

# ASŘ a provozování vodárenských objektů

Ing. Oldřich Hladký, Ing. Radovan Hromádka  
VAE CONTROLS, s.r.o., nám. Jurije Gagarina 1, 710 00 Ostrava

## Úvod

Na předcházejících dvou konferencích VODA ZLÍN byly předneseny příspěvky, které se zabývaly předprojektovou přípravou, projektováním automatizačních systémů řízení vodárenských objektů a jejich uváděním do provozu.

Tento příspěvek je zaměřen na provoz vodárenských objektů, u nichž byla provedena celková rekonstrukce podle zásad uvedených v [1] a instalován místní řídicí systém. Významnou vlastností většiny takových systémů je možnost jejich dálkového spojení s nadřazeným řídicím systémem na vodárenském dispečinku. Tím je umožněno využití technologických dat uložených v databázi pro optimalizaci funkcí vodárenských objektů již v období uvádění objektů do provozu. Další využití technologických dat představuje propojení s podnikovým informačním systémem, který poskytuje řízení vodárenských objektů a celé vodárenské soustavy na kvalitativně vyšší úrovni. Dosažení takového stavu je snadnější v případě předem stanoveného záměru promítnutého od počátku do projektové dokumentace.

## Celková rekonstrukce vodárenských objektů

Samotná instalace místního řídicího systému a jeho komunikace s vodárenským dispečinkem nezajistí v žádném případě plnou funkčnost všech rekonstruovaných objektů. Pro správnou a dlouhodobě spolehlivou činnost vodárenského objektu je potřebné rovněž zajistit správnou funkci části technologické a elektrotechnické. To se neobejde zpravidla bez jejich rekonstrukcí. V případě významných vodárenských objektů, jakými jsou na příklad velké čerpací stanice, to bylo nezbytné. U malých vodárenských objektů nebyly vcelku problémy s celkovou rekonstrukcí z důvodu malého počtu technologických prvků a s tím spojených nižších investičních nákladů.

Potvrdil se předpoklad, že častou příčinou neúplných rekonstrukcí vodárenských objektů bývají nejen ekonomické důvody vodárenské společnosti, ale i fakt, že o rozsahu rekonstrukce objektu rozhodují převážně pracovníci útvarů zabývajících se ve vodárenských společnostech problematikou ASŘ. Ti mohou, v případě některých objektů, podcenit význam návazností mezi částmi technologie, elektrotechnické a ASŘ.

Navíc v současné době stále neexistuje právní předpis určující rozsah a obsah projektové dokumentace pro realizaci stavby vodárenských objektů zahrnující také část automatizovaného systému řízení. Ani z programu prací technické komise CEN/TC 164 nevyplývá zatím vydání evropské normy týkající se úpraven vod. Existence takové normy včetně části „Automatizovaný systém řízení“ by rozhodně přispěla k vypracování náležité projektové dokumentace. Na rozdíl od toho byla vydána norma EN 12255-12:2003 pro čistírny odpadních vod a stokové sítě mající status české technické normy. Úplnost a srozumitelnost uvedené normy jsou jejími význačnými znaky. Bude-li vydána v přiměřené lhůtě obdoba normy také pro úpravny vody a další vodárenské objekty, získá tím příprava těchto staveb nesporně na kvalitě projevující se v úplnosti projektové dokumentace. Úplná projektová dokumentace v části specifikující řídicí systém včetně využití jeho databáze zmenšuje účinně prostor pro dodatečnou a neuváženou „tvořivost“.

## **Technické prostředky ASŘ a řízení vodárenských objektů**

Specifikace technických prostředků pro řízení vodárenských objektů byla dána projektovou dokumentací částí ASŘ, částí měření a regulace (MAR) a částí rozvodu silnoproudu.

Pro rekonstrukci řídicího systému vodárenských objektů byly navrženy standardní programovatelné automaty s problémově orientovaným programovým vybavením. Byly ponechány přiměřené rezervy na vstupně/výstupní signály pro jejich rozšíření v případě dílčích změn technologie. Pro měření neelektrických veličin byly navrženy a také nainstalovány spolehlivé a dlouhodobě provozně odzkoušené typy přístrojů MAR. Elektrická zařízení na objektech (vodojemy) bez možnosti připojení na síťové napětí jsou napájena z akumulátorové baterie s doplňováním energie ze solárních panelů. Údaj o stavu baterie je přenášén na dispečink.

Dispečerské pracoviště bylo vybaveno standardním výkonným PC, velkoplošnými displeji a kvalitními tiskárnami zajišťujícími optimální podmínky pro dispečerský způsob řízení vodárenských objektů. Od toho se odvíjel i požadavek na vypracování programů pro automatické řízení jednotlivých objektů.

Pro přenos technologických dat a informací z vodárenských objektů na vodárenský dispečink byly zvoleny standardní technické prostředky, zaručující spolehlivou komunikaci prostřednictvím rádia. U vodárenských objektů s nízkou četností přenosů bylo využito datového přednosu mobilního operátora (GSM).

## **Přenosy technologických dat a jejich skutečné využití**

K lepší představě o přenosu technologických dat (výšky hladin, celkové a okamžité průtoky, tlaky, spotřeba elektrické energie) pro řízení a monitorování velkého počtu vodárenských objektů může posloužit stručný rozbor požadavků na rádiovou síť společnosti VAK Jižní Čechy. Náročnost celkového řešení přenosu a značné pořizovací náklady vyvolávají potřebu uvážené volby všech použitých prostředků, určení způsobu zpracování a dalšího využití technologických dat. Právě rozsáhlost rádiové sítě a její uspořádání si zaslouží větší pozornost.

Základními parametry rádiové sítě jsou: počet koncových bodů (vodárenských objektů) je přibližně 250, doba na obvolání všech bodů asi 3 minuty, typická délka dat 20 Byte v obou směrech, komunikační protokol a komunikační rychlost (115 200 b/s). Parametrem určujícím obvolání všech bodů je doba odezvy, tj. součet všech časů průchodu signálu rádiovým kanálem včetně retranslací, zpracování signálu v řídicím systému a přídatných časů. Doba odezvy je dána přenosovou rychlostí a počtem přenášených dat. Každá retranslace znamená jisté prodloužení doby přenosu rádiovým kanálem. Většina stanic, vzhledem k členitosti terénu v uvedené lokalitě je připojena k vodárenskému dispečinku přes jednu nebo více retranslačních stanic a tím se úměrně prodlužuje doba odezvy, kterouže třeba zvýšit o rezervu na opakování při nepříznivých podmínkách šíření signálu. Z uvedených skutečností vyplývá také počet (3) použitých vysílacích kmitočtů, s čímž je přímo spojena výše pravidelných poplatků Českému telekomunikačnímu úřadu.

Využití technologických dat ukládaných do databáze na vodárenském dispečinku je vždy dáno konkrétní potřebou. Není-li poptávka po uložených datech, není potom ani motivace pro jejich poskytování. Proto je nutné, aby projekt ASŘ obsahoval také způsob dalšího využití dat [2]. Dosavadní praxe u vodárenských společností se zatím vyznačuje přijímáním opatření k dalšímu využití uložených dat převážně až po

dokončení vodárenského dispečinku nebo v průběhu jeho dokončování. Tato skutečnost patrně přímo souvisí s postupujícím seznamováním se příslušných pracovníků odběratele s vlastnostmi a možnostmi dodaných technických a programových prostředků řízení. Nespornou výhodou takového postupu je, že jsou stanovovány cíle na základě již odůvodněných potřeb společnosti a jsou předem vylučovány méně důležité.

Dokladem toho může být i následující příklad společného využívání dat dvěma vodárenskými společnostmi. Záměrem provozovatele dispečinku bylo využití dat v rámci vlastní vodárenské i kooperující vodárenské společnosti. Splnění tohoto cíle bylo podmíněno vybudováním dvou dispečinků (s vlastními databázemi) propojených mikrovlnným spojem a ukládáním dat pro společné využití do jedné, společné databáze (ORACLE). Dlužno říci, že takový postup byl vyvolán rozdílnými vlastnickými vztahy. Z této koncepce vyplývá i poněkud rozdílný způsob přístupu k datům a jejich dalšího použití.

Vodárenský dispečink ve vlastní společnosti obstarává automatické řízení objektů s cílem zabezpečení dodávky vody, zajišťuje opravy a náhradní zásobování. Jeho pověřeni pracovníci zodpovídají za správné nastavení čidel, archivování, zabezpečení a zálohování dat. K jejich pracovní náplni patří snižování ztrát ve vodovodní síti, sledování kvality vody a snižování energetické náročnosti při distribuci vody k odběratelům. Účelu vodárenského dispečinku odpovídá i vzhled mimik umožňující rychlý přehled o stavu objektů. Představy o funkci vodárenských dispečinků se v jednotlivých společnostech odvíjejí od prvotního zaměření, kterým bylo čerpání do vodojemů. Všeobecnou strategií bylo prioritní zajištění dodávky vody do vodovodní sítě.

Pracovníkům provozu slouží zúžený pohled na objekty, které má ve správě. K tomu jsou potřebné tyto údaje: množství dodávané vody za 24 hodin, průběhy průtoků v čase, noční minima, tlaky na výtlaku a kvalita vody. Tyto údaje slouží k odhalení poruch, jejich příčin a co nejrychlejšímu odstranění. Při sledování provozu vodovodní sítě za účelem zjišťování úniků se vychází z maximální hodnoty průtoků a hodnoty nočních minim. Tomu předchází vytvoření bilančních uzlů vycházející z rozdělení vodovodní sítě na úseky. Ke splnění všech požadavků provozu je nutné provést na vodárenském dispečinku export (přenos vybraných dat) dat z řídicího systému a umožnit přístup k datům prostřednictvím standardních prostředků ( klient, Explorer). Objevuje se současně požadavek, aby mimiky pro potřeby provozu obsahovaly i grafy průtoků, množství, minim a trendy těchto údajů. Diskuse mezi odběratelem a dodavatelem na toto téma dosud probíhá.

Požadavky na data využívané v kooperující společnosti sdružující více vlastníků vodárenské infrastruktury jsou rozdílné. Je to dáno počtem vodárenských objektů vlastníků, znalostí systému řízení (jeho možností), potřeb aj. Také zde se častěji objevují požadavky na využívání dat vodárenského dispečinku pro snižování ztrát ve vodovodních sítích, případně snižování měrné spotřeby elektrické energie ( $\text{kWh/m}^3$ ) při čerpání na vodojem. Je možno prohlásit, že požadavek na měření a zpracování právě této veličiny je ve vodárenských společnostech, u provozovatelů a vlastníků infrastruktury stále častější. Jedná se většinou o měření celkové spotřeby elektrické energie vodárenského objektu, ale je možné uvést také příklad čerpací stanice, kde je prováděno měření na jednotlivých hlavních pohonech.

## Praktické výsledky dosažené rekonstrukcí objektů

Hlavními důvody zavádění automatizace vodárenských objektů podle [1] bylo:

- odstranění těžké fyzicky, zdravotně závadné a monotónní práce
- zvýšení produktivity práce a účinnosti zařízení
- zvýšení kvality a rychlosti řízení
- úspora elektrické energie a vstupních surovin (chemických látek)
- optimalizace provozu vodohospodářské soustavy
- zvýšení využití technologických informací pro další uživatele (útvary vodárenské společnosti, kooperujících společností, dálková diagnostika a technická podpora dodavatelů systémů)

Odstranění těžké fyzicky, zdravotně závadné a monotónní práce bylo dosaženo samotným začleněním všech vodárenských objektů do automatického systému řízení prostřednictvím dispečinku. Vizualizace procesů pomocí mimik na monitoru vodárenského dispečinku je provedena se zřetelem k dispečerskému způsobu řízení a napomáhá spolu se systémem alarmů a hlášení nadlimitních stavů ke zmenšování nepříznivých vlivů na obsluhu způsobených monotónností práce.

Zvýšení produktivity práce bylo dosaženo vybavením všech vodárenských objektů prostředky řízení a dálkového přenosu dat důsledně podle projektové dokumentace. Automatizace vodárenských objektů přispěla ke spolehlivosti instalovaných strojních zařízení v důsledku jejich průběžného sledování. Umožnila rychlé zjištění poruchy a její odstranění. Vytvořila předpoklady pro zavádění způsobů předcházení poruch.

Zvýšení kvality a rychlosti řízení je jednoznačně spojeno s nasazením výkonných prostředků řízení v reálném čase a specializovaného, problémově orientovaného, uživatelského prostředí. Dodaný řídicí systém dovoluje ještě další zvýšení obou parametrů, neboť současné požadavky zdaleka nedosahují systémových možností. Podklady pro uživatelské programování každého vodárenského objektu byly uvedeny v technické zprávě projektové dokumentace ASŘ. Důležitou složkou návrhu dispečerského pracoviště byla technologická schémata.

Úspora elektrické energie a surovin (chemických látek) nepatří vždy k prioritám, ke kterým vodárenské společnosti obrací pozornost už při formulování záměru a přípravě podkladů pro projektovou dokumentaci. Jen pomalu jsou zaváděna na příklad opatření pro sledování nákladů na elektrickou energii (  $\frac{1}{4}$  hod.maximum). Sledování dlouhodobé spotřeby surovin nebývá vodárenskými společnostmi stále požadováno, ačkoliv to řídicí systém umožňuje prostřednictvím klávesnice.

K optimalizaci provozu vodárenské soustavy bylo přistoupeno bezprostředně po uvedení většiny objektů do provozu. V první etapě byla provedena optimalizace funkcí jednotlivých objektů. Spočívala v kontrole a seřízení čidel a akčních členů části měření a regulace v návaznosti na příslušné technologické části. V druhé etapě bylo postupně vytvářeno řízení jednotlivých objektů včetně všech vzájemných vazeb. Třetí etapa optimalizace představovaná vytvářením databáze vybraných veličin pro použití v dalších útvarech vodárenské společnosti není dosud ukončena. Po zkušenostech získaných ve více společnostech není možno předem stanovit ukončení tohoto procesu, který je závislý na mnoha okolnostech projevujících se ještě dlouho po předání díla dodavatelem ASŘ.

## **Obecné poznatky z rekonstrukcí vodárenských objektů**

Poznatky získané v průběhu etapové realizace velkého počtu rekonstruovaných vodárenských objektů ve společnosti VAK Jižní Čechy dovolují do určité míry jejich zobecnění.

Práce na projektové dokumentaci ASŘ zahrnovala projektovou přípravu, jejímž hlavní částí bylo zjištění skutečného stavu návštěvou všech vodárenských objektů a pořízení fotodokumentace s komentářem vztahujícím se k zamýšlené rekonstrukci technologické a stavební části. Dodržení tohoto postupu u každého z vodárenských objektů se při projektování ASŘ ukázalo později jako prospěšné. V budoucnu by se mohla fotodokumentace vodárenských objektů stát částí informačního systému společnosti.

Upozornění investora na všechny možnosti automatizace objektů probíhalo současně s prohlídkou, kterou prováděl projektant ASŘ. Byla tak zajištěna korekce záměrů investora dialogem zaměřeným i na možnosti integrace jednotlivých automatizačních úloh v rámci celkového řešení. Takový postup rychle a účinně vyjasňoval stanoviska zadavatele a dodavatele části ASŘ. Současně bral do jisté míry zřetel na zvyklosti obsluhy a místní podmínky provozu.

Při prohlídkách vodárenských objektů sloužila stávající dokumentace k doplnění vizuálního zjištění o provedení části MAR a rozvodu silnoprůdu. V případě několika objektů nebyla dokumentace v náležitém rozsahu projektantovi ASŘ k dispozici. Potřebné informace o zapojení elektrotechnických zařízení nebyli pracovníci provozu schopni poskytnout a skutečné provedení bylo nutno na místě zjišťovat.

Základní podmínka pro zpracování projektové dokumentace ASŘ, kterou je spolupráce se zpracovatelem části technologie, byla vždy splněna. Technolog byl autorem řešení, navrhoval a specifikoval technologické zařízení. Vypracoval technologické schéma s vyznačením vlastních měřících a regulačních okruhů, specifikoval ovládací agregáty a regulační akční členy. Stanovil ve spolupráci s projektantem ASŘ způsob ovládání jednotlivých agregátů. Zpracovatel projektu ASŘ vycházel potom již ze vzájemně dohodnutého řešení. Předcházelo tomu doplnění projektu o připomínky provozovatele a stvrzení doplnění projektu podpisem objednatele-provozovatele. Tento postup omezil na minimum pozdější připomínky a lze jej doporučit. Po vypracování technologických schémat a seznamu okruhů projektant ASŘ navrhl konkrétní prostředky procesní úrovně řízení.

Důležitou se ukázala spolupráce projektanta ASŘ s projektantem stavební části, který v úvodních konzultacích poskytl příslušné dispozice a dokumentaci stavebních úprav pro stanovení kabelových tras, umístění čidel a akčních členů, umístění sdružovacích skříní a rozvaděčů. Projektant ASŘ naopak vznášel požadavky na stavební profese. Týkaly se hlavně prací související s vedením kabelových tras a dalších speciálních požadavků ( měřící šachty) . Koordinace prací při výstavbě, hlavně větších objektů, probíhala ku prospěchu celkové rekonstrukce.

Jako užitečnou se už v samotném počátku ukázala a potvrdila spolupráce projektanta ASŘ, projektanta MAR a projektanta rozvodu silnoprůdu. Na čerpacích stanicích, na příklad, bylo realizováno měření nejen celkové spotřeby elektrické energie, ale i velkých spotřebičů ( motorů hlavních čerpadel). Takové řešení může mít význam pro sledování snižující se účinnosti hlavních čerpadel v důsledku opotřebení oběžných kol. Tato veličina, jejíž hodnoty jsou uloženy v databázi místního řídicího systému, není ještě zpracovávána. V současné době jsou však k dispozici údaje elektrických veličin, jako je celková spotřeba elektrické energie, účinník, ¼ hod.maximum a další. Podařilo se tím uskutečnit sledování spotřeby elektrické energie na vyšší úrovni než bývá obvyklé.

## **Změny v projektové dokumentaci a jejich evidenci**

V průběhu rekonstrukcí a uvádění vodárenských objektů do provozu byly veškeré změny týkající se ASŘ zaznamenávány přímo na stavbě pracovníky dodavatele, kteří prováděli montáž řídicího systému. Změny byly provedeny pouze v jednom parě projektové dokumentace. Se změnami byl projektant ASŘ seznamován už v průběhu hledání nových řešení (zapojení přístrojů, změna typu přístrojů, doplnění čidel aj.) a změny předběžně nebo dodatečně schvaloval.

O všech změnách, které se jakýmkoliv způsobem dotýkaly dalších dodavatelů, byli příslušní pracovníci informováni na kontrolních dnech. Pracovníci stavebního dozoru odběratele byli spraveni o důvodech změn. Zápisem do stavebního deníku spolu se stručným popisem byly změny evidovány. Uvedeným způsobem bylo postupováno i u změn způsobených chybami v projektové dokumentaci ASŘ (nesprávné označení svorek, číslování kabelů, zapojení převodníků apod.).

Pro veškerou dokumentaci vztahující se ke všem vodárenským objektům platí, že odběrateli musí být předáno v závěru stavby skutečné provedení projektové dokumentace. Způsob její archivace u odběratele musí zajistit, aby byla neomezeně k dispozici především určeným pracovníkům provozu, ale i servisním pracovníkům dodavatelů.

## **Závěr**

Kvalitní provedení rekonstrukcí vodárenských objektů je v první řadě podmíněno úplnou projektovou dokumentací. Její část Automatizovaný systém řízení musí obsahovat také způsoby využití databáze technologických veličin pro využití v dalších útvarech společností. Dosavadní poznatky z rekonstrukcí objektů prováděných v současnosti nepotvrzují jednoznačně předcházející prohlášení.

Žádoucí obrat nastane, bude-li ASŘ uvažován již v počátečním stádiu navrhování všech procesů spojených s vodárenskými objekty a jejich řídicím systémem. Příklady ztotožňující se alespoň částečně s tímto stanoviskem jsou uvedeny v příspěvku.

## **Literatura**

- [1] Hladký, O., Hromádka R.: Vodohospodářské objekty a projektování ASŘ, sborník přednášek VODA ZLÍN 2003
- [2] Hladký, O., Hromádka R.: Využití a úloha vodárenského dispečinku, SOVAK, Provoz vodovodních a kanalizačních sítí, sborník referátů Hradec Králové 2004