

Telemetrie ve vodárenství

Mgr. Petr Novotný

Bakalářská práce
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mgr. Petr Novotný**
Osobní číslo: **A14199**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Telemetrie ve vodárenství**

Téma anglicky: **Telemetry in the Water Supply and Treatment Industry**

Zásady pro vypracování:

1. Popište současný stav způsobů měření a regulace v oblasti výroby vody a čištění odpadních vod.
2. Navrhněte inovace stávajícího stavu s využitím moderních způsobů dálkového měření a regulace.
3. Popište standardy a požadavky na spolehlivost a bezpečnost ve všech částech popisované technologie.
4. Navrhněte ukázkovou konfiguraci řídicího systému ve struktuře: telemetrická měření, řídicí jednotka, SCADA systém.
5. Navrženou konfiguraci implementujte pro řízení konkrétního menšího vodárenského objektu.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. BARR, Michael a Anthony J MASSA. Programming embedded systems. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly, 2006, xxi, 301 s. ISBN 978-0-596-00983-0.
2. MANN, Burkhard. C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky .. 1. české vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2003, 275 s. ?C & praxe. ISBN 80-7300-077-6.
3. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2005, xvi, 377 p. ISBN 0596007558.
4. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2004, 159 s.
5. ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace, 1.díl. 1. Vyd. Praha: BEN - technická literatura, 1999. ISBN 80-860-5658-9.
6. MARTINÁSKOVÁ, Marie a Ladislav ŠMEJKAL. Řízení programovatelnými automaty II. Vyd. 1. Praha: ČVUT, Strojní fakulta, 2000. ISBN 80-010-2096-7.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

15. prosince 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

25. května 2018

Ve Zlíně dne 15. prosince 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

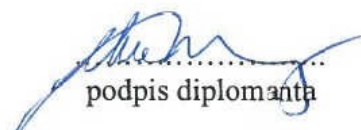
Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 23. května 2018


podpis diplomanta

ABSTRAKT

Vodárenství zahrnuje technologicky dvě propojená odvětví. Prvním z nich zajišťuje proces výroby pitné vody. Druhé odvětví se stará o to, aby vznikající odpadní voda, byla pomocí stokové kanalizace svedena do čistíren odpadních vod a následně byla čistá vrácena zpět do přírody.

Tématem bakalářské práce je inovace vybrané technologie z odvětví čištění odpadních vod, čerpací stanice odpadních vod. Nejdříve si představíme typické řešení automatického provozu, MaR a telemetrie daného typu objektu. V druhé praktické části bude navržena a realizována inovace pro konkrétní reálný objekt. Inovace se budou týkat MaR, PLC, telemetrie, SCADA, vizualizace, EZS a také samotného provedení rozváděče. Inovace se stanou standardem pro projekci a realizaci dalších objektů tohoto typu a přispějí ke zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti provozu.

Klíčová slova: SCADA/HMI, PLC, programovatelný automat, vizualizace, technologický proces, řídicí algoritmus, automatické řízení, telemetrie, události, čerpací stanice, MaR.

ABSTRACT

The technology of waterworks encompasses two distinct but connected industries. The first one is the production of fresh water. The other one takes care of the waste water, ensuring that it is properly transported through the sewer system to the wastewater treatment plants, cleaned and released back into the nature.

The topic of this thesis is innovation of select technologies in the wastewater treatment industry, specifically the treatment plants control technologies. First, the typical solution to automatization, MaR and telemetry of treatment plants is introduced. Then in the second part, I will design, propose and realize innovations for a real object. Innovations will include MaR, PLC, telemetry, SCADA, visualization and the design of the switchboard. Finally, based on the innovations I will propose new standards for design and realization of objects of this type. These standards will increase the safety and reliability when running wastewater treatment plants.

Keywords: SCADA/HMI, PLC, programmable logic controller, visualization, technological process, control algorithm, automatic control, telemetry, events, pump stations, measuring and regulating.

Poděkování

Chci poděkovat vedoucímu mé práce Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D, za odborné vedení při psaní mé práce a za jeho slova povzbuzení. Děkuji také firmám Redis spol. s r.o., Qline a.s., FLACO Group s.r.o. a společnosti Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s., že mi naslouchali a pomohli mi realizovat mé návrhy a inovace v elektrotechnologickém odvětví vodárenství.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 SOUČASNÝ STAV MAR	11
1.1 MĚŘENÍ HLADINY	11
1.2 MĚŘENÍ PRŮTOKU	15
2 SOUČASNÝ STAV A KONFIGURACE PLC	17
2.1 SIEMENS LOGO!‘	17
2.2 MITSUBISHI ALPHA 2	20
3 TELEMETRIE A DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ	22
3.1 SMS HLÁSIČE.....	22
3.2 RADIOVÉ MODEMY PRACUJÍCÍ V KMITOČTU GENERÁLNÍHO POVOLENÍ	24
3.2.1 Transparentní režim	24
3.2.2 Síť řízená komunikačním protokolem a retranslačními tabulkami	25
3.3 RADIOVÉ DATOVÉ MODEMY PRACUJÍCÍ NA KMITOČTU PRONAJATÉM OD ČTÚ	28
3.3.1 Telemetrické stanice RADOM.....	28
3.3.2 Telemetrické stanice Serck Controls.....	30
3.3.3 Moderní datové radiomodemy a miniPLC.....	31
3.3.4 GSM datové modemy	32
4 SCADA	34
4.1 SCADA POUŽÍVANÉ VE VODÁRENSTVÍ	34
4.1.1 Promotic	34
4.1.2 Reliance.....	35
4.1.3 ControlWeb	37
4.1.4 SCADA Retos.net	38
4.2 SCADA SCX6.....	42
5 VIZUALIZACE	44
5.1 OBECNÝ POPIS.....	44
5.2 BARVY VE VIZUALIZACI	45
6 EZS VODÁRENSKÝCH OBJEKTŮ	48
7 ROZVADĚČE A ELEKTROINSTALACE	49
II PRAKTICKÁ ČÁST	52
8 REKONSTRUKCE ČSOV S UPLATNĚNÍM INOVACÍ PRO VYŠŠÍ SPOLEHLIVOST A BEZPEČNOST PROVOZU	53
8.1 VÝCHOZÍ STAV ČSOV.....	53
8.1.1 MaR a automatický provoz	53
8.1.2 Telemetrie	54
8.1.3 Vizualizace	55
8.1.4 EZS.....	55

8.1.5	Rozvaděč	55
8.2	REKONSTRUKCE A INOVACE ČSOV	56
8.2.1	MaR – inovace	56
8.2.2	ASŘ - inovace	57
8.2.3	Algoritmy řízení stanice	58
8.2.4	Telemetrie – inovace	65
8.2.5	Vizualizace – inovace	69
8.2.6	EZS – inovace	87
8.2.7	Pilíř a rozváděč	88
ZÁVĚR		91
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		92
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		95
SEZNAM OBRÁZKŮ		96
SEZNAM TABULEK		99

ÚVOD

Nároky na kvalitu pitné vody před jejím užitím a na čistotu vody vytékající z čistíren odpadních vod, se neustále zvyšují. Nároky nelze splnit bez nasazení nejmodernějších technologií. Mezi ně patří automatizovaný systém řízení, moderní i tradiční prvky MaR a telemetrie sloužící k propojení s centrálními dispečerskými systémy. Velkou úlohu hrají také bezpečnostní opatření z hlediska zamezení přístupu nepovolaných osob. Pokud by se např. vodojem stal předmětem teroristického útoku a byl cíleně kontaminován, následky by byly nedozírné.

Vodárenství pitné vody zahrnuje tyto technologické celky:

- Čerpací stanice surové vody – zde se získává voda z podzemních pramenů a výtlakem je dopravována na úpravnu vody.
- Úpravna vody - surová voda je upravena, vyčištěna a hygienizována tak, aby mohla být distribuována obyvatelům.
- Vodojemy - slouží k akumulaci pitné vody a zajištění stálého tlaku ve vodovodním potrubí směřujícího k obyvatelům. Vodojemy bývají vzájemně propojeny a umožňují záskoky a doplňování při zvýšených odběrech.
- ATS – automatické tlakové stanice nahrazují vodojemy, pokud tyto nejsou v lokalitě vybudovat.

Odpadní vody a jejich technologie:

- Čerpací stanice odpadních vod – pokud splašky nemohou gravitačně téci na čistírnu odpadních vod, musí být pomocí výtlaku čerpadel dopraveny do bodu, odkud již gravitačně odtékají.
- Čistírny odpadních vod – odpadní voda prochází čistícím technologickým procesem, po které je navracena do přírody.

Každá uvedená vodárenská technologie využívá jiné postupy a procesy vedoucí k jejich účelu a cíli. Avšak to, co je pro všechny společné, to jsou principy používání MaR, PLC, SCADA, EZS a telemetrie. Základy jejich používání budou představeny v teoretické části a to pro vybraný typ objektu – čerpací stanici odpadních vod (dále jen ČSOV). Jejich inovace a praktické použití budou realizovány v druhé části práce. Inovace se stanou standardem, které mohou být různou mírou uplatňovány při stavbě a rekonstrukcích všech vodárenských objektů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

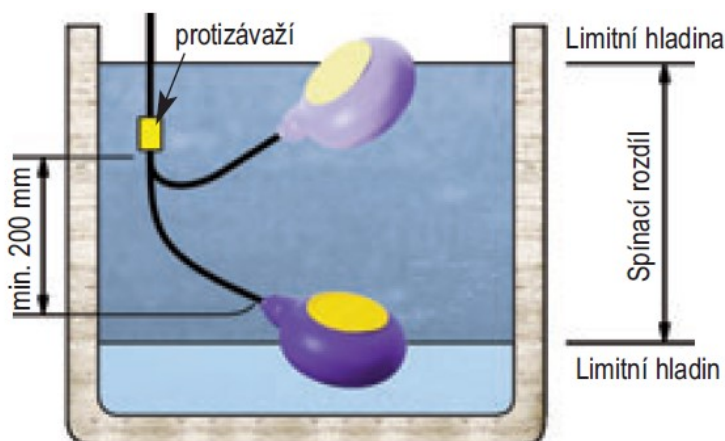
1 SOUČASNÝ STAV MAR

Čerpací stanice odpadních vod bývají z hlediska měření a regulace osazovány pouze prvky pro měření hladiny a příp. průtoku. Ovšem prostředí, ve kterém musí spolehlivě pracovat, je náročné nejen vzdušnou vlhkostí blížíící se ke 100%, ale také agresivitou vypařovaných látek z kanalizace.

1.1 Měření hladiny

Plovákový spínač

Mezi nejrozšířenější plovákové spínače patří plováky fy NIVOFLOAT NL. Používají se jak pro pitnou tak pro odpadní a komunální vodu. Dvojité pouzdro z polypropylenu umožňuje dokonalou vodotěsnost a délka kabelu od 5 do 20m s možností výběru mezi PVC, nebo Neopren materiálem vyhoví i náročným požadavkům. Uvnitř plováku je zabudovaný bezrtuťový spínač, který spíná pod úhlem 45°.



Obr. 1.1: Plovákový spínač [1]

Plovák díky obsahu vzduchu plave na hladině. Když jeho pozice překročí úhel 45°, spíná zabudovaný mikrospínač. Pokud je plovák se závažím, lze jeho posunutím nastavit délku ramene, a tak hlídat minimální a maximální hladiny. To platí pouze v případě, že nádrž není příliš široká, protože délka ramene by byla zbytečně dlouhá. V takovém případě se nasazují 2 plovákové spínače se závažím a min. délkou ramene, nebo bez závaží, ale napevno uchycené za kabel ke stěně, nebo v trubce. [1]

Plovák bývá použit pro limitní měření hladiny ve vodojemech (dále jen VDJ). Kontinuální měření bývá realizováno tenzometrickým snímačem nebo ultrazvukovým snímačem, plovák

slouží jako signalizace maximální hladiny, jako záložní měření při poruše kontinuálního měření.

Další jeho typickou aplikací je měření hladiny v ČSOV. Většinou je instalováno větší množství plováků připevněných k vodící tyči. Nejnižší slouží jako spínač vypínací hladiny, další jako spínač zapínací hladiny a třetí jako signalizace maximální hladiny.

Obecně je plovák pro svoji jednoduchost a nízkou cenu používán ve vodárenství všude, kde není třeba zcela přesná kóta sepnutí a vypnutí a je požadována jednoduchost jak při montáži tak při údržbě.

Ultrazvukový snímač hladiny

Ultrazvuková technologie měření hladiny je založená na principu měření času letu ultrazvukového signálu od senzoru k hladině média a zpět. Z konstrukčního hlediska je pro ultrazvukové (dále jen UZ) měření nejdůležitější piezoelektrický krystal, což je součástka, která umožňuje převést elektrický signál na signál akustický a naopak. Ve chvíli, kdy má dojít k vysílání, přivede elektronika elektrický signál na piezoelektrický krystal a ten vygeneruje ultrazvukový signál směrem k hladině média. Signál odražený od hladiny se pak vrátí zpět a ovlivní krystal, který vygeneruje signál elektrický. Jelikož krystal není schopen v ten samý moment signál generovat a zároveň přijímat, vzniká časový interval, během kterého není možné měřit. Tento interval se dá interpretovat jako minimální vzdálenost, kterou musí ultrazvukový signál urazit, aby jej byl schopen piezoelektrický krystal přijmout, a tato vzdálenost se označuje jako „mrtvá zóna“. [2]



Obr. 1.2 Ultrazvukový snímač hladiny od fy NIVELCO [2]

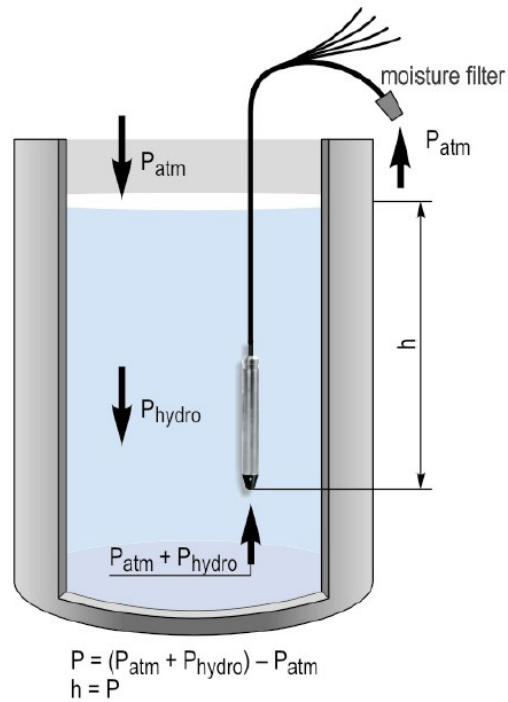
Jako signalizační rozhraní je využito standardu proudové smyčky 4-20 mA. Nejjednodušší UZ snímače bývají dodávány ve dvou vodičovém provedení a bez vyhodnocovací jednotky. Napájeny jsou přímo z proudové smyčky. Parametry pro nastavení měření se nastavují buď pomocí tlačítek a LED signalizace na těle sondy nebo pomocí HART komunikace. Dražší a výkonnější sondy bývají dodávány se samostatným napájením a vyhodnocovací jednotkou se znakovým nebo grafickým displejem. Existují ještě kompaktní provedení, kdy je displej integrován do těla sondy, avšak toto řešení není vždy vhodné. Sonda bývá umístěna v místech nedostupných běžné obsluze.

Aplikace ve vodárenství je velmi široká a výrobců zařízení je mnoho. Výhodou snímače je, že nepřichází do přímého kontaktu s měřeným médiem. Typickým nasazením je měření průtoku v měrných žlabech, např. průtoku vyčištěné vody v Parshallově žlabu. Pomocí UZ snímače je měřena výška hladiny a dle ČSN ISO 9826 je výpočtem stanoven průtok.

Dalším typickým nasazením bývá měření hladiny v ČSOV.

Tenzometrický ponorný snímač hladiny

Sonda válcového tvaru obsahuje ve spodní části tlakový senzor, který měří součet hydrostatického tlaku vodního sloupce kapaliny (P_{hydro}) a atmosférického tlaku (P_{atm}). Atmosférický tlak je k senzoru přiveden prodyšnou kapilárou v kabelu. Ústí kapiláry je chráněno filtrem. Od součtu hodnot tlaků se poté odečte atmosférický tlak a výsledkem je tlak hydrostatický, který odpovídá výšce vodního sloupce kapaliny (h). Elektronika pak přepočítá hodnotu na výstupní signál. Pokud je kromě hladiny potřeba měřit i teplota, je možné využít model s integrovaným teploměrem. Pro ochranu membrány je k dispozici adaptér pro odpadní vodu, který funguje na principu potápěčského zvonu a díky vzduchové kapse umožňuje oddělení znečištěné kapaliny od membrány. [3]



Obr. 1.3 Hydrostatický ponorný snímač hladiny [3]

Jako signalizační rozhraní je využito standardu proudové smyčky 4-20 mA. V případě provedení od fy NIVELCO je součástí i HART komunikace, pomocí které lze nastavit rozsah měření. Celkové provedení sondy se liší podle toho, zda je určeno pro měření pitné vody, odpadní vody anebo pokud je potřeba měřit tlak v potrubí. Tam je použito verze se závitovým připojením.

1.2 Měření průtoku

Magneticko - indukční průtokoměr

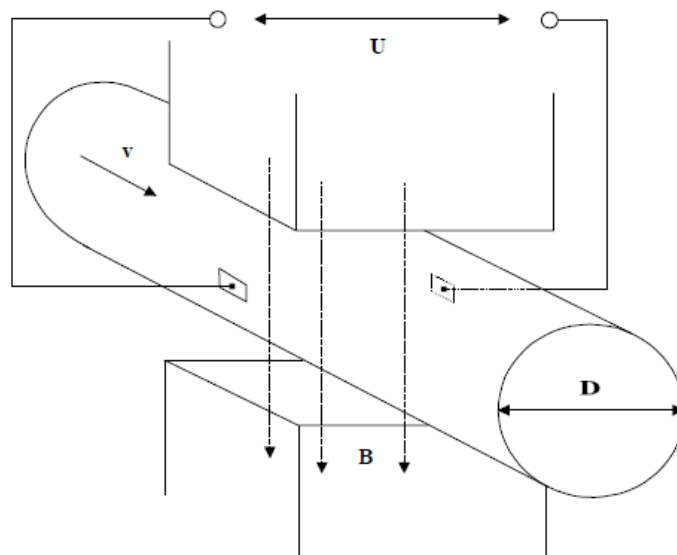
Princip snímače je založen na principu Faradayova zákona o elektromagnetické indukci, podle něhož se v elektricky vodivém tělese, pohybujícím se v magnetickém poli, indukuje elektrické napětí.

Pro toto napětí platí následující vztah (obecně):

$$U = B \times D \times v \quad (1.1)$$

kde:

U = indukované napětí, D = průměr potrubí, v = vektor střední průtočné rychlosti, B = magnetická indukce



Obr. 1.4 Princip magneticko-indukčního snímače [4]

Jsou-li magnetická indukce pole B i průměr potrubí D konstantní, pak indukované napětí je úměrné střední rychlosti proudění kapaliny. Kapalina protéká průtokoměrem kolmo na směr magnetického pole. Pohybem kapaliny, která musí mít určitou minimální elektrickou vodivost, se indukuje určité elektrické napětí, snímané dvěma elektrodami umístěnými kolmo na směr magnetického pole i směr průtoku. Magnetické pole průtokoměru je vytvářeno budícím proudem s obdélníkovým průběhem, který je generován v převodníku a přiveden na budící vinutí snímače. Systém vynuceného proudu zabezpečuje konstantní buzení za všech okolností, které se v provozu mohou vyskytnout. [4]

Magneticko – indukční průtokoměry se nejčastěji používají v technologiích odpadní vody. Měří se jimi průtoky vratného, přebytečného kalu a dovezeného kalu. V ČSOV slouží občas pro měření přečerpané odpadní vody, která může být na základě tohoto měřidla fakturována danému subjektu.

2 SOUČASNÝ STAV A KONFIGURACE PLC

Technologii ČSOV obvykle tvoří sestava dvou až tří čerpadel, kontinuální nebo limitní snímání hladiny a někdy také monitorování průtoku na výtlaku. Řízení této technologie bylo dříve realizováno pouze reléovou technikou. Dnes je nahrazováno kompaktními nebo mikro PLC. Ty přináší do této oblasti typické výhody:

- jednodušší návrh a výzbroj rozváděče,
- vyšší spolehlivost řízení a chodu,
- více možností jak hlídat opotřebení čerpadel,
- více možností jak řídit kaskádu čerpadel při využití kontinuálního měření hladiny.

Mezi kompaktní PLC patří jejich nejjednodušší verze označována také jako programovatelné relé. Jejich častým zástupcem bývá např.:

2.1 Siemens LOGO!

Jedná se o komerčně velmi úspěšný univerzální logický modul, který je na trhu více jak 15 let. Zahrnuje:

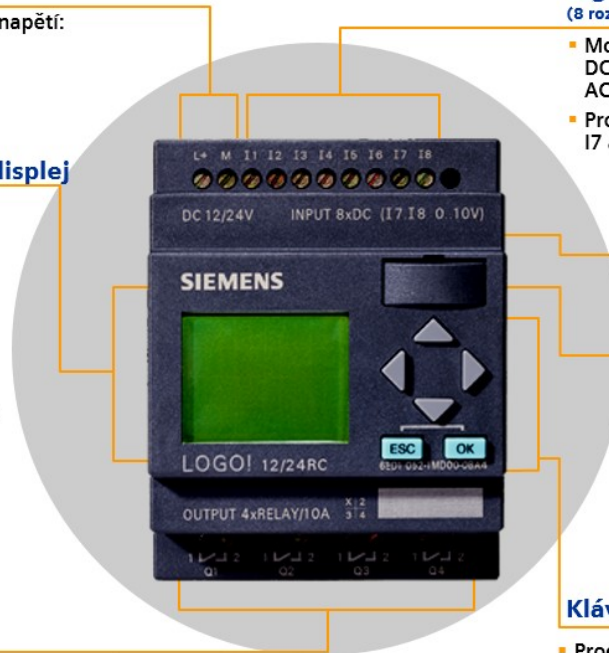
- řídicí člen,
- pracovní a zobrazovací jednotku,
- zdroj,
- rozhraní pro rozšiřující moduly,
- rozhraní pro programové moduly a kabel pro PC,
- předprogramované základní funkce a programovatelné tlačítka,
- časový spínač,
- bitové proměnné (merkery),
- vstupy a výstupy podle typu. [5]

Napájení

- Možnosti napájecího napětí:
DC 12 V
DC 24 V, AC 24 V
AC/DC 115 V ~ 230 V

Podsvětlený LCD displej

- Při programování:
zobrazení funkčních bloků
- Při provozu:
zobrazení stavu vstupů/výstupů;
paměťových bitů;
času a dne v týdnu;
zobrazení zprávy a hodnoty proměnné
- Při parametrování:
nastavené hodnoty



Digitální/Analogové vstupy (8 rozšiřitelné na 24 / 2 rozšiřitelné na 8)

- Možnosti:
DC 12 V DC 24 V, AC 24 V
AC/DC 115 ~ 230 V
- Pro varianty DC 12 V a DC 24 V
I7 a I8: analogové vstupy

Konektor pro rozšiřovací moduly

Konektor pro PC/modul

Možnosti:

- konektor pro PC:
upload/download,
online sledování programu
- připojení paměťového
modulu; kopírování;
archivace; ochrana
know-how

Klávesnice

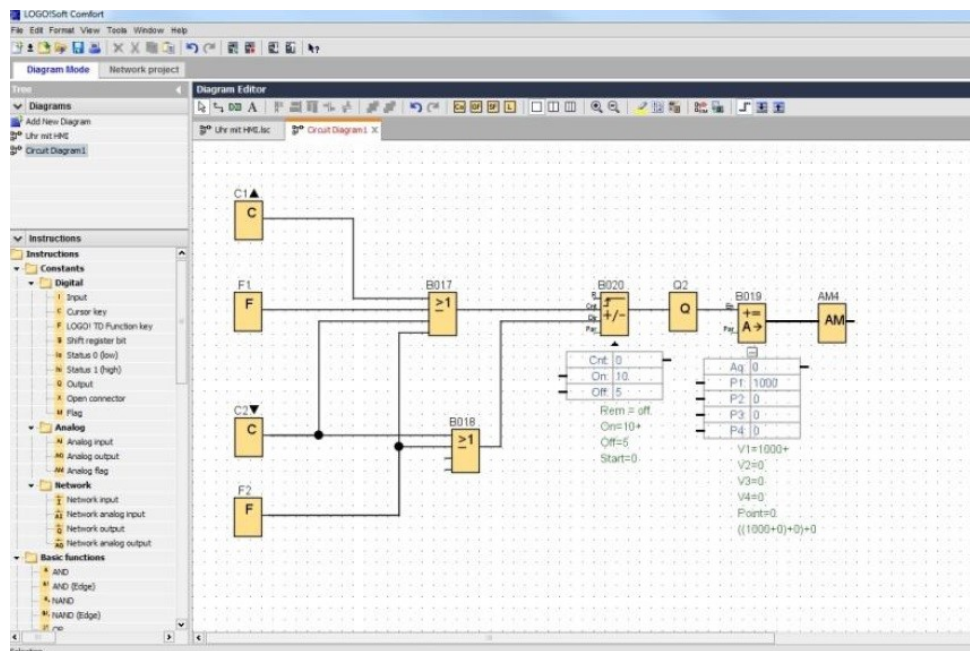
- Programování přímo na modulu
- Změna parametrů
(např. času, hodnoty čítače atd.)
- 4 další vstupy jako tlačítka

Digitální výstupy

(4, rozšiřitelné až na 16)

- Připojení čerpadel, malých motorů, světel,
ventilátorů
- Verze: Relé (až 10A, AC 230 V)
Tranzistor (až 0,3 A, DC 24 V)

Obr. 2.1 LOGO! SIEMENS (starší verze z r. 2004) [6]



Obr. 2.2 Vývojové prostředí SIEMENS LOGO! [7]

Dnes je na trhu již verze LOGO 8, která mimo nového displeje, nižší ceny obsahuje i web server. Dále umožňuje připojení externího displeje a výrazně rozšířil komunikační schopnosti:

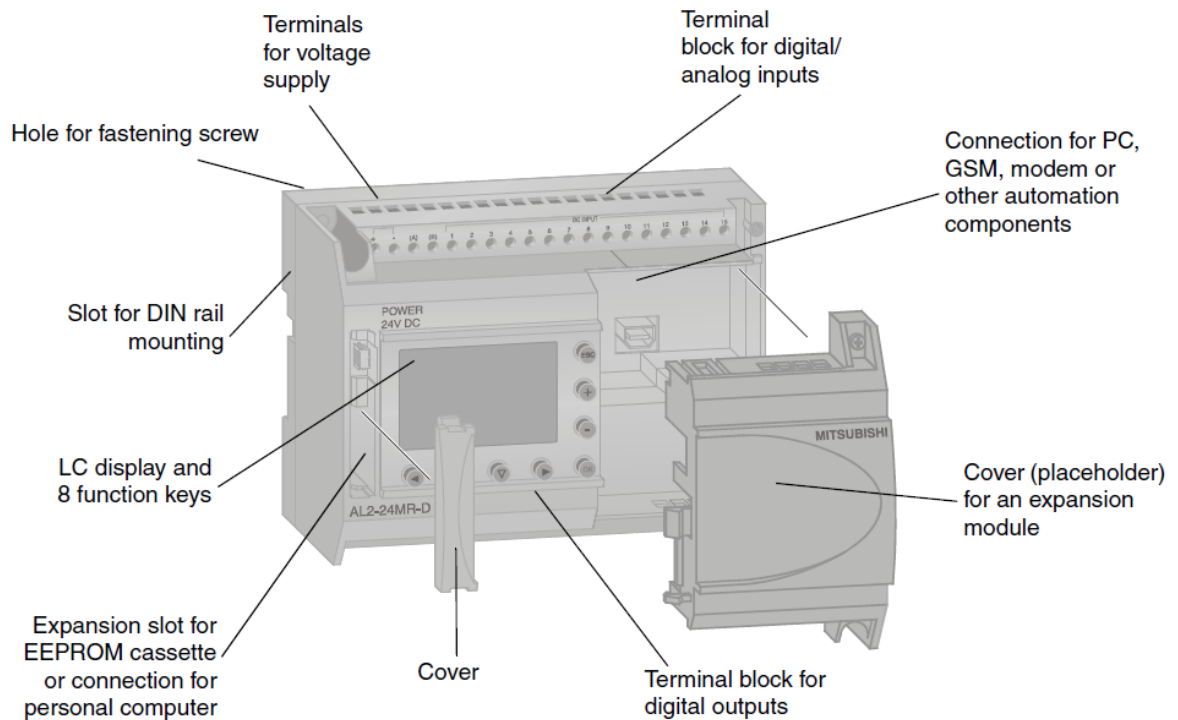
- podporováno 8+1 spojení,
- max. 1 Master a 8 zařízení Slave,
- max. rozšíření: 64 Slave vstupů, 64 Slave výstupů, 32 Slave AI, 16 Slave AQ,
- současně umožňuje komunikace z/do:
 - o LOGO! Slave (vzdálené IO),
 - o LOGO! Master,
 - o Siemens HMI,
 - o SIMATIC Controller,
 - o PG/PC přes OPC. [8]



Obr. 2.3 SIEMENS LOGO! 8

2.2 Mitsubishi Alpha 2

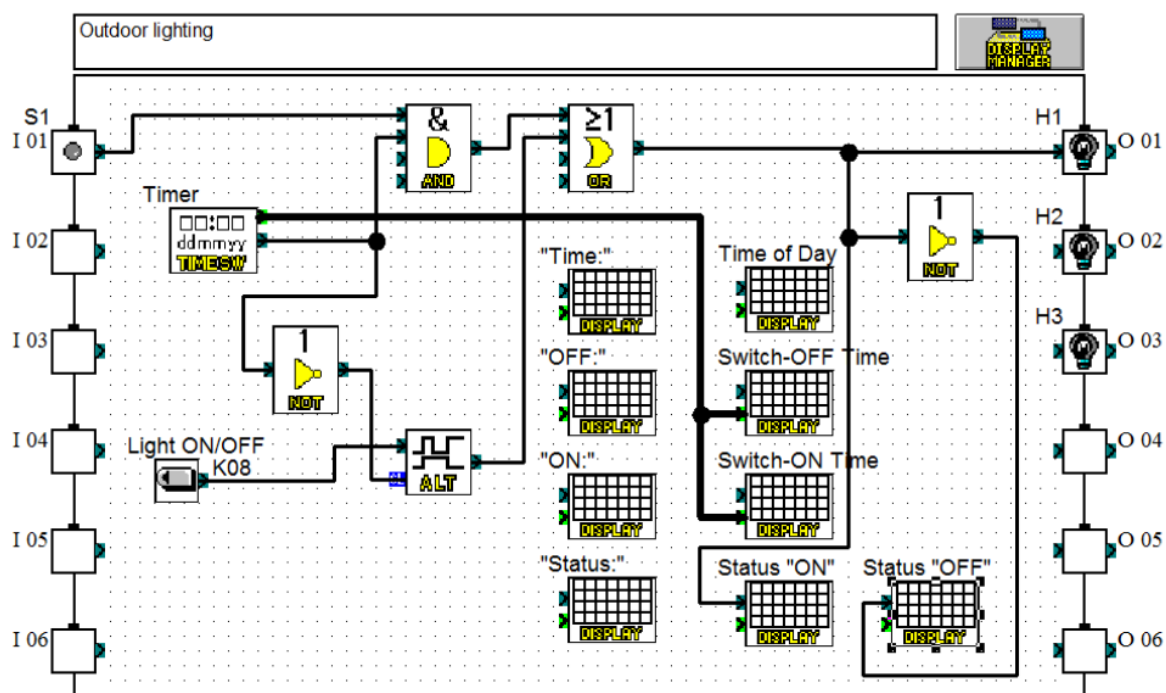
Jedná se o další velmi rozšířený malý automat, který s oblibou nasazován i do ČSOV. Je vybaven velmi podobně jako SIEMENS LOGO!.



Obr. 2.4 Mitsubishi Alpha 2 [9]

K řídicí jednotce je možné připojit rozšiřující moduly vstupů / výstupů a také GSM modul pro zasílání SMS zpráv.

Programování pomocí osobního počítače je rychlé a jednoduché. Program AL-PCS/WIN-E umožňuje vytvořit a uložit program. Programování se provádí grafickou metodou, při které se na obrazovce propojují funkční bloky pomocí spojovacích čar. Také je možné přímo programovat automat pomocí tlačítek umístěných na čelním panelu.



Obr. 2.5 Programování Mitsubishi Alfa 2 [9]

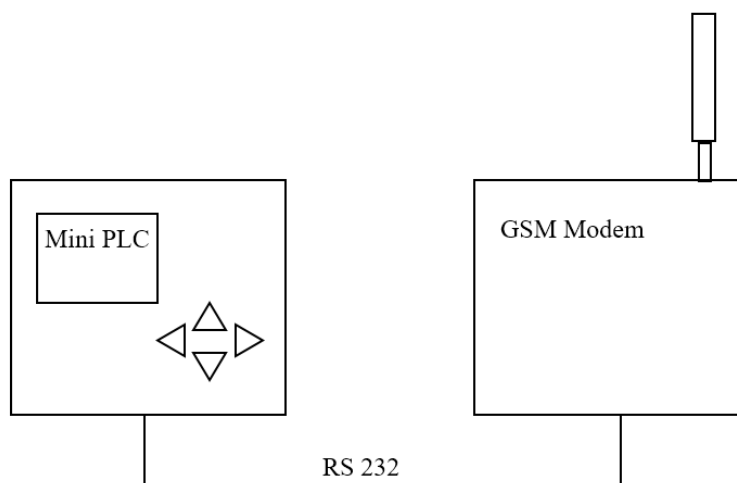
3 TELEMETRIE A DÁLKOVÉ ŘÍZENÍ

3.1 SMS hlásiče

Jedná se modemy, které mají dvě základní vlastnosti:

1. disponují rozhraním RS232,
2. připojují se do GSM sítě pomocí technologie 2G.

Těchto modemů je v komerční nabídce celá řada. Jejich funkce je jasná. Pomocí RS232 se připojují k PLC a pomocí AT příkazů zasílají SMS zprávy na koncová zařízení. Tím mohou být telefony odpovědných pracovníků, nebo SCADA systém, který dané zprávy prezentuje a archivuje. Cesta může být také opačná, modemy mohou SMS přijímat a pomocí RS232 předávat povely připojenému PLC.



Obr. 3.1 Připojení GSM modemu k MiniPLC [10]

Tento systém je jednoduchý, cenově dostupný a efektivní pro monitoring několika málo objektů.

Mezi osvědčené GSM modemy lze zařadit nástupce legendárního modemu od fy Siemens MC55i – Cinterion MC55i.



Obr. 3.2 Modem Cinterion MC55i [11]

Používá se prakticky od nástupu GSM 2G sítí. Mezi hlavní vlastnosti patří:

- Control via AT commands (Hayes, 3GPP TS 27.007 and 27.005)
- TCP/IP stack access via AT commands
- Internet Services TCP server/client, UDP, ICMP, DNS, HTTP, FTP, SMTP, POP3
- Supply voltage range: 8 – 30 V
- Operating temperature: -30 °C to +75 °C
- Dimensions: 65 × 74 × 33 mm > Weight: 110 g [11]

Mezi další významné výrobce GSM modemů patří v tuzemsku fa Smart-CON s.r.o. (dříve Conel). Nabízí průmyslové routery využívající technologie od GPRS až po LTE, IOT produkty.

Jak bylo uvedeno výše, SMS zasílaná modemem může být také zpracována v nadřazeném SCADA systému. Podmínkou je, aby obsah SMS zprávy měl přesně danou strukturu, kterou připravený driver SCADA vždy správně interpretuje. Takové SMS mají charakter datagramu. Ovšem počet znaků je omezen technologií SMS. Také je třeba brát v úvahu

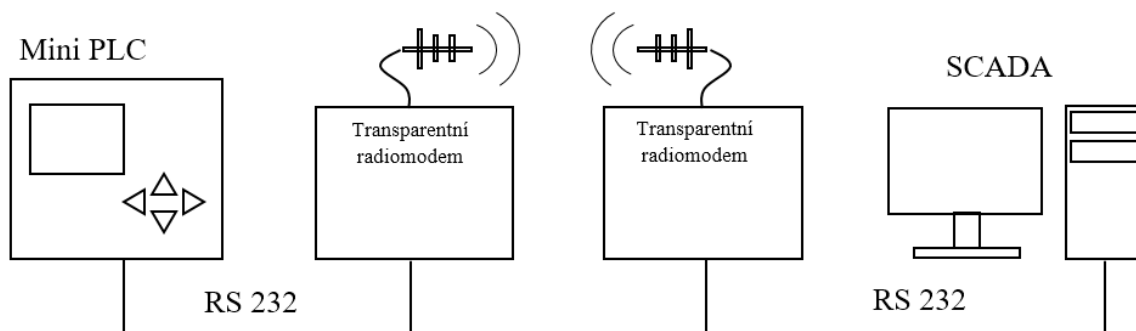
skutečnost, že operátoři negarantují doručení SMS a také to, že provoz může být finančně nákladný..

3.2 Radiové modemy pracující v kmitočtu generálního povolení

3.2.1 Transparentní režim

Tyto radiové modemy se svojí povahou blíží zařízením PLUG-AND-PLAY. Pokud jsou používány v IP síti, pracují jako standardní bridge. Pokud je použit COM port, jsou všechny rámce přijaté přes COM rozeslány broadcastem na COM porty všech radiomodemů v síti.

Tato zařízení pracují v kmitočtovém pásmu generálního povolení, v okolí kmitočtu 160 MHz, 400 MHz a 860 MHz. Pro každý kmitočtový rozsah ČTU stanovuje vyzářený výkon v jednotkách ERP, zabranou šířku pásma a další podmínky. [12].



Obr. 3.3 Použití transparentních radiomodemů [10]

Před nástupem GSM GPRS technologií a především před jejím zlevněním bývalo toto zapojení častým řešením, jak připojit vzdálené objekty do SCADA systému. Výhodou byly relativně nízké náklady na pořízení. Protože radiová komunikace probíhala ve volném pásmu, náklady na provoz zůstaly pouze na úrovni pravidelného technického servisu. Nevýhodou tohoto systému byla potřeba řídit datový provoz na úrovni PLC. Pokud bylo potřeba připojit více objektů, byla jenom dvě řešení:

- každý objekt získal nový COM 232 v systému SCADA (což není příliš vhodné, počet portů je omezen a při použití replikátorů dochází k odebrání procesorového času serveru),

- nebo použít jeden přijímací radiomodem na straně serveru SCADA a omezit vysílací čas jednotlivých stanic. Ovšem při zvyšování počtu stanic dochází k prodlevám mezi jednotlivými komunikacemi a některé komunikace mohou být zcela ztraceny.



Obr. 3.4 Transparentní radiomodem Racom RE400 [13]

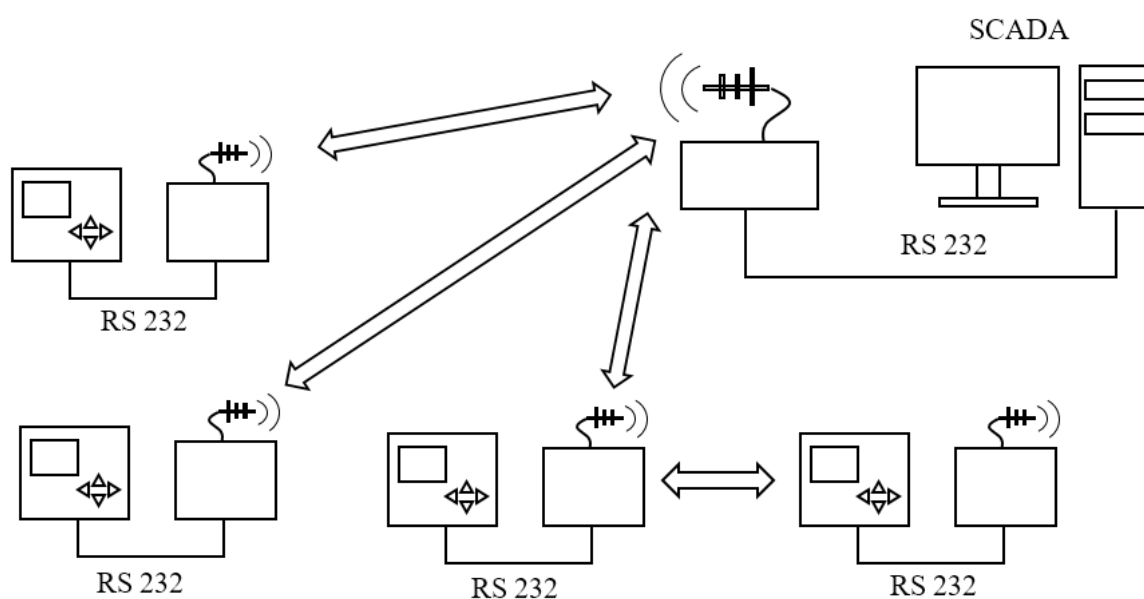
Jedním ze zástupců transparentního radiomodemu je výrobek fy RACOM s.r.o. RE400:

- Kmitočtové pásmo 373,25 – 484,0 MHz;
- RF Datová rychlost 10.4 kbps / 25 kHz;
- Výstupní výkon 0.5 nebo 2 W;
- Ethernet 10/100 Base-T Auto MDI/MDIX RJ45
- COM RS232 DB9F, 300-115200 bps
- Anténa 50 Ohm SMA female [13]

3.2.2 Síť řízená komunikačním protokolem a retranslačními tabulkami

Radiomodemy pracující v pásmu generálního povolení mohou mít komunikaci řízenou i na základě retranslačních tabulek. Takové řešení umožňuje tvořit rozsáhlé rádiové sítě, jejichž struktura je dána systémem MASTER – SLAVE. Radiomodem typu MASTER je pomocí SCADA iniciován k obvolávání jednotlivých radiomodemů SLAVE. Každý radiomodem

má své číslo a danou cestu pro jednotlivé rámce komunikačního protokolu. Velmi vyspělou technologií pro tvorbu rozsáhlých radiových sítí disponuje firma smart-CON (dříve Conel). Pro tvorbu strukturovaných radiových sítí používá radiomodem CDA70. Pro řízení komunikace používá vlastní protokol RDS92. Jednotlivé radiomodemy mohou mít retranslační tabulky pevně dané při konfiguraci anebo mohou mít nastavenou automatiku „ARET“. Ta zajistí doručení paketu do cílové stanice na základě algoritmů zahrnujících kvalitu signálu i doby odezvy.



Obr. 3.5 Radiová síť řízená pomocí RET a komunikačním protokolem [10]



Obr. 3.6 Radiomodem CDA70
fy Smart-CON [14]

Základní vlastnosti radiomodemu CDA70:

- kmitočtová pásma 143 – 174 MHz, 403-470 MHz;
- nastavitelný vysílací výkon 0,01 až 5 W;
- vysoká přenosová rychlost – 21600 bit/s při šířce kanálu 25 kHz, 10800 bit/s při šířce 12,5 kHz;
- paketový přenos dat se zabezpečením a kompresí dat
- 1x volitelné rozhraní Ethernet 3x rozhraní – volitelně 3x RS232 nebo 1x RS232 + 1x RS485 + 1x MBUS
- 1x rozhraní CIO – 5 vstupů/výstupů pro připojení modulů CIO. [14]

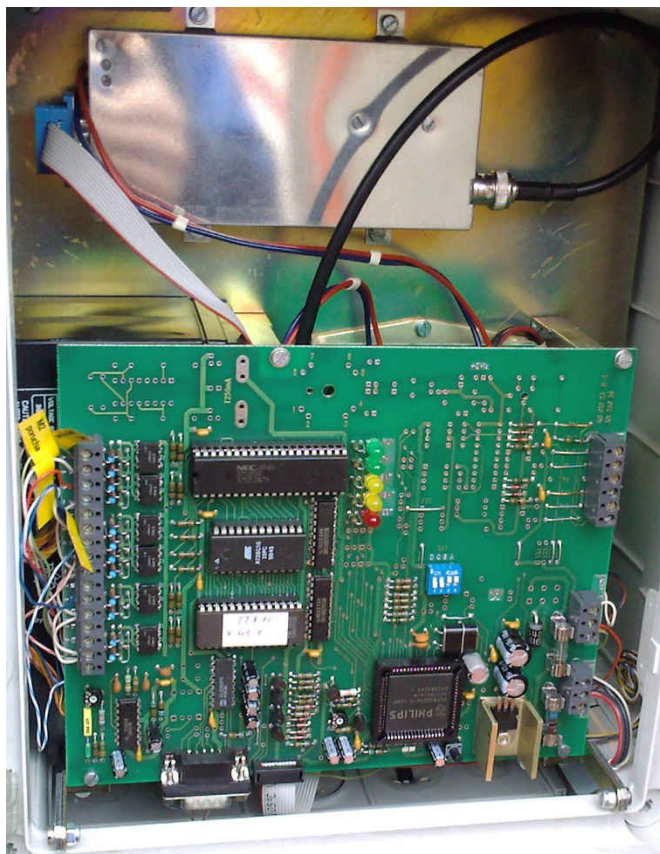
3.3 Radiové datové modemy pracující na kmitočtu pronajatém od ČTÚ

Na základě předloženého radiového projektu je možné požádat ČTÚ o pronájem vyhrazeného kmitočtu. Přidělený, časově omezený (s garancí většinou 5-10 let) kmitočet v oblasti 400 MHz, umožňuje nasadit radiomodemy s vyzařovaným výkonem ERP v řádu jednotek W. Díky tomu je možné budovat skutečně rozsáhlé datové sítě v řádu stovek radiomodemů. Každý radiomodem může být stanicí i retranslací.

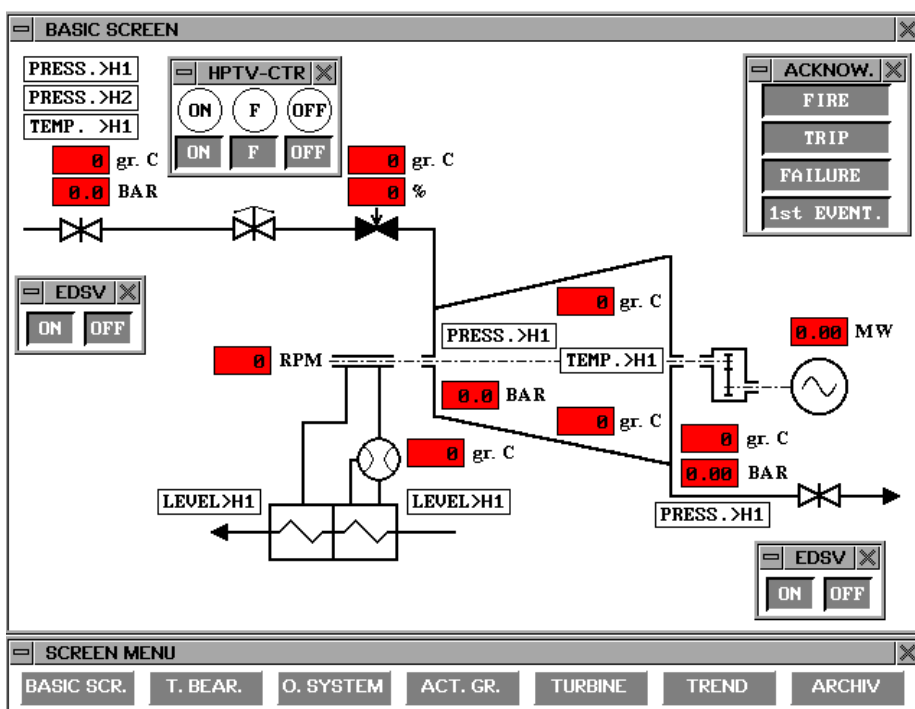
Cena za pronájem kmitočtu je závislá na konfiguraci sítě. Ta je detailně popsána v radiovém projektu. Výslednou cenu výrazně ovlivňuje počet retranslací a počet uzlů radiové sítě. Tato cena se potom po celou platnost povolení nemění. Za ni uživatel dostává možnost neomezené datové komunikace na kmitočtu, který nesmí nikdo jiný použít. Tato skutečnost je velmi pečlivě hlídána a ČTÚ na porušení jak použité frekvence nebo stanoveného vysílacího výkonu (daného projektem) reaguje velmi rychle.

3.3.1 Telemetrické stanice RADOM

Nejstarší telemetrické systémy využívající pronajatého kmitočtu od fy RADOM s.r.o byly konstruovány tak, že obsahovaly desku plošných spojů s opticky oddělenými vstupy a výstupy, jednočipový mikropočítač 80C552 a paměť EEPROM s uloženou konfigurací. [15] Tato deska (předchůdce miniPLC) byla pomocí RS232 připojena k radiomodemu TTX10. Spolu se zálohovaným napájením pomocí 12V akumulátoru a s anténním systémem tvořila tzv. telemetrickou vysílací stanici. V době jejich nasazování (pol. 90. let 20. století), se ještě nevyráběly miniPLC automaty. Technologicky malé objekty (např. právě ČSOV), byly vyzbrojeny pouze reléovou technikou. Důležité signály byly přenášeny pomocí pomocných beznapěťových kontaktů nebo kopírovacích relé přímo na desku telemetrické stanice. Zajímavostí je, že obousměrná komunikace nebyla vždy samozřejmostí. Pokud nebylo třeba zpětně ovládat technologii, přenos údajů fungoval tak, že stanice náhodně vysílali např. v režimu 1x za 3 minuty, časové využití jednoho kanálu bylo do 1%. Pokud přijímací stanice zachytila datagram a nebyl poškozený (souhlasil kontrolní součet), předala jej SCADA systému, jehož českým průkopníkem byl legendární sw Control Panel společnosti Moravské Přístroje.



Obr. 3.7 Telemetrická stanice SHW Socha s radiomodemem TTX10 fy Radom. [10]



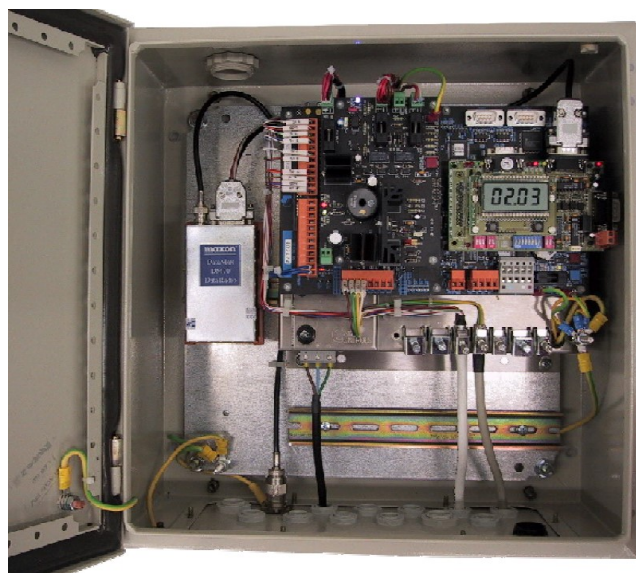
Obr. 3.8 Příklad SCADA - Control Panel z roku 1992 [16]

3.3.2 Telemetrické stanice Serck Controls

Velmi vyspělé telemetrické stanice, která přinesly skutečnou kvalitu a spolehlivost do vodárenského dispečerského řízení, jsou stanice od britské fy Serck Controls.

Tyto stanice nasazované v ČR od konce 90. let 20. století, přinesly na svou dobu nevídané možnosti:

- přenos procesních veličin z technologie do systému SCADA vlastním protokolem SERCK s časovými značkami. SCADA systém tak pracuje s časem vzniku a ne s časem zápisu události do databáze;
- paměť pro ukládání událostí. Jednotlivé stavy v/v jsou ukládány do paměti a přeneseny do SCADA při pravidelné komunikaci. Dispečerský systém tedy nepřijde o žádnou událost;
- stanice umožňuje plnit jednoduché úlohy PLC, které se vytváří v grafickém prostředí GRAPHEX na PC a následně je možné úlohu dálkově do stanice nahrát;
- podle typu použité komunikace (rádio/GSM/telefon) se stanice buď periodicky, nebo v případě výskytu alarmu spojuje s nadřazeným dispečerským systémem, který zajišťuje přenos a archivaci dat, jejich vizualizaci a umožňuje zásahy do řízení. [17]



Obr. 3.9 Telemetrická stanice TSY 24.2 od fy Serck Controls (dnes Schneider Elektrick) [17]

3.3.3 Moderní datové radiomodemy a miniPLC

Výhody telemetrických stanic spolu s moderními radiomodemy, lze implementovat do miniPLC. Jednou z velmi úspěšných firem, které se to podařilo je fa REDIS spol. s r.o., která do roku 2015 vyvíjela vlastní miniPLC „RESAT 04“. Tento malý průmyslový automat spolu s vlastním komunikačním protokolem REDIS dokázal přenášet binární procesní veličiny s časovými značkami a při dostatečně nízké latenci radiového spojení umožňoval dálkové ladění PLC kódu.



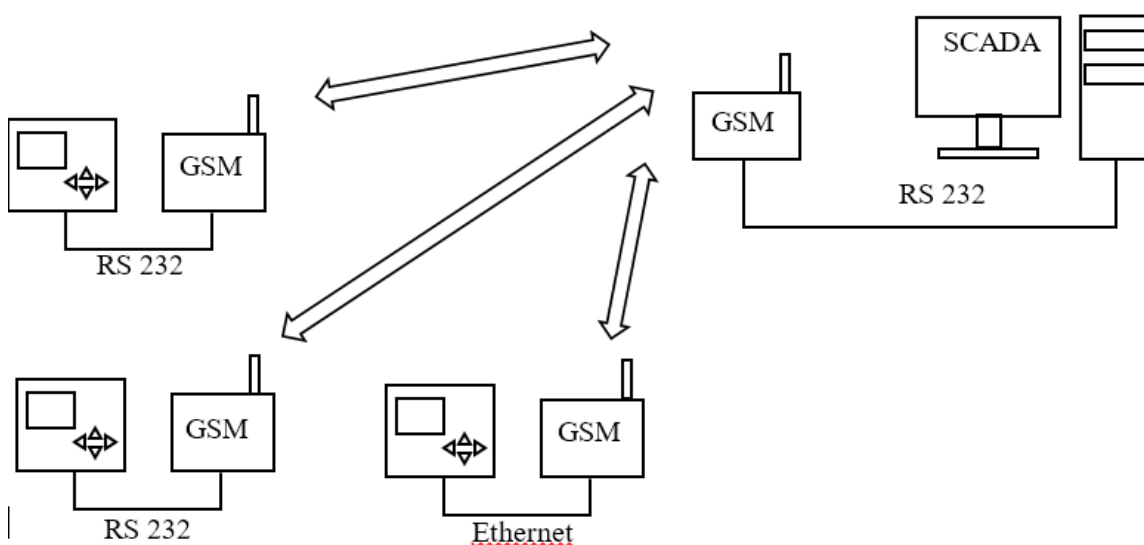
Obr. 3.10 PLC Resat03 a radiomodem CDA70 [10]

Na obrázku 3.8 je vidět starší verze automatu RESAT03 a již popsaného radiomodemu CDA70. Ten zde pracuje v režimu vyššího výkonu a pronajatého kmitočtu od ČTÚ.

3.3.4 GSM datové modemy

S nástupem GPRS technologie, která podporuje protokol IP, se otevřely nové možnosti jak propojit technologie pomocí operátora GSM. Podle zvolené výbavy může být ke GSM modemu připojeno zařízení pomocí RS232, RS485, MBUS, Ethernetu a nebo může být modem vybaven přímo technologickými vstupy a výstupy a plnit tak funkci telemetrické stanice.

V zásadě jsou dnes využívány dvě variantní možnosti, jak vytvořit datovou síť pomocí operátora GSM.

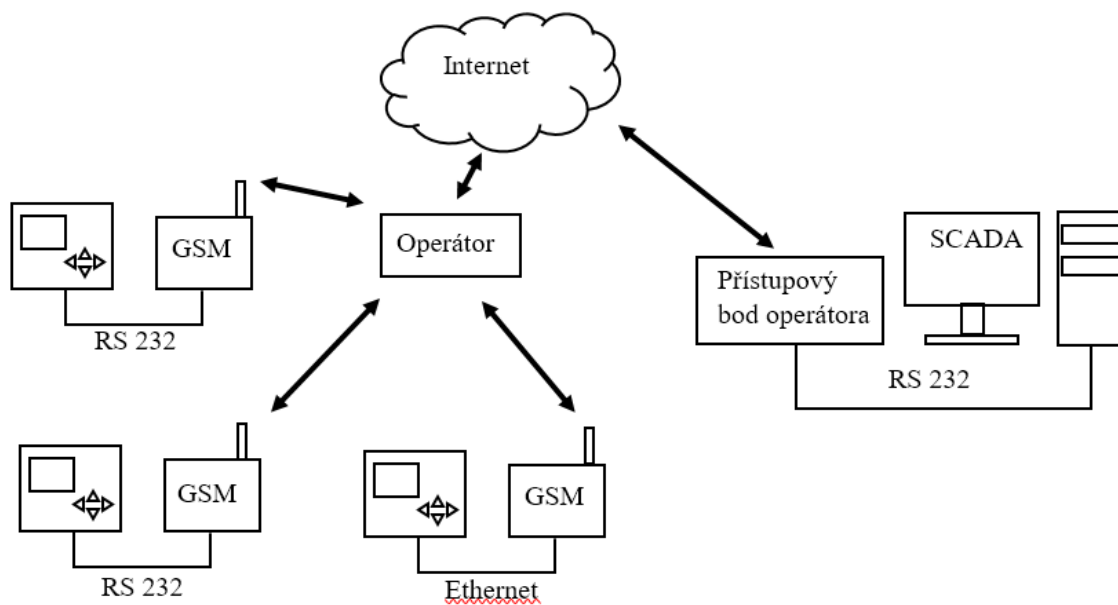


Obr. 3.11 GSM telemetrická síť s jedním MASTER modemem a SLAVE modemy umístěnými na vzdálených objektech [10]

Na obrázku 3.11 je znázorněná telemetrická síť, která funguje podobně jako síť na pronajatých kmitočtech ČTÚ. Hlavní MASTER modem připojený ke SCADA obvolává jednotlivé stanice SLAVE. Tato konfigurace je použitelná při menším rozsahu vzdálených monitorovaných objektů. IP adresy mohou z rozsahu veřejných adres, pokud je operátor poskytne. Anebo SIM mohou pracovat v tzv. režimu M2M. Jednotlivé modemy vytvářejí jsou u operátora kontrolovány přes ověřovací Radius server a následně pomocí IP Sec je vytvořen VPN tunel. IP adresy jsou přiděleny z vnitřního rozsahu 10.xxx.xxx.xxx a jsou buď statické nebo dynamické.

Na dalším obrázku je znázorněna konfigurace, ve které jsou vzdálené objekty připojené stejně jako v předchozí variantě. Rozdíl je v připojení SCADA systému. Pomocí zabezpečeného přístupového bodu je připojen přímo do vnitřní sítě operátora. Toto řešení

přináší mnohem rychlejší komunikaci a umožňuje připojení zdánlivě neomezeného počtu stanic. Nevýhodou jsou většinou vyšší náklady za provoz přístupového bodu.



Obr. 3.12 Připojení vzdálených stanic do GSM sítě a SCADA pomocí přístupového bodu

[10]

4 SCADA

Zkratka „Supervisory Control And Data Acquisition“ znamená dispečerské řízení a sběr dat.

Ve vodárenství je SCADA využívána dvojnásobem:

- jako HMI (Human-Machine Interface) na vzdáleném objektu, kde PLC řídí technologii a SCADA slouží jako jedna z forem rozhraní „člověka a stroje“;
- jako supervizní kontrolní nástroj pro vzdálený dispečerský dohled nad všemi vzdálenými objekty.

4.1 SCADA používané ve vodárenství

Téměř každý výrobce PLC současně nabízí svůj SCADA systém. Díky rozhraní OPC je dnes možné elegantně spojovat PLC a SCADA vizualizace různých výrobců.

4.1.1 Promotic

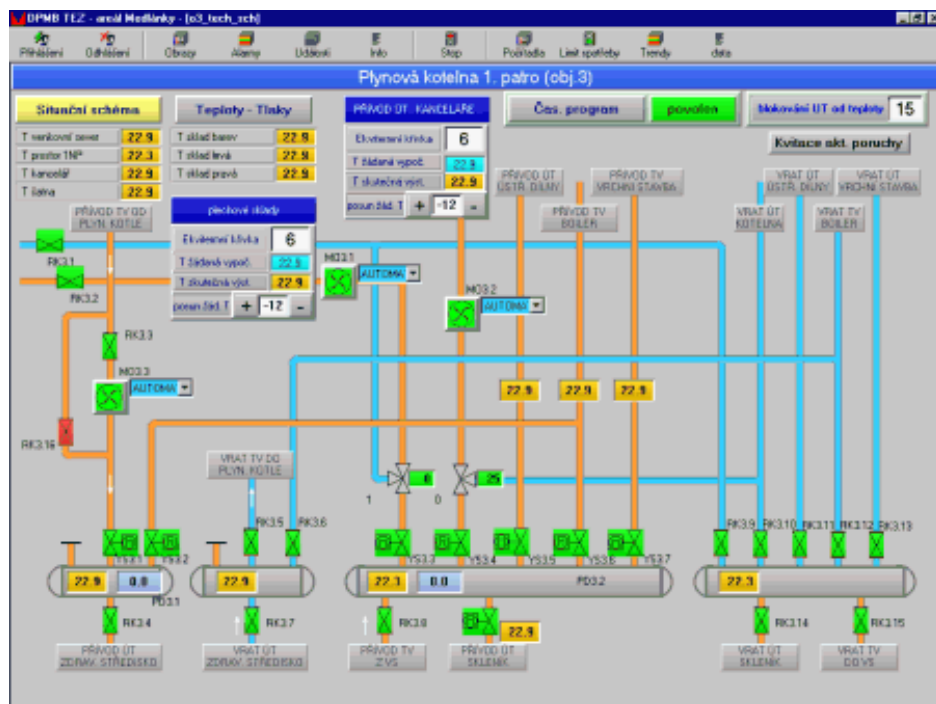
První verze vizualizačního a řídicího systému PROMOTIC vznikla v roce 1991 v podobě PROMOTIC TM pro MS-DOS, která byla úspěšně nasazena ve stovkách aplikací v průmyslu (hutě, chemický průmysl, doly, potravinářský průmysl, energetika, ekologie a další).

Jedná se o výkonný systém schopný realizovat rozsáhlý dispečerský systém s desítkami připojených vzdálených objektů.

V systému PROMOTIC jsou zabudovány všechny nezbytné komponenty pro tvorbu jednoduchých i rozsáhlých vizualizačních a řídicích systémů:

- Editor aplikace s hierarchickým stromem objektů.
- Široká nabídka objektů PROMOTIC.
- Jazyk Microsoft Basic (VBScript) pro zápis algoritmů.
- Editor obrazů.
- Bohatá paleta technologických obrázků vytvořených ve vektorové SVG grafice.
- Grafické objekty - elementární a komplexní velmi obecně konfigurovatelné prvky.
- Automatická konverze obrazů do HTML a XML formátu.
- Systém trendů (tzn. uchovávání hodnot s časovou značkou).

- Systém alarmů a uživatelských událostí (eventů).
- Podpora Web technologií Internet/Intranet.
- SQL a ODBC rozhraní pro databáze.
- Zabudovaná rozhraní: XML, OPC, ActiveX, DDE.
- Komunikační ovladače pro přístup k PLC.
- Správa uživatelů, oprávnění a přihlašovací systém.
- Zabezpečení provozovaných aplikací.
- Jazykové verze PROMOTIC.
- INFO - informační a diagnostický systém.
- Elektronická dokumentace. [18]

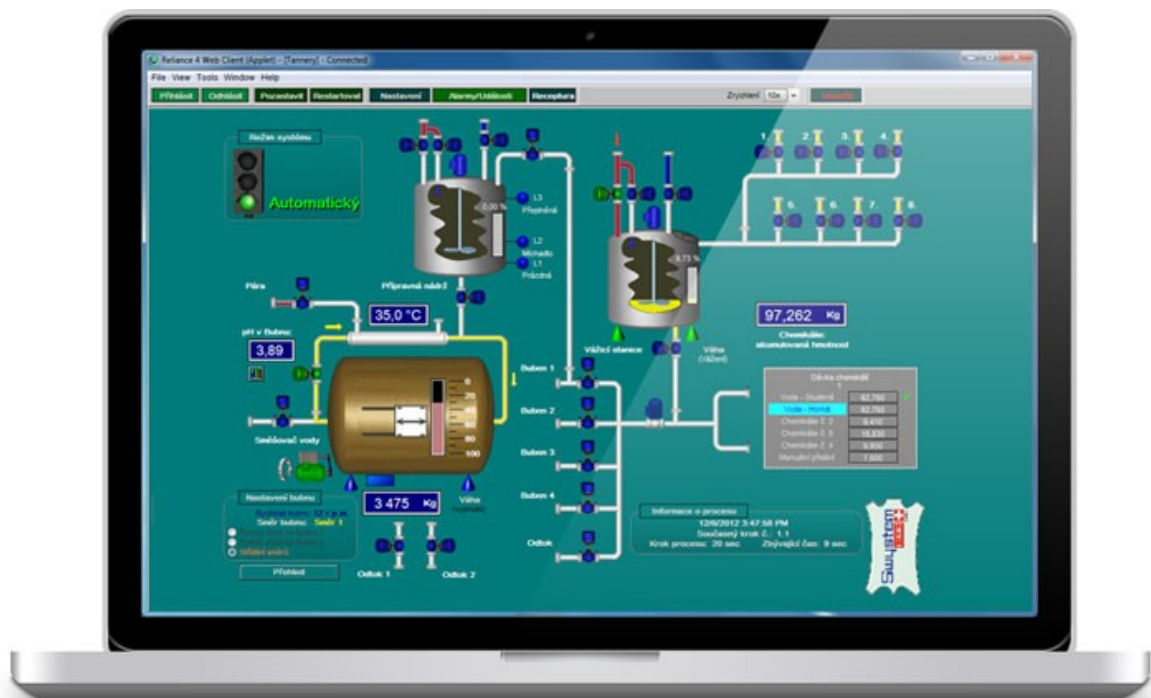


Obr. 4.1 Promotic – příklad vizualizace [18]

4.1.2 Reliance

Jedná se o kvalitní SCADA/HMI systém, u kterého je ceněna přehlednost, intuitivnost a příjemná práce. Výhody Reliance pro systémové integrátory:

- moderní vývojové prostředí RAD se snadným a přehledným ovládáním
- zkrácení doby potřebné pro vytvoření, odladění a nasazení aplikace = nižší náklady
- pro základní funkce není nutné psát žádný programový kód
- jediná verze aplikace se konfiguruje pro všechna pracoviště
- centrální správa rozsáhlých aplikací
- hotová aplikace se jednoduše vyexportuje do webového formátu
- snadné zobrazení vizualizace na tabletu a chytrém telefonu bez nutnosti programování
- snadná rozšiřitelnost již existujících aplikací
- všechny objekty lze pro přehlednost opatřit komentářem
- snadná orientace v aplikacích i pro nezaškoleného pracovníka
- spolehlivost systému = snížení nákladů na technickou podporu [19]



Obr. 4.2 Reliance – příklad vizualizace [19]

4.1.3 ControlWeb

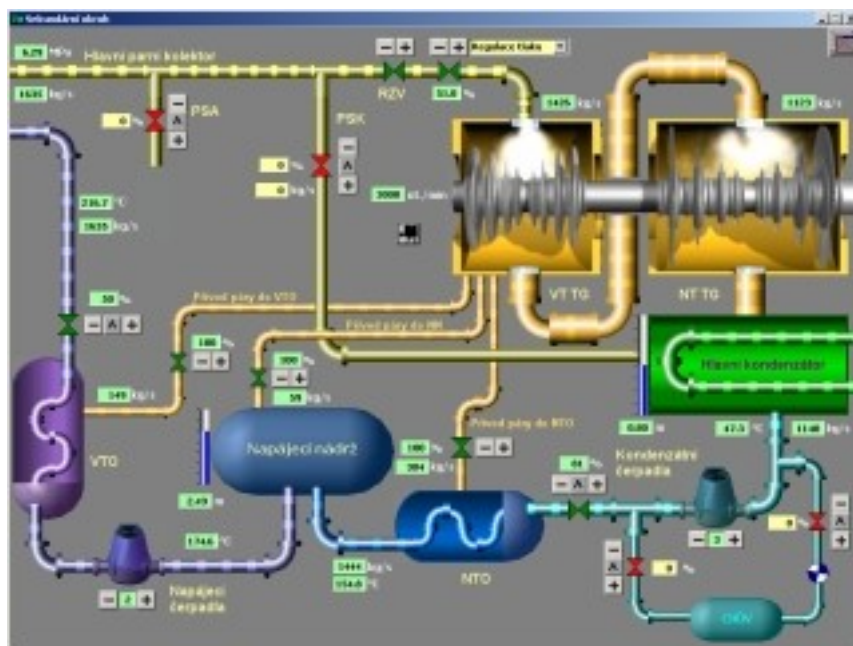
Control Web je programovým systémem, který dokáže vystupovat v mnoha rolích. Může pracovat v řídicích jednotkách strojů, může spojovat výrobní technologii s informačním systémem podniku, může být datovým serverem s mnoha webovými klienty, může modelovat a simulovat procesy, dokáže vytvářet náročné vizualizace a mnoho dalšího. [16]

K tvorbě jednoduché aplikace není zapotřebí znalost programování, komponenty (virtuální přístroje) jsou do aplikace přetahovány z palety nástrojů a parametry modifikovány v dialogových oknech. Zabudovaný programovací jazyk s real-time rozšířeními pak navíc dovoluje realizovat zcela libovolné řídicí sekvence a algoritmy.

Control Web je výkonově i cenově atraktivním řešením pro:

- aplikace měření a regulace
- řízení technologických procesů v reálném čase
- vizualizaci technologií
- archivaci a zpracování dat
- snímání a analýzu signálů
- simulace, výzkum, vývoj a výuku

Control Web poskytuje plnou konektivitu v TCP/IP sítích a umožňuje začlenění aplikací do intranetu/internetu. Podporuje širokou řadu otevřených standardů (TCP/IP, HTTP, HTML, ODBC/SQL, COM/ActiveX, OPC, GSM/GPRS, DDE, NetDDE,...) a otevřených protokolů (Modbus, Modbus/TCP, OPC Data Access, GSM modemy, SMS zprávy, HTTP přístup k WWW serverům,...). [20]



Obr. 4.3 Control Web – příklad vizualizace [16]

4.1.4 SCADA Retos.net

Z historických důvodů je ve vodárenství odpadních vod dnes nejrozšířenějším SCADA systémem RetosNET od české fy Qline a.s.

SCADA Retos.net je vyvíjena již od roku 1996, nejprve ve firmě FCC Foltprecht. Od roku 2001 je v rukou akciové společnosti Qline a.s. a po celou dobu své historie ji opakovaně provází úlohy z oblasti telemetrie. Úzce spolupracuje s firmou Conel (dnes Smart-Con), která se po stejnou dobu zabývá vývojem datových radiomodemů. Právě podpora komunikačních protokolů s časovými značkami a potřeba začlenit do SCADA různá zařízení s různými protokoly a po různých přenosových cestách, přivedly Retos.net mezi lídry SCADA systémů. Připojení nového zařízení do systému je dnes otázkou minut. Dle vyjádření výrobce je systém využíván v 50% vodárenských společnostech v ČR.

Operační systém pro Retos.net

Nosná platforma pro server je počítač standardní konfigurace s operačním systémem Windows 7/10/2008/2012. Všechny základní programové moduly Retos.net® běží jako služby na pozadí operačního systému.

Systém přístupových práv

Na základě požadavku strukturované správy systému přístupových práv je použit model spolupráce přiřazování přístupových práv v aplikacích Retos a systémového prostředí sítě serverů s operačním systémem Windows – práce s uživateli a skupinami nadefinovanými v doménách.

Databázové prostředí

Veškeré hodnoty se archivují v databázích. V současné době pracuje Retos.net®, se známými, standardními databázemi jako je ORACLE či Microsoft SQL. Uživatel je při tvorbě jednotlivých tabulek omezen pouze výběrem databáze a hardwarem počítače. Pro definici není třeba znát žádné SQL příkazy, uživatel využívá pro nastavení a tvorbu tabulek jednoduchých dialogů v nástroji Průzkumník.

SCADA server – systémová stanice

Obsahuje bezobslužné SCADA jádro s databázemi. V centru monitoringu jsou všechna provozní data získaná jednotlivými telemetrickými sítěmi z RTU ukládána do společného datového úložiště. Zpravidla je zde vytvořen intranetový portál dispečinku, na kterém jsou provozní informace dostupné pro další oprávněné pracovníky. Přístup k informacím je řízen na základě identity uživatele, vytvořené přihlášením do sítě. Základními moduly jsou kromě jádra a aplikačních interface:

- Soubor ovladačů RTU - PLC,
- OPC DA server
- Retos Web Portal

Dispečerská stanice

Pracovní stanice (tlustý klient) Retos.net® je soubor aplikací provozovaných pod operačním systémem Windows, reprezentujících uživatelské funkce SCADA. Zpravidla to jsou:

- Vizualizace - procesní schémata s ovládáním
- Alarmový deník
- Deníky událostí
- Průzkumník - správa technické infrastruktury

- Editor vizualizace
- Prohlížeč trendů

Manažerská stanice

Manažerská stanice (tenký klient) Retos.net® je soubor funkcionalit dispečerského portálu Retos, reprezentujících v zásadě stejné uživatelské funkce SCADA jako u dispečerské stanice, ale bez funkcí ovládání a konfigurace systému. Tyto jsou dostupné z prohlížeče webových stránek na základě přístupových práv uživatele v rámci provozované IT sítě. Manažerská stanice nevyžaduje instalaci zvláštního SW klienta.

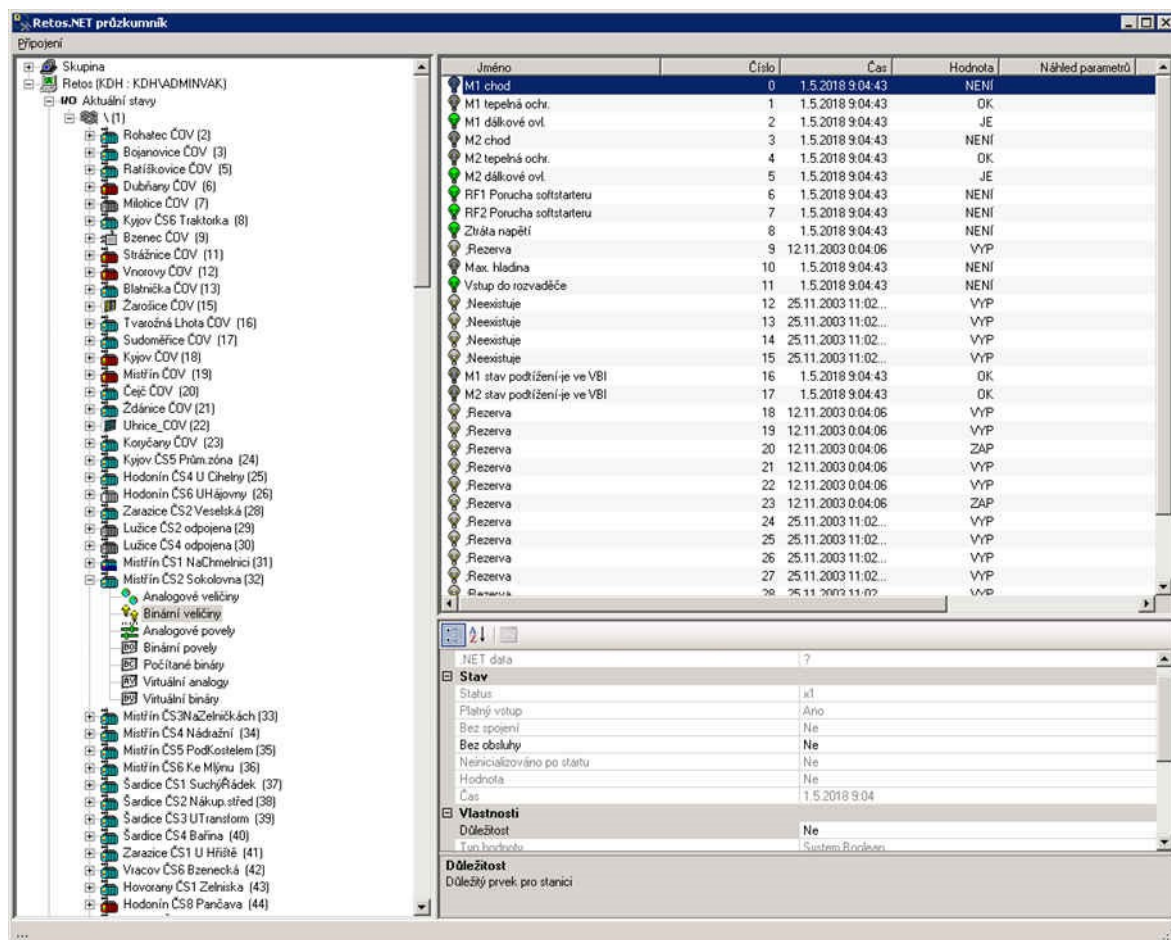
Přenosová média

Retos podporuje přenos dat po pevné lince (RS232, RS422, RS485), Ethernetu, WiFi, linkách operátorů telefonních sítí (AT modem, GSM, GPRS, EDGE, UMTS), dedikovaných radiových sítí, a pod.

Hlavní komunikační protokoly

Připojení zařízení a podřízených systémů je ze strany Retos. podporováno jednak dnes často používané komunikační technologie – MODBUS-TCP, MODBUS-RTU, ARNEP, EPSNET, M-BUS, Siemens RK 512, Siemens PPI, DMB, S-BUS, stejně jako historické telemetrie jako RADOM 1, RADOM PC, TSZ.

Pro začlenění center s Retos do rozsáhlejších systémů slouží podpora ze strany Retosu jak standardního rozhraní OPC klient tak i OPC server.



Obr. 4.4 Grafické rozhraní připojených stanic (různými protokoly a přenos. cestami) v průzkumníku SCADA Retos.net [10]

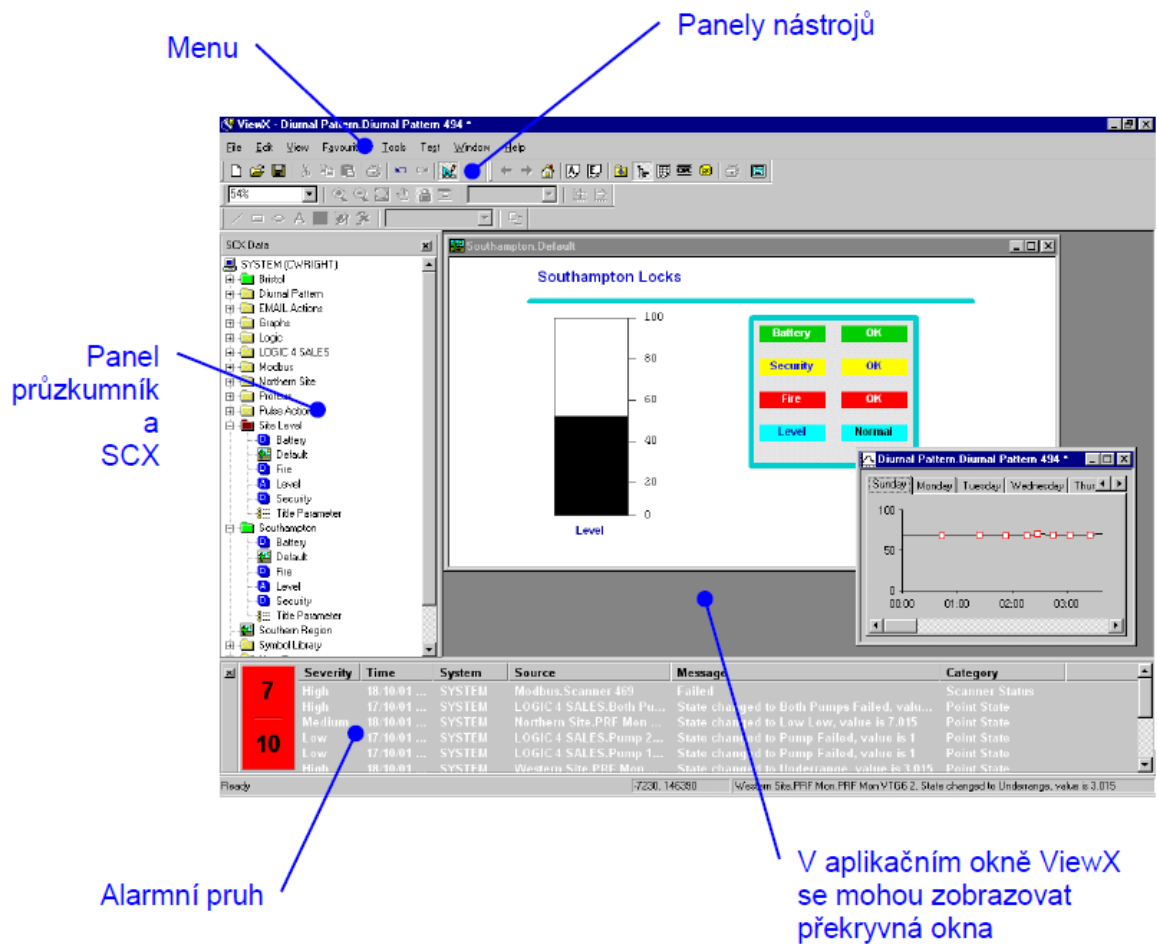
4.2 SCADA SCX6

SCADA SCX, dnes vlastněná firmou Schneider Electric, je nejvíce zastoupeným SCADA systémem v oblasti výroby a distribuce pitných vod v ČR. Dispečerské systémy pro dohled nad sítěmi pitných vod byly v polovině 90-tých let 20. století budovány právě na tomto SCADA systému. Již od začátku nabízel naprosto unikátní vlastnosti a díky nim byl i přes svou velmi vysokou cenu nasazován do významných vodárenských společností.

Mezi významné vlastnosti patří:

- **skutečná redundance.** V porovnání s jinými SCADA systémy, které nabízejí jen "horkou zálohu", přináší SCX databázovou redundanci na úrovni serveru, automatické obnovování dat, vysokou výkonnost a spolehlivost. Trojí redundance serveru a podpora dvojí LAN umožňuje spustit pomocí jednoduchého nastavení i kritické (Safety Integrity Levels) aplikace.
- **Integrovaný SCX WEB SERVER** je standardní součástí systému SCX. Webovní klienti mají přístup ke všem funkcím SCADA systému - mimikám, grafům, trendům, alarmům, událostem a prohlížeči dat, ale bez možnosti konfigurovat. Zobrazení přes web lze snadno pomocí webových šablon a stylů přizpůsobit firemním zvyklostem. Plná bezpečnost je zajištěna použitím SSL (Secure Sockets) a použitím uživatelských přihlašovacích oprávnění. SCX je optimalizováno pro LAN a WAN systémy, stejně tak pro vytáčené linky, které dovolují jak plné klienty, tak použití webového prohlížeče.
- SCX má jako standardní vlastnost integrované IEC61131-3 **programovací prostředí** podporující práci s funkčními bloky, žebříčková schémata, sekvenční funkční grafy a strukturované textové programování. Ladění programů za chodu v IEC61131-3 usnadňuje rychlý vývoj a údržbu softwarových aplikací.
- **Zobrazovací systém** SCX je propracován k dokonalosti:
 - roletové menu, funkce "oblíbené", lišty nástrojů, kontextově proměnné menu umožňující snadnou obsluhu jen pomocí myši
 - alarmní řádek umožňuje úplnou správu alarmů včetně přeposílání alarmů na emailovou adresu, odeslání SMS nebo hlasové zprávy na mobilní telefon
 - možnost zvětšit či zmenšit podrobnosti na mimikách a práce s více vrstvami umožňuje optimální grafické zobrazení technologie

- o sestavení jednoduchých i složitých víceštrých grafů s možností zvětšení či zmenšení, funkci pravítka a možnost přidat komentář seznam událostí poskytuje kompletní přehled o všech událostech s možností třídění i vyhledávání [21]



Obr. 4.5 Příklad modulu ViewX pro tvorbu vizualizace [21]

5 VIZUALIZACE

5.1 Obecný popis

Lidská schopnost porozumět datům, která jsou prezentována formou obrazového sdělení, je pozoruhodná. Colin Ware, přední odborník v oblasti zkoumání vizualizací v kontextu lidského vnímání, konstatuje, že skrze zrak získáváme více informací než skrze všechny ostatní smysly dohromady. Naše mozky jsou ustrojeny tak, aby nám co nejrychleji a nejefektivněji pomáhaly nalézat smysl ve vizuálních podnětech. [22] (str. 22-23)

V oblasti SCADA/HMI je vizualizace jedním z nejdůležitějších prvků pro správnou interpretaci on-line stavu technologie, pro pochopení událostí a probíhajících dějů, pro možnost dlouhodobého sledování trendů. Vizualizace technologických procesů už začíná tím, jak projektant navrhne uspořádání ovládacích a signalizačních prvků na rozváděcích nebo deblokačních skříňkách. Pokračuje sdělováním informací na jednořádkových alfanumerických displejích, vizualizačních tablech, kde je nakreslené schéma technologie doplněné malými tlačítky s možností dálkového ovládní. Před příchodem PC a vizualizačního sw byla vizualizace řešena robustním modulárním systémem, který bylo možné průběžně měnit a doplňovat. Obsahoval předpřipravené signalizační a grafické „kostky“, ze kterých bylo možné poskládat prvky pro zobrazení technologie elektrárny nebo důlního provozu. Dnes jsou uvedena robustní tabla i tabla modernější, obsahující řádkové operátorské panely nahrazovány dotykovými obrazovkami malých průmyslových počítačů. Velín nebo dispečerské pracoviště pak sestává ze SCADA/HMI systému s vizualizací realizovanou nejčastěji dvěma obrazovkami. Na jedné obrazovce je zobrazena technologie, na druhé událostní deník.

Ke tvorbě vizualizace můžeme přistupovat z mnoha hledisek a jde to vidět i na jednotlivých dodavatelských SCADA vizualizacích. Kritéria pro tvorbu vizualizace:

1. způsob zobrazení skutečnosti – podle stupně abstrakce rozlišujeme:
 - a. zobrazení realistické, (fotografie, objekt nakreslený dle skutečnosti),
 - b. zobrazení schematické (technický náčrt, model),
 - c. zobrazení symbolické (vzorce, algoritmy, operace).
2. způsob prezentace:

- a. vizualizace statická (schematická kresba, prvky mění jen barvu při změně stavu)
 - b. vizualizace dynamická (nakreslený pohon se točí, ...)
3. formou zobrazení
- a. dvojrozměrná vizualizace,
 - b. trojrozměrná vizualizace,
4. druh smyslových analyzátorů (receptorů):
- a. pouze vizuální,
 - b. audiovizuální

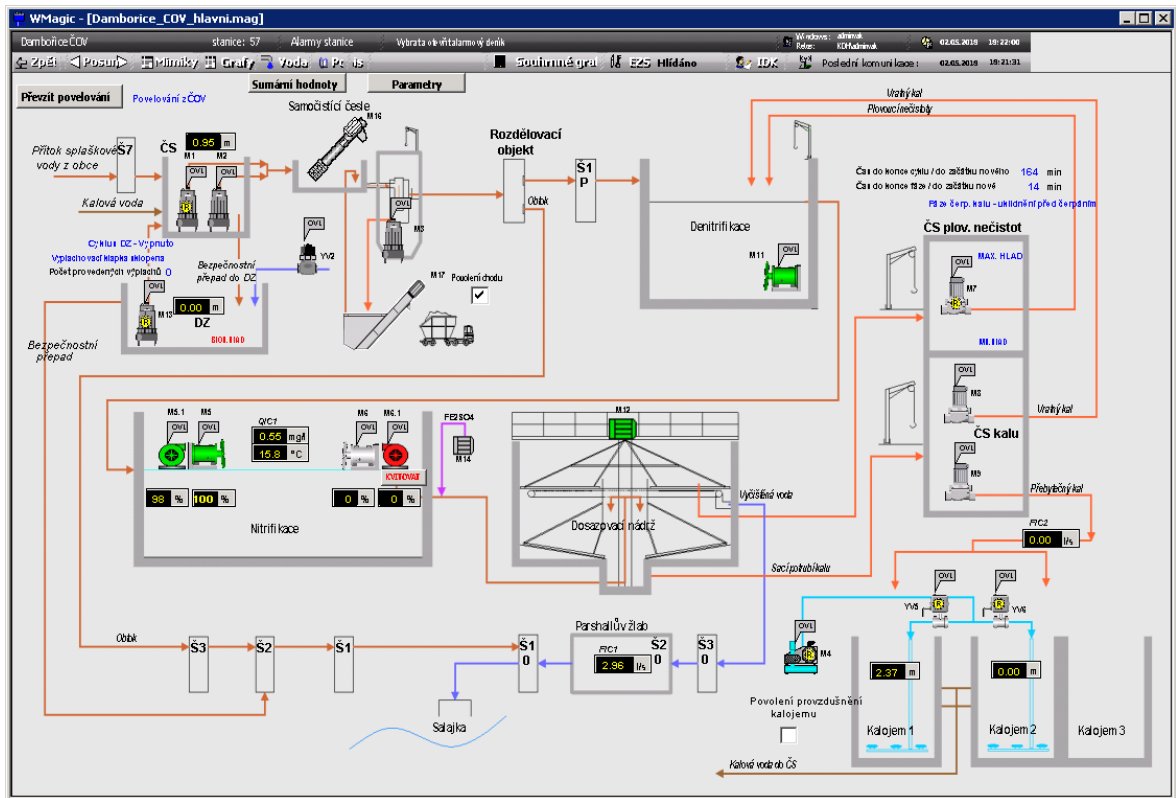
Pro úplnost [23] by z psychologického hlediska bylo potřeba uvést dělení dle obsahu a formy zobrazené skutečnosti, ale pro potřeby vizualizace ve SCADA systémech to není důležité.

5.2 Barvy ve vizualizaci

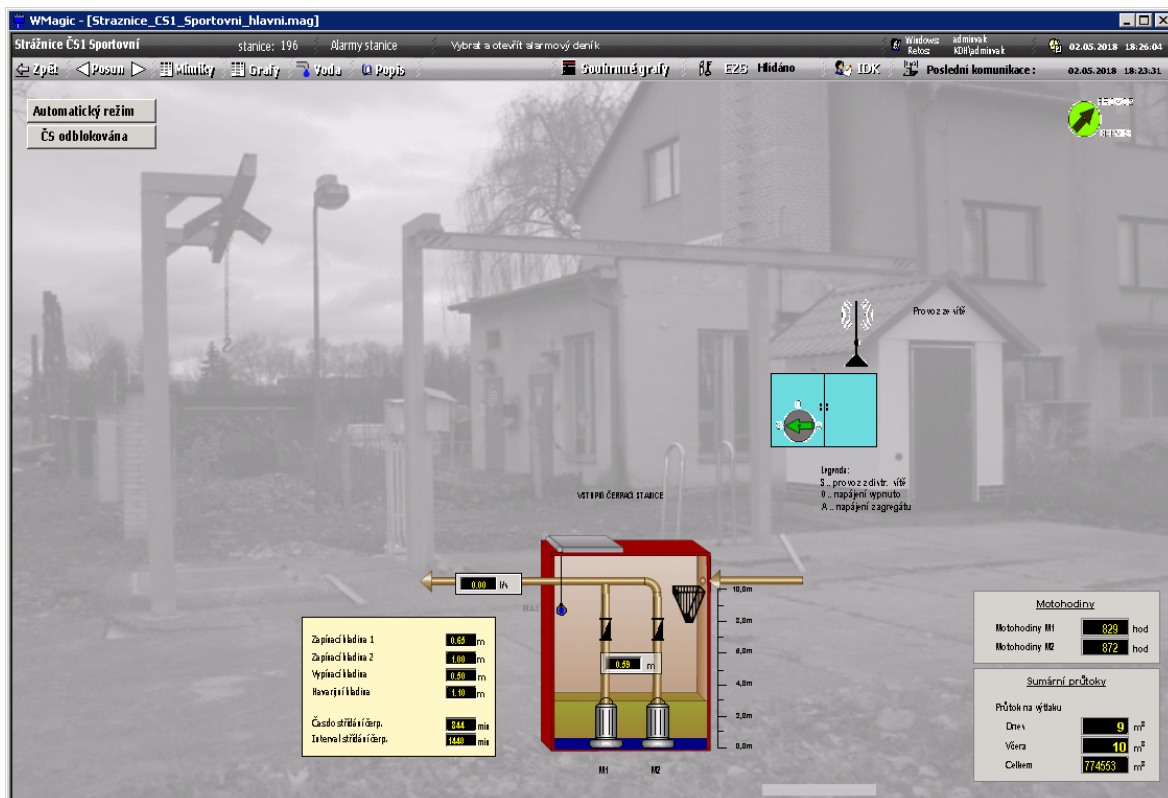
Barva používaná ve vizualizaci odráží její používání v elektrotechnické praxi. Ta je definována normou ČSN EN 60204-1 ed.2 takto:

Tabulka 1 Barvy v elektrotechnice dle ČSN EN 60204-1 ed2

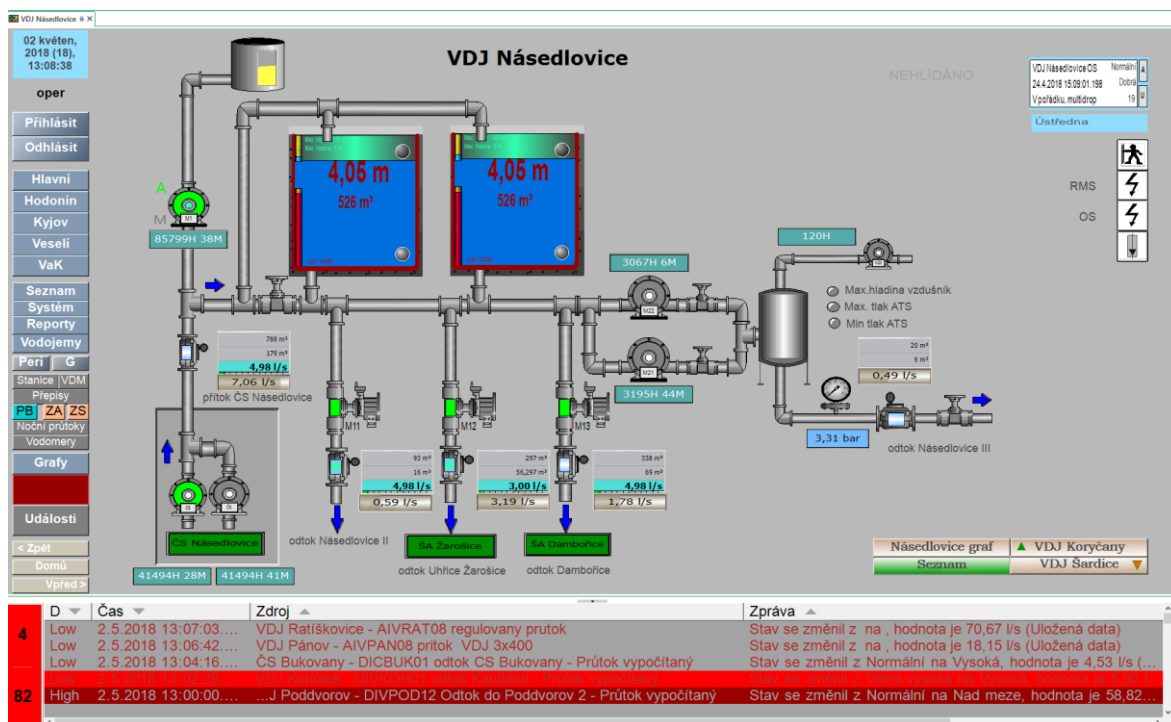
Barva	Význam	Výklad	Příklady použití
	nebezpečný stav	použít při nebezpečí nebou nouzi	Nouzové zastavení. Uvedení nouzových funkcí do chodu.
	abnormální stav (vyjímecný)	použít za abnormálního stavu	Zásah k potlačení abnormálního stavu. Znovu spuštění přerušeného automatického cyklu.
	bezpečný stav	použít k přípravě normálního stavu	
	příkaz	použít za stavu vyžadující příkaz	Funkce vrácení do dřívějšího stavu (reset)
	bez určitého významu	všeobecně pro spuštění funkcí kromě nouzového významu	START/ZAP (přednostně) STOP/VYP
			START/ZAP, STOP/VYP
			START/ZAP (přednostně) STOP/VYP



Obr. 5.1 Příklad 2D Retos.net schématická vizualizace s realistickými prvky pohonů. [10]



Obr. 5.2 Příklad 2D Retos.net vizualizace s realistickým pozadím (fotografie) a realistickým zobrazením pohonů a jímky. [10]



Obr. 5.3 Příklad 2D SCX6 vizualizace s realistickými prvky [10]

6 EZS VODÁRENSKÝCH OBJEKTŮ

Elektronické zabezpečení objektů ve vodárenství je téma, které nabývá stále větší důležitosti. Při návrhu zabezpečení musí být nejdříve zhodnocena míra důležitosti a poté zajištěno zabezpečení jak z pohledu stavebního, tak z pohledu elektronického. Nejvyšším rizikem zůstávají vzdálené objekty pitné vody bez stabilní přítomnosti obsluhy. Spadají sem především vodojemy, čerpací stanice pitné vody nebo ATS stanice. Nejmenším rizikem s ohledem na dopad zdraví obyvatel zůstávají objekty odpadní vody, např. čerpací stanice odpadních vod. Zde hrozí především vandalismus a krádeže. Ty mohou mít následný dopad v podobě nefukčního provozu a vzduší splaškových vod do přípojek kanalizací a nebo jejich přepad do recipientu (potok, řeka).

Pro citlivost tohoto tématu lze pouze obecně říci, že jsou uplatňovány všechny dostupné technologie, vždy s ohledem na riziko u daného objektu. U některých objektů evidujeme pouze pohyb člověka v místě, u dalších je potřeba autentifikace v EZS systému, u dalších je instalován kamerový systém a u speciálních objektů může být využito služeb některé ze security společností. U objektů, které jsou armovány, je přenos aktuálního stavu zabezpečení pomocí telemetrie na dispečerské pracoviště, samozřejmostí. Také je samozřejmostí možnost objekt dálkově odkódovat a zakódovat.

Inovace EZS pro vodárenské objekty se dotkne pouze jedné oblasti v této problematice a bude mít vliv spíše na technicko-organiční stránku obsluhy objektů.

7 ROZVADĚČE A ELEKTROINSTALACE

Výroba rozváděčů a elektroinstalace podléhá ČSN EN. Před uvedením vodárenské technologie do provozu, pokud je její součástí elektrovýzbroj, musí projít rozváděče a elektroinstalace výchozí revizí. Jejich konečné provedení je však vždy velmi rozdílné a je závislé na zvyklostech dodavatelské firmy a provozovatele technologie.

Obvyklé provedení elektročásti ČSOV je složeno:

- plastový rozváděč umístěný na vlastním plastovém pilíři, nebo ve zděném pilíři;
- elektroměrový sloupkový rozváděč;
- samotná elektrická zařízení (čerpadla, čidla, osvětlení);
- elektroinstalace (vedení kabelů, ochranné pospojování a zemnění).



Obr. 7.1 Příklad plastového pilíře pro technologii, elektroměrového pilíře (vlevo) a stožáru s anténou pro telemetrii ČSOV. [10]



*Obr. 7.2 Pohled do otevřeného rozváděče
ČSOV (jedno čerpadlo) [10]*

Výše uvedené obrázky Obr. 7.1 a Obr. 7.2 jsou typickým levným řešením. Ovládací prvky spolu s elektrovýzbrojí jsou umístěny pospolu, včetně servisní zásuvky 400 V.

Jiná varianta umísťuje plastový rozváděč do zděného pilíře. Zde je větší svoboda ohledně výběru plastové rozvodnice. Její rozměry mohou být zvoleny téměř libovolně.



*Obr. 7.3 Příklad zděného pilíře
(neobsahuje telemetrii) [10]*



*Obr. 7.4 Ovládací prvky a vnitřní výzbroj rozváděče
(bez telemetrie) [10]*

Existuje mnoho variant výše uvedeného provedení rozváděčů. Ovládací prvky jsou umístěné na vnitřních dveřích plastové rozvodnice a běžná obsluha nemá důvod a v některých případech ani nesmí přistupovat k vnitřní výzbroji. Celá rozvodnice je chráněna proti vandalismu a neoprávněné manipulace se zařízením dalšími plechovými dveřmi.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 REKONSTRUKCE ČSOV S UPLATNĚNÍM INOVACÍ PRO VYŠŠÍ SPOLEHLIVOST A BEZPEČNOST PROVOZU

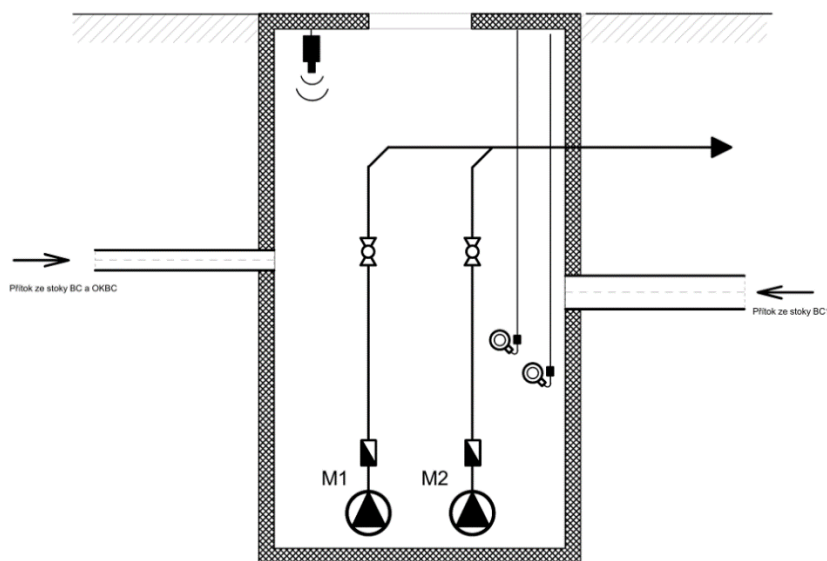
Vodárenství mimo jiné zahrnuje dohled nad obnovou velkého množství technologických objektů. Mohou jich být desítky i stovky. Pro uplatnění inovací byl vybrán objekt čerpací stanic odpadních vod, jehož doba provozu již překročila 20 let a bylo nutné provést investici do obnovy zařízení. Objekt je provozován společností Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s. a jedná se o čerpací stanici Vracov ČS4 Mlýnská.

8.1 Výchozí stav ČSOV

V následujících kapitolách bude popsána funkce čerpací stanice a její stav před zahájenou rekonstrukcí.

8.1.1 MaR a automatický provoz

Čerpací stanice je vybavena dvěma čerpadly v režimu 2 + 0 (v provozu je vždy jedno čerpadlo, druhé je záložní a zároveň je připínáno v kaskádě při zvýšené hladině). Pro měření hladiny je použit ultrazvukový snímač s vyhodnocovací jednotkou umístěnou v rozváděči. Spínání čerpadel je řízeno právě touto jednotkou. Jedná se o typ xxxx od fy ELA Brno. Její reléové výstupy spínají čerpadla podle nastavené hladiny. V jímce jsou dále instalovány dva plováky. Oba jsou zavěšeny nad zapínací hladinou. Jeden slouží k sepnutí obou čerpadel a zároveň k signalizaci maximální hladiny. Druhý obě čerpadla vypíná.



Obr. 8.1 Technologické schéma ČSOV Vracov Mlýnská [10]



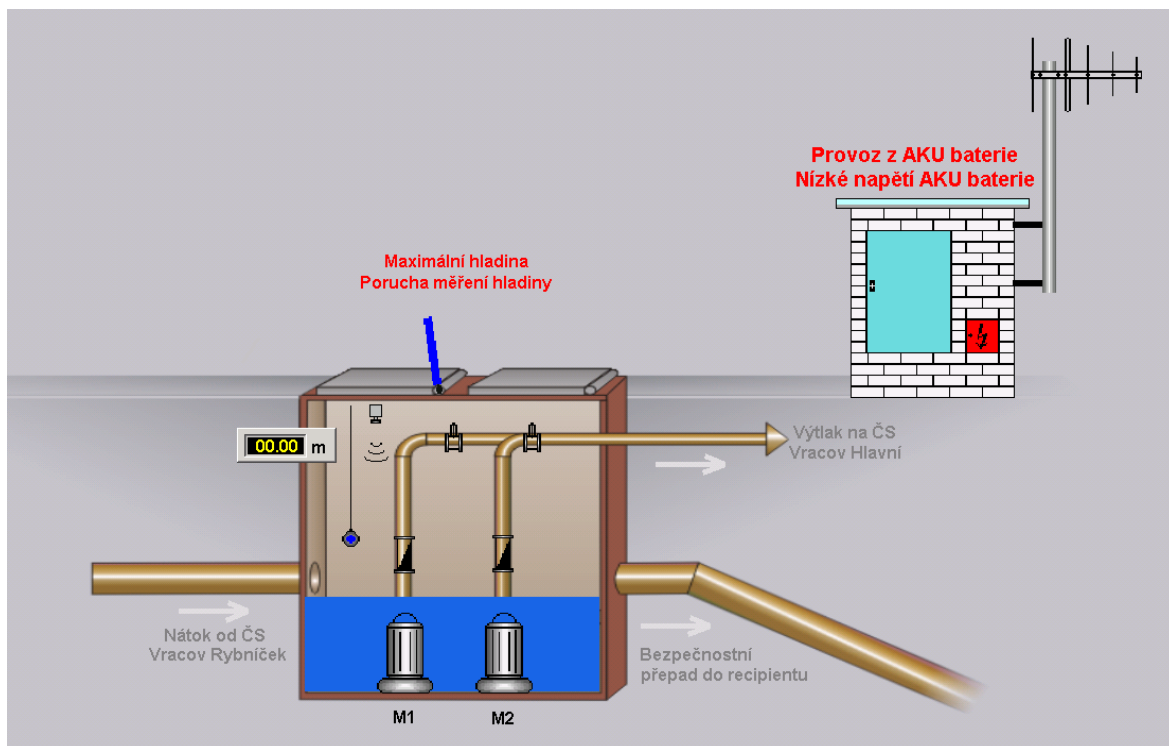
Obr. 8.2 Pohled na reléové vybavení ČSOV vč. rovodnice s výzbrojí pro telemetrii SHW data [10]

8.1.2 Telemetrie

Telemetrie je realizována radiomodemem od fy RADOM TX10 a deskou digitálních a analogových vstupů od fy SHW Jindřich Socha, viz Obr. 8.2. Jednosměrný přenos dat probíhá cca 3x za 5 min. Deska log. vstupů neobsahuje žádnou paměť na vzniklé události. Pokud v době komunikace přijímač komunikuje s jinou stanicí, telegram není přijat a události jsou ztraceny. Pokud dojde k poruše čerpadla, není to však tak závažný problém. Porucha tohoto typu většinou trvá až do zásahu obsluhy. Je tedy pravděpodobné, že některý z odeslaných telegramů je vždy na dispečinku přijat a zobrazen. Pokud bychom potřebovali vyhodnotit provoz čerpací stanice, spínání jednotlivých čerpadel, je tak možné učinit pouze z velkou chybou. Chod čerpadla nemusel být během času mezi komunikacemi vůbec zachycen. Nebo naopak nemusel být telegram přijat.

8.1.3 Vizualizace

Stanice je telemetricky připojena do SCADA systému Retos.net. Vizualizace používá 2D formu s realistickými prvky, které však realitě neodpovídají. Spíše je užit univerzální model jímky a pilíře s rozváděčem pro úsporu času při tvorbě. Z vizualizace také není zřejmé, jaké procesní veličiny hlídáme a také zda je možné dálkově technologii ovládat.



Obr. 8.3 Vizualizace ČSOV [10]

8.1.4 EZS

Elektronické zabezpečení objektu je řešeno magnetickými kontakty umístěnými na poklopech jímky a dveřích rozváděče. Kontakty jsou zapojeny v sérii a přerušení smyčky je zataženo na svorkovnici binárních vstupů logické desky telemetrie. Na centrálním dispečinku je tedy detekován pohyb po objektu, bez rozlišení oprávněného nebo neoprávněného pracovníka a bez rozlišení místa vstupu.

8.1.5 Rozvaděč

Pilíř rozváděče je svařen z technických plastových desek, vyztužený kovovým rámem. Do něho je vsazena hlavní pojistková skříň, technologický rozváděč s elektroměrem a rozvodnicí obsahující telemetrické zařízení. Zařízení je staré cca 15 let, jsou viditelné

známky UV poškození plastů, snížená tuhost celého rozváděče a oprýskaná komaxitovaná povrchová úprava krycích dveří pilíře.



Obr. 8.4 Pohled na plastový pilíř rozváděče [10]

8.2 Rekonstrukce a inovace ČSOV

Rekonstrukce zahrnuje kompletní výměnu rozváděče, vč. zděného pilíře. V jímce odpadní vody rekonstrukce zasáhne pouze do prvků MaR a EZS.

8.2.1 MaR – inovace

Z hlediska technologického vybavení čerpací stanice zůstává stejná. Dvě kalová čerpadla odpadních vod v režimu 2+0.

Změna je navržena a realizována v oblasti MaR. Stávající UZ snímač vykazoval časté poruchy. Stanice díky tomu často jela na záložní plováky. Problém UZ snímače se spočívá v tom, že ke spolehlivému provozu musí:

- mít dostatečnou vzdálenost nad hladinou, aby nedocházelo k jeho zátopu a zároveň musí být zajištěna dostatečně velká plocha hladiny pro odraz;

- nesmí se nad hladinou tvořit vrstvy s tepelným rozhraním a pěna. Odrazy jsou zkresleny a dochází k detekci stále vysoké hladiny.
- mít krytí nejlépe IP68. Prostředí uvnitř jímky je plné agresivních výparů a neustálé vlhkosti. U zařízení bez IP68 velmi rychle dochází ke korozi a následným poruchám.

V případě rekonstruované ČSOV jde o téměř 6m hlubokou jímku s pochůzným roštem. Stanice má dosti velký nátok a v případě přívalových srážek a poruše jednoho čerpadla dochází k vysokému nárůstu hladiny. Umístění UZ snímače bylo kompromisním řešením a docházelo k jeho zátopům.

Jako náhrada UZ byl navržen ponorný tenzometrický snímač hladiny. Rozsah byl ponechán z nastavení výrobce 0-10m. Při testování u podobných aplikací se ukázalo, že přesto že je snímač ponořen do velmi těžkého prostředí, vykazuje mnohem větší spolehlivost než UZ snímače. Z hlediska údržby stačí snímač umýt vodou a očistit 1x za ¼ roku nebo při čištění jímky tlakosacím vozem.

Stávající výbava MaR obsahovala ještě 2 plováky sloužící pro záložní spínání a vypínání čerpadel. Toto řešení je shledána jako vyhovující. Pro zjednodušení bylo však nahrazeno plovákem jedním. Jeho hystereze zapnutí a vypnutí je dostatečná pro nový rozsah hladiny při havarijním čerpání. Zapojení se tímto zjednodušuje. Detailní popis funkce bude popsán v kapitole algoritmy řízení.

8.2.2 ASŘ - inovace

Stávající řízení ČSOV pomocí hladinového komparátoru v řídicí jednotce UZ snímače bude nahrazeno PLC. Při volbě typu PLC bylo zvažováno několik skutečností:

1. Objektů tohoto typu jsou desítky a neustále přibývají nebo jsou rekonstruovány.
2. Pokud tato stanice má sloužit jako vzor inovací, musí být zajištěna opakovatelnost řešení a dlouhodobá podpora zařízení.
3. Práce ve vývojovém prostředí musí být pohodlná a rychlá, výhodou bude velká rozšířenost a dlouhodobé reference. Tyto skutečnosti ve výsledku zlevní dodávky a pozáruční servis.

Po konzultacích s projektantem a vývojovými pracovníky fy Redis spol. s r.o. bylo rozhodnuto o PLC od fy Siemens. Řešení bylo možné postavit také na PLC Resat04 fy Redis, ovšem tato volba by jednoznačně omezila dodávky, soutěže a servis na jednu firmu.

S volbou PLC však bylo třeba vyřešit především komunikaci s centrálním SCADA systémem. Vybrán byl protokol REDIS s časovými značkami a ten bylo potřeba implementovat do S7-1200. Tento protokol je ve vlastnictví fy Redis, takže volba není zcela ideální. Ovšem na druhou stranu jej plně podporuje SCADA Retos.net. Do budoucna bude probíhat inovace směrem k otevřeným standardům jako např. protokol DNP3. Siemens tento protokol podporuje jako připojitelnou hw kartu. Nepodporuje jej zatím SCADA Retos.net. Ještě by mohl být použit protokol RDS92 od fy Conel (dnes CS-TECH), která jej zdarma poskytuje a který také podporuje časové značky. Tento protokol je podporován SCADA Retos.net, ovšem musela by proběhnout implementace do PLC Siemens.



Obr. 8.5 PLC S7-1200 [10]

8.2.3 Algoritmy řízení stanice

Čerpání

Výchozí algoritmus čerpání nebude měněn. Režim 2+0 je dán projektanty čerpací stanice. Je odvislý od nátoky, akumulaci jímky a výkonu čerpadel. Dle výchozí projektové dokumentace je stanovena:

- vypínací hladina,
- zapínací hladina pro chod jednoho čerpadla,

- zapínací hladina pro připnutí druhého čerpadla do kaskády.

Havarijní hladina je dána přelivnou hranou odlehčovací komory OKBC. Tehdy odpadní vody přetékají výústním objektem do recipientu.

Na základě kontinuálního měření hladiny odpadní vody PLC sepne příslušné čerpadlo.

V praxi ovšem nastávají situace, kdy dlouhodobý zvýšený nátok, např. v době dešťů (pokud není kanalizace zcela oddílná), způsobí chod jednoho čerpadla po dobu i několika hodin. Odpadní vody mohou kromě obvyklého složení obsahovat i písek a štěrk. Stává se, že pokud jede dlouho pouze jedno čerpadlo a navíc pokud je preferováno automaticky tím, že má natočené méně hodiny než druhé čerpadlo, dojde k „zasypání“ druhého čerpadla. Toto „zasypané“ čerpadlo, pokud je následně spuštěno, není schopno odebrat materiál kolem něho nashromážděný, vytvoří kapsu a čerpá naprázdno. Tato situace nenastává u všech čerpacích stanic, ovšem dopředu se nedá odhadnout, jak to bude právě v té či oné stanici probíhat. Řešení je několik:

- instalace průtokoměru na výtlaku stanice. Algoritmus PLC vyhodnotí, že při čerpání není dostatečný průtok na odtoku, zašle alarmovou zprávu na centrální dispečink a přepne čerpání na druhé čerpadlo. Toto řešení je však finančně náročné. Instalace průtokoměru se pohybuje mezi 30 – 40 tis Kč.
- měření odběru proudu čerpadla. Pokud čerpadlo jede „naprázdno“, sníží se jeho příkon. To lze vyhodnotit speciálním relé, které hlídá činnou složku i $\cos\varphi$ (nárůst jalové složky výkonu). Toto řešení však nelze použít všude. Při testování bylo zjištěno, že při čerpání do krátkého a výškově malého výtlaku, je rozdíl proudů minimální a relé mnohdy zasílá nepravdivé alarmové zprávy a zbytečně odstavuje čerpadla.

Po zvážení všech skutečností z praxe, byla zvolena varianta, kdy do PLC byl zaveden parametr pro maximální dobu čerpání. Po uplynutí této doby PLC přepíná čerpání na druhé čerpadlo. Pokud jedou obě, maximální doba čerpání se neuplatní.

V praxi ovšem nastává i opačná situace, kdy nátok je v některé dny tak nízký, že čerpací stanice nečerpá i 24 hodin. Dochází k zahnívání odpadních vod, což je nežádoucí proces pro další zpracování na ČOV a také z hlediska zápachu. Po zvážení těchto případů byl zaveden do algoritmu řízení parametr maximální doby klidu čerpání. Pokud je tato doba překročena,

PLC spustí zvolené čerpadlo i bez dosažené zapínací hladiny. Podmínkou je, aby nebyla současně vypínací hladina.

Režim střídání čerpadel

Jak už bylo řečeno výše, v praxi je možné se setkat se střídáním čerpadel podle motohodin. Tato praxe však není pro tyto aplikace vhodná. Bylo tedy stanoveno střídání po každém čerpání.

Řízení čerpací stanice v případě poruchy měření hladiny

Snímače, které na výstupu předávají proudovou smyčku 4-20mA, můžeme kontrolovat na základě samotného principu proudové smyčky. Pokud je přerušena, je proud nulový a PLC to vyhodnotí. Pokud je ve snímači nebo na vedení zkrat, je proud větší jak 20mA a PLC to také vyhodnotí. U některých snímačů neelektrických veličin často dochází i k zamrznutí hodnoty proudu. Tu však v našem případě vyhodnocovat nemusíme. Pokud tedy dojde k poruše tenzometru z jakéhokoli důvodu, PLC zašle alarmové hlášení na dispečink. Hladina stoupá a sepne plovák maximální hladiny. Plovák je zapojen mimo řídicí systém a sepne první čerpadlo. Pokud je čerpadlo v poruše, spíná čerpadlo druhé. Toto je zajištěno samotným zapojením „vydrátováním“ v rozváděči. Plovák je v běžném provozu neustále nad hladinou, není tedy obalen tuky a materiál jeho kabelu není degradován. Je zaplaven až při poruše. Sepnutí plováku je přenášeno na dispečink.

Režim v případě poruchy PLC

V případě poruchy PLC nedojde k přerušení VPN spojení, pouze stanice přestane zasílat aktuální data. Lze tedy rozhodnout, kde nastala chyba. Pokud nejede PLC, hladina v jímce stoupá a tak jako v případě poruchy tenzometru, sepne čerpání plovák maximální hladiny.

Ztráta napájení v objektu

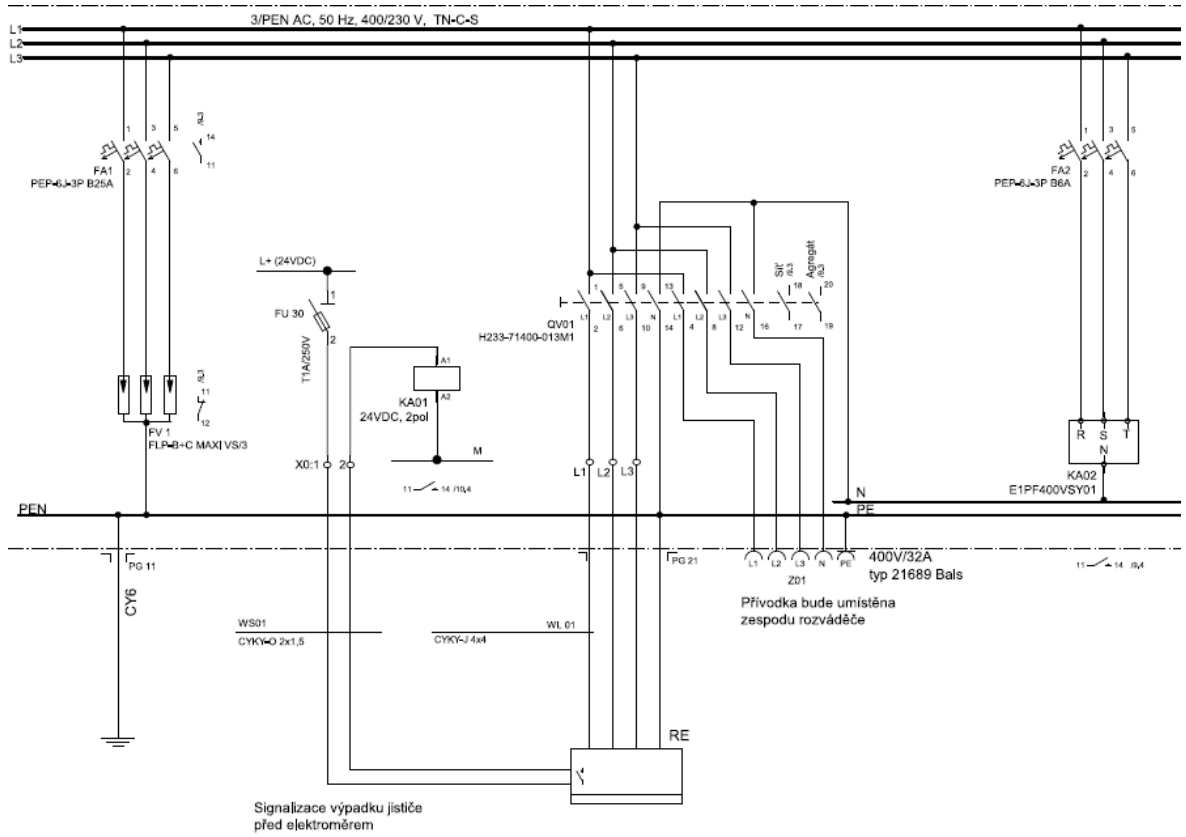
Pokud dojde ke ztrátě napájení nebo jeho poruše, znamená to vždy „nečerpání“. V praxi porucha napájení nastává z několika příčin a bylo nutné přehodnotit stávající způsoby jejího vyhodnocení. Tradiční a levný způsob jak hlídat napájení objektu je zapojit do série tři relé, které jsou sepnuté, pokud jsou k dispozici všechny tři fáze napájení. Pomocné kontakty těchto relé bývají zapojeny na jeden ze vstupů řídicího systému. Ten tuto informaci přenáší na dispečink a zároveň zastavuje algoritmus čerpání, aby v případě ztráty pouze jedné fáze, nedošlo ke spálení čerpadla. Porucha napájení však může mít různé příčiny, a aby nebylo

nutné pokaždé volat servisní pohotovost ke kontrole objektu, bylo potřeba přehodnotit způsob vyhodnocení poruchy napájení. Navržená a realizovaná inovace:

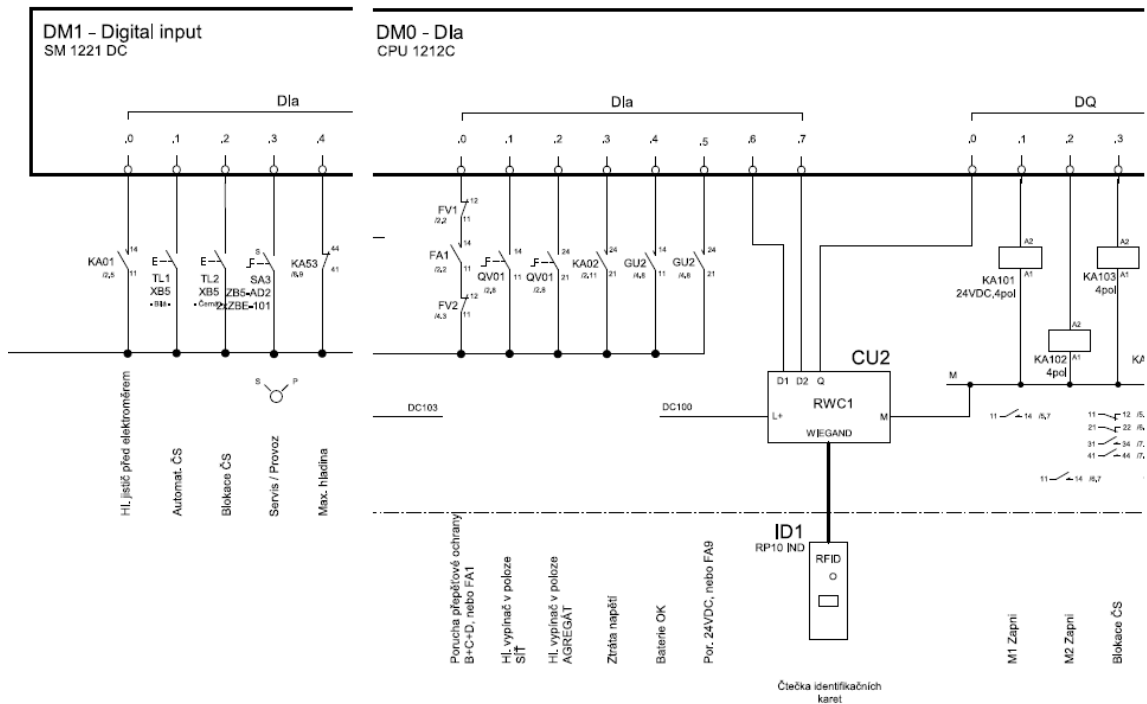
- hlavní jistič za elektroměrem byl doplněn pomocným kontaktem, zapojeným na vstup řídicího systému. Toto řešení předpokládá souhlas distributora elektrické sítě.
- hlavní vypínač rozvaděče byl nahrazen přepínačem s polohami: Sít' – 0 – Agr a doplněn pomocnými kontakty pro volbu *sít'* a *agr*. (*agr* = agregát náhradního zdroje), zapojených do řídicího systému.
- za hlavní vypínač bylo připojeno relé pro kontrolu sledu a výpadku fází.

Tabulka 2: vyhodnocení napájení objektu [10]

Hlavní jistič	Hlavní vyp. SÍŤ	Relé napájení	Hlavní vyp. AGR			
ZAP = 1	ZAP = 1	OK = 1	ZAP = 1	x	popis	reakce
0	0	0	0	0	V pořádku - řízené vypnutí.	
0	0	0	1	1	Porucha napájení z agregátu.	Nutný servisní zásah.
0	0	1	0	2	x	
0	0	1	1	3	Napájení z agregátu v pořádku	
0	1	0	0	4	Výpadek hlavního jističe	Nutný servisní zásah.
0	1	0	1	5	x	
0	1	1	0	6	x	
0	1	1	1	7	x	
1	0	0	0	8	V pořádku - řízené vypnutí.	
1	0	0	1	9	Porucha napájení z agregátu.	Nutný servisní zásah.
1	0	1	0	10	x	
1	0	1	1	11	Napájení z agregátu v pořádku	
1	1	0	0	12	Porucha napájení v distr. síti.	Zvážit nasazení náhradního zdroje.
1	1	0	1	13	x	
1	1	1	0	14	Napájení ze sítě v pořádku	
1	1	1	1	15	x	



Obr. 8.6 Vyhodnocení napájení ČSOV – silové zapojení. [24]



Obr. 8.7 Vstupy a výstupy pro vyhodnocení napájení a dálkové ovládání ČSOV [24]

Dálkové ovládání a blokace čerpací stanice

Význam dálkového ovládání a blokace čerpací stanice vzrostl s jejich postupným budováním v rámci jedné kanalizační sítě. Často se stává, že jedna ČSOV čerpá do stoky, která končí v další ČSOV. Na síti probíhá údržba a servisní zásahy. Dálkové ovládání ČSOV umožňuje omezit průtok odpadních vod na místě servisního zásahu.

Pro zajištění bezpečnosti dálkového řízení objektu, bylo nutné zajistit:

1. Signalizace dálkového řízení (objekt se nyní nechová, dle standardních algoritmů čerpání).
2. Možnost ručně přepnout dálkové řízení zpět do místního automatického režimu (pokud by došlo k poruše komunikace, během dálkového řízení).
3. Zablokovat čerpání stanice v tzv. havarijním režimu – plovákem.

Na binární výstup řídicího systému byla připojena signálka s modrou barvou. Podle již neplatné normy ČSN jí šlo přiřadit zvláštní význam. Podle dnešní aktuální normy je význam barvy posunut (viz Tabulka 1), nicméně ve společnosti Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s. je ve významu automatické provozu dlouhodobě používána. Pokud je spuštěno jakékoli dálkové ovládání z dispečinku, kontrolka zhasne. Dále bylo na binární vstup ŘS přidáno tlačítko s bílou barvou pro zrušení dálkového řízení.

Pro signalizaci dálkového zablokování celé ČSOV vč. plováku havarijního řízení, byla na výstup ŘS připojena červená kontrolka. Protože tato funkce se hodí i pro místní obsluhu stanice, bylo přidáno černé tlačítko, pro zastavení celé stanice místně. Toto tlačítko nenahrazuje ovladač nouzového zastavení, tzv. vyrážecí tlačítko. Náhled zapojení je zobrazen na Obr. 8.7



Obr. 8.8 Signalizace aut. režimu a blokace ČSOV [10]

Servisní režim stanice

Zpracování alarmových zpráv patří mezi důležité, ale i problematické úlohy dispečerského systému. Pokud jsou přijímány alarmy z více jak 100 stanic, je vhodné jejich zasílání omezit v případě např. servisní údržby stanice. Ta mimo jiné obnáší její čištění jímky tlakovou vodou a odsávání písku a štěrku usazeného na dně. Dále kontrolu čerpadel, stav oleje, čištění plováků a tenzometrů. Tyto úkony často znamenají vypínání napájení stanice, nebo motorových spouštěčů motorů. Pro tyto situace byl do PLC implementován prvek servis, který je realizován přepínačem na rozváděči a vstupem do ŘS. Viz Obr. 8.7. V tomto režimu stanice neposílá žádnou alarmovou zprávu.



Obr. 8.9 Provoz / servis [10]

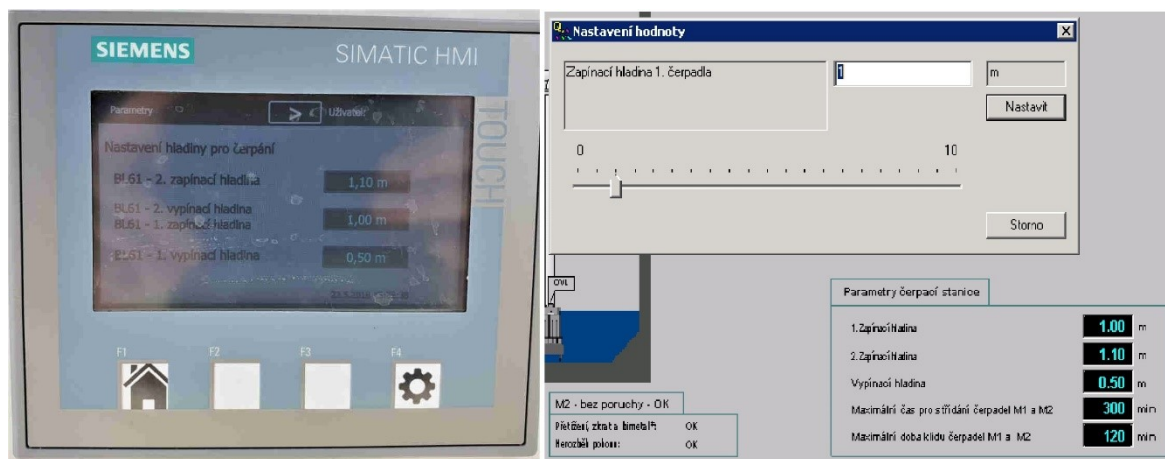
Aby obsluha neodjela z objektu s přepínačem v poloze *servis*, bylo do algoritmu PLC přidána podmínka, ve které nelze objekt zakódovat, pokud není v režimu *provoz*.

Nastavování parametrů

Základními parametry pro optimální chod čerpací stanice jsou:

- zapínací hladina 1. čerpadla,
- zapínací hladina 2. čerpadla,
- vypínací hladina čerpadel,
- čas pro střídání čerpadel M1 a M2,
- maximální délka klidu čerpadel M1 a M2

Tyto hodnoty je možné nastavit na dotykovém tablu čerpací stanice a na centrálním dispečinku.



Obr. 8.10 Nastavování parametrů na touch panelu a na vizualizaci centrálního dispečinku [10]

8.2.4 Telemetrie – inovace

Pod pojmem telemetrické spojení budeme uvažovat takové spojení, které je odolné vůči výpadkům přenosové cesty. Tzn., že pokud k přerušení spojení dojde, nesmí být informace připravené k odeslání ztraceny. Vzdálená stanice musí mít paměť událostí a ty musí v okamžiku spojení spolu s časovými značkami odeslat.

Cenové hledisko

Nejdražším řešením je použití datových radiomodemů provozovaných na pronajatém kmitočtu od ČTU. Cena je vysoká z důvodů malosériové výroby modemů, z nutnosti vypracovat projektovou dokumentaci se zaměřením ke schválení ČTU, nutnosti instalovat stožár, svody a anténní systém. Cena se může a to bez ohledu na dodavatele radiomodemu vyšplhat k 70 tis Kč na jeden objekt. Komunikace navíc probíhá v řízených intervalech, tzv. „kolečkách“, master stanice obvolává slave stanice. Při větším počtu stanic jsou informace na centrálním dispečinku obnovovány např. 1x za 10 min.

Levnějším řešením je použití GPRS radiomodemů. Ovšem výběr těchto zařízení je omezen tím, že s nimi musí umět komunikovat PLC (podpora driverů) a SCADA. Tyto modemy se s cenou vč. příslušenství pohybují od 13 tis – 20 tis Kč. Komunikace je rychlá podle celkové konfigurace sítě a podle množství přenášených dat.

Hledisko datové propustnosti

Pokud je zachována koncepce jedné master stanice, která obvolává podřízené stanice slave, výsledná rychlost obnovování informací na dispečinku se o mnoho nezmění. Výhodou však

je větší propustnost dat. Radiomodemy CDA70 na pronajatých kmitočtech 403 – 470 MHz mají nejvyšší přenosovou rychlost při použití modulace FFSK 21,7 kb/s. [14]. GPRS technologie u radiomodemů CGU04 komunikuje na třech GSM pásmech (900 MHz, 1800 MHz i 1900 MHz). Je schopna vysílat ve dvou „Time Slotech“ a ve čtyřech přijímat (GPRS multi-slot class 10 – maximální bitová rychlost příjmu je 85.6 kb/s). Tato větší propustnost by mohla být výhodou u přenosu dat z větších objektů a vyšším podílem analogových procesních veličin.

Pokud však zvážíme následující trendy v oblasti komunikací:

- zlevňující se datové tarify pro korporátní zákazníky,
- zlevňující se GSM datové modemy,
- možnosti využít kvalitní opensource VPN technologie – OpenVPN,

tak, můžeme pomocí GSM a VPN tunelu trvale připojit vzdálený objekt ke SCADA.

Bylo zvoleno právě toto řešení. Pro úspěšnou realizaci bylo však zapotřebí zajistit tyto úkoly:

1. připravit komunikační driver pro Simatic, který bude obalen ethernetovým protokolem.
2. upravit PLC tak, aby v bufferu uchovalo události s časovými značkami, pro případ výpadku spojení.
3. vybrat vhodný GSM datový modem s podporou OpenVPN.
4. připravit OpenVPN server.
5. připravit komunikační driver pro SCADA RetosNET.

Tvorbou komunikačního driveru a bufferu pro PLC Simatic byla pověřena fa Redis spol. s r.o. Tato firma se již více jak 20 let zabývá vývojem vlastních PLC a komunikačních protokolů pro telemetrické spojení se vzdálenými SCADA systémy.

Komunikační driver na straně SCADA zajistila fa Qline a.s., tvůrce SCADA RetosNET.

Instalací a nastavením serveru OpenVPN byla pověřena fa FLACO Group s.r.o., která ve společnosti Vodovody a kanalizace a.s. poskytuje služby aplikačního firewalu.

Pro realizaci klienta OpenVPN, možnost připojení PLC a připojení do internetové sítě byl vybrán modem Teltonika RUT 950 LTE Router. Výběr ovlivnilo mimo cenu také pozitivní zkušenosti s předchozími typy těchto zařízení.



Obr. 8.11 LTE router RUT 950- obsah balení [25]



*Obr. 8.12 LTE router RUT 950
v rozvaděči [10]*

Vlastnosti:

- 2x SIM karta (Dual-SIM). Pro zajištění stabilního připojení do internetu dovoluje osadit 2 SIM karty od různých operátorů.

- 3x LAN 10/100Mbps Ethernet porty. Umožňuje přímé připojení až tří různých LAN zařízení. Rychlost je 100 megabitů za sekundu.
- 1x WAN 10/100Mbps Ethernet port. WAN port slouží k přímému připojení ke zdroji internetu. Rychlost je 100 megabitů za sekundu.
- IEEE 802.11b/g/n WiFi standardy. WiFi: 802.11b - 11 Mbps standard, 2.4 GHz signalizace; 802.11g - 54 Mbps standard, 2.4 GHz signalizace; 802.11n - 100+ Mbps standard pro 802.11g.
- Trvanlivé, pevné, stabilní kvalitní hliníkové pouzdro.
- Průmyslový konektor se dvěma piny (plus, minus) pro připojení DC napájení. [25]

8.2.5 Vizualizace – inovace

Před rekonstrukcí ČSOV byl počet přenášených procesních veličin omezený danou použitou technologií. Stanice poskytovala pouze 10 binárních vstupů a 2 analogové výstupy. Na základě komunikačního driveru byly vytvořeny ještě 3 počítané binární vstupy.

Jméno	Číslo	Hodnota
M1 čerpadlo tepelná ochr.	0	OK
M2 čerpadlo tepelná ochr.	1	OK
Max. hladina	2	NENÍ
Porucha měření hladniny	3	NENÍ
Ztráta napětí fáze	4	NENÍ
	5	VYP
M1 čerpadlo chod	6	NENÍ
M2 čerpadlo chod	7	NENÍ
Poklop	8	ZAVŘEN
	9	VYP
	10	VYP
	11	VYP
Provoz z AKU baterie	12	NENÍ
Nízké napětí baterie	13	NENÍ
	14	VYP
	15	VYP

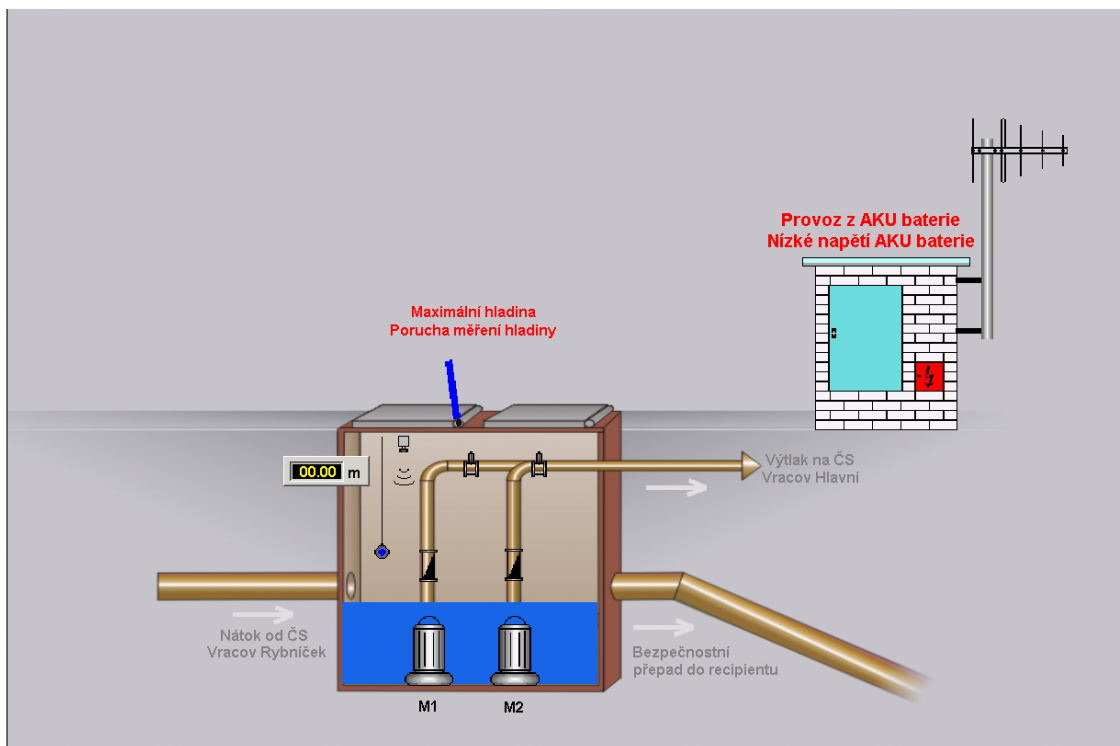
Obr. 8.13 Binární vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10]

Jméno	Číslo	Hodnota
Hladina v jímce	0	3,095672 m
;Rezerva	1	0 jedn.

Obr. 8.14 Analogové vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10]

Jméno	Číslo	Hodnota
Spojení	150	JE
Sdružená porucha	151	NENÍ
Probíhá komunikace	152	NE

Obr. 8.15 Počítané binární vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10]



Obr. 8.16 Stávající vizualizace ČSOV [10]

Všechny procesní veličiny jsou ve vizualizaci animovány. Ovšem pro pochopení všech událostí na ČSOV zde chybí realistické zobrazení výšky hladiny vzhledem k rozměrům jímky. Tato informace je důležitá s ohledem na to, že při určité kritické výšce dochází buď ke vzduť odpadních vod do přípojek nebo jako v případě této ČSOV k přepadu do recipientu. K zobrazení jímky je použita barevná a realitě neodpovídající šablona. Vzhledem k malému počtu přenášených veličin, není možné více pro ergonomii a práci dispečera více udělat.

Rekonstruovaná ČSOV nabízí ke zpracování ve vizualizaci mnohem více procesních veličin.

Jméno	Číslo	Hodnota
M1 Čerpadlo ČS - ovl na deblok.	20	DÁLKOVĚ
M1 Čerpadlo ČS - chod	21	NENÍ
M1 Čerpadlo ČS - rezerva	22	NENÍ
M1 Čerpadlo ČS - sdružená poruch	23	NENÍ
M1 Čerpadlo ČS - porucha	24	NENÍ
M1 Čerpadlo ČS - rozběh	25	OK
M1 Čerpadlo ČS - rezerva	26	NENÍ
M1 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	27	AUTOMATICKY
M1 Čerpadlo ČS - ručně	28	VYPÍNÁ SE
M1 Čerpadlo ČS - rezerva	29	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - ovl na deblok.	30	DÁLKOVĚ
M2 Čerpadlo ČS - chod	31	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - rezerva	32	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - sdružená poruch	33	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - porucha	34	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - rozběh	35	OK
M2 Čerpadlo ČS - rezerva	36	NENÍ
M2 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	37	AUTOMATICKY
M2 Čerpadlo ČS - ručně	38	VYPÍNÁ SE
M2 Čerpadlo ČS - rezerva	39	NENÍ
rezerva	40	NENÍ
rezerva	49	NENÍ
Hladina v ČS - mimo rozsah	50	NENÍ
Hladina v ČS - přerušená smyčka	51	NENÍ
Hladina v ČS - sdružená porucha	52	NENÍ
rezerva	53	NENÍ
RM1 - hlavní vypínač	54	OK
RM1 - přepětová ochrana B+C	55	OK
RM1 - výpadek distribuční sítě	56	NENÍ
RM1 - výpadek agregátu	57	NENÍ
RM1 - provoz z distribuční sítě	58	JE
RM1 - provoz z agregátu	59	NENÍ
RM1 - napájení	60	OK
RM1 - navoleno Napájení z agregátu	61	NENÍ
RM1 - navoleno Napájení ze sítě	62	JE
RM1 - napájení - REZERVA	63	PORUCHA
RM1 - přepínač síť - REZERVA	64	NENÍ
RM1 - přepínač agregát - REZERVA	65	NENÍ
Objekt hlídán	66	JE
Narušení objektu	67	NENÍ
Vstup do rozvaděče	68	NENÍ
Servisní přepínač	69	VYPNUTÝ
ČS - blokace	70	NENÍ
Maximální hladina	71	NENÍ
ČS - dálkové ovládání	72	AUTOMATICKY
rezerva	73	NENÍ
rezerva	74	NENÍ
Navoleno povelování z dispečinku	75	NENÍ
Vstup do šachty	76	NENÍ
Vypínací hladina ČS	77	JE
1. Zapínací hladina ČS	78	NENÍ
2. Zapínací hladina ČS	79	NENÍ
Hlavní jistič - výpadek	80	NENÍ
rezerva	81	NENÍ

Obr. 8.17 Binární vstupy rekonstruované ČSOV [10]

Jméno	Číslo	Hodnota
LiveCNT	16	172391 jedn.
čas v PLC - rok	17	2018 rok
čas v PLC - měsíc	18	5 měsíc
čas v PLC - den	19	23 den
čas v PLC - hodiny	20	10 hod
čas v PLC - minuty	21	4 min
čas v PLC - sekundy	22	6 sec
rezerva	23	0 jedn
LIC1 - Hladina v ČS	24	0,5838194 m
rezerva	25	0 jedn
rezerva	26	0 jedn
rezerva	27	0 jedn
rezerva	28	0 jedn
rezerva	29	0 jedn
rezerva	30	0 jedn
rezerva	31	0 jedn
rezerva	32	0 jedn
rezerva	33	0 jedn
rezerva	34	0 jedn
rezerva	35	0 jedn
M1 Čerpadlo ČS - celkové provozní	36	2417 hod
M2 Čerpadlo ČS - celkové provozní	37	3627 hod
rezerva	38	0 jedn

Obr. 8.18 Analogové vstupy rekonstruované ČSOV [10]

rezerva	19	VYP
BO M1 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	20	VYP
BO M1 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	21	VYP
BO M1 Čerpadlo ČS - ručně	22	VYP
rezerva M1 Čerpadlo ČS - rezerva	23	VYP
BO M1 Čerpadlo ČS - ručně	24	VYP
BO M1 Čerpadlo ČS - nerozběh	25	VYP
rezerva M1 Čerpadlo ČS - rezerva	26	VYP
rezerva M1 Čerpadlo ČS - rezerva	27	VYP
rezerva M1 Čerpadlo ČS - rezerva	28	VYP
rezerva M1 Čerpadlo ČS - rezerva	29	VYP
BO M2 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	30	VYP
BO M2 Čerpadlo ČS - dálkové ovládání	31	VYP
BO M2 Čerpadlo ČS - ručně	32	VYP
rezerva M2 Čerpadlo ČS - rezerva	33	VYP
BO M2 Čerpadlo ČS - ručně	34	VYP
BO M2 Čerpadlo ČS - nerozběh	35	VYP
rezerva M2 Čerpadlo ČS - rezerva	36	VYP
rezerva M2 Čerpadlo ČS - rezerva	37	VYP
rezerva M2 Čerpadlo ČS - rezerva	38	VYP
rezerva M2 Čerpadlo ČS - rezerva	39	VYP
rezerva	40	VYP

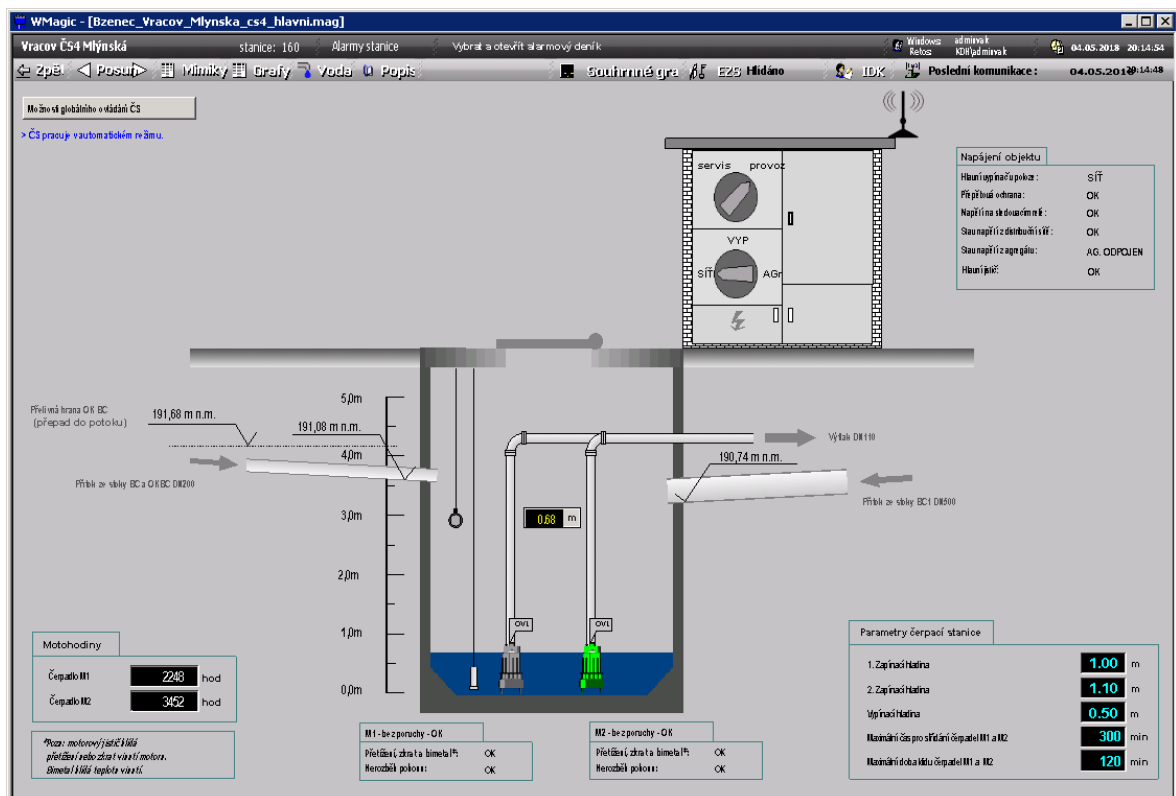
Obr. 8.19 Binární výstupy rekonstruované ČSOV [10]

Jméno	Číslo	Hodnota
Spojení	150	JE
Sdružená porucha	151	NENÍ
Probíhá komunikace	152	NE

Obr. 8.20 Počítané binární vstupy rekonstruované ČSOV [10]

rezerva	27	0 jedn
LIC1 - Hladina v čerpací stanici - dolní mez	28	0 m
LIC1 - Hladina v čerpací stanici - horní mez	29	10 m
rezerva	30	0 jedn
rezerva	31	0 jedn
rezerva	32	0 jedn
rezerva	33	0 jedn
rezerva	34	0 jedn
rezerva	35	0 jedn
M1 Čerpadlo ČS - celkové provozní	36	0 hod
M2 Čerpadlo ČS - celkové provozní	37	2 hod
rezerva	38	0 jedn
rezerva	39	0 jedn
rezerva	40	0 jedn
rezerva	41	0 jedn
Čas pro střídání čerpadel M1, M2	42	300 min
Max. délka klidu čerpadel M1+M2	43	120 min
rezerva	44	0 jedn
rezerva	45	0 jedn
Zapínací hladina 1. čerpadla	46	1 m
Vypínací hladina pro čerpání	47	0,5 m
Zapínací hladina 2. čerpadla	48	1,1 m
rezerva	49	0 jedn

Obr. 8.21 Analogové výstupy rekonstruované ČSOV [10]

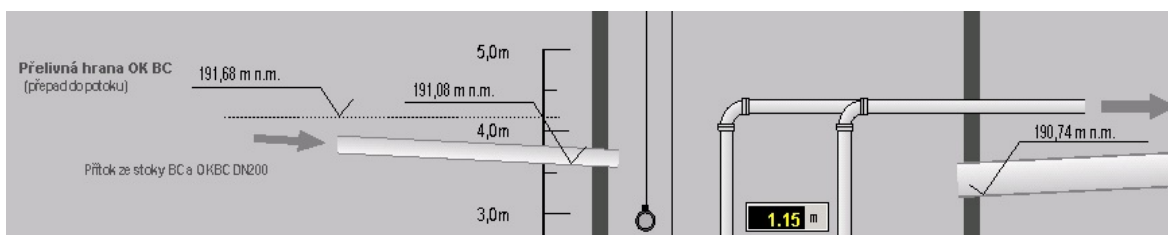


Obr. 8.22 Nová vizualizace kombinující realistickou a schematickou metodu 2D [10]

Nová vizualizace na Obr. 8.22 s výhodou využívá velkého množství procesních veličin přenášených do SCADA.

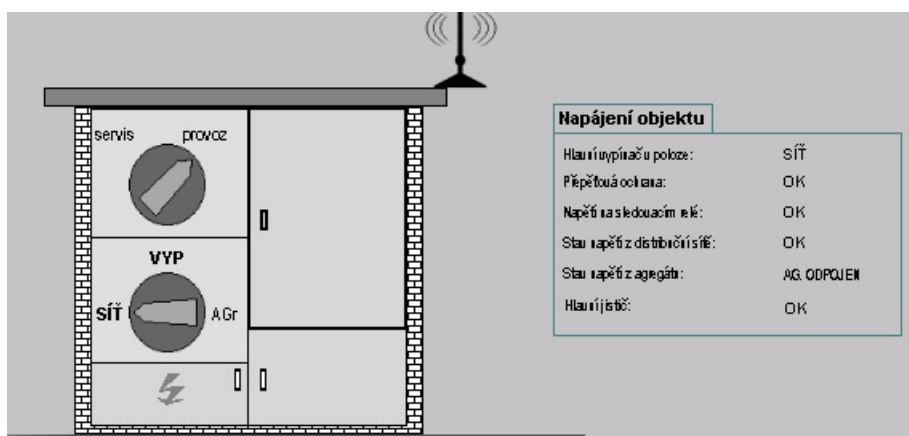
Základem pro tvorbu vizualizace byl záměr, aby všechny animované veličiny, pokud jsou v klidovém stavu, nerušily svou barvou nebo pohybem vzhled mimiky. Stejně tak statické prvky vizualizace by neměly svým barevným provedením snižovat schopnost rozlišit stav technologicky důležitých veličin. Praktické zkušenosti ukazují, že jako podklad je vhodné použít jednu z neutrálních barev, např. šedou. Důvod je, aby i při použití dalších barev z odstínů šedi, nebyly vizualizované prvky příliš kontrastní. To, co musí z vizualizace kontrastně „vystoupit“ musí být animovaná sledovaná veličina, např.: chod čerpadla, výška hladiny, porucha napájení, otevření poklopu atpod.

Jímka je zobrazena více realisticky. Její výška, jednotlivé nátoky a přepad do recipientu je okótován. Dispečer má dokonalou představu a akumulární kapacitě při výpadku napájení a nebo při návalových deštích.

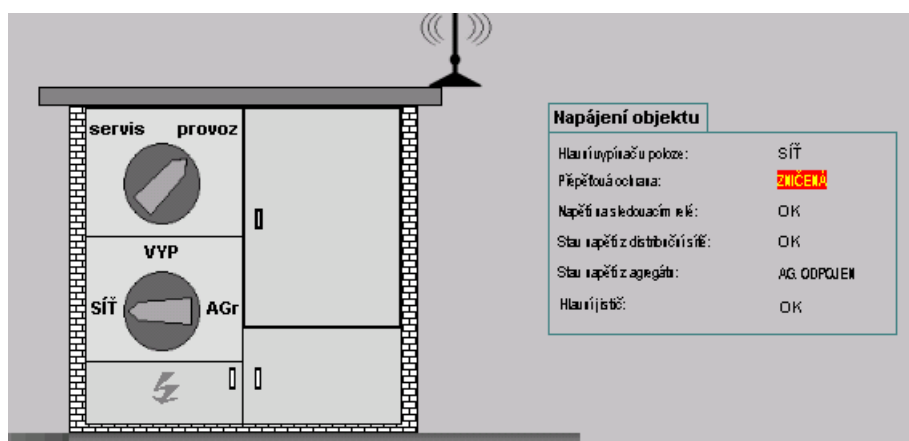


Obr. 8.23 Kóty ve vizualizaci rekonstruované ČSOV [10]

Při poruše napájení je dispečer schopen rozlišit jeho příčinu. Vše co může o napájení vědět je znázorněno v rámečku vedle vizualizace rozváděče. Pokud je vše v pořádku, informace jsou v nerušivé informativní černé barvě. Stejně tak animace stavu přepínače síť – vyp – agr jsou vykresleny tak, aby v klidovém provozním stavu nepoutali příliš pozornost dispečera.

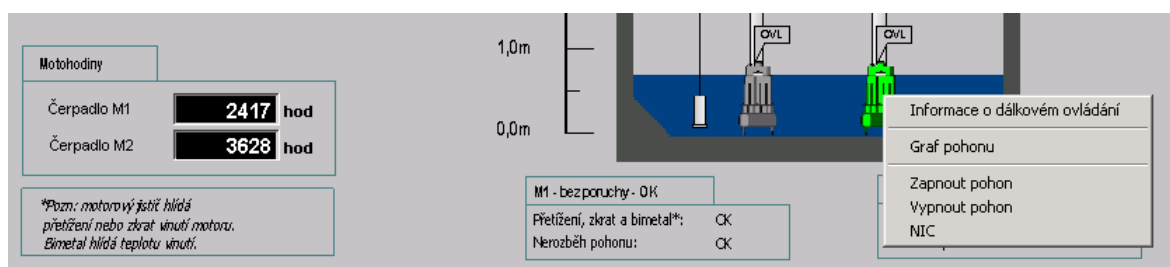


Obr. 8.24 Zobrazení stavu napájení rekonstruované ČSOV [10]



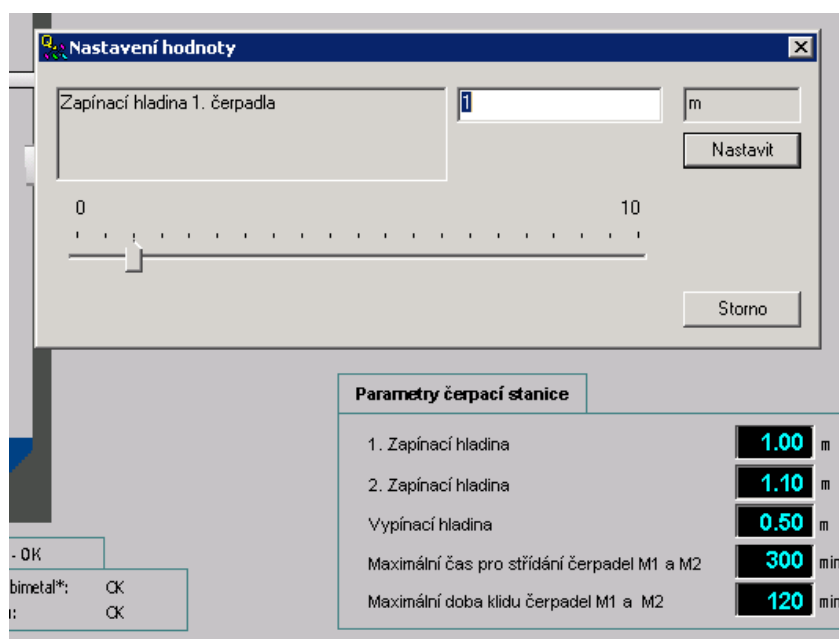
Obr. 8.25 Zobrazení poruchy napájení v rekonstruované ČSOV [10]

Tak jako v případě zobrazení stavu napájení, je i u pohonů čerpadel použitý rámeček zobrazující hlídané veličiny. Pokud je vše v pořádku, informace je vypsána nerušivým informativním způsobem. V případě poruchy je informace vysvícena podobně jako u poruchy napájení. Inovací z hlediska možného dálkového ovládní čerpadla, je zobrazený praporek u pohonu. Ten znamená, že pohon je možné dálkově ovládat. Dispečer tak na první pohled ví, že zde může kliknout a provést akci.



Obr. 8.26 Zobrazení stavu čerpadel rekonstruované ČSOV [10]

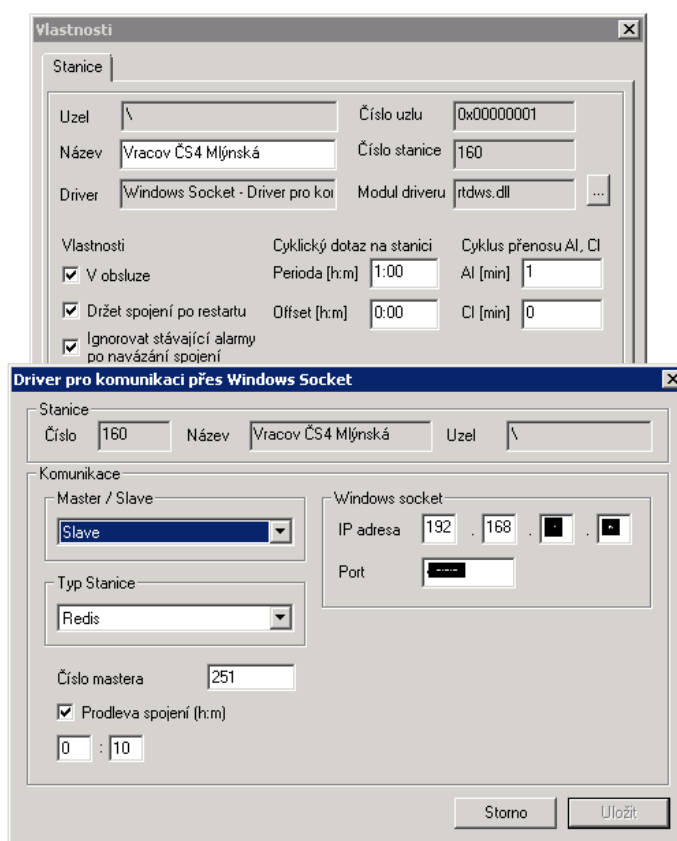
Pro nastavování parametrů čerpání slouží rámeček s modře vysvícenými hodnotami. Po kliknutí na zvolený parametr, je možné tento změnit a poslat na vzdálenou stanici.



Obr. 8.27 Nastavování parametrů rekonstruované ČSOV [10]

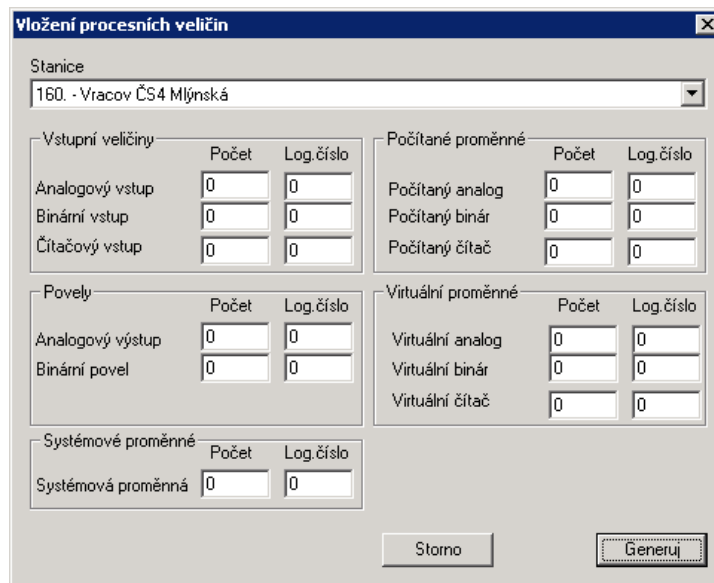
Postup při přípravě vizualizace

Před samotnou tvorbou vizualizace musí být stanice nakonfigurována ve SCADA systému. Přidání nové stanice se provádí v prostředí průzkumníka RtsExplorer nebo RtsNetExplorer (dále jen RtsExpl). Volí se číslo a název stanice, typ komunikačního driveru, IP adresa a port (hodnoty byly záměrně začerněny).



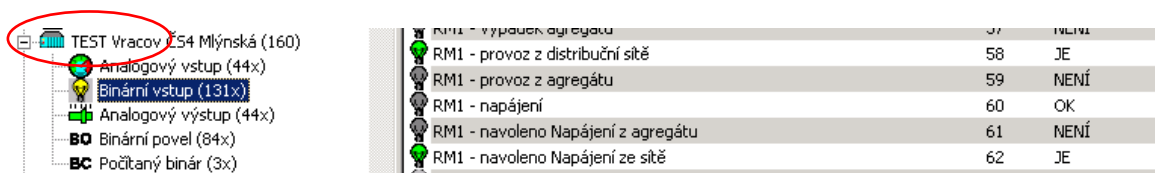
Obr. 8.28 Konfigurace nové stanice v RetosNET [10]

V dalším kroku je potřeba nadefinovat počet jednotlivých druhů procesních veličin a následně je pojmenovat. Jejich výstižné pojmenování usnadní následnou práci ve vizualizačním prostředí.



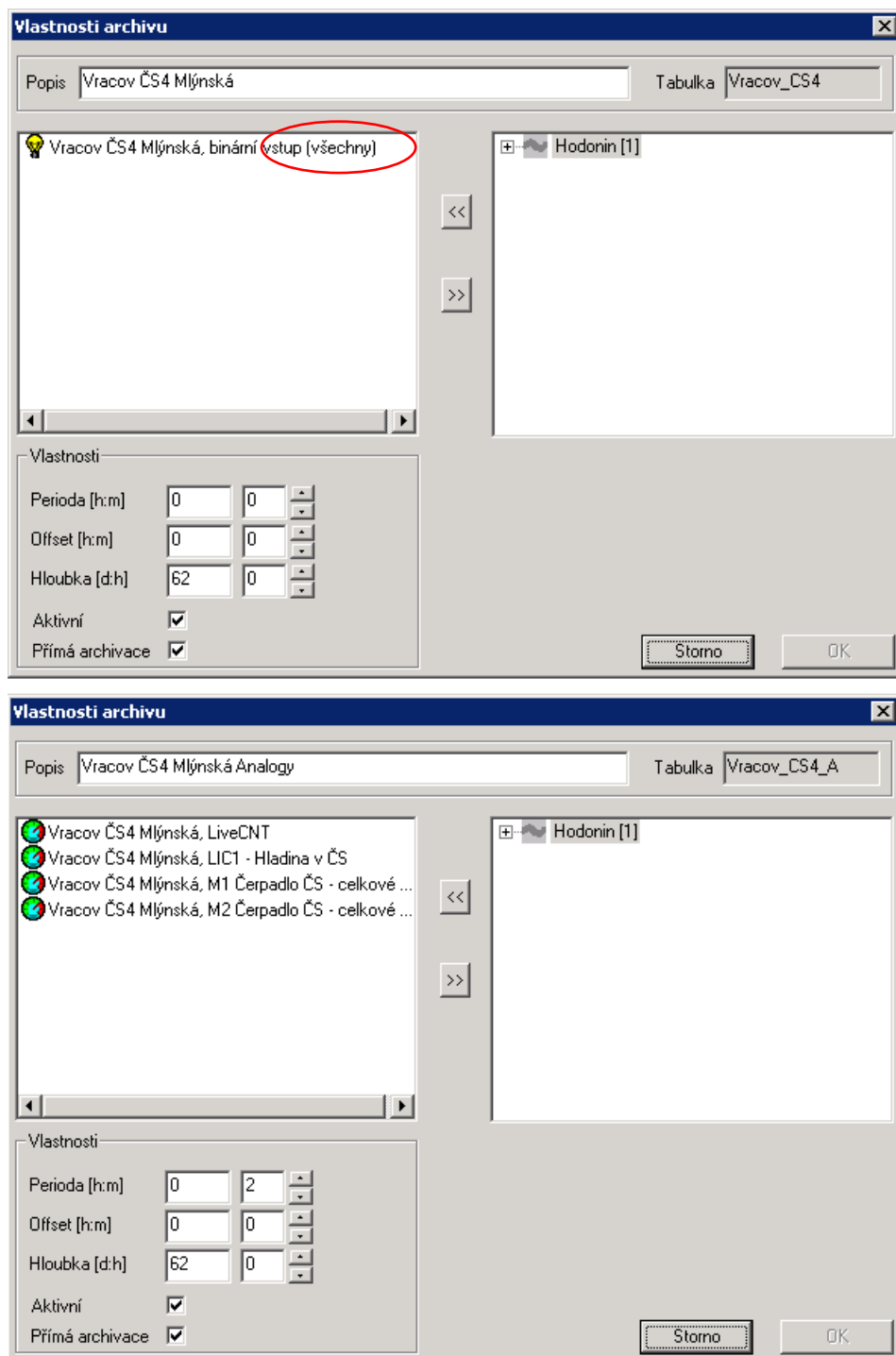
Obr. 8.29 Konfigurace procesních veličin v RetosNET [10]

Při samotné tvorbě vizualizace je potřeba provést řadu simulací, aby bylo zřejmé, jak animace fungují. Z tohoto důvodu je vhodné před jméno stanice vložit text např. „TEST“. Od této chvíle, jakákoli alarmová zpráva přichází s textem na začátku „TEST“ a dispečer ví, že ji může ignorovat.



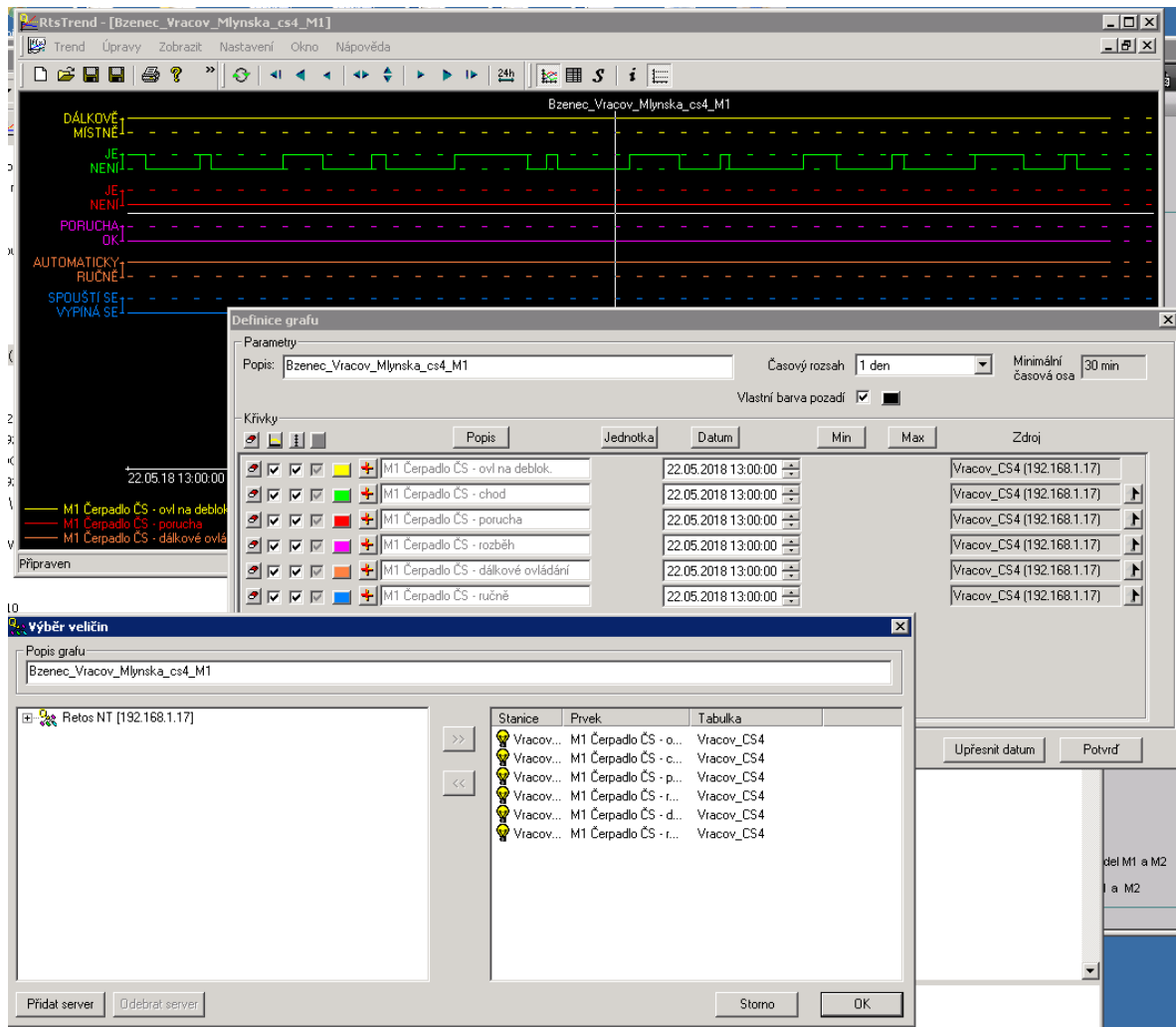
Obr. 8.30 Vložení „TEST“ před název stanice [10]

Dalším krokem je konfigurace archivů v RtsExpl. V grafickém prostředí vybíráme procesní veličiny a určujeme jejich hloubku archivace.



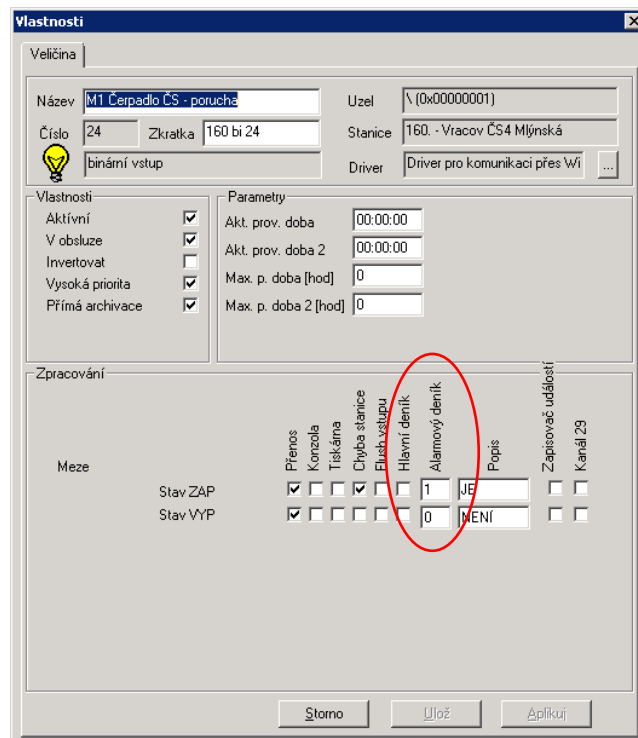
Obr. 8.31 Archivace procesních veličin rekonstruované ČSOV [10]

Jakmile máme nastavenou archivaci, připravíme si trendy k vybraným procesním veličinám. Trendy se vytváří v modulu RtsTrend. Každý jednotlivě nakonfigurovaný trend je možné uložit pod zvoleným názvem, např. „Vracov_Mlynska_cs4_M1.tre“



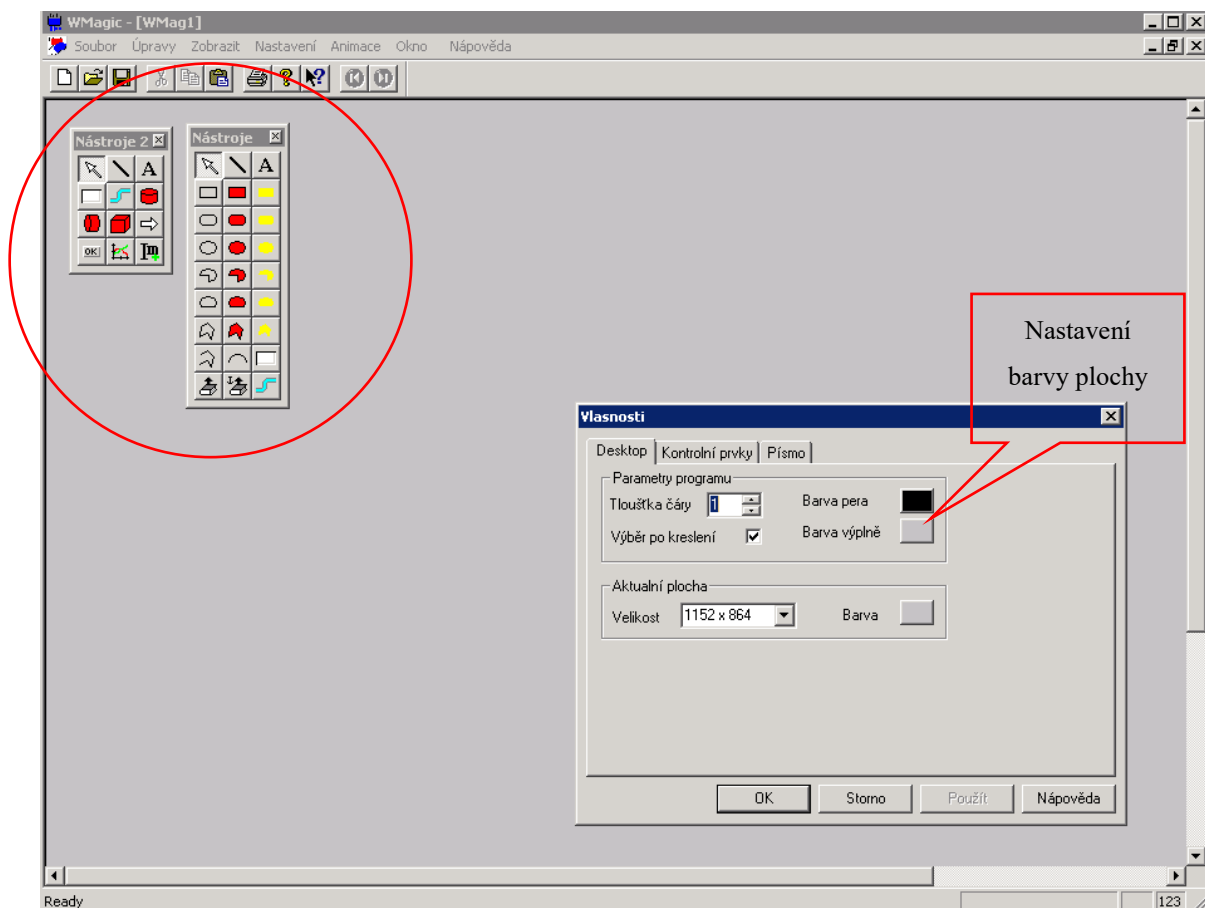
Obr. 8.32 Vytváření a konfigurace grafů v RetosNET [10]

Posledním krokem před přípravou vizualizace je potřeba nastavit u jednotlivých procesních veličin jejich zobrazování v událostních denících. Pokud bude např. zobrazována v alarmovém deníku, měla by být i zobrazena ve vizualizaci. Nastavení se provádí v RtsExp, ve vlastnostech veličiny.



Obr. 8.33 Nastavení zobrazení veličiny
v alarmovém deníku [10]

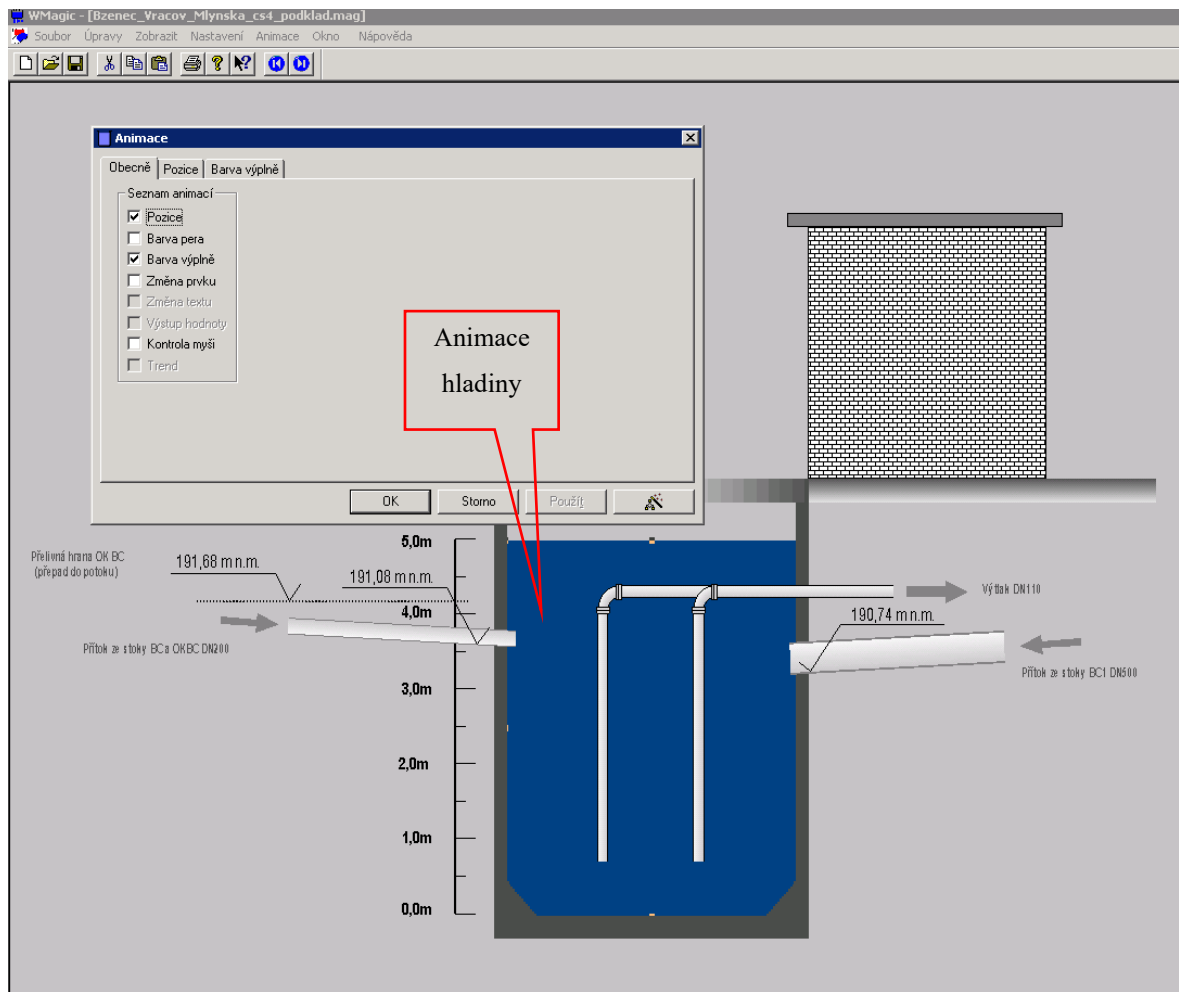
Nyní přistoupíme k tvorbě samotné vizualizace. K tomu slouží modul „WMag“. Po jeho spuštění je k dispozici plátno s různými nástroji na tvorbu grafických prvků a na vkládání již hotových prvků z knihovny nebo externích zdrojů.



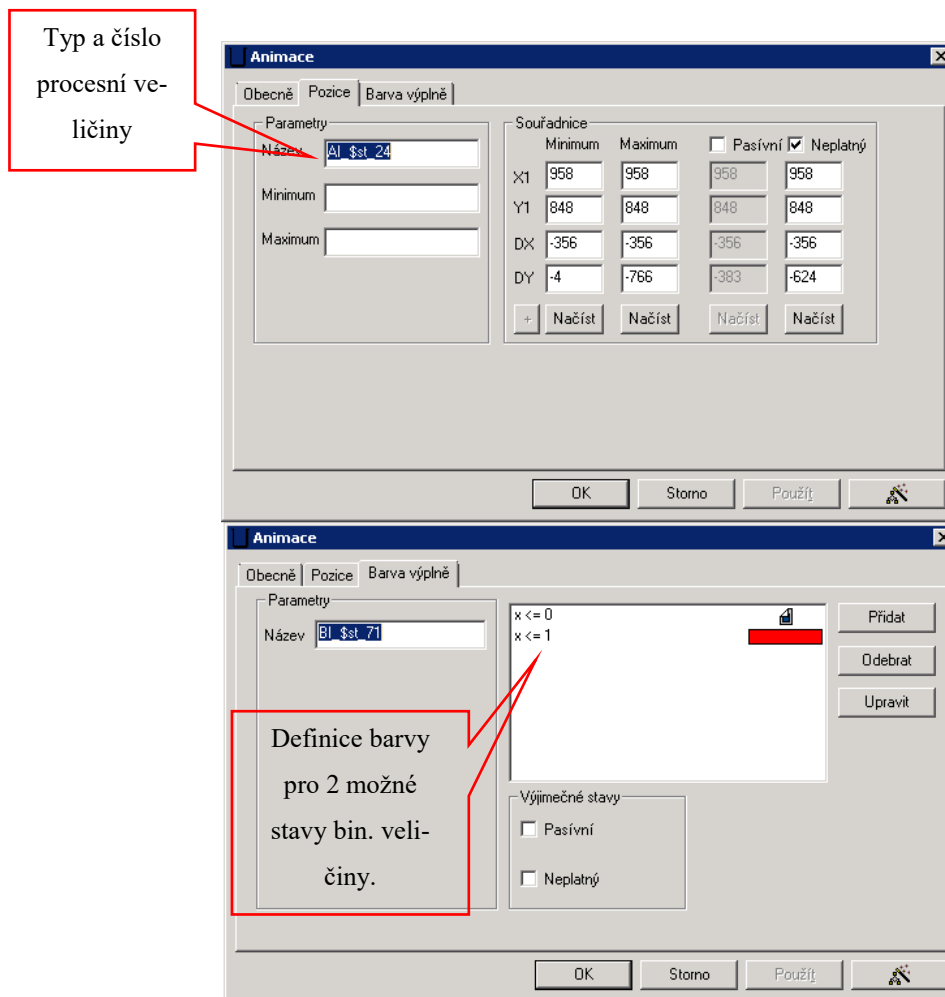
Obr. 8.34 Kreslicí plocha WMag v RetosNET [10]

WMagic umožňuje kreslit a skládat vizualizaci do vrstev. Rekonstruovaná ČSOV je součástí kanalizačního dispečinku Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s. Bude tedy sdílet některé vrstvy s ostatními objekty. K nim se vrátíme na závěr.

První vrstvu označíme jako podklad a bude v ní nakresleno všechno, co budeme chtít, aby bylo v další vrstvě tzv. zamknuté. Pomocí standardních nástrojů jsou zde nakresleny tvary potrubí, jímky, pilíře rozváděče a další. Součástí této vrstvy je i hladina. Je to jediný animovaný prvek vizualizace.



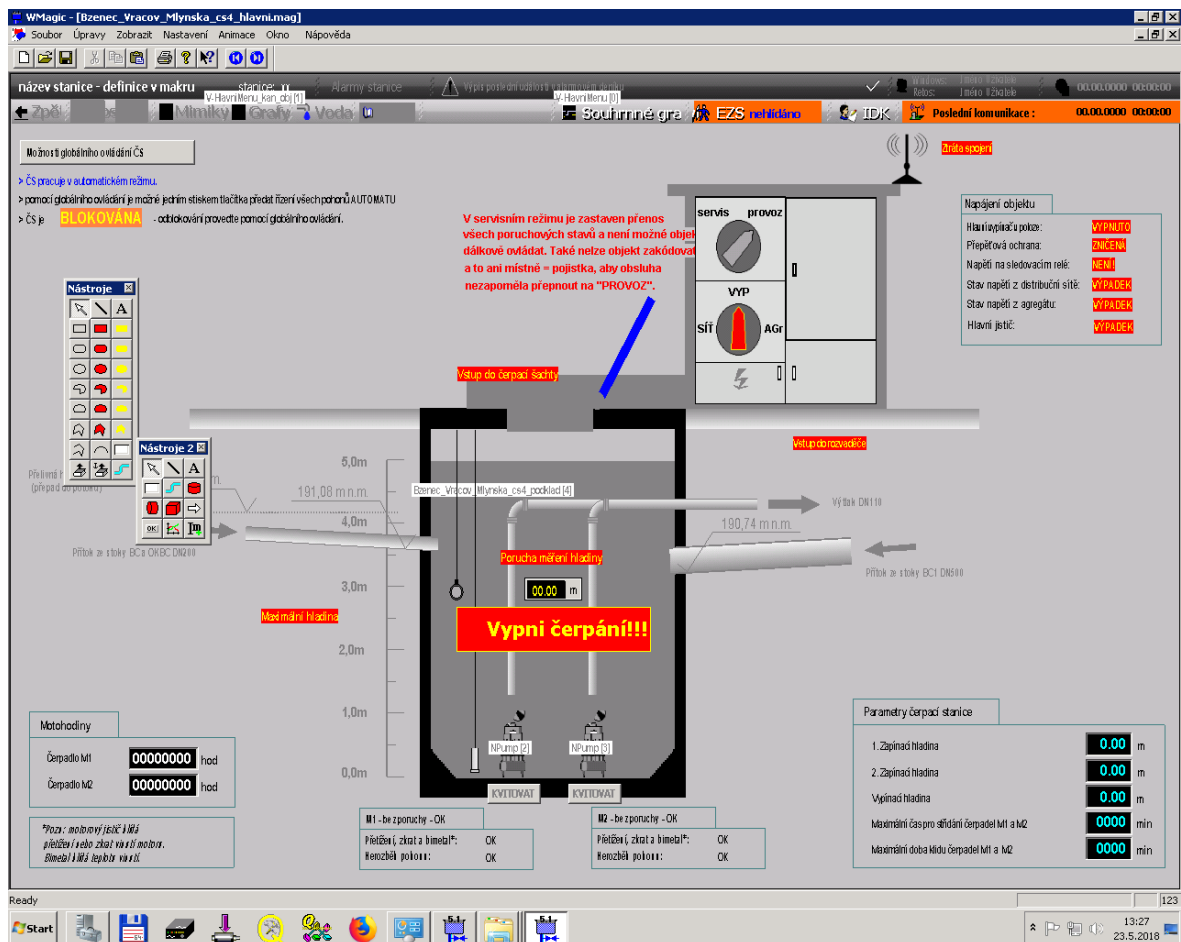
Obr. 8.35 Animace hladiny [10]



Obr. 8.36 Animace hladiny – pozice a barva [10]

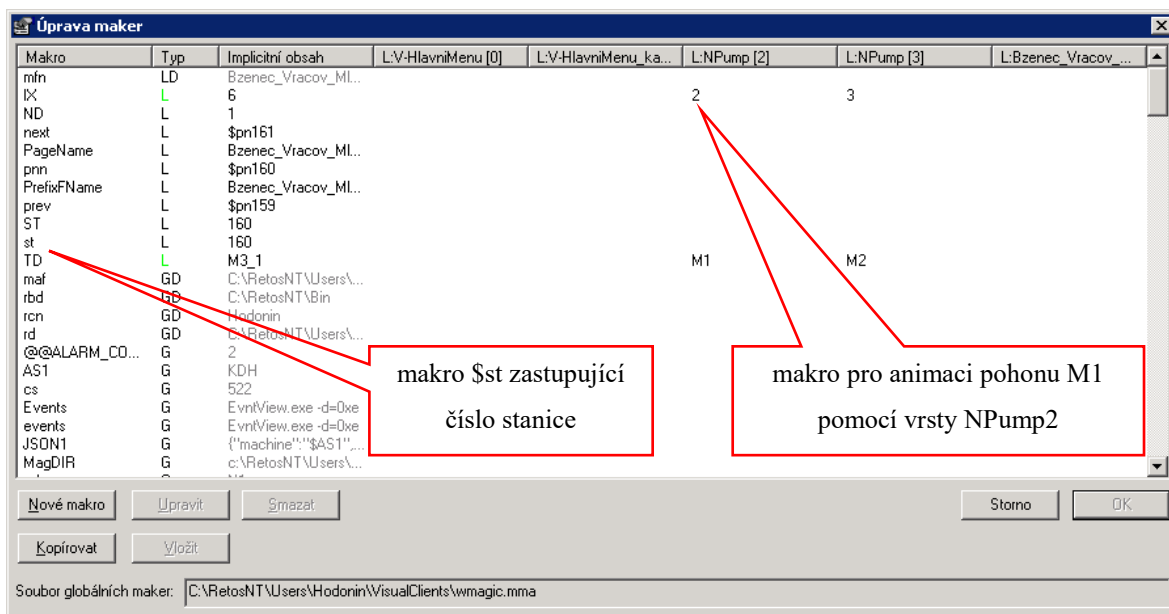
V parametrech animace je uveden typ a číslo procesní veličiny, přičemž znak „\$st“ představuje makro, zastupující číslo stanice v globálním nastavení maker. Pro animaci byl použit obdélník, jehož velikost se mění dle aktuální hodnoty analogové veličiny a zčervená, pokud hladina dosáhne k plováku max. hladiny (binární vstup č. 71).

Ve vrstvě s názvem „hlavní“ je umístěn zbytek animací. Vrstva „podklad“ je vyšedlá a neovlivňuje manipulaci s dalšími prvky hlavní vrstvy.

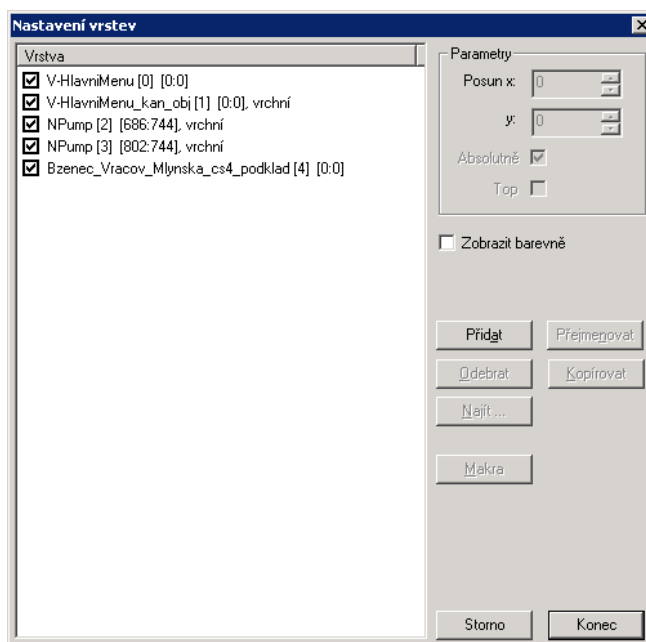


Obr. 8.37 Pohled na hlavní vrstvu vizualizace ČSOV [10]

Jako samostatné vrstvy jsou do mimiky začleněny pohony M1 (vrstva NPump2) a M2 (vrstva NPump3). Tyto prvky jsou sdíleny v mnoha jiných vizualizacích. Jejich animace je řešena pomocí maker, která pro danou mimiku nastavují zvolené procesní veličiny.



Obr. 8.38 Konfigurace maker v prostředí WMag [10]



Obr. 8.39 Vrstvy tvořící vizualizaci [10]

Poslední připojené vrstvy „V-HlavniMenu“ a „V-HlavniMenu_kan_obj“ dotváří hlavní nabídku v horní liště vizualizace.



Obr. 8.40 Hlavní menu ve vizualizaci ČSOV [10]

Menu obsahuje: název stanice, číslo stanice, zobrazení filtrovaných alarmů stanice, zobrazení ostatních alarmů, přihlášení ve windows a v RetosNET, aktuální čas. Na druhém

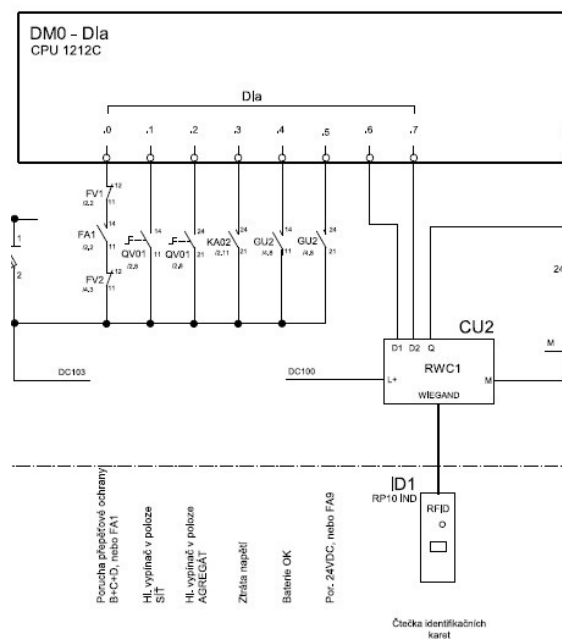
řádku: tlačítko zpět, karuselový posun mezi mimikami, skok na přehled všech mimik, skok na přehled s grafy všech objektů, skok na objekty čisté vody, zobrazení poznámek u daného objektu, souhrnné grafy daného objektu, stava EZS a zobrazení přístupového systému do objektu a čas poslední komunikace.

8.2.6 EZS – inovace

Původní ČSOV měla magnetický kontakt dveří rozváděče. Jeho stav byl jako alarmová zpráva přenášena na centrální dispečink.

Rekonstruovaná ČSOV má doplněno hlídání vstupu do jímky a do rozváděče (detaily nelze sdělit). Pro rozlišení oprávněného a neoprávněného vstupu bylo navrženo připojení čtečky identifikačních karet. Celkovým řešením byla pověřena fa Redis spol. s r.o. Ta do PLC Simatic implementovala pomocí binárních vstupů a výstupů rozhraní wiegand a do komunikačního protokolu „Redis“ přidala datový blok identifikačních karet. Pro grafické rozhraní na centrálním dispečinku připravila program IDK, pomocí kterého je možné zobrazit historii přístupů do ČSOV a také dálkově nahrávat nebo rušit uživatele bezkontaktních karet.

Tato inovace přinesla nejen dispečerům výborný přehled o pohybu osob na vzdálených objektech.



Obr. 8.41 Zapojení čtečky do PLC [24]



Obr. 8.42 Pohled na čtečku RFID vedle touch panelu [24]

8.2.7 Pilíř a rozváděč

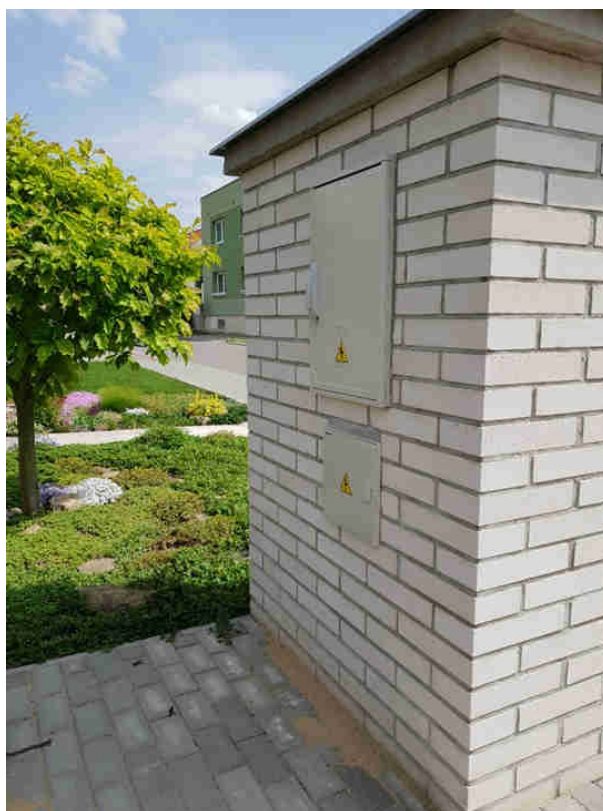
Při hledání jak nejlépe vyrobit pilíř pro elektrotechnologii ČSOV bylo vycházeno z těchto požadavků:

- nepřístupné ovládací prvky z venkovního prostředí,
- bytelné antivandal provedení,
- dlouhá životnost s minimální potřebou údržby,
- co nejmenší rozměry s možností integrovat elektroměrový sloupek,
- estetické provedení,
- přístup k zásuvkám 400V a k připojení náhradního zdroje.

Pro ČSOV Vracov Mlýnská, bylo zvoleno řešení z bílých cihel (uprostřed ulice rodinných domů). Vzhledem ke snaze zajistit co nejmenší výšku pilíře, bylo zvoleno otevírání hlavních pozinkovaných dveří do boku. Zde se nabízelo ještě řešení s otvíráním nahoru (viz), ale znamenalo by to zvýšení pilíře o cca 15 cm. Za pilířem se nachází malý obchod a touto úpravou by byl ještě více stíněn. Nicméně otevírání nahoru zajišťuje krytí pracovníka při menším dešti nebo sněžení, zvláště pokud provádí servisní úkon na elektrozařízení. Materiál hlavních dveří mohl být řešen ještě komaxitovaným plechem nebo nerezovým plechem. Komaxit se však dlouhodobě neosvědčil a nerez je příliš drahý.



Obr. 8.43 Nový pilíř zepředu [10]



*Obr. 8.44 Nový pilíř ze zadu s elektroměrem
a hlavními pojistkami. [10]*



Obr. 8.45 Variantní řešení otevírání, které nebylo možné použít. [10]

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo ukázat, že je možné nalézt a realizovat inovace ve vodárenských technologiích. Z mnoha typů vodárenských objektů byla vybrána čerpací stanice odpadních vod. V této práci je popsán její stav před rekonstrukcí a po rekonstrukci. Investiční prostředky na tuto rekonstrukci zajistila společnost Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s.

V první teoretické části byly představeny paradigmaty, se kterými jsou dnes stále projektovány a realizovány podobné technologické celky. Z hlediska MaR bývají nevhodně instalovány limitní snímače hladiny a ultrazvukové snímače pro kontinuální měření hladiny. Z hlediska automatického řízení bývají nasazovány programovatelná relé a GSM sms hlásiče poruchových stavů. Tato řešení jsou vhodná pro provozování několika malých objektů. Pro dispečerský dohled nad kanalizační sítí čítající více jak 100 objektů je takové řešení zcela nevyhovující. Také provedení rozvaděčů bývá z hlediska robustnosti, bezpečnosti a životnosti nevyhovující.

V druhé praktické části byl popsán výchozí stav čerpací stanice odpadních vod Vracov ČS4 Mlýnská. Po 20ti letech došlo k téměř rozpadu plastového pilíře a stále množící poruchy na elektrické výzbroji si vyžádali celkovou rekonstrukci elektrotechnologické části. Úspěšná realizace této akce vyžadovala vybrat správná řešení ve všech výše zmiňovaných oblastech, jako je MaR, ASŘ, telemetrie, EZS a provedení rozváděče. Po výběru řešení bylo třeba pověřit vybrané firmy, aby řešení mohla být zpracována do projektové dokumentace, aby byly napsány nové komunikační drivery, aby byly předem připraveny algoritmy řízení, aby byl správně připravený projekt pro stavbu pilíře a vizualizace poskytla maximum možného pro ergonomii a bezpečný vzdálený dohled nad objektem.

Na realizaci této rekonstrukce bylo vynaloženo více úsilí, práce i finančních prostředků, než na jiných srovnatelných akcích. Na druhou stranu vývoj driverů a čas strávený hledáním nových technologií, se při realizaci další rekonstrukce již nebude opakovat. ČSOV Vracov Mlýnská ukázala novou cestu, která se pro společnost Vodovody a kanalizace Hodonín, a.s. stala standardem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] NIVELCO BOHEMIA S.R.O., „Produkty>Spínače hladin>Plastové plovákové s kabelem>NIVOFLOAT NL,“ 15 04 2018. [Online]. Available: <https://nivelco.com>.
- [2] NIVELCO BOHEMIA S.R.O., „Produkty>Snímače hladin>Ultrazvukové integrované>EasyTREK pro kapaliny,“ 18 04 2018. [Online]. Available: www.nivelco.com.
- [3] NIVELCO BOHEMIA S.R.O., „Produkty>Snímače hladin>Hydrostatické>NIVOPRESS N,“ 18 04 2018. [Online]. Available: www.nivelco.com.
- [4] ELA, spol. s r. o., „Ke stažení>Magneticko - indukční průtokoměr>C_MQU_manual.pdf,“ [Online]. Available: www.elabrno.cz.
- [5] SIEMENS s.r.o., „LOGO! Příručka,“ SIEMENS s.r.o., kancelář Brno, Brno, 2002.
- [6] Siemens, s.r.o., „presentation_logo_2004_cz.ppt,“ 2004.
- [7] Siemens s.r.o., „prezentace_logo8_2014_cz.pdf,“ 2014.
- [8] Siemens, s.r.o. 2014. Rakušan Ondřej, „Prezentace LOGO! 8,“ 2014.
- [9] Mitsubishi Electric Europe B.V., „mitsubishi alpha beginners manual.pdf“.
- [10] M. P. Novotný, *Podklady pro bakalářskou práci*.
- [11] Gemalto M2M GmbH, „Datasheet_cinterion-mc55iT,“ 81541 Munich.
- [12] Český telekomunikační úřad, „všeobecné oprávnění č. VO-R/10/11.2016-13 k využívání rádiových kmitočtů a k provozování zařízení krátkého dosahu,“ Praha, 2016.
- [13] Racom s.r.o., „Úvod / Produkty / Radiomodemy / RE400 / Návod RE400,“ [Online]. Available: <http://www.racom.eu/cz/products/m/re400/>. [Přístup získán 25 04 2018].
- [14] Smart-Con s. r. o., „Rádiový datový modem CDA70 Uživatelský manuál,“ Smart-Con s. r. o., 2018.

- [15] J. Socha, *Návod k obsluze a údržbě telemetrického zařízení SHW REPORT*, Pardubice, 1996.
- [16] Moravské přístroje a.s., „Hlavní stránka -> Produkty ->Programový systém Control Web,“ [Online]. Available: <http://www.mii.cz/>. [Přístup získán 23 05 2018].
- [17] VAE CONTROLS Group, a.s., „Vodárenství -> Telemetrické SCADA systémy,“ [Online]. Available: <http://www.vaecontrols.cz/cs/obsah/vodarenstvi>. [Přístup získán 28 04 2018].
- [18] MICROSYS, spol. s r.o., „Produkty -> Co je PROMOTIC,“ [Online]. Available: www.promotic.eu. [Přístup získán 23 05 2018].
- [19] GEOVAP, spol. s r. o., „Produkty,“ [Online]. Available: www.reliance-scada.com/cs. [Přístup získán 23 05 2018].
- [20] TEDIA® spol. s r. o. , „Produkty ->Control Web,“ [Online]. Available: <http://www.tedia.cz/produkty/controlweb.html>. [Přístup získán 23 05 2018].
- [21] VAE CONTROLS s.r.o., „Vodárenství -> Systém SCADA SCX6,“ 1 04 2018. [Online]. Available: http://www.vaecontrols.cz/files/documents/products/33/scx6_cs.pdf.
- [22] P. P. Richard Jaroš, Nejen kruhy. Vizualní přístupy v zobrazování dat a informací., Vysoká škola uměleckoprůmyslová v Praze, 2017.
- [23] C. Doc. PhDr. Vladimír Spousta, Vizualizace vybraných problémů hraničních pedagogických disciplín, Brno: Masarykova univerzita, pedagogická fakulta., 2010.
- [24] Redis spol. s r.o., „Rekonstrukce ČS Vracov - Mlýnská, Elektrotechnologická část,“ 2017.
- [25] Elektra Cheb s.r.o., „LTE Hardware -> LTE Modemy -> TELTONIKA RUT950 Profesionální Modem/Router,“ [Online]. Available: www.lte-unas.cz/. [Přístup získán 23 05 2018].
- [26] B. Mann, C pro mikrokontroléry: ANSI-C, kompilátory C, spojovací programy - linkery, práce s ATMEL AVR a MSC-51, příklady programování v jazyce C, nástroje pro programování, tipy a triky, Praha: BEN-technická literatura, 2003.

- [27] J. Catsoulis, Designing embedded hardware, Sebastopol: CA: O'Reilly, 2005.
- [28] J. Pinker, Mikroprocesory a mikropočítače, Praha: BEN - technická literatura, 2004.
- [29] L. Šmejkal a M. Martinásková, PLC a automatizace 1.díl 1.vyd, Praha: BEN - technická literatura, 1999.
- [30] M. Barr a A. J. Massa, Programming embedded systems, Sebastopol: O'Reilly 2nd ed., 2006.
- [31] M. Martinásková a L. Šmejkal, Řízení programovatelnými automaty II. Vyd.1, Praha: ČVUT Strojní fakulta, 2000.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

VDJ	Vodojem.
ČSOV	Čerpací stanice odpadních vod.
ČS	Čerpací stanice
UV	Úpravna vody
SCADA/HMI	Supervizní řízení a sběr dat/ rozhraní člověk- stroj
PLC	Programmable Logic Controller (programovatelný automat)
HART	Higway Adresable Remote Transducer
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
UZ	Ultrazvuk.
ATS	Automatická tlaková stanice
LTE	Long Term Evolution (technologie pro vysokorychlostní internet)
WAN	Wide Area Network (rozsáhlá síť)
ČSN EN	České technické normy a převzaté evropské normy
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
VPN	Virtuální privátní síť
LAN	Local Area Network (lokální síť)
OPC	Ole For Process Control protokol pro jednotné komunikační rozhraní

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1: Plovákový spínač [1]	11
Obr. 1.2 Ultrazvukový snímač hladiny od fy NIVELCO [2]	12
Obr. 1.3 Hydrostatický ponorný snímač hladiny [3]	14
Obr. 1.4 Princip magneticko-indukčního snímače [4].....	15
Obr. 2.1 LOGO! SIEMENS (starší verze z r. 2004) [6]	18
Obr. 2.2 Vývojové prostředí SIEMENS LOGO! [7]	18
Obr. 2.3 SIEMENS LOGO! 8.....	19
Obr. 2.4 Mitsubishi Alpha 2 [9].....	20
Obr. 2.5 Programování Mitsubishi Alfa 2 [9].....	21
Obr. 3.1 Připojení GSM modemu k MiniPLC [10]	22
Obr. 3.2 Modem Cinterion MC55i [11].....	23
Obr. 3.3 Použití transparentních radiomodemů [10]	24
Obr. 3.4 Transparentní radiomodem Racom RE400 [13].....	25
Obr. 3.5 Radiová síť řízená pomocí RET a komunikačním protokolem [10]	26
Obr. 3.6 Radiomodem CDA70 fy Smart-CON [14].....	26
Obr. 3.7 Telemetrická stanice SHW Socha s radiomodemem TTX10 fy Radom. [10]	29
Obr. 3.8 Příklad SCADA - Control Panel z roku 1992 [16].....	29
Obr. 3.9 Telemetrická stanice TSY 24.2 od fy Serck Controls (dnes Schneider Elektrick) [17]	30
Obr. 3.10 PLC Resat03 a radiomodem CDA70 [10].....	31
Obr. 3.11 GSM telemetrická síť s jedním MASTER modemem a SLAVE modemy umístěnými na vzdálených objektech [10].....	32
Obr. 3.12 Připojení vzdálených stanic do GSM sítě a SCADA pomocí přístupového bodu [10]	33
Obr. 4.1 Promotic – příklad vizualizace [18].....	35
Obr. 4.2 Reliance – příklad vizualizace [19]	36
Obr. 4.3 Control Web – příklad vizualizace [16]	38
Obr. 4.4 Grafické rozhraní připojených stanic (různými protokoly a přenos. cestami) v průzkumníku SCADA Retos.net [10]	41
Obr. 4.5 Příklad modulu ViewX pro tvorbu vizualizace [21]	43

Obr. 5.1 Příklad 2D Retos.net schématická vizualizace s realistickými prvky pohonů. [10]	46
Obr. 5.2 Příklad 2D Retos.net vizualizace s realistickým pozadím (fotografie) a realistickým zobrazením pohonů a jímky. [10].....	47
Obr. 5.3 Příklad 2D SCX6 vizualizace s realistickými prvky [10].....	47
Obr. 7.1 Příklad plastového pilíře pro technologii, elektroměrového pilíře (vlevo) a stožáru s anténou pro telemetrii ČSOV. [10]	49
Obr. 7.2 Pohled do otevřeného rozváděče ČSOV (jedno čerpadlo) [10]	50
Obr. 7.3 Příklad zděného pilíře (neobsahuje telemetrii) [10]	50
Obr. 7.4 Ovládací prvky a vnitřní výzbroj rozváděče (bez telemetrie) [10].....	51
Obr. 8.1 Technologické schéma ČSOV Vracov Mlýnská [10]	53
Obr. 8.2 Pohled na reléové vybavení ČSOV vč. rovodnice s výzbrojí pro telemetrii SHW data [10].....	54
Obr. 8.3 Vizualizace ČSOV [10].....	55
Obr. 8.4 Pohled na plastový pilíř rozváděče [10]	56
Obr. 8.5 PLC S7-1200 [10].....	58
Obr. 8.6 Vyhodnocení napájení ČSOV – silové zapojení. [24].....	62
Obr. 8.7 Vstupy a výstupy pro vyhodnocení napájení a dálkové ovládání ČSOV [24]	62
Obr. 8.8 Signalizace aut. režimu a blokace ČSOV [10]	63
Obr. 8.9 Provoz / servis [10].....	64
Obr. 8.10 Nastavování parametrů na touch panelu a na vizualizaci centrálního dispečinku [10].....	65
Obr. 8.11 LTE router RUT 950- obsah balení [25]	67
Obr. 8.12 LTE router RUT 950 v rozvaděči [10]	67
Obr. 8.13 Binární vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10]	69
Obr. 8.14 Analogové vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10].....	69
Obr. 8.15 Počítané binární vstupy ČSOV před rekonstrukcí [10]	69
Obr. 8.16 Stávající vizualizace ČSOV [10].....	70
Obr. 8.17 Binární vstupy rekonstruované ČSOV [10].....	71
Obr. 8.18 Analogové vstupy rekonstruované ČSOV [10].....	72
Obr. 8.19 Binární výstupy rekonstruované ČSOV [10].....	72
Obr. 8.20 Počítané binární vstupy rekonstruované ČSOV [10]	72
Obr. 8.21 Analogové výstupy rekonstruované ČSOV [10].....	73

Obr. 8.22 Nová vizualizace kombinující realistickou a schematickou metodu 2D [10]	73
Obr. 8.23 Kóty ve vizualizaci rekonstruované ČSOV [10]	74
Obr. 8.24 Zobrazení stavu napájení rekonstruované ČSOV [10]	75
Obr. 8.25 Zobrazení poruchy napájení v rekonstruované ČSOV [10]	75
Obr. 8.26 Zobrazení stavu čerpadel rekonstruované ČSOV [10]	76
Obr. 8.27 Nastavování parametrů rekonstruované ČSOV [10]	76
Obr. 8.28 Konfigurace nové stanice v RetosNET [10]	77
Obr. 8.29 Konfigurace procesních veličin v RetosNET [10]	78
Obr. 8.30 Vložení „TEST“ před název stanice [10]	78
Obr. 8.31 Archivace procesních veličin rekonstruované ČSOV [10]	79
Obr. 8.32 Vytváření a konfigurace grafů v RetosNET [10]	80
Obr. 8.33 Nastavení zobrazení veličiny v alarmovém deníku [10]	81
Obr. 8.34 Kreslicí plocha WMag v RetosNET [10]	82
Obr. 8.35 Animace hladiny [10]	83
Obr. 8.36 Animace hladiny – pozice a barva [10]	84
Obr. 8.37 Pohled na hlavní vrstvu vizualizace ČSOV [10]	85
Obr. 8.38 Konfigurace maker v prostředí WMag [10]	86
Obr. 8.39 Vrstvy tvořící vizualizaci [10]	86
Obr. 8.40 Hlavní menu ve vizualizaci ČSOV [10]	86
Obr. 8.41 Zapojení čtečky do PLC [24]	87
Obr. 8.42 Pohled na čtečku RFID vedle touch panelu [24]	88
Obr. 8.43 Nový pilíř zepředu [10]	89
Obr. 8.44 Nový pilíř ze zadu s elektroměrem a hlavními pojistkami. [10]	89
Obr. 8.45 Variantní řešení otevírání, které nebylo možné použít. [10]	90

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Barvy v elektrotechnice dle ČSN EN 60204-1 ed2	45
Tabulka 2: vyhodnocení napájení objektu [10]	61