

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA CHEMICKEJ A POTRAVINÁRSKEJ
TECHNOLÓGIE**

EVIDENČNÉ ČÍSLO: FCHPT-5414-63862

**PROTOTYP SCADA APLIKÁCIE PRE RIADENIE
A MONITROVANIE DOPRAVY**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2018

Bc. Miroslav Boloz

**SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
FAKULTA CHEMICKEJ A POTRAVINÁRSKEJ
TECHNOLÓGIE**

Evidenčné číslo: FCHPT-5414-63862

**PROTOTYP SCADA APLIKÁCIE PRE RIADENIE
A MONITOROVANIE DOPRAVY**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program: automatizácia a informatizácie v chémii a potravinárstve

Študijný odbor: 5.2.14. automatizácia

Školiace pracovisko: oddelenie informatizácie a riadenia procesov

Vedúci záverečnej práce/školiťel': Ing. Richard Valo, PhD.

Konzultant: Ing. Milan Šmotlák

Bratislava 2018

Bc. Miroslav Boloz



ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

Študent: **Bc. Miroslav Boloz**
ID študenta: 63862
Študijný program: automatizácia a informatizácia v chémii a potravinárstve
Študijný odbor: 5.2.14. automatizácia
Vedúci práce: Ing. Richard Valo, PhD.
Konzultant: Ing. Milan Šmotlák
Miesto vypracovania: Oddelenie informatizácie a riadenia procesov, FCHPT

Názov práce: **Prototyp SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy**

Jazyk, v ktorom sa práca vypracuje: slovenský jazyk

Špecifikácia zadania:

Na základe konzultácii s firmou EMST s.r.o., zaoberajúcou sa tematikou riadenia tunelových a diaľničných technológií, je potrebné vytvoriť prototyp novej SCADA aplikácie v systéme WinCC Open Architecture pre riadenie a monitorovanie dopravy. Hlavným cieľom aplikácie je vyvinúť základné interaktívne rozhranie, s moderným, ľahko modifikovateľným grafickým dizajnom a jednoduchou interakciou medzi súčasťami systému. Študent vytvorí základné panely s objektami. Tie budú graficky upravené pomocou nástroja WINCC Open Architecture, ktorý využíva syntax CSS jazyka. Následne medzi týmito objektami vytvorí prepojenie, aby demonštrovali základnú funkcionálnu aplikáciu, ktorá bude potrebná pri aplikovaní tohto modelu na reálne projekty.

Rozsah práce: 50

Riešenie zadania práce od: 12. 02. 2018

Dátum odovzdania práce: 13. 05. 2018

Bc. Miroslav Boloz
študent

prof. Ing. Miroslav Fikar, DrSc.
vedúci pracoviska

prof. Ing. Miroslav Fikar, DrSc.
garant študijného programu

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať vedúcemu diplomovej práce Ing. Richardovi Valovi, PhD. za vytvorenie možnosti vypracovať diplomovú prácu s firmou z praxe a za jeho odborné vedenie. Taktiež by som chcel vyjadriť svoju vďaku konzultantovi Ing. Milanovi Šmotlákovi z firmy emst s.r.o., ktorý mi umožnil podieľať sa na reálnom projekte a poskytol mi odborné poznatky a podporu pri vypracovávaní diplomovej práce v softvéri WinCC Open Architecture.

Abstrakt

Cieľom práce je preskúmať možnosti nástroja softvéru WinCC Open Architecture, inšpirovaného HTML Cascading Style Sheet (CSS) technológiou, na efektívnejšiu a detailnejšiu úpravu vzhľadu aplikácie. Práca je rozdelená do piatich kapitol. Obsahuje tridsaťdeväť tabuliek a osemdesiattri obrázkov. Prvá kapitola je venovaná teoretickým poznatkom potrebným pre vytvorenie SCADA aplikácie. V ďalšej časti je charakterizovaný cieľ práce. Tretia a štvrtá kapitola opisujú postup práce, dosiahnuté výsledky a obmedzenia pri vytváraní jednotlivých objektov ako aj prototypu SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy. Prototyp slúži ako používateľské rozhranie na interaktívne testovanie vytvorených objektov.

Kľúčové slová: WinCC Open Architecture; SCADA; Style Sheets; tunelové technológie

Abstract

The aim of the final thesis is to explore capabilities of the WinCC Open Architecture software, inspired by Cascading Style Sheet (CSS), to edit look of the application easier and more effective way. Thesis is divided into five chapters. It contains thirty-nine tables and eighty-three images. First chapter is devoted to the theoretical knowledge needed to create SCADA application. In the next part the aim is defined. Third and fourth chapters describe progress of the work, results achieved and constraints occurred when creating individual objects as well as the prototype of SCADA application for traffic management and monitoring. Prototype serves as a user interface for interactive testing of created objects.

Key words: WinCC Open Architecture; SCADA; Style Sheets; tunnel technology

Obsah

Zoznam ilustrácií.....	13
Zoznam tabuliek.....	16
Slovník termínov (nepovinné).....	18
Úvod.....	19
1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí.....	21
1.1 Tunelové technológie.....	21
1.2 Architektúra systému	22
1.2.1 Model softvéru	24
1.2.2 Prevádzkové funkcie	27
2 Cieľ práce	35
3 Metodika práce a metódy skúmania	36
3.1 SIMATIC WinCC Open Architecture (WinCC OA).....	36
3.1.1 Základné koncepty	37
3.1.2 Style Sheets	46
4 Výsledky práce	48
4.1 Farby	48
4.1.1 Hlavné farby.....	48
4.1.2 Prechody	49
4.2 Typografia.....	51
4.3 Ovládacie prvky a komponenty	51
4.3.1 Accordion.....	52
4.3.2 Záhlavie aplikácie (Application Header)	57
4.3.3 Signalizátory (Badges)	58
4.3.4 Stĺpcové grafy (Bar Graph)	61
4.3.5 Štandardné tlačidlá	62

4.3.6	Zaškrtávacie políčko (Check Box).....	66
4.3.7	Drop down.....	68
4.3.8	Radio button.....	71
4.3.9	Textové a numerické polia.....	73
4.3.10	Spin Box.....	76
4.3.11	Systémové správy (Message management).....	78
4.4	Prototyp SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy	81
4.4.1	Dashboard	82
4.4.2	Map	83
4.4.3	Line	83
4.4.4	Obejcts for Testing	84
5	Záver.....	85
	Zoznam použitej literatúry	86

Zoznam ilustrácií

Obr. 1	Zobrazenie roztriedenia správcov (<i>managers</i>) do úrovni a ich prepojenia	23
Obr. 2	Segmenty prevádzky	27
Obr. 3	Diagram znázorňujúci riadenie osvetlenia	29
Obr. 4	Diagram znázorňujúci riadenie ventilácie.....	30
Obr. 5	Diagram znázorňujúci riadenie videa.....	31
Obr. 6	Detekcia požiaru	32
Obr. 7	Architektúra systému riadenia dopravy	33
Obr. 8	Postavenie WinCC OA v automatizovanom systéme	37
Obr. 9	Zobrazenie roztriedenia správcov (<i>managers</i>) do úrovni a ich prepojenia	38
Obr. 10	Project administrator	40
Obr. 11	Konzola (<i>Console</i>).....	41
Obr. 12	Log Viewer	42
Obr. 13	Okno pre zadávanie hesla	42
Obr. 14	Grafický editor GEDI	43
Obr. 15	VISION	43
Obr. 16	System management	44
Obr. 17	PARA	44
Obr. 18	Data point stromová štruktúra	45
Obr. 19	Selektor, Deklarácia	46
Obr. 20	Konfigurácia selektora objektov.....	47
Obr. 21	Accordion atribúty – Normálny stav	52
Obr. 22	Accordion - Kurzor myši cez objekt.....	53
Obr. 23	Accordion – Otvorený stav	53
Obr. 24	Accordion - Rozmery	54
Obr. 25	Accordion – Dosiahnutý stav	54
Obr. 26	Accordion – CSS kód	55
Obr. 27	Záhlavie aplikácie a názov aplikácie – Normálny stav.....	57
Obr. 28	Záhlavie aplikácie - Rozmery.....	57
Obr. 29	Záhlavie aplikácie – Dosiahnutý stav	58
Obr. 30	Signalizátor – Normálny stav	59
Obr. 31	Signalizátor – Upozornenie	59
Obr. 32	Signalizátor – Chyba	59

Obr. 33	Signalizátor – Kritická chyba	60
Obr. 34	Signalizátor – Rozmery	60
Obr. 35	Signalizátory – Dosiahnutý stav	60
Obr. 36	Stĺpcový graf	61
Obr. 37	Stĺpcový graf - Rozmery.....	62
Obr. 38	Stĺpcový graf - Dosiahnutý stav	62
Obr. 39	Štandardné tlačidlo – Normálny stav	63
Obr. 40	Štandardné tlačidlo – Kurzor myši cez objekt	63
Obr. 41	Štandardné tlačidlo – Zakázaný objekt.....	64
Obr. 42	Štandardné tlačidlo – Stlačenie.....	64
Obr. 43	Štandardné tlačidlo - Rozmery	65
Obr. 44	Štandardné tlačidlo – Dosiahnutý stav	66
Obr. 45	Zaškrtávacie políčko – Normálny stav	67
Obr. 46	Zaškrtávacie políčko – Kurzor myši cez objekt.....	67
Obr. 47	Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt	67
Obr. 48	Zaškrtávacie políčko – Zaškrtnuté.....	67
Obr. 49	Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt – Zaškrtnuté políčko.....	68
Obr. 50	Zaškrtávacie políčko - Rozmery	68
Obr. 51	Zaškrtávacie políčko – Dosiahnutý stav	68
Obr. 52	Drop down – Normálny stav	69
Obr. 53	Drop down – Kurzor myši cez objekt.....	69
Obr. 54	Drop down – Stlačenie	70
Obr. 55	Drop down - Rozmery	70
Obr. 56	Drop down – Dosiahnutý stav	70
Obr. 57	Radio button – Normálny stav	71
Obr. 58	Radio button – Kurzor myši cez objekt	72
Obr. 59	Radio button – Zakázaný objekt	72
Obr. 60	Radio button – Zvolený stav.....	72
Obr. 61	Radio button – Zakázaný objekt – Zvolený stav	72
Obr. 62	Radio button - Rozmery	73
Obr. 63	Radio button – Zvolený stav.....	73
Obr. 64	Textové/numerické polia – Normálny stav.....	74
Obr. 65	Textové/numerické polia – Kurzor myši cez objekt.....	74
Obr. 66	Textové/numerické polia – Stlačenie.....	75

Obr. 67	Textové/numerické polia – Zameranie do vnútra objektu	75
Obr. 68	Textové/numerické polia - Rozmery	75
Obr. 69	Textové/numerické polia – Dosiahnutý stav	76
Obr. 70	Spin Box– Normálny stav.....	77
Obr. 71	Spin Box– Kurzor myši cez objekt.....	77
Obr. 72	Spin Box – Stlačenie	77
Obr. 73	Spin Box - Rozmery	78
Obr. 74	Spin Box - Dosiahnutý stav	78
Obr. 75	Message Management – Normálny stav	79
Obr. 76	Message Management – Kurzor myši cez objekt	79
Obr. 77	Message Management – Stlačenie.....	80
Obr. 78	Message Management - Rozmery	80
Obr. 79	Message Management – Dosiahnutý stav.....	81
Obr. 80	Dashboard panel	82
Obr. 81	Map panel	83
Obr. 82	Line panel	84
Obr. 83	Obejcts for Testing panel.....	84

Zoznam tabuliek

Tab. 1	Hlavné farby aplikácie	48
Tab. 2	Prechody	50
Tab. 3	Typografia.....	51
Tab. 4	Accordion atribúty – Normálny stav.....	52
Tab. 5	Accordion atribúty – Kurzor myši cez objekt	53
Tab. 6	Accordion atribúty – Otvorený stav	53
Tab. 7	Záhlavie aplikácie a názov aplikácie.....	57
Tab. 8	Signalizátor – Normálny stav.....	59
Tab. 9	Signalizátor – Upozornenie.....	59
Tab. 10	Signalizátor – Chyba	59
Tab. 11	Signalizátor – Kritická chyba	60
Tab. 12	Stĺpcový graf	61
Tab. 13	Štandardné tlačidlo – Normálny stav.....	63
Tab. 14	Štandardné tlačidlo – Kurzor myši cez objekt	63
Tab. 15	Štandardné tlačidlo – Zakázaný objekt.....	64
Tab. 16	Štandardné tlačidlo – Stlačenie.....	64
Tab. 17	Zaškrtávacie políčko – Normálny stav	66
Tab. 18	Zaškrtávacie políčko – Kurzor myši cez objekt.....	67
Tab. 19	Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt	67
Tab. 20	Zaškrtávacie políčko – Zaškrtnuté.....	67
Tab. 21	Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt – Zaškrtnuté políčko.....	67
Tab. 22	Drop down – Normálny stav	69
Tab. 23	Drop down – Kurzor myši cez objekt.....	69
Tab. 24	Drop down – Stlačenie	69
Tab. 25	Radio button – Normálny stav	71
Tab. 26	Radio button – Kurzor myši cez objekt	71
Tab. 27	Radio button – Zakázaný objekt	72
Tab. 28	Radio button – Zvolený stav	72
Tab. 29	Radio button – Zakázaný objekt – Zvolený stav	72
Tab. 30	Textové/numerické polia – Normálny stav.....	74
Tab. 31	Textové/numerické polia – Kurzor myši cez objekt	74
Tab. 32	Textové/numerické polia – Stlačenie.....	75

Tab. 33	Textové/numerické polia – Zameranie do vnútra objektu	75
Tab. 34	Spin Box – Normálny stav.....	77
Tab. 35	Spin Box– Kurzor myši cez objekt.....	77
Tab. 36	Spin Box – Stlačenie	77
Tab. 37	Message Management – Normálny stav	79
Tab. 38	Message Management – Kurzor myši cez objekt	79
Tab. 39	Message Management – Stlačenie.....	79

Slovník termínov

VDU je jednotka vizuálneho zobrazenia. VDU zobrazuje obrázky generované počítačom alebo iným elektronickým zariadením.

Middleware je počítačový softvér, ktorý prepája jeho komponenty alebo osoby s ich aplikáciami. Zahŕňa služby, ktoré umožňujú prácu viacerých procesov na jednom alebo viacerých serveroch. Zaisťuje podporu pri prechode na distribuované systémy, čo znamená webové, aplikačné servery a ďalšie podobné nástroje.

Komunikačný protokol je súhrn rôznych pravidiel, ktoré operačné systémy alebo programy využívajú na komunikáciu medzi koncovými bodmi v technologických procesoch. TCP/IP protokol je v priemysle najpoužívanejší.

Úvod

Z dôvodu neustále zvyšujúceho sa počtu dopravných prostriedkov sa znásobujú aj riziká, ktoré ovplyvňujú bezpečnosť a plynulosť cestnej premávky. Je dôležité eliminovať situácie ako napr. nehoda, požiar, zvýšená koncentrácia škodlivých látok v cestnom tuneli, oslepenie vodiča pri vjazde a výjazde z tunelu. Záujem je vytvárať riadiace systémy, ktoré to dokážu rýchlo a efektívne.

Medzi úlohy riadiacich systémov patrí napr. monitorovanie vozidiel v premávke, regulovanie osvetlenia, monitorovanie kvality ovzdušia v tuneloch, protipožiarne zabezpečenie, obsluha a ovládanie dopravných značení. Pri takomto riadení je veľmi dôležitá infraštruktúra.

Na riadenie a monitorovanie cestnej premávky sa využíva SCADA aplikácia vytvorená v softvéri WinCC Open Architecture.

Moderné trendy a konkurencia medzi SCADA softvermi prinášajú do priemyselných vizualizácií nové nástroje, ktorými sa odlišujú. V technologických procesoch sú stabilita a funkčnosť najdôležitejšími faktormi. Na úkor toho vývojové programy mnohokrát neponúkajú grafickú editovateľnosť uspokojujúcu zákazníka. Jednoduché prispôbovanie dizajnu SCADA aplikácie môže rozhodnúť o výbere vývojového softvéru. WinCC Open Architecture obsahuje nástroj na rozsiahlu grafickú úpravu objektov *Style Sheets*, inšpirovaný HTML Cascading Style Sheet (CSS) technológiou.

Diplomová práca sa zaoberá možnosťami technológie *Style Sheets* a aplikuje ich na objekty potrebné pre realizovanie interakcie medzi procesom riadenia cestnej premávky a užívateľom. Výsledkom je prototyp prezentujúci vhodnosť využitia nástroja na dodatočnú grafickú úpravu projektu.

V záverečnej práci sú v prvej kapitole teoreticky opísané základné poznatky o technologickom princípe systému slúžiaceho na riadenie cestnej premávky. Oboznámenie sa s princípmi a prepojeniami jednotlivých súčastí projektu je dôležité, pretože vďaka svojej komplexnosti a modulárnosti sa dokáže prispôbiť rôznym požiadavkám v závislosti od zákazníckych potrieb a geografického zasadenia systému. Jednotlivé časti majú vlastný grafický obraz obsahujúci objekty vyžadujúce úpravu dizajnu.

Druhá kapitola pojednáva o celi záverečnej práce.

Kapitola metodika práce a metódy skúmania obsahuje informácie o softvéri Simatic WinCC Open Architecture, ktorý sa využíva na monitorovanie, ovládanie a vizualizovanie procesov v úlohe riadenia cestnej premávky. Zmienené sú základné princípy a nástroje programu, vďaka ktorým je správnu voľbou na splnenie všetkých požiadaviek.

Kapitola výsledky práce sa venuje praktickej časti. Obsahuje postupy a princípy vytvárania jednotlivých modulov a súčastí pre vykonávanie zadaných požiadaviek SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy. Sú tu vysvetlené požiadavky, ktoré musia byť z hľadiska grafického štýlu a interakcie s koncovým používateľom splnené. Časť kapitoly opisuje priebeh vytvárania prototypu.

1 Súčasný stav riešenej problematiky doma a v zahraničí

1.1 Tunelové technológie

Bezpečnosť cestných tunelov a komunikácií je ovplyvňovaná štyrmi hlavnými faktormi:

- vodiči,
- vozidlá,
- infraštruktúra,
- operátori.

Vážne riziká sú predstavované najmä účastníkmi cestnej premávky. Na vodiča vozidla sú kladené značné psychologické a fyzické nároky pri prejazde tunelom, pričom je vyžadovaná jeho plná koncentrácia. Okrem toho môžu vzniknúť nebezpečné situácie ako napríklad požiar, cestné kolóny, znížená viditeľnosť a zvýšená koncentrácia životu nebezpečných látok v ovzduší.

Samotné vozidlá predstavujú ďalší zdroj nebezpečenstva. Prehriatie ich časti môže ľahko spôsobiť požiar, tak ako aj preprava nebezpečného nákladu môže spôsobiť obrovské škody už pri menšej nehode [2].

Hlavnú a preventívnu úlohu v otázke bezpečnosti zohráva infraštruktúra, ktorá dokáže minimalizovať následky nehôd.

Pre zabezpečenie komplexných bezpečnostných požiadaviek cestných tunelov, musia moderné bezpečnostné systémy spĺňať nasledujúce úlohy:

- monitorovanie vozidiel v tuneli a ovplyvňovanie ich vplyvu na premávku rôznymi riadiacimi operáciami (znižovanie rýchlosti, výstrahy, uzávierka tunela, atď.),
- monitorovanie kvality vzduchu a zabezpečenie riadenia ventilačných systémov,
- regulovanie osvetlenia,
- vyrovňovanie zaťaženia napätia v tuneli, núdzového napätia v generátoroch a zabezpečenie dodávky elektriny do okruhov, ktoré nesmú byť za žiadnych okolností prerušené,
- prijímanie núdzových hovorov,
- detekcia požiarov a riadenie protipožiarnych zariadení,

- video monitorovanie,
- rádio,
- centrálné monitorovanie, riadenie a obsluha.

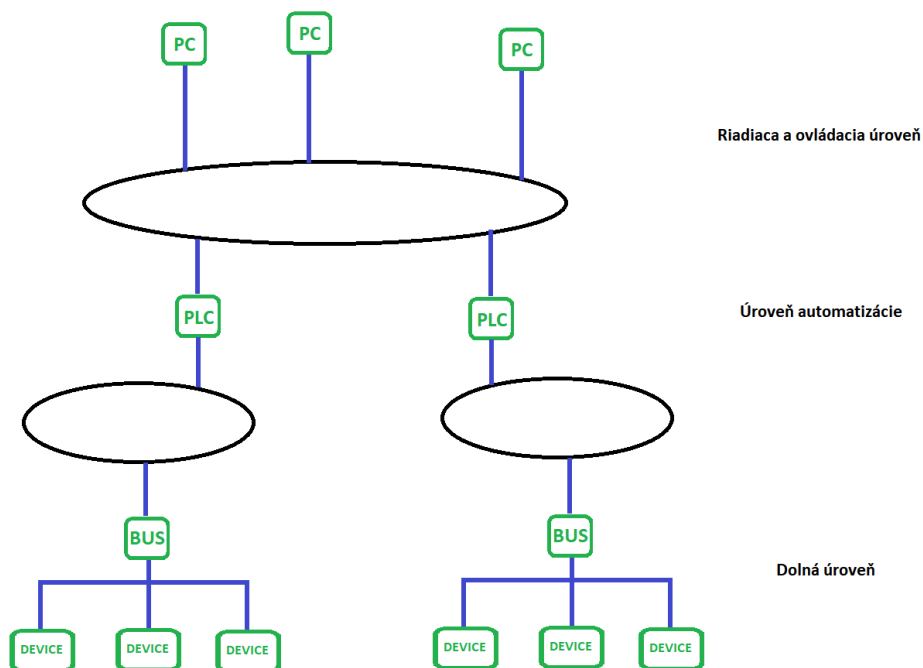
Informácie o stavoch tunelu sú prezentované SCADA aplikáciou vyvinutou v softvéri WinCC Open Architecture. Aplikácia zároveň slúži na riadenie celého systému [2].

1.2 Architektúra systému

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, v preklade Dispečerské Riadenie a Zber Dát) je systém využívaný na vizualizáciu v oblasti riadiacich priemyselných systémov pre vzdialené monitorovanie, zber, spracovanie a prezentáciu dát behom procesu. Zoskupuje dáta zo senzorov v reálnom čase, ktoré odosiela centrálnemu počítaču, kde sú spracovávané. SCADA nie je využívaná ako plnohodnotný riadiaci systém, ale jej hlavnou úlohou je dispečing. Väčšinou je to aplikácia fungujúca ako nadstavba skutočného riadiaceho systému. Najčastejšie sa jedná o PLC zariadenia, tzv. Programovateľné Logické Počítače. Vďaka moderným technológiám a prepojeniu s komunikačnou sieťou je možné systém ovládať kdekoľvek a na akomkoľvek zariadení s prístupom na internet cez webový prehliadač [6].

SCADA systém má hierarchickú štruktúru, ktorá sa rozdeľuje na tri funkčné úrovne (pozri Obr. 1):

- riadiaca a ovládacia úroveň pre vizualizáciu systému, archiváciu údajov a manuálne ovládanie,
- úroveň automatizácie pre vstup a spracovanie údajov a následné výpočty, pomocou ktorých sa vykonávajú automatické úkony,
- dolná úroveň pre získavanie nameraných premenných a riadiacich signálov



Obr. 1 Zobrazenie roztriedenia správcov (*managers*) do úrovní a ich prepojenia

Riadiace jednotky v dolnej úrovni sú zodpovedné za zapisovanie údajov zo senzorov a vygenerovanie výstupu vo forme príkazu pre spúšťače riadiacich zdrojov. Tie sa nachádzajú vo výklenkoch, technologických miestnostiach alebo vo voľne stojacich skrinkách.

Vybavenie úrovne automatizácie je umiestnené v priemyselných skrinách v prevádzkových priestoroch riadiaceho centra [4].

Komponenty riadiacej a ovládacej úrovne sú situované v riadiacom centre (velíne) a lokálne v príslušných servisných miestnostiach. Niektoré časti tejto úrovne môžu byť umiestnené separátne napr. vo vyššom riadiacom centre.

V rámci tunelových technológií môžu byť do systému zapojené nasledujúce zariadenia a systémy v závislosti od potreby a požiadaviek projektu:

- systém pre získanie informácií o premenných, obrazovky pre ich zobrazenie,
- systém, ktorý ovláda dopravné značenie a navigovanie áut v pruhoch,
- blokovacie zariadenia, napr. zátarasy,
- radary a detektory,
- senzory na meranie kvality vzduchu, rozsahu viditeľnosti, rýchlosti prúdenia premávky,
- zariadenia pre odvetrávanie,

- spínacie zariadenia napájania (UPS, núdzové napájanie generátorom, transformátor, atď.),
- riadiace systémy pre osvetlenie,
- video systém,
- protipožiarne systémy,
- núdzová komunikácia.

Údaje z lokálnych riadiacich zariadení v dolnej úrovni sú posielané sieťovou zbernicou do automatizačnej úrovne. Z tohto dôvodu by mala byť sieť navrhnutá redundantne, tzv. prstencovou formáciou s doprednými a spätnými vedeniami v tunelových rúrach.

Úroveň automatizácie prijíma všetky údaje z rôznych oblastí dolnej úrovne, ako napr. cestná premávka, ventilácia, osvetlenie, núdzové hlásenia, elektrické napájanie, informácie pre požiarne systémy ako aj parametre z riadiacej a ovládacej úrovne. Tu sa vymieňajú aj údaje medzi jednotlivými oblasťami automatizácie. Stratégie, ktoré sú koordinované medzi oblasťami automatizácie, sa môžu aplikovať na príslušné riadiace zóny. Úroveň automatizácie je škálovateľná z jednotlivých ústredných zariadení až po niekoľko interaktívnych, redundantných systémov alebo riadiacich jednotiek s vysokou dostupnosťou, ako aj niekoľko distribuovaných systémov [4].

Počítače sa používajú na riadiacej úrovni a spĺňajú nasledujúce úlohy:

- vizualizácia aktuálneho stavu,
- manuálny zásah používateľa,
- archivácia dát,
- vytváranie štatistík a správ

1.2.1 Model softvéru

Koncept štruktúry riadiaceho centra, teda riadiacej a ovládacej úrovne, je súbor usporiadaných modulov, z ktorých každý má svoju funkcionality a dokopy vytvárajú fungujúci celok. Operačný systém sa nachádza v strede tohto celku. Základné middleware funkcie sú zoskupené okolo operačného systému. Middleware je v tomto prípade WinCC OA. Pri cestných a tunelových zariadeniach je jeho hlavnou úlohou redundancia. Voľba tohto middleware závisí od požiadaviek a cieľa daného projektu. Jeho kľúčové funkcie sa v takmer nezmenenej podobe používajú vo všetkých riadiacich centrách na rôznych projektoch. Tvoria základ pre každú individuálnu aplikáciu, ktorá sa vyvíja [1].

Ďalšia skupina modulov obsahuje špeciálne funkcie, ktoré sú typické a vyžadované pre konkrétnu krajinu alebo konkrétny projekt, na ktorom sa pracuje.

Posledná skupina zahŕňa konfiguračné a inžinierske nástroje na prispôsobenie softvéru alebo jednotlivých modulov na základe projektu [1].

1.2.1.1 Vykonávacie vlastnosti

Vysoko štandardizovaná, univerzálna a flexibilná architektúra umožňuje prispôsobiť systém rôznym požiadavkám. Škálovateľná platforma, ktorá je otvorená pre budúce vylepšenia je k dispozícii s modulárnym systémovým konceptom.

Základné funkcie, ktoré pokrývajú rôzne okruhy pre ovládanie tunela:

- vyrovňovanie zaťaženia napájania,
- riadenie ventilácie,
- riadenie osvetlenia,
- systém núdzového volania,
- sledovanie pomocou videa,
- detekcia incidentov,
- zber údajov o cestách a kontrola dopravných signálov,
- detekcia a hasenie požiarov,
- vizualizácia procesov a procesná dokumentácia.

Systém môže byť konfigurovaný pre rôzne úlohy, od jednoduchých až po komplexné. To znamená, že malý systém obsahujúci základné funkcie môže byť použitý ako východiskový bod, ktorý sa potom môže rozšíriť bez straty investície v súlade s novými alebo rozšírenými požiadavkami.

Kľúčové vlastnosti systému:

- vysoká dostupnosť systému,
- zabránenie spínania nespoľahlivých stavov uzamykacími a ochrannými mechanizmami,
- okamžitá detekcia a vizualizácia chybových stavov v celom systéme operačnej stanice,
- presné a jasné riadenie obsluhy,
- celý systém môže obsluhovať jeden používateľ,
- automatický chod v čo najväčšej možnej miere,
- flexibilne nastaviteľná automatizačná úroveň [1].

1.2.1.2 Riadiaca a ovládacia úroveň

Zvolená forma štruktúry pre hlavnú riadiacu a ovládaciu úroveň závisí od potreby dostupnosti a bezpečnostných požiadaviek projektu.

Tri bezpečnostné architektúry sú odvodené na tejto báze použitia:

- individuálny serverový systém s centrálnym serverom a jedným alebo viacerými prevádzkovými počítačmi,
- redundantný serverový systém s dvoma centrálnymi servermi a jedným alebo viacerými operačnými počítačmi,
- redundantný serverový systém s viacerými servermi a prevádzkovými počítačmi v distribuovanom systéme.

Druhým parametrom na určenie variantu systému je prevádzkové nastavenie tunelu a požiadavky týkajúce sa dopravnej technológie. Z tohto je odvodená hardvérová konfigurácia servera, licencie middleware a výber modulov, ktoré majú byť použité [1].

1.2.1.3 Úroveň automatizácie

Konfigurácia úrovne automatizácie závisí od zariadení používaných na dolnej úrovni (počet dátových bodov, požiadavky na algoritmy pre riadenie zariadení, bezpečnostné a zákaznícke požiadavky).

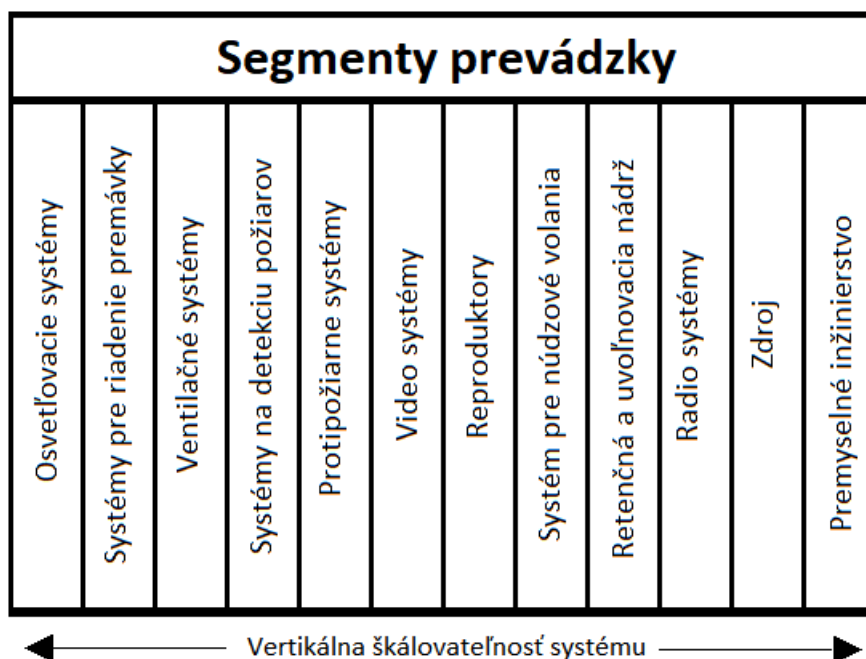
Filozofia ovládania určuje štruktúru hardvéru. V rámci neho sa stanovuje, či rôzne prevádzkové segmenty, ako je vetranie, premávka, osvetlenie, núdzové volanie, napájanie a detekcia požiaru, budú spracovávané jednou riadiacou jednotkou alebo rôznymi riadiacimi jednotkami, ktoré sa presne priradia danému prevádzkovému segmentu. Objem spracovávaných údajov a požiadavky týkajúce sa riadiacej logiky určujú veľkosť zvolenej riadiacej jednotky. Bezpečnostné požiadavky určujú, či sa budú musieť používať zariadenia s vysokou dostupnosťou a redundantné riadiace jednotky [1].

1.2.1.4 Dolná úroveň

Konfigurácia dolnej úrovne je určená usporiadaním prevádzky rôznych segmentov. Množstvo použitých zariadení nemôže byť určené len dĺžkou a charakteristikou tunela. Preto sú požiadavky konfigurácie prevádzky tunela regulované podľa konkrétnych projektov [1].

1.2.2 Prevádzkové funkcie

Požiadavky na prevádzku a riadenie tunelov je možné rozdeliť na jednotlivé segmenty z operačného hľadiska. Toto rozdelenie umožňuje vertikálnu škálovateľnosť systému, čo je zobrazené na Obr. 2.



Obr. 2 Segmenty prevádzky

Prevádzkové funkcie fungujú ako moduly. Jednotlivé moduly majú vytvorené grafické rozhranie podľa požiadaviek projektu. Na vytvorenie kompletnej SCADA aplikácie sa použijú potrebné moduly aby vizuálne demonštrovali, monitorovali a ovládali reálny proces [1].

Jednotlivé segmenty pre riadiaci systém tunelu sa v SCADA aplikáciách implementujú určitú dobu. Z dôvodu rýchleho vývoja technológií však zaostáva grafické rozhranie spomínaných programov.

Z pohľadu zákazníka je postupne pri implementovaní SCADA systémov presadzovaný moderný, interaktívny dizajn. WinCC OA preto ku klasickým možnostiam vizuálnej editácie objektov ponúka *Style Sheet* nástroj, ktorý umožňuje rozšíriť možnosť grafického upravovania aplikácie.

1.2.2.1 Napájanie/Zdroj

Zdroj je hlavná súčasť pre ovládanie všetkých segmentov v tuneli. Napájanie elektrickým prúdom, vyvažovanie záťaže a núdzové napájanie sú kľúčové pre celú operáciu. V etape plánovania projektu automatizácie tunelov sa musí venovať pozornosť rôznym aspektom, aby za žiadnych okolností celý systém nezlyhal [1].

Tunely s určitou dĺžkou by mali mať z bezpečnostných dôvodov zdroje elektrickej energie na oboch vstupoch, najlepšie z rôznych rozvodných sietí. Napájanie je zvyčajne navrhnuté tak, aby daná polovica tunelu bola zásobovaná elektrinou z prislúchajúceho zdroja. V prípade problému jedného z nich sa systém prepne a celý tunel je napájaný zo zariadenia bez poruchy. Akákoľvek chyba je systémom okamžite zachytená a prepínanie medzi bezpečnostnými módmi prebieha automaticky [1].

Akonáhle je porucha vyriešená, operátor vráti systém do základného stavu potvrdením.

Všeobecne sa na napájanie používajú nasledujúce napätia:

- stredné napätia (medzi 10 kV a 30 kV) pre tunely s požiadavkami na vysoký výkon a vysokú spoľahlivosť napájania,
- nízke napätie (400 V až 999V) pre tunely s požiadavkami na nízky výkon.

Ak zlyhajú zdroje na oboch koncoch tunela, elektrina je systému dodávaná náhradným napájacím systémom (UPS) alebo využitím prídavných dieselových generátorov [1].

1.2.2.2 Osvetľovacie systémy

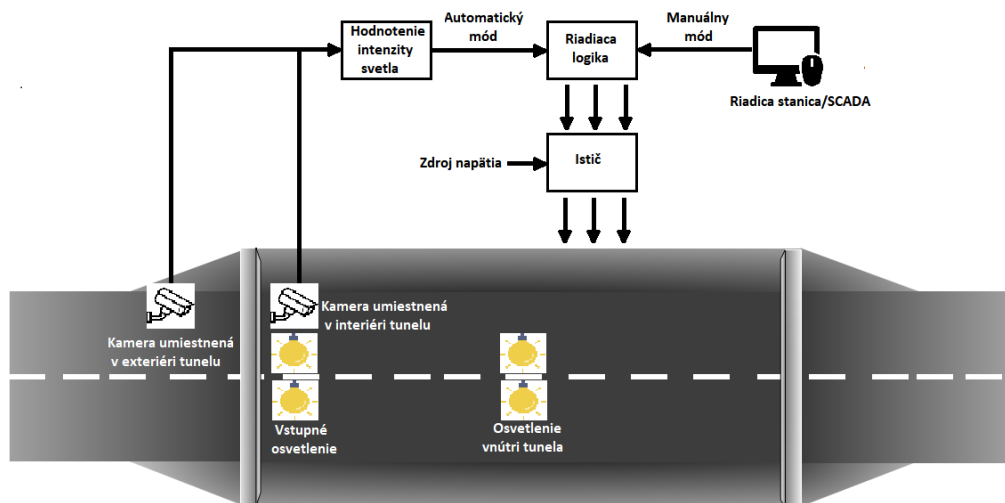
Pri približovaní sa k oblasti tunela sa oči vodiča musia veľmi rýchlo prispôbiť novým a tmavším podmienkam osvetlenia. Ľudské oko v tejto perióde vníma signalizačné objekty v cestnom pruhu ťažšie [1].

V snahe predísť takémuto efektu sa pri vstupe do tunela používa kontrolované osvetlenie. Je oddelené od konštantného nachádzajúceho sa vnútri tunela. Vstupné osvetlenie je v automatickom režime riadené svetelným regulátorom pomocou riadiaceho algoritmu založeného na jasoch vnútri a mimo tunelu. Účelom tohto algoritmu je zabezpečiť, aby intenzita svetla vo vstupnej zóne tunelu bola vždy prispôbená vonkajším podmienkam (deň, noc, jas, atď.).

Parametre regulátora svetla sa dajú nastaviť tak, aby sa pri zamračených podmienkach zabránilo príliš častému spínaniu a následne sa životnosť svetiel neznižila [1].

V kabíne na ovládanie zariadení je pre riadenie osvetlenia poskytovaná možnosť prepínania. Servisný technik môže takýmto spôsobom obísť automatické príkazy a lokálne testovať lampy.

Manuálny výber spínacích úrovní osvetlenia tunelov je možný aj prostredníctvom riadiaceho centra (diaľková aktivácia pomocou SCADA aplikácie). Všetky spínacie stavy a miestne manuálne ovládanie sa zobrazujú a zaznamenávajú v riadiacom centre pomocou SCADA aplikácie vytvorenej vo WinCC Open Architecture. Diagram riadenia tunela je znázornený na Obr. 3 [1].



Obr. 3 Diagram znázorňujúci riadenie osvetlenia

1.2.2.3 Ventilačné systémy

Účelom vetrania je dodávanie čerstvého vzduchu do tunelu, zabezpečenie primeranej viditeľnosti, odstránenie znečisteného vzduchu. V prípade požiaru je potrebné zníženie vykurovania a extrakcia dymu z tunelu [1].

Medzi hlavné kritériá kvality ovzdušia patrí obsah oxidu uhoľnatého (CO), oxidu dusičitého (NO₂), obsah oxidu dusnatého (NO) vo vzduchu a viditeľnosť v tuneli. Meracie sondy na zaznamenávanie kvality vzduchu a odosielanie získaných údajov do riadiaceho centra sú nainštalované pozdĺž celého tunelu. Merania sa zobrazujú v riadiacej miestnosti (v SCADA aplikácii), ktorá ich spracuje a na základe získaných hodnôt prepočíta ventilačné algoritmy, pomocou ktorých automaticky ovláda ventilátory [1].

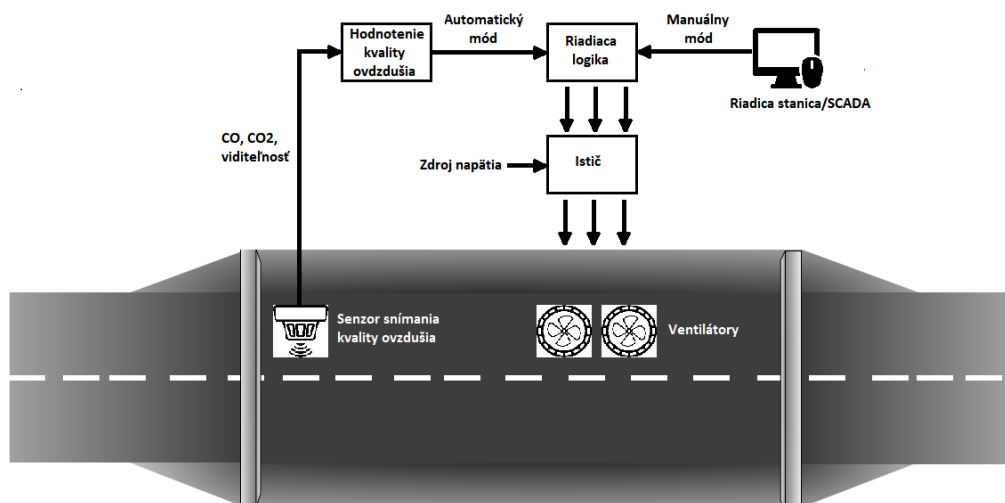
Existujú dva možné spôsoby vytvorenia regulačnej slučky s regulátorom ventilátora:

- Spojité riadenie: Pri tejto metóde je najmenej jeden ventilátor riadený frekvenčným meničom. Pomocou PID algoritmu tento frekvenčný menič riadi automatickú distribúciu

vzduchu alebo zapína/vypína ostatné ventilátory. Spojité riadenie sa vykonáva neustálym porovnávaním žiadanej a aktuálnej kvality vzduchu.

- Riadenie s úrovňami spínania: Ide o široko používanú dodatočnú metódu ovládania ventilátora, ktorá porovnáva meranie aktuálneho vzduchu pomocou tabuľky prahových hodnôt. V závislosti od príslušnej prahovej hodnoty sa aktivuje alebo deaktivuje určitý počet ventilátorov [1].

Diagram na Obr. 4 znázorňuje riadiacu slučku pre ventiláciu tunelov:



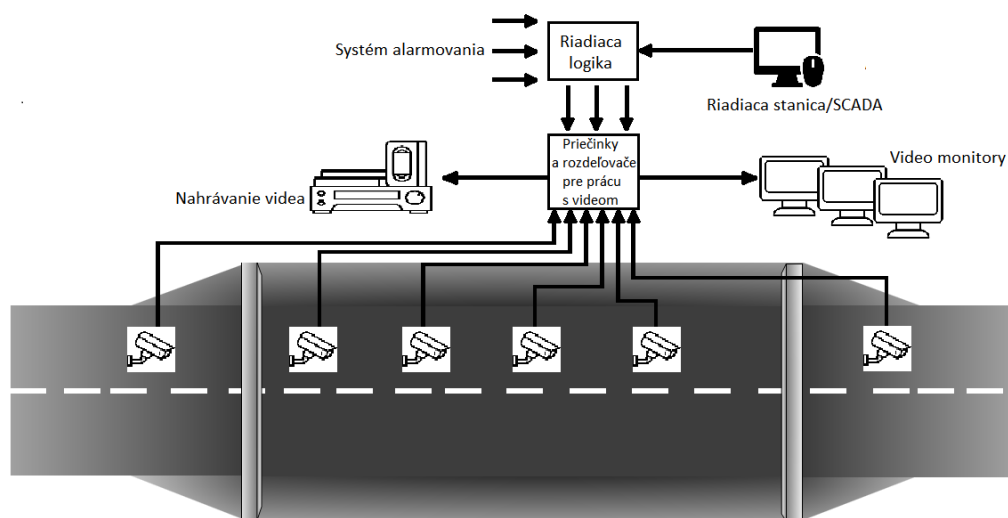
Obr. 4 Diagram znázorňujúci riadenie ventilácie

Prevádzkové stavy a akékoľvek narušenia vykonávania príkazov sa zaznamenávajú a posielajú do riadiaceho centra. Riadiaci modul má rôzne prevádzkové režimy (automatický režim, manuálny režim, núdzový režim, lokálny režim riadenia). Okrem toho je k dispozícii počítačové prevádzkové hodiny vrátane možnosti resetovania [1].

1.2.2.4 Video systémy

Tunely sú vo všeobecnosti monitorované pomocou videokamier. Počet a poloha kamier sa vyberie tak, aby mohol byť zachytený celý tunel.

Monitory a video prierežky, ktoré sa používajú na zobrazovanie záznamov z kamier sa nachádzajú v riadiacom stredisku. V porovnaní s nainštalovanými kamerami je video monitorov oveľa menej. Pre dosiahnutie nepretržitého premietania z tunelu sa na jednom monitore zobrazuje viacero záznamov. Diagram je znázornený na Obr. 5 [1].



Obr. 5 Diagram znázorňujúci riadenie videa

Riadiaci SCADA systém má k video systému rozhranie. Jeden alebo viacero monitorov slúži výhradne pre prípady ako preťaženie, tiesňové volania alebo požiar. V takýchto prípadoch SCADA aplikácia automaticky prepne kameru na príslušnú zónu a zobrazí ju na video monitore. Vizuálny prehľad pomáha používateľovi primerane reagovať v núdzových situáciách. Všetky video záznamy sú uložené na pamäťovom médiu [1].

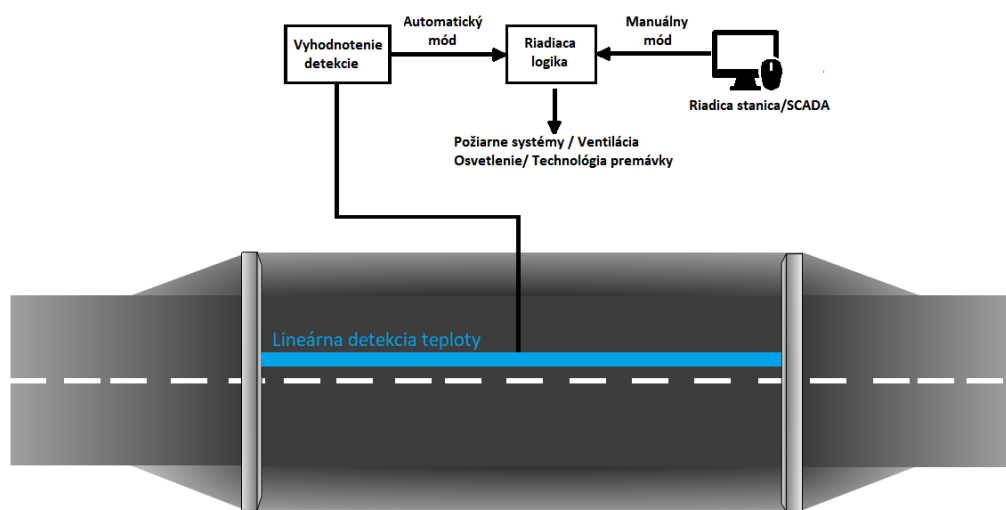
1.2.2.5 Systémy na detekciu požiarov

Okrem snímačov na automatické zisťovanie požiaru sú požiarne hlásiče všeobecne inštalované v SOS výklenkoch. V tomto prípade môže užívateľ cesty spustiť požiarne alarm stlačením tlačidla, napr. ak rozpozná nebezpečenstvo požiaru vo svojom aute. Tento alarm sa okamžite zobrazí v riadiacom centre a príslušná kamera video systému sa automaticky prepne do výklenku SOS alebo do požiarnej zóny. Príslušné opatrenia na evakuáciu, zatváranie tunela a hasenie požiaru potom iniciuje operátor. Požiarne služby sú automaticky upozornené priamo po zaznamenaní zmeny v systéme. Odvolanie požiarnej služby je koordinované s centrom riadenia tunelov, aby sa zabránilo falošným poplachom [1].

Existujú rôzne metódy pre automatické zisťovanie požiarov. Väčšina z nich je založená na senzorových kábloch, ktoré sú pripevnené k stropu tunela a pripojené k vyhodnocovacej jednotke. Požadovaná doba zistenia a presnosť, s akou sa identifikuje umiestnenie požiaru, sa líši v závislosti od rôznych systémov. Zapojenie je zobrazené na Obr. 6 [1].

Možnosti detekcie požiaru:

- Medený kábel (dopredné a spätné vedenie). Jeho izolácia sa v prípade požiaru spáli, čo spôsobuje skrat medzi dopredným a spätným vedením. Hodnotiaca jednotka to vyhodnotí ako zmenu elektrického odporu a môže určiť polohu požiaru.
- Optický kábel. Hodnotiaca jednotka do neho nepretržite dodáva svetlo so špecifickou vlnovou dĺžkou. Meria sa rozptyl. Takto možno zaznamenať teplotný profil po celej dĺžke tunela [1].



Obr. 6 Detekcia požiaru

1.2.2.6 Protipožiarne systémy

Požiar je jednou z najnebezpečnejších situácií, ktorá môže vzniknúť v tuneli. V prípade, že systém automatického hlásenia požiaru zistí požiar alebo je oheň signalizovaný do systému pomocou tlačidla na hlásenie, alarm najskôr vzniknutú situáciu oznámi príslušnému stredisku požiarnej ochrany. Tento alarm sa prenáša aj na konkrétne prevádzkové segmenty (ventilácia, osvetlenie, dopravné technológie atď.) a do SCADA aplikácie [1].

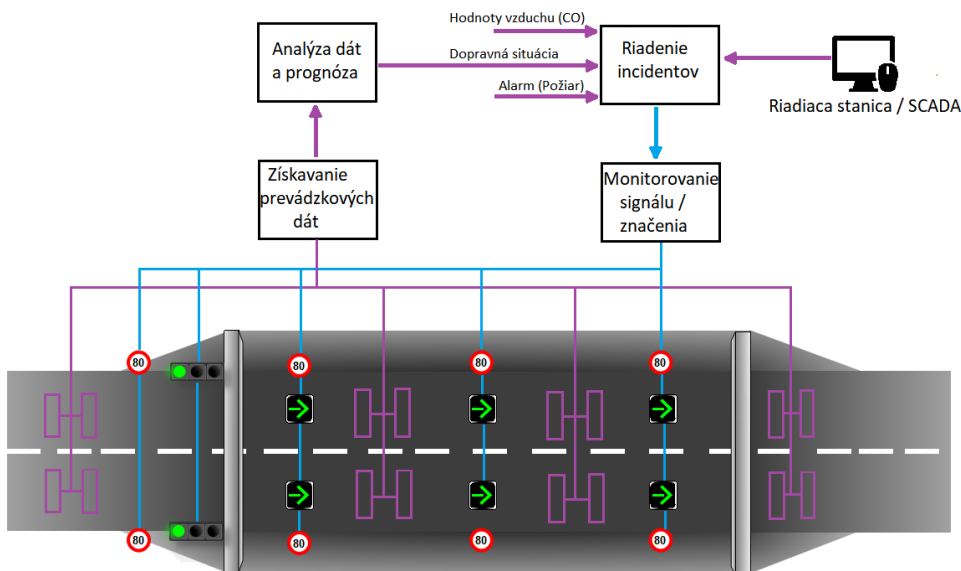
V prípade požiaru začne riadiaci systém (SCADA) automaticky vykonávať rôzne preddefinované spínacie operácie a ihneď informuje operátorov alebo havarijný personál. Tí potom musia urobiť ďalšie kroky na vlastnú zodpovednosť. Signalizačné zariadenia sú automaticky prepnuté na červenú systémom riadenia premávky v smere jazdy k zdroju požiaru a vstup do tunelu je zablokovaný bariérou. Signalizácia v smere od zdroja požiaru musí zostať zelená, aby nebránila odchodu vozidiel [1].

SCADA systém automaticky aktivuje plán „Zavrieť tunel“ a osvetlenie prepne na svoju najvyššiu výstupnú úroveň.

V tejto časti sa uvádza len niekoľko príkladov opatrení. Prístupy k riešeniu kritickej situácie sa môžu líšiť a musia byť vypracované v závislosti od konkrétneho projektu a tunelu.

1.2.2.7 Systémy pre riadenie premávky

Riadenie premávky zahŕňa zaznamenávanie dopravných dát, analýzu prevádzkových údajov a riadenie systémov dopravných značení na ovplyvnenie premávky. Požiadavky týkajúce sa riadenia premávky sú obzvlášť závislé od regionálnych nariadení, štátnych predpisov a noriem [1].



Obr. 7 Architektúra systému riadenia dopravy

V minulosti bolo riadenie premávky vo väčšine krajín obmedzené na používanie digitálnych dopravných značení za účelom zatvorenia tunelu. Momentálne sa inteligentné systémy využívajú oveľa viac a zvyčajne obsahujú nasledujúce tri prvky:

- záznamové jednotky na meranie údajov z premávky (indukčné slučky, detektory nad dopravnými značeniami, atď.),
- inteligentné algoritmy analýzy určujúce dopravnú situáciu na základe nameraných dát a rozhodovanie o spustení vhodných opatrení,

- zariadenia na informovanie účastníkov cestnej premávky o výsledkoch dopravnej analýzy. Predovšetkým pomocou digitálnych tabúl zobrazujúcich variabilné správy, ale aj s využitím tunelových rozhlasových a vysielacích systémov [1].

V mnohých prípadoch riadenie dopravy funguje plne automaticky. To umožňuje rýchle odozvy a znižuje pracovné zaťaženie používateľa. Manuálne ovládanie je tiež možné.

Riadenie premávky spĺňa tieto hlavné funkcie:

- uzavretie tunelov v situáciách, ako je požiar, preťaženie, výpadok prúdu alebo vysoká koncentrácia znečisťujúcich látok,
- dopravné značky pre jazdné pruhy na ich zablokovanie alebo zmenu smeru jazdy,
- upozornenie vodičov pri spustení tiesňového volania,
- odporúčané objazdy v prípade dlhodobého uzavretia tunela,
- zníženie rýchlosti v prípade vysokej hustoty premávky alebo z dôvodu zníženia emisií znečisťujúcich látok [1].

2 Cieľ práce

Cieľom záverečnej práce je vytvoriť prototyp SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy v HMI softvéri SIMATIC WinCC Open Architecture. Je potrebné otestovať do akej miery je možné pomocou využitia nástroja *Style Sheets*, podporujúceho CSS technológiu, dosiahnuť vizuálny vzhľad podľa určených, presne zadefinovaných požiadaviek zákazníka.

Na základe teoretických poznatkov budú v aplikácii vytvorené jednotlivé objekty podľa dokumentu navrhnutého grafickým dizajnérom. Následne sa pridajú do grafického rozhrania a vytvorí sa základná interakcia demonštrujúca do akej miery vyvinuté súčasti spĺňajú požadované úlohy a vzhľad.

Z tohto sa určí, či je nástroj *Style Sheets*, vhodný pre inovovanie projektu a jeho aplikovanie do praxe.

3 Metodika práce a metody skúmania

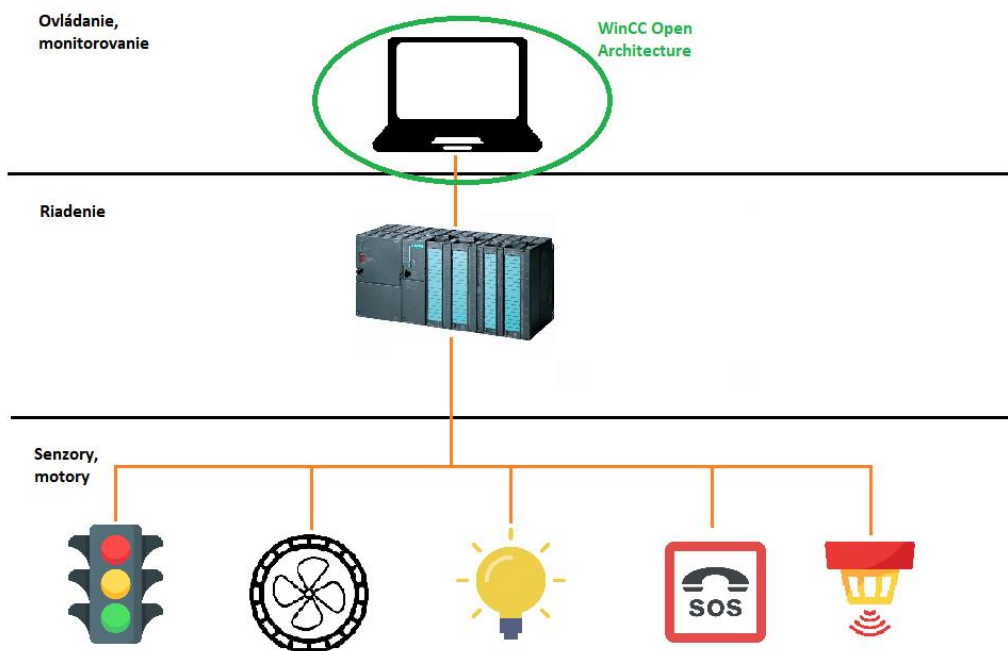
Prototyp SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy je vytvorený v SCADA systéme Simatic WinCC Open Architecture. V tejto časti sú opísané základné koncepty a funkcie potrebné pre splnenie cieľa práce.

3.1 SIMATIC WinCC Open Architecture (WinCC OA)

WinCC OA je softvérový balík určený pre oblasť automatizačných technológií. Hlavnou aplikačnou oblasťou je ovládanie a riadenie technických zariadení s využitím pracovných staníc VDU s plnou grafickou podporou [3].

Okrem vizuálnej prezentácie aktuálnych stavov zariadení procesu, softvér umožňuje prenášať aj podmienky a príkazy do tohto procesu a jeho riadiaceho vybavenia. Používateľ interaktívne využíva myš, klávesnicu a mnohé iné vstupné zariadenia pripojiteľné k počítaču, kde sa okamžite zobrazí odpoveď na obrazovke. K základným funkciám patrí taktiež upozornenie v prípade dosiahnutia kritických hodnôt alebo prekročenia zadaného prahu, ako aj archivácia historických údajov pre neskoršie využitie [3].

Takéto systémy sa najčastejšie nazývajú vizualizačné systémy, či SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) alebo HMI (Human Machine Interface) [3].



Obr. 8 Postavenie WinCC OA v automatizovanom systéme

WinCC OA je softvérom pre riadiace centrum alebo prevádzku stroja. Počítačové servery a pracovné stanice sa používajú ako hardvérová platforma. Spolu s PLC zariadeniami, ich senzormi a I/O modulmi tvorí kompletný automatizačný systém [4].

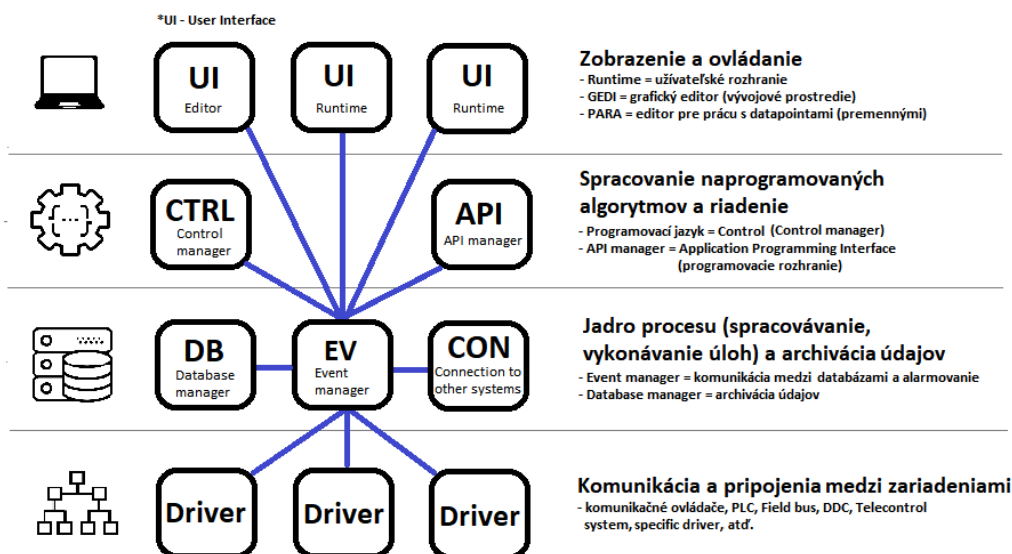
Keďže vývojové prostredie softvéru nepodporuje slovenský jazyk, pre lepšiu demonštráciu a ilustráciu teoretických a praktických poznatkov sú v práci uvedené názvy súčastí systému v anglickom jazyku [4].

3.1.1 Základné koncepty

V tejto časti sú opísané základné princípy softvérového balíka WinCC OA, potrebné, aby spoľahlivo pracoval a dokázal splniť všetky úlohy pre monitorovanie a riadenie projektu.

3.1.1.1 Architektúra

WinCC OA je navrhnuté ako modulárny systém. Požadované funkcionality sa spracovávajú pomocou jednotlivých špecifických jednotiek, ktoré slúžia na vykonávanie rôznych úloh. Spomenuté jednotky sa vo WinCC OA nazývajú správcovia (*managers*) a sú to vlastné samostatné softvérové procesy.



Obr. 9 Zobrazenie roztriedenia správcov (*managers*) do úrovni a ich prepojenia

Na Obr. 9 sú uvedení najdôležitejší správcovia potrební pre jednoduchú konfiguráciu. V praxi je možné využiť mnoho ďalších správčov podľa požiadaviek pre konkrétny projekt.

3.1.1.1.1 Komunikácia a pripojenia medzi zariadeniami

Moduly v tejto úrovni, v systéme WinCC OA nazývané ovládače (*Driver*, pozri Obr. 2) tvoria najnižšiu úroveň. Ovládače sú špeciálne programy zabezpečujúce komunikáciu medzi najvyššou a najnižšou riadiacou úrovňou systému, kde sa nachádzajú zariadenia ako PLC, DDC, uzly vzdialeného ovládania, atď. Z dôvodu možnosti zariadení komunikovať rôznymi formami, existuje v systéme niekoľko rôznych ovládačov [4].

Použitie PLC zariadenie alebo jemu pridružená komunikačná zbernica definuje, ktorý WinCC OA ovládač (*driver*) je potrebné použiť.

Ovládač je modul, ktorý prevádza konkrétny protokol do internej komunikačnej formy WinCC OA. Načítava aktuálne stavy, namerané hodnoty zo zariadenia, posiela ich na vyššie úrovne, ale aj naopak, prijíma a nastavuje hodnoty a príkazy z vyššej úrovne späť na najnižšiu.

3.1.1.1.2 Jadro procesu (spracovávanie, vykonávanie úloh) a archivácia údajov

Hlavné centrum na spracovanie údajov sa vo WinCC OA nazýva *Event Manager*, v preklade správca udalostí (EV, pozri Obr. 9). Vždy si uchováva aktuálnu kópiu všetkých procesných premenných v pamäti. Ďalšie jednotky (správcovia/*managers*) vyžadujúce prístup k dátam preberajú údaje z kópie v správcovi *Event Manager* a nie je potreba komunikovať priamo

s riadením. Príkaz zo stanice operátora najprv nastaví zmenu hodnoty len v kópii procesu. Odoslanie signálu príslušnému zariadeniu, napr. PLC je vykonané zodpovedným správcom automaticky po tom, ako ho získa s *Event manager* správcu.

Event manager je centrálny distribútor dát, komunikačné centrum systému WinCC OA. Taktiež vykonáva spracovanie výstrah a je schopný samostatne realizovať rôzne výpočtové funkcie.

Správca *Data Manager* (DB, pozri Obr. 2) slúži ako podpora pre *Event Manager* (správcu udalostí). Správca údajov je pripojený na databázu a spracováva konfiguračné údaje aplikácie. Taktiež sa do databázy ukladajú historické údaje (zmeny hodnôt a alarmov).

Spracovanie dát a ich odovzdanie medzi jednotlivými procesmi (správcami) je vo WinCC OA orientované na udalosti. Spracovávajú sa iba zmeny hodnôt. Ak k nim dôjde, nedochádza ku komunikácií alebo zaťažovaniu procesu výpočtami.

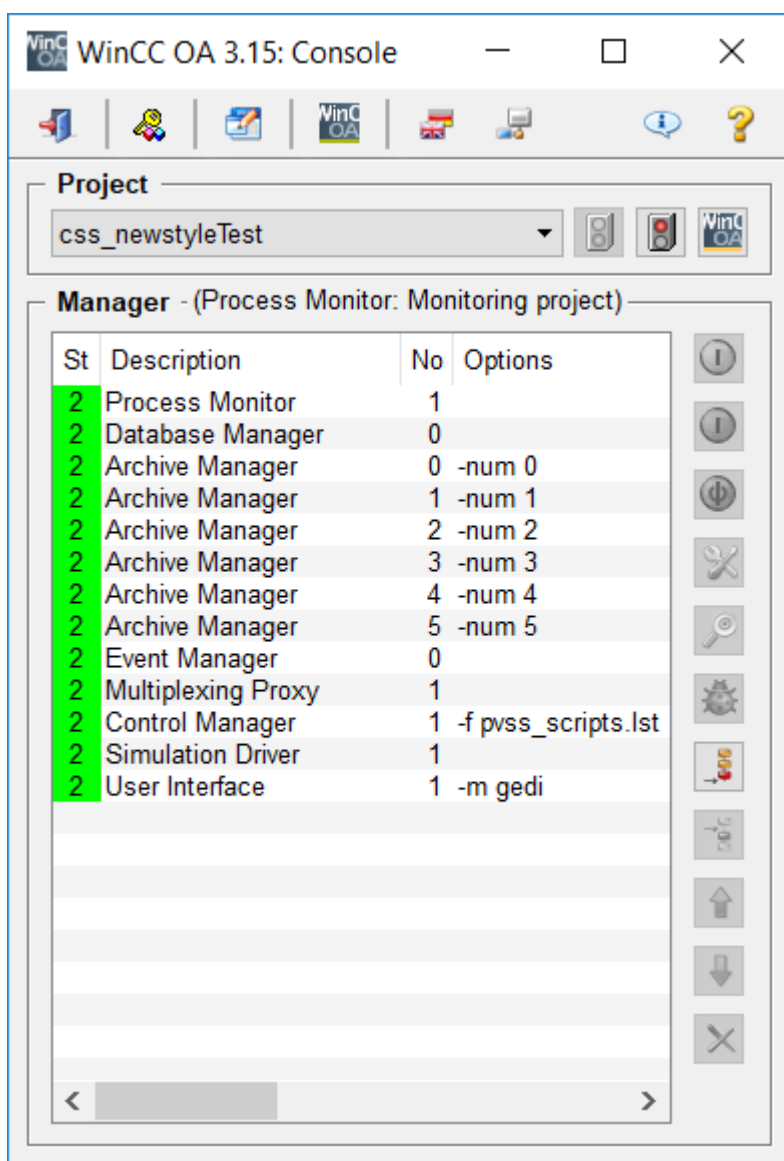
Koncept archivovania procesných údajov je zodpovedný za ukladanie a následné načítavanie informácií, ktoré sa v procese riadenia alebo vizualizácie vyskytnú. Zahŕňa hodnoty a správy, ktoré sa generujú ich zmenami. Procesné údaje sú uložené vo *Value Archives* (Archívoch hodnôt). Každý archív je spracovávaný separátnym procesom archivácie a pozostáva zo série chronologicky usporiadaných archivovaných súborov [4].

3.1.1.1.3 Spracovanie naprogramovaných algoritmov a riadenie

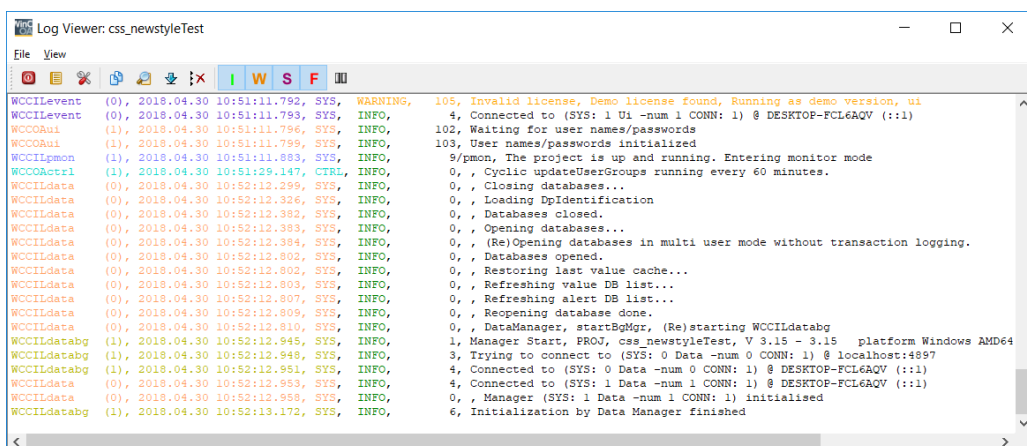
Vo WinCC OA je niekoľko možností ako implementovať vlastné algoritmy. K tomu sú potrebné spoločné programovacie vývojové rozhranie (API - *Application Programming Interface* pozri Obr. 2) a interný programovací jazyk - *Control* (CTRL, pozri Obr. 2).

Control je mohutný programovací jazyk. Zdrojový kód je spracovávaný interpretovane, takže je potrebná kompilácia (proces prevodu zdrojového kódu na kód, ktorý je spustiteľný pre procesor). Syntax zodpovedá jazyku ANSI-C (je medzinárodne štandardizovaný a mimoriadne rozšírený) s mnohými zjednodušujúcimi úpravami. Jedná sa o pokročilý procedurálny jazyk na vysokej úrovni so schopnosťou paralelného spracovania jednotlivých programov, pričom spracovanie riadenia je vykonávané samotným systémom. *Control* poskytuje široké spektrum knižníc s funkciami pre úlohy riadenia a vizualizácie. Môže byť použitý ako samostatný proces použitím správcu *Control Manager* pre návrh užívateľského rozhrania (*User Interface*) alebo pre štandardizované spracovanie dátových objektov (*Event Manager*).

API predstavuje najsilnejšiu formu funkčných rozšírení. Ide o knižnicu triedy C++ a umožňuje vývojárovi implementovať jednotlivé funkcie ako nezávislých dodatočných správcov [4].



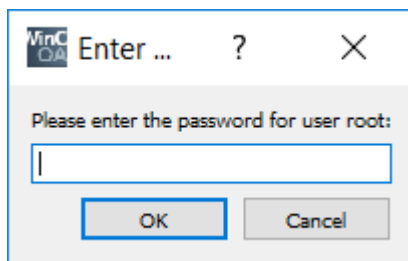
Obr. 11 Konzola (Console)



Obr. 12 Log Viewer

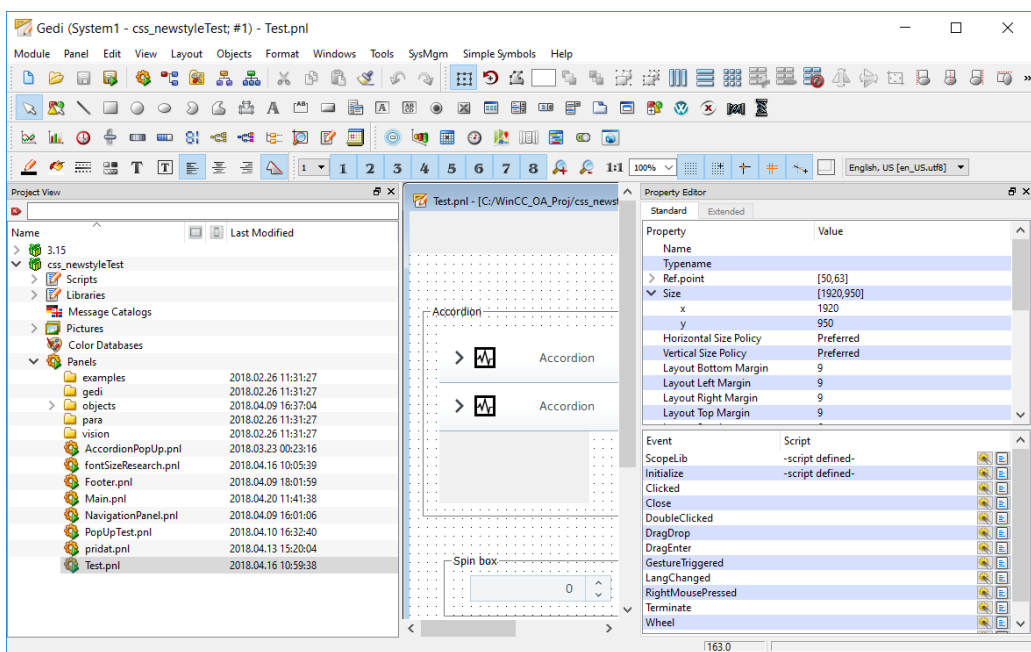
Project Administrator a *Console* sú nástroje na správu projektov. *Project Administrator* je zodpovedný za vytváranie a administráciu všetkých projektov na počítači. *Console* sa používa na spustenie a monitorovanie špecifického projektu. *Log Viewer* je okno v ktorom sa nám zobrazujú všetky informácie o systéme. Tieto rozhrania sú pre koncového užívateľa väčšinou skryté. Využívané sú najmä pri vývoji aplikácie [4].

Na Obr. 15 je zobrazený panel, ktorý má bezpečnostnú úlohu.



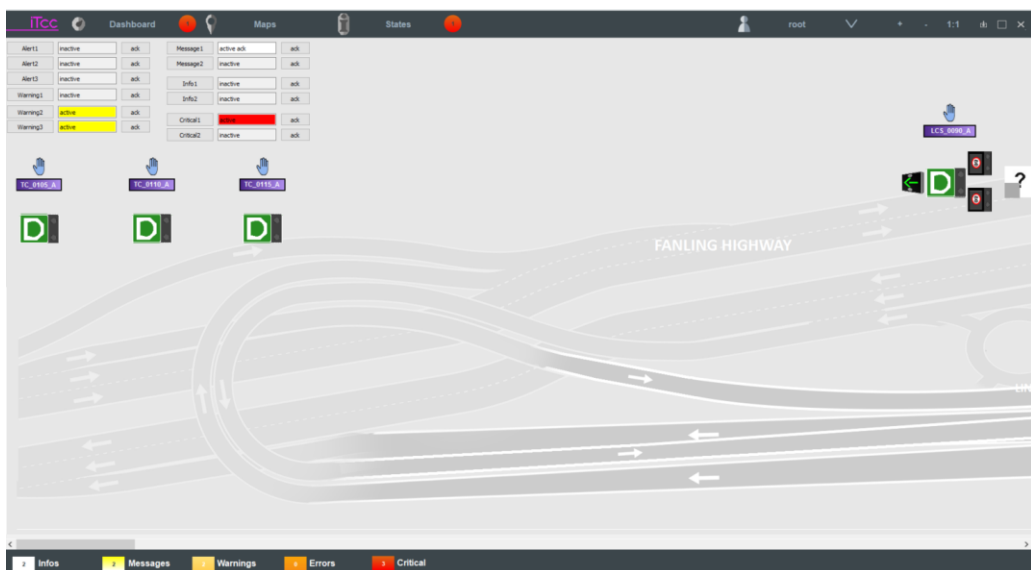
Obr. 13 Okno pre zadávanie hesla

Grafické užívateľské rozhrania môžu byť vytvorené použitím grafického editora GEDI (pozri Obr. 16). Navrhuje všetko od panelov s obrázkami a symbolmi procesu až po informačné obrazovky. Taktiež určuje dynamické správanie aplikácie.



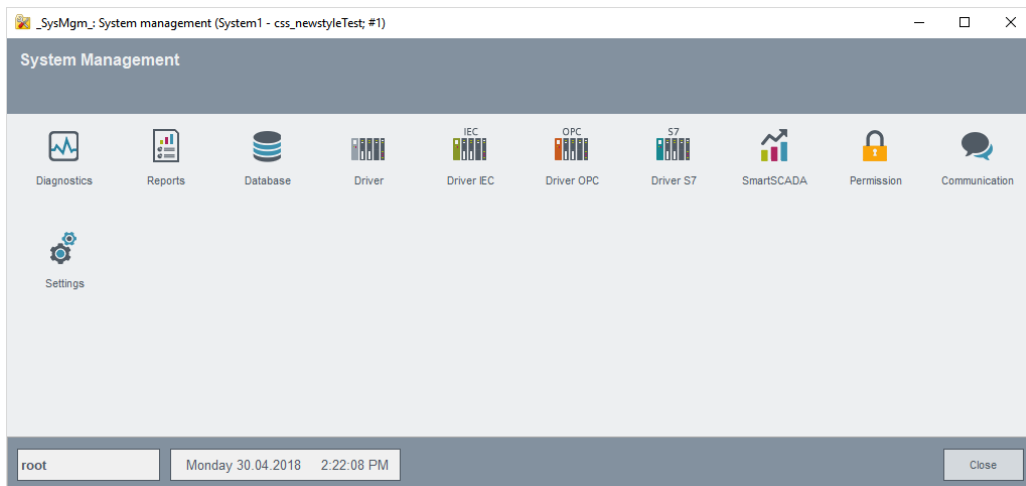
Obr. 14 Grafický editor GEDI

V konečnej verzii aplikácie užívateľ vidí *Runtime* užívateľské rozhranie, ktoré sa nazýva VISION. Všetky nástroje potrebné pre monitorovanie a ovládanie procesu tu môžu byť obsiahnuté. Ukážka VISION panelu sa nachádza na Obr. 17.



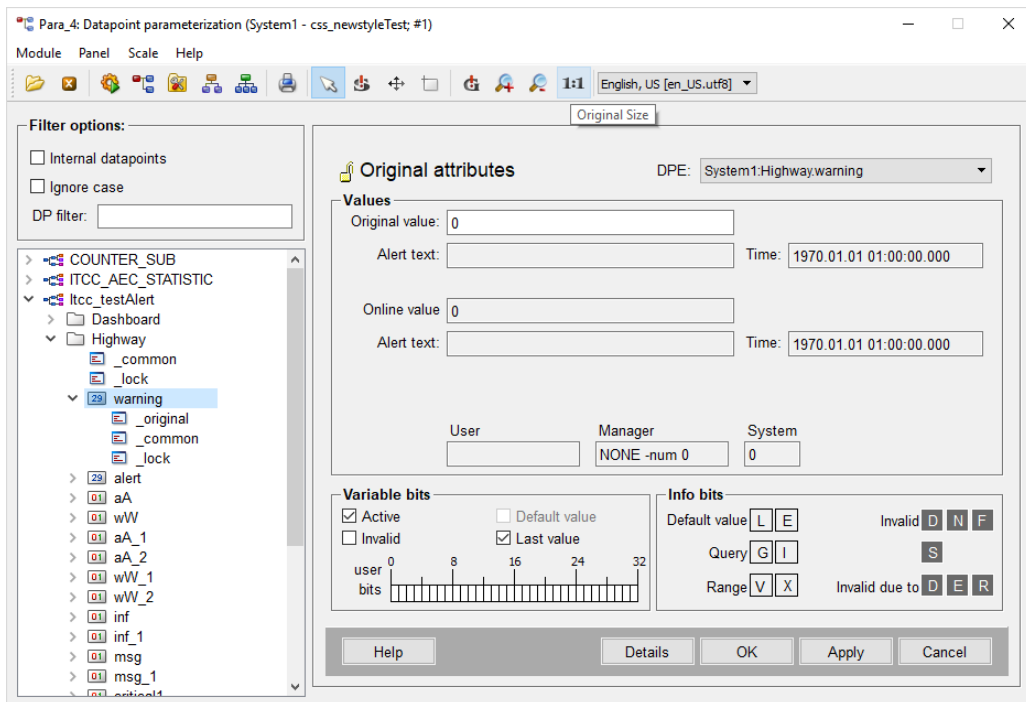
Obr. 15 VISION

System management je ďalšie užívateľské rozhranie (pozri Obr. 18). Používa sa na nastavenie niektorých špecifických vlastností. Napr. komunikácia, bezpečnosť, atď.



Obr. 16 System management

Data points, čiže premenné procesu, sa primárne definujú a vytvárajú v editore databázy nazývanom PARA (ukážka sa nachádza na Obr. 19).



Obr. 17 PARA

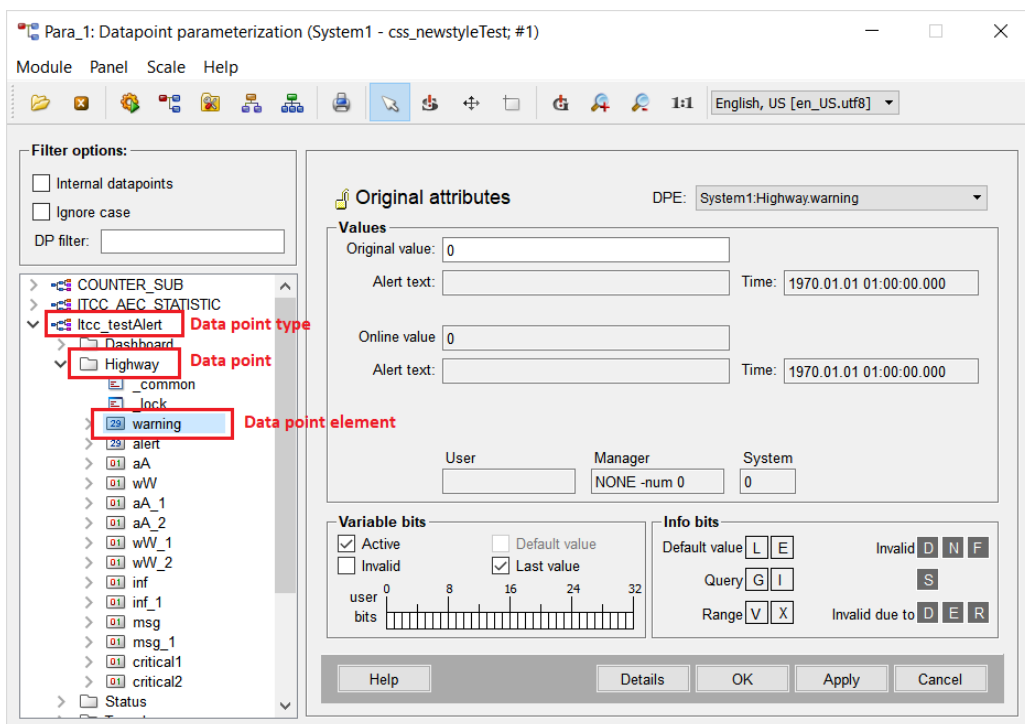
3.1.1.3 Data point koncept

Všetky ovládané a monitorované premenné procesu sa musia nachádzať v softvéri v riadiacej miestnosti. Pre hodnotu každého logického stavu nameranej alebo nastavenej hodnoty existuje premenná.

Vo WinCC OA sú premenné procesu nazývané *data points*. Zatiaľ čo bežné SCADA systémy priradia jeden dátový bod každej procesnej premennej, WinCC OA takmer všetky informácie procesu priradí ku komplexnejšiemu celku, a to zariadeniu. Namiesto kombinovaného priradzovania hodnôt jednotlivým izolovaným, nezoradeným premenným definuje WinCC OA štruktúru, ktorá usporiada tieto premenné (*data points*) podľa zariadení. Údaje sú definované v stromovej štruktúre s ľubovoľnými úrovňami vetvenia.

Hodnoty aktuálneho procesu sa ukladajú do tzv. *data point elementov*. Každéj premennej procesu prislúcha jeden *data point element* v stromovej štruktúre patriaci pod *data point*.

Na vrchole tejto štruktúry sa nachádza *data point type* pre rozlíšenie typov zariadení používaných v procese (napr. ventil, snímač teploty, atď.). Z neho sa odvodzujú reálne zariadenia vo forme *data point* úrovne. *Data point type* slúži ako šablóna pre jednotlivé reálne zariadenia zapojené do procesu. Na Obr. 20 je znázornená štruktúra graficky [4].



Obr. 18 Data point stromová štruktúra

3.1.2 Style Sheets

Style Sheet je mohutný nástroj na upravovanie vzhľadu grafických objektov. Pridáva možnosť využiť aj atribúty, ktoré sa v nenachádzajú v GEDI. Sú to textové špecifikácie, zadefinované v externom súbore načítavané a nastavované na celú aplikáciu alebo len na konkrétne grafické objekty. Koncept, terminológia aj syntax sú do značnej miery inšpirované HTML Cascading Style Sheet (CSS) technológiou prispôbenou pre prácu s objektami vo WinCC OA. *Style Sheets* šablóny sa aplikujú na aktuálny grafický štýl objektu a poskytujú charakteristický vzhľad aplikácie [4].

WinCC OA je vytvorené v softvéri Qt slúžiacom na vývoj užívateľských multiplatformových programov. *Style Sheets* nástroj je z Qt prevzatý a prispôbený drobnými úpravami. Pri aplikovaní vlastností je teda potrebné nasledovať oficiálnu dokumentáciu „Qt Documentation“.

3.1.2.1.1 Vytváranie CSS súboru

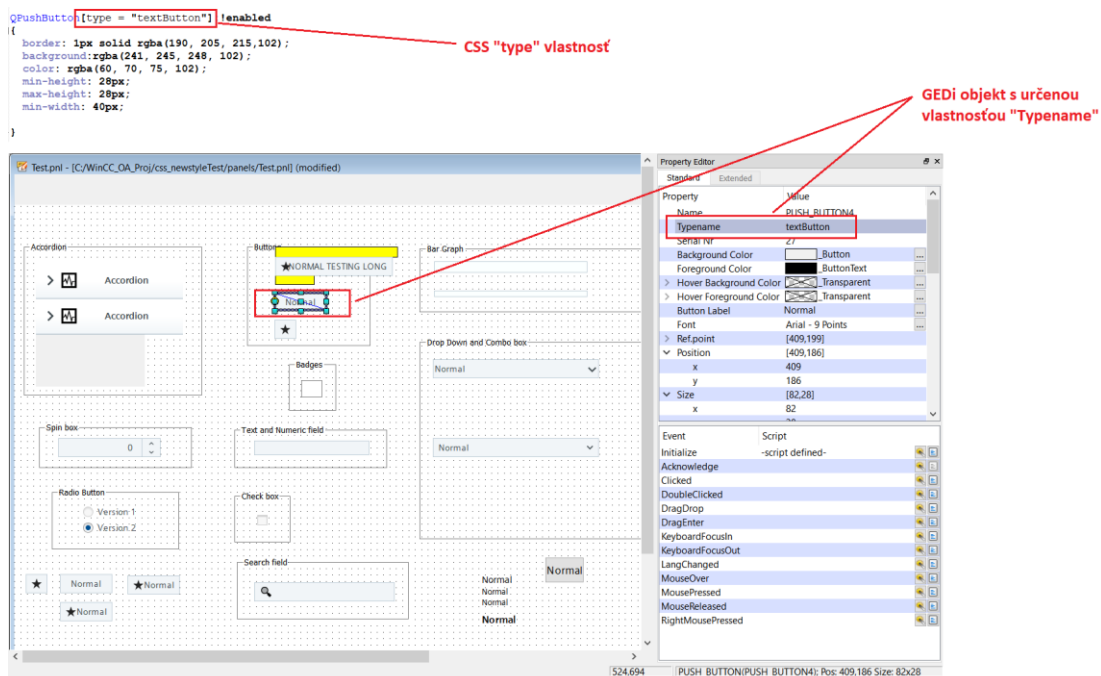
Pre implementáciu jednotlivých *Style Sheets* šýlov je potrebné vytvoriť súbor *.css. Pri programovaní súboru CSS je nutné dodržiavať postupnosť určitých pravidiel. Pravidlo štýlu sa skladá z dvoch prvkov - selektora a deklarácie. Selektor určuje, ktoré objekty sú pravidlom ovplyvnené. Deklarácia špecifikuje, ktoré grafické vlastnosti majú byť nastavené. Na Obr. 21 je znázornený príklad. Text pred zátvorkami je selektor a vnútri sa nachádza deklarácia vlastností. V jednej deklarácii je možné nastaviť viacero vlastností.

```
QComboBox { color: red; background-color: white; }
```

Obr. 19 Selektor, Deklarácia

Všetky definované vlastnosti v súbore nie sú citlivé na rozlišovanie veľkých a malých písmen.

V GEDI sa zvoli objekt (tlačidlo, textové pole, combo box, atď.). Pridá sa na panel Podmienkou je ponechať všetky atribúty nastavené na východziu hodnotu. Vlastnosti zadefinované v externom CSS súbore sú potom aplikované namiesto základných (prepíšu sa). Priradenie a odlišovanie objektov zabezpečuje vlastnosť *type* v *Style Sheet* súbore a *Typename* v GEDI (pozri Obr. 20). Vývojár tak nemusí konfigurovať každý prvok panelu opakovane, zmení len *Typename* a vzhľad sa prispôbí podľa CSS súboru.



Obr. 20 Konfigurácia selektora objektov

4 Výsledky práce

Kapitola výsledky práce je rozdelená na 4 časti. V podkapitolách „Farby“ a Typografia“ sú konkretizované kódové označenia farieb a typov písma pre lepšiu orientáciu pre lepšiu orientáciu v podkapitole „Ovládacie prvky a komponenty“, kde je opísaný postup pri vytváraní jednotlivých objektov. V záverečnej časti sú vysvetlené súčasti vytvoreného prototypu SCADA aplikácie pre monitorovanie a riadenie dopravy.

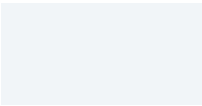
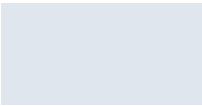


4.1 Farby


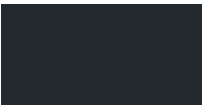



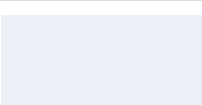
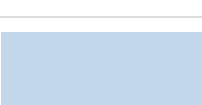


Systém má presne definované farby, ktoré sa používajú pri vytváraní jednotlivých objektov a rozhraní. CSS nástroj definuje farby vo formáte *RGB* alebo *Hexadecimal*.

4.1.1 Hlavné farby

Základné farby vzhľadu aplikácie sú zobrazené v Tab. 1.

Tab. 1 Hlavné farby aplikácie








Prehľad	Hex Kód	RGB Kód	Hodnota/Názov
	#FFFFFF	255, 255, 255	white
	#F1F5F8	241, 245, 248	alabaster
	#DFE6ED	223, 230, 237	mercury
	#BECDD7	190, 205, 215	silver
	#9BAFBE	155, 175, 190	dustygray

	#3C464B	60, 70, 75	tundora
	#23292D	35, 41, 45	mineshaftdark
	#3C464A - 60% priehľadnosť	60, 70, 74 - 60% priehľadnosť	mineshaft
	#3C464A - 16% priehľadnosť	60, 70, 74 - 16% priehľadnosť	mineshaftbright
	#697882	105, 120, 130	slategray
	#387CBE	56, 124, 190	scienceblue
	#387CBE - 10% priehľadnosť	56, 124, 190 - 10% priehľadnosť	lochmara
	#387CBE - 30% priehľadnosť	56, 124, 190 - 30% priehľadnosť	lochmaradark
	#00478B	0, 71, 139	congressblue
	#488BCC	72, 139, 204	curiousblue

4.1.2 Prechody

Prechody sú kombinované alebo mierne zmenené hlavné farby. Kombinácie (pozri Tab. 2) sú definované zhora nadol, ak nie je uvedené inak.

Tab. 2 Prechody

Prehľad	Hex Kód	RGB Kód	Hodnota/Názov
	#3C464B #404C52	60, 70, 75 64, 76, 82	tundora- scorpion
	#FFFFFF #F1F5F8	255, 255, 255 241, 245, 248	white-alabaster
	#488BCC #387CBE	72, 139, 204 56, 124, 190	curiousblue- lochmara
	#F1F5F8 #D6DEE6	241, 245, 248 214, 222, 230	concrete-geyser
	#FFE178 #FFCD50	255, 225, 120 255, 205, 80	kournikova- mustard
	#FAA50A #F58C14	250, 165, 10 245, 140, 20	yelloworange- westside
	#DC6914 #FB0000	220, 105, 20 251, 0, 0	redorange-red

4.2 Typografia

Hlavné typografické fonty, štýly a veľkosti uvedené v požiadavkách koncového používateľa sú uvedené v Tab. 3.

Tab. 3 Typografia

Priklad	Font	Veľkosť	Hodnota/Názov
Main menu label	Siemens Sans Bold	16	typo_mainmenu
Application name	Siemens Sans Bold	20	typo_appname
Application name small	Siemens Sans Bold	15	typo_appnamesmall
Headline 1	Siemens Sans Bold	20	typo_headline1
Headline 2	Siemens Sans Bold	15	typo_headline2
Label standard	Siemens Sans Roman	14	typo_labelstandard
Label small	Siemens Sans Roman	13	typo_labelsmall
Sub label	Siemens Sans Roman	12	typo_sublabel

4.3 Ovládacie prvky a komponenty

Pre každý objekt je dodržaná štruktúra jeho opisu. Obsahuje základné informácie, jeho použitie, princípy fungovania, špecifikáciu, rozmery a dosiahnuté výsledky.

Špecifikácie sú rozdelené podľa stavov prezentujúcich funkčnosť daného objektu. Pri každom stave sa nachádza vzorový obrázok žiadaného vzhľadu, ktorý je potrebné dosiahnuť a tabuľka s presne definovanými parametrami potrebnými na dosiahnutie požadovaného výsledku.

4.3.1 Accordion

Objekt *Accordion* obsahuje niekoľko navigačných bodov rovnakej kategórie. Zoskupené položky je možné zobraziť alebo skryť pomocou jeho funkcií.

Použitie:

- Objekty typu *Accordion* sa skladajú z hlavičky/tlačidla (zabezpečuje rozbalenie a skrytie prvkov pri interakcii) a rolovacieho okna s ponukou (menu).
- Používajú sa na ďalšie štruktúrovanie obsahu alebo rôznych navigačných položiek v tom istom zobrazení.

Funkcionalita:

- Kliknutie na hlavičku objektu rozbalí alebo skryje menu.
- Kliknutie na otvorený obsah *Accordion* objektu má vplyv iba na element nachádzajúci sa v menu (napr. prvok objektu *List*).
- Pri otvorení sa vyberie prvý záznam z obsahu.
- Viacero objektov *Accordion* môže byť otvorených naraz.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 4 Accordion atribúty – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia hlavičky	white-alabaster
Farba orámovania	dustygray
Hrúbka orámovania	1px
Použité orámovanie	dolné
Farba indikačného trojuholníka	tundora

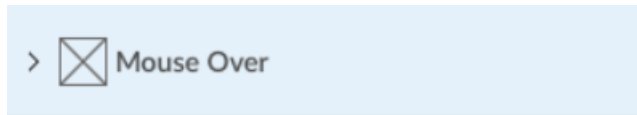


Obr. 21 Accordion atribúty – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 5 Accordion atribúty – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia hlavičky	lochmara

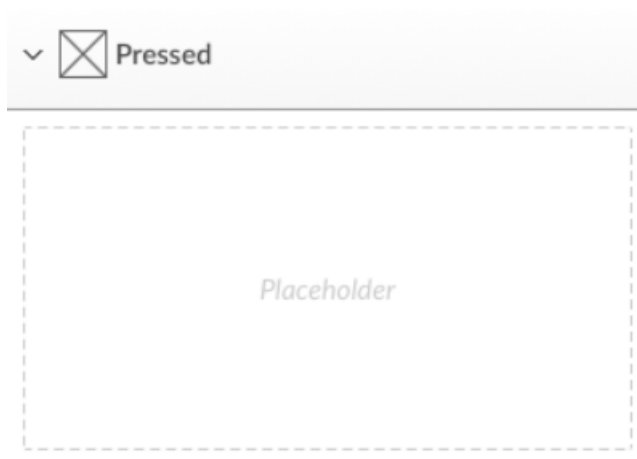


Obr. 22 Accordion - Kurzor myši cez objekt

- Otvorený stav:

Tab. 6 Accordion atribúty – Otvorený stav

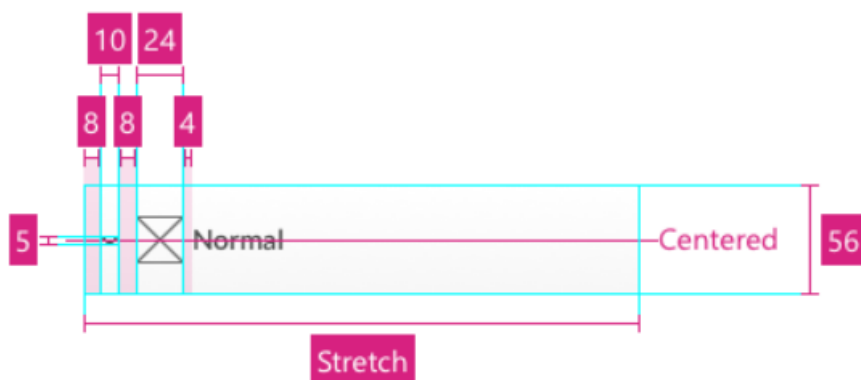
Atribúty	Hodnoty
Farba orámovania menu	tundora
Hrúbka orámovania menu	1px
Použité orámovanie menu	dolné



Obr. 23 Accordion – Otvorený stav

Rozmery:

Na Obr. 24 sú definované rozmery pre objekt Accordion.

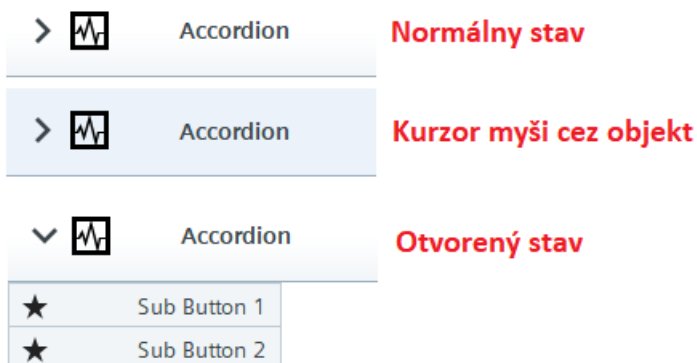


Obr. 24 Accordion - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Použitým objektom bol tzv. *Cascade Button*, keďže ponúka možnosť zobrazenia menu s hierarchickou štruktúrou. Dôležitým faktorom je pridať vedľa názvu dve ikony, pričom jedna sa musí dynamicky meniť, a to podľa toho či je *Accordion* aktívny alebo nie. *Cascade Button* štandardne obsahuje trojuholník, ktorý indikuje otvorený a zatvorený stav.

Na Obr. 25 je prezentovaný dosiahnutý výsledok.



Obr. 25 Accordion – Dosiahnutý stav

Obr. 26 obsahuje ukážku použitého CSS kódu. Slúži ako vzorový príklad syntaxe zadefinovanej v externom súbore, potrebnej na dosiahnutie grafických požiadaviek. Použité deklarácie je možné nájsť v Qt dokumentácii [7].

QPushButton[type = "AccordionTest"] **Selektor**

```
{
border-bottom: 1px solid rgb(155, 175, 190);
border-top: 0px solid rgb(155, 175, 190);
border-right: 0px solid rgb(155, 175, 190);
border-left: 0px solid rgb(155, 175, 190);
background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,
| | | | | stop: 0.50 #FFFFFF
| | | | | stop: 1 #F1F5F8);
font-family: "Siemens Sans";
font-weight: bold;
color: rgb(60, 70, 75);
font-size: 15px;
image: url(pictures:Bitmaps/Common/activity_24.png);
image-position: left;
padding-left: 40px;
padding-right: 8px;
min-height: 56px;
max-height: 56px;
min-width: 40px;
text-align: right;
}
```

Deklarácia

QPushButton[type = "AccordionTest"]**:hover**

```
{
background-color: rgba(56, 124, 190, 25);
}
```

QPushButton[type = "AccordionTest"]**:open**

```
{
background-color: qlineargradient(x1: 0, y1: 0, x2: 0, y2: 1,
| | | | | stop: 0.50 #FFFFFF
| | | | | stop: 1 #F1F5F8);
}
```

Stavy objektu (Kurzor myši
cez objekt, stlačenie, atď.)

QPushButton[type = "AccordionTest"]**::menu-indicator**

```
{
image: url(pictures:stylesheet/down_arrow_right.svg);
subcontrol-origin: padding;
subcontrol-position: center left;
padding: 15px;
width: 16px;
height: 16px;
}
```

Konfigurovanie podobjektu (rolovanie menu)

QPushButton[type = "AccordionTest"]**::menu-indicator:open**

```
{
image: url(pictures:stylesheet/down_arrow.svg);
subcontrol-origin: padding;
subcontrol-position: center left;
padding: 15px;
width: 16px;
height: 16px;
}
```

Obr. 26 Accordion – CSS kód

Vizuálny vzhľad objektu *Accordion* bol dosiahnutý. Z hľadiska funkcionality sa vyskytli obmedzenia. Možnosti nastavenia štýlu rolovacej ponuky nie sú dostatočné pre potreby projektu. Riešením bolo pridať na referenčný panel *Embedded Module* (slúži na otváranie detských panelov v hlavnom), v ktorom sa s využitím skriptovacieho jazyka *CONTROL* zobrazí požadované menu, ktoré je vytvorené v *GEDI*. Použitý modul je viditeľný iba ak je *Accordion* aktívny. Vzhľadom na umiestnenie *Accordion* objektu v paneli sa relatívne nastavuje pozícia objektu *Embedded Module*.

Z dôvodu nevyužitia rolovacej ponuky zabudovanej priamo v *Cascade Button* objekte, bolo potrebné pri kliknutí ľavým tlačidlom myši na objekt dané menu skryť. Jeho grafické vlastnosti sa preto nastavili na priehľadnosť.

Na zabudované menu sa viaže ďalšie obmedzenie. *Cascade Button* reaguje na kliknutie ľavým tlačidlom myši otvorením vstavanej ponuky a zmenou obrázku trojuholníkového indikátora. V momentálnej verzii *WinCC OA 3.15* nie je možné pre danú udalosť naprogramovať akcie potrebné pre *Embedded module*. *Accordion* tak graficky prezentuje otvorený stav, ale menu sa nezobrazí. Riešením bolo nastavenie požadovaných akcií na kliknutie pravým tlačidlom myši. Trojuholníkový indikátor však ostane nezmenený a je potreba stlačiť obe tlačidlá aby sa dosiahol žiadúci efekt.

Posledným obmedzením je kompatibilita nedynamickej ikony v hlavičke a textu. Je viacero možností ako do objektu pridať obrázok. Existujúce spôsoby dokážu určiť jeho pozíciu iba pomocou hodnôt: *left, right, top, bottom, center*.

Prvým spôsobom je CSS deklarácia *background image*, ktorá nedokáže nastaviť odsadenie obrázku od okrajov.

Druhou možnosťou je deklarácia *image* (pozri Obr. 26). Jej využitím je možné meniť pozíciu obrázkov pomocou vlastnosti *padding* (v pixeloch určená vzdialenosť obsahu vnútra objektu od okraja). Problém je, že vlastnosti *pozícia* a *padding* pracujú s obsahom vo vnútri objektu ako s celkom. Pokiaľ bol obrázok aj text umiestnený vľavo, ich odsadenie je zdieľané a preto sa prekrývajú.

Vo vytvorenej aplikácii bol text umiestnený vpravo a odsadenie určené od pravého okraja, čo spôsobuje komplikácie pri rôznej dĺžke názvov objektov.

Spomenuté obmedzenie je možné riešiť CSS vlastnosťou *qproperty-icon*. Obrázok sa nastaví ako ikona nevzťahujúca sa na vnútorný obsah objektu, avšak po skúmaní dostupných zdrojov bola zistená dlhotrvajúca chyba fungovania tejto vlastnosti vo vývojovom softvéri.

4.3.2 Záhlavie aplikácie (Application Header)

Záhlavie aplikácie je prvkom najvyššej úrovne užívateľského rozhrania. Splňa rôzne účely a spolu so spodnou lištou tvoria rám aplikácie.

Použitie:

- Záhlavie sa v hlavnej aplikácii musí používať vždy.
- Názov aplikácie musí byť vždy viditeľný na prvej pozícii. Ostatné komponenty záhlavia sú voliteľné (napr. hlavná navigácia).
- Aplikujú sa v bočnej navigácii pre zoskupenie modulov a navigačných záznamov.

Funkcionalita:

- Objekt nemá žiadnu interakciu, môže obsahovať len ďalšie prvky.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 7 Záhlavie aplikácie a názov aplikácie

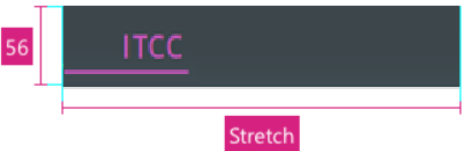
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia záhlavia	tundora-scorpion
Názov	typo_appname
Farba názvu	Application colour
Použitie orámovanie	dolné
Farba orámovania	Application colour
Hrúbka orámovania	2px



Obr. 27 Záhlavie aplikácie a názov aplikácie – Normálny stav

Rozmery:

Na Obr. 28 sú definované rozmery pre objekt Záhlavie aplikácie.



Obr. 28 Záhlavie aplikácie - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Použitý WinCC OA objekt bol *Text Field*. Požadovaný stav sa dosiahol bez obmedzení. Objekt je editovateľný nástrojom *Style Sheets*. Ukážka sa nachádza na Obr. 29.



Obr. 29 Záhľavie aplikácie – Dosiahnutý stav

4.3.3 Signalizátory (Badges)

Signalizátory indikujú užívateľovi výskyt nových správ a informácií o systéme s prislúchajúcou dôležitosťou.

Použitie:

- Signalizátory sa využívajú na rôznych miestach užívateľského rozhrania:
 - Hlavná navigácia, vo vnútri modulového tlačidla vedľa názvu.
 - V objekte *Message Management* (Organizátor správ), kde je využívaný najčastejšie. Nachádza sa v spodnej lište a je globálne viditeľný, vďaka čomu je používateľ stále informovaný o stave systému a vie okamžite reagovať na zmeny.

Funkcionalita:

- Počítadlo vnútri Signalizátora udáva, koľko nových systémových správ je k dispozícii.
- Farba objektu označuje závažnosť správy. V závislosti od spracovania chýb sú farby nasledovné:
 - šedá: informácie/oznámenie,
 - žltá: upozornenie,
 - oranžová: chyba,
 - červená: kritická chyba.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 8 Signalizátor – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	concrete-geyser
Názov	typo_headline2
Farba názvu	tundora
Použité orámovanie	Dolné
Farba orámovania	mineshaft
Hrúbka orámovania	2px



Obr. 30 Signalizátor – Normálny stav

- Upozornenie:

Tab. 9 Signalizátor – Upozornenie

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	kournikova-mustard



Obr. 31 Signalizátor – Upozornenie

- Chyba:

Tab. 10 Signalizátor – Chyba

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	yelloworange-westside



Obr. 32 Signalizátor – Chyba

- Upozornenie:

Tab. 11 Signalizátor – Kritická chyba

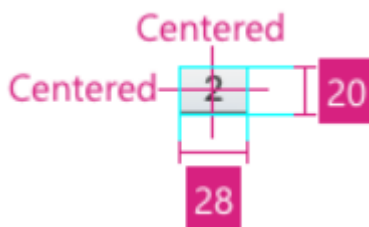
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	redorange-red
Farba názvu	white



Obr. 33 Signalizátor – Kritická chyba

Rozmery:

Na Obr. 34 sú demonštrované rozmery objektu Signalizátor.



Obr. 34 Signalizátor – Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Vo WinCC OA bol zvolený objekt *Text Field*. Požadovaný stav vzhľadu bol CSS technológiou dosiahnutý bez obmedzení. Objekt je editovateľný nástrojom *Style Sheets*. Ukážka sa nachádza na Obr. 35.



Obr. 35 Signalizátory – Dosiahnutý stav

4.3.4 Stĺpcové grafy (Bar Graph)

Stĺpcový graf je vodorovná lišta, v ktorej je celá dĺžka stĺpca úmerná hodnote meranej položky, ktorú predstavuje.

Použitie:

- Pomocou stĺpcových grafov sa zobrazuje kvalita alebo stav jednej hodnoty.
- Využíva sa na porovnávanie viacerých hodnôt rôznych položiek.

Funkcionalita:

- Stĺpcové grafy je možné použiť s menšími alebo väčšími rozmermi na zdôraznenie napr. súčtu viacerých položiek.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 12 Stĺpcový graf

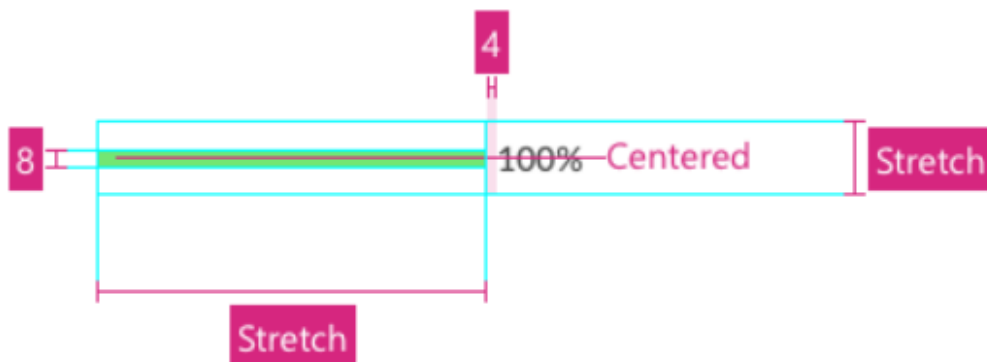
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	#73e673
Názov	typo_labelstandard
Farba názvu	tundora
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px



Obr. 36 Stĺpcový graf

Rozmery:

Rozmery jedného stĺpcového grafu sú ilustrované na Obr. 37.



Obr. 37 Stĺpcový graf - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Z ponuky objektov WinCC OA sa použil *Progress Bar*. Požadovaný stav bol dosiahnutý s jedným obmedzením. Vlastnosť určujúca výšku stĺpca sa vzťahuje na obsah všetkých prvkov objektu. Preto bola minimálna dosiahnutá výška obmedzená veľkosťou písma. Po konzultácii s grafickým dizajnérom aplikácie bol stĺpcový graf v dosiahnutej forme posúdený ako vyhovujúci. Ukážka vytvoreného prvku je na Obr. 38.



Obr. 38 Stĺpcový graf - Dosiahnutý stav

4.3.5 Štandardné tlačidlá

Tlačidlo je ovládací prvok spôsobujúci, že aplikácia vykoná zadanú akciu po tom, ako na tento objekt používateľ klikne.

Použitie:

- Používa sa hlavne vo formulároch, dialógoch a navigačných tlačidlách.
- Môže byť použitý v troch variantoch:
 - iba ikona,
 - iba názov,
 - kombinovaný s názvom aj ikonou.

Funkcionalita:

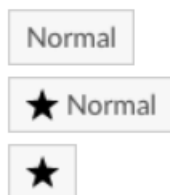
- Po kliknutí na ovládací prvok štandardné tlačidlo, aplikácia okamžite vykoná určenú akciu.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 13 Štandardné tlačidlo – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Názov	typo_labelstandard
Farba názvu	tundora
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px

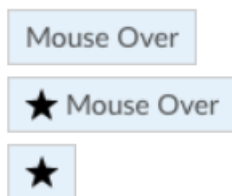


Obr. 39 Štandardné tlačidlo – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 14 Štandardné tlačidlo – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara

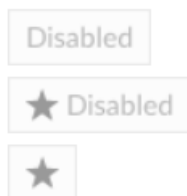


Obr. 40 Štandardné tlačidlo – Kurzor myši cez objekt

- Zakázaný objekt:

Tab. 15 Štandardné tlačidlo – Zakázaný objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	global_disabled



Obr. 41 Štandardné tlačidlo – Zakázaný objekt

- Stlačenie:

Tab. 16 Štandardné tlačidlo – Stlačenie

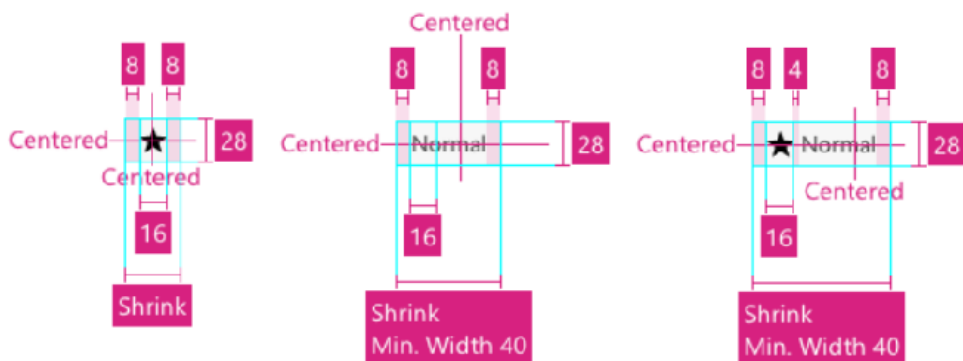
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	global_disabled
Farba názvu	congressblue
Farba orámovania	dustygray



Obr. 42 Štandardné tlačidlo – Stlačenie

Rozmery:

Na Obr. 43 sú definované rozmery pre objekt Štandardné tlačidlo.



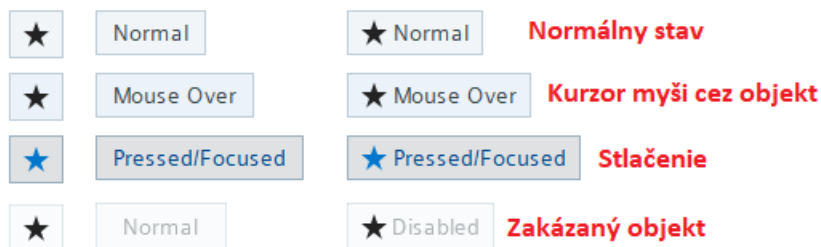
Obr. 43 Štandardné tlačidlo - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Použitý WinCC OA objekt bol *Push Button*. Pomocou nástroja *Style Sheets* sa dosiahol požadovaný vzhľad tlačidiel. V prípade stavu zakázaný objekt bola použitá nesprávna ikona z dôvodu jej nedodania grafickým dizajnérom. Po aktualizácii katalógu ikon bude táto chyba odstránená.

Dynamické prispôsobovanie veľkosti tlačidiel podľa dĺžky textu nie je možné nastaviť v CSS súbore. Túto vlastnosť bolo potrebné naprogramovať pomocou jazyka CONTROL v GEDI. Bola vytvorená referencia (panel s naprogramovanými atribútmi, ďalej využívaný metódou *drag and drop* - potiahni a pusť). Na referenčný panel bol pridaný objekt *Text*. Pri inicializácii kódu sa do neho nastaví zadaný názov a objekt *Text* sa skryje. Jeho hodnota šírky sa uloží definovanej premennej, z ktorej sa podľa typu tlačidla prepočíta a nastaví veľkosť, zohľadňujúca požadované rozmery. Objekt *Text* vo WinCC OA nie je podporovaný a editovateľný technológiou *Style Sheets*. Preto jeho font, a veľkosť písma musí byť nastavená manuálne v GEDI. V opačnom prípade bude prispôsobenie veľkosti v závislosti od dĺžky textu nefunkčné. CSS súbor nedokáže meniť rozmery objektov dynamicky.

Algoritmus s použitím objektu *Text* rieši aj ďalšie obmedzenie v prípade zobrazovania ikony a textu zároveň. S odkazom na špecifikácie *Accordion*, nastavenie rôzneho odsadenia obrázku a názvu od okraja v jednom objekte nie je možné. Pozícia ikony bola nastavená vľavo a názvu vpravo. Vzďialenosť od oboch okrajov bola nakonfigurovaná podľa požiadaviek CSS vlastnosťou *padding*. Prepočet naprogramovaného algoritmu určuje veľkosť tlačidla a zohľadňuje aj odsadenia prvkov vnútri objektu.



Obr. 44 Štandardné tlačidlo – Dosiahnutý stav

4.3.6 Zaškrtávacie políčko (Check Box)

Zaškrtávacie políčko je objekt zastupujúci nezávislú voľbu s možnosťou výberu spomedzi viacerých alternatívnych hodnôt, stavov, atď.

Použitie:

- Len ak sú stavy premennej opačné a jednoznačné.
- V prípade viacerých možností v zozname so stavmi ON/OFF na povolenie/zakázanie ďalších komponentov.
- Nepoužíva sa na vykonávanie príkazov alebo otvorenie okien.

Funkcionalita:

- Zaškrtávacie políčko môže mať stavy: vybraté, zrušené.
- Po stlačení nezaškrtnutého políčka sa zaškrtnie.
- Po stlačení zaškrtnutého políčka zmení svoj stav na nezaškrtnutý.
- Pri viacnásobnom výbere sa akcia aplikuje na všetky zaškrtnuté políčka.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 17 Zaškrtávacie políčko – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px
Farba vnútorného odtieňa	#000000 - 10% priehľadnosť
Uhol vnútorného odtieňa	zhora
Rozmazanie a vyváženie vnútorného odtieňa	2px



Obr. 45 Zaškrtávacie políčko – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 18 Zaškrtávacie políčko – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara



Obr. 46 Zaškrtávacie políčko – Kurzor myši cez objekt

- Zakázaný objekt:

Tab. 19 Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	global_disabled



Obr. 47 Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt

- Zaškrtnuté políčko:

Tab. 20 Zaškrtávacie políčko – Zaškrtnuté

Atribúty	Hodnoty
Farba indikátora	congressblue
Farba orámovania	dustygray



Obr. 48 Zaškrtávacie políčko – Zaškrtnuté

- Zakázaný objekt – Zaškrtnuté políčko:

Tab. 21 Zaškrtávacie políčko – Zakázaný objekt – Zaškrtnuté políčko

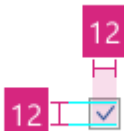
Atribúty	Hodnoty
príehľadnosť	40%



Obr. 49 Zaškrťavacie políčko – Zakázaný objekt – Zaškrtnuté políčko

Rozmery:

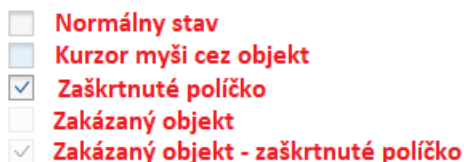
Na Obr. 50 sú definované rozmery pre objekt Zaškrťavacie políčko.



Obr. 50 Zaškrťavacie políčko - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Použitý WinCC OA objekt bol *Checkbox*. Požadovaný vzhľad sa docielil, ale nástroj *Style Sheets* nedokáže konfigurovať vlastnosti tieňa. Do WinCC OA objektu boli ako pozadie *Checkbox* prvku vložené obrázky pre všetky stavy s potrebným vzhľadom. Ukážka na Obr. 51.



Obr. 51 Zaškrťavacie políčko – Dosiahnutý stav

4.3.7 Drop down

Objekt *Drop down* umožňuje používateľovi vybrať zo zoznamu postupne zverejnených možností. Je určený na výber jednej položky v zozname. Ovládanie teda poskytuje vzájomne sa vylučujúcu operáciu podobnú skupine tlačidiel s možnosťou, že *drop down* systém dokáže efektívnejšie zvládnuť veľký počet položiek.

Použitie:

- Len ak má operátor vybrať jednu možnosť zo zoznamu navzájom vylučujúcich sa možností.
- Aplikuje sa do projektu v prípade, že počet možností je väčší ako štyri. V opačnom prípade sú uprednostnené objekty *Radio Buttons*.
- Nepoužíva sa na vykonávanie príkazov.

Funkcionalita:

- Položky by mali byť voliteľné aj pomocou klávesnice.
- Položka „None“ sa zobrazuje, ak *drop down* nemá žiadne možnosti.

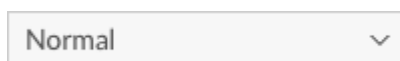
- Zobrazujú sa iba dostupné možnosti.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 22 Drop down – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Názov	typo_labelstandard
Farba názvu	tundora
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px
Farba indikačného trojuholníka	tundora

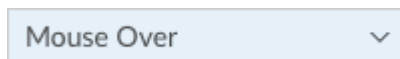


Obr. 52 Drop down – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 23 Drop down – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara

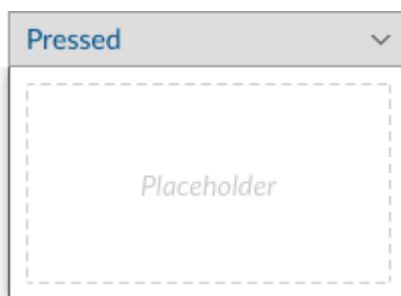


Obr. 53 Drop down – Kurzor myši cez objekt

- Stlačenie:

Tab. 24 Drop down – Stlačenie

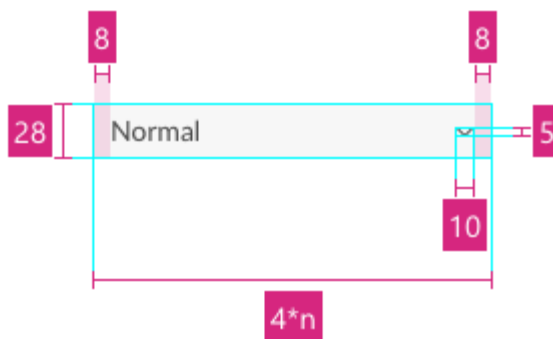
Atribúty	Hodnoty
Farba indikátora	congressblue
Farba orámovania	dustygray
Farba názvu	congressblue



Obr. 54 Drop down – Stlačenie

Rozmery:

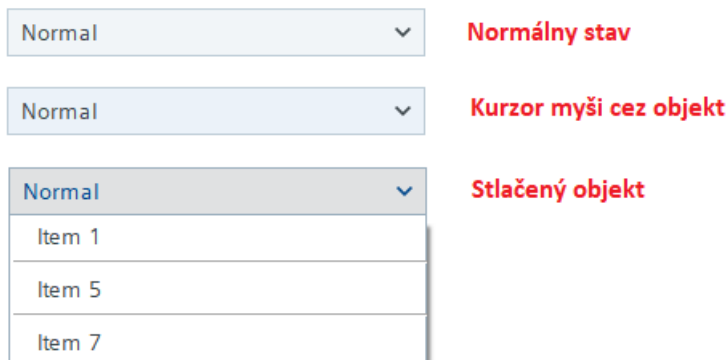
Rozmery definované pre Drop down sú prezentované na Obr. 55.



Obr. 55 Drop down - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Z WinCC OA knižnice sa využil objekt *Combobox*. Požadovaný vzhľad bol docielený konfiguráciou CSS vlastností v externom súbore. Výsledný vzhľad je prezentovaný na Obr. 56.



Obr. 56 Drop down – Dosiahnutý stav

4.3.8 Radio button

Tlačidlo prepínača predstavuje jednu voľbu v rámci obmedzenej množiny vzájomne sa vylučujúcich možností. Používateľ si môže vybrať iba jednu zo sady možností.

Použitie:

- Iba vtedy, ak má používateľ vybrať jednu možnosť zo zoznamu navzájom vylučujúcich možností.
- Počet prvkov v skupine sa pohybuje od 2 do 5.
- Nepoužíva sa na vykonávanie príkazov.

Funkcionalita:

- Pri inicializácii má vždy nastavenú hodnotu.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 25 Radio button – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px
Farba vnútorného odtieňa	#000000 - 10% priehľadnosť
Uhol vnútorného odtieňa	zhora
Rozmazanie vnútorného odtieňa	2px
Vyváženie vnútorného odtieňa	2px



Obr. 57 Radio button – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 26 Radio button – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara



Obr. 58 Radio button – Kurzor myši cez objekt

- Zakázaný objekt:

Tab. 27 Radio button – Zakázaný objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	global_disabled



Obr. 59 Radio button – Zakázaný objekt

- Zvolený stav:

Tab. 28 Radio button – Zvolený stav

Atribúty	Hodnoty
Farba indikátora	congressblue
Farba orámovania	dustygray



Obr. 60 Radio button – Zvolený stav

- Zakázaný objekt – Zvolený stav:

Tab. 29 Radio button – Zakázaný objekt – Zvolený stav

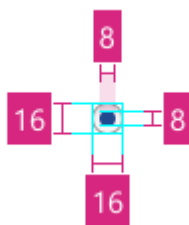
Atribúty	Hodnoty
prieľadnosť	40%



Obr. 61 Radio button – Zakázaný objekt – Zvolený stav

Rozmery:

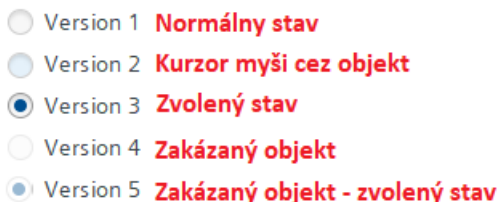
Rozmery definované pre *Radio button* sú prezentované na Obr. 62.



Obr. 62 Radio button - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Použitý WinCC OA objekt bol *Radio button*. Požadovaný vzhľad sa nastavil CSS technológiou. Obmedzením je, že vzhľad bol nastavený ako obrázok zobrazujúci sa v pozadí objektu. Neexistuje deklarácia atribútu tieň. Výsledný vzhľad je na Obr. 63.



Obr. 63 Radio button – Zvolený stav

4.3.9 Textové a numerické polia

Textové pole je známe aj ako vstupné pole. Slúži na zadávanie textu a numerických čísel.

Použitie:

- V projekte sa používajú rôzne rozmery textového poľa.
- Vo väčšine prípadov sa pred textovým poľom vyskytuje opisný názov.
- Využitie hlavne pri formulároch.

Funkcionalita:

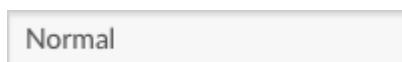
- Po inicializácii môžu byť prázdne alebo naplnené rozumnou predefinovanou hodnotou.
- Ak pri interakcii s objektom nie je zadáný žiadny text, môže sa začať zadávať. V prípade, že sa v poli nachádza, tak po kliknutí na objekt je jeho obsah označený. Použitím klávesnice sa z toho dôvodu pôvodný text premaže.
- Pohyb kurzora klávesnicou je podporovaný.
- Jednoduché textové polia automaticky posúvajú svoj obsah doľava, keď kurzor zadávania textu dosiahne pravý okraj vstupného poľa.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 30 Textové/numerické polia – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Názov	typo_labelstandard
Farba názvu	tundora
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px
Farba vnútorného odtieňa	#000000 - 10% priehľadnosť
Uhol vnútorného odtieňa	zhora
Rozmazanie vnútorného odtieňa	2px
Vyváženie vnútorného odtieňa	2px

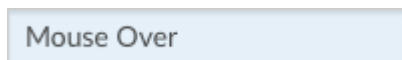


Obr. 64 Textové/numerické polia – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 31 Textové/numerické polia – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara



Obr. 65 Textové/numerické polia – Kurzor myši cez objekt

- Stlačenie:

Tab. 32 Textové/numerické polia – Stlačenie

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	white
Farba orámovania	dustygray
Farba názvu	congressblue



Obr. 66 Textové/numerické polia – Stlačenie

- Zameranie do vnútra objektu:

Tab. 33 Textové/numerické polia – Zameranie do vnútra objektu

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	white
Farba orámovania	scienceblue
Farba názvu	congressblue



Obr. 67 Textové/numerické polia – Zameranie do vnútra objektu

Rozmery:

Rozmery definované pre *Textové/numerické polia* sú prezentované na Obr. 68.

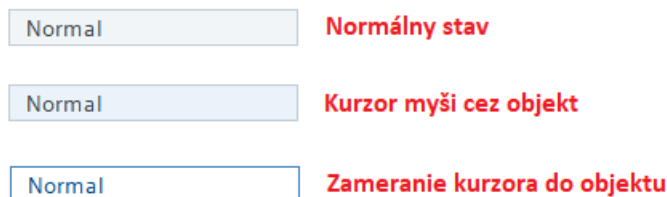


Obr. 68 Textové/numerické polia - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Z knižnice WinCC OA sa vybral *Textfield* ako objekt na úpravu. Výsledok bol dosiahnutý s jedným obmedzením. *Style Sheet* nepodporuje pre *Textfield* udalosť stlačený, ale zameranie

kurzora do objektu. Z tohto dôvodu bola nastavená zmena farby orámovania iba pre zameranie kurzora do objektu. Na obr. 69 je prezentovaný konečný dizajn.



Obr. 69 Textové/numerické polia – Dosiahnutý stav

4.3.10 Spin Box

Spin Box je ovládací prvok, ktorý používateľom umožňuje zvýšiť alebo znížiť pevnú sadu preddefinovaných hodnôt. Je to kombinácia textového poľa a špeciálneho ovládacieho prvku, ktorý obsahuje pár tlačidiel (tiež známy ako ovládanie hore alebo dole).

Použitie:

- Je užitočný na rýchle zmeny hodnôt, pričom stále umožňuje používateľovi zadávať vlastnú hodnotu.
- Používateľ môže do textového poľa zadať ľubovoľné číslo v povolenom rozsahu.
- Aplikuje sa ak je pravdepodobné, že operátor uprednostní prácu myšou pred klávesnicou.

Funkcionalita:

- Objekt je obmedzený na vstup len pre čísla.
- Hodnoty je možné meniť pomocou kolieska myši.
- Zmena hodnôt pomocou ovládacích prvkov nahor/nadol sa priamo odráža úpravou čísla v textovom poli.

Špecifikácie:

Keďže grafickým dizajnom textového poľa sa zaoberá kapitola 4.3.9, špecifikované sú len vlastnosti ovládacích tlačidiel nahor/nadol.

- Normálny stav:

Tab. 34 Spin Box – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Farba orámovania	silver
Hrúbka orámovania	1px
Použité orámovanie	Ľavé
Farba indikačného trojuholníka	tundora
Orámovanie indikačného trojuholníka	1px



Obr. 70 Spin Box– Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 35 Spin Box– Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmara



Obr. 71 Spin Box– Kurzor myši cez objekt

- Stlačenie:

Tab. 36 Spin Box – Stlačenie

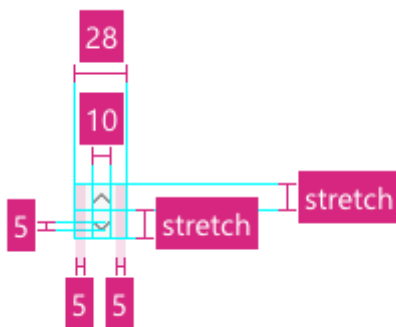
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	mineshafthright



Obr. 72 Spin Box – Stlačenie

Rozmery:

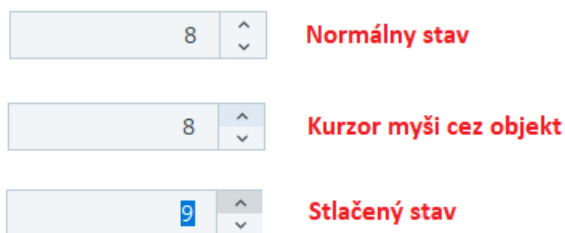
Rozmery definované pre *Spin Box* sú prezentované na Obr. 73.



Obr. 73 Spin Box - Rozmery

Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Softvér WinCC OA obsahuje komplexný objekt *Spinbox* s textovým poľom a potrebnou funkcionalitou. CSS technológiami bol podľa požiadaviek nakonfigurovaný bez obmedzení (pozri Obr. 74).



Obr. 74 Spin Box - Dosiahnutý stav

4.3.11 Systémové správy (Message management)

V každom systéme a aplikácii existujú stavy, ktoré musia byť oznámené používateľovi. *Message Management* je miesto, kde sa zhromažďujú všetky systémové upozornenia rôznych závažností.

Použitie:

- Prevencia chýb by mala byť najvyššou prioritou. Systémové správy sa zobrazujú a zhromažďujú ako globálne v spodnej lište.
- Systémové správy sa rozdelia do skupín, podľa stupňov závažnosti.
- Neobviňuje používateľa (aj keď chyba prešla falošným vstupom), skôr mu ponúkne riešenia.
- *Message Management* je flexibilný. Ak napr. kritická chyba nie je potrebná, nepoužije sa. Objekt sa prispôsobí potrebám aplikácie.

Funkcionalita:

- Môže byť využitý ako zberač pre všetky správy (otvorenie zobrazuje kombinovaný zoznam) alebo jeden zoznam pre každú závažnosť.
- Ak je to možné, pridá sa tlačidlo s odkazom na objekt/ovládaci prvok, kde sa správa vyskytla, aby bola opravená.

Špecifikácie:

- Normálny stav:

Tab. 37 Message Management – Normálny stav

Atribúty	Hodnoty
Názov	typo_labelstandard
Farba názvu	mercury

 0 Info  0 Meldungen  0 Fehler  1 Risse

Obr. 75 Message Management – Normálny stav

- Prejdenie kurzorom myši cez objekt:

Tab. 38 Message Management – Kurzor myši cez objekt

Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	lochmaradark
Farba orámovania	dustygray
Hrúbka orámovania	1px

 0 Info  0 Meldungen  0 Fehler  1 Risse

Obr. 76 Message Management – Kurzor myši cez objekt

- Stlačenie:

Tab. 39 Message Management – Stlačenie

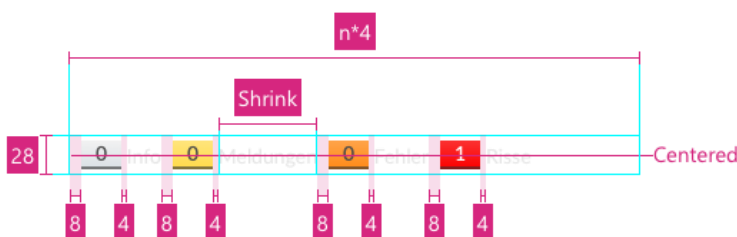
Atribúty	Hodnoty
Farba pozadia	alabaster
Farba orámovania	tundora
Farba názvu	tundora



Obr. 77 Message Management – Stlačenie

Rozmery:

Na Obr. 78 sa nachádzajú definované rozmery pre *Message Management*.



Obr. 78 Message Management - Rozmery

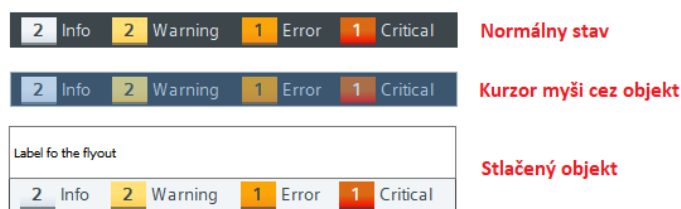
Dosiahnutý stav a obmedzenia:

Objekt *Message Management* obsahuje viacero prvkov spomenutých v predchádzajúcich kapitolách (signalizátory, textové polia, štandardné tlačidlo). Ich interakciou a použitím sa dosiahol žiadaný grafický vzhľad. *Style Sheet* dokáže meniť vlastnosti objektov iba staticky, nevie ich meniť za behu aplikácie.

Na dosiahnutie požadovaného stavu bol použitý jazyk CONTROL v GEDI aplikácie. Viaceré rovnaké objekty s rozličnými atribútmi boli pridané na panel a na základe vykonávanej akcie sa menila viditeľnosť jednotlivých súčastí celku *Message Management*.

V najvyššej vrstve obrazovky sa nachádza neviditeľné štandardné tlačidlo, ktoré slúži na zmeny pozadia *Message Management* pri udalosti „kurzor myši cez objekt“ a na otváranie okna s obsahom. Ako pozadie pri aktivovanom prvku sa použilo prázdne textové pole.

Otvorené okno s možnosťami v prípade, ak je prvok aktívny, pracuje na princípe zobrazovania panelov v *Embedded Module*.



Obr. 79 Message Management – Dosiahnutý stav

4.4 Prototyp SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy

Sekcia sa venuje vyvinutému prototypu SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy. Bolo potrebné na základe definovaného vzhľadu vytvoriť prvú verziu, ktorá prezentuje interakciu a dosiahnutý stav vytvorených objektov.

Aplikácia slúži ako základný súhrn informácií, prezentujúci možnosti a efektívnosť používania technológie *Style Sheets*. Na základe získaných informácií prebieha konzultácia s grafickým dizajnérom a projektovým manažérom, aby sa rozhodlo o tom, či je používanie externého súboru CSS vhodné pre vývoj.

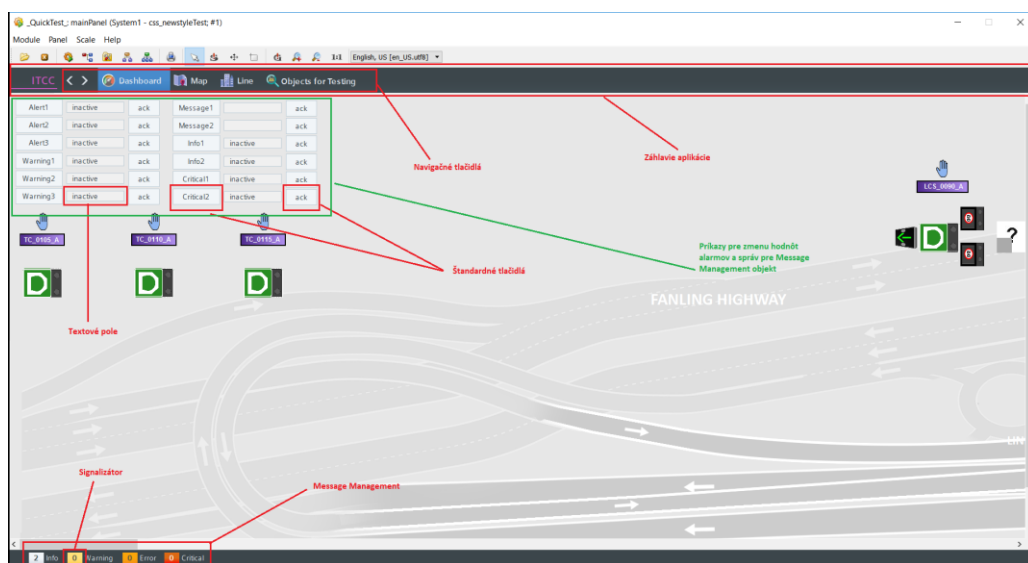
Pri vytváraní objektu *Message Management* bolo zistené obmedzenie vzťahujúce sa na ďalšie objekty využívajúce ekvivalent rolovacej ponuky použitím *Embedded module*. Obsah otvorenej ponuky častokrát pozostáva zo zoznamov dynamicky prezentujúcich stavy rôznych procesov. Podľa požiadaviek sa každý stav prezentuje textom a obrázkom, indikujúcim o akú informáciu sa jedná. Keďže WinCC OA nevie dynamicky meniť obrázky pomocou externého súboru, bolo potrebné vytvoriť kód pre každý objekt samostatne, čím sa CSS algoritmus mnohonásobne zväčšil. Pri zmene informácií alebo stavov bolo potrebné namiesto jednoduchej zmeny ikony a textu konkrétny objekt odstrániť z panelu využitím COTROL programovania, prepočítať súradnice všetkých objektov, ktoré na paneli ostali a premiestniť ich, aby sa zaplnilo prázdne miesto. Na záver bolo potrebné nový objekt s vypočítanými súradnicami znova pridať na panel. Keďže sa jedná o grafický vzhľad aplikácie je potrebné minimalizovať záťaž počítačového hardvéru spôsobenú výpočtami. Z tohto dôvodu je dané riešenie nevhodné.

4.4.1 Dashboard

Pri spustení aplikácie sa zobrazí okno s otvoreným panelom *Dashboard* (pozri Obr. 80). Záhľavie aplikácie bolo umiestnené na vrchu obrazovky. Je viditeľné a dostupné počas celej interakcie užívateľa s programom. Do oblasti záhlavia sa pridali navigačné tlačidlá. Slúžia na prepínanie medzi hlavnými panelmi aplikácie. Pre každé tlačidlo musel byť naprogramovaný kód CSS na úpravu vzhľadu osobitne, keďže *Style Sheets* nedokáže meniť ikony dynamicky.

Ako je naznačené na Obr. 80 pod záhlavím sa nachádzajú štandardné tlačidlá a textové polia, ktorými sa pridávajú a odoberajú informácie systému. V jazyku CONTROL bola naprogramovaná táto obsiahla funkcionality, slúžiaca na simulačné účely. Tlačidlá naľavo od textového poľa pridávajú alebo odoberú informáciu. Textové polia prezentujú jej stav a tlačidlo ack potvrdí, že operátor je s touto informáciou oboznámený. Ak je napr. alarm aktívny, pozadie textového poľa bliká.

V dolnej časti obrazovky je umiestnený objekt *Message management*. Tak ako záhľavie je globálne viditeľný. Prezentuje používateľovi prehľad o systémových informáciách, aby vedel včas a správne zareagovať. V signalizátoroch sa prezentuje aktuálny počet jednotlivých vzniknutých udalostí.



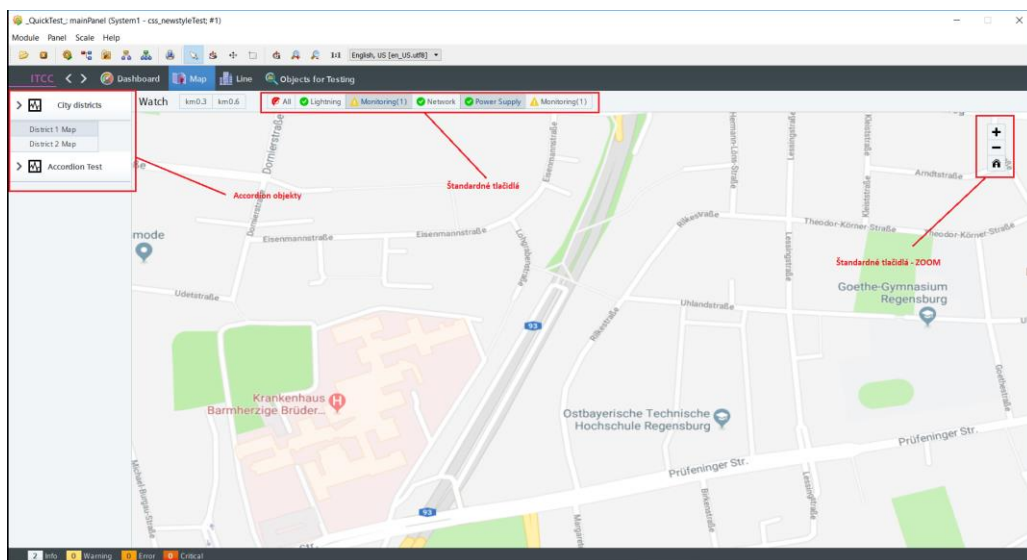
Obr. 80 Dashboard panel

4.4.2 Map

V tomto paneli, zobrazenom na Obr.81, je demonštrované možné použitie *Accordion* objektu. Slúži na zmenu obsahu aktuálneho okna. V prípade aplikácie prepína medzi dvoma rôznymi mapami. Keďže jeho funkčnosť a CSS možnosti konfigurovania sú nekompatibilné, nefunguje správne. Reaguje na kliknutie prvým tlačidlom myši pričom indikačným trojuholníkom nereprezentuje svoj stav. V jeho rolovacej ponuke sa nachádzajú tlačidlá prepínajúce medzi mapami.

Hore v strede sú použité štandardné tlačidlá s rôznymi ikonami. Podobne ako pre navigačné objekty bolo potrebné vytvoriť CSS kód pre každú ikonu samostatne.

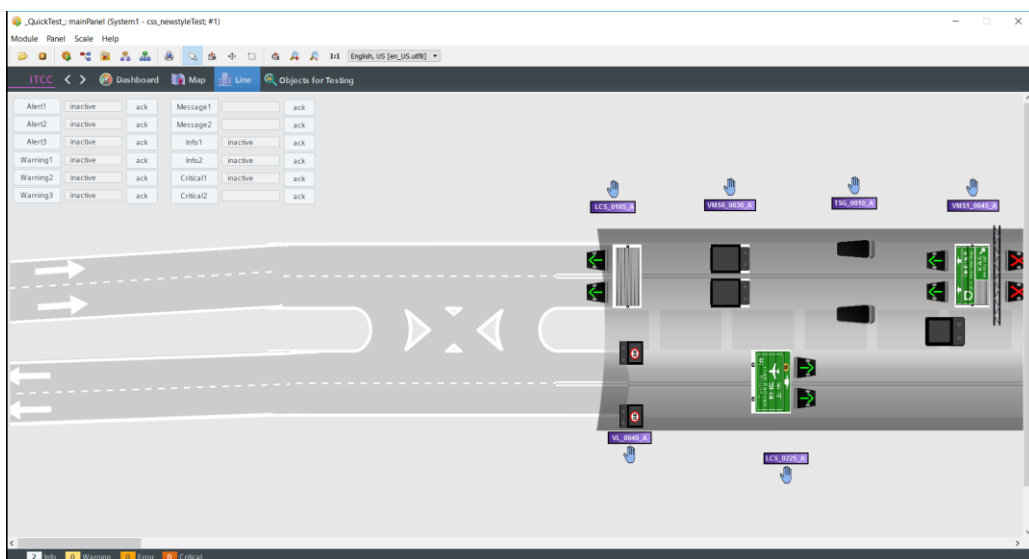
Tlačidlá slúžiace pre priblíženie a vzdialenie mapy sú umiestnené vpravo.



Obr. 81 Map panel

4.4.3 Line

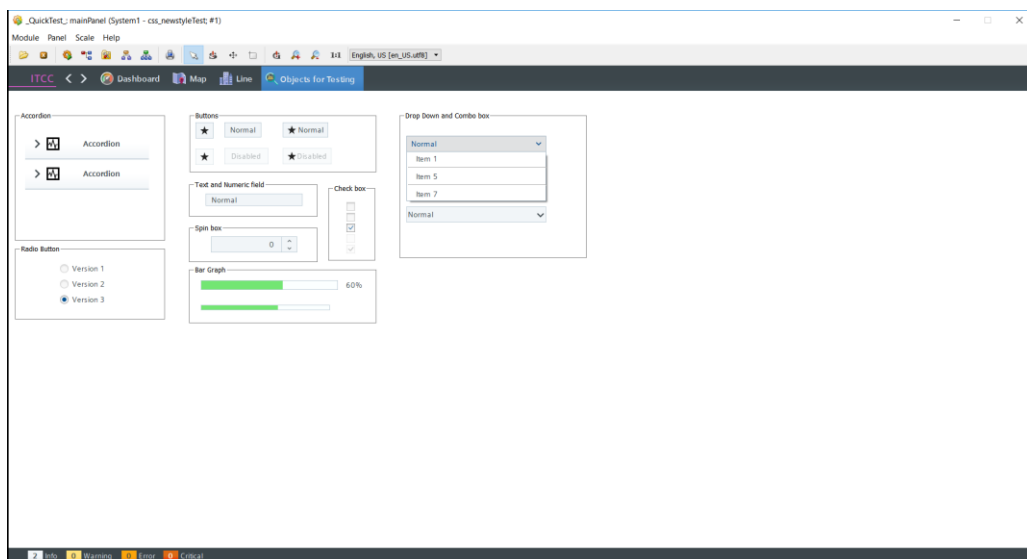
V časti *Line*, ktorá je zobrazená na Obr. 82 sa nachádzajú objekty s rovnakou funkčnosťou pre aktiváciu systémových správ ako v *Dashboard* paneli. Použitím tohto okna sa prezentuje správne prepínanie a funkcionality navigačných tlačidiel a globálneho *Message Management* objektu .



Obr. 82 Line panel

4.4.4 Objects for Testing

Obr. 83 prezentuje panel, na ktorom sú umiestnené všetky objekty nakonfigurované *Style Sheet* nástrojom v tejto práci. Užívateľ takto môže interaktívne vidieť a testovať dosiahnuté výsledky.



Obr. 83 Objects for Testing panel

5 Záver

Vývoj moderných technológií, dostupnosť a konkurencia v oblasti vizualizačných softvérov sú príčinou, že stabilita a funkčnosť aplikácií je doplnená o grafický vzhľad. Práve možnosť dosiahnuť v SCADA aplikácií vizuálnu prezentáciu projektu, čo najviac sa približujúcu zákazníkovým predstavám, môže rozhodnúť o výbere vývojového prostredia pre projekt. WinCC OA ponúka technológiu na detailnú konfiguráciu grafických vlastností.

Úvod práce bol venovaný teoretickým základom opisujúcim technologickú stránku riadenia premávky a tunelových technológií, potrebným pre vytvorenie SCADA aplikácie. Riadiaci systém je škálovateľný a ľahko prispôsobiteľný, vďaka svojej modulárnosti. Dôležité časti ako napr. ventilácia, elektrický zdroj, osvetľovacie systémy, atď. pracujú samostatne, a preto sa pre potreby projektu použili len požadované moduly.

V tejto práci sa skúmalo aplikovanie CSS technológie, implementovanej v nástroji *Style Sheets*, na niektoré objekty potrebné k vytvoreniu konkrétneho priemyselného projektu SCADA aplikácie pre riadenie a monitorovanie dopravy. Postup a výsledky práce boli demonštrované porovnaním žiadaného a dosiahnutého stavu pre každý objekt osobitne, ale aj v prototype SCADA aplikácie, kde môže užívateľ interaktívne testovať funkčnosť konfigurovaných objektov. Výsledky práce sú prezentované graficky.

Jedným z hlavných cieľov bolo zistiť a prezentovať obmedzenia nástroja *Style Sheets* pri aplikovaní grafického vzhľadu. Na základe týchto poznatkov sa posúdi, či je tento nástroj vhodný pre aplikáciu na reálny projekt. Z dosiahnutého stavu sa zistilo, že pomocou tejto technológie je možné detailne nastaviť vizuálne vlastnosti. Tie sa dajú v prípade potreby efektívne meniť. Mnohé obmedzenia predstavujú komplikáciu a spôsobujú problémy, ktoré môžu mať dosah na zaťaženie hardvéru počítača. Keďže funkčnosť a stabilita sú v priemyselných projektoch dôležité je potrebné zvážiť do akej miery sa *Style Sheets* bude používať pri ďalšom vývoji. CSS nástroj vo verzii WinCC OA 3.14 obsahoval množstvo vývojárskych chýb, ktoré spôsobovali problémy pri procese konfigurovania. Verzia WinCC OA 3.15 majoritnú časť chýb odstránila.

Zoznam použitej literatúry

1. Siemens AG: *ITCC System Description*
2. COHEN, S. a YANNIS, G: 2016. Traffic Management
3. SCADA system SIMATIC WinCC Open Architecture. Dostupné na internete:
<https://w3.siemens.com/mcms/human-machine-interface/en/visualization-software/simatic-wincc-open-architecture/pages/default.aspx>
4. ETM professional control GmbH: *WinCC OA Online Help*
5. ETM portal. Dostupné na: <https://portal.etm.at/>
6. BOLOZ, M: Tvorba vzdialeného HMI v SCADA systéme. Bakalárska práca, ÚIAM FCHPT STU, Bratislava, 2016.