

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2020

PETR KYSILKO



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

**VIZUALIZACE PRO MOBILNÍ SEPARAČNÍ
JEDNOTKU**

VIZUALIZATION FOR MOBILE SEPARATION VESSELS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Kysilko

VEDOUCÍ PRÁCE

ADVISOR

Ing. Miroslav Jirgl, Ph.D

BRNO 2020



Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Automatizační a měřicí technika**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Student: Petr Kysilko

ID: 203275

Ročník: 3

Akademický rok: 2019/20

NÁZEV TÉMATU:

Vizualizace pro mobilní separační jednotku

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je návrh a implementace SCADA systému pro mobilní separační jednotku, jakožto reálného technologického procesu, včetně verifikace pomocí funkčních testů jednotlivých prvků.

1. Seznamte se s technologickým procesem a stručně jej popište.
2. Vydefinujte část procesu, pro který bude realizována vizualizace.
3. Vydefinujte uživatelské úrovně a jejich přístupy k ovládacím prvkům.
4. Seznamte se s pokročilejšími prvky tvorby vizualizace nástroje WinCC RT Professional, jako faceplates, tab based pop-up panely, záznamovým prvkem Audit trail, apod., a stručně je popište.
5. Vytvořte vizualizaci s využitím uvedených prvků.
6. Proveďte funkční testy.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

SIEMENS. WinCC Runtime Professional. Siemens AG. [Online] [Citace: 28.1.2020] Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/803/109753803/att_937533/v1/ReadMe_WinCC_RT_Advanced_V15_enUS.pdf

Termín zadání: 3.2.2020

Termín odevzdání: 8.6.2020

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Jirgl, Ph.D.

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Pomocí SCADA systému je možné ovládat všechny dostupné komponenty, které jsou k tomuto účelu určeny. Umožňuje také upravovat proces nastavením jeho parametrů, jak na začátku celého procesu, tak i v průběhu. Toto ovládání je samozřejmě podmíněno znalostmi a dovednostmi obsluhy, která tyto parametry nastavuje. Dokáže také varovat obsluhu na případné poruchy nebo nečekané chyby v průběhu celého procesu. Tato bakalářská práce se touto problematikou zabývá a bude zaměřena na konkrétní reálné zařízení pro separaci produktu. Pro mobilní separační jednotku, jakožto reálný technologický proces, bude zde použito pokročilých prvků vizualizace jako faceplate prvky či pop-up panely.

KLÍČOVÁ SLOVA

SCADA, Faceplate, Pop-up panely

ABSTRACT

With the SCADA system it is possible to control all available components which are designed for this purpose. It also allows to modify the process by settings the parameters in the beginning of the process but also during the process. This control is conditioned by the knowledge of the operator who will set these parameters. System can also warn the operator of possible warnings in the system or unexpected errors during the process. This bachelor thesis deals with this issue and it will be focused on real device for separation of product. For the real technological process the device called mobile separation vessel will be used advanced visualization elements such as faceplate elements or pop-up panels.

KEYWORDS

SCADA, Faceplate, Pop-up panels

KYSILKO, Petr. *Vizualizace pro mobilní separační jednotku*. Brno, 2020, 54 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav automatizace a měřicí techniky. Vedoucí práce: Ing. Miroslav Jirgl, Ph.D

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Vizualizace pro mobilní separační jednotku“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno 06.06.2020

.....
podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Miroslavu Jirglovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno 06.06.2020

.....

podpis autora

Obsah

1	Úvod	10
2	Technologický proces	11
2.1	Plnění zásobního tanku	12
2.2	Zahřívání a udržování produktu na požadované teplotě	13
2.3	Odběr produktu	14
2.4	Čištění jednotky procesem CIP	14
3	Definování části procesu pro vizualizaci	16
4	Uživatelské úrovně a jejich přístupy k ovládacím prvkům	18
4.1	Nastavení uživatelů	18
4.2	Uživatelské skupiny	18
4.3	Přihlášení uživatelů	20
5	Pokročilejší prvky vizualizace	21
5.1	Faceplate objekty	21
5.1.1	Faceplate editor	22
5.2	Pop-up panely	25
5.3	Audit trail	25
6	Vlastní realizace faceplate objektů	27
6.1	Faceplate pro digitální indikátor	27
6.2	Faceplate pro prvek analogového displeje	29
6.3	Faceplate pro prvek ventilu	30
6.4	Faceplate pro prvek motoru	33
7	Realizace pop-up panelů	35
7.1	Použití C skriptů	35
7.2	Vytvoření pop-up panelu	37
7.2.1	Způsob vytváření pop-up panelů	37
8	Vizualizace technologického procesu	40
9	Provedení funkčních testů	42
9.1	Test funkčnosti faceplate analogového displeje a jeho pop-up panelu	42
9.2	Test funkčnosti faceplate ventilu a jeho pop-up panelu	45
9.3	Test funkčnosti faceplate digitálního indikátoru a jeho pop-up panelu	48
9.4	Test funkčnosti faceplate motoru a jeho pop-up panelu	49

10 Závěr	50
Literatura	51
Seznam symbolů, veličin a zkratk	52
Seznam příloh	53
A Archivovaný projekt	54

Seznam obrázků

2.1	Schéma technologického procesu	11
2.2	Schéma TCU jednotky pro tank VS 101	13
3.1	Schéma pro vizualizaci tanku VS 101	16
3.2	Ukázka HMI panelu, převzato z [5]	17
4.1	Ukázka seznamu uživatelů v prostředí WinCC, převzato z [4]	18
4.2	Uživatelské skupiny v prostředí WinCC, převzato z [4]	19
4.3	Přihlašovací dialogové okno, převzato z [4]	20
4.4	Neznámé uživatelské jméno, převzato z [4]	20
5.1	Vytvoření faceplate objektu, převzato z [4]	21
5.2	Faceplate editor, převzato z [4]	22
5.3	Napojení vlastností na interface, převzato z [4]	23
5.4	Napojení událostí na interface, převzato z [4]	24
5.5	Příklad pop-up panelu	25
5.6	Záznamový prvek audit trail, převzato z [4]	26
7.1	Ukázka zobrazení příkladu pop-up panelu	37
7.2	Příklad hlavní obrazovky vizualizace s objekty ScreenWindow	38
7.3	Základní obrazovka pop-up panelu	39
8.1	Ovládací obrazovka technologického procesu	40
9.1	Záložka <i>General</i> v pop-up panelu faceplate analogového displeje	43
9.2	Záložka <i>Messages</i> v pop-up panelu faceplate analogového displeje	43
9.3	Záložka <i>Zoom</i> v pop-up panelu faceplate analogového displeje	44
9.4	Záložka <i>Admin</i> v pop-up panelu faceplate analogového displeje	45
9.5	Záložka <i>General</i> v pop-up panelu faceplate ventilu	46
9.6	Záložka <i>Lock open</i> v pop-up panelu faceplate ventilu	46
9.7	Záložka <i>Simulate</i> v pop-up panelu faceplate ventilu	47
9.8	Záložka <i>Admin</i> v pop-up panelu faceplate ventilu	47
9.9	Záložka <i>General</i> v pop-up panelu faceplate digitálního indikátoru	48
9.10	Záložka <i>Admin</i> v pop-up panelu faceplate digitálního indikátoru	49
9.11	Záložka <i>General</i> v pop-up panelu faceplate motoru	49

Seznam tabulek

2.1	Tabulka zkratk jednotlivých prvků	12
6.1	Seznam použitých prvků ve vizualizaci	27
6.2	Zobrazení stavů digitálních prvků	28
6.3	Digitální prvek v simulačním módu	28
6.4	Typy analogových displejů	29
6.5	Signalizace analogového displeje ve stavu simulace	29
6.6	Signalizace chyb a varování analogového displeje	30
6.7	Typy použitých ventilů	30
6.8	Grafické znázornění jednotlivých stavů ventilu	31
6.9	Módy ventilů	32
6.10	Režimy ventilů	32
6.11	Sestavení ventilů z jednotlivých vrstev	33
6.12	Grafické znázornění jednotlivých stavů motoru	33
6.13	Módy motorů	34
6.14	Režimy motorů	34

1 Úvod

Vizualizace technologického procesu je nedílnou součástí každého většího průmyslového stroje. Pro označení se používá termín SCADA systém. Zkratka SCADA vychází z anglického slovního spojení **S**upervisory **C**ontrol **A**nd **D**ata **A**cquisition – Dispečerské řízení a sběr dat. SCADA systém umožňuje dispečerský dohled, parametrizaci a sledování průběhu daného technologického procesu. Pomocí něj lze monitorovat průběh celého technologického procesu, stavy či hodnoty použitých snímačů, upravovat parametry procesu nebo diagnostikovat a zobrazovat efektivitu výroby. U složitějších procesů je nezbytné, aby vytvořená vizualizace byla přehledná a snadno pochopitelná. Zároveň ovládací prvky musí být snadno ovladatelné. Důležitou součástí SCADA systému je také záznam veškerých aktivit, které byly v průběhu procesu provedeny, aby bylo později možné dohledat případné příčiny chyb.

Tato práce je zaměřena na popis SCADA systému k řízení technologického procesu pro mobilní separační jednotku. Zabývá se pouze vizualizací technologického procesu, nikoliv jeho programováním. Především se zaměřuje na vytváření faceplate pro jednotlivé ovládací prvky využití ve vizualizaci a následně k nim vytvořených pop-up panelů. Ty slouží k nastavení a parametrizování daných prvků. K zobrazení a animování těchto prvků je využito předem vytvořených skriptů. Celá vizualizace je vytvářena ve vývojovém prostředí SIMATIC WinCC Professional V15.1, který je součástí programu Siemens TIA Portal Professional V15.1. [1]

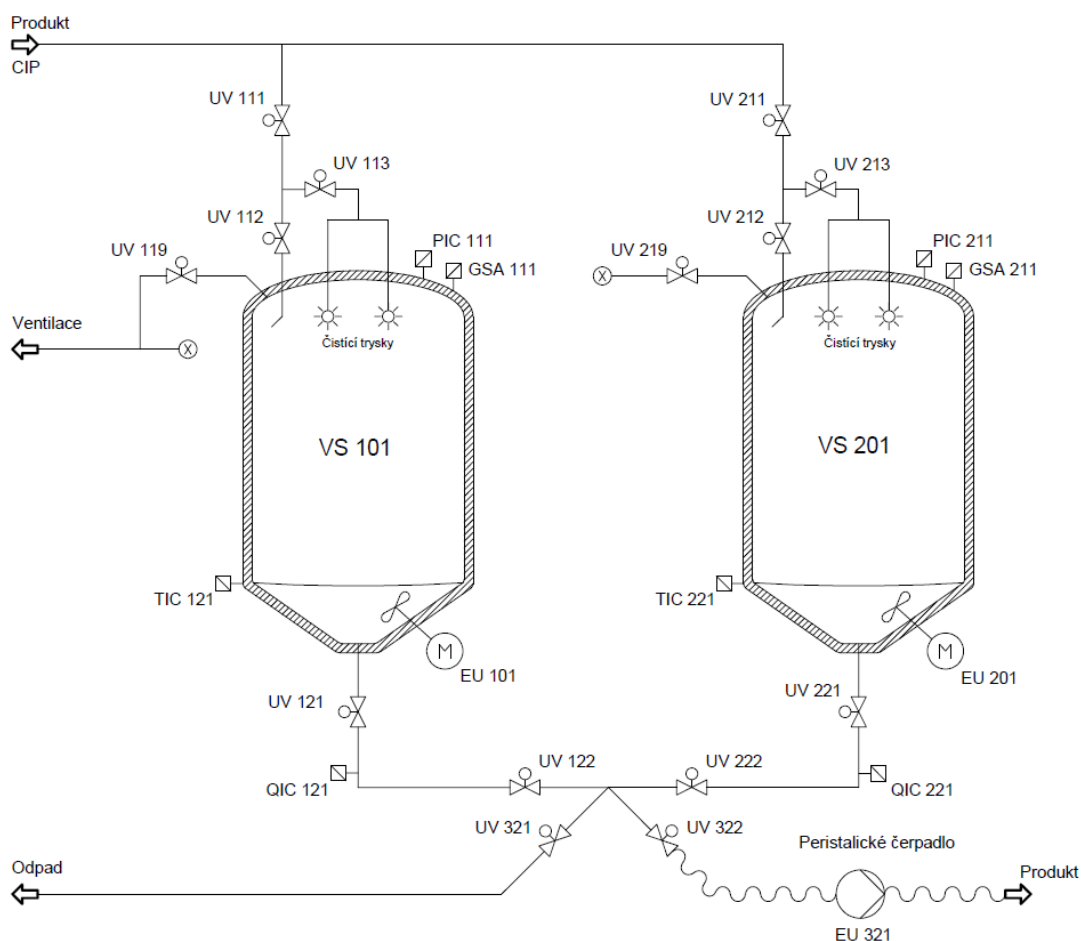
Práce se skládá z několika částí, které seznamují s technologickým procesem mobilní separační jednotky a je zde možné vidět schéma celého procesu. Jsou zde popsány jednotlivé fáze a také je zde definována část technologického procesu, pro kterou je vizualizace vytvářena a na které je ukázáno použití všech vytvořených prvků. Dále jsou popsány uživatelské úrovně pro přístupy k ovládacím prvkům. Významnou částí je seznámení s faceplate objekty a pop-up panely. Následně je podrobně popsána jejich realizace a funkčnost. Poslední důležitou částí je provedení funkčních testů, respektive popis funkčnosti daných prvků.

2 Technologický proces

Celý technologický proces je rozdělen do čtyř fází.

- Plnění zásobních tanků VS 101 a VS 201.
- Zahřívání a udržování produktu na požadované teplotě.
- Odběr produktu.
- Čištění jednotky procesem CIP (Clean In Place – Čištění systémů na místě).

Produkt, který je dodán z předchozího procesu o dané teplotě je plněn do dvou oddělených tanků. Tyto tanky o objemu 750 l mají dva pláště, mezi kterými může proudit ohřátá voda, která tanky následně ohřívá. Poté je produkt míchán a vyhříván na pracovní teplotu. Po dosažení požadované teploty se míchání zastaví a proces přejde do fáze odběru produktu. Během definované periody se produkt začne usazovat na dně tanku a následně se odebírá pomocí peristaltické pumpy, za současné kontroly vodivosti média. V následující čistící fázi se jednotka vyčistí pomocí systému CIP a je připravena na zahájení celého procesu od začátku.



Obr. 2.1: Schéma technologického procesu

Značení jednotlivých prvků vychází z anglického názvosloví. V následující tabulce je uvedeno vysvětlení pro jednotlivá značení prvků.

Tab. 2.1: Tabulka zkratk jednotlivých prvků

Zkratka	Popis
UV	Dvoustavový ventil
CV	Regulační ventil
EU	Motor
VS	Tank
TIC	Snímač teploty
PIC	Snímač tlaku
QIC	Snímač vodivosti
LSH	Spínač výšky hladiny

2.1 Plnění zásobního tanku

Aby technologický proces mohl začít, musí být nejprve splněny inicializační podmínky.

- Míchadla EU 101 a EU 201 v obou tancích musí být zastaveny
- Ventily UV 113 a UV 213, které propouští čisticí kapalinu do čistících trysek, musí být uzavřeny
- Ventily UV 112 a UV 212 pro plnění tanků jsou otevřeny
- Ventily UV 121 a UV 121 pro vypouštění tanků jsou uzavřeny
- Distribuční ventily UV 111 a UV 211 jsou uzavřeny
- Ventily UV 119 a UV 219, které zajišťují odvětrávání z tanku, musí být otevřeny. Z důvodu, aby nedocházelo při plnění k nárůstu tlaku uvnitř tanků.

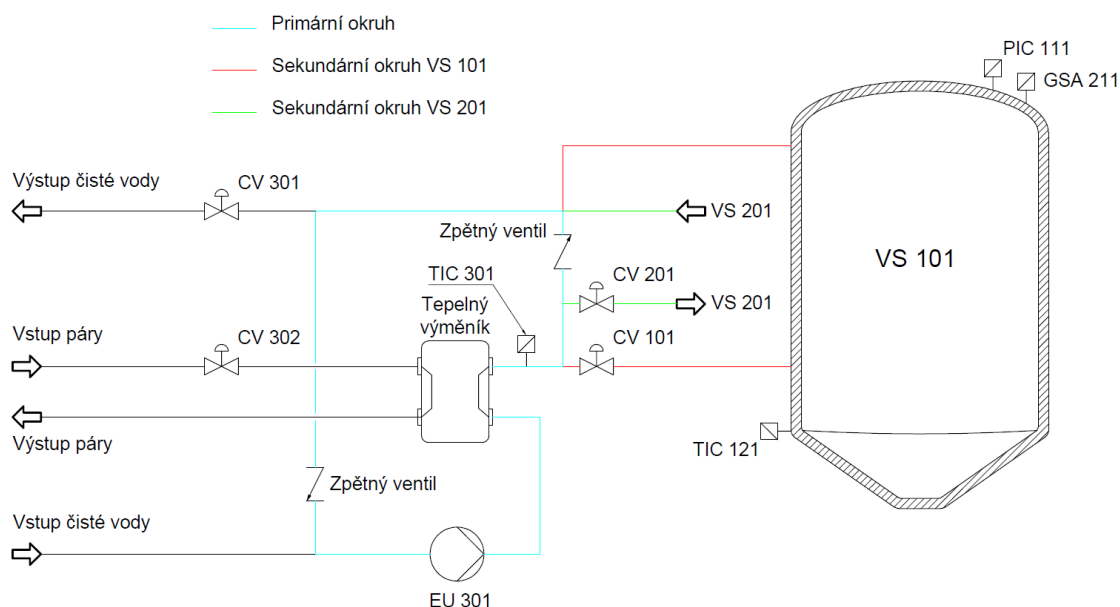
Po splnění těchto podmínek je proces připraven k zahájení fáze plnění. Tato fáze má dvě možnosti plnění.

Jednou z možností je plnění obou tanků zároveň, kdy jsou otevřené oba distribuční ventily. Ventil UV 111 a současně otevřen ventil UV 112 pro plnění prvního tanku a ventil UV 211 s ventilem UV 212 pro plnění druhého tanku. Plnění pokračuje do předem definovaného objemu, nebo dokud koncový snímač nezaznamená, že jsou tanky naplněny.

Druhou možností je plnění pouze jednoho předem vybraného tanku. Po zvolení jedné z možností a otevření distribučních ventilů je zahájen přenos produktu do jednotky.

2.2 Zahřívání a udržování produktu na požadované teplotě

Jednotka TCU (Temperature Control Unit – Jednotka regulace teploty) zajišťuje regulaci a stálost teploty produktu v průběhu celého procesu tak, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku. Skládá se z jednoho primárního okruhu, dvou sekundárních okruhů (pro každý tank jeden sekundární okruh), tepelného výměníku a dvou regulačních ventilů (CV 301 a CV 302). Regulačním ventilem CV 302 se reguluje množství páry, která vstupuje do tepelného výměníku a ohřívá primární okruh. Pára za tepelným výměníkem kondenzuje a vrací se zpět. Regulační ventil CV 301 propouští ohřátou vodu z primárního okruhu, kde se voda ochlazuje a může znovu vstupovat do jednotky jako chladná čistá voda. Tyto ventily jsou ovládány na základě zpětné vazby ze snímače teploty TIC 301.



Obr. 2.2: Schéma TCU jednotky pro tank VS 101

Pokud je tedy třeba tank vyhřívát, ventil CV 302 se otevře a do jednotky proudí pára. Ventil CV 301 zůstává uzavřen a voda se vrací z tanků zpětným ventilem k čerpadlu EU 301, které se nachází v primárním okruhu a zajišťuje cirkulaci vody. Ohřátá voda následně znovu vstupuje do tepelného výměníku, kde se dále ohřívá.

V opačném případě, pokud je tank třeba ochladit je uzavřen ventil CV 302 a otevřen ventil CV 301. Je tedy otevřen vždy jeden z nich.

Z primárního okruhu se pomocí regulačních ventilů CV 101 a CV 201 propouští

ohřátá voda do sekundárních okruhů jednotlivých tanků. Tato voda proudí do prostoru mezi dva pláště tanku a následně tank vyhřívá. Poloha ventilů je ovládána v závislosti na teplotě, kterou udávají snímače TIC 121 a TIC 221.

2.3 Odběr produktu

Při popisu fáze odběru produktu se bude předpokládat plné naplnění obou tanků. Následující použité hodnoty pro popis této fáze jsou pouze demonstrační. V reálném procesu se mohou lišit.

Po ukončení doby, kdy produkt setrval v klidu, se ± 9 % produktu z celého objemu usadí na dně tanků. Těchto 9 % tvoří požadovaný produkt, který musí být odebrán. Ventily UV 121 a UV 221 pro vypouštění tanků se otevrou a trubky, které slouží pro odtok, se naplní produktem. Ventily UV 122 a UV 222 zůstávají stále uzavřeny. Po naplnění trubek se vybere jeden z tanků a může začít samotný odběr produktu. Asi 80 % produktu může být odebráno za plného výkonu čerpadla. U vybraného tanku se otevře cesta do peristaltického čerpadla. V případě prvního tanku se otevře ventil UV 122 zároveň s ventilem UV 322 nacházející se před peristaltickým čerpadlem. Začne odběr produktu. Při maximálním výkonu čerpadla je rychlost průtoku kolem 3 l/min. Po odčerpání přibližně 80 % produktu se výkon čerpadla sníží na definovanou rychlost, tak aby rychlost průtoku byla kolem 200 ml/min a nadále se pokračuje v odběru produktu. Ve chvíli, kdy snímač vodivosti zaznamená předem definovanou hodnotu vodivosti média, která se nesmí překročit, čerpání se zastaví a zároveň se uzavře ventil UV 121. Nyní může začít odběr produktu z druhého tanku. Poté, co je z obou tanků odebrán všechen produkt, je uzavřen ventil UV 322 a tanky jsou následně vypuštěny přes ventil UV 321. Po vyprázdnění tanků začíná fáze čištění.

2.4 Čištění jednotky procesem CIP

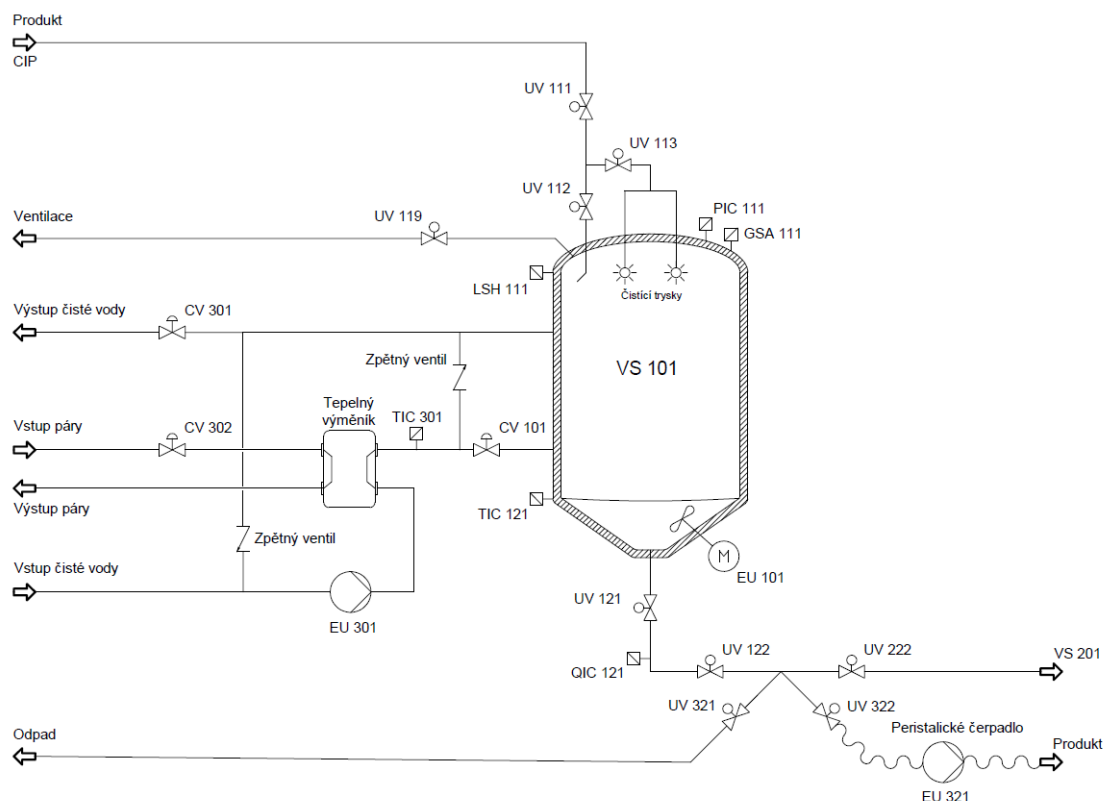
CIP systém (Clean In Place – Čištění systémů na místě) je postup čištění vnitřních prvků zařízení, aniž by bylo třeba zařízení demontovat. Tento systém se používá převážně v procesech, kde je zapotřebí před zahájením dalšího procesu zařízení sterilizovat. Například v potravinářském či farmaceutickém průmyslu. Pomocí definovaného složení chemikálií a dodržení daných podmínek je systém čištěn, dokud snímače vodivosti nezaznamenají požadovanou vodivost média, která definuje, že v zařízení nejsou nežádoucí látky.

V tomto konkrétním případě vchází čistící médium stejným vstupem jako produkt, avšak do tanku vstupuje přes ventil UV 113, jehož cesta je napojena na čistící

trysky. Následně se pomocí vypouštěcích ventilu, vyvede čistící medium pryč z jednotky a proces se opakuje, dokud snímače vodivosti nezaznamenají hodnotu, která definuje, že je tank vyčištěn od mikroorganismů. [2]

3 Definování části procesu pro vizualizaci

Samotná vizualizace bude vytvořena pro jeden tank, konkrétně pro tank VS 101. Schéma, podle kterého bude vizualizace vytvářena je vidět na obrázku 3.1. Pomocí vizualizace bude možné ovládat jednotlivé prvky pro vstup produktu do jednotky, pro jeho následný odběr a také prvky pro ovládání jednotky TCU. Dále zde bude vidět, v jakém stavu se jednotlivé prvky nacházejí (myšleno například u ventilu stav otevřen a uzavřen).



Obr. 3.1: Schéma pro vizualizaci tanku VS 101

V případě ventilů bude možné nastavit, jestli bude ventil ovládán pomocí PLC (tedy v automatickém módu) nebo manuálně. V manuálním módu bude možné ovládat jejich stav (otevřen/uzavřen) a také parametry. Ve vizualizaci bude vidět zda se ventil dostal do poruchy, nebo jestli indikuje případné varování na určitý stav. V případě regulačních ventilů bude zde navíc zobrazeno, zda je ventil ve fázi otevírání či uzavírání. A pomocí parametrů nastavit jeho polohu otevření v procentech.

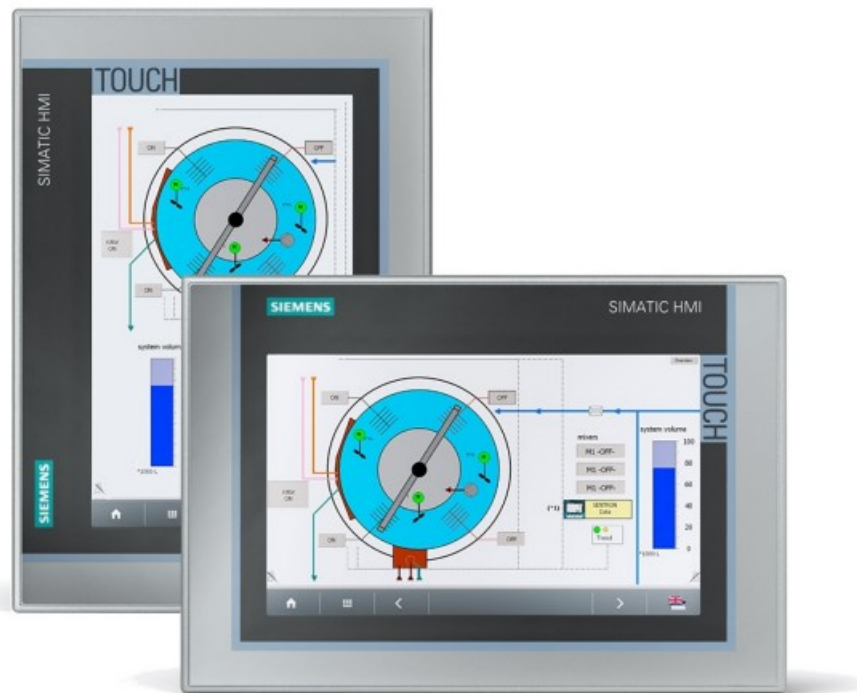
V případě motoru bude provedení vizualizace stavů podobné. Bude zde možné nastavit mód ovládání, jeho parametry, případně přepnutí do režimu simulace. Indikace varování a chyb bude stejně jako u ventilu pomocí ikony ve vizualizaci.

U digitálních prvků, které budou většinou použity pro dvoustavové snímače, jako například spínač výšky hladiny, bude ovládání a jejich vizualizace celkem prostá. Na výběr zde bude z manuálního nebo automatického módu, či nastavení zpoždění nástupné a sestupné hrany výstupního signálu.

Co se týče analogových snímačů, zde bude možné přepnout měření například u snímače teploty do manuálního módu a vnutit mu hodnotu, kterou uživatel potřebuje. Také zde bude možnost nastavení horních a spodních limitů, kdy při jejich překročení dojde k varovné signalizaci.

Podrobnější popis všech vlastností jednotlivých prvků bude popsán v kapitole vlastní realizace faceplate objektů.

Celá vizualizace bude vytvářena pro HMI (**H**uman **M**achine **I**nterface – Rozhraní mezi člověkem a strojem) panel. V tomto konkrétním případě se bude jednat o 19" dotykovou obrazovku, ke které bude možné připojit klávesnici a myš. Vizualizace bude muset tedy být uzpůsobena tak, aby její ovládání bylo pohodlné jak pomocí dotyků na dotykové obrazovce, tak i pomocí kurzoru myši.



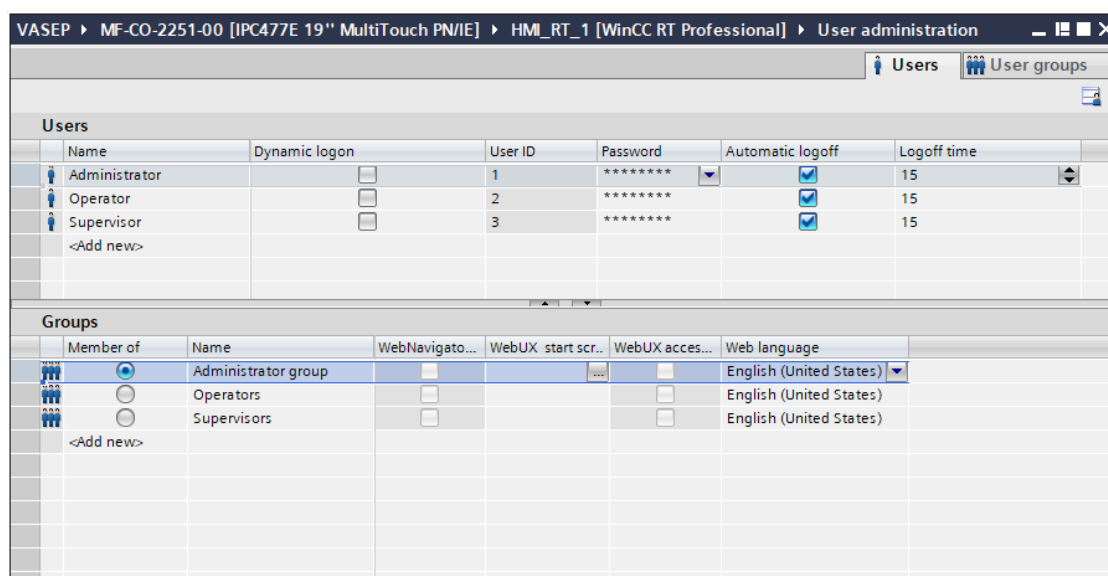
Obr. 3.2: Ukázka HMI panelu, převzato z [5]

4 Uživatelské úrovně a jejich přístupy k ovládacím prvkům

V prostředí SIMATIC WinCC Professional V15.1, ve kterém je tato vizualizace vytvořena, je možné nastavit jednotlivým ovládacím prvkům, které reagují na určitou akci, jejich uživatelskou úroveň. Ne všechny operace může s jednotlivými ovládacími prvky provádět každý uživatel. Proto tato možnost nastavení řídí přístup k datům a funkcím, které je možné změnit nebo nastavit na HMI panelu, aby nedošlo k neoprávněným akcím v průběhu celého technologického procesu. [3]

4.1 Nastavení uživatelů

Ve WinCC je tedy možné vytvořit seznam uživatelů. Tito uživatelé jsou definováni uživatelským jménem a k nim přiřazeným heslem, jak lze vidět na obrázku 4.1. Jednotlivým uživatelům lze nastavit automatické odhlášení, pokud je uživatel neaktivní, a také za jak dlouhý časový interval nečinnosti má k odhlášení dojít. [3]



The screenshot shows the 'User administration' window in WinCC. It is divided into two main sections: 'Users' and 'Groups'. The 'Users' section contains a table with columns for Name, Dynamic logon, User ID, Password, Automatic logoff, and Logoff time. The 'Groups' section contains a table with columns for Member of, Name, WebNavigato..., WebUX start scr., WebUX acces..., and Web language.

Users						
	Name	Dynamic logon	User ID	Password	Automatic logoff	Logoff time
	Administrator	<input type="checkbox"/>	1	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	15
	Operator	<input type="checkbox"/>	2	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	15
	Supervisor	<input type="checkbox"/>	3	*****	<input checked="" type="checkbox"/>	15
	<Add new>					

Groups						
	Member of	Name	WebNavigato...	WebUX start scr..	WebUX acces...	Web language
	<input checked="" type="radio"/>	Administrator group	<input type="checkbox"/>	...	<input type="checkbox"/>	English (United States)
	<input type="radio"/>	Operators	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	English (United States)
	<input type="radio"/>	Supervisors	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	English (United States)
		<Add new>				

Obr. 4.1: Ukázka seznamu uživatelů v prostředí WinCC, převzato z [4]

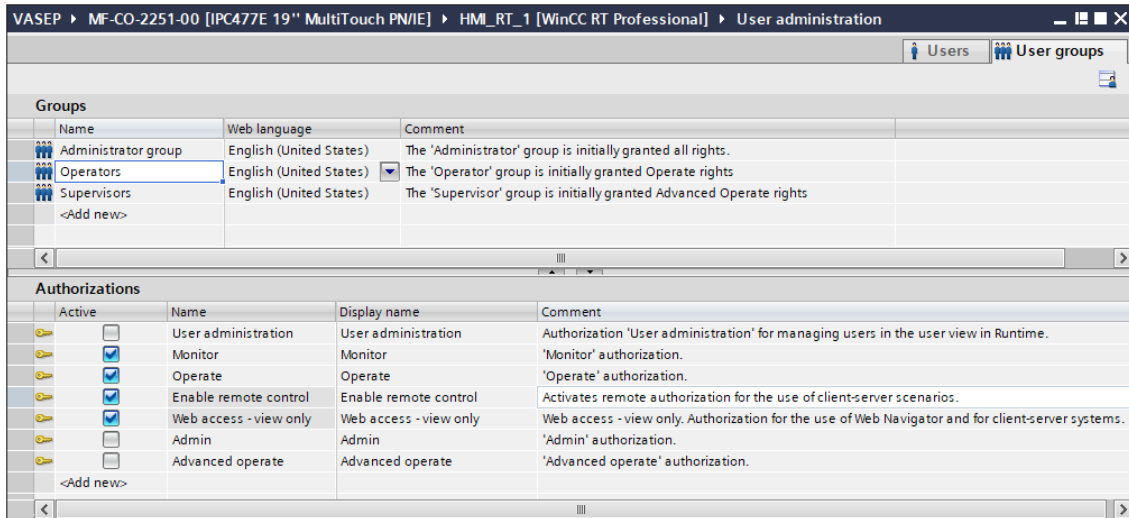
4.2 Uživatelské skupiny

Každý uživatel musí být přidělen do uživatelské skupiny. Těmto skupinám jsou přiřazena určitá oprávnění přístupu k ovládacím prvkům. Tudíž všichni uživatelé, kteří

spadají do jedné skupiny mají stejná oprávnění. Tyto oprávnění popisují práva přístupu k objektu nebo k provedení dané akce s objektem.

Ve vizualizaci byly použity 3 skupiny s rozdílným oprávněním.

- Administrator group
- Operators
- Supervisors



Obr. 4.2: Uživatelské skupiny v prostředí WinCC, převzato z [4]

Administrator - je skupina uživatelů, kteří mají veškerá oprávnění. Ve vizualizaci mohou měnit nastavení ovládacích prvků a jejich parametry. Mohou přidávat nové uživatele, kterým nastaví jejich heslo a přiřadí je do patřičné uživatelské skupiny. Dále jim jejich oprávnění umožňuje modifikovat již vytvořené uživatele, měnit jim jejich hesla, zařazení do jednotlivých skupin nebo uživatele zcela odebrat. Tato skupina je určena především pro programátory vizualizace a servisním mechanikům.

Operators - Tato skupina je určena pro běžnou obsluhu separační jednotky. Má nejvíce omezená oprávnění k provádění modifikací s ovládacími prvky technologického procesu.

Supervisors - je poslední použitou skupinou ve vizualizaci. Tato skupina je určena například pro vedoucího směny. Mohou upravovat nastavení jednotlivých ovládacích prvků a nastavovat jejich parametry. Na rozdíl od skupiny *Administrator* ale nemohou upravovat seznam uživatelů.

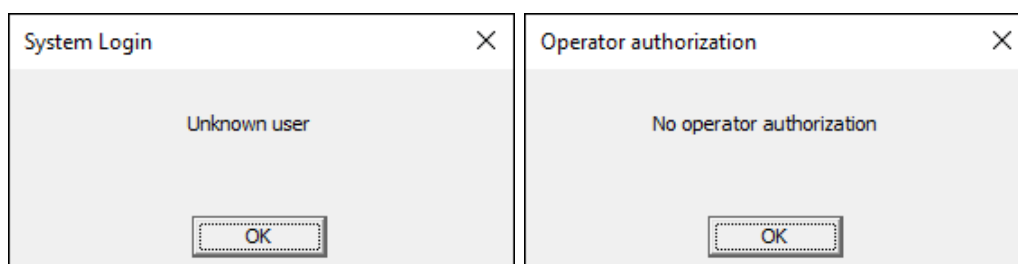
4.3 Přihlášení uživatelů

Aby byl přístup k jednotlivým prvkům vůbec umožněn, je nutné provést přihlášení. Při akci na tlačítko, které je pro přihlášení určené, automaticky vyskočí přihlašovací dialogové okno, do kterého je možné zadat uživatelské jméno a heslo. Pokud není provedena žádná akce během 15 minut, je uživatel odhlášen. [3]



Obr. 4.3: Přihlašovací dialogové okno, převzato z [4]

Pokud je zadáno špatné uživatelské jméno, vyskočí dialogové okno, které označuje neznámého uživatele (*Unknown user*). V případě, že uživatel není přihlášen, nebo nemá potřebná oprávnění na určitou akci, automaticky se vygeneruje varovné dialogové okno, které definuje neoprávněný přístup (*No operator authorization*).



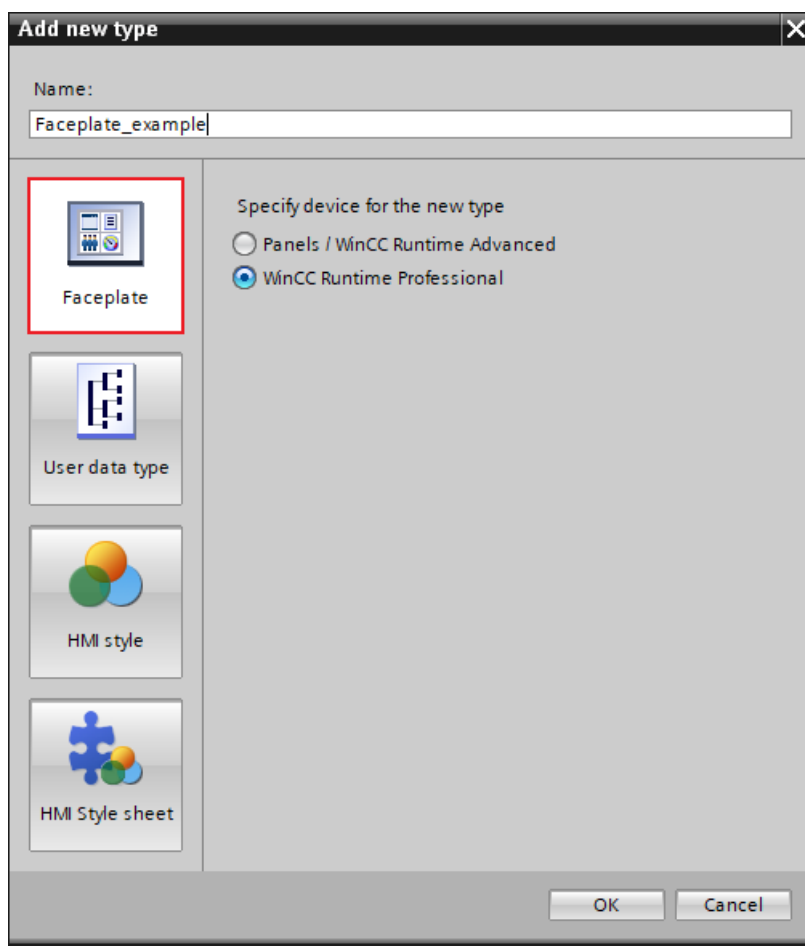
Obr. 4.4: Neznámé uživatelské jméno, převzato z [4]

5 Pokročilejší prvky vizualizace

Tato kapitola se zabývá podrobným popisem použitých prvků ve vizualizaci. Především použitím faceplate objektů a tab base pop-up panelů, které jsou ve vizualizaci použity k nastavení parametru daných ovládacích prvků.

5.1 Faceplate objekty

Pod pojmem **faceplate** se v prostředí WinCC označuje skupina objektů, která je sloučena do jednoho celku. Chová se jako jeden objekt, kterému je možné provést nastavení a napojení tagů. Použití faceplate objektů je určeno především v situaci, kdy se předpokládá použití stejného objektu (objektu se stejnou funkcí i designem) vícekrát v průběhu tvorby vizualizace. Takto vytvořený objekt se pouze převezme z knihovny a vloží na požadované místo. Následně se mu napojí tagy, aby byla zajištěná komunikace mezi PLC programem a vizualizací.



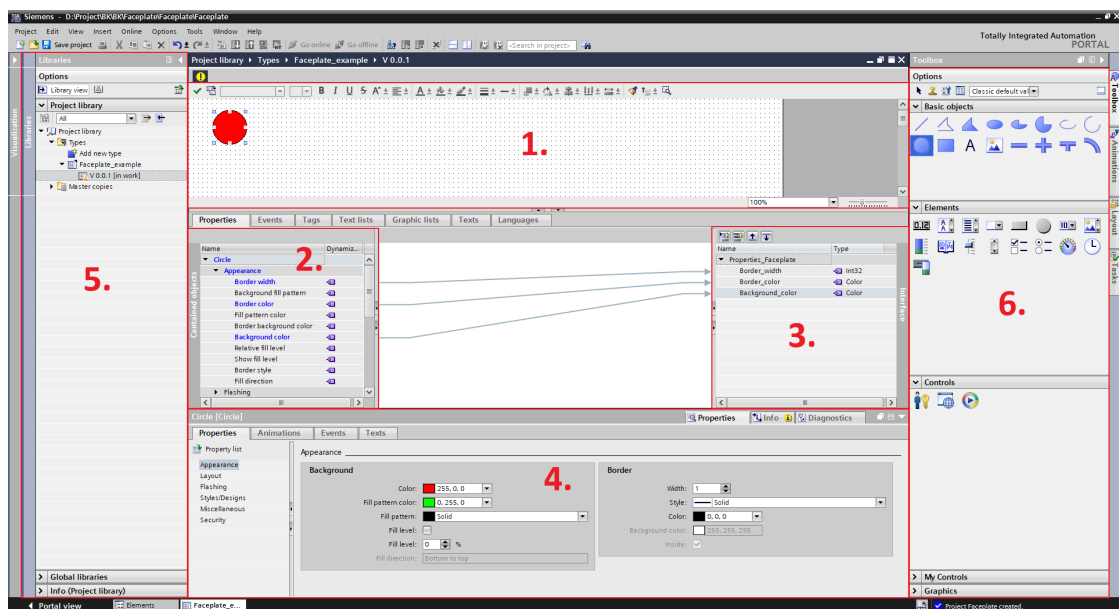
Obr. 5.1: Vytvoření faceplate objektu, převzato z [4]

Faceplate objekty významně ulehčí práci programátorovi při tvorbě vizualizace. Například ve chvíli, kdy programátor navrhl faceplate pro ventil a při tvorbě vizualizace použil tento prvek vícekrát, si uvědomí, že ventilu chybí určitá funkce, kterou potřebuje do prvku dodat. Modifikuje tedy faceplate ventilu a uloží veškeré modifikace, které provedl. Tyto modifikace se následně projeví na všech prvcích ventilů použitých ve vizualizaci. Kdyby nepoužil faceplate, ale ventil vytvořil jako skupinu objektů, musel by ventil, který modifikoval, opět rozmístit na dané pozice.

5.1.1 Faceplate editor

Ve WinCC je možné použít již předem vytvořené faceplate, které se vloží do knihovny projektu a následně se mohou z knihovny umístit na dané pozice.

Druhou možností je vytvořit faceplate v editoru, který je součástí programu WinCC. Pomocí tohoto nástroje je možné vytvořit uživatelský objekt, který se skládá s dílčích objektů, nazývaný faceplate. Takto vytvořenému objektu je možné vyvést na tzv. interface pouze určité vlastnosti, které uživatel při vytváření požaduje, aby se daly modifikovat. Všechny ostatní vlastnosti, které nebyly vyvedeny na interface, není možné nastavit a ani k nim uživatel nemá přístup. Ovšem veškeré vlastnosti je možné v průběhu dodatečně vyvést. Tyto vlastnosti jsou následně jedinou možností jak celou faceplate nastavit, popřípadě napojit tagy pro komunikaci s PLC.



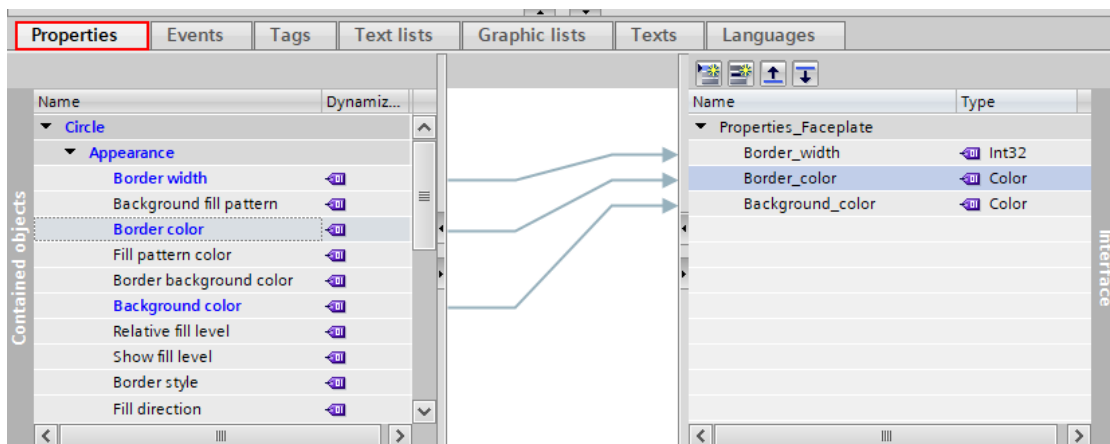
Obr. 5.2: Faceplate editor, převzato z [4]

Na obrázku 5.2 je zobrazen Faceplate editor. Pro rychlý přehled a seznámení byl do editoru vložen kruh a bylo mu nastaveno červené pozadí. Tento kruh se i v

případě, že je to pouze jeden objekt, stává faceplate.

První vyznačená část je pracovní plocha. Zde se vkládají veškeré objekty, které mají finální faceplate tvořit. Objekty je možné vkládat do různých pracovních vrstev a také tyto vrstvy skrývat nebo je nechat viditelné. Tato možnost ulehčuje práci s jednotlivými objekty, které se nacházejí v různých vrstvách. Například pro uchopení objektu v nejnižší vrstvě se zneviditelní veškeré vyšší vrstvy. Tím dojde k zneviditelnění všech objektů nacházejících se v těchto vrstvách a následně je možné objekt v nejnižší vrstvě pohodlně uchopit.

Pokud je vybrána záložka *Properties*, nacházející se nad vyznačenou druhou částí, je možné vidět zobrazení, jaké ukazuje obrázek 5.3. Pro lepší popis je okno rozděleno do dvou částí, které spolu úzce souvisí. Ve druhé části se nacházejí vlastnosti všech objektů, které byly přidány na pracovní plochu. Třetí část tvoří již výše zmíněný interface, ve kterém se nachází všechny vlastnosti viditelné z vnější. Tedy všechny vlastnosti, které je možné při použití této faceplate ve vizualizaci nastavit. Z druhé části se do třetí části jednotlivé vlastnosti přetahují a jejich název je možné zde modifikovat. Nikdy ovšem nelze mít dvě vlastnosti se stejným názvem. Na obrázku 5.3 lze vidět detail této části editoru.

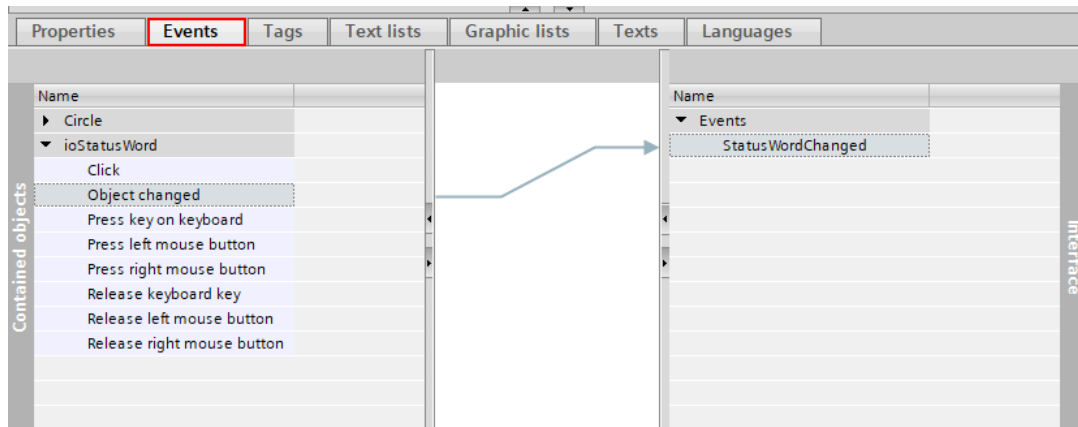


Obr. 5.3: Napojení vlastností na interface, převzato z [4]

Pomocí těchto vlastností lze nastavit barvy výplně kruhu, tloušťku ohraničení a v poslední řadě barvu ohraničení kruhu jakožto faceplate objektu. Po dokončení a použití faceplate ve vizualizaci má uživatel přístup k modifikacím faceplate pouze pomocí zmíněných vlastností.

V záložce *Event* je možné nastavit tzv. události, které definují co se vykoná na základě dané akce. Podobně jako u vlastností objektu, všechny položky ze záložky *Event*, které jsou vyvedeny na interface, je možné nastavovat ve vizualizaci. Na událost je poté možné napojit například změnu určité vlastnosti nebo vykonání

scriptu. Jak je vidět na obrázku 5.4, je zde na výběr z několika možností. Ve vizualizaci byly nejčastěji použity položky *Object changed* a *Press left mouse button*. Ve všech případech byl na položku *Object changed* napojen tag, který udával stav daného prvku. Pokud se tento stav změnil, vykonal se script, který změnil vizuální vlastnosti faceplate. V případě položky *Press left mouse button* se při kliknutí na faceplate vykonal script, který otevřel pop-up panel k danému prvku.



Obr. 5.4: Napojení událostí na interface, převzato z [4]

Ve čtvrté části se v záložce *Properties* nastavují vlastnosti vložených objektů na pracovní plochu. Toto nastavení lze brát jako výchozí nastavení objektů. Zde se nastaví například výchozí barva pozadí na červenou. Jak je vidět na obrázku 5.2. Ovšem tato vlastnost byla vyvedena na interface. To znamená, že při vložení faceplate bude kruh červený, ale je možné modifikací v interface změnit jeho barvu na takovou, jakou si uživatel zvolí. Ve většině případů jsou základní vlastnosti objektů vyvedené na interface stejné. Jako například jejich barva pozadí, styl vyplnění, ohraničení, rozměry nebo viditelnost objektu. Možností, jaké vlastnosti objektu nastavit, je spousta.

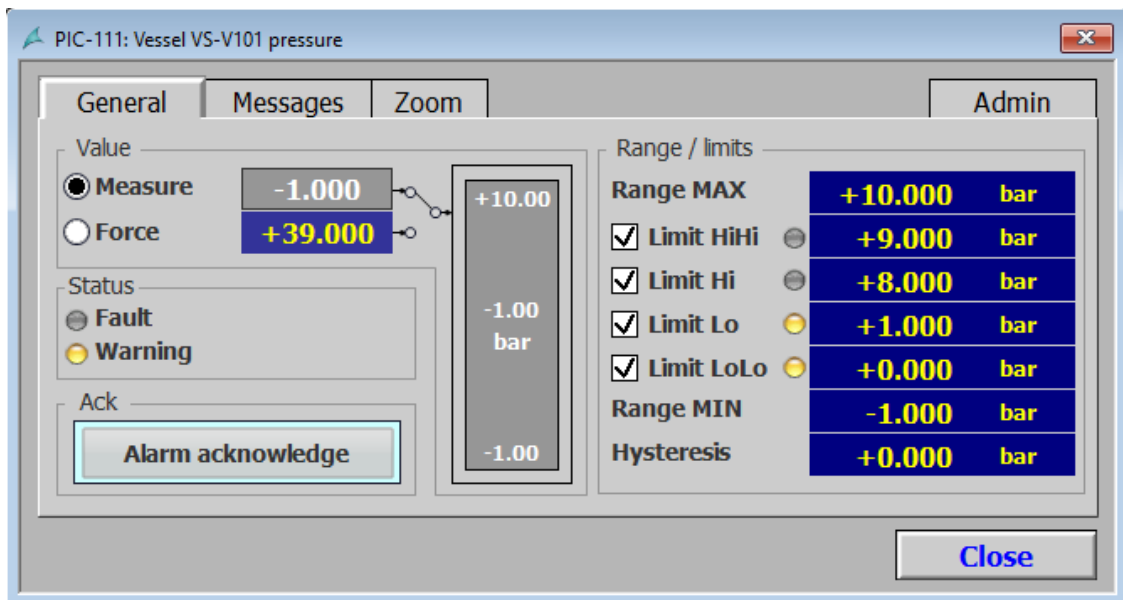
V páté části lze vidět knihovnu projektu. Ve složce *Types* se nacházejí všechny vytvořené faceplate objekty. Vytvořené faceplate lze poté exportovat a vložit do jiných projektů.

V poslední šesté části je možné přepínat mezi čtyřmi záložkami. Nejdůležitější záložky jsou *Toolbox* a *Layout*. V záložce *Toolbox* se nachází objekty, které je možné k vytvoření faceplate použít přetáhnutím na pracovní plochu. Například objekt *Graphic view* slouží k vložení vlastního obrázku vytvořeného v externím grafickém programu. V záložce *Layout* je možné nastavit do které vrstvy patří dané objekty. Jak již bylo výše zmíněno, jednotlivé vrstvy lze zneviditelnit pro usnadnění práce s prvky, které se nachází v nižších vrstvách. U každé vrstvy se nachází ikona oka. Při kliknutí na oko příslušné vrstvy se vrstva zneviditelní, což signalizuje i zešednutí

ikony. Dále se vedle ikony oka zobrazuje i symbol tužky, který signalizuje, se kterou vrstvou se právě pracuje.

5.2 Pop-up panely

Protože není možné všechna nastavení ovládacích prvků vložit na jednu obrazovku, využívá se tzv. pop-up panelů. Při kliknutí na prvek dochází k vytvoření panelu k danému prvku, ve kterém je možné provést různá nastavení. Tato nastavení jsou podmíněna úrovněmi oprávnění. V každém panelu se nacházejí záložky, pomocí kterých je možné listovat na jednotlivá zobrazení panelu. Lze zde například měnit stav daného prvku, přepínat prvek do manuálního nebo automatického modu, sledovat stav inicializačních podmínek nebo popřípadě sledování chyb a varování, které se v průběhu procesu na tomto prvku vyskytly. Příklad pop-up panelu využitého ve vizualizaci je možné vidět na obrázku 5.5.

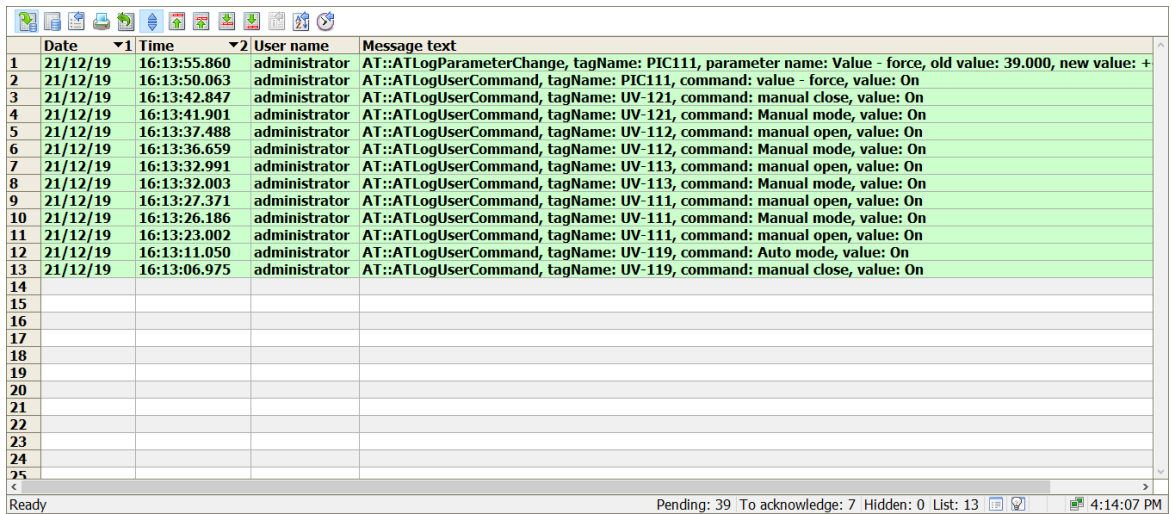


Obr. 5.5: Příklad pop-up panelu

5.3 Audit trail

Záznamový prvek audit trail je automatické a chronologické zaznamenávání veškerých aktivit uživatele ve vizualizaci. U každého záznamu je uveden datum a čas, kdy ke změně došlo, jméno uživatele, který změnu provedl a také textovou zprávou, která uvádí jaká změna byla provedena. Tato možnost umožňuje, například při nehodě, zpětné dohledání veškerých aktivit, které mohly nehodu způsobit. Audit trail

je tedy napojen na všechny ovládací prvky, pomocí kterých je možné provést změny v technologickém procesu a následně ho určitým způsobem ovlivnit. [8]



	Date	Time	User name	Message text
1	21/12/19	16:13:55.860	administrator	AT::ATLogParameterChange, tagName: PIC111, parameter name: Value - force, old value: 39.000, new value: +
2	21/12/19	16:13:50.063	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: PIC111, command: value - force, value: On
3	21/12/19	16:13:42.847	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-121, command: manual close, value: On
4	21/12/19	16:13:41.901	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-121, command: Manual mode, value: On
5	21/12/19	16:13:37.488	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-112, command: manual open, value: On
6	21/12/19	16:13:36.659	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-112, command: Manual mode, value: On
7	21/12/19	16:13:32.991	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-113, command: manual open, value: On
8	21/12/19	16:13:32.003	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-113, command: Manual mode, value: On
9	21/12/19	16:13:27.371	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-111, command: manual open, value: On
10	21/12/19	16:13:26.186	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-111, command: Manual mode, value: On
11	21/12/19	16:13:23.002	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-111, command: manual open, value: On
12	21/12/19	16:13:11.050	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-119, command: Auto mode, value: On
13	21/12/19	16:13:06.975	administrator	AT::ATLogUserCommand, tagName: UV-119, command: manual close, value: On
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				





Ready Pending: 39 To acknowledge: 7 Hidden: 0 List: 13 4:14:07 PM

Obr. 5.6: Záznamový prvek audit trail, převzato z [4]

6 Vlastní realizace faceplate objektů

Pro vizualizaci technologického procesu byly vytvořeny faceplate pro prvky ventilu, motoru, digitálního indikátoru a sledování analogové hodnoty. V následujících podkapitolách budou podrobně popsány funkce všech použitých prvků. Seznam prvků a jejich grafické znázornění je uvedeno v tabulce 6.1.

Tab. 6.1: Seznam použitých prvků ve vizualizaci

Název prvku	Ikona
Digitální indikátor	
Analogový displej	
Ventil	
Motor	

6.1 Faceplate pro digitální indikátor

Tento prvek signalizuje stav dvoustavového snímače(logická 0 nebo 1). Faceplate byla ve vizualizaci použita ve dvou případech. První pro spínač výšky hladiny a druhý pro mechanickou pojistku tzv. "rupture disc". V obou případech jde o signalizační kontrolku, která ukazuje aktuální stav daného snímače. Zobrazené stavy digitálního prvku je možné vidět v tabulce 6.2.

Spínač výšky hladiny kontroluje, zda se nepřesáhlo maximální úrovně výšky hladiny. V takovém případě signalizační kontrolka zčervená. Pokud vše probíhá dobře, kontrolka je šedá.


Co se týče rupture disku, zde jde o mechanické zařízení. Jedná se o tenkou kovovou membránu, skládající se z jedné či více vrstev. Má definovaný bod, kdy při jeho překročení dochází k průrazu disku. Na tento disk je položena vodivá cesta. Pokud tlak překročí definovanou hodnotu, dojde k proražení disku a přetržení vodivé cesty. Pokud nastane tato situace, vizualizace zaznamená změnu stavu a poté musí dojít k výměně disku. [7]

Ve vizualizaci je možné přepnout digitální prvek, aby nereagoval na signál přicházející ze snímače, ale na uživatelem zadaný stav. Tato možnost slouží pro simulaci stavů jednotlivých prvků. V takové případě se kolem indikační diody objeví růžový rámeček. Ten definuje, že prvku byl zadán stav manuálně.

Tab. 6.2: Zobrazení stavů digitálních prvků

Grafické znázornění	Popis
	Indikace signálu On
	Indikace signálu Off

Tab. 6.3: Digitální prvek v simulačním módu

Grafické znázornění	Popis
	Režim simulace

K vytvoření této faceplate byly použity následující objekty.

1. Textové pole (*Text field*) - objekt pro vložení textu
2. Vstupně/výstupní pole (*I/O field*) - pole pro zadávání a čtení hodnot
3. Obdélník (*Rectangle*) - tento objekt slouží pro vložení obdélníku a jeho modifikaci
4. Grafické okno (*Graphic view*) - objekt, který slouží pro vložení bitmapových obrázků
5. Ovládací tlačítko (*Control button* - tlačítko reagující na danou akci)

Textové pole je objekt, do kterého je množné vkládat textový řetězec. V tomto případě byl zde použit několikrát, jako pomocné pole pro uchování informací o daném objektu, jako je jeho název, popis nebo název tagu použitého ve WinCC. Tyto informace jsou důležité především pro správné zobrazení pop-up panelů k danému prvku. Všechna textová pole byla použita v nejnižší vrstvě aby byla skryta, popřípadě byly zneviditelněna.

Dále byl použit objekt vstupně/výstupního pole. Je to objekt, který slouží k zadávání hodnot nebo k jejich čtení. Tento objekt byl použit pro uchování informace o jeho stavu. Jeho hodnota byla napojena na událost *Object changed*. To znamená, že v případě změny stavu došlo k vykonání scriptu, který změnil objekt po vizuální stránce. Například přepnutí viditelnosti jednotlivých objektů ve faceplate. Stejně jako u textových polích i tento objekt byl použit v nejnižší vrstvě, aby byl skryt.

Objekt obdélník byl použit pro zobrazení růžového rámečku pro signalizaci, že objekt je ovládán manuálně. Tomuto objektu bylo nastaveno průhledné pozadí a barva orámování byla vyvedena na interface.

Grafické okno je objekt, který slouží pro vložení obrázků vytvořených v jiných softwarech. V tomto konkrétním případě byly použity tři tyto objekty. Byly uloženy na stejnou pozici tak, aby se překrývaly a jejich zobrazení se mohlo ovládat pomocí viditelnosti jednotlivých objektů. I když se ve vizualizaci používají dva stavy (šedá a

červená indikace), faceplate byla doplněna o jeden objekt navíc pro případné použití faceplate pro jiný typ prvku. Vlastnost na které se napojuje obrázek, který má objekt zobrazovat, se vyvedl na interface.

Posledním objektem použitým v této faceplate je ovládací tlačítko, které se nacházelo v nejvyšší vrstvě a překrývalo všechny výše zmíněné objekty. Je nastaveno jako transparentní, aby veškeré objekty nacházející se pod ním byly viditelné. Zajišťuje, že při kliknutí na objekt se vykoná určitá událost. V tomto případě otevření příslušného pop-up panelu.

6.2 Faceplate pro prvek analogového displeje

Analogový displej je ve vizualizaci použit k zadávání nebo k zobrazení analogových hodnot. Z důvodu přehlednosti měřených veličin, které se ve vizualizaci zobrazují, bylo použito barevných značení pozadí celé faceplate. V následující tabulce lze vidět grafické znázornění měřených veličin.

Tab. 6.4: Typy analogových displejů

Grafické znázornění	Veličina
0.00 mS/cm	Vodivost
0.00 %	Pozice ventilu
0.00 bar	Tlak
22.40 rpm	Rychlost otáčení
0.000 °C	Teplota
0.00 l	Objem

Stejně jako u digitálních prvků i zde je možné zadat hodnotu manuálně. Tím se prvek přepne do režimu simulace a pozadí je následně růžové, jak lze vidět v následující tabulce.

Tab. 6.5: Signalizace analogového displeje ve stavu simulace

Grafické znázornění	Popis
2.00 bar	Simulování hodnoty

Pokud se v průběhu technologického procesu vyskytne chyba, na analogovém displeji začne blikat hodnota spolu s veličinou červeno-černě. Proces se zastaví a

operátor musí tuto chybu vyřešit. Po odstranění chyby se opět technologický proces spustí. Pokud dojde pouze k varování, hodnota spolu s veličinou začnou blikat žlutočerně. K varování může dojít například při překročení mezí nastavených uživatelem. Indikace chyb a varování je zobrazena v tabulce 6.6.

Tab. 6.6: Signalizace chyb a varování analogového displeje

Grafické znázornění	Popis
	Signalizace chyby
	Signalizace varování

Způsob, jakým je tato faceplate vytvořena je obdobný jako u faceplate pro digitální prvek. Stejně jako u digitálního prvku je analogový displej tvořen z několika objektů, které se nacházejí v různých vrstvách. I zde jsou použita pomocná textová pole pro správné zobrazení příslušných pop-up panelů. Ty se nacházejí spolu s pomocným vstupně/výstupním polem v nejnižší vrstvě. Dále je zde použit objekt obdélník, který slouží jako pozadí celé faceplate. Jeho hlavním úkolem je barevné označení použitých veličin. Na obdélníku je položeno další vstupně/výstupní pole, které slouží pro zobrazení měřené hodnoty dané veličiny. Vedle tohoto pole je vloženo další textové pole pro zobrazení jednotky měřené veličiny. Do nejvyšší vrstvy je vloženo transparentní ovládací tlačítko, které překrývá všechny tyto objekty.

6.3 Faceplate pro prvek ventilu







Ve vizualizaci jsou použity dva druhy ventilů. Dvoustavový ventil a regulační ventil. K regulačnímu ventilu je vždy přiřazen i analogový displej, který zobrazuje polohu otevření ventilu v procentech. Tyto dva prvky se rozlišují podle tvaru akčního členu. Pokud je akčním členem kruh, jde o dvoustavový ventil. Pokud je akční člen ve tvaru kloboučku, jedná se o regulační ventil.

Tab. 6.7: Typy použitých ventilů

Grafické znázornění	Popis
	Dvoustavový ventil
	Regulační ventil

Pomocí různého typu grafického znázornění se rozlišují jednotlivé stavy, ve kterých se ventil nachází. Signalizuje se, zda je ventil otevřen nebo uzavřen. Protože otevření či uzavření ventilu má určitou prodlevu, je zde zobrazen také stav otevírání nebo uzavírání daného ventilu. Pokud u tohoto prvku dojde k chybě nebo signalizaci varování, pak je tento stav zobrazován pomocí změny barvy akčního členu. Zobrazení všech stavů je znázorněno v tabulce 6.8.

Tab. 6.8: Grafické znázornění jednotlivých stavů ventilu




Grafické znázornění	Stav
	Ventil je ve stavu otevřen
	Ventil je ve stavu uzavřen
	Ventil se otevírá
	Ventil se uzavírá
	Ventil signalizuje chybu
	Ventil signalizuje varování

Je zde také signalizace módu, ve kterém se ventil nachází. Signalizace je vytvořena pomocí písmen M a A v levém horním rohu faceplate. Pokud je zobrazeno písmeno M, ventil se nachází v manuálním ovládní. Je tedy možné ovládat ventil přes vizualizaci. Pokud je zobrazeno písmeno A, ventil je v automatickém módu a je tedy ovládán pomocí PLC. Je zde třetí signalizace, kterou je zobrazení červeného X. Toto signalizuje, že ventilu nebyl zatím nastaven žádný stav. K tomuto stavu dochází například při restartování PLC.



Pomocí barvy ohraničení se v kombinaci s předcházejícími stavy u této faceplate signalizují tři režimy. Pokud je ohraničení růžové, znamená to, že se prvek nachází v režimu simulace a je ho možné manuálně ovládat. Ohraničení modré barvy signalizuje, že je prvek uzamčen a nelze ho ovládat ani v režimu simulace. Pokud má ohraničení červenou barvu, zámek byl zrušen a prvek již lze ovládat.

V průběhu vytváření této faceplate došlo k mnoha modifikacím. První z problémů nastal při zjištění, že u objektu grafického vstupně/výstupního pole není možné vytáhnout vlastnost, která slouží k napojení grafického seznamu na interface. Z

Tab. 6.9: Módy ventilů

Grafické znázornění	Popis
	Automatický mód
	Manuální mód
	Signalizace nenastaveného módu

Tab. 6.10: Režimy ventilů

Grafické znázornění	Popis
	Režim simulace
	Režim uzamknutí prvku
	Signalizace zrušení zámku na prvku


neznámého důvodu je možné tuto vlastnost vyvést na interface v prostředí SIMATIC WinCC Advanced, ale nelze to ve vyšší nadstavbě Professional. To byl dost zásadní problém, který zkomplikoval celou faceplate.

Objekt grafické vstupně/výstupní pole totiž slouží k napojení grafického seznamu a pomocí napojeného tagu dochází k zobrazení jednotlivých obrázků. Grafický seznam je seznam obrázků, který si vytvoří sám uživatel a přiřadí k nim hodnoty (číslováno od 0). Pokud se změní hodnota napojeného tagu, dojde k zobrazení obrázku, ke kterému je tato hodnota přiřazena. Z důvodu, že nebylo možné vytáhnout vlastnost, na kterou se grafický seznam napojuje na interface, musela být zvolena jiná metoda pro zobrazení obrázků na základě stavového tagu.

Toho se docílilo stejně jako u digitálního prvku. Použitím více grafických oken nad sebou. Přesněji jich v této faceplate bylo použito 16. Počítalo se zde s použitím faceplate i pro jiné prvky než ventil, kde by popřípadě bylo třeba použít více zobrazovacích stavů. Všechny obrázky měly stejnou velikost a také transparentní pozadí, aby nepřekrývaly obrázky v nižších vrstvách. Výsledek sestavení jednotlivých vrstev je zobrazen v tabulce 6.11.

Stejně jako u všech výše zmíněných faceplate i zde byla použita pomocná textová

Tab. 6.11: Sestavení ventilů z jednotlivých vrstev

Dílní obrázky ve vrstvách	Výsledné zobrazení
	





pole a vstupně/výstupní pole pro uchování stavové hodnoty, na kterou následně reagovala událost *Object changed*. Všechny tyto pomocné objekty bylo vloženo na nejnižší vrstvu a byly zneviditelněny.

Na interface byly vyvedeny rozměry jednotlivých grafických oken, vlastnost na kterou se obrázky napojují a také jejich pozice. Tyto pozice jsou zadávány vůči obrazovce, na které se faceplate nachází. Dále byly vyvedeny vlastnosti, které se týkají vzhledu faceplate, pro případnou modifikaci vzhledu.

6.4 Faceplate pro prvek motoru




Posledním prvkem, který je použit ve vizualizaci, je motor. Pro tento prvek byla použita stejná faceplate jako pro ventil. Z toho důvodu nebude tato podkapitola tak obsáhlá, jako předcházející, protože veškeré vlastnosti jsou totožné jako u ventilu. Budou zde popsány jednotlivé stavy a jejich grafická znázornění.

Tab. 6.12: Grafické znázornění jednotlivých stavů motoru

Grafické znázornění	Stav
	Motor je spuštěn
	Motor je zastaven
	Signalizace chyby
	Signalizace varování

Stejně jako u ventilů i zde se rozlišují tři módy ve kterých se motor může nacházet.

Tab. 6.13: Módy motorů

Grafické znázornění	Popis
	Automatický mód
	Manuální mód
	Signalizace nenastaveného módu

A v poslední řadě, pomocí barvy ohraničení jsou znázorněny jednotlivé režimy.

Tab. 6.14: Režimy motorů

Grafické znázornění	Popis
	Režim simulace
	Režim uzamknutí prvku
	Signalizace zrušení zámku na prvku

7 Realizace pop-up panelů

Pop-up panel se skládá ze záložek, sloužící k procházení jednotlivými zobrazeními panel, prostorem, ve kterém se mění zobrazení právě vybrané záložky a v poslední řadě tlačítkem *Close*, které stejně jako tlačítko X (v pravém horním rohu) slouží k uzavření daného pop-up panelu. Veškerá animace a zobrazování příslušných panelů probíhá pomocí C skriptů. Vzhledem k tomu, že při tvorbě vizualizace nebylo mým úkolem psaní těchto skriptů, vytvořené skripty jsem pouze použil a přiřadil jim správné parametry. Avšak krátké seznámení s použitím C skriptů je obsahem následující podkapitoly.

7.1 Použití C skriptů

V prostředí SIMATIC WinCC Professional je možné použít takzvané skripty psané v jazyce C, které se chovají jako klasické C funkce. Takovému skriptu se předávají parametry se kterými může pracovat a na základě nich nastavovat objektům jednotlivé vlastnosti. Těchto skriptů lze využít při složitějších operacích s objekty. Například, když bude třeba na základě stisknutí tlačítka vykonat více operací, musí se tedy nastavit veškeré parametry a funkce, od kterých se očekává, že se vykonají na základě dané akce. V případě použití jiného tlačítka, se stejnou funkcí, by se musely takto nově vytvořenému tlačítku nastavit veškeré parametry znovu. Tomuto lze předejít právě vytvořením jednoho skriptu, ve kterém se všechny tyto parametry nastaví. Následně se ve vlastnosti *Events* daného tlačítka zavolá pouze hlavička vytvořeného skriptu a předají se mu potřebné parametry. Skript je možné vytvořit pouze lokální pro daný objekt, ovšem zde nastává výše uvedený problém, kdy by stejnou funkci tohoto lokálního skriptu bylo třeba použít na jiný objekt. Celý skript by se musel kopírovat do dalšího objektu. Z tohoto důvodu je lepší vytvářet skripty globálně, tak aby k nim měly přístupy všechny objekty použité ve vizualizaci.

Z důvodu úspory místa je níže uveden pouze část kódu skriptu, který zajišťoval zobrazení pop-up panelu při kliknutí na patřičný objekt. Jsou zde použity převážně funkce pro nastavování parametrů (*SetPropChar()*) a vyčítání aktuální hodnoty parametru (*GetPropLong()*).

Funkce *SetPropChar()* má čtyři parametry. Prvním parametrem je název obrazovky, na které se objekt nachází. Druhým parametrem je název objektu, kterému se bude daná vlastnost nastavovat. Třetím parametrem je právě vlastnost, kterou chce uživatel modifikovat. Název funkce napovídá že vlastnost, která se nastavuje posledním čtvrtým parametrem je hodnota typu char. Například u funkce *SetPropBOOL()* je čtvrtým parametrem hodnota typu boolean.

Funkce *GetPropLong()* je obdobná jako *SetPropBOOL()*. Zde se akorát parametr nenastavuje, ale vyčítá. Funkce má tři parametry, první dva jsou stejné jako u předešlé funkce. Posledním, tedy třetím parametrem, je vlastnost, jejíž aktuální hodnotu chce uživatel zjistit a například uložit si informaci do pomocné proměnné. S takovou proměnnou pak lze ve skriptu pracovat jako v klasickém C kódu.

```
void showPopUp(char* screenName, char* objectName, char* propertyName)
{
    int posX, posY, iWidth, iHeight, dimX, dimY;
    int PopUpWidth, PopUpHeight;

    int count = 1;
    BOOL status;
    char actualPopUp[20];
    char prevPopUp[20];

    //Dimensions of Main Screen
    dimX = GetPropLong(screenName, "MainScreen", "Width");
    dimY = GetPropLong(screenName, "MainScreen", "Height");

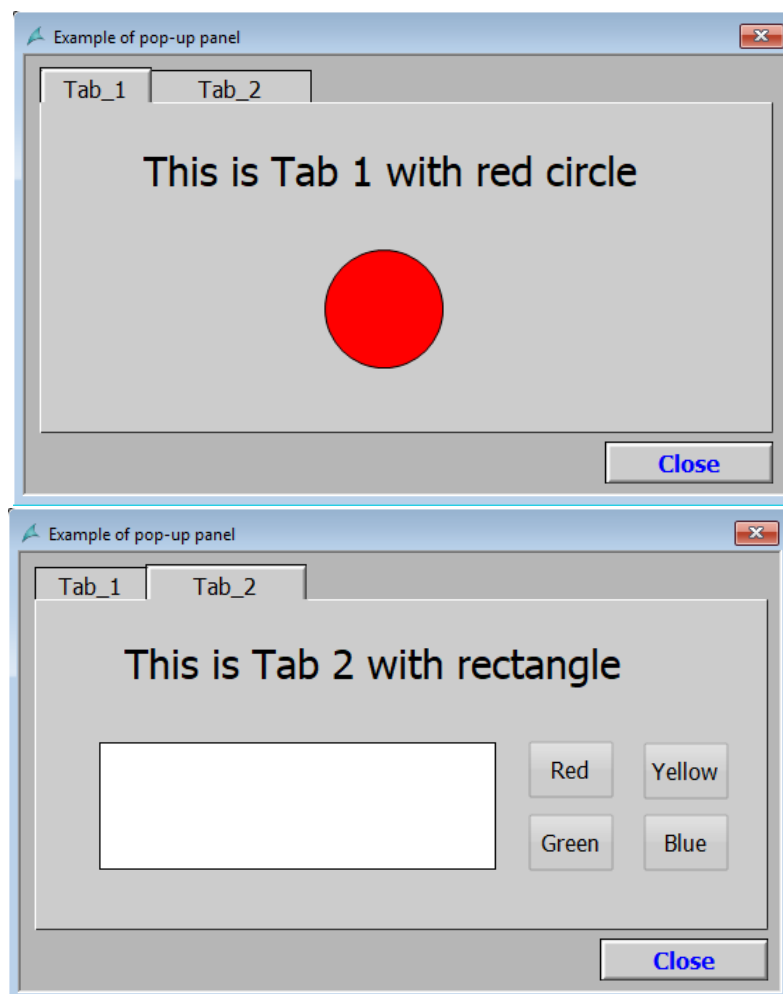
    //Dimension and position of object
    posX = GetPropLong(screenName, objectName, "Left");
    posY = GetPropLong(screenName, objectName, "Top");
    iWidth = GetPropLong(screenName, objectName, "Width");
    iHeight = GetPropLong(screenName, objectName, "Height");

    //Open pop up in current position
    SetPropBOOL(screenName, actualPopUp, "Visible", FALSE);
    ActivateScreenInScreenWindow(screenName, actualPopUp, "PopUp_Manage" );
    SetPropChar(screenName, actualPopUp, "CaptionText", "Example of pop-up panel");
    SetPropBOOL(screenName, actualPopUp, "Visible", TRUE);

    //Dimensions of pop-up panel
    PopUp_Width = GetPropLong(screenName, actualPopUp, "Width");
    PopUp_Height = GetPropLong(screenName, actualPopUp, "Height");
    SetPropBOOL(screenName, actualPopUp, "Visible", FALSE);
}
```

7.2 Vytvoření pop-up panelu

Každý panel určený k ovládání faceplate prvků má stejný princip a základy. Vizually jsou rozdílné pouze v počtu záložek a velikosti. Pomocí záložek v horní části programu je možné listovat jednotlivými zobrazeními na kterých se nacházejí různé možnosti nastavení daného prvku. Pro vysvětlení principu vytváření těchto panelů je v následující podkapitole ukázán postup vytvoření pop-up panelů na jednoduchém příkladu, jehož konečný stav lze vidět na obrázku 7.1.

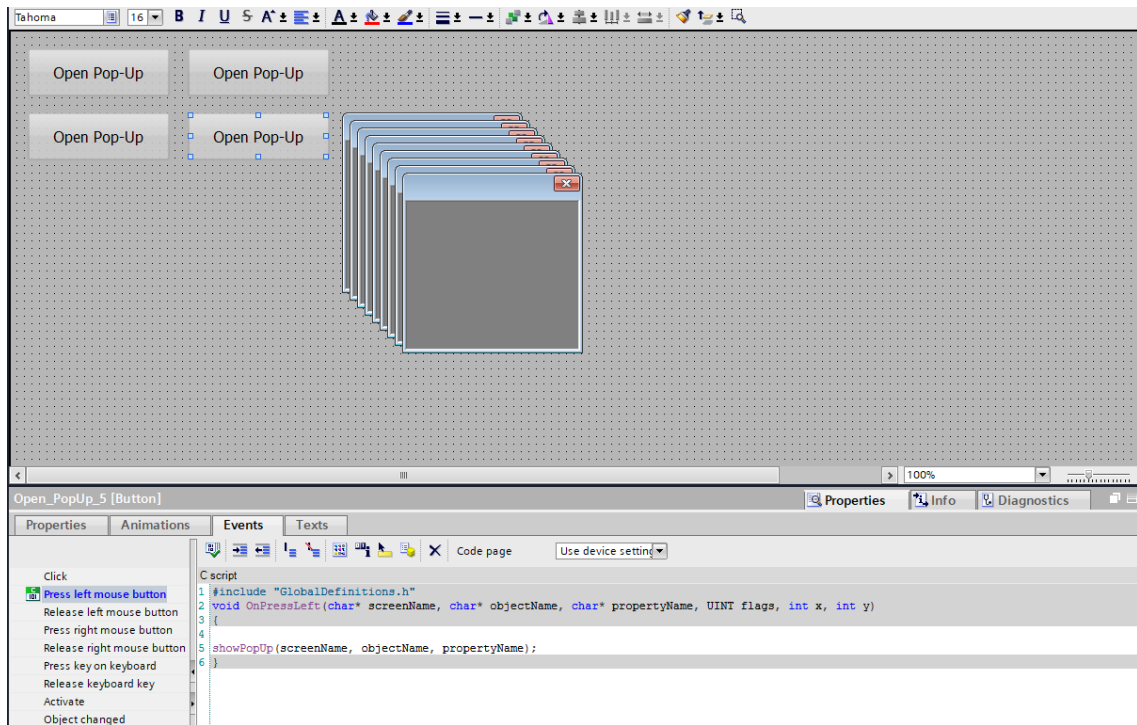


Obr. 7.1: Ukázka zobrazení příkladu pop-up panelu

7.2.1 Způsob vytváření pop-up panelů

Na hlavní obrazovce vizualizace je umístěno 10 objektů *ScreenWindow*, které slouží ke generování jednotlivých pop-up panelů. Je tedy možné mít na jedné obrazovce otevřených až 10 pop-up panelů zároveň. Každý objekt má své jméno a těmto objektům je automaticky po startu vizualizace nastavena viditelnost na 0. Při kliknutí na

faceplate nebo příslušné tlačítko se vybere jeden z objektů *ScreenWindow* a nastaví se mu viditelnost na 1.

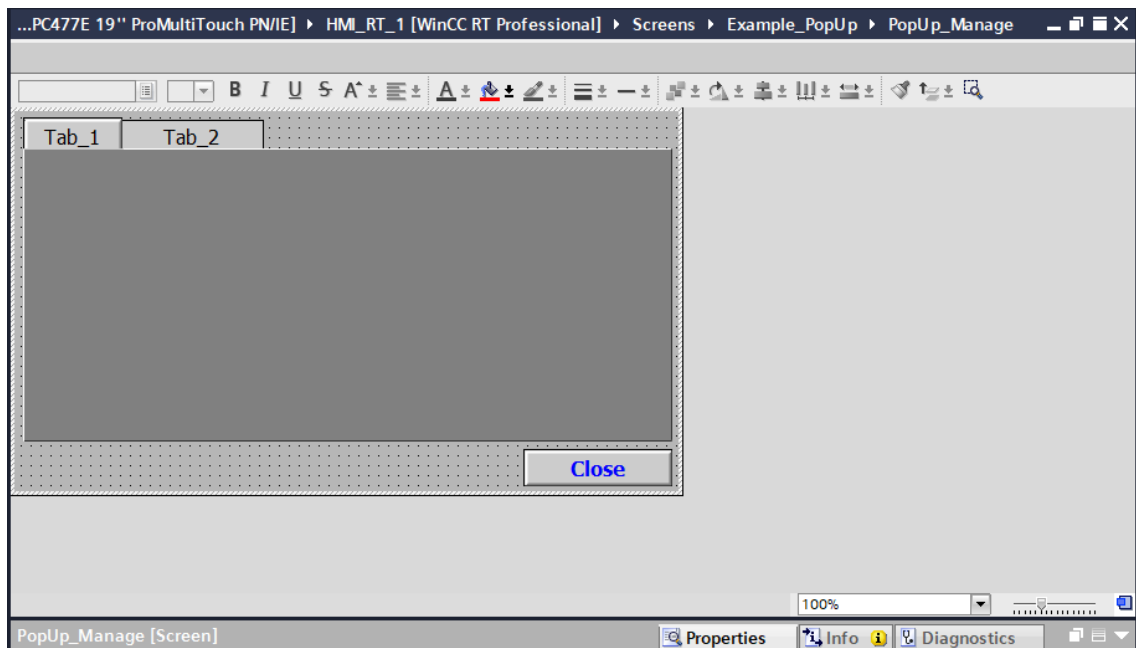


Obr. 7.2: Příklad hlavní obrazovky vizualizace s objekty *ScreenWindow*

Výběr objektů je ovládán pomocí skriptu na základě jména a také, který objekt byl zviditelněn jako poslední. Dále se pomocí skriptu nastaví poloha objektu na obrazovce a jeho rozměry, aby bylo zajištěno správného zobrazení obrazovky příslušného pop-up panelu.

Do připraveného objektu *ScreenWindow* se načte základní obrazovka pop-up panelu. Ta se skládá z tlačítek pro listování jednotlivými záložkami, prostorem ve kterém se zobrazuje obrazovka vybrané záložky a tlačítkem close pro uzavření pop-up panelu.

Prostor zobrazení vybrané záložky opět tvoří objekt *ScreenWindow*, který má zde pevnou velikost. To znamená, že veškeré vytvořené obrazovky jednotlivých záložek musí mít stejnou velikost, aby docházelo k správnému zobrazení. Aby při prvním zobrazení nedocházelo k situaci, že se načte pouze základní obrazovka pop-up panelu, myšleno bez konkrétní obrazovky záložky, je přidána událost *Loaded*. Tato událost zajišťuje vykonání určité akce nebo skriptu při načtení pop-up panelu. Byla zde tedy napojena událost zobrazení první záložky. Tímto je zajištěno, že při každé první aktivaci pop-up panelu dojde k zobrazení vždy první záložky. Poté již lze pomocí záložek listovat a zobrazovat příslušné obrazovky.



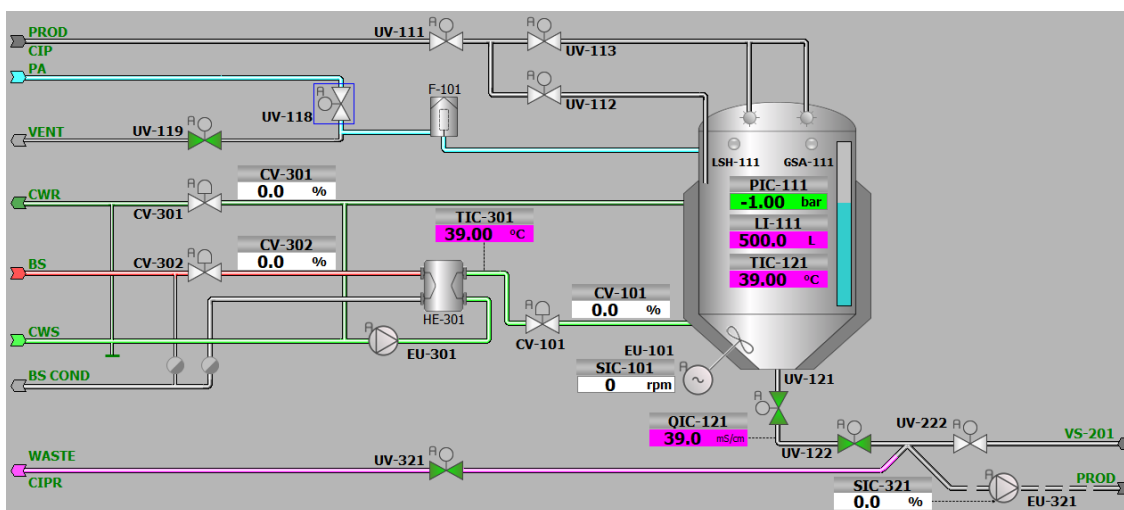
Obr. 7.3: Základní obrazovka pop-up panelu

Dále bylo třeba zajistit označení vybrané záložky. Toho se docílilo pomocí tlačítka, které mělo nastavené průhledné pozadí, 3D orámování a nebyla nastavena událost při jeho stisknutí. Sloužilo tedy pouze jako zvýraznění právě vybrané záložky. Pomocí skriptu byla vždy nastavena pozice zobrazení a jeho velikost. U tohoto objektu nebylo zapotřebí použít událost *Loaded*, neboť při vytváření základní obrazovky pop-up panelu byla jako výchozí pozice použita pozice první záložky.

8 Vizualizace technologického procesu

Základní prvky, které se ve vizualizaci nachází, byly představeny v předchozích kapitolách. Pomocí nich již lze sestavit kompletní vizualizaci technologického procesu. Je třeba zvolit vhodnou velikost obrazovky, rozložit po ní prvky a napojit jejich tagy aby byla zajištěna správná komunikace mezi PLC a vizualizací.

Vizualizace bude použita na dotykovém panelu s rozlišením 1366 x 768 pixelů. Je tedy nutné nastavit obrazovku na správnou velikost, aby byla konečná vizualizace na dotykovém panelu správně zobrazena. Snahou bylo dodržet stejné rozmístění prvků, jako ve výše uvedeném schéma na obrázku 3.1.



Obr. 8.1: Ovládací obrazovka technologického procesu

V grafickém programu byl vytvořen obrázek tanku a tepelného výměníku (HE-301). Tyto obrázky byly následně umístěny na obrazovku vizualizace. Dále se po obrazovce rozmístily regulační a dvoustavové ventily. Na tank byly dány faceplate analogových displejů pro sledování tlaku (PIC-111), objemu (LI-111) a teploty (TIC-121) uvnitř nádoby. Také se zde nachází indikátor výšky hladiny (LHS-111) a indikátor stavu ruptury disku (GSA-111). U motorů a regulačních ventilů byly analogové displeje použity k zobrazení aktuálního stavu. Dále byly analogové displeje použity k zobrazení teploty za tepelným výměníkem (TIC-301) a k zobrazení vodivosti média (QIC-121) při vypouštění tanku.

Objekt *Symbol library*, jak už název napovídá, je knihovna předem vytvořených grafických objektů, které lze do vizualizace umístit. Ze seznamu dostupných prvků si uživatel vybere potřebný prvek a následně si na obrazovce může měnit jeho velikost. V tomto případě bylo zapotřebí jednotlivé prvky propojit potrubím, aby celková

vizualizace vypadala věrohodně. Bylo tedy využito této knihovny, ve které se nachází prvek *Pipe* (potrubí), k propojení jednotlivých prvků na obrazovce vizualizace.

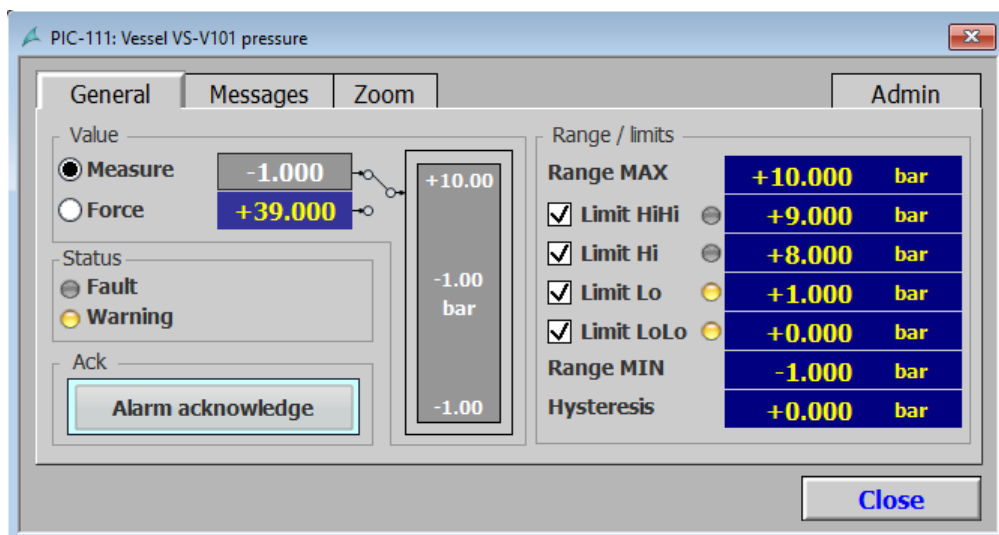
Po rozmístění prvků na obrazovce je každému prvku přiřazen jeho název. Na základě jeho názvu je každému prvku přiřazen příslušný komunikační tag, aby se v případě změny stavu reálného prvku (například ventilu) změnil jeho stav i ve vizualizaci. Následně se ověří komunikace mezi PLC programem a vizualizací, zda došlo předání informace správnému prvku. Například u prvku ventilu se otevře datový blok příslušného prvku a zde je možnost zapnout funkci *watchtable*. Ta umožní sledovat a zároveň měnit aktuální stav prvku. Při změně stavu na otevřeno se musí změnit vizuální stav prvku na obrazovce vizualizace. Takto se postupuje u všech ostatních prvků. Když jsou všechny použité prvky připraveny a správně komunikují s PLC, přichází část testování funkčnosti příslušných prvků.

9 Provedení funkčních testů

Nyní se musí ověřit správná funkčnost veškerých prvků nacházejících se ve vizualizaci, především správná funkčnost pop-up panelů. Při kliknutí na prvek se musí korektně načíst pop-up panel a pomocí něj dále upravovat parametry daného prvku. V každé záložce je zapotřebí projít všechny možnosti, kterými lze změnit stav nebo funkčnost daného prvku a ověřit, zda se změna projeví v datovém bloku příslušného prvku. Také je nutné ověřit, pokud je to žádoucí, zda došlo ke změně i ve vizualizaci. Dále se musí ověřit u všech ovládacích tlačítek správné oprávnění. Tedy jaký uživatel má oprávnění tyto změny provádět. Všechny pop-up panely mají v záložce *General* společný typ tlačítka. Tím je tlačítko *Acknowledge alarm*. Toto tlačítko slouží k potvrzení veškerých alarmů, které u daného prvku nastaly. Pokud jsou vyřešeny příčiny alarmů, lze je tlačítkem odstranit a tím tyto alarmy zmizí z přehledů aktivních alarmů. Také záložka *Messages* je společná pro všechny pop-up panely. Z toho důvodu bude popsána a ukázána jen u prvku analogového displeje a dále ji není nutné popisovat u všech ostatních testovaných prvků.

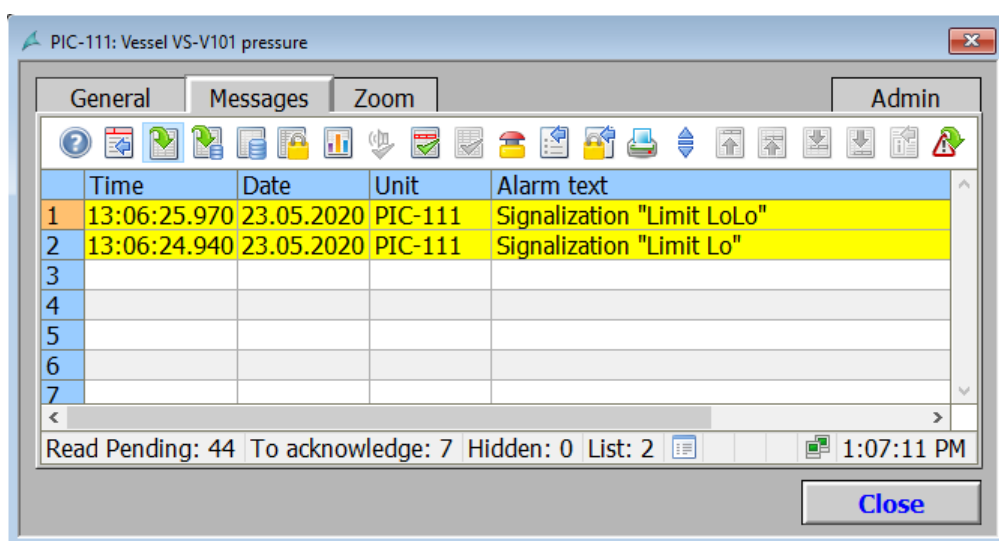
9.1 Test funkčnosti faceplate analogového displeje a jeho pop-up panelu

U analogového displeje je v záložce *General* možné přepínat mezi měřenou hodnotou, získanou z technologického procesu a hodnotou, kterou zadá uživatel ručně. K tomu slouží přepínače *Measure* a *Force*. Dále se zde nachází indikační diody pro zobrazování, zda se vyskytla nějaká chyba nebo varování. V sekci *Range/limits* se nachází nastavení maximální hodnoty (*Range MAX*) a minimální hodnoty (*Range MIN*) rozsahu, kterých může snímač nabývat. Toto nastavení může provést pouze uživatel ze skupiny *Administrators*. Pro varování, při překročení uživatelem nastavené hodnoty, se zde nachází další čtyři limity (*Limit HiHi*, *Limit Hi*, *Limit Lo*, *Limit LoLo*). V modrém zadávacím poli je možné nastavit požadovanou hodnotu a pomocí zaškrtačacího pole tento limit aktivovat nebo jej deaktivovat. Nachází se zde ještě možnost nastavení hystereze *Hysteresis*. Toto nastavení umožňuje o jakou hodnotu musí dojít ke snížení nebo naopak zvýšení měřené veličiny, aby došlo k odstranění varování o překročení limitu. Například při překročení hodnoty nastavené limitem *Limit Hi* musí být měřená veličina nižší, než je *Limit Hi* a zároveň od něj odečtena hodnota *Hysteresis*. Tyto hodnoty může nastavit uživatel ze skupiny *Operators*.



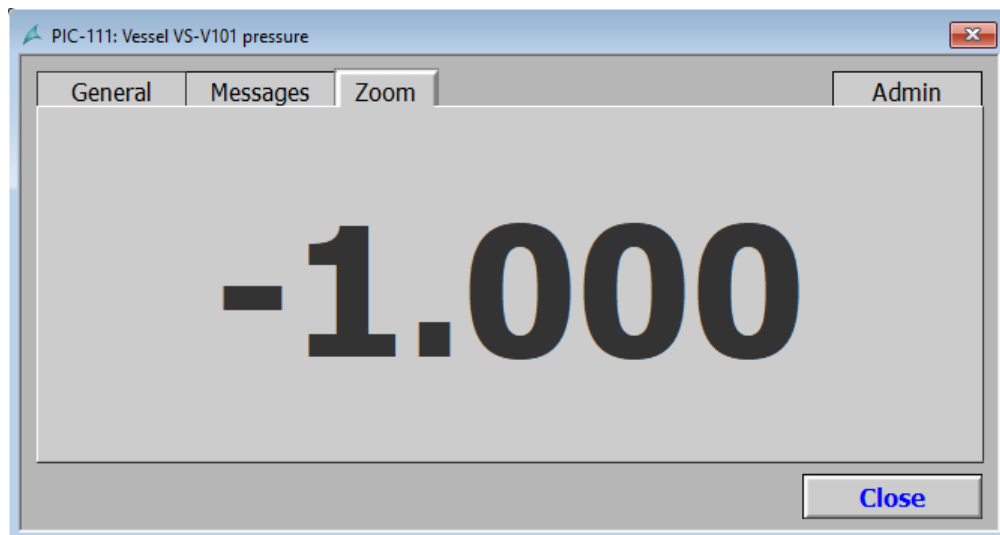
Obr. 9.1: Zálóžka *General* v pop-up panelu faceplate analogového displeje

Následně se ověří vypisování chyb. V zálóžce *Messages* se musí v případě vyskytnutí chybového nebo varovného hlášení, vypsát text, který definuje danou chybu nebo varování. Pro otestování se může využít výše zmíněných limitů. Nastaví se tedy limity tak, aby došlo k vypsání daného varování.



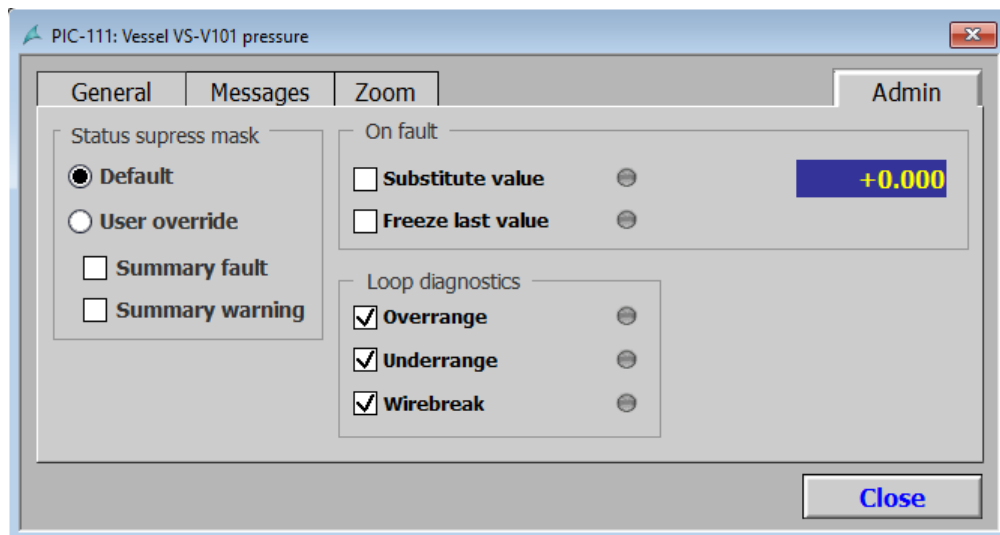
Obr. 9.2: Zálóžka *Messages* v pop-up panelu faceplate analogového displeje

Zálóžka *Zoom* pak zobrazuje zvětšenou aktuální hodnotu analogového displeje. Byla přidána po zkušenosti na jiném projektu, kdy při kontrole hodnoty snímače s hodnotou ve vizualizaci se osvědčila možnost zobrazení zvětšené hodnoty daného snímače, aby bylo možné sledovat vizualizaci z velké vzdálenosti a hodnota byla stále čitelná.



Obr. 9.3: Záložka *Zoom* v pop-up panelu faceplate analogového displeje

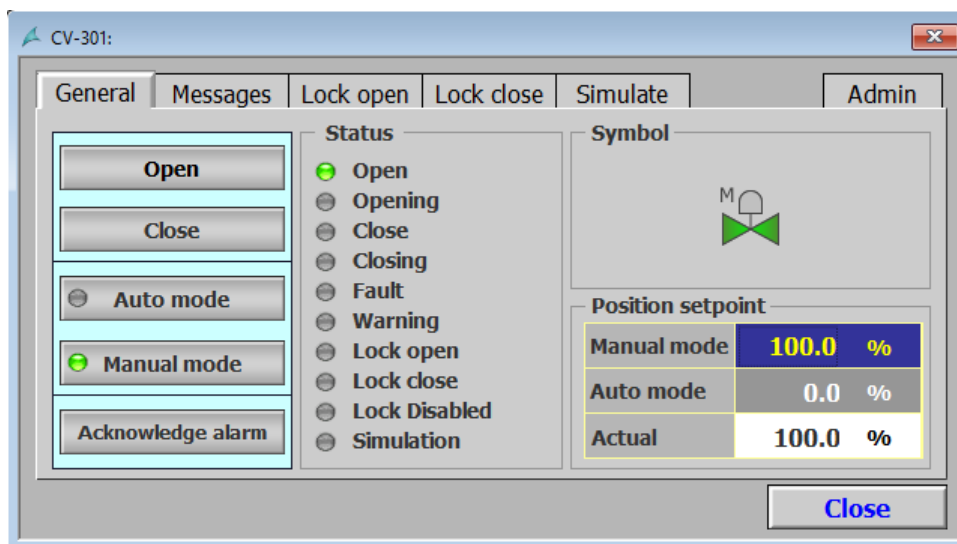
Poslední záložkou je záložka *Admin*. Jak už název napovídá, tato záložka je určená pro uživatele ze skupiny *Administrators*. Nachází se zde možnost potlačení alarmů a varování po přepnutí přepínače do polohy *User override*. Na rozdíl od ostatních prvků se zde nachází sekce *On fault* a sekce *Loop diagnostics*. V sekci *On fault* lze nastavit dvě možnosti, které se vykonají v případě výskytu chybového hlášení. Pokud je aktivována položka *Substitute value*, tak se v případě výskytu chyby aktuální hodnota nahradí hodnotou nastavenou v modrém poli. V případě aktivované položky *Freeze last value* se uloží poslední platná hodnota, než došlo k výskytu chybového hlášení. V sekci *Loop diagnostics* je možné aktivovat diagnostiku překročení rozsahu nad maximální hodnotu *Overrange*. Dále překročení rozsahu pod minimální hodnotu *Underrange* a v poslední řadě diagnostiku přerušování komunikace mezi PLC a snímačem *Wirebreak*.



Obr. 9.4: Zálložka *Admin* v pop-up panelu faceplate analogovéhó displeje

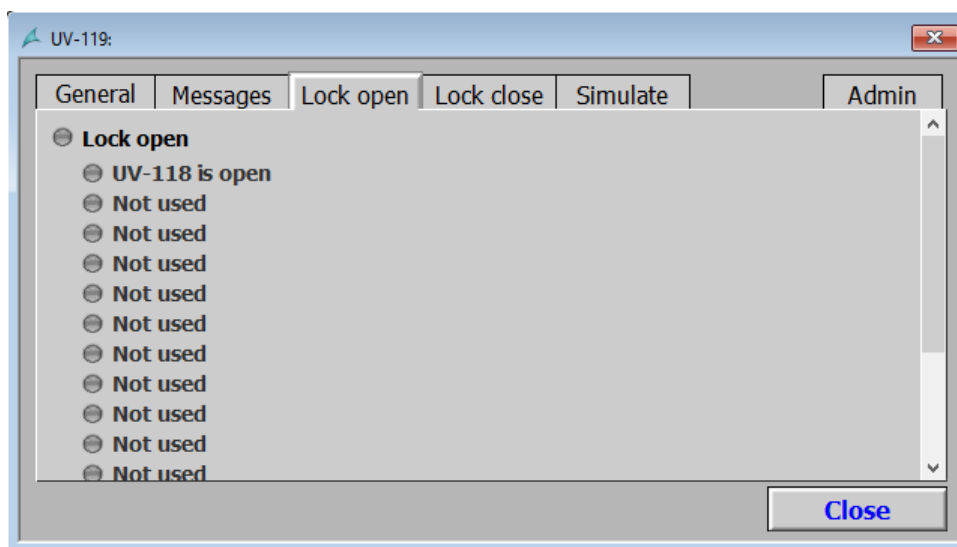
9.2 Test funkčnosti faceplate ventilu a jeho pop-up panelu

V případě ventilu se v záložce *General* testuje, přepínání mezi manuálním a automatickým módem pomocí tlačítek *Auto mode* a *Manual mode*. Při přepínání mezi módy musí docházet k zobrazení správného módu na faceplate. Při aktivaci tlačítka *Open/Close* dojde o otevření nebo uzavření ventilu (respektive k zobrazení správného stavu faceplate odpovídající danému stavu). U regulačního ventilu se navíc kontroluje, zda byla analogovému displeji předána správná hodnota aktuálního stavu ventilu. Zadat ručně aktuální hodnotu je možné pomocí zadávacího pole a pokud se ventil nachází v manuálním režimu, zadaná hodnota se nastaví jako aktuální. V průběhu testování se také kontroluje zda jsou aktivní správné indikační diody. Například, při otevřeném ventilu musí být dioda *Open* aktivní, v případě, že nastane chyba aktivuje se dioda *Fault*. Všechny změny, které lze na této záložce provádět mají nastavena oprávnění pro skupinu uživatelů *Operators*.



Obr. 9.5: Zálóžka *General* v pop-up panelu faceplate ventilu

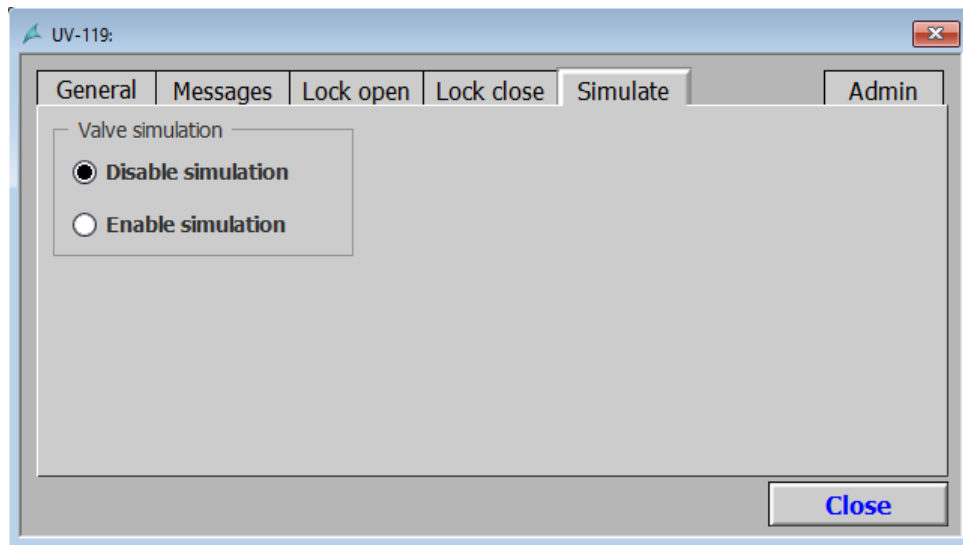
V zálóžkách *Lock open* a *Lock close* jsou zobrazeny blokovací podmínky pro jednotlivé stavy. Ověří se tedy, že při jejich splnění, nesmí být možné ventil jakýmkoliv způsobem ovládat. Pokud ale uživatel nutně potřebuje upravovat takto uzamknutý ventil, je možné v zálóžce *Admin* tyto zámky zrušit. Ovšem tato možnost se týká pouze uživatelů ze skupiny *Administrators*.



Obr. 9.6: Zálóžka *Lock open* v pop-up panelu faceplate ventilu

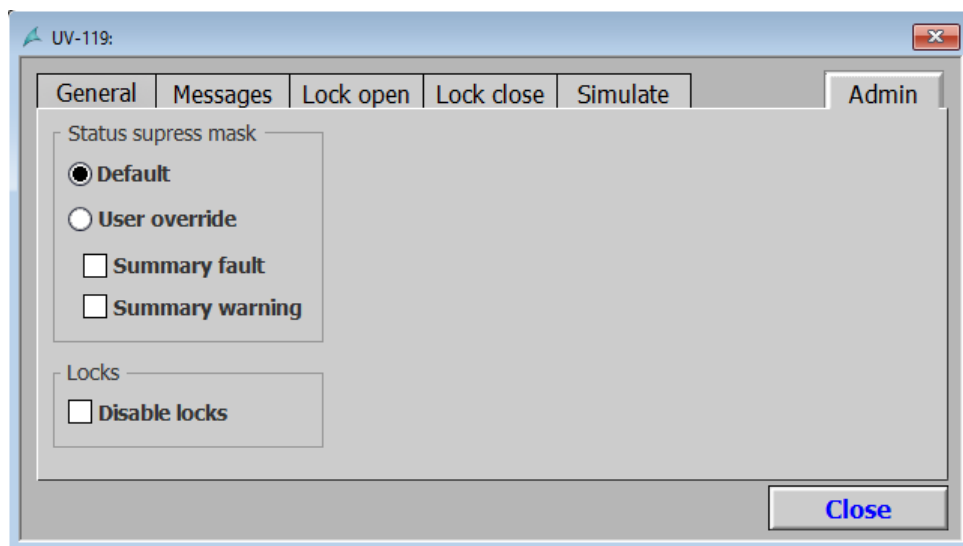
V zálóžce *Simulate* je možné přepnout ventil do režimu simulace. V tomto stavu jsou deaktivovány veškerá varovná a chybová hlášení. V režimu simulace jsou také odpojeny vazby na reálný ventil, tak aby se při jeho manipulaci v tomto módu

provedené změny neprojevovaly na reálném ventilu. Tuto změnu mohou provádět pouze uživatelé ze skupiny *Administrators*.



Obr. 9.7: Zálložka *Simulate* v pop-up panelu faceplate ventilu

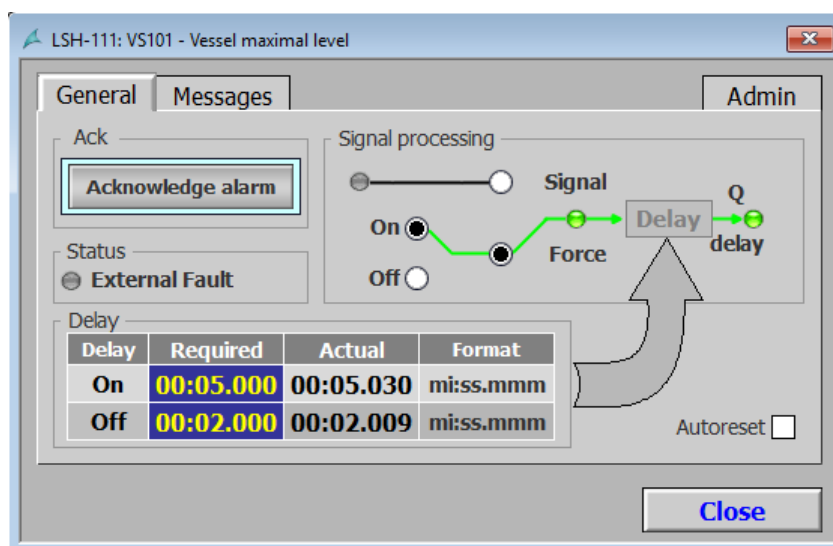
V zálložce *Admin* u tohoto prvku se nachází pouze možnosti potlačení alarmů a zrušení výše zmíněných blokovacích podmínek. Taktovým způsobem je potřeba projít každý ventil na obrazovce.



Obr. 9.8: Zálložka *Admin* v pop-up panelu faceplate ventilu

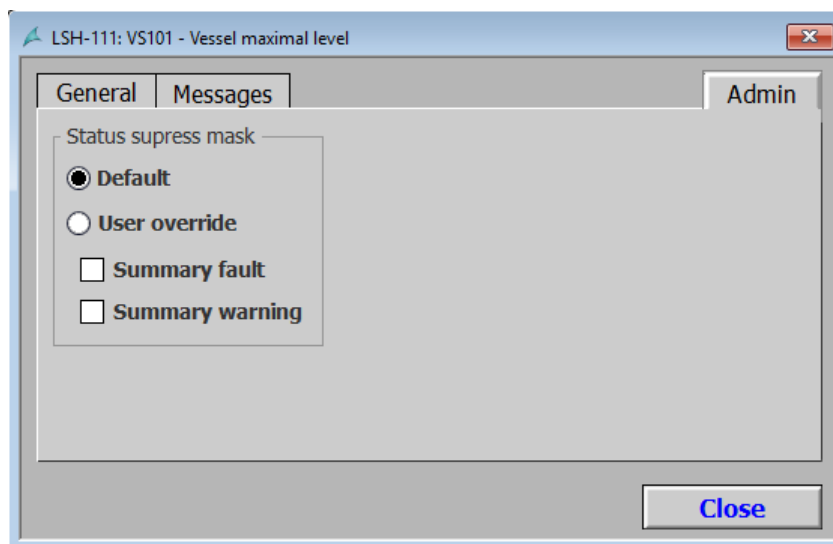
9.3 Test funkčnosti faceplate digitálního indikátoru a jeho pop-up panelu

Digitální indikátor je nejjednodušším popisovaným prvkem. Jeho pop-up panel se skládá pouze ze tří záložek (*General*, *Messages*, *Admin*). V záložce *General* je možné v sekci *Signal processing* přepínat mezi signálem, který je zaznamenáván ze snímače (*Signal*) a uživatelem nastavenou hodnotou (*Force*). Dále je zde možné nastavit zpoždění aktivace či deaktivace hodnoty v sekci *Delay*. Uživatel zde nastaví čas zpoždění s jakým má dojít k sepnutí (řádek *On*) nebo rozepnutí (řádek *Off*) výstupu od příchodu signálu. Nachází se zde také indikační dioda *External fault*, která signalizuje výskyt chybového stavu. Přepínání aktuálního stavu a nastavení zpoždění je dovoleno uživatelům ze skupiny alespoň *Supervisors*.



Obr. 9.9: Záložka *General* v pop-up panelu faceplate digitálního indikátoru

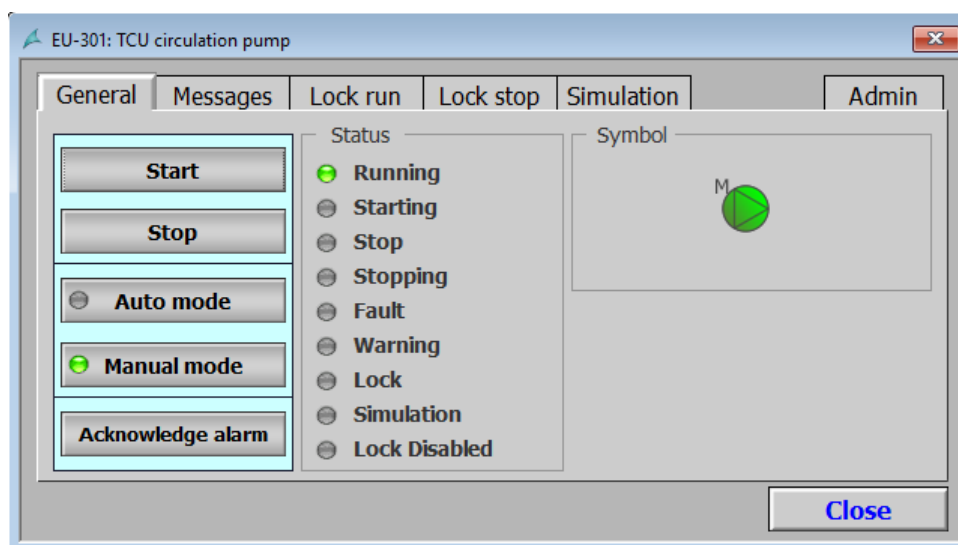
V záložce *Admin* se nachází pouze možnost ovládní potlačení alarmů a varování po přepnutí přepínače do polohy *User override*.



Obr. 9.10: Záložka *Admin* v pop-up panelu faceplate digitálního indikátoru

9.4 Test funkčnosti faceplate motoru a jeho pop-up panelu

Testovací metoda v případě faceplate motoru a jeho příslušného pop-up panelu je stejná jako u ventilu. Jelikož funkce, co se týče vizualizace, těchto dvou prvků je obdobná a bylo pro oba prvky použito stejných faceplate, bylo možné použít i stejných ovládacích pop-up panelů. Jediným rozdílem mezi ventilem a motorem je v záložce *General*. Zde byly upraveny názvy některých ovládacích prvků a také indikačních diod.



Obr. 9.11: Záložka *General* v pop-up panelu faceplate motoru

10 Závěr

Práce se zabývala vytvořením SCADA systému pro reálný technologický proces. Práce obsahuje stručné seznámení daným procesem. Jelikož bylo toto zařízení velice komplexní, byla v práci vydefinována část procesu, pro kterou byla daná vizualizace vytvořena. Stavebním kamenem této práce bylo seznámení s vytvářením faceplate objektů pro různé ovládací prvky a vytváření pop-up panelů určených pro parametrizování a ovládaní faceplate objektů. Díky realizaci těchto pokročilých prvků vizualizace, bylo následně možné vytvořit vizualizaci jako celek.

U faceplate objektů se průběhu tvorby v nejvyšší nadstavbě programu WinCC Professional, narazilo na několik problémů. Jeden z největších problémů nastal u prvku ventilu. Zde nebylo možné, stejně jako v nižší verzi WinCC Advanced, použít grafického listu. Muselo se tedy přijít na jinou možnost zobrazování různých stavů ventilů. To se nakonec podařilo vyřešit pomocí různých vrstev a jejich zobrazování či skrývání.

Problematika zobrazování pop-up panelů byla popsána v kapitole realizace pop-up panelů. Zde s využitím předem vytvořených skriptů se úspěšně dosáhlo správného zobrazování příslušného pop-up panelu vybraného objektu a následného procházení mezi záložkami.

Po vytvoření těchto klíčových prvků, bylo již třeba vytvořit obrazovku technologického procesu. Vytvořené faceplate objekty byly rozmístěny podle schéma technologického procesu a následně byla zajištěna komunikace mezi PLC a vizualizací.

Následně byly provedeny funkční testy. Těmi se ověřilo, že veškeré vytvořené prvky, které se ve vizualizaci nacházejí, fungují přesně tak, jak se od nich očekává.

Literatura

- [1] SIEMENS AG. *Digital Factory and Process Industries and Drives* [online]. Copyright © Siemens [cit. 02.12.2019]. Dostupné z: <<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=525faea5c2&ctxp=home>>.
- [2] SANI-MATIC. What is CIP Cleaning or Clean-In-Place Cleaning? *Sanitary Process Cleaning Systems* [online]. Copyright © Sani [cit. 20.11.2019]. Dostupné z: <<https://sanimatic.com/cip-cleaning/>>.
- [3] User Administration Siemens WinCC SCADA - Instrumentation Forum, *Instrumentation Forum - Instrumentation and Control Engineering* [online]. [cit. 27.11.2019]. Dostupné z: <<https://instrumentationforum.com/t/user-administration-siemens-wincc-scada/6177>>.
- [4] SIEMENS AG. *SIMATIC WinCC Professional V15.1* [online]. Copyright © Siemens 1996 [cit. 29.11.2019]. Dostupné z: <<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software.html>>
- [5] SIEMENS AG. *Machine level visualization with SIMATIC HMI* [online]. Copyright © Siemens [cit. 01.12.2019]. Dostupné z: <<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/panels/comfort-panels.html>>
- [6] SIEMENS AG. *SIMATIC WinCC Professional V14* [online]. Copyright © Siemens [cit. 01.12.2019]. Dostupné z: <<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109742302/simatic-wincc-wincc-professional-v14?dti=0&lc=en-WW>>
- [7] REMBE. Introduction Rupture Disc | Pressure Relief | REMBE GmbH, *Explosion Safety and Pressure Relief | REMBE GmbH* [online]. Copyright © REMBE [cit. 14.12.2019]. Dostupné z: <<https://www.rembe.com/products/process-safety/rupture-discs-an-introduction/>>
- [8] TURINSKÝ, Milan. *Automatizace ve farmaceutickém průmyslu* [online]. [cit. 14.12.2019]. Dostupné z: <https://automa.cz/cz/casopis-clanky/automatizace-ve-farmaceutickem-prumyslu-2009_06_39178_4591/>

Seznam symbolů, veličin a zkratk

SCADA	S upervisory C ontrol A nd D ata A cquisition – Dispečerské řízení a sběr dat
HMI	H uman– M achine I nterface – Rozhraní mezi člověkem a strojem
CIP	C lean I n P lace – Čištění systémů na místě
TCU	T emperature C ontrol U nit – Jednotka regulace teploty
HMI	H uman M achine I nterface – Rozhraní mezi člověkem a strojem
PLC	P rogrammable L ogic C ontroller – programovatelný automat
Tag	Proměnná daného datového typu sloužící k uchování informace a neslednému použití ke komunikaci s PLC

Seznam příloh

A Archivovaný projekt

54

A Archivovaný projekt

Archivovaný projektový soubor, který lze rozbít v programu Siemens TIA Portal Professional V15.1 a vyšším. V tomto archivovaném projektu se nachází pomocné skripty pro animaci pop-up panelu a příklad, jakým způsobem byly pop-up panely řešeny.