

# Ztráty vody a vodárenský dispečink

OLDŘICH HLADKÝ

## Klíčová slova

Snížování ztrát vody, vodovodní síť, analýza ztrát vody, komplexní opatření pro snížení ztrát vody, řízení tlaku, algoritmus řízení, řídicí objekt, řízený objekt, realizace objektů, vodárenský dispečink.

## Souhm

Ke snížování ztrát vody ve vodovodní síti je vždy nutno přistupovat jako k několika komplexním opatřením postupně realizovaným. Jsou to: analýza stávající vodovodní sítě, rekonstrukce sítě představující zvětšení profilů a výměnu částí poškozeného potrubí, určení tlaků a odběrů v exponovaných místech vodovodní sítě, stanovení způsobu měření a regulace tlaku plynule říditelným ventilem, vypracování řídicího systému, zpracování projektu řízení, výstavba řídicích a řízených objektů a jejich začlenění do již existujícího vodárenského dispečinku.

Dosažení snížení ztrát ve vodovodní síti a jejich trvalého udržení je v prvé řadě otázkou dlouhodobé koncepce vycházející z poznání stávajícího stavu a následných opatření.

Na návrhu a realizaci těchto opatření se postupně podílejí různá pracoviště. Výsledný účinek všech opatření bude odvislý od dobré koordinace navazujících činností. Kvalita projektová dokumentace celého díla je přitom podmínkou úspěchu při realizaci.

## Řízení tlaku ve vodovodní síti

V případě diskutované vodovodní sítě je městská zástavba pod vysokým hydrostatickým přetlakem a přetlaky v nejnižší části vodovodní sítě vyvolávají v nočních hodinách zvýšené úniky vody [1].

Z této skutečnosti vycházelo též zadání předložené objednatelem, který požadoval:

- získání přehledu o stavu vodovodní sítě včetně velikosti průtoků v určených částech vodovodní sítě
- snížení ztrát snížením tlaku vody plynule řízeným ventilem

Na začátku prací byl proveden klasický přepočítání vodovodní sítě města. Pro její popis bylo zvoleno počítačové zobrazení tlakových izolinií. Dále byla vodovodní síť rozdělena na okrsky a stanoveny podmínky pro řízení vstupních tlaků.

V tomto období byla rovněž zahájena rekonstrukce částí sítě zahrnující výměnu poškozeného potrubí a použití potrubí větších průměrů.

## Podmínky pro řízení vstupních tlaků

Pro řízení vstupních tlaků byly objednatelem stanoveny výchozí podmínky [2]:

- omezení přetlaků v nízko položených částech města musí být zajištěno strojními regulačními prvky
- porucha zařízení pro řízení tlaku nesmí způsobit přerušení dodávky vody do města
- řízení tlaku nesmí být ovlivněno kolísáním tlaku ve výtlačku z jímacích území na vodojemy způsobeného zapínáním a vypínáním čerpacích stanic

Na tyto podmínky reagoval zpracovatel projektu následným postupem:

- stanovením exponovaných míst vodovodní sítě (řídicí místa) na základě změn tlaku odpovídajících minimálním a maximálním odběrům vody
- výpočtem tlaků v řídicích místech v časovém intervalu 24 hodin
- stanovením míst, kde bude prováděno řízení (řízená místa) a stanovením velikosti tlaku v těchto místech

Na počátku realizace byla do výpočtu zahrnuta celá vodovodní síť se všemi okrsky (38). Ukázalo se však, že takový postup vede k nepřehlednému množství údajů a snižuje vypovídací schopnost výpočtu. V dalším byla proto použita jen kostra sítě, čímž se dosáhlo výrazného zjednodušení.

Potom byla přepočítána pouze kostra sítě. Přestože bylo počítáno jen s dvěma tlaky, v denním a nočním provozu, dosažené výsledky opět vedly k nejednoznačnému výkladu v každém okamžiku časového intervalu 24 hodin.

Použitelné výsledky přineslo až zjednodušení na 2 řízená místa s plynulou regulací tlaků a 2 řídicí místa.

## Realizace řízených a řídicích míst

Řízená místa byla vyprojektována jako armaturní šachty na hlavních řadech do města. Jsou situována v okrajových částech města. Zde na významu nabývá spolehlivé mechanické zajištění vstupu do podzemní šachty a dveří rozvaděče umístěného nad terénem.

Armaturní šachta obsahuje redukční ventil s měřením polohy jeho regulační části, snímač vstupního tlaku, průtokoměr na vstupu, snímač výstupního tlaku a průtokoměr. Sestava je doplněna uzavíracími ventily.

Řídicí místa jsou vyprojektována jako šachty vybudované u městských komunikací. Obě šachty jsou nedaleko centra města a každá z nich obsahuje snímač tlaku a průtokoměr. K uzavírání přívodu a odvodu vody slouží rovněž ventily. Vstupní poklady do podzemních šachet jsou opatřeny robustními zámky. Vnitřní prostor šachet je hlídán pohybovým čidlem. Dveře rozvaděče umístěného na úrovni terénu mají standardní zámky. Dveře rozvaděče jsou proti narušení vybaveny snímačem signalizujícím jejich pootevření.

## Ovládání řízených a řídicích míst

Po dokončení všech prací bylo přistoupeno k projektu ovládání řízených a řídicích míst. Projekt zahrnoval rozvod silnoprůdu včetně přípojek nn, měření a regulaci, místní řídicí systém, systém dálkového řízení a přenosu dat. Vodárenský dispečink byl v té době už v provozu.

Zařízení pro dálkové ovládání regulačních ventilů jsou uložena v elektrických rozvaděčích instalovaných v pilířích postavených na úrovni terénu. Mezi rozvaděčem a šachtou jsou položeny silové a signální kabely. V blízkosti pilíře s rozvaděčem stojí typizovaný stožár s anténou pro dálkový přenos.

Dálkové řízení regulačního ventilu a sběr dat zajišťuje koncová stanice stejná jako všechny stanice pracující pod vodárenským dispečinkem. Stanice jsou svými vstupy a výstupy připojeny k technologii.

## Řídicí systém

Slouží k vzájemnému řízení všech 4 objektů prostřednictvím stávajícího vodárenského dispečinku. Způsob řízení je dán řídicím systémem SCX SCADA na dispečinku určeným pro monitorování a dálkové řízení objektů. Základní vlastnosti řídicího systému jsou uvedeny v [3].

Algoritmus řízení je po všech provedených zjednodušeních také jednoduchý. Zajišťuje udržování konstantního tlaku na jednom z řídicích míst přes den. V noci je udržován konstantní tlak na odtoku z řízeného místa.

Ověření algoritmu řízení bylo první úlohou při odlaďování řídicího systému. Po konzultaci se zhotovitelem projektu technologické části a stanovení konečných rozmezí tlaku bylo možno přistoupit ke konfiguraci koncových stanic.

Koncové stanice v šachtách byly nejprve zprovozněny a ozkoušeny v ručním řízení. Zvláštní důraz při těchto zkouškách byl kladen na prověření zabezpečení šachet a rozvaděčů před neoprávněným vstupem.

## Vodárenský dispečink

Začlenění šachet pro řízení tlaku ve vodovodní síti mezi objekty stávajícího vodárenského dispečinku bylo předem zamýšleno. Provozovatel v době, kdy se rozhodoval o pořízení nového vodárenského dispečinku měl již konkrétní představu o jeho využití také pro snižování ztrát ve vodovodní síti.

V následujícím období po tom byly provedeny všechny práce související s přípravou šachet pro řízení tlaku a zpracován projekt automatického řízení prostřednictvím vodárenského dispečinku. Vzhledem k rozlehlosti vodovodní sítě ve městě, hustotě inženýrských sítí a značné vzdálenosti řízených a řídicích míst od sebe nepřicházel ani jiný prostředek řízení v úvahu.

Připojení objektů řízení tlaku k vodárenskému dispečinku bylo provedeno standardním způsobem a proběhlo téměř bez problémů. Vodárenský dispečink mohl bezodkladně začít plnit svoji rozšířenou funkci o úlohu plně automatického vzájemného řízení všech 4 objektů.

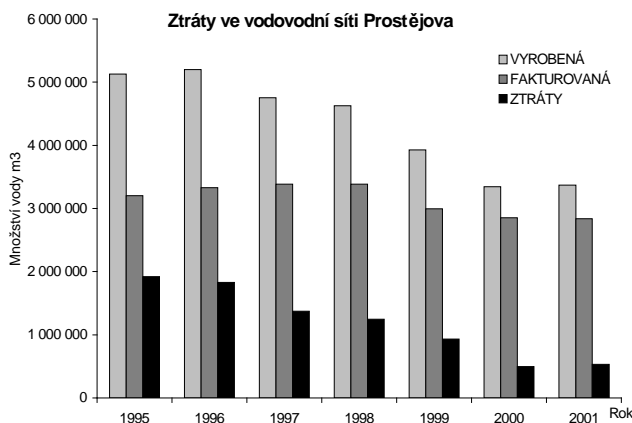
Dispečer může měnit vstupní parametry požadovaného tlaku a dobu po kterou bude tlak ve vodovodní síti snížen. Děje se tak na základě znalostí dlouhodobých tendencí spotřeby vody v průběhu dne. V ustálených podmínkách spotřeby pro to není zpravidla důvod a řízení je automatické.

Řídicí systém SCX SCADA umožňuje také vytvoření grafů s několika průběhy s libovolným vzájemným uspořádáním zvolených veličin. Volba časového měřítka grafu je možná v dostatečném rozpětí zahrnujícím sekundy až měsíce.

Grafy nacházejí značné uplatnění v období uvádění díla do provozu. Podle charakteru změn zaznamenaných veličin lze následně provádět optimální nastavení řídicího systému. K dalšímu využití grafů dochází při kontrolách funkce řídicího systému tlaku v provozu.

### Dosažené výsledky

V letech 1995 až 1998 prováděná rekonstrukce vodovodní sítě snížila ztráty o 10,5%. V roce 1999 byl uveden do provozu řídicí systém regulace tlaku, což představovalo v následujícím roce další snížení ztrát o 9%. Celkové snížení ztrát po všech provedených opatřeních je téměř 20 %. Graf ztrát v absolutních hodnotách je na obr.1.



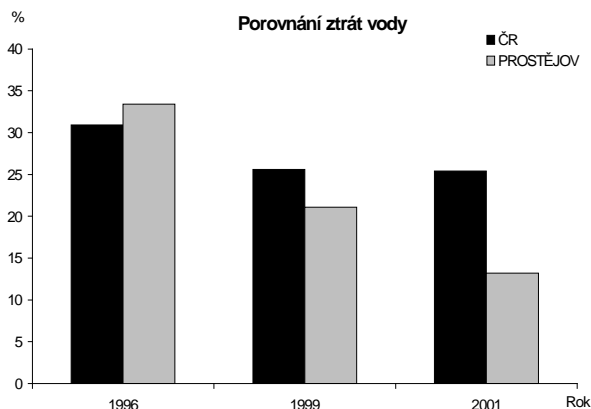
Obr.1. Ztráty ve vodovodní síti

Z grafu na obr.1. je zřetelný pokles ztrát vody ve vodovodní síti města. Ztráty jsou uvedeny v absolutních hodnotách. Obecně je přitom třeba vzít v úvahu skutečnost, že ztráty vody ve vodovodní síti spolu s vlastní potřebou vody a ostatní nefakturovanou vodou tvoří vodu nefakturovanou, u které podíl jednotlivých složek nemusí být znám. I když stanovení podílu vlastní potřeby vody ve vodárenské společnosti je možné celkem snadno určit. Přesto nemusí být skutečně stanovení ztrát vody ve vodovodní síti města zcela přesné. Pro vytvoření grafu byly použity oficiální údaje vodárenské společnosti.

V přílohách vyhlášky 428 provádějí zákon č. 274/2001 Sb. jsou vybrané údaje o množstvích vody vyrobené určené k realizaci, vody fakturované celkem a vody nefakturované postupovány příslušnému vodoprávnímu úřadu. Odvozenou veličinou, která je také sledována, jsou ztráty vody na 1 km vodovodního řadu. Uvedený legislativní rámec vymezuje obsah pojmů souvisejících se stanovením jednotlivých ztrát.

Také řada odborných prací zabývajících se stanovením náležitých údajů přispívá k jednotnému postupu při objektivním stanovení ztrát ve vodovodní síti [4].

Pro orientační porovnání dosažených výsledků ve společnosti VAK Prostějov a ČR bylo použito údajů státní statistiky [5].



Obr.2. Porovnání ztrát vody

Na grafu jsou vidět zřetelné vlivy období počátku rekonstrukce vodovodní sítě a zavedení řídicího systému.

Během dosavadního provozování řídicího systému nedošlo k jeho výpadku a nebyla ohrožena dodávka vody do města. Byly také splněny všechny podmínky zadání. Nároky na údržbu a provoz systému jsou běžné.

### Závěr

V příspěvku byl představen způsob snižování ztrát ve vodovodní síti řízeným snížením tlaku pomocí plynule nastavitelného ventilu. Zařízení pro řízení tlaku je umístěno ve dvou šachtách řídicích a dvou šachtách řízených. Všechny šachty jsou rádiem spojeny s vodárenským dispečinkem, který provádí automatické řízení tlaku podle jednoduchého algoritmu. Parametry řízení mohou být z vodárenského dispečinku nastavovány. Vodárenský dispečink je pro použitý způsob řízení nezbytný.

Dosažení dobrých výsledků ve snižování ztrát ve vodovodní síti je vždy podmíněno postupným uskutečňováním souboru komplexních opatření. Jejich charakter je dlouhodobý a realizace záměru je spojena se zvýšenými investičními náklady.

V příspěvku je provedeno porovnání dosaženého výsledku vodárenské společnosti VAK Prostějov s průměrnou hodnotou pocházející od hlavních provozovatelů v ČR.

Ing. Oldřich Hladký  
VAE CONTROLS, s.r.o.  
nám. Jurije Gagarina 1  
710 00 Ostrava 10  
e-mail:hladky@vaecontrols.cz

### Literatura

- [1] Zeiner J.: *Řízení tlaků ve vodovodní síti města Prostějova* (1999), SOVAK 1999, číslo 2, pp. 24-25
- [2] Suchánek J.: *Řízení tlaku ve vodovodní síti města Prostějov* (2000): sborník přednášek VODA ZLÍN 2000, pp.187 - 193
- [3] Hladký O.: *Snižování ztrát ve vodovodní síti* (2003), seminář VAE CONTROLS- Řídicí technika ve vodárenství, Česká Budějovice 2003, firemní CD
- [4] Tuhovčák L., Vrbková P.: *Vykazování ztrát vody* (2003), sborník přednášek VODA ZLÍN 2003, pp.153 - 158
- [5] SOVAK- ROČENKA 2002 : *Ukazatele veřejných vodovodů v letech 1989-2001* (hlavní provozovatelé v šetření státní statistiky), pp.100

### Keywords

*Dispraise water losses, water supply network, analysis of water losses, watercomplex procuration to dispraise water losses, pressure control, realization of objects, directorial object, controlled object, waterworks dispatching.*

*Water losses and a waterworks dispatching (O.Hladký)*

**Dispraise water losses in a water supply network is achievement controlled dispraise pressure. The pressure is controlled by means of a balance valve. An equipment for the control pressure is set in two directorial and controlled objects. Because of their considerable distances the remote data transmission between the waterworks dispatching and objects are performed through radio. No direct communication among individual objects is possible in this case. The remote control is transaction through a simple algorithm. All parameters for the control may be changed by an operator. Is effected comparing the losses water in the water supply network of The Prostějov city and main suppliers in Czech Republic.**