

Řízení modelu továrny programovatelným automatem (PLC)

Dominik Smejkal

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Dominik Smejkal
Osobní číslo:	A22737
Studijní program:	B0714A150006 Aplikovaná informatika v průmyslové automatizaci
Specializace:	Průmyslová automatizace
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Řízení modelu továrny programovatelným automatem (PLC)
Téma práce anglicky:	Control of a Factory Model by a Programmable Logic Controller (PLC)

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma "Modely reálných zařízení používané pro výuku programování PLC".
2. Vytvořte vzorové programy pro PLC Tecomat demonstrující řízení modelu továrny od firmy FischerTechnik.
3. Jednotlivé části modelu a jejich řízení vizualizujte ve zvoleném HMI systému.
4. Navrhněte a následně realizujte připojení PLC Siemens tak, aby model bylo možno řídit i tímto typem PLC.
5. Připojení podle bodu 4 ověřte na libovolné úloze.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace. Díl 2, Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky. Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-087-3.
2. MARTINÁSKOVÁ, Marie a ŠMEJKAL, Ladislav. Řízení programovatelnými automaty. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-01-02925-5.
3. Factory Simulation 24V. Online. 2018. Dostupné z: <https://www.fischertechnik.de/en/industry-and-universities/technical-documents/simulate/factory-simulation-24v>. [cit. 2024-10-25].
4. Semináře a školení. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/>. [cit. 2024-10-25].
5. Programování PLC Simatic S7-1200. Online. 2009. Dostupné z: <https://www.blaja.cz/archiv-clanku/programovani-plc-simatic-s7-1200.html>. [cit. 2024-10-25].
6. Měřicí a řídicí technika [online]. Online. 2005. Dostupné z: <http://uprt.vscht.cz/kminekm/mrt/>. [cit. 2024-10-25].

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **13. prosince 2024**
Termín odevzdání bakalářské práce: **27. května 2025**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 13. prosince 2024

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis autora

ABSTRAKT

Práce se zabývá řízením výukového modelu továrny od firmy FischerTechnik pomocí PLC Tecomat Foxtrot a Siemens SIMATIC S7-1200. Teoretická část obsahuje přehled možností užití PLC v automatizaci a dále studii, pomocí jakých modelů, popř. jak jinak se programování PLC vyučuje mimo UTB ve Zlíně. Praktická část popisuje proces návrhu a následné implementace řídicího systému Siemens SIMATIC S7-1200. Obsahuje rozšíření stávajících programů a tvorbu nových řešení pro řízení výše zmíněného modelu ve vývojových prostředích MOSAIC a TIA Portal. Součástí práce je také vizualizace pomocí HMI prostředí a ověření funkčnosti řízení oběma systémy.

Klíčová slova: PLC, FischerTechnik, Tecomat, Siemens, WebMaker

ABSTRACT

The thesis deals with the control of a FischerTechnik factory training model using Tecomat Foxtrot PLC and Siemens SIMATIC S7-1200. The theoretical part contains an overview of the possibilities of using PLCs in automation and a study of which models or how else PLC programming is taught outside UTB Zlín. The practical part describes the process of design and subsequent implementation of the Siemens SIMATIC S7-1200 control system. It includes extension of existing programs and creation of new solutions for controlling the above mentioned model in the development environments MOSAIC and TIA Portal. The thesis also includes visualization using the HMI environment and verification of the control functionality of both systems.

Keywords: PLC, FischerTechnik, Tecomat, Siemens, WebMaker

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych upřímně poděkoval vedoucímu své práce, Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D., za jeho odborné vedení, cenné rady a trpělivý přístup, který mi během celé práce věnoval.

Pro kontrolu gramatické správnosti a stylistické úpravy textu byl v průběhu zpracování práce využit nástroj umělé inteligence ChatGPT od společnosti OpenAI. Výstupy byly následně autorem zkontrolovány a upraveny.

OBSAH

ÚVOD.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY (PLC).....	13
1.1 ÚVOD DO PLC.....	13
1.2 ARCHITEKTURA PLC.....	14
1.3 TYPY PLC DLE VELIKOSTI A NASAZENÍ	16
1.4 FUNKČNÍ PRVKY PLC.....	18
1.5 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ	21
1.5.1 Mosaic	22
1.5.2 TIA Portal.....	24
1.6 POUŽITÉ PLC	25
1.6.1 Použité PLC systém Tecomat Foxtrot.....	25
1.6.2 Použité PLC systém Siemens SIMATIC	26
2 MODELÝ REÁLNÝCH ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÉ PRO VÝUKU PROGRAMOVÁNÍ PLC.....	28
2.1 VÝUKOVÉ MODELÝ A JEJICH VÝZNAM.....	28
2.2 DOSTUPNÉ VÝUKOVÉ MODELÝ	29
2.2.1 FischerTechnik Factory Simulation	29
2.2.2 MPS.....	32
2.2.3 Factory I/O	33
2.3 PŘÍKLADÝ VÝUKY PLC NA ŠKOLÁCH A VE FIRMÁCH.....	35
2.3.1 Střední školy.....	35
2.3.2 Univerzitní prostředí	37
2.3.3 Školení nabízená společností TECO A.S.....	38
2.3.4 Školení nabízená společností SIEMENS S.R.O.	39
2.3.5 Školení nabízená společností OMRON INDUSTRIAL AUTOMOTION.....	40
3 VIZUALIZAČNÍ NÁSTROJE A HMI SYSTÉMY	41
3.1 WEBMAKER.....	41
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	42
4 ANALÝZA STAVU MODELU FISCHERTECHNIK.....	43
4.1 KONTROLA FUNKČNOSTI JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT.....	43
4.2 PROPOJENÍ JEDNOTLIVÝCH KOMPONENT S PLC	46
4.2.1 Propojení stanice 1	46
4.2.2 Propojení stanice 2	47
4.2.3 Propojení stanice 3	48
4.2.4 Propojení stanice 4	49

4.3	IDENTIFIKOVANÉ TECHNICKÉ PROBLÉMY	50
4.4	NÁVRH OPRAV A ZPROVOZNĚNÍ.....	50
5	NÁVRH A REALIZACE ŘÍZENÍ POMOCÍ PLC TECOMAT	52
5.1	OPRAVA A ÚPRAVA PROGRAMU	52
5.2	FUNKČNÍ BLOKY PRO JEDNOTLIVÉ STANICE.....	52
5.3	VÝVOJ A TESTOVÁNÍ VE VÝVOJOVÉM PROSTŘEDÍ MOSAIC	54
6	VIZUALIZACE A HMI V SYSTÉMU WEBMAKER.....	56
6.1	VIZUALIZACE	56
6.2	ZPROVOZNĚNÍ OVLÁDÁNÍ PŘES WEBOVÉ ROZHRANÍ	59
7	NÁVRH A REALIZACE ŘÍZENÍ POMOCÍ PLC SIEMENS.....	61
7.1	VÝBĚR A KONFIGURACE VHODNÝCH MODULŮ SIMATIC S7-1200	61
7.2	FYZICKÁ INSTALACE A ZAPOJENÍ MODULŮ	62
7.3	NÁVRH A REALIZACE ÚLOHY PRO OVĚŘENÍ ŘÍZENÍ	63
8	SROVNÁNÍ ŘÍZENÍ POMOCÍ TECOMAT A SIEMENS	65
8.1	VÝHODY A NEVÝHODY JEDNOTLIVÝCH ŘEŠENÍ	65
8.2	FUNKČNÍ, ČASOVÁ A EKONOMICKÁ EFEKTIVITA	66
8.3	MOŽNOSTI DALŠÍHO ROZŠÍŘENÍ SYSTÉMU	67
	ZÁVĚR.....	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM TABULEK.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
	SEZNAM PŘÍLOH.....	78

ÚVOD

Už od dětství mě fascinovaly elektrické stavebnice, díky kterým jsem si mohl vytvářet vlastní funkční obvody a experimentovat s různými řešeními. S postupem času se moje zájmy rozšířily o programování, které mi otevřelo nové možnosti v oblasti řízení a automatizace. Téma této bakalářské práce v sobě spojuje obě oblasti – elektrotechniku i logické myšlení – a umožňuje mi realizovat vlastní návrh funkčního systému řízení v reálném modelu.

Automatizace a průmyslové řízení pomocí programovatelných automatů (PLC) patří mezi klíčové oblasti současné praxe. Vzhledem k tomu, že se dnes klade důraz na efektivitu, flexibilitu a chytrá řešení, stává se zvládnutí PLC technologií nepostradatelnou dovedností nejen v průmyslu, ale také ve vzdělávání. Výukové modely, které simulují reálné výrobní procesy, představují efektivní nástroj pro pochopení těchto systémů v bezpečném prostředí. Model továrny FischerTechnik, který je předmětem této práce, je jedním z těchto nástrojů.

Současný model vychází z předchozí studentské práce, která položila základy jeho funkčnosti. V průběhu analýzy se však ukázalo, že některé části systému vyžadují doplnění či úpravu – konkrétně nebyly plně funkční všechny stanice, logika řízení neumožňovala plynulý automatický provoz a vizualizace v prostředí WebMaker nebyla kompletní. Cílem této práce je navrhnout a realizovat komplexní řídicí systém s využitím PLC Tecomat Foxtrot, rozšířit ho o nové funkce, doplnit přehlednou vizualizaci a zároveň rozšířit možnost řízení modelu také pomocí PLC Siemens.

Hlavním přínosem této práce je integrace dvou odlišných PLC systémů na jednom výukovém modelu, rozšíření jeho funkčnosti a vytvoření přehledné vizualizace, která zjednodušuje ovládání i prezentaci celého procesu. Práce zároveň představuje praktickou aplikaci teoretických znalostí z oblasti průmyslové automatizace, programování a návrhu HMI rozhraní na reálném modelu výrobní linky.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY (PLC)

Programovatelné logické automaty (PLC – Programmable Logic Controllers) jsou zařízení určená k řízení technologických procesů slouží k vytváření požadovaných výstupních signálů v závislosti na vstupních signálech pomocí logických operací. S PLC se můžeme setkat například při řízení dopravníků, výrobních linek, měřicích systémů.

Podle zdrojů z oblasti měřicích a řídicích techniky tvoří logické řízení přibližně 80% funkcí realizovaných průmyslovými řídicími systémy [1] toto zdůrazňuje důležitost PLC. Protože jejich hlavní účel spočívá právě v realizaci logických operací, časování a podmínek závislých na aktuálním stavu zařízení.

PLC jsou navržena tak aby obstála provoz v náročných podmínkách často disponují robustním provedením, odolností proti rušení a podporou různých komunikačních protokolů (např. Ethernet, Modbus atd.). Flexibilita, odolnost, rozšířenost tvoří z PLC klíčový prvek moderní automatizace v průmyslu.

1.1 Úvod do PLC

Programovatelné logické automaty patří mezi základní prvky automatizace v průmyslu. Jejich hlavní úlohou je zpracování vstupních signálů, například ze senzorů nebo tlačítek, rozhodnutí podle vytvořeného programu o následném ovládání výstupních prvků, jako jsou motory, světla nebo ventily.

Hlavní výhodou PLC oproti klasickému reléovému řízení je možnost jednoduché a rychlé změny chování bez zásahu do elektroinstalace. K úpravě řídicí logiky stačí upravit program v příslušném vývojovém prostředí. To přináší úsporu času, nákladů i vyšší flexibilitu celého systému.

První PLC systém byl vyvinut v roce 1968 ve Spojených státech firmou Bedford Associates pro automobilku General Motors. Šlo o zařízení Modicon 084, jehož hlavním cílem bylo zjednodušit přestavby řídicích systémů bez nutnosti úprav elektroinstalace. Místo toho bylo možné upravovat pouze program v zařízení, což výrazně zrychlilo vývoj, údržbu i celkovou přizpůsobivost výrobních procesů [2].

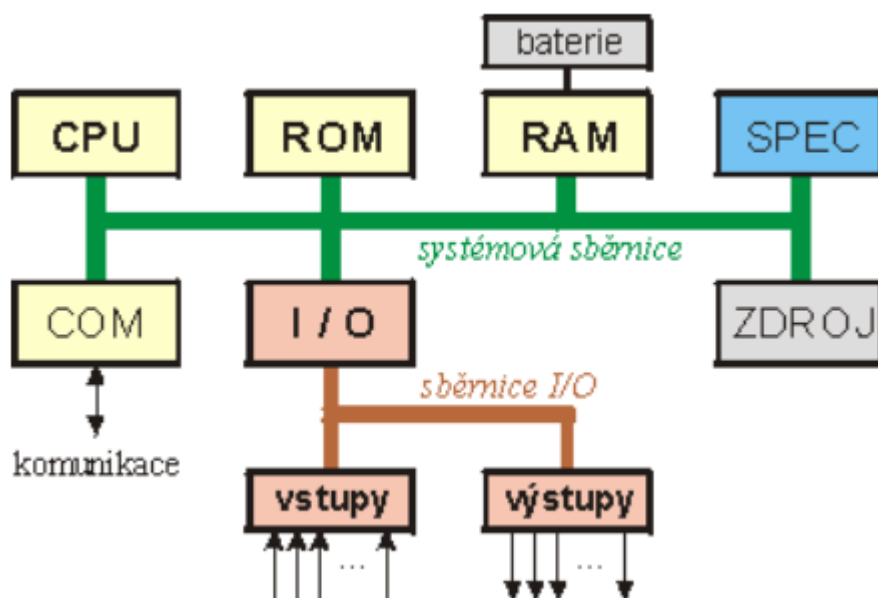
Moderní PLC v dnešní době podporují nejen základní logické operace, ale také pokročilé funkce, jako jsou matematické výpočty, práce s časovači, čítači, analogovými hodnotami, komunikace po sítích a propojení s nadřazenými systémy. Mnohé systémy umožňují webový přístup, sledování stavů na dálku nebo logování dat do externích úložišť.

PLC jsou navržena pro dlouhodobý provoz v náročném prostředí. Mají zvýšenou odolnost vůči rušení, prachu, teplotám a vibracím. Díky tomu jsou vhodná jak do průmyslové výroby, tak do prostředí s vyššími nároky na spolehlivost.

V současnosti existuje mnoho typů PLC od jednoduchých mikrosystémů až po výkonné modulární sestavy. Výběr konkrétního typu závisí na složitosti řešené úlohy, požadavcích na komunikaci a možnostech rozšíření.

1.2 Architektura PLC

Architektura programovatelných logických automatů (PLC) představuje jejich základní stavební strukturu, složení komponentů a způsob jejich vzájemné komunikace.



Obrázek 1 Bloková struktura programovatelného automatu [1]

Hlavní části PLC jsou:

- **Centrální procesorová jednotka (CPU)**
 - Jádro PLC, zpracovává instrukce a provádí řídicí algoritmy.
 - Čte vstupní signály, provádí výpočty dle programu a zapisuje výstupy.
 - Výkonnost CPU ovlivňuje rychlost a kapacitu zpracování dat (čas cyklu).
- **Paměť PLC**
 - Paměť ROM (Read Only Memory) – obsahuje operační systém PLC.

- Paměť RAM (Random Access Memory) – slouží pro ukládání aktuálních dat a uživatelského programu.
- EEPROM / FLASH – pro dlouhodobé uchování uživatelského programu a parametrů i po vypnutí napájení.
- **Vstupní jednotky**
 - Převádějí signály z technologie (digitální, analogové) na data srozumitelná pro PLC.
 - Typické vstupy: Binární vstupy (např. tlačítka, koncové spínače).
Analogové vstupy (např. senzory teploty, tlaku, průtoku).
- **Výstupní jednotky**
 - Převádějí řídicí signály z PLC do formy potřebné pro ovládání technologie.
 - Typické výstupy: Binární výstupy (např. relé, stykače).
Analogové výstupy (např. regulační ventily).
- **Komunikační rozhraní**
 - Zajišťuje komunikaci mezi PLC a dalšími zařízeními (jiné PLC, HMI panely).
 - Typická rozhraní: Ethernet (TCP/IP, Profinet, Modbus TCP)
Sériové linky (RS-232, RS-485, Profibus)
- **Napájecí jednotka**
 - Zajišťuje elektrickou energii pro provoz PLC a připojených modulů.
 - Obvykle 24 V DC.
- **Interní sběrnice**
 - Slouží k propojení jednotlivých částí PLC (CPU, vstupy/výstupy, paměti a komunikační moduly).
 - Umožňuje rychlý přenos dat mezi moduly.
- **Celkově je architektura PLC navržena tak, aby byla:**
 - Modulární – možnost rozšíření systému o další moduly.

- Spolehlivá – navržena pro průmyslové prostředí s vysokými požadavky na odolnost vůči rušení.
- Flexibilní – snadná úprava konfigurace a parametrů podle potřeby aplikace.

1.3 Typy PLC dle velikosti a nasazení

Programovatelné automaty (PLC) lze dělit podle velikosti, rozsahu aplikace a způsobu využití v průmyslu. Jednotlivé typy PLC se liší výkonem, rozšiřitelností a počtem vstupů/výstupů.

Dělení PLC dle velikosti:

- Mikro PLC
 - Kompaktní, malé a ekonomicky výhodné systémy.
 - Počet vstupů/výstupů obvykle do 32.
 - Používají se pro jednoduché automatizační úlohy (např. řízení malých strojů, automatické dveře, osvětlení). [3]



Obrázek 2 Programovatelné relé – firma TECO [3]

- **Kompaktní PLC**

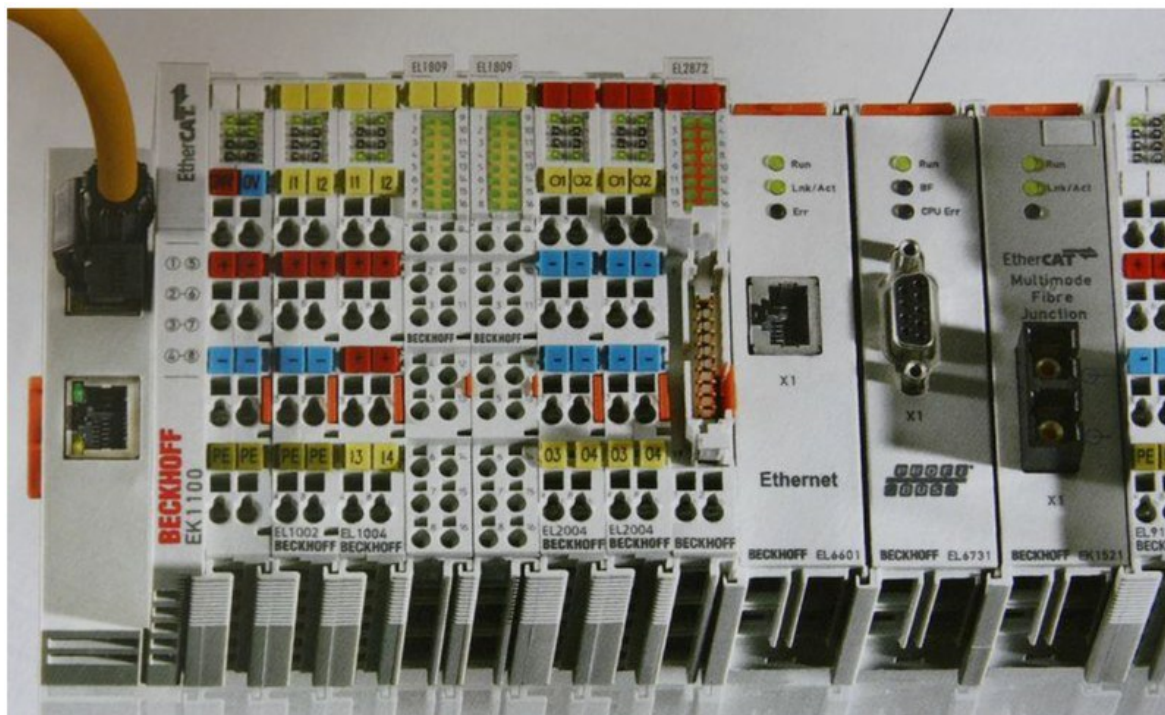
- obsahuje v jednom modulu analogové a digitální vstupy/výstupy a základní rozhraní pro komunikaci s uživatelským PC [3]
- Počet vstupů a výstupů typicky do 128.
- Využití ve středně složitých aplikacích (např. menší výrobní linky, balicí stroje, manipulátory).



Obrázek 3 Kompaktní PLC – firma SIEMENS [3]

- **Modulární PLC**

- Skládají se ze základní jednotky (CPU) a volitelně připojených rozšiřujících modulů.
- Počet vstupů/výstupů je snadno rozšiřitelný, často až do tisíců.
- Používají se pro složité aplikace a rozsáhlé technologické celky (výrobní linky, automatizované provozy, energetické řídicí systémy).



Obrázek 4 Modulární koncepce PLC – firma BECKHOFF [3]

Typické příklady nasazení různých typů PLC:

- **Mikro PLC** – řízení osvětlení, ovládání rolet, malé čerpadlové stanice.
- **Kompaktní PLC** – automatické výrobní stroje, balicí zařízení, malé výrobní linky.
- **Modulární PLC** – komplexní výrobní linky, automatizace automobilového průmyslu, energetické systémy, robotizované pracoviště.

Díky široké škále dostupných PLC je možné přesně přizpůsobit výběr řídicího systému potřebám konkrétní aplikace, od jednoduchých a nenáročných úloh až po komplexní a rozsáhlé technologické systémy. [3]

1.4 Funkční prvky PLC

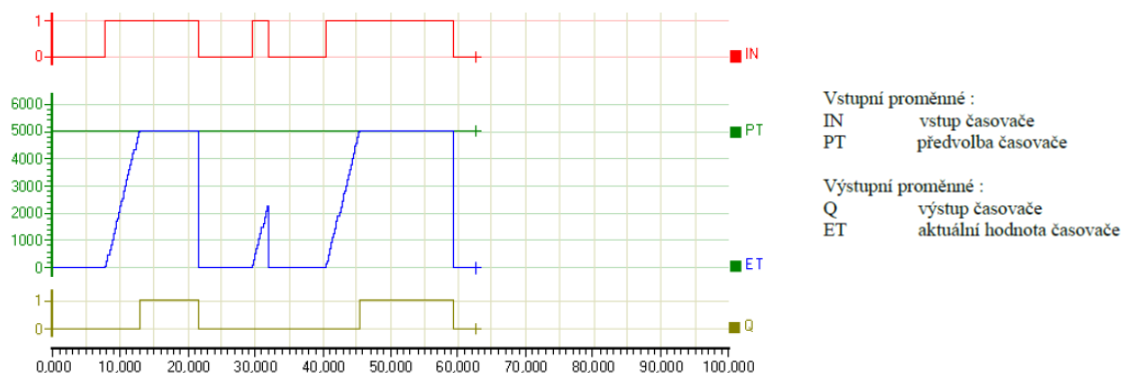
Funkční prvky PLC představují speciální interní komponenty, které umožňují realizovat různé druhy logického a regulačního řízení technologických procesů. Jedná se především o tyto skupiny prvků [4]:

- **Časovače (Timers)**
 - Slouží ke generování časových prodlev nebo impulzů, jejichž délka je definována uživatelem.

– Příklady použití z reálných aplikací: zpoždění rozběhu motorů, časové řízení světelné signalizace nebo časově omezené spuštění čerpadel.

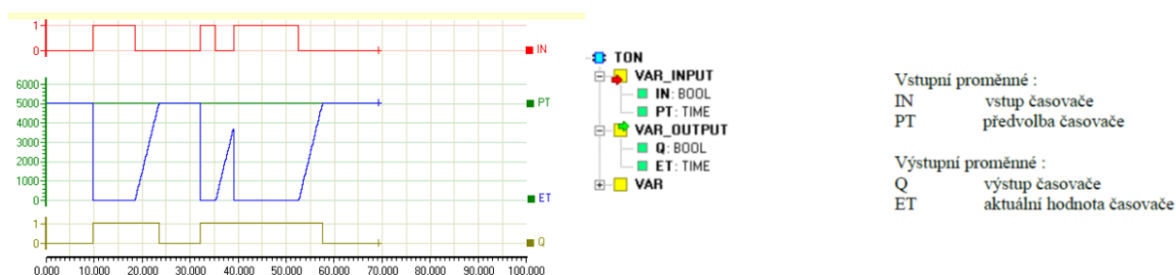
– Typy časovačů:

- TON (Timer On Delay) – zapnutí výstupu po uplynutí definované doby od aktivace vstupu.



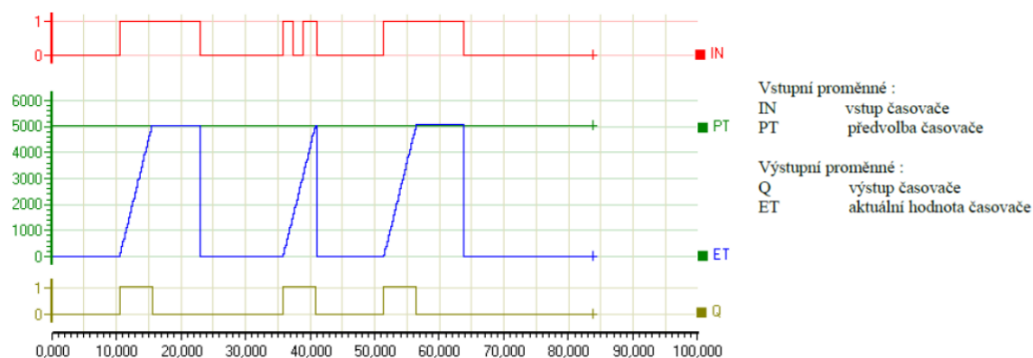
Obrázek 5 Funkční blok TON [4]

- TOF (Timer Off Delay) – výstup se vypne až po uplynutí nastavené doby od deaktivace vstupu.



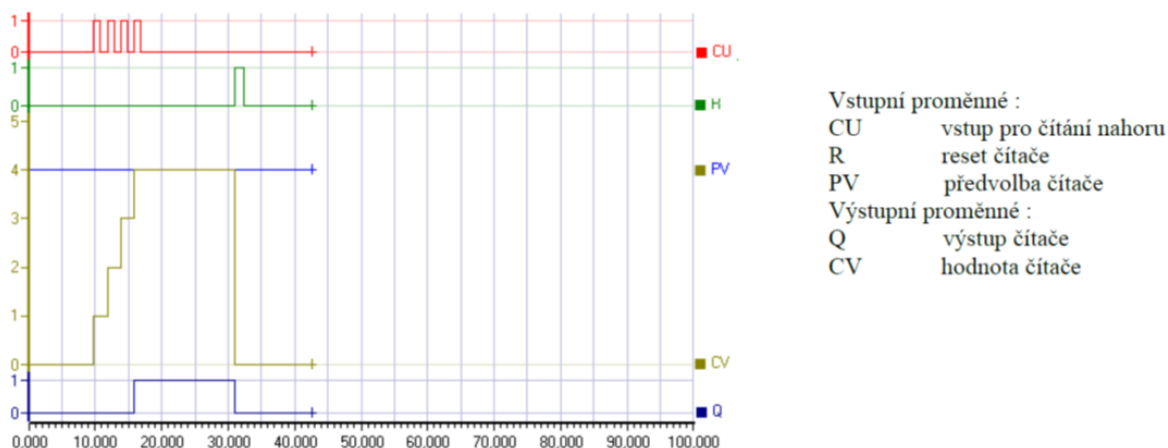
Obrázek 6 Funkční blok TOF [4]

- TP (Timer Pulse) – generuje impuls o definované délce po aktivaci vstupu.



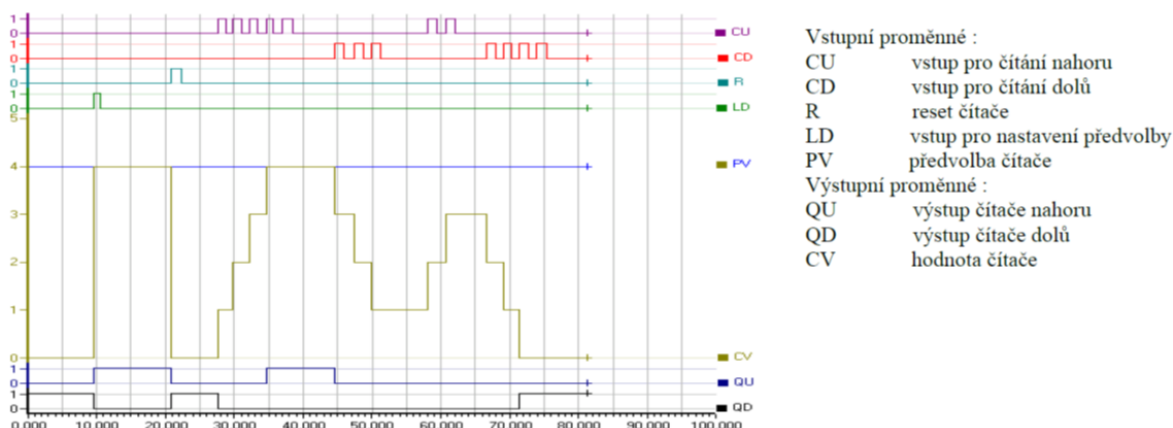
Obrázek 7 Funkční blok TP [4]

- RTO (Retentive Timer On) – časovač, který si pamatuje aktuální čas i po ztrátě signálu.
- **Čítače (Counters)** – Prvky určené k počítání impulsů a stavů vstupních signálů.
 - Využívají se např. pro počítání výrobků na dopravníku, cyklů zařízení nebo událostí.
 - Základní typy čítačů:
- CTU (Count Up) – čítá nahoru (inkrementuje stav při každém pulsu).



Obrázek 8 Funkční blok CTU [4]

- CTD (Count Down) – čítá dolů (dekrementuje stav při každém pulsu).
- CTUD (Count Up/Down) – umožňuje počítat nahoru i dolů podle směru procesu.



Obrázek 9 - Funkční blok CTUD [4]

- **Porovnávací funkce** – Slouží ke srovnávání hodnot a proměnných v programu.
Typické operace:
 - Rovnost ($=$), nerovnost ($\neq$)
 - Větší než ($>$), menší než ($<$)
 - Větší nebo rovno ($\geq$), menší nebo rovno ($\leq$)
 - Příklad použití: kontrola dosažení limitních hodnot měřených veličin (tlak, teplota, počet opakování), aktivace alarmů či indikátorů.
- **Aritmetické operace** – Zajišťují základní matematické výpočty, jako je sčítání, odčítání, násobení a dělení.
 - Časté použití v regulacích nebo přepočtech měřených hodnot (např. převod analogového signálu z čidla na reálné fyzikální hodnoty).
- Speciální funkční bloky
 - PID regulátory – umožňují přesnou regulaci veličin (teploty, tlaku, průtoku) pomocí proporcionálně-integračně-derivační regulace.
 - Sekvenční funkční bloky (SFC) – umožňují realizovat sekvenční logiku (např. postup výroby produktu nebo fázové řízení).
- Systémové registry a systémové proměnné
 - Slouží k interní diagnostice, indikaci stavu systému a uchování provozních parametrů.
 - Obsahují například:
 - Informace o chybách v systému PLC.
 - Počty cyklů PLC od restartu.
 - Stav baterie a interního času (hodiny reálného času, kalendář).

Tyto funkční prvky dávají PLC možnost komplexního řízení a regulace technologických procesů a rozšiřují jejich použití od jednoduchých logických úloh až po komplexní automatizační aplikace vyžadující pokročilé algoritmy a regulační smyčky.

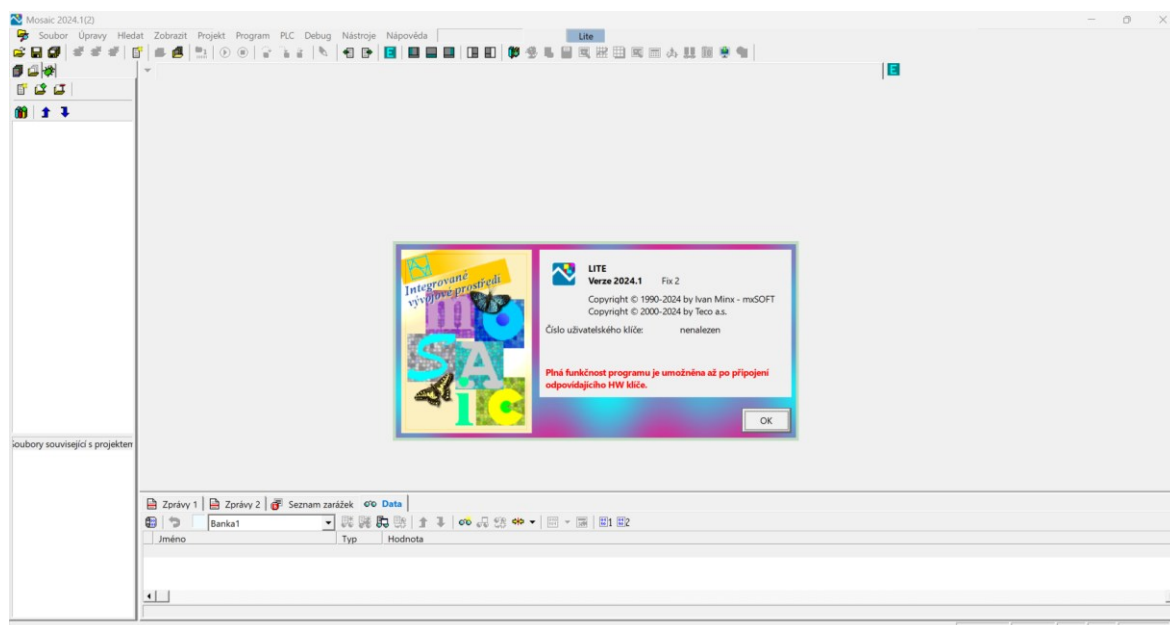
1.5 Vývojové prostředí

Vývojové prostředí pro PLC představuje specializovaný software, který umožňuje tvorbu, ladění, diagnostiku a údržbu programů pro řídicí systémy. Tyto softwarové nástroje nabízejí

širokou škálu funkcí, od jednoduchých logických operací až po komplexní řízení technologických procesů. Pro výuku a praktickou realizaci bakalářské práce jsou použity dvě konkrétní vývojová prostředí, MOSAIC pro PLC Tecomat Foxtrot a TIA Portal pro PLC Siemens SIMATIC S7-1200.

1.5.1 Mosaic

Mosaic je integrované vývojové prostředí od české společnosti Teco a.s., určené k programování řídicích systémů Tecomat, především řady Foxtrot. Jedná se o robustní a přitom přehledný nástroj, který umožňuje programovat ve více programovacích jazycích, díky čemuž je vhodný pro začátečníky i pokročilé uživatele.



Obrázek 10 Vývojové prostředí Mosaic [vlastní]

Hlavní vlastnosti a výhody MOSAIC:

- **Podpora více programovacích jazyků:**
 - IL (Instruction List) – podobný assembleru, určený pro zkušenější programátory.
 - LD (Ladder Diagram) – jazyk příčkových schémat, vhodný pro elektrotechniky zvyklé na reléovou logiku.
 - ST (Structured Text) – jazyk strukturovaného textu podobný C, umožňuje psát složitější algoritmy.

- FBD (Function Block Diagram) – blokové schéma vhodné pro řízení technologických procesů pomocí funkčních bloků [5].
- **Editor projektu:**
 - Stromová struktura projektu pro přehlednost.
 - Možnost rozdělení programu do více souborů.
 - Integrovaný editor proměnných.
- **Diagnostika a ladění:**
 - Online režim – umožňuje sledovat stav proměnných, vstupů a výstupů v reálném čase.
 - Break-pointy a krokování – usnadňují hledání chyb a ladění programu.
 - Sledování hodnot – grafické i tabulkové zobrazení průběhů signálů.
- **Konfigurace hardwaru:** Snadné nastavení CPU, vstupních/výstupních modulů a komunikačních kanálů.
- **Podpora vizualizace a HMI:**
 - Možnost přímé integrace s nástrojem WebMaker, který umožňuje vytvářet webové vizualizace.
 - Přes WebMaker lze ovládat celý proces přes běžný webový prohlížeč.
- **Další výhody:**
 - Kompletně v češtině (vhodné pro školní výuku).
 - Volně dostupná verze pro nekomerční použití.
 - Rozsáhlá dokumentace a příklady aplikací.

Využití v praxi

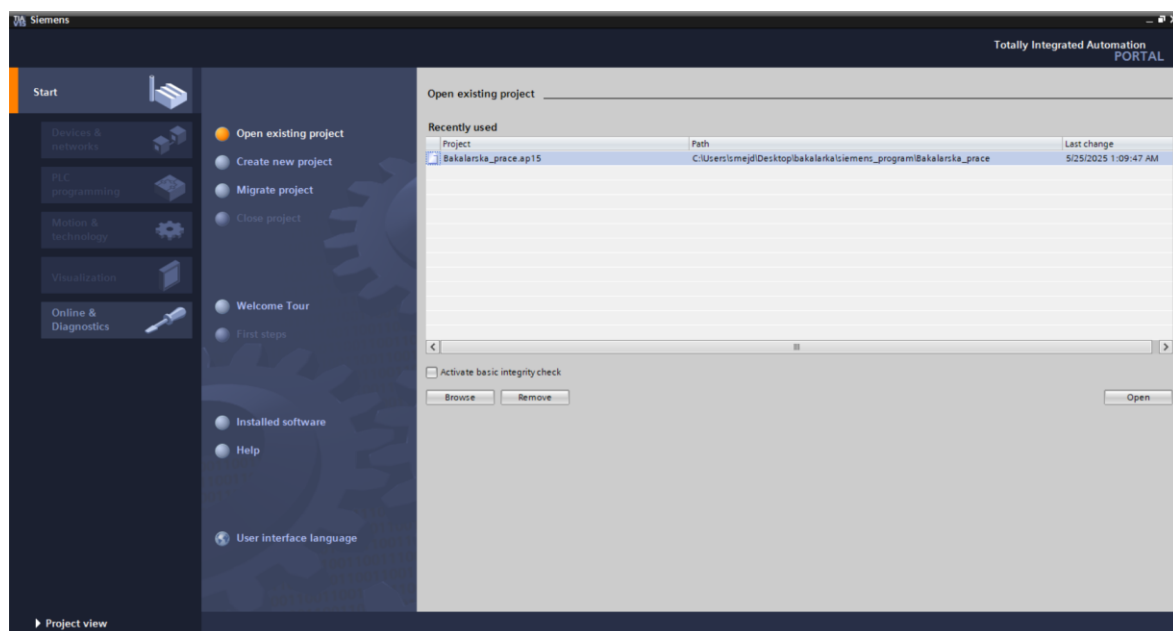
V rámci bakalářské práce bylo prostředí MOSAIC použito k úpravě a rozšíření programu pro řízení modelu továrny FischerTechnik. V projektu byl využit k:

- automatickému režimu provozu,
- opravám původního kódu,
- rozšíření vizualizace ve WebMakeru.

Díky své modularitě, přehlednému rozhraní a lokalizaci do češtiny je MOSAIC ideální volbou pro výuku PLC systémů na českých školách i pro menší a středně velké průmyslové aplikace[5].

1.5.2 TIA Portal

TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) je integrované vývojové prostředí společnosti Siemens, určené pro programování, konfiguraci a správu automatizačních projektů v rámci jednoho systému [25]. Umožňuje práci s PLC jednotkami SIMATIC, HMI panely, decentralizovanými periferiemi, pohony a dalšími zařízeními propojenými do jednoho projektu.



TIA Portal podporuje programování podle normy IEC 61131-3 (International Electrotechnical Commission), která definuje několik jazyků pro průmyslové řízení – zejména LAD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram) a ST (Structured Text) [7]. Tyto jazyky umožňují vytvářet jak přehledné logické vazby, tak složitější algoritmy s využitím funkcí, podmínek a smyček.

Vývojové prostředí poskytuje moderní nástroje jako je Device View pro konfiguraci zařízení, přehlednou správu proměnných (tags), integrovanou správu datových typů, sledování proměnných v reálném čase a podporu simulace programu [6].

Mezi hlavní funkce TIA Portalu patří:

- integrace PLC, HMI a komunikace do jednoho projektu,
- simulace programu pomocí nástroje PLCSIM,
- tvorba HMI obrazovek ve stejném projektu,
- sledování a ladění signálů pomocí Watch Tables a Traces,
- podpora komunikace přes PROFINET, Modbus TCP a další protokoly [8].

TIA Portal je v současnosti považováno za průmyslový standard. Jeho využití ve výuce přináší studentům zkušenost s prostředím, které odpovídá reálné praxi v průmyslové automatizaci [25]. Oproti prostředí Mosaic (používanému pro systémy Tecomat) je robustnější, nabízí širší funkce, ale klade vyšší nároky na uživatelské zaškolení a orientaci v projektu.

1.6 Použité PLC

V této práci byly použity dva různé typy programovatelných automatů (PLC), které slouží k řízení technických zařízení. Každý z nich má své vlastní vývojové prostředí a způsob nastavení. Díky tomu bylo možné si vyzkoušet různé přístupy k programování i propojení s modelem továrny. Oba systémy jsou běžně používané ve školách i v praxi a umožňují dobře ukázat, jak automatizace funguje.

1.6.1 Použité PLC systém Tecomat Foxtrot

- Výrobce: Teco a.s., Česká republika
- Centrální jednotka: Tecomat CP-2005
- Použité moduly:
 - IB-1301 – univerzální vstupní modul
 - OS-1401 – univerzální výstupní modul
- Vývojové prostředí: Mosaic
- Programovací jazyky: IL, ST, FBD, LD (IEC 61131-3)
- Komunikace: Ethernet TCP/IP, sběrnice CIB, podpora Modbus TCP

- Vlastnosti:
 - Integrovaný webový server
 - Možnost tvorby HMI rozhraní přes WebMaker
 - Vhodný pro výuku i demonstrační automatizované úlohy [9]



Obrázek 11 Tecomat CP-2005 [10]

1.6.2 Použité PLC systém Siemens SIMATIC

- Výrobce: Siemens AG, Německo
- Centrální jednotka: SIMATIC S7-1200 (CPU 1214C)
- Použité rozšiřující moduly:
 - 2x SM1221 – 16 digitálních vstupů (16DI)
 - 2x SM1222 – 16 digitálních výstupů (16DO)
- Vývojové prostředí: TIA Portal V18
- Programovací jazyky: LAD, FBD, ST (IEC 61131-3)
- Komunikace: PROFINET, Modbus TCP
- Vlastnosti:
 - Kompaktní a rozšiřitelný systém

- Možnost připojení HMI panelu
- Vhodný pro reálné průmyslové nasazení i výuku [11]



Obrázek 12 SIMATIC S7-1200 (CPU 1214C) [12]

2 MODELÝ REÁLNÝCH ZAŘÍZENÍ POUŽÍVANÉ PRO VÝUKU PROGRAMOVÁNÍ PLC

Vzdělávání v oblasti automatizace a programování PLC se neobejde bez vhodných výukových pomůcek, které umožní studentům propojit teoretické znalosti s praktickými dovednostmi. Modely reálných zařízení představují důležitou součást výuky, protože umožňují simulaci skutečných průmyslových procesů v bezpečném, kontrolovaném a zmenšeném měřítku.

2.1 Výukové modely a jejich význam

Výukové modely představují důležitou pomůcku při vzdělávání v oblasti automatizace a programování programovatelných logických automatů (PLC). Slouží jako zmenšené nebo simulované verze reálných zařízení, na kterých lze bezpečně a názorně demonstrovat principy průmyslového řízení. Díky nim mají studenti možnost propojit teoretické znalosti s praktickými dovednostmi v prostředí, které odpovídá reálným technologickým procesům.

Význam výukových modelů spočívá především v těchto oblastech:

- **Názornost a aktivní učení** – Modely umožňují studentům pozorovat chování řízeného systému v přímé návaznosti na naprogramovanou logiku. Tím se podporuje aktivní přístup k výuce a lepší porozumění souvislostem mezi vstupy, výstupy a řízeným procesem.
- **Bezpečné prostředí pro chyby a experimenty** – Na rozdíl od reálných provozů je u výukových modelů minimalizováno riziko poškození zařízení. Studenti mohou bez obav testovat různé přístupy a učit se z vlastních chyb.
- **Rozvoj technického myšlení a algoritmizace** – Při práci s modely se studenti učí logicky strukturovat program, vytvářet podmínky, využívat čítače, časovače a řešit poruchové situace.
- **Podpora dovedností potřebných v praxi** – Výukové modely napodobují skutečné situace z praxe, jako je manipulace s výrobky, třídění, řízení dopravníků nebo sledování stavu systému pomocí senzoriky. Tím připravují studenty na požadavky trhu práce.
- **Možnost vizualizace a propojení s HMI/SCADA** – Moderní modely umožňují nejen programování logiky, ale také vizualizaci řízených procesů pomocí HMI

panelů nebo SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systémů, což rozšiřuje znalosti studentů o oblast monitorování.

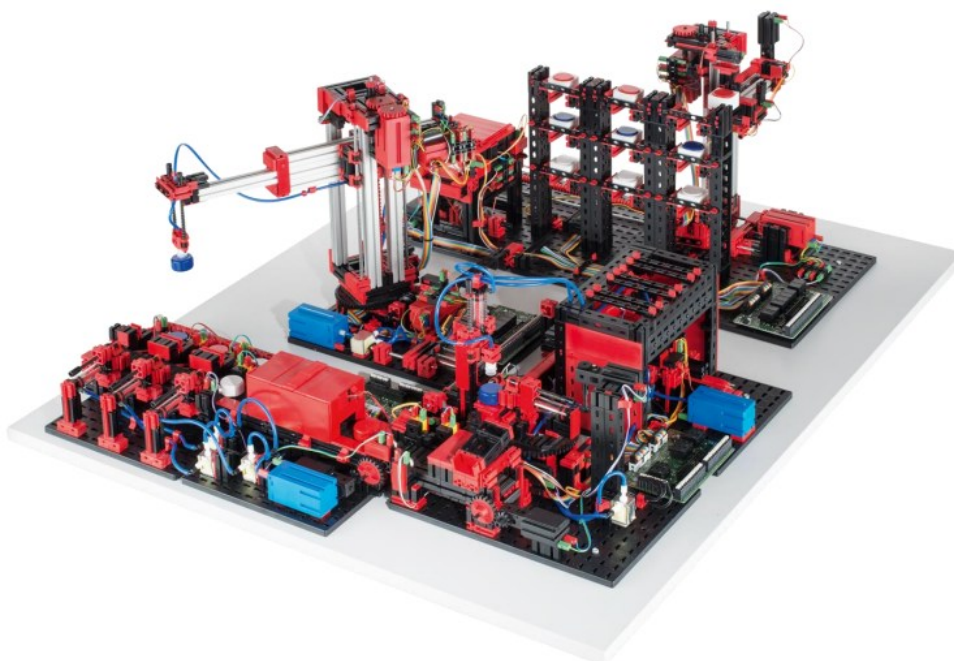
Používání výukových modelů je podporováno i v rámci školení a seminářů předních výrobců řídicích systémů, jako jsou společnosti TECO a.s., Siemens nebo Omron.

2.2 Dostupné výukové modely

Na trhu existuje široké spektrum výukových modelů, které slouží k praktickému osvojení základů i pokročilejších technik programování PLC. Výběr vhodného modelu závisí na cílech výuky, úrovni studentů a technickém zázemí školy. V této podkapitole budou představeny tři používané modely, které se liší mírou složitosti i způsobem použití – od fyzických modelů až po moderní virtuální simulátory.

2.2.1 FischerTechnik Factory Simulation

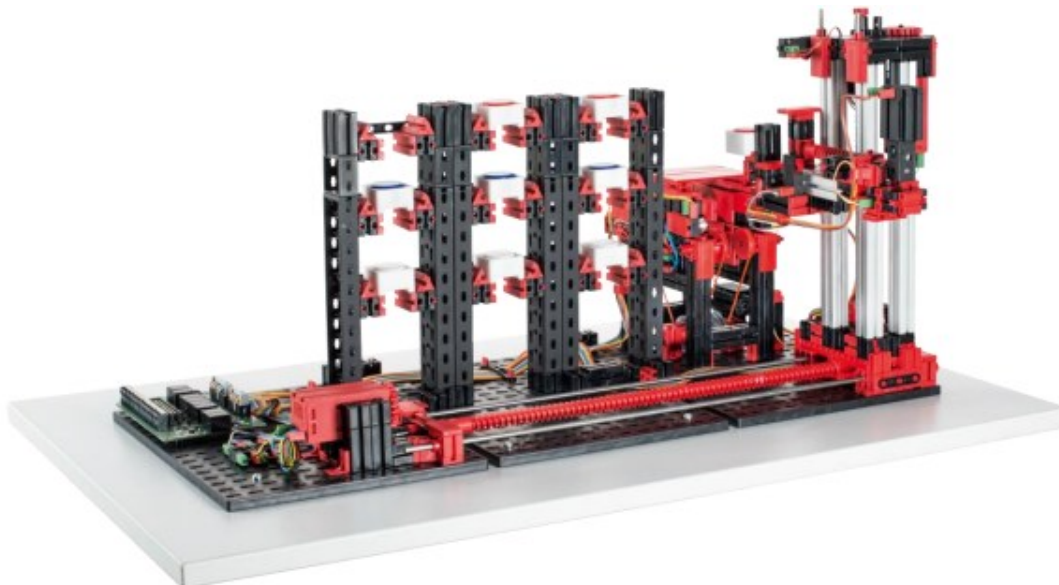
Výukový model továrny od společnosti Fischertechnik patří mezi nejpoužívanější řešení v oblasti vzdělávání v automatizaci, a to nejen na středních odborných školách, ale i na vysokých školách technického zaměření. Tento model je navržen jako kompaktní simulace výrobní linky, která je rozdělena na několik stanic reprezentujících jednotlivé fáze výrobního procesu.



Obrázek 13 Model Factory Simulation 24V [13]

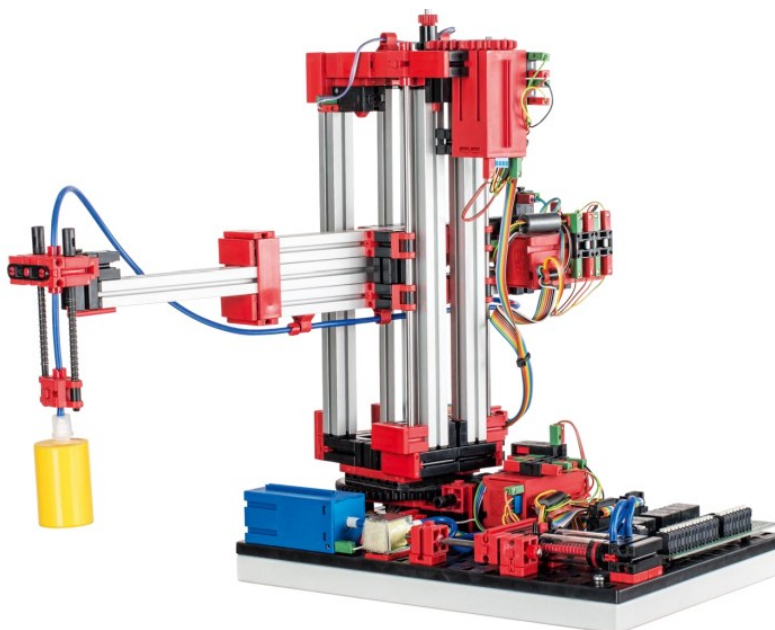
Model se nejčastěji skládá ze čtyř hlavních částí:

- **Stanice 1 – Výškový sklad:** slouží k uchovávání výrobků ve třech úrovních. Pomocí podavače vybaveného motory a enkodéry je výrobek přesunut do identifikační zóny.



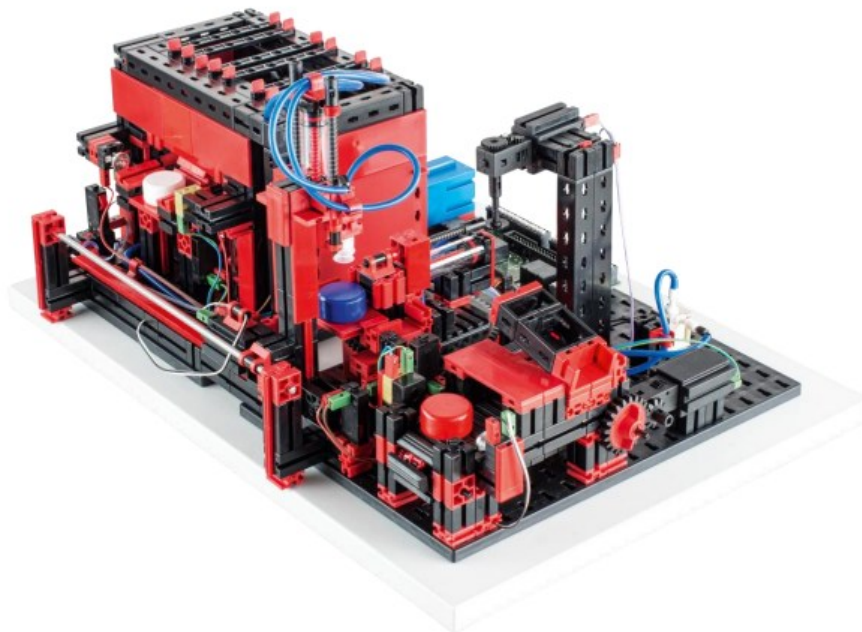
Obrázek 14 Stanice 1 – Výškový sklad [13]

- **Stanice 2 – Robotické rameno:** přesouvá výrobek z identifikační zóny do výrobní linky nebo z třídící linky zpět do skladu. Ovládá se pomocí obousměrných motorů a sacího efektoru řízeného kompresorem.



Obrázek 15 Stanice 2 – Robotické rameno [13]

- **Stanice 3 – Výrobní linka:** zahrnuje pec a řezací jednotku. Zde probíhá simulace zpracování výrobku.



Obrázek 16 Stanice 3 – Výrobní linka [13]

- **Stanice 4 – Třídící linka:** detekuje barvu výrobku a pomocí pneumatických pístů ho roztřídí podle předem definovaných pravidel.



Obrázek 17 Stanice 4 – Třídící linka [13]

Každá stanice obsahuje reálné prvky automatizace jako jsou světelné senzory, detektory barev, spínací relé, jednosměrné i obousměrné motory, enkodéry, kompresory a ventily. Celý systém je tak řízen jako plně automatizovaný celek pomocí PLC.

Výhodou modelu Fischertechnik je, že:

- umožňuje práci se skutečnými vstupy a výstupy, včetně binárních i analogových signálů,
- díky modulární konstrukci lze stanice rozšiřovat nebo měnit pořadí, což umožňuje přizpůsobit model výukovým cílům,
- má přímou návaznost na průmyslové standardy, takže studenti pracují se stejnými principy, jaké se používají v praxi.

Výrobce poskytuje k modelu i technické dokumentace, schémata zapojení a výukové materiály, které usnadňují začlenění do výuky. Oficiální dokumentace modelu Factory Simulation 24V je veřejně dostupná online [13].

Model je díky své univerzálnosti, názornosti a přehlednosti oblíbený i na českých školách například Na Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně.

2.2.2 MPS

Modular Production System (MPS) od společnosti Festo Didactic je komplexní výukový systém určený k simulaci průmyslové výroby. Každý modul (stanice) představuje konkrétní část výrobního procesu, jako je transport, montáž, kontrola kvality nebo skladování. Systém je navržen pro praktickou výuku mechatroniky, průmyslové automatizace, senzoriky a řízení.

Jednotlivé stanice lze kombinovat a postupně rozšiřovat, čímž vzniká flexibilní a modulární výrobní linka. MPS podporuje připojení různých typů PLC a integraci HMI a SCADA systémů. Propojení pneumatických, elektrických a řídicích prvků nabízí studentům reálnou zkušenost s řízením výroby.



Obrázek 18 Výukový model výrobní linky MPS od společnosti Festo [14]

Hlavní výhody systému MPS:

- modulární a škálovatelný koncept,
- využití reálných průmyslových komponent,
- vhodný pro výuku v oblasti Industry 4.0, IoT a digitalizace výroby,
- propojení s MES systémy a cloudovou analytikou.

V České republice je MPS nasazeno na řadě středních i vysokých škol jako součást výuky odborných technických předmětů. Festo nabízí i kompletní metodickou podporu, včetně softwarových balíků, digitální dokumentace a školení pedagogů [14].

2.2.3 Factory I/O

Factory I/O je moderní 3D simulátor průmyslové automatizace, který umožňuje uživatelům vytvářet, testovat a ověřovat logiku řízení výrobních systémů. Tento softwarový nástroj je navržen jako virtuální továrna, ve které mohou studenti nebo vývojáři v bezpečném prostředí programovat výrobní procesy, aniž by měli přístup k fyzickému modelu [15].

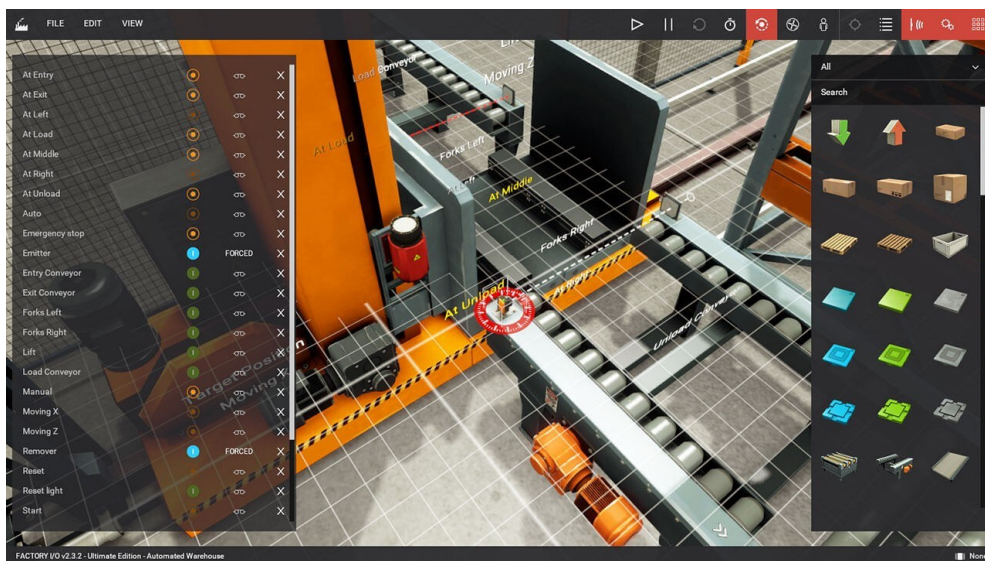


Obrázek 19 Simulace výrobní linky v prostředí Factory I/O [15]

Factory I/O umožňuje:

- sestavit 3D model výrobní linky z předdefinovaných komponent (dopravníky, senzory, písty, robotická ramena aj.),
- propojit model s reálným nebo softwarovým PLC pomocí protokolů jako Modbus, OPC UA, EtherNet/IP, S7 TCP/IP nebo Codesys [16],
- sledovat proces v reálném čase a ladit chování systému dle vytvořeného programu.

Výhodou tohoto nástroje je jeho intuitivní prostředí, které usnadňuje začátečníkům pochopení logiky řízení. Vizuální stránka modelů napomáhá nejen při výuce, ale i při tvorbě prezentačních nebo výukových materiálů [15].



Obrázek 20 Uživatelské rozhraní ve Factory I/O [15]

Tento nástroj je vhodný jak pro prezenční, tak pro distanční výuku, protože umožňuje plnohodnotnou simulaci bez potřeby fyzických komponent. Díky tomu ho využívají technické školy i školící centra po celém světě [15].

Hlavní přínosy Factory I/O:

- Nízké nároky na hardware, dostupnost i na běžných počítačích,
- okamžité vizuální ověření funkčnosti logiky,
- rozšiřitelnost a aktualizace prostřednictvím balíčků a licencí,
- vhodné i pro výuku principů Průmyslu 4.0 a digitálního dvojčete [16].

2.3 Příklady výuky PLC na školách a ve firmách

Výuka programování PLC je dnes standardní součástí technického vzdělávání na středních odborných školách, vyšších odborných školách i vysokých školách technického zaměření. Zároveň je běžně začleňována do firemních školení a rekvalifikačních programů pro pracovníky v oblasti automatizace a údržby.

2.3.1 Střední školy

Výuka programovatelných logických automatů (PLC) je pevně zakotvena v odborném vzdělávání na středních školách technického zaměření. Moderní školy se v této oblasti soustředí nejen na samotné programování, ale i na praktické propojení s modely výrobních procesů, HMI, SCADA a dalšími prvky automatizační techniky. Důležitou roli hrají i volnočasové aktivity, které podporují hlubší zájem studentů o průmyslové řízení.

SPŠ strojnická Olomouc

Škola se v rámci projektu EDUgrant výrazně posunula v oblasti výuky PLC. Vytvořila moderní PLC laboratoř, která je vybavena:

- osmi žákovskými a jedním učitelským pracovištěm,
- PLC Siemens SIMATIC S7-1200,
- HMI panely a frekvenčními měniči,
- modely pro simulaci reálných výrobních procesů [17].

Kromě výuky nabízí škola také zájmový kroužek Automatizace, ve kterém studenti pracují s výukovými modely Fischertechnik a Festo a programují PLC systémy pod vedením odborného pedagoga [18].

SPŠ na Proseku, Praha

Obor Mechatronika – Průmyslová automatizace klade důraz na moderní přístup k řízení technologických celků. Studenti se učí:

- programování PLC,
- práci v prostředí CODESYS a s PLC Siemens,
- návrh a realizaci mechatronických systémů včetně řízení, pohonů a senzoriky [19].

Výuka je doplněna o vizualizační a SCADA systémy, které studentům přibližují reálné prostředí průmyslových řídicích procesů.

SPŠ Jihlava

V rámci oboru Elektrotechnika nabízí škola výuku zaměřenou na:

- programování PLC systémů,
- práci s mikrořadiči a návrh elektronických obvodů,
- integraci technologií inteligentních domácností a automatického řízení [20].

Škola disponuje moderními odbornými laboratořemi, kde se výuka opírá o praktické úlohy a simulace reálných aplikací, což zvyšuje připravenost studentů pro praxi.

ICE Industrial Services – PLC kroužky pro studenty

Firma ICE Industrial Services ve spolupráci se školami organizuje kroužky programování PLC/HMI pro studenty středních škol. Tyto kroužky probíhají během školního roku a zaměřují se na:

- programování v jazycích LD, ST, FBD, IL,
- tvorbu vizualizací pro HMI,
- propojení PLC se SQL databázemi a logiku řízení [21].

Kroužky probíhají v sídle společnosti ve Žďáru nad Sázavou a jsou vedeny odborníky z praxe. Studenti tak mají možnost seznámit se s nejnovějšími trendy a technologiemi v oblasti průmyslové automatizace.

SPŠ Tábor

Škola pořádá kroužek Praktická elektronika a kybernetika, který zahrnuje:

- práci s PLC a mikrokontroléry,
- stavbu elektronických obvodů,
- základy řízení technologických procesů [22].

Kroužek je otevřen nejen pro studenty elektrotechnických oborů, ale i pro ostatní zájemce o techniku.

2.3.2 Univerzitní prostředí

Programování PLC je nedílnou součástí výuky na technických univerzitách v České republice. Studenti si osvojují jak teoretické základy logického řízení, tak i praktické dovednosti při programování reálných i simulovaných úloh. Výuka se liší podle zaměření školy, dostupné techniky a spolupráce s průmyslovými partnery.

Na **ČVUT v Praze** (Fakulta strojní) probíhá výuka formou projektů, kde studenti navrhují řídicí programy pro výrobní modely (např. Fischertechnik). Využívají se i digitální simulace pomocí softwaru Siemens NX, které nahrazují nebo doplňují práci s fyzickými zařízeními [23]. Fakulta elektrotechnická nabízí předmět zaměřený na propojení PLC a robotiky, kde studenti navrhují vlastní řídicí aplikace a kombinují automaticky generovaný a ručně psaný kód [24].

VUT v Brně učí PLC na více fakultách. Na Fakultě strojního inženýrství studenti získají základy programování, konfigurace a práce s různými typy automatů. Součástí výuky je i tvorba jednoduchých vizualizací [25]. Na Fakultě elektrotechniky se výuka zaměřuje na složitější aplikace, optimalizaci řídicího kódu, práci s daty a komunikaci mezi zařízeními [26].

ZČU v Plzni poskytuje výuku jak na Fakultě aplikovaných věd, tak na Fakultě elektrotechnické. Studenti se učí navrhovat řídicí systémy, vytvářet uživatelská rozhraní a pracovat s průmyslovými komunikačními protokoly [27]. FEL ZČU organizuje i praktické workshopy – např. s platformou Beckhoff a pohybovým systémem XPlanar [28].

Na **VŠB – TU Ostrava** se výuka soustředí na PLC od firmy Siemens. Studenti postupně přecházejí od jednodušších úloh k rozsáhlejším projektům, kde řeší celé řízení – od návrhu

až po vizualizaci. V pokročilejších kurzech se seznamují i s řídicími systémy pro větší technologické celky [29].

UTB (Univerzita Tomáše Bati) ve Zlíně nabízí kurz zaměřený na programování PLC, ve kterém se studenti naučí základní principy řízení, práci s různými typy automatů (např. Tecomat) a tvorbu jednoduchých vizualizačních aplikací. Výuka probíhá v laboratořích s fyzickými sestavami i softwarovými simulacemi [30].

2.3.3 Školení nabízená společností TECO A.S.

Společnost TECO a.s. nabízí prostřednictvím programu Teco Academy odborná školení zaměřená na systémy Tecomat. Kurzy probíhají prezenčně v Kolíně i online formou a jsou určeny pro:

- učitele technických škol,
- studenty odborných oborů,
- začínající i pokročilé programátory.

TECO
Advanced Automation

Úvod Katalog produktů Řešení Ke stažení Podpora Reference O společnosti Kontakty CZ

Teco Support
Teco Academy
Semináře a školení
Výstavy a jiné akce

Semináře a školení

Pokud Vás zajímají produkty Teco, máte možnost využít z některého ze seminářů a školení. Jednotlivé akce pravidelně vypisujeme, proto sledujte náš kalendář akcí.

Před přihlášením na kurs se musíte nejprve zaregistrovat na portálu Teco. Zaregistrovaná osoba nemusí být účastník kursu, může to být osoba odpovědná za přihlašování osob z firmy. A zaregistrovaná osoba může přihlásit sebe i další účastníky ze stejné firmy. Před absolvováním kursu budou zaregistrovaným přístupny potřebné dokumenty a odkazy, po absolvování materiály ze školení.

KALENDÁŘ AKCÍ

MAY 2025						
MO	TU	WE	TH	FR	SA	SU
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

NADCHÁZEJÍCÍ UDÁLOSTI

TECOMAT TC800 - ÚVOD DO SYSTÉMU
11. June 2025 09:00 do 16:00 | Školení
Souhrn: Úvodní školení do systému Tecomat TC800.

TECOMAT FOXTROT, CFOX, RFOX - ÚVOD DO SYSTÉMU
9. September 2025 09:00 do 10. September 2025 16:00 | Školení
Souhrn: Úvodní školení do systému Tecomat Foxtrot, Cfox a Rfox a jeho programování v prostředí Mosaic.

TECOMAT FOXTROT, CFOX, RFOX - ÚVOD DO SYSTÉMU
4. November 2025 09:00 do 5. November 2025 16:00 | Školení
Souhrn: Úvodní školení do systému Tecomat Foxtrot, Cfox a Rfox a jeho programování v prostředí Mosaic.

Obrázek 21 Nabídka školení a seminářů společnosti Teco a.s. [31]

Základní školení (2 dny):

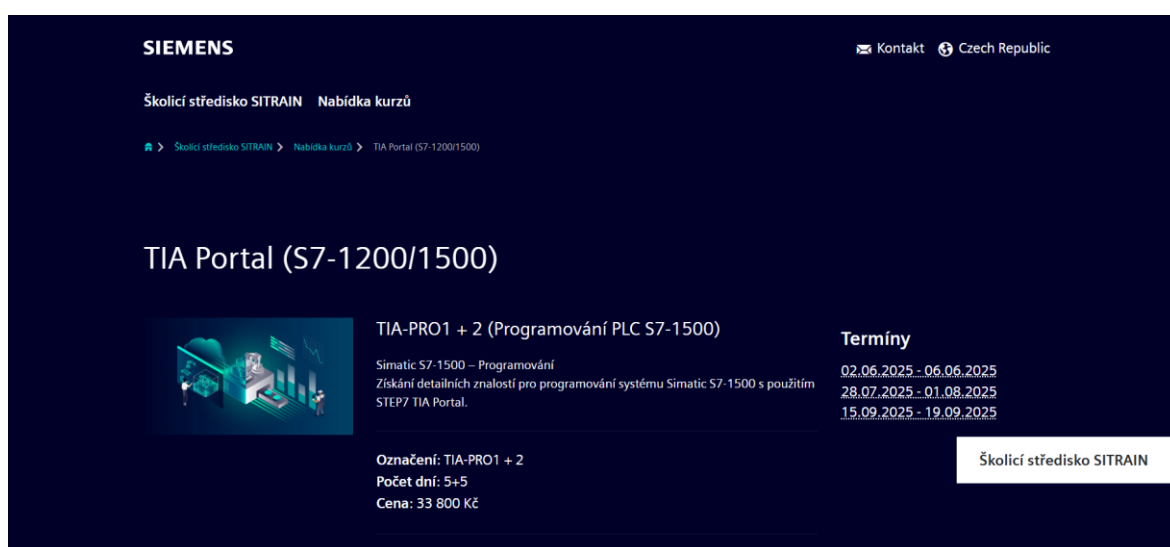
- Seznámení s PLC Tecomat Foxtrot, CFox a RFox.
- Základy programování v prostředí Mosaic.
- Tvorba logiky, knihoven, vizualizace a webového rozhraní.

Specializovaná školení:

- Automatizace budov s využitím sběrnice CIB.
- Měření a regulace.
- Řízení fotovoltaických systémů a nabíjecích stanic elektromobilů.[31]

2.3.4 Školení nabízená společností SIEMENS S.R.O.

SITRAIN – Digital Industry Academy je oficiální vzdělávací platforma společnosti Siemens s.r.o., která nabízí školení pro oblast průmyslové automatizace, digitalizace a řízení výroby.



SIEMENS Kontakt Czech Republic

Školící středisko SITRAIN Nabídka kurzů

Školící středisko SITRAIN Nabídka kurzů TIA Portal (S7-1200/1500)

TIA Portal (S7-1200/1500)

TIA-PRO1 + 2 (Programování PLC S7-1500)

Simatic S7-1500 – Programování
Získání detailních znalostí pro programování systému Simatic S7-1500 s použitím STEP7 TIA Portal.

Termíny
02.06.2025 - 06.06.2025
28.07.2025 - 01.08.2025
15.09.2025 - 19.09.2025

Označení: TIA-PRO1 + 2
Počet dní: 5+5
Cena: 33 800 Kč

Školící středisko SITRAIN

Obrázek 22 Nabídka školení programování PLC S7-1500 [32]

Dostupné formáty školení:

- **SITRAIN access** – digitální vzdělávání formou online kurzů dostupných 24/7.
- **SITRAIN open** – bezplatné online semináře a videa s odborným obsahem.
- **SITRAIN personal** – prezenční nebo online kurzy vedené lektory (ve školících centrech nebo na míru).

Školení pokrývá tato témata:

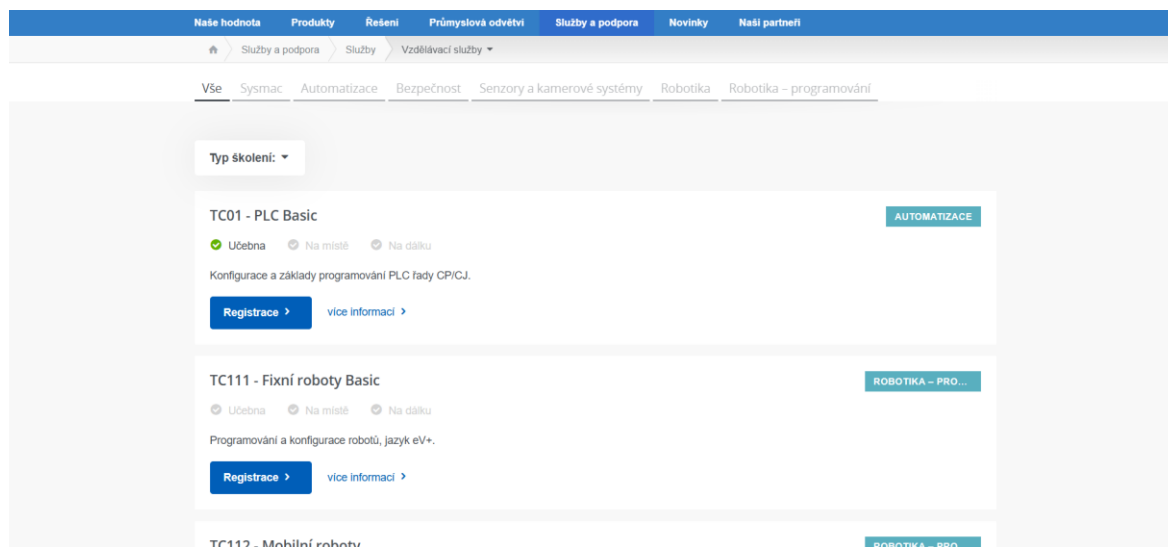
- Automatizační systémy a PLC (např. SIMATIC S7-1200/S7-1500).
- Vizualizační systémy a HMI (např. WinCC).
- Průmyslové komunikace. (např. Srovnání průmyslový ethernet a ethernet).

Využité prostředky:

- Online výukové portály s přístupem ke kurzům v několika jazycích.
- Možnost získat certifikát po absolvování kurzu.[32]

2.3.5 Školení nabízená společností OMRON INDUSTRIAL AUTOMOTION

Společnost Omron nabízí odborná školení prostřednictvím svého technického týmu, která jsou určena pro zákazníky využívající produkty a řešení Omron Industrial Automation.



Obrázek 23 Nabídka školení OMRON [33]

Obsah školení dle oficiální nabídky zahrnuje:

- **Bezpečnost strojů** – bezpečnostní témata v souladu s platnou evropskou legislativou.
- **Řízení pohybu (Motion)** – konfigurace servopohonů a motion jádro systému.
- **Strojové vidění (Vision)** – školení na práci s kamerovými systémy.
- **Robotika** – nasazení průmyslových robotů Omron (SCARA, Delta a kolaborativní roboty), včetně programování a bezpečnostních aspektů.

Formy školení:

- **Učebna** – V prostorách společnosti Omron.
- **Na dálku** – Školení probíhá přes internet.
- **Na místě** – dle potřeb zákazníka (včetně školení přímo na místě instalace).[33]

3 VIZUALIZAČNÍ NÁSTROJE A HMI SYSTÉMY

Při programování a nasazení PLC je důležitou součástí celého systému také vizualizace technologického procesu. Vizualizace umožňuje uživateli sledovat aktuální stav zařízení, zadávat parametry nebo reagovat na chybové hlášky.

3.1 Webmaker

WebMaker je vizualizační nástroj vyvíjený společností TECO a.s., který umožňuje vytvářet webová uživatelská rozhraní pro ovládání a monitoring systémů Tecomat Foxtrot. Slouží k vizualizaci technologických procesů v reálném čase přes běžný webový prohlížeč.

Základní vlastnosti:

- WebMaker je nainstalován přímo na PLC Tecomat Foxtrot.
- Nepotřebuje žádný externí server nebo software – běží jako integrovaný webový server.
- Uživatel může ovládat zařízení přes webový prohlížeč (Chrome, Edge atd.).
- Rozhraní je vytvořeno pomocí grafických prvků, jako jsou tlačítka, přepínače, indikátory, posuvníky nebo tabulky.

Vývoj rozhraní:

- Rozhraní se tvoří pomocí WebMaker Editoru, který generuje HTML kód.
- Konfigurace probíhá pomocí přetahování prvků a jejich parametrizace – nastavuje se název, proměnná, barva, rozsahy apod.
- Vše je propojeno s proměnnými v PLC, které jsou automaticky načteny z projektového souboru systému Mosaic.

Přístup a bezpečnost:

- Webové rozhraní je dostupné na IP adrese PLC, například <http://192.168.1.100>.
- Možnost nastavení uživatelských rolí a hesel (např. uživatel, administrátor).

Díky své jednoduchosti a přímému propojení s hardwarem je WebMaker ideální volbou pro rychlou vizualizaci bez složitých SCADA systémů.[34]

II PRAKTICKÁ ČÁST

4 ANALÝZA STAVU MODELU FISCHERTECHNIK

V úvodu praktické části bylo nezbytné provést důkladnou analýzu aktuálního stavu výukového modelu továrny značky Fischertechnik. Model tvoří čtyři navazující stanice simulující reálné výrobní prostředí: sklad s výškovými regály, robotické rameno, výrobní linku a třídící jednotku.

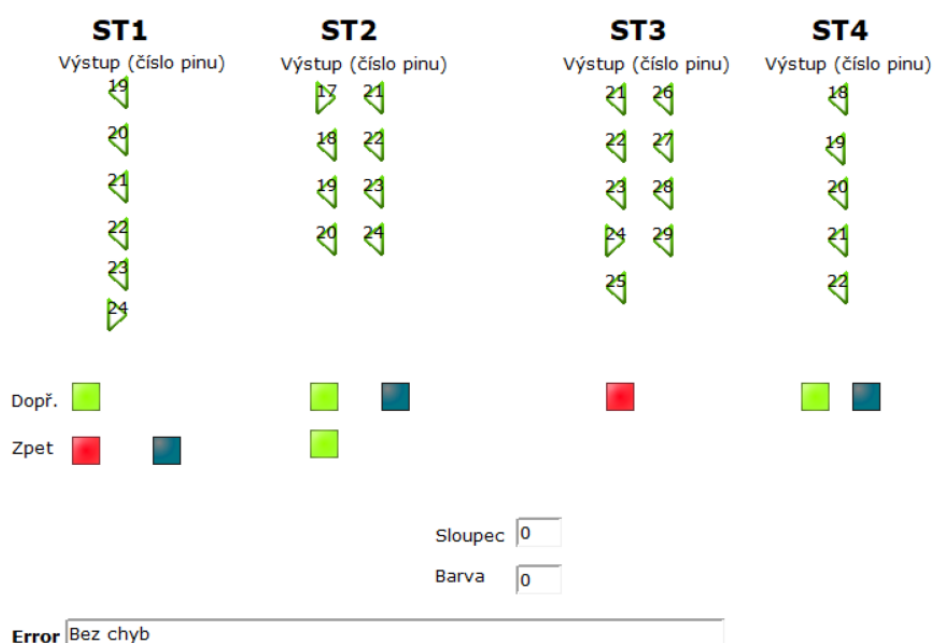
Cílem této fáze bylo:

- ověřit funkčnost všech pohonů, senzorů a akčních členů,
- prověřit správnost elektrického zapojení,
- identifikovat nefunkční nebo nestabilní části systému,

Na základě této analýzy byly stanoveny konkrétní kroky pro opravu a modernizaci systému. Výsledky jsou dále rozvedeny v následujících podkapitolách.

4.1 Kontrola funkčnosti jednotlivých komponent

V úvodní fázi bylo nutné ověřit, zda jsou všechny součásti výukového modelu technicky provozuschopné. Testování probíhalo pomocí původního rozhraní HMI vytvořeného v systému WebMaker, které umožňovalo manuální spínání jednotlivých akčních členů (motorů, ventilů, kompresorů apod.). Tento nástroj pochází z předchozí studentské práce a výrazně zjednodušil kontrolu hardwaru bez nutnosti úprav PLC programu.



Obrázek 24 Původní testovací rozhraní vytvořené ve WebMakeru [vlastní]

Funkčnost vstupních prvků (senzorů, tlačítek, fototranzistorů) byla ověřena sledováním jejich aktuálních hodnot v I/O (vstup/výstup) konfiguraci PLC. Například při aktivaci senzoru barvy docházelo ke změně hodnoty na příslušném analogovém vstupu, což potvrzovalo jeho správnou činnost.

Stanice 1 – Sklad s výškovými regály

Výstupy:

- Obousměrné motory (4 ks, 8 výstupů) byly testovány pro:
 - horizontální pojezd podél regálů,
 - vertikální zdvih podavače mezi třemi úrovněmi regálů,
 - pohyb podavače vpřed a vzad k regálové pozici.

Vstupy:

- 2 světelná čidla a 4 reléová tlačítka pro detekci přítomnosti a pozice produktu.
- 2 snímače dráhy a 2 enkodéry.

Stanice 2 – Robotické rameno

Výstupy:

- 3 obousměrné motory (6 výstupů):
 - rotační pohyb ramene,
 - vertikální posuv,
 - horizontální posuv.
- Kompresor a elektromagnetický ventil:
 - ovládání sacího váčku pro uchopení výrobku.

Vstupy:

- 3 reléová tlačítka pro bezpečnostní nebo ruční ovládání.
- 3 enkodéry (6 čítačových vstupů) pro zpětnou vazbu o poloze každého motoru.

Stanice 3 – Výrobní linka

Výstupy:

- 3 obousměrné motory (6 výstupů):
 - pohon dveří pece,
 - otočný stůl,
 - podavač.
- 2 jednosměrné motory:
 - pila,
 - dopravník.
- 4 elektromagnetické ventily.
- Kompresor a LED dioda:

Vstupy:

- 7 reléových vstupů (např. tlačítka) pro obsluhu a indikaci.
- 2 světelná čidla pro detekci pozice produktu.

Stanice 4 – Třídící linka

Výstupy:

- 1 jednosměrný motor – pohyb dopravníku.
- Kompresor a 3 elektromagnetické ventily – směřování produktu dle barvy.

Vstupy:

- 5 světelných čidel – sledování průchodu a pozice výrobku.
- 1 detektor barvy (analogový/čítačový vstup) – určení barvy produktu pro třídění.

Testování pomocí WebMakeru prokázalo funkčnost většiny komponent. Zjištěné závady a omezení jsou popsány v následující kapitole.

4.2 Propojení jednotlivých komponent s PLC

Následující tabulky uvádějí propojení jednotlivých komponent čtyř stanic modelu továrny s PLC systémy Tecomat a Siemens. Obsahují základní vstupy a výstupy, jejich funkce a přiřazené aliasy používané v řídicím softwaru.

4.2.1 Propojení stanice 1

Tabulka 1 Vstupy a výstupy pro stanici 1 [vlastní]

Č. term.	Funkce	I/O	Alias
1	Zdroj napájení (+) - akční členy	24V DC	-
2	Zdroj napájení (+) - senzory	24V DC	-
3	Zem (+)	0V	-
4	Zem (-)	0V	-
5	Spínač - horizontální osa	I1	in1_horizontal
6	Světelná závora uvnitř	I2	in1_inside
7	Světelná závora venku	I3	in1_outside
8	Spínač - vertikální osa	I4	in1_vertical
9	-	-	-
10	-	-	-
11	Enkodér imp1 - horizont. osa	B1	in1_horizontal_imp1
12	Enkodér imp2 - horizont. osa	B2	in1_horizontal_imp2
13	Enkodér imp1 - vertikální osa	B3	in1_vertical_imp1
14	Enkodér imp2 - vertikální osa	B4	in1_vertical_imp2
15	Spínač - podavač vpředu	I5	in1_cantilever_front
16	Spínač - podavač vzadu	I6	in1_cantilever_back
17	Motor - dopředný dopravník	Q1 (M1)	o1_belt_forw
18	Motor - zpětný dopravník	Q2 (M1)	o1_belt_back
19	Motor - horizont. ke skladu	Q3 (M2)	o1_motor_to_rack
20	Motor - horizont. k dopravníku	Q4 (M2)	o1_motor_to_belt
21	Motor - vertikálně dolů	Q5 (M3)	o1_motor_down
22	Motor - vertikálně nahoru	Q6 (M3)	o1_motor_up
23	Motor - podavač dopředu	Q7 (M4)	o1_cantilever_forw
24	Motor - podavač dozadu	Q8 (M4)	o1_cantilever_back

4.2.2 Propojení stanice 2

Tabulka 2 Vstupy a výstupy pro stanici 2 [vlastní]

Č. term.	Funkce	I/O	Alias
1	Zdroj napájení (+) - akční členy	24V DC	-
2	Zdroj napájení (+) - senzory	24V DC	-
3	Zem (+)	0V	-
4	Zem (-)	0V	-
5	Spínač - vertikální osa	I1	in2_vertical
6	Spínač - horizontální osa	I2	in2_horizontal
7	Spínač - rotační osa	I3	in2_rotate
8	-	-	-
9	-	-	-
10	Enkodér imp1 - vertikální osa	B1	in2_vertical_imp1
11	Enkodér imp2 - vertikální osa	B2	in2_vertical_imp2
12	Enkodér imp1 - horizont. osa	B3	in2_horizontal_imp1
13	Enkodér imp2 - horizont. osa	B4	in2_horizontal_imp2
14	Enkodér imp1 - rotační osa	B5	in2_rotate_imp1
15	Enkodér imp2 - rotační osa	B6	in2_rotate_imp2
16	-	-	-
17	Motor - vertikálně nahoru	Q1 (M0)	o2_motor_up
18	Motor - vertikálně dolů	Q2 (M1)	o2_motor_down
19	Motor - horizontálně dozadu	Q3 (M2)	o2_motor_back
20	Motor - horizontálně dopředu	Q4 (M2)	o2_motor_forw
21	Motor - rotace ve směru hod.	Q5 (M3)	o2_rotate_clock
22	Motor - rotace proti směru hod.	Q6 (M3)	o2_rotate_aclock
23	Kompresor	Q7	o2_compressor
24	Vakuum	Q8	o2_vacuum

4.2.3 Propojení stanice 3

Tabulka 3 Vstupy a výstupy pro stanici 3 [vlastní]

Č. term.	Funkce	I/O	Alias
1	Zdroj napájení (+) - akční členy	24V DC	-
2	Zdroj napájení (+) - senzory	24V DC	-
3	Zem (+)	0V	-
4	Zem (-)	0V	-
5	Spínač - otoč. stůl (poz. robot)	I1	in3_trntbl_to_vac
6	Spínač - otoč. stůl (poz. dopr.)	I2	in3_trntbl_to_belt
7	Světelná závora - konec dopravy	I3	in3_end
8	Spínač - otoč. stůl (poz. pila)	I4	in3_trntbl_to_saw
9	Spínač - robot (poz. otoč. stůl)	I5	in3_vac_to_trntbl
10	Spínač - podavač v peci	I6	in3_feeder_inside
11	Spínač - podavač ven z pece	I7	in3_feeder_outside
12	Spínač - robot (poz. pec)	I8	in3_vac_to_oven
13	Světelná závora - pec	I9	in3_oven_ready
17	Motor - otočný stůl proti směru hod.	Q1 (M0)	o3_trntbl_clock
18	Motor - otočný stůl ve směru hod.	Q2 (M1)	o3_trntbl_aclock
19	Motor - dopředný dopravník	Q3 (M2)	o3_conv
20	Motor - pila	Q4 (M3)	o3_saw
21	Motor - podavač do pece	Q5 (M4)	o3_feeder_retract
22	Motor - podavač ven z pece	Q6	o3_feeder_extend
23	Motor - robot k peci	Q7	o3_vac_to_oven
24	Motor - robot k otoč. stolu	Q8 (M5)	o3_vac_to_trntbl
25	Světlo v peci	Q9	o3_oven
26	Kompresor	Q10	o3_compressor
27	Vakuum	Q11	o3_vacuum
28	Ventil dolů	Q12	o3_lowering
29	Otevření dvířek v peci	Q13	o3_oven_door
30	Píst na otočném stole	Q14	o3_valve_feeder

4.2.4 Propojení stanice 4

Tabulka 4 Vstupy a výstupy pro stanici 4 [vlastní]

Č. term.	Funkce	I/O	Alias
1	Zdroj napájení (+) - akční členy	24V DC	-
2	Zdroj napájení (+) - senzory	24V DC	-
3	Zem (+)	0V	-
4	Zem (-)	0V	-
5	Spínač - čítač pulsů	I1	in4_pulse_count
6	Světelná závora - začátek dopr.	I2	in4_inlet
7	Světelná závora - za sen. barev	I3	in4_behind_sensor
8	Senzor barev	I4	in4_color_sensor
10	Svět. závora - bílý výrobek	I5	in4_white
11	Svět. závora - červený výrobek	I6	in4_red
12	Svět. závora - modrý výrobek	I7	in4_blue
17	Motor - pásový dopravník	Q1	o4_conv_belt
18	Kompresor	Q2	o4_compressor
19	Vakuum	Q3	o4_vacuum
20	Píst - bílý výrobek	Q4	o4_white_eject
21	Píst - červený výrobek	Q5	o4_red_eject
22	Píst - modrý výrobek	Q6	o4_blue_eject

4.3 Identifikované technické problémy

Během testování jednotlivých stanic modelu byly zjištěny následující technické problémy, které ovlivňovaly funkčnost nebo stabilitu systému:

- **Stanice 1 – Sklad s výškovými regály**
Chyběl kotouček simulující výrobek.
- **Stanice 2 – Robotické rameno**
Přísavka – při některých pokusech nedokázala dostatečně přisát k povrchu výrobku.
- **Stanice 3 – Výrobní linka**
Špatně zapojená redukce na motoru – způsobovala nefunkční pohyb zasouvacího mechanismu.
Zavírací dveře pece byly nesprávně sestavené – konstrukce nebyla v rovině, zadržovala se a nedovírala se správně.
- **Stanice 4 – Třídící linka**
Analogový senzor (detektor barvy) – nezobrazoval žádné hodnoty.
Dopravní pás byl zaseknutý a při testování se vůbec nepohyboval.

Zjištěné závady byly zdokumentovány a následně odstraněny nebo upraveny v rámci návrhu řešení, který je popsán v následující kapitole.

4.4 Návrh oprav a zprovoznění

Na základě identifikovaných technických problémů byly navrženy a realizovány následující opravy a úpravy vedoucí ke zprovoznění modelu a obnovení plné funkčnosti všech čtyř stanic:

Stanice 1 – Sklad s výškovými regály

- Byl doplněn chybějící kotouček simulující výrobek – pro jistotu bylo pořízeno více kusů pro další testování a provoz.

Stanice 2 – Robotické rameno

- Byla prodloužena doba aktivace sání přísavky, čímž došlo k minimalizaci problémů s nedostatečným uchopením výrobku.

Stanice 3 – Výrobní linka

- Redukce na motoru zasouvání výrobku do pece byla správně zapojena.

- Zavírací dveře pece byly kompletně rozebrány, znovu sestaveny a vyrovnány tak, aby nedocházelo k jejich zadrhávání nebo blokování.

Stanice 4 – Třídící linka

- Analogový senzor detekce barvy byl špatně zapojený do PLC – byl správně připojen na odpovídající analogový vstup.
- Pás dopravníku byl vyčištěn od prachu pomocí stlačeného vzduchu, čímž se obnovila jeho funkčnost.

Po provedení uvedených oprav byly všechny stanice znovu otestovány v plně manuálním režimu pomocí rozhraní WebMaker a připraveny pro další fáze řízení pomocí PLC.

5 NÁVRH A REALIZACE ŘÍZENÍ POMOCÍ PLC TECOMAT

Řízení výukového modelu továrny bylo realizováno pomocí programovatelného automatu Tecomat Foxtrot. Jako základ sloužil již vytvořený program z předchozí studentské práce (Ondřej Maliňák, 2022), který obsahoval strukturované řešení v podobě funkčních bloků pro jednotlivé stanice modelu a hlavní řídicí logiku, napsanou ve vývojovém prostředí MOSAIC.

Moje práce spočívala především v revizi, opravách a úpravách existujícího kódu tak, aby odpovídal současné konfiguraci zapojení, odstranil dříve nezachycené chyby a rozšířil možnosti ovládání modelu. V rámci implementace byly rovněž upraveny časování jednotlivých akcí, opraven chod stanice č. 3 a vylepšeny návaznosti mezi stanicemi.

Při úpravách jsem vycházel z reálného testování funkcí modelu, průběžně jsem ověřoval reakce výstupních prvků a kontroloval chování logiky v rozhraní WebMaker.

5.1 Oprava a úprava programu

Na základě provedené analýzy hardwaru a testování stávajícího programu byly provedeny úpravy původního řešení vytvořeného Ondřejem Maliňákem. Původní program byl navržen funkčně a přehledně, avšak některé části vyžadovaly opravu.

Mezi hlavní úpravy a vylepšení patřilo:

- Oprava logiky stanice 3 (výrobní linka) – byl upraven celý chod stanice tak, aby správně reagoval na vstupy a vyžívali se všechny funkce stanice.
- Úprava časování akčních členů – došlo k prodloužení impulzů pro elektromagnetické ventily kvůli zajištění jejich spolehlivého sepnutí (delší doba přisání).
- Oprava časovačů – přidáno automatické resetování po každém cyklu pro zajištění správné funkce při opakovaném spouštění.
- Zpřehlednění kódu – doplnění komentářů k jednotlivým blokům a logickým celkům pro usnadnění další údržby a ladění.

5.2 Funkční bloky pro jednotlivé stanice

Řízení každé stanice modelu bylo realizováno pomocí samostatného funkčního bloku ve vývojovém prostředí MOSAIC. Tento přístup umožňuje přehlednější strukturu programu, snadnější ladění a opětovné využití jednotlivých částí kódu.

Stanice 1 – Sklad s výškovými regály

Funkční blok zajišťuje:

- výběr konkrétní pozice v regálu (sloupec x úroveň),
- pohyb podavače do cílové pozice,
- přenesení výrobku do identifikační zóny nebo zpět do skladu,
- zajištění bezpečnostních podmínek (správné dorazy, potvrzení pozice).

Stanice 2 – Robotické rameno

Funkční blok obsahuje:

- řízení rotačního, vertikálního a horizontálního pohybu ramene,
- aktivaci přísavky pomocí kompresoru a elektromagnetického ventilu (přísavky),
- přenos výrobku z identifikační zóny do pece nebo zpět z třídící linky.

Stanice 3 – Výrobní linka

Funkční blok zajišťuje:

- otevření a zavření dveří pece,
- časované ohřátí výrobku (simulováno),
- LED osvětlení pro simulaci ohřívání,
- přesun výrobku na otočný stůl a následné řezání,
- výstup výrobku na dopravník pomocí pístu.

Stanice 4 – Třídící linka

Funkční blok provádí:

- čtení hodnoty z detektoru barvy,
- rozhodnutí o cílové třídící větvi,
- aktivace pístu,
- řízení pohybu pásu dopravníku,
- informace pro robotické rameno na návrat výrobku do skladu.

Každý funkční blok je v hlavním programu volán v závislosti na aktuálním stavu výrobku a požadované operaci. Tento přístup zajišťuje modularitu, přehlednost a možnost samostatného testování jednotlivých částí systému.

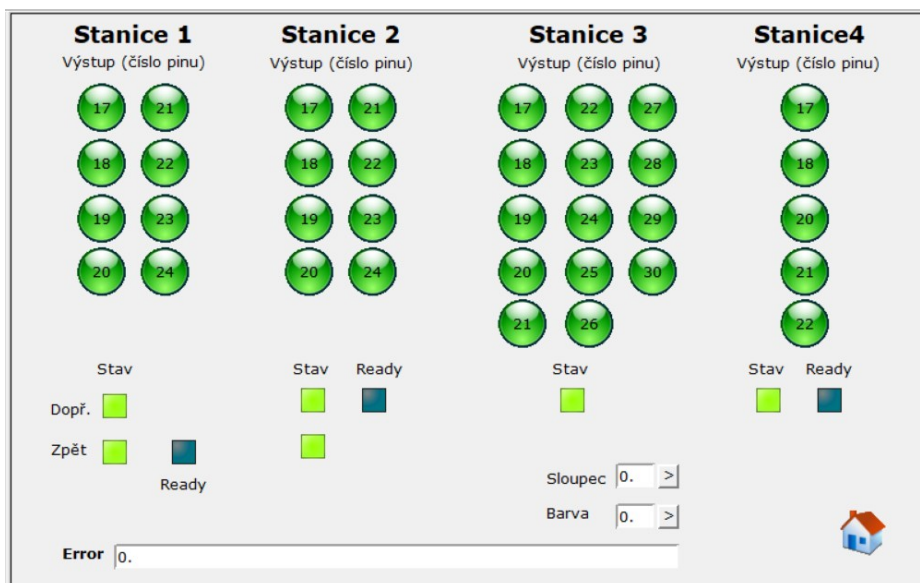
5.3 Vývoj a testování ve vývojovém prostředí Mosaic

Veškerý programový kód byl vyvíjen a upravován ve vývojovém prostředí MOSAIC, které je určeno pro programování řídicích systémů Tecomat. MOSAIC umožňuje práci v několika programovacích jazycích, přičemž v této aplikaci byly využity jazyky Instruction List (IL) a Function Block Diagram (FBD).

Pro testování byly využity následující postupy:

- Simulace funkcí v offline režimu pomocí integrovaného simulátoru – pro ověření logiky bez nutnosti připojení k reálnému zařízení.
- Online ladění – připojení k PLC přes USB/Ethernet, sledování proměnných v reálném čase, testování reakce na vstupy a výstupy.
- Diagnostické výstupy – přidání vizuálních indikátorů a pomocných proměnných do HMI rozhraní ve WebMakeru, které napomáhaly při ladění časování a správného pořadí funkcí.

Pro usnadnění testování byl využit existující ovládací panel ve WebMakeru, vytvořený původně Ondřejem Maliňákem. Tento panel umožňoval manuální spouštění jednotlivých výstupů a přehledné sledování stavu modelu. V rámci této práce byl panel doplněn o všechny výstupy a vizuálně upraven tak, aby působil přehledněji a uživatelsky komfortněji. Právě díky tomuto rozhraní bylo možné rychle detekovat chyby a efektivně ladit jednotlivé části řízení.



Obrázek 25 Rozšířené testovací rozhraní vytvořené ve WebMakeru [vlastní]

Po úpravách jednotlivých funkčních bloků a hlavní logiky řízení proběhlo testování celého programu přímo ve vývojovém prostředí MOSAIC. Testování zahrnovalo kontrolu plynulého chodu všech čtyř stanic jak při běžném provozu, tak i při vracení výrobku do skladu. Pomocí online režimu bylo možné sledovat aktuální stav proměnných, aktivaci výstupů a činnost časovačů. K ladění chování programu byl využit také nástroj GraphMaker, pomocí kterého byl sledován průchod jednotlivých proměnných v čase a jejich vzájemná návaznost. Byly odstraněny drobné chyby v přechodech mezi bloky, aby bylo dosaženo co nejlepšího a opakovaně spolehlivého chodu celé továrny.

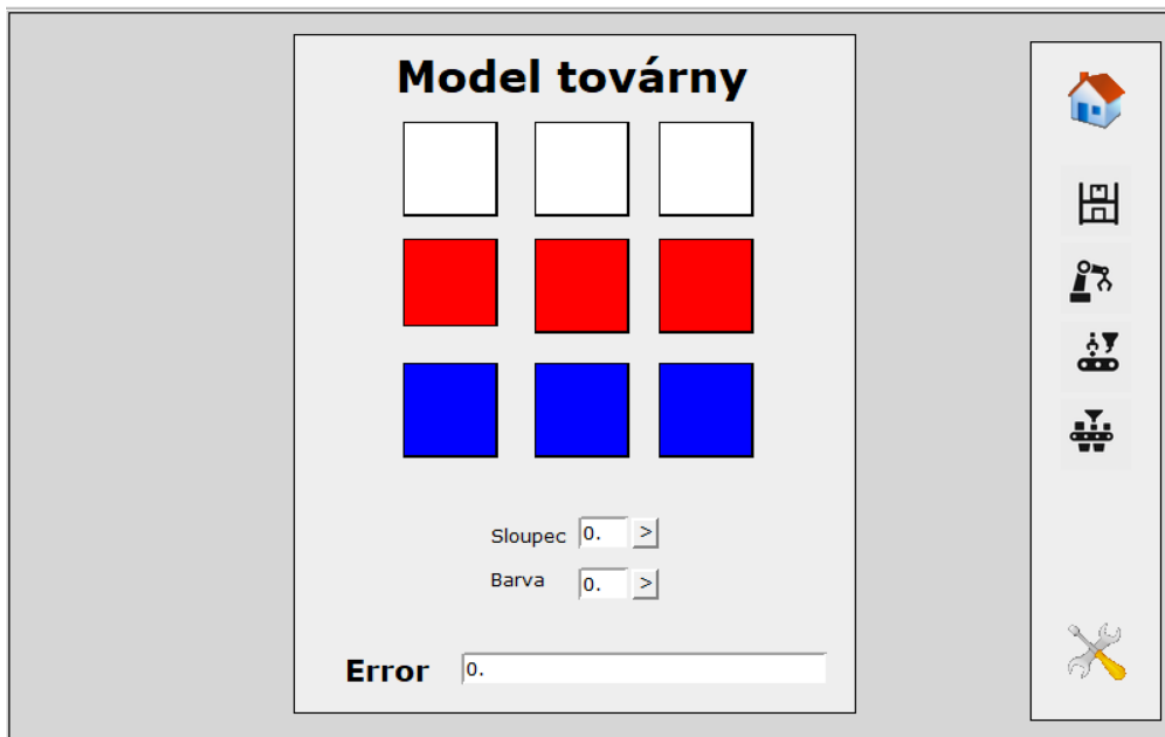
6 VIZUALIZACE A HMI V SYSTÉMU WEBMAKER

Webové rozhraní vytvořené v systému WebMaker slouží jako uživatelsky přívětivý nástroj pro testování, ladění a pozorování stavů všech čtyř stanic výukového modelu. Původní návrh vizualizace pochází z předchozí studentské práce, já jsem však do rozhraní přidal stránky, doplnil chybějící prvky, upravil vzhled a rozvržení stránek tak, aby byla práce s rozhraním přehledná a efektivní.

6.1 Vizualizace

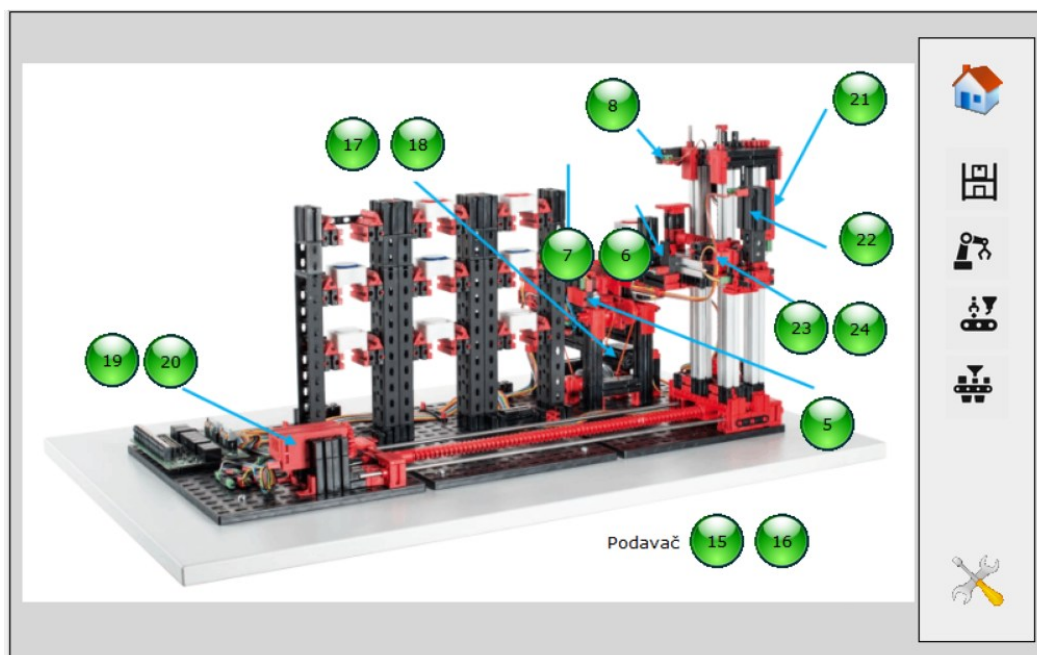
Rozhraní je rozděleno do několika tematických stránek, které jsou přístupné pomocí svislé lišty s ikonami na pravém okraji. Každá stránka představuje jednu stanici modelu nebo funkční přehled:

Main (výběr produktu) – Zobrazuje rozložení skladu s barevně rozlišenými výrobky (bílá, červená, modrá) ve formě čtverců. Výběr konkrétního výrobku je možný buď kliknutím na barevné pole, nebo ručním zadáním čísla sloupce a barvy. Ve spodní části se nachází informační řádek pro zobrazení chybových hlášení. Pravý panel slouží k přepínání mezi jednotlivými částmi vizualizace.



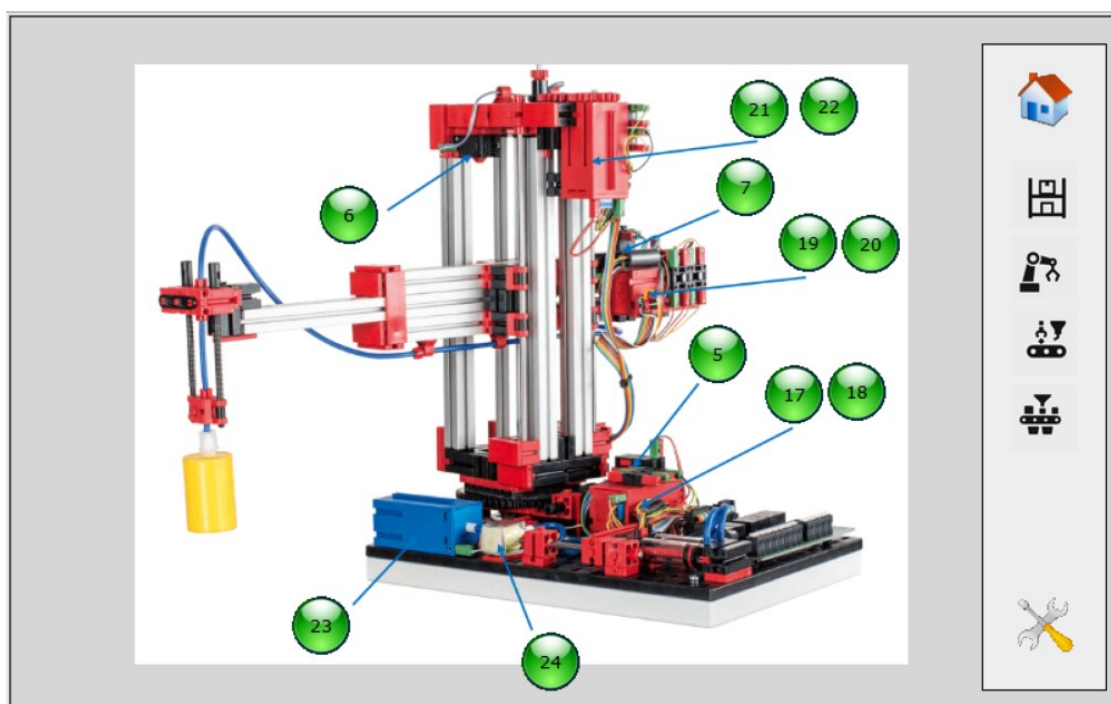
Obrázek 26 Rozhraní main [vlastní]

Stanice1 – Sklad – fotografie reálného modelu doplněná o interaktivní vstupy, výstupy jednotlivých částí, které ovládají funkčnost skladu.



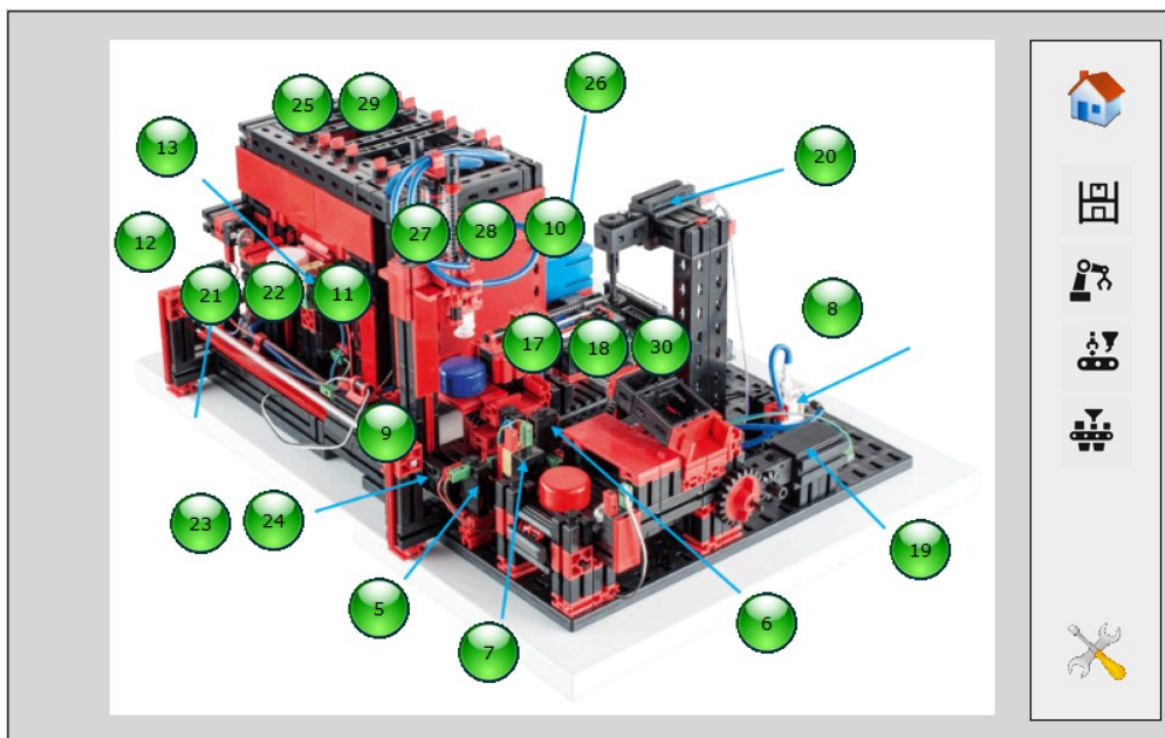
Obrázek 27 Stanice1 [vlastní]

Stanice2 – Robotické rameno – vizualizace všech výstupů akčních členů pro řízení vertikální, horizontální a rotační osy, doplněná o vstupy z enkodérů a koncových spínačů jednotlivých pohybových směrů.



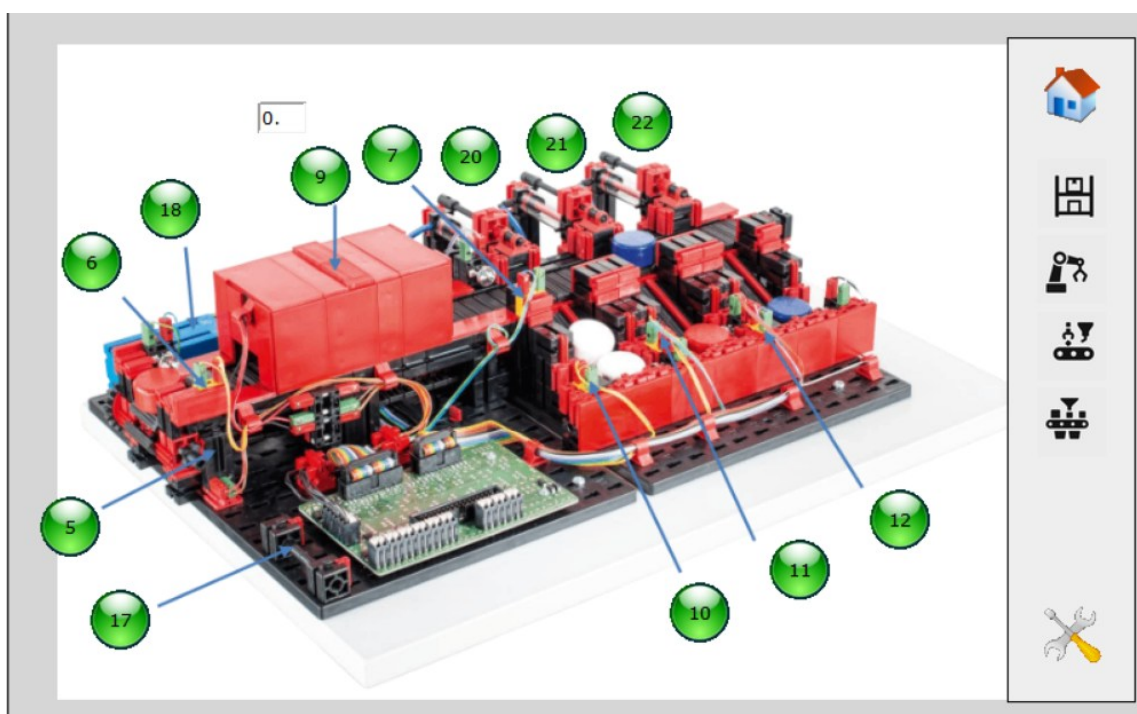
Obrázek 28 Stanice2 [vlastní]

Stanice3 – Výrobní linka – vizualizace všech akčních členů, jako je pohon dvířek, otočný stůl, pila, kompresor a LED signalizace, doplněná o vstupy ze spínačů a světelných závor.



Obrázek 29 Stanice3 [vlastní]

Stanice4 – Třídící linka – výstupy pro pohon pásu, elektromagnetické ventily pro rozdělování výrobků a diagnostika senzoru barvy.



Obrázek 30 Stanice4 [vlastní]

Testovací panel – souhrnná stránka s tlačítky pro všechny stanice a přehledem stavových indikátorů. Tento panel sloužil primárně k ladění výstupů a byl zásadním pomocníkem při oživování systému. Nyní jej lze využít pro rychlé ověření funkčnosti jednotlivých částí modelu.

6.2 Zprovoznění ovládání přes webové rozhraní

Součástí zprovoznění webového rozhraní bylo také nastavení přístupových práv ve WebMakeru. V rámci projektu byl vytvořen základní účet:

- **Uživatelské jméno:** admin
- **Heslo:** admin
- **Úroveň:** 0 (plný přístup)
- **Výchozí stránka:** Main

	Úroveň	Uživatelské jméno	Heslo	Výchozí stránka	Počet
0.	0	admin	admin	Beze jména > Main - PAGE2.XML	10
1.	-	1	1		
2.	-	2	2		
3.	-	3	3		
4.	-	4	4		
5.	-	5	5		
6.	-	6	6		
7.	-	7	7		
8.	-	8	8		
9.	-	9	9		

☐ šifrovat hesla ☒ Zobrazit hesla

OK Zrušit

Obrázek 31 nastavení přístupu [vlastní]

Tato konfigurace umožňuje okamžité přihlášení s plnými právy, což bylo vhodné pro ladění, testování a oživování systému. WebMaker zároveň podporuje definování více účtů s různými přístupovými úrovněmi, každý s vlastním uživatelským jménem, heslem a výchozí stránkou. To umožňuje později rozdělit přístupy například mezi správce, vývojáře a běžné uživatele, kterým lze omezit přístup pouze na vybrané části vizualizace.

Pro zobrazení vizualizace vytvořené ve WebMakeru stačí otevřít běžný webový prohlížeč a do adresního řádku zadat IP adresu PLC Tecomat Foxtrot, například: <http://192.168.1.50>

Počítač, tablet nebo jiné zařízení musí být připojeno do **stejné sítě jako PLC** (např. přes stejný switch nebo Wi-Fi router). Po načtení stránky se zobrazí přihlašovací obrazovka. Výchozí přihlašovací údaje byly nastaveny následovně:

- Uživatelské jméno: admin
- Heslo: admin

Po přihlášení se automaticky načte hlavní stránka vizualizace a uživatel získá plný přístup k ovládacím a diagnostickým prvkům modelu.

7 NÁVRH A REALIZACE ŘÍZENÍ POMOCÍ PLC SIEMENS

V rámci rozšíření funkčnosti výukového modelu továrny byla provedena implementace alternativního řízení pomocí PLC Siemens SIMATIC S7-1200. Cílem této části bylo ověřit možnost řízení modelu i jiným typem PLC a vytvořit základ pro porovnání s původním řešením na platformě Tecomat Foxtrot.

7.1 Výběr a konfigurace vhodných modulů SIMATIC S7-1200

Pro realizaci alternativního řízení modelu pomocí PLC Siemens SIMATIC S7-1200 bylo nejprve nutné specifikovat požadovaný počet vstupních a výstupních signálů. Na základě konfigurace výukového modelu byly stanoveny následující požadavky:

- Digitální vstupy (DI): 32
- Digitální výstupy (DO): 36
- Analogové vstupy (AI): 1

Pro pokrytí těchto potřeb byly vybrány následující moduly Siemens:

Tabulka 5 konfigurace Siemens [vlastní]

Modul	DI [ks]	DO [ks]	AI [ks]
CPU S7-1200 (1214C)	14	10	2
2× SM1221 (16DI)	32	0	0
2× SM1222 (16DO)	0	32	0
Celkem	46	42	2
Požadováno	32	36	1

Z uvedené tabulky je zřejmé, že zvolená konfigurace pokrývá všechny požadavky s rezervou. CPU jednotka Siemens SIMATIC S7-1214C poskytuje základní I/O, včetně dvou analogových vstupů pro jednoduché funkce, zatímco rozšiřující moduly SM1221 (16DI) a SM1222 (16DO) zajišťují dostatečný počet digitálních vstupů a výstupů pro řízení všech čtyř stanic modelu.

7.2 Fyzická instalace a zapojení modulů

Po výběru vhodných modulů SIMATIC S7-1200 byla provedena fyzická instalace celého PLC systému. Centrální jednotka S7-1214C spolu s rozšiřujícími moduly SM1221 (digitální vstupy) a SM1222 (digitální výstupy) byly osazeny na standardní montážní DIN lištu.

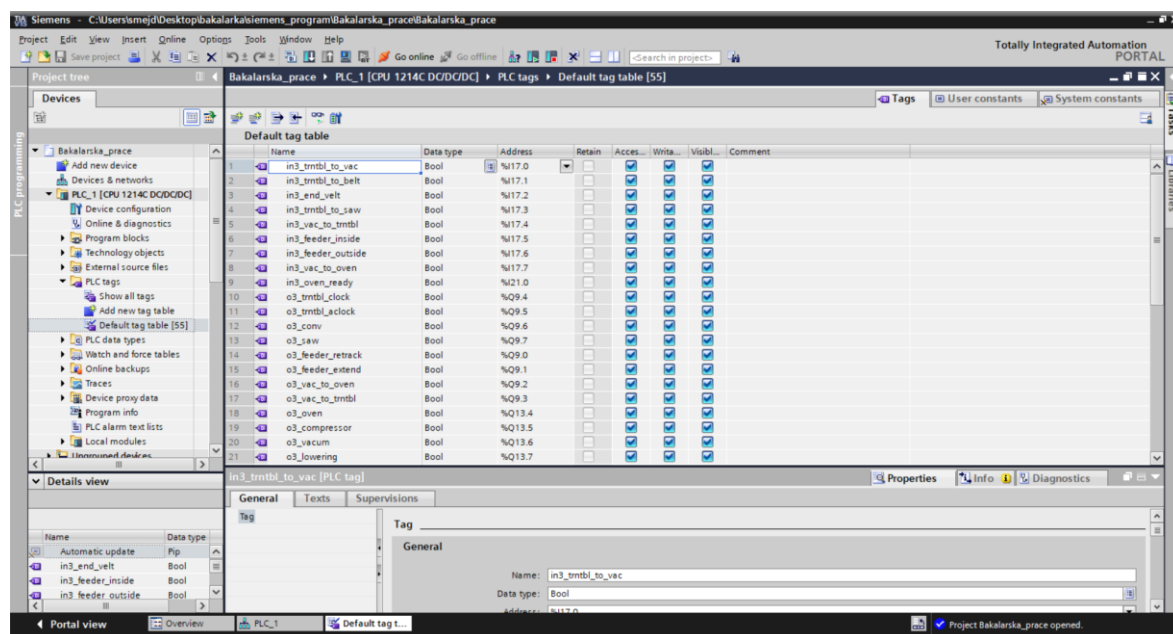
Moduly byly mezi sebou propojeny systémovou sběrnicí, která je tvořena konektory na jejich bocích – není tedy nutné používat externí propojovací kabely. Napájení celého PLC systému bylo zajištěno 24 V zdrojem procházejícího skrz jističe, které umožňují přepínat mezi Tecomatem a Siemensem.



Obrázek 32 Siemens PLC – zapojení modulů [vlastní]

Každý vodič byl zakončen dutinkou a zapojen do odpovídající svorky na PLC. K rozlišení vodičů byla využita barevná kabeláž.

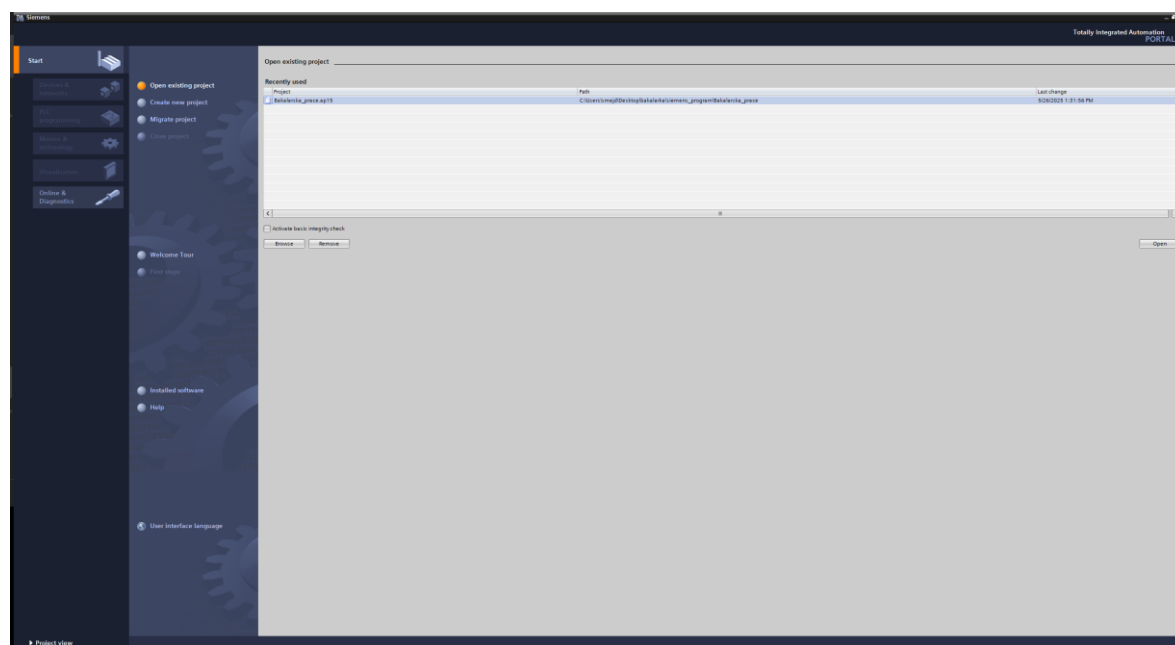
Všechny zapojené signály byly následně zkonfigurovány ve vývojovém prostředí TIA Portal, kde byla každému vstupu a výstupu přiřazena symbolická proměnná pro lepší přehlednost při programování.



Obrázek 33 tabulka symbolických názvů vstupů a výstupů [vlastní]

7.3 Návrh a realizace úlohy pro ověření řízení

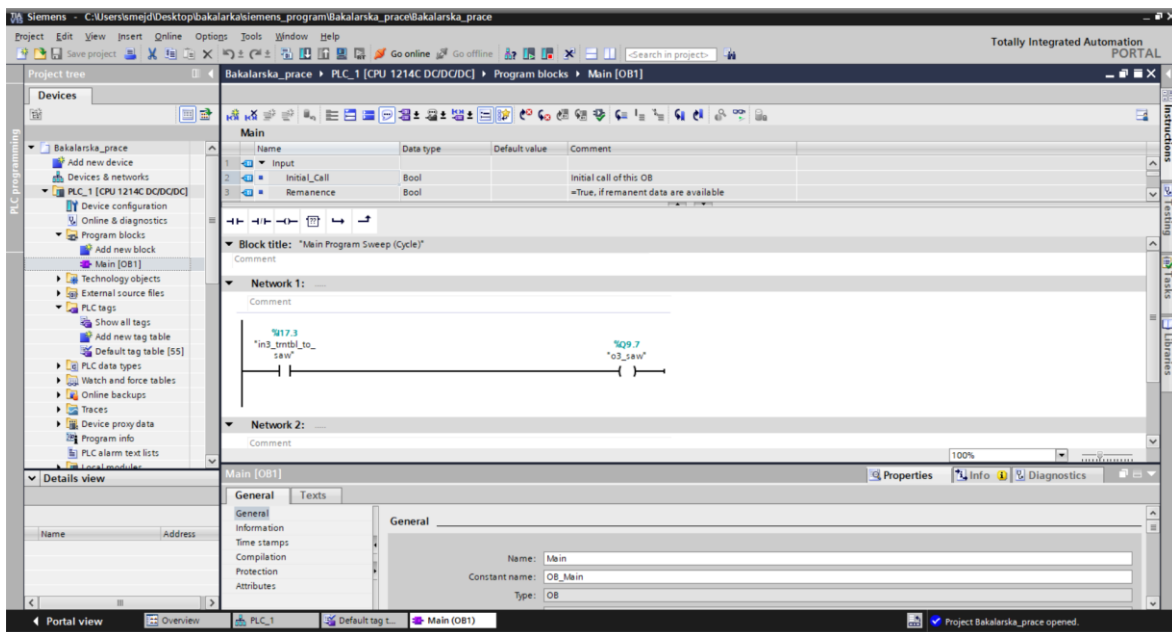
Po fyzickém zapojení všech vstupů a výstupů výukového modelu k PLC Siemens SIMATIC S7-1214C byla vytvořena jednoduchá testovací úloha pro ověření správné funkčnosti řízení.



Obrázek 34 Vývojové prostředí TIA Portal [vlastní]

Cílem bylo zjistit, zda PLC správně reaguje na vstupy a dokáže ovládat akční členy na jednotlivých stanicích. Pro tento účel byla v prostředí TIA Portal naprogramována jednoduchá logika:

- Stiskem tlačítka připojeného na digitální vstup se aktivuje výstup na výrobní lince.
- Po dobu stisku je výstup aktivní, po uvolnění se automaticky vypne.



Obrázek 35 Program demonstrující funkčnost – řízení pily ve stanici 3 [vlastní]

Tato úloha sloužila jako základní demonstrace funkční vazby mezi vstupem a výstupem. Pomocí této jednoduché logiky bylo možné ověřit:

- správné přiřazení a funkčnost digitálních vstupů a výstupů,
- odezvu PLC na fyzický vstup,
- správné chování výstupního prvku v reálném čase.

8 SROVNÁNÍ ŘÍZENÍ POMOCÍ TECOMAT A SIEMENS

Během praktické části práce byly na výukovém modelu továrny otestovány dvě varianty řízení – původní řešení pomocí PLC Tecomat Foxtrot a nově vytvořené zjednodušené řízení pomocí Siemens SIMATIC S7-1200. Obě platformy splňují požadavky na řízení modelu, avšak liší se v několika oblastech.

8.1 Výhody a nevýhody jednotlivých řešení

Obě použité platformy – Tecomat Foxtrot a Siemens SIMATIC S7-1200 – mají své specifické výhody a omezení. Tecomat byl využit pro kompletní řízení modelu s plnou automatizací a vizualizací, zatímco Siemens sloužil k ověření vstupně-výstupní logiky. Níže je uvedeno srovnání vybraných klíčových parametrů:

Tabulka 6 Porovnání zapojení [vlastní]

Oblast	Tecomat Foxtrot	Siemens SIMATIC S7-1200
Vývojové prostředí	Mosaic – české prostředí, jednodušší ovládání, intuitivní logika	TIA Portal – moderní, výkonné, průmyslový standard, větší možnosti
Vizualizace	WebMaker – integrovaný nástroj, snadná tvorba a nasazení	HMI panely nebo vlastní řešení – nutnost dokoupit panel nebo řešit webové HMI
Dostupnost a podpora	Silná podpora v ČR, vhodné pro školní výuku	Celosvětová podpora, návaznost na průmyslové aplikace
Přehlednost a jednoduchost	Přehledná struktura kódu, vhodné pro začátečníky	Vyšší komplexita, vhodnější pro pokročilé uživatele a větší projekty
Náklady na pořízení	Nižší – vhodné pro výuku a menší školní projekty	Vyšší – náklady na CPU, moduly a případné HMI panely
Reálné nasazení v průmyslu	Omezené – zejména školní a menší automatizace	Běžně používaný v průmyslu, automatizaci linek a strojů

Shrnutí:

- **Tecomat** je ideální pro výukové účely, nabízí rychlé nasazení a jednoduchou práci s vizualizací.
- **Siemens** je vhodnější pro nasazení v reálném provozu, nabízí robustnost, flexibilitu a profesionální prostředí.

8.2 Funkční, časová a ekonomická efektivita

Obě platformy – Tecomat Foxtrot i Siemens SIMATIC S7-1200 – splnily základní požadavky na řízení výukového modelu. Přesto mezi nimi existují rozdíly z hlediska funkčnosti, rychlosti vývoje i finančních nákladů.

Funkční efektivita:

- **Tecomat** umožňuje kompletní automatizaci celého modelu včetně plnohodnotné vizualizace pomocí WebMakeru. Díky přehledné struktuře a přímé integraci HMI lze jednoduše sledovat stav systému a manuálně spínat výstupy.
- **Siemens** byl použit pro základní testovací úlohy. Reakce PLC na vstupy i ovládání výstupů byly spolehlivé, ale vzhledem k jednoduchosti úlohy nebyly využity všechny možnosti systému. Přejít na plně automatizovaný provoz by vyžadoval více času a doplnění o HMI panel nebo webové rozhraní.

Časová efektivita:

- Práce s Tecomatem byla díky již existujícímu programu rychlejší. Stačilo upravit funkční bloky, odladit chyby a vizualizaci.
- U Siemensu bylo nutné začít od nuly – vytvořit projekt, nakonfigurovat moduly, naprogramovat a otestovat základní logiku. Tato část zabrala více času, přesto umožnila detailní pochopení hardwaru a vývojového prostředí TIA Portal.

Ekonomická efektivita:

- Řešení s **Tecomatem** je levnější – jak hardwarem, tak absencí nutnosti přikupovat HMI panel (vizualizace probíhá přes integrovaný WebMaker).

- **Siemens** představuje vyšší investici do CPU, rozšiřujících modulů i případného vizualizačního panelu. Na druhou stranu odpovídá standardům běžným v průmyslu, a investice je tedy adekvátní profesionálním požadavkům.

Závěr:

Z hlediska školního projektu a rychlého nasazení je Tecomat výhodnější. Pro dlouhodobé průmyslové využití by však bylo vhodné uvažovat o řešení se Siemens S7-1200, které nabízí větší možnosti do budoucna.

8.3 Možnosti dalšího rozšíření systému

Výukový model řízený pomocí PLC systémů Tecomat Foxtrot a Siemens SIMATIC S7-1200 nabízí mnoho možností dalšího rozšíření jak po stránce softwarové, tak hardwarové. Obě platformy lze dále rozvíjet podle potřeb výuky nebo pro pokročilé projekty studentů.

Tecomat Foxtrot – možnosti rozšíření:

- **Přidání dalších stanic** – například vstupní identifikační stanice, která by zajišťovala přísun nových polotovarů do systému a rozšířila tak celý výrobní proces.
- **Doladění zpětného chodu** – funkce návratu výrobku zpět do skladu je již implementována, ale její činnost není vždy spolehlivá. Vyžaduje úpravy v logice, časování nebo přechodových stavech.
- **Zvýšení úspěšnosti dokončení výrobního cyklu** – aktuálně může dojít k nedokončení cyklu z důvodu poruch (např. neuchopení přísavkou, vypadnutí produktu, chybná inicializace barvy).
- **Rozšíření vizualizace ve WebMakeru** – například o stránky pro servisní režim, sledování statistik cyklů, správu uživatelských oprávnění.
- **Přidání kamerového přenosu** do WebMakeru – umožní sledování průběhu výroby online, například pro účely prezentace nebo vzdáleného dozoru.

Siemens SIMATIC S7-1200 – možnosti rozšíření:

- **Doplnění HMI panelu** – pro pohodlné lokální ovládání bez nutnosti PC.

- **Rozšíření programu o plnou funkcionalitu** – řízení kompletního automatického cyklu všech stanic, včetně zpětné vazby, bezpečnostních podmínek a návaznosti operací.
- **Přidání SCADA systému** – pro pokročilou vizualizaci, historizaci dat, alarmy a vzdálený přístup.

Obě platformy tak mohou být dále rozvíjeny nejen z hlediska funkcí, ale i jako didaktické nástroje pro výuku pokročilé automatizace, vizualizace a diagnostiky v rámci školního prostředí.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo realizovat komplexní řešení řízení výukového modelu továrny FischerTechnik a tím naplnit všechny požadavky definované v zadání.

V úvodní části byla zpracována literární rešerše zaměřená na modely reálných zařízení používané pro výuku programování PLC. Rešerše zahrnovala přehled výukových modelů dostupných na trhu, včetně popisu jejich technického řešení a možností využití. Zvláštní pozornost byla věnována konkrétním příkladům výuky na středních i vysokých školách, kde tyto modely slouží jako efektivní prostředek propojení teorie s praxí.

Pro řízení modelu byly vytvořeny a upraveny vzorové programy pro PLC Tecomat Foxtrot ve vývojovém prostředí MOSAIC. Programování bylo řešeno pomocí funkčních bloků pro jednotlivé stanice výrobního procesu a bylo ověřeno v reálném provozu.

Součástí práce byla také analýza a odstranění technických závad na modelu, které bránily plné funkčnosti některých stanic.

Vizualizace v systému WebMaker byla doplněna a rozšířena tak, aby umožňovala pohodlné ovládání všech částí modelu prostřednictvím webového rozhraní. Současně byla nastavena uživatelská oprávnění pro další možné využití v rámci výuky.

Model byl následně připojen k alternativnímu řídicímu systému Siemens SIMATIC S7-1200. Proběhla instalace a konfigurace hardwaru. Ověření správné funkčnosti tohoto propojení bylo realizováno prostřednictvím jedné jednoduché úlohy vytvořené v prostředí TIA Portal. Tato úloha demonstrovala základní schopnost PLC Siemens řídit prvek modelu na základě vstupního signálu.

Lze tedy uzavřít, že všechny požadavky zadání byly splněny. Práce přináší praktický přínos pro výuku automatizace, nejen ve formě funkčního modelu řízeného dvěma různými PLC systémy, ale také v podobě přehledné vizualizace a možnosti rozšíření systému o další funkce v budoucnu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MĚŘICÍ A ŘÍDICÍ TECHNIKA. Online. 2005. Dostupné z: <https://uprt.vscht.cz/kminekm/mrt/>. [cit. 2025-05-25].
- [2] AUTOMA.CZ. Online. 2015. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/historie-soucasnost-a-budoucnost-programovatelnych-automatu-modicon-2015_02_53424_7835/. [cit. 2025-05-25].
- [3] ELUC.IKAP.CZ. Online. 2020. Dostupné z: <https://eluc.ikap.cz/lekce/plc>. [cit. 2025-05-25].
- [4] SYSALA, Tomáš. *Tecomat a jeho programování*. PowerPointová prezentace. UTB ve Zlíně, 2023.
- [5] SYSALA, Tomáš. *Způsoby programování dle normy IEC 61131-3*. PowerPointová prezentace. UTB ve Zlíně, 2023.
- [6] SIEMENS AG. *Totally Integrated Automation Portal*. [online]. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z: <https://www.siemens.com/us/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>
- [7] SIEMENS AG. *How do you program the PLC with STEP 7 (TIA Portal) in compliance with the IEC 61131-3 standard?* [online]. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/50204938>
- [8] SIEMENS AG. *Highlights in TIA Portal*. [online]. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/highlights.html>
- [9] TECO a.s. *Tecomat Foxtrot – PLC řídicí systém nové generace*. [online]. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z:
- [10] MALL.INDUSTRY.SIEMENS.COM. Online. n.d.. Dostupné z: <https://mall.industry.siemens.com/mall/cs/cz/Catalog/Product/6ES7214-1AG40-0XB0>. [cit. 2025-05-25].
- [11] SIEMENS AG. *SIMATIC S7-1200 Basic Controllers*. [online]. [cit. 2025-05-25]. Dostupné z:
- [12] ESHOP.ICOOOL4.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://eshop.icool4.cz/cp-2005-11nsnn-p772>. [cit. 2025-05-25].
- [13] FISCHERTECHNIK – Simulace. Online. 2018. Dostupné z: <https://www.fischertechnik.de/en/industry-and-universities/technical-documents/simulate/factory-simulation-24v>. [cit. 2025-05-25].

- [14] FESTO.COM. Online. n.d.. Dostupné z: https://www.festo.com/cz/cs/e/technicke-vzdelavani/vzdelavaci-koncepce/novinky/vyukove-tovarny/mps-tovarny-na-vyuku-mechatroniky-id_31963/. [cit. 2025-05-25].
- [15] FACTORY I/O. Online. 2020. Dostupné z: <https://factoryio.com/>. [cit. 2025-05-25].
- [16] FACTORY I/O – Dokumentace. Online. 2021. Dostupné z: <https://docs.factoryio.com/>. [cit. 2025-05-25].
- [17] SPSSOL.CZ. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.spssol.cz/edugrant/>. [cit. 2025-05-25].
- [18] SPSSOL.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.spssol.cz/o-skole/zajmove-krouzky/>. [cit. 2025-05-25].
- [19] SPS-PROSEK.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.sps-prosek.cz/mechatronika-prumyslova-automatizace/>. [cit. 2025-05-25].
- [20] PRUMYSLOVKAJIHLAVA.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.prumyslovkajihlava.cz/vyber-si-obor/elektro-obory/elektrotechnika/>. [cit. 2025-05-25].
- [21] ICE.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.ice.cz/cs/krouzky-robotiky/krouzky-robotiky-pro-ss>. [cit. 2025-05-25].
- [22] SPS-TABOR.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.sps-tabor.cz/zajmove-krouzky-2024-25/>. [cit. 2025-05-25].
- [23] FS.CVUT.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.fs.cvut.cz/veda-a-vyzkum/vysledky/vysledky-projektu/sestava-pro-vyuku-plc-programovani-a-virtualniho-zprovozneni-automatizacnich-linek/>. [cit. 2025-05-25].
- [24] FEL.CVUT.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.fel.cvut.cz/cz/education/bk/predmety/46/66/p4666706.html>. [cit. 2025-05-25].
- [25] VUT.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/predmety/detail/245858>. [cit. 2025-05-25].
- [26] VUT.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/predmety/detail/206108>. [cit. 2025-05-25].
- [27] COURSEWARE.ZCU.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://courseware.zcu.cz/portal/studium/courseware/kky/irs1/>. [cit. 2025-05-25].
- [28] LINKEDIN.COM. Online. n.d.. Dostupné z: https://www.linkedin.com/posts/fel-rice_robotikafelzcu-activity-7242540162402930689-PXF0. [cit. 2025-05-25].
- [29] AUTOMA.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: https://automa.cz/cz/casopis-clanky/modernizace-laboratore-na-vs-b-v-ostrove-2006_06_31175_727/. [cit. 2025-05-25].

- [30] STAG.UTB.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://stag.utb.cz/ects/predmet/AUART/AE3PP/?lang=cs>. [cit. 2025-05-25].
- [31] TECOMAT.CZ. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/podpora/seminare-a-skoleni/>. [cit. 2025-05-25].
- [32] SIEMENS.COM. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.siemens.com/cz/cs/products/sluzby-a-servis/servis-podpora-a-skoleni/sitrain.html>. [cit. 2025-05-25].
- [33] INDUSTRIAL.OMRON.CZ. Online. 2023. Dostupné z: <https://industrial.omron.cz/cs/services-support/services/training>. [cit. 2025-05-25].
- [34] DSPACE.TUL.CZ. Online. n.d.. Dostupné z: <https://dspace.tul.cz/server/api/core/bitstreams/fa4d1c94-f69c-432e-882b-95e4b3005f73/content>. [cit. 2025-05-25].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Bloková struktura programovatelného automatu [1].....	14
Obrázek 2 Programovatelné relé – firma TECO [3]	16
Obrázek 3 Kompaktní PLC – firma SIEMENS [3]	17
Obrázek 4 Modulární koncepce PLC – firma BECKHOFF [3].....	18
Obrázek 5 Funkční blok TON [4]	19
Obrázek 6 Funkční blok TOF [4].....	19
Obrázek 7 Funkční blok TP [4].....	19
Obrázek 8 Funkční blok CTU [4]	20
Obrázek 9 - Funkční blok CTUD [4]	20
Obrázek 10 Vývojové prostředí Mosaic [vlastní]	22
Obrázek 11 Tecomat CP-2005 [10]	26
Obrázek 12 SIMATIC S7-1200 (CPU 1214C) [12]	27
Obrázek 13 Model Factory Simulation 24V [13]	29
Obrázek 14 Stanice 1 – Výškový sklad [13].....	30
Obrázek 15 Stanice 2 – Robotické rameno [13]	30
Obrázek 16 Stanice 3 – Výrobní linka [13]	31
Obrázek 17 Stanice 4 – Třídící linka [13].....	31
Obrázek 18 Výukový model výrobní linky MPS od společnosti Festo [14]	33
Obrázek 19 Simulace výrobní linky v prostředí Factory I/O [15]	34
Obrázek 20 Uživatelské rozhraní ve Factory I/O [15].....	34
Obrázek 21 Nabídka školení a seminářů společnosti Teco a.s. [31].....	38
Obrázek 22 Nabídka školení programování PLC S7-1500 [32]	39
Obrázek 23 Nabídka školení OMRON [33]	40
Obrázek 24 Původní testovací rozhraní vytvořené ve WebMakeru [vlastní]	43
Obrázek 25 Rozšířené testovací rozhraní vytvořené ve WebMakeru [vlastní]	55
Obrázek 26 Rozhraní main [vlastní]	56
Obrázek 27 Stanice1 [vlastní]	57
Obrázek 28 Stanice2 [vlastní]	57
Obrázek 29 Stanice3 [vlastní]	58
Obrázek 30 Stanice4 [vlastní]	58
Obrázek 31 nastavení přístupu [vlastní].....	59
Obrázek 32 Siemens PLC – zapojení modulů [vlastní]	62
Obrázek 33 tabulka symbolických názvů vstupů a výstupů [vlastní]	63
Obrázek 34 Vývojové prostředí TIA Portal [vlastní].....	63

Obrázek 35 Program demonstrující funkčnost – řízení pily ve stanici 3 [vlastní]	64
---	----

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Vstupy a výstupy pro stanici 1 [vlastní]	46
Tabulka 2 Vstupy a výstupy pro stanici 2 [vlastní]	47
Tabulka 3 Vstupy a výstupy pro stanici 3 [vlastní]	48
Tabulka 4 Vstupy a výstupy pro stanici 4 [vlastní]	49
Tabulka 5 konfigurace Siemens [vlastní].....	61
Tabulka 6 Porovnání zapojení [vlastní]	65

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CPU	Central Processing Unit (centrální procesorová jednotka)
CTU	Count Up (čítací blok – čítání nahoru)
DI	Digital Input (digitální vstup)
DO	Digital Output (digitální výstup)
FBD	Function Block Diagram (funkční blokové schéma)
HMI	Human-Machine Interface (rozhraní člověk-stroj)
I/O	Input/Output (vstup/výstup)
IEC	International Electrotechnical Commission (Mezinárodní elektrotechnická komise)
IL	Instruction List (seznam instrukcí)
LD	Ladder Diagram (jazyk příčkových schémat)
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný logický automat)
RAM	Random Access Memory (paměť s přímým přístupem)
ROM	Read-Only Memory (paměť pouze pro čtení)
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition (systém sběru a řízení dat)
SFC	Sequential Function Chart (sekvenční funkční diagram)
ST	Structured Text (strukturovaný text)
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal (integrované vývojové prostředí společnosti Siemens)
TON	Timer On Delay (časovač se zpožděným sepnutím)
UTB	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Prilohy.zip

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PRVNÍ PŘÍLOHY

Prilohy.zip:

- Dokumentace
 - Smejkal_Dominik.pdf
- Programy
 - Bakalarska_prace_Siemens.zip15
 - Bakalarska_prace_Teco.PIZ