Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Studentská tvůrčí a odborná činnost
STOČ 2016

Monitorování a vyhodnocování bezpečnostních událostí z PLC

Bc. David Fiala

Fakulta aplikované informatiky
Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

21.4.2016

Obsah

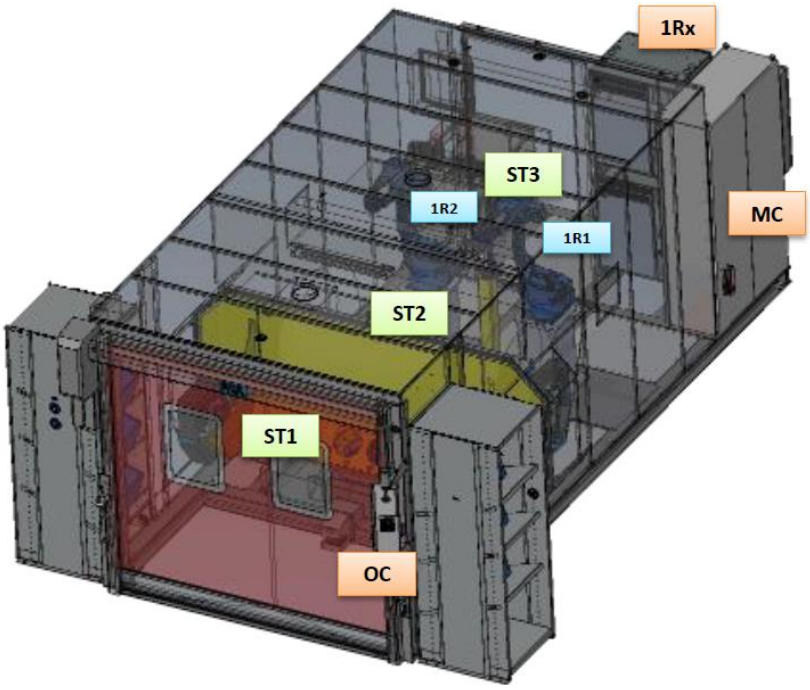
1. Úvod **3**
2. Popis svařovací buňky **3**
3. Tvorba programu **4**
3.1 Původní datové bloky 4
3.2 Vytvořené bloky 5
3.3 Zdrojový html soubor webové stránky 7
4. Výstupní zobrazení **7**
4.1 Webová stránka 8
4.2 CSV soubor 10
5. Závěr **10**

1. Úvod

Práce je projektem zadaným holandskou firmou AWL-Techniek sídlící také ve městě Napajedla. Firma se zaobírá výrobou svařovacích buněk většinou pro automobilový průmysl. Tyto buňky řídí PLC značky Siemens, které řídí proces a může vysílat bezpečnostní události, které upozorňují, pokud něco není v pořádku. Cílem práce je monitorování těchto událostí a jejich vyhodnocení. V rámci vyhodnocení mají být uložena aktuální data stroje a za pomocí webového serveru daného PLC být zobrazena. Vlastní vytvořený program pro PLC má být snadno integrovatelný do stávajícího programu a má ho funkčně rozšiřovat. Pro programování je použito vývojové prostředí TIA Portál V13 a PLC Siemens S7-1516F-3 PN/DP. Zhotovený program má sloužit pro servisní účely pro snadnější a rychlejší analýzu problému a za jakých podmínek k němu došlo.

2. Popis svařovací buňky

Jedná se o standardizovanou buňku s označením PN23345.



Obrázek 1 - Svařovací buňka

Svařovací buňka má bezpečnostní prvky, které umožňují v případu nouze vypnout systém, zabraňují přístupu dovnitř cely nebo hlídají nebezpečný prostor v oblasti Jig stanice v prostoru operátora a zabraňují tak úrazu. Hlavní vypínač je v oblasti hlavního rozvaděče, dále jsou po obvodu buňky 4 nouzová STOP tlačítka pro zastavení buňky. Servisní dveře jsou uzamknuty bezpečnostním dveřním mechanismem. Polohu otočného stolu snímají dva induktivní senzory. Prostor pro nakládání snímá laserový skener. Zabezpečující nepřítomnost osoby pří otáčení stolu. Uvnitř buňky se nachází několik zařízení, například: PLC, rozšiřující moduly pro vstupy/výstupy operátorský panel, příslušenství pro roboty firmy ABB, svařovací zařízení firmy SKS, rozvod plynu a čistého vzduchu.

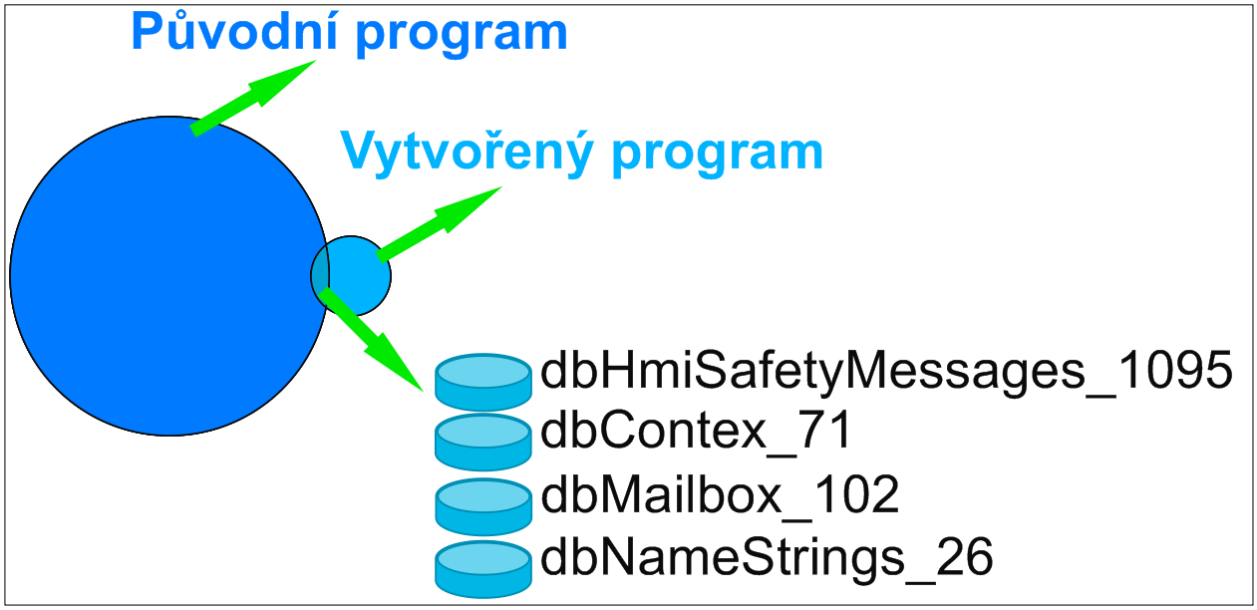
Tato buňka je rozdělena na osm částí podle svých funkcí.

Tabulka 1 – Sekce svařovací buňky

Sekce	Název	Význam
1	OC	Operátorský panel (HMI, ovládací tlačítka)
2	ST1	Jig stanice v prostoru operátora
3	ST2	Jig stanice v prostoru robota
4	ST3	Svařovací stanice
5	1R1	Robot 1
6	1R2	Robot 2
7	MC	Hlavní rozvaděč
8	1Rx	Rozvaděč robotů

3. Tvorba programu

Z původního programu jsou využívány jen 4 bloky pro monitorování, či čtení a několik bloků, kde jsou uloženy definice struktur. Vytvořený program tedy používá zaběhlé standarty, styl psaní, pojmenovávání bloků a program funkčně rozšiřuje.



Obrázek 2 – Ukázka propojení programu

3.1 Původní datové bloky

dbHmiSafetyMessages_1095

Zde se nachází bezpečnostní události, na které má program reagovat. Všechny události jsou typu *bool*. Celkem je rezervováno místo na 112 bezpečnostních událostí, z toho je obsazeno 50.

dbContext_71
Jedná se o první blok, z kterého jsou čerpána data o stavu buňky. Tento datový blok obsahuje strukturu s proměnnými dle oblasti výskytu. Struktura je zobrazena na následujícím obrázku.

Podskupina *MachineStatus* obsahuje proměnné popisující stav celé buňky, například je-li buňka zastavena, spuštěna, restartována, nebo je spuštěn zpožděný start, restart, stop, stav oplocení a dále. Těchto proměnných je 27.

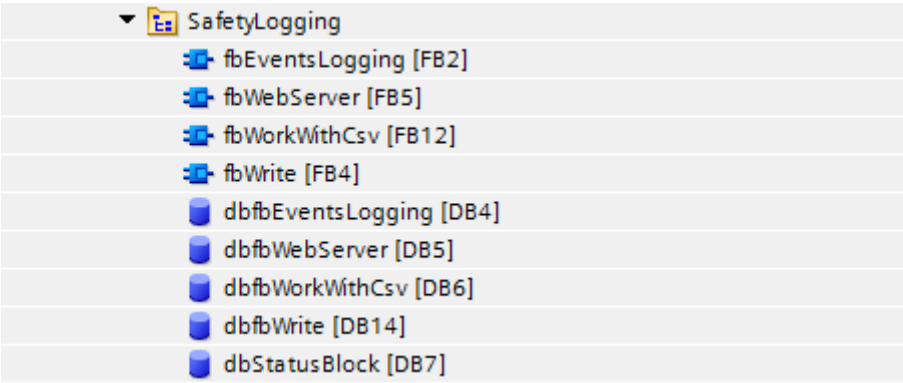
Podskupina *ObjectStatus* obsahuje proměnné, kam přistupuje některý z objektů cely a například požaduje restart, indikuje, že je v režimu učení nebo došlo k chybě v objektu, či potřebuje potvrzení zprávy na HMI zařízení. Počet proměnných je 10. Zbylé proměnné jsou obecné, kde se zaznamenává, či dochází k nakládání, vykládání, či nakládání pokračuje na další stanici. Tedy 3 proměnné.

dbMailbox_102
Druhý blok, odkud se čtou informace. Zde se nachází 30 tzv. Mailboxů, tedy schránek. Každá schránka patří jednomu objektu. Do tohoto objektu může přistupovat jiný objekt - *iOwner* a udělovat příkazy – *iOrder*. Nachází se zde také stav – *iStatus* prováděného příkazu. Proměnné *wExtraDataXX* slouží pro dodatečná data k příkazům. Ukládána jsou jen u robotů 1,2 a 3.

dbNameStrings_26
Z tohoto bloku se čerpají názvy pro vlastníky schránek a těch kdo k nim přistupují.

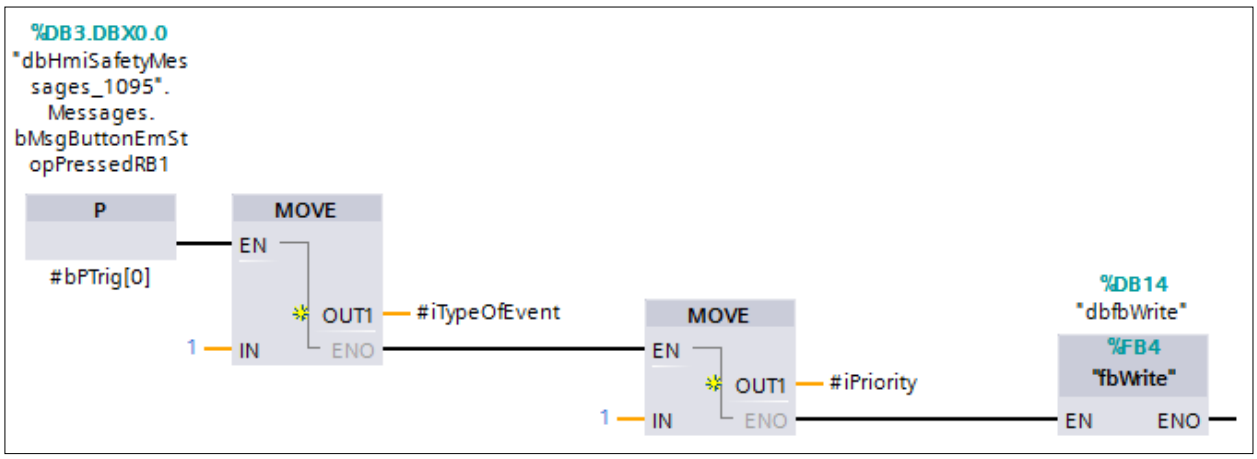
3.2 Vytvořené bloky

Pro snadnější integraci do existujícího programu byly všechny vytvořené bloky vloženy do složky *SafetyLogging*. Všechny funkční bloky mají vytvořený přidružený datový blok s proměnnými, které se v nich používají.



Obrázek 3 – Vytvořené bloky

fbEventsLogging a ***dbfbEventsLogging***
Tento blok je výchozí blok, který se musí spouštět v hlavním organizačním bloku *Main*. V tomto v bloku jsou pouštěn všechny vytvořené funkční bloky, které musí být spuštěny v každém cyklu – *fbWebServer, fbWorkWithCsv*. Také dochází k testování každé bezpečnostní události na náběžnou hranu. Pokud dojde k její aktivaci, pro její identifikaci se přiřazuje číslo symbolizující danou událost, dále prioritu dle závažnosti události a nakonec se volá funkce *fbWrite*.



Obrázek 4 – Monitorování událostí

dbStatusBlock
Jedná se o datový blok, kam jsou ukládány informace, o bezpečnostních událostech které nastanou a aktuální data buňky v době aktivní události. Struktura obsahující jednu událost a data o buňce se nazývá je jeden záznam do pole jménem *StatusBlock* o velikosti 100. Pro vytvoření tohoto bloku muselo být převzato několik datových struktur existujícího programu, byly propojeny a doplněny o další položky.

fbWrite a ***dbfbWrite***
Zde dochází k zápisu aktuálních dat buňky z výše zmíněných už existujících bloků do datového bloku *dbStatusBlock*. K datům o stavu cely a události je ještě přidán čas vzniku události a místo čísel u hodnot v *dbMailbox_102* jsou dopsány slovní vyjádření schránek, vlastníků, příkazů a statusů. Pokud je to možné nový záznam je uložený do prázdného elementu pole *StatusBlock,* pokud je celé pole plné, nahradí se událost s nejstarším datem.

fbWebServer a ***dbfbWebServer***
V tomto funkčním bloku se kontrolují proměnné, které ovlivňují, který záznam ze *StatusBlock* je zobrazen na webové stránce. Pracuje se s proměnnými *bNumberUp* a *bNumberDown,* u kterých se kontroluje náběžná hrana a podle nich reaguje program. Buď se zobrazuje předešlý, nebo další záznam v poli. Na webové stránce jsou proměnné znázorněny tlačítky. Další možnost je zobrazení konkrétního záznamu pomocí proměnné *iNumberWS*, která je typu *Integer*. Proměnná je znázorněna pomocí Tagu *select* - rozevíracího seznamu.

fbWorkWithCsv a ***dbfbWorkWithCsv***
Funkční blok reaguje na náběžnou hranu tlačítek webserveru pro generování csv souboru a jeho smazání. Pro generování csv souboru je použita systémová funkce. Musela být vytvořena hlavička pro csv soubor s názvy proměnných. Těch je velké množství, proto bylo vytvořeno několik proměnných typu *String* a následně byly převedeny do pole typu *Char*. Data ukládající se do jednoho řádku souboru nesmí být struktura, ale sled proměnných, proto byly proměnné přiřazeny každá zvlášť do pomocné proměnné, která byla poté přidána do funkce pro generování csv souboru.

3.3 Zdrojový html soubor webové stránky

Hotový html soubor se nahrává do PLC a ukládá se do datových bloků, kde zabírá prostor v paměti, proto byla snaha vytvořit tento soubor co nejmenší bez použití dodatečných knihoven, pouze za pomoci kódu html, kaskádových stylů a java scriptu.

Pro zobrazení reálných dat uložených v PLC je zapotřebí speciálních příkazů, které odkazují na data, které chceme číst. Jedná se o AWP (Automation Web Programming) příkazy. Na následujícím obrázku vidíme příkaz pro přístup k proměnám *bNumberDown* a *bNumberUp.*

```
<!-- AWP_In_Variable Name='"dbfbWebServer".bNumberDown' -->
<!-- AWP_In_Variable Name='"dbfbWebServer".bNumberUp' -->
```

Obrázek 5 – AWP příkaz

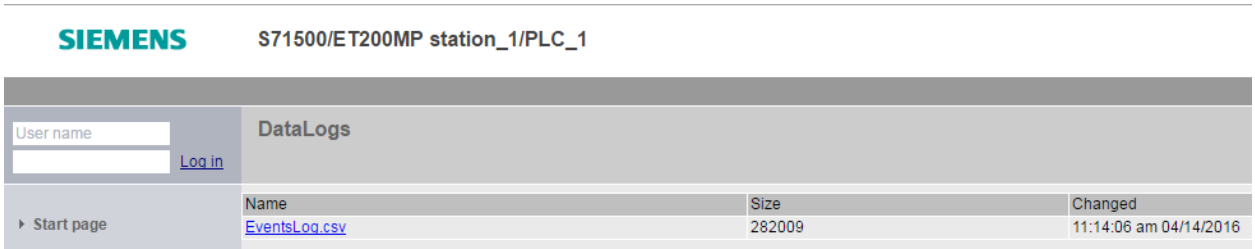
Tyto příkazy obsahují cestu k datům, která chceme číst, či do nich zapisovat. Pokud označíme celý datový blok, lze přistupovat ke všem datům, a jelikož se data přenáší odkazem ve webovým prohlížeči, je to z hlediska bezpečnosti nepřípustné. Proto jsou použity odkazy na konkrétní proměnné nebo na datové bloky, kde data jen čteme a jejich úpravou by se nic nestalo.
Soubor dále obsahuje html kód pro vytvoření tabulek a rozdělení stránky na sekce. Java script je použit pro uložení hodnot z PLC. Bohužel nelze načítat data v cyklu. Html kód pro čtení, či zápis proměnné musí být napsaný v celku, jinak PLC pří kompilaci kódu příkaz nerozpozná, jelikož java script vytváří html kód až pří načtení stránky. Proto je každá proměnná, kterou je potřeba číst nebo do ni zapisovat napsána samostatně na řádku. Zobrazení všech dat na jednou je tedy nemožné s ohledem na velikost, kterou by takto vytvořený program měl. Data takto získána už jsou v cyklech vkládány do tabulek.

```
289 function makeValues() {
290
291     MS[0]=':="dbfbWebServer".Data.Context.MachineStatus.bStop:';
292     MS[1]=':="dbfbWebServer".Data.Context.MachineStatus.bReset:';
293     MS[2]=':="dbfbWebServer".Data.Context.MachineStatus.bStart:';
```

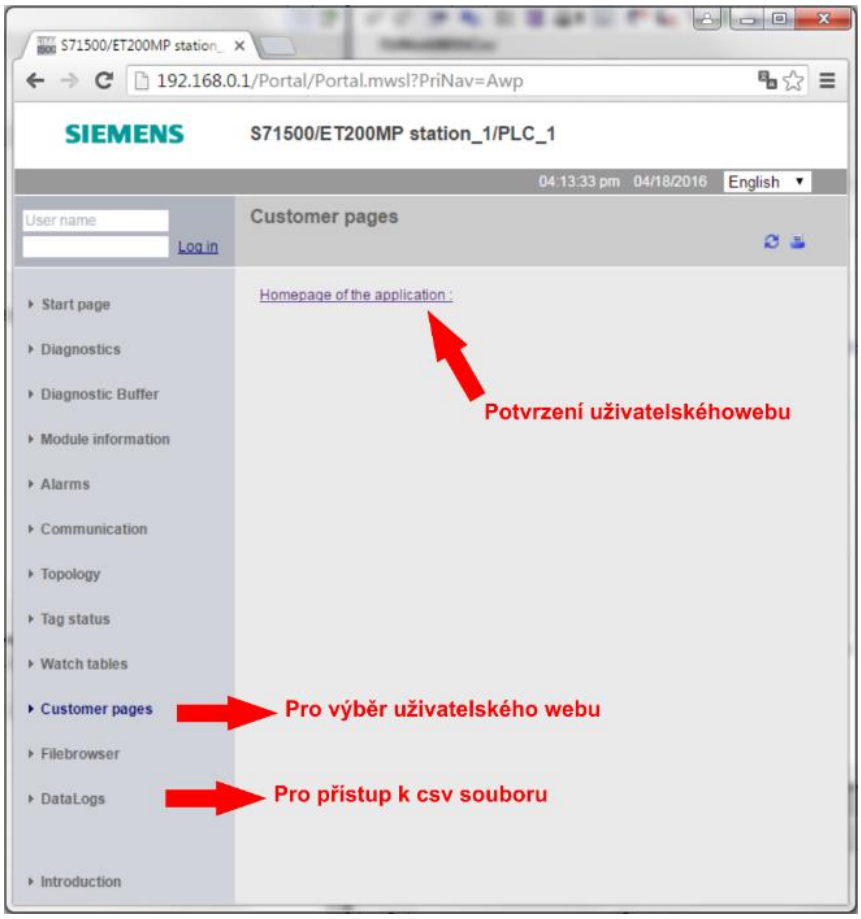
Obrázek 6 – Ukázka čtení proměnné

4. Výstupní zobrazení

Jako výstup slouží zobrazení uložených dat pomocí webserveru daného PLC, kde je možnost přidat uživatelskou stránku. Pro přístup na uživatelskou stránku je potřeba zadat do vyhledávače IP adresu PLC, přihlásit se pomocí uživatelského jména a hesla. Následně vybrat z levého menu položku *Costumer pages* a dále *Homepage of the application*. Při přístupu na csv soubor je potřeba vybrat položku *DataLogs* a datový log (csv soubor) s názvem *EventsLog.csv*.



Obrázek 7 - Ukázka csv souboru na webserveru



Obrázek 8 – Ukázka webserveru PLC

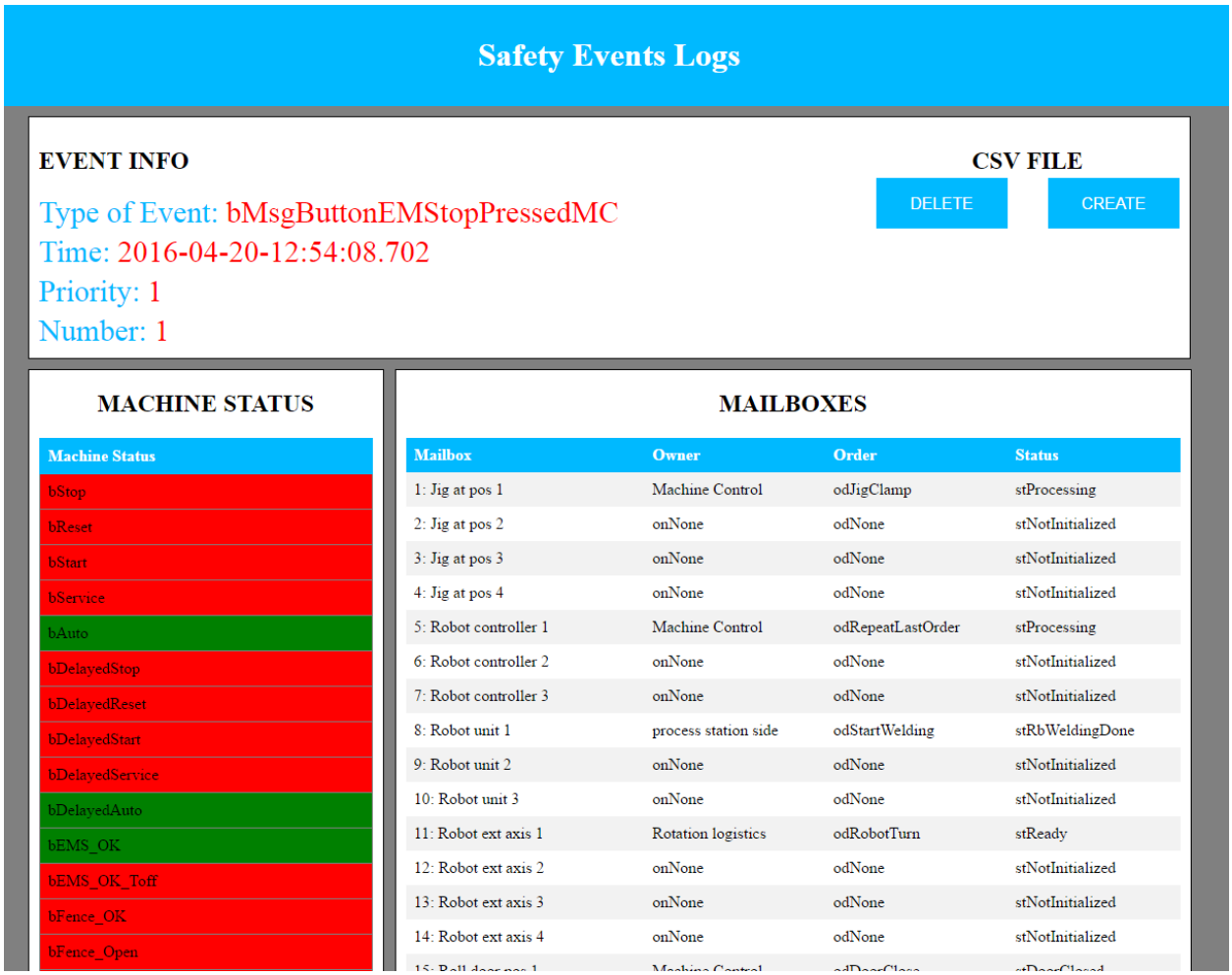
4.1 Webová stránka

Primárně slouží webová stránka pro hlubší analýzu jednoho záznamu. Jak už bylo popsáno výše, není možné zobrazit všechny záznamy zároveň. K tomu slouží přídavný csv soubor.
Stránka se skládá ze 4 sekcí.

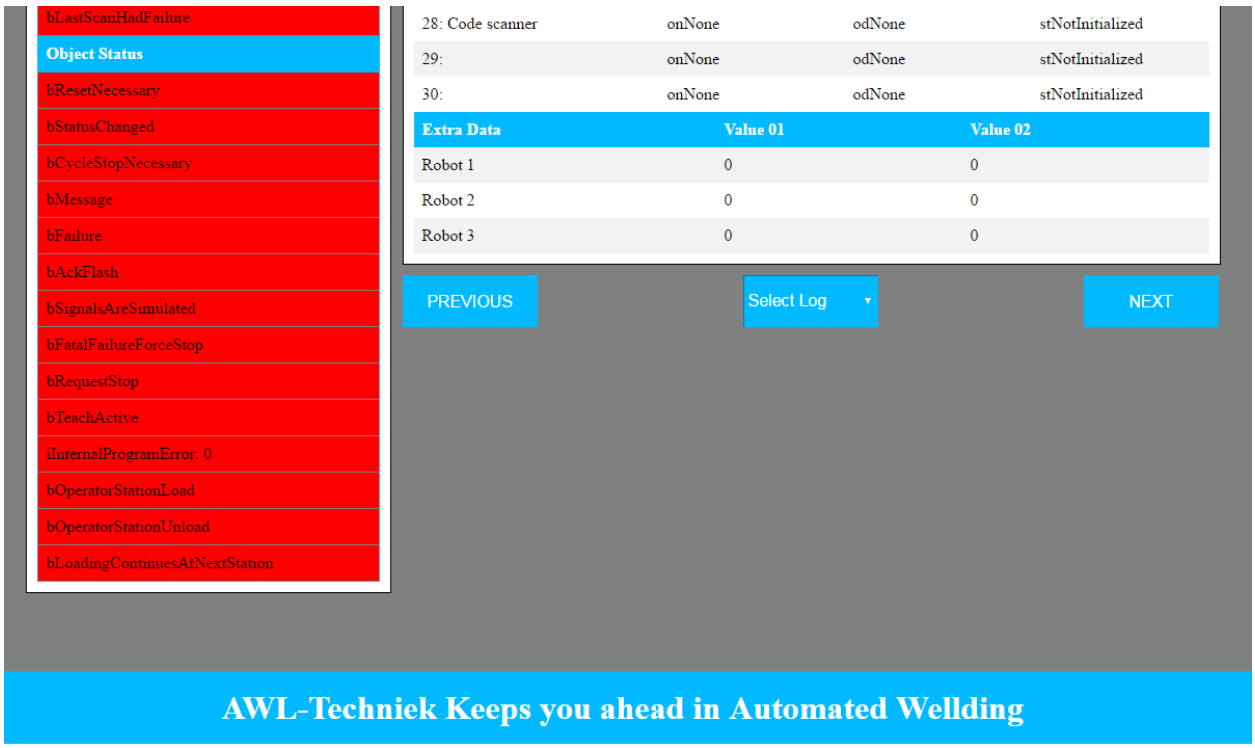
Event Info
Zde se nachází informace o události, která nastala, kdy nastala, jakou má prioritu a pořadové číslo.

CSV file
Obsahuje dvě tlačítka pro vytvoření csv souboru a smazání csv souboru. Pokud se stiskne tlačítko pro vytvoření a soubor již existuje, stávající soubor se smaže a vygeneruje se soubor nový. Pokud se stlačí tlačítko pro vymazání souboru a soubor neexistuje, nic se neprovede.
Machine Status
Zde se zobrazují proměnné popisující stav buňky bitovými proměnnými. Pokud je proměnná *true*, je podbarvená zeleně, pokud je proměnná *false*, je podbarvená červeně.

Mailboxes
Zde se nachází hodnoty schránek. Zobrazeno je jméno schránky, jméno vlastníka, příkazu a statusu. Poslední tabulka ukazuje zvlášť extra data pro roboty. Tlačítky *Previous* a *Next* lze posouvat zobrazované události od 1 do 100. Nebo přímo zvolit v rozbalovacím menu přesné číslo záznamu.



Obrázek 9 – Uživatelská stránka 1



Obrázek 10 – Uživatelská stránka 2

4.2 CSV soubor

Soubor obsahuje v prvním řádku hlavičku s názvy proměnných. Každý sloupec je jedna proměnná. Každý řádek znamená jeden záznam aktivních bezpečnostních událostí z pole *StausBlock*.
Tento soubor slouží především k celkovému pohledu na všechny zaznamenané události zároveň. Také je určen k seřazení podle aktuálně potřebného kritéria. Pro hlubší analýzu jednoho záznamu může být matoucí, k tomu je určena webová stránka.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	SeqNo	Type of Event	Time	Priority	MS-bStop	MS-breset	MS-bStart	MS-Servic	MS-bAuto	MS-bDelay	MS-bDelay	MS-bDelay	MS-bDelay	MS-Auto
2	1	bMsgButtonEmStopPressedRB1	7.9.2016 9:12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	bMsgButtonEmStopPressedRB3	7.9.2016 9:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	3	bMsgFeedbackMC_Indextable_CCW	7.9.2016 9:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obrázek 11 – Ukázka části csv souboru

5. Závěr

Podle zadání bylo provedeno monitorování bezpečnostních událostí, jejich identifikace, zaznamenání časů způsobených událostí a byla jim udělena priorita. Zároveň byl zaznamenán aktuální stav buňky a hodnoty schránek objektů. Tyto data jsou považována za jeden záznam a byla vložena do pole jménem *StatusBlock* s celkovou kapacitou 100 záznamů.
Vizualizace dat byla zprostředkována pomocí webserveru daného PLC, tak aby případný servisní technik nebo zaměstnanec nepotřeboval žádný dodatečný software pro procházení záznamů. Pro procházení všech záznamů najednou je k dispozici csv soubor, který je možné vytvořit nebo smazat v uživatelsky vytvořeném webu. Tento web také slouží k vizualizaci jednoho záznamu pro lepší analýzu problému. Celý program byl vytvořen tak, aby byl lehce integrovatelný do stávajícího programu. Stačí pouze nakopírovat složky vytvořeného programu, načíst zdrojový html soubor a vložit funkční blok *fbEventsLogging* do *Main* bloku.