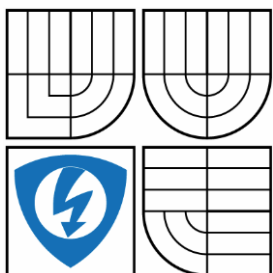


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

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 PRO POTRAVINÁŘSKOU LINKU PLNĚNÍ LAHVÍ

HMI FOR BEVERAGE FILLING MACHINES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

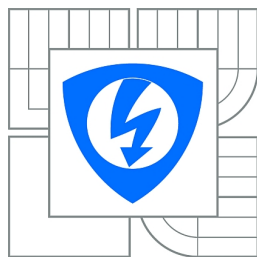
ONDŘEJ MLÁDEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN PÁSEK, CSc.

BRNO 2013



**VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií**

**Ústav automatizace a měřicí techniky**

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
**Automatizační a měřicí technika**

**Student:** Ondřej Mládek

**ID:** 125549

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2012/2013

## NÁZEV TÉMATU:

**HMI pro potravinářskou linku plnění lahví**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je vytvořit aplikaci HMI pro ovládání a vizualizaci provozu v oblasti nápojového průmyslu se sběrem dat. Jedná se o dvě plnicí linky pro různé typy nápojů. První linka plní dva druhy skleněných lahví 0,5l. Druhá linka plní šest druhů plastových lahví 1l, 2l a 2,5l. Jádrem práce je vytvoření vlastních grafických objektů pro jednotlivé části linek (myčka, plnič, etiketovačka).

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] WinCC. Procesní vizualizační systém SIMATIC WinCC [on-line]. Dostupné z:<<http://stest1.etnetera.cz>.

[2] WinCC. Nadstavby WinCC [on-line]. Dostupné z:< <http://stest1.etnetera.cz>.

[3] InTouch. InTouch SCADA HMI [on-line]. Dostupné z:<<http://www.pantek.cz>.

[4] Technologická zařízení pro nápojový průmysl [on-line]. NATE – nápojová technika a.s. Dostupné z:<<http://www.nate.cz/>>.

**Termín zadání:** 11.2.2013

**Termín odevzdání:** 27.5.2013

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

**Konzultanti bakalářské práce:**

**doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.**

*Předseda oborové rady*

## 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**

Bakalářská práce má za úkol vytvořit aplikaci pro ovládání a vizualizaci nápojové linky. Jsou zde uvedeny výhody, které přináší automatizace výroby. Je zde popis celosvětově využívaných vizualizačních programů InTouch, WinCC, Reliance 4 a Control Web. Pro úplnost jsou zde popsány vizualizační panely Siemens. K jednotlivým strojům linky byly vytvořeny nové objekty typu Faceplate v prostředí WinCC flexible 2008 Standard. Faceplaty jsou použity ve vizualizaci linky pro 19“ dotykový panel. Simulace linky je vytvořena v programu STEP 7. Data jsou z linky sbírána pomocí .csv souborů. Ty jsou dále pro snazší vyhodnocení upraveny pomocí VBA makra.

## **Klíčová slova**

HMI, WinCC flexible, STEP 7, faceplate, vizualizace

## **Abstract**

The aim of my work is to create an application for control and visualization of beverage line. This work describes the advantages that automation brings into production. There is a description for worldwide used visualization programs InTouch, WinCC, Reliance 4 and Control Web. For completeness there are described Siemens visualization panels. New faceplate type objects were created in the program environment of WinCC flexible 2008 Standard for the individual machines of the line. Faceplates are used in visualization for 19" touch panel. Simulations is created in STEP 7 program. Data are collected in the .csv files. After that they are modified through the VBA macro.

## **Keywords**

HMI, WinCC flexible, STEP 7, faceplate, visualization

### **Bibliografická citace:**

MLÁDEK, O. *HMI pro potravinářskou linku plnění lahví*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 46s. Vedoucí bakalářské práce byl Ing. Jan Pásek, CSc.

## **Prohlášení**

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma HMI pro potravinářskou linku plnění lahví 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 jsem si 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.

V Brně dne: **27. května 2013**

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Páskovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval kolektivu firmy NATE – nápojová technika a.s., zvláště pak Rostislavu Mudruňkovi za vstřícnost a odborné rady, které mi pomohly při tvorbě této práce.

V Brně dne: **27. května 2013**

.....  
podpis autora

# Obsah

1	Úvod.....	10
2	AUTOMATIZACE .....	11
2.1	Vizualizace.....	11
2.2	SCADA(HMI).....	11
3	Vizualizační software .....	12
3.1	WinCC .....	12
3.1.1	WinCC flexible .....	12
3.1.2	WinCC V11.....	13
3.1.3	Přídavné moduly pro WinCC.....	14
3.2	InTouch .....	14
3.3	Reliance 4.....	15
3.4	Control Web.....	17
4	Vizualizační panely siemens .....	18
4.1	Tlačítkové panely .....	18
4.2	Mikropanely .....	18
4.3	Mobilní panely .....	19
4.4	Panely.....	19
4.5	Multipanely .....	20
4.6	Comfort panely .....	20
5	Využívaný software.....	21
5.1	WinCC .....	21
5.1.1	Vytvoření nového projektu .....	23
6	Vizualizace .....	24
6.1	Návrh Grafických objektů.....	24
6.1.1	Plnič lahví .....	24
6.1.2	Vytvoření Faceplate .....	24
6.2	Vizualizace provozu potravinářské linky .....	26
6.2.1	Popis obrazovek .....	27
7	Simulační program .....	36
7.1	Vytvoření projektu a hardwarová konfigurace.....	36
7.2	Popis bloků programu .....	36
8	Sběr dat.....	41
8.1	Úprava dat z .csv souboru .....	41

8.2	VBA .....	42
9	Závěr.....	43
10	Seznam zkratek.....	44



# Seznam obrázků

Obr. 1 WinCC flexible – přehled základních verzí [4] .....	13
Obr. 2 Hlavní stránka Reliance Control Server [10].....	16
Obr. 3 Modularita aplikace Control Web [9].....	17
Obr. 4 Vývojové prostředí WinCC flexible .....	21
Obr. 5 Nastavení šablony projektu ve WinCC.....	23
Obr. 6 Plnič pro PET lahve [13].....	24
Obr. 7 Faceplate pro plnič PET.....	25
Obr. 8 Drag&drop.....	25
Obr. 9 Indikace poruchy.....	26
Obr. 10 Graf přechodů mezi obrazovkami.....	28
Obr. 11 Template .....	29
Obr. 12 Úvodní obrazovka.....	30
Obr. 13 Linka sklo .....	31
Obr. 14 Graf - linka sklo .....	32
Obr. 15 Linka pet .....	33
Obr. 16 Graf – linka pet .....	34
Obr. 17 Nastavení .....	35
Obr. 18 Výskyt vadných lahví .....	41

# 1 ÚVOD

Úkolem bakalářské práce je vytvořit aplikaci pro ovládání a vizualizaci nápojové linky, která byla vyrobena firmou NATE – nápojová technika a.s. V teoretické části jsou detailně popsány celosvětově známé vizualizační systémy InTouch a WinCC i méně známe programy Reliance 4 a Control Web, které byly vyvinuty v České Republice. Pro vytvoření výsledné aplikace bude použit systém WinCC flexible 2008 Standard, a proto je zde také rozebráno vývojové prostředí a jeho nejdůležitější součásti. Pro ovládání a dohled nad výrobním procesem jsou používány klasické tlačítkové panely, bezdotykové panely s tlačítky, ale i až 22“ dotykové displeje. Pro tyto panely je nutné vytvořit intuitivní ovládání a přehlednou vizualizaci.

V praktické části je popsána tvorba objektů představující vlastní stroje linky. Ta je realizována prostřednictvím tzv. „Faceplatů“. Faceplaty jsou uživatelsky vytvořené objekty, které výrazně zvyšují orientaci ve vizualizaci. Jsou vytvářeny pro různorodé stroje, pro které není vytvořena dostatečná reprezentace v základních grafických objektech. Faceplate se při vložení do projektu chová jako zapouzdřený objekt, který komunikuje s ostatními částmi pouze přes externí proměnné. Při jejich tvorbě se hojně využívá vyskakovacích oken, která šetří místo na obrazovce. Faceplaty jsou součástí vizualizace, která má za úkol vytvořit pracoviště s přehledem o celém provozu.

Simulace linky je vytvořena v programu STEP 7 v jazyce STL. Je vytvořen základní model fungování provozu, který simuluje provoz i výskyt chyb na lince. Model lze ovládat v nastavení vizualizace.

Ve většině provozů je nutné pravidelně sbírat data. Tato potřeba je ještě více umocněna u velkých projektů. Data je možné ukládat ve známém formátu pro tabulkové procesory jako je například .csv soubor. Uložená data jsou dále pomocí skriptu přetřansformována tak, aby byl vytvořen soubor s tabulkami a grafy pro další vyhodnocení.

## 2 AUTOMATIZACE

Automatizace je v dnešní době nedílnou součástí našeho života. Ať už se jedná o jednoduché řízení semaforů na křižovatce, výrobu automobilů až po komplexní řízení jaderné elektrárny. Hlavní úlohou automatizace je vyloučení, či alespoň omezení role člověka v daném procesu.

Důvodů je mnoho, jednou z hlavních příčin je ekonomická stránka. Automatizace zaběhlého provozu může několikanásobně zvýšit produkci linky. Při menším počtu zaměstnanců je vyráběno více výrobků, jsou zmenšeny náklady na provoz a jsou minimalizovány chyby způsobené člověkem. Tím dojde ke zkvalitnění práce, například se zmenší výskyt zmetků. Dojde také ke zvýšení flexibility výroby, při změně výrobku je pouze změněn program, kterým je stroj ovládán.

Dalším důvodem jsou fyzické možnosti lidského těla. Při řešení komplikovaných úloh je požadováno například rychlé vyhodnocení velkého množství vstupních informací v krátkém čase. Je také požadována práce na zdravotně rizikových místech. Například práce v oblastech velkého radiačního zamoření, v chemicky znečištěných prostorech, při vysokých nebo nízkých teplotách.

### 2.1 Vizualizace

Pro ovládání a kontrolu funkce automatizovaného provozu je důležitá vizualizace. Ať už se jedná o pouhou indikaci stavu pomocí kontrolky, až po vizualizaci celých procesů na PC. Vizualizace má za úkol zprostředkovat kontrolnímu pracovníkovi informace o průběhu procesu. Pracovník musí mít dostatek informací pro ovládání a kontrolu. Například ve velkých provozech umožní vizualizace sledovat celý proces z jednoho kontrolního stanoviště (velínu).

### 2.2 SCADA(HMI)

S vizualizací je úzce spjat název SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) nebo také HMI (Human Machine Interface). Tyto termíny označují systémy, které kombinují vizualizaci s možností ovládání procesu a se sběrem dat. [1]

## 3 VIZUALIZAČNÍ SOFTWARE

### 3.1 WinCC

WinCC je SCADA systém pracující pod MS Windows XP/7, je vhodný pro složité aplikace v různých oblastech průmyslu. Má variabilní možnosti uplatnění, jako samotná stanice, jako více stanic, nebo jako server-klient. Dle počtu proměnných, které se využívají při vizualizaci je pro WinCC několik typů licencí. Od nejmenší pro 128 proměnných, až po verzi pro 262 144 proměnných.

WinCC je postaveno na databázovém systému MS SQL server, ten obsahuje všechna relevantní data a umožňuje dlouhodobé archivování. K datům lze přistoupit například metodou ODBC (Open Data-Base Connectivity), nebo pomocí paralelně běžících programů jako je MS Excel metodou DDE (Dynamic Data Exchange).

Důležitou částí WinCC je systém správy jednotlivých operátorů a jejich přístupových práv. Systém správy je možné ovládat z jediné stanice, tím je dosaženo vysoké bezpečnosti.

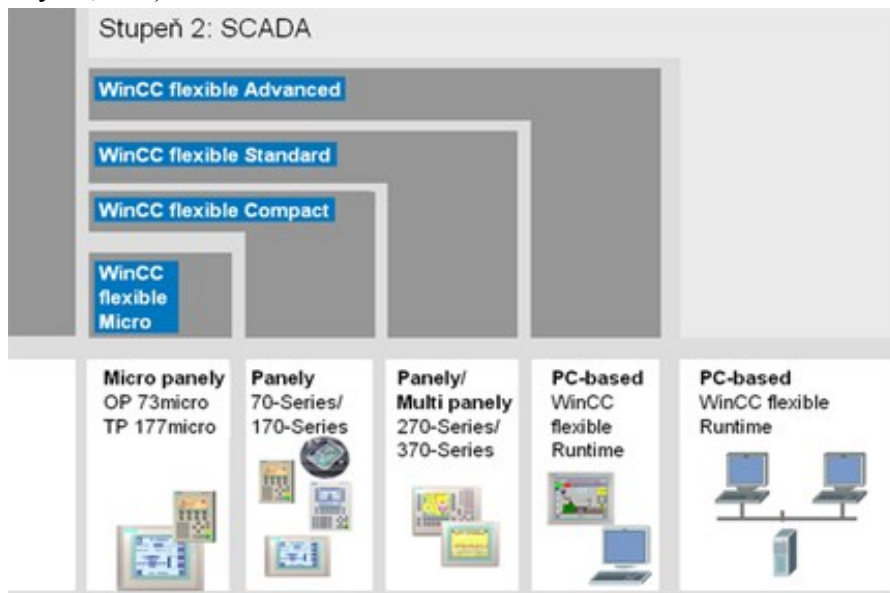
Proces je možné obsluhovat z jakéhokoli místa na světě díky rozhraní Intranet/Internet. Vše je zabezpečeno proti neoprávněným zásahům. Od verze 6 byl ke skriptovacímu jazyku C přidán jazyk VisualBasic, díky tomu se snižuje realizace náročných nestandardních projektů. Nedávno oznámená verze 7.2 umožňuje použití až 18 redundantních serverů, podporu UNICODE, jsou vylepšeny možnosti informačního serveru pro tvorbu reportů a možnosti zálohování. Verze 7.2 nabízí nové možnosti dotykového ovládání dvěma prsty. Pomocí intuitivních gest je možné například přiblížit zobrazení, nebo při současném zapojení obou rukou zadávat kupříkladu žádanou hodnotu. [2][3][11]

#### 3.1.1 WinCC flexible

WinCC flexible je od svého vzniku hojně využíváno pro vizualizaci rozličných projektů. V základu je možné pořídit čtyři rozdílné verze (viz. Obr. 1), podle toho na jakém panelu (popřípadě PC) budeme vizualizaci používat. Vyšší verze vždy podporuje vše, co verze předcházející.

Pokud máme zajištěno, že s ovládacím panelem, na kterém běží aplikace, komunikuje PLC (Programmable Logic Controller) SIMATIC řady S7-300/400 je vše jednodušší. Programátor má zjednodušenou práci, díky začlenění WinCC flexible do nástroje SIMATIC Manager. SIMATIC Manager nám umožní propojit komunikaci. Komunikační proměnné, pomocí nichž se přenášejí informace z řízeného procesu přes PLC do vizualizace, není také nutno vytvářet, protože vznikly tím, že v SIMATIC Manageru byly vytvořeny symbolické názvy objektů a datové bloky. Toto propojení nám umožňuje diagnostikovat problémy v řídicím systému. O těchto problémech je informován operátor.

Je-li vytvořena komunikace mezi PLC a ovládacím panelem následuje vlastní vizualizace daného problému. V základu je WinCC flexible vybaveno knihovnou s velkým množstvím předpřipravených prvků (kontrolky, stroje z různých odvětví průmyslu, atd.)



**Obr. 1 WinCC flexible – přehled základních verzí [4]**

Dále má programátor možnost vytvořit si vlastní objekty tzv. „Faceplate“. Tyto objekty mohou představovat jednotlivý prvek (například ventil), nebo složitý stroj (myčka lahví). Tyto nově vytvořené prvky se často používají a umožňují globální změny, i pokud jsou již rozmístěny na různá místa v projektu.

Pro obslužný personál je možnost vytvoření alarmů, ty upozorňují na určité události v provozu. Dle závažnosti jsou alarmy pro snazší orientaci rozděleny do několika skupin. Alarmy je také možno archivovat přes ODBC rozhraní, či uložením do databází jako MS Excel a MS SQL Server. Dále lze uchovávat i měřené veličiny s nadefinovanou periodou ukládání.

WinCC flexible umožňuje zabezpečit panel pomocí přístupových práv uživatelů. Je možné nastavit omezenou platnost hesla, blokování určitého uživatele, nebo nastavit omezený počet pokusů pro zadání hesla. [4]

### 3.1.2 WinCC V11

WinCC V11 pracuje na platformě TIA (Totally Integrated Automation) Portal. TIA Portal je založen na objektově orientované struktuře s centralizovanou správou dat. TIA Portal spojuje WinCC V11 a Step 7 V11, tím je vyřešena komunikace mezi PLC a vizualizací. [5]

### 3.1.3 Přídavné moduly pro WinCC

#### WinCC Calendar Scheduler

Při komplexnějším plánování, které je závislé nejen na čase, ale i na příchozích událostech, využijeme chytrý plánovač tzv. „Scheduler“. Při splnění daných podmínek plánovač vykoná dané akce nebo skripty ve Visual Basicu. [6]

#### WinCC Web navigator

Tato nadstavba umožňuje vzdálenou správu programu přes intranet nebo internet. Program je možno sledovat, při dostatečně přidělených právech i řídit. [6]

#### Data Monitor

Data monitor umožňuje vzdálené sledování provozu přes webový prohlížeč. Dále získává a zpracovává data. Pro funkčnost Data Monitoru nepotřebujeme mít nainstalovaný software WinCC. Tato nadstavba je vhodná pro řídicí pracovníky. Získaná data lze použít pro další analýzy. Data Monitor je složen z těchto částí:

- Process Screen – slouží pouze ke vzdálenému sledování.
- Excel Workbook – provádí přenos dat do MS Excel.
- Trends and Alarms – zobrazuje proměnné programu, které je dále možné exportovat.
- Webcenter – umožňuje vytvořit webovou stránku s údaji a provozu.
- Reports – soupis časově nebo událostně vytvořených proměnných.

[6]

## 3.2 InTouch

InTouch je jeden z nejvíce používaných programů pro vizualizaci výrobních procesů. Sází na intuitivní ovládání, přehledné vývojové prostředí. Mezi jeho přednosti patří využití ArchestrA grafiky s velmi reálným zobrazením a velkou škálou možností při vytváření vlastních objektů. Tyto objekty, které podporují vnořenou skriptovou funkčnost a vstupně-výstupní konektivitu, jsou normalizovány a můžou být opakovaně využívány.

Jednoduchost ovládání při vytváření nových grafických objektů zrychluje vývoj celé vizualizace. Máme k dispozici základní geometrické prvky (čára, čtverec, elipsa), ale i jim podobné objekty (kruhové výseče, oblouky). K základním objektům patří i ovládací prvky (tlačítko, text box, combo box, atd.). Vytvořené objekty mají široké možnosti animace (procentuální výplň, změna souřadnic, změna rozměrů, rotace, průhlednost, viditelnost), interaktivní animace s různými druhy vstupů (skripty, hodnoty proměnných, ovládací prvky). Možnosti animace závisí na schopnostech a

představivosti programátora. K vytvoření kvalitního výsledku máme možnost kombinovat různé druhy animací. InTouch v základu obsahuje knihovnu s předdefinovanými symboly, které již mají naprogramovanou základní funkčnost. ArchestrA objekty podporují funkčnost .NET, díky tomu je možné je využívat spolu s .NET objekty třetích stran. Tato integrace šetří čas programátora a umožňuje nám ovládat například webový prohlížeč, programy Windows a další aplikace.

InTouch může být nasazen jako jednotlivá stanice, nebo může být částí distribuované architektury. Tato architektura může zahrnovat více stanic v jediném provozu, nebo může být například rozvržena do jednotlivých poboček podniku.

Bezpečnost je zajištěna možností omezení přístupu heslem, je možné znemožnit přístup do celé aplikace, či jen do její části. Omezit lze také přístup k jednotlivým datům. Dále je možné využít aplikaci pro pouhé sledování provozu. Pracovník nemůže zasahovat do provozu, ani potvrzovat alarmy.

Přídavnými moduly lze sledovat výrobní prostoje a efektivnost výroby, historii všech provedených změn při výrobě, řízení dávkových (batch) procesů, atd. [7]

### 3.3 Reliance 4

Reliance 4 je SCADA/HMI systém od české firmy GEOVAP, spol. s r.o. sídlící v Pardubicích. Je určen pro sledování a řízení technologických procesů, který podporuje využití skriptů, receptur, alarmů, postmort, přístupových práv, OPC, SMS, emailů i výměnu dat s podnikovými systémy. Zajímavá je funkce postmort, která umožňuje nahrávat vizualizovaný proces. Takto vytvořený záznam je možné prohlížet zrychleně či zpomaleně a kdykoli zastavit. Přehráváním záznamu na zařízení je omezena jeho funkčnost, není možné získávat aktuální data. Aktuální data jsou nahrazena daty ze záznamu. Pro sledování bývá často vyčleněna samostatná stanice. Systém je tvořen z několika modulů.

Vývojové prostředí je nabízeno ve dvou variantách. Základní verze Desktop je určena pro aplikace na jeden počítač, ke kterému může být připojeno libovolné množství stanic. Desktop neumožňuje vytváření síťových aplikací. Vyšší verze Enterprise toto umožňuje. Vytvořené programy tak mohou komunikovat s libovolným množstvím počítačů.

Provoz aplikace na počítači u koncového zákazníka umožňuje Runtime modul. Runtime modul získává data z provozu, dokáže komunikovat i s ostatními runtime moduly. Dále provádí skripty, může uchovávat data, zaznamenávat Postmort. K dispozici je několik verzí runtime modulů.

- Reliance View zprostředkovává pouze dohlížení nad provozem. Je určen pro vedoucí pracovníky, kteří nemají nutnost ovládání procesu. Reliance View poskytuje informace o alarmech a aktuálních datech, které je možné archivovat. Alarmy je možné i kvitovat a diagnostikovat jejich příčinu.

- Reliance Control je již pro plnohodnotné ovládání. Ovládání procesu je možné přímo v provozu, nebo ze vzdáleného řídicího centra. Poskytuje tytéž informace jako Reliance View.
- Reliance Server plní funkci nevizuálního datového uzlu serveru pro klientské runtime moduly. Poskytuje distribuci dat a událostí na základě požadavků klientů. Funguje jako služba Windows.
- Reliance Control Server (Obr. 2) slučuje možnosti Reliance Control a Reliance Server modulů. Pro složitější aplikace se doporučuje zřídit vlastní server pro správu klientů.



**Reliance 4 Control Server**

[Nápověda](#) [English](#)

**Vítejte!**  
Vítá Vás webová stránka programu Reliance 4 Control Server.

**Projekt**  
[Stanice](#)  
[Tabulkové sestavy](#)  
[Uživatelské sestavy](#)

**Stav**

Název	Hodnota
Verze	4.0.17, Revize 6213
Sériové číslo	0081-2E31
Tencí klienti	6/100
Projekt	AirCondition
Počítač	pc1

**Tenci klienti**

 **Reliance Web Client**  
Pro spuštění webového klienta (Reliance Web Client) použijte tuto [stránku](#).

 **Reliance Mobile Client**  
Pro stažení mobilního klienta (Reliance Mobile Client) použijte tuto [stránku](#).

**Server**  
[Správa](#)

**Odkazy**  
[www.reliance.cz](http://www.reliance.cz)

Tato webová stránka byla vygenerována pomocí Reliance 4 Control Server 23.1.2009 14:29:01.

www.reliance.cz © 1997–2007 GEOVAP, spol. s r.o. 

**Obr. 2 Hlavní stránka Reliance Control Server [10]**

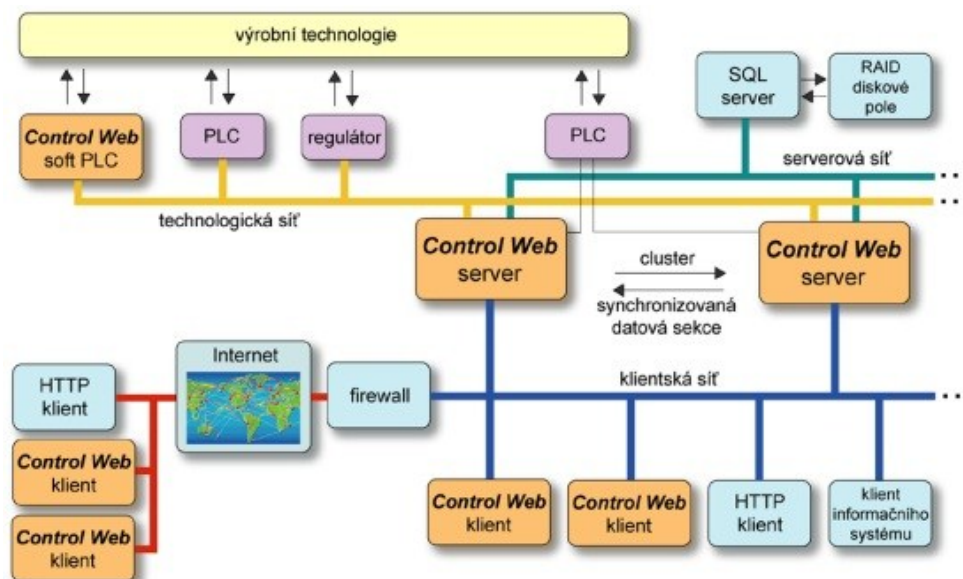
Pro vzdálený přístup k aplikacím je využíván Reliance Web Klient. Tento klient je založen na platformě Java a je tudíž nezávislý na operačním systému a prohlížeči. Zprostředkovává přístup k datům i událostem, podporuje archivaci i vizuální zobrazení provozu. Pro vizualizaci na mobilních zařízeních je Reliance Mobil client. Reliance Mobil Klient podporuje systémy Windows CE/Windows Mobile a Microsoft .NET Compact Framework 2.0. Ke vzdálenému přístupu je nutné využívat služeb Reliance Server, nebo Reliance Control Server.



Pro přenos dat jsou nutné komunikační drivery. Cena driverů se odvíjí od velikosti licence a od typu zařízení. [10]

### 3.4 Control Web

Control Web je český software určený nejen pro vizualizaci, ale i pro tvorbu rozsáhlých distribuovaných aplikací s tisíci měřicími body. Má široké spektrum využití (Obr. 3) od malých integrovaných jednotek po velké redundantní servery. Control Web má odlišnou vnitřní strukturu v porovnání s ostatními SCADA systémy. Předchůdce současného programu byl systém Control Panel, ten byl uveden na trh, aby řešil složité procesy, pro řešení kterých byly dřívější SCADA systémy nedostačující.



Obr. 3 Modularita aplikace Control Web [9]

Jednotné vývojové prostředí nabízí vývojářům velké množství součástí a služeb i s grafickým vývojovým prostředím. Tvorba nového programu využívá možnost využití velkého množství dynamicky připojovaných, které nemusejí být předem známé.

Součástí Control Webu je také 3D vykreslovací systém. Ten funguje na základě principu klient-server. Pro fungování vykreslovacího serveru je vytvořeno vlastní vlákno. Server umožňuje vykreslování v reálném čase i pro náročné scény. Díky využití nových technologií v oblasti počítačové grafiky a shaderů fungujících v grafických procesorech je schopen využít potenciálu dnešních procesorů. Vykreslovací systém není součástí jádra, tím je zabezpečena použitelnost na malých řídicích jednotkách.

Možnosti grafického procesoru jsou využívány v oblasti strojového (počítačového) vidění. Digitální obraz je dále zpracováván v plné kvalitě a propustnosti. [9]

## 4 VIZUALIZAČNÍ PANELE SIEMENS

### 4.1 Tlačítkové panely

Tlačítkové panely umožňují velmi jednoduché ovládání procesu, které je ale neodmyslitelnou součástí řídicího systému. Nejčastěji jsou používány pro přenos povelů obsluhy. Jejich výhodou je jednoduchá a rychlá montáž oproti klasickým prvkům, jako jsou vlastní tlačítka a přepínače. Komunikace tlačítkových panelů probíhá přes síť PROFINET. Díky integrovanému ethernetovému switchi můžeme nastavit lineární, či kruhovou topologii. Panely jsou i ve verzi failsave.

#### **Simatic HMI KP8/KP8F**

Tyto dvě varianty zahrnují 8 programovatelných tlačítek, u kterých je možné nastavit podsvícení, jas a barvu. Z přední strany splňují oba panely vysoký stupeň krytí IP65, který dovoluje jejich využití i ve ztížených podmínkách provozu. Tlačítka poskytují zpětnou hmatovou vazbu, která zajišťuje bezpečné ovládání i s použitím rukavic.

Varianta KP8F má oproti KP8 dva bezpečnostní vstupy. Při využití jednoho kanálu je dosažena bezpečnost SIL 2, a při využití dvou kanálů bezpečnost SIL 3. Dle stupně bezpečnosti máme možnost připojit jeden až dva bezpečnostní vypínače. V zadní části panelu můžeme připojit další ovládací prvky pomocí I/O pinů. Oba panely lze doplnit operátorské rozhraní se stupněm krytí IP65 ze všech stran.

#### **Simatic HMI KP32F**

Simatic HMI KP32F zahrnuje 32 programovatelných tlačítek. Jednotlivá tlačítka lze popsat dle požadované funkce. V zadní části je zvýšen počet I/O pinů na 16, navíc jsou zde 4 bezpečnostní vstupy.

### 4.2 Mikropanely

Tyto panely slouží k vydávání jednoduchým řídicích signálů. Jsou orientovány na PLC SIMATIC řady S7/200 a sazí na nízkou cenu.

#### **TD 100C/200/400C**

Panel SIMATIC TD 100C obsahuje čtyřřádkový textový display s až 14 klávesami. Přístup lze omezit použitím hesla.

SIMATIC TD 200 navyšuje počet funkčních kláves na 20. Velkou výhodou je možnost přepínání jazyků v online režimu. Tento panel jako jediný nelze programovat v softwaru WinCC flexible.

SIMATIC TD 400C je orientován na řadu PLC SIMATIC S7-200. U panelu je zlepšená čitelnost díky možnosti změny velikosti písma a nového podsvícení.

### **OP 73micro/TP 177micro**

SIMATIC OP 73micro je již grafický panel s monochromatickým displejem. S rozlišením 160 x 48 bodů je schopen zobrazovat sloupcové grafy a bitové mapy.

SIMATIC TP 177micro nabízí dotykový displej s rozlišením 320 x 240 bodů. Nově tento panel podporuje vektorovou grafiku.

## **4.3 Mobilní panely**

Tyto panely díky své mobilitě umožňují ovládání řízení výrobního procesu z různých míst. Ovládání je zabezpečeno přes membránovou klávesnici a dotykový displej. Připojení do sítě zprostředkovává externí připojovací box, který provede automatické připojení, či odpojení bez nutnosti zastavení provozu. Důraz je kladen také na mechanickou odolnost a elektromagnetickou kompatibilitu.

### **Panel 177/277**

Panel 177 je vybaven barevným displejem a 14 klávesami. Komunikace je zajištěna například přes MPI, PROFIBUS, atd. Panel je vybaven nonvolatilním archivem. Samozřejmostí je krytí IP65.

Panel 277 obsahuje displej 10,4“ s dotykovým ovládáním a rozlišením 800 x 600 bodů. Pro rychlý přenos dat je vybaven rozhraním USB.

### **Panel 277(F) IWLAN/ Panel 277(F) IWLAN V2**

Komunikace panelů přes Wireless LAN zajišťuje snadnou pohyblivost. Panel má dotykový displej kombinovaný s membránovými klávesami. Pro zálohování dat je integrována čtečka karet a USB.

Ve verzi V2 je podporován Rapid Roaming pro automatický přechod mezi jednotlivými přístupovými body a druhé frekvenční pásmo.

## **4.4 Panely**

### **Řada 70**

Řada pro jednoduché aplikace. Monochromatické grafické displeje umožňují sledování procesu pomocí sloupcových grafů a bitových map. Pro snadnější ovládání je možné měnit velikost fontu a vytvářet projekty ve více jazycích.

SIMATIC OP 77A je zaměřen pro aplikace ve kterých není třeba využívat receptur, tisku na tiskárně a komunikaci přes PROFIBUS DP. Vyšší verze SIMATIC OP 77B již podporuje receptury, díky paměťovým kartám, USB, PROFIBUS DP a MPI je jednodušší zálohování a více možností komunikace.

### **Řada 170**

Tato řada je určena pro složitější aplikace. Obsahuje již i panely s barevným displejem a pokročilejšími funkcemi. Reporty jsou zálohovány, takto zálohovaná data jsou nezávislá na napájení. Díky USB je možné připojit periferie jako je tiskárna, myš, klávesnice či čtečka čárového kódu. Přes přídatné moduly (Sm@rtService, Sm@rtAccess) je možná vzdálená správa aplikace. Typ OP177B spojuje možnosti dotykového ovládání s vlastními tlačítky.

### **Řada 270**

Univerzální panely řady 270 mají široké pole působnosti. Díky výbornému displeji a velké paměti jsou ideální pro složité projekty. Dálkový přístup je zabezpečen přídatnými moduly pro vzdálenou správu. Řada 270 podporuje také vytváření vlastních objektů (Facepalte).

## **4.5 Multipanely**

Multipanely umožňují mimo vizualizace plnit také funkci OPC serveru, či soft PLC. OPC server umožňuje využití proměnných, které nefigurují přímo v panelu. Dle náročnosti aplikace můžeme využít řady 170/270 a 370. Panely v těchto řadách jsou k dispozici panely od 6“ až do 19“.

## **4.6 Comfort panely**

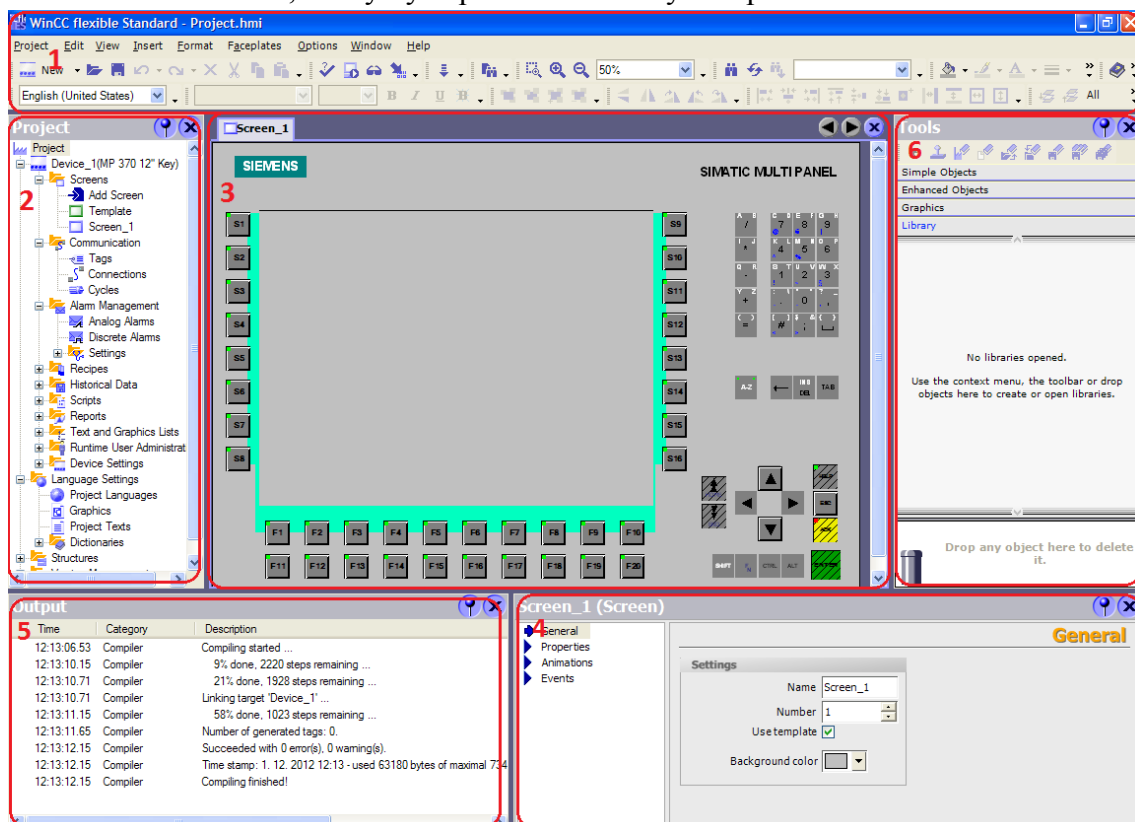
Pro nejnáročnější projekty jsou k dispozici panely Comfort s úhlopříčkou až 22“. Panely je možné trvale využívat jak ve vertikální tak v horizontální poloze, aby byl efektivně využit nabízený prostor. Mezi nadstandardní funkce patří integrace webového prohlížeče v panelu, možnost práce přímo s programy jako Adobe Acrobat a Microsoft Excel. Pro školení obsluhy lze využít Media Player s instrukcemi. Při prostojích ve výrobě lze efektivně řídit spotřebu automatickým vypínáním displeje. Programování Comfort panelů probíhá v TIA portálu.

[12]

## 5 VYUŽÍVANÝ SOFTWARE

### 5.1 WinCC

V této podkapitole bude popsáno vývojové prostředí WinCC flexible standard (Obr. 4) a nejdůležitější prvky prostředí při tvorbě projektu. Základní okno se skládá z několika hlavních částí, nezbytných při efektivním využití potenciálu softwaru.



Obr. 4 Vývojové prostředí WinCC flexible

Hlavní panel (1) – obsahuje základní záložky pro práci s projektem, pokud je k dispozici Simatic Manager můžeme projekt spojit s již vytvořeným programem *Project->Integrate\_in\_STEP\_7*. Dále je zde pás ikon pro rychlé použití, zde se nacházejí totožné možnosti jako v záložkách. Například při vytvoření vícejazyčného programu je zde možnost přepnutí zobrazovaného jazyku v projektu.

Project view (2) – zde je ve stromové struktuře rozdělení na logické části programu. U názvu projektu je uveden název panelu, pro který je vytvářena vizualizace.

- Screens – pro nastavení objektů (například navigačních tlačítek), které budeme trvale používat je zde implicitně vytvořena vzorová šablona „Template“. Objekty zde umístěné jsou zobrazeny a jsou funkční i na všech ostatních obrazovkách. Dále je tu seznam ostatních obrazovek.
- Communication – zde pod položkou Tags máme seznam všech používaných proměnných (externích i interních). Nezobrazují se zde ale interní tagy

Faceplatů. Communication obsahuje také správu připojení. Zde vidíme přes jaké komunikační rozhraní probíhá výměna dat a další možná nastavení.

- Alarm Management – slouží ke správě alarmů, které jsou při běhu programu zobrazovány v Alarm View. Alarmy jsou tu děleny na diskrétní a analogové. Diskrétní alarmy se používají pro proměnné bool. Analogové jsou využívány například pro indikaci prahové hodnoty u větších datových typů (WORD, DWORD)
- Recipes – zde jsou obsaženy jednotlivé recepty pro výrobu.
- Historical Data – pro záznam činnosti programu máme možnost vytvořit záznamy proměnných i alarmů. Záznamy jsou spustitelné v tabulkovém procesoru.
- Scripts – obsahuje jednotlivé používané skripty, napsané kupříkladu v jazyce C.
- Reports – pro vytváření záznamů z provozu. Například můžeme dokumentovat výrobní cyklus, tisknout používaný recept, atd.
- Text and Graphics list – slouží k vytvoření seznamu, jehož každé položce reprezentované textem (obrázkem) je přiřazena číselná hodnota.
- Runtime and Administration – definuje přístupová práva při obsluze.
- Device Settings – zde je možné pozměnit implicitně nastavené parametry, jako je jazyk při spuštění, výchozí obrazovka, atd.

Dále máme možnost vytvořit vícejazyčný projekt. Pro každý jazyk v projektu je možné použít mimo jiného pojmenování i jiné grafické objekty (vlajky států). Pro úplnost správy projektu slouží Version Management. V případě potřeby se můžeme vracet k předchozím verzím projektu.

Work area (3) – je prostor pro vývoj vlastního rozhraní pro ovládání procesu. Po vytvoření nového projektu se zde zobrazí panel, pro který je vytvářen projekt. Při práci s jednotlivými záložkami z Project view se zde otevírají další okna. Mezi těmito okny se je možné přepínat pomocí myši, nebo šipek v pravém horním rohu.

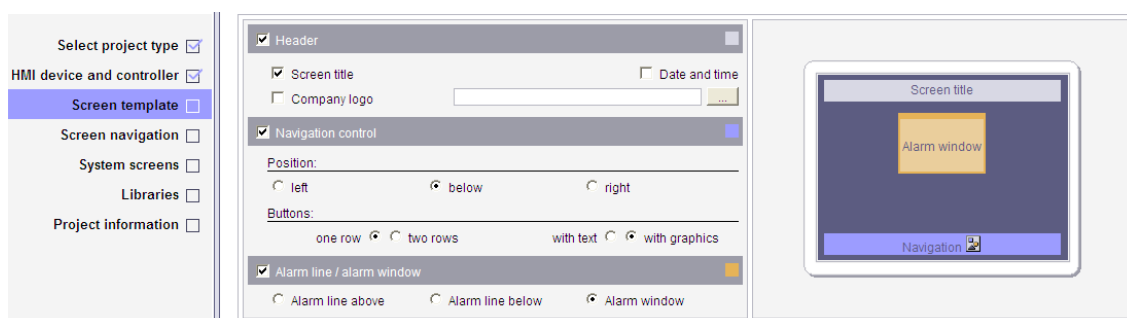
Property view (4) – v levé části jsou zobrazeny do skupin seřazené vlastnosti právě vybraného objektu. Zbýlá část pak umožňuje měnit jednotlivá nastavení objektu.

Output view (5) – v okně Output view je zaznamenáváno dění ve WinCC Flexible. Při kompilaci ukazuje chyby a varování. Dvojklikem na takovou událost přejdeme přímo na objekt, který ji způsobil. Informace v Output view lze také třídit dle různých kategorií, například podle popisu.

Tool window (6) – obsahuje grafické objekty rozdělené do několika kategorií. Pro základní funkčnost jsou tu nabídka se základními a rozšířenými objekty. V případě složitějších simulací můžeme využít velké množství předdefinovaných objektů (motory, ventily, atd.). Pro maximální použitelnost je tu i záložka pro importování a vytváření knihoven. [8]

### 5.1.1 Vytvoření nového projektu

1. Je spuštěn program WinCC flexible pomocí ikony na ploše. Po spuštění je z menu na obrazovce vybrána volba *Create a new project with the Project Wizard*, která zjednoduší tvorbu projektu.
2. Dále je vybrán typ projektu. Pro tvorbu malého projektu vybereme *Small machine*. Pokud je již vytvořen řídicí S7 program je zde možnost ho nyní integrovat. Pro další výběr stiskneme tlačítko *Next* ►.
3. V tomto kroku nastavíme pro jaký HMI panel bude vytvářena aplikace, komunikaci s PLC a typ PLC
4. Nyní je nastavována šablona projektu (Obr. 5). Zde je možné umístění okna s alarmy, hlavičky s časem, datem a logem společnosti i navigační panel.



Obr. 5 Nastavení šablony projektu ve WinCC

5. Nastavení navigace umožňuje vytvoření obrazovek projektu ve stromovité struktuře.
6. Dále je možné vytvoření systémových obrazovek pro nastavení, informace o projektu, systémové nastavení, atd.
7. Po vytvoření jednotlivých obrazovek máme možnost připojit k projektu externí knihovny.
8. Poslední nastavení *Project Wizard* umožňuje pojmenování projektu, připsání poznámky a přiřazení autora. Průvodce vytvoření projektu dokončíme stiskem *Finish*.

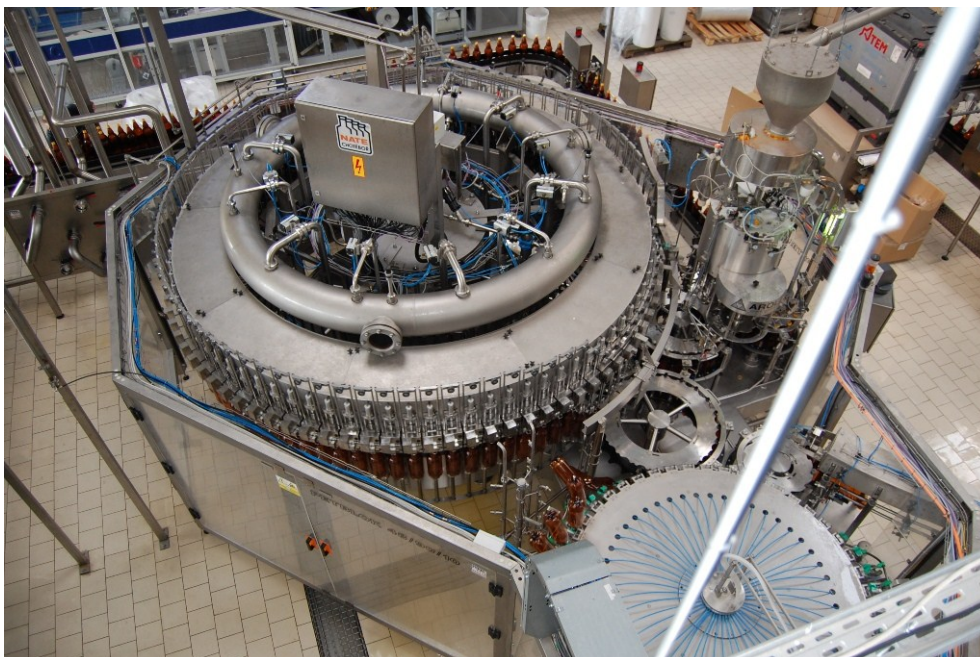
Jakýkoli krok v *Project Wizard* jde kdykoli přeskočit a vyplít jej až budeme-li potřebovat. Použití *Project Wizard* není nutností při vytváření nových projektů. Projekt lze vytvořit i standardně *Project->New*.

## 6 VIZUALIZACE

### 6.1 Návrh Grafických objektů

#### 6.1.1 Plnič lahví

Plnič lahví pro linku PET (Obr. 6) umožňuje plnění piva a různých druhů limonád. K dispozici jsou lahve 1 litr, 2 litry a 2.5 litru. Pivo se plní do hnědých lahví a limonády do bílých. Plnič umožňuje plynulý přechod mezi různými velikostmi lahví díky úchopu za hrdlo.



Obr. 6 Plnič pro PET lahve [13]

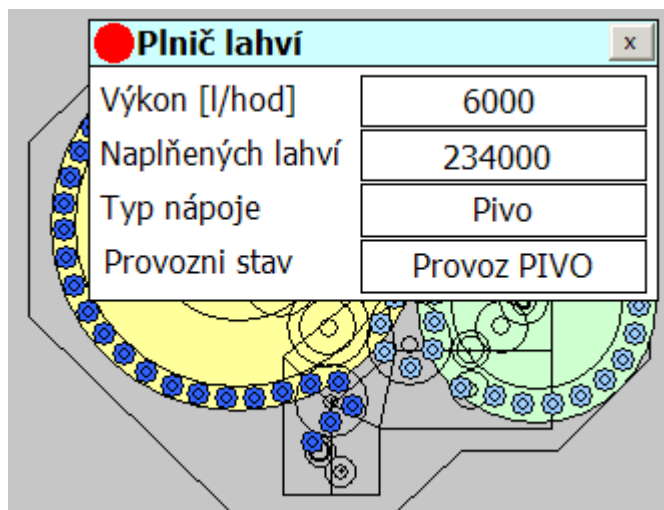
Při vstupu lahví do plniče je nejdříve proveden proplach vnitřku lahve pitnou vodou. Po proplachu dojde k odvedení vzduchu a naplnění lahve oxidem uhličitým. Dále je lahev natlakována a plněna příslušným nápojem. Po naplnění je lahev uzavřena.

Plniče musí splňovat vysoké standardy pro čistotu i při nepřetržitém provozu. Sanitace může být prováděna manuálně i automaticky. [13]

#### 6.1.2 Vytvoření Faceplate

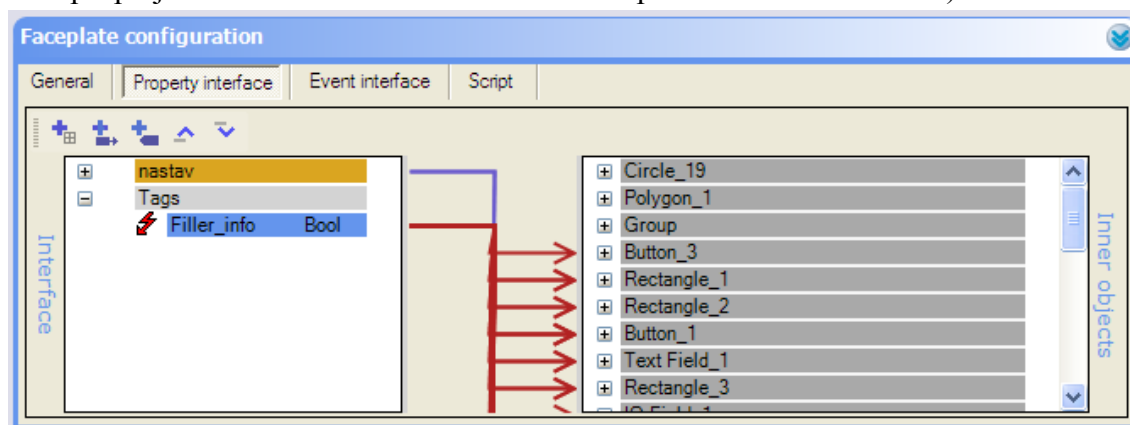
Pro každý nově vytvořený objekt je vytvořena nová grafická reprezentace stroje (Obr. 7), která je založena na výkresech NATE – nápojová technika a.s. Grafický návrh je vytvořen základními objekty prostředí WinCC flexible, nebo vložením náčrtu do objektu *Graphics\_View*. Je-li nutno při návrhu používat složitější křivky je využit objekt *Graphics\_View*, do kterého je vložen obrázek nakreslený v libovolném CAD softwaru.





Obr. 7 Faceplate pro plnič PET

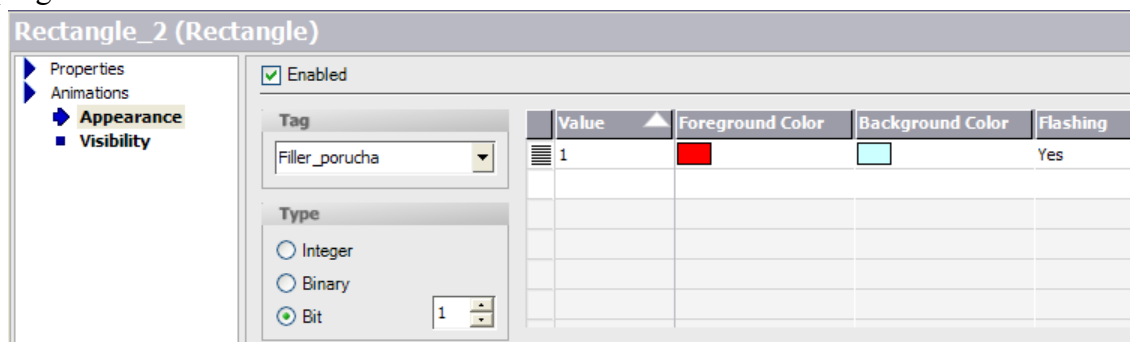
Pro grafický návrh je vytvořen Faceplate, *Faceplate->Create\_Faceplate*. Celý objekt je překryt tlačítkem. Ve Faceplatu je kvůli zachování poměrů stran vybrán parametr *Sizing\_Behaviour* na *Keep\_ratio*. Tlačítku je nastaveno jako neviditelné (průhledné) *General->Button mode->invisible*. Dále je mu přiřazeno nastavení tagu *Filler\_info* typu bool do log. 1 *General->Events->Click->SetBit*. Tag je automaticky nastaven jako externí. Máme možnost použít i Interní tag, ten je dostupný pouze v daném Faceplatu a není možné k němu přistupovat zvenčí. V rohu tlačítka je vytvořena tabulka sledovaných parametrů stroje. Tato tabulka se zobrazí pouze při kliknutí na tlačítko (nastavení všech objektů tabulky *Animations->Visiblity->Tag->Filler\_info* a zároveň *Animations->Visiblity->Object\_state->Visible*) jinak je neviditelná. Při zviditelnění ji lze opět skrýt tlačítkem křížku. Dále je v konfiguraci Faceplate pomocí parametru *IO\_Field->General->Proces\_value*, který přetažením (drag&drop) umístíme do okna *interface*. Dle požadovaného parametru přejmenujeme a nastavíme hodnotu jako externí (zaškrtnutím okénka při přejmenovávání zčervená ikonka blesku před názvem viz. Obr. 8).



Obr. 8 Drag&drop

Například u plniče lahví sledujeme chod stroje, poruchu stroje, jmenovitý výkon stroje, celkový počet naplněných lahví, druh plněného nápoje a provozní stav. K zobrazení chodu slouží kontrolka v levém horním rohu. Pokud je stroj v provozu je

zelená, pokud je vypnut, je červená. Kontrolka je prostý kruh implicitně zbarvený červeně, pokud je nastaven příslušný bit slova na log. 1 je pomocí vlastnosti *Animations->Apperance* změněna barva na zelenou. Porucha je indikována blikáním záhlaví vyskakovacího okna. Tomu je opět pomocí vlastnosti *Animations->Apperance* změněna barva na červenou, navíc je nastaveno blikání (Obr. 9). Ostatní parametry jsou zobrazovány v objektech typu *IO Field* nebo *Symbolic IO Field*. Objekty *IO Field* jsou nastaveny pouze jako výstupní *General->Type->Output* a podle zobrazované hodnoty je vybrán formát *General->Format->Format\_type->Decimal*. *Symbolic IO Field* jsou využívány pro zobrazení textových údajů, protože jsou uzpůsobeny k zobrazení hodnot z textlistů. V základních parametrech *General->Display* je vytvořen nový text list, který musí být shodný s text listem používaným na ostatních místech projektu. V konfiguraci Faceplate se nám nyní objeví nová záložka *Text list editor*, zde již přiřadíme jednotlivým hodnotám textové řetězce. Pokud již máme v projektu přidán druhý jazyk, můžeme na něj v hlavním panelu přepnout a všechny textové řetězce včetně text listů přeložit. Nyní lze vložit Faceplate do projektu a přiřadit mu externí tagy. Ty jsou vytvořeny v projektu ve WinCC flexible, nebo mohou být importovány přímo z programu STEP 7.



Obr. 9 Indikace poruchy

## 6.2 Vizualizace provozu potravinářské linky

Vizualizace je vytvořena pro dotykový panel MP 377 19“ Touch. Provoz se skládá z dvou hlavních částí. Rozsáhlejší část tvoří linka pro skleněné lahve. Druhou částí je linka pro plnění plastových lahví. Obě části zahrnují stroje zabezpečující kompletní funkčnost od depaletizace, mytí, vyfukování polotovarů až po balení a paletizaci. Pro každý stroj je vytvořen faceplate. Ve vizualizaci jsou uplatněna přístupová práva. Projekt je vytvořen jako dvojjazyčný (čeština, angličtina). Samozřejmostí je vytvoření diskretních alarmů pro možné poruchy.

### Soupis strojů:

1. Společné stroje
  - CIP stanice
  - Průtokový paster

## 2. Linka sklo

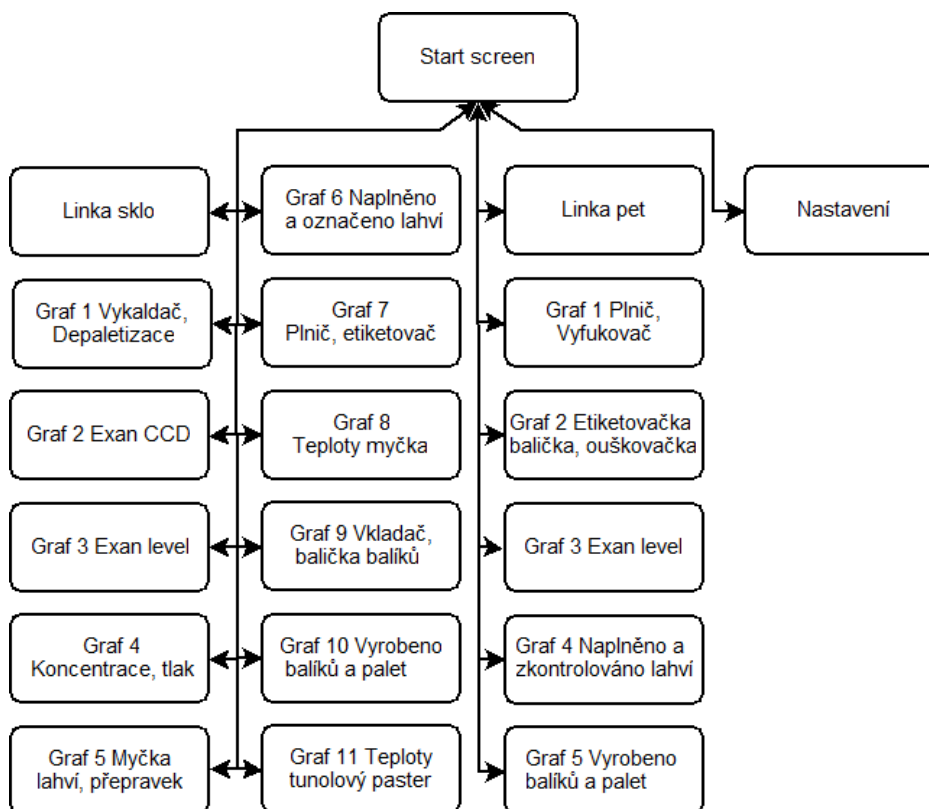
- Depaletizace nového skla
- Depaletizace lahví z oběhu
- Vykladač lahví z přepravek
- Myčka přepravek
- Myčka lahví
- Kontrolní zařízení Exan CCD
- Plnič lahví
- Tunelový paster
- Kontrolní zařízení Exan level
- Etiketovačka lahví
- Vkladač lahví do přepravek
- Balička lahví do balíků
- Paletizace

## 3. Linka pet

- Vyfukovač pet lahví
- Plnič lahví
- Kontrolní zařízení Exan level
- Etiketovačka lahví
- Balička lahví do balíků
- Ouškovačka
- Paletizace

### 6.2.1 Popis obrazovek

Projekt tvoří 20 obrazovek (Obr. 10) a template. Template zobrazuje informace společné všem obrazovkám (datum, čas, atd.). Z úvodní obrazovky je přístup na všechny zbylé obrazovky. Při práci na obrazovce náležící jedné z linek, lze plynule přejít i na ostatní, které náleží dané lince. Obrazovka s nastavením je přístupná pouze z úvodní strany.

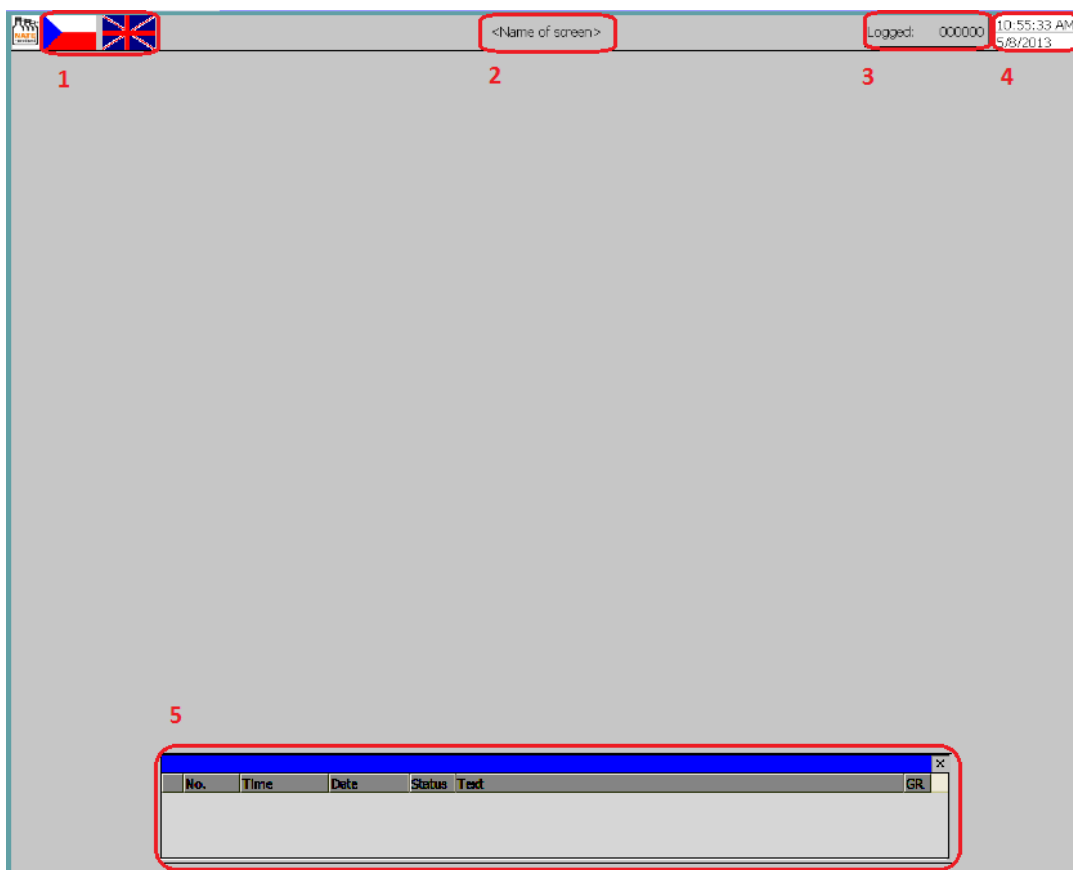


Obr. 10 Graf přechodů mezi obrazovkami

### Template (Obr. 11)

Jak již bylo řečeno, template vytváří šablonu všem obrazovkám. Jednotlivé objekty templatu se zobrazují nad prvky ostatních obrazovek.

1. Tlačítka přepínání jazyků – Vytvořený projekt je dvojjazyčný, tlačítka umístěná na templatu umožňují přepínání mezi jazyky v jakékoli části aplikace.
2. Text se jménem aktuální obrazovky.
3. Informace o přihlášené osobě.
4. Systémové datum a čas.
5. Alarm view – Zobrazuje varování a poruchy, které se zrovna vyskytují v aplikaci.



**Obr. 11 Template**

### **Úvodní obrazovka (Obr. 12 Úvodní obrazovka)**

1. Tlačítka pro přihlášení a odhlášení – V projektu jsou přístupová práva rozdělena do tří úrovní. Nejnižší je úroveň pozorovatele, výše je pro běžného uživatele a nejvyšší pro administrátora.

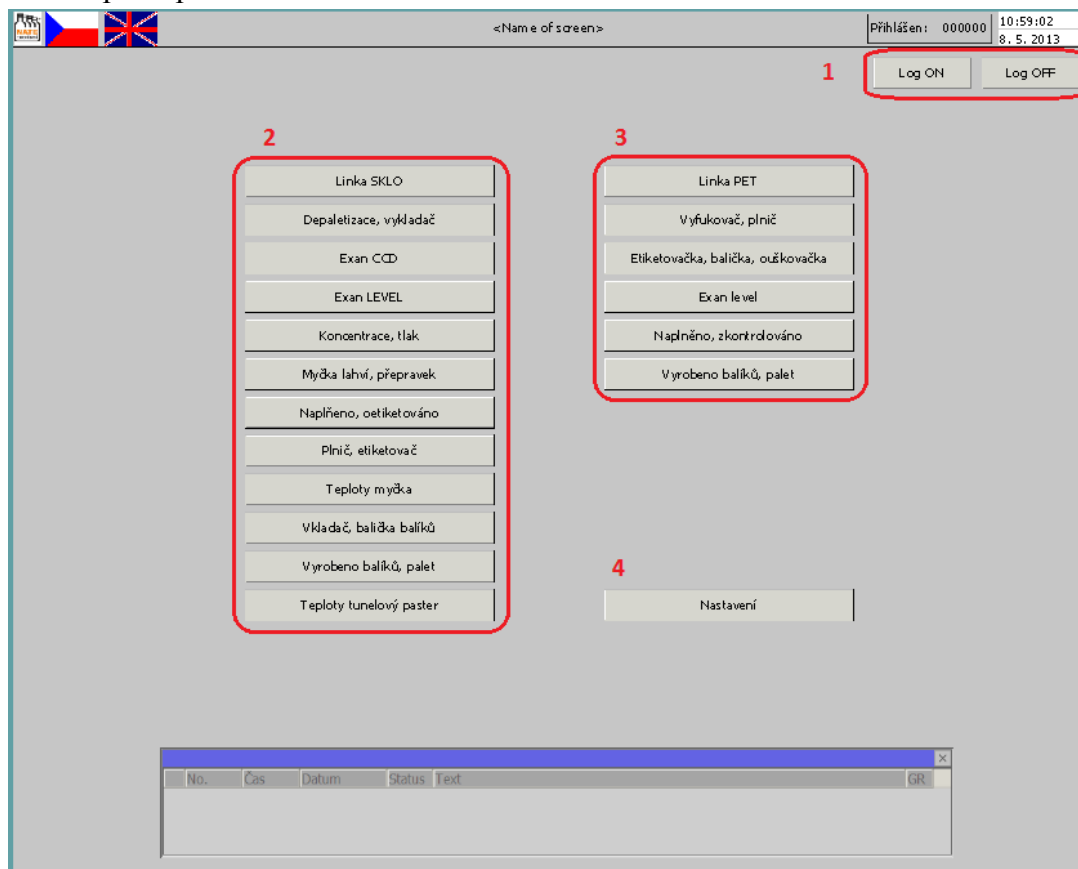
Pozorovatel je každý, kdo přijde s aplikací do kontaktu. Je mu umožněno pouze sledovat vizualizaci a grafy. Nemá přiděleno přístupové jméno a heslo. Tím pádem je mu zakázán přístup do nastavení, kde by mohl ovlivňovat simulaci.

Uživatel je běžná osoba, která má trvalý přístup k projektu. Je mu přiděleno jméno a heslo, které umožňuje přístup do nastavení. V nastavení je schopen ovládat simulaci a zálohovat data.

Administrátor má za úkol spravovat celou aplikaci. Jemu přidělené heslo umožňuje navíc vůči možnostem uživatele také změnu systémového času, hodin a přístup ke správě uživatelských účtů s hesly.

2. Tlačítka pro linku na skleněné lahve – Umožňují přímý přístup na jednotlivé obrazovky linky.
3. Tlačítka pro linku na pet lahve – Umožňují přímý přístup k jednotlivým obrazovkám linky.

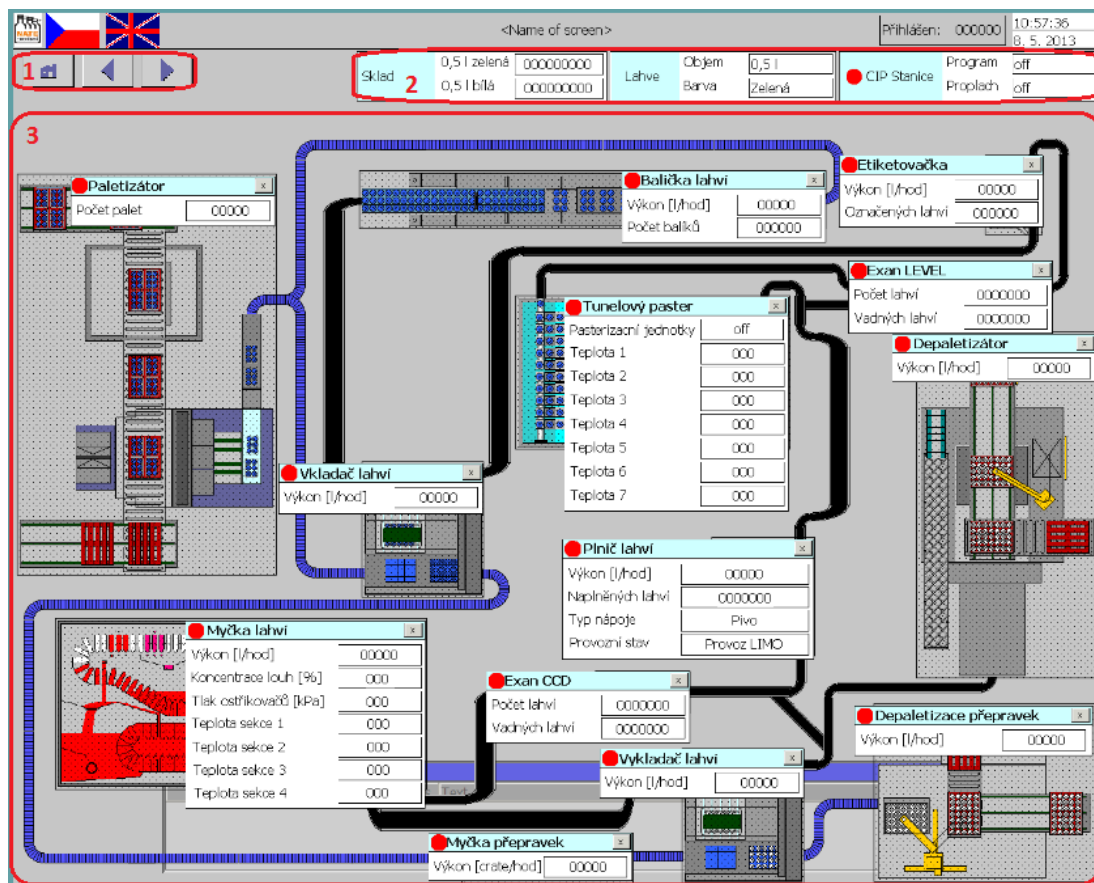
4. Nastavení – Uživatelům s přístupovými právy, jsou-li přihlášení, je umožněn přístup do nastavení.



Obr. 12 Úvodní obrazovka

### Linka pro skleněné lahve (Obr. 13 Linka sklo)

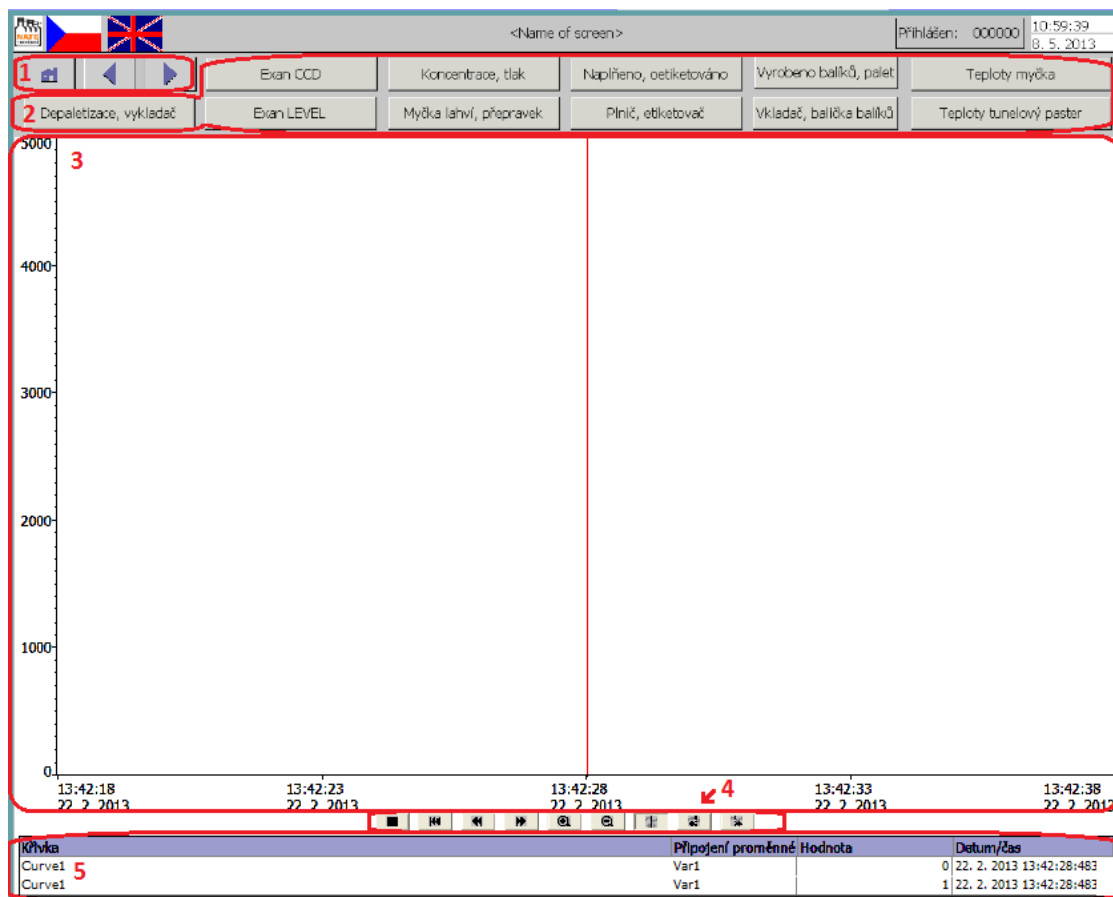
1. Tlačítka pro orientaci mezi obrazovkami – Pro přístup na úvodní obrazovku je tlačítko s ikonou domečku. Zbylé dvě tlačítka se šipkami umožňují kruhovou navigaci v obrazovkách pro linku na sklo. Obrazovky po sobě následují dle uspořádání na úvodní straně.
2. Kontrolní informace pro celou linku – Je zde přehled všech zbývajících lahví skladu, objem a typ právě plněných lahví. Pro přehled o čištění jsou zde zobrazeny i informace o CIP stanici.
3. Stroje a dopravníky zabezpečující chod linky – Jednotlivé stroje se všemi u nich sledovanými údaji. Dopravníky jednotlivých lahví jsou znázorněny černě. Na některých místech jsou rozšířeny kvůli případnému hromadění lahví. Dopravníky balíků a přepravek jsou značeny modře. Oba typy dopravníků začnou při výskytu poruchy blikat.



Obr. 13 Linka sklo

#### Graf linky na skleněné lahve (Obr. 14)

1. Tlačítka pro orientaci mezi obrazovkami – Pro přístup na úvodní obrazovku je tlačítko s ikonou domečku. Zbývá dvě tlačítka se šipkami umožňují kruhovou navigaci v obrazovkách pro linku na sklo. Obrazovky po sobě následují dle uspořádání na úvodní straně.
2. Tlačítka pro přechod na ostatní grafy linky na skleněné lahve – Každé tlačítko odkazuje na samostatnou obrazovku s grafem.
3. Plocha grafu.
4. Ovládací tlačítka grafu – Umožňují pozastavení vykreslování průběhu, zpětné přehrání, přiblížení a přesný odečet pomocí pravítka.
5. Označení jednotlivých křivek grafu.

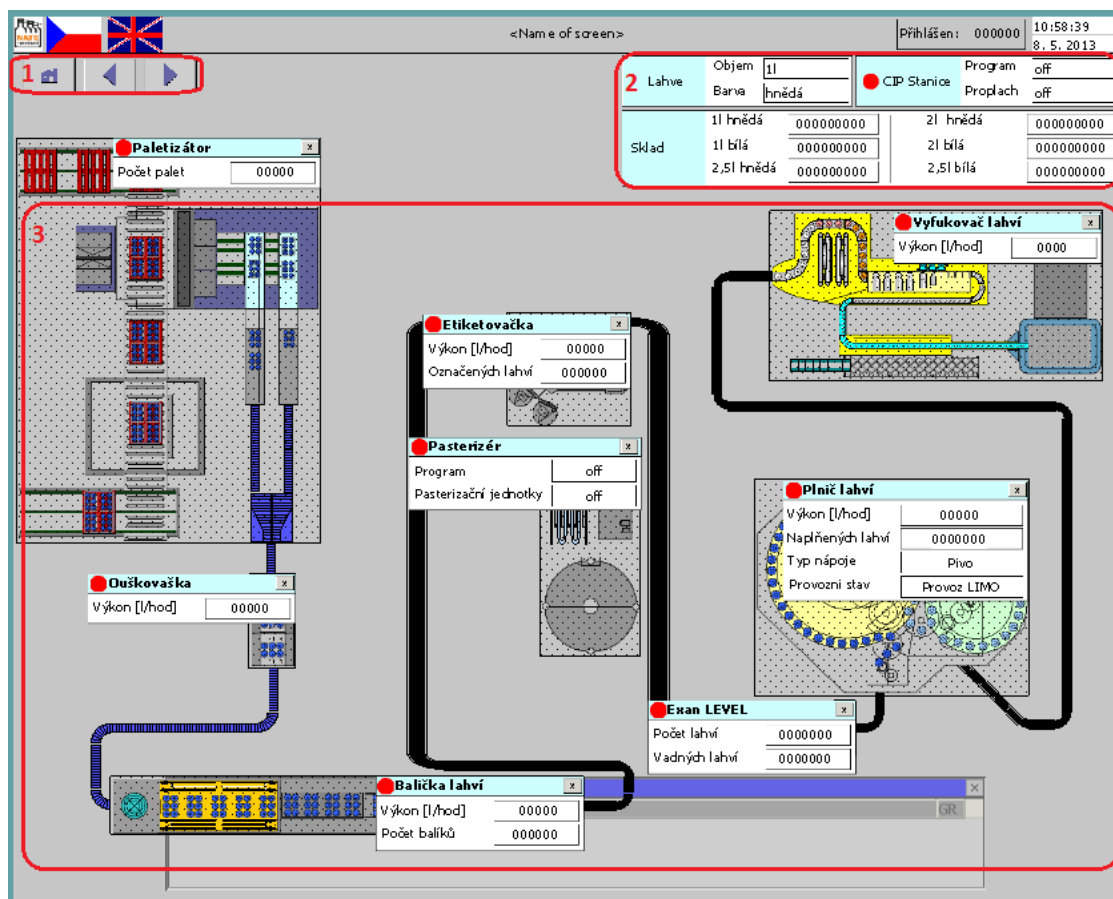


Obr. 14 Graf - linka sklo

### Linka pro pet lahve (Obr. 15)

1. Tlačítka pro orientaci mezi obrazovkami – Pro přístup na úvodní obrazovku je tlačítko s ikonou domečku. Zbylé dvě tlačítka se šipkami umožňují kruhovou navigaci v obrazovkách pro linku na sklo. Obrazovky po sobě následují dle uspořádání na úvodní straně.
2. Kontrolní informace pro celou linku – Je zde přehled všech zbývajících lahví skladu, objem a typ právě plněných lahví. Linka pro pet lahve poskytuje větší variabilitu v plněných lahvích. Pro přehled o čištění jsou zde zobrazeny i informace o CIP stanici.
3. Stroje a dopravníky zabezpečující chod linky – Jednotlivé stroje se všemi u nich sledovanými údaji. Dopravníky jednotlivých lahví jsou znázorněny černě. Na některých místech jsou rozšířeny kvůli případnému hromadění lahví. Dopravníky balíků a přepravek jsou značeny modře. Oba typy dopravníků začnou při výskytu poruchy blikat.

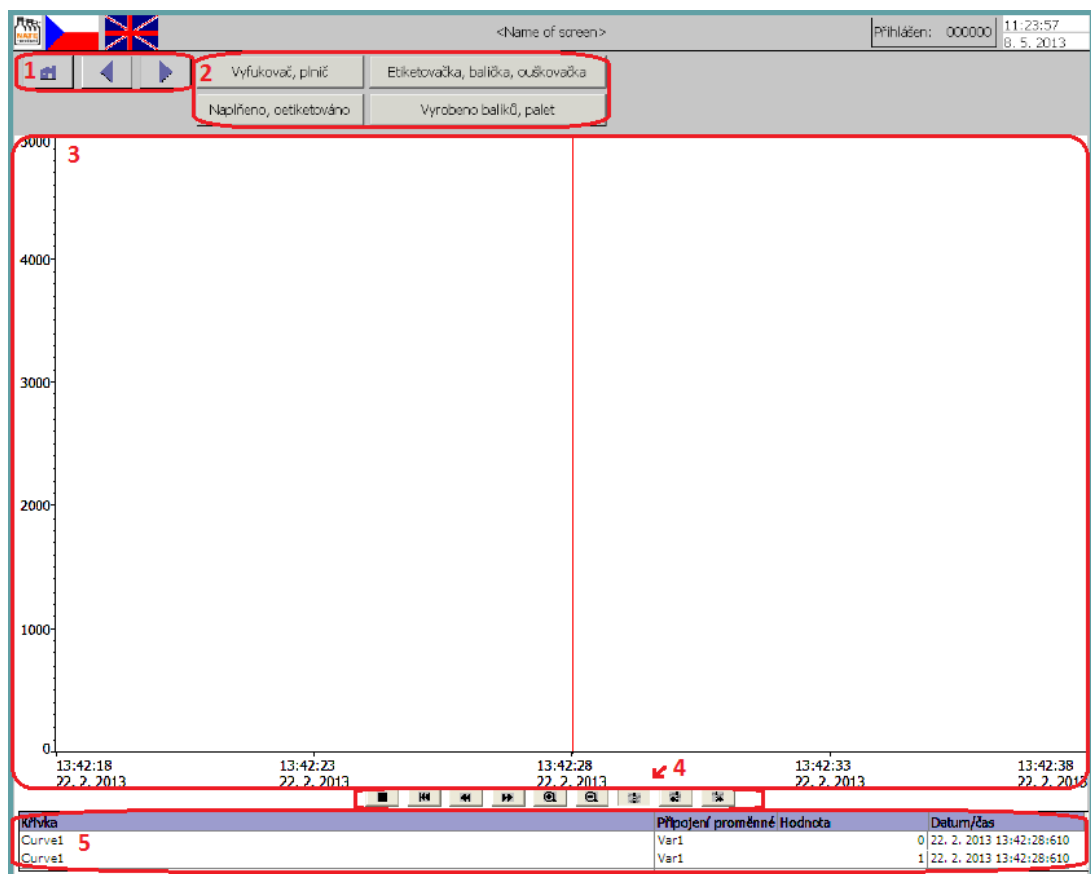




Obr. 15 Linka pet

### Graf linky na pet lahve (Obr. 16)

1. Tlačítka pro orientaci mezi obrazovkami – Pro přístup na úvodní obrazovku je tlačítko s ikonou domečku. Zbylá dvě tlačítka se šipkami umožňují kruhovou navigaci v obrazovkách pro linku na sklo. Obrazovky po sobě následují dle uspořádání na úvodní straně.
2. Tlačítka pro přechod na ostatní grafy linky na pet lahve – Každé tlačítko odkazuje na samostatnou obrazovku s grafem.
3. Plocha grafu.
4. Ovládací tlačítka grafu – Umožňují pozastavení vykreslování průběhu, zpětné přehrání, přiblížení a přesný odečet pomocí pravítka.
5. Označení jednotlivých křivek grafu.



Obr. 16 Graf – linka pet

### Nastavení (Obr. 17)

1. Tlačítko zpět – Návrat na úvodní obrazovku.
2. Tlačítko start – Po stisku se spustí simulace provozu. Pokud byla simulace pozastavena tlačítkem stop, je spuštěna se stejnými parametry jako byla zastavena.
3. Tlačítko stop – Zastaví rozběhnutý simulační program.
4. Tlačítko data – Zavře všechny vytvářené datové soubory. Zkopíruje všechny datové soubory na paměťovou kartu. Nakonec opět otevře všechny zavřené soubory a pokračuje v zálohování.
5. Parametry linka sklo – Zde je možné přenastavit implicitně zadané parametry provozu linky. Mezi základní parametry patří typ lahve, barva lahve, typ nápoje, stav plniče, počty lahví na skladu a výkony strojů.
6. Parametry generování pseudonáhodných čísel – Proměnná Modulo značí chybovost simulace, čím je vyšší, tím je chybovost menší. Druhý parametr určuje počáteční číslo pro generování pseudonáhodných čísel.
7. Parametry linka pet – V této části je možné přenastavit implicitně zadané parametry provozu linky. Mezi základní parametry patří typ lahve, barva lahve, typ nápoje, stav plniče, počty lahví na skladu a výkony strojů.

8. Parametry společných strojů – Umožňují nastavit programy CIP stanice a průtokového pasteru.
9. Datum a čas – Nastavení systémového času a data.
10. Správa uživatelských účtů – Umožňuje přidávat a upravovat uživatelské účty.

The screenshot shows a software interface with a top bar containing flags, a title '<Name of screen>', and a login/status area showing 'Přihlášen: 000000' and '11:00:38 8. 5. 2013'. Below the top bar are four buttons: 'Zpět' (1), 'Start' (2), 'Stop' (3), and 'Data' (4). The main area contains several configuration panels:

- Panel 5: Linka SKLO**
  - Typ lahve: 0,5 l
  - Barva lahve: Zelená
  - Typ nápoje: pivo
  - Provozní stav pniče: provoz - pivo
  - Sklad 0,5l zelená: 00000000
  - Sklad 0,5l bílá: 00000000
  - Výkony**
    - Depalettizace nové sklo: 00000 [l/hod]
    - Depalettizace lahví z oběru: 00000 [l/hod]
    - Vykládání lahví z přepravek: 00000 [l/hod]
    - Myčka lahví: 00000 [l/hod]
    - Plnič lahví: 00000 [l/hod]
    - Etiketovačka lahví: 00000 [l/hod]
    - Vkládání lahví do přepravek: 00000 [l/hod]
    - Balíčka lahví do balíků: 00000 [l/hod]
    - Myčka přepravek: 00000 [prep/hod]
- Panel 7: Linka PET**
  - Typ lahve: 1l
  - Barva lahve: hnědá
  - Typ nápoje: pivo
  - Provozní stav pniče: provoz - lmo
  - Sklad 1l hnědá: 00000000
  - Sklad 1l bílá: 00000000
  - Sklad 2l hnědá: 00000000
  - Sklad 2l bílá: 00000000
  - Sklad 2,5l hnědá: 00000000
  - Sklad 2,5l bílá: 00000000
  - Výkony**
    - Vykládání lahví: 00000 [l/hod]
    - Plnič lahví: 00000 [l/hod]
    - Etiketovačka lahví: 00000 [l/hod]
    - Balíčka lahví do balíků: 00000 [l/hod]
    - Ouřkovačka balíků: 00000 [l/hod]
- Panel 6:**
  - Modulo: 000
  - Start random generator: 00000
- Panel 8:**
  - Program CIP stanice: off
  - Program průtokový paster: off
- Panel 9:**
  - Změna času: 11:00:34
  - Změna data: 8. 5. 2013
- Panel 10:** A table for user management:

Uživatel	Heslo	Skupina	Odhlašovací doba

Obr. 17 Nastavení

## 7 SIMULAČNÍ PROGRAM

Program v prostředí STEP 7 má za úkol modelovat základní chování linky. Ve vizualizaci lze v nastavení simulovat různé chování linky (změna typu výroby, čištění jednotlivých strojů, zvýšení poruchovosti). Pro testování byl použit procesor IM 151-8 PN/DP CPU spolu s dotykovým displejem Siemens MP 277 10“ Touch.

### 7.1 Vytvoření projektu a hardwarová konfigurace

Po spuštění SIMATIC manageru je vybráno *File->New* dále je pojmenován projekt a určena složka, ve které se bude projekt nacházet. Do nově vytvořeného projektu je vložena pomocí pravého tlačítka myši nová stanice řady 300 *Insert New Object->SIMATIC 300 Station*. U této stanice je otevřena položku *Hardware* a do ní nejprve přidán procesor, tomu je vytvořeno nové spojení a nastavena ip adresa na 192.168.0.3. Aby bylo možné přidat dotykový panel, musí být vytvořena vstupně-výstupní cesta. Kliknutí pravého tlačítka na položku procesuru *PN-IO* otevře nabídku, kde je vybráno *Insert PROFINET IO System*. Nyní je již možné přidat dotykový panel, kterému je nastavena ip adresa 192.168.0.2. Hardwarová konfigurace (Tab. 1) je již kompletní, tlačítkem *Download to Module* ji nahrajeme a uložíme.

Hardware	Sériové číslo
IM 151-8 PN/DP CPU	6ES7 151-8AB00-0AB0
MP 277 10 Touch	6AV6 643-0CD01-1AX0

Tab. 1

### 7.2 Popis bloků programu

Program je možné rozdělit do tří částí. První část tvoří organizační bloky spolu s funkcí FC4. Tato část zabezpečuje prvotní nastavení a funkčnost celé aplikace. Dále jsou tu ostatní funkce, které vykonávají přidělenou funkčnost a datové bloky sloužící k uchování výkonů a stavů strojů. Funkce jsou psány, aby se dali opakovaně použít. Je zde hojně využíván vytvořený interface vývojového prostředí. Díky němu stačí v předpřipravených skupinách parametrů pouze vytvořit proměnou, ta se pak už chová jako například pouze vstupní.

#### OB1

OB1 je základní blok celého programu. Pokud je nastavena proměnná START, cyklicky volá funkce pracující s časovači, ošetřující přetečení nebo podtečení proměnných, simulující zastavení strojů při poruše a jejich následné zprovoznění se stejným předešlým výkonem a nastavení výkonů při údržbě plniců.

## OB100

OB100 je blok programu, který provede inicializaci všech proměnných při prvním spuštění. Jsou zde nastaveny výchozí výkony všech strojů i s jejich zálohou v datových blocích, počty lahví na skladu a nulovány počty vyrobených lahví. Při spuštění jsou nastaveny všechny bity proměnných představující chod jednotlivých strojů na log. 1 a log. 0 u bitů představující poruchy. Pro hodnoty bytů, reprezentující text listy, jsou vybrány hodnoty umožňující okamžitou výrobu.

## FC1

Funkce FC1 zprostředkovává generování pseudonáhodných čísel. Pseudonáhodné číslo je zbytek po dělení druhé mocniny. Pro následující výpočty je použita rekurze. První hodnota, ze které se bude pseudonáhodné číslo vypočítávat, lze zvolit v nastavení vizualizace. Výsledné číslo je pak v dalších funkcích uzpůsobeno pro specifitější použití (např. pseudonáhodné číslo 0 až 10).

## FC4

Je funkce pracující s časovači. Paralelně zde běží až čtyři časovače, které představují různé intervaly pro generování událostí. Například počty naplněných lahví se generují v kratších intervalech než změny teplot. Pro většinu časovačů je zde smyčka, která zajišťuje jejich nepřetržité fungování. Tento časovač pak pouze generuje určitou událost po každém dočasování.

Dále jsou zde volány všechny funkce, které časovače využívají. Funkce hlídající počty lahví zde mají navíc podmínku pro správné nastavení strojů. Podmínka ohlídká například špatně nastavený typ lahve, nebo nápoje.

Ukázka volání funkce:

```
CALL FC 5
HorniMez :=B#16#5A //90 DEC
DolniMez :=B#16#46 //70
Preteceni :=B#16#55 //85
Podteceni :=B#16#4B //75
Teplota :="Teplota7_Paster_GLASS"
```

## FC5

Simuluje výkyvy teplot. Pokud dočasuje příslušný časovač je funkcí FC1 vygenerováno pseudonáhodné číslo. Z něj je dále dělením se zbytkem vytvořeno číslo od 0 do 7. Pokud je číslo větší jak 3, tak je zmenšeno o 4 a odečteno od současné teploty. Pokud je menší jak 3, je přičteno k současné teplotě.

Pokud teplota vybočí z parametrů nastavených mezí, je dalším parametrem nastavena velikost zásahu, vracející hodnotu do mezí.

## **FC7, FC8**

Podobné funkce simulující koncentraci louhu a tlak. Liší se pouze velikostmi náhodných skoků, mezemi a velikostí automatické korekce hodnot.

## **FC9**

FC9 vypočítává počty zabalených balíků a palet vybrané linky. Počty se získávají z aktuálních výkonů strojů.

## **FC10**

Funkce simuluje náhodný výskyt vadných lahví. Pomocí funkce FC1 je vygenerováno pseudonáhodné číslo. Pokud je vygenerované číslo liché, je k počtu vadných lahví přičteno 1% aktuálního výkonu kontrolního stroje. Pokud je číslo sudé, tak se nic neděje.

## **FC11**

Zde dochází k počítání naplněných, oetiketovaných a zkontrolovaných lahví. V intervalech odpovídajících 1/10 hodiny jsou přičítány dílčí části odpovídajících výkonů pro každý stroj k dosavadnímu celkovému počtu.

## **FC12**

FC12 zabezpečuje generování náhodných poruch. Pro každý z 16 bitů vstupně-výstupní proměnné je generováno náhodné číslo. Četnost výskytu chyb lze ovlivnit pomocnou proměnnou *Modulo*. Ta je využita na dělení se zbytkem, jehož výsledek je porovnán s nulou. Pokud je porovnání úspěšné, je do příslušného bitu zapsána log. 1, která značí poruchu. Při neúspěšném porovnání porucha nevznikne. Velikost proměnné *Modulo* lze měnit v nastavení vizualizace. Pokud chceme simulovat velkou poruchovost, nastavíme proměnnou například rovnu 2. Naopak pokud se chceme vyvarovat chybám, je nastavena na číslo vysoké.

## **FC13**

Provádí ošetření přetečení všech proměnných počítajících lahve, balíky a palety u obou linek. Limit pro přetečení je zvolen s ohledem k typu neznámých na  $2 \cdot 10^9$ . Překročí-li jakákoli proměnná tento limit, jsou všechny počty nulovány a počítání běží od začátku.

## **FC14**

Funkce simuluje zastavení strojů například při výskytu poruchy a jejich následné zprovoznění se stejným výkonem. Abychom mohli adresovat přímo bity, je použit ukazatel na začátek proměnné. Pro přístup k dalším bitům pak probíhá zadáním offsetu. Při změně výkonu dochází k jeho uložení do datových bloků, to zabezpečuje uchování velikosti výkonu při poruše. Vyskytne-li se porucha, nebo dojde-li k vypnutí stroje je

výkon stroje nastaven na nulu. Po odstranění chyby a spuštění stroje je výkon opět nastaven ze zálohy v datovém bloku.

Zastavení stroje:

```
O      [AR1, P#0.0]
ON     [AR2, P#0.0]
JCN    a1
L      0
T      #io_Vykon0
```

### **FC15**

Dle výkonů depaletizace na lince pro sklo jsou odečítány počty lahví odebraných ze skladu. Jedná se o hnědé 0.5l pro pivo a zelené 0.5l pro limonády. V celkovém počtu se dále nerozlišují lahve nové a lahve již použité. Ani depaletizace nových lahví není závislá na depaletizaci starých a naopak. Aktualizace počtu lahví probíhá v krátkých intervalech. Před voláním funkce jsou opět podmínky zabezpečující odebírání správných lahví.

### **FC16**

Podobná funkce jako FC15, ale počítající polotovary pro plastové lahve. Plastové lahve jsou ve třech velikostech: 1l, 1.5l a 2.5l. Aktualizace počtu lahví probíhá v krátkých intervalech. Před voláním funkce jsou opět podmínky zabezpečující odebírání správných lahví.

### **FC17**

Funkce zabezpečuje, že se počty lahví nemohou dostat do záporných čísel.

### **FC19**

FC19 simuluje funkci CIP stanice (čistící stanice). CIP stanice má dvě hlavní využití, buď vybraný stroj čistí, nebo u něj provádí proplach. Stanice obsluhuje plniče lahví obou linek a průtokový paster. Funkce z proměnné reprezentující stav CIP stanice určí, který stroj se bude obsluhovat a jaká činnost bude prováděna. FC19 má vyhrazený samostatný časovač ve funkci FC4, který se spouští pouze na zavolání. Při vybrání čištění je danému stroji nastaven nulový výkon a stav na čištění. Po dočasování timeru je stroj vrácen do původního stavu. Je-li vybrán proplach, probíhá procedura obdobně. Rozdíl je pouze ten, že proplach je rozdělen na 5 fází. Fáze se liší čistící tekutinou, například první fáze využívá teplou vodu a druhá louh. Po uplynutí každé fáze (dočasování časovače) je volána funkce FC20, která pouze posouvá proplach k dalšímu kroku. Po ukončení je stroj uveden do předešlého stavu.

### **FC20**

Inkrementuje pomocnou proměnnou udávající fázi proplachu.

**FC21**

Oprava výkonu plniče při čištění CIP stanicí a proplachu.

**DB1, DB2**

Datové bloky sloužící k uchování aktuálních výkonů strojů obou linek. Například dojde-li k poruše, nebo k jiné události znemožňující zachování aktuálního výkonu. Při ruční změně výkonu se změny ihned projeví i zde.

**DB3**

Blok pro zálohování stavů plničů a průtokového pasteru.



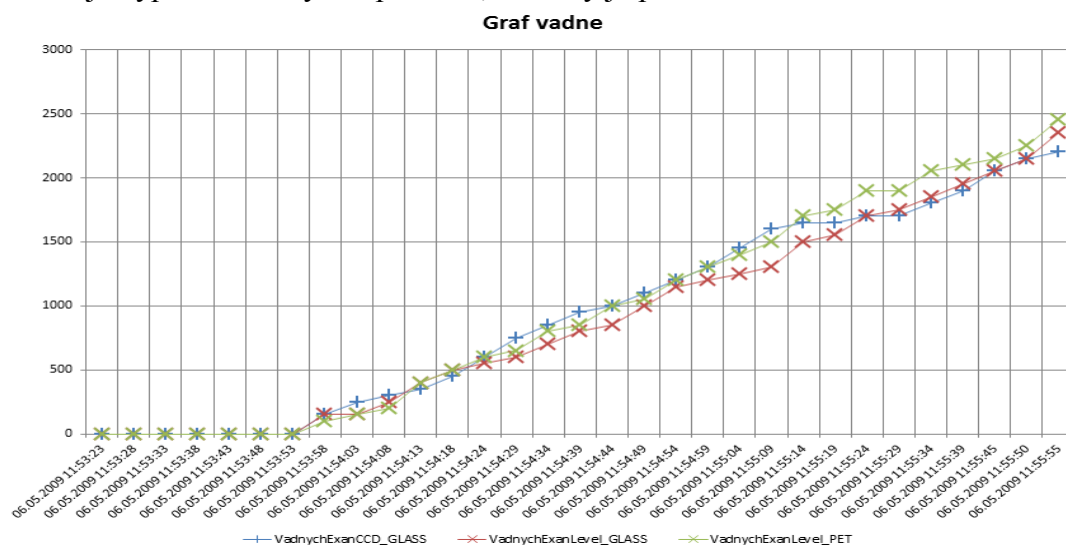
## 8 SBĚR DAT

Pro vyhodnocení efektivnosti výroby je nezbytné získávání dat z provozu. Jelikož je projekt vytvářen ve WinCC flexible 2008 standard, které nepodporuje vizualizaci orientovanou na PC, je vytváření souborů s daty testováno 10“ panelu Siemens. Zde je možné zálohovat na USB disky, nebo na MMC karty. Pro náš případ bylo využito MMC karty. WinCC flexible umožňuje tvorbu datových souborů ve třech různých formátech (CSV, RDB, TXT). Pro zpracování dat v tabulkovém procesoru je nejideálnější využít .csv souboru. Z následně nasbíraných dat bude možné dále vypracovat zprávy, například v MS Excel.

### 8.1 Úprava dat z .csv souboru

O efektivitě výroby asi vypovídají nejvíce údaje o celkovém počtu naplněných lahví a o zmetkovosti. Pro vyhodnocení jsou použity údaje o počtech naplněných palet a balíků z obou linek, dále pak počty vadných lahví. Kontrolní zařízení na lince sledují u lahví čistotu před plněním a stav jejich naplnění. Tyto parametry se zálohují do tří souborů (*BalikuVyprodukovano.csv*, *PaletVyprodukovano.csv*, *VadnychLahvi.csv*). Veškeré úpravy probíhají v souboru *Prehled\_VBA.xlsm*.

Po otevření souboru jsou do příslušných polí vepsány názvy souborů se zálohou, které musí být ve stejné složce jako tento soubor. Nevadí, pokud necháme nějaké pole prázdné, při zmáčknutí tlačítka *Vyhodnot'* jsou jakékoli dříve vygenerované grafy a tabulky smazány a nahrazeny novými. Pro každý soubor je vytvořena kopie. Kopie je vytvořena na novém listu a data jsou zde pouze rozdělena do jednotlivých polí, které jsou nastaveny pro zobrazování úplného obsahu. Takto zobrazená data jsou v dalším listu seřazena podle času. Řazení probíhá pomocí kontingenční tabulky. Kontingenční tabulka je vhodná i pro úpravu při atypických požadavcích na řazení. Pod celkovou produkcí je vypsán celkový čas provozu, za který je pořízen záznam.



Obr. 18 Výskyt vadných lahví

Nakonec je z kontingenční tabulky vytvořen graf (Obr. 18), znázorňující časovou závislost výroby.

## 8.2 VBA

Úprava dat probíhá pomocí makra ve VBA (Visual Basic for Applications). Makro využívá metod aplikace Microsoft Excel, zejména kontingenční tabulky.

Vytvoření kontingenční tabulky:

```
ActiveWorkbook.PivotCaches.Create(SourceType:=xlDatabase, _  
    SourceData:=Selection, Version:=xlPivotTableVersion14) _  
    .CreatePivotTable TableDestination:= _  
    Sheets("Vyroba baliku").Range("A1"), TableName:="Baliky", _  
    DefaultVersion:=xlPivotTableVersion14
```

## 9 ZÁVĚR

V současné době je automatizace nedílnou součástí výroby, a proto se kladě stále větší důraz na standardizaci. Stroje nápojové linky byly z většiny vytvořeny ze základních objektů prostředí WinCC flexible 2008. U takto vytvořených objektů se při změně velikosti lépe zachovávají původní proporce. Je-li například nakreslena grafická reprezentace stroje v CAD softwaru pomocí tenkých čar, je možné při jeho zmenšení ztratit hrany v důsledku komprese. Problém nastává také při importu obrazu do WinCC flexible 2008, do původního obrazu je vnesen šum. Objekty vytvořené ze základních prvků mají větší modulovatelnost, která je výhodná při vytváření podobných strojů a dále je možná snazší úprava jednotlivých částí složených ze základních prvků. Práce se základními tvary je ale celkově pracnější a tím časově náročnější. U simulačního programu je snaha o rozdělení na funkce, které se dají dále využít v dalších projektech.

Pro vývoj by bylo výhodnější použít WinCC V11, které podporuje využití PC pro vizualizaci. Dále by bylo možné vytvořit detailnější simulaci provozu s pokročilými funkcemi. I pro testování datových reportů je výhodnější WinCC V11, jelikož WinCC flexible standard neumožňuje vytvoření datových reportů na PC ani v režimu Runtime. K efektivnějšímu zálohování nasbíraných dat by bylo vhodné využití počítačové sítě. Zrychlil by se tak přenos dat k pověřené osobě a odpadla by tak nutnost využívat přenosných médií. Pro plné využití potenciálu by bylo vhodné propojit projekt na úroveň systému MES. Celkový výkon výrobní linky by se pak odvíjel od počtu a typu objednávek.

Od práce očekávám, že si osvojím práci s prostředím WinCC flexible 2008 a zdokonalím svoje schopnosti v programu STEP 7. Faceplate knihovna obsahující jednotlivé stroje linky může být dále rozšiřována o nové objekty, které najdou užitek v příštích projektech.

## **10 SEZNAM ZKRATEK**

CAD - Computer Aided Design

CIP - Cleaning In Place

DDE - Dynamic Data Exchange

HMI - Human-Machine Interface

MES - Manufacturing Execution Systems

MS - Microsoft

ODBC - Open Dataase Connectivity

OPC - OLE for Process Control

PC - Personal Computer

PLC - Programmable Logic Controller

SCADA - Supervisory Control and Data Acquisition

SMS - Short Message Service

SQL - Structured Query Language

STL - Statement List

TIA - Totally Integrated Automation

USB - Universal Serial Bus

VBA - Visual Basic for Applications

# Literatura

- [1] PÁSEK, Jan .: *Programovatelné automaty v řízení technologických procesů*. Brno: FEKT VUT v Brně, 2007, 128 s., ISBN: AMT 07-003.
- [2] WinCC. *Procesní vizualizační systém SIMATIC WinCC* [on-line]. [citováno 2012\_11\_22]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=525faea5c2&ctxp=home>.
- [3] SIMATIC WinCC. *WinCC V7 Products and licenses* [on-line]. [citováno 2012\_11\_22]. Dostupné z: <https://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/visualization-software/scada/simatic-wincc/wincc-licenses>.
- [4] WinCC flexible. *SIMATIC WinCC flexible* [on-line]. [citováno 2012\_11\_23]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=b797d89395&ctxp>.
- [5] WinCC V11. *SIMATIC WinCC V11* [on-line]. [citováno 2012\_11\_23]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=68570cea9e&ctxp>.
- [6] WinCC. *Nadstavby WinCC* [on-line]. [citováno 2012\_11\_24]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=290e6acc74&ctxp>.
- [7] InTouch. *InTouch SCADA HMI* [on-line]. [citováno 2012\_11\_25]. Dostupné z: [http://www.pantek.cz/pdf/produkty/intouch/intouch\\_dtsh.pdf](http://www.pantek.cz/pdf/produkty/intouch/intouch_dtsh.pdf).
- [8] *WinCC flexible manual* [on-line]. [citováno 2012\_11\_27]. Dostupné z: [http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data\\_files/automatizacni\\_systemy/systemy\\_pro\\_ovladani\\_a\\_vizualizaci/vizualizacni\\_software/simatic\\_wincc\\_flexible/\\_manually/manual\\_wincc-flex-2008-stan-adv-com\\_07-2008\\_en.pdf](http://stest1.etnetera.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/systemy_pro_ovladani_a_vizualizaci/vizualizacni_software/simatic_wincc_flexible/_manually/manual_wincc-flex-2008-stan-adv-com_07-2008_en.pdf).
- [9] CAGAŠ, Roman. Control Web – všestranný pomocník pro tvůrce aplikačních programů. *SW pro vizualizaci a sběr dat* [on-line]. Vydáno: 8.2.2012, [citováno 2012\_12\_8]. Dostupné z: <http://www.proautomatizaci.cz/sw-pro-vizualizaci-a-sber-dat>.
- [10] *RELIANCE Industrial SCADA/HMI systém* [on-line]. [citováno 2012\_12\_8]. Dostupné z: <http://www.reliance.cz/cs/download/reliance4/reliance4-documentation>.
- [11] Product announcement - SIMATIC WinCC V7.2 [on-line]. [citováno 2012\_12\_8]. Dostupné z: <http://www.automation.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/visualization-software/scada/simatic-wincc/wincc-news/Pages/product-announcement-wincc-v7-2.aspx>.
- [12] Standardní panely SIMATIC HMI [on-line]. [citováno 2012\_12\_23]. Dostupné z: <http://stest1.etnetera.cz/ad/current/index.php?ctxnh=c350a9fd02&ctxp=home>.
- [13] Technologická zařízení pro nápojový průmysl [on-line]. NATE – nápojová technika a.s. [citováno 2012\_12\_25]. Dostupné z: <http://www.nate.cz/>.

## Seznam příloh

- 1) Soupis strojů se sledovanými parametry.
- 2) Knihovna faceplate objektů.
- 3) Vizualizace se simulačním programem.
- 4) Soubor pro úpravu nasbíraných dat.
- 5) Elektronická verze závěrečné práce.