolejovém úseku a zajišťuje předání informace o stavu úseku (volnost/obsazenost). Tato informace je následně vázána a zpracována bezpečně logickým jádrem hlavního zabezpečovacího systému. Maximální počet náprav v úseku je stanoven na +8191.

- **Jednotka jištění SIC**

Slouží jako nadpěťová ochrana a zároveň i jako vstupní filtrace napájecího napětí pro systém ACS2000. Napájení prvního a druhého kanálu je galvanicky odděleno a je vybaveno vlastní proudovou pojistkou. Standartní hodnota pojistky je 2 A.

- **Vstupně/výstupní jednotka DIOB**

Tato jednotka se používá pro přenos doplňkových informací mezi dvěma subsystémy počítačů náprav v blokovém provozu. Její použití není nutné, pokud to nevyžaduje projekt. Základní informace přenášené pomocí jednotky DIOB jsou např. informace o stavu jednotlivých relé či tlačítek v ovládacím pultu v jedné z dopraven. Pokud je nutné přenášet informace bezpečně, je nutné využít ještě jednotku JRD. Maximální počet bezpečných informací je 8. Mezi jednotkami DIOB probíhá obousměrná dvoukanálová komunikace. Vstupní informace je optočlenem zpracována a dále je přenášena pomocí modemu do jednotky DIOB.

- **Sběrníková jednotka ABP**

Pomocí této jednotky je zprostředkovávána komunikace mezi jednotlivými jednotkami, ale také komunikace jednotky IMC s venkovním prostředím, dále také zajišťuje rozvod potřebného napájecího napětí na příslušná místa. V závislosti na složitosti nasazeného systému je velikost jednotky ABP proměnná. Do sběrníkové jednotky jsou zapojeny vstupní,



Obrázek 2-17 Kazeta ACS2000

výstupní a napájecí konektory. Také se přes tuto jednotku provádí propojení oboustranně využitých počítačích bodů. K propojení se využívá kabelu UTP, který musí odpovídat specifikaci Cat5E. Vstupní/ Výstupní konektory jsou označovány jako ST-1 – vstupní konektor a ST-6- výstupní konektor. V případech, kdy je systém nasazen v blokovém provozu (využívá se jednotky pro přenos doplňkových informací DIOB), připojují se do jednotky ABP konektory ST-4 a ST-5. Tyto konektory slouží pro vstupně/výstupní předávání informací mezi dvojicí jednotek DIOB. Konektorem ST-4 se předávají data z kanálu 1 a konektor ST-5 pro datový kanál 2. Provedení těchto konektorů můžeme vidět na obrázku 2-18. Konektory vypadají vizuálně stejně, avšak konstrukčně je zamezeno možné záměny konektorů. Do příslušného slotu pasuje pouze příslušný konektor.



Obrázek 2-18 Konektor ST-1 z různých pohledů

3 Definování požadavků na počítače náprav pro “Studentskou experimentální trať” ve VVCD Doubravice

Na akademické půdě Univerzity Pardubice, konkrétně pod Dopravní fakultou Jana Pernera (zkr. DFJP), vzniklo v roce 2014 Výukové a výzkumné centrum v dopravě (zkr. VVCD). Budova VVCD byla postavena v Technologickém areálu Univerzity Pardubice – Doubravice. Hlavním důvodem realizace toho projektu bylo především vytvoření 22 laboratoří, ve kterých se bude provádět výuková a laboratorní činnost pro studenty technických oborů DFJP. Svou laboratoř zde má i Katedra elektrotechniky, elektroniky a zabezpečovací techniky v dopravě (zkr. KEEZ). V souvislosti s rozšířením výuky vznikl v roce 2015 testovací polygon pro testování trakčních podvozků. Trať o rozchodu 600 mm má rozměr přibližně 35 metrů a má tvar písmene S.

V rámci rozšiřování možností výuky byl vymyšlen projekt osazení počítačů náprav na testovací trať. V následujících podkapitolách budou rozepsány jednotlivé rozhodující požadavky na aplikační nasazení počítačů náprav.

3.1 Požadavek na výuku ZZT

Hlavním důvodem nasazení počítačů náprav ve VVCD je usnadnění pochopení problematiky a funkce počítače náprav pro studenty. Pracoviště bude plnit demonstrační funkci. Bude sloužit k vysvětlení a pochopení funkce počítače náprav jako samostatného detekčního prvku a k demonstraci základních možností využití kolového detektoru jako je jednostranné a oboustranné využití snímače pro kolejové úseky. Také bude sloužit pro demonstraci postupného obsazování a následného uvolňování dohlíženého úseku nápravami železničních vozidel. Důležitým parametrem bude možnost simulací chybného načtení dvojkolí.

3.2 Požadavek bezpečnosti před úrazem elektrickým proudem

Parametru vysoké bezpečnosti bude dosaženo pomocí montáže dle platných norem ČSN. Bezpečné zařízení by při svém provozu nemělo umožnit zásah do instalace od osob neznalých problematiky zařízení. Tento požadavek bude zajištěn umístěním nebezpečných živých částí mimo dosah laiků (zejména ochrana kryty). Zároveň by však nemělo dojít k ohrožení zdraví při vzniku poruchy zařízení. Obsluhu zařízení by měla provádět pouze osoba proškolená v používání toho zařízení.

3.3 Požadavek spolehlivosti

Důležitým parametrem celé instalace bude právě parametr spolehlivosti. Kompletní zařízení musí vykazovat za normálního neporuchového stavu bezproblémovou činnost. Tento parametr bude zajištěn správnou montáží. Zhodnoceny zde budou zkušenosti získané převážně z montáží zabezpečovacích zařízení pro firmu AŽD Praha, se kterou intenzivně spolupracuji a která se podílí na zajištění technologické části systému počítače náprav. Parametr spolehlivosti bude testován v dlouhém časovém horizontu trvajícím i po odevzdání diplomové práce. Testovány budou jak vnitřní, tak vnější části systému. Po sběru dat bude pomocí statistických metod spočítána celková spolehlivost projektu.

3.4 Požadavek na flexibilitu pro případné rozšíření projektu

Vzhledem k okolnosti, že tento projekt je pilotním projektem a do budoucna se počítá s rozšiřováním zabezpečovacího zařízení na doubravickém testovacím polygonu. Důležitým aspektem pro následné projekty bude právě flexibilita. Již při projekci bude muset být vhodně zvolen rozvaděč, který zajistí možnost následného rozšíření rozvaděčové skříně pro budoucí projekty. Též je parametr flexibility chápán jako prvek, který musí zajistit jednoduchost a snadnost úprav již nasazené technologické výbavy rozvaděče.

3.5 Požadavek na odolnost při poruchových stavech

Tento požadavek je úzce spjat s parametrem bezpečnosti. Rozvaděčová skříň musí splňovat kvalitní hodnotu zemního odporu pro případnou ochranu před poruchovými vlivy. Společně s tím budou měřeny jednotlivé izolační odpory zařízení. Odolnost před přepětím vnějších prvků bude zajištěna pomocí přepět'ových ochran.

3.6 Požadavek nízkonákladovosti projektu

Tento požadavek vznikl z důvodu nízkého rozpočtu katedry KEEZ. Vzhledem ke skutečnosti, že naše katedra je na počet studentů jednou z nejmenších na DFJP. Rozpočet katedry je velmi vytížen díky rozsáhlé vědecké činnosti, a také díky studentským výstupním kvalifikačním pracím. Z toho důvodu byla oslovena firma CONTEG, s kterou byla navázána spolupráce. Po dohodě s obchodním oddělením byla domluvena oboustranně výhodná nabídka. CONTEG nabídl venkovní dvouplášťový rozvaděč výměnou za zviditelnění jejich firmy v areálu VVCD. Na rozvaděč bude ve finální fázi umístěna samolepící reklama odkazující na firmu. V druhé řadě bylo potřeba zajistit samotnou technologii počítačů náprav.

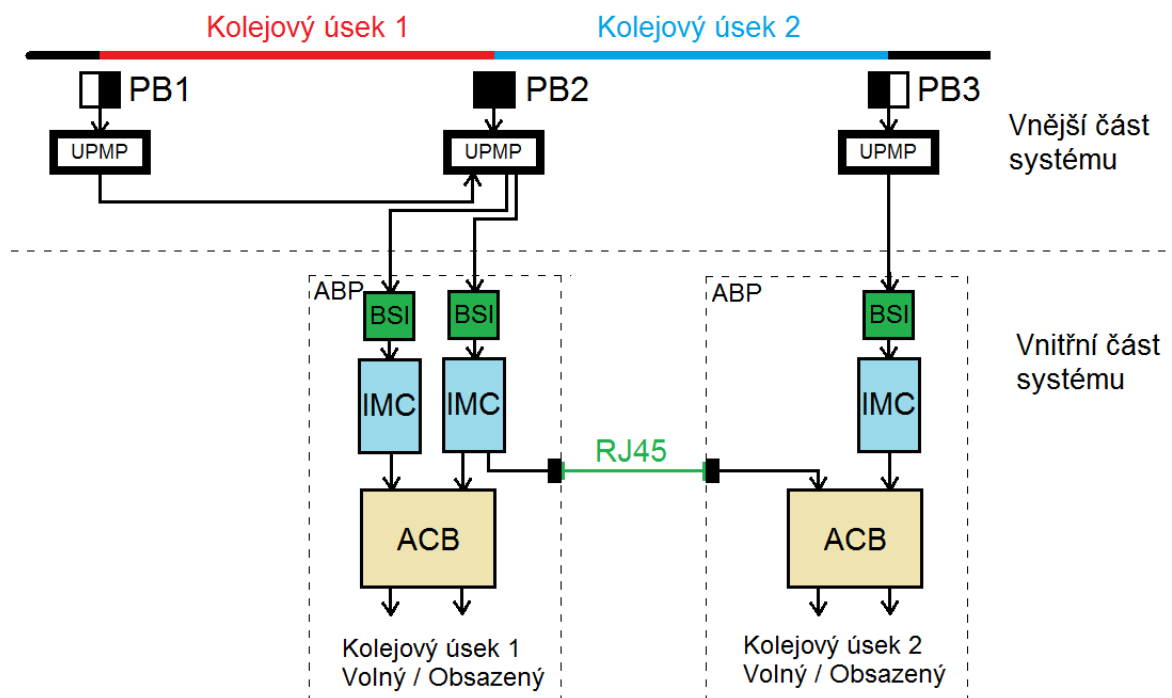
Z tohoto důvodu byla oslovena firma AŽD Praha. Konkrétně Montážní závod Olomouc. Společně s Výrobním závodem Olomouc (také součást firmy AŽD Praha). Byla domluvena zápůjčka jednotky počítače náprav společně s kolovými detektory a kabelovými závěry. Zápůjčka byla provedena na dobu neurčitou. Díky vstřícnosti těchto dvou hlavních partnerů projektu byly kompletní předběžné náklady na zřízení vyčísleny přibližně na 5000 Kč. Tato hodnota je přibližně 1 / 25 celkové hodnoty použité technologie.

4 Návrh instalace a realizace počítače náprav včetně napájení

4.1 Projekce vnitřní rozvaděčové části

4.1.1 Návrh konfigurace jednotky počítače náprav

Délka doubravického kolejiště byla změřena na necelých 35 metrů. Po zvážení všech pro a proti padlo rozhodnutí rozdělit toto kolejiště do dvou počítačích úseků. Úseky budou ohraničeny krajními počítačými body tvořenými čidly. Střední bod bude společným dělicím bodem pro oba úseky. Po promyšlení konfigurace byla kontaktována firma AŽD, která velkoryse nabídla počítačící jednotku ACS2000 od firmy FRAUSCHER. Tato technologie patří v současnosti k té nejmodernější a nejpoužívanější na našem území. Do kolejiště budou instalována čidla RSR 180, která taktéž vyrábí firma FRAUSHER. Na obrázku 4-1 můžeme vidět principiální schéma sestavy zvolené pro doubravický areál. Pro demonstrační účely principu funkce počítače náprav je zcela dostačující, stejně tak pro měřicí účely do mé diplomové práce.



Obrázek 4-1 Principiální schéma zapojení pro VVCD

Výsledná konfigurace kazety počítače náprav bude tedy pro jednotlivé kolejové úseky složená z těchto prvků:

Kolejový úsek 1		Kolejový úsek 2		Popis
Počet	Zkratka	Počet	Zkratka	
1x	ABP	1x	ABP	Sběrnicevá jednotka
1x	SIC	1x	SIC	Jednotka jištění
1x	ACB	1x	ACB	Jednotka čítače
2x	IMC	1x	IMC	Vyhodnocovací jednotka

Tabulka 10 Konfigurace jednotky ACS2000

Popisem funkce jednotlivých jednotek se zabývá kapitola 2.5.4

Pohled na celkový vizuální vzhled kazety počítače náprav můžete vidět na obrázku 4-2.



Obrázek 4-2 Kazeta počítače náprav použitého na VVCD

4.1.2 Návrh napájení

Již při definování základních požadavků na sestavu bylo rozhodnuto použít pro napájení rozvaděče blízko dostupný zdroj 400 V/ 50 Hz. Z tohoto zdroje bude napájen zdroj 24 V pro jednotku počítače náprav a venkovní kolový senzor. Dále budou v rozvaděči umístěny dvě jednofázové zásuvky 230 V/ 16 A. Tyto zásuvky budou sloužit pro pomocné spotřeby. Schématické znázornění napájení rozvaděče je uvedené v příloze 8. Veškerá kabelizace musí být natažena v dimenzích uvedených v příloze 8.

- **Zdroj pro jednotku ACS2000**

Potřebné napětí 24 V zajistí spínaný zdroj MEAN WELL DR-100-24, který se umísťuje na DIN lištu. Tento zdroj vytváří ze vstupního střídavého napětí 88-264 V stabilizované stejnosměrné napětí 24 V o maximálním odbíraném proudu 4.2 A.

Spínaný zdroj má v sobě integrované ochrany vůči přepětí, zkratu, přetížení a přehřátí. Vizuální podoba zdroje je vyobrazena na obrázku 4-3. Ochrana tohoto zdroje bude zajištěna jističem 6C. U výstupního stejnosměrného napětí 24 V pro jednotku ACS2000 je nutné jistit každou polaritu zvlášť. To bude zajišťovat dvoufázový jistič 2C/ 2.



Obrázek 4-3 Napájecí zdroj

- **Zásuvky vedlejší spotřeby**

Pro zajištění napájení vedlejších spotřeb (notebooky, osciloskopy atd.) je plánováno osadit skříň dvěma jednofázovými zásuvkami 230 V/ 50 Hz. Jmenovité zatížení zásuvek je naprojektováno na 16 A. Zásuvky budou umístěny na DIN liště. Před dvojicí zásuvek je nutné umístit ochrany v podobě jističů. Z důvodu proudového limitu zásuvek budou použity jističe 16B.

4.1.3 Propojení vnější kabelizace s vnitřní částí

Venkovní kabely TCEKEY budou zakončeny ve WAGO svorkovnici. Již při projekci této práce je myšleno na možné budoucí rozšíření rozvaděčové skříně o další technologické prvky. Proto bude ve skříně umístěno více svorkovnic než je požadované množství. Do rezervy je počítáno celkem se 7 dalšími WAGO svorkovnicemi.

4.1.4 Propojení WAGO svorkovnice a jednotky počítače náprav

Pro připojení vnějších počítačích bodů k jednotce počítače náprav slouží speciální výrobcem dodávaný konektor. Tento konektor (ST-1) je vyobrazen v kapitole 2.5.4. Pro propojení konektoru bude využito kabelu BELDEN F/UTP 4 x 2 x 0.5.

- **Zapojení konektoru vstupního ST-1 pro kolejový úsek 1**

V úseku 1 budou zapojeny dva počítačí body.

Počítací bod	ST-1			WAGO svorkovnice		
	Svorka	Popis		Patro	Svorkovnice	Svorka
PB1	2d	SYS 1	→	03	01	01
	2z	SYS 2	→	03	01	02
	22d	VCC	→	03	01	03
	22z	GND	→	03	01	04
PB2	4d	SYS 1	→	03	02	01
	4z	SYS 2	→	03	02	02
	24d	VCC	→	03	02	03
	24z	GND	→	03	02	04

Tabulka 11 Zapojení konektoru ST-1 pro KÚ1

- **Zapojení konektoru vstupního ST-1 pro kolejový úsek 2**

V kolejovém úseku 2 bude zapojen pouze jeden počítačí bod. Hraniční bod (PB2) společný pro úsek 1 a 2 bude využit jako obousměrně pojížděný. Jeho propojení do jednotky ABP úseku 2 se provede pomocí červeného UTP kabelu z jednotky ABP úseku 1.

Počítací bod	ST-1			WAGO svorkovnice		
	Svorka	Popis		Patro	Svorkovnice	Svorka
PB3	2d	SYS 1	→	03	03	01
	2z	SYS 2	→	03	03	02
	22d	VCC	→	03	03	03
	22z	GND	→	03	03	04

Tabulka 12 Zapojení konektoru ST-1 pro KÚ2

4.1.5 Svorkovnice PE a N

Průběh a dimenze N vodičů jsou uvedeny v příloze 8.

- **Svorkovnice PE**

Z důvodu ochrany jak člověka, tak celé technologie je nutné již v počátcích betonování nachystat potřebné zemnění celého rozvaděče R1. Do betonové části musí být proto zalita zemnicí pásovina, která pro dosažení slušné hodnoty zemního odporu bude na konci končícím v zemi opatřena ještě zemnicí tyčí. Druhý konec pásoviny musí být přes zemnicí svorku připojen pomocí zelenožlutého vodiče (ϕ 16mm²) na ekvipotencionální svorkovnici PE. Norma pro revizi elektrických zařízení udává pro zařízení do 500 V minimální hodnotu 0,5 M Ω pro spojení fázového vodiče s vodičem PE. Na svorkovnici PE musí být uzemněny všechny kovové části rozvaděčové skříně (rám, bočnice, dveře, dno atd.). Dále zde budou vyvedeny vývody ochranných kolíků ze zásuvek vedlejší spotřeby. Přizemnit je nutné i samotnou kazetu počítače náprav.

- **Svorkovnice N**

Pro všechny zpětné N vodiče bude rozvaděč vybaven svorkovnicí N.

4.1.6 Organizace pater rozvaděče R1

Rozvaděč bude systematicky rozdělen do sedmi pater. První patro bude vynecháno pro zlepšení manipulace s kabely při případném rozšiřování skříně.

V druhém patře bude našroubována lišta pro uchycení kabelů pomocí kabelových příchyttek SONAP.

Do třetího patra bude instalován přechod mezi vnějším a vnitřním prostředím. Patro bude osazeno 10 propojovacími svorkovnicemi WAGO. Každá má 12 svorek umožňujících propojení vnitřní a vnější části kabelizace. Dále zde bude přívodní svorka, do které bude zapojen kabel 400 V / 16 A/50 Hz sloužící jako napájení celého rozvaděče a svorkovnice PE sloužící pro spojení všech ochranných vodičů.

Ve čtvrtém patře budou umístěny zásuvky pro vedlejší spotřeby. Každá bude samostatně chráněna jističem 16B. Dále zde bude umístěn spínaný zdroj MEAN WELL, který zajišťuje napájení jednotky počítače náprav. Ten bude jištěn pomocí jističe 6B umístěného v témž patře. Také zde bude umístěn jistič 2C/2 pro jištění obou pólů výstupního napětí ze spínaného zdroje. Posledním prvkem čtvrtého patra bude svorkovnice N sloužící pro pospojování všech zpětných vodičů.

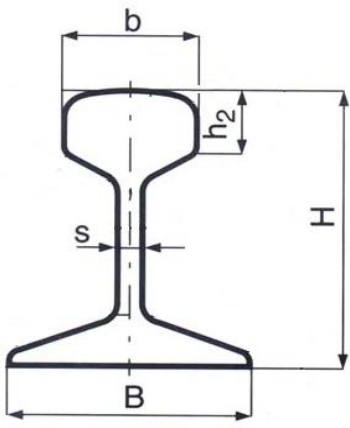
Patro páté a šesté bude v současné fázi volné, zde je ponechána rezerva pro případné rozšiřování obsahu rozvaděčové skříně.

V sedmém patře bude umístěna jednotka počítače náprav ACS2000. Na rozdíl od ostatních pater bude zavěšena na stropních lištách rozvaděče.

Zadní stěna (za jednotlivými patry) bude opatřena rozvaděčovými lištami I-T1 pro zlepšení přehlednosti a celkové vizualizace rozvaděčové skříně.

4.2 Projekce vnější části

Jak bylo řečeno v kapitole 4.1.1 trať měří přibližně 35 metrů a její rozchod je 600 mm. Při budování trati byly využity vyřazené kolejnice pro důlní dráhy. Základní parametry kolejnice udává tabulka 13. Vysvětlení k rozměrům udaných v tabulce poskytuje obrázek 4-4. Upevnění kolejnic je provedeno do dřevěných prážců.

H [mm]	80	
B [mm]	70	
b [mm]	38	
s [mm]	9	
h_{2,3} [mm]	17,3	

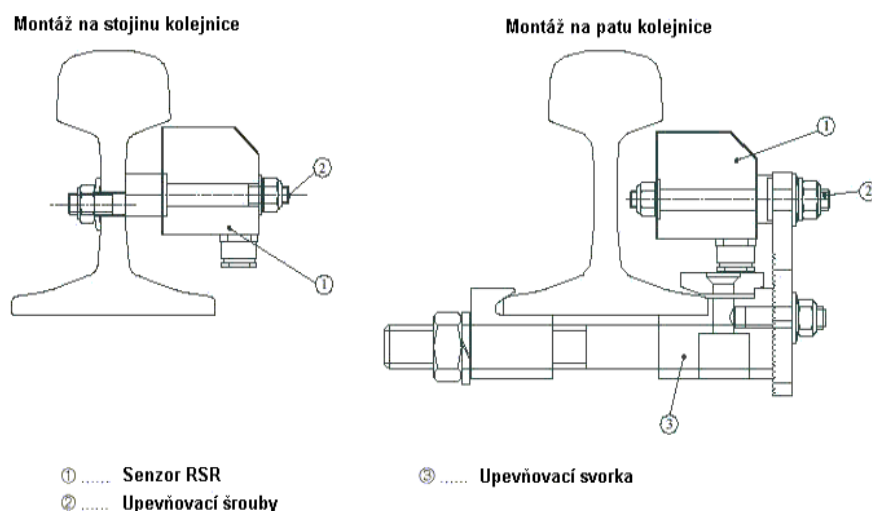
Obrázek 4-4 Parametry kolejnice

Tabulka 13 Parametry důlní kolejnice[18]

Již při prvotním plánování projektu bylo určeno, že na trať se nasadí kolové senzory RSR180. Výrobce nabízí a schvaluje ze zásady dva způsoby montáže počítačícího senzoru.

4.2.1 Montáž na stojinu kolejnice

Montáž se provádí do otvorů vyvrtaných do stojiny kolejnice. Pro připevnění senzoru se používá excentrických šroubů. Tento systém se z důvodů nepřesností při vrtání do stojiny a následné údržby (výměna koleje) neosvědčil. Na drahách SŽDC se tento způsob nepoužívá. Vidět ho lze na obrázek 4-5 v levé části obrázku.



Obrázek 4-5 Způsoby montáže RSR180[6]

4.2.2 Montáž na patu kolejnice

Je na české železnici standartním způsobem upevnění kolového senzoru. Pro upevnění na patu se využívá upevňovací soupravy SK140. Tato souprava je součástí dodávky senzorů. Pro správnou montáž jsou stanoveny minimální a maximální hodnoty šířky paty kolejnice a její výšky. Způsob montáže je zobrazen na v pravé části obrázek 4-5.

Minimální šířka paty kolejnice	120 mm
Maximální šířka paty kolejnice	160 mm
Minimální výška kolejnice	130 mm
Maximální výška kolejnice	180 mm

Tabulka 14 Rozměry kolejnice pro montáž RSR 180 pomocí SK140[6]

Tyto rozměry splňuje většina na českém území používaných kolejnic (S49, R65, UIC65 a T). V případě nedostatečné šířky paty (např. kolejnice typu A) lze použít vložku SE5.

4.2.3 Vzniklý problém s montáží kolového senzoru

Jak lze vidět v tabulce 13, nelze v případě experimentální tratě použít standartní upevňovací soupravy SK140. Také není možné upevnit senzor přes stojinu kolejnice. Po analýze problému bylo vymyšleno atypické upevnění senzoru do mezipražcového pole. Mnou navržený držák se připevňuje pomocí šroubů přímo do dřevěných prážců. Z důvodu plánovaného měření polohy senzoru vůči projížděnému dvojkolí umožňuje přípravek nastavení polohy ve dvou osách. Výkres s rozměry přípravku lze vidět v příloze 6. Přípravek bude vyhotoven z hliníku. Použití hliníku bylo zvoleno z dvou hlavních důvodů. Prvním

důvodem je odolnost hliníku vůči venkovnímu prostředí (hlavně odolnost proti korozi). Tím nám odpadla nutnost ošetření přípravku antikoročním nátěrem. Druhým jsou paramagnetické vlastnosti hliníku, díky kterým nebude ovlivňovat chování kolového detektoru.

4.3 Realizace vnější části

Realizace venkovní části obsahovala spoustu terénních úprav. Tímto bych chtěl poděkovat spolužáku Danu Hromádkovi, který byl tak hodný a vypomohl mi s výkopovými pracemi a následnou pokládkou a instalací venkovní kabeláže.

4.3.1 Kabelový rozvaděč + úpravy terénu

Při volbě kabelového rozvaděče byla oslovena firma CONTEG z Pelhřimova. Firma se ukázala jako velmi solidní a výměnou za zviditelnění jejich firmy nám poskytla dvouplášťový venkovní rozvaděč o rozměrech 800 x 800 x 1200 mm. Instalace tohoto rozvaděče se provádí na čtvercový kovový rám, který se uchytlí do betonového podstavce. Pro účel betonování jsem ve fázi příprav zhotovil šalovací bednění o rozměrech 100 x 100 x 40 mm. Na obrázku 4-6 přikládám ilustrační fotografie z betonování podstavce.

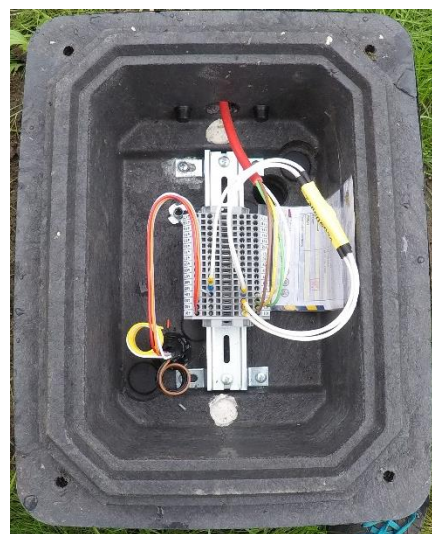


Obrázek 4-6 Příprava podstavce pro rozvaděč R1

Pro zlepšení pevnostních a odolnostních parametrů podstavce byla do betonu vsazena klec zhotovená z armovacích tyčí o průměru 8 mm. Celý sokl se nechal vytvrdit přibližně týden. Poté došlo k zakrácení chrániček a instalaci samotného rozvaděče. Po instalaci byla vzniklá mezera mezi plechovým dnem rozvaděče a betonovým podstavcem ochráněna proti případnému vniku vody pomocí průhledného silikonu.

4.3.2 Montáž kabelových závěrů, založení vnějších kabelů a zemnicí pásoviny

Výkres situačního schématu uložení kabelových závěrů UPMP1-3 společně s přesným umístěním vnějších kabelů nalezneme v příloze 7. Z bodu UPMP1 je signál veden čtyřpárovým kabelem (č. 4001) do závěru UPMP2. Ten slouží pro připojení bodu PB2 a zároveň i jako rozvaděč pro kabel 4001. Z UPMP2 odchází sedmpárový kabel číslo 4002 do rozvaděče R1. Závěr UPMP3 je do R1 zapojen na samostatném čtyřpárovém kabelu (č. 4003). Oba příchozí kabely jsou v rozvaděči zakončeny v patře s WAGO svorkovnicemi. Přesný průběh kabelů včetně jeho zapojení do příslušných svorek je k nahlédnutí v příloze 9.



Obrázek 4-7 Ukázka zapojení kabelového závěru UPMP1

V kabelových závěrech UPMP jsou zapojeny příchody od čidel RSR180. Ochrana čidla je proti přepětí zajištěna pomocí vnější přepět'ové ochrany. Odchozím prvkem z čidla je příslušně očíslovaný kabel TCEKEY.

4.3.3 Montáž přípravků a senzorů RSR 180

Přípevnění přípravků do prážců bylo provedeno pomocí šroubů M12 x 120 mm (do dřeva). Vyvrtané otvory byly z důvodu ochrany dřevěných prážců před vyhníváním ošetřeny pomocí prostředku na olejové bázi. Samotné senzory byly k přípravku přišroubovány pomocí šroubů M12 x 100 mm. Pod utahovací matku byla z důvodu ochrany před vibracemi vsazena ještě pérová podložka. Vzhled provedené montáže kolového senzoru RSR 180 společně se speciálním přípravkem můžeme vidět na obrázku 4-8.

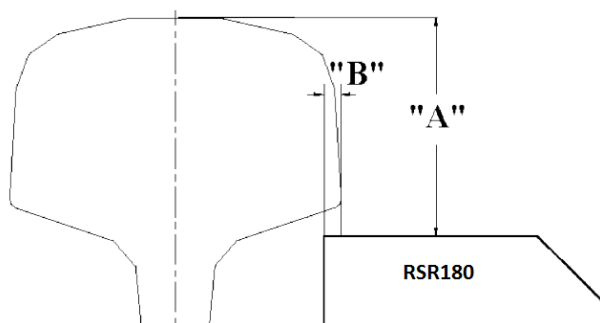


Obrázek 4-8 Ukázka instalace atypického přípravku s RSR180

4.3.4 Nastavení správné polohy senzoru vůči temenu kolejnice

Nejdůležitějším parametrem pro spolehlivou a bezchybnou funkci kolového senzoru je jeho poloha vůči temenu kolejnice. Hlavní rozměry, které stanovuje výrobce a které musí být při montáži dodrženy, vyobrazuje obrázek 4-9.

Rozměr **A**, tedy poloha senzoru vůči temenu kolejnice, je dodavatelem stanovena v mezích od 40 mm do 45 mm. Hodnota se měří pomocí úhelníku přiloženého na temeno kolejnice a bok upevňovací sady SK140. Upřednostňuje se vzdálenost minimální. Rozměr **B** je stanoven na 4 mm - 7 mm. Nesmí dojít k doteku hlavy kolejnice a kolového detektoru.



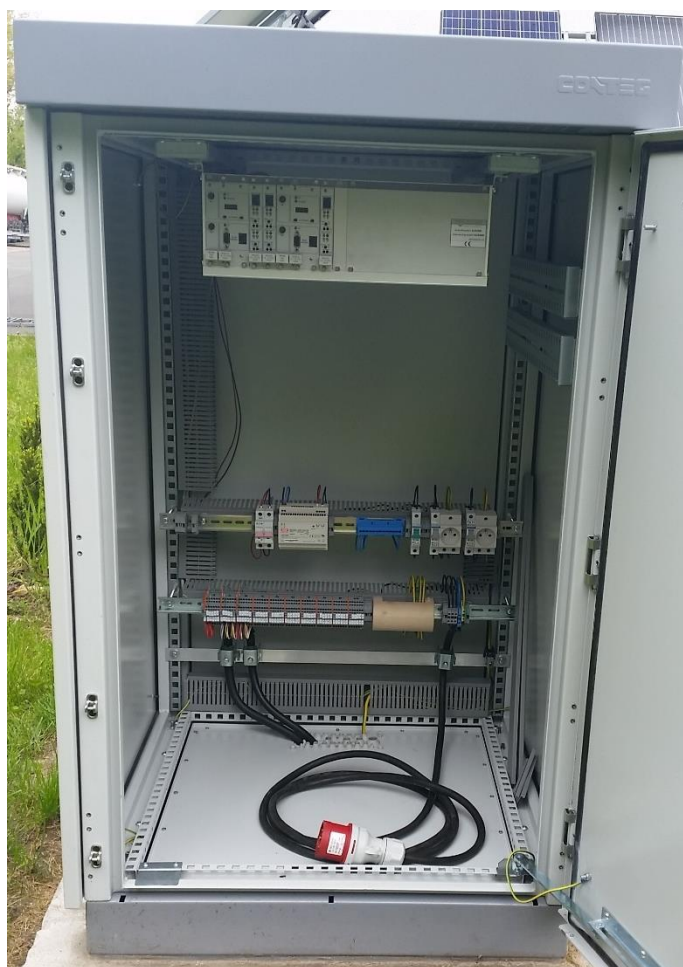
Obrázek 4-9 Hlavní parametry polohy senzor-kolejnice[6]

Vzhledem k velikosti nákolků experimentálních vozítek používaných ve VVCD a parametrům kolejnice uvedeným v tabulce 13 musí být nastavení oproti dokumentaci odlišné. Testováním se ověřilo, že správný rozměr **A** se v našem případě pohybuje v mezích 30-40 mm. Při nastavování rozměru **B** vznikl problém. Vzhledem k výšce kolejnice 80 mm vychází střed senzoru RSR 180 přímo proti patě kolejnice. Pro správnou polohu dle dokumentace by bylo nutné provést zářez přímo do paty kolejnice. Tento zákrok by vedl ke zhoršení nosnosti v místech výřezu, a tudíž řezání do kolejnice nebylo přípustné. Senzor se nakonec umístil v nejbližší možné poloze. Z toho důvodu vychází tento rozměr oproti

ideálnímu rozměru záporný. Testováním se došlo k závěru, že se rozměr B musí pohybovat od -22 mm do -27 mm.

4.4 Realizace vnitřní části – rozvaděč R1

Zapojení vnitřní části proběhlo dle plánu uvedeném v kapitole 4.1. Pro zlepšení celkového estetického vzhledu a snazší orientace v rozvaděči bylo každé patro ze zadní strany osazeno hřebenovou kabelovou lištou. Pohled do zapojeného rozvaděče můžeme vidět na obrázku 4-10.



Obrázek 4-10 Fotografie z probíhající realizace

4.4.1 Napájení R1

Realizace napájení pro jednotku počítače náprav a pro zásuvky vedlejších spotřeb společně s instalací příslušných jisticích prvků proběhla dle schématu uvedeného v příloze 8.

4.4.2 Přechod mezi vnitřní a vnější kabelizací

- **Kabel napájení 3f 400 V/ 50 Hz**

Vnější napájecí kabel je přiveden do vstupní 5svorkové svorkovnice (patro č. 3). Svorkovnice je proti poškození neopatrnou manipulací s kabelem chráněna pomocí přichytky SONAP.

- **Venkovní kabely od kolových detektorů RSR 180**

Kabely TCEKEY od senzorů umístěných v kolejišti jsou zakončeny ve svorkovnicích WAGO (patro č. 3). Stejně jako napájecí kabel jsou i tyto kabely přichyceny pomocí SONAP v patře číslo 2.

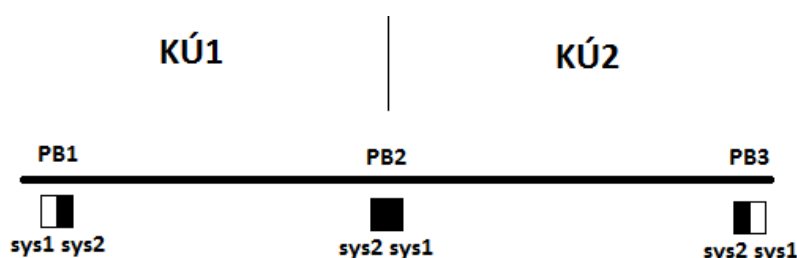
5 Ověření funkčnosti a testování

5.1 Oživení napájení

Oživování rozvaděčové skříně probíhalo v opatrných krocích. Po přivedení napájecího napětí bylo změřeno napětí na vstupních svorkách. Dalším krokem bylo zprovoznění zásuvek vedlejší spotřeby. Postupným nahozením jističů FA2 a FA3 (viz. příloha 8) se ověřilo správné zapojení zásuvek. Následně bylo na vstup zdroje pro jednotku počítače náprav přivedeno napětí nahozením jističe FA1. Na výstupu zdroje bylo naměřeno výstupní napětí 24,7 V. Před přivedením napájení (nahození jističe FA4) pro jednotku ACS2000 bylo nutné provést její správné nastavení.

5.2 Nastavení jednotky ACS2000

Kolové senzory je v oblouku nutné vždy umístit na vnitřní kolejnici. Z toho důvodu je nutné nastavit přepínače DIR1 a DIR2 na polohy odpovídající v dokumentaci. Nastavení těchto přepínačů se věnuje kapitola 5.2.2 a 5.2.3. Z obrázku 5-1 můžeme vidět, že detektor PB2 je společně využíván jak pro kolejový úsek 1, tak i 2. Fyzicky je PB2 umístěn v KÚ1, ale aby ho mohl využívat i KÚ2, musí být propojen s tímto úsekem pomocí kabelu UTP. Propojení použité v této aplikaci je uvedeno v kapitole 5.2.1.



Obrázek 5-1 Pozice cívek snímačů v kolejišti

5.2.1 Propojení bodu PB2

Oboustranně využívaný počítačový bod se propojuje pomocí kabelu UTP Cat5. Kabel se zasune do vstupních – výstupních datových konektorů RJ45. Pro výstup dvojitého počítačového bodu slouží konektory označené na desce ABP jako J9 pro PB1, J12 – PB2 (naš případ), J15 – PB3, J18 – PB4, J21 – PB5 a J24 – PB6. Na vstupní straně se UTP zapojuje do konektorů J1 – J4. Pro náš případ bude použit vstup PB3-J1. Propojení tedy bude vypadat následovně:

Deska ABP pro KÚ1 – konektor J12 → Deska ABP pro KÚ2 – konektor J1

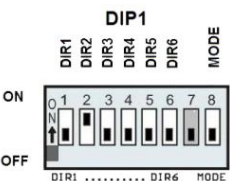
5.2.2 Nastavení přepínačů DIP1 a DIP1' pro KÚ1 a KÚ2

- **Přepínač MODE**

Slouží k nastavení provozního módu. V pozici ON je jednotka ACS2000 nastavena do blokového provozu. V pozici OFF (naš případ) je nastavena do módu izolovaného provozu.

- **Přepínače DIR**

Tyto přepínače slouží k nastavení jednotlivých počítacích bodů. Nastavením ovlivňujeme směrově závislé počítání senzorů. Pokud je přepínač v poloze OFF, dochází při průjezdu dvojkolí od systémové cívky SYS1 směrem k SYS2 k inkrementaci hodnoty čítače. Pokud je nastavena poloha ON, dochází při průjezdu od SYS1 k SYS2 k odčítání počtu náprav v dohlíženém úseku.

Kolejový úsek 1			 <p>Obrázek 5-2 Přepínač DIP1[6]</p>	Kolejový úsek 2		
1	DIR1	OFF		1	DIR1	OFF
2	DIR2	OFF		2	DIR2	ON
3	DIR3	ON		3	DIR3	ON
4	DIR4	ON		4	DIR4	ON
5	DIR5	ON		5	DIR5	ON
6	DIR6	ON		6	DIR6	ON
7	DIR7	NEVYUŽIT		7	DIR7	NEVYUŽIT
8	MODE	OFF	8	MODE	OFF	

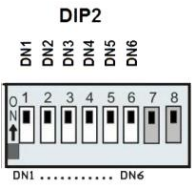
Tabulka 15 Nastavení přepínačů DIR +MODE [6]

*nastavení přepínačů pro DIP i DIP' musí být stejné

5.2.3 Nastavení přepínačů DIP2 a DIP2' pro KÚ1 a KÚ2

- **Přepínače DN**

Slouží k aktivaci vstupu v případě dvojitého využití počítacího bodu (v našem případě je dvojitě využíván PB2). V poloze OFF jsou na vstup sběrnice jednotky ABP přivedeny data o dvojitě využití kolového detektoru.

Kolejový úsek 1			 <p>Obrázek 5-3 Přepínač DIP2[6]</p>	Kolejový úsek 2		
1	DN1	ON		1	DN1	ON
2	DN2	ON		2	DN2	ON
3	DN3	ON		3	DN3	OFF
4	DN4	ON		4	DN4	ON
5	DN5	ON		5	DN5	ON
6	DN6	ON		6	DN6	ON
7	DN7	NEVYUŽIT		7	DN7	NEVYUŽIT
8	DN8	NEVYUŽIT		8	DN	NEVYUŽIT

Tabulka 16 Nastavení přepínačů DN [6]

*nastavení přepínačů pro DIP i DIP' musí být stejné

5.3 Zapojení tabla výstupů

Tablo původně vůbec nebylo zamýšleno. Vzniklo ze dne na den. Vymyšleno bylo ze dvou hlavních důvodů. Prvním důvodem je vizuální kontrola volnosti/ obsazenosti dohlížených úseků. Druhým důvodem je možnost provádění resetu jednotky pro případy testování. Nulování se bude používat v případě, kdy v úseku zůstanou napočítané nápravy železničních dvojkolí, ačkoli vlak již dohlížený úsek trati celý opustil nebo při situaci, kdy vlak obsadí úsek poruchou. Vnitřní zapojení tabla a jeho vazba na výstupy z jednotky PN (konektor ST-6) je k nahlédnutí v příloze 10. Zapojení konektoru ST-6 pro úseky KÚ1, 2 je uvedeno v tabulce 17.

Funkce výstupu	Obsluha	Zapojení svorek ST-6
Nulování úseku	Přepnutí spínače do některé z poloha a navrácení do původní polohy	14d a 18d – kladný pól 14z a 18z – záporný pól
Volnost	Indikace volnosti – zelená kontrolka	24d a 30d – kontakt relé
Obsazení	Indikace obsazení – červená kontrolka	26z a 32z – kontakt relé

Tabulka 17 Zapojení výstupních konektorů ST-6 [5]

5.4 Postup ožívání, nastavení a přezkoušení funkčnosti systému

V první fázi ožívání se provede kontrola izolačního stavu vnější kabelizace vůči zemi. Dále se vyzkouší, jestli nejsou jednotlivé žíly vzájemně zkratovány. Další fází je úplná kontrola kabelizace (musí být v souladu s projektovou dokumentací). Také se zkontroluje

osazení vany počítače náprav. Proběhne kontrola typů a pozice jednotlivých jednotek. Také se provede opětovná kontrola DIP přepínačů u jednotek IMC a ABP. Závěrečnou fází je kontrola napájení pro jednotku ACS. Prověří se hlavně polarita a velikost napájecího napětí.



Obrázek 5-4 Vzhled tabla výstupů

5.5 Měření a nastavení jednotek IMC

Veškerá měření na jednotce IMC lze provádět za předpokladu správné montáže detektoru ke kolejnici v situaci, kdy úsek není obsazen železničním vozidlem.

5.5.1 Měření proudů systémových cívek SYS1 a SYS2

Pro měření systémových proudů IMC slouží měřící zdířky umístěné na panelu jednotky (svorky V+ a GND). Měření se provádí voltmetrem nastaveným v rozsahu 1000 mV. Naměřené napětí mezi SYS1 a SYS2 by mělo mít hodnotu v rozsahu 280–500 mV (přepočteno 100mV \approx 1 mA). Přípustný rozsah mezi jednotlivými systémy je 0,2 mA. Při překročení rozsahu je nutné provést opětovné měření zemní stavu vnějších vodičů plus zkontrolovat senzor RSR a případně vyměnit vadnou část.

- **Reálné měření jednotek IMC**

Při testování zařízení bylo měřeno napětí na všech třech jednotkách IMC. Výsledné hodnoty se pohybovaly v rozsahu 280–320 mV. Rozsah mezi systémy nebyl větší než 0,1 mA. Testované zařízení se drží v potřebných mezích.

5.5.2 Měření napětí kolového detektoru

Provádí se pomocí voltmetru. Rozsah se nastaví na 100 V. Hodnota napětí se odměří na svorkách vnitřní přepěťové ochrany a musí být v rozmezí 12-28 V. Při případném překročení rozsahu se provede opětovná kontrola zemního stavu kabelu a případné přeměření odběru detektoru.

- **Reálné měření jednotek IMC**

Hodnota naměřená na výstupu z rozvaděče R1 pro počítací body PB1 až PB3 byla 24,9 V. Dále bylo napětí změřeno na venkovních kabelových závěrech. Vzhledem k malé délce kabeláže nepokleslo napětí v nejbližším bodě o více než 0,4 V

5.5.3 Naladění jednotky IMC

Jednotka IMC se ladí z důvodu sladění impedančního přizpůsobení smyček SYS1 a SYS2. Naladění jednotky je nutné provádět vždy před prvním uvedením do provozu, případně v situacích, kdy je při údržbě s detektorem manipulováno. Další situací, kdy je nutné jednotku opětovně naladit, je změna odporu kabelového vedení (např. zkrácení). Během průběhu ladění je nutné zamezit pojíždění přes lazený senzor. Zároveň musí být ze zdířek jednotky odpojeny měřicí přístroje.

Samotné ladění smyčky je provedeno automaticky. Pouze musí dojít k vyvolání předem definované sekvence:

- Zaprvé tlačítka T1 a T2 se společně musí přidržet v poloze “Adjust” (doleva) po dobu minimálně 0,5 s
- Po uvolnění musí dojít k stlačení do polohy “Test” (doprava) nejpozději do 2 s po upuštění polohy “Adjust”
- Současné uvolnění obou tlačítek

Správné naladění je indikováno deseti rychlými probliknutími kontrolky SYS1 a SYS2. V případě nesprávného naladění je nutné celou proceduru opakovat plus se doporučuje odpojení jednotky IMC od napájení (např. povytažením z kazety PN).

5.5.4 Indikace poruchových stavů jednotky IMC

Poruchové stavy se na jednotce IMC zobrazují pomocí LED diod umístěných na čelním panelu jednotky. Umístění LED indikátorů je k nahlédnutí v příloze 5. Význam jednotlivých indikací poruch a postup, jak poruchu vyřešit uvádí tabulka 18.

LED dioda PWR – nesvítí	
Možná příčina	Řešení poruchy
Není přivedeno napájení jednotky	Přeměřit hodnoty a polaritu napájecího napětí
Porucha napájení způsobena vadnou IMC jednotkou	Výměna IMC jednotky
LED dioda SYS1 a SYS2 – pomalé blikání (cca 1x/s)	
Možná příčina	Řešení poruchy
Přehození žil kolového senzoru	Provést opravu kabeláže
Klidová hodnota proudu senzoru je mimo pracovní rozsah 2.8–5 mA	Přeměřit hodnoty klidových proudů dle kapitol 5.5.1 a 5.5.2
Vadný detektor RSR180	Výměna vadného senzoru RSR
Přerušení žíly mezi jednotkou a senzorem	Provést opravu kabeláže
Změna odporu smyčky mezi jednotkou a senzorem	Provést naladění podle kapitoly 5.5.3
Vzájemné rušení klidových sensorových proudů	Provést opravu kabeláže Přeměřit hodnoty klidových proudů dle kapitol 5.5.1 a 5.5.2
LED dioda SYS1 a SYS2 – rychlé blikání (cca 10x/s)	
Možná příčina	Řešení poruchy
Špatně provedená nebo nedokončená sekvence ladění jednotky	Přerušit napájení a provést opětovné naladění dle 5.5.3
Vadná jednotka	Výměna IMC jednotky

Tabulka 18 Poruchové stavy jednotky IMC [6]

5.6 Prověření funkčnosti celého systému (zkouška započítávání)

Pro funkčnost celého systému je nutné prověřit správnost funkce napočítávání a odpočítávání náprav pro příslušný kolejový úsek. Prověrka se provádí ve dvojici, kdy jeden člověk ovlivňuje kolové senzory a druhý kontroluje správnost reakce zařízení. Prověrka musí vyhovět v následujících bodech:

- Musí souhlasit poloha zkoušeného bodu v úseku jak ve vnější, tak i ve vnitřní části (je-li skutečně zatlumen správný senzor)
- Správnost inkrementace/ dekrementace náprav dle směru jízdy

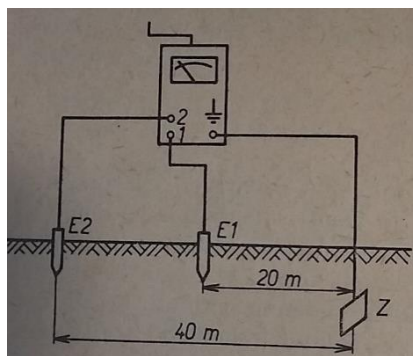
- Ověření funkčnosti nulování jednotlivých dohlížených úseků
- Správně fungující výstupní kontakty volno/ obsazeno

Veškeré kontroly všech jednotlivých součástí jednotky ACS2000 byly provedeny dle platné dokumentace AŽD. Kontrola proběhla postupně dle postupu uvedeného v dokumentu M 80270 R2 (ve zdrojích uveden pod číslem[6]).

6 Ověření atributu bezpečnosti a spolehlivosti

6.1 Měření zemního stavu rozvaděče R1

Měření zemního odporu bylo provedeno pomocí Terrometu. V podstatě se jedná o ručkový ohmmetr, který udává hodnotu zemního odporu na stupnici. Zdrojem proudu pro Terromet je stejnosměrné dynamo (poháněno klikou), které je osou spojeno s dvojicí komutátorů. První komutátor mění stejnosměrný proud z dynama na střídavý, který prochází zemí a mění se v druhém komutátoru zpět na stejnosměrný. Tím zajistíme potlačení vlivu bludných proudů (přístroj je citlivý pouze na frekvenci, kterou sám generuje). K samotnému měření je potřeba dvou elektrod o délce 60 cm a průměru 20 mm. Zarážejí se do hloubky přibližně 50 cm. Důležité je umístění elektrod v přímce se zakopaným zemničem. Schéma zapojení pro měření zemního odporu je vyobrazeno na obrázku 6-1.

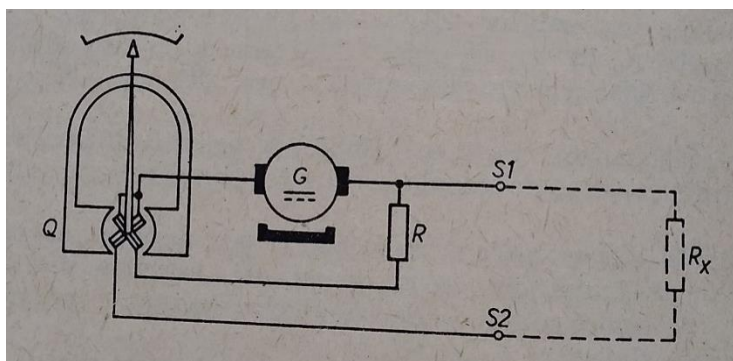


Obrázek 6-1 Měření zemního odporu pomocí Terrometu[24]

Hodnota zemního stavu rozvaděče R1 byla naměřena na přibližně 11 Ω . Dle normy ČSN 332000-4-41 ed.2 nesmí přizemněný vodič PE (případně PEN) přesahovat hodnotu zemního odporu 15 Ω . Zařízení tedy splňuje tento parametr.

6.2 Měření izolačních odporů rozvaděče R1

Měření hodnot izolačních odporů bylo provedeno pomocí přístroje Megmet 500. Zapojení



Obrázek 6-2 Vnitřní schéma Megmetu[24]

přístroje a vnitřní schéma můžeme vidět na obrázku 6-2. Principiálně se jedná o dynamoelektrický přístroj, kde induktor tvoří permanetní magnet. Otáčením klikou je generováno stejnosměrné napětí o hodnotě 500 V. Při točení klikou naprázdno ukazuje stupnice hodnotu ∞ . Nakrátko je hodnota nula. Měření bylo provedeno mezi jednotlivými stavy:

- 1L– N (1. fáze - zpětný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- 2L– N (2. fáze - zpětný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- 3L– N (3. fáze - zpětný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- 1L– PE (1. fáze – ochranný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- 2L– PE (2. fáze – ochranný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- 3L– PE (3. fáze – ochranný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$
- PE– N (ochranný vodič - zpětný vodič) → naměřená hodnota byla $>20 \text{ M}\Omega$

Norma ČSN 33 2000-4-41 ed.2.čl 411.7 udává hodnotu izolačního odporu pro zařízení minimálně $>1 \text{ M}\Omega$, což zařízení bezpečně splňuje [25].

6.3 Testovací podvozek

Testovací podvozek byl na katedře vyvinut hlavně pro demonstrační účely v dnech otevřených dveří. Pomocí tohoto podvozku o rozměrech 120 cm x 150 cm byla testována funkčnost technologie počítačů náprav.

- **Technické parametry měřícího podvozku**

Pohon testovacího podvozku obstarává dvojice stejnosměrných komutátorových motorů s permanentními magnety od firmy ATAS Náchod a.s. V katalogu je najdeme pod označením P2XR492. Parametry motoru jsou uvedeny v tabulce 19.

P2XR492			
Výkon [W]	600 W	Provoz	S1*
Jmenovité napětí [V]	24 V	Smysl točení	CW/CCW**
Otáčky [1/min]	3600	Hmotnost [kg]	5
Krytí	IP20	Třída izolace	B***

Tabulka 19 Parametry motoru měřícího podvozku

*S1 – trvalé zatížení

*CW – směr otáčení po směru hodinových ručiček/ CCW – proti směru hodinových ručiček

***B – Okolní teplota $\rightarrow 40 \text{ }^\circ\text{C}$ / Povolený nárůst teploty $\rightarrow 80 \text{ }^\circ\text{C}$ / Tepelná rezerva $\rightarrow 10 \text{ }^\circ\text{C}$
/ Konečná teplota $\rightarrow 130 \text{ }^\circ\text{C}$

Rychlost otáčení motorů je pomocí dvojitého převodu převáděna do pomala. Vzhled testovacího podvozku je vidět na obrázku 6-3. Napájení stejnosměrných motorů zajišťují dvě 12 V olověné baterie zapojené do série. Regulaci napětí zajišťuje dvojice programovatelných



Obrázek 6-3 Testovací podvozek v blízkosti PBI

regulátorů CURTIS 1128 dávajících maximální proud 110 A. Ovládaní rychlosti vozítka je umožněno ve dvou rychlostních režimech želva / zajíc. Pro každý režim byly stanoveny 3 stupně rychlosti.

- **Vyhodnocení rychlosti vozidla**

Rychlost vyhodnocování průjezdu vozítka byla měřena pomocí kamery GOPRO s rychlostí záznamu 120 snímků za vteřinu. Na kolejnicový pás byly ve vzdálenosti 10 cm nakresleny rychlostní značky. Na základě záznamu průjezdu kamery nad rychlostními body byla vyhodnocena rychlost vozítka pro následující stupně.

Režim → ŽELVA		Režim → ZAJÍC	
Rychlostní stupeň	Rychlost průjezdu [m/s]	Rychlostní stupeň	Rychlost průjezdu [m/s]
1.	0.08	1.	0.14
2.	0.26	2.	0.5
3.	0.41	3.	1.12

Tabulka 20 Vyhodnocené rychlosti podvozku

Na obrázku 6-4 můžeme vidět fotografii kamery nad rychlostními značkami.



Obrázek 6-4 Měření rychlost podvozku pomocí kamery

6.4 Měření vlivu prostoru na spolehlivou činnost kolových senzorů

Vzhledem k atypické montáži jsem se rozhodl otestovat vliv polohy senzoru vůči projíždějícímu nákolku vozidla. Tento parametr ověří meze, ve kterých vykazuje upevnění senzoru správnou funkci. Dalším krokem bude zjištění hranic prostoru, kdy senzor sice



Obrázek 6-5 Ilustrační fotografie měřícího pracoviště

nevyhodnotí správný průjezd vozidla, ale alespoň dojde k jeho částečnému ovlivnění. Vzhledem ke skutečnosti, že experimentální polygon i testovací podvozek byly oproti běžným drahám vyráběny „na koleni“, rozhodl jsem se jako měřící bod zvolit pouze bod PB2, který se

nachází v rovném úseku. Zamezí se tak možným chybám vznikajících při průjezdu oblouku, nepravidelnému odvalování/navalování nákolků na kolejnici a tím i možnosti vzniku chyby. Při jízdě podvozku rovným úsekem dojde k vystředění polohy nákolků a tím i rovnoměrným průjezdem nákolků nad snímacími cívkami senzoru.

Při měření bylo čidlem pohybováno ve vertikálním a horizontálním směru. Krok posunu v obou osách byl zvolen po 5 mm. Horizontální posun nebyl možný z důvodu přímého kontaktu počítacího bodu s patou kolejnic. Horizontální posun byl prováděn od 0 mm (počáteční polohy – v kapitole 4.3.4 označené jako rozměr B) do -30 mm. Vertikální osa se posouvala od bezpečně ověřené polohy, která v kapitole 4.3.4 označena jako rozměr A. Posun byl od +20 mm (směr k vzhůru) do -30 mm. Bohužel při nastavení do polohy +20 jsem zjistil, že hrozí kontakt nákolku a kolového detektoru, proto byl nakonec vertikální posun omezen na +15 mm → -30 mm. Tím vznikla matice 7 x 10 buněk, tzn. 70 hodnot pro jednu rychlost.

Měření probíhalo pro dva rychlostní stupně, nejpomalejší rychlost pro nastavení podvozku do stupně želva je přibližně 0.08 m/s a největší rychlost ve stupni zajíc 1.12 m/s.

- **Rychlost zajíc → maximum**

Při měření bylo přes bod PB2 pojížděno ve směru KÚ1 → KÚ2

		Vertikální posun [mm]								
		+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25
Horizontální posun [mm]	0	ER	ER	OK	OK	OK	ER	ER	ER	N
	-5	ER	ER	OK	OK	OK	ER	ER	ER	N
	-10	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	N	N
	-15	ER	ER	ER	ER	ER	N	N	N	N
	-20	ER	ER	ER	ER	ER	N	N	N	N
	-25	ER	ER	ER	ER	N	N	N	N	N
	-30	ER	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabulka 21 Měření vlivu polohy senzoru PB2 při maximální rychlosti

Legenda:

OK	Správná činnost při projetí počítacího bodu PB2
ER	Nesprávné ovlivnění PB2 → výpis poruchového stavu na jednotkách ACB Jednotka ACB pro KÚ1 – poruchový kód + 112 / + 212 Jednotka ACB pro KÚ2 – poruchový kód - 123 / - 223
N	Senzor nezareagoval na projetí

- Rychlost želva → minimum

Při měření bylo přes bod PB2 pojížděno ve směru KÚ1 → KÚ2

		Vertikální posun [mm]								
		+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25
Horizontální posun [mm]	0	ER	ER	OK	OK	OK	ER	ER	ER	N
	-5	ER	ER	OK	OK	OK	ER	ER	ER	N
	-10	ER	ER	ER	ER	ER	ER	ER	N	N
	-15	ER	ER	ER	ER	ER	ER	N	N	N
	-20	ER	ER	ER	ER	ER	N	N	N	N
	-25	N	ER	ER	ER	N	N	N	N	N
	-30	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Tabulka 22 Měření vlivu polohy senzoru při minimální rychlosti

Legenda:

OK	Správná činnost při projetí počítacího bodu PB2
	Nesprávné ovlivnění PB2 → výpis poruchového stavu na jednotkách ACB
ER	Jednotka ACB pro KÚ1 – poruchový kód + 112 / + 212 Jednotka ACB pro KÚ2 – poruchový kód - 123 / - 223
N	Senzor nezareagoval na projetí

Toto měření bylo náročně hlavně z časového hlediska a trvalo přibližně 12 hodin.

Obě měření ukázala, že správná poloha kolového senzoru se vyskytuje v mezích od ± 5 mm vertikálně a -5 mm horizontálně. Rozdíly v rychlostech se projeví až na hranicích přechodu Error → Neovlivnění, což jsou hranice, ve kterých nemůžou být senzory za normálního provozu nikdy provozovány.

6.5 Simulace poruchových stavů

V rámci testování bezpečnosti budou na jednotce PN simulovány jednotlivé poruchové stavy. 20 vybraných poruchových stavů přesně reflektuje poruchy, ke kterým může dojít při standardním provozu senzorů PN v železničním prostředí. V tabulce bude uveden druh uměle vyvoleného poruchového stavu, jeho kód výpisu na jednotce ABC, popis poruchy a způsob odstranění.

6.5.1 Význam indikací na jednotce ACB

Při normálním provozním stavu display jednotky ACB slouží pro vyobrazení aktuálního počtu náprav v dohlíženém úseku. V případě, že se jednotka dostane do poruchy, indikuje na display čtyři symboly v následujícím tvaru → **A X Y Z**

Význam jednotlivých poruch je uveden v tabulce 23.

Segment A	
Znak/ Symbol	Význam
-	Odečtení poslední zaznamenané nápravy z důvodu provozní poruchy
+	Načtení poslední zaznamenané nápravy z důvodu provozní poruchy
/	Jedna ze systémových cívek snímače je obsazena
*(trvale svítící)	Závažná porucha
*(blikající)	Použití pre-reset po závažné poruše
Segment X	
Znak/ Symbol	Význam
1	Kanál 1
2	Kanál 2
3	Kanál 1 (druhého subsystému při blokovém provozu)
4	Kanál 2 (druhého subsystému při blokovém provozu)
Segment Y Z	
YZ	Kód poruchy (tabulky provozních a závažných poruch uvedeny v přílohách 11 a 12) – může nabývat hodnot 00-FF

Tabulka 23 Identifikační tabulka poruch [6]

- Provozní porucha – (kód YZ → 00 – 7F)

Je základní poruchou. Naprostou většinu provozních poruch lze odstranit pomocí nulovacího tlačítka. V našem případě k nulování slouží přepínač na tablu. Pro nulování se musí přepínač tablu přepnout do jedné ze stran a po minimálně 500 ms navrátit do původní polohy.

- Závažná porucha – (kód YZ → 80 – FF)

Nelze odstranit pouze vynulováním úseku, je nutné provést kontrolu montáže senzoru, kabeláže, přeměření výstupních napětí z jednotek IMC a pak provést opětovné naladění jednotky (postup dle kapitoly 5.5 a jejích subkapitol).

- **Parametry testů poruch**

Všechny poruchové stavy byly testovány ve směru poježdění od KÚ1 do KÚ2.

Ve většině případů při detekci poruchy senzor ukazuje dvě poruchové hlášky, první kód je v tabulce vypsán za odrážkou a) druhý za odrážkou b) .

Význam symbolů A a X je vypsán v tabulce 23. Proto nebude v následující tabulce znovu řešen. V tabulce budou hodnoceny pouze symboly Y Z.

Při odchylce poruchového kódu od předpokládaného jsou uváděny pouze symboly Y Z.

	Vznik poruchového stavu <i>(detailní popis situace)</i>	Projev poruchy na jednotce ACB KÚ1	Projev poruchy na jednotce ACB KÚ2	Odstranění poruchy
1.	Neúplné projetí kolového senzoru <i>(zastavení nad senzorem, následné projetí)</i>	<p><u>Při zastavení nad senzorem</u> Bezporuchový stav → indikace <0 0> →Přechod ze stavu volno do obsazeno nebo naopak</p> <p><u>Po odjetí z prostoru senzoru</u> a) Indikace poruchy → -112 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy → -222 → negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p><u>Při zastavení nad senzorem</u> Bezporuchový stav → Napočtena 1 náprava</p> <p><u>Po odjetí z prostoru senzoru</u> a) Indikace poruchy → +113 → částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy → +223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Vynulování po opuštění úseku
2.	Nedodržení pozice montážní kolového senzoru <i>(následné projetí)</i>	<p>a) Indikace poruchy → -112 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy → -222 → negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy → +113 → částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy → +213 → částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Vynulování po opuštění úseku

3.	<p>Rozpojení kabelu dvojitého využití u PB2 (následné projetí)</p>	<p>Bezporuchový stav→ Indikace volnosti</p> <p>Došlo ke správné funkci PB2 pro úsek KÚ1</p>	<p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0> →Přechod ze stavu volno do obsazeno nebo naopak b) Indikace poruchy → +223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při odpojení kabelu UTP by měla být YZ 13</p>	<p>Opětovné zapojení kabelu UTP a vynulování poruchou obsazeného úseku</p>
4.	<p>Vynulování dohlíženého úseku i když souprava neopustila úsek (následné opuštění)</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -112 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy→ -212 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ +113 → částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy→ +213 → částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Opuštění úseku a následné vynulování poruchou obsazeného úseku</p>
5.	<p>Přerušení napájení kolového senzoru (Vcc)</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -172 → porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu ze stavu volno→ obsazeno či naopak b) Indikace poruchy→ /272 → porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu ze stavu volno→ obsazeno či naopak</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané→ očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 42</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -173 → porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu ze stavu volno→ obsazeno či naopak b) Indikace poruchy→ /273 → porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu ze stavu volno→ obsazeno či naopak</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 42</p>	<p>Kontrola napájení jednotek IMC a opětovné naladění dle kapitoly 5.5</p>

6.	Zkrat mezi SYS1 a SYS2 <i>(dlouhodobý)</i>	<p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ /222 → negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané→ očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 52</p>	<p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ /223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 43</p>	Kontrola napájení jednotek IMC a opětovné naladění dle kapitoly 5.5
7.	Zkrat mezi SYS1 a Vcc <i>(dlouhodobý)</i>	<p><u>Při zkratu</u></p> <p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ /222 → negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 42</p> <p><u>Po opravě</u></p> <p>a) Indikace poruchy→ -122→ negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -242 → současné ovlivnění obou systémů u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p><u>Při zkratu</u></p> <p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ /223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 4</p> <p><u>Po opravě</u></p> <p>a) Indikace poruchy→ -143 → současné ovlivnění obou systémů u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Kontrola napájení jednotek IMC a opětovné naladění dle kapitoly 5.5

8.	Výpadek SYS1 (dlouhodobý)	<p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ -122 → negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané→ očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 72</p>	<p>a) Bezporuchový stav→ indikace <0 0></p> <p>b) Indikace poruchy→ -223 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se liší od předpokládané → očekávaná porucha při přerušení napájení by měla být YZ 73</p>	Oprava kabeláže a vynulování poruchou obsazeného úseku
9.	Výpadek SYS1 a SYS2 (dlouhodobý)	<p>a) Indikace poruchy→ -172 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno)</p> <p>b) Indikace poruchy→ -272 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno)</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -173 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno)</p> <p>b) Indikace poruchy→ -273 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno)</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Přerušit napájení a provést opravu kabeláže a opětovně naladit dle kapitoly 5.5
10.	Rušení kolového senzoru permanentním magnetem	Neprojevilo se	Neprojevilo se	-
11.	Zapevnění senzoru v nevhodné pozici (Sys2 ve správné pozici Sys1 příliš nízko)	<p>a) Indikace poruchy→ -112 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -212 → částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Bezporuchový stav → zobrazeno 0 náprav v úseku	Oprava polohy kolového senzoru následně opětovně naladění dle kapitoly 5.5

12.	Chvilkový výpadek napájení kolového senzoru	<p>a) Indikace poruchy→ -142 → částečné ovlivnění obou systému u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -242 → částečné ovlivnění obou systému u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ +143 → částečné ovlivnění obou systému u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ +243 → částečné ovlivnění obou systému u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Přerušeni napájení následná oprava kabeláže a opětovné naladění dle kapitoly 5.5
13.	Odlišné nastavení přepínačů DIP1 a DIP1' na jednotce ABP pro KÚ1 <i>(nastaveno při odpojení napájení a opětovném spuštění, naladění a poježdění přes PB2)</i>	<p>a) Indikace poruchy→ -172 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>b) Indikace poruchy→ -272 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Bezporuchový stav → zobrazeno 0 náprav v úseku Došlo ke správné funkci PB2 pro úsek KÚ2	Přerušit napájení a provést opětovné nastavení DIP opětovné naladění dle kapitoly 5.5
14.	Výpadek SYS1 a přejetí přes počítací bod PB2	<p>a) Indikace poruchy→ -172 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>b) Indikace poruchy→ -272 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -173 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>b) Indikace poruchy→ -273 → porucha reléového komparátoru (při přechodu ze stavu volno do obsazeno</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	Přerušit napájení a provést opravu kabeláže a opětovně naladit dle kapitoly 5.5

15.	<p>Chvilkový výpadek napájení kolového senzoru během projíždění PB2</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -152 → chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran pulsu u druhé vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy→ -252 → chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran pulsu u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ +153 → chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran pulsu u třetí vyhodnocovací jednotky b) Indikace poruchy→ +253 → chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran pulsu u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Provést vynulování poruchou obsazených kolejových úseků</p>
16.	<p>Funkce při minimálním napájení (vstupní napětí nastaveno 17,6 V)</p>	<p>a) Indikace poruchy→ *1D8→ změna nastavení DIP přepínačů za provozu b) Indikace poruchy→ *2D8 → změna nastavení DIP přepínačů za provozu</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ *1D9→ změna nastavení DIP přepínačů za provozu b) Indikace poruchy→ *2D9 → změna nastavení DIP přepínačů za provozu</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Přerušit napájení provést test napájení a opravit a znovu nastavit jednotku dle 5.5</p>
17.	<p>Funkce při minimálním napájení (poslední možná mez funkčnosti a projíždění přes senzor – vstupní napětí nastaveno na 17,8 V)</p>	<p>Při projíždění úseku za stavu nízkého napájení došlo ke zhasnutí jednotky. Po projetí vozidla došlo k obnovení funkce jednotky a byla indikována stejná chyba jako při testu 16. Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Při projíždění úseku za stavu nízkého napájení došlo ke zhasnutí jednotky. Po projetí vozidla došlo k obnovení funkce jednotky a byla indikována stejná chyba jako při testu 16. Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Přerušit napájení provést test napájení a opravit a znovu nastavit jednotku dle 5.5</p>

18.	Přenastavení přepínače DIP1 na APB pro KÚ1 za provozu	<p>a) Indikace poruchy→ *184→ změna nastavení DIP přepínačů za provozu</p> <p>b) Indikace poruchy→ *284 → změna nastavení DIP přepínačů za provozu</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Bezporuchový stav→ Indikace volnosti</p> <p>Došlo ke správné funkci PB2 pro úsek KÚ2</p>	<p>Odpojení od napájení návrat přepínače DIP do správné polohy a opětovné zapnutí a naladění jednotky PN</p>
19.	Pokus ovlivnění snímacího senzoru pomocí kovového kvádrů – simulace okolku neodpovídajícího předpisům (rozměr kvádrů 3 x 3 x 10 cm)	<p>a) Indikace poruchy→ -122→ negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -222→ negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -123 → negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -222→ negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Vynulování poruchou ovlivněných úseků</p>
20.	Pokus ovlivnění snímacího senzoru pomocí kusu kolejnice – simulace okolku neodpovídajícího předpisům (délka kolejnice 30 cm)	<p>a) Indikace poruchy→ -142→ současné ovlivnění obou systému u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -252→ negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>a) Indikace poruchy→ -143 → současné ovlivnění obou systému u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>b) Indikace poruchy→ -253→ negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky</p> <p>Projev poruchy se shoduje s dokumentací</p>	<p>Vynulování poruchou ovlivněných úseků</p>

Tabulka 24 Tabulka simulovaných poruchových stavů

Test simulace poruchových stavů nám ukázal, že některé stavy nejsou indikovány přesně, jak je predikováno v přílohách 11 a 12. V reálném provozu může být nalezení přesné chyby složitější, než se na první pohled zdá. Při postupu hledání příčiny poruchy je nutné postupovat

obezřetně. Nesprávný postup při hledání závady může způsobit zhoršení poruchy, případně může dojít i ke zničení zařízení.

6.6 Testování parametru spolehlivosti

Pro testování tohoto parametru je nutné podrobit kompletní zařízení dlouhodobějšímu sledování. Po delší době pozorování funkčnosti celé sestavy lze na základě statistických metod stanovit, jak moc je zařízení spolehlivé. Ideální doba vzorkování v případě této diplomové práce by byla minimálně jeden rok. Na takto dlouhou dobu sledování bohužel již v mé práci není prostor, proto bude muset být tento parametr stanoven až po uplynutí této doby. Testování spolehlivosti započalo po odměření a otestování všech potřebných údajů pro diplomovou práci. Poté bylo nastavení celého zařízení uvedeno do doporučeného (základního) stavu. V současné době testování započalo a stále probíhá.

7 Závěr

Závěrem diplomové práce shrnuji poznatky získané při projekci, realizaci, oživení a měření na již zhotoveném pracovišti. Důležitým poznatkem pro mou osobu bylo zjištění, jak složité je přesné a správné naprojektování obdobných zařízení. Sladit všechny požadavky na zařízení společně s udržení vysoké kvality montáže je velmi složitý úkol. Mou výhodou byla možnost zpětného opravení projektu podle vzniklých problémů při montáži. Přesto si myslím, že jsem při práci postupoval správně. Výsledná instalace může sloužit pro výukové účely pro předměty zabezpečovací techniky. Vnitřní organizace pater rozvaděče R1 je naprojektována tak, aby studentům umožnila snadné pochopení funkce zařízení.

Samotná venkovní realizace si vyžádala mnoho času, zejména při stavebních úpravách terénu, instalaci rozvaděče R1, založení kabelových tras ke kabelovým závěrům UPMP a instalaci senzorů RSR180 do kolejistě. Problém s nemožností použití standartní upevňovací sady SK140 jsem vyřešil pomocí atypického mnou navrženého přípravku z hliníku. Výhodou tohoto přípravku je možnost změny polohy senzoru v horizontálním směru. Snadná variabilita připevnění senzoru k přípravku doznala výhod, zejména při měření vlivu polohy senzoru vůči nákolku železničního dvojkolí.

Při oživování a nastavování sestavy se mi velmi zhodnotily zkušenosti získané na montážích zabezpečovacích zařízení v průběhu studia díky spolupráci s firmou AŽD Praha. Myslím si, že tato spolupráce umožnila zapůjčení jednotky počítače náprav ACS2000. Při oživování kompletního díla jsem postupoval obezřetně dle platné dokumentace k tomuto systému. Během této fáze jsem si uvědomil skutečnost, že kromě dvou 4segmentových displejů u jednotek ABC není nikde indikována celková volnost/obsazenost dohlížených úseků. Také jsem opomenul nutnost nulování při obsazení úseku poruchou. Proto jsem se rozhodl zhotovit narychlo ještě tablo výstupů.

Při fázi věnující se měření a testování proběhlo měření vlivu polohy senzoru vůči nákolku železničního dvojkolí pro dva rychlostní stupně. Toto měření bylo náročné na čas, protože bylo nutné přibližně 70krát měnit vertikální a horizontální polohu senzoru. V případě, že jednotky ABC vypsaly poruchu (většina naměřených hodnot), bylo nutné kompletně vyjet s podvozkem před úsek 1 a vynulovat jednotku. Z dat získaných měření lze usoudit, že senzor reaguje správně pokud se pohybuje v hodnotách ± 5 mm ve vertikální ose a -5 mm pro pohyb v ose horizontální. Druhé měření mělo na starost porovnání poruchových kódů při simulaci poruch se stavy uvedenými v dokumentaci. Kód většiny z 20 simulovaných závad byl shodný s kódem uvedeným v dokumentaci k jednotce. Některé poruchy by však měly být indikovány

pod jiným kódem, než je jednotka indikovala. Při reálném provozu by mohla nesprávná indikace vést k hledání závady na nesprávném místě, což by mohlo vést ke vniku další návazné poruchy na zařízení. V nejhorším případě by mohlo nesprávné interpretování poruchy vést k poničení až případnému zničení jednotky PN. Ve finále byla prověřena bezpečnost rozvaděče R1 proti poruchám v napájení. Změřen byl izolační stav rozvaděče a také jeho zemní odpor. V obou zkouškách rozvaděčová skříň vyhověla.

Po ukončení měření a návratu počítacího bodu PB2 do základního stavu (nulové polohy – dle kapitoly 4.3.4) se při opětovném projíždění objevila náhodná chyba projevující se na počítacím bodu PB3. V jednom z deseti průjezdů měřícího podvozku nad bodem PB3 došlo k odpočítání/napočítání pouze jedné z náprav. Usuzuji, že poloha senzoru je správná. Zkoumáním příčiny poruchy bylo zjištěno, že nákolky testovacího podvozku se nepravdělně odvalují/ navalují na hlavu kolejnice. Tento problém byl zkoumán a měřením se zjistilo, že rozchod v tomto místě není stanovených 600 mm. V některých místech oblouku se rozchod liší skoro o 20 mm. K nedodržení rozchodu trati došlo zřejmě již při budování. Kolejnice při stavbě byly ohýbány pomocí ruční ohýbačky. Změna rozchodu může být jedna z příčin chyb při načítání/ odčítání náprav. Druhou příčinou způsobující nestejněměrný průjezd nákolku obloukem může být případné vyosení náprav dvojkolí vůči sobě. Po posouzení možných příčin poruchy navrhuji dvě řešení tohoto problému. První řešení spočívá v opravě železničního svršku testovacího polygonu, kontrola a případná oprava geometrie dvojkolí testovacího podvozku. Druhý způsob vyřešení vzniklé situace spočívá v posunutí počítacího bodu PB3 přibližně o dva metry směrem do trati (těsně za konec oblouku). Dojde ke zkrácení kolejového úseku 2, ale v tomto místě na podvozek již přestávají působit obloukové odpory a dochází k vycentrování polohy nákolku vůči kolejnici. Osobně se přikláním k druhému způsobu řešení chyby. Řešení chyby pomocí prvního návrhu by bylo značně komplikované.

Závěrem mohu jen říci, že mi celá práce poskytla další zkušenosti, zejména z pohledu projekce. Zařízení je funkční a může sloužit pro demonstraci funkce technologie počítačů náprav. Studentům může být tak předán krom teoretického základu i praktický pohled na problematiku bezpečné kontroly volnosti úseků v železničním provozu.

8 Seznam použité literatury

- [1] ING. UHLÍŘ a ING. LÁTAL. *Počítač náprav AZF: Technický popis*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2006.
- [2] ING. UHLÍŘ a ING. LÁTAL. *Počítač náprav AZF: Pokyny pro projektování*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2007.
- [3] ING. UHLÍŘ a ING. LÁTAL. *Počítač náprav AZF: Návod pro obsluhu*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2006.
- [4] ING. UHLÍŘ a ING. LÁTAL. *Počítač náprav AZF: Návod pro montáž a údržbu*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2006.
- [5] ING. UHLÍŘ, Jiří. *Počítač náprav ACS2000 (GS04): Technický popis*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [6] ING. UHLÍŘ, Jiří. *Počítač náprav ACS2000 (GS04): Návod pro montáž*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [7] ING. UHLÍŘ, Jiří. *Počítač náprav ACS2000 (GS04): Pokyny pro projektování*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [8] ING. UHLÍŘ, Jiří. *Počítač náprav ACS2000 (GS04): Návod pro obsluhu*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [9] ING. CHVÁTAL, Bohumír. *Aktivační modul počítače náprav PZN-1: Technický popis*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2015.
- [10] ING. CHVÁTAL, Bohumír. *Počítač železničních náprav PZN-1: Technický popis*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [11] ING. CHVÁTAL, Bohumír. *Počítač železničních náprav PZN-1: Pokyny pro projektování*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [12] ING. CHVÁTAL, Bohumír. *Počítač železničních náprav PZN-1: Návod pro montáž*. AŽD Praha s.r.o. Praha, 2012.
- [13] ING. ŠTOREK. *Počítač náprav PNS-03: Směrnice pro projektování*. Choceň, 2005.
- [14] ING. KONEČNÝ a ING. ŠTOREK. *Počítač náprav PNS-03: Návod pro montáž*. Choceň, 2008.
- [15] ČERVENÝ, Jindřich. *Porovnání vlastností počítačů náprav*. Pardubice, 2009. Bakalářská. DFJP. Vedoucí práce Ing. Karel Dvořák.
- [16] *Počítač náprav ALCATEL A3. AK signal Brno a.s.* [online]. [cit. 2017-02-20]. Dostupné z: <http://www.aksignal.cz/pocitac-naprav-alcatel-a3.html>
- [17] ŠICHAN, Jan. *Počítač náprav PSN03: Technické podmínky*. STARMON. Choceň, 2009. Dostupné také z: http://www.starmon.cz/assets/doc/pns03_tp.pdf

- [18] Kolejnice pro důlní a polní dráhy 80/14: Specifikace výrobku.
Ferona e-železná kniha [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z:
<http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=40295>
- [19] CHUDÁČEK, V. a kol. *Detekce kolejových vozidel: v železniční technice*. Praha, 2005.
- [20] CHUDÁČEK, V. a kol. *Železniční zabezpečovací technika* Praha, 2005.
- [21] CHUDÁČEK, V., Poupě O. *Zabezpečovací technika v železniční dopravě I. díl*. NADAS, Praha, 1970.
- [22] Poupě O. *Zabezpečovací technika v železniční dopravě II. díl*. NADAS, Praha, 1990.
- [23] Rosenberger, M.; Future Challenges to Wheel Detection and Axle Counting, SIGNAL+DRAHT, 2011,
- [24] TŘÍSKA, J. *Zabezpečovací Zkoušečky a jednoduchá měření v praxi elektromontéra*. ČSVTS, 1978.
- [25] ČSN 33 2000-1 ed. 2: *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice*. 2. Praha: ÚNMZ, 2009.

9 Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Snímač SK-30 a vyhodnocovací jednotka EAA-3 [16].....	14
Obrázek 2-2 Příklad struktury počítače náprav pro přímý úsek [15]	14
Obrázek 2-3 Princip činnosti počítačícího bodu SK-30 66[15].....	15
Obrázek 2-4 Skříň EAK-A3[15].....	16
Obrázek 2-5 Blokové zapojení snímačů AZF66[4].....	19
Obrázek 2-6 Nákres snímače RSR 180[1].....	20
Obrázek 2-7 Náhradní schéma RSR180[5]	21
Obrázek 2-8 Průběh signálů při detekci dvojkolí [1].....	21
Obrázek 2-9 Pohled do skříňky BGT[15].....	23
Obrázek 2-10 Struktura systému PNS-03[14]	25
Obrázek 2-11 Struktura PZN-1[12]	30
Obrázek 2-12 Senzor PZN-1 [12].....	30
Obrázek 2-13 Detail kabelového závěru PZN-1 [12]	31
Obrázek 2-14 Kazeta PZN-1 [12].....	32
Obrázek 2-15 Příklad struktury ACS2000 [6]	33
Obrázek 2-16 Vnější přepěťová ochrana ACS2000[6].....	34
Obrázek 2-17 Kazeta ACS2000.....	35
Obrázek 2-18 Konektor ST-1 z různých pohledů.....	36
Obrázek 4-1 Principiální schéma zapojení pro VVCD.....	40
Obrázek 4-2 Kazeta počítače náprav použitého na VVCD	41
Obrázek 4-3 Napájecí zdroj	42
Obrázek 4-4 Parametry kolejnice	45
Obrázek 4-5 Způsoby montáže RSR180[6].....	46
Obrázek 4-6 Příprava podstavce pro rozvaděč R1.....	47
Obrázek 4-7 Ukázka zapojení kabelového závěru UPMP1	48
Obrázek 4-8 Ukázka instalace atypického přípravku s RSR180	49
Obrázek 4-9 Hlavní parametry polohy senzor-kolejnice[6]	49
Obrázek 4-10 Fotografie z probíhající realizace.....	50
Obrázek 5-1 Pozice cívek snímačů v kolejišti	52
Obrázek 5-2 Přepínač DIP1[6]	53
Obrázek 5-3 Přepínač DIP2[6]	54
Obrázek 5-4 Vzhled tabla výstupů.....	55

Obrázek 6-1 Měření zemního odporu pomocí Terrometu[24]	59
Obrázek 6-2 Vnitřní schéma Megmetu[24]	59
Obrázek 6-3 Testovací podvozek v blízkosti PB1	61
Obrázek 6-4 Měření rychlost podvozku pomocí kamery	62
Obrázek 6-5 Ilustrační fotografie měřícího pracoviště	62

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 Technické parametry Alcatel 6221-A3 [15]	13
Tabulka 2 Technické parametry AZF[1]	18
Tabulka 3 Schématické značky senzorů PN	19
Tabulka 4 Parametry RSR 180 [17].....	20
Tabulka 5 Parametry vnitřní část PN[17]	24
Tabulka 6 Parametry MegaPN[17]	26
Tabulka 7 Obecné parametry PZN-1 [10]	29
Tabulka 8 Parametry sensoru PZN-1[10]	31
Tabulka 9 Parametry ACS2000 [7]	33
Tabulka 10 Konfigurace jednotky ACS2000.....	41
Tabulka 11 Zapojení konektoru ST-1 pro KÚ1	43
Tabulka 12 Zapojení konektoru ST-1 pro KÚ2	43
Tabulka 13 Parametry důlní kolejnice[18]	45
Tabulka 14 Rozměry kolejnice pro montáž RSR 180 pomocí SK140[6].....	46
Tabulka 15 Nastavení přepínačů DIR +MODE [6]	53
Tabulka 16 Nastavení přepínačů DN [6]	54
Tabulka 17 Zapojení výstupních konektorů ST-6 [5].....	54
Tabulka 18 Poruchové stavy jednotky IMC [6].....	57
Tabulka 19 Parametry motoru měřicího podvozku	60
Tabulka 20 Vyhodnocené rychlosti podvozku	61
Tabulka 21 Měření vlivu polohy senzoru PB2 při maximální rychlosti.....	63
Tabulka 22 Měření vlivu polohy senzoru při minimální rychlosti	64
Tabulka 23 Identifikační tabulka poruch [6]	65
Tabulka 24 Tabulka simulovaných poruchových stavů	72

11 Seznam příloh

Příloha 1 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky EAA-A3.....	82
Příloha 2 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky AZF.....	84
Příloha 3 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PNS-03.....	86
Příloha 4 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PZN-1.....	87
Příloha 5 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky ACS2000.....	90
Příloha 6 Přípravek pro upevnění RSR 180 na VVCD.....	93
Příloha 7 Situační schéma – umístění rozvaděče, UPMP a průběh venkovní kabeláže.....	95
Příloha 8 Nákres vnitřního zapojení napájecí části rozvaděče.....	96
Příloha 9 Průběh vnějších kabelových žil.....	97
Příloha 10 Ovládací a výstupní tablo	98
Příloha 11 Tabulka provozních poruchových stavů	99
Příloha 12 Tabulka závažných poruchových stavů.....	103

Příloha 1 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky EAA-A3



Kolejový úsek volný – „FREI“
Kolejový úsek obsazený – „BELEGT“

Pojistka 0,8 A

10-pólová zástrčka pro zkoušení
stavědla typu ELEKTRA

Jednotka AWP



Kontrolní indikace (nesvítil = chyba)

Stav čítače – hodnota 256
Stav čítače – hodnota 128
Stav čítače – hodnota 64
Stav čítače – hodnota 32
Stav čítače – hodnota 16
Stav čítače – hodnota 8
Stav čítače – hodnota 4
Stav čítače – hodnota 2

Kontrolní paměť čítače ZK1
Kontrolní paměť čítače ZK2
Kontrolní paměť ES1
Kontrolní paměť ES2
EAA-A3 „FREI“ – volno
EAA-A3 „BELEGT“ – obsazeno

Jednotka AS



Kontrolní indikace (nesvítil = chyba)

Pojistka 1,6 A (60 V, 48 V)/2,5 A (36 V, 24 V)

Provozní napětí +20 V DC

Provozní napětí +5 V DC

Vztažný potenciál

Pojistka 125 mA (napájení pro počítač bod)

100 V } (volba napětového stupně zasunutím kolíčku)
90 V }
80 V }
70 V }

Pojistka 125 mA (napájení pro počítač bod)

100 V } (volba napětového stupně zasunutím kolíčku)
90 V }
80 V }
70 V }

Jednotka SVI



Kontrolní indikace (nesvítil = chyba)

Pojistka 1,6 A (60 V, 48 V)/2,5 A (36 V, 24 V)

Pojistka 125 mA (napájení pro počítač bod)

Provozní napětí +20 V DC

Provozní napětí +5 V DC

Vztažný potenciál

Pojistka 125 mA (napájení pro počítač bod)

100 V } (volba napětového stupně zasunutím kolíčku)
90 V }
80 V }
70 V }

Pojistka 125 mA (napájení pro počítač bod)

100 V } (volba napětového stupně zasunutím kolíčku)
90 V }
80 V }
70 V }

Jednotka SVE



Kontrolní indikace (nesvítil = chyba)

Indikace připočítávání
Indikace odpočítávání

Jednotka ZE



Indikace napájení vnějšího zařízení (svítí = chyba)
Indikace kolejnicového kontaktu Ska
Indikace kolejnicového kontaktu Skb

Potenciometr pro nastavení Ska

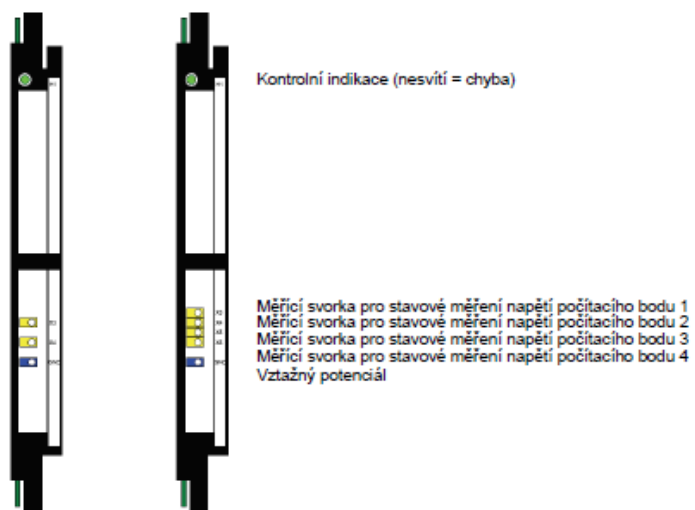
Potenciometr pro nastavení Skb

Měřicí svorka pro Ska
Měřicí svorka pro Skb

Vztažný potenciál

Jednotka EV

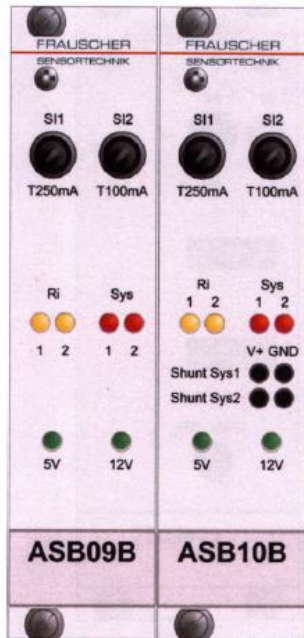
Příloha 1 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky EAA-A3



Jednotka RD2, RD4

Všechny pohledy na přední panely jednotky EAA-A3 převzaty ze zdroje [15].

Příloha 2 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky AZF



Popis prvků na čelním panelu

SI1, SI2.....Pojistky pro napájecí napětí

Indikace svítí při aktivovaném stavu:

LED dioda Sys1.....System 1 obsazen nebo porouchán

LED dioda Sys2.....System 2 obsazen nebo porouchán

LED dioda Ri1.....Směrový výstup 1 aktivní

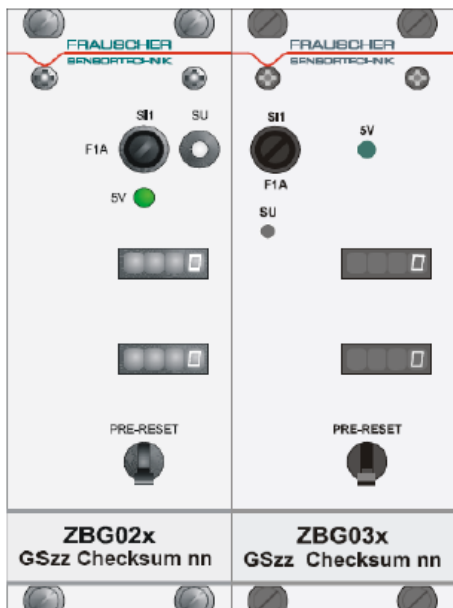
LED dioda Ri2.....Směrový výstup 2 aktivní

Shunt Sys.....2 mm měřicí zdičky, napětí odpovídá analogovému proudu ze senzoru přes bočník 100 Ohm.

LED dioda 5 V.....Napájecí napětí digitální části přítomno

LED dioda 12 V...Napájecí napětí analogové části přítomno

Vyhodnocovací jednotka ABS



Popis prvků na čelním panelu:

SU.....Tlačítko přerušení napájení

SI1.....Pojistka napájecího napětí

LED dioda 5V...Napájecí napětí digitální části v činném stavu přítomno

Displej.....Indikace procesoru kanál 1 (Počet náprav/Informace o stavu)

Displej.....Indikace procesoru kanál 2 (Počet náprav/Informace o stavu)

PRE-RESET.....Tlačítko pro uvedení do základního stavu

Typový klíč:

02, 03.....Hardwarové varianty

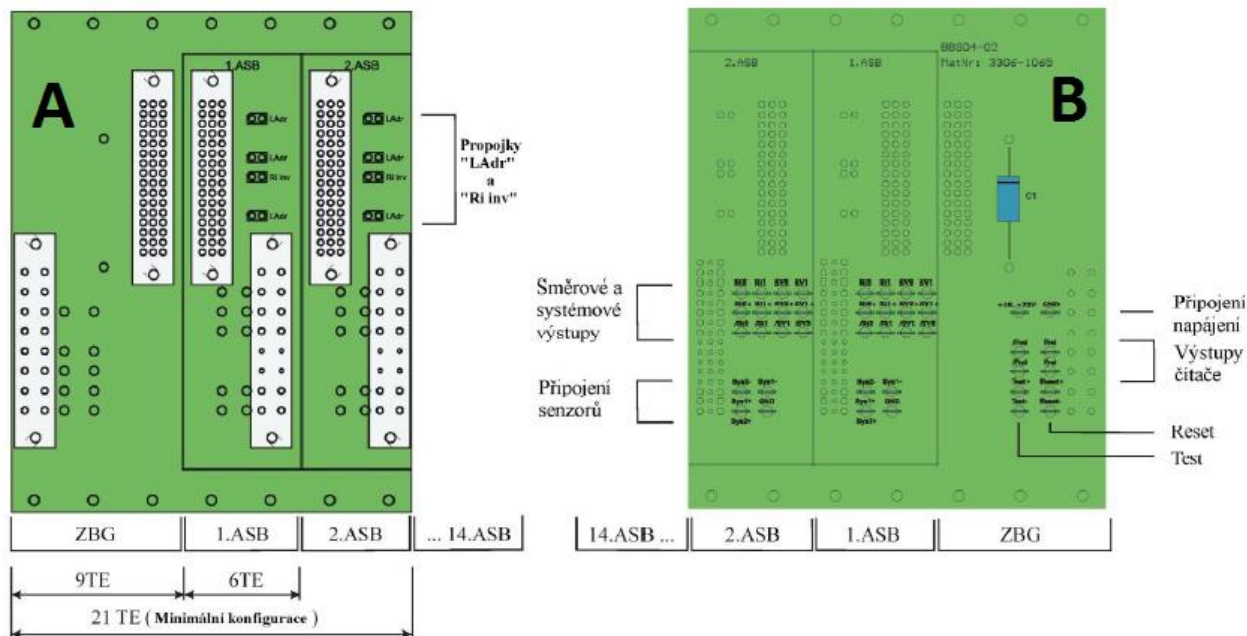
x.....Softwarová verze (např. B.2)

nn.....Údaje o kontrolní sumě v HEX

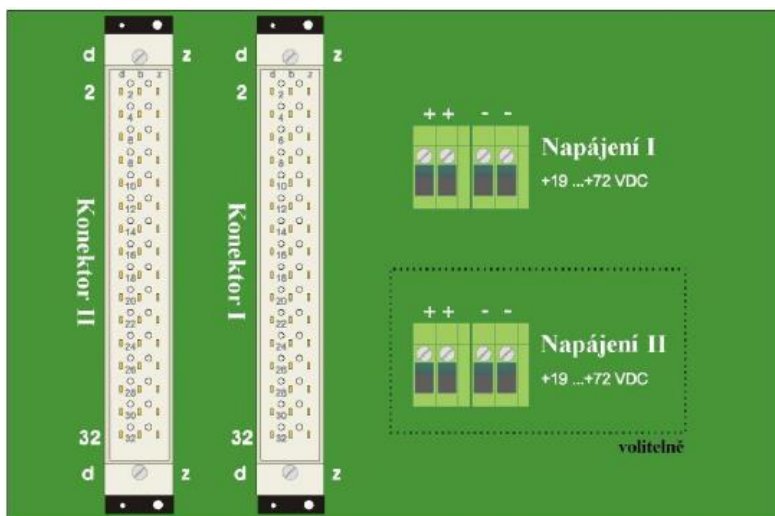
zz.....Výrobní řada začíná 01

Čítačová jednotka ZBG

Příloha 2 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky AZF



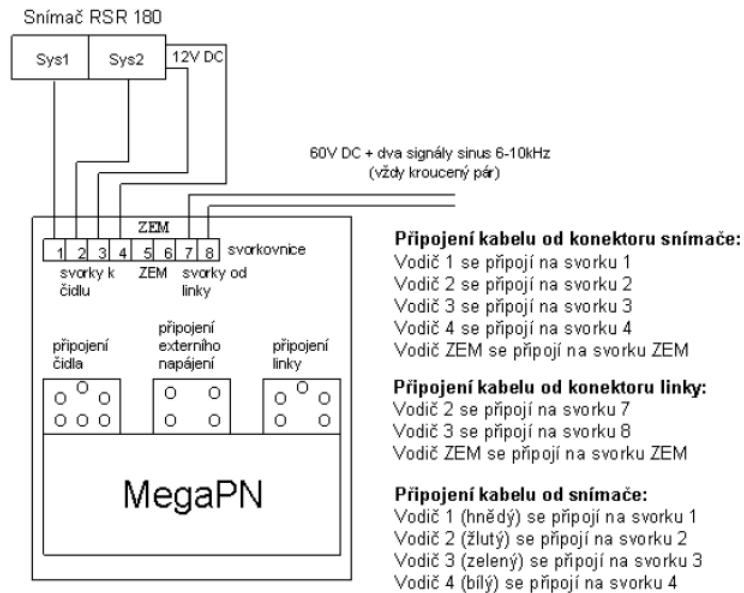
Sběrnicevá jednotka BBG A-pohled zepředu, B-pohled zezadu



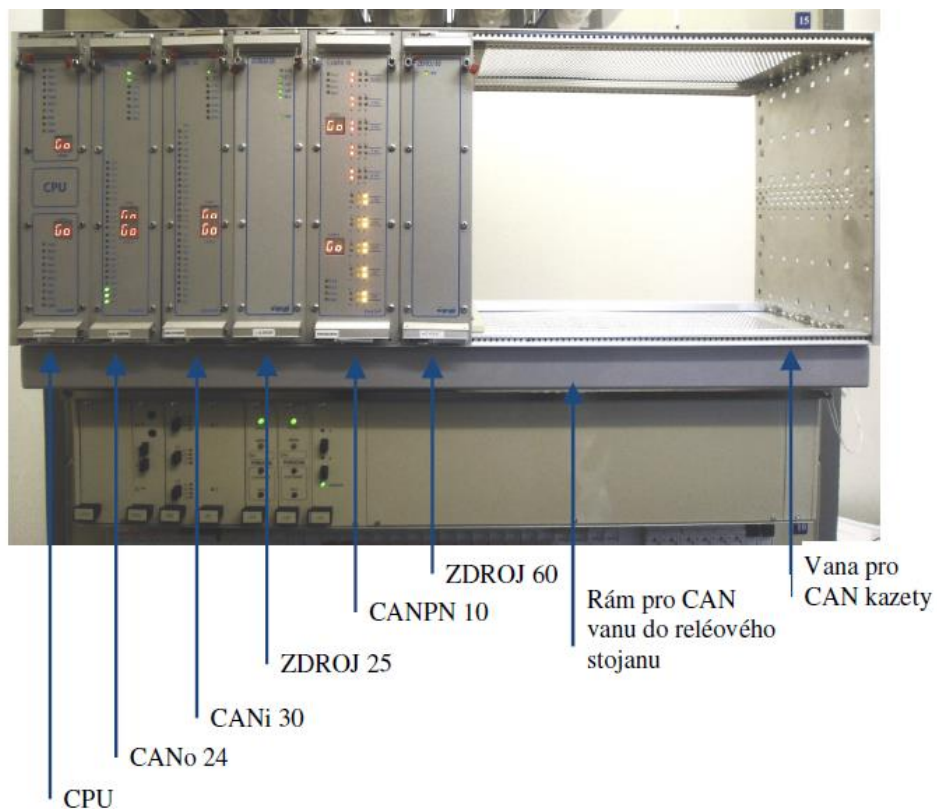
Jednotka EMV – zadní stěna skříňky GBT

Všechny pohledy na přední/zadní panely AZF jednotky převzaty ze zdroje [1].

Příloha 3 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PNS-03



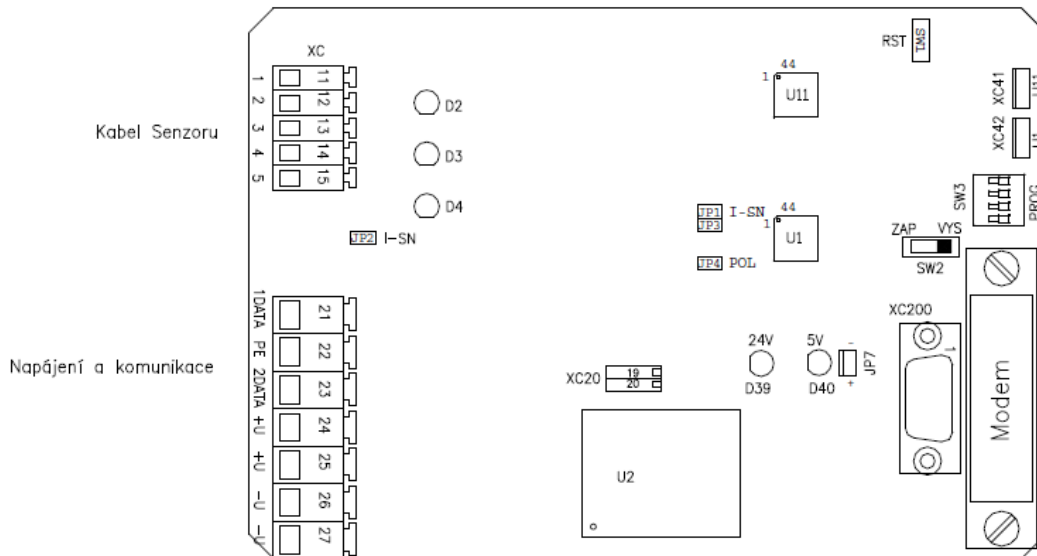
Převodník MegaPN



Čelní pohled na počítač jednotku PNS-03

Všechny pohledy na přední panely PNS-03 jednotky a převodník MegaPN převzaty ze zdroje[14].

Příloha 4 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PZN-1

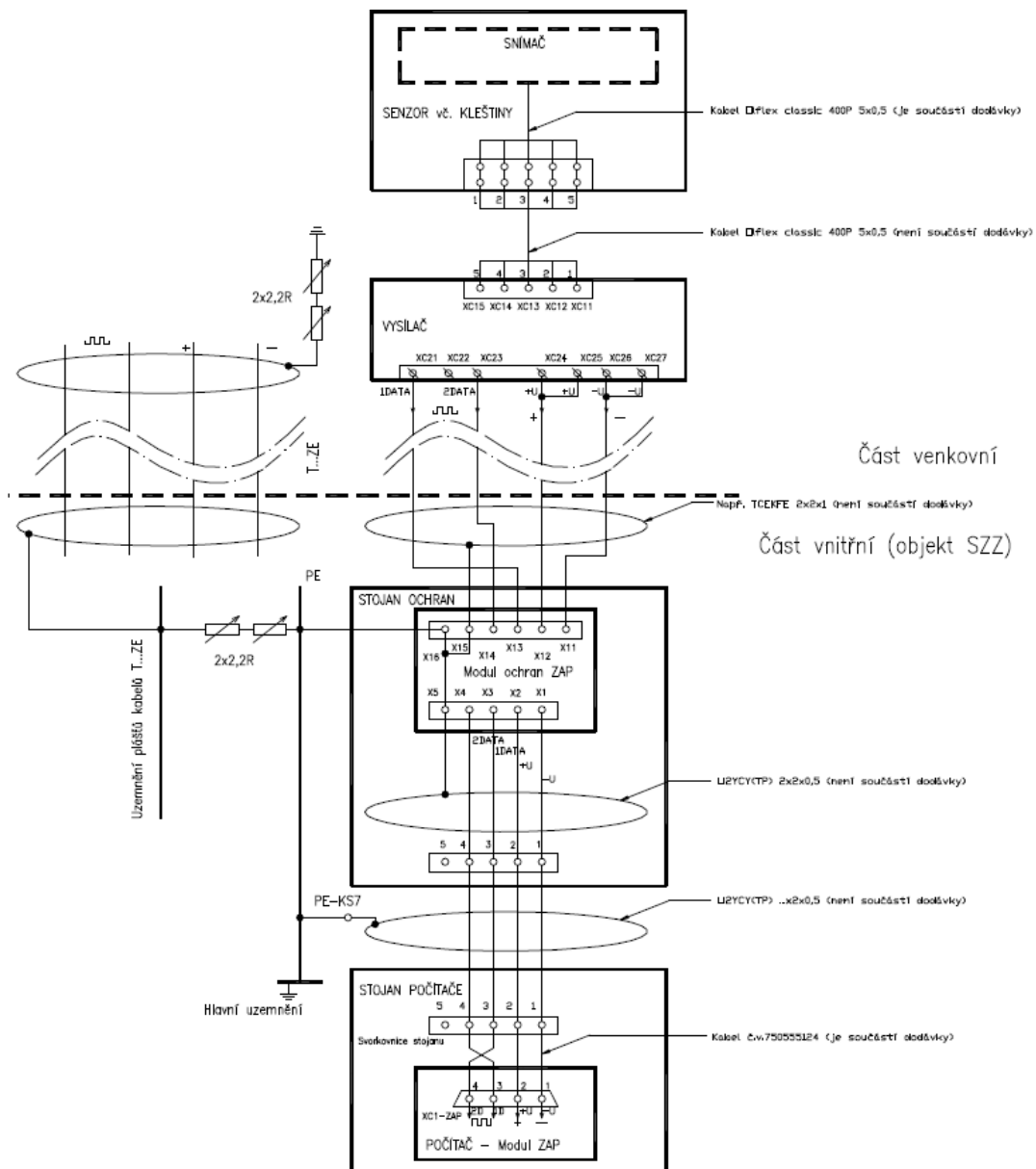


Jednotka vysílače



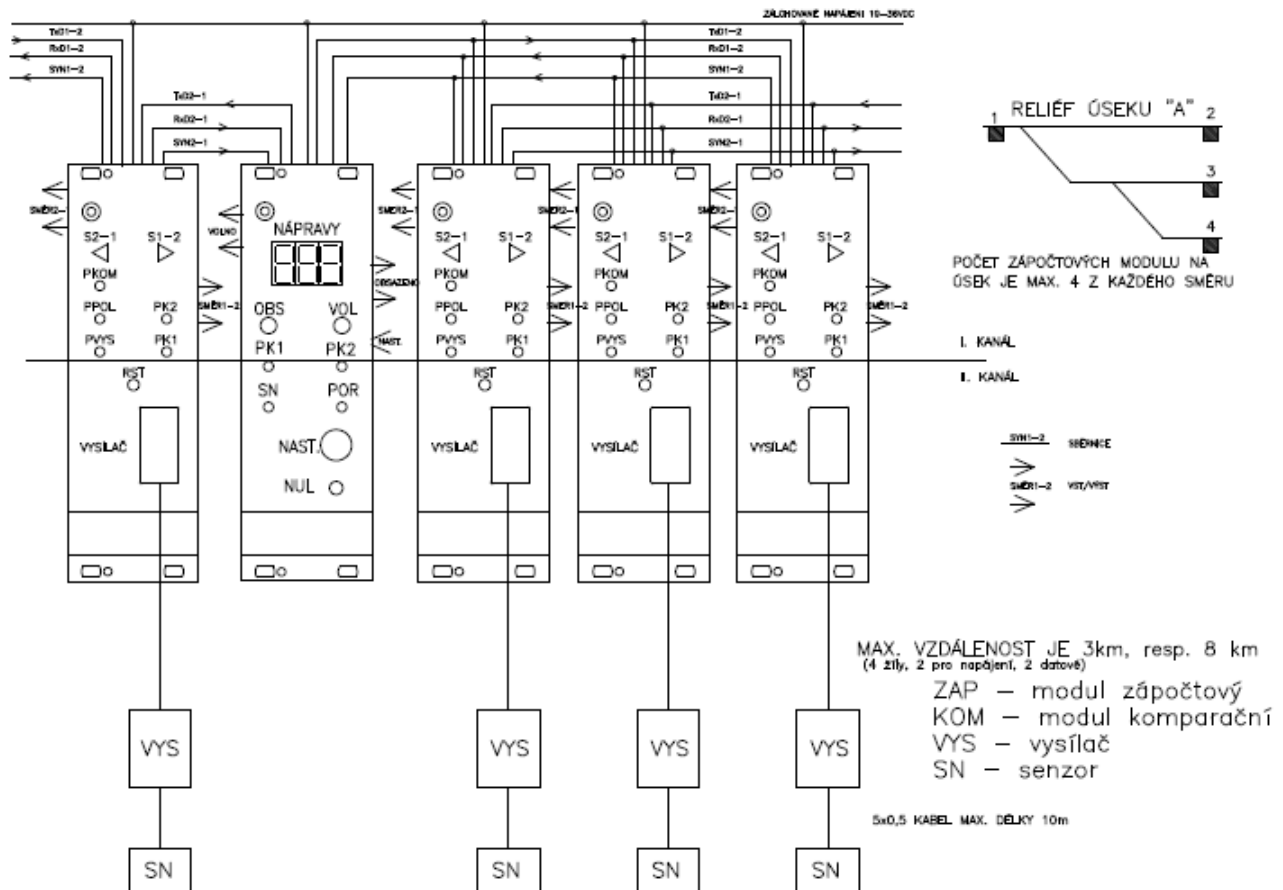
Trojice přepět'ových ochran (modul ochran ZAP)

Příloha 4 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PZN-1



Příklad propojení kabelizace pro jeden počítačový bod

Příloha 4 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky PZN-1



Ukázka schématického zapojení systému

Všechny pohledy na přední panely systému PZN-1 převzaty ze zdroje [10].

Příloha 5 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky ACS2000



Popis prvků na čelním panelu

LED – stav svícení

Tlačítka – stisknutá

PWR	Napájecí napětí kanálu 1 přítomno
Sys1	Systém 1 obsazen nebo (při poruše bliká)
A1	Funkce přiřazená dle sw. verze jednotky (u verze IMC003 i IMC074 směrový výstup 1)
B1	Funkce přiřazená dle sw. verze jednotky (u verze IMC003 i IMC074 systémový výstup 1)

Adjust	Nastavení systému 1
Test	Simulace obsazení systému 1
Shunt	Měřicí zdířky – popis níže

PWR	Napájecí napětí kanálu 2 přítomno
Sys2	Systém 2 obsazen nebo (při poruše bliká)
A2	Funkce přiřazená dle sw. verze jednotky (u verze IMC003 i IMC074 směrový výstup 2)
B2	Funkce přiřazená dle sw. verze jednotky (u verze IMC003 i IMC074 systémový výstup 2)

Adjust	Nastavení systému 2
Test	Simulace obsazení systému 2
Shunt	Měřicí zdířky – popis níže

Typový klíč

nnn	označení jednotky, od 001
xx..yy	rozsah provozního napájecího napětí
zz	hardwarová verze, od 01

Vyhodnocovací jednotka IMC



Popis prvků na čelním panelu

LED – stav svícení

Tlačítka – stisknutá

5V	Napájecí napětí kanálu 1 přítomno
Occupied	Kolejový úsek obsazen LED svítí – úsek obsazen LED bliká – úsek v poruše
Displej	Počet započtených náprav nebo stav čítačové jednotky
pre-Reset	Tlačítka pro uvedení do základního stavu
5V	Napájecí napětí kanálu 2 přítomno
Sériové rozhraní D-SUB patice/RJ45 patice,	bližší popis níže

Typový klíč

nnn	označení jednotky, od 001
xx..yy	rozsah provozního napájecího napětí
zz	hardwarová verze, začínající od 01

Obr. 2.2.: Pohled na čelní panel čítačové jednotky ACB

Počítací jednotka ACB



Popis prvků na čelním panelu

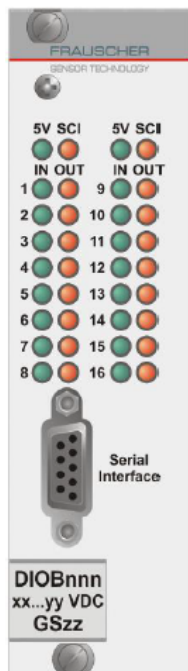
Si1 Pojistka pro napájení kanálu 1

Si2 Pojistka pro napájení kanálu 2

Typový klíč

- nnn označení jednotky, od 001
- xx..yy rozsah provozního napájecího napětí
- zz hardwarová verze, od 01

Jednotka jištění SIC



Popis prvků na čelním panelu

LED – stav svícení

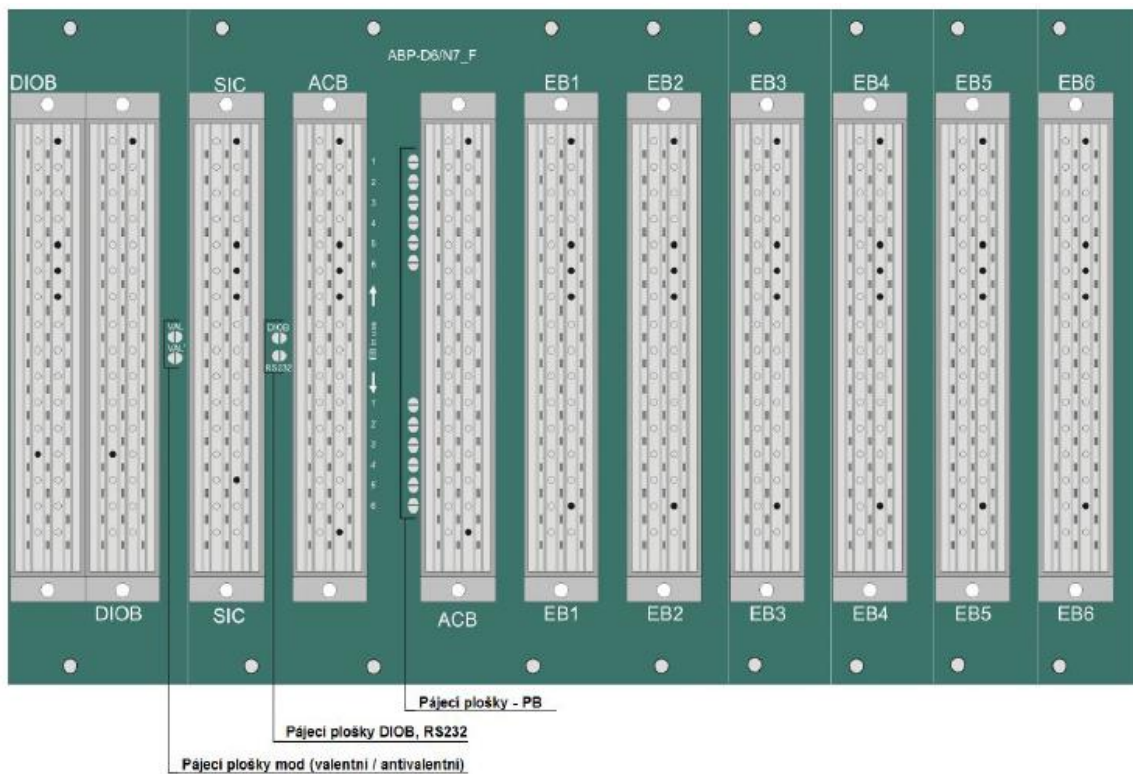
- 5V Napájecí napětí kanálu 1 (indikace vlevo)
- SCI Sériová komunikace kanálu 1 navázána (indikace vlevo)
- IN 1 až 8 Vybuzení konkrétního vstupu kanálu 1
- OUT 1 až 8 Vybuzení konkrétního výstupu kanálu 1
- 5V Napájecí napětí kanálu 2 (indikace vpravo)
- SCI Sériová komunikace kanálu 2 navázána (indikace vpravo)
- IN 9 až 16 Vybuzení konkrétního vstupu kanálu 2
- OUT 9 až 16 Vybuzení konkrétního výstupu kanálu 2

Typový klíč

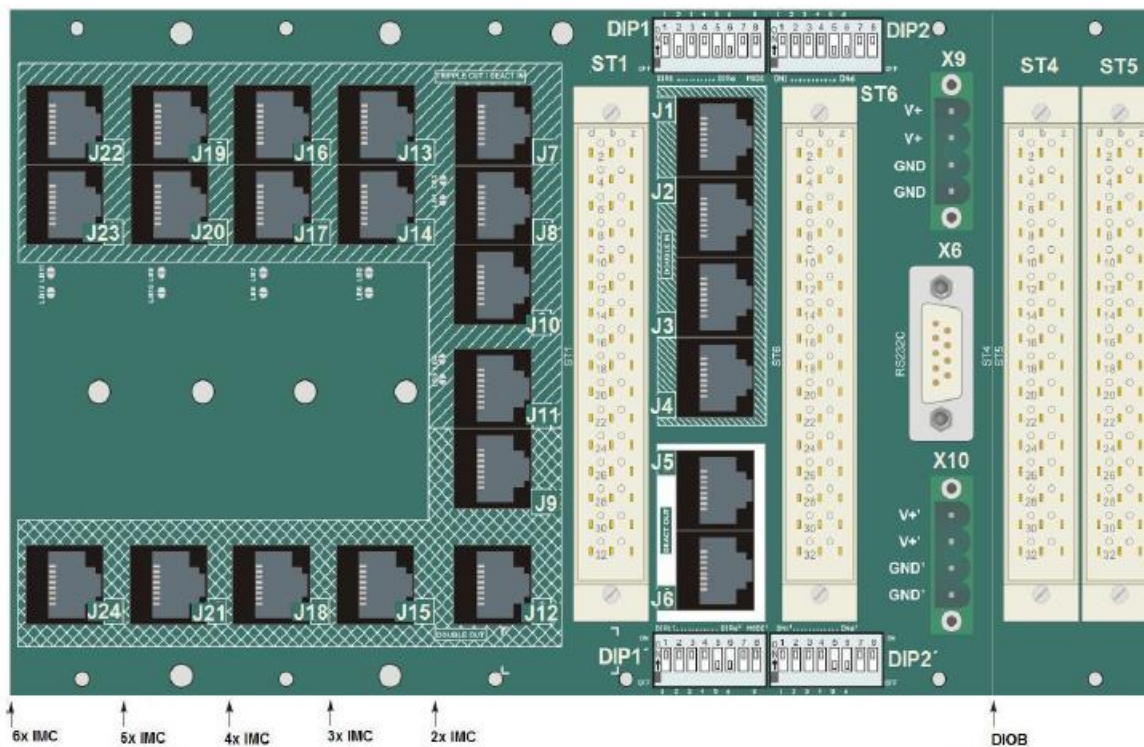
- nnn označení jednotky, od 001
- xx..yy rozsah provozního napájecího napětí
- zz hardwarová verze, od 01

Vstupně/výstupní jednotka DIOB

Příloha 5 Jednotlivé části vyhodnocovací jednotky ACS2000



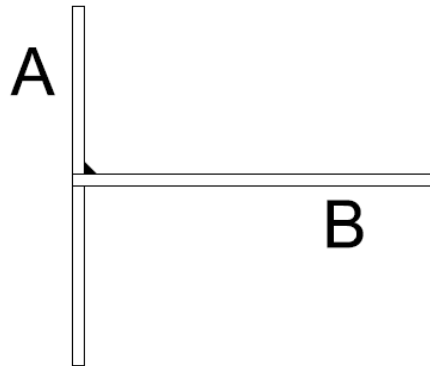
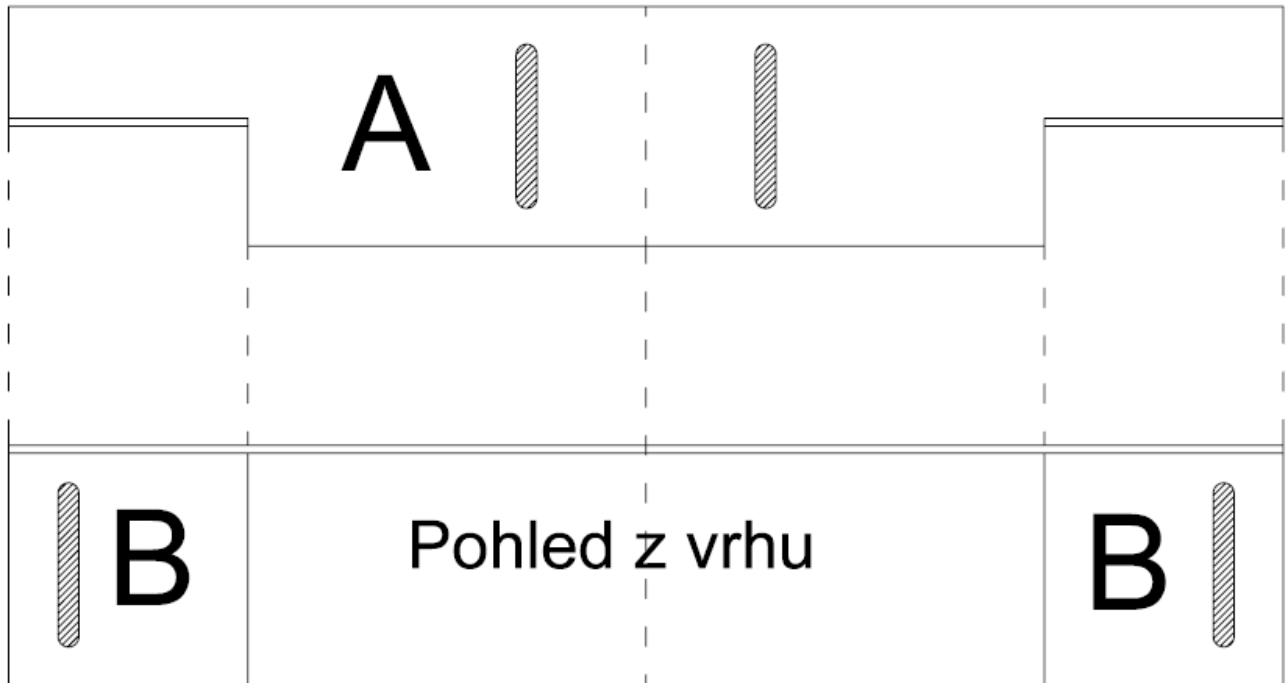
Sběrnicev jednotka ABP – pohled z vnitřní strany montážní skřínky



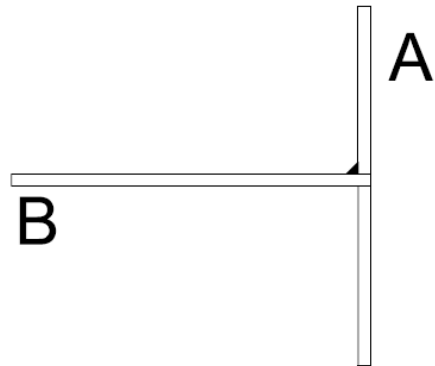
Sběrnicev jednotka ABP – pohled ze zadní strany

Všechny pohledy na přední panely jednotky ACS2000 převzaty ze zdroje [5].

Pohled z čela

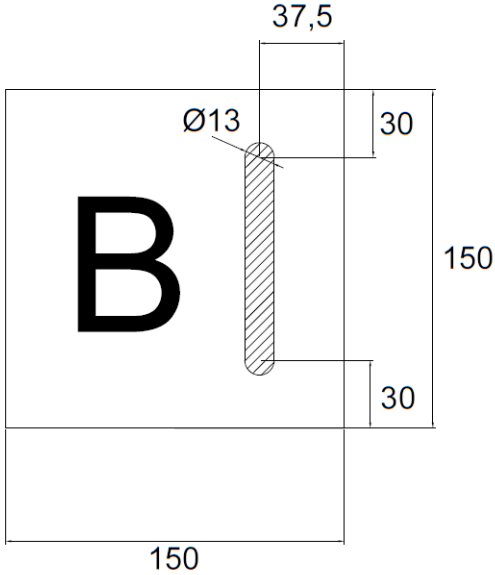
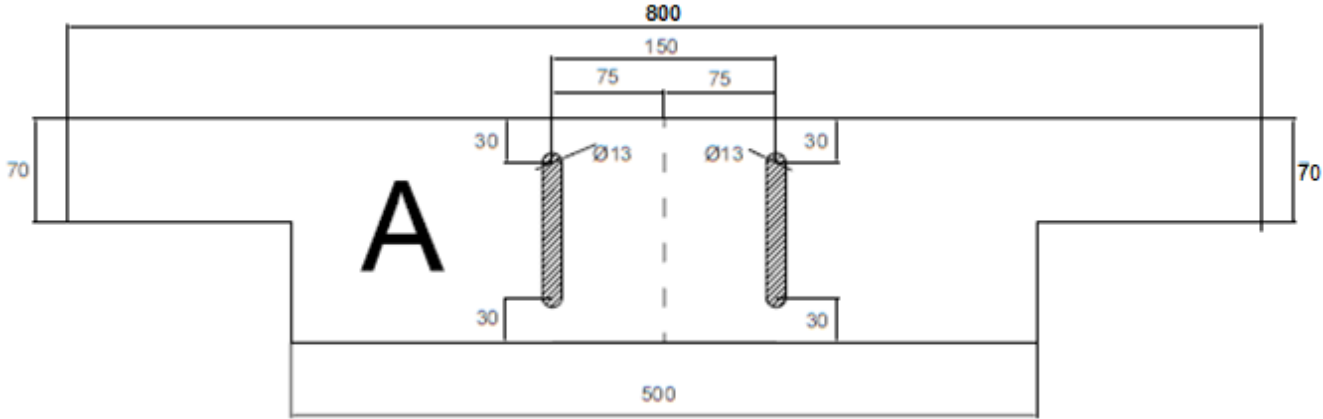


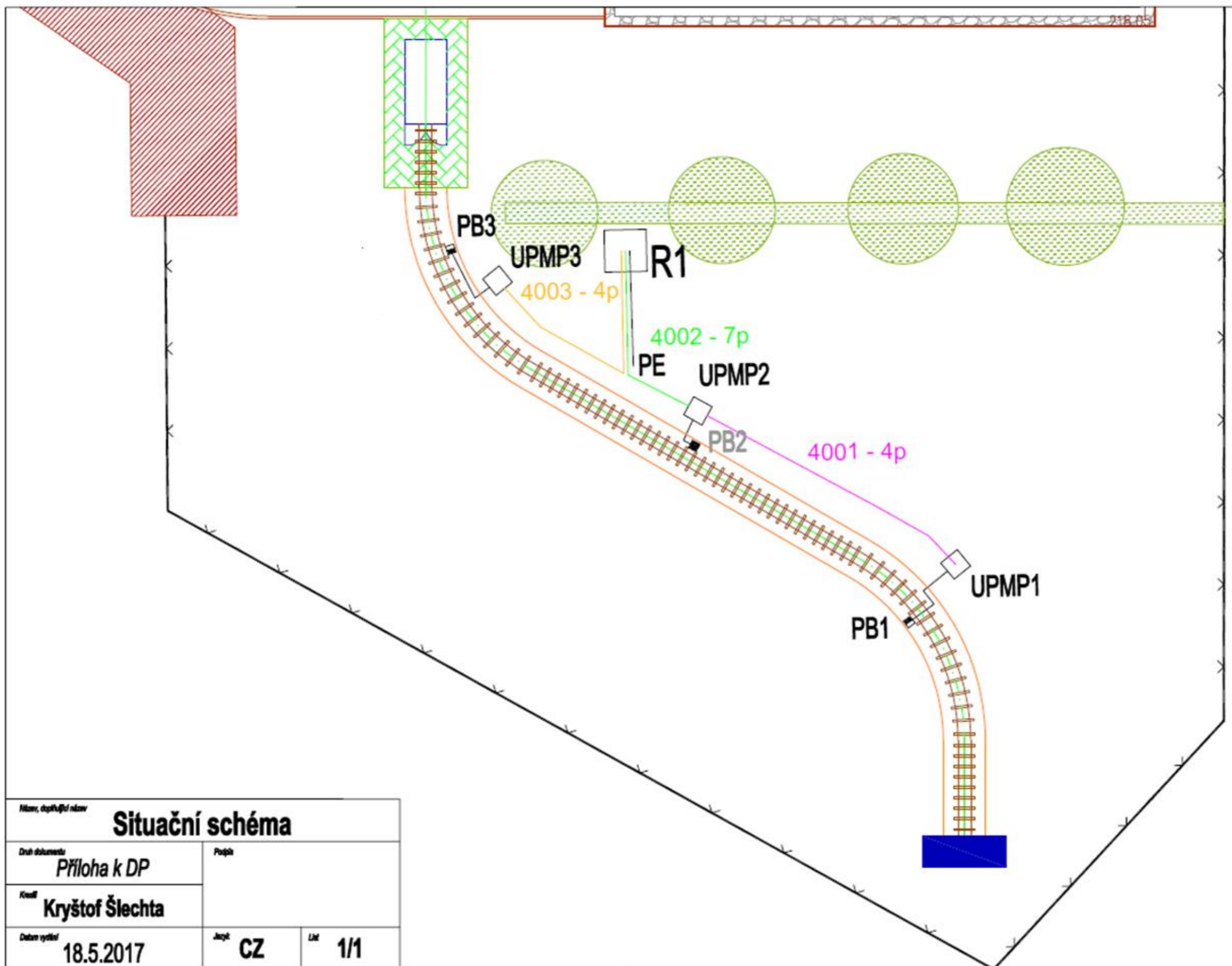
Pohled zleva



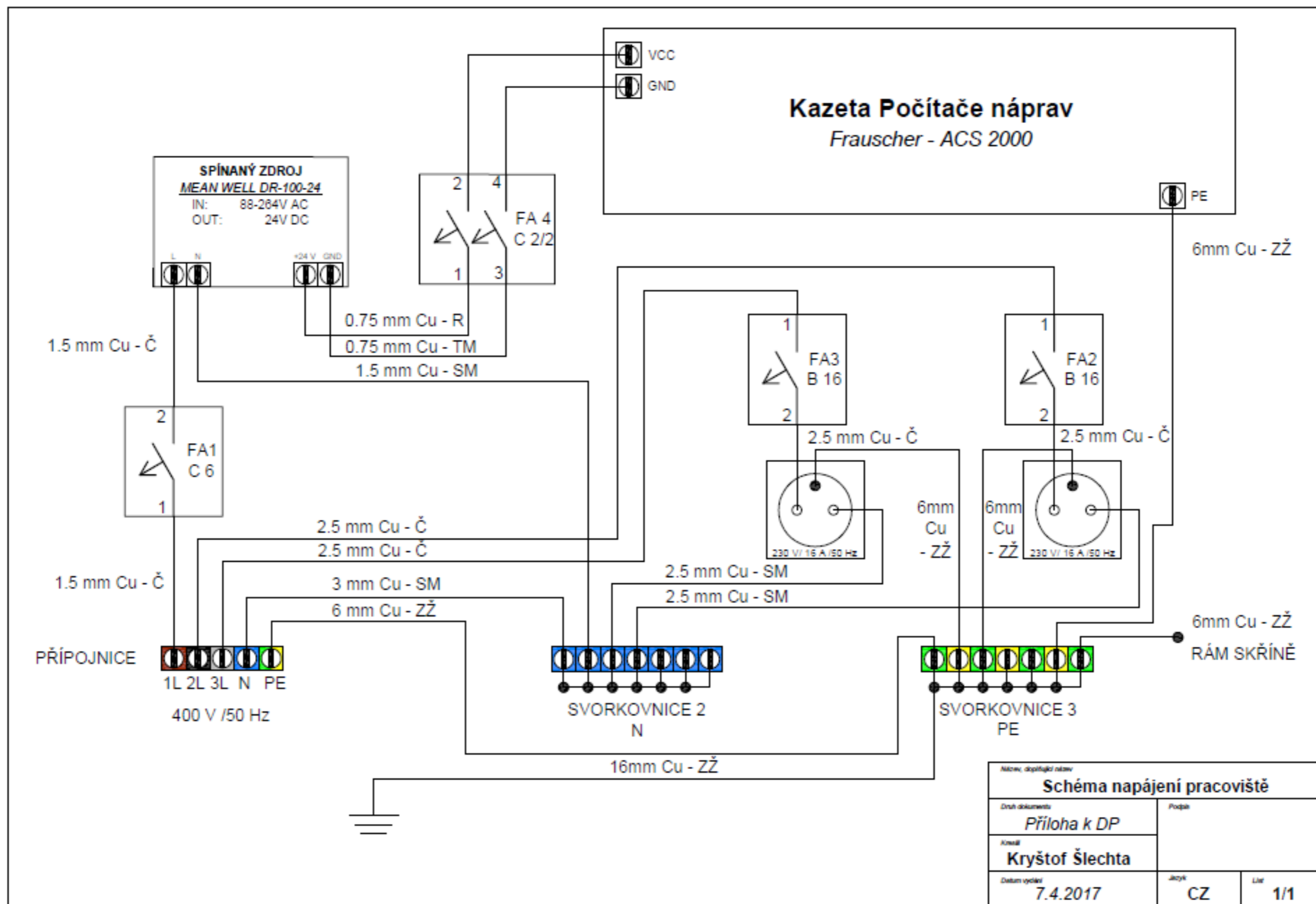
Pohled zprava

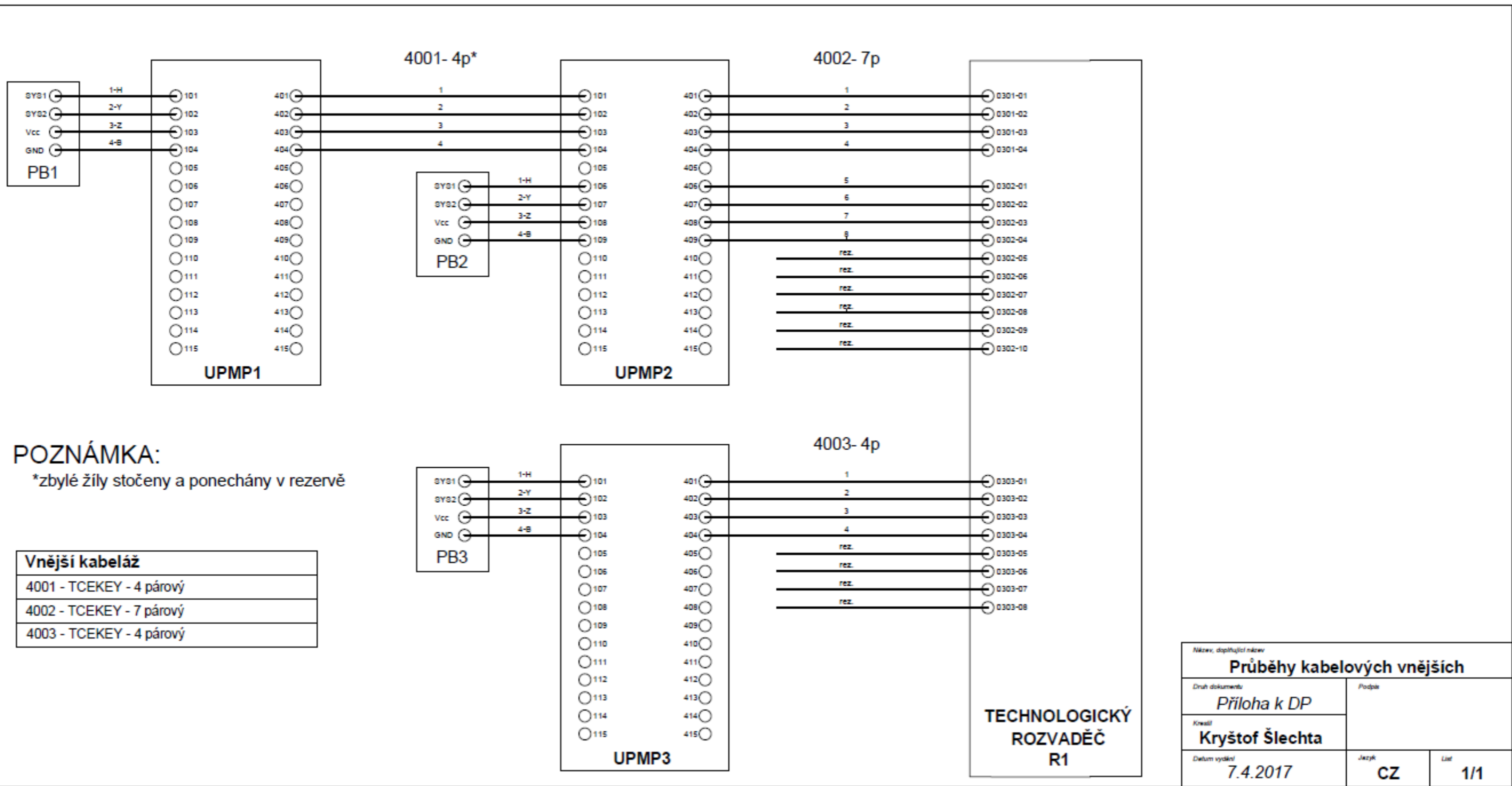
Příloha 6 Přípravek pro upevnění RSR 180 na VCCD

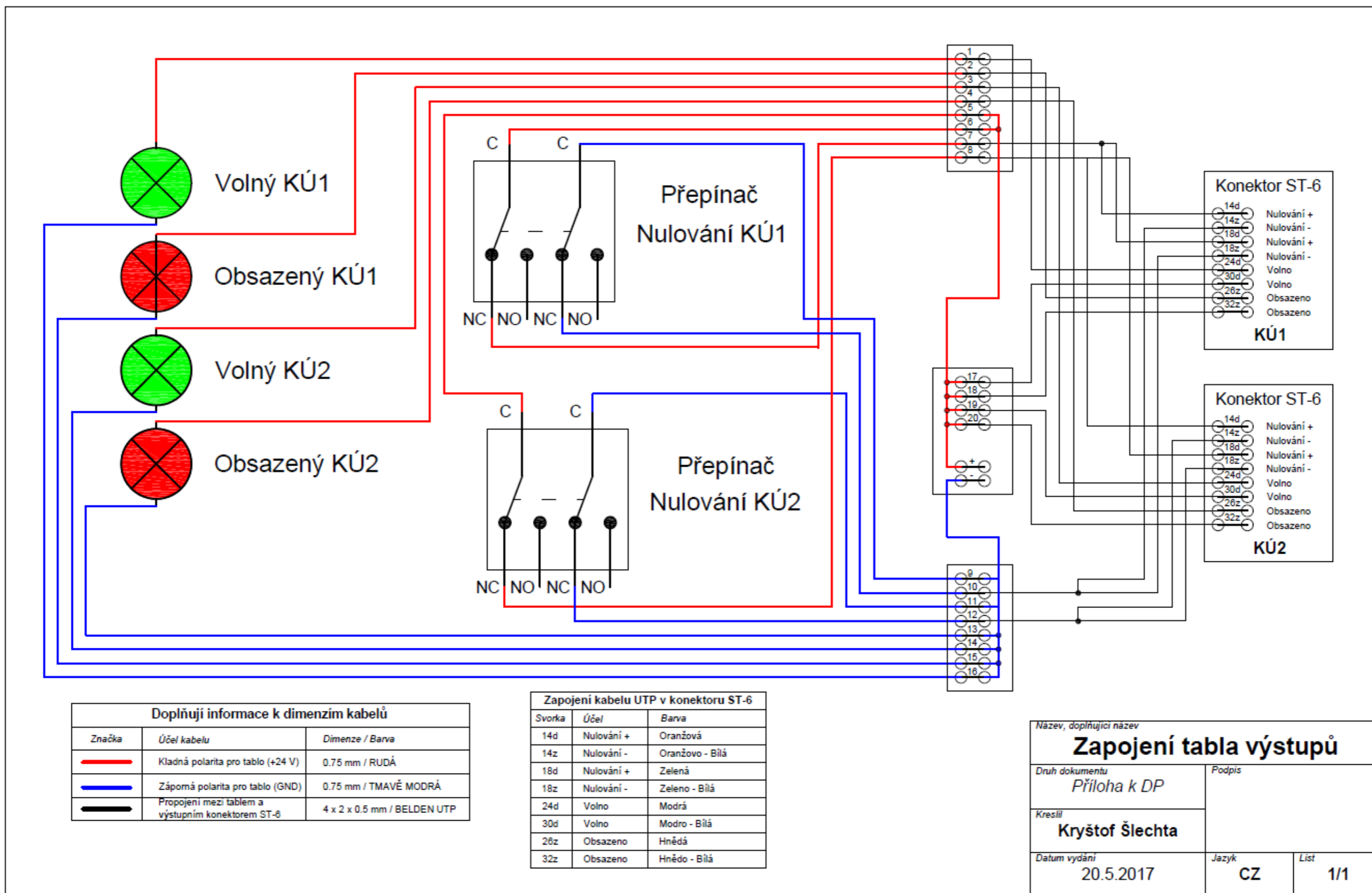




<small>Název, doplňující názvy</small> Situační schéma		
<small>Druh dokumentu</small> Příloha k DP	<small>Posloup.</small>	
<small>Kreslil</small> Kryštof Šlechta	<small>Číslo</small>	
<small>Datum vydání</small> 18.5.2017	<small>Jazyk</small> CZ	<small>List</small> 1/1







Příloha 11 Tabulka provozních poruchových stavů

Provozní poruchy lze odstranit nulováním poruchou obsazeného úseku, pokud dojde k ovlivnění senzoru vyhodnoceného jako jízda z dohlíženého kolejového úseku.

V případě, že dojde k načtení poslední nápravy směrem do úseku může být jednotka ACB uvedena do základní stavu pouze obsluhu tlačítka pre-reset nebo je nutné nechat soupravu vyjet z úseku a provést nulování úseku.

Kód stavu provozní poruchy je vyobrazován na segmentu YZ (rozbor segmentů je uveden v kapitole 6.4.1) a pohybuje se v rozmezí 00 – 7F.

Tabulky významů kódu provozních poruch jsou převzaty ze zdroje [6].

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
<00>	přechod ze stavu „volno“ - „obsazeno“ nebo „obsazeno“ - „volno“	Jedná se o bezporuchový stav, zobrazuje se při obsazení volného úseku první nápravou do uvolnění senzoru, nebo při výjezdu poslední nápravy z obsazeného úseku. Nebo krátce při nulování úseku.	
00	bezporuchový stav	-	-
01	provozní porucha partnerského subsystému	Provozní porucha druhého subsystému v blokovém provozu	Dle indikace subsystému v poruše
02	partnerský subsystém neodpovídá na žádost o reset	Sériová komunikace při blokovém provozu je krátce přerušena nebo vznikla závada na jednotce	opakování resetu, prověření přenosového vedení, nebo výměna vadné jednotky
03	částečné projetí u PB partnerského subsystému	Provozní porucha druhého subsystému v blokovém provozu	Dle indikace subsystému v poruše
04	neprojevuje se u ACB119	-	-
05	chybná komparace signálů „volno“, „obsazeno“ v blokovém provozu	EMC rušení (hardwarová porucha)	Provedení resetu, při opakovaném výskytu výměna ACB
06	negativní průjezd v blokovém provozu	Vznik poruchy [21-26], je-li současně přerušena komunikace mezi subsystémy	Provedení resetu, při opakovaném výskytu výměna ACB

Příloha 11 Tabulka provozních poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
07	obsluha pre-reset v blokovém provozu	Omezení resetu zrušeno operací pre-reset. Tento kód se zobrazuje při úspěšném provedení úkonu.	-
08	Neshodují se výsledky počítačové logiky a hardwarového vyhodnocení	EMC rušení (hardwarová porucha)	-
09	neprojevuje se u ACB119	-	-
0A	nesoulad kanálů 1 a 2 (výstupů „volno“, „obsazeno“)	Nadproud způsobený: - přerušením vodičů nebo rušením v kabelu od kolového senzoru	-
0B	neshoda hardwarového vyhodnocení kanálů 1 a 2	- vyhodnocovací jednotka vysunutá, nebo nenastavená - zkrat nebo přerušení na vedení dvojitého využití - vadná vyhodnocovací jednotka - neshoda v nastavení DIP přepínačů - neshoda v nastavení pájecích propojek	-
0C	negativní náprava u izolovaného provozu	stejná příčina jako u poruch [21-26], tato chyba je zobrazena pokud došlo k přerušení anebo vznikla chyba v sériové komunikaci	-
0E	obsluha pre-reset v izolovaném provozu	omezení resetu zrušeno operací pre-reset. Tento kód se zobrazuje při úspěšném provedení úkonu.	-
0F	porucha sériové komunikace	porucha sériová komunikace (modemové linky)	-oprava poruchy vedení, -vynulování ACS2000
11	částečné projetí u první vyhodnocovací jednotky	- neúplné projetí (njetí nad kolový senzor a vycouvání bez úplného projetí kola za kolový senzor) - průjezd kol nebo okolků neodpovídajících předpisu (malý průměr, ztenčený okolek) - nedodržení montážní pozice kolového senzoru - rozpojení kabelu dvojitého využití	vynulování kolejového úseku, případně kontrola montáže a seřízení dle čl. 2.2
12	částečné projetí u druhé vyhodnocovací jednotky		
13	částečné projetí u třetí vyhodnocovací jednotky		
14	částečné projetí u čtvrté vyhodnocovací jednotky		
15	částečné projetí u páté vyhodnocovací jednotky		
16	částečné projetí u šesté vyhodnocovací jednotky		
21	negativní náprava u první vyhodnocovací jednotky		

Příloha 11 Tabulka provozních poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
22	negativní náprava u druhé vyhodnocovací jednotky	nacházela v kolejovém úseku a ta následně opustila úsek	případně kontrola montáže a seřízení dle čl. 2.2
23	negativní náprava u třetí vyhodnocovací jednotky	- průjezd kol nebo okolků neodpovídajících předpisu (malý průměr, ztenčený okolek)	
24	negativní náprava u čtvrté vyhodnocovací jednotky		
25	negativní náprava u páté vyhodnocovací jednotky	- nedodržení montážní pozice kolového senzoru	
26	negativní náprava u šesté vyhodnocovací jednotky		
31	velmi krátký puls (prokmit) u první vyhodnocovací jednotky	- EMC rušení - rušení na vedení pro dvojité využití - porucha vyhodnocovací jednotky	- vynulování kolejového úseku, při opakovaném výskytu výměna vadného dílu
32	velmi krátký puls (prokmit) u druhé vyhodnocovací jednotky		
33	velmi krátký puls (prokmit) u třetí vyhodnocovací jednotky		
34	velmi krátký puls (prokmit) u čtvrté vyhodnocovací jednotky		
35	velmi krátký puls (prokmit) u páté vyhodnocovací jednotky		
36	velmi krátký puls (prokmit) u šesté vyhodnocovací jednotky		
41	současné ovlivnění obou systémů u první vyhodnocovací jednotky		
42	současné ovlivnění obou systémů u druhé vyhodnocovací jednotky		
43	současné ovlivnění obou systémů u třetí vyhodnocovací jednotky		
44	současné ovlivnění obou systémů u čtvrté vyhodnocovací jednotky		
45	současné ovlivnění obou systémů u páté vyhodnocovací jednotky		
46	současné ovlivnění obou systémů u šesté vyhodnocovací jednotky		
51	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u první vyhodnocovací jednotky	- velmi velký průměr kola - rušení na vedení pro dvojité	- vynulování kolejového úseku

Příloha 11 Tabulka provozních poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
52	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u druhé vyhodnocovací jednotky	využití - rušení na vedení od kolového senzoru	
53	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u třetí vyhodnocovací jednotky	- zkrat na vedení od kolového senzoru	
54	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u čtvrté vyhodnocovací jednotky		
55	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u páté vyhodnocovací jednotky		
56	chybná sekvence hran pulsu, mnoho hran jednoho pulsu u šesté vyhodnocovací jednotky		
60	reléový test	- reléový test aktivní	- vysunutí a nasunutí vyhodnocovací jednotky
61	neprojevuje se u ACB119	-	-
62	nevhodné (předčasné) zatlumení	- poškozený kolový senzor - poškozená vyhodnocovací jednotka	výměna vadného dílu
71	porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu komparátoru ze stavu „volno“ – „obsazeno“ nebo opačně	Nadproud způsobený: - přerušením žíly, zkratem nebo rušením na kabelu od kolového senzoru - zkrat nebo přerušení vedení dvojitého využití - vadná vyhodnocovací jednotka - neshoda v nastavení DIP přepínačů - zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru	- v případě vzniku této poruchy provést identifikaci poruchy dle levého sloupce - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
72	porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu komparátoru ze stavu „volno“ – „obsazeno“ nebo opačně	- porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru	
73	porucha reléového komparátoru (porucha vzniklá při přechodu komparátoru ze stavu „volno“ – „obsazeno“ nebo opačně		

Příloha 12 Tabulka závažných poruchových stavů

Pokud jednotka ACB indukuje poruchu, který je na segmentech YZ v rozmezí 80- FF, jedná se o závažnou poruchu. Závažnou poruchu není možné odstranit vynulováním. Je nutné provést montáže senzorů, kontrolu kabeláže a prověřit funkci celého systému.

Tabulky významů kódu závažných poruch jsou převzaty ze zdroje [6].

Poruchy D0 až DD mohou vzniknout při přivedení napájecího napětí, nebo při vnitřním cyklickém testu.

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
80	po přivedení napájení, displej zobrazuje čtyři blikající hvězdičky	- stav po přivedení napájecího napětí	- požadavek na vynulování
83	tlačítko pre-reset a povel pro nulování vydán současně	- současná obsluha pre-reset a nulování - zkrat na konektoru ST6 mezi vstupy pro nulování a pre-reset	- odstranění závady, nová obsluha dle čl. 2.3.7.3
84	změna nastavení DIP přepínačů za provozu	DIP přepínač byly přenastaveny za provozu	-
90	partnerský subsystém hlásí závažnou poruchu	- závažná porucha druhého subsystému	Dle indikace subsystému v poruše
A4	porucha reléového komparátoru	- zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru	- provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
A5	porucha reléového komparátoru		
A6	porucha reléového komparátoru		
A7	porucha reléového komparátoru		
A8	neobsazeno		
A9	porucha reléového komparátoru	- zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru	- provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
AA	porucha reléového komparátoru	- zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru	- provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6
AB	porucha reléového komparátoru		

Příloha 12 Tabulka závažných poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
AC	porucha reléového komparátoru	<ul style="list-style-type: none"> - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru 	<ul style="list-style-type: none"> - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
AD	porucha reléového komparátoru		
AE	porucha reléového komparátoru		
AF	porucha reléového komparátoru		
B1	porucha reléového komparátoru	<ul style="list-style-type: none"> - zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru 	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
B2	porucha reléového komparátoru		
B3	porucha reléového komparátoru		
B4	porucha reléového komparátoru		
B5	porucha reléového komparátoru		
B6	porucha reléového komparátoru		
B7	porucha reléového komparátoru		
B8	neobsazeno		
B9	porucha reléového komparátoru	<ul style="list-style-type: none"> - zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru 	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
BA	porucha reléového komparátoru		
BB	porucha reléového komparátoru		
BC	porucha reléového komparátoru		
BD	porucha reléového komparátoru		
BE	porucha reléového komparátoru		
BF	porucha reléového komparátoru		
C1	porucha reléového komparátoru	<ul style="list-style-type: none"> - zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru 	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy
C2	porucha reléového komparátoru		
C3	porucha reléového komparátoru		

Příloha 12 Tabulka závažných poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
C4	porucha reléového komparátoru		vyměnit odpovídající jednotku ACB
C5	porucha reléového komparátoru		
C6	porucha reléového komparátoru		
C7	porucha reléového komparátoru		
C8	neobsazeno		
C9	porucha reléového komparátoru	<ul style="list-style-type: none"> - zoxidování reléových kontaktů komparátoru - porucha ovládání relé komparátoru - porucha relé komparátoru - porucha zpětné vazby komparátoru 	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
CA	porucha reléového komparátoru		
CB	porucha reléového komparátoru		
CC	porucha reléového komparátoru		
CD	porucha reléového komparátoru		
CE	porucha reléového komparátoru		
CF	porucha reléového komparátoru		
D0	porucha při testu programového kódu	chyba programového kódu způsobená rušením	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
D1	porucha při testu paměti RAM	chyba paměti způsobená rušením	
D2	porucha při testu registrů	chyba registrů způsobená rušením	
D3	porucha při testu vnitřního časovače	chyba časovače způsobená rušením	
D4	porucha při testu vnitřního časovače	chyba časovače způsobená rušením	
D5	porucha při testu vnitřního časovače	chyba časovače způsobená rušením	
D6	porucha při testu nadpětí	<ul style="list-style-type: none"> - porucha obvodů pro monitorování nadpětí - porucha způsobená rušením 	<ul style="list-style-type: none"> - provést přerušení napájení a provést test činnosti dle čl. 2.3.7.6 - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
D7	porucha při testu nadpětí		
D8	porucha při testu podpětí	<ul style="list-style-type: none"> - porucha obvodů pro monitorování podpětí - porucha způsobená rušením 	<ul style="list-style-type: none"> - při opakovaném vzniku poruchy vyměnit odpovídající jednotku ACB
D9	porucha při testu podpětí		

Příloha 12 Tabulka závažných poruchových stavů

Kód poruchy	Stručný popis	Příčina vzniku poruchy	Náprava (způsob odstranění)
DA	porucha při načtení hrany pulsu	<ul style="list-style-type: none"> - porucha jednotky ACB - porucha způsobená rušením 	
DD	porucha při výběru vstupu		