

Vizualizace pro účely správy budov

Ondřej Růžička



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: Ondřej Růžička
Osobní číslo: A22178
Studijní program: B0714A150006 Aplikovaná informatika v průmyslové automatizaci
Specializace: Průmyslová automatizace
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Vizualizace pro účely správy budov
Téma práce anglicky: Visualization for Building Management Purposes

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na téma Vizualizace řízených objektů se zaměřením pro účely správy budov. Popište SCADA systémy a jejich význam v průmyslu.
2. Podrobněji popište vizualizační nástroj Siemens WinCC v8.
3. Vypracujte přehled komunikačních protokolů se zaměřením na Modbus – TCP, S7 – komunikace, OPC-UA.
4. Popište současný stav používané vizualizace a navrhnete modernější vizualizaci pro vybrané technologie.
5. Připojte nové technologie (např. demineralizovaná voda) do SCADA systému. Následně pro tuto technologii vytvořte vizualizaci.
6. Realizujte připojení měřicích přístrojů elektrické energie do SCADA systému. Následně vytvořte vizualizaci spotřeby elektrické energie pro účely EnMS.

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

Seznam doporučené literatury:

1. SIEMENS, 2023. *SIMATIC HMI, WinCC V8.0, WinCC Information System, System Manual*. Online. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/193/109818193/att_1136834/v1/WinCCInformationSystem_en-US_en-US.pdf. [cit. 2024-10-24].
2. SIEMENS, 2024. *Manual, SENTRON, 7KM Power Monitoring Device, PAC3120 and PAC3220*. Online. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/307/109767307/att_1298442/v1/MAN_L1V30425208F_RS-AA_002_en_en-US.pdf. [cit. 2024-10-24].
3. VOJÁČEK, Antonín, 2020. *Průmyslová komunikace OPC UA – 1.díl – popis protokolu*. Online. Automatizace.hw.cz. 22.7.2020. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/prumyslova-komunikace-opc-ua-1dil-popis-protokolu.html>. [cit. 2024-10-25].
4. SIEMENS, 2022. *Simatic S7-1500, OPC UA server*. Online. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f38282b2-005c-47d6-822e-5cf2e6dc0142/simatic-plc-opc-ua-server-public.pdf>. [cit. 2024-10-25].
5. MANOJ, K. S., 2019. *Industrial Automation with SCADA: Concepts, Communications and Security*. HARPERCOLLINS 360. ISBN 168466828X.

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 modernizací a rozšířením vizualizace pro facility management v konkrétní firmě. Vizualizace je vytvořena v systému WinCC V8 od firmy Siemens. Pro komunikaci s ostatními zařízeními je použit middleware KepServer EX. Práce v její teoretické části popisuje SCADA systémy v automatizaci a dále použité typy komunikací jako jsou Modbus TCP, S7 – komunikace či komunikace OPC-UA. Výstupem praktické části práce je vytvořená moderní vizualizace, která nahradí stávající již zastaralou vizualizaci. Projekt zahrnuje vizualizaci dvou nových technologií budovy. Dále pro Systém managementu hospodaření s energií (EnMS) došlo k integraci měřicích zařízení medií do vytvořeného projektu.

Klíčová slova: PLC, průmyslové komunikační protokoly, WinCC V8, SCADA, OPC-UA, Modbus TCP, S7 – komunikace, automatizace

ABSTRACT

The thesis focuses on the modernization and expansion of a visualization system for facility management in a specific company. The visualization is developed using the WinCC V8 system by Siemens. Communication with other devices is handled via the KepServer EX middleware. The theoretical part of the thesis describes SCADA systems in automation, as well as the types of communication used, such as Modbus TCP, S7 communication, and OPC-UA. The practical outcome of the thesis is a modern visualization that replaces the existing outdated one. The project includes the visualization of two new building technologies. Additionally, for the Energy Management System (EnMS), measuring devices for utilities have been integrated into the developed project.

Keywords: PLC, industrial communication protocols, WinCC V8, SCADA, OPC-UA, Modbus TCP, S7 – communication, automation

Chtěl bych poděkovat Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a vstřícnost při řešení méj bakalářské práce. Dále děkuji společnosti Miele technika s.r.o. za poskytnutí zázemí a podpory při realizaci praktické části projektu. Zvláštní poděkování patří také Ing. Viktoru Ptáčkovi za ochotu, spolupráci a cenné technické konzultace. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině za veškerou podporu.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 SCADA SYSTÉMY A JEJICH VÝZNAM V PRŮMYSLU	15
1.1 FACILITY MANAGEMENT A VIZUALIZACE	15
1.2 SCADA SYSTÉMY	16
1.2.1 Popis SCADA systémů	16
1.2.2 Hierarchie SCADA v automatizaci	16
1.2.3 Alarmy ve SCADA systémech.....	17
1.2.4 Využití v průmyslu.....	18
1.2.5 Příklady softwaru	18
2 VIZUALIZAČNÍ NÁSTROJ WINCC V8 FIRMY SIEMENS.....	19
2.1 POPIS WINCC V8.....	19
2.2 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ	19
2.3 ZÁKLADNÍ FUNKCE.....	19
2.3.1 Transparentnost a škálovatelnost	19
2.3.2 Vizualizace v reálném čase	20
2.3.3 Intuitivní ovládání a správa alarmů	20
2.4 POKROČILÉ FUNKCE	21
2.4.1 Podpora moderních technologií	21
2.4.2 Vylepšené uživatelské prostředí.....	21
2.5 SYSTÉMOVÁ VLASTNOST TAGPREFIX.....	21
2.5.1 Popis TagPrefix	21
3 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY POUŽÍVANÉ V PRŮMYSLU.....	22
3.1 MODBUS – TCP.....	22
3.1.1 Obecný popis komunikace Modbus	22
3.1.2 Modbus – TCP	22
3.1.3 RS-485 (Recommended Standard #485).....	22
3.2 S7 – KOMUNIKACE	23
3.2.1 Popis S7 - komunikace.....	23
3.2.2 Příklady použití S7 komunikace	23
3.3 OPC-UA	23
3.3.1 Popis OPC-UA	23
3.3.2 OPC Server.....	24
3.3.3 OPC Klient	24
3.3.4 Zabezpečení kanálu	24
3.3.5 Certifikace	24
3.3.6 UaExpert	25
3.3.7 KEPServerEX	25

4	SWITCH SCALANCE XC 208 OD FIRMY SIEMENS	26
4.1	SWITCH SCALANCE XC208	26
4.1.1	Protokol NTP.....	26
4.1.2	Detekce smyčky	26
4.1.3	Protokol MRP	26
4.1.4	Mirroring	27
5	MĚŘICÍ PŘÍSTROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE	28
5.1	SIEMENS PAC3220	28
5.1.1	Popis měřicího přístroje.....	28
5.1.2	Měření a ukládání dat měřených energií	28
5.1.3	Displej a ovládání	29
5.1.4	Ochrana proti zápisu.....	29
5.1.5	Web server.....	29
5.2	SCHNEIDER ELECTRIC IMU S DISPLEJOVOU JEDNOTKOU FDM121	30
5.2.1	IMU (Intelligent modular unit).....	30
5.2.2	MicroLogic	30
5.2.3	Displejová jednotka FDM121	30
6	ČIDLO PRŮTOKU FESTO SFAM.....	32
6.1	POPIS ČIDLA FESTO SFAM.....	32
6.2	HLAVNÍ FUNKCE	32
II	PRAKTICKÁ ČÁST	33
7	POPIS SOUČASNÉHO STAVU A NÁVRH MODERNĚJŠÍ VIZUALIZACE	34
7.1	POPIS SOUČASNÉHO STAVU POUŽÍVANÉ VIZUALIZACE.....	34
7.2	NÁVRH MODERNĚJŠÍ VIZUALIZACE	35
7.3	SROVNÁNÍ STÁVAJÍCÍ A MODERNĚJŠÍ VIZUALIZACE	35
7.3.1	Hlavní stránka – přehled závodu	36
7.3.2	Administrativní budova – vzduchotechnika kanceláří	37
7.3.3	Hala 3 – půdorys.....	38
8	PŘIPOJENÍ TECHNOLOGIE PRO VÝROBU DEMINERALIZOVANÉ VODY DO SCADA SYSTÉMU	39
8.1	PŘIPOJENÍ ZAŘÍZENÍ DO SÍTĚ	39
8.1.1	Nové schéma připojení technologií	39
8.1.2	Instalace nového switchu mezi technologie	40
8.1.3	Předadresování zařízení.....	40
8.2	ZAPNUTÍ OPC-UA SERVERU NA PLC.....	40
8.2.1	Aktualizace firmware u PLC a migrace projektu	40
8.2.2	Nastavení a ověření komunikace OPC-UA.....	42
8.3	PŘIDÁNÍ DAT DO VIZUALIZACE PŘES OPC-UA	47
8.3.1	Vytvoření DB v projektu a přidání do OPC UA interface	47

8.3.2	Přiřazení požadovaných hodnot do DB.....	47
8.3.3	Implementace dat do KEPServerEX	47
8.3.4	Otestování funkčnosti OPC UA pomocí UaExpert.....	48
8.4	VYTVOŘENÍ VIZUALIZACE PRO VÝROBU DEMINERALIZOVANÉ VODY V PROGRAMU WINCC V8.....	49
9	PŘIPOJENÍ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE DO SCADA SYSTÉMU	52
9.1	PŘIDÁNÍ DAT DO VIZUALIZACE PŘES MODBUS-TCP	52
9.1.1	Implementace dat do KEPServerEX	52
9.2	VYTVOŘENÍ VIZUALIZACE PRO MĚŘENÍ ENERGIÍ V PROGRAMU WINCC V8.....	52
9.2.1	Vyskakovací okno s informacemi o měřicím přístroji.....	54
9.2.2	Využití TagPrefix	55
10	PŘIPOJENÍ NOVÉ TECHNOLOGIE PRO DISTRIBUCI STLAČENÉHO VZDUCHU	59
10.1	IMPLEMENTACE DAT DO KEPSERVEREX PŘES KOMUNIKACI OPC-UA	59
10.2	VYTVOŘENÍ VIZUALIZACE	59
11	ROZŠÍŘENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	60
	ZÁVĚR	61
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	70
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	71

ÚVOD

SCADA systémy jsou hlavním monitorovacím a sledovacím nástrojem dnešních automatizovaných technologií. Kromě monitorování a sběru dat umožňují SCADA systémy také ovládání periferních zařízení dané technologie nebo například zapisování dat do PLC, přičemž všechny tyto operace probíhají v reálném čase, což znamená, že data jsou zpracovávána a zobrazována s minimálním zpožděním, dostatečným pro efektivní řízení průmyslových procesů [1]. Díky sběru dat z různých senzorů, měřicích zařízení apod., poskytují operátorům přehled o aktuálním stavu systémů a procesů. Význam SCADA zvyšuje schopnost zajistit efektivní a bezpečný provoz, včetně schopnosti neustálého monitorování systému. Tyto systémy hrají důležitou roli v širokém spektru odvětví jako je například energetika, průmysl, hospodářství, výroba nebo doprava [2].

Rozhraní člověk—stroj (dále jen HMI – Human Machine Interface) zajišťuje rozhraní mezi hardwarem a operátorem v komunikačním systému SCADA. HMI je okno operátora monitorovacího systému, které operátorovi poskytuje grafické zobrazení řízeného zařízení. Grafické zobrazení je tvořeno pomocí čar, ikon, textu, schématických značek, symbolů a dalších interaktivních prvků. Operátor vydává příkazy pomocí počítačových myší, klávesnic nebo dotykových obrazovek. Rozhraní poskytuje informace o řízení, diagnostiku, trendy, či aktuální výskyty poruch a alarmů [3]; [4].

Zpracování alarmů je jednou z nejdůležitějších součástí SCADA. Indikace může mít podobu sirény, blikající části na obrazovce, či vyskakovacího okna na obrazovce. Úkolem je upozornit obsluhu na poplach, či poruchu zařízení nebo technologie. Díky monitorování alarmů v „reálném čase“ je obsluha schopna poruchu vyřešit a uplatnit své znalosti provozu technologie. K alarmům se pojí eskalační proces, jehož funkcí je zajistit efektivní a strukturované řešení situací, které přesahují odpovědnosti či odborné dovednosti osoby nebo týmu, kteří se danou poruchou zabývají. Díky eskalaci je možno rychle reagovat na kritické poruchy a tím minimalizovat negativní dopady [3].

Cílem bakalářské práce je navrhnout modernější vzhled vizualizace a implementace nových technologií do stávající vizualizace. Vizualizace bude vytvořena v systému WinCC V8 od firmy Siemens. V teoretické části jsou popsány SCADA systémy, dále pak konkrétně systém WinCC V8 a komunikační protokoly používané v průmyslu. Výsledkem práce je ukázka modernějšího zpracování vizualizace a připojení nových technologií do stávajícího systému.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SCADA SYSTÉMY A JEJICH VÝZNAM V PRŮMYSLU

SCADA systémy jsou používána pro aktivní a nepřetržité monitorování technologií a výrobních procesů. Pomocí těchto systémů jsme schopni technologie i ovládat. Nepřetržitý dohled zajišťuje efektivní chod technologií, bezpečnost nebo rychlé reakce na poruchy strojů [2].

1.1 Facility management a vizualizace

Facility management zahrnuje všechny činnosti, které umožňují hladký a spolehlivý chod v oblasti firmy. Zabývá se podpůrnými činnostmi, které se pojí k využívání samotné nemovitosti. Jako hlavní náplní facility managementu je hlavně technická správa budov, což jsou například klimatizace, vytápění, obsluha technických zařízení a další [5].

Právě pro dohled nad většinou technologií se používají SCADA systémy. Díky rozvinuté automatizaci lze dálkově tyto technologie monitorovat i ovládat. Moderní technologie FC nám umožňují monitoring a ovládání. Díky SCADA systému můžeme veškerá užitečná data ze všech technologií zobrazit v jednom systému a dle práv zaměstnanců tyto hodnoty zobrazit nebo dovolit těmto zaměstnancům dokonce technologii i ovládat. Jako příklady sbíraných dat správy budov můžeme zmínit měřené veličiny z technologie topení jako jsou teplota topné vody, stavy vodních filtrů, nebo třeba hodnoty čerpadel, například jejich výkon [5]; [6].

Funkce SCADA systémů není pouze monitorování a sbírání dat, ale také dálkové ovládání a obsluha technických zařízení, jako například ovládání čerpadel nebo vzduchotechnických klapek. Další užitečnou funkci plní SCADA pro vyplňování časových plánů pro různé technologie v závislosti na chodu firmy. Časové plány se mohou lišit ročním obdobím nebo typem směny. Mimo zmíněné je velín schopen obdržet alarmy při poruše, či diagnostikovat stav stroje. Konkrétně při příchozích alarmech lze nastavit eskalační proces, pomocí kterého jsou informováni uživatelé společnosti na základě závažnosti poruchy [2].

Zpracovávání přijímaných data, nebo samotné ovládání technologií se provádí z velínu firmy. Velín se označuje jako místnost, odkud jsou všechna zařízení nepřetržitě ovládána nebo monitorována. Přístroje a zařízení nesmějí být bez dohledu, proto je nutné, aby na ně neustále dohlížel určený zaměstnanec. V případě poruchy, kterou nejsou schopni vyřešit samotní zaměstnanci u porouchaného přístroje, dochází k eskalaci problému, a to buď interně, nebo externě na technickou podporu [7].

S facility managementem souvisí i úspora nákladů. Ušetřit náklady nám mimo jiné pomáhá i systém EnMS, u kterého je cílem snížit spotřebu energie strojů a zařízení a tím zlepšit energetickou účinnost. Díky sbírání dat a monitoringu spotřeby energie v reálném čase je snazší odhalit energetické ztráty. Klíčovou roli hrají měřicí přístroje a také sběr dat pro optimalizaci energeticky náročných aplikací. Sbíráni energetických údajů jsme schopni pomocí měřicích přístrojů energie, v našem případě se jedná o přístroje Siemens PAC3220 a Schneider Electric IMU s displejovou jednotkou FDM121 [8].

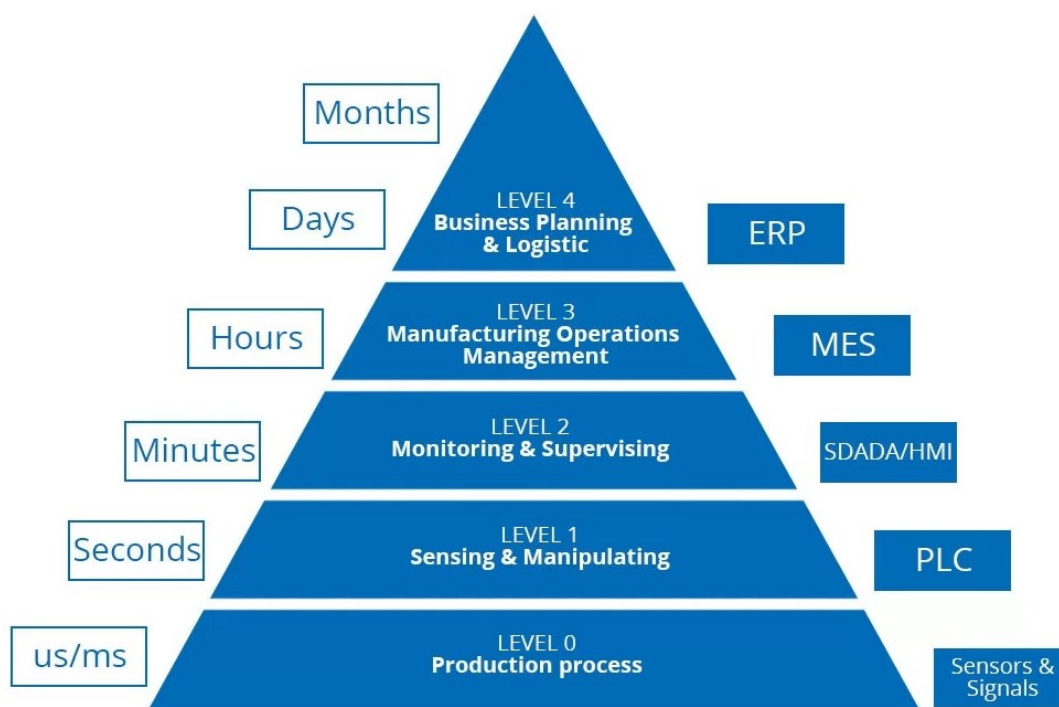
1.2 SCADA systémy

1.2.1 Popis SCADA systémů

Jedná se o systém pro dohled, řízení a sběr dat. Systém není používán pro plnohodnotné ovládání technologie, ale především pro dispečerský dohled, monitorování nebo případnou parametrizaci. Jsou škálovatelné a mohou zpracovávat obrovské množství dat až po stovky tisíc proměnných. Ukládání dat může probíhat jednoduše do jakéhokoliv textového souboru, pro složitější a obsáhlejší aplikace lze použít interní databáze WinCC V8, nebo externí databázové servery. Díky integraci webových technologií mohou nabídnout možnosti vzdáleného přístupu pomocí internetu. Existuje tedy možnost dohlížet na systém například z mobilního telefonu, okrem klasického stolního počítače [2].

1.2.2 Hierarchie SCADA v automatizaci

ANSI/ISA-95, běžněji pouze jako ISA-95, je standard Mezinárodní společnosti pro automatizaci (International Society of Automation), který popisuje architekturu řízení v automatizaci. Slouží pro integraci podnikových a řídicích systémů. Standard popisuje „automatizační pyramida“. Tento model pyramidy zahrnuje úrovně technologií a obchodních procesů pro podniky [9].



Obrázek 1 Automatizační pyramida [10]

- **Úroveň 0 (mikro/milisekundy):** Fyzikální procesy, jako jsou senzory nebo aktuátory [9].
- **Úroveň 1 (sekundy):** Snímání a manipulace, zde se nachází PLC, CNC, neboli tzv. chytrá zařízení [9].
- **Úroveň 2 (minuty):** Sledování a řízení procesů, obvykle pomocí HMI a systémů SCADA [9].
- **Úroveň 3 (hodiny):** Pracovní postupy, řídí, co a kdy se má provádět pro vytvoření finálního výrobku [9].
- **Úroveň 4 (dny/měsíce):** Činnosti související s podnikáním, plánováním a logistikou [9].

1.2.3 Alarmy ve SCADA systémech

SCADA systémy využívají alarmy k efektivnímu monitorování průmyslových procesů a včasnému upozornění operátorů na odchylky od normálních provozních podmínek. Alarmy v těchto systémech slouží k signalizaci poruch nebo abnormálních stavů, které mohou ohrozit bezpečnost nebo efektivitu provozu. Pomocí těchto varování mohou operátoři rychle reagovat na potenciální problémy a tím minimalizovat prostoje a rizika.

Alarmy jsou obvykle kategorizovány podle závažnosti a typu, což zajišťuje jejich efektivní správu a zvyšuje celkovou bezpečnostní úroveň daného systému [11].

1.2.4 Využitý v průmyslu

SCADA systémy se používají v každém odvětví, kde je potřeba sbírat data a monitorovat chod technologií a dějů s nimi spojených. Například energetika (elektrárny, rozvodny, teplárny, ...), výroba (výrobní linky, balící linky, sklady, ...), technologie budov (vzduchotechnika, docházkový systém, ...) a další [2].

1.2.5 Příklady softwaru

Na trhu existuje hned několik systémů SCADA. Společnost Siemens, s.r.o. má v nabídce například systémy WinCC V8, WinCC OA..., dále pak český výrobce Moravské přístroje, a. s. vyvíjí systém s názvem Control Web. Posledním příkladem je uvedena společnost GEOVAP, spol. s.r.o., kterého zastupuje systém Reliance 4 [12].

2 VIZUALIZAČNÍ NÁSTROJ WINCC V8 FIRMY SIEMENS

Kapitola se zabývá popisem vizualizačního nástroje Siemens WinCC V8. Je zde k nalezení podrobnější popis základních, nebo pokročilejších funkcí zmíněného systému. Díky práci s mechanismem TagPrefix se zde nachází i podkapitola, která je věnována právě tomto mechanismu.

2.1 Popis WinCC V8

SIMATIC WinCC V8 (Windows Control Center) je pokročilý SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systém od společnosti Siemens, navržený pro efektivní vizualizaci a řízení průmyslových procesů. Tento software kombinuje vysokou škálovatelnost, flexibilitu a integraci moderních technologií, což z něj dělá klíčové řešení pro digitální transformaci v průmyslu. Verze WinCC V8 přináší celou řadu vylepšení, včetně nových funkcí, kompatibility s moderními standardy a podpory reálného času [13].

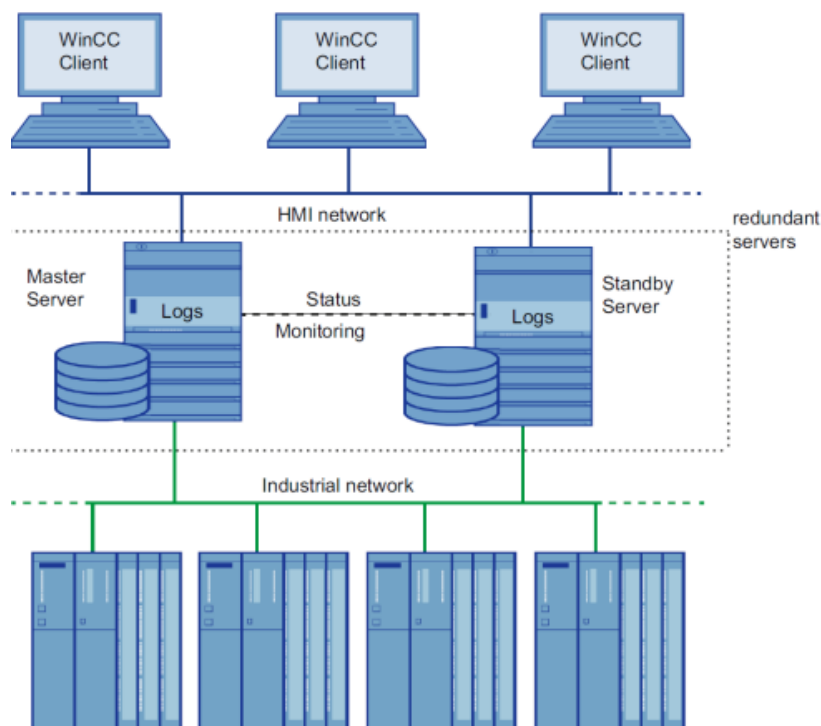
2.2 Praktické využití

WinCC V8 nachází uplatnění v různých odvětvích, jako je výroba, energetika, chemický průmysl nebo logistika. Díky podpoře průmyslového IIoT (internet věcí) a možnosti analýzy dat v reálném čase pomáhá zlepšovat provozní efektivitu, snižovat náklady a zvyšovat kvalitu výroby [14].

2.3 Základní funkce

2.3.1 Transparentnost a škálovatelnost

WinCC V8 je navrženo tak, aby bylo využitelné v širokém spektru aplikací, od malých lokálních řešení až po komplexní systémy. K tomu je v systému možnost využití redundance s možností redundantních serverů, viz Obrázek 2, díky kterým je zajištěn nepřetržitý provoz i při selhání jednoho, či druhého serveru. Uživatelé mohou upravit a rozšířit systém dle svých potřeb, což umožňuje jeho hladkou integraci do stávajících průmyslových struktur. Transparentnost dat a procesů zajišťuje snadné monitorování a analýzu [14]; [15]; [16]; [17].



Obrázek 2 Víceuživatelský systém s redundantními servery [16]

2.3.2 Vizualizace v reálném čase

WinCC V8 zajišťuje bezproblémovou integraci dat prostřednictvím centralizovaného sběru a vizualizace informací. Tato vlastnost umožňuje uživatelům lepší pochopení a optimalizaci průmyslových operací, což napomáhá efektivnějšímu rozhodování a rychlejší reakci na vzniklé situace. Škálovatelnost systému umožňuje jeho využití od malých HMI panelů ve výrobě až po rozsáhlé veliny firem, kde se zpracovávají velké objemy dat. Tato flexibilita zajišťuje hladkou integraci do stávajících průmyslových struktur a možnost postupného rozšiřování podle potřeb organizace [14].

2.3.3 Intuitivní ovládání a správa alarmů

Systém obsahuje uživatelsky přívětivé rozhraní, které programátorům nebo integrátorům usnadňuje programování a implementování průmyslových procesů do projektu. Inteligentní alarmy rychle upozorňují na odchylky nebo potenciální problémy, což zvyšuje efektivitu a bezpečnost provozu [14].

2.4 Pokročilé funkce

2.4.1 Podpora moderních technologií

WinCC V8 nabízí možnost přístupu k datům prostřednictvím REST API, což usnadňuje integraci s cloudovými a webovými aplikacemi a také s aplikacemi třetích stran. Mezi pokročilé funkce patří také vylepšené uživatelské rozhraní, které zahrnuje nástroje pro konfiguraci a automatizaci rutinních úkolů, jako je vytváření alarmů nebo archivace dat. To zjednodušuje správu systému a výrazně snižuje časovou náročnost administrativních procesů [18].

2.4.2 Vylepšené uživatelské prostředí

Nové nástroje pro konfiguraci a správu systému zjednodušují práci operátorů i vývojářů. Automatizace rutinních úkolů, jako je vytváření alarmů nebo archivace dat, výrazně snižuje časovou náročnost správy systému [18].

2.5 Systémová vlastnost TagPrefix

2.5.1 Popis TagPrefix

Jedná se o mechanismus WinCC V8, který umožňuje dynamickou a efektivní správu tagů. Je to předpona, která je přidána ke všem tagům v obrázkovém okně. Jeho hlavní předností je schopnost strukturování tagů a přístup k příslušnému tagu podle aktivního zvoleného objektu. Tento prefix lze definovat libovolně, ale musí odpovídat názvům strukturovaných tagů [19]; [20].

3 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY POUŽÍVANÉ V PRŮMYSLU

Komunikační protokoly v průmyslu jsou důležité pro efektivní a bezpečnou výměnu dat mezi zařízeními. Komunikace zahrnují řízení procesů a zařízení, jejíž implementace může být v Ethernetové podobě, bezdrátově a další. Vybrat správnou technologii je nutné pro zajištění rychlosti a spolehlivosti komunikace. Tato kapitola se věnuje pouze vybraným protokolům, a to Modbus-TCP, S-7 komunikace a OPC-UA [21].

3.1 Modbus – TCP

3.1.1 Obecný popis komunikace Modbus

Jedná se o protokol, který slouží pro vzájemnou komunikaci zařízení nebo vstupně výstupních rozhraní. Komunikace je založena na principu posílání dat mezi klientem a serverem, kde klient zasílá požadavky a server na ně reaguje. Architektura *klient-server* vznikla v roce 1979 firmou Modicon (nyní známá jako Schneider Electric) a postupem času se stala standardem v průmyslové komunikaci. Kromě posílání dat je za pomoci komunikace Modbus možno i data sbírat a ukládat do libovolné databáze [22].

Hlavními výhodami jsou jednoduchost a snadná implementace do technologií [23].

3.1.2 Modbus – TCP

Jedná se o variantu Modbus komunikace, která využívá protokol TCP/IP pro komunikaci přes Ethernet. Přenos dat je tedy možný přes standardní síťové rozhraní. Poskytuje vyšší přenosovou rychlost a větší flexibilitu v infrastruktuře. Díky flexibilitě lze propojit zařízení do technologií od různých výrobců a zachovat tak stejnou komunikaci, tím zvyšovat škálovatelnost průmyslových systémů [23].

Jako další varianta se nabízí Modbus – RTU, která je založena na komunikaci RS – 485. Tato varianta využívá diferenční přenos dat. Oproti variantě TCP je ale RTU pomalejší a vhodnější spíše pro menší a izolované systémy s nižšími náklady [23].

3.1.3 RS-485 (Recommended Standard #485)

RS-485 je široce používaný sériový komunikační standard, především v průmyslové automatizaci a řízení procesů. Přenos dat probíhá diferenčně, což znamená, že standard využívá pro přenos 2 dráty s opačným napětím a přijímače pak na konci trasy signály porovnávají mezi sebou, nikoliv se zemí [23]; [24].

Mezi jeho výhody se řadí například odolnost vůči elektromagnetickému rušení a šumu, podpora dlouhé vzdálenosti až do 1,2 km, rychlá přenosová rychlost [23].

3.2 S7 – komunikace

3.2.1 Popis S7 - komunikace

Jedná se o proprietární protokol, který běží mezi programovatelnými logickými automaty (PLC) firmy Siemens a dalšími zařízeními. Je založena na komunikaci TCP/IP a využívá komunikaci například přes Ethernet. Díky protokolu S7 je možno monitorovat, řídit či získávat data z automatizačních systémů. Číslo portu pro připojení bývá standardně 102 [25]; [26]; [27].

Data protokolu S7 jsou přenášena v COTP datových paketech. Příjímáč dostane přesně stejná datová rozhraní, jaká odesílatel odeslal. První byte je vždy 0x32 a představuje identifikátor protokolu [25]; [28].

3.2.2 Příklady použití S7 komunikace

- programování PLC,
- výměna dat mezi PLC,
- přístup k datům PLC ze systému SCADA,
- diagnostické účely [25].

3.3 OPC-UA

3.3.1 Popis OPC-UA

OPC-UA je komunikační protokol zaměřen na sběr dat a řízení v průmyslových sítích vyvinut nadací OPC Foundation. Protokol je založen na síťové architektuře *klient-server*. Architektura vysvětluje vztah mezi dvěma počítačovými programy. První z programů, nazývaný *klient*, požaduje po *serveru* služby, jako například dotaz o různá data od serveru. Nejlepším příkladem je webový prohlížeč, který je v naší architektuře klient, jehož funkce je přistupování k libovolnému serveru na světě. Je vytvořen tak, aby zajišťoval bezpečnost a spolehlivost komunikace mezi systémy a technologiemi [29]; [30]; [31].

Díky flexibilitě se stal protokol standardem v průmyslu 4.0, díky čemuž jsou systémy snadněji škálovatelné a kompatibilní se zařízeními od různých výrobců [32].

OPC-UA je vlastně nástupcem OPC DA komunikace, jelikož OPC byla závislá na platformě od firmy Microsoft, tedy na platformách Microsoft Windows. Výrobci OPC společně s nástupem nových platforem uznali za vhodné vytvořit nástupce, a to OPC-UA. OPC-UA jak ji známe dnes, je vylepšena o nezávislost na platformě, je tedy flexibilní a škálovatelná, oproti původní komunikaci OPC [32].

3.3.2 OPC Server

Je základem OPC komunikace. Je to software, který poskytuje standardizovaná rozhraní OPC. Jeho funkcí je poskytnout data hardwarovým zařízením, jako je třeba HMI či jiné SCADA systémy. OPC server může být dodán výrobcem v daném zařízení, nebo existují nezávislé servery [32].

3.3.3 OPC Klient

Jedná se o protějšek serveru. Klient je tedy připojen k serveru a v případě potřeby z něj načítá data a informace o systému či technologii potřebné k jeho funkci nebo činnosti. Jako nejčastější příklady klienta v praxi bývají SCADA systémy nebo HMI [32].

3.3.4 Zabezpečení kanálu

Bezpečnostní politika v OPC-UA zajišťuje bezpečnou komunikaci mezi klientem a serverem. K tomu slouží bezpečnostní politiky, které definují konkrétní algoritmy pro šifrování, integritu zpráv a autentizaci [33].

V této práci byla použita bezpečnostní politika Basic256Sha256 Sign & Encrypt, která klade důraz na vysokou bezpečnost [34].

Basic256Sha256 Sign & Encrypt zahrnuje:

- **AES-256 (Encrypt)** pro šifrování (256bitový klíč) [35],
- **SHA-256 (Sign)** pro zajištění integrity dat (256 označuje velikost bitů konečné hodnoty hashovacího součtu) [36].

3.3.5 Certifikace

Aplikace využívají certifikáty pro zajištění bezpečné komunikace pomocí asymetrické kryptografie. Zmíněná kryptografie využívá dva klíče, a to privátní a veřejný. Veřejný klíč slouží k validaci a šifrování dat, privátní pak k dešifraci dat u cílové aplikace [37].

3.3.6 UaExpert

UaExpert je plně vybavený klient. Je navržen jako univerzální testovací klient, který podporuje funkce OPC-UA. Je tedy schopen zobrazit například data, alarmy, grafy, či obrázky [38].

3.3.7 KEPServerEX

KEPServerEX je vytvořen pro komunikaci mezi klientskými aplikacemi, jako je například PLC, a průmyslovými zařízeními. Je navržen tak, aby uživatelům poskytl všechna data jako jediný potřebný zdroj. Software je schopen pracovat jako klient, tak i server. Díky tomu je schopen se jako klient dotazovat serveru na data, tak i data předávat například nadřazenému SCADA systému a fungovat u toho jako server [39].

4 SWITCH SCALANCE XC 208 OD FIRMY SIEMENS

V této kapitole se nachází popis switche SCALANCE XC 208. Dále jsou zde k nalezení příklady jeho funkcí.

4.1 Switch SCALANCE XC208

Jedná se managovatelný, neboli řízený switch s certifikací pro Profinet. Nabízí řadu užitečných funkcí pro správný a spolehlivý chod. Switch je plně kompatibilní s komunikací PROFINET [40].

4.1.1 Protokol NTP

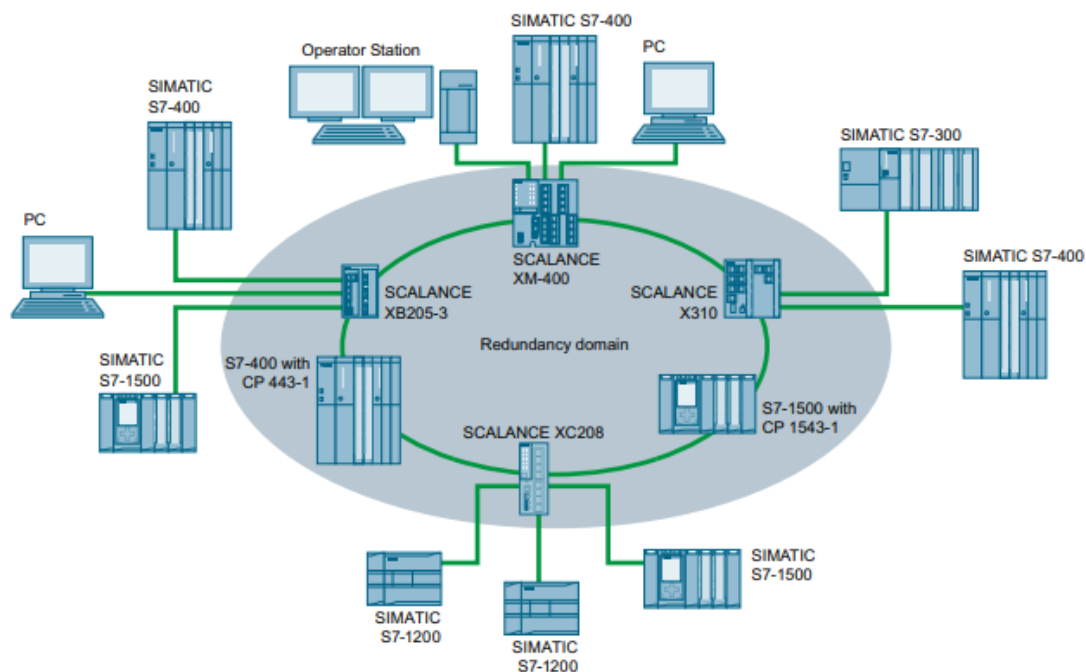
Slouží pro synchronizaci času počítačů v jedné síti a zajišťuje stejný přesný čas na každém zařízení [41].

4.1.2 Detekce smyčky

Detekci smyčky musíme aktivovat na požadovaných portech switche. Switch pak funguje na principu posílání testovacích dat z jednoho na druhý vstup switche. V případě, že testovací data na druhý vstup switche, kam první vstup switche data posílal, dorazí, je detekována smyčka a switch o ní obsluhu informuje. Funkce detekce smyčky pak může pomoci najít chybu rychleji [40].

4.1.3 Protokol MRP

Je to funkce, díky které je možno zapojit prvky v obvodu switche do kruhu. Toto zapojení nám při poruše komunikace kdekoli na trati nepřerušuje funkci technologie, pouze nahradí trasu komunikace. Switch začne komunikovat přes druhý vstup, kde je náš kruhový obvod zapojen. Tento protokol lze využít pouze se zařízeními, které MRP podporují. Ostatní zařízení, které podporu MRP neobsahují, mohou být připojena do technologie pomocí jiných portů [40].



Obrázek 3 Princip funkce MRP [40]

4.1.4 Mirroring

Zrcadlení portu představuje funkci síťového zařízení, při které je datový provoz jednoho nebo více portů (tzv. zrcadlené porty) kopírován na jiný vyhrazený port označovaný jako monitorovací. Tento mechanismus umožňuje pasivní sledování síťového provozu bez ovlivnění samotné komunikace. V případě připojení protokolového analyzátoru k monitorovacímu portu lze detailně sledovat a zaznamenávat datové toky probíhající přes zrcadlené porty. Podmínkou využití této funkce je dostupnost volného portu na zařízení, který může být určen jako monitorovací [40].

5 MĚŘICÍ PŘÍSTROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE

Kapitola je zaměřená na popis použitých měřicích přístrojů elektrické energie, a to konkrétně na přístroj PAC3220 od firmy Siemens a IMU s displejovou jednotkou FDM121 od firmy Schneider Electric.

5.1 Siemens PAC3220

5.1.1 Popis měřicího přístroje

Přístroj je určen k monitorování elektrické energie a měření základních elektrických veličin v systémech nízkého napětí. Podporuje jednofázové, dvoufázové i třífázové měření. Díky širokému rozsahu měřeného napětí lze přístroj připojit k jakémukoli systému nízkého napětí a rovněž jej lze použít ve středně – a vysokonapětových systémech při použití napětových transformátorů. Pro měření proudu je možné využít proudové transformátory s výstupem 1 A nebo 5 A [42].

5.1.2 Měření a ukládání dat měřených energií

Přístroj měří všechny relevantní elektrické veličiny ve střídavých systémech. Kromě toho disponuje i záznamem minimálních a maximálních hodnot všech měřených veličin. Jako další měřicí funkci je průměrování měřených hodnot přímo v zařízení. Data jsou pak čtena z přístroje například pomocí komunikace Modbus [42].

Příklady funkcí přístroje pro měření a ukládání dat jsou následovné [42]:

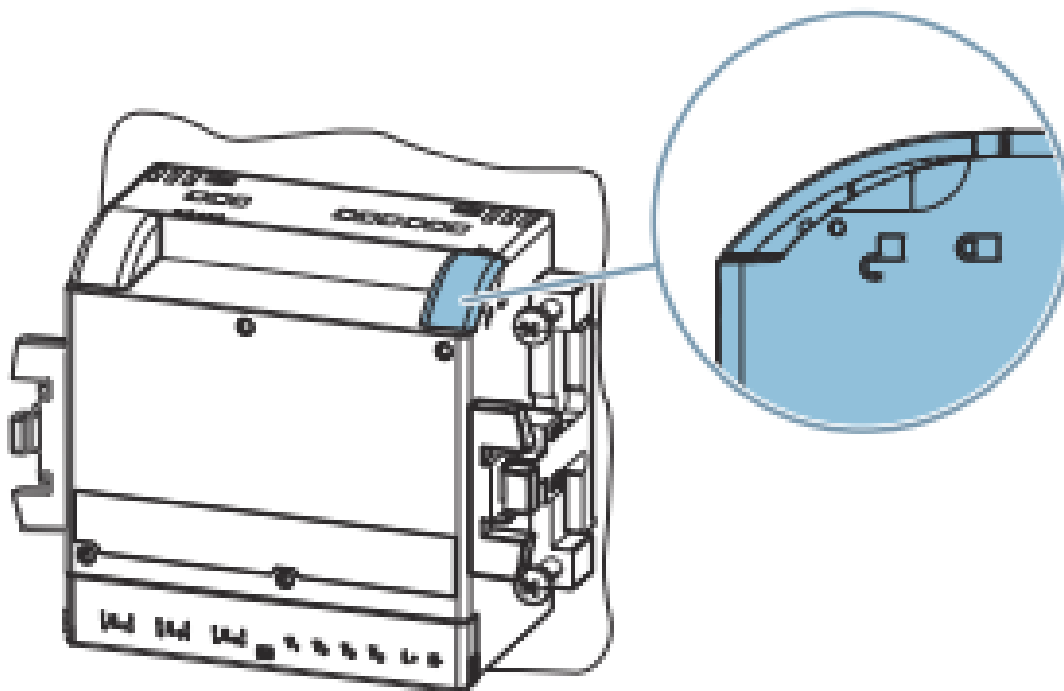
- umožňuje přesně sledovat, kolik elektrické energie bylo spotřebováno nebo odesláno zpět do sítě – zvláště pro činnou, jalovou a zdánlivou energii,
- tyto hodnoty navíc rozlišuje podle denního (vysoký tarif) a nočního (nízký tarif) provozu, rozlišování zajišťuje digitální vstup přístroje (aktivní vstup = nízký tarif),
- výpočet a ukládání dat v nastavitelných intervalech 1-60 minut,
- denní a měsíční čítače činné energie, které uchovávají data až dva roky,
- čítač pro překročení limitních hodnot, změn stavů vstupů nebo výstupů,
- počítadlo provozních hodin pro monitorování doby chodu přístroje.

5.1.3 Displej a ovládání

Zařízení je vybaveno velkým grafickým displejem, který přehledně zobrazuje všechny měřené veličiny. Ovládání je intuitivní díky čtyřem funkčním tlačítkům a vícejazyčnému textovému rozhraní. K dispozici je i přímá navigace pro rychlý přístup k požadovaným menu [42].

5.1.4 Ochrana proti zápisu

Zařízení PAC3220 je vybaveno hardwarovou ochranou proti zápisu, která zamezuje jakékoli možnosti změny nastavení, a to jak prostřednictvím komunikačního rozhraní, tak přímo přes integrovaný displej zařízení. Aby bylo možné do zařízení zapisovat, je nutné tuto ochranu deaktivovat fyzicky přímo na zařízení – konkrétně nastavením příslušného přepínače (posuvníku) umístěného na zadní straně přístroje. Deaktivaci nelze provést vzdáleně přes žádné komunikační rozhraní, čímž je zajištěna vyšší míra zabezpečení proti nechtěným nebo neoprávněným zásahům do konfigurace zařízení [42].



Obrázek 4 Přepínač ochrany proti zápisu [42]

5.1.5 Web server

K zařízení je možné přistupovat z počítače nebo notebooku přes webové rozhraní, které poskytuje vestavěný webový server [42].

Vestavěný webový server nabízí následující funkce [42]:

- zobrazení informací o zařízení, například sériového čísla, verze firmwaru apod.,
- náhled a vyhodnocení naměřených hodnot.

5.2 Schneider Electric IMU s displejovou jednotkou FDM121

5.2.1 IMU (Intelligent modular unit)

Inteligentní modulární jednotka (IMU) představuje kombinaci mechanických a elektrických komponent, které společně plní specifickou funkci v rámci elektrického zařízení – typicky se jedná o ochranu napájecího přívodu, řízení a ovládání motorů apod. Tyto jednotky jsou navrženy jako modulární řešení a umožňují jednoduchou instalaci do rozvaděčů [43].

Za inteligentní modulární jednotku je považován jistič vybavený integrovanými komunikačními prvky, jako je například řídicí jednotka MicroLogic, spolu s externími moduly rozhraní, např. I/O moduly, připojených k jednomu komunikačnímu rozhraní [43].

5.2.2 MicroLogic

Řídicí jednotky MicroLogic od Schneider Electric kombinují pokročilou ochranu, přesné měření a komunikační schopnosti v jednom zařízení [44].

Nabízejí [44]:

- čtyři úrovně ochrany proti přetížení a zkratům,
- vestavěnou ochranu proti zemnímu spojení,
- měření proudu, energie, výkonu i harmonických složek,
- vysoká přesnost měření pro více než 150 nastavení a veličin,
- pomocí softwaru lze zpracovávat elektrická data pro optimalizaci provozu a řízení spotřeby energie.

MicroLogic je určen pro širokou škálu aplikací v oblasti budov, průmyslu, IT a námořních systémů [44].

5.2.3 Displejová jednotka FDM121

Jednotka FDM121 slouží jako zobrazovač měřených hodnot, alarmů a provozních údajů z inteligentní modulární jednotky (IMU). Za pomoci displeje je možnost ovládat jistič

vybavený motorovým mechanismem, nebo spustit předem definovanou akci prostřednictvím IO modulu [43].

Hlavní vlastnosti displeje jsou [43]:

- rozhraní lze připojit k různým jističům (ComPacT, MasterPact, ...),
- instalace možná do rozvaděče,
- dvojité ULP (Universal Logic Plug), které zajišťuje propojení inteligentních zařízení, díky čemu je snadné řetězové propojení,
- monitorování a ovládání jističů,
- LED indikace alarmu.

6 ČIDLO PRŮTOKU FESTO SFAM

Kapitola se zabývá krátkým popisem modulárního čidla průtoku SFAM firmy Festo.

6.1 Popis čidla Festo SFAM

Průtoková čidla SFAM představují vysoce spolehlivé a flexibilní řešení pro měření průtoku stlačeného vzduchu a technických plynů v průmyslových aplikacích. Jsou dostupná v různých variantách a dokáží spolehlivě měřit průtoky v rozsahu od 10 do 15 000 l/min. Komunikace se systémem řízení probíhá pomocí standardizovaného rozhraní IO-Link, což zajišťuje rychlé a efektivní propojení s automatizační technikou [45].

Díky vysoce kontrastnímu displeji a ergonomicky přepracovaným ovládacím prvkům je zaručen vysoký komfort obsluhy, i v náročných průmyslových provozech [45].

6.2 Hlavní funkce

Mezi hlavní výhody a funkce čidla patří například [45]:

- analogové výstupy s různými rozsahy (4 ... 20 mA / 0 ... 10 V / 1 ... 5 V),
- integrované čidlo tlaku,
- zobrazení hodnot teploty a spotřeby energie,
- vysoká měřicí přesnost,
- měření velkých průtoků.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

7 POPIS SOUČASNÉHO STAVU A NÁVRH MODERNĚJŠÍ VIZUALIZACE

7.1 Popis současného stavu používané vizualizace

Současná vizualizace byla původně vytvořena ve verzi WinCC V6.0. Vzhledem k tomu, že společnost Siemens vydala novější verzi s označením V8, která disponuje novými funkcemi i vylepšením samotného základního systému, vytvořila se modernější vizualizace s využitím nových funkcí. Příklady nových funkcí nalezneme v podkapitole 2.4.

Jedním z nedostatků, je absence využití mechanismu TagPrefix, který je popsán v podkapitole 2.5. Z toho důvodu ve staré vizualizaci vznikl větší počet stejných obrazovek, aby například ukazovaly hodnoty čerpadel. Při znalosti TagPrefix se lze vyhnout duplicitě obrazovek a pro čerpadla používat jednu společnou obrazovku. Díky tomuto se vizualizace snadněji přizpůsobí technologii.

Dalším důvodem pro vytvoření nové vizualizace byl zastaralý grafický design současné vizualizace. Je zde dostupná pouze stará knihovna objektů poskytnutá společností Siemens. Objekty ve zmíněné knihovně jsou viditelně pixelové, obzvlášť při jejich zvětšení. Naopak objekty, které se nachází v nové knihovně ve verzi V8, si zachovávají ostrost i kvalitu při zvětšování, či zmenšování objektu, což může zlepšit celkový vizuální dojem z vizualizace. V projektu lze i vidět postupné doplňování nových technologií, čímž začíná být projekt nepřehledný a bez jakéhokoliv konceptu.

V současné vizualizaci chybí postranní rozbalovací menu, což znamená, že velkou část obrazovky zabírají tlačítka na přepínání mezi jednotlivými halami nebo technologiemi. Takový způsob navigace může být méně efektivní, jelikož tlačítka zabírají prostor pro samotnou vizualizaci procesů. S tímto problémem se pojí i zbytečný počet obrazovek navíc, ve kterém se například po přepnutí na požadovanou halu zobrazí další obrazovka pokrytá tlačítky pro jednotlivé technologie dané haly.

Se zmíněným možným zabraným prostorem souvisí i rozlišení, ve kterém je vizualizace tvořena. Obrazovky technologií nepokrývají ani celý prostor displeje při rozlišení Full HD (1920 x 1080 pixelů). Toto má za následek nevyužitý prostor, který může být využit pro vizualizaci technologií, nebo pro samotné zvětšení objektů dané technologie, kde by například zvětšení vstupně/výstupních polí byla zajištěna lepší čitelnost výstupu.

7.2 Návrh modernější vizualizace

Novější verze systému WinCC V8 nabízí nové funkce a vylepšení, jejichž příklady nalezneme v podkapitole 2.4.

S návrhem modernější vizualizace souvisí i využití mechanismu TagPrefix, díky čemuž je zamezeno zbytečné duplikaci obrazovek a přehledné strukturování tagů. Popis mechanismu lze vidět v podkapitole 2.5.

Do verze V8 byla přidána knihovna od společnosti Siemens s novými grafickými objekty, jako jsou například obrázky čerpadel, motorů, nádrží apod. Grafické objekty jsou třeba schopné měnit barvu při programátorem zadané akci (např.: červená = porucha čerpadla, zelená = chod čerpadla, ...), zároveň jsou ostré i kvalitní při změně velikosti, což je dáno vektorovým zpracováním objektů. Tyto nové grafické prvky zajišťují implementaci systému do veliké škály odvětví průmyslu.

V nové vizualizaci je implementováno postranní rozbalovací menu, které zajišťuje efektivní navigaci mezi jednotlivými halami a technologiemi, aniž by zabíralo cenný prostor na obrazovce. Tento způsob navigace umožňuje uvolnit místo pro samotnou vizualizaci procesů, což přispívá k lepší přehlednosti a efektivitě práce. Díky minimalizaci potřeby přepínat mezi zbytečnými obrazovkami se uživatelé mohou rychleji dostat k požadovaným informacím a ovládacím prvkům, což zvyšuje celkovou uživatelskou zkušenost a zjednodušuje práci v kritických provozních podmínkách.

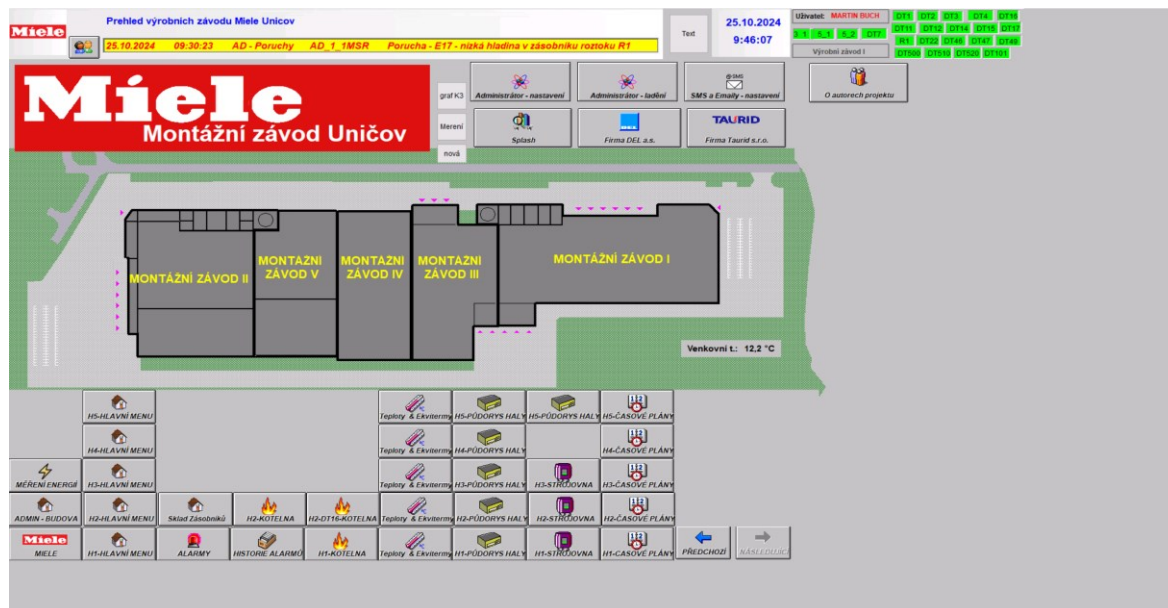
Nová vizualizace je vytvořena v rozlišení QHD (2560 x 1440 pixelů). Díky vyššímu rozlišení je možné lépe zobrazit detaily technologií a zvětšit objekty, jako jsou vstupně/výstupní pole, což zajišťuje jejich lepší čitelnost. Tento přístup eliminuje nevyužitý prostor, který byl problémem v předchozím Full HD rozlišení, a přispívá k lepší přehlednosti a efektivnosti vizualizace.

Návrhy modernější vizualizace nově připojených technologií nalezneme v podkapitolách 8.4 a 9.2.

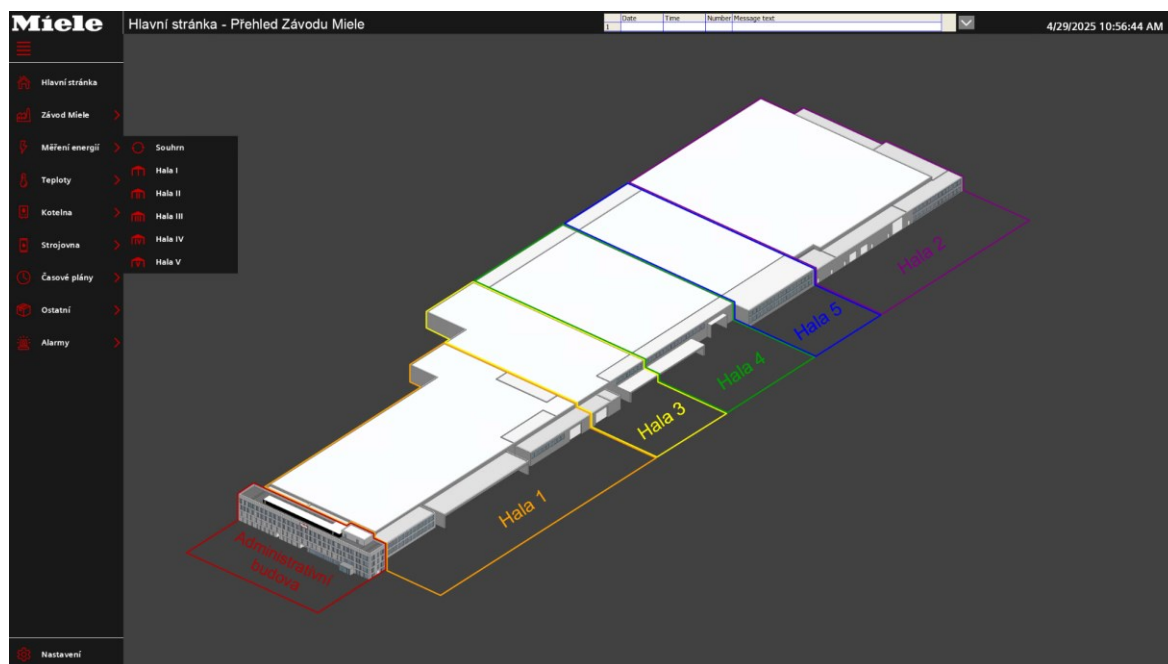
7.3 Srovnání stávající a modernější vizualizace

Vzhledem k velkému rozsahu vizualizace jsou v této práci uvedeny pouze vybrané příklady srovnání stávající a modernější vizualizace. V níže uvedených ukázkách se jedná pouze o grafickou změnu vizualizace.

7.3.1 Hlavní stránka – přehled závodu



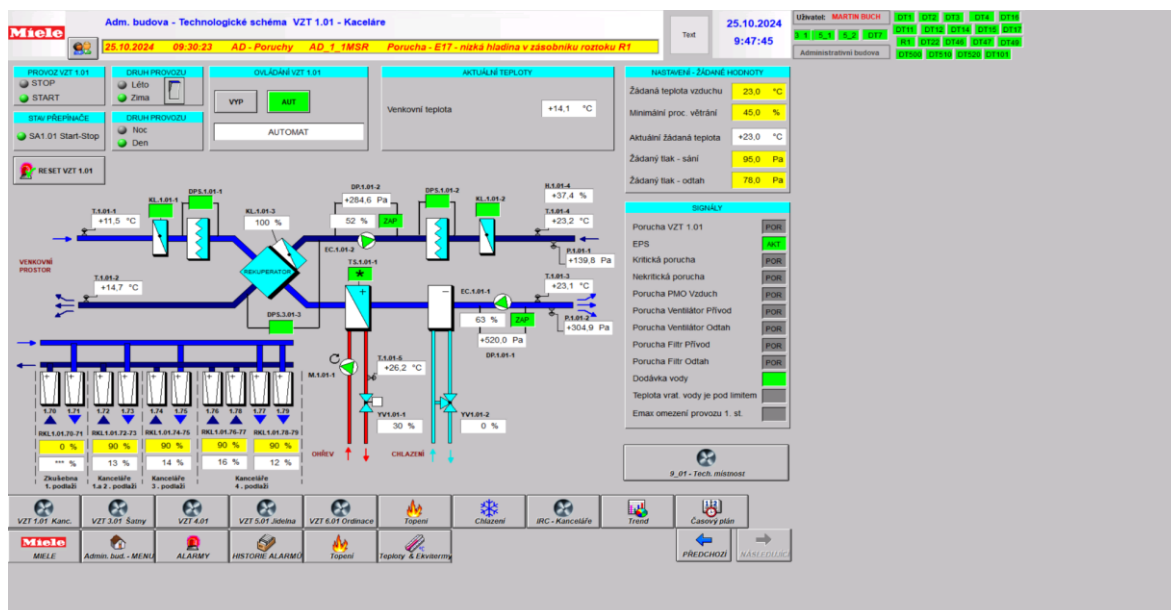
Obrázek 5 Hlavní stránka stávající vizualizace



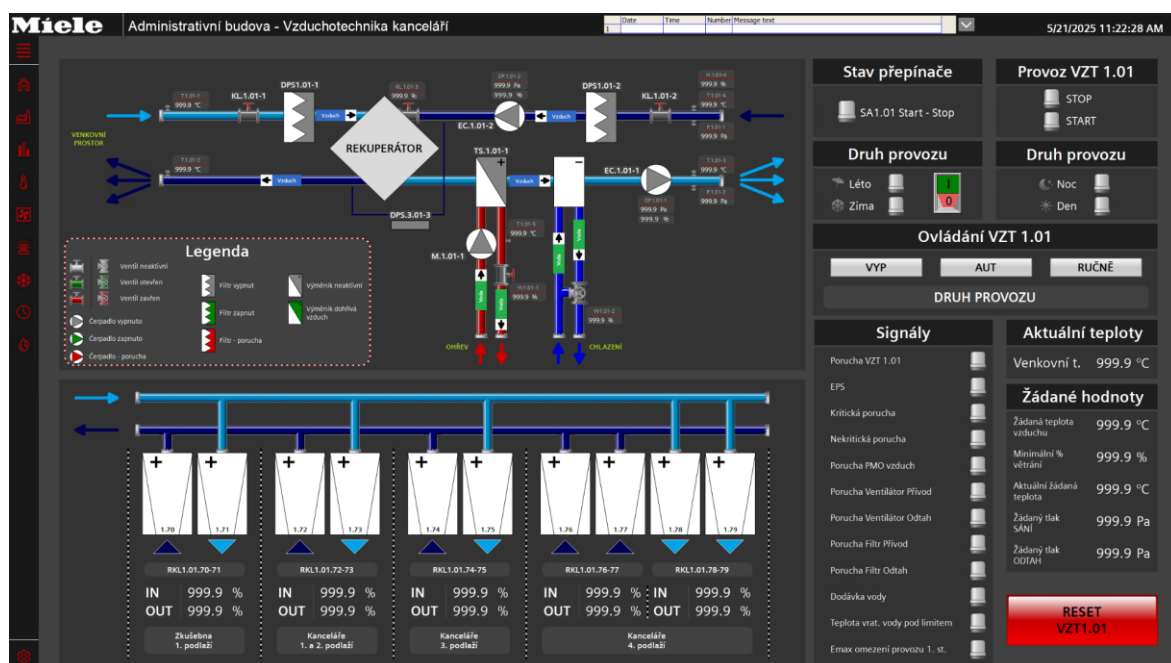
Obrázek 6 Hlavní stránka návrhu modernější vizualizace

Hlavní změnou je nově přidané postranní rozbalovací menu, které slouží k efektivnější a přehlednější práci obsluhy, mimo to taky nezabírá zbytečně velký prostor pro případné vytváření technologií, viz Obrázek 6.

7.3.2 Administrativní budova – vzduchotechnika kanceláří



Obrázek 7 Vzduchotechnika kanceláří ve stávající vizualizaci



Obrázek 8 Návrh modernější vizualizace vzduchotechniky kanceláří

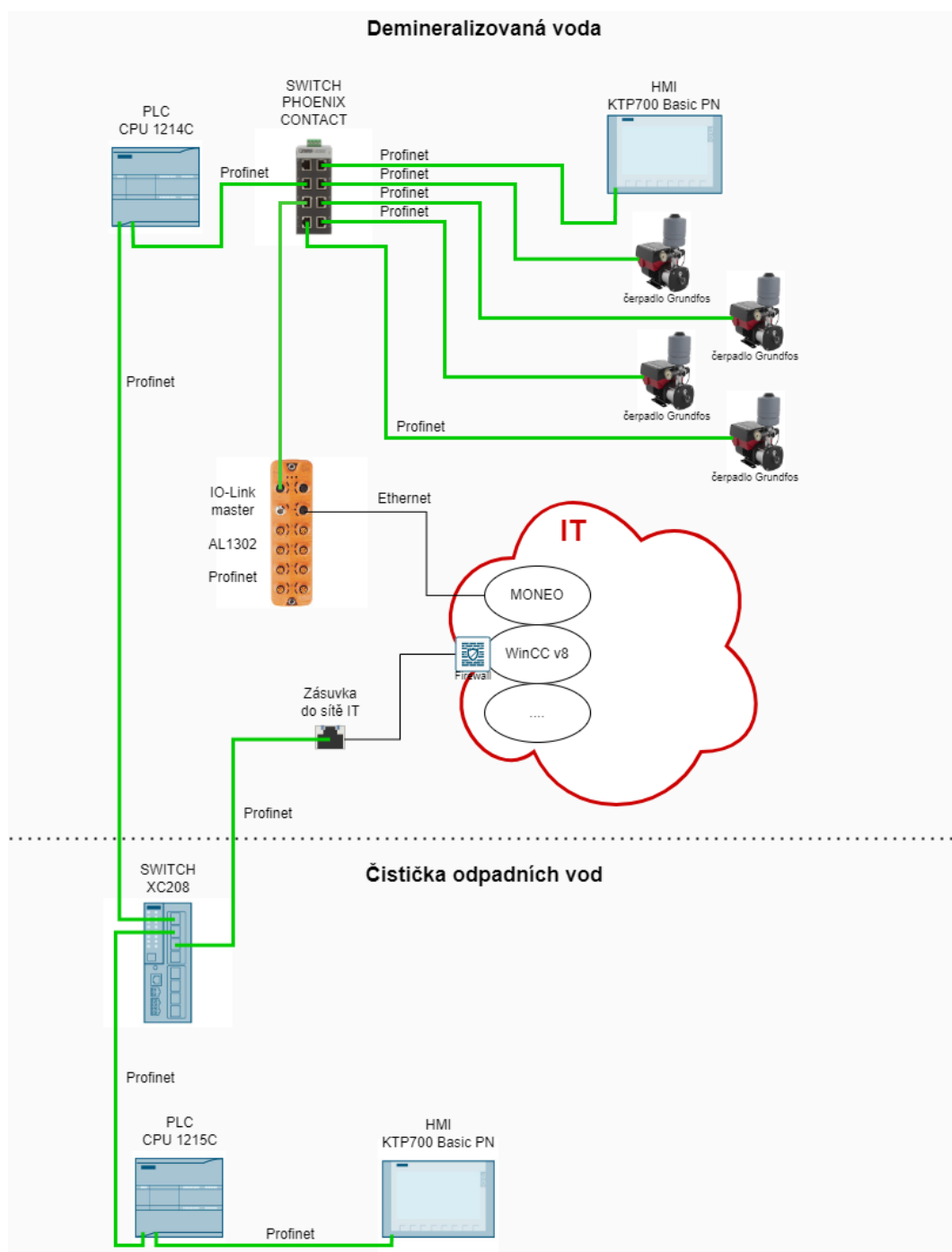
V novém návrhu je využit celý prostor obrazovky, díky tomu je vizualizace technologie větší a čitelnější. Návrh taky využívá objekty z nových knihoven, které neztrácí na kvalitě při změně velikosti, jako jsou například trubky, viz Obrázek 8.

Modernější návrh opět využívá prostor celé obrazovky, díky čemu je vizualizace technologie čitelnější a přispívá lepšímu vizuálnímu dojmu.

8 PŘIPOJENÍ TECHNOLOGIE PRO VÝROBU DEMINERALIZOVANÉ VODY DO SCADA SYSTÉMU

8.1 Připojení zařízení do sítě

8.1.1 Nové schéma připojení technologií



Obrázek 11 Nové schéma připojení technologií do sítě IT

8.1.2 Instalace nového switche mezi technologie

Vzhledem k tomu, že pro novou technologii demineralizované vody nebyla k dispozici zásuvka do sítě IT, musel se zvolit postup, jakým tento problém vyřešit. Jako řešení bylo přidání mezi novou technologii demineralizační vody a technologii čističky odpadních vod nový switch, díky kterému půjdou tato zařízení obě připojit do sítě IT. Switch se zvolil od firmy Siemens, jelikož Siemens je standartním dodavatelem firmy Miele technika s.r.o. Konkrétně byl nainstalován typ switche SCALANCE XC 208.

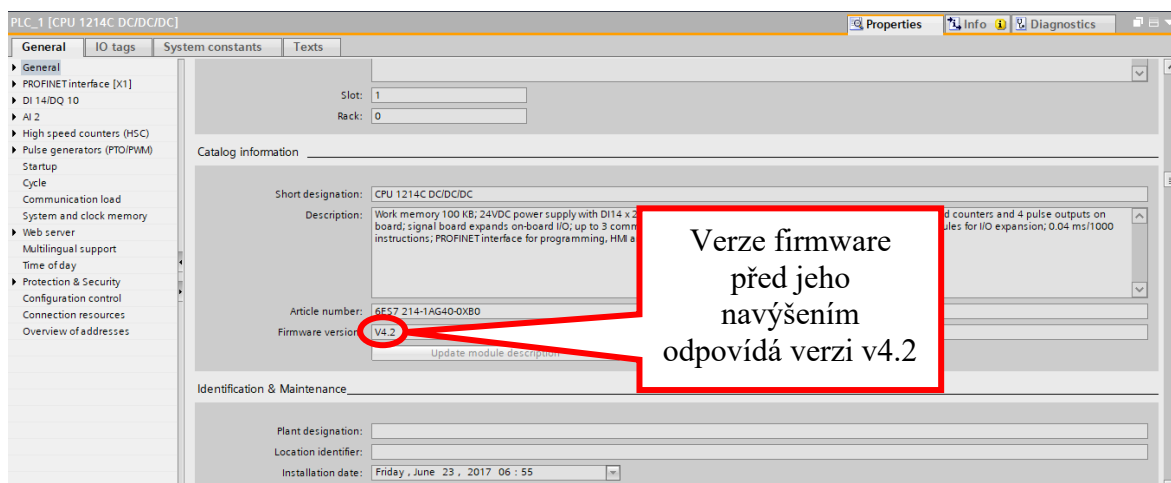
8.1.3 Přeadresování zařízení

Před realizací nasazení nového switche byly obě zmíněné technologie na různé podsíti IT sítě. Aby byla komunikace skrze jednu zásuvku, a následné posílání dat do sítě IT možná, musely se sjednotit podsítě obou technologií. V jednom z projektu, který je naprogramován v TIA portálu se tedy změnila IP adresa PLC, které řídí danou technologii. Změna IP adres byla nutná i u komponent připojených k tomuto zmíněnému PLC, aby technologie nadále fungovala a komunikovala v jejich podsíti. Zároveň proběhla změna IP adres jednotlivých zařízení připojených k druhé technologii (čistička odpadních vod), aby se zajistil standart, aktuálně zaváděný ve firmě.

8.2 Zapnutí OPC-UA serveru na PLC

8.2.1 Aktualizace firmware u PLC a migrace projektu

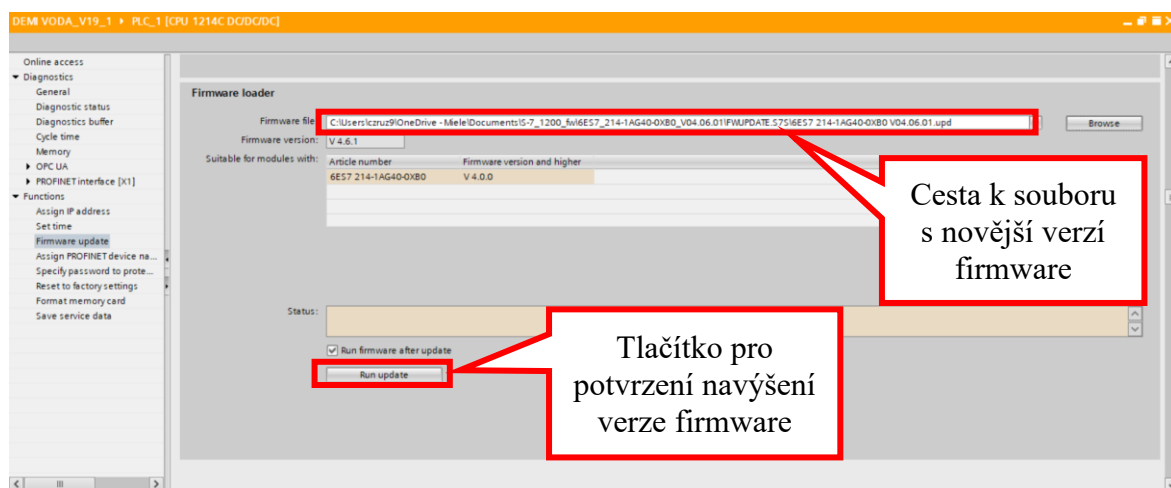
Technologie pro výrobu demineralizované vody je spuštěna na PLC řady S7-1200 od firmy Siemens. OPC-UA lze na této řadě PLC spustit pouze tehdy, když je firmware PLC verze 4.4 nebo vyšší [46]. V opačném případě nedostatečné verze firmware je OPC-UA komunikace na tomto PLC nedostupná. Dále byla potřeba migrovat projekt do vyšší verze TIA portálu z důvodu sjednocování projektů firmy na stejnou verzi projektů, a to verzi v19.



Obrázek 12 Vlastnosti PLC před navýšením verze firmware

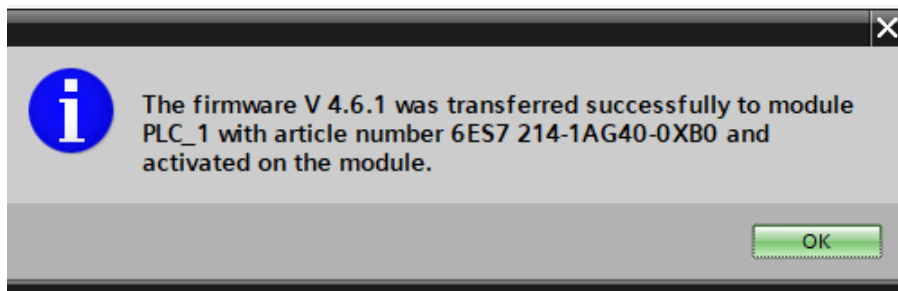
Pro následné navýšení verze firmware je nutno stáhnout novější verzi firmware pro danou řadu PLC, v mém případě pro typ S7-1200, z oficiálních stránek společnosti Siemens.

Postup v TIA portal je pak následující, zapne se PLC v režimu *online* -> pravým stiskem myši na PLC se přepne do *Online & diagnostics* -> vlevo v menu pak *Functions* -> *Firmware update* -> blok *Firmware loader* -> do *Firmware file* se vloží stažený soubor s požadovanou verzí firmware. Posledním krokem pak je stisknutí tlačítka *Run update*. Okno pro navýšení verze firmware, viz Obrázek 13.

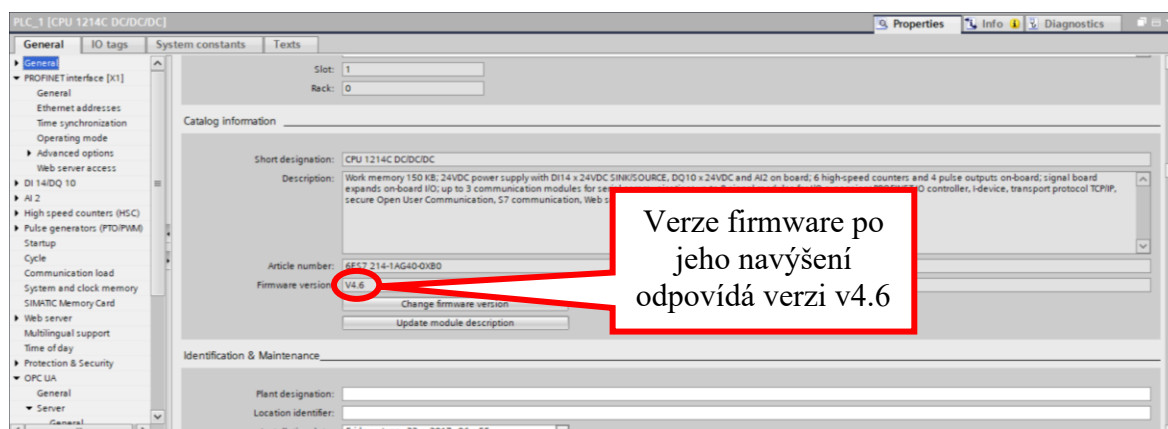


Obrázek 13 Okno pro navýšení verze firmware u PLC

Po stisku tlačítka *Run update* se zobrazí okno, které informuje a zdárném navýšení verze firmware, viz Obrázek 14.



Obrázek 14 Okno, informující o navýšení verze firmware



Obrázek 15 Vlastnosti PLC po navýšení verze firmware

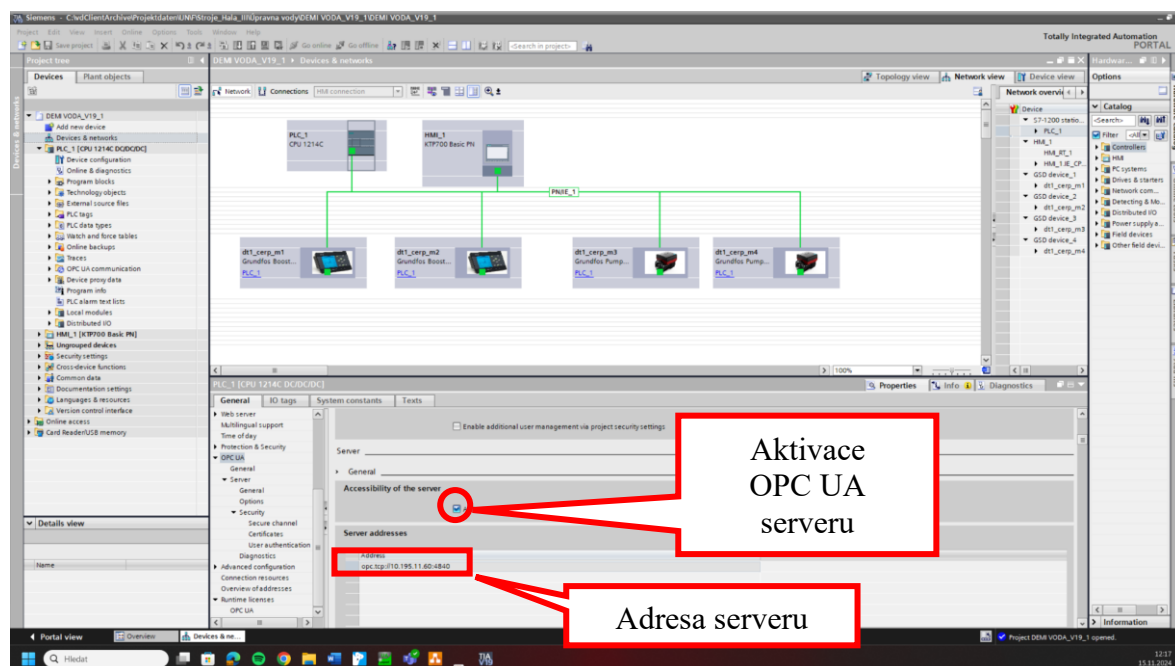
8.2.2 Nastavení a ověření komunikace OPC-UA

- **Aktivace OPC UA serveru**

Pro nastavení serveru OPC-UA na požadovaném PLC je potřeba povolit tuto funkci v jeho vlastnostech [47].

K zapnutí OPC-UA serveru se označí PLC, u kterého se bude server aktivovat, následně se pokračuje cestou *Properties -> General -> OPC-UA -> Server -> General*. Po otevření menu se zaškrtně možnost *Activate OPC UA server*. Celý proces včetně aktivace serveru, viz Obrázek 16.

Po aktivaci serveru se vygeneruje adresa serveru, viz Obrázek 16. Na tuto adresu pak přistupují klienti.

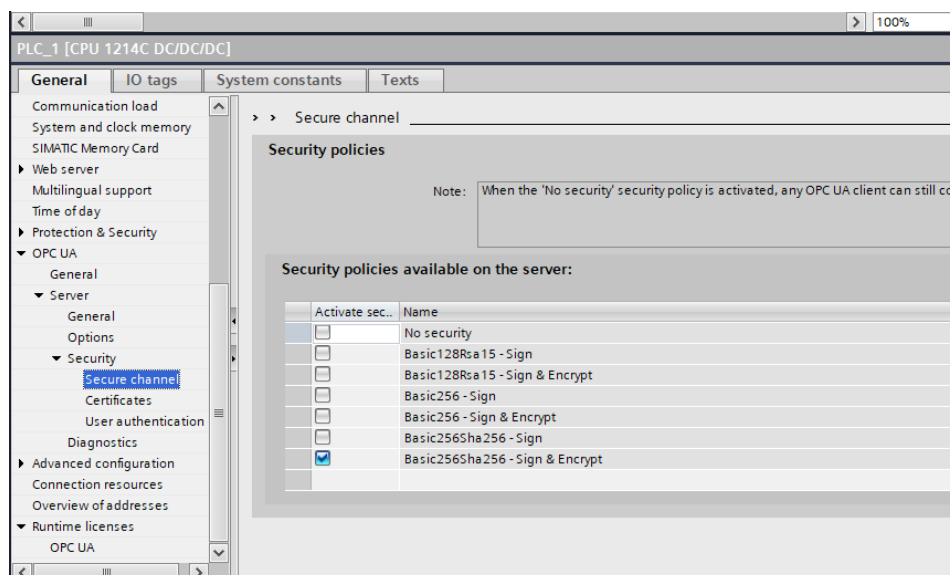


Obrázek 16 Zapnutí serveru OPC-UA na požadovaném PLC

- **Nastavení zabezpečení serveru**

- **Zabezpečení kanálu**

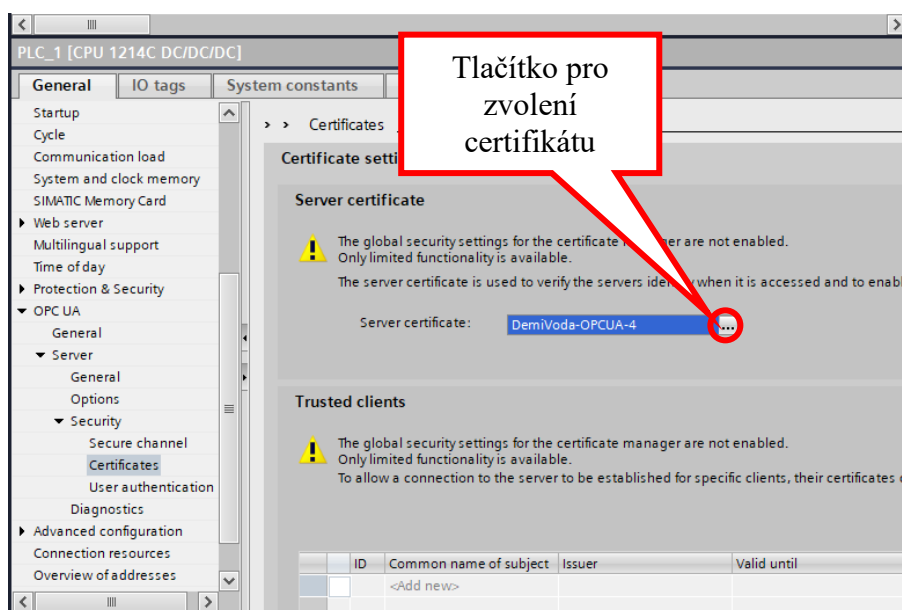
Pro zabezpečení kanálu byla zvolena bezpečnostní politika Basic256Sha256 Sign & Encrypt, viz Obrázek 17.



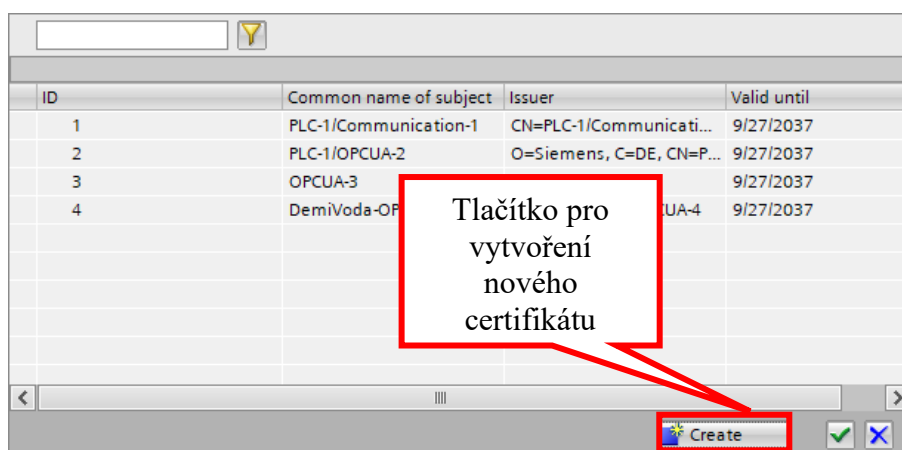
Obrázek 17 Nastavení zabezpečení kanálu

○ Certifikát

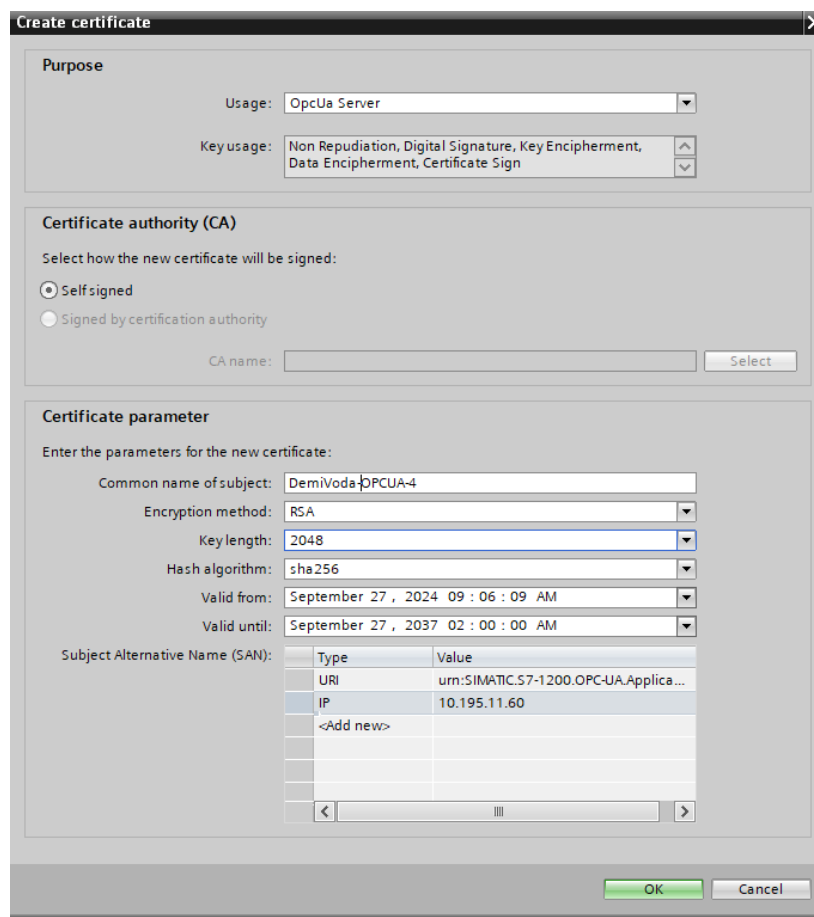
Vytvoření certifikátu pro zajištění bezpečné komunikace proběhlo následnou cestou: U zvoleného PLC *Properties* -> *OPC-UA* -> *Server* -> *Security* -> *Certificates*. Dále pak v bloku pro zvolení certifikátu po stisku na 3 tečky, viz Obrázek 18, je zobrazeno okno pro vytvoření nového certifikátu, kde se po stisku na tlačítko *Create*, viz Obrázek 19, vytvoří nový certifikát s požadovanými parametry, viz Obrázek 20.



Obrázek 18 Blok pro zvolení certifikátu

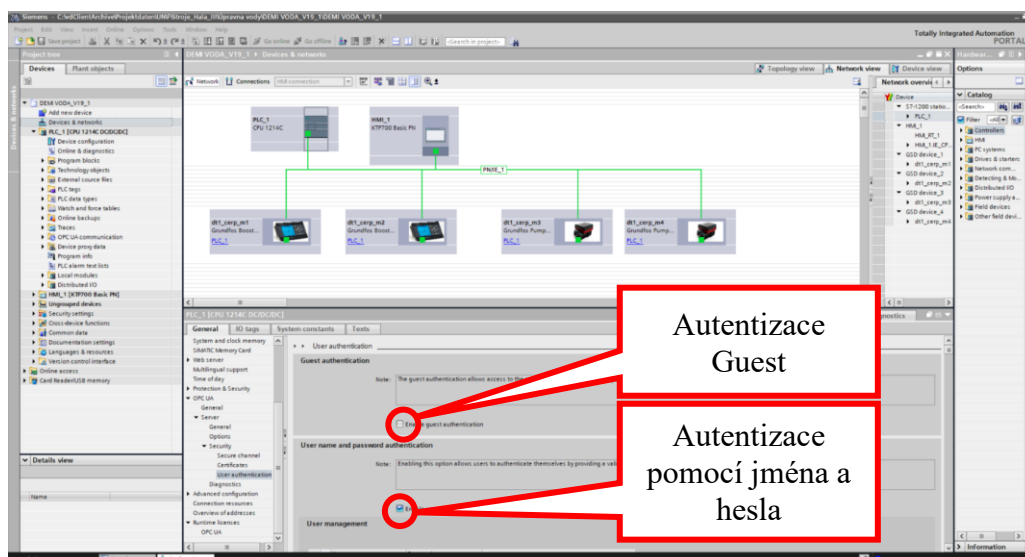


Obrázek 19 Okno pro vytvoření nového certifikátu



Obrázek 20 Nově vytvořený certifikát

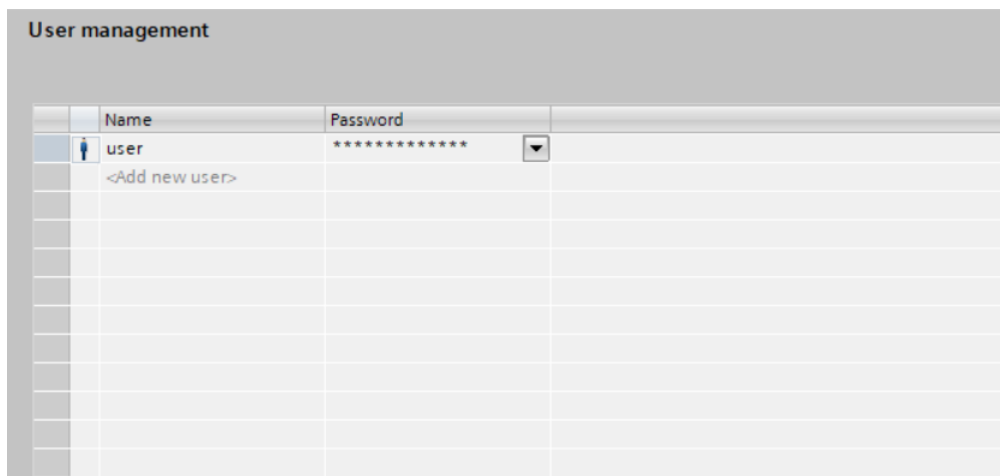
- Autentizace uživatele



Obrázek 21 Nastavení autentizace uživatele

Pro autentizaci uživatele se odškrtnula možnost Guesta a ponechala se pouze autentizace pomocí jména a hesla, viz Obrázek 21. Jméno a heslo bylo nastaveno

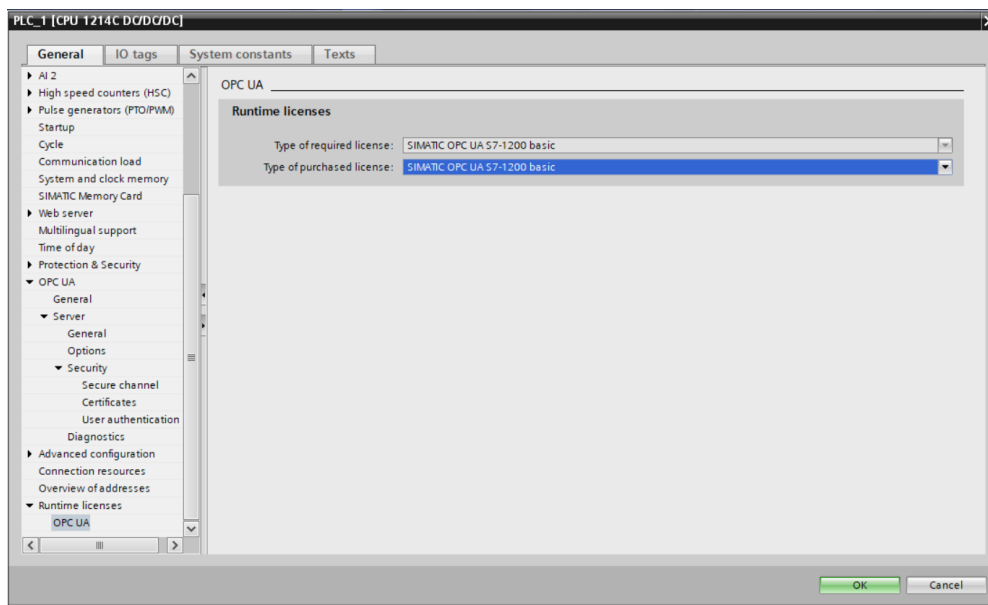
podle potřeb dané firmy. Nastavení proběhlo v tabulce níže pod výběrem autentizace pomocí jména a hesla. Nastavení uživatelů, viz Obrázek 22.



Obrázek 22 Nastavení uživatelů pro autentizaci pomocí jména a hesla

- **Licence OPC-UA**

Před používáním komunikace OPC-UA je nutno si zakoupit licence, které se dále nastaví v projektu v TIA portal, viz Obrázek 23.

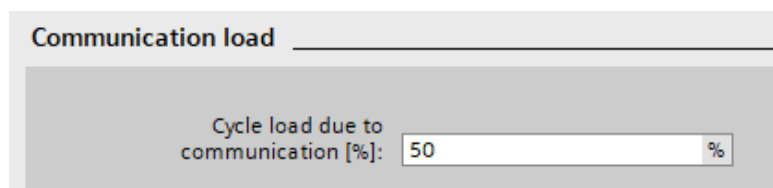


Obrázek 23 Licence OPC-UA

- **Communication load (komunikační zátěž)**

Určuje, kolik procent z cyklu CPU bude vyhrazeno pro komunikační úkoly [48]. OPC-UA komunikaci na PLC se nepodařilo aktivovat z důvodu opakovaného pádu projektu v prostředí TIA Portal při pokusu o zapnutí této funkce. Pro

vyřešení problému bylo nutné změnit hodnotu „Communication load“, v projektu tedy zvoleno 50 %, na místo původních 20 %, viz Obrázek 24.



Obrázek 24 Communication load

8.3 Přidání dat do vizualizace přes OPC-UA

8.3.1 Vytvoření DB v projektu a přidání do OPC UA interface

V projektu se nachází mnoho proměnných, která nejsou ve vizualizaci potřeba. Z toho důvodu byl vytvořen nový DB, kde byly vytvořeny nové proměnné. Tento krok zajistil větší přehlednost o tom, jaké proměnné se nachází, nebo nenachází ve WinCC V8.

8.3.2 Přiřazení požadovaných hodnot do DB

Pro přiřazení hodnot v projektu k nově vytvořeným proměnným bylo nutno vytvořit i novou FC. Nově vytvořená FC je psaná v jazyku SCL, který byl zvolen jako nejjednodušší a nejprehlednější pro takovou práci, jako bylo jednoduché přiřazení hodnot k novým proměnným.

- **Příklad zdrojového kódu v jazyce SCL:**

```
//R01  
"DB_WinCC_Budovy".Reverzni_osmoza_R01.Prutok_pernamentu :=  
"Data_NS".Prutok_pernamentu_reverzni_osmoza_1;  
"DB_WinCC_Budovy".Reverzni_osmoza_R01.Prutok_upravena_voda :=  
"Data_NS".Prutok_uprav_voda_reverzni_osmoza_1;
```

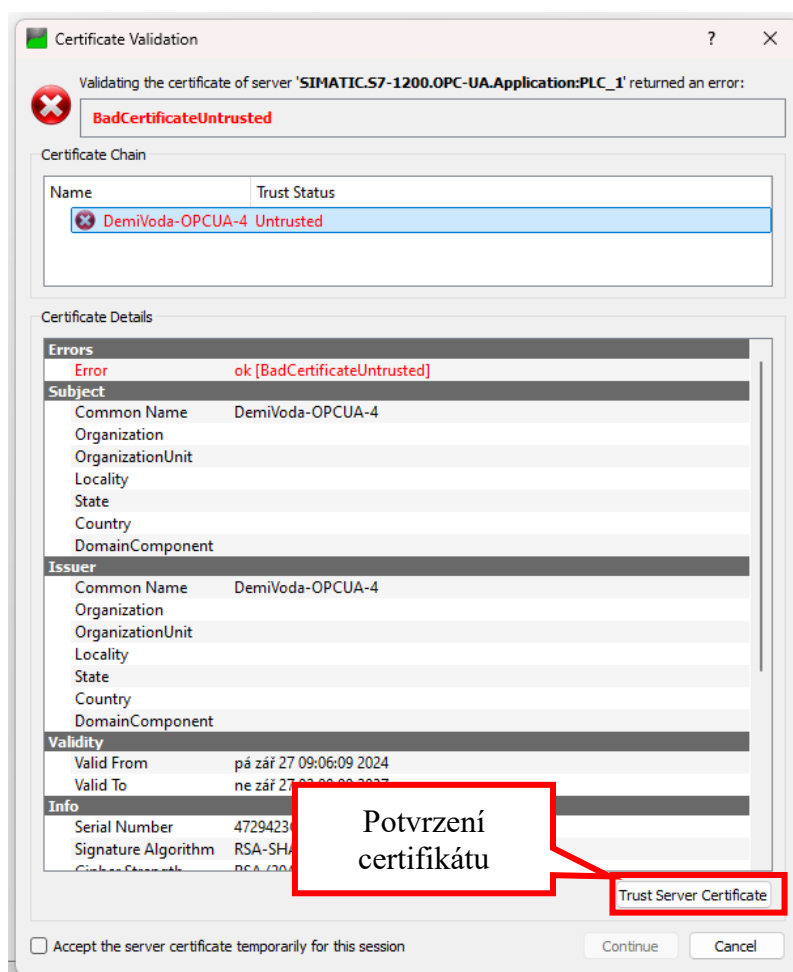
Zbytek proměnných je přiřazen stejným způsobem.

8.3.3 Implementace dat do KEPServerEX

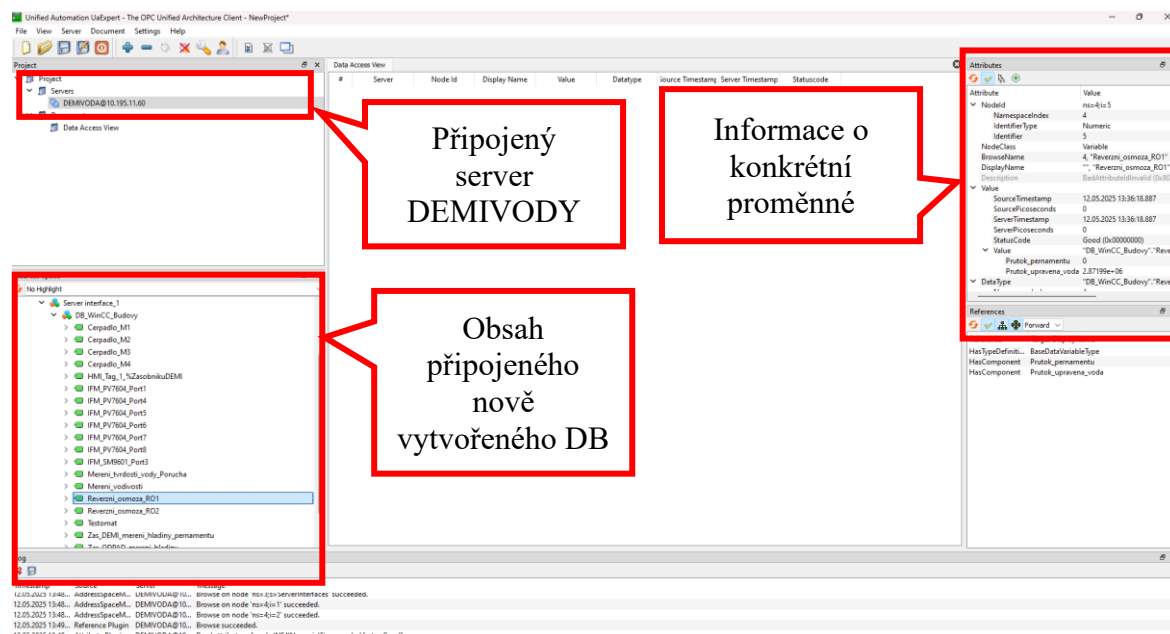
Pro snazší sběr dat a jejich následné posílání klientům byl vytvořen server na KEPServerEX. Použitím middleware vzniká jednotná křižovatka, díky které se data nachází na jednom přehledném místě, poskytuje data do nadřazených systémů a aplikací nebo usnadňuje práci programátorovi. Implementaci dat na server zprostředkoval IT technik firmy.

8.3.4 Otestování funkčnosti OPC UA pomocí UaExpert

Pro zjištění funkčnosti komunikace, byl využit software UaExpert. Po připojení KEPServerEX s daty bylo nutno potvrdit certifikát, který byl vytvořen v PLC, viz podkapitola 8.2.2. Potvrzení certifikátu se po připojení serveru zobrazilo jako vyskakovací okno, které bylo nutno potvrdit tlačítkem *Trust Server Certificate*, viz Obrázek 25. Hodnoty námi požadované byly načteny do softwaru, viz Obrázek 26. Díky tomu bylo možné zkontrolovat schopnost komunikace, zobrazování správných dat, zda se neliší oproti datům získaným přímo z technologie.



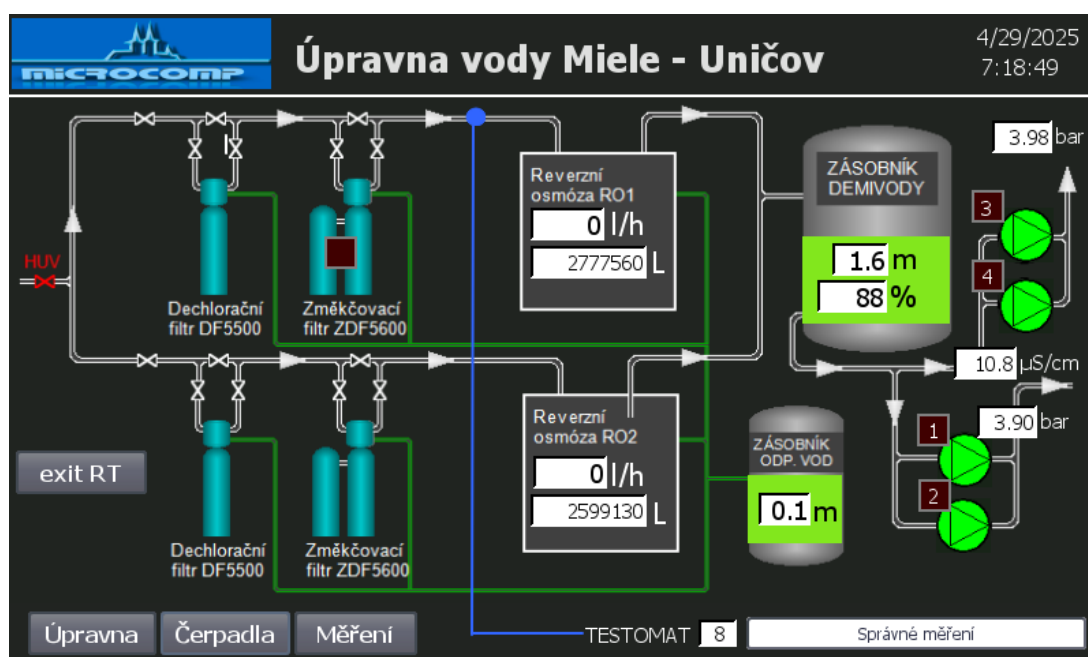
Obrázek 25 Potvrzení certifikátu v UaExpert



Obrázek 26 Otestování funkčnosti v UaExpert

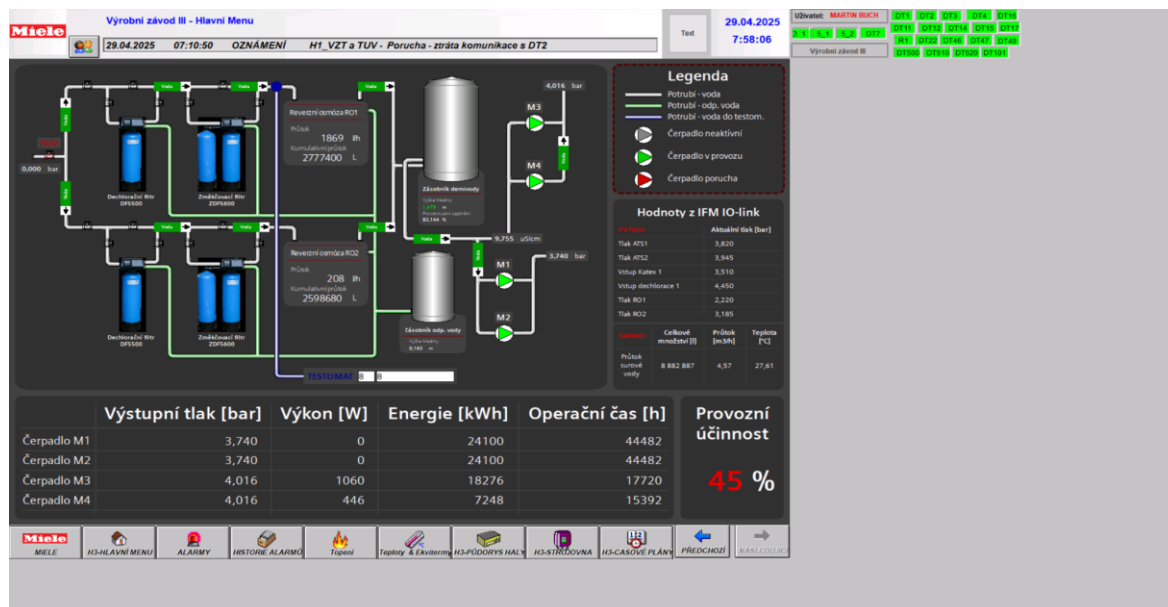
8.4 Vytvoření vizualizace pro výrobu demineralizované vody v programu WinCC V8

Nová obrazovka byla vytvořena na základě schématu technologie, vytvořeného v projektu úpravy vody v TIA portal, viz Obrázek 27. Schéma bylo vytvořeno s co nejpřesnějším rozestavením prvků technologie tak, aby odpovídalo reálnému zapojení.



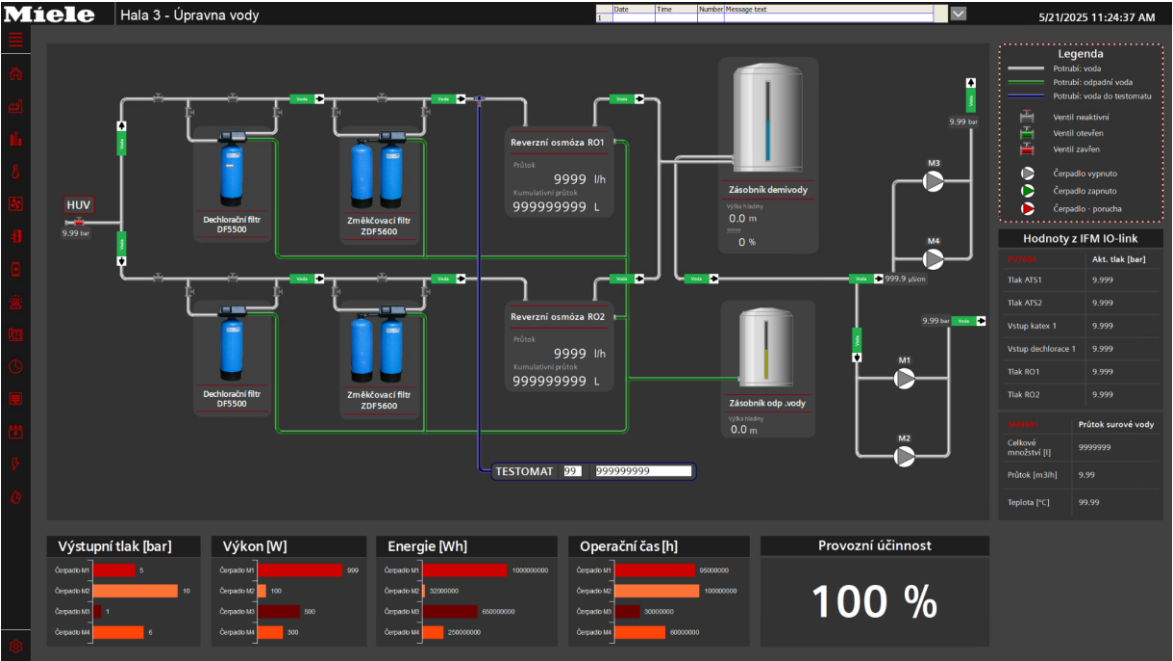
Obrázek 27 Schéma demineralizační vody v TIA portal

Funkční vizualizace zařízení pro výrobu demineralizované vody byla vytvořena do stávající vizualizace. Obrazovka zobrazuje data reverzních osmóz, hladiny nádrží či výstupní tlaky čerpadel, viz Obrázek 28.



Obrázek 28 Vizualizace demineralizované vody ve stávající vizualizaci

Na první pohled lze vidět problém stávající vizualizace, a to konkrétně nevyužitý celý prostor obrazovky, viz Obrázek 28. Tento rozměr vizualizace technologie byl zvolen proto, aby se ve stávající vizualizaci udržel jednotný rozměr vizualizace technologií. V rámci nové vizualizace byla implementována obrazovka založená na této technologii s optimalizovaným využitím celé zobrazovací plochy. Zároveň obrazovka využívá moderní objekty, jako jsou například pruhové grafy pro znázornění dat dostupných z čerpadel, viz Obrázek 29. Aktuálně je však nefunkční z důvodu chybějící licence pro nový projekt.



Obrázek 29 Návrh modernější vizualizace demineralizované vody

9 PŘIPOJENÍ MĚŘICÍCH PŘÍSTROJŮ ELEKTRICKÉ ENERGIE DO SCADA SYSTÉMU

9.1 Přidání dat do vizualizace přes Modbus-TCP

Ze začátku je nutno zmínit, že fyzické zapojení měřicích přístrojů není součástí bakalářské práce, jelikož přístroje byly zapojeny firmou. Jedná se tedy pouze o přiřazení dat měřicích přístrojů do systému SCADA. Data jednotlivých měřicích přístrojů jsou pomocí komunikace Modbus-TCP přivedeny do IT sítě. Stejně jako data z demineralizované vody jsou data z přístrojů implementována do KEPServeruEX. Jednotlivé měřicí přístroje jsou připojeny pomocí Ethernetu do IT sítě a přes Modbus komunikují s KEPServeremEX. Tento middleware následně poskytuje tyto data do vizualizace.

9.1.1 Implementace dat do KEPServerEX

Data jsou pro větší přehlednost implementována IT technikem firmy na server, konkrétně KEPServerEX, stejně jako data demineralizované vody, jako je zmíněno v podkapitole 8.3.3. Data z měřicích zařízení nejsou čtena přímo z PLC, ale přistupuje se k nim prostřednictvím OPC serveru, konkrétně KEPServerEX. Tento server zajišťuje centralizovaný přístup k datům a umožňuje jejich sdílení s více aplikacemi bez přímého zatěžování samotného zařízení, které hodnoty poskytuje.

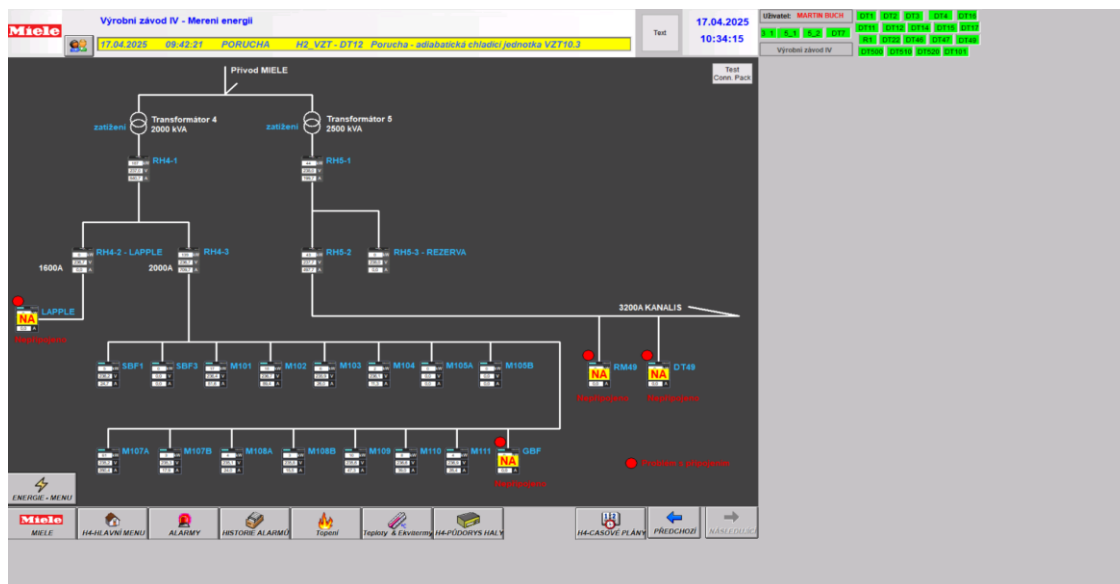
Použití OPC serveru přináší zásadní výhodu zejména u zařízení s omezeným počtem současných připojení – v případě použitých měřičů elektrické energie je tento počet omezen na tři paralelní spojení pomocí Modbus-TCP. Díky mezičlánku v podobě OPC serveru je však možné, aby hodnoty byly poskytovány více než třem klientským aplikacím současně, aniž by došlo k překročení limitu připojení zařízení [42].

9.2 Vytvoření vizualizace pro měření energií v programu WinCC V8

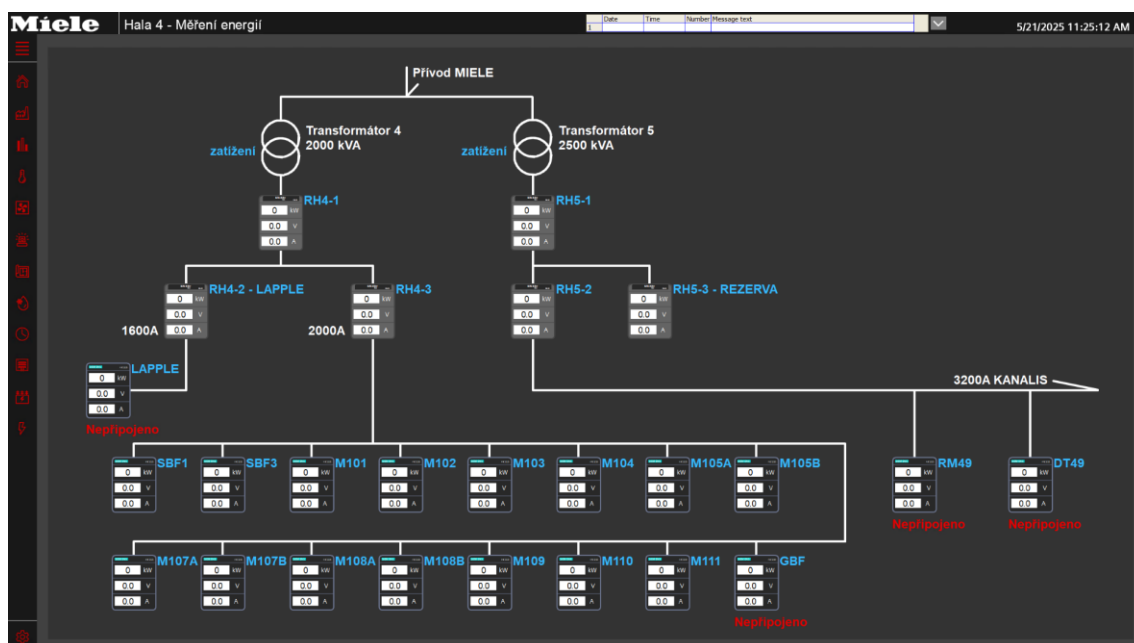
Obrazovka byla vytvořena podle schématu, který byl dodán oddělením správy budov firmy. Měření energií probíhá dvěma měřicími přístroji, a to přístrojem PAC3220 od společnosti Siemens a IMU s displejovou jednotkou FDM121 od společnosti Schneider Electric. Pro vytvoření estetického vizuálního dojmu byly vytvořeny faceplaty měřicích přístrojů tak, aby co nejvíce připomínaly vzhled reálných přístrojů.

Pro příklad je v práci uvedena pouze obrazovka a její funkce s měřicími přístroji, umístěné na hale 4 dané společnosti. Vizualizace je vytvořena funkční ve stávajícím

projektu, viz Obrázek 30, jelikož k nové vizualizaci nejsou koupeny licence pro plné využívání WinCC V8. Nicméně návrh nové vizualizace je vytvořen v novém projektu, ovšem nefunkční, viz Obrázek 31.



Obrázek 30 Vizualizace měřicích přístrojů ve stávající vizualizaci



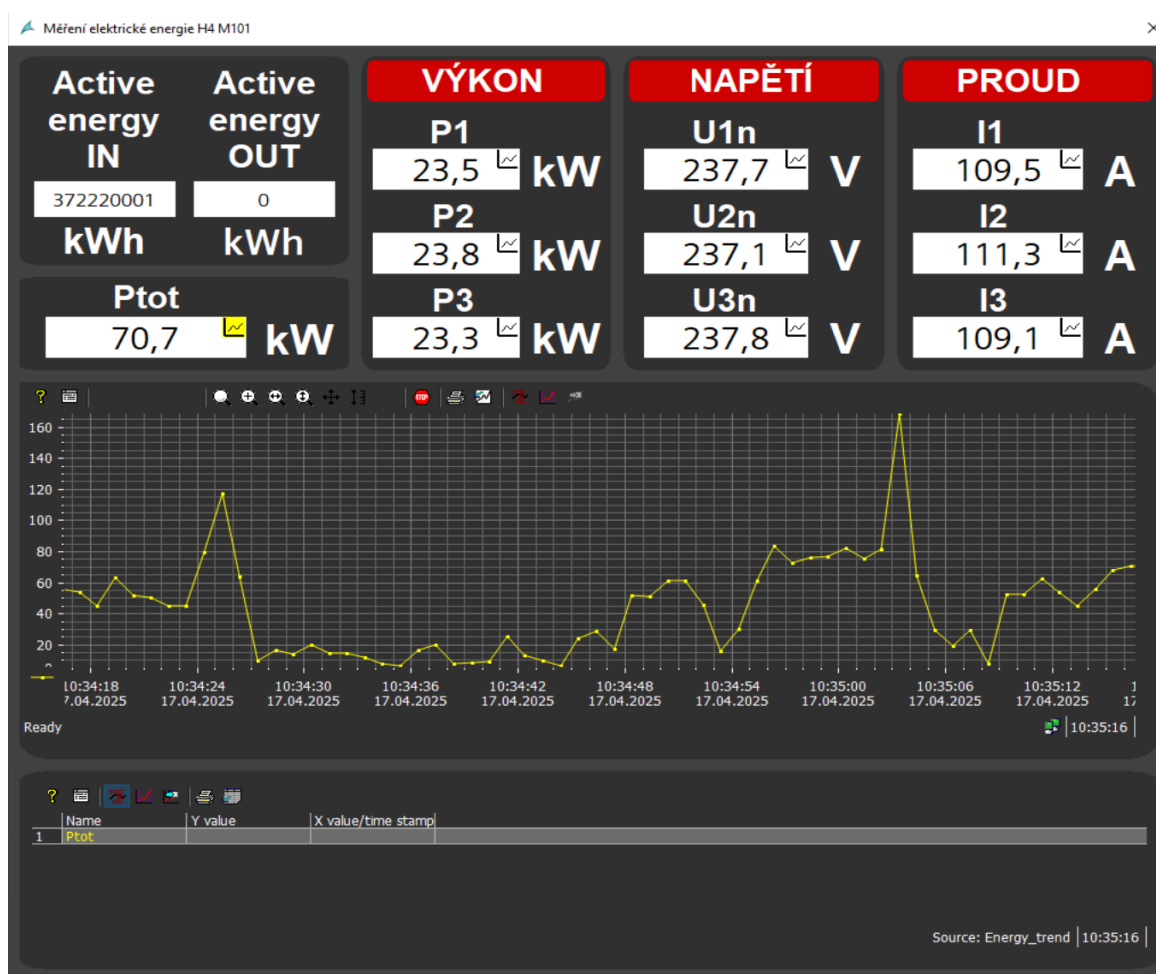
Obrázek 31 Návrh modernější vizualizace měřicích přístrojů

Jako bylo zmíněno v podkapitole 7.1, velikost obrazovky není plně využita ve stávající vizualizaci. To má za důsledek velký nevyužitý prostor, který mohl být využit na vizualizaci technologie. Dále lze vidět zaplněný prostor tlačítky, která také zbytečně zabírají prostor pro vizualizaci, viz Obrázek 30.

Naopak v návrhu modernější vizualizaci lze vidět plně využitý prostor obrazovky, tím i větší objekty a prvky vizualizace. K vidění je i efektivnější postranní rozbalovací menu, které zjednodušuje práci obsluze při hledání požadované technologie, viz Obrázek 31.

9.2.1 Vyskakovací okno s informacemi o měřicím přístroji

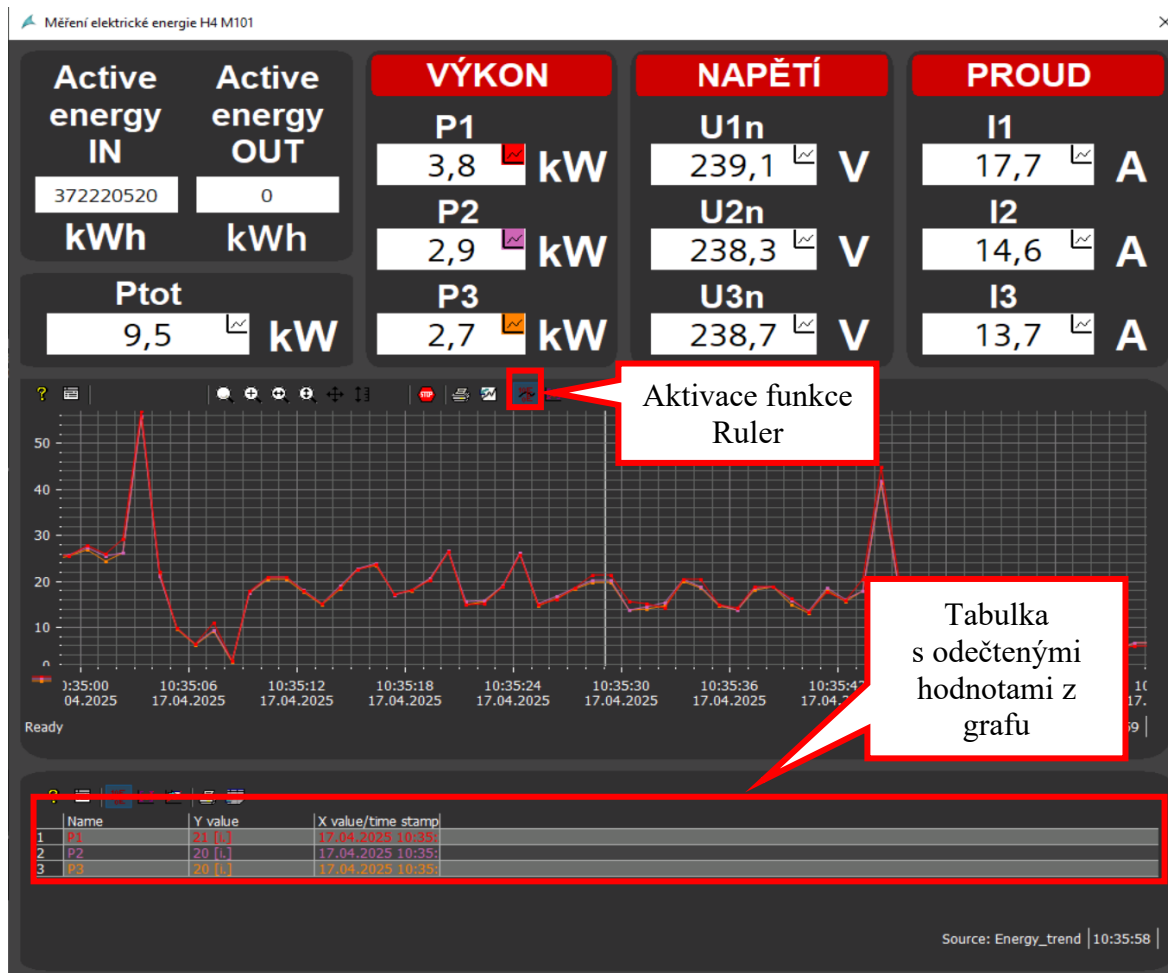
Bylo zvoleno vytvoření vyskakovacího okna, které se zobrazí po kliknutí na libovolný měřicí přístroj. Toto okno obsahuje všechna potřebná data, jako je například napětí, proud, výkon, a také příslušné grafy pro jejich vizualizaci. Tato varianta byla zvolena jako nejefektivnější způsob, jak data přehledně a intuitivně zobrazit obsluze, viz Obrázek 32.



Obrázek 32 Vyskakovací okno měřicího přístroje

Po kliknutí na pole s konkrétní hodnotou (například napětí nebo proud) se automaticky vykreslí graf dané veličiny. Tímto způsobem je možné zobrazit například všechna napětí (U1n, U2n, U3n) do jednoho společného grafu a získat tak přehledné a souhrnné zobrazení jejich vývoje v čase. Jednotlivé křivky jsou barevně odlišeny a zároveň barevně označeny i odpovídající pole s hodnotou, takže je na první pohled zřejmé, která veličina je v grafu

právě zobrazena. K dispozici je také funkce Ruler, která umožňuje přesné odečítání hodnot – po jejím aktivování se v dolní tabulce zobrazí konkrétní hodnoty všech sledovaných veličin v přesný časový okamžik, který si uživatel zvolí pohybem pravitka v grafu, viz Obrázek 33.



Obrázek 33 Vyskakovací okno měřicího přístroje (ukázka zobrazení grafů)

9.2.2 Využití TagPrefix

Otevírání vyskakovacího okna je naprogramováno funkcí „OpenScreeninPopup“. Syntaxe této funkce vypadá následovně [49]:

```
OpenScreeninPopup (ScreenName As BSTR, PictureWindowName As BSTR,
    TagPrefix As BSTR, lLeft As Long, lTop As Long, bCloseButtonNeeded
    As VARIANT_BOOL, bTitleBarNeeded As VARIANT_BOOL, bCloseIfOpen As
    VARIANT_BOOL)
```

Pomocí zmíněné funkce lze použít mechanismus TagPrefix, jelikož je jedním z parametrů funkce, viz Obrázek 34.

Parameter	Description
ScreenName	Name of the process picture to be opened as a popup screen.
PictureWindowName	Name of the popup screen
TagPrefix (optional)	Tag prefix which is prefixed to all tags.
lLeft (optional)	Controls the position of the popup screen. Value is specified: The popup screen is displayed with regard to the faceplate instance at the position MiddlePosition.x+lLeft, MiddlePosition.y+lTop. Empty: The popup screen is displayed with regard to the faceplate instance at the position MiddlePosition.x, MiddlePosition.y.
lTop (optional)	
bCloseButtonNeeded (optional)	Specifies whether the "Close" button is displayed. TRUE or empty: Button is displayed. FALSE: Button is not displayed.
bTitleBarNeeded (optional)	Specifies whether the title bar of the popup screen is displayed. TRUE or empty: Title bar is displayed. FALSE: Title bar is not displayed.
bCloseIfOpen (optional)	Specifies whether the popup screen is closed if the event is triggered again and the popup screen was already open. TRUE or empty: Popup screen is closed. FALSE: Popup screen is not closed.

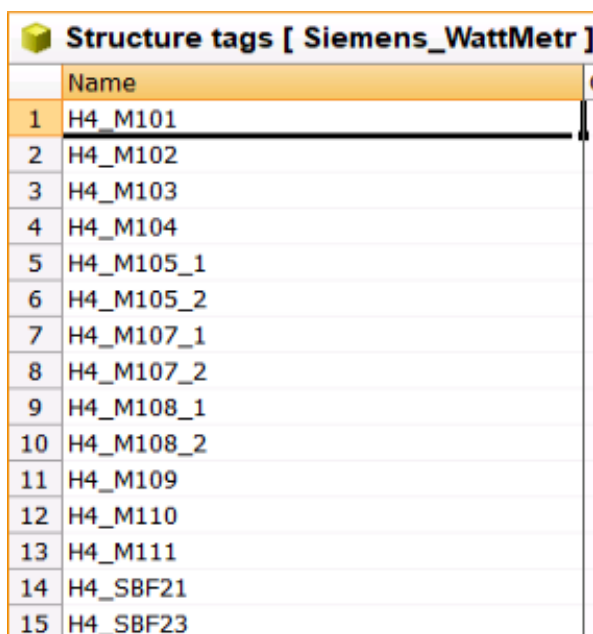
Obrázek 34 Parametry funkce OpenScreeninPopup [49]

Po kliknutí na požadovaný měřicí přístroj se tedy zaktivuje VB script s obsahem:

```
Sub OnLButtonUp(Byval Item, Byval Flags, Byval x, Byval y)

Dim pw
Set pw= OpenScreeninPopup("PopUp.Pdl","PopupWindow", "H4_M101", -
    (Item.Left)+90, -(Item.Top)+20)
pw.CaptionText= "Měření elektrické energie H4 M101"
End Sub
```

kde je parametr TagPrefix zapsán jako řetězec "H4_M101". Je nutné, aby se parametr TagPrefix shodoval se strukturami tagů, vytvořených pro měření energií, viz Obrázek 35. Pro lepší přehlednost jsou struktury pojmenovány jako zkratka haly (H4) a název technologie, kde se přístroj nachází (M101).



	Name
1	H4_M101
2	H4_M102
3	H4_M103
4	H4_M104
5	H4_M105_1
6	H4_M105_2
7	H4_M107_1
8	H4_M107_2
9	H4_M108_1
10	H4_M108_2
11	H4_M109
12	H4_M110
13	H4_M111
14	H4_SBF21
15	H4_SBF23

Obrázek 35 Struktury tagů pro měření energií

Po otevření vyskakovacího okna je spuštěn script, ve kterém jsou tvořeny grafy jednotlivých proměnných měřicích přístrojů. Aby bylo možné získat obsah TagPrefix, je nutné přistoupit k vyskakovacímu oknu, kde byl TagPrefix zapsán. To je naprogramováno ve stejném scriptu, jako tvoření jednotlivých grafů. Kód pro přistoupení k vyskakovacímu oknu vypadá následovně:

```
Dim Obj
Dim trend
Dim cesta_energie

Set Obj =
  HMIRuntime.Screens(HMIRuntime.ActiveScreen.AccessPath).ScreenItems("
  PopupWindow")

Set trend = ScreenItems("Energy_trend")
```

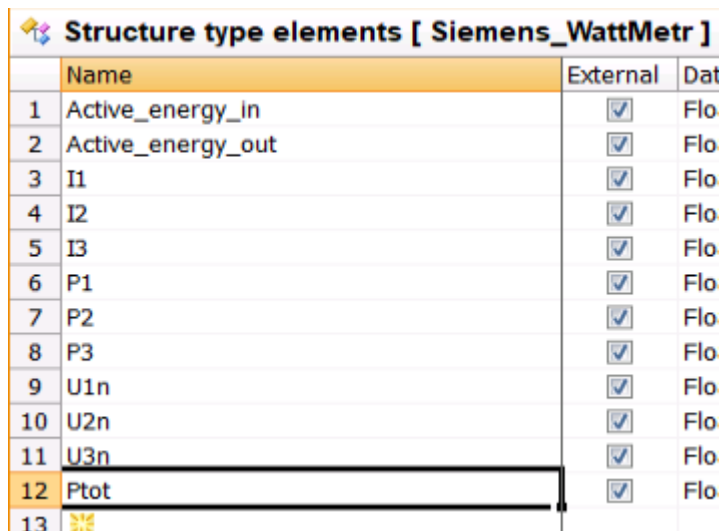
kde „Obj“ zastupuje naše vyskakovací okno, které bylo nazváno v původní funkci „OpenScreeninPopup“ jako „PopupWindow“, a „trend“ zastupuje náš objekt pro zobrazování grafů, nazvaný jako „Energy_trend“.

Následné tvoření grafů lze vidět na příkladu:

```
Trend.TrendAdd="Ptot"
Trend.TrendTagName="Energie_H4" + "\" + Obj.TagPrefix + ".Ptot"
Trend.TrendColor= RGB(255,255,0)
Trend.TrendTrendWindow="Trend window 1"
Trend.TrendTimeAxis="Time axis 1"
Trend.TrendValueAxis="Value axis 1"
Trend.TrendLabel="Ptot"
Trend.TrendVisible=True
```

V tomto úseku kódu se hodnota parametru TagPrefix, která byla předána při volání funkce „OpenScreenInPopup“, použije jako součást názvu tagu (TrendTagName). Konkrétně je vložena prostřednictvím Obj.TagPrefix, čímž se zajistí, že se ve vyskakovacím okně zobrazí správná instance trendu odpovídající danému prefixu.

Hodnota Obj.TagPrefix, předaná funkcí „OpenScreenInPopup“, slouží jako dynamický prefix pro sestavení celého názvu tagu. Část „Ptot“ na konci představuje konkrétní prvek datové struktury tagu, viz Obrázek 36.



	Name	External	Dat
1	Active_energy_in	☒	Flo
2	Active_energy_out	☒	Flo
3	I1	☒	Flo
4	I2	☒	Flo
5	I3	☒	Flo
6	P1	☒	Flo
7	P2	☒	Flo
8	P3	☒	Flo
9	U1n	☒	Flo
10	U2n	☒	Flo
11	U3n	☒	Flo
12	Ptot	☒	Flo
13			

Obrázek 36 Prvky struktury tagů pro měření energií

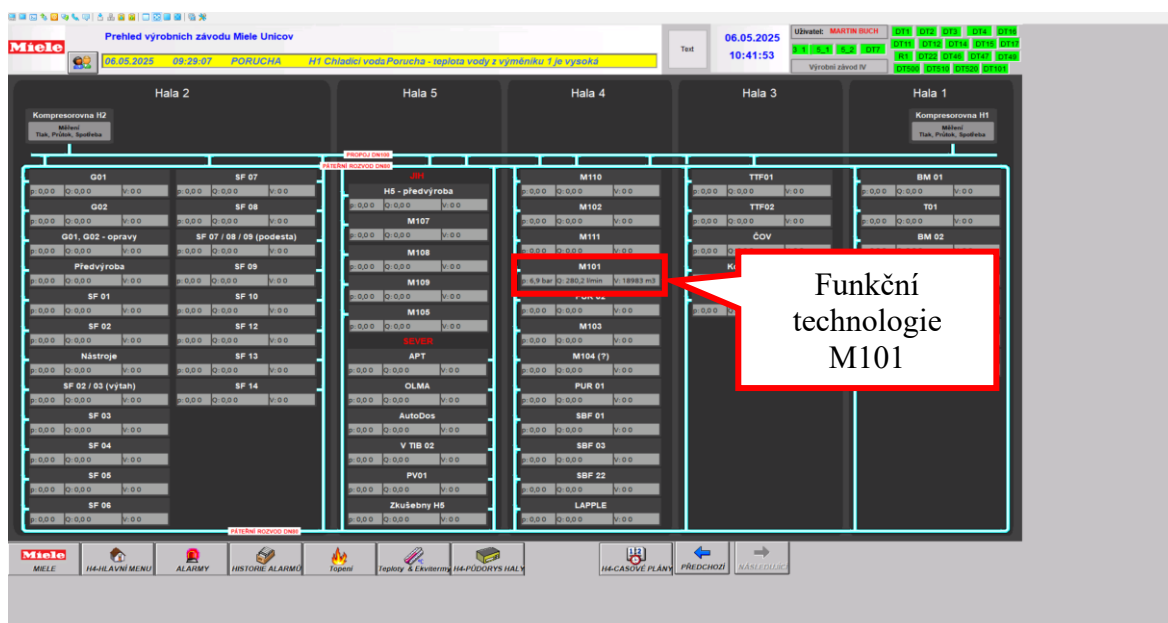
Díky tomuto přístupu lze jednoduše vytvářet grafy pro různé prvky struktury tagu – stačí změnit koncovku za prefixem. Například místo „Ptot“ lze použít „I1“, „U1n“ apod., podle toho, jakou hodnotu chceme zobrazit v grafu.

10 PŘIPOJENÍ NOVÉ TECHNOLOGIE PRO DISTRIBUCI STLAČENÉHO VZDUCHU

10.1 Implementace dat do KEPServerEX přes komunikaci OPC-UA

Data stlačeného vzduchu byla na server implementována technikem firmy. Implementace proběhla obdobně jako je zmíněno v podkapitole 8.3.3.

10.2 Vytvoření vizualizace



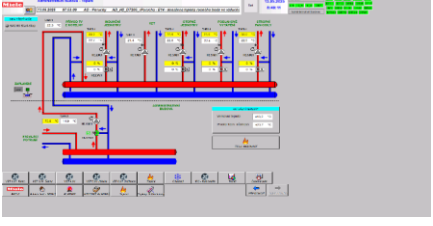
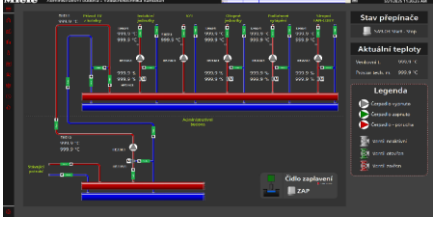
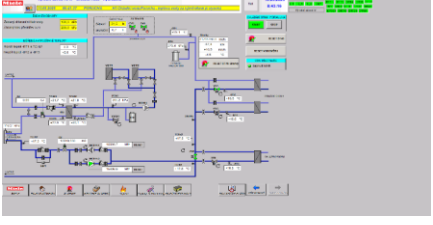
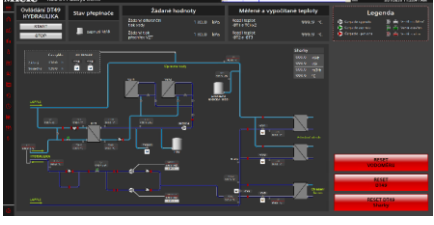
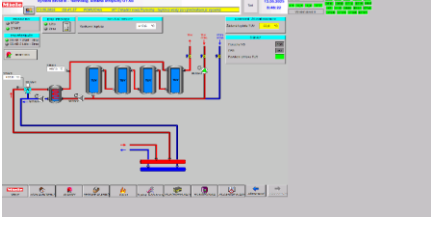
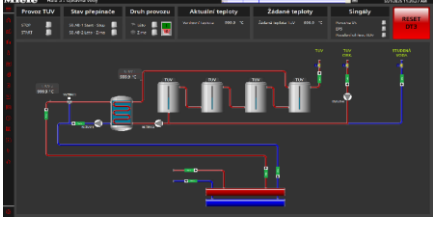
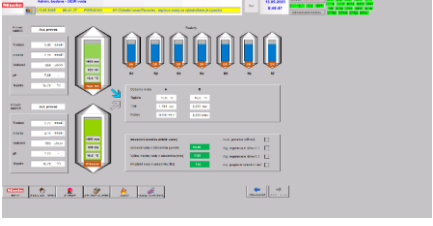
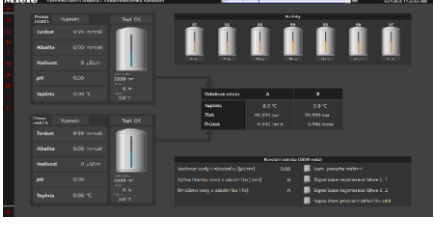
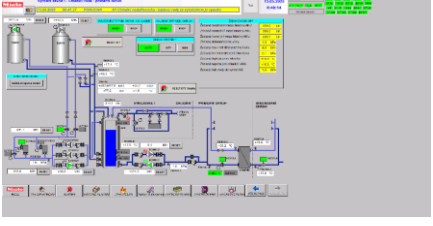
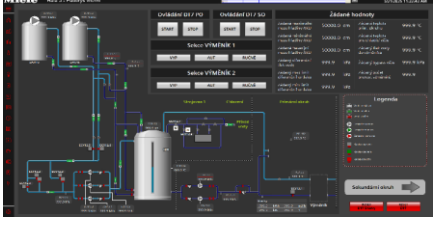
Obrázek 37 Vizualizace technologie pro distribuci stlačeného vzduchu

Vizualizace zobrazuje data o distribuci stlačeného vzduchu do jednotlivých technologií firmy, jako je tlak, průtok a spotřeba. Pro účel ukázky funkce je zaimplementována pouze technologie s označením M101, viz Obrázek 37.

Veškeré hodnoty o distribuci vzduchu jsou poskytnuty za pomoci čidla průtoku Festo SFAM.

11 ROZŠÍŘENÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Již při dokončování bakalářské práce pracuji na rozšiřování nové vizualizace. Aktuálně dochází k překreslení všech technologií ze stávající vizualizace do vizualizace nové, viz Tabulka 1. Práce na vizualizaci má za cíl napojení datových bodů a v dohledné době nahradit stávající vizualizaci za novou.

Stávající vizualizace	Moderní návrh
	
	
	
	
	

Tabulka 1 Příklady porovnání stávající a moderní vizualizace

ZÁVĚR

Všechny vytyčené cíle a body zadání bakalářské práce byly splněny. V teoretické části jsou podrobně popsány SCADA systémy, a to konkrétně jejich význam v průmyslu a zapojení do řízení objektů pro účely správy budov. Dále se v práci nachází podrobnější popis vizualizačního nástroje Siemens WinCC V8. V popisu nástroje nalezneme jako příklady nejen jeho základní, ale i pokročilé funkce. Práce je zaměřená i na komunikační protokoly v průmyslu a jejich popis, konkrétně co se týče komunikací Modbus-TCP, S-7 komunikace a OPC-UA. Jsou zde k nalezení informace o funkcích, přenosech dat či způsobech využití jednotlivých komunikačních protokolů.

Praktická část obsahuje popis současného stavu vizualizace a vypracovaný návrh moderní vizualizace. Oba stavy jsou zde porovnány, a to především co se týče stránky grafické. Práce poukazuje na nedostatky stávající vizualizace, jako bylo nevyužití celé plochy pro vytváření vizualizací technologií, duplikace obrazovek, či absence postranního rozbalovacího menu, čímž velkou část obrazovek zabírala tlačítka pro jejich přepínání. V návrhu nové a modernější vizualizace byly tyto zmíněné nedostatky opraveny. Nová vizualizace se soustředila především na grafickou změnu obrazovek. V nové vizualizace jsou využity objekty z knihoven poskytnutých od společnosti Siemens, díky kterým je celkový dojem z vizualizace kvalitnější, jelikož objekty neztrácí na kvalitě při změně velikosti a jsou pro programátora modifikovatelné (změna barvy objektu, ...). Součástí práce je také jednoduché porovnání původních a nově vytvořených obrazovek, které jasně ilustruje grafické změny a zlepšení vizuální stránky vizualizace. V práci se nachází podrobný popis připojení nové technologie pro výrobu demineralizované vody do současné vizualizace. Novou technologii se podařilo vizualizovat plně funkční. Do vizualizace byly připojeny měřicí přístroje umístěné v hale 4, jelikož ke zbývajícím halám nebyla ze strany firmy poskytnuta potřebná projektová dokumentace. Vytvořená obrazovka slouží jako ukázka správného fungování systému a je zároveň plně funkční. Zobrazuje také grafy požadovaných hodnot získaných z připojených měřicích přístrojů. Díky využití mechanismu TagPrefix se zamezilo duplikaci obrazovek pro jednotlivý měřicí přístroj.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BARNEY, Nick. *Real-Time Monitoring*. Online. TechTarget. C1999-2025. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/real-time-monitoring>. [cit. 2025-04-03].
- [2] *Co je to SCADA?* Online. PROMOTIC. Dostupné z: <https://www.promotic.eu/cz/pmdoc/WhatIsPromotic/WhatIsScada.htm>. [cit. 2025-01-09].
- [3] *Prvky systému SCADA*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.elektroprumysl.cz/software/prvky-systemu-scada>. [cit. 2025-04-03].
- [4] *Jak SCADA, HMI a PLC spolupracují*. Online. 2024. Dostupné z: <https://cz.kinsealhmi.com/info/how-scada-hmis-and-plcs-work-together-99306918.html>. [cit. 2025-05-06].
- [5] *Facility management: Co to je a proč je důležitý pro firmu*. Online. Atalian. 2022. Dostupné z: <https://atalian.cz/5-duvodu-proc-je-facility-management-dulezity-i-pro-vasi-firmu/>. [cit. 2025-01-06].
- [6] MANOJ, K. S. *Industrial Automation with SCADA: Concepts, Communications and Security*. HARPERCOLLINS 360. 2019. ISBN 168466828X.
- [7] *Velín*. Online. [2007]. Dostupné z: <https://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/Vel%C3%ADn>. [cit. 2025-05-06].
- [8] *Co je EnMS*. Online. Úsporné budovy a energetický management. C2025. Dostupné z: <https://www.uspornabudova.cz/cs/co-je-enms>. [cit. 2025-01-06].
- [9] SIEMENS. *Rámec ISA 95 a jeho vrstvy*. Online. C2025. Dostupné z: <https://www.sw.siemens.com/cs-CZ/technology/isa-95-framework-layers/>. [cit. 2025-01-20].
- [10] EXCELPRO. *The automation pyramid*. Online. C2025. Dostupné z: <https://excelpro.ca/en/news/the-automation-pyramid-isa-95>. [cit. 2025-01-20].
- [11] EMPOWERED AUTOMATION. *What are alarms in SCADA system*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.empoweredautomation.com/what-are-alarms-in-scada-system>. [cit. 2025-04-16].

- [12] Software SCADA. *Automa – časopis pro automatizační techniku, s.r.o.* 2011, roč. 2011, č. 6, s. 16-19. ISSN 1210-9592. Dostupné také z: <https://automa.cz/page-flip/casopis/automa/2011/06/index.html#page/18>.
- [13] SIEMENS. *SIMATIC WinCC V8*. Online. C1996-2025. Dostupné z: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wincc-v8.html>. [cit. 2025-03-26].
- [14] SIEMENS. *WinCC V8 - Basic Functionalities*. Online. C1996-2025. Dostupné z: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wincc-v8/basic-functionalities.html>. [cit. 2025-03-26].
- [15] Co je redundantní infrastruktura. Online. C1999-2024, 13.1.2025. Dostupné z: <https://www.webglobe.cz/poradna/co-je-redundance>. [cit. 2025-04-08].
- [16] SIEMENS. *Redundancy in WinCC V7.x and WinCC Professional*. Online. 2020. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/627/109772627/att_1016719/v3/109772627_WinCC_Redundanz_DOC_en.pdf. [cit. 2025-04-17].
- [17] SIEMENS. *SIMATIC HMI, WinCC V8.0, WinCC Information System, System Manual*. Online. 2023. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/193/109818193/att_1136834/v1/WinCCInformationSystem_en-US_en-US.pdf. [cit. 2024-10-24].
- [18] SIEMENS. *WinCC V8 - Advanced features*. Online. C1996-2025. Dostupné z: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wincc-v8/advanced-features.html>. [cit. 2025-03-26].
- [19] SIEMENS. *Simatic HMI, WinCC V7.5 SP2, WinCC: Scripting (VBS, ANSI-C, VBA), System Manual*. Online. 2020. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/622/109792622/att_1052574/v1/WinCC_Programming_en-US_en-US.pdf. [cit. 2024-11-22].
- [20] SIEMENS. *Using tag prefixes and server prefixes*. Online. 2016. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/109736220?c=78923998731&lc=cs-CZ>. [cit. 2025-04-04].

- [21] *Průmyslová komunikace*. Online. C2025. Dostupné z: <https://www.phoenixcontact.com/cs-cz/produkty/prumyslova-komunikace?>. [cit. 2025-04-03].
- [22] VOJÁČEK, Antonín. *MODBUS*. Online. Automatizace.hw.cz. 2004. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2004070701>. [cit. 2025-02-26].
- [23] *Sériová komunikace v průmyslu*. Online. ELVAC blog. C2025. Dostupné z: <https://blog.elvac.eu/clanky/seriova-komunikace-v-prumyslu/>. [cit. 2025-02-26].
- [24] *Základy: Jednostranná a diferenciální signalizace*. Online. 2022. Dostupné z: <https://cs.fmuser.net/wap/content/?21537.html>. [cit. 2025-04-04].
- [25] *S7 Communication (S7comm)*. Online. WireShark. 2020. Dostupné z: <https://wiki.wireshark.org/S7comm>. [cit. 2025-04-03].
- [26] *Siemens S7*. Online. B. r. Dostupné z: <https://docs.heisenware.com/build-and-deploy-apps/integrations/protocol-connectors/siemens-s7>. [cit. 2025-04-29].
- [27] SIEMENS. *What properties, advantages and special features does the S7 protocol offer?* Online. 2019. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/26483647/what-properties-advantages-and-special-features-does-the-s7-protocol-offer?dti=0&lc=en-US>. [cit. 2025-04-29].
- [28] *Connection Oriented Transport Protocol (COTP, ISO 8073)*. Online. WireShark. 2020. Dostupné z: <https://wiki.wireshark.org/COTP>. [cit. 2025-04-04].
- [29] *Unified Architecture*. Online. OPC Foundation. C2025. Dostupné z: <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>. [cit. 2025-02-26].
- [30] *KLIENT-SERVER*. Online. C2010. Dostupné z: <https://site-pc.webnode.cz/klient-server/>. [cit. 2025-05-06].
- [31] VOJÁČEK, Antonín. *Průmyslová komunikace OPC UA - 1.díl - popis protokolu*. Online. 2020. Automatizace.hw.cz. 22.7.2020. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/prumyslova-komunikace-opc-ua-1dil-popis-protokolu.html>. [cit. 2024-10-25].
- [32] *What is OPC UA? A practical introduction*. Online. OPC Router. C2025. Dostupné z: <https://www.opc-router.com/what-is-opc-ua/>. [cit. 2025-02-26].

- [33] *OPC 10000-2: UA Part 2: Security – 4.6 SecurityPolicies*. Online. OPC UA Online Reference. C2025. Dostupné z: <https://reference.opcfoundation.org/Core/Part2/v105/docs/4.6?>. [cit. 2025-04-08].
- [34] *OPC 10000-7: UA Part 7: Profiles – 6.6.165 SecurityPolicy [B] – Basic256Sha256*. Online. OPC UA Online Reference. C2025. Dostupné z: <https://reference.opcfoundation.org/Core/Part7/v104/docs/6.6.165>. [cit. 2025-04-08].
- [35] *Profile SecurityPolicy – Basic256*. Online. OPC UA Profiles. C2025. Dostupné z: <https://profiles.opcfoundation.org/profile/957>. [cit. 2025-04-08].
- [36] *SHA-256 (Secure Hash Algorithm 256-bit)*. Online. Tutorialspoint. C2025. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/cryptography/sha_256_algorithm.htm?. [cit. 2025-04-08].
- [37] *OPC 10000-2: UA Part 2: Security - 8 Certificate management*. Online. OPC UA Online Reference. C2025. Dostupné z: <https://reference.opcfoundation.org/Core/Part2/v104/docs/8>. [cit. 2025-04-08].
- [38] UNIFIED AUTOMATION. *UaExpert—A Full-Featured OPC UA Client*. Online. 2018. Dostupné z: <https://www.unified-automation.com/products/development-tools/uaexpert.html>. [cit. 2024-11-15].
- [39] PTC INC. *KEPServerEX*. Online. 2024. Dostupné z: <https://ptc-p-001.sitecorecontenthub.cloud/api/public/content/3810bdb56b4749a69600ddd17865c408>. [cit. 2024-11-15].
- [40] SIEMENS. *SIMATIC NET, Industrial Ethernet switches, SCALANCE XB-200/XC-200/, XF-200BA/XP-200/XR-300WG Web, Based Management, Configuration Manual*. Online. 2018. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/837/109762837/att_969706/v1/PH_SCALANCE-XB-200-XC-200-XF-200BA-XP-200-XR-300WG-WBM_76.pdf. [cit. 2024-11-15].
- [41] *Synchronizace času počítačové sítě*. Online. C2017. Dostupné z: <https://www.osc.cz/produkty-a-sluzby/elektronika/synchronizace-casu-pocitacove-site/>. [cit. 2025-05-06].

- [42] SIEMENS. *Manual, SENTRON, 7KM Power Monitoring Device, PAC3120 and PAC3220*. Online. 2024. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/307/109767307/att_1298442/v1/MAN_L1V30425208F_RS-AA_002_en_en-US.pdf. [cit. 2024-10-24].
- [43] SCHNEIDER ELECTRIC. *FDM121 Front Display Module for One Circuit Breaker*. Online. 2023. Dostupné z: https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=DOCA0088EN&p_enDocType=User+guide&p_File_Name=DOCA0088EN-04.pdf. [cit. 2025-04-17].
- [44] SCHNEIDER ELECTRIC. *MicroLogic*. Online. C2025. Dostupné z: <https://www.se.com/il/en/product-range/1008-micrologic/#overview>. [cit. 2025-04-17].
- [45] FESTO. *Čidlo průtoku SFAM*. Online. C2025. Dostupné z: https://www.festo.com/cz/cs/p/cidlo-prutoku-id_SFAM/. [cit. 2025-05-12].
- [46] SIEMENS. *OPC UA Access to S7-1200 PLC via modeled OPC UA Server Interface*. Online. 2020. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/701/109781701/att_1038809/v3/109781701_S7_1200_OPc_UA_Server_DOCU_V10_en.pdf. [cit. 2025-04-04].
- [47] SIEMENS. *Simatic S7-1500, OPC UA server*. Online. 2022. Dostupné z: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:f38282b2-005c-47d6-822e-5cf2e6dc0142/simatic-plc-opc-ua-server-public.pdf>. [cit. 2024-10-25].
- [48] SIEMENS. *SIMATIC S7-1200 Manual Collection*. Online. C1996-2025. Dostupné z: https://docs.tia.siemens.cloud/r/simatic_s7_1200_manual_collection_enus_20/plc-concepts/execution-of-the-user-program/monitoring-and-configuring-the-cycle-time. [cit. 2025-04-09].
- [49] SIEMENS. *SIMATIC HMI WinCC V8.0 WinCC: Scripting (VBS, ANSI-C, VBA) System Manual*. Online. 2023. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/643/109824643/att_1155449/v1/WinCC_Programming_en-US_en-US.pdf. [cit. 2025-04-23].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Automatizační pyramida [10].....	17
Obrázek 2 Víceuživatelský systém s redundantními servery [16].....	20
Obrázek 3 Princip funkce MRP [40].....	27
Obrázek 4 Přepínač ochrany proti zápisu [42].....	29
Obrázek 5 Hlavní stránka stávající vizualizace	36
Obrázek 6 Hlavní stránka návrhu modernější vizualizace.....	36
Obrázek 7 Vzduchotechnika kanceláří ve stávající vizualizaci	37
Obrázek 8 Návrh modernější vizualizace vzduchotechniky kanceláří	37
Obrázek 9 Půdorys haly 3 ve stávající vizualizaci.....	38
Obrázek 10 Návrh modernější vizualizace půdorysu haly 3.....	38
Obrázek 11 Nové schéma připojení technologií do sítě IT.....	39
Obrázek 12 Vlastnosti PLC před navýšením verze firmware.....	41
Obrázek 13 Okno pro navýšení verze firmware u PLC	41
Obrázek 14 Okno, informující o navýšení verze firmware.....	42
Obrázek 15 Vlastnosti PLC po navýšení verze firmware	42
Obrázek 16 Zapnutí serveru OPC-UA na požadovaném PLC.....	43
Obrázek 17 Nastavení zabezpečení kanálu	43
Obrázek 18 Blok pro zvolení certifikátu.....	44
Obrázek 19 Okno pro vytvoření nového certifikátu	44
Obrázek 20 Nově vytvořený certifikát.....	45
Obrázek 21 Nastavení autentizace uživatele.....	45
Obrázek 22 Nastavení uživatelů pro autentizaci pomocí jména a hesla	46
Obrázek 23 Licence OPC-UA.....	46
Obrázek 24 Communication load	47
Obrázek 25 Potvrzení certifikátu v UaExpert	48
Obrázek 26 Otestování funkčnosti v UaExpert.....	49
Obrázek 27 Schéma demineralizační vody v TIA portal	49
Obrázek 28 Vizualizace demineralizované vody ve stávající vizualizaci	50
Obrázek 29 Návrh modernější vizualizace demineralizované vody	51
Obrázek 30 Vizualizace měřicích přístrojů ve stávající vizualizaci	53
Obrázek 31 Návrh modernější vizualizace měřicích přístrojů.....	53
Obrázek 32 Vyskakovací okno měřicího přístroje.....	54
Obrázek 33 Vyskakovací okno měřicího přístroje (ukázka zobrazení grafů).....	55
Obrázek 34 Parametry funkce OpenScreeninPopup [49]	56

Obrázek 35 Struktury tagů pro měření energií	57
Obrázek 36 Prvky struktury tagů pro měření energií	58
Obrázek 37 Vizualizace technologie pro distribuci stlačeného vzduchu	59

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Příklady porovnání stávající a moderní vizualizace	60
--	----

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC	Programmable Logic Controller (Programovatelný automat)
OPC-UA	Open Platform Communications Unified Architecture
SNMP	Simple Network Management Protocol (Jednoduchý protokol pro správu sítě)
NTP	Network Time Protocol (Síťový časový protokol)
MRP	Media Redundancy Protocol (Protokol redundance médií)
IT	Information Technology (Informační technologie)
IP	Internet Protocol (Internetový protokol)
TIA	Totally Integrated Automation (Plně integrovaná automatizace)
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Dispečerské řízení a sběr dat)
DB	Data Block (Datový blok)
FC	Function (Funkce)
SCL	Structured Control Language (Strukturovaný řídicí jazyk)
Mbps	Megabits per second (Megabit za sekundu)
Gbps	Gigabits per second (Gigabit za sekundu)
HW	Hardware (Technické vybavení)
MAC	Media Access Control (Řízení přístupu k médiím)
CAM	Content Addressable Memory (Obsahově adresovatelná paměť)
EnMS	Energy management systems (Systém managementu hospodaření s energií)
HMI	Human-machine interface (Rozhraní člověk—stroj)
WinCC	Windows Control Center (Ovládací centrum Windows)
REST API	Representational State Transfer Application Programming Interface (Aplikační programovací rozhraní pro přenos reprezentativního stavu)
TCP	Transmission Control Protocol (Protokol řízení procesu)
RTU	Remote Terminal Unit (Vzdálená koncová jednotka)
RS-485	Recommended Standard #485 (Doporučený standard #485)

COTP	Connection Oriented Transport Protocol (Transportní protokol orientovaný na připojení)
Full HD	Full High Definition (Plné vysoké rozlišení)
QHD	Quad High Definition (Čtyřnásobně vysoké rozlišení)
IMU	Intelligent modular unit (Inteligentní modulární jednotka)
ULP	Universal Logic Plug (Universální logická zástrčka)
LED	Light Emitting Diode (Světelná dioda)