

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

ZAŘÍZENÍ PRO KROPENÍ BETONOVÝCH VÝROBKŮ MACHINERY FOR SPRINKLING OF CONCRETE PRODUCTS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL MÁDL

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. TOMÁŠ MARADA, PH.D.

BRNO 2009

ZADÁNÍ ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

(na místo tohoto listu vložte originál a nebo kopii zadání Vaš práce)

LICENČNÍ SMLOUVA

(na místo tohoto listu vložte vyplněný a podepsaný list formuláře licenčního ujednání)

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je navrhnout řízení jednoúčelového stroje, ke kropení betonových výrobků. Lisované betonové výrobky je nutné kropit, aby proběhl proces hydratace cementu. Pokud by proces neproběhl, výrobky by nedosahovali požadované pevnosti. Automatizace celého procesu je nutná nejen z důvodu velkého objemu výroby, ale i k zajištění stejnoměrného postřiku jednotlivých výrobků, což vede i k zlepšení jejich kvality. Práce se dále zabývá návrhem elektronických prvků a je doplněna výkresovou dokumentací elektrických schémat, v příloze se pak nachází program ve vývojovém prostředí LOGO! Soft Comfort.

ABSTRACT

Aim of this bachelor's work is make a suggestion of control single-purpose machine for sprinkling concrete products. Pressed concrete products is necessary sprinkle to process of cement hydration. Should not the process, the products would not reach the required strength. Automation of the process is necessary not only because of the large volume of production, but also to ensure uniform spraying of individual products, which leads to an improvement in their quality. This work also describes the design of electronic components and shall be accompanied by documentation drawing electrical diagrams, in the annex is a program in development environment LOGO! Soft Comfort.

KLÍČOVÁ SLOVA

Betonové výrobky, kropení, Siemens Logo!, PLC

KEYWORDS

Concrete products, sprinkle, Siemens Logo!, PLC

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval firmě Ivar, a.s., jmenovitě panu Ing. Michaelovi Novotnému za ochotu a čas který mi věnoval.

Dále děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomášovi Maradovi, Ph.D. za rady a připomínky, které mě pomohli při psaní této práce.

OBSAH:

Zadání závěrečné práce.....	3
Licenční smlouva.....	5
Abstrakt.....	7
Poděkování.....	9
Obsah:.....	11
1 Úvod.....	13
2 Kropení lisovaných betonových výrobků.....	15
2.1 Kropicí zařízení FSH 1200	15
3 Návrh elektroniky.....	19
3.1 Návrh řídicí elektroniky.....	19
3.2 Návrh silové části.....	20
3.3 Návrh rozvaděče.....	21
4 Realizace elektroniky.....	23
4.1 PLC.....	23
4.1.1 LOGO! Siemens 24RC (AC).....	23
4.1.2 LOGO! DM8 24R.....	23
4.1.3 LOGO! Power.....	23
4.2 Frekvenční měnič řady SJ200.....	23
4.3 Tlakový spínač.....	24
4.4 Toroid.....	25
4.5 Tlumivka 11 A.....	25
5 Realizace řízení.....	27
5.1 Práce s displejem.....	27
5.2 Hlavní část programu.....	28
6 Způsob ovládání kropicího zařízení.....	31
6.1 Ruční provoz.....	31
6.2 Funkce automatického režimu.....	31
6.2.1 Jedno kropení.....	31
6.2.2 Několik pokropení.....	31
6.2.3 Pokropení s prodlevou.....	32
6.3 Vykojení	32
7 Závěr.....	33
Seznam použité literatury.....	35

1 Úvod

Díky velkému rozvoji výpočetní techniky, se ve stavebním průmyslu objevující nové možnosti automatizace procesů. Především pak při použití programovatelných logických automatů, kterými lze nahradit zastaralá řešení, např. řízení reléovými systémy. Výhodou je velká variabilita systému, díky níž lze uspokojit mnohdy náročné požadavky zákazníka.

V této bakalářské práci se chci zabývat, především návrhem a realizací řízení zařízení, určeného ke klopení betonových výrobků a to ve spolupráci s firmou Ivar, a.s. (Obr. 2.) se sídlem v Brně Modřicích. Tato firma mi poskytla potřebné elektronické vybavení a zázemí, které jsem potřeboval k vlastní realizaci rozvodné skříně pro řízení tohoto stroje.

Zařízení, které jsem měl automatizovat, bylo vyvinuto ve firmě FINO trade, s.r.o. (Obr. 1) a tato firma iniciovala tuto zakázku a určovala požadavky na funkce zařízení.



Obr. 1: Logo firmy FINO trade, s.r.o.



Obr. 2: Logo firmy Ivar, a.s.



Obr. 3: Mobilní lisovací zařízení. [5]

2 Kropení lisovaných betonových výrobků

Čerstvě vylisované betonové výrobky, je třeba udržovat vlhké, zejména za horkých dnů, aby se zabránilo přílišnému vysoušení. Pokud totiž nejsou tyto výrobky ve vlhkém prostředí nedojde k hydrataci cementu a nevytvoří se tak požadovaná pevnost.

Pokud je výroba realizovaná v uzavřené hale závodu, tak je většinou její součástí i tzv. sušárna, kde jsou výrobky umístěné na regálech v přirozeně vlhkém prostředí. Pokud se ale jedná o venkovní lisování betonových výrobků, s použitím mobilního lisovacího zařízení (viz. Obr. 3), je nutné zajistit jejich kropení.

2.1 Kropící zařízení FSH 1200

FSH 1200 je zařízení od rakouské firmy AME, které se používá v závodech s venkovní mobilní výrobou. Stroj může kropit pomocí 3 nebo 5ti trysek, které lze v případě potřeby uzavřít pomocí ventilu. Trysky produkují vodní mlhu (viz. Obr. 4), která betonové bloky pokrývá vodním filmem a brání jejich vysychání. Zamezují tak výskytu prasklin a snižování celkové kvality.



Obr. 4 Detail kropící trysky. [3]



Obr. 5 Kropicí zařízení FSH 1200. [3]

Technické parametry zařízení FSH 1200 :

rozchod kolejí (standard) : 1200 mm

Max. výška výrobku : 500 mm

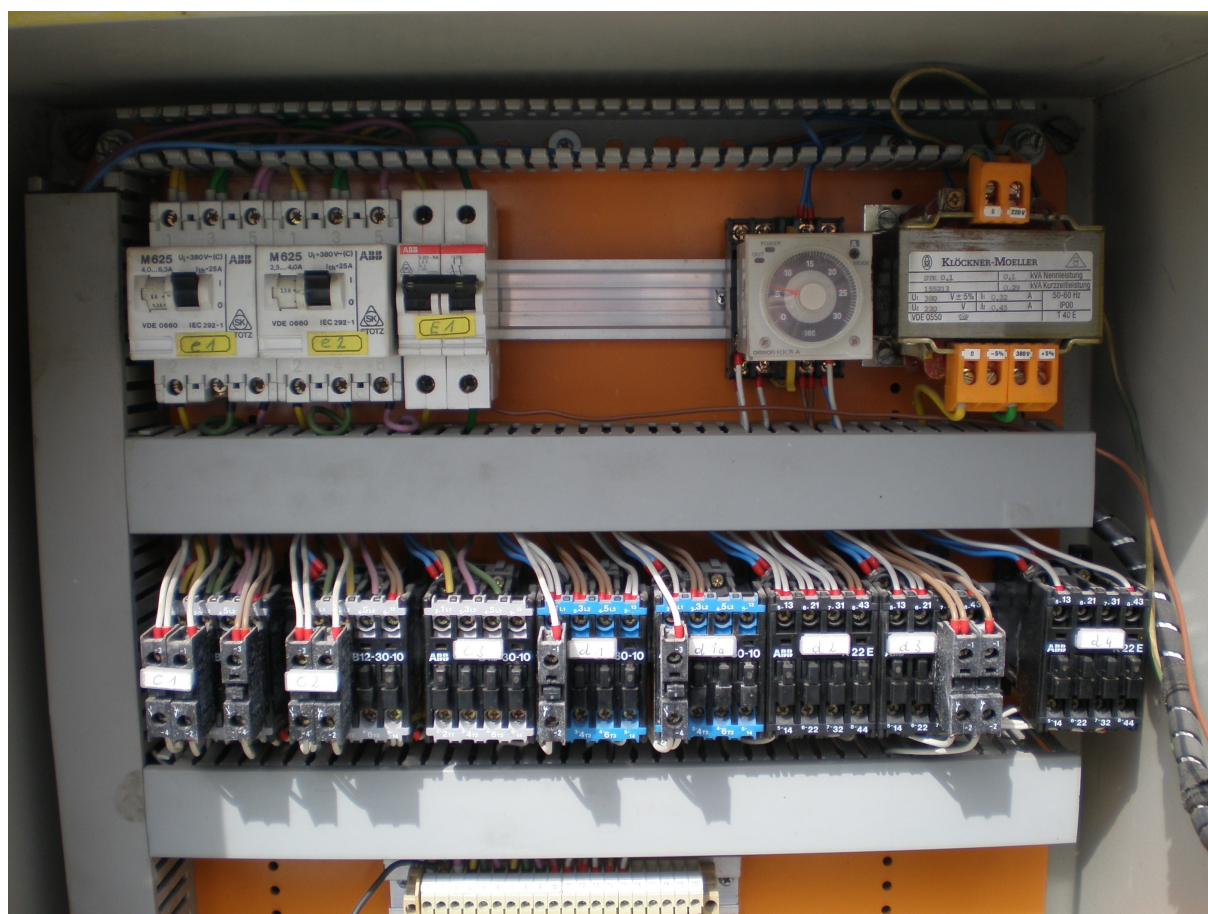
šířka ramene 5-částí : 11000 mm

Rozměry (š x h x v) : 3025x2125x1600 mm

kapacita vodní nádrže : 3000 l

Kropicí zařízení FSH 1200, je řízeno zastaralou elektronikou (Obr. 6), zejména to jsou reléové spínače, které nedovolují realizaci některých požadovaných funkcí.

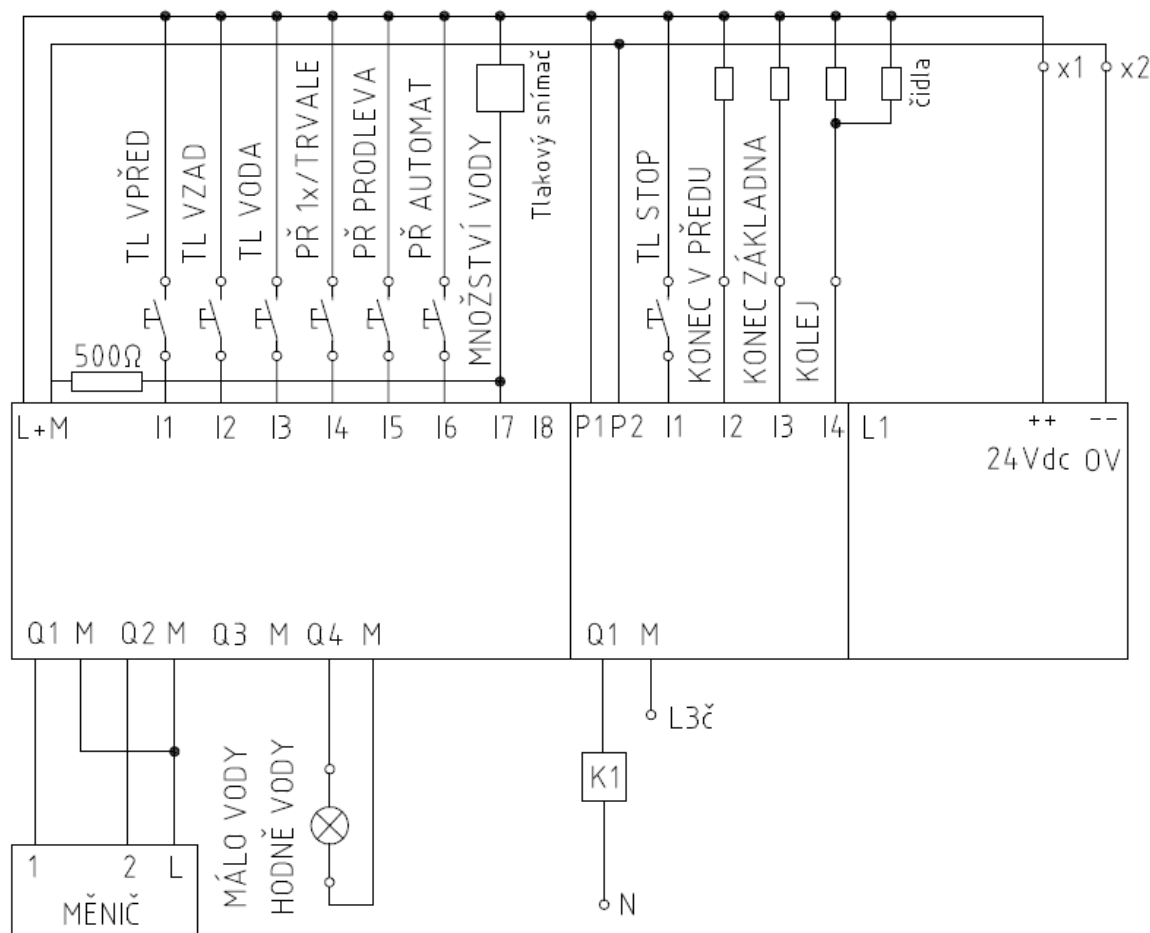
Toto zařízení se nachází ve firmě FINO trade, s.r.o. a z důvodu rozšiřování výroby, byl požadavek na nové kropicí zařízení, které bude mít oproti stávajícímu řešení mnohá vylepšení. Možnost nastavení parametrů klopení, tj. počet klopení, časová prodleva mezi jednotlivými klopení, přepínání ručního a automatického režimu klopení, signalizace množství vody v zásobníku. Dále také z důvodu vysokých pořizovacích nákladů kropicího zařízení od firmy AME, bylo vyvinuto vlastní kropicí zařízení, pro které bylo mým úkolem navrhnout řízení a elektroniku.



Obr. 6: Rozvodná skříň kropicího zařízení od firmy AME.

3 Návrh elektroniky

3.1 Návrh řídicí elektroniky



Obr. 7: Schéma elektroniky řízení.

Frekvenční měnič řídí PLC pomocí výstupu Q1, který udává směr pohybu vpřed a výstupem Q2 vzad. Na svorku L je přivedeno stejnoměrné napětí protože svorky M a L jsou v této verzi PLC propojeny.

Indikace množství vody je realizovaná pomocí výstupu Q4, v rozšiřujícím modulu je pak použit výstup Q1 k dvoustavovému řízení čerpadla pro postřik.

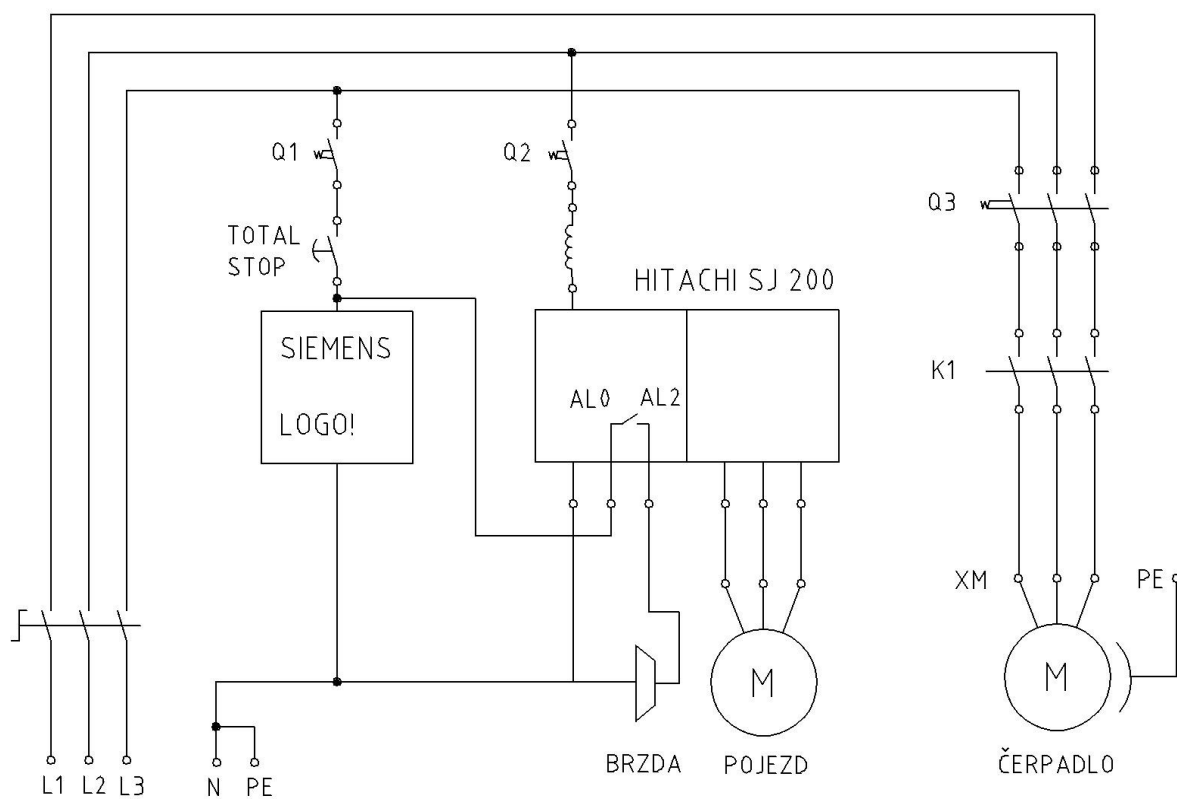
Dvě paralelně zapojená čidla, jsou připojena na vstup *kolej* a signalizují zda nedošlo k vykolejení. Zbývající dvě čidla slouží k určení dojezdu na konec dráhy pomocí koncových dorazů (Obr. 8), které jsou přenosné a lze tedy nastavit kam až bude kropící zařízení jezdit.



Obr. 8: Detail přenosného koncového dorazu.

3.2 Návrh silové části

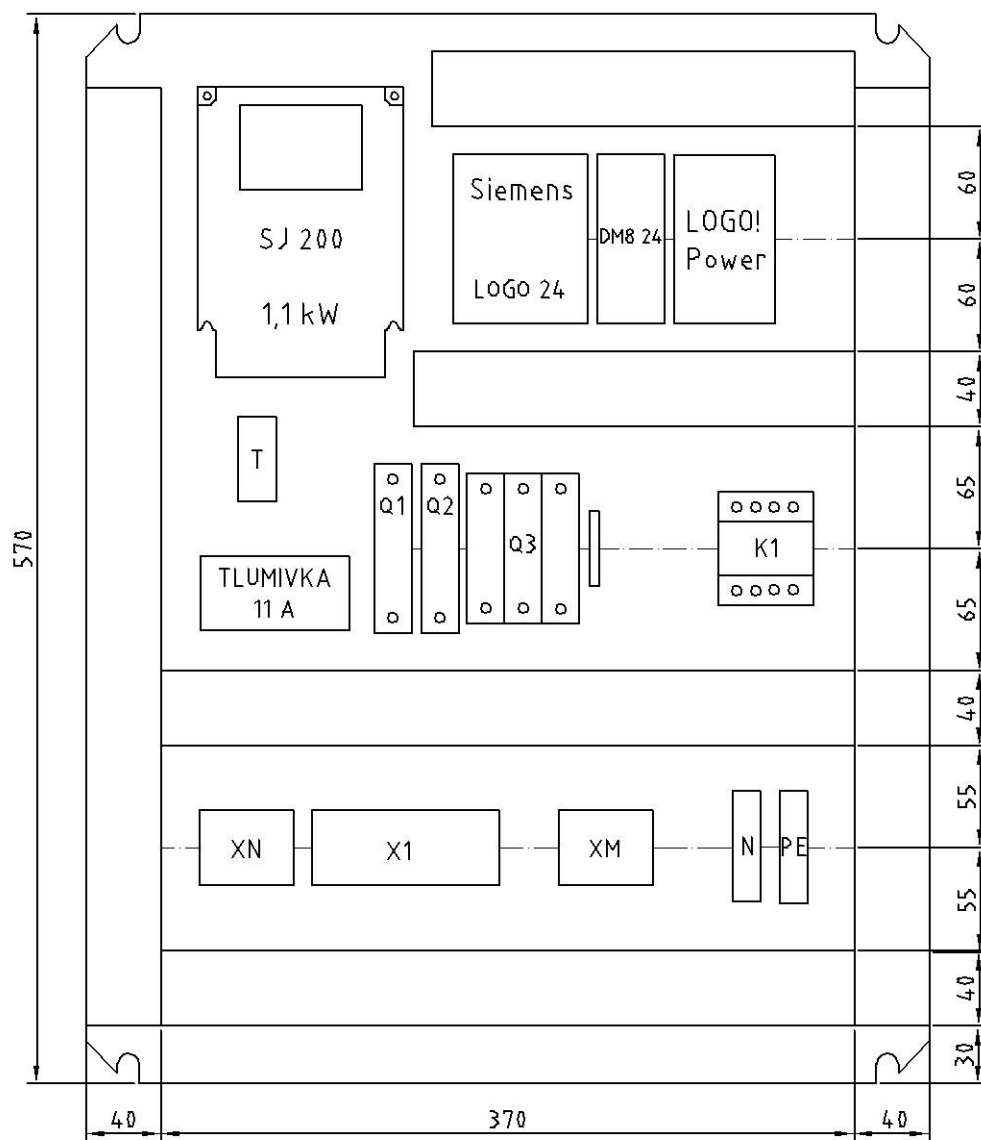
Kropící zařízení je osazeno motorem o výkonu 1,1 kW, který zajišťuje pojezd po kovovém vodícím profilu. Postřik umožňuje čerpadlo o výkonu 1,5kW.



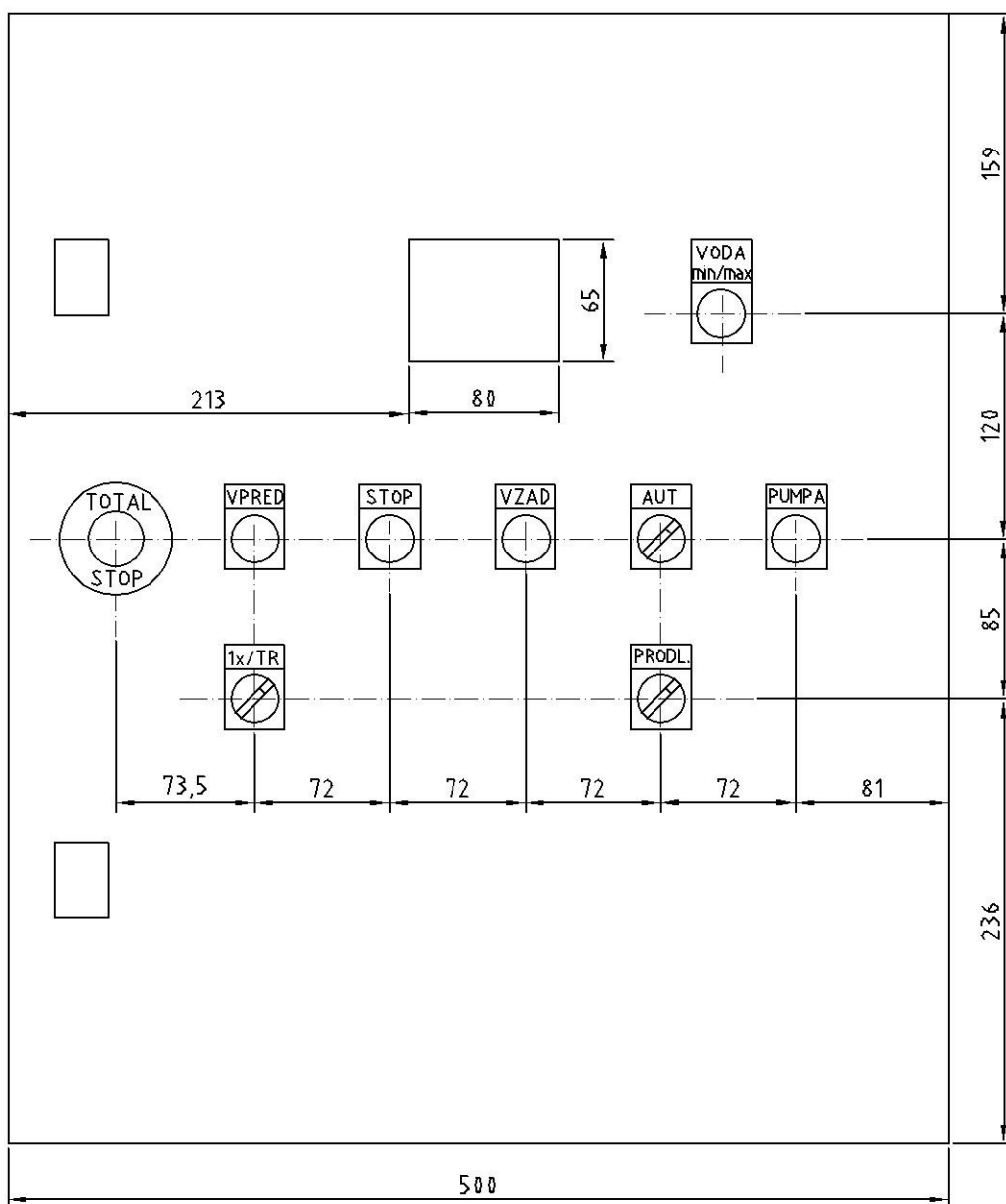
Obr. 9: Schéma silové části.

3.3 Návrh rozvaděče

Na Obr. 10 je návrh rozmístění elektronických prvků v rozvodné skříni.



Obr. 10: Návrh uspořádání rozvodné skříně.



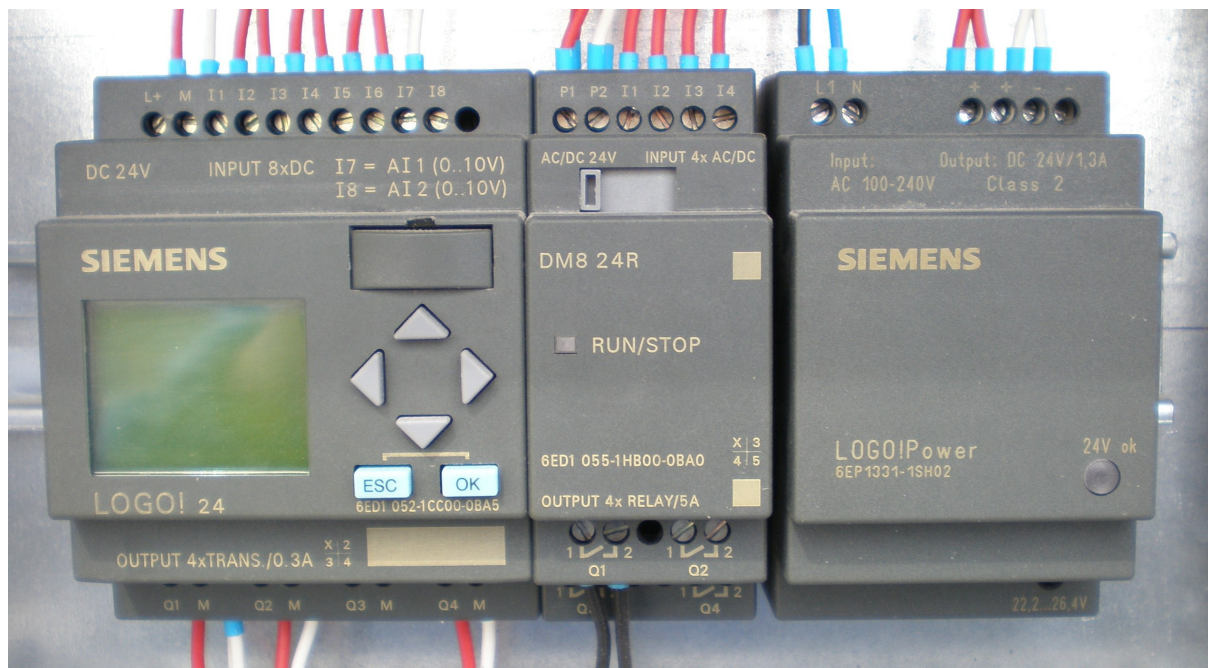
Obr. 11: Návrh ovládacích prvků.

Na Obr. 11 je návrh rozmístění ovládacích prvků na čelním panelu rozvodné skříně. Programovatelný automat je umístěn ve střední části rozvaděče, ve kterém je vyříznut otvor chráněný plexisklem, aby bylo možné kontrolovat nastavené hodnoty na displeji PLC.

4 Realizace elektroniky

4.1 PLC

Srdcem celého zařízení je modulární programovatelný automat (Obr. 13), který se skládá z následujících částí :



Obr. 13: PLC Siemens LOGO!

4.1.1 LOGO! Siemens 24RC (AC)

Použil jsem PLC verze 6ED1 052-1CC00-0BA5, které má 8 vstupů, z toho 2 analogové. Dále má 4 výstupy, realizované reléovými spínači při napětí 230V a proudu 0.3A

4.1.2 LOGO! DM8 24R

Z důvodu velkého počtu ovládacích prvků, byl nedostatečný počet vstupů v základním modulu. Proto jsem použil rozšiřující modul který obsahuje 4 integrované binární vstupy 24V a 4 integrované reléové výstupy při napětí 230V a proudu 5A

4.1.3 LOGO! Power

PLC je napájeno ze zdroje 24V DC.

4.2 Frekvenční měnič řady SJ200

Pro plynulé řízení pohybu kropicího zařízení, zejména při rozjezdu a zastavování, použil jsem frekvenční měnič v jednofázovém provedení. Toto provedení je levnější a pro menší výkony motorů zcela dostačující. Motor se tedy musí zapojit do trojúhelníku na nižší napětí 230V.

Měnič je vybaven reléovým spínačem, který lze libovolně programovat. Toto relé jsem použil pro ovládání brzdy a to tak, že pokud je měnič ve vypnutém stavu, je relé rozepnuté. Pokud se měnič spustí a dojde k rozběhu motoru, relé je sepnuté a brzda tedy odbrzděna. To je z bezpečnostních důvodů, aby pokud dojde k výpadku proudu a relé je tak rozepnuto, brzda je zabrzděná. Před relé je

navíc předřazen nouzový hlavní vypínač, takže v případě jeho použití je stroj okamžitě zabrzděn.



Obr. 14: Frekvenční měnič

4.3 Tlakový spínač

Pro měření úrovně hladiny vody v nádrži jsem použil tlakový snímač typ 507 od Švýcarské firmy Huba Control AG. Jedná se o snímač relativního a absolutního tlaku v rozsahu 0 až 10kPa, který měřenou veličinu převádí na normalizovaný proudový výstup 4mA až 20mA. Protože programovatelný automat má analogový vstup, který převádí pomocí AD převodníku napětí 0 až $\pm 10V$ na desetibitové celé číslo. Snímač je tedy zapojen paralelně s odporem 500Ω , který zajistí převod proudového signálu na napěťový, hodnota maximálního a minimálního napětí je podle Ohmova zákona :

$$U_{min} = I \cdot R = 500 \cdot 0.004 = 2V$$

$$U_{max} = I \cdot R = 500 \cdot 0.02 = 10V$$

Tlakový snímač je umístěn ve spodní části nádrže viz Obr. 15



Obr. 15: Tlakový snímač

4.4 Toroid

Pro zamezení rušení řídicí elektroniky, je použit toroid, který pohlcuje vyšší frekvence. Prstencem je několikrát protažen přívodní kabel k výkonové elektronice. Kolem vodiče se vytváří elektromagnetické pole a to se indukuje ve feromagnetickém materiálu toroidu.

4.5 Tlumivka 11 A

Před měnič je předřazena tlumivka, která zmírňuje proudové rázy, při zapínání měniče kdy jsou kondenzátory zcela vybity a docházelo by k výpadkům jističe.

5 Realizace řízení

Stroj v automatickém provozu pojíždí na dráze mezi dvěma přenosnými koncovými dorazy a kropí výrobky. Obsluha může naprogramovat počet jízd a prodlevu mezi nimi. V případě nedostatku vody se stroj zastaví na začátku dráhy a čeká na doplnění vody. Pokud sjede z koleje zastaví se ihned. Ruční ovládání umožňuje pojíždět se strojem vpřed a vzad a spouštět čerpadlo.

5.1 Práce s displejem

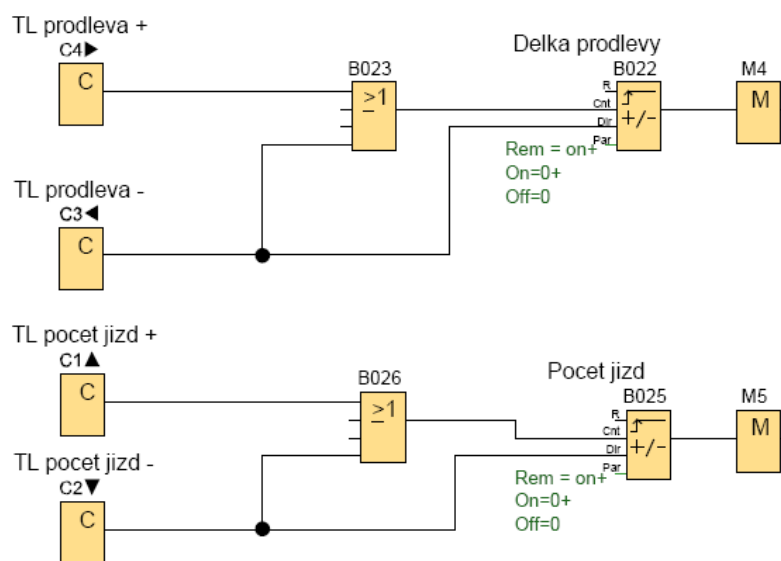
Na displeji jsou zobrazovány hodnoty množství vody v zásobníku, naprogramovaný počet jízd, doba čekání v minutách a uběhlý čas prodlevy (Obr. 16).

V	O	D	A				8	5	%
J	I	Z	D				2		x
C	E	K	A				3	m	i
P	R	E	S	T	0	0	:	0	0
									h

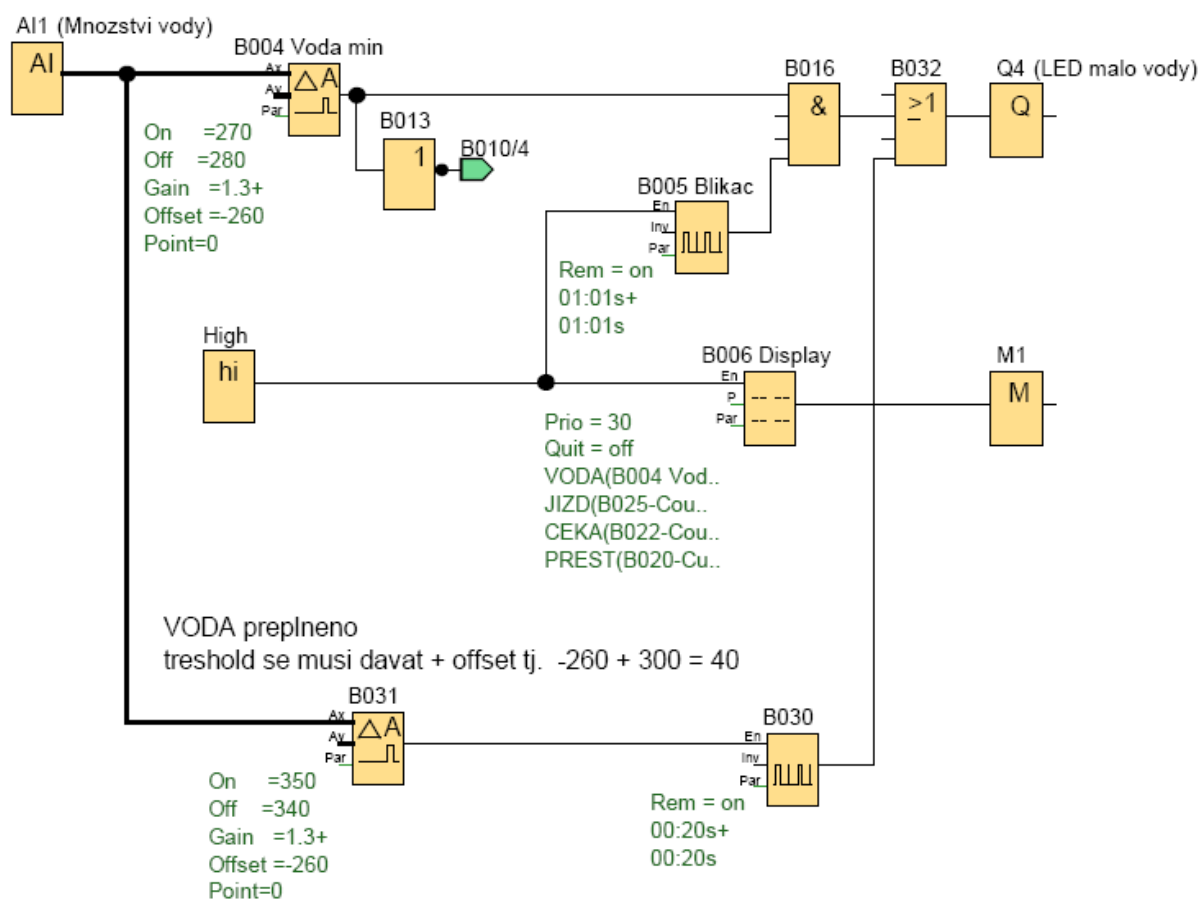
Obr. 16: Displej na přední straně PLC

Počet jízd a dobu čekání je možno změnit pomocí čtyř šipkových tlačítek vedle displeje a tlačítka ESC. Tlačítka je nutno mačkat speciálním způsobem. Nejdříve stisknout ESC a bezprostředně po něm příslušné šipkové tlačítko, jinak je stisk neplatný. To je vlastnost PLC Siemens LOGO.

Tlačítka *nahoru* a *dolů* mění počet naprogramovaný jízd. Tlačítka *vpravo* a *vlevo* mění dobu čekání mezi jednotlivými jízdami (Obr. 17). Nastavené hodnoty jsou uloženy v paměti i při vypnutém stroji.



Obr. 17: Nastavení počtu jízd a prodlevy.

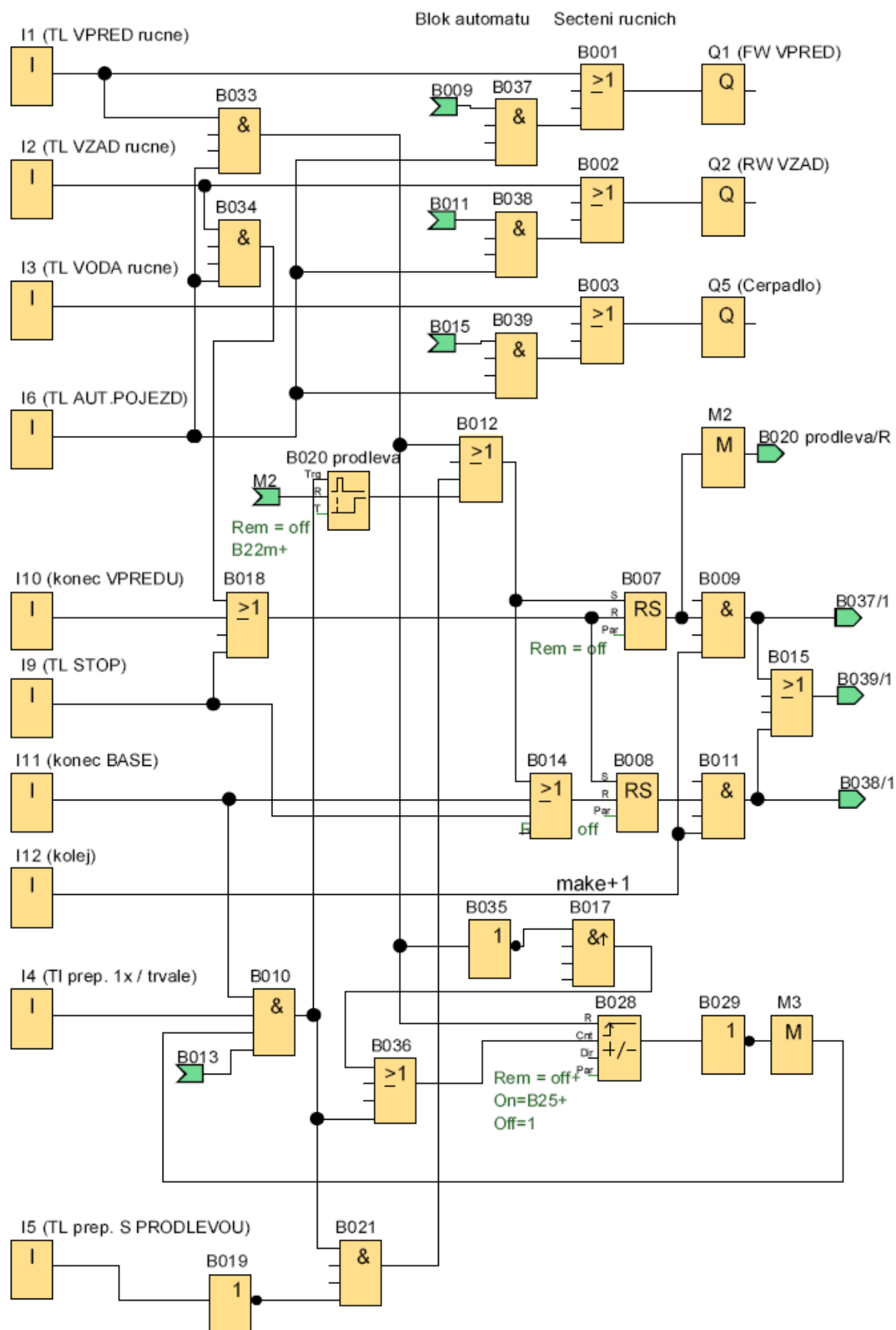


Obr. 18: odečítání množství vody.

Pro zjištění množství vody v zásobníku je použit analogový vstup na který je připojen tlakový snímač umístěný ve spodní části nádrže. Pokud je v nádrži nedostatek vody signalizuje to kontrolka na předním panelu blikáním v intervalu 1s. Kontrolka signalizuje také pokud dojde k přeplnění nádrže a to blikáním v intervalu 20 ms.

5.2 Hlavní část programu

Na Obr. 19 je uvedena hlavní část programu, který je sestaven ve vývojové prostředí LOGO! Soft Comfort V5.0.19. Kompletní program je také uložen na přiloženém CD.



Obr. 19: Hlavní část programu.

6 Způsob ovládání kropícího zařízení

Stroj se zapíná hlavním vypínačem na levém boku rozvaděče. Nouzový vypínač *total stop* připojuje napájecí napětí na řídicí systém, při jeho stlačení se stroj zastaví a vynuluje se automatický provoz, tj. pokud jel stroj v automatickém režimu dále nepokračuje.

6.1 Ruční provoz

Stroj je v režimu ruční provoz, pokud není zapnut ovladač *automat*. Tlačítka *vpřed* a *vzad* je možno strojem pojezdit i v případě že není na koleji. Pohyb trvá pouze po dobu kdy je tlačítko stlačeno. Tlačítkem *pumpa* je možno čerpat vodu i pokud je v nádrži méně než minimum vody.

V nádrži je namontován tlakový snímač měřící výšku hladiny, která je zobrazována jako 0-100% na displeji LOGO. Limitní stavy hladiny jsou signalizovány kontrolkou *málo vody / přeplněno* (viz. Tab. 1).

Tab. 1 Signalizace množství vody v zásobníku.

množství vody v zásobníku	způsob signalizace
0 až 20 %	pomalé blikání
20 až 90 %	zhasnuto
90 a více %	rychlé blikání

Automatický provoz se zapne ovladačem *automat*. Aby bylo možno odstartovat automatickou jízdu musí být aktivní signál *kolej*, tj. alespoň jedno z čidel koleji musí svítit.

6.2 Funkce automatického režimu

6.2.1 Jedno kropení

(ovladač *1x* / *trvale* vypnut, *s prodlevou* libovolně)

Tlačítkem *vpřed* se odstartuje automatický cyklus jedné cesty tj. kroupička jede až na konec dráhy vpředu, reverzuje a vrátí se na začátek dráhy kde zastaví, cyklus skončil. Pokud je vůz třeba rychle vrátit na začátek dráhy je možno odstartovat poloviční cyklus tlačítkem *vzad*, a stroj dojede na začátek dráhy a skončí. Funkci jedno pokropení je možno odstartovat i při nedostatku vody.

6.2.2 Několik pokropení

(ovladač *1x* / *trvale* zapnut, *s prodlevou* vypnuto)

Tlačítkem *vpřed* se odstartuje automatický cyklus cesty tj. kroupička jede až na konec dráhy vpředu, reverzuje a vrátí se na začátek dráhy, kde reverzuje pokud je počet jízd menší než nastavená hodnota na displeji. Jednou jízdou se rozumí cesta tam a zpět. Až počet jízd dosáhne naprogramované hodnoty, stroj zastaví na začátku dráhy. Stiskem tlačítka *vpřed* se zároveň nuluje počítadlo jízd, takže další série se opakuje opět nastaveným počtem jízd.

6.2.3 Pokropení s prodlevou

(ovladač 1x / trvale zapnut, s prodlevou zapnuto)

Tlačítkem *vpřed* se odstartuje automatický cyklus cesty tj. kropička jede až na konec dráhy vpředu, reverzuje a vrátí se na začátek dráhy, kde zastaví na nastavenou dobu v minutách. Po uplynutí prodlevy znovu reverzuje, pokud je počet jízd menší než nastavená hodnota na displeji.

6.3 Vykolejení

Pokud dojde k sjetí z kovového vodícího profilu, tj. ani jedno z čidel kolejí nesvítí, dojde k okamžitému zastavení stroje a vypnutí čerpadla. Stroj je nutno přepnout do ručního režimu a pomocí ručního ovládání pojezdu vrátit na koleje. Pokud nebyl při této manipulaci stisknut *stop* je možno přepnutím zpět do automatického režimu pokračovat v započatém cyklu.

7 Závěr

Úvodní kapitola pojednává o cílech této práce a také jsou zde uvedeny firmy se kterými jsem byl v úzkém kontaktu.

2. kapitola popisuje problematiku výroby lisovaných výrobků a nutnost jejich zvlhčování. Je zde popsáno zařízení FSH 1200, které je používáno ve firmě FINO trade, s.r.o.

Návrh zapojení elektronické a silové části je uveden ve 3. kapitole, také je zde nákres uspořádání elektroniky uvnitř rozvodné skříně a uspořádání ovládacích prvků na předním panelu.

4. kapitola je věnována vlastní realizaci řízení celého zařízení, jsou zde uvedeny jednotlivé použité elektronické prvky a jejich funkce.

V 5. kapitole jsou uvedeny jednotlivé části programu a jejich stručný popis.

6. kapitola popisuje jakým způsobem lze kropicí zařízení ovládat, dále jsou zde popsány jednotlivé funkce, které kropicí zařízení umožňuje.

Cíle této bakalářské práce byly splněny a díky modernímu přístupu a použití PLC, lze zařízení v budoucnu snadno modifikovat a rozšiřovat, dle požadavků zákazníka.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Šmejkal, L., Martinásková, M., PLC a automatizace, Praha: BEN, 1999.
- [2] Firemní materiály o programovatelných automatech fy Siemens LOGO!.
- [3] www.ame.at, rakouská firma vyrábějící průmyslové stroje.
- [4] www.ivar.cz, firma která provádí automatizaci stavební výroby
- [5] www.finobrno.cz, Brněnská firma, která vyrábí stavební materiál.