

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHICKÁ
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Jednouúčelové elektrické zařízení řízené programovatelným
logickým automatem**

Vedoucí práce: Doc. Ing. Bohumil Skala, Ph.D.
Autor: Bc. Jaroslav Novotný

2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jaroslav NOVOTNÝ**
Osobní číslo: **E09N0229P**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Jednoúčelové elektrické zařízení řízené programovatelným logickým automatem**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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


1. Uveďte značky a typy programovatelných logických automatů, které se objevují na trhu. U jednotlivých typů uveďte vlastnosti a porovnejte jejich výhody a nevýhody.
2. Navrhněte a naprogramujte SW pro PLC. Vypočítejte časové konstanty všech přechodových dějů a stanovte dopravní zpoždění.
3. Proveďte návrh elektroinstalace v zařízení a samotnou realizaci. Zpracujte projektovou dokumentaci, která bude obsahovat schéma zapojení, software pro PLC, návod k obsluze, atd.
4. Zhodnoťte navržené zařízení (případě uveďte možnosti dalšího vylepšení či rozšíření).

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:


- 1. elektronické informační zdroje**
- 2. katalogy jednotlivých výrobců**

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Bohumil Skala, Ph.D.**
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání diplomové práce: **17. října 2011**
Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Diplomová práce v první části pojednává o programovatelném logickém automatu. Je zde uveden stručný přehled nejznámějších výrobců PLC a ke každému z výrobců je pak uvedeno několik jednotlivých výrobků s výčtem hlavních výhod. Ve druhé části se zabývá kompletním návrhem jednoúčelového stroje. Je zde popsán výběr komponentů pro řízení, bezpečnost a samotnou realizaci zařízení a stručný popis softwaru pro řízení. Dále práce obsahuje elektrické schéma a návod na obsluhu. V přílohách najdeme katalogové listy a návody ke komponentům a také samotný software pro PLC.

Klíčová slova

programovatelný logický automat, rozvaděč, svorkovnice, nouzové zastavení, kabeláž, návod na obsluhu, program, realizace

Annotation

Diploma thesis in the first part is about programmable logical automatic machine. There is a brief overview of the most known producers of PLC and to each of the producers there is given a list of few individual products with list of main advantages. In the second part thesis looks into full design of a single purpose machine. There is described a selection of the components for control, safety and for the main realization of the device and short describe of the device software. Next the work contains electrical scheme and manual for operation. In the attachment we will find datasheets, manuals for the components and also the software of PLC.

Key words:

Programmable logical computer, distribution board, terminal, emergency stop, wiring, manual for operation, program, realization

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 9. 5. 2012

.....

podpis

Tímto bych rád poděkoval Doc. Ing. Bohumilu Skalovi, Ph.D. za to, že mi zaštil tuto diplomovou práci a za jeho trpělivost a loajalitu. Dále bych rád poděkoval Ing. Michalovi Nováčkovi a Milošovi Menclovi za pomoc a cenné rady při řešení mé diplomové práce.

Jaroslav Novotný

Obsah

1	Úvod.....	6
2	Teoretická část.....	7
2.1	Firma Siemens.....	8
2.2	Allen Bradley.....	10
2.3	Schneider Electric.....	11
2.4	ABB.....	12
2.5	Omron.....	12
2.6	Vipa.....	13
3	Praktická část.....	14
3.1	Zadání od investora.....	14
3.2	První seznámení s projektem.....	17
3.3	PLC.....	17
3.4	Elektrické schéma.....	19
3.5	Bezpečnostní prvky.....	20
3.6	Vnější periférie.....	21
3.6.1	Čidla:.....	21
3.6.2	Ventily:.....	21
3.6.3	Signalizační a ovládací zařízení:.....	21
3.7	Spínací prvky.....	22
3.8	Svorkovnice.....	22
3.9	Rozvaděčová skříň.....	24
3.10	Sestava rozvaděčové desky.....	24
3.11	Realizace.....	26
3.12	Software.....	28
3.12.1	PLC.....	29
3.12.2	Ovládací panel.....	33
3.13	Návod na obsluhu stroje.....	35
3.13.1	Ovládací prvky stroje.....	35
3.13.2	Hlavní vypínač - Zapnutí / vypnutí stroje.....	37
3.13.3	Volba ovládání.....	38
3.13.4	Spuštění stroje.....	38
3.13.5	Zastavení stroje.....	38
3.13.6	Testování dílů.....	39
3.13.7	Total stop.....	40
3.13.8	Dotykový panel.....	40
4	Závěr.....	41
	Použitá literatura.....	43
	Seznam příloh:.....	44

1 Úvod

Tématem mé diplomové práce je jednoúčelové elektrické zařízení řízené programovatelným logickým automatem. V první části práce se budu zabývat vyhledáváním značek a typů programovatelných logických automatů a uvedu jejich základní výhody. V další části práce bude kompletní návrh elektroinstalace do jednoúčelového elektrického zařízení. Pro tuto práci jsem si vybral stroj na tlakové testování těsnosti Bogenu, což je plastový rezonátor svařený ze dvou částí a ukončený rychlospojkou. Budu se zabývat výběrem komponent pro řízení stroje, jeho ovládání a v neposlední řadě i komponenty zajišťující bezpečný chod zařízení. Dále vytvořím software pro PLC a celý projekt zrealizuji a zařízení oživím.

Toto téma jsem si vybral na základě mé praxe ve firmě MDS Elektro Engineering s.r.o., kde pracuji již šestým rokem. Tato firma se zabývá automatizací a výrobou elektrických rozvaděčů. Nejprve jsem ve firmě dostával k samostatnému zpracování menší projekty a na větších zakázkách jsem se více či méně podílel, a nyní jsem se rozhodl samostatně zpracovat již projekt většího rozsahu a ten popsat ve své diplomové práci. Mám zájem o projektování a uvádění těchto zařízení do provozu, protože si myslím, že obor automatizace má velkou budoucnost. Tato práce je smysluplná a pomáhá zefektivnit a zpřesnit výrobu, a také vyloučit chybu lidského faktoru.

2 Teoretická část

Automatizační technika prošla v poslední době bouřlivým vývojem, jak z pohledu součástkové základny a prostředků, tak z pohledu poznání, aplikované teorie a metodiky aplikací. Radikálně se změnila i technické prostředky pro vývoj a tvorbu aplikací. Osobní počítače a systémy pro automatické navrhování a projektování jsou dnes zcela běžné ve většině oborů.

Dnes není automatizace něčím unikátním, co je výsadou drahého komfortu rozsáhlých výrobních linek a náročných technologických procesů. Kvalitní a inteligentní řízení je dostupné i pro obyčejné stroje, pomocné mechanismy a technologická zařízení ve všech oborech. S inteligentní automatizační technikou se běžně setkáváme v „nevýrobní automatizaci“, zejména v „malé energetice“ a v technice budov (kde přináší značné úspory). Obtížně bychom hledali obor, kde není automatizační technika využívána.

Prostředky, které byly donedávna výsadou složitých řídicích systémů (např. mikrořadiče, fuzzy prvky), dnes nacházíme ve výrobcích spotřebního charakteru, třeba v regulátorech pro kvalitní vytápění bytů a rodinných domků, v automobilech, telefonech a faxech, v automatických pračkách, myčkách nádobí, sporácích, vysavačích a v dalších přístrojích pro kuchyňskou a domácí automatizaci. Setkáváme se s nimi ale i v holicích strojcích, kamerách nebo v hračkách.[1]

Původně byly PLC určeny pro řízení strojů, jako náhrada za pevnou reléovou logiku. Tomu odpovídal i programovací jazyk kontaktních (reléových) schémat. Jazyky prvních PLC disponovaly několika příkazy (typicky 8 nebo 16), které byly ekvivalentní spínacímu a rozpínacímu kontaktu, paralelnímu a sériovému řazení, cívce, obvodům paměti, čítače a časovače. Dnes je pro každý programovatelný automat k dispozici několik typů jazyků: kromě jazyka kontaktních schémat to bývá jazyk logických schémat, jazyk mnemokódů nebo jiný textový jazyk, nově i jazyk sekvenčního programování. Dnešní programovací jazyky jsou podstatně bohatší – bohužel se poněkud vzdálily mentalitě konstruktérů a projektantů, takže vznikla samostatná profese „programátor PLC“. Sjednocení programových jazyků a vývojových systémů pro PLC je cílem nové mezinárodní normy IEC 1131-3.

Postupně se možnosti PLC rozšiřovaly, ceny klesaly a oblasti výhodného nasazení se rozšiřovaly. Dnes se s jejich aplikacemi setkáváme snad ve všech oborech, mnohde vytlačují

již zavedené specializované přístroje a řídicí systémy (např. regulátory, analyzátory, komunikační adaptéry apod.).

Kromě tradičních aplikací ve strojírenství - při řízení strojů, mechanismů, linek a nejrůznějších výrobních technologií, v manipulační, dopravní a skladové technice, při retrofitu (modernizaci) starších strojů. Dnes se PLC hojně uplatňují v energetice: od regulace turbín, vodních a větrných elektráren, kogeneračních jednotek, solárních a geotermálních zdrojů, kompresorů a teplovodních sítí, až po předávací a výměňkové stanice, kotelny, klimatizační jednotky, chladicí zařízení, ale i při regulaci a monitorování spotřeby elektrické energie, řízení rozvoden a nově i v technice inteligentních budov. Dále nacházejí uplatnění v ekologii, v zemědělství a potravinářství, v chemii a farmacii, ve školství a kultuře, ale i v procesu měření, dálkového ovládání, monitorování a sledování kvality.[1]

Na našem trhu se v poslední době nejvíce objevují následující značky, které ve svém produktovém portfoliu mají i programovatelné logické automaty.

- Siemens
- Allen Bradley
- Schneider Electric
- ABB
- Omron
- Vipa

Nyní si rozebereme jednotlivé značky a uvedeme produkty, které nabízejí v oblasti průmyslové automatizace.

2.1 Firma Siemens

V současné době jedna z nejrozšířenějších značek v oboru automatizace v České republice. Je ale poněkud dražší, ale bohatě to kompenzuje vysokou spolehlivostí a kvalitou vyráběných produktů. V České republice působí již cca 120 let a patří mezi největší zaměstnavatele.

Mikrosystémy

Malé řídicí systémy, které jsou cenově výhodnější, jednodušší na ovládání a programování, ale zároveň nabízejí široké spektrum možností využití ve spodním výkonnostním spektru.

LOGO!

- univerzální logický modul
- flexibilně rozšiřitelný
- v základní verzi 8 vstupů a 4 výstupy
- možnost montáže na DIN lištu
- 8 základních funkcí a 29 speciálních
- snadné programování pomocí software
- možnost programování na displeji zařízení
- dobrá odolnost vůči vlivům prostředí

SIMATIC S7-200

- určen pro řízení jednoduchých zařízení
- vysokorychlostní čítače
- pulzní výstup
- velké komunikační možnosti
- spolupráce s vizualizačními panely
- základní verze 8 vstupů 8 výstupů
- velké možnosti rozšiřování

SIMATIC S7-1200

- určen pro řízení složitějších zařízení
- až 6 vysokorychlostních čítačů
- velké komunikační možnosti (integrován Profinet)
- spolupráce s vizualizačními panely
- nejmodernější z řady mikrosystémů
- až 8 signálních karet

Průmyslové automatizační systémy SIMATIC

Velké spolehlivé a robustní systémy, které nabízí komplexní řešení jakékoliv aplikace. Jsou postaveny na bázi řídicího CPU a možnosti univerzálního rozšiřování.

SIMATIC S7-300

- určen pro řízení nejsložitějších aplikací
- plně integrovaná automatizace
- intuitivní programování
- výkonná integrovaná diagnostika
- paměťové karty MMC
- nejmodernější komunikační možnosti

SIMATIC S7-400

- pro nejsložitější aplikace
- nejrychlejší strojový cyklus
- nejkvalitnější zpracování dat
- nejvyšší spolehlivost
- největší možnosti komunikace a rozšiřování

2.2 Allen Bradley

Značku Allen Bradley vlastní firma Rockwell Automation, která je předním světovým dodavatelem automatizační techniky. Firma se zabývá řízením průmyslových procesů, pohonů a průmyslových informačních systémů. V České republice působí od roku 2002. Opět se dělí do dvou základních skupin:

Malé řídicí systémy:

řada CompactLogix

- řešení pro malé a střední aplikace
- dobré komunikační vlastnosti (EtherNet/IP)
- paměťové karty SD
- USB port pro programování
- možnost připojení periférií jako jsou tiskárny, čtečky čárových kódů, atd.

Velké řídicí systémy:

ControlLogix

- vysokorychlostní CPU
- vysoce výkonný
- velké komunikační schopnosti
- velké možnosti rozšíření

2.3 Schneider Electric

Firma zabývající se především rozvodem elektrické energie, automatizační technikou a monitoringem a úsporou energie. Nabízí kompletní řešení aplikací v elektro oblasti a je významným dodavatelem elektrických komponent. V České republice působí od 80. let 20. století. V počátcích prostřednictvím firmy Telemecanique.

Opět se dělí do dvou základních skupin:

Malé PLC systémy pro obecné použití:

Twido

- kompaktní modulární systém
- 10 základních jednotek
- volitelné doplňky: displej, hodiny s reálným časem, atd.
- dobré komunikační schopnosti (EtherNet)

Zelio Logic

- kompaktní systém
- rozhraní Bluetooth pro bezdrátové připojení
- intuitivní programovací software
- možnosti rozšiřujících modulů

PLC systémy pro řízení strojů:

řada produktů Modicon

- určen pro řízení nejsložitějších aplikací
- plně integrovaná automatizace
- intuitivní programování

- synchronizování os (max. 16 os)
- velké komunikační možnosti (Profibus, Ethernet)

2.4 ABB

Přední světová firma poskytující technologie pro energetiku a automatizaci. Vyrábí spolehlivé a konzistentní výrobky v elektro oblasti. Silné inženýrské zázemí a kvalitní servisní centra. V České republice působí od roku 1970.

system Freelance

- univerzální systém
- malé až střední aplikace
- nižší cena
- dobré komunikační vlastnosti
- software s emulačním prostředím
- integrovaná diagnostika

system Compact 800

- robustní kontrolní systém
- výborná spolupráce s PC
- integrovaná diagnostika
- určen pro řízení nejsložitějších aplikací
- rozsáhlé využití průmyslových sběrnic

2.5 Omron

Společnost byla založena v roce 1933 v Japonsku. Působí v nejrůznějších oborech, včetně průmyslové automatizace, výroby elektronických komponent a zdravotnické techniky. Své evropské ústředí má v Holandsku. Nabízí široké spektrum PLC. Uvedu tedy jen základní typy.

Své PLC automaty rozděluje do dvou skupin:

Kompaktní PLC (např. CP1H)

- vysoce kompaktní
- integrované funkce pulsních I/O

- snadné připojení k ovládacímu terminálu
- rozšiřující jednotky - průmyslová sběrnice, digitální a analogové jednotky
- možnost sběrnicevého systému
- vysokorychlostní

Modulární PLC (např. CJ2H)

- neustálá přístupnost prostřednictvím standardního portu USB
- standardní port Ethernet s funkcí EtherNet/IP Data Link
- vysoká programová kapacita až 400 tisíc kroků
- vyšší přesnost chodu strojů a kvalita zpracování
- okamžitá obnova I/O hodnot zajišťuje zpracování v reálném čase
- vysoká kapacita datové paměti až 832 tisíc slov

2.6 Vipa

Německá společnost působící na trhu 25 let. Vyrábí řídicí systémy programovatelné softwarem STEP7 od firmy Siemens. Díky této vlastnosti, jsou prakticky zaměnitelné za komponenty Siemens. VIPA PLC mají vlastní vývoj čipu s technologií SPEED7 a díky tomu jsou jejich CPU jedny z nejrychlejších na světě.

Vipa 100V

- integrovaná ROM paměť pro trvalé ukládání programu a dat
- integrovaná baterie zálohující RAM paměť
- podporuje paměťové MMC karty
- rozšiřitelné o čtyři karty ze systémů VIPA 100V a 200V
- kompaktní design

Vipa 200V

- integrovaná pracovní paměť
- podporuje paměťové MMC karty
- MPI rozhraní standardem
- pro lokální a decentrální aplikace

- možnost rozšíření až 32 modulů v řadě CPU
- kompaktní provedení

Vipa 300S

- vysokorychlostní řídicí systém
- integrovaná pracovní paměť - provoz bez paměťové karty
- podpora karet MMC
- SPEED-Bus pro rozšíření s vysokorychlostními signálními moduly
- Ethernet, Profibus-DP a MPI rozhraní na desce
- Centralizované a decentralizované využívání a modulárně rozšiřitelný

3 Praktická část

3.1 Zadání od investora

Popis stroje

Testovací stroj je určen pro vyhodnocování těsnosti součástky (Bogenu) podle nastavené, povolené, hodnoty úniku vzduchu.

Popis výrobku

Bogen je plastový rezonátor svařený ze dvou částí a ukončený rychlospojkou (O-kroužek, opěrný kroužek a pružinka).

Výkon stroje

Strojní čas cyklu musí být maximálně 10 sec./ks (test + značení). Celkový čas na test a značení na jedné pozici je max. 30 sec. Interval „vhození“ hotových finálních kusů ze stroje do boxu max. 15 sec/ks. Požadovaný výkon stroje je tedy 240 kusů za hodinu.

Kvalita otestovaných kusů

Na kusech se nesmí vyskytovat poškozené plochy na povrchu ani uvnitř vlivem upnutí či testovacího procesu. Systém nesmí uvolnit díl s únikem (prasklinami korpusu, netěsným svarem a prasklým nebo s poškozeným O-kroužkem). Finální kus nesmí být umazán, zamaštěn a mechanicky poškozen vlivem procesu.

Počítadlo vyrobených kusů

Zařízení bude osazeno počítadlem kusů OK a NOK. Autorizace obsluhy, volba finálního výrobku-programu, grafická vizualizace a komunikace s operátorem s textovou podporou. Směnový záznamem dat, chybové hlášky. Ověřování protichybového systému (poka-yoke).

Obsluha a řízení stroje

Ovládání stroje bude poloautomatické - obsluha stroje je 1 osobou, která bude provádět pouze ruční založení a vyjmutí dílů a iniciuje test uzamknutím dílu (alt.: opuštěním prostoru stroje vytýčeného bezpečnostními závorami). Obsluha při práci sedí na židli nebo stojí u stroje.

Konstrukční zásady

Testovací zařízení bude osazeno řídicím systémem Siemens S200. Alternativně (S300 nebo Schneider M340). Siemens dotykový panel. Detektory úniku Furness 290 poskytne objednatel (bez komunikačních kabelů a konektorů).

Zařízení bude využívat pro tisk OK kusů tiskárnu Ink-jet Imaje s popisovací hlavou. Tiskárnu poskytne objednatel. Formát tisku obsahuje kód obsluhy, datum a čas výroby. Pojezd hlavy bude zajištěn elektrickým pohonem.

Rám bude vybaven skluzem pro NOK kusy s optickými čidly. NOK box bude zajištěn proti vyjmutí dílů neoprávněnou osobou zámkem s klíčem (mechanicky), nesmí být možné získat signál o vhození NOK kusu pouze rukou. Zařízení bude osazeno Centrál stop tlačítkem – předřazený bezpečnostní prvek.

Rám stroje bude zhotoven z ocelových jeleků a hliníkových profilů s výplní plexisklem. Celkové rozměry nepřesáhnou š 1000 x v 2000 x h 1000 mm. Ocelové části konstrukce budou v modré barvě odstínu RAL 5017. Stroj bude ustaven na kolečkách s aretací.

Tři zakládací místa pro testování budou koncipovány modulově (vyměnitelný celek s pístem). Upnuté díly ručně masivní upínkou. V okolí modulu nesmí vést kabely nebo rám konstrukce (prostor pro možné jiné varianty výrobků do budoucna).

Osvětlení pracovní plochy stroje a ovládacích prvků.

Pneumatické díly použité ve stroji budou FESTO.

Čidla lze polohově seřídít s následnou aretací polohy.

Všechny řídicí, seřizovací nebo pro údržbu důležité prvky budou lehce dostupné.

Všechny části, kde bude hrozit riziko koroze, budou povrchově upraveny.

Signalizace stavu čidel pro seřizování v zorném poli operátora.

Všechna kabeláž bude provedena přehledně s identifikací jednotlivých kabelů a zanesením ve schématu stroje.

Při výpadku energie nesmí nastat nebezpečná situace a ani nesmí dojít k poškození stroje.

Optické vodiče budou alespoň v exponovaných místech chráněny kryty proti poškození.

Systém bude vybaven samokontrolou funkčnosti čidel.

Zamezení úniku chemických látek do okolí

Stroj nesmí nadměrně zatěžovat životní prostředí

Životnost zařízení

Konstrukce stroje bude provedena pro životnost minimálně 30 000 pracovních hodin. Výjimku tvoří dílčí komponenty s kratší životností definovanou výrobcem.

Logika pracovního postupu

- 1) Příprava kusu pro testování – místo pro odložení monitorováno
- 2) Založení kusu do přípravku – jedno z testovacích míst, nezávisle na sobě
- 3) Upnutí kusu upínkou
- 4) Test těsnosti – nepřekročení povoleného poklesu tlaku
- 5) Označení OK dílů – ink-jet značení (kód obsluhy, datum a čas výroby)
- 6) NOK díl blokován – po potvrzení chyby očekáván signál o vhození do NOK boxu
- 7) Uvolnění dílů OK - vhození do OK boxu (čidlo není nutné)

Dále je nutné připravit testování systému Poka-yoke :

Vyhlášení po dosažení každých 1800 ks nebo zapnutí stroje. Test etalonu. Vyhodnocení NOK.

3.2 První seznámení s projektem

Začátek každého projektu je spojen s důkladným přečtením zadání, a pokud je některá část nejasná, musí se vše dořešit ještě před započítáním projektování. Následuje vyhledání dokumentace od periférií, které budou se zařízením komunikovat nebo spolupracovat a tedy mají přímou návaznost na projekt, nebo zařízení která dodává objednatel sám.

V našem případě jsou to především testovací zařízení Furnes 290 a externí tiskárna pro popis Bogenu, ale i zdroj a řízení krokového motoru.

V příloze na datovém nosiči jsou katalogové listy jednotlivých komponentů od dodavatele.

3.3 PLC

Podle zadání má být zařízení řízeno programovatelným logickým automatem od firmy Siemens a to konkrétně řadou S7-200. Stavbou tabulky a plánováním vstupů a výstupů jsme určili, o jaký typ CPU se bude jednat. Při našem počtu vstupů a výstupů bylo potřeba základní verzi CPU 224 rozšířit dvěma rozšiřujícími kartami a to EM 223 (16 digitálních vstupů a 16 digitálních výstupů) a EM221 (16 digitálních vstupů)

Pro snadné ovládání byl systém doplněn dotykovým ovládacím panelem TP 177 micro a vytvořena komunikace mezi panelem a PLC pomocí sběrnice profibus.

Nejdříve je potřeba navrhnout tabulku vstupů a výstupů programovatelného logického automatu a tím určit jak a čím bude zařízení řízeno.

Při vytváření tabulky vstupů a výstupů jsem nemohl osazovat vstupy a výstupy libovolně, ale musel jsem dodržovat určitá pravidla. Jelikož se v našem zařízení objevuje i krokový motor a je potřeba ho nějakým způsobem řídit, muselo se k řízení krokového motoru využít prvního výstupu Q0.0, který je k tomu uzpůsoben a je takzvaně „vysokorychlostní“ a lze na něm generovat pulzní signál PTO (pulse train output) a také lze generovat pulzní šířkovou modulaci (PWM). Jednotlivé výstupní bity jsou samostatně napájeny, a toho budeme využívat pro zajištění bezpečnosti, kdy odepínáme z bitů napájení. Signalizace musí být na společném bitu, který má napájení po celou dobu provozu, abychom mohli určit, v jakém stavu se zařízení nalézá. Dále jsme při osazování vstupů a výstupů postupovali logicky, aby bylo zařízení přehledné.

Napájení je provedeno ze zdroje od firmy Siemens. Typ SITOP Smart 24V/10A

Tab. 1

	Digitální vstupy	Popis		
CPU 224	I0.0	Ovládací napětí OK	Interní signály	
	I0.1	Jističe 24V OK		
	I0.2	Jistič Krokový motor OK		Jeden před a jeden za jeho zdrojem
	I0.3	REZERVA		
	I0.4	REZERVA		
	I0.5	REZERVA		
	I0.6	Přepínač Automat/Ruka	Ovládací pult	Svorkovnice pult, externí tlačítka
	I0.7	Prosvětlené tlačítko Kvitování NiO 1	Krabička nad pracovištěm 1	
	I1.0	Prosvětlené tlačítko Kvitování NiO 2	Krabička nad pracovištěm 2	
	I1.1	Prosvětlené tlačítko Kvitování NiO 3	Krabička nad pracovištěm 3	Třípatrová svorkovnice pro snímače
	I1.2	Tlakový vzduch OK	Snímač tlaku vzduchu	
	I1.3	Pozice 1 - založeno	Optický snímač - snímá přítomnost dílu	
I1.4	Pozice 2 - založeno	Optický snímač - snímá přítomnost dílu		
I1.5	Pozice 3 - založeno	Optický snímač - snímá přítomnost dílu		
Karta 16DI/16DO	I2.0	Pozice 1 - zajištěno	Indukční snímač - poloha mechanické upínky	
	I2.1	Pozice 2 - zajištěno	Indukční snímač - poloha mechanické upínky	
	I2.2	Pozice 3 - zajištěno	Indukční snímač - poloha mechanické upínky	
	I2.3	Válec V1 - poloha S1.1	Snímač pracovní polohy válce zatěsnění dílu	
	I2.4	Válec V2 - poloha S2.1	Snímač pracovní polohy válce zatěsnění dílu	
	I2.5	Válec V3 - poloha S3.1	Snímač pracovní polohy válce zatěsnění dílu	
	I2.6	Snímač NiO (vysílač)	Optický snímač - kontrola prohození dílu do NiO boxu (vysílač)	
I2.7	Tisková hlava - mezní poloha vlevo (reference)	Indukční snímač - mezní poloha tiskové hlavy (krok. motoru) vlevo / ref. poloha		
Karta 16DI/16DO	I3.0	Tisková hlava - mezní poloha vpravo	Indukční snímač - mezní poloha tiskové hlavy (krok. motoru) vpravo	
	I3.1	Tisková hlava - poloha 1	OPTION	
	I3.2	Tisková hlava - poloha 2	OPTION	
	I3.3	Tisková hlava - poloha 3	OPTION	
	I3.4	Snímač NiO (přijímač)	Optický snímač - kontrola prohození dílu do NiO boxu (přijímač)	
	I3.5	Kryt - základní poloha	Kryt tiskové hlavy - základní poloha	
	I3.6	Kryt - pracovní poloha	Kryt tiskové hlavy - pracovní poloha	
I3.7	REZERVA	Rezerva na svorkách	Svorkovnice pro komunikaci s ext. přístroji	
Karta 16DI	I4.0	Detektor 1 - READY		Detektor 1 - připraven
	I4.1	Detektor 1 - FAIL-		Detektor 1 - chyba
	I4.2	Detektor 1 - FAIL+		Detektor 1 - chyba
	I4.3	Detektor 1 - PASS		Detektor 1 - test OK
	I4.4	Detektor 2 - READY		Detektor 2 - připraven
	I4.5	Detektor 2 - FAIL-		Detektor 2 - chyba
	I4.6	Detektor 2 - FAIL+		Detektor 2 - chyba
I4.7	Detektor 2 - PASS	Detektor 2 - test OK		
Karta 16DI	I5.0	Detektor 3 - READY		Detektor 3 - připraven
	I5.1	Detektor 3 - FAIL-	Detektor 3 - chyba	
	I5.2	Detektor 3 - FAIL+	Detektor 3 - chyba	
	I5.3	Detektor 3 - PASS	Detektor 3 - test OK	
	I5.4	Tiskárna - TAL	Tiskárna - alarm	
	I5.5	Tiskárna - TWA	Tiskárna - warning	
	I5.6	Tiskárna - TRE	Tiskárna - ready	
I5.7	Krokový motor - ALM	Krokový motor - připraven (není alarm)	Interní	

Tab. 2

		Digitální výstupy		
CPU 224	Q0.0	Krokový motor - PUL	Krokový motor - pulzy	Interní signály
	Q0.1	Krokový motor - DIR	Krokový motor - směr	
	Q0.2	Krokový motor - ENA	Krokový motor - uvolnění	
	Q0.3	Detektor 1 - START	Detektor 1 - start testu	Svorkovnice pro komunikaci s ext. přístroji
	Q0.4	Detektor 1 - RESET	Detektor 1 - reset	
	Q0.5	Detektor 2 - START	Detektor 2 - start testu	
	Q0.6	Detektor 2 - RESET	Detektor 2 - reset	
	Q0.7	Detektor 3 - START	Detektor 3 - start testu	
	Q1.0	Detektor 3 - RESET	Detektor 3 - reset	
	Q1.1	Tiskárna - START	Tiskárna - start tisku	
Karta 16DI/16DO	Q2.0	Ventil Y0	Ventil přívodu tlakového vzduchu	
	Q2.1	Ventil Y1	Válec zatěsnění dílu V1	
	Q2.2	Ventil Y2	Válec zatěsnění dílu V2	
	Q2.3	Ventil Y3	Válec zatěsnění dílu V3	
	Q2.4	Ventil Y4	Ventil ovládání bezpečnostního krytu	
	Q2.5	REZERVA	Rezerva na svorkovnici	
	Q2.6	REZERVA	Rezerva na svorkovnici	
	Q2.7	REZERVA	Rezerva na svorkovnici	
Karta 16DI/16DO	Q3.0	Prosvětlené tlačítko Ovládání ZAP	Ovládací pult (bílé prosvětlené tlačítko)	Svorkovnice pult, externí tlačítka
	Q3.1	Kontrolka díl iO 1	Krabička nad pracovištěm 1 (zelená kontrolka)	
	Q3.2	Prosvětlené tlačítko díl NiO 1	Krabička nad pracovištěm 1 (rudé prosvětlené tlačítko)	
	Q3.3	Kontrolka díl iO 2	Krabička nad pracovištěm 2 (zelená kontrolka)	
	Q3.4	Prosvětlené tlačítko díl NiO 2	Krabička nad pracovištěm 2 (rudé prosvětlené tlačítko)	
	Q3.5	Kontrolka díl iO 3	Krabička nad pracovištěm 3 (zelená kontrolka)	
	Q3.6	Prosvětlené tlačítko díl NiO 3	Krabička nad pracovištěm 3 (rudé prosvětlené tlačítko)	
	Q3.7	REZERVA		Interní

3.4 Elektrické schéma

Elektrické schéma jsem pro zvýšení přehlednosti zařadil do příloh. Má ovšem stěžejní funkci a v projektu se na něj často odkazují.

3.5 Bezpečnostní prvky

Pro zajištění bezpečného provozu a obsluhy je zařízení vybaveno několika typy ochrany.

První a základní je hlavní vypínač, který zároveň v zapnutém stavu blokuje dveře od rozvaděče a nedovoluje tak přístupu do rozvaděče, který je pod napětím. Strana vypínače, která je pod napětím i ve vypnutém stavu, je doplněna krytkou s výstražným označením.

Ochrana před nadproudem či zkratem je provedena samočinným odpojením od zdroje pomocí jističů. A to jak v silové části, tak i v části s ovládacím napětím.

Tab. 3

Název	Proudová hodnota	Vypínací charakteristika	Popis	Typ
F1	16A	B	Servisní zásuvka	OEZ LPE-16B-1
F2	16A	B	Detektory	OEZ LPE-16B-1
F3	16A	B	Zdroj pro řízení motoru	OEZ LPE-16B-1
F4	16A	B	Řízení motoru	OEZ LPE-16B-1
F5	6A	C	Zdroj ovládacího napětí	OEZ LPE-6C-1
F6	4A	C	Napájení PLC a TP	OEZ LPE-4C-1
F7	4A	C	Napájení vstupů	OEZ LPE-4C-1
F8	4A	C	Napájení výstupů	OEZ LPE-4C-1
F9	16A	B	Tiskárna	OEZ LPE-16B-1

Zásuvka pro tiskárnu je umístěna vně zařízení a je k ní volný přístup a proto je vybavena ještě proudovým chráničem FI1 o citlivosti unikajícího proudu 30mA.

Proudové hodnoty byly určovány dle doporučení výrobce komponentů, které budou jednotlivými jističi jištěny.

Zařízení je dále vybaveno systémem Nouzového zastavení. Pro tyto účely je umístěn v rozvaděči bezpečnostní modul pro monitorování obvodů Nouzového zastavení Preventa XPS AF. Tento modul je v zařízení zapojen tak, že pomocí dvou kanálů detekuje rozepnutí ovladače Nouzového zastavení a také monitoruje startovací tlačítko. Pomocí dvou spínacích

kontaktů zabezpečuje zařízení tak, že pokud dojde k nebezpečné situaci a je stisknut ovladač Nouzového zastavení, přestanou být napájeny výstupy PLC a zařízení přestává fungovat.

3.6 Vnější periférie

Vnějšími perifériemi máme na mysli čidla, ventily, ovládací tlačítka a signalizační zařízení.

3.6.1 Čidla:

Pro svoji vysokou spolehlivost a výborné vlastnosti byla jako dodavatel čidel vybrána firma SICK.

V projektu se objevují 2 druhy čidel:

Induktivní čidla řady MM

Optická čidla řady W8

Optická čidla, která mají v sobě vysílač i přijímač se v projektu použily pro polohu válců a k zjišťování, zda je díl pro testování založen, či nikoliv. Indukční čidla zase detekují, zda je testovací díl zajištěn a dále pak pozice tiskové hlavy a jejího bezpečnostního krytu. Dále je v projektu použita optická závora, která kontroluje odhození vadného dílu do NOK boxu.

3.6.2 Ventily:

Výrobce pneumatických dílů, má být podle zadání firma FESTO. Konstruktor zařízení zvolil pro tuto aplikaci ventil řady MH

3.6.3 Signalizační a ovládací zařízení:

Slouží k zapnutí a vypnutí ovládání zařízení a signalizaci OK a NOK dílu a také stavy systému. Dále pak k přepnutí systému z ručního režimu do automatického.

Hlavice - Zelená kontrolka	M22-L-G
Hlavice - Černé tlačítko	M22-D-S
Hlavice - Bílé prosvětlené tlačítko	M22-DL-W
Hlavice - Rudé prosvětlené tlačítko	M22-DL-R

Hlavice - Klíček 0-I, aretace	M22-WRS
Kontakt 1NO	M22-K10
Kontakt 1NC	M22-K01
Kontakt 1NO, zadní montáž	M22-KC10
LED bílá	M22-LED-W
LED zelená, zadní montáž	M22-LEDC-G
LED rudá, zadní montáž	M22-LEDC-R
Držák kontaktů	M22-A
Držák štítku	M22S-ST-X
Štítek	M22-XST
Štítek Nouzového vypnutí	M22-XBK1

3.7 Spínací prvky

Abychom mohli ovládat zařízení pro testování Furnes 290, bez obav z interference a také z důvodu toho, že zařízení pro sepnutí potřebuje větší proud, než je schopen dodat výstup z PLC, musíme oddělit potenciály pomocí relátek. Pro tyto účely jsme vybrali relátka od firmy Finder s jedním přepínacím kontaktem. Typ 48.61.7.024.0050.

3.8 Svorkovnice

V tomto projektu se použije 5 druhů svorkovnic. Pro napájení, komunikaci s vnějšími komponenty a také pro interní signály a napájení. Vybíralo se ze sortimentu od tří výrobců. Weidmüller, PHOENIX CONTACT a WAGO. Při výběru byly brány v potaz cena, kvalita, dostupnost, snadná instalace a široký sortiment příslušenství. Jako nejlepší výrobce se v těchto ohledech ukázala firma WAGO. Jedinou výjimku tvoří svorkovnice X3 kde byla použita svorkovnice od firmy Weidmüller.

Určíme tedy jednotlivé svorkovnice.

Svorkovnice pro napájení:

Název: X1

Typy: 281-901 (šedá)	-	fázové vodiče – přívod (L1, L2, L3)
281-904 (modrá)	-	pracovní vodiče
281-607 (zelenožlutá)-	-	ochranné vodiče + uzemnění
280-601 (šedá)	-	fázové vodiče zásuvek vnějších zařízení

280-602 (modrá)	-	pracovní vodiče zásuvek vnějších zařízení
280-607 (zelenožlutá)	-	ochranné vodiče + uzemnění

Svorkovnice pro zajištění bezpečnosti a ovládání:

Název: X2

Typy: 280-641 (šedá)	-	datové a napájecí vodiče (24V)
280-637 (zelenožlutá)	-	uzemnění připojovacích kabelů

Svorkovnice pro snímače a ventilový ostrov (Weidmüller):

Název: X3

Typy: ZIA 1.5/3L-1S (šedá)	-	snímače a ventilový ostrov
----------------------------	---	----------------------------

(jedná se o třípatrové svorkovnice, ve kterých je jedno patro dané, a dvě patra jsou volitelné a ty byly vyplněny vložkami pro rozvod napájení- „+“, „-“, „PE“)

Svorkovnice pro komunikaci s externími přístroji:

Název: X4

Typy: 280-641 (šedá)	-	datové a napájecí vodiče (24V)
280-637 (zelenožlutá)	-	uzemnění připojovacích kabelů

Svorkovnice pro rozvod ovládacího napájení:

Název: XL, XM

Typy: 280-633 (šedá)	-	+24V a 0V
280-837 (zelenožlutá)	-	uzemnění nulového potenciálu

Svorkovnice pro připojení odporů:

Název: XR

Typy: 870-501 (šedá)	-	dvoupatrová, pro umístění odporů
----------------------	---	----------------------------------

Všechny tyto svorky jsou v bezšroubovém provedení. Montují se jednoduše na DIN lištu a jejich případná výměna je snadná.

3.9 Rozvaděčová skříň

Před návrhem desky rozvaděče bylo nutné konzultovat rozměr rozvaděčové skříňe s konstruktérem zařízení. Bylo důležité určit rozměr tak, aby se veškeré komponenty vešly na montážní desku a zároveň bylo dostatek místa na případné pozdější změny v osazení desky. Rozvaděč se také musel vejít do prostoru, který pro to byl konstruktérem určen. Jako nejvhodnější byl po sérii konzultací zvolen rozvaděč od firmy Rittal o rozměrech 760x760x210.

Tato rozvaděčová skříň je vyrobena z ocelového plechu a je opatřena základním nátěrem nanášeným máčením a z vnější strany práškovým nástřikem bílé barvy. Montážní deska v něm umístěná je o rozměrech 704x730 je vyrobena z pozinkovaného plechu o tloušťce 3mm. Montážní deska je v balení od výrobce umístěna zvlášť a je tedy možné nejdříve vybalit pouze desku pro zpracování sestavy a skříň zatím kryje kartónový obal před případným poškozením. Skříň je zcela uzavřená a má závěsy dveří na pravé straně, které lze popřípadě přehodit doleva. Dveře obsahují dva otočné uzávěry, které otevřeme speciální klikou. Firma Rittal vybavuje své rozvaděče i montážní sadou, kde nalezneme zmiňovanou kliku k otevření dveří, plastové uzávěry na montážní otvory, které nejsou využity a konečně veškeré vybavení pro uzemnění i s malým návodem, jak který komponent rozvaděče uzemnit. Dveře i přírubovou desku izoluje pěnové těsnění. V základním stavu po uzavření veškerých montážních otvorů skříň vyhovuje stupni krytí IP66.

3.10 Sestava rozvaděčové desky

Pro vytvoření sestavy bylo velmi důležité určit, z jaké strany se bude rozvaděčová skříň opatřovat průchodkami pro přivedení kabeláže. Toto pak zohledníme v návrhu tak, že se k dané straně snažíme směřovat veškeré svorkovnice, které jsou určeny pro komponenty ležící vně rozvaděče, aby se usnadnilo připojování kabelů. Drtivá většina komponentů, které umístíme do rozvaděče, mají montáž na DIN lištu. Pouze komponenty řízení krokového motoru se připevňují přímo k desce pomocí šroubového spoje. Pro usnadnění rozměřování, je na desce nakresleno pravítko ve svislém směru.

Jediné co má předem určené své místo, jsou svorkovnice. Ty musí být směřovány nahoru a pro přívody kabeláže musí být dostatečně velký i kabelový žlab. Zvolili jsme tedy šířku horního kanálu 60 mm. Abychom zaručili pohodlnou montáž na svorkovnice, musí být

prostor, ve kterém se nachází DIN lišta pro svorkovnice, široký minimálně 120mm. Při výpočtu místa pro svorkovnice nám vyšlo, že levý kanál, ve kterém budou položeny vodiče prakticky pro celou horní svorkovnici, může být široký maximálně 40mm a v tuto chvíli jsme zároveň určili, že výška žlabů bude 80 mm, abychom zajistili dostatečný prostor pro vodiče.

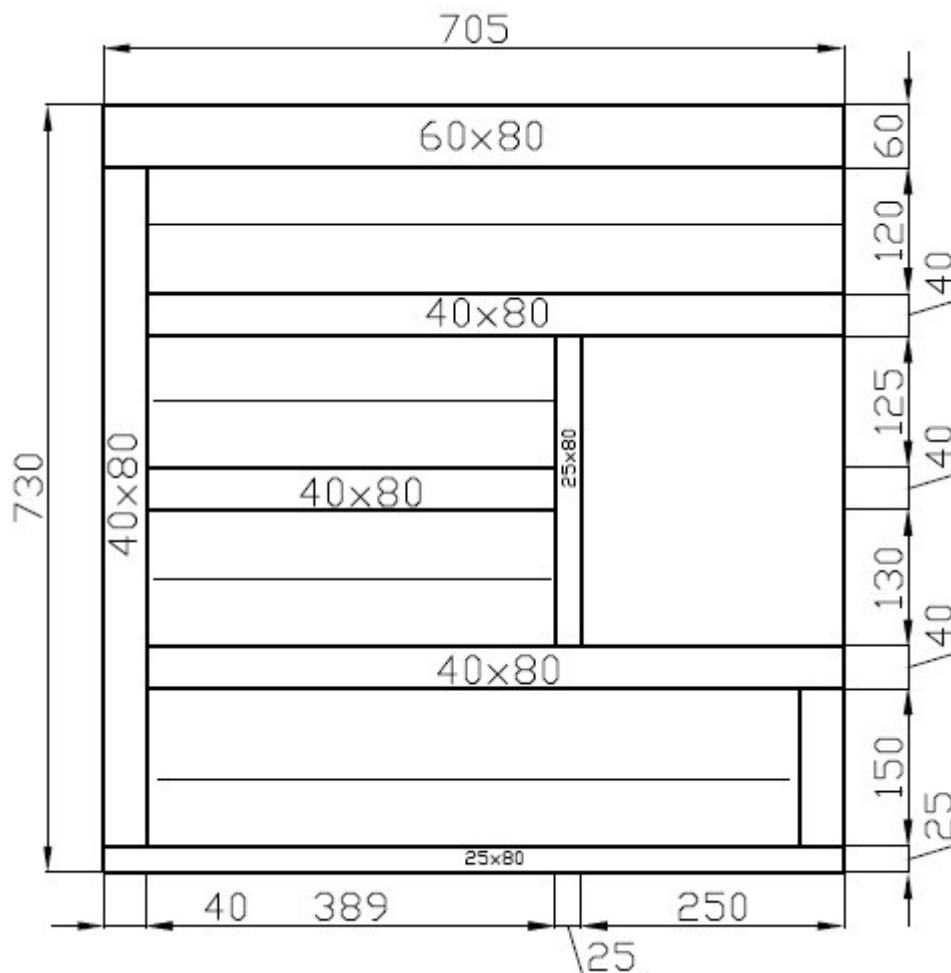
Jako další přišlo na řadu umístění řízení krokového motoru. Zvolili jsme pravou stranu desky a vyčlenili tam dostatečně velký prostor, aby se zajistilo dobré proudění vzduchu kolem řídicího komponentu krokového motoru. Zdroj pro krokový motor jsme umístili v nejbližší vzdálenosti, protože tyto dva komponenty spolu úzce souvisí a tedy minimalizujeme délku vodičů.

Druhou řadu DIN lišty obsadili svorkovnice pro rozvod napájení, interní svorkovnice pro odpory k řídicímu členu krokového motoru, relátka pro oddělení potenciálů, servisní zásuvka a pro bezpečnostní modul Preventa XPS AF. Nejvyšší z těchto komponentů je bezpečnostní modul a tedy šířka prostoru byla stanovena na 125mm.

Na řadu přichází prostor pro jističe, chránič a také pro vnitřní část hlavního vypínače. Jelikož se jedná o rozměrné prvky, prostor pro jejich montáž musel být minimálně 130mm. Jako poslední byl určen prostor pro PLC. Ten byl ale poněkud zvětšen a to až na 150mm, protože se v tomto prostoru nenachází jen PLC, ale i zdroj ovládacího napětí od firmy Siemens, který vyžaduje pro svou montáž právě minimálně 150mm.

Zbýlý prostor, jsme osadili korytem o šířce 25mm, protože zde vede malý počet vodičů. Perforovaná koryta a stejně tak i DIN lišty zkrátíme na požadované délky a připevníme na montážní desku. Koryta pomocí plastových hmoždinek DUCTAFIX. DIN lišty připevňujeme pomocí nýtů a samořezných šroubů, pro zajištění pevnosti a vodivosti spojení s deskou.

Pokud máme osazené kabelové žlaby a DIN lišty, je dobré si připravit i otvory se zavity pro připevnění komponent řízení krokového motoru, abychom zamezili pozdějšímu zanesení kovových pilin do ostatních komponentů.



Nyní máme připravenou desku pro osazení komponentů.

3.11 Realizace

Můžeme tedy přistoupit k osazování jednotlivých komponent a ke stavbě svorkovnic.

Jako první je dobré osadit svorkovnice. Ty tvoříme tak, že jako první umístíme nosiče popisky svorkovnice a poté za sebe skládáme jednotlivé svorky v pořadí, které nám určuje plán elektroinstalace. Pokud dojde ke změně typu svorky, umístíme koncovou záklopku, protože z důvodu úspory místa, jsou svorky tohoto typu kryté jen z jedné strany. Vyskládáme první svorkovnici a následuje nosič popisky další svorkovnice a postup se opakuje. Pokud máme hotovo, umístíme propojky do míst předepsaných plánem elektroinstalace. Tím vytvoříme můstky bez použití vodičů (např. můstky na svorkách pracovního vodiče a v ovládacím napětí) a svorky očíslováme.

Zbylé komponenty usadíme na své pozice a náležitě popíšeme dle plánu elektroinstalace, vždy jednou na komponent a jednou pod něj na montážní desku, aby i při odstranění nebo výměně byla jednoznačně určena jeho pozice.

Můžeme přistoupit k propojování jednotlivých komponent vodiči. Používáme lankové vodiče, které pokud končí ve šroubové svorce, opatřujeme lisovacími dutinkami. Pokud vodič končí ve svorkovnici s pružinovým kontaktem, není potřeba lisovací dutinku použít a jen se vodič odholí v požadované délce. Vodiče ukládáme do kabelových žlabů tak, aby nebyli překroucené. Délku vodičů volíme tak, aby nebyli příliš napnuté, a zároveň není vyhovující ani přílišná délka.

Zpravidla postupujeme tak, že se nejdříve propojí silová část rozvaděče. Od přívodních svorek přes hlavní vypínač je silové vedení provedeno vodiči o průřezu 4mm^2 dále se pak po jištění mění průřezy podle plánu na menší. Barva silových vodičů je provedena podle příslušných norem.

Jako další na řadu přichází ovládací napětí. Barva vodičů je v tomto případě tmavě modrá a většina vodičů je v průřezu $0,75\text{mm}^2$. To se ovšem netýká obvodů bezpečnosti, ty jsou provedeny pro větší spolehlivost v průřezích 1mm^2 . Vstupy a výstupy z PLC jsou provedeny vodiči s průřezem $0,5\text{mm}^2$. Tento průřez postačuje, protože proudové nároky vstupů a výstupů jsou tímto průřezem splněny.

Po propojení veškerých komponentů přichází na řadu uzemnění. Svorky, které mají zelenožlutou barvu, jsou již kontaktovány s DIN lištou a tudíž i s montážní deskou. Jako hlavní uzemňovací bod jsme zvolili napájecí svorky a tedy svorkovnici X1. K té nejkratší možnou cestou připojíme uzemnění desky a uzemňovací kontakty všech komponentů. Uzemníme také záporný pól ovládacího napětí z důvodu srovnání potenciálů. Připravíme též vodiče pro připojení rozvaděčové skříně a jejích dveří. Zemnění provedeme vodičem zeleno žluté barvy a průřezem 6mm^2 . Komponenty zemníme maximálním průřezem, který se do jejich svorek vejde, nejvýše však 6mm^2 .

Před uložením montážní desky do rozvaděčové skříně, musíme připravit průchodky kabelů. Po konzultaci s konstruktérem zařízení připravíme průchodky do horní části rozvaděče. Podle plánu zjistíme, kolik průstupů budeme potřebovat. Počítáme přívod napájení, uzemnění konstrukce, kabel pro komunikaci mezi ovládacím panelem a PLC, kabely pro komunikaci s externími perifériemi a také kabeláže čidel a ventilů. Pro úsporu materiálu nevrátíme pro každé čidlo zvláštní průchodku, ale sdružujeme je po pěti do průchodky o velikosti M25. Podle plánu jich tedy bude 20 a pro rezervu přidáme ještě 2 průchodky, kdyby bylo potřeba doplnit zařízení o nějaké další komponenty či čidla.

Nyní můžeme přistoupit k osazení desky do rozvaděčové skříně. Po dostatečném dotažení příchytných šroubů připojíme připravené uzemňovací vodiče ke konstrukci skříně. Jediné co nám ještě chybí je osazení snímatelné části hlavního vypínače do dveří rozvaděče. Rozměříme tedy umístění v závislosti na desce a poté zkrátíme vodičí tyčku na potřebnou velikost.

Kompletní rozvaděčovou skříň osadíme do stroje a zahájíme montáž kabeláže k jednotlivým komponentům a čidlům, které máme předpřipraveny od konstruktéra. Provedeme také propojení PLC a ovládacího panelu pomocí profibusového kabelu.

Nakonec všechny kabely vybavíme štítky s popisem dle elektrického schéma zapojení.

3.12 Software

Pro zpracování softwaru je nejdříve potřeba si ujasnit, jaký bude pracovní postup, který se na stroji bude dodržovat.

1. Obsluha založí díl (Bogen) do zakládacího místa a zajistí jej upínkou. K zatěsnění Bogenu dojde pomocí pneuválce, který silou působí na gumový nákrůžek a ten utěsní díl.
2. Kombinace zavřené upínky, zastíněného senzoru identifikace dílu a pneuválce v pracovní poloze je signálem pro Leak Detektor k zahájení testu.
3. Pokud je testovaný díl vyhodnocen jako OK, dojde k jeho popsání pomocí inkjetu. Pokud je díl NOK k popsání nedojde a díl se musí prohodit NOK skluzem.
4. Pokud je testováno více dílů najednou a jeden z nich je vyhodnocen jako NOK, tak všechny OK díly zůstanou zajištěny pomocí zatěšňovacího pneuválce a dojde jen k uvolnění u dílu NOK. Po jeho prohození NOK skluzem dojde k uvolnění ostatních OK dílů.
5. Podmínkou pro pojezd inkjetu je jeho překrytí pomocí plexisklového krytu. Ten se aktivuje při zavření všech tří upínek dílu. Jeho odsunutí se provede automaticky po otevření kterékoliv z upínek a splněním podmínky, že tisková hlava inkjetu je v základní výchozí poloze.

Pozn.: i při testování jen jednoho dílu musí být, pro jeho popsání, zavřeny všechny tři upínky.

Stroj umožňuje založení tří Bogenu a jejich testování nezávisle na sobě.

3.12.1 PLC

Při tvorbě programu jsme používali software od firmy Siemens STEP7-Micro/WIN.

Vytvořili jsme si datové bloky s jednotlivými úkony.

- Jako první se vytvoří základní organizační blok OB1
Tento datový blok je základní a musí být součástí každého programu. Z tohoto datového bloku se postupně volají jednotlivé datové bloky (podprogramy).
Osahuje volání datových bloků, které se volají při prvním strojovém cyklu, tak i v každém strojovém cyklu.
- Datový blok SBR0 – původní parametry
Pokud je vyvolán tento datový blok. Celé zařízení se uvede do defaultního nastavení.
Povolí se veškerá pracoviště, tisk a veškeré proměnné hodnoty se nastaví do základního nastavení.
- Datový blok SBR2- všeobecné funkce
V tomto bloku se provádí samotestování. Otestují se jednotlivá pracoviště, tlakový vzduch a kontrolky.
- Datový blok SBR3- poruchy
V tomto datovém bloku se kontroluje, zda nedochází k nějaké poruše. Pro ukázkou uvádím přehled poruch, které může systém mít a zároveň jsou i zobrazeny na ovládacím panelu:
 - Vypadlý jistič 24V DC (F7, F8)
 - Vypadlý jistič krokového motoru (F3, F4)
 - Ovládání vypnuto během testu
 - Automatický provoz vypnut během testu
 - Výpadek tlakového vzduchu (S0)

- Pracoviště 1 - díl zmizel během testu (S1.2)
- Pracoviště 2 - díl zmizel během testu (S2.2)
- Pracoviště 3 - díl zmizel během testu (S3.2)
- Pracoviště 1 - díl odjištěn během testu (S1.3)
- Pracoviště 2 - díl odjištěn během testu (S2.3)
- Pracoviště 3 - díl odjištěn během testu (S3.3)
- Pracoviště 1 - díl neutěsněn (S1.1)
- Pracoviště 2 - díl neutěsněn (S2.1)
- Pracoviště 3 - díl neutěsněn (S3.1)
- Pracoviště 1 - utěsnění uvolněno během testu (S1.1)
- Pracoviště 2 - utěsnění uvolněno během testu (S2.1)
- Pracoviště 3 - utěsnění uvolněno během testu (S3.1)
- Skluz NOK dílů zaplněný (S4)
- Krokový motor - krajní poloha vlevo i vpravo (S5.1, S5.2)
- Krokový motor - krajní poloha vlevo (S5.1)
- Krokový motor - krajní poloha vpravo (S5.2)
- Krokový motor - pohyb doleva neukončen
- Krokový motor - pohyb doprava neukončen
- Ochranný kryt - základní i pracovní poloha (S7.1, S7.2)
- Ochranný kryt - nedosáhl základní polohu (S7.1)
- Ochranný kryt - nedosáhl pracovní polohu (S7.2)
- Detektor 1 - není připraven (U1)
- Detektor 2 - není připraven (U2)
- Detektor 3 - není připraven (U3)
- Detektor 1 - test nebyl ukončen (U1)
- Detektor 2 - test nebyl ukončen (U2)
- Detektor 3 - test nebyl ukončen (U3)
- Tiskárna - porucha (sledujte displej tiskárny)
- Tiskárna - varování (sledujte displej tiskárny)
- Tiskárna - není připravena (sledujte displej tiskárny)
- Krokový motor - chyba řídicí karty (U5)

- Datový blok SBR4 – provoz

V tomto datovém bloku software kontroluje, v jakém provozním režimu se nachází. A tato kontrola sebou nese i řadu hlášení, které je potřeba zobrazit na ovládacím panelu, aby byl zajištěn bezproblémový provoz:

- Vypnuto
- Ruční provoz
- Automatický provoz
- Zapněte ovládání
- Odstraňte poruchu
- Zvolte automatický provoz
- Přihlaste uživatele
- Proveďte test pracovišť

- Datový blok SBR5 – uživatel

Tento datový blok obsahuje část programu, ve které se přihlašuje uživatel a je zde také ošetřena doba činnosti a nečinnosti

- Datový blok SBR6, SBR7, SBR8

Zde jsou tři prakticky identické bloky, které obsahují pracovní postup testování a popisu Bogenu pomocí tiskárny.

V tomto sledu:

- inicializace
- přítomen, zajištěn -> pauza
- pauza hotovo -> utěsnit
- utěsněn -> test
- test OK -> požadavek tisk
- tisk hotovo -> utěsnění uvolnit
- uvolněno -> čeká na odebrání
- odebrán -> konec
- test NOK -> čeká na potvrzení
- potvrzeno -> utěsnění uvolnit
- uvolněno -> čeká na odebrání a prohození
- odebrán a prohozen -> konec
- vraceny díl -> utěsnění uvolnit

- uvolněno -> čeká na odebrání
- odebrán -> konec

- Datový blok SBR9 – bezpečnostní kryt

Tento datový blok slouží k automatickému ovládní bezpečnostního krytu, kdy sledujeme, zda jsou všechny upínky zajištěny a teprve poté je kryt spuštěn a odblokován tisk a testování.

- Datový blok SBR10 – trajektorie tiskárny

V bloku SBR10 se nejprve přepočítává dráha a rychlost na pulsy a periody.

Dráha: 150,0mm = 1600pls -> $S[\text{pls}] = S[\text{mm}] * 10.66667$

Rychlost: 150,0mm/s = 1600pls/s = 625us --> $t[\text{us}] = 93750 / V[\text{mm/s}]$

Vytvoříme zde:

trajektorii T1 – referencování vpřed

trajektorii T2 – referencování vzad

trajektorii T3 – tisk vpřed

trajektorii T4 – tisk vzad

Ty jsou konfigurovatelné pomocí ovládacího panelu.

Myšlenka tisku je zobrazena na následujícím obrázku:



Obr. 1

- Datový blok SBR11 – tiskárna

Na začátku referencujeme tiskárnu a kontrolujeme, zda nedochází k poruše, dále za využití trajektorií z předchozího bloku tiskneme buďto na jednom, druhém, třetím stanovišti, anebo na všech stanovištích najednou. Tisková hlava se při každém popisu

zreferencuje, dojde maximální rychlostí na tiskovou pozici jednotlivých dílů, zpomalí a zahájí tisk s tiskovou rychlostí, dotiskne a maximální rychlostí se vrací na referenční pozici.

- Datový blok SBR12 – krokový motor

Zde je provedené základní ovládání krokového motoru, jako jsou povely k pohybu, směr pohybu a bezpečnost. Kontrolují se také koncové polohy. V tomto bloku se provádí zápis vypočítaných trajektorií na výstup Q0.0.

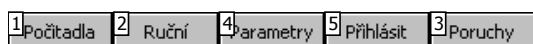
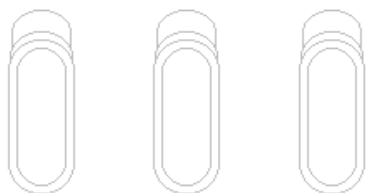
- Datový blok SBR13 – počítadla

V tomto posledním datovém bloku se provádí počítání kusů, které vyhověli i počítání kusů, které nevyhověli. Je zde i počítání provozních hodin.

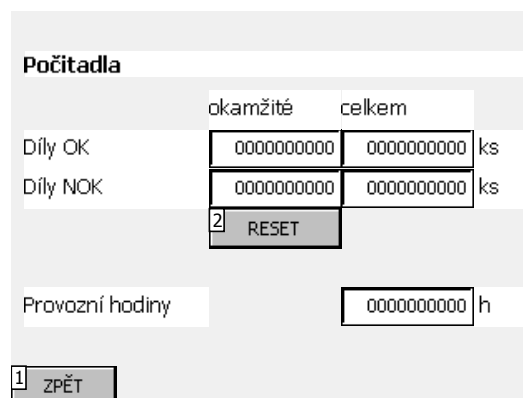
3.12.2 Ovládací panel

Program pro ovládací panel jsme vytvořili pomocí programu WinCC flexible.

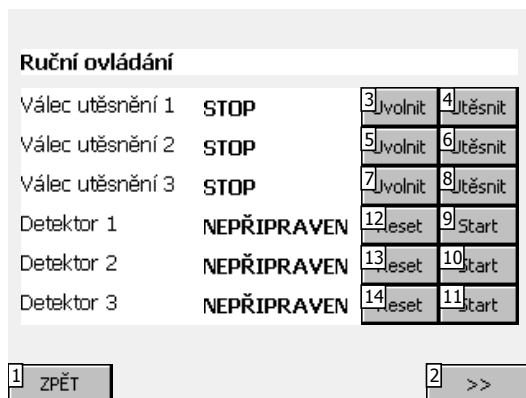
Ovládací panel komunikuje přes Profibus s PLC. Podstatou programování ovládacího panelu je, že jednotlivým grafickým prvkům, přiřazujeme proměnné, které pak využíváme v softwaru PLC. Jednotlivé funkce jsou zobrazeny na následujících obrázcích:



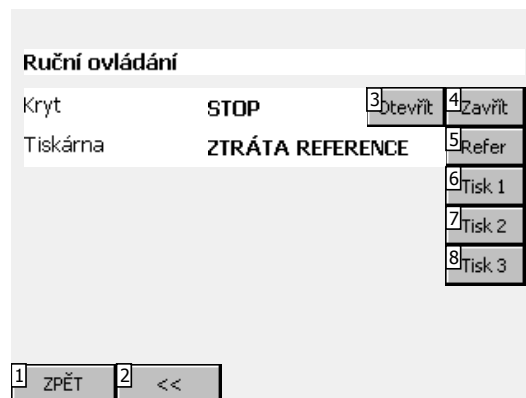
Obr. 2



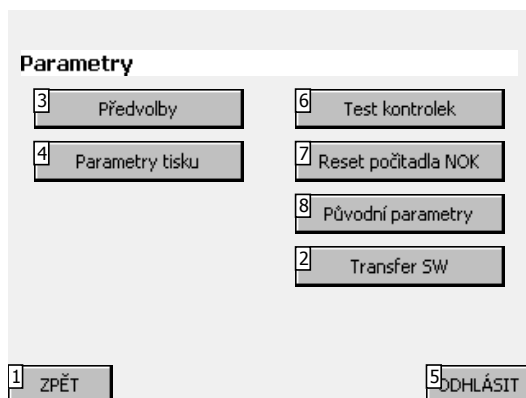
Obr.3



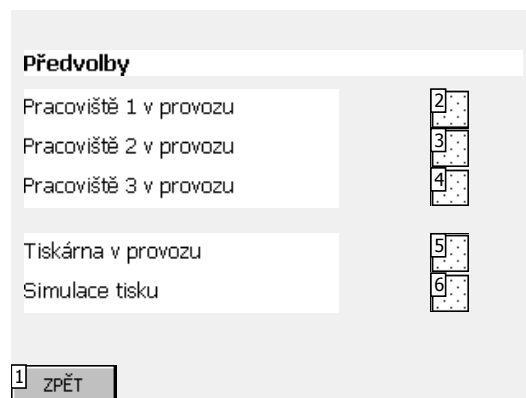
Obr. 4



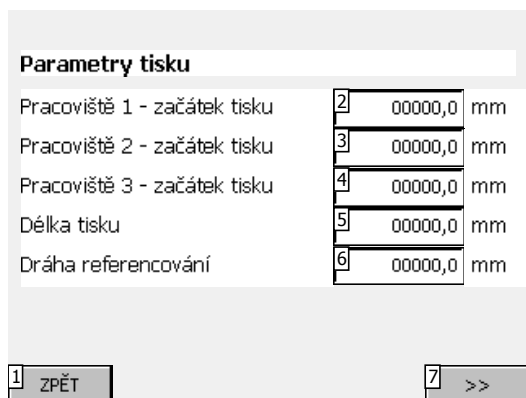
Obr. 5



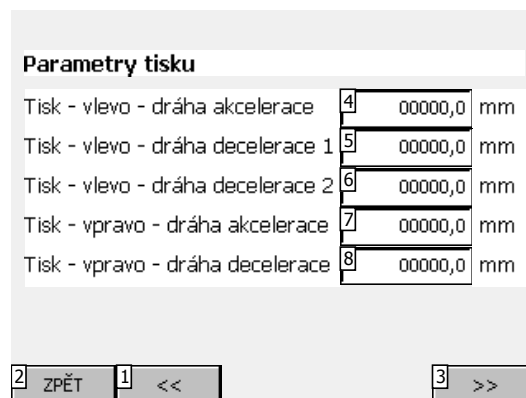
Obr. 6



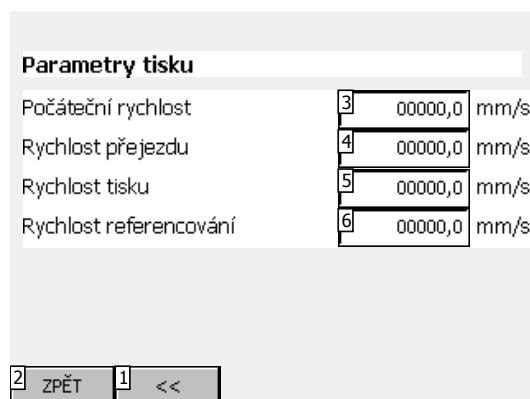
Obr. 7



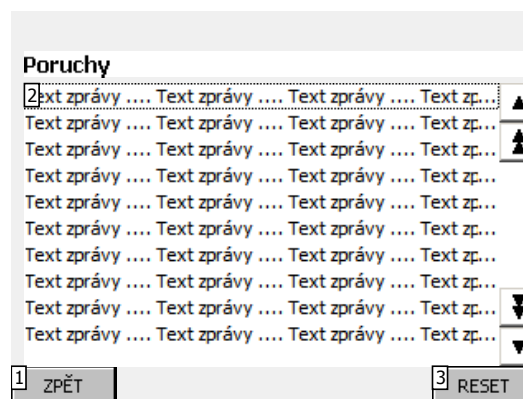
Obr. 8



Obr. 9



Obr. 10



Obr. 11

3.13 Návod na obsluhu stroje

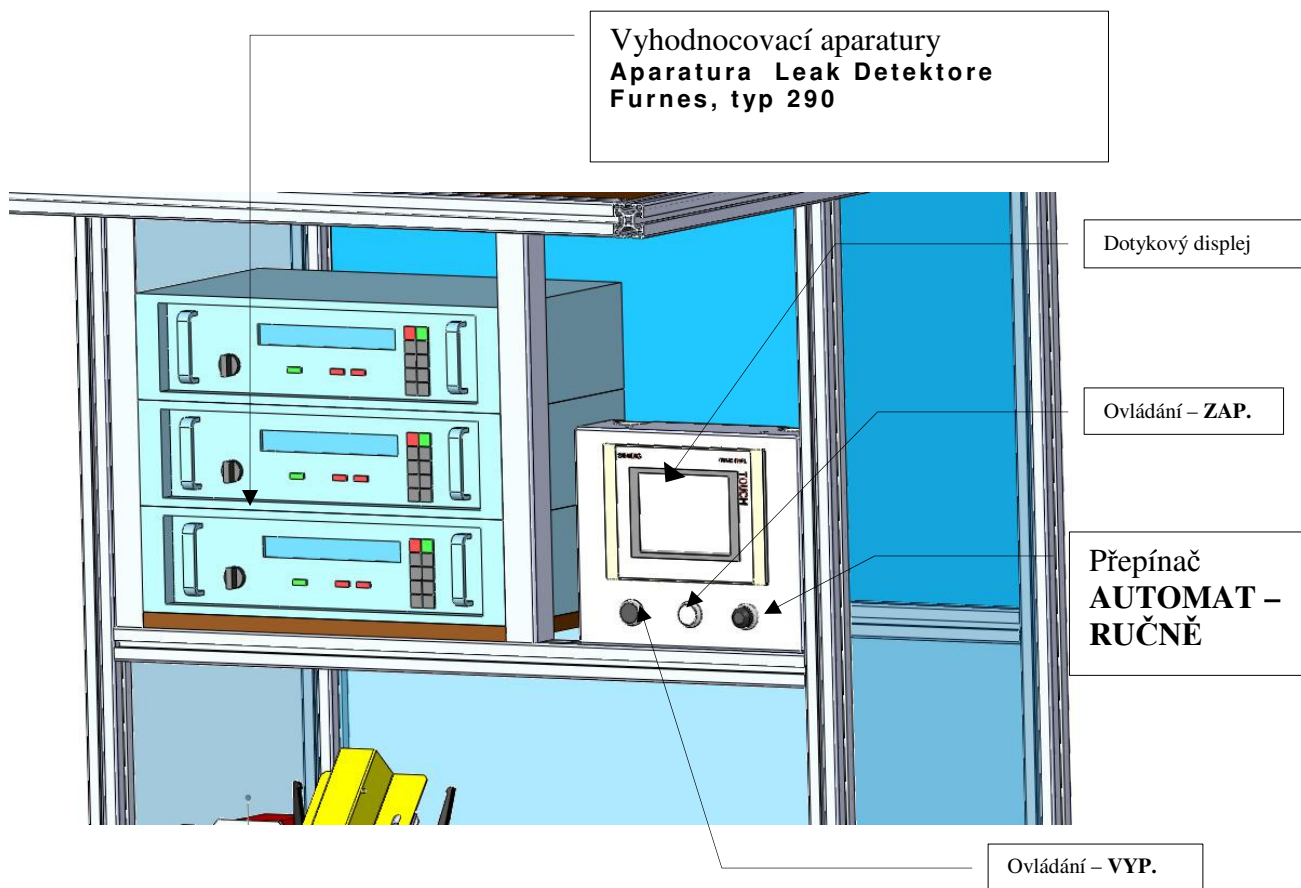
Stroj je navrhnut pro 1 člennou obsluhu. Úkolem obsluhy je zakládat testované díly (Bogen) do stroje a dohlížet na chod stroje. V případě výskytu nebezpečí nebo závady na stroji, pracovník obsluhy může tlačítkem STOP pracovní cyklus zastavit, neb úplně odstavit stroj. Stroj po spuštění pracuje v automatickém režimu, obsluha musí zakládat a vyjímat testované díly.

3.13.1 Ovládací prvky stroje

Stroj je řízen a ovládán pomocí PLC Siemens S7- 200 a Siemens dotykového panelu. Ovládací prvky jsou umístěny na čelní stěně stroje a jsou následující:

- Hlavní vypínač
- Dotykový panel
- Ovládání – zap.
- Ovládání – vyp.
- Přepínač: ručně - automat

Čelní panel rozvaděče je zobrazen níže uvedeném obrázku.



Pohled na ovládací prvky na přední straně stroje



Pohled na ovládací prvky – dotykový displej

3.13.2 Hlavní vypínač - Zapnutí / vypnutí stroje

Před zapnutím musí být stroj připojen na vnější zdroje energie a uveden do provozu. Obsluha musí před zapnutím stroje provést vizuální kontrolu stroje a všechny zásobníky musí být zaplněny vstupním materiálem. Stroj musí být napojen na rozvod tlakového vzduchu.

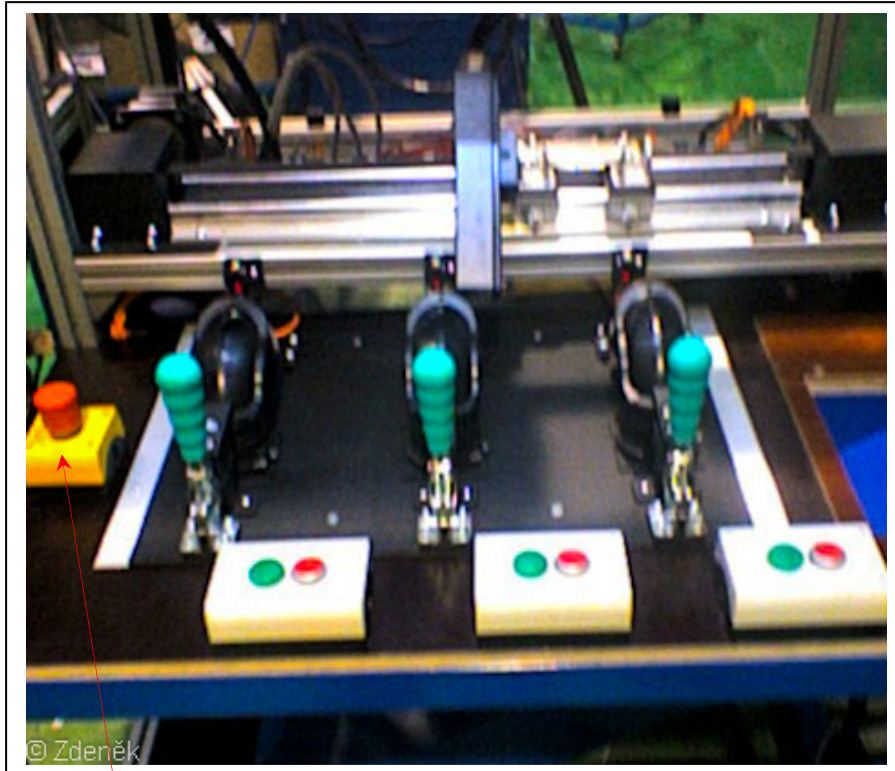
Stroj se připojuje na el síť **hlavním vypínačem** na dveřích skříně rozvaděče (na zadní straně stroje).

Vypínač je otočný dvoupolohový s polohami **ZAPNUTO / VYPNUTO**

Při vypnutém hlavním vypínači je celý stroj odpojen od zdroje elektrické energie (tj. řídicí systém, veškeré napájení čidel a akčních prvků)! Zásuvka v rozvaděči zůstává pod napětím!



Přívod pracovního tlakového vzduchu se otevírá hlavním uzavíracím kulovým ventilem na přívodu hlavního potrubního řadu v hale.



TLAČÍTKO TOTAL STOP

3.13.3 Volba ovládání

Uzamykatelným přepínačem ovládání se zvolí poloha.

- Ručně - používá se pro seřizování a opravy stroje (pouze pracovníci údržby).
- Automat - používá obsluha pro pracovní chod stroje.

3.13.4 Spuštění stroje

Pro pracovní chod stroje se předpokládá, že je provedena předvolba „AUTOMAT“ uzamykatelným ovladačem.

Obsluha stroje stiskne tlačítko:

OVLÁDÁNÍ ZAP.

Stroj je připraven k testování dílů

3.13.5 Zastavení stroje

Ukončení pracovního chodu stroje se provede následovně:

Obsluha stroje stiskne tlačítko:

OVLÁDÁNÍ VYP.

3.13.6 Testování dílů

Stroj je připraven k testování

- Testovací aparatury jsou aktivní – svítí kontrolka
- Ovládání zap.
- Obsluha založí testovaný díl na základací místo.
- Upne díl upínací pákou.
- K zatěsnění Bogenu dojde pomocí pneuválce, který silou působí na gumový nákrůžek a ten utěsňuje díl.
- Kombinace zavřené upínky, zastíněného senzoru identifikace dílu a pneuválce v pracovní poloze je signálem pro Leak Detektor k zahájení testu.

Tím je automaticky spuštěn testovací cyklus.(utěsnění testovaného dílu, natlakování dílu a kontrola těsnosti). Po ukončení testovacího cyklu aparatura vyhodnotí, zda je testovaný díl OK nebo NOK.

Testovaný díl je OK

- Je-li díl **OK**, dojde k jeho popsání pomocí inkjetu.
- Kontrolní cyklus se ukončí odpuštěním tlakového vzduchu
- Uvolní se utěsnění testovaného dílu.
- Na testovací aparatuře se rozsvítí zelená kontrolka signalizující, že kontrolovaný díl je **OK**.
- Obsluha uvolní upínací páku a vyjme testovaný díl.
- Díl uloží do přepravky pro **OK** díly.

Poznámka:

- Podmínkou pro pojezd inkjetu je jeho překrytí pomocí plexisklového krytu. Ten se aktivuje při zavření všech tří upínek dílu. Jeho odsunutí se provede automaticky po otevření kterékoliv z upínek a splněním podmínky, že tisková hlava inkjetu je v základní výchozí poloze.

- i při testování jen jednoho dílu musí být, pro jeho popsání, zavřeny všechny tři upínky.

Testovaný díl je NOK

- Je-li díl vyhodnocen jako nevyhovující – **NOK**, ukončí se testování dílu.
- Kontrolní cyklus se ukončí odpuštěním tlakového vzduchu.
- Uvolní se utěsnění testovaného dílu.
- Na testovací aparatuře se rozsvítí červená kontrolka signalizující, že kontrolovaný díl je **NOK**.
- Obsluha uvolní upínací páku a vyjme testovaný díl.
- Díl vloží do otvoru pro **NOK** díly.
- **NOK** díl sjede skluzem do uzamykatelného boxu pro **NOK** díly.

Poznámka:

- Pokud je testováno více dílů najednou a jeden z nich je vyhodnocen jako **NOK**, tak všechny **OK** díly zůstanou zajištěny pomocí zatěsňovacího pneuválce a dojde jen k uvolnění u dílu **NOK**. Po jeho prohození **NOK** skluzem dojde k uvolnění ostatních **OK** dílů.
- Stroj umožňuje založení tří Bogenu a jejich testování nezávisle na sobě.

3.13.7 Total stop

Je umístěn v integrovaném ovladači, který je umístěn na levé straně pracovního stolu. Slouží k úplnému okamžitému odstavení stroje.

Po odstranění příčin zastavení stroje může být stroj opět spuštěn stiskem tlačítek na rozvaděči:

OVLÁDÁNÍ ZAP.

A stroj bude připraven k další činnosti.

3.13.8 Dotykový panel

Je umístěn na přední stěně rozvaděče. Tento ovládací panel je používán pro seřizování a údržbu stroje. Obsluha stroje tento panel nepoužívá.

4 Závěr

V mé diplomové práci jsem se zabýval vytvořením projektu jednoúčelového elektrického zařízení, které bylo následně vyrobeno a uvedeno do provozu.

V první části práce jsem nastínil význam programovatelných logických automatů pro zjednodušení a zefektivnění pracovních postupů. Vyhledal jsem výrobce zabývající se problematikou programovatelných logických automatů a prostudoval jsem jejich produktové portfolio a zjistil jsem typy programovatelných logických automatů, jež dané firmy vyrábějí, a uvedl jejich základní výhody. Většina výrobců své produktové řady dělí na dvě základní skupiny – kompaktní PLC a modulové PLC, přičemž kompaktní PLC jsou malá zařízení, která se používají pro jednoduché aplikace a mají v základní sestavě pevnou kombinaci vstupů a výstupů a jejich variabilita je omezena na možnost připojení několika omezených typů přídatných modulů. Naproti tomu u modulárních PLC máme velké možnosti v rozšiřování základního modulu, u výrobců je možno najít bohatý sortiment rozšiřujících karet pro základní modul, které umožňují vysokou variabilitu, kdy si pro daný projekt sestavíme PLC přesně podle konkrétní aplikace a vytvoříme tak „řešení přímo na míru“. Při studování vlastností jsem došel k závěru, že nevýhody nelze tak jednoznačně určit, protože každý typ a jeho výrobce se více či méně hodí pro jednotlivá řešení. Každý projekt je originálem i se svými požadavky na řízení a lze jen vybírat v širokém sortimentu přesně to řešení, které nám vyhovuje.

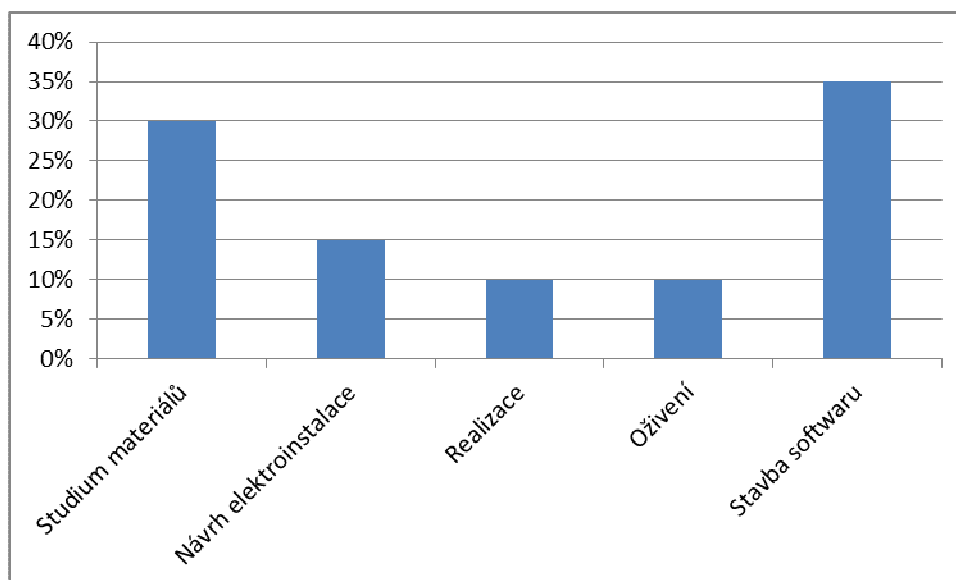
V další části práce jsem se zabýval již řešením samotného projektu. Ve firmě, ve které pracuji při studiu, jsem dostal zadán projekt, který jsem posléze zpracoval, zrealizoval a uvedl do provozu. Na úplném začátku proběhlo několik klíčových schůzek, kdy mi zařízení bylo představeno konstruktérem a bylo mi předáno základní zadání. V zadání bylo vysvětleno, jak má stroj vypadat, jakou má mít funkci a jaké jsou základní požadavky od investora. Tyto požadavky se ovšem v průběhu tvorby projektu na přání investora několikrát změnilo. Většinu těchto změn ale pokryly rezervy, které jsem s jistotou předvídavostí do projektu zanesl, proto bylo snadné těmto požadavkům vyhovět. Pomocí manuálů, které dodal konstruktér k navrženým komponentům, jsem si udělal představu o tom, jakým způsobem se bude zařízení ovládat. Sestavil jsem tabulku vstupů a výstupů a tím určil, jaký typ CPU, a jeho dalších rozšiřujících modulů bude zapotřebí. Po sestavení tabulky vstupů a výstupů a nastudování materiálů jsem začal kreslit elektrické schéma, které jsem v průběhu projektování několikrát doplňoval, předělával a upravoval. V mé diplomové práci je uvedena již finální podoba elektrického schématu. Při tvorbě elektrického schématu bylo nutné projekt postupně

dovybavovat potřebnými komponenty kvůli dodržení základních norem a bezpečnostních předpisů. Dále bylo potřeba v projektu navrhnout systém ovládání a také vyřešit snímání stavů a akční členy. Pro komunikaci systému s vnějšími periferiemi jsem sestavil systém svorkovnic. V tomto systému jsou rovněž obsaženy svorkovnice pro interní signály. Po další konzultaci s konstruktérem jsem vybral typ rozvaděčové skříně a vytvořil sestavu pro montážní desku. Celý rozvaděč jsem sám kompletně vyrobil, usadil do zařízení a propojil s komponenty zařízení. Následovalo vytvoření softwaru a oživení celého zařízení. Po těchto částech projektu jsem zkompletoval návod k obsluze a společně s konstruktérem a jeho dokumentací jsem předal zařízení zákazníkovi.

Firma, pro kterou bylo konstruováno toto zařízení, již testování a popisování Bogenu prováděla, ale na několika zařízeních a ne o takové výkonosti. Toto zařízení centralizovalo a tím zefektivnilo pracovní úkony, které dříve provádělo několik zařízení. Tím že zařízení obsahuje tři testovací pozice, se celý proces zrychlil a je potřeba pouze jednočlenné obsluhy. Kompletní projekt byl navrhován s ohledem na maximální zefektivnění práce při dodržení bezpečnostních požadavků a všem těmto požadavkům vyhovoval.

Zařízení bylo s přestávkami vyráběno po dobu 4 měsíců. Nejvíce časově náročná byla stavba softwaru a dále pak studium manuálů a dalších materiálů pro projekt. Následující graf ukazuje procentuální rozdělení časů pro jednotlivé části projektu.

V přílohách jsou k nahlédnutí fotografie z výroby.



Graf 1

Použitá literatura

[1] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999, 223 s. ISBN 80-860-5658-9.

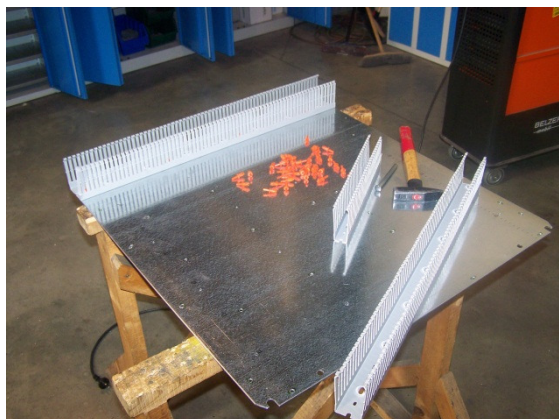
Seznam příloh:

Příloha č. 1 – Fotografie z realizace

Příloha č. 2 – Elektrické schéma

Příloha č. 3 – Datový nosič se softwarem do PLC

Příloha č. 1



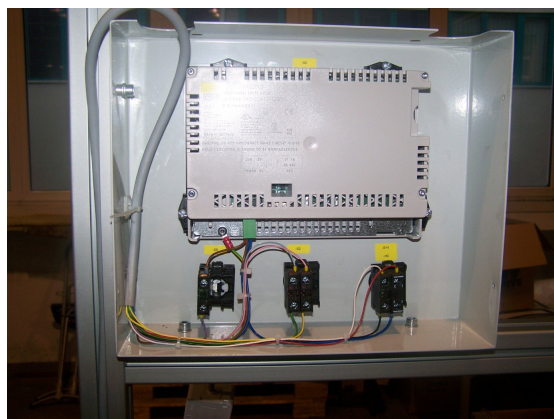
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



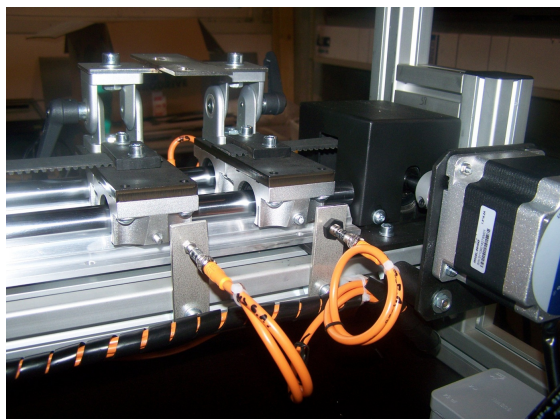
Obr. 4



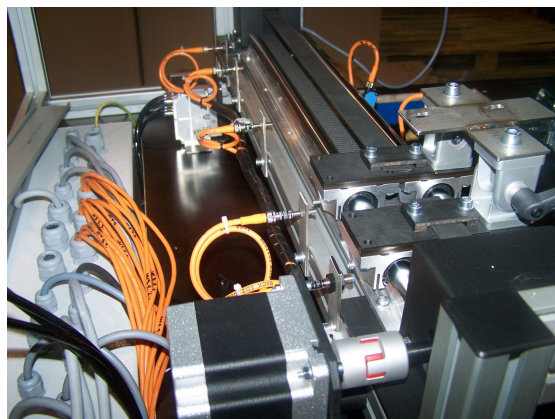
Obr. 5



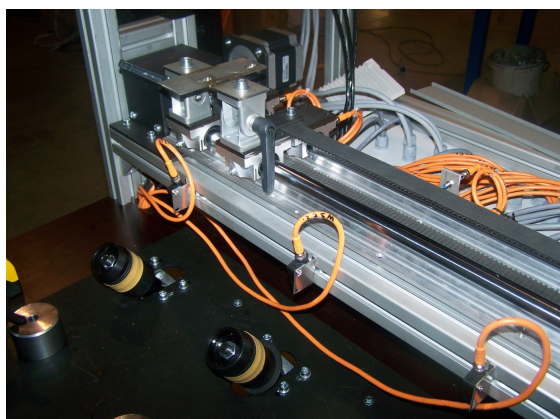
Obr. 6



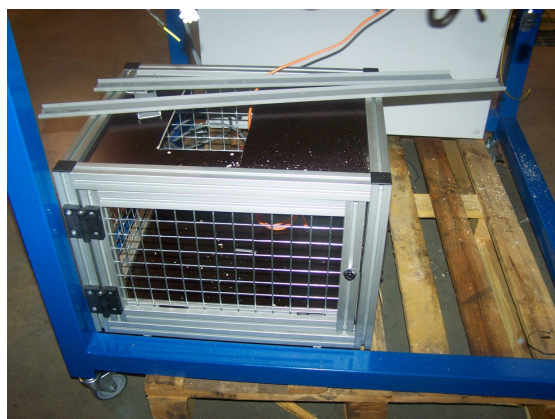
Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9



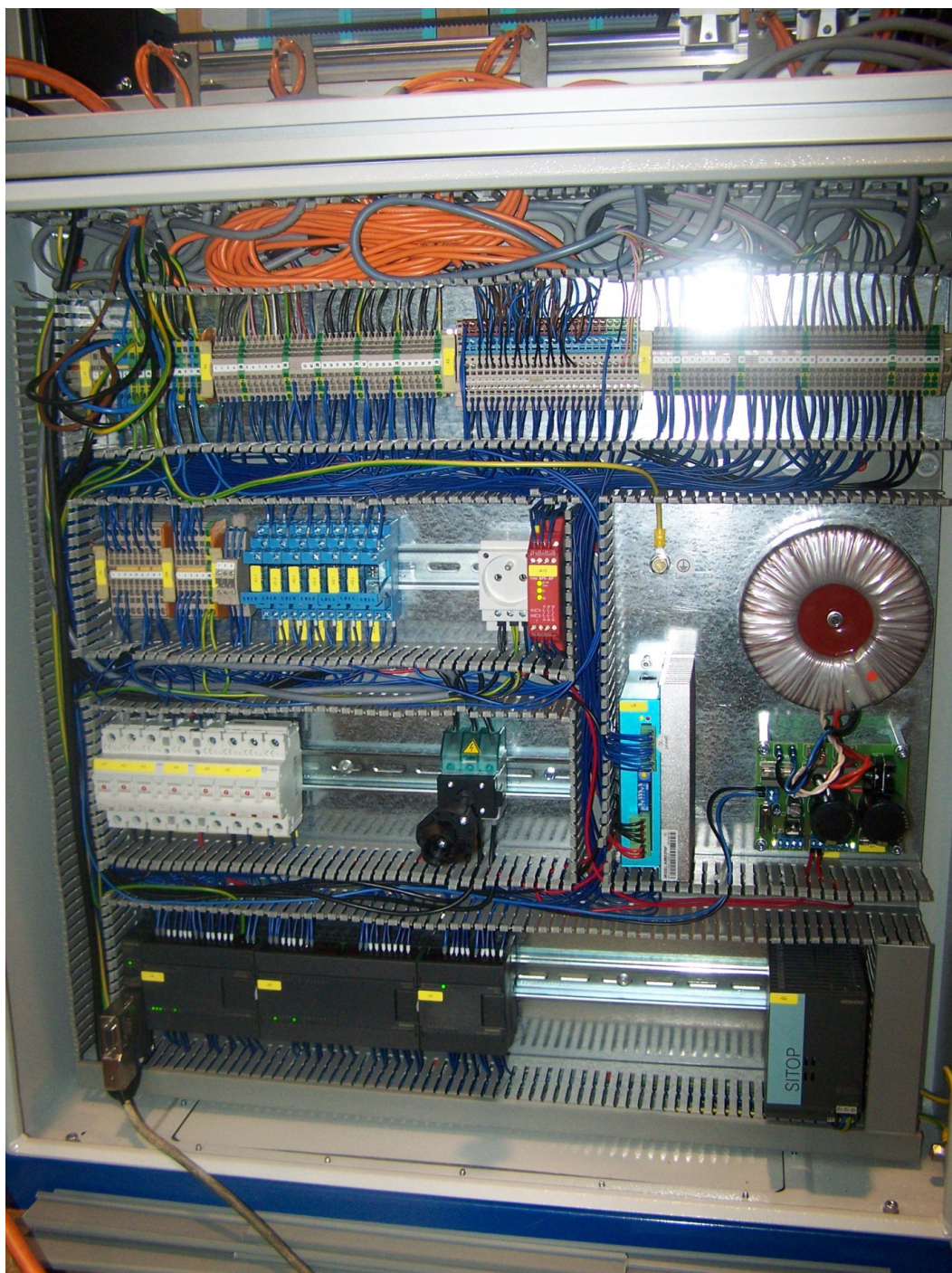
Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12

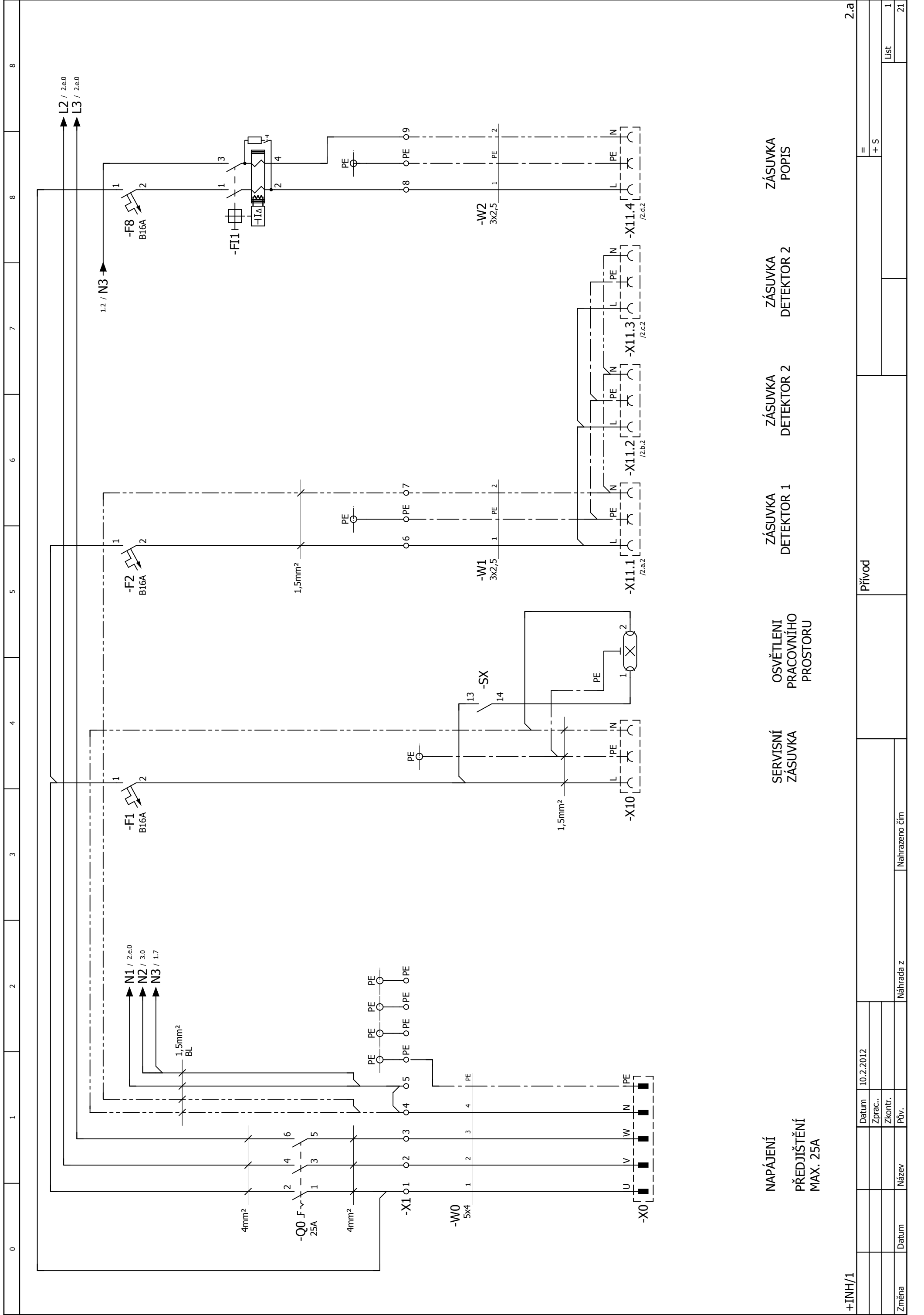


Obr. 13

Příloha č. 2

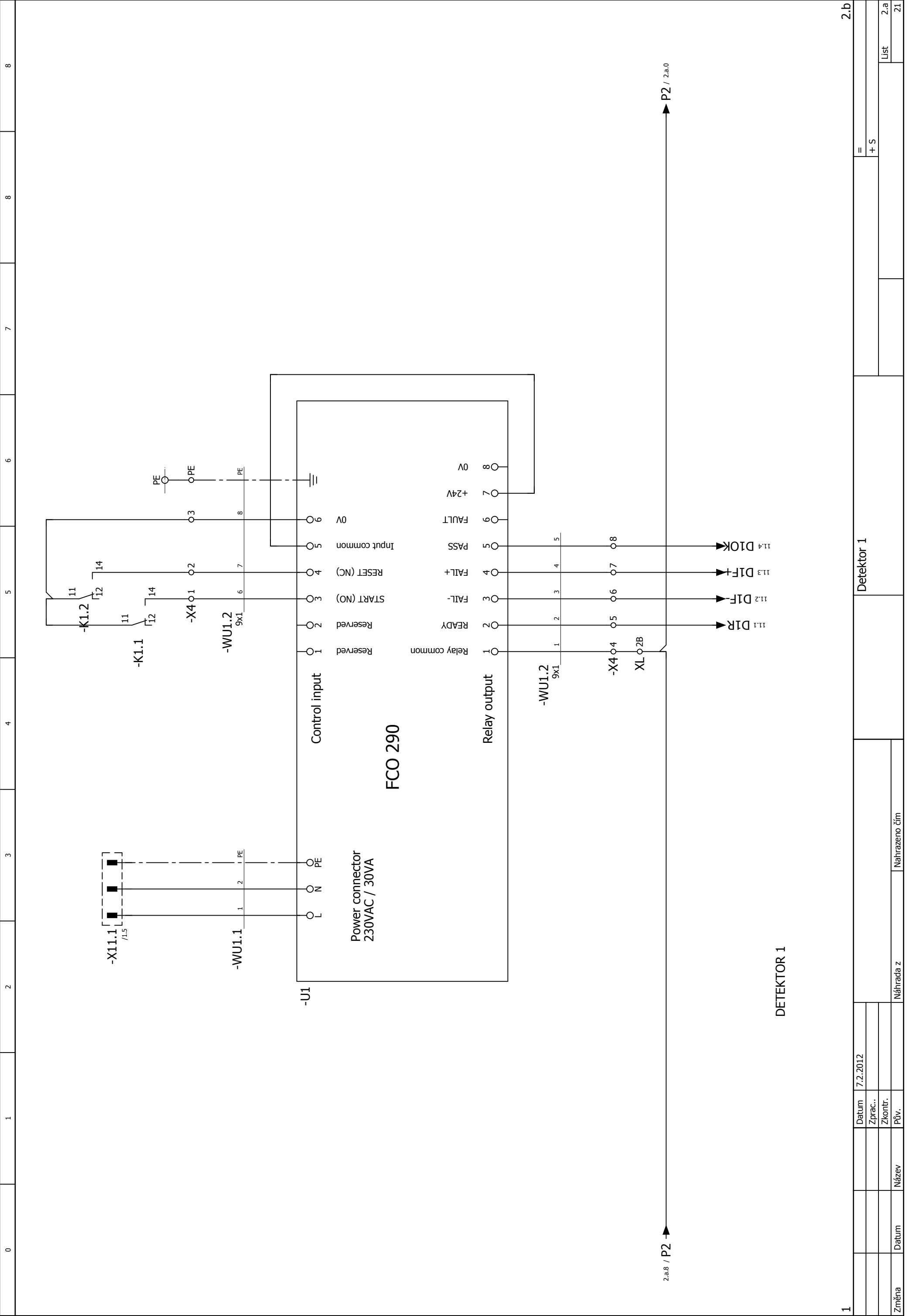
Elektrické schéma

Následuje 20 stran elektrického schématu.

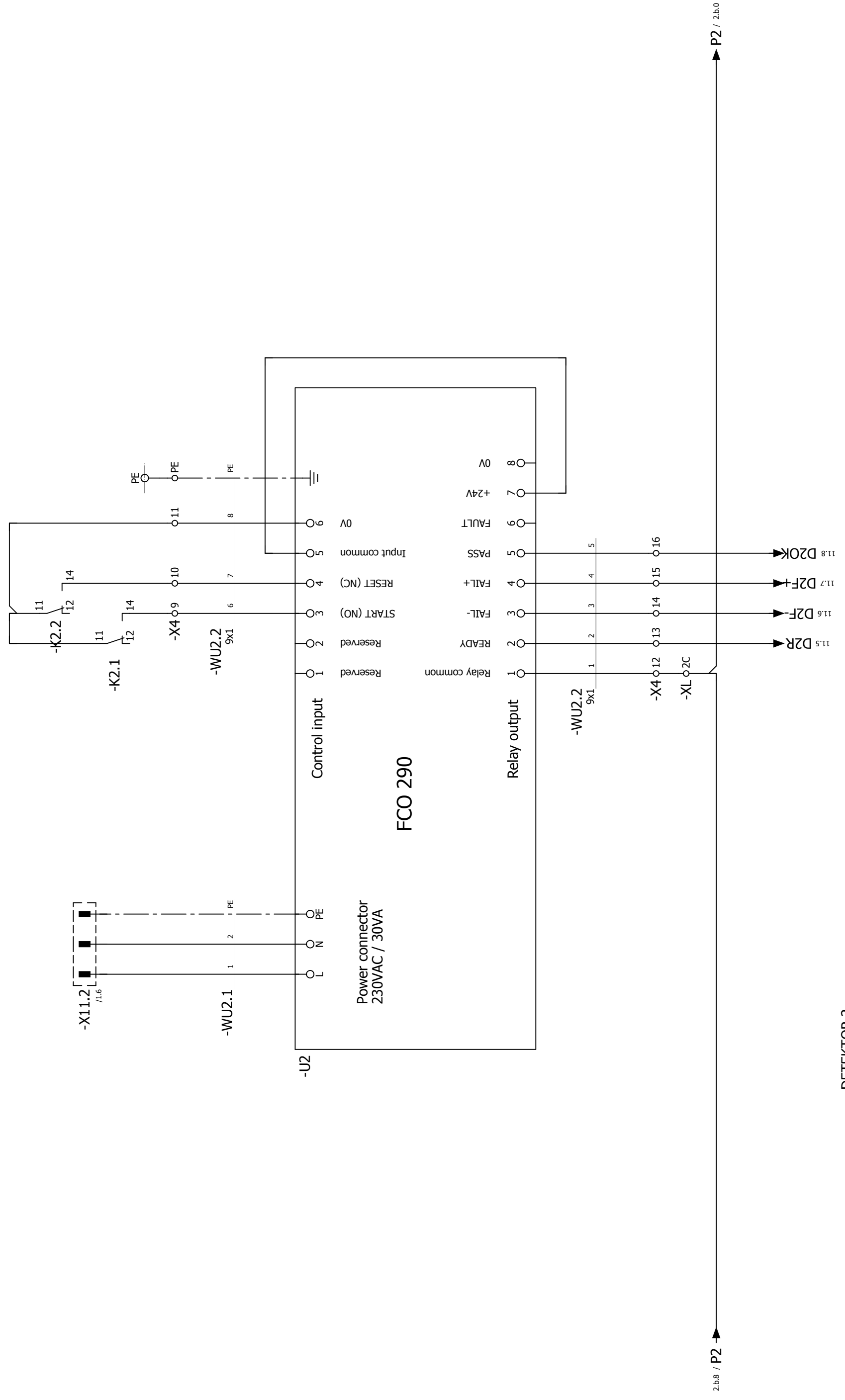


NAPÁJENÍ		OSVĚTLENÍ PRACOVNÍHO PROSTORU		SERVISNÍ ZÁSUVKA		ZÁSUVKA DETEKTOR 1		ZÁSUVKA DETEKTOR 2		ZÁSUVKA DETEKTOR 2		ZÁSUVKA POPIS	
PŘEDJÍŠTĚNÍ MAX. 25A													
+INH/1													
Datum		10.2.2012		Přívod								=	
Zprac.												+ S	
Zkontr.												List	
Přv.												1	
Název		Náhrada z										21	

2.a

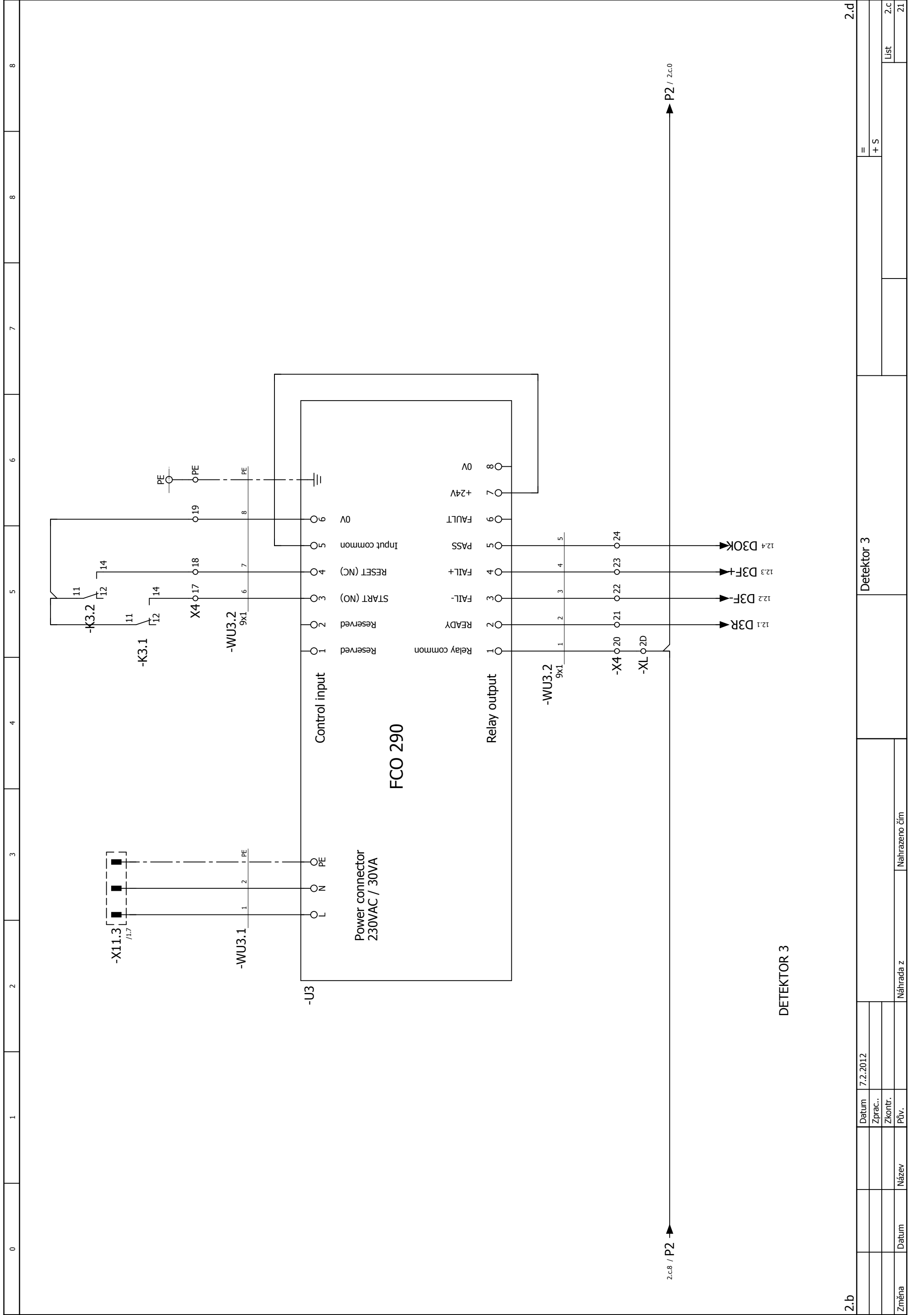


0	1	2	3	4	5	6	7	8	
DETEKTOR 1									
Změna			Datum	Název	Náhrada z				Náhrázeno čím
			Datum	7.2.2012	Detektor 1				2.b
			Zprac.						=
			Zkontr.						+ S
			Přv.						List
									2.a
									21



DETEKTOR 2

2.a		2.c	
Datum		7.2.2012	
Zprac..			
Zkontr.			
Přv.			
Název		Náhradno čim	
Změna		Náhrada z	
Datum		Náhrada z	
		Detektor 2	
		=	
		+ S	
		List	
		2.b	
		21	



2.b

Změna	Datum	Název	Náhradno čim
			Náhradno čim

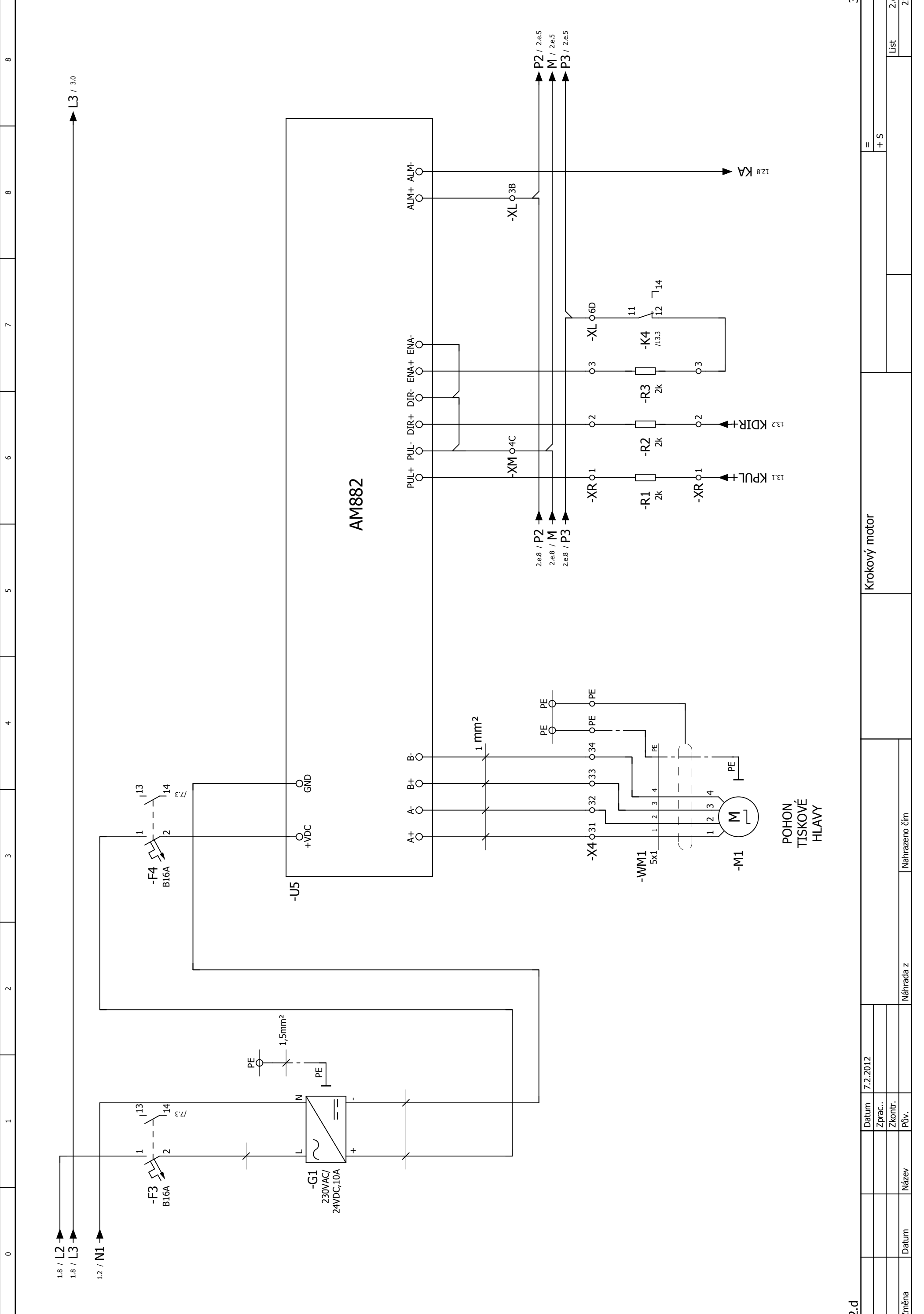
	Datum	7.2.2012
	Zprac.	
	Zkontr.	
	Přv.	

Detektor 3

2.d

	=	+ S

--	--	--	--



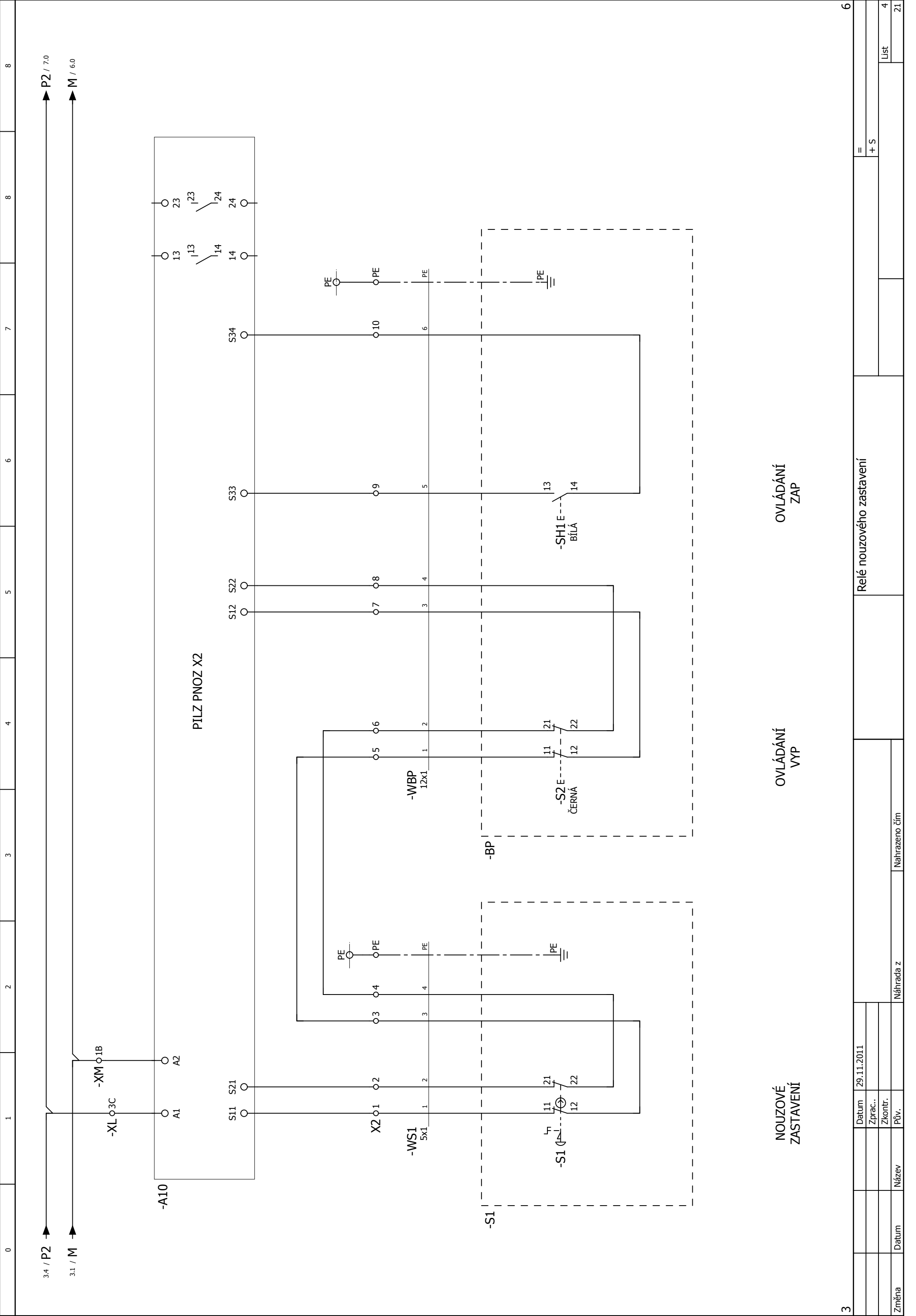
1.8 / L2 →
1.8 / L3 →
1.2 / N1 →

L3 / 3.0

AM882

POHON
TISKOVÉ
HLAVY

2.d		3	
Datum		7.2.2012	
Zprac.			
Zkontr.			
Přv.			
Název		Náhrada z	
Změna		Krokový motor	
		= + S	
		List	
		2.e	
		21	

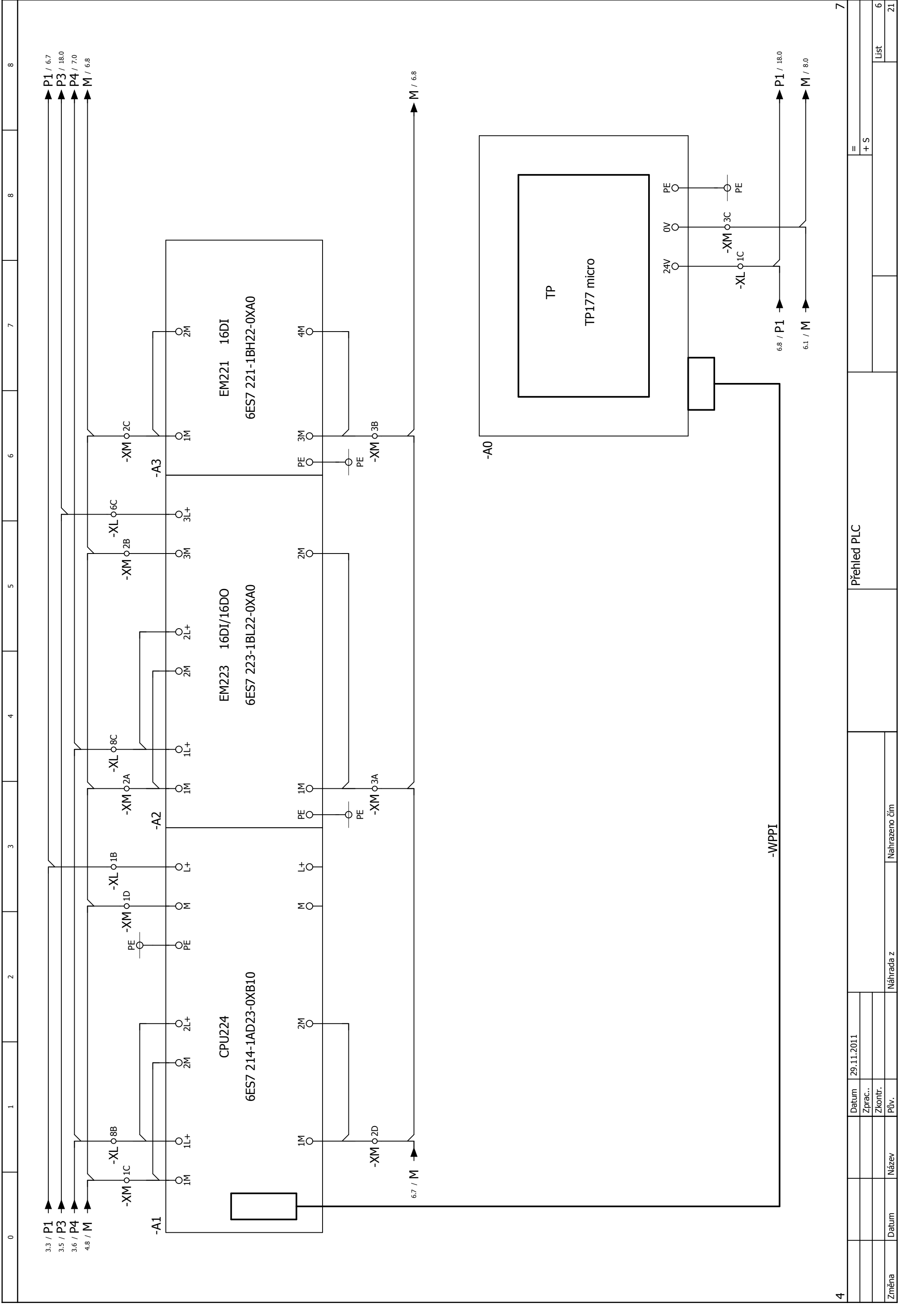


NOUZOVÉ ZASTAVENÍ

OVLÁDÁNÍ VYP

OVLÁDÁNÍ ZAP

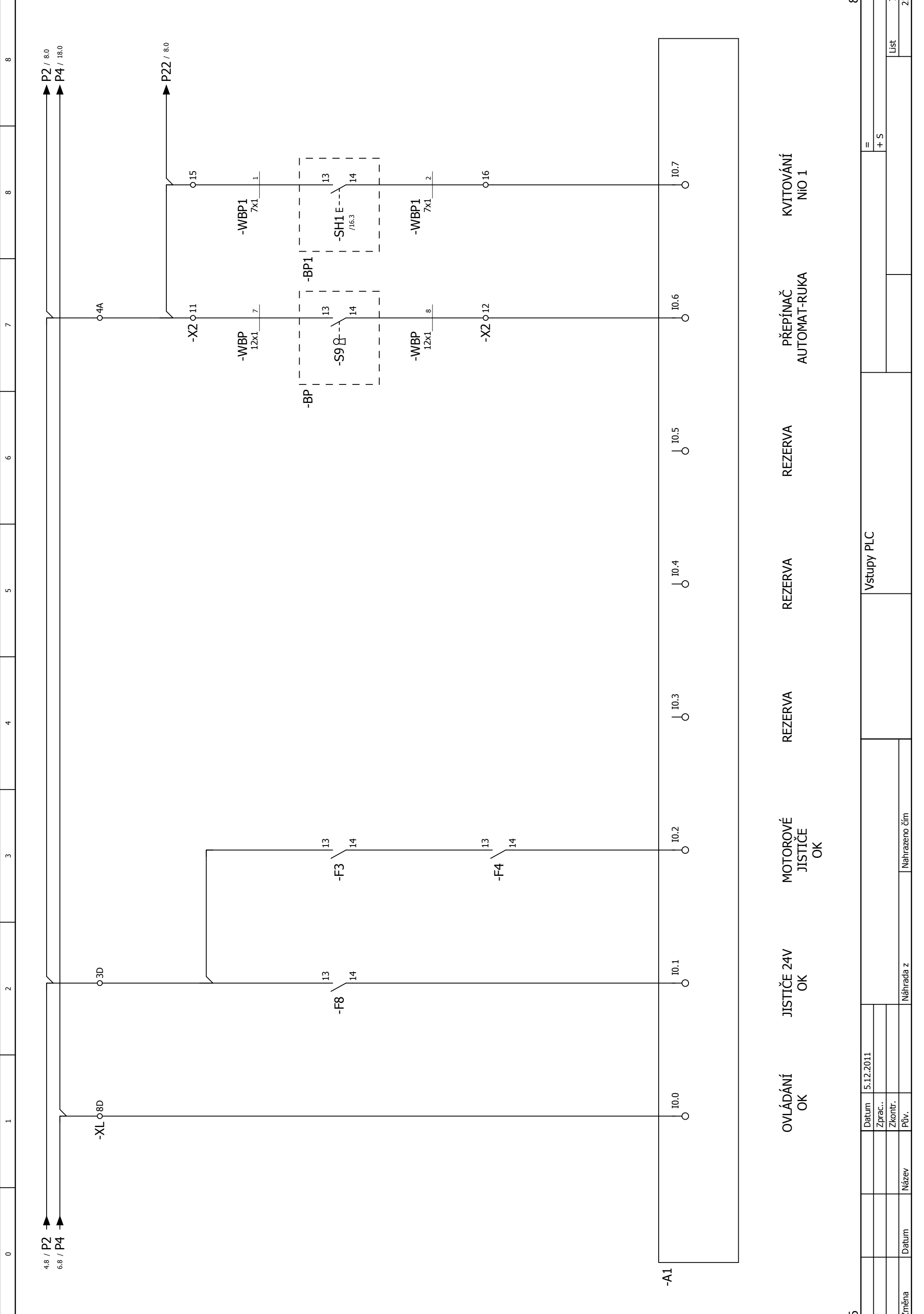
	Datum	29.11.2011	Relé nouzového zastavení		
	Zprac.				+ S
	Zkontr.				4
Změna	Datum	Název	Náhrada z		21



Změna	Datum	Název	Náhrada z
			Náhrada z

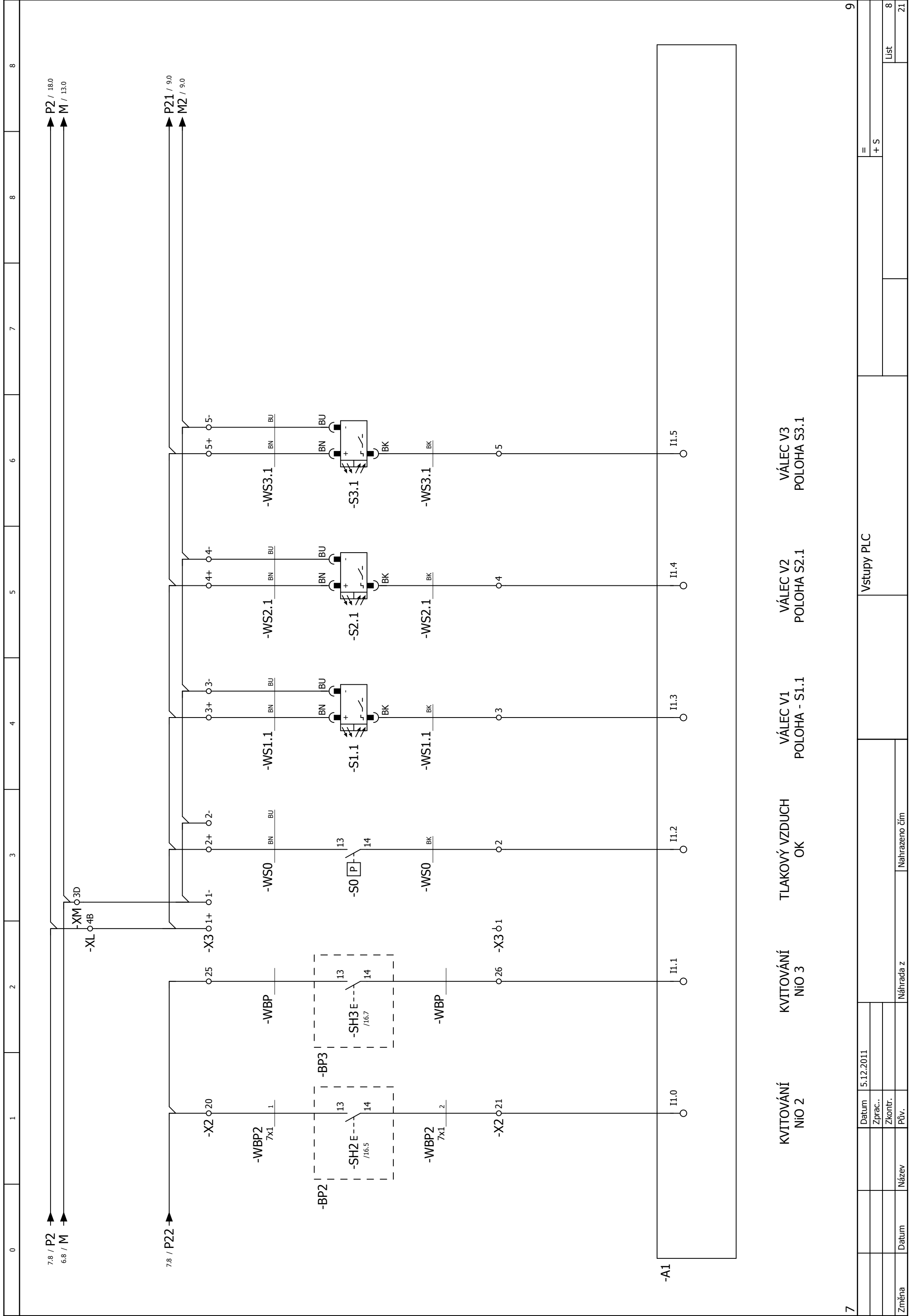
Přehled PLC			
Datum	29.11.2011		
Zprac.			
Zkontr.			
Přv.			

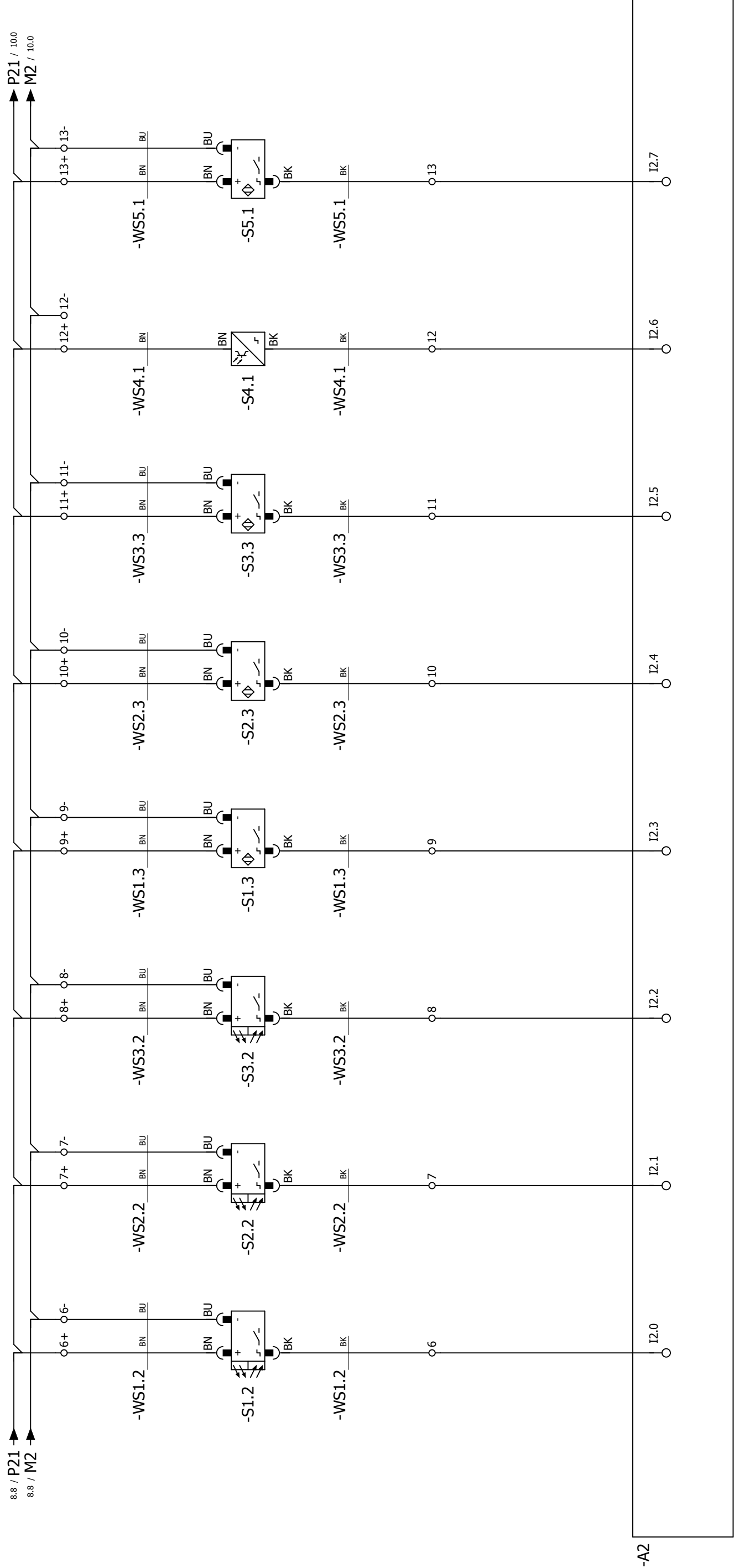
=			+ S
		List	6
			21



OVLÁDÁNÍ OK
 JISTIČE 24V OK
 MOTOROVÉ JISTIČE OK
 REZERVA
 REZERVA
 REZERVA
 REZERVA
 PŘEPÍNAČ AUTOMAT-RUKA
 KVIŤOVÁNÍ NIO 1

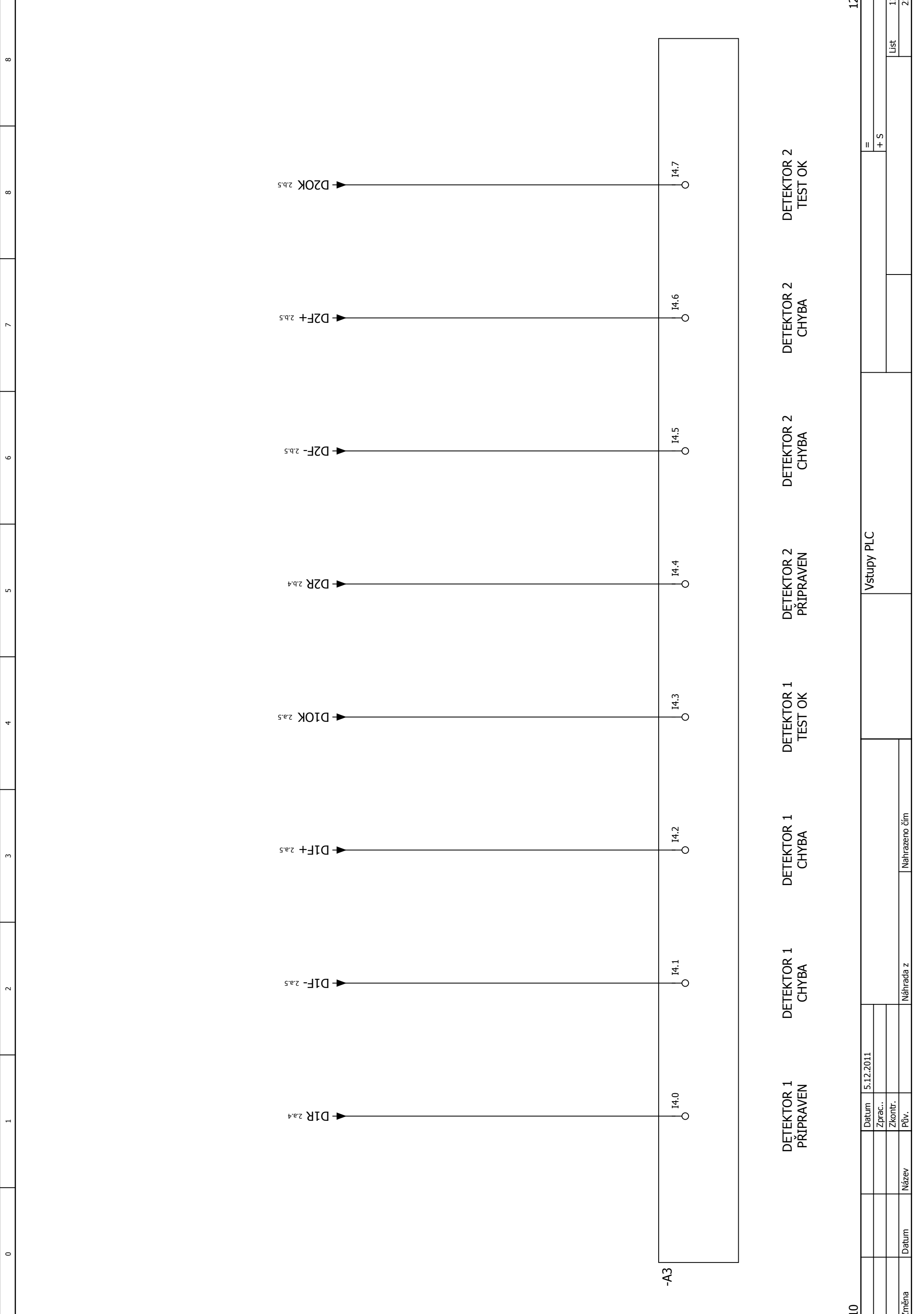
6							Vstupy PLC			8
		Datum	5.12.2011						=	
		Zprac..							+S	
		Zkontr.								7
Změna	Datum	Název					Náhrada z			21
							Náhrada z			



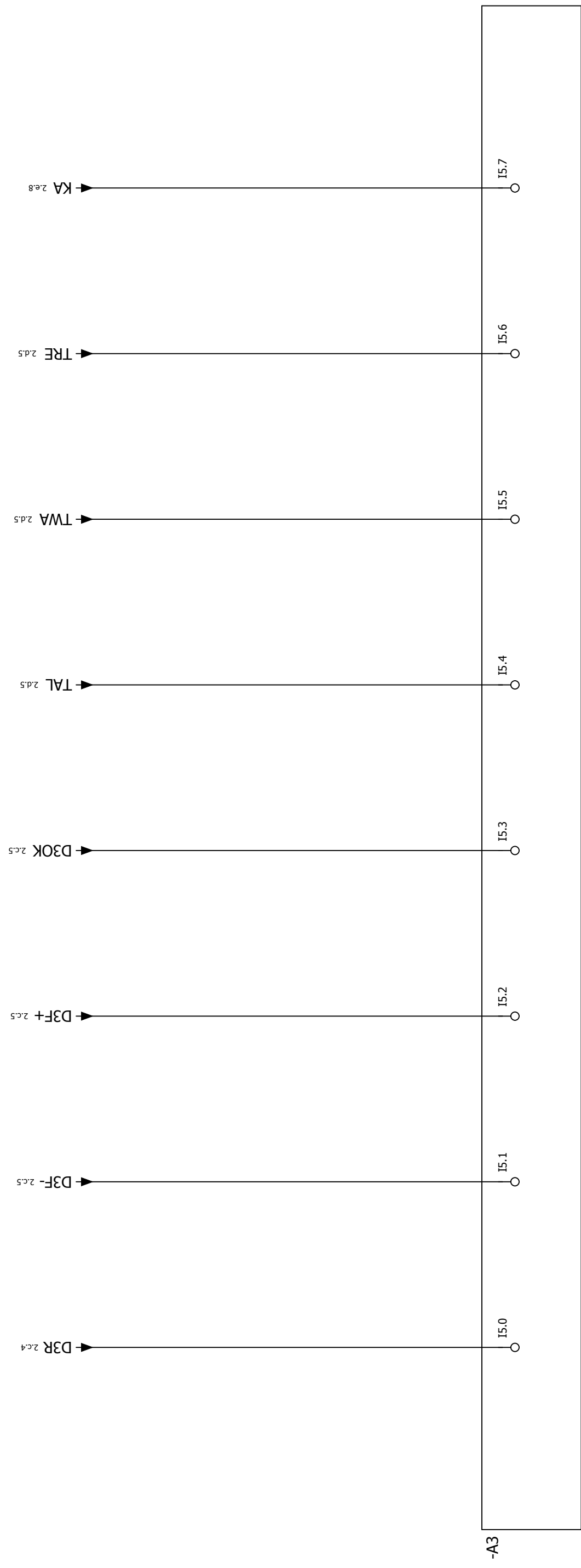


POZICE 1 ZALOŽENO POZICE 2 ZALOŽENO POZICE 3 ZALOŽENO POZICE 1 ZAJIŠTĚNO POZICE 2 ZAJIŠTĚNO POZICE 3 ZAJIŠTĚNO SNÍMAČ NiO (PŘIJÍMAČ) TISKOVÁ HLAVA MEZNÍ POLOHA VLEVO REFERENCE

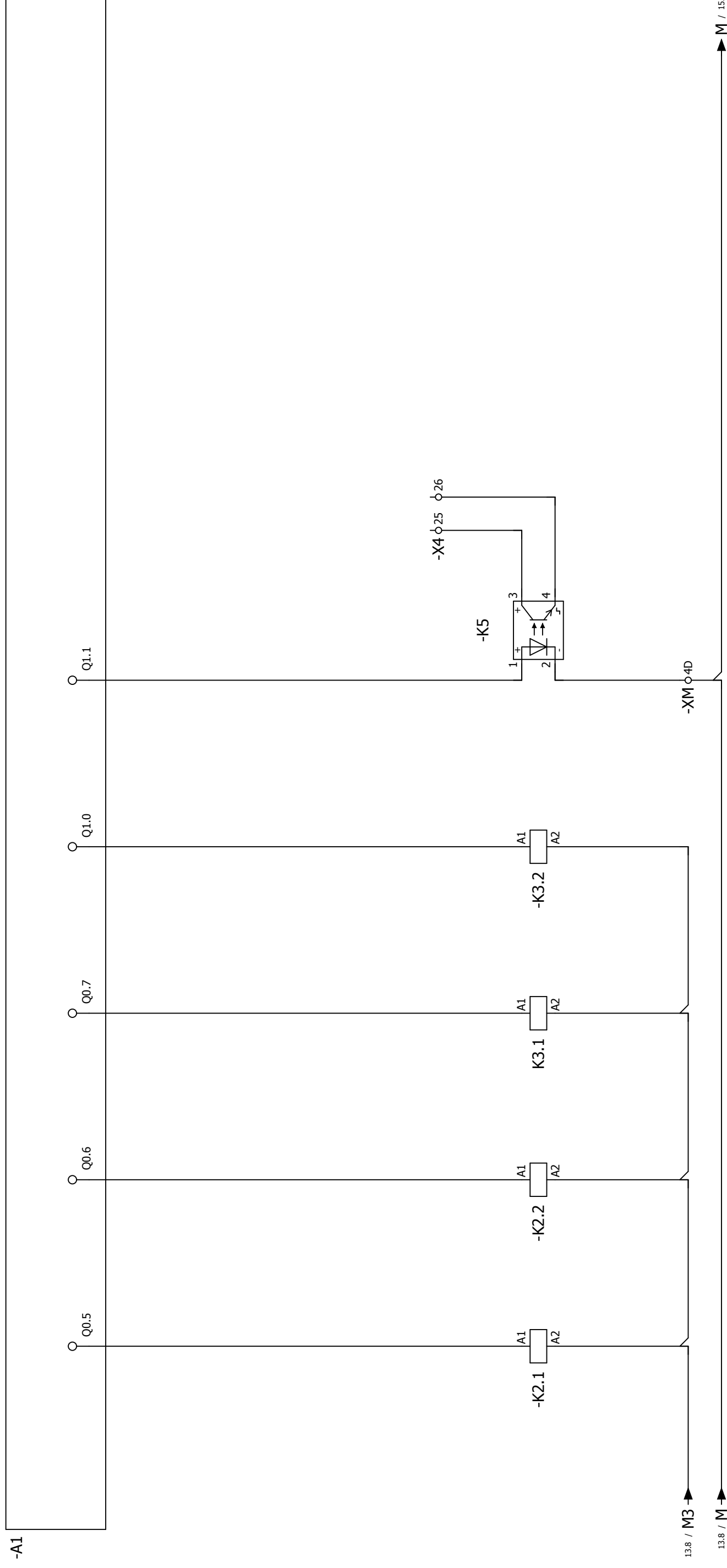
8	Datum		7.2.2012		Vstupy PLC		10	
	Zprac.	Zkontr.					+ S	
Změna	Datum	Název	Náhrada z	Nahrazeno čím			List	21
							9	



0	1	2	3	4	5	6	7	8	
-A3									
	I4.0	I4.1	I4.2	I4.3	I4.4	I4.5	I4.6	I4.7	
	D1R 2.a.4	D1F- 2.a.5	D1F+ 2.a.5	D1OK 2.a.5	D2R 2.b.4	D2F- 2.b.5	D2F+ 2.b.5	D2OK 2.b.5	
DETEKTOR 1 PŘIPRAVEN		DETEKTOR 1 CHYBA		DETEKTOR 1 TEST OK		DETEKTOR 2 CHYBA		DETEKTOR 2 TEST OK	
10									
		Datum 5.12.2011		Vstupy PLC				12	
		Zprac.						=	
		Zkontr.						+ S	
		Přv.		Náhrada z					
Změna		Datum		Název		Náhrada čim		List	
								11	
								21	



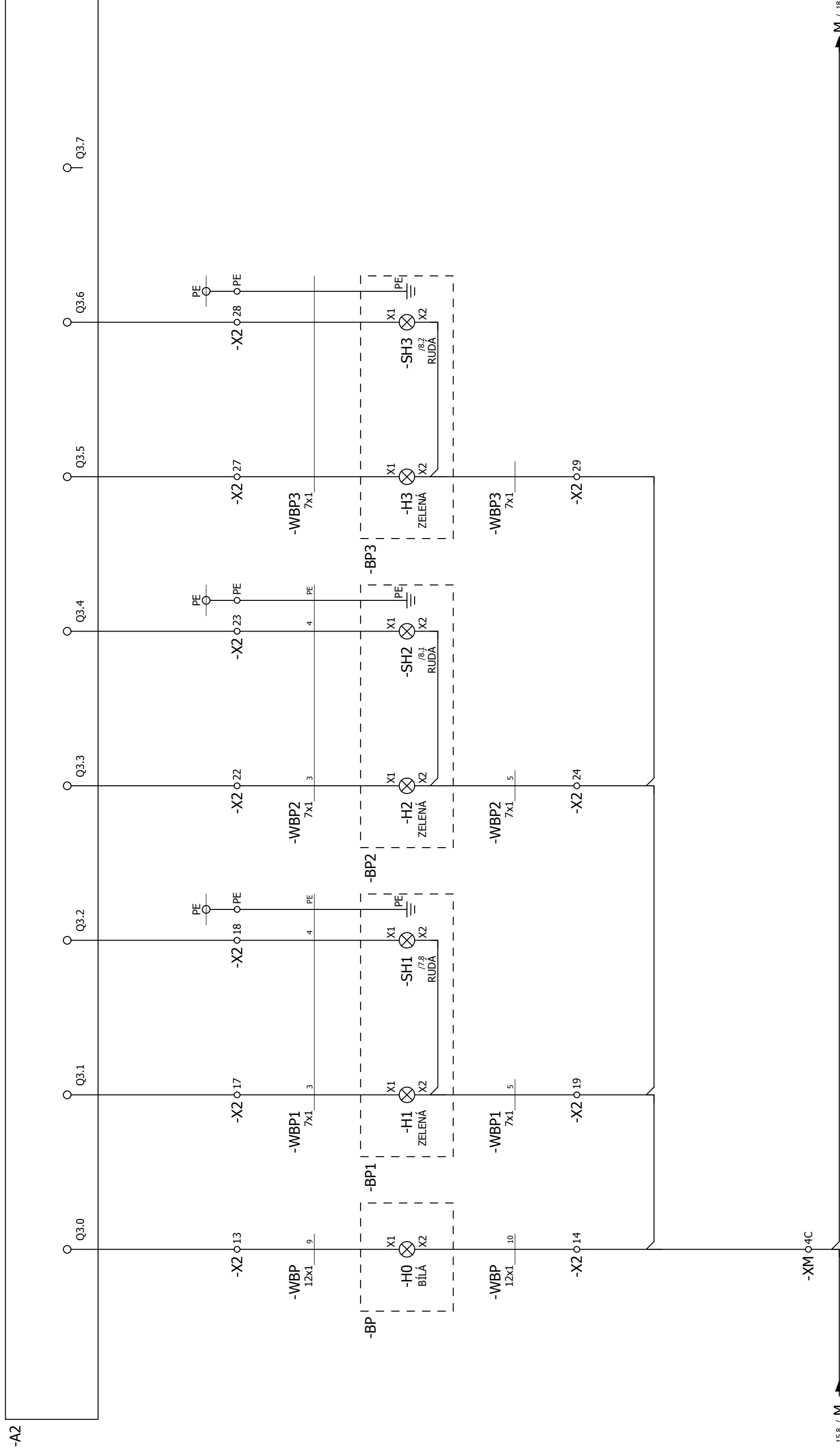
DETEKTOR 3 PŘIPRAVEN	DETEKTOR 3 CHYBA	DETEKTOR 3 CHYBA	DETEKTOR 3 TEST OK	TISKÁRNA ALARM	TISKÁRNA WARNING	TISKÁRNA READY	KROKOVÝ MOTOR PŘIPRAVEN
11	Vstupy PLC		13				
	Datum	7.2.2012					
	Zprac.						
	Zkontr.						
	Přv.						
Změna	Datum	Název	Náhrada z	Náhradeno čím			
				= + S			
				List			
				21			



14 14 14
 12 12 12
 /2.b.4 /2.c.4 /2.c.5

DETEKTOR 2 START
 DETEKTOR 2 RESET
 DETEKTOR 3 START
 DETEKTOR 3 RESET
 TISKÁRNA
 START TISKU

Datum		7.2.2012		Výstupy PLC	
Zprac.				=	
Zkontr.				+ S	
Přv.		Náhrada z			
Název		Náhrada z čim			
Změna				List	
				14	
				21	



SIGNALIZACE OVLADÁNÍ ZAPNUTO	SIGNALIZACE DÍL 1 iO	SIGNALIZACE DÍL 1 NiO	SIGNALIZACE DÍL 2 iO	SIGNALIZACE DÍL 2 NiO	SIGNALIZACE DÍL 3 iO	SIGNALIZACE DÍL 3 NiO	REZERVA
15	15	15	15	15	15	15	18
Datum	Datum	Datum	Výstupy PLC				
	5.12.2011						
Zprac..							+ S
Zkontr.							
Přv.		Náhrazeno čím					
Název							
Změna							
							List
							16
							21

