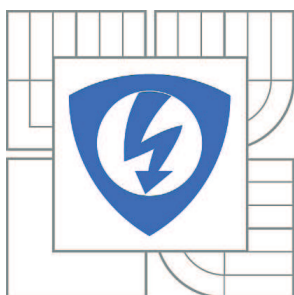


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

## HMI APLIKACE VE STANDARDU S88 PRO ČISTÍCÍ STANICI V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

HMI APPLICATION IN S88 STANDARD FOR CLEANING STATION IN FOOD INDUSTRY

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

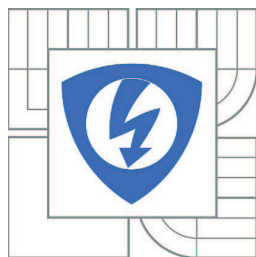
Bc. DAVID ADAMEC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav automatizace a měřicí techniky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
**Kybernetika, automatizace a měření**

**Student:** Bc. David Adamec

**ID:** 83957

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2009/2010

## NÁZEV TÉMATU:

**HMI aplikace ve standardu S88 pro čistící stanici v potravinářském průmyslu**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Úkolem bude vytvořit objekty pro ovládání a vizualizaci ve WiCC flexible v S88 pro celou CIP stanici. Vytvořené moduly budou nadstavbou existujícího PLC programu (STEP7), se kterým vytvoří integrovaný řídicí program ve standardu S88. Funkce celého řídicího systému bude otestována.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Firemní dokumentace a softwarová báze APV Czech Republic s.r.o., Brno.

**Termín zadání:** 8.2.2010

**Termín odevzdání:** 24.5.2010

**Vedoucí práce:** Ing. Jan Pásek, CSc.

**prof. Ing. Pavel Jura, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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.

Vysoké učení technické v Brně  
Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií  
Ústav automatizace a měřicí techniky

# HMI aplikace ve standardu S88 pro čisticí stanici v potravinářském průmyslu

Diplomová práce

Ústav: Ústav automatizace a měřicí techniky  
Student: Bc. Adamec David  
Vedoucí: Ing. Jan Pásek, CsC

## **Abstract:**

Hlavním tématem této diplomové práce je vytvoření HMI aplikace pro program napsaný v normě S88 s odzkoušením funkce řídicího systému.

Úvodní část je věnována struktuře normy S88 s uvedením základních pojmů a popisem návrhu řídicího systému.

Další části jsou věnovány popisu technologie CIP stanice, programovému popisu a požadavkům na HMI aplikaci a představení HMI aplikace.

Poslední část se zabývá testováním funkce řídicího systému v simulaci.

**Klíčová slova:** Standard S88, programové moduly, proces, jednotka, moduly zařízení, ovládací moduly, CIP

**Brno University of Technology**  
**Faculty of Electrical Engineering and Communication**  
**Department of Control, Measurement and Instrumentation**

# **HMI application in S88 standard for clearing station in food industry**

Master's Thesis

Specialisation of study: Control and Measurement  
Student: Bc. Adamec David  
Supervisor: Ing. Jan Pásek, CsC.

## **Abstract:**

The main theme of this thesis is creating HMI applications for a program written in standard S88 with trying of function control system.

The introductory section is devoted to the standard S88 with introduction of the main concepts and description of design control system.

Other parts are devoted to the description of the CIP station, a program description and requirements for HMI and introduction of HMI performance.

The last part deals with the testing functions of the control system in simulation.

**Key words:** Standard S88, process, unit, equipment modules, control modules,  
CIP

## **Bibliografická citace**

ADAMEC, *HMI aplikace ve standardu S88 pro čisticí stanici v potravinářském průmyslu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 56 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jan Pásek, CsC.

## **P r o h l á š e n í**

„Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma HMI aplikace ve standardu S88 pro čistící stanici v potravinářském průmyslu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.“

V Brně dne :

Podpis:

## **P o d ě k o v á n í**

Děkuji tímto pánu Ing. Janu Páskovi, CSc. za umožnění vykonání diplomové práce a pánům Ing. Milanovi Sobotkovi a Ing. Petru Bělušovi za cenné připomínky a rady při vypracování diplomové práce.

V Brně dne :

Podpis:

## **OBSAH**

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
<b>2. STRUKTURA STANDARDU S88.....</b>	<b>12</b>
2.1 Úvod.....	12
2.2 Dávkové řízení .....	13
2.3 Specifikace .....	13
2.3.1 Modularita.....	13
2.3.2 Potlačení poruch a chyb v dávkovacích procesech.....	13
2.3.3 Možnost opakované aplikace navržených modulů .....	13
2.3.4 Nezávislost na jednom uživateli .....	13
2.4 Návrh a zavedení řídicího systému .....	14
2.4.1 Fyzický model .....	15
2.4.2 Procedurální model.....	17
<b>3. CIP STANICE .....</b>	<b>19</b>
3.1 Úvod.....	19
3.2 Funkční popis.....	19
3.3 Cleaning-in-place system.....	21
3.4 Klasifikace čistoty.....	22
3.5 Čistící metody .....	23
3.6 Sekvence v procesu čištění .....	23
3.6.1 Odstranění zbytků výrobního produktů .....	23
3.6.2 Předoplach vodou .....	24
3.6.3 Aplikace čisticího prostředku .....	24
3.6.4 Oplach čistou vodou .....	26
3.6.5 Dezinfekce .....	27
3.7 CIP okruh .....	27
3.8 Materiály a design CIP okruhu .....	27
3.9 Decentralizované CIP stanice .....	28
<b>4. HMI APLIKACE .....</b>	<b>30</b>
4.1 Moduly.....	30
4.2 Struktura PLC programu.....	31

4.3 HMI design .....	33
4.4 Programový popis .....	36
4.5 Alarmy .....	40
<b>5. OKNA HMI APLIKACE .....</b>	<b>42</b>
5.1 Hlavní okno.....	42
5.2 Okno editace receptur .....	44
5.3 okno parametrů .....	45
5.4 Okno alarmu.....	46
5.5 okno procedur .....	47
5.6 Okno jednotek.....	49
<b>6. SIMULACE .....</b>	<b>50</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>54</b>



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Postup při návrhu a zavádění řídicího systému .....	14
Obrázek 2: Fyzický model výroby džusu.....	17
Obrázek 3: Procedurální model výroby džusu .....	18
Obrázek 4: Technologické schéma CIP stanice .....	19
Obrázek 5: Rozstříkovací hlavice .....	22
Obrázek 6: Struktura PLC programu .....	32
Obrázek:7: Main okno – technologie CIP.....	42
Obrázek 8: Edit okno – editace receptur .....	44
Obrázek 9: Parametr okno – parametry jednotky, receptu.....	45
Obrázek 10: Alarm okno .....	47
Obrázek 11: Procedure okno.....	48
Obrázek 12: Blokace procedury alarmy.....	51
Obrázek 13: Fáze předoplachu – recept č.1 .....	52

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Aplikace chemických látek dle druhu nečistoty .....	25
Tabulka 2: Ovládací moduly .....	30
Tabulka 3: Přístrojové moduly .....	30
Tabulka 4: Přístrojové moduly .....	31
Tabulka 5: Přístrojové fáze .....	31
Tabulka 6: Datová struktura DB bloků .....	33
Tabulka 7: Jednotky CIP stanice .....	34
Tabulka 8: Ovládací moduly základní jednotky .....	34
Tabulka 9: Popis receptu .....	35
Tabulka 10: Recepty a jejich fáze .....	36
Tabulka 11: Předoplach .....	36
Tabulka 12: Oplach alkalii .....	37
Tabulka 13: Finální oplach .....	37
Tabulka 14: Oplach kyselinou .....	38
Tabulka 15: Střední oplach .....	38
Tabulka 16: Předoplach .....	39
Tabulka 17: Sterilant .....	39
Tabulka 18: Finální oplach .....	40
Tabulka 19: Hardwarové alarmy .....	40
Tabulka 20: Softwarové alarmy .....	41

## 1. ÚVOD

V potravinářské a chemické výrobě je kladen důraz na automatizaci v co největším spektru výroby. K tomu se přidává i požadavek na časovou a ekonomickou úsporu ve výrobním procesu. Největší náklady jsou spojovány s uváděním výrobní technologie do ostrého provozu nebo případně při změnách v úkonech výrobního procesu. Dalším aspektem je rovněž velikost výrobní produkce, která si vyžaduje určitou pružnost řídicího systému při změnách kapacit výrobní produkce. Od toho se odvíjí použití vhodně navrženého řídicího systému. Důsledkem těchto požadavků byla snaha zavést určitý koncept pravidel při navrhování a provozování řídicího systému. Řešením těchto požadavků je norma ISA S88. V této práci je vytvořena HMI aplikace pro program napsaný pro CIP stanici v programovém prostředí Step7 dle normy ISA S88

Druhá kapitola diplomové práce je věnována struktuře normy S88 s vysvětlením základních pojmů a modelovou strukturou vytváření řídicího systému.

Ve třetí kapitole je uveden princip činnosti CIP stanice a její význam v technologickém procesu výroby a popis jednotlivých vykonávaných sekvencí v procesu čištění.

Čtvrtá kapitola obsahuje navrhovaný design HMI aplikace a programový popis jednotlivých sekvencí a výčet použitých modulů.

V páté kapitole je rozebrána možnost nastavení významných prvků v oknech HMI aplikace.

V poslední kapitole je provedena simulace HMI aplikace CIP stanice pro konkrétně zvolenou recepturu.

## 2. STRUKTURA STANDARDU S88

Norma ISA S88 je v českém znění definována normou ČSN EN 61512-1. [1]

### 2.1 ÚVOD

Obecně standard ISA S88 zavádí jednotnou terminologií, řadu doporučení a pravidel, které klasifikují jak by měla být uspořádána výrobní technologie a k ní příslušný způsob řízení. [2]

Výsledkem této kombinace je dosažení co nejefektivnějšího řízení v procesu výroby a zlepšení komunikace mezi dodavateli řídicích systému a uživateli. [2]

Důvodem zavedení tohoto standardu byla především snaha pružně reagovat na změny ve výrobních plánech, dále na případnou různorodost výrobku. S tím souvisí i co největší časová úspora, která je spojena s inovacemi ve výrobní technologii a to takovým způsobem aby inovace měla co nejmenší negativní dopad na celkový proces výroby. [1]

Standard ISA 88 zavádí do automatizačního procesu dávkovací procesy. Tyto procesy jsou řízeny pomocí řídicích modulů, které vytváří dávkovací systémy. Zavádění dávkovacích procesů ovšem snižuje míru reakce na požadované změny ve výrobním procesu. V případě provádění velkých inovací nebo při budování zcela nové výrobní technologie dochází rovněž k volbě nového přístrojového vybavení i novému návrhu dílčích dávkových výrobních procesů. Tyto změny standard ISA S88 definuje pomocí předpisů. Veškeré informace, které se týkají požadavku na výrobu jsou sdružovány pod hlavním předpisem. V hlavním předpisu je provedeno separování přístrojového vybavení a receptur výrobních procesů.. Takle separace umožňuje výhodnější řešení problému pro systémového programátora, který je daleko méně omezen požadavky ze strany výroby při změnách v programové struktuře řídicího modulu. Obdobně to platí i pro řídicího pracovníka výroby, který je méně zatížen programovými omezením ze strany systémových inženýru. Výsledkem je minimalizace produkovaných chyb v programové struktuře a lepší flexibilita při editaci výrobních předpisů. [1]

## 2.2 DÁVKOVÉ ŘÍZENÍ

Dávkové řízení je charakterizováno dávkovací výrobou tedy dávkovacími procesy. Tyto procesy mohou pracovat s kontinuálními hodnotami nebo s diskrétními hodnotami. Dávkové procesy jsou kombinací diskrétních a kontinuálních hodnot. Výsledkem je pevná produkce výrobků, mezivýrobku na výstupu procesu s tím souvisí i pevný počet hodnot na vstupu výrobního procesu.[3]

## 2.3 SPECIFIKACE

### 2.3.1 Modularita

Výrobní technologie se mohou jevit z komplexního hlediska chápaní jako obtížně řešitelné. Pro usnadnění se provádí rozčlenění na menší celky, které jsou daleko snadněji pochopitelné a tím i lépe řešitelné. Po dostatečně provedeném rozčlenění vzniknou místa v technologickém procesu, kde se vyskytují operace, které jsou stejné, neboli se opakují. To umožňuje tyto operace zahrnout do modulů. [3]

### 2.3.2 Potlačení poruch a chyb v dávkovacích procesech

Standard byl založen na základě mnohaletých zkušenostech širokého spektra dodavatelů, systémových pracovníků, koncových uživatelů a poradců. Veškeré jejich poznatky a zkušenosti s dávkovacími procesy byly zahrnuty do souborů modelu a terminologií, které mají veliký význam pro rozvoj v oblasti dávkovacího procesu řízení. [3]

### 2.3.3 Možnost opakované aplikace navržených modulů

Standard ISA88 zavádí modularitu. Řízení a předpisy dávkovacích procesů jsou strukturovány hierarchicky do modulů, které jsou uspořádány do nezávislých jednotek. Moduly jsou nasazovány do technologických procesů v místech opakujících se operací a to umožňuje jejich vícenásobné nasazení v technologickém procesu. [3]

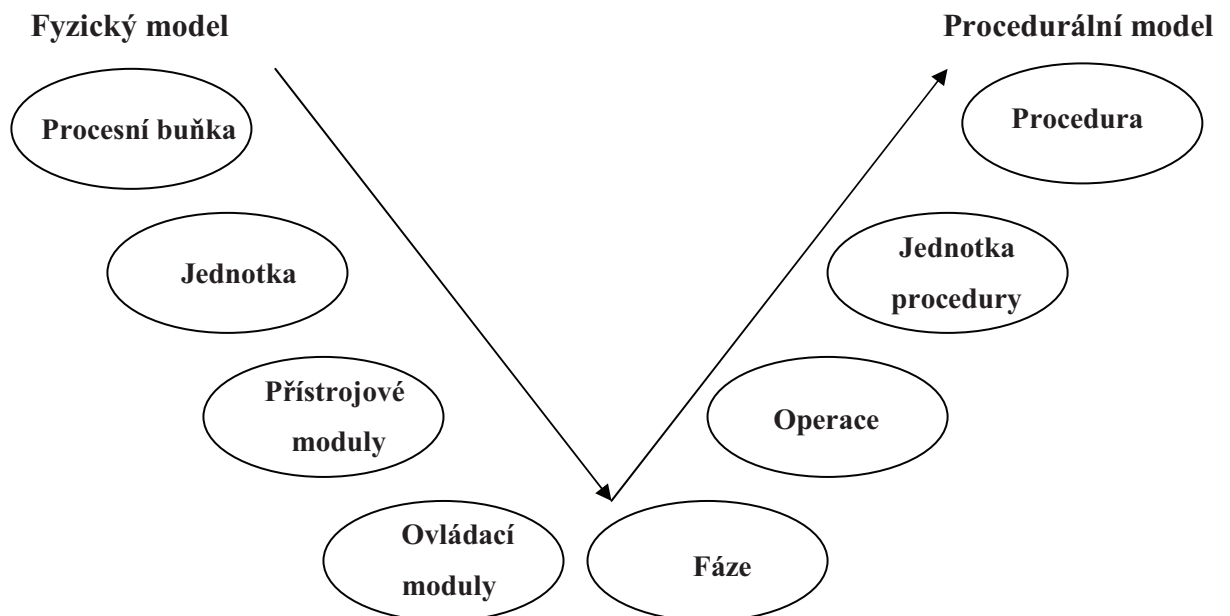
### 2.3.4 Nezávislost na jednom uživateli

Celosvětové využívání standardu ISA88 v oblasti průmyslového řízení sebou přináší i širokou oblast dodavatelů, z nichž každý nabízí specifickou úpravu standardu pro určitou oblast průmyslového řízení. Tím se otevírá možnost volby

vhodného dodavatele pro koncového zákazníka a s tím související i nezávislost při volbě dodavatele. [3]

## 2.4 NÁVRH A ZAVEDENÍ ŘIDICÍHO SYSTÉMU

Při zavádění řídicího systému k výrobnímu procesu je provedeno rozdělení na procedurální model a fyzický model, přičemž řízení je obsaženo v každém prvku zařízení. Na obrázku č.1 je zakreslen postup při návrhu a zavádění řídicího systému. Nejprve se provede definice vlastního procesu, následně se provedou postupné kroky, které jsou znázorněny na obrázku č.1 šipkou směřující od shora dolů, tedy od procesu až po klasifikaci ovládacího vybavení. Po definici procesu následuje definice procedurálních požadavků. Tohle je znázorněno šipkou zdola nahoru tedy od fáze k výsledku v podobě procedury. [3]



**Obrázek 1: Postup při návrhu a zavádění řídicího systému**

Z obrázku č. 1 je patrné, že při návrhu a zavádění řídicího systému vychází standard z fyzického a procedurálního modulu. Ve fyzickém modelu v rámci technologického procesu dostává standard význam až na úrovni procesní buňky, která představuje konečný výrobek v technologickém procesu. Buňka může být

následně rozdělena na několik jednotek a každá jednotka se skládá z přístrojových modulů a ovládacích modulů. K tomu aby mohlo být dosaženo požadovaných výsledku tedy konečného výrobku je nutno zavést předpis. Nejdůležitější část receptu je procedura. Procedura určuje jaké činnosti budou v jakém sledu vykonány. Procedura odpovídá procedurálnímu modelu. Procedurální model je charakterizován procedurální buňkou. Ta je rozdělena na jednotku procedury a fázi., samotná jednotka procedury je složena z fáze a operace a operace je následně složena z jednotlivých operací. Recept také obsahuje formuli jako jsou hodnoty parametrů použitých v proceduře. Funkce využívané v receptu musí být rovněž implementovány v přístrojovém vybavení. Přístrojová implementace se nazývá přístrojovou logikou. Přístrojová logika může být implementována s tím, aniž by bylo známo její využití v receptu. Definice receptu může být prováděna bez úplné znalosti a implementace přístrojového vybavení. Tyto dvě činnosti jsou tedy úplně separovány. Přístrojová logika je zaměřena na správnou efektivní funkčnost. Recept je zaměřen na vhodnou kombinaci přístrojové logiky a to takovým způsobem aby výsledkem byl již konečný produkt. [3]

#### **2.4.1 Fyzický model**

Je modulární, hierarchická struktura fyzických prostředků výrobního příslušenství. Nejvýše je v této hierarchii podnik, který může pod sebe sdružovat jednu nebo více míst. Místo může obsahovat jednu nebo více oblastí. Oblast se může skládat z jedné nebo více procesních buněk. Hlavního významu nabývá v technologickém procesu až úroveň buňky jako výsledný produkt výroby. [3]

##### ***2.4.1.1 Procesní buňka***

Klasifikuje skupinu přístrojového a řídicího vybavení a jednotky. Tedy elementy nezbytné pro vytvoření dávkovacího procesu. Jednotka zajišťuje funkce shrnuté v těchto bodech:

- pevně ustanovit vymezení mezi jednotlivými dávkovacími procesy
- vykonávané funkce musí být stejné bez ohledu na to jestli byl již výrobek vyhotoven [3]

- činnost jednotlivých procesních buněk by měla být minimálně provázána, případná vzájemná činnost by měla být vykonávána při vyšší prioritách činnosti jednotlivých procesních buněk.
- dodržovat totožný způsob při utváření procesních buněk jsou-li shodné, tak aby nedocházelo ze strany operátoru k možným pochybením [3]

#### **2.4.1.2 Jednotka**

Je sada přístrojových a ovládacích modulu. Jednotka je následně charakterizována v těchto bodech:

- může být spuštěn jen jeden dávkovací proces
- nemůže získat funkci jiné jednotky

může pracovat nezávisle na dalších jednotkách [3]

#### **2.4.1.3 Přístrojové moduly**

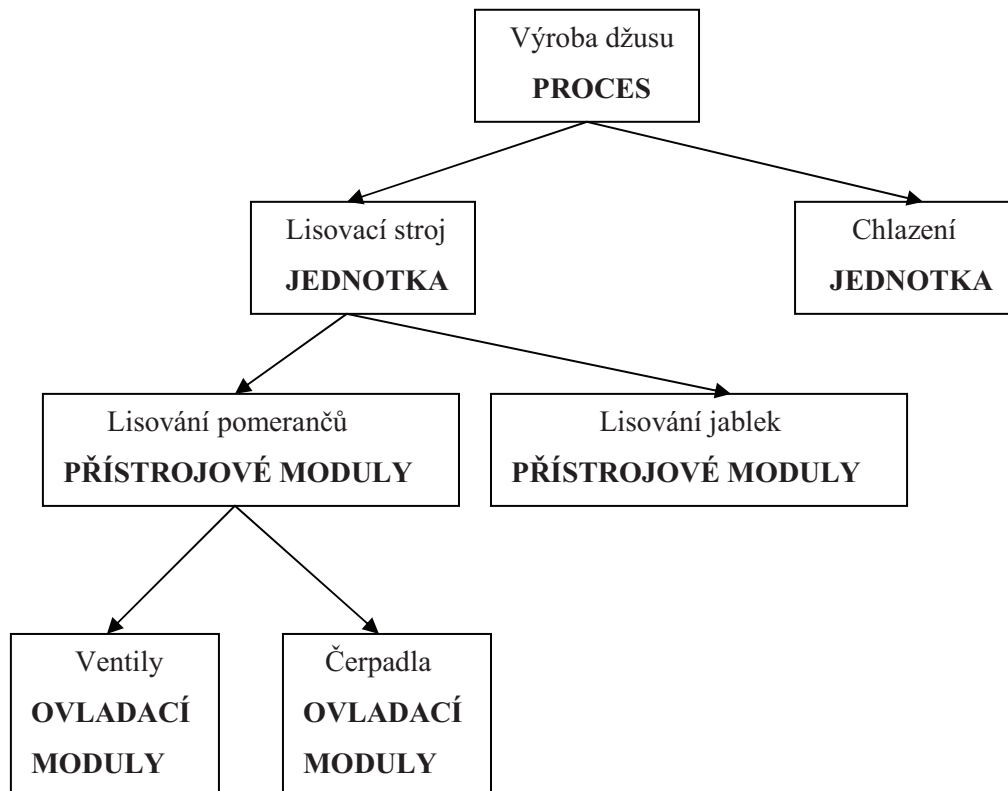
Je to definována skupina malých operací v rámci procesní činnosti. Může obsahovat řídicí vybavení i další prvky přístrojového vybavení. Rovněž jsou v ní obsaženy řídicí funkce nezbytné k správné funkci modulu. Může být součástí procesu, jednotky nebo dalších přístrojových vybavení. Fyzicky jej nelze přímo připojit jako koncový prvek, což je patrné ze struktury z obrázku č. 1. [3]

#### **2.4.1.4 Ovládací moduly**

Dle č. ku 1 je to nejnižší řídicí prvek ve struktuře schopný provádět jednoduché rozhodování například koncový vypínač nebo PID regulátor, řídicí modul na ventilu. [3]

Příklad hierarchie ve fyzickém modelu je uveden na procesu výroby džusu na obrázku č. 2.





**Obrázek 2: Fyzický model výroby džusu**

#### 2.4.2 Procedurální model

Popisuje hierarchickou reprezentaci funkcí, které mohou být vykonány. Model obsahuje čtyři úrovně jako proceduru, jednotku procedury, operaci a fázi. Procedura se skládá z jedné nebo více jednotek procedury, které se následně skládají z jedné nebo více operací a samotná operace se skládá z jedné nebo více fází. [3]

##### 2.4.2.1 Procedura

Pomocí procedury zavádíme do procesu způsob, který je uplatněn při jejím vykonávání za účelem vytvoření výsledného produktu. Veškerá působnost procedury spadá pod proces. Proces je nejvyšší úroveň v hierarchii. Pod proces spadá jednotka procedury pod níž se řadí operace a na posledním stupni v hierarchii je fáze. [3]

##### 2.4.2.2 Jednotka procedury

Je strategie přiřazena v rámci jednotky procesu, který je této jednotce vykonáván. Sestává se z operací, požadované metodiky pro inicializaci organizace a řízení. [3]

### 2.4.2.3 Operace

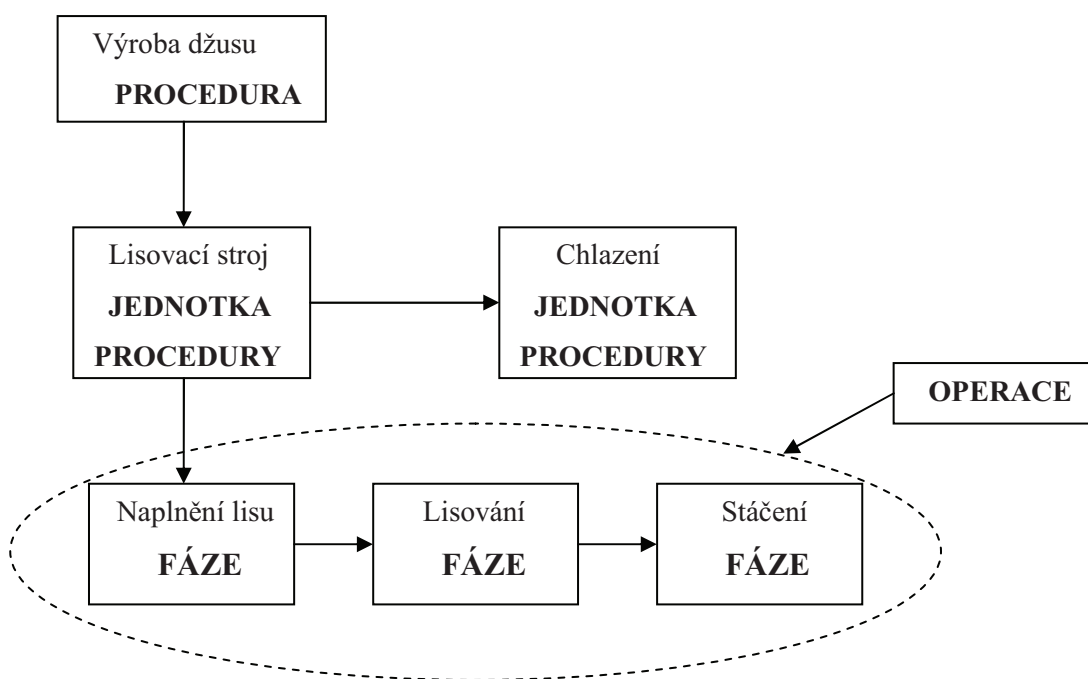
Je rozdělená na několik fází řazených za sebou, které na sebe vzájemně navazují. Každá fáze započne vykonávat činnost až po dokončení činnosti předchozí fáze. Dle standardu může být vykonávána v jednom časovém intervalu jen jedna operace v rámci jednotky. Existují ovšem i systémy, kde tyto operace mohou probíhat paralelně. Tohoto způsobu se využívá především v rámci kontroly ovládacích prvků jako například ventilů, činnosti čerpadel. [3]

### 2.4.2.4 Fáze

Fáze je nejmenší prvek v rámci procedurálního modelu. Fáze vykonává specifický úkol v rámci procesu. Fáze mohou být vykonávány postupně za sebou nebo paralelně a jsou nejnižší skupinou v hierarchii procesu, která vykazuje činnost. Fáze musí být jasně definované pro případ přerušení procesu.

### 2.4.2.5 Přístrojová logika

Kromě procedurálního popisu, který je především funkčním popisem byla zanesena rozhodovací činnost v procesech a to zajišťuje přístrojová logika. [3]



Obrázek 3: Procedurální model výroby džusu

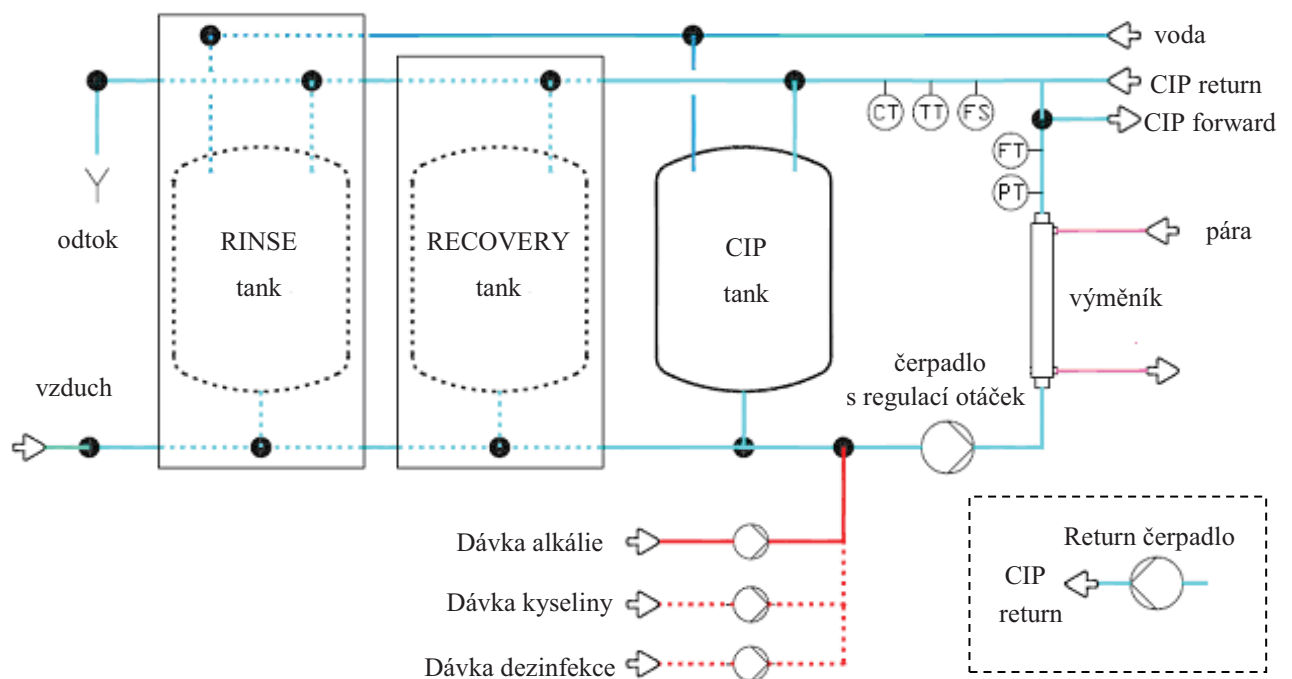
### 3. CIP STANICE

#### 3.1 ÚVOD

V oblasti potravinářské výroby například mléčných produktů nebo výroby nápojů jako džusů, taktéž i v pivovarnictví je hlavním požadavkem čistota výrobních zařízení. Způsob docílení požadované čistoty výrobních zařízení je zajištěn patřičnými hygienickými normami. Pravidla nastavena těmito normami ve výsledku zajišťují patřičnou trvanlivost a nezávadnost výrobního produktů.

Spolu s výrobním zařízením jako jsou plnicí tanky nebo průtoková potrubí je součástí výrobní technologie i CIP stanice (Cleanig In Place). Prostřednictvím této stanice je zajištěna požadovaná úroveň čistoty výrobních zařízení.

#### 3.2 FUNKČNÍ POPIS



Obrázek 4: Technologické schéma CIP stanice

CIP stanice je tvořena třemi tanky. Cela CIP stanice prochází několika sekvencemi čištění přičemž v každé ze sekvencí může být použita jiná kapalina. Kapalinou je buď čistící prostředek, dezinfekční prostředek nebo voda. V CIP tanku se provádí tzv. make-up roztoku z čistících prostředků. Make-up roztoku z dezinfekčního prostředku se provádí v Rinse tanku. Při make-up roztoku se do tanku přivádí nová voda z řádu. Do tanku je rovněž spolu s vodou přidáván dávkováním čistící prostředek respektive dezinfekční prostředek. Výsledkem je pak roztok určený pro čištění respektive roztok určený k dezinfekci výrobních zařízení. Ohřev je zajištěn výměníkem a dávkován zajišťuje třísložkový dávkovací systém. Voda používaná v oplachových sekvencích je nejdříve přivedena z řádu, přičemž po každé sekvenci oplachu je následně uchovávaná v Recovery tanku. Oplachové sekvence jsou předoplach, střední oplach a finální oplach. Oplachová voda zachycená v sekvenci finálního oplachu se později použije pro oplach výrobních zařízení v sekvenci předoplachu. Výsledkem je především úspora použité vody během vykonávaných sekvencí čištění. Rovněž u CIP tanku v sekvenci oplachu kyselinou nebo alkálií se provádí uchování roztoku pro čištění výrobních zařízení. V Rinse tanku se uchovává roztok určený k dezinfekci použitý v sekvenci dezinfekce. Roztoky pro čištění a dezinfekci se odčerpají z tanku a mohou být použity v dalším procesu čištění.

CIP stanice vytváří jakousi smyčku potrubí, která je tvořena forward CIP potrubím a return CIP potrubím. Do forward CIP potrubí ústí odtoky všech tří tanků v CIP stanici. K CIP forward potrubí je rovněž připojen třísložkový dávkovací systém určený pro dávkování čistících prostředků jaké jsou alkálie, kyseliny nebo pro dávkování dezinfekčního prostředku. Rychlost proudění kapaliny v CIP forward potrubí je řízena pumpou s nastavitelnou regulací otáček. Pumpa pak vhání kapalinu do parního výměníku, kde se kapalina ohřívá na požadovanou teplotu. Za parním výměníkem se provádí měření průtoku a tlaku v CIP forward potrubí. Od těchto dvou senzorů je vedena zpětná vazba k PID regulátoru, který zajišťuje řízení pumpy s nastavitelnými otáčkami a s tím i spojenou regulací průtoku kapaliny parním výměníkem namísto nastavení konstantní hodnoty tlaku. Senzor tlaku rovněž slouží k indikaci stavu prasklého nebo ucpaného CIP forward potrubí. Za parním výměníkem

je CIP forward potrubí připojeno na dvousedlový ventil. Jedna poloha ventilu umožňuje směřování kapaliny z CIP forward potrubí do potrubí, které je již využíváno v technologickém procesu výroby, a které je následně napojeno na CIP return potrubí CIP stanice. Druhá poloha dvousedlového ventilu umožňuje přímé propojení CIP forward potrubí s CIP return potrubím CIP stanice. V této poloze ventilu proudí kapalina jen v rámci smyčky potrubí CIP stanice s tím, že se tohoto proudění kapaliny využívá při make-up roztoku pro čištění nebo dezinfekci výrobního zařízení uplatněných v technologickém procesu výroby.

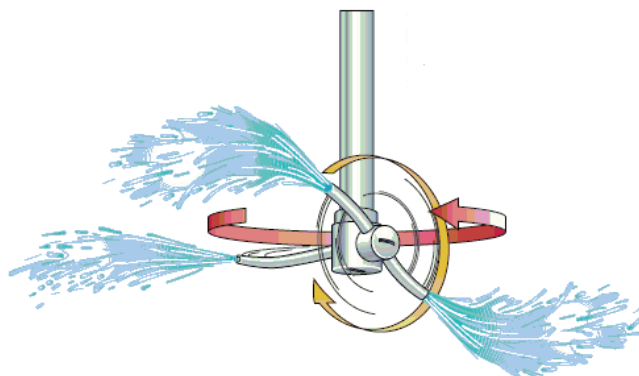
V CIP return potrubí jsou umístěny senzory pro měření vodivosti, teploty a senzor s indikací průtoku kapaliny tzv. průtokový spínač. Od průtokového spínače je odvozeno řízení return čerpadla. Return čerpadlo je využito jako podpora proudící kapaliny z potrubí v technologickém procesu výroby do CIP return potrubí. Senzory pro měření vodivosti a teploty jsou využity k monitorování chemické koncentrace kapaliny v jednotlivých sekvencích procesu čištění a tím i k detekci rozhraní vody a roztoku pro čištění nebo dezinfekci. Z těchto senzorů se rovněž se odvozují údaje pro make-up roztoku pro čištění nebo dezinfekci výrobního zařízení.

### 3.3 CLEANING-IN-PLACE SYSTEM

CIP (Cleaning-in-place) systém představuje proudění oplachové vody a roztoku čisticího prostředku skrz výrobní technologie jako tanky a potrubí bez toho aniž by se při procesu čištění musely demontovat nebo jinak rozebírat části výrobní technologie. Hlavním znakem aplikace způsobu čištění CIP je cirkulace čisticí kapaliny skrz stroje a jiné výrobní zařízení v čistícím okruhu. Proudění čisticí kapaliny při vysokých rychlostech generuje na čistěném povrchu výrobního zařízení mechanický efekt tření jehož následkem dochází k uvolňování usazených nečistot. Čištění CIP je aplikováno na části výrobní technologii, která je tvořena průtokovými elementy a jako celek vytváří průtokový systém výrobní technologie. Jsou to roury, tepelné výměníky, pumpy, ventily odstředivky aj. [3]

Způsob čištění velkých zásobníku, tanků je zajištěn rozstříkáváním čisticího prostředku na stěny tanků. Při takovém to způsobu čištění je mechanický účinek tření nedostačující. Proto se do tanku instaluje zařízení v podobě speciálních

rozstříkovacích hlavice, které zajišťují aplikaci čisticího prostředku v horizontální tak i ve vertikální ose pohybu hlavice což přispívá do jisté míry k zlepšení účinku čištění. Rozstříkovací hlavice je zobrazena na obrázku č. 5. [3]



Obrázek 5: Rozstříkovací hlavice [3]

### 3.4 KLASIFIKACE ČISTOTY

K tomu aby se dala konkrétním způsobem popsat míra znečištění výrobního zařízení jsou zavedeny následující pojmy.

- Fyzická čistota - odstranění viditelných nečistot produktu po ukončení výrobního procesu z povrch stěn tanků nebo potrubí.
- Chemická čistota - odstranění mikroskopických sraženin nebo sedimentů výrobního produktu, které nejsou viditelné. V případě jejich nedokonalého odstranění může výrobní produkt v další fázi výroby získat jinou chuť nebo aróma než je požadováno.
- Bakteriologická čistota - této čistoty je dosaženo použitím dezinfekčního prostředku
- Sterilní čistota - zaručuje zničení všech mikroorganismů

U výrobního zařízení lze dosáhnout bakteriologické čistoty bez toho aniž by výrobní zařízení bylo chemicky očištěno. Způsob jak jednodušeji dosáhnout

bakteriologické čistoty v praxi je podrobit výrobní zařízení včasnému fyzickému očištění.

Při výrobě mléčných produktů se používají složky látek pro dosažení požadovaných vlastností mléčných produktů, které umožňují množení nežádoucích bakterií. Proto se v čistícím procesu klade důraz na docílení jak chemické tak i bakteriologické čistoty. Z tohoto důvodu se stěny tanků a potrubí důkladně očistí chemickými saponáty a následně dezinfekcí. [3]

### 3.5 ČISTÍCI METODY

Čištění výrobní technologie bylo dříve prováděno a někde ještě je prováděno manuálně s kartáči a roztokem čistícího prostředku. Při tomto čištění se musí rozebrat výrobní technologie jako jednotlivé části potrubí - propojky redukce aj. V případě tanku se čištění provádí přímo zevnitř. Tento přístup v procesu čištění je obtížný ale také i neúčinný. Dochází k opětovnému infikování nedokonalým očištěním zařízení ve výrobní technologii. [3]

Cirkulační CIP (cleaning-in-place) stanice byly vyvinuty aby se daly použít v různých částech výrobní technologie, tak aby se dosáhlo v procesů čištění stejné kvality. Proto musí být čistící operace vykonávána přesně podle promyšlených postupů. Musí se tedy dodržet podmínka, že sekvence úkonu vykonávaných v procesu čištění budou stejné jako sekvence vykonávané v předchozích procesech čištění. [3]

### 3.6 SEKVENCE V PROCESU ČIŠTĚNÍ

Následně jsou uvedené sekvence v procesu čištění v technologii výroby mléčných produktů.

#### 3.6.1 Odstranění zbytků výrobního produktu

Po dokončení výrobní produkce zůstávají ve výrobních zařízení zbytky produktu. Tyto zbytky by měly být odstraněny ihned po ukončení výrobního procesu. Minimalizujeme tímto ztráty produktu při výrobním procesu. Usnadní se tím i samotný proces čištění. Sníží se náklady na kanalizační síť, její čištění a údržbu. Časový interval zahrnutý pro tuto sekvenci musí být dostatečně velký proto, aby

umožnil odtékání výrobního produktu ze stěn tanku a potrubí. Případné pevné zbytky produktů v podobě taveného sýru jsou seškrábány z lisovacích zařízení. Před začátkem čištění je produkt z výrobních technologií vyfoukán nebo spláchnut vodou do sběrného tanku. [3]

### 3.6.2 Předoplach vodou

Sekvence předoplachu vodou se provádí hned po ukončení výrobního procesu. Jinak zbytky produktu zaschnou a přilepí se na povrchu potrubí nebo stěnách nádob a jejich odstranění by bylo obtížnější. Například tuk obsažený v mléku se odstraňuje daleko lépe, jestliže oplachová voda je ohřátá na patřičnou teplotu. Předoplach čistěním potrubím probíhá tak dlouho, dokud oplachová voda vytékající z čistěného potrubí nebude viditelně čistá. Každá nevyplavená nečistota z potrubí zvyšuje spotřebu čistícího prostředku a snižuje působení účinku chlóru. Pokud zůstanou zaschlé zbytky produktu na povrchu, jejich odstranění se provádí ostřikem vody výrobního zařízení. Takto změkčené nečistoty jsou dále při následném procesu čištění lépe odstranitelné. Směs vody a výrobního produktu může být uchována pro pozdější využití ve výrobě. Účinným předoplachem lze odstranit až 90% procent veškerých nečistot. [3]

### 3.6.3 Aplikace čistícího prostředku

Další z fází čistícího procesu je použití čistícího prostředku. Čistící prostředek se aplikuje po fázi předoplachové vody. V závislosti na teplotě čistěného povrchu výrobní technologie rozlišujeme druh a pořadí použitých čistících prostředků. Pro povrchy, které jsou při výrobě vystaveny vyššímu teplotnímu působení, jsou použity čistící prostředky v pořadí alkálie a kyselina. Ve fázi čistícího procesu se středním oplachem je pořadí použitých čistících prostředků opačné. Při čištění povrchů, které nejsou při výrobě vystaveny vyššímu teplotnímu působení, jsou běžně používány jen alkálie a jen zřídka roztoky kyseliny. Pro získání dobrého kontaktu čistícího prostředku jako je roztok alkálie a filmu nečistoty se používá činidlo, které snižuje povrchové napětí kapaliny. Typickým příkladem roztoku alkálie používaným v praxi je louh sodný – NaOH. Kromě toho, že čistící prostředky musí být schopné rozpustit nečistoty, také musí zaručit, že nebude docházet k jejich koagulaci. Tuto vlastnost



zaručují polyfosfáty, které zároveň změkčují vodu. Nejčastěji bývají používány sodíkový trifosfát nebo komplexní sloučeniny fosforečnanu.

Dosažení požadovaného výsledku v procesu čištění při použití konkrétního čisticího roztoku je ovlivněno řadou faktorů. Tyto faktory jsou uvedeny v následující podkapitole. [3]

### **3.6.3.1 Koncentrace roztoku čisticího prostředku**

V sekvenci aplikace čisticího prostředku v čisticím procesu se musí nejprve namíchat určité množství čisticího prostředku použitého v roztoku na požadovanou koncentraci. Během procesu čištění je roztok zředěn s oplachovou vodou a zbytky nečistot. Rovněž dochází k procesu neutralizace. Proto se musí průběžně kontrolovat koncentrace během čištění. Pokud by koncentrace nebyla sledována nebyl by dosaženo požadovaného efektu. Sledování hodnoty koncentrace se provádí manuálně nebo automaticky. Dávkování čisticího prostředku musí být prováděno striktně dle příslušných pokynů. Samotné zvýšení koncentrace totiž nemusí nutně znamenat zlepšení čisticího účinku. Ve skutečnosti může mít naprosto obrácený účinek. S rostoucí spotřebou čisticího prostředku roste i režie na proces čištění. [3]

Čistící prostředek je vždy vybrán podle druhu nečistoty. V následující tabulce je vždy uvedena nečistota a k ní doporučena koncentrace chemické látky. Míra koncentrace je vyjádřena znaménkem.

znečištění	Louh	Kyselina
tuk	+	-
Bílkoviny	+	+
sedliny mléka	-	+
sedliny vody	-	+

**Tabulka 1: Aplikace chemických látek dle druhu nečistoty [3]**

### **3.6.3.2 Teplota čisticího prostředku**

Všeobecně platí, že účinnost roztoku čisticího prostředku se zvyšuje se stoupající teplotou. Naředěný čistící prostředek by měl být aplikován vždy při jeho optimální teplotě. Takovou to teplotou u alkálie je zpravidla myšlena teplota stejná

jaké byl vystaven produkt ve výrobním procesu. Taková to optimální teplota by ovšem neměla být menší než 70°C. Pro kyseliny jsou doporučené hodnoty teplot v rozsahu 68 – 70 °C. [3]

### **3.6.3.3 Mechanický účinek čištění**

Efektu mechanického účinku je v manuálním provedení dosaženo použitím například kartáče a vody. V soustavě trubek, tanku a jiných výrobních zařízení je efekt mechanického účinku dosažen rychlostním prouděním kapaliny. Čerpadla určená pro cirkulaci čisticího prostředku ve výrobní technologii mají rychlost proudění 1,5 až 3,0 m/s v potrubí. V téhle rychlosti proudění mají kapaliny turbulentní charakter. Turbulentní charakter proudění se projevuje velmi dobrými třecími účinky na povrchu potrubí což je požadováno v procesu čištění. Čerpadla určená pro zajištění cirkulaci čisticího prostředku jsou výkonově více dimenzována než výrobní čerpadla, která zajišťují cirkulaci produktu. [3]

### **3.6.3.4 Doba procesu čištění**

Časový interval sekvence aplikace čisticího prostředku musí být vypočtený tak, aby bylo dosaženo optimálního čisticího účinku. Současně musí být vzaty v úvahu náklady na elektřinu, teplo, vodu a pracovní sílu spadající do tohoto časového intervalu. Čisticí prostředek musí cirkulovat po takovou dobu aby se nečistoty rozpustily. To se také odvíjí od tloušťky vrstvy usazených nečistot. Například tepelný výměník pokrytý vrstvou sražených bílkovin musí být vystaven cirkulaci dusičného roztoku kyselin po dobu 20 minut zatímco časový interval 10 minut postačuje k rozpuštění filmu mléčných nečistot na stěnách tanku alkalickým roztokem. [3]

### **3.6.4 Oplach čistou vodou**

V této sekvenci je prováděn oplach vodou s cílem odstranit všechny pozůstatky čisticího prostředku. V případě, že by nedošlo k jejich odstranění může být produkt při dalším postupu výroby znečištěn. Pro oplach se používá změkčená voda a to z důvodu preventivního zamezení ukládaní vápníku na čištěných plochách výrobního zařízení. Tvrdá voda s vysokým obsahem vápníku soli se proto změkčuje.

Soustavy potrubí a výrobních zařízení jsou téměř sterilní po ošetření silnými roztoky kyselin a alkálií při vysoké teplotě. Aby se v oplachové vodě nemnožily bakterie zbytkových nečistot naplavené ve vodě je zaveden koncový neboli finální oplach vodou, která má pH menší než 5 a přidáním kyseliny fosforové nebo citrónové. Tímto se předchází množení většiny bakterií v oplachové vodě. Kvalita vody se vyhodnocuje na základě měření vodivosti. [3]

### 3.6.5 Dezinfekce

Čištění kyselinami a alkáliemi zajišťuje pro výrobní zařízení nejen fyzickou a chemickou čistotu, ale ve velkém rozsahu i bakteriologickou čistotu. Bakteriologická čistota může být vylepšena použitím dezinfekce. Ta zaručí, že z výrobního zařízení budou odstraněny zbylé bakterie nečistot. Například při výrobě sterilního mléka je nezbytné aby byla zajištěna sterilita veškerého výrobního zařízení. Dezinfekci lze provést následujícími způsoby: [3]

- Teplotní dezinfekci (vařící voda, pára)
- Chemická dezinfekce (chlor, kyselina, peroxid vodíku)

### 3.7 CIP OKRUH

Kritéria pro parametry výrobních zařízení zahrnutá do stejného CIP okruhu jsou následující:

- zbytky nečistot výrobního produktu by měly být stejné pro aplikaci jednotného druhu čisticího prostředku
- povrch čistěných výrobních zařízení by měl být ze stejného materiálu nebo aspoň z materiálu na kterých se projeví stejný účinek čištění při použití stejného druhu čisticího prostředku
- všechny části CIP okruhu musí být při čištění současně dosažitelné

### 3.8 MATERIÁLY A DESIGN CIP OKRUHU

Veškeré výrobní zařízení musí být navrženo tak aby splňovala patřičné parametry pro začlenění do CIP okruhu. V okruhu by se neměly vyskytnout žádné slepé konce kam by se nemohl dostat čisticí prostředek. Výrobní stroje, roury musí být instalovány takovým způsobem aby bylo zajištěn účinný odtok kapaliny. V místě

CIP okruhu odkud by nebyl zajištěn odtok by docházelo k množení bakterií ze zbytku usazených nečistot. [3]

Materiály výrobních zařízení jako je nerezová ocel, plasty a elastomery musí mít takové vlastnosti aby nepřenášely jakékoliv pachy, vůně nebo chuť produktu. Rovněž nesmí docházet při styku s čisticím prostředkem při vyšších teplotách ke změnám jejich vlastností. V některých případech může dojít k chemickým reakcím na povrchu potrubí což může vést k znečištění produktu. Materiály jako měď, mosaz a cín jsou citlivé na silné kyseliny a alkálie. U těchto materiálů je výsledkem reakce na produkt jejich oxidace. Jako nejvhodnější materiál se používá nerezová ocel u které tento problém odpadá. Nerezová ocel je naopak náchylná na reakci s roztokem chlóru. [3]

Elektrochemická koroze se projevuje tehdy pokud je CIP okruh sestaven ze zařízení z nerezové oceli a zároveň jsou v CIP okruhu zabudovány komponenty z mědi nebo mosazi. V takovýchto podmínkách hrozí velké riziko znečištění. Elastomery jako například pryžová těsnění jsou náchylná na poškození při styku s chlórem a jinými oxidačními činidly. Dochází k jejich zeslabení nebo dokonce k prasknutí. Plastové materiály použité ve výrobním zařízení mohou představovat riziko kontaminace produktu. Například u některých typů plastových materiálů může tuk obsažený v mléce způsobovat uvolňování stavebních částic materiálu. Roztoky čisticího prostředku mohou mít stejný účinek. [3]

### 3.9 DECENTRALIZOVANÉ CIP STANICE

Používají se především ve velkých provozech, kde vzdálenosti mezi lokálně centralizovanými CIP stanicemi a periferními CIP okruhy byly extrémně dlouhé. CIP stanice jsou nahrazeny řadou menších jednotek a současně umístěny s různými skupinami výrobních zařízení. [3]

Decentralizovaná stanice mohou obsahovat centrální tank pro uskladnění alkálií a kyselin, které jsou rozváděny do jednotlivých lokálních CIP jednotek. Lokální CIP jednotky obsahují již samostatný tepelný výměník a vlastní zdroj oplachové vody. Tyto stanice fungují na principu, že v každé sekvenci CIP programu je použito minimální možné množství kapaliny nutné k vyčištění CIP

okruhu. V okruhu lokální CIP jednotky je rovněž instalováno čerpadlo pro cirkulaci čisticího prostředku. [3]

Princip cirkulace kapaliny v okruhu lokální CIP jednotky má několik výhod. Odpadá transport vody a páry ve velkých objemech. Použití vody a páry je téměř okamžité a použité množství je daleko menší než u centralizovaných CIP stanic. Menší dávkování na lokální úrovni zaručuje větší hospodárnost i efektivitu v procesu čištění. Decentralizovaná CIP stanice snižuje rovněž finanční náklady kanalizačního systému v porovnání s centralizovanými CIP stanicemi, které využívají velké množství kapaliny. [3]

Koncept používání roztoku u decentralizovaných CIP stanic je opačný než u centralizovaných CIP stanic. Zatímco u decentralizovaných CIP stanic je volený přístup k recirkulaci roztoku u centralizovaných CIP stanic je voleno jen jednorázové použití roztoku. [3]

## 4. HMI APLIKACE

Aplikace je vytvořena v programovém prostředí WinCC Flexible 2008 Standard + SP1. Vytvořena HMI vizualizace je nadstavbou pro program vytvořený v prostředí Step7 pro CIP stanici. Aplikace je vytvořena pro operátorský panel OP 277 s 10 palcovým rozlišením obrazovky a procesorovou jednotkou Siemens CPU-400.

Ovládací a přístrojové moduly pro HMI aplikace jsou vytvořeny modifikací ze standardních modulů normy S88. Standardní moduly normy S88 byly k dispozici jak pro prostředí Step7 tak i jako objekty pro HMI aplikaci. Dokumentace k jednotlivým standardním ovládacím a přístrojovým modulům je umístěna jako elektronická příloha k diplomové práci. Podstatou práce bylo rovněž vytvořit zcela nové objekty pro HMI aplikaci konkrétně pro jednotlivé fáze a vhodně použít modifikované standardní kontrolní moduly pro vizualizaci technologie CIP stanice v rámci HMI aplikace.

### 4.1 MODULY

V následujících tabulkách jsou uvedeny třídy modulu použitých pro vytvářenou HMI aplikaci.

- Standardní moduly

třída	verze
CM DD	2.1
CM DI	2.1
CM AI	2.2
CM AO	2.1
CM PID	2.1
CM INT	2.1

**Tabulka 2: Ovládací moduly[3]**

třída	verze
emClass PID	1.6
emClass1CM	2.2

**Tabulka 3: Přístrojové moduly[3]**

- Specifické moduly a fáze vytvořené pro jednotku CIP stanice

třída	verze
emClassChemicalDosing	1.0
emClassForwardLine	1.0
emClassReturnLine	1.0
emClassForwardPump	1.0
emClassCTChange	1.0
emClassWaterFill	1.0
emClassReturnPumpCM STU	1.0

**Tabulka 4: Přístrojové moduly[3]**

třída	verze
epClassWaterRinse	1.0
epClassChemicalRinse	1.0
epClassCIPofCIP	1.0

**Tabulka 5: Přístrojové fáze[3]**

## 4.2 STRUKTURA PLC PROGRAMU

Jednotlivé fáze a moduly jsou volány prostřednictvím funkcí FC. Struktura volání jednotlivých funkcí v příslušném pořadí je uvedena na obrázku č. 6.

Jelikož standard S88 získává na významu ve struktuře podniku až na úrovni procesu, též řečeno procesní buňky, tak tomu odpovídá i uvedená struktura programu na obrázku č. 6. Na řádce č. 1 se prostřednictvím OB1 provádí volání procesní buňky C1. Na řádce č. 5 je definováno volání funkcí FCx v procesní buňce C1. Na úrovni procesní jednotky je zajištěno volání procedury viz řádek č. 6 a č. 7. Na následujících řádcích je rovněž i uvedeno volání operací. Na řádcích č. 9 až 18 je zajištěno volání jednotlivých fází. Každá skupina těchto fází je podmnožinou operace. A každá operace odpovídá třídě přístrojových fází, které jsou uvedeny v tabulkách č.3 a č. 5. Na řádce č. 20 se provádí volání potřebných přístrojových modulů. Třídy přístrojových modulů jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Volání funkce konkrétní fáze nebo přístrojového modulu je závislé na konfiguraci CIP stanice, která je zvolena prostřednictvím HMI aplikace na operátorském stanovišti.

řádek	struktura
1	OB1 Main
2	<b>Network n: Call Process Cells</b>
3	call FC1200 Process Cell C1
4	
5	<u>FC1200 Process Cell C1</u>
6	call FB1980 rpC1CIP
7	call FB1990 rpC1CIPOfCIP
8	
9	call FC1210 epC1PreRinse
10	call FC1210 epC1IntermediatedRinse
11	call FC1210 epC1Final Rinse
12	
13	call FC1211 epC1AlkaliRinse
14	call FC1211 epC1AcidRinse
15	call FC1211 epC1SterilantRinse
16	
17	call FC1212 epC1CipOfCipTank
18	call FC1212 epC1CipOfRCWTank
19	
20	call FC1230 EM CIP MINI C1
21	call FC1236 emC1 WaterFillCIPTank
22	call FC1231 emC1 AlkaliDosing
23	call FC1232 emC1 ForwardLine
24	call FC1233 emC1 ReturnLine
25	call FC1234 emC1 ForwardPump
26	call FC202 emC1 ForwardHeatPID
27	call FC205 emC1 Steam
28	call FC205 emC1 ReturnPump
29	call FC1236 emC1 WaterFillRWTank
30	call FC1231 emC1 AcidDosing
31	call FC1231 emC1 SterilantDosing
32	call FC205 emC1 Circulation
33	call FC1235 emC1 CTChange

**Obrázek 6: Struktura PLC programu**

Parametry pro konfiguraci jednotlivých fází případně parametry pro konfiguraci jednotky nebo receptur jsou ukládány v příslušné datové struktuře DB bloků. Datová struktura bloku DBx je uvedena v tabulce 6. Do datových bloků DB 1250 až 1252 jsou ukládány parametry receptů zadávané operátorem. V datovém bloku DB 1205 jsou uloženy veškeré přístrojové moduly. V DB 1210 jsou uloženy všechny fáze k jednotce procedury C1CIP. Datové bloky DB 1211 až DB1216 slouží pro ukládání parametrů jednotlivých fází.



DBx	symbolic name
1981	pcC1 rpC1CIP
1991	pcC1 rpC1CIPOfCIP
1205	pcC1 rpC1 CIP MINI
1210	pcC1 CIP MINI ep
1211	pcC1 epC1PreRinse Parm
1212	pcC1 epC1IntermediateRinse Parm
1213	pcC1 epC1FinalRinse Parm
1214	pcC1 epC1AlkaliRinse Parm
1215	pcC1 epC1AcidRinse Parm
1216	pcC1 epC1SterilantRinse Parm
1220	pcC1 epC1CipOfCipTank Parm
1221	pcC1 epC1CipOfRCWTank Parm
1241	pcC1 em
1250	pcC1 CIP MINI BatchParm
1252	pcC1 CIP MINI UnitBatch Parm
1251	pcC1 CIP MINI UnitParm

**Tabulka 6: Datová struktura DB bloků[3]**

### 4.3 HMI DESIGN

HMI aplikace umožňuje následující možnosti:

- Umožnit dosažitelnost nastavení všech bodů definovaných při návrhu řídicího systému.
- Možnost manuálního ovládání jednotlivých ovládacích modulů (ventily, průtokoměry, tlakoměry, aj.).
- Možnost nastavení časování u ovládacích modulů z HMI aplikace.
- Zvolení CIP trasy oplachu v technologickém systému potrubí a tanků.
- Možnost volby konkrétního CIP receptu.
- Možnost započítí, podržení nebo ukončení vykonávané procedury pro navolenou CIP trasu oplachu.
- Možnost měnit konfiguraci jednotek ( skupiny ovládacích jako tanků, ventilů, čerpadel) v hlavním přehledovém okně (Main okno) zobrazujícím celou technologii CIP stanice.
- Při nastavování parametrů je zavedena ochrana heslem na základě úrovně přístupu obsluhy.
- Možnost volby 6 receptů pro 6 různých oplachových CIP tras (Potrubí č.1 až Potrubí č.3; Tank č. 1 až Tank č.3).

Aplikace je rozdělena na několik jednotek. Názvy a jejich popis je uveden v tabulce č. 7.

Číslo jednotky	popis
#	Základní jednotka
1	Rinse tank
2	Recovery tank
3	Dávkování kyseliny
4	Dávkování dezinfekce
5	Vzduch
6	Průtok v CIP forward potrubí
7	Tlak v CIP forward potrubí
8	čerpadlo s regulací otáček
9	return čerpadlo
10	vodivost, roztok v CIP return potrubí
11	průtokový spínač
12	oplachová CIP trasa

**Tabulka 7: Jednotky CIP stanice [3]**

V tabulce č. 8 jsou uvedeny ovládací moduly základní jednotky. Ovládací moduly ostatních jednotek jsou uvedeny v elektronické příloze diplomové práce.

ovládací modul		popis
třída	označení	
AO	C1V1XVC01	regulační ventil přívodu páry do výměníku
AI	C101TT01	senzor teploty ve forward CIP potrubí
AI	C101TT01_2	senzor teploty v return CIP potrubí
DD	C101XM01	čerpadlo s regulací otáček
DI	C1S1ZS01	bezpečnostní senzor poklopu CIP tanku
DI	C1S1LS01	snímač horní úrovně hladiny CIP tanku
DI	C1S1LS02	snímač dolní úrovně hladiny CIP tanku
DD	C131XV01	ventil
DD	C1S1XV61	ventil
DD	C1S1XV27	ventil
DD	C1S1XV01	ventil
DD	C101XV92	řídící ventil
DD	C101XV01	ventil
DD	C1V1XV01	řídící ventil

**Tabulka 8: Ovládací moduly základní jednotky [3]**

V HMI aplikace je rovněž vytvořena vizualizace procedury tedy sekvencí jednotlivých fází, kterými prochází během procedury CIP stanice při navoleném receptu.

Sekvence jednotlivých fází je následující:

- Alkálie/Kyselina
  - Předoplach
  - Make-up CIP tanku (Alkálie)
  - Oplach alkálii
  - Střední oplach
  - Make-up CIP tanku (Kyselina)
  - Oplach kyselinou
  - Finální oplach
- Dezinfekce
  - Make-up CIP tanku (Sterilant)
  - Oplach sterilantu

Z HMI aplikace je umožněna volba 6 předdefinovaných CIP receptů, které se skládají z jednotlivých fází. Popis jednotlivých receptu je uveden v tabulce 7. U receptů č. 2 a č.5 je složení stejné s tím rozdílem, že u receptu č.2 (Alkálie short) je vypuštěná fáze s dezinfekcí. Naopak u receptu č.5 ( Alkálie long) je tato fáze přidána. Obdobně to platí i pro dvojici receptu č.1 a receptu č.4.

číslo receptu	popis
1	Alkálie - Kyselina short
2	Alkálie short
3	voda
4	Alkálie - Kyselina long
5	Alkálie long
6	Sterilant

**Tabulka 9: Popis receptu**

Fáze, které jsou zaneseny do jednotlivých receptů jsou zaznamenány v tabulce 9.

fáze	recepty					
	1	2	3	4	5	6
Předoplach	X	X		X	X	X
Oplach alkálii	X	X		X	X	
Střední oplach	X			X		
Oplach kyselinou	X			X		
Finální oplach	X	X	X	X	X	
Dezinfekce				X	X	X

**Tabulka 10: Recepty a jejich fáze [3]**

#### 4.4 PROGRAMOVÝ POPIS

Pro bližší popis chování CIP stanice během vykonávání jednotlivých fází je sestaven programový popis. V programovém popisu jsou popsány fáze, které jsou součástí 6 předdefinovaných receptů. Pro fáze uplatněné v receptech č. 1,2,4 a 5 platí následný popis uveden v tabulkách 11 až 15.

Stav	Popis	
<i>Make-Up</i>	Plnění tanku	Započne plnění CIP tanku vodou do horní úrovně výšky hladiny tanku.
	Příprava tanku	Pokud je hladina v CIP tanku v dolní úrovni výšky hladiny tanku, tak započne předoplach
<i>Předoplach</i>	CIP forward	Probíhá plnění CIP tanku s vodou do horní úrovně výšky hladiny. Provádí se vypouštění Recovery tanku do dolní úrovně výšky hladiny. Následně se vypouští CIP tank v případě, že napouštěním již voda v CIP tanku dosáhla horní úrovně výšky hladiny. Pokud CIP není zcela napuštěn čeká se. Po napuštění se následně pokračuje v oplachu z CIP tanku.
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží nepodmíněně
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Když je průtokový spínač neaktivní běží nepodmíněně
<i>Odtok (jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Odtok
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 11: Předoplach**

Stav	Popis	
<i>Make-up</i>	Plnění tanku	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny. Ohřev je aktivní pokud běží čerpadlo. Dávkování je aktivní pokud je dosažena dolní úroveň výšky hladiny.
	Příprava tanku	Čekání na "hotový" tank ( dosažení horní úrovně výšky hladiny, vodivost a teplota odpovídá nastaveným hodnotám)
<i>Oplach</i>	CIP forward	Nastavení objemu alkálie v CIP tanku . Ohřev je aktivní. Rychlost proudění z tanku je určena časovačem.
	CIP return	Započne odtokový proud. Proud poteče do CIP tanku s alkálii pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnotu vyšší než je nastavena hodnota a výška hladiny v tanku s louhem není na horní úrovni.
	CIP časování	běží pokud teplota a koncentrace v CIP return potrubí je vysoká
<i>Vypuštění roztoku</i>	CIP forward	"Vytékání" z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Čištění CIP tanku vodou</i>	Plnění:	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny
	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Běží bezpodmínečně
<i>Odtok (jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	zastavený
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 12: Oplach alkálii**

Stav	Popis	
<i>Make-up</i>	Plnění tanku	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny
	Příprava tanku	Čekání na „hotový“ tank, dosažení horní úrovně výšky hladiny
<i>Oplach</i>	CIP forward	Nastavení objemu CIP tanku. Rychlost proudění z tanku je určena časovačem.
	CIP return	Započne odtokový proud. Proud poteče do Recovery tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnoty menší než je nastavena hodnota a výška hladiny v Recovery tanku není na horní úrovni jinak proud oplachové vody teče do odtoku.
	CIP časování	Běží pokud teplota a koncentrace v CIP return potrubí je nízká.
<i>Vypuštění vody</i>	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Běží bezpodmínečně
<i>Odtok (jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 13: Finální oplach**

Stav	Popis	
<i>Make-up</i>	Plnění tanku	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny. Ohřev je aktivní pokud běží čerpadlo. Dávkování je aktivní pokud je dosažena dolní úroveň výšky hladiny.
	Příprava tanku	Čekání na „hotový“ tank ( dosažení horní úrovně výšky hladiny, vodivost a teplota odpovídá nastaveným hodnotám)
<i>Oplach</i>	CIP forward	Nastavení objemu CIP tanku. Ohřev je aktivní. Proud z tanku je určen časovačem.
	CIP return	Započne odtokový proud. Proud čistícího roztoku poteče do CIP tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnoty vyšší než je nastavena hodnota a výška hladiny v CIP tanku není na horní úrovni.
	CIP časování	Běží pokud teplota a koncentrace v CIP return potrubí je vysoká
<i>Vypuštění roztoku</i>	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Čištění CIP tanku</i>	Plnění:	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny
	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Běží bezpodmínečně
<i>Odtok (jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 14: Oplach kyselinou**

Stav	Popis	
<i>Make-up</i>	Plnění tanku	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny. Ohřev je aktivní pokud je nízká úroveň výšky hladiny a čerpadlo běží.
	Příprava tanku	Tank je připraven, horní úroveň výšky hladiny
<i>Oplach</i>	CIP forward	Nastavení objemu CIP tanku. Ohřev je aktivní. Rychlost proudění z tanku je určen časovačem.
	CIP return	Započne odtokový proud. Oplachová voda poteče do CIP tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnoty menší než je nastavena hodnota a výška hladiny v CIP tanku není na horní úrovni.
	CIP časování	Běží pokud teplota a koncentrace v CIP return potrubí je nízká
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Započne odtokový proud. Proud oplachové vody poteče do Recovery tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnoty menší než je nastavena hodnota a výška hladiny v Recovery tanku není na horní úrovni.
	Vzduch časování	Běží bezpodmínečně
<i>Odtok (jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 15: Střední oplach**

Pro fáze uplatněné v receptech č. 6 platí následný popis uveden v tabulkách 16 až 17. Pro fázi předoplachu uplatněnou v receptech č. 4 a č.5 platí tabulka 17.

Stav	Popis	
<i>Make-Up</i>	Plnění tanku	Plnění CIP tanku vodou do horní úrovně výšky hladiny.
	Příprava tanku	Čekání na „hotový“ tank, dosažení horní úrovně výšky hladiny
<i>PředOplach</i>	CIP forward	Z CIP tanku
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží nepodmíněně
<i>Vypuštění vody</i>	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Když je průtokový spínač neaktivní běží časovač nepodmíněně
<i>Odtok(jeli CIP ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Odtok
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 16: Předoplach**

Stav	Popis	
<i>Make-Up</i>	Plnění tanku	Plnění Rinse Water tanku vodou do horní úrovně výšky hladiny. Dávkování je aktivní pokud je dosažena dolní úroveň výšky hladiny
	Příprava tanku	Čekání na "hotový" tank, ( dosažení horní úrovně výšky hladiny, vodivost a teplota odpovídá nastaveným hodnotám)
<i>Sterilant</i>	CIP forward	Z Rinse Water tank
	CIP return	Do Rinse water tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí je vysoká a úroveň výšky hladiny v Rinse Water tanku není na horní úrovni. Do odtoku jestliže koncentrace v CIP return lince je nízká nebo jestliže úroveň výšky hladiny v Rinse Water tanku je na horní úrovni.
	CIP časování	Běží pokud teplota je nízká a koncentrace v CIP return potrubí je nízká.
<i>Profouknutí</i>	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Když je průtokový spínač neaktivní běží časovač nepodmíněně
<i>Odtok(jeli CIP tank ve stavu)</i>	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Odtok
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 17: Sterilant**

Pro fáze uplatněné v receptech č. 3 platí následný popis uvedený v tabulce č

Stav	Popis	
Make-up	Plnění tanku	Plnění vodou do horní úrovně výšky hladiny
	Příprava tanku	čekání na „hotový“ tank - dosažení horní úrovně výšky hladiny
Oplach	CIP forward	Nastavení objemu CIP tanku. Proud z tanku je určen CIP časováním.
	CIP return	Započne odtokový proud. Proud poteče do Recovery tanku pokud koncentrace v CIP return potrubí bude mít hodnoty menší než je nastavena hodnota a výška hladiny v Recovery tanku není na horní úrovni jinak proud odtéká.
	CIP časování	Běží pokud teplota a koncentrace v CIP return potrubí je nízká.
Vypuštění vody	CIP forward	„Vytékání“ z CIP tanku až do nízké úrovně výšky hladiny
	CIP return	Do odtoku
Profouknutí	CIP forward	Z kompresoru
	CIP return	Do odtoku
	Vzduch časování	Běží bezpodmínečně
Odtok (jeli CIP tank ve stavu)	CIP forward	Zastavený
	CIP return	Do odtoku
	CIP časování	Běží dokud bude průtokový spínač neaktivní

**Tabulka 18: Finální oplach [3]**

#### 4.5 ALARMY

V automatickém módu řízení je funkční bezpečnost zajištěna prostřednictvím systému alarmu. Alarmy jsou rozděleny na základě povahy příslušné poruchy. Od toho je odvozena i míra reakce alarmu. Míra reakce může mít pouze informativní charakter vyjádřeny výpisem příslušného alarmu na obrazovku nebo přímým zásahem do vykonávané procedury, například pozastavením prováděné procedury. Hardwarové alarmy jejich příčiny a následná reakce jsou uvedeny v tabulce č. 17.

Hardwarove alarmy	Příčina	Akce
Chyba na sběrnici	Chyba na I/O periférii, kontrola připojení kabelu k panelu	Pozastavení vykonávané procedury
Chyba odezvy stavu ventilu	Chybějící odezva na stav (set, reset)	Pozastavení vykonávané procedury
Bezpečnostní narušení provozu	Otevření poklopu tanku během procesu čištění	Pozastavení vykonávané procedury
Chyba odezvy stavu pumpy	Chybějící odezva na stav, kontrola teplotního relé i panelu	Pozastavení vykonávané procedury
Hodnoty mimo rozsah	Měřené hodnoty mimo rozsah, kalibrace zařízení	Pozastavení vykonávané procedury
Porucha vzduchotechniky	Chyba vzduchotechniky, kontrola vzduchotechniky	Pozastavení vykonávané procedury

**Tabulka 19: Hardwarove alarmy [3]**



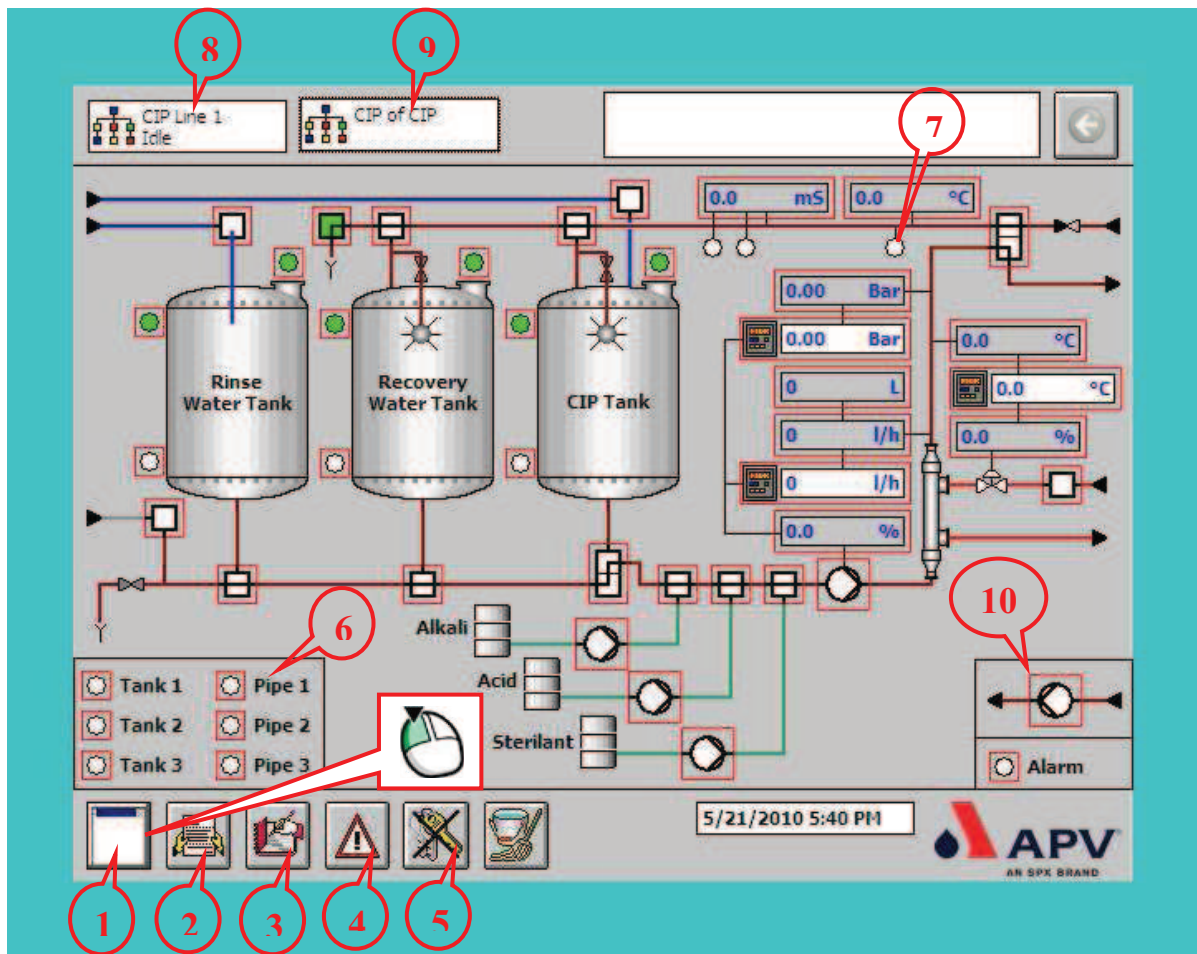
Dalším typem alarmu jsou softwarové alarmy. Jsou uvedeny v tabulce č. 18.

Softwarové alarmy	Příčina	Akce
CIP proces pozastaven operátorem	Operator zvolil held z HMI aplikace	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart
CIP proces přerušen operátorem	Operator zvolil aborted z HMI aplikace	Nový start
CIP trasa není připravena	Ztráta vstupního signalu z CIP oplachové trasy	Pozastavení vykonávané procedury, kontrola CIP trasy
Max. čas CIP vypršel	Překročení max. času pro CIP operace	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart
Nízký tlak ve forward CIP	Skutečný (naměřený) tlak je nižší než referenční tlak po dobu nastaveného indikačního časového intervalu	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart
Vysoký tlak ve forward CIP	Skutečný (měřený) tlak je vyšší než referenční tlak po dobu nastaveného indikačního časového intervalu	Textové upozornění, bez zásahu do procedury
Nízký průtok ve forward CIP	Skutečný (měřený) průtok je nižší než referenční průtok po dobu nastaveného indikačního časového intervalu	Textové upozornění, bez zásahu do procedury
Vysoká teplota ve forward CIP	Skutečná (měřená) teplota je vyšší než referenční teplota po dobu nastaveného indikačního časového intervalu	Textové upozornění, vypnutí ohřevu
Nelze detekovat průtok v return CIP	Průtokový spínač (FS) je neaktivní po uplynutí nastaveného časového intervalu indikující stav průtoku v return CIP po startu CIP forward pumpy	Textové upozornění, bez zásahu do procedury
Nízká teplota v return CIP	Skutečná (měřená) teplota je nižší než referenční teplota po dobu nastaveného indikačního časového intervalu	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart
Nízká vodivost v return CIP	Skutečná (měřená) vodivost je nižší než referenční vodivost během nastaveného časového intervalu indikace stavu	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart
Nízká úroveň hladiny v CIP tanku	Nízká úroveň hladiny kapaliny CIP tanku během nastaveného časového intervalu indikace stavu	Pozastavení vykonávané procedury
Nízká úroveň hladiny v Recovery tanku	Nízká úroveň hladiny kapaliny v Recovery tanku během nastaveného časového intervalu indikace stavu	Pozastavení vykonávané procedury
Nízká úroveň hladiny v Rinse tanku	Nízká úroveň hladiny kapaliny v Rinse tanku během nastaveného časového intervalu určeného k indikaci stavu	Pozastavení vykonávané procedury, nutný restart

**Tabulka 20: Softwarové alarmy [3]**

## 5. OKNA HMI APLIKACE

### 5.1 HLAVNÍ OKNO



Obrázek:7: Main okno – technologie CIP

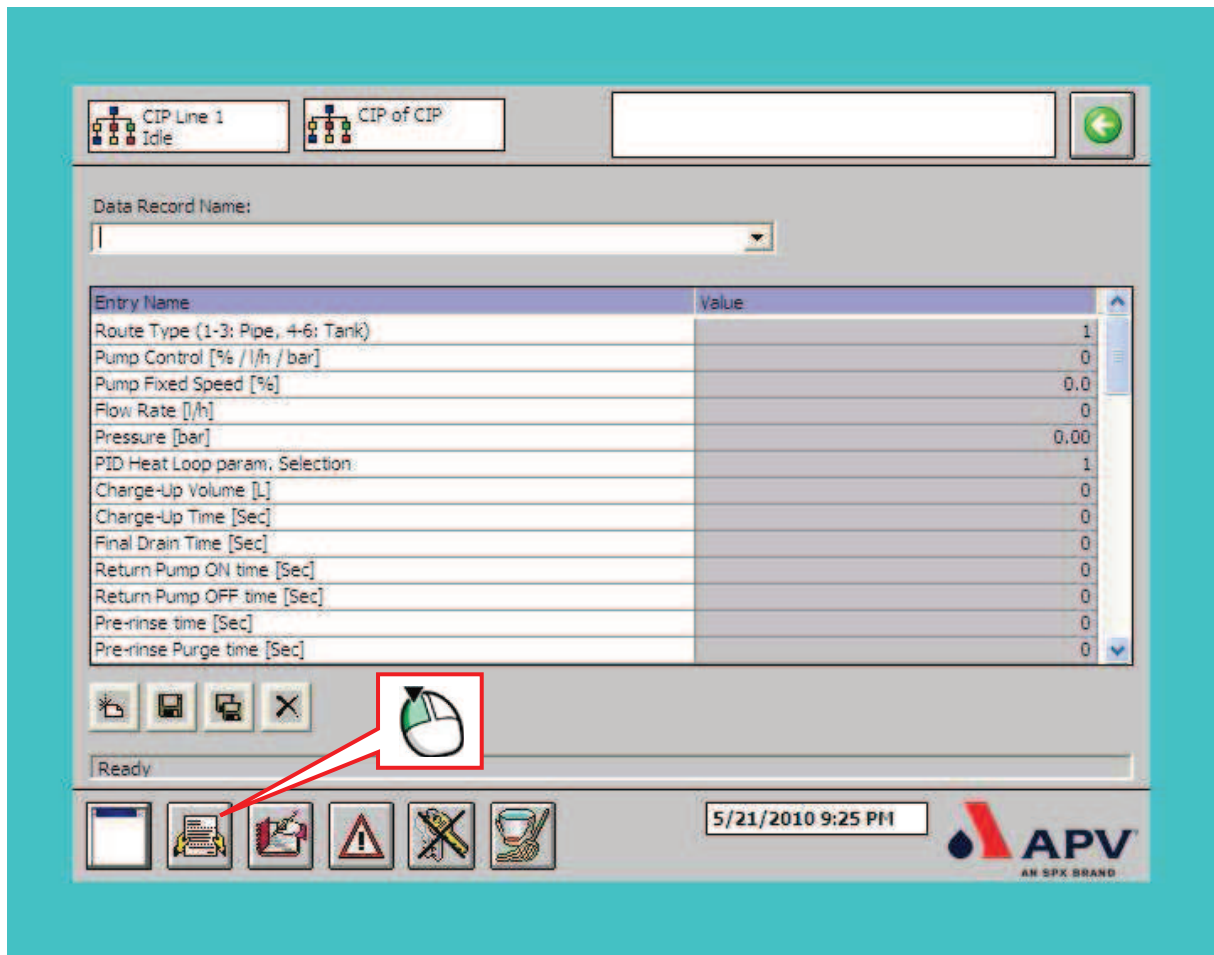
Na obrázku č. 7 je Main okno CIP stanice, na kterém je zachycena veškerá technologie CIP stanice poskládaná z ovládacích modulů. Hlavní lišta s tlačítky pro vyvolání jednotlivých oken je umístěna v dolní části obrazovky a je dostupná z jakéhokoliv okna. Hlavní lišta obsahuje 6 tlačítek pro vyvolání příslušné volby požadovaného okna zobrazení. Main okno s přehledem celé technologie CIP stanice se vyvolává tlačítkem s číslici jedna. Okno pro editaci receptů, které si může navolit operátor se vyvolává přes tlačítko s číslici dvě. Tlačítkem s označením číslici tři se

vyvolává okno s možností zadávání parametrů jednotky. Jsou to nastavitelné parametry PID regulátoru regulační smyčky výměníku pro ohřev kapaliny ve forward CIP potrubí. Zároveň jsou v okně zobrazeny i hodnoty parametrů pro proceduru z načteného receptů. Veškeré alarmy, které nastanou jsou zobrazeny v okně Alarmů a jsou dostupné přes tlačítko s číselným označením čtyři. Tlačítkem s označeným číslem pět se provádí odhlášení uživatele z HMI aplikace. Poslední tlačítko v hlavní liště vyvolá bílou obrazovku, kde kontrastně vyniknou veškeré nečistoty na displeji a operátor tak může snadně odstranit případné šmouhy na displeji panelu, které by mu jinak vadily při vizuálním monitoringu stavu v technologii CIP stanice

Pod číselným označením šest se nachází skupina šesti ovládacích modulů, které poskytují informace o stavu CIP oplachových tras, které jsou již předefinovány v receptech. Pod číslem sedm je ovládací modul od průtokového spínače, který je používán pro detekci odtékající kapaliny z výrobní technologie a ústící do CIP return potrubí. Od stavu průtokového spínače je odvozen provoz return čerpadla, které je v obrázku č. 7 zaznačeno pod číslem deset. V obrázku v levé horní části záhlaví okna pod číselným označením osm a devět se nachází objekty procedur. Objekt s číslem osm představuje proceduru, která pod sebe sdružuje veškeré oplachové fáze s vodou a veškeré fáze oplachu s použitím chemické látky. Objekt s číslem devět představuje proceduru s fází pro vlastní čištění CIP a Recovery tanku zajištěnou rozstříkovacími hlavicemi v obou tancích. Oba objekty v záhlaví jsou podobně jako hlavní lišta dostupná z jakéhokoliv právě zobrazovaného okna.

Vyvolání Start okna je zajištěno prostřednictvím firemního loga umístěného zcela vpravo na hlavní liště, které je ve funkci tlačítka. Ve Start okně se nachází tlačítko pro přihlášení uživatele na CIP stanici a tlačítko pro vyvolání Config okna určeného pro navolení zobrazovaných jednotek CIP technologie v Main okně. V tomto okně lze jednoduše zapínat nebo vypínat viditelnost definovaných skupin jednotek a tím i zajistit rozsah monitoringu CIP stanice při provádění změn v nastavení jednotlivých jednotek. Tlačítko pro vyvolání Config okna je pouze dostupné pokud je uživatel přihlášen jako uživatel s nejvyšší přístupovou úrovní tedy jako administrátor.

## 5.2 OKNO EDITACE RECEPTUR

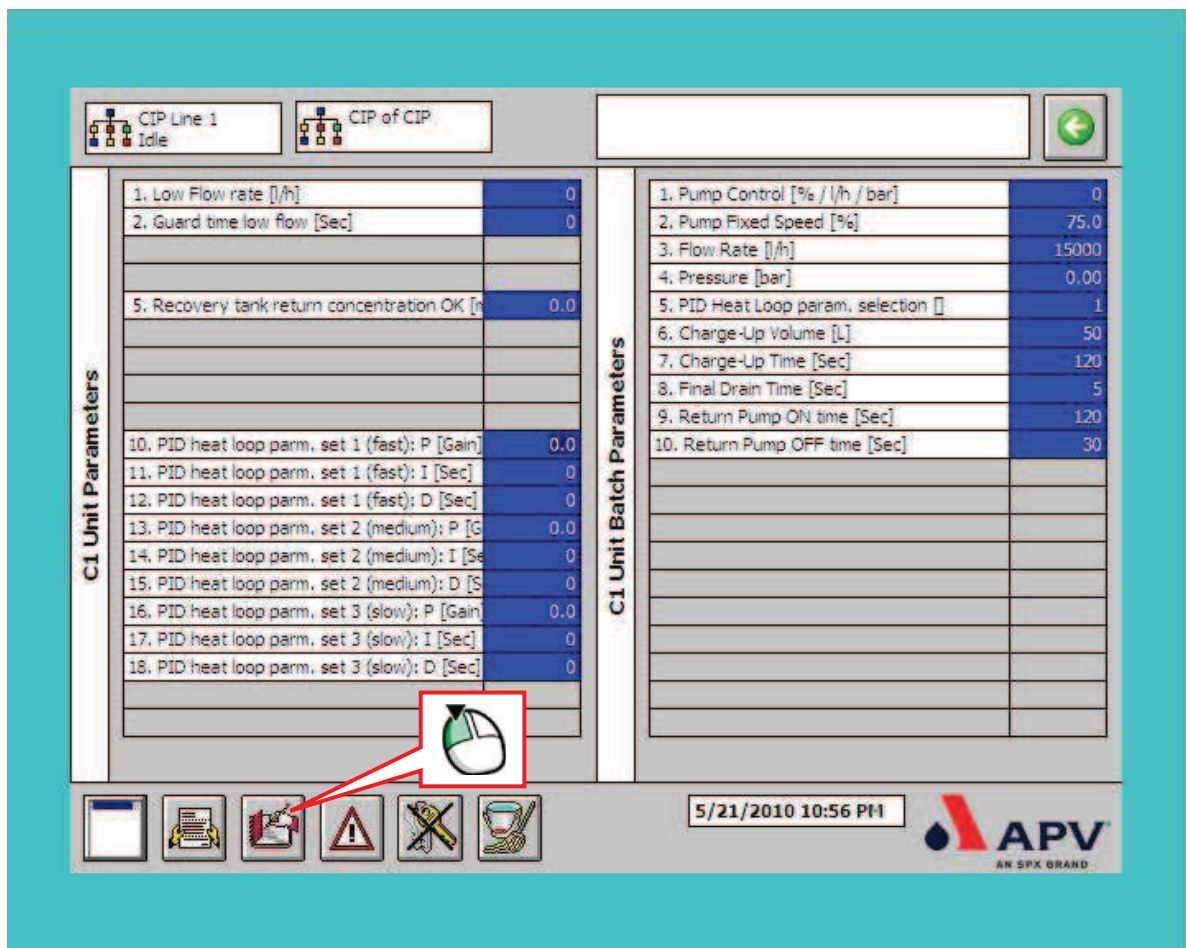


**Obrázek 8: Edit okno – editace receptur**

Pokud chce operátor vytvářet zcela nový recept nebo editovat některé údaje v již vytvořeném receptuře potom úpravy provádí v Edit okně, které je zakresleno na obrázku č. 8. Parametry receptury, které lze měnit v receptuře jsou například typ oplachové CIP trasy, případně doba rozběhu return čerpadla. Další možnosti je nastavení rychlost průtoku v CIP forward potrubí a tlakování CIP forward potrubí na konstantní hodnotu tlaku. Dalšími parametry jsou pak údaje týkajících se samotných fází jako je hodnota vodivosti roztoku pro čištění v return CIP potrubí případně hodnota vodivosti při make-up roztoku. Dále to je teplota roztoku nebo doba provádění každé fáze, maximální doba po kterou může být fáze v činnosti. Rovněž ve fázích předoplachu, středního a finálního oplachu vodou se nastavují parametry

jako je doba trvání každé fáze případně maximální časový interval po kterou může být fáze v činnosti. V proceduře vlastního čištění CIP tanku se volí maximální možná doba vypouštění kapaliny z CIP tanku. V receptuře je možnost volit i ze tří typu nastavení PID regulátoru pro smyčku ohřevu výměníku. Typ nastavení PID regulátoru je dán nastavením 3 různých variant velikosti časových konstant PID regulátoru, které se nastavují v parametrech jednotky.

### 5.3 OKNO PARAMETRŮ



Obrázek 9: Parametr okno – parametry jednotky, receptu

V obrázku č. 9 je zobrazena Parametr okno prostřednictvím, kterého lze nastavovat hodnoty parametrů složek P, I a D regulátoru. Jak již bylo zmíněno u předchozího Edit okna lze nastavit až tři varianty hodnot pro každou složku regulátoru. Od těchto hodnot se odvíjí dynamika akčního zásahu regulátoru

prostřednictvím akčního členu, kterým je ventil pro regulaci přívodu páry do výměníku. Dále zde nastavit hlídání hodnoty minimální průtokové rychlosti kapaliny. Při poklesu pod tuto hodnotu po dobu nastaveného časového intervalu je aktivován alarm, kterým dojde k přerušení vykonávané procedury.

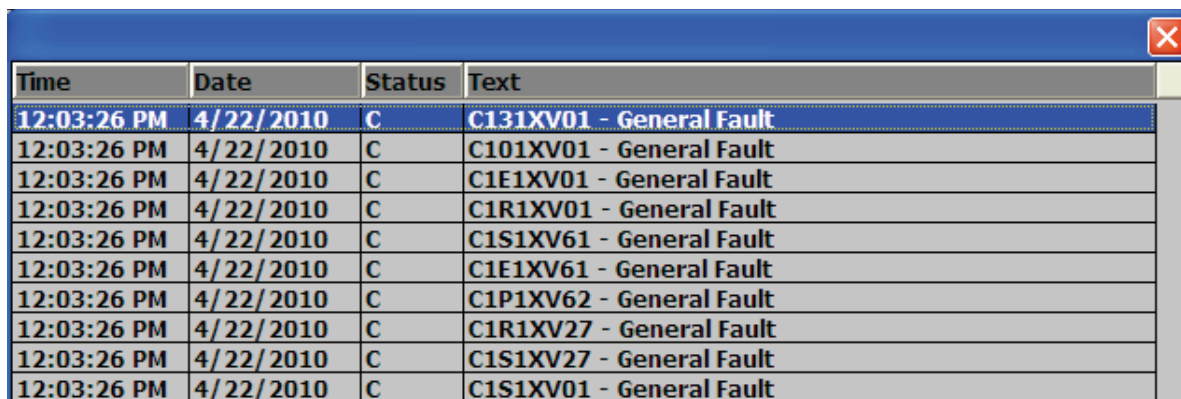
Hodnoty nastavovaných parametrů na jednotce lze zadávat jen ve vymezených intervalech daných dolní hranicí, v tomto případě jsou to nulové hodnoty a důležitější horní tedy maximální hranice intervalu. Omezíme tím možnost zadání takových hodnot parametrů, které by ve výsledku mohly vést i k narušení funkční bezpečnosti vykonávaných procedur CIP stanice. Do jisté míry to může být špatné přednastavení právě výše zmíněných konstant složek PID regulátoru. V pravé polovině Parametr okna jsou zobrazovány parametry jednotky zobrazované z načtené receptury. Parametry údajů receptury zobrazované v pravé polovině se mění dle typu vybraného receptury.

Přístupnost pro změny hodnot parametrů jednotky a receptur je určena především momentálním stavem ve kterém se nachází vykonávána procedura. Stav procedury je zpravidla ovlivněn vyvolanými alarmy. Pokud je vyvolán alarm třeba od některého z ovládacích modulů například ventilu, který má poruchu kontaktu na koncovém senzoru a pokud se v proceduře nachází fáze, která ve své činnosti využívá tento ovládací modul dojde k zablokování možnosti zadávání hodnot parametrů a tím i k blokaci rozběhu příslušné procedury.

#### 5.4 OKNO ALARMU

Na obrázku 7 tlačítko s číselným označením čtyři slouží k vyvolání okna Alarmu. U každého alarmu je uvedené datum a čas kdy došlo k vyvolání alarmu. Dále status alarmu, který nese informaci zda daný alarm byl registrován a potvrzen operátorem. Alarm s označením General Fault může být vyvolána například jako hardwarový alarm od ovládacího modulu například ventilu nebo motoru jako chyba odezvy na stav ovládacího modulu. Další možný alarm, který může nastat je Phase Enabled bypass a ten je vyvolán pokud operátor odejme řízení ovládacího modulu probíhající proceduře. Ovládací modul se tím dostane do stavu, kdy

nepodléhá řízení ze strany procedury, ale jen ze strany operátora. Alarm okno je znázorněno na obrázku 10.



Time	Date	Status	Text
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C131XV01 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C101XV01 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1E1XV01 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1R1XV01 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1S1XV61 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1E1XV61 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1P1XV62 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1R1XV27 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1S1XV27 - General Fault
12:03:26 PM	4/22/2010	C	C1S1XV01 - General Fault

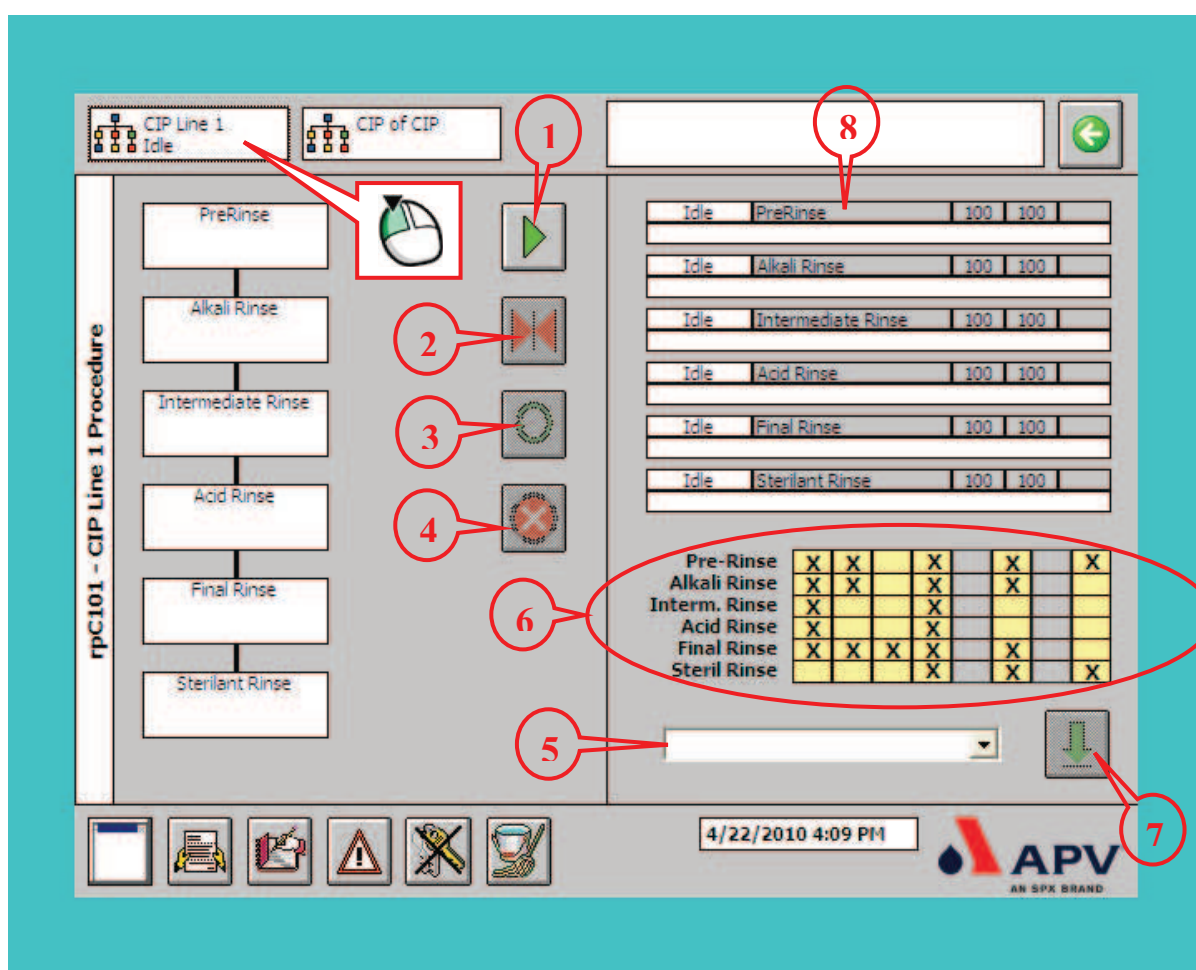
Obrázek 10: Alarm okno

## 5.5 OKNO PROCEDUR

Pokud potřebuje operátor sledovat průběh operací jednotlivých fází v proceduře je pro tuto potřebu vytvořeno okno procedur. Okno procedur se vyvolá prostřednictvím objektu procedur na obrázku 7 jsou tyto objekty označeny číslici sedm a osm. V tomto okně je zobrazen graficky průběh jednotlivých fází především jejich stavů. Okno Procedur je zobrazeno na obrázku č.11. V levé části okna jsou zaneseny bloky jednotlivých fází, tak jak na sebe vzájemně navazují. Samotný proces lze spustit Start tlačítkem s označením jedna. Tlačítkem Hold s označením dvě dojde pouze k podržení vykonávané procedury. Tu lze ovšem znovu spustit Start tlačítkem s označením jedna v tomto případě nedojde zcela ke spadnutí procedury. Restart tlačítko je označeno pod číslem tři. Slouží pro restart cele procedury. Pokud je požadavek zcela zrušit vykonávání procedury uplatní se použití tlačítka Abort s číselným označením čtyři. Volba požadované receptury se provádí v oblasti tlačítek zaznačených pod číslem šest. Každé tlačítko má v sobě graficky zaznačeno kombinaci fází pro kterou je jako přepínač nastaveno. Oplachová CIP trasa je volena z nabídky pod číselným označením pět. V tomto rolovacím okně se zobrazují receptury pro jednotlivé CIP oplachové trasy, které lze vytvářet v již zmíněném Edit

okně. Pokud je oplachová trasa vybrána, tak parametry jsou načteny tlačítkem s číselným označením sedm.

Po načtení parametru receptu pro konkrétní oplachovou CIP trasu lze sledovat načtené parametry v jednotlivých fázích. Okno ve kterém lze prohlížet parametry fázi je vyvoláno aktivací tlačítka pod číselným označením osm. Zde je možnost sledování měřených údajů týkajících se hodnot v konkrétní fázi jako je například tlak v return CIP potrubí nebo teplota v return CIP potrubí.



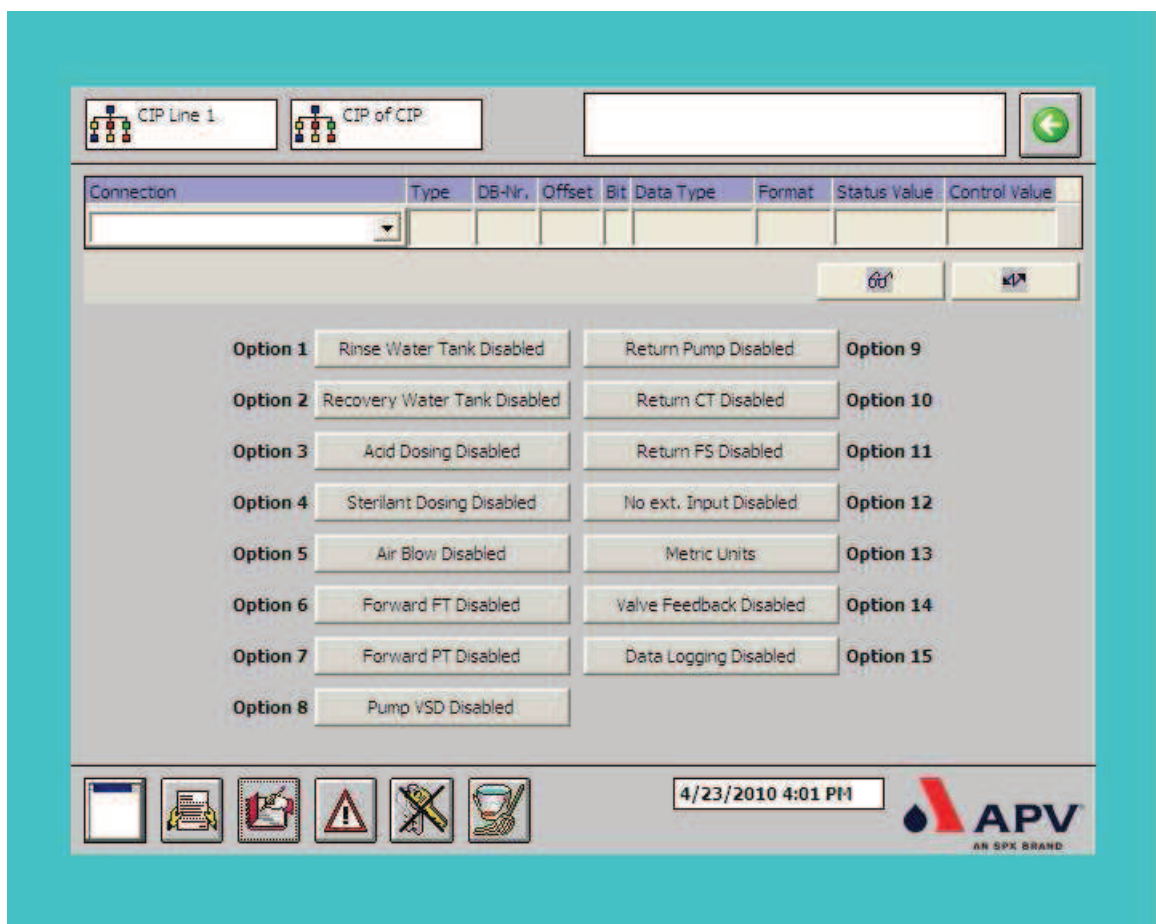
Obrázek 11: Procedure okno



## 5.6 OKNO JEDNOTEK

Pro nastavování jednotek CIP stanice slouží Config okno, ve kterém můžeme nastavovat a testovat konfiguraci jednotlivých jednotek.

Pro nejnižší přístupovou úroveň je zobrazena jen základní jednotka. Seznam zobrazených ovládacích modulů je uveden v tabulce č. 8. Výhodou tohoto přístupu k zobrazení části technologie CIP stanice pomoci jednotek je především vymezení oblasti při diagnostice a provádění změn v jednotkách CIP stanice z operačního panelu. Config okno je zobrazeno na obrázku č. 12.



Obrázek 12: Config okno

## 6. SIMULACE

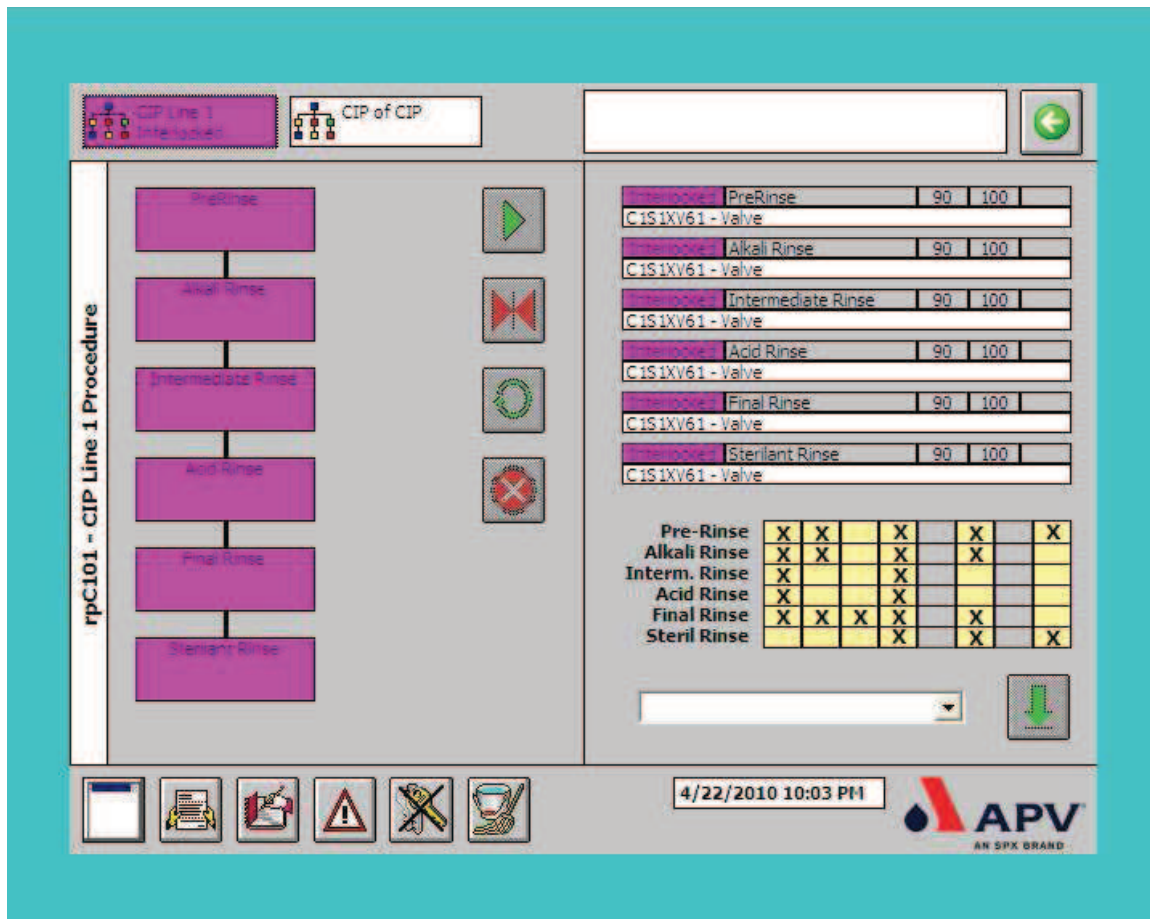
U ovládacích panelů lze nastavit mód simulace ve kterém jsou veškeré datové signály odpojeny od PLC. To umožňuje provádět potřebné testovací simulace před zařazením softwaru do opravdového provozu. Samotná simulace odhalí skutečnou funkčnost softwaru jen z větší části. Plný funkční rozsah se ověří sérii testů až po zavedení technologie do skutečného provozu.

V případě ověření správné funkční činnosti HMI aplikace je simulace provedena pro určitý typ navolené receptury a k ní zvolené CIP oplachové trasy. V jednotlivých obrázcích níže je uveden stav jednotlivých oken aplikace během vykonávané procedury a jejich popis.

Simulace je započatá přihlášením uživatele do HMI aplikace. Existují tři úrovně přihlášení. Nejvyšší uživatelská úroveň přístupu do aplikace představuje administrátor přihlášený pro provádění softwarových změn v aplikaci. Může to být osoba, která zajišťuje servis softwaru tedy dodavatel softwaru. Druhá úroveň přístupu uživatele je administrátor technolog v rámci podniku. Ten může provádět změny v konfiguraci nastavení všech ovládacích modulů. Třetí úrovni tedy nejnižší představuje běžného uživatele, který může provádět změny jen v přiděleném rozsahu ovládacích modulů v rámci jednotek CIP stanice. Pro vykonávání samotné simulace je nutné se přihlásit alespoň druhé přístupové úrovni alespoň jako administrátor technolog. Po přihlášení do nejnižší úrovně je viditelný pouze výměník a CIP stanice s CIP return a CIP forward potrubím jedná se o základní jednotku CIP stanice.

Po přihlášení na druhou přístupovou úroveň je potřeba zapnout viditelnost všech ovládacích panelů v celé CIP technologii v Main okně. Po tomto přihlášení jsou vyvolány alarmy ovládacích modulů. Ovládací moduly konkrétně ventily jsou ve stavu kdy nemohou detekovat svou polohu stav zavřený-otevřený. Může se jednat o hardwarový alarm hlásící chybu detekce stavu ventilu. Je nutné potvrdit tyto alarmy na ovládacích modulech a zapnout simulační mód. Tohle je nutné udělat u všech ovládacích modulů CIP stanice. Teprve tehdy lze přejít k vykonávání samotné simulace. Pokud by nedošlo k odsouhlasení hlášených alarmů byla by blokována procedura i jednotlivé fáze které jsou v ni zahrnuty. Při tomto stavu je rovněž

zobrazeno i označení ovládacího modulu, který blokuje danou fázi v Tato situace je zachycena na obrázku č. 13.



Obrázek 13: Blokace procedury alarmy

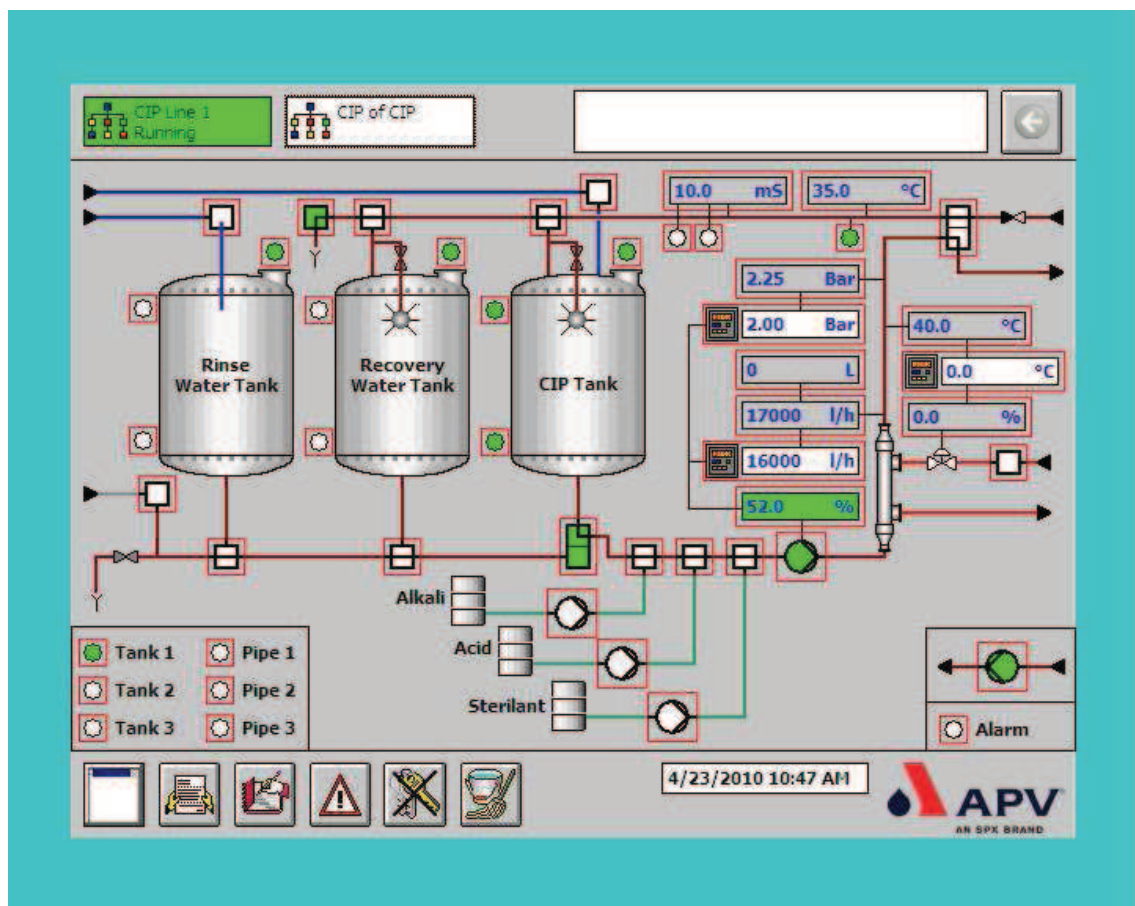
Pokud se ovládací moduly nacházejí v simulačním módu lze přejít k editaci buďto samotné receptury pro příslušnou výplachovou CIP trasu nebo lze nahrát do procedury parametry již předdefinovaných receptur a zvolit oplachovou trasu.

Simulace bude vykonávaná pro recept č.1 tedy Alkálie – Kyselina short viz tabulka č. 7. V okně Procedure se zvolí recept s příslušnou kombinací fází. Nyní se vyberá CIP oplachová trasa. Simulovat bude vykonáván oplachem CIP trasy pro Tank 1.

Proceduru spustíme Start tlačítkem. Objekt představující proceduru (v Main okně označen pod číslem osm) v záhlaví okna se zabarví zelenou barvu což je stav zobrazení indikace vykonávání procesu. Jelikož pro každou fázi je v receptuře

definovaný časový interval. Veškeré fáze oplachu vodou mají společný časovač to samé je uplatněno i ve fázích oplachu čisticího nebo dezinfekčního prostředku. Stav aktuálně vykonávané fáze je rovněž indikován změnou barvy bloku fáze. Aktuálně vykonávána fáze je zobrazena zeleným podbarvením. Jednotlivé fáze jsou vykonávány v takovém sledu, tak jak jsou definovány v příslušné proceduře. Pokud chce operátor odzkoušet chování fáze s novými Fází lze spouštět i samostatně mimo proceduru ve které je daná fáze obsažena, což do jisté míry dovoluje sledovat průběh změn stavů ovládacích modulů v CIP stanici Main okna při návrhu nových parametrů receptur pro danou fázi. Lze tak postupně spouštět jednotlivé fáze a sledovat jejich vzájemnou návaznost.

Na obrázku č.14 je znázorněné Main okno, ve které je zachycen stav jednotlivých ovládacích modulů při vykonávání fáze předoplachu, což je první fáze v receptuře č.1.



Obrázek 14: Fáze předoplachu – recept č.1

Na obrázku č.14 je simulační mód ovládacích prvků znázorněn červeným rámečkem okolo každého ovládacího modulu. Zelená barva výplně ovládacích modulů signalizuje buďto aktivní čerpadlo nebo stav otevřeného ventilu. V záhlaví okna je vidět, že objekt procedury je v aktivním stavu což je signalizováno zeleným podbarvením objektu.

Na obrázku je zachycen stav , kdy CIP tank je po naplnění vodou, což je detekováno dvojicí senzoru na určení výšky hladiny v ten okamžik dochází k otevření odtokového CIP tanku a oplachová voda ústí do CIP forward potrubí. V následujících okamžicích po otevření odtokového ventilu se rozbíhá čerpadlo s nastavitelnými otáčkami a oplachová voda je vháněna z CIP forward potrubí do zvolené oplachové CIP trasy. Je to tedy oplachová trasa Tank1. Následně se oplachová voda vrací do CIP return potrubí. Proud vody v tu chvíli detekuje průtokový spínač, v tu chvíli dojde k rozběhu return čerpadla a oplachová voda ústí odtokem ven z CIP stanice.

V tomto případě byla voda určena k oplachu přiváděna do CIP tanku z řádu. Jinak by vypadala simulace, kdyby v předchozích procedurách byla voda po finálním oplachu uchovávána Recovery tanku. Oplachová voda by se čerpala nejdříve z Recovery tanku a až potom z CIP tanku.

## 7. ZÁVĚR

Úkolem této diplomové práce bylo vytvořit HMI aplikaci jako nadstavbu pro PLC program CIP stanice napsaný v programovém prostředí Step7. Konkrétně vytvořit objekty pro ovládání a vizualizaci ve WinCC Flexible.

Jelikož jednotlivé ovládací moduly, přístrojové moduly a fáze byly programově definovány v již napsaném programu v prostředí Step7 CIP stanice. Bylo nutné se seznámit s jejich datovými signály a dle toho vytvořit knihovní objekty v prostředí WinCC Flexible. Proto bylo nejdříve nutno znát funkční postupy CIP stanice.

Funkční význam CIP stanice spočívá ve výkonu procesu čištění výrobních zařízení, které jsou během produkce výroby znečištěny. CIP stanice prochází několika sekvencemi čištění, kdy je použita oplachová voda, čisticí a dezinfekční prostředek. Kombinace jednotlivých sekvencí je dána druhem znečištění.

Bylo nutné se seznámit s normou ISA S88 a s pomoci této normy popsat celou technologii CIP stanice. Dle normy S88 se nejprve provádí definice Fyzického modelu, který definuje základní pojmy jako Procesní buňka, Procesní jednotka, Přístrojové moduly a Ovládací moduly. Jako procesní buňka je definována celá technologie mechanických prvků CIP stanice. Jednotky v procesní buňce jsou tvořeny skupinami přístrojových modulů a ovládacích modulů. Přístrojové moduly jsou definovány jako skupiny malých operací. V CIP stanici je to například řízené dávkování dezinfekčního a čisticího prostředku. Ovládací moduly jsou již konkrétní mechanické prvky jako ventily, čerpadla, výměníky aj. Pokud je definován fyzický model definuje se procedurální model. procedurální model popisuje funkční postupy vykonávaných procesů. u nějž se nejprve definují fáze. Jako fáze jsou definovány jednotlivé sekvence procesu čištění. Následná operace je tvořena skupinami fází, které na sebe vzájemně navazují. O úroveň výše nad operacemi je jednotka procedury a celý procedurální model je zaštitěn procedurou. Norma zavádí rovněž recepty ve kterých je definována příslušná kombinace jednotlivých fází. Jednotlivé fáze se spouštějí aktivaci procedury. Je umožněno spouštění samostatné fáze i mimo

definovanou proceduru a možnost sledovat jen samotný průběh fáze, což je výhodou zejména při zavádění nové receptury.

Nesmírnou výhodou standardu S88 je především modularita programových bloků jako jsou ovládací a přístrojové moduly. Na případné změny v postupech výroby, v receptech lze pružně reagovat příslušnou změnou konfigurace uspořádání ovládacích modulů. Výhoda modularity byla více zřetelná v programovém provedení Step7 než ve vizualizaci CIP stanice pomocí WinCC Flexible.

## LITERATURA

[1] Zvláštnosti řízení šaržových výrob

URL:<<http://www.systemonline.cz/rizeni-vyroby/zvlastnosti-rizeni-sarzovych-vyrob.htm>> [cit. 2010-22-3]

[2]:Vsádkové procesy

URL:<<http://www.hrc.cz/serv06.htm>>[cit. 2010-22-3]

[3] Firemní dokumentace společnosti APV Brno s.r.o. Czech republic