

VYUŽITÍ DISPEČINKU PRO SNIŽOVÁNÍ ZTRÁT VODY

Oldřich Hladký¹

Abstrakt

Způsob snižování ztrát vody ve vodovodní síti popsáný v příspěvku je nutno chápat jako soubor dlouhodobých opatření postupně realizovaných. Jsou to: analýza stávající vodovodní sítě, rekonstrukce sítě zahrnující zvětšení profilů a výměnu částí poškozeného potrubí, určení exponovaných míst vodovodní sítě z hlediska tlaků a odběrů, 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 systému dispečerského řízení.

Úvod

Dosažení trvalého snižování ztrát ve vodovodní síti je otázkou dlouhodobé koncepce vycházející z poznání stávajícího stavu a přijatých opatření postupně realizovaných. Dosažené výsledky jsou pak odvislé od vzájemného účinku jednotlivých opatření.

Na návrhu a realizaci opatření se většinou podílejí rozdílná pracoviště. Výsledný účinek všech opatření bude tím větší, čím více na sebe budou navazovat jednotlivá opatření. Vzájemná a celková koordinace prací je zcela nezbytná v zájmu dosažení co nejlepšího výsledku. Kvalita projektová dokumentace celého díla odráží míru úspěšnosti takového postupu.

Rozšířenou metodou snižování ztrát ve vodovodních sítích je řízené snižování tlaku vody. Jedním z možných prostředků k tomu je využití stávajících dispečerských systémů-vodárenských dispečinků.

Metoda řízení tlaku ve vodovodní síti

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

Z těchto podmínek vychází vypracování zadání objednatelem . Obsahovalo tyto cíle:

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

Na začátku prací (1994) byl proveden klasický přepočítání vodovodní sítě města. Pro popis stavu sítě bylo zvoleno počítačové zobrazení tlakových izolinií namísto přehledných profilů. Při tomto způsobu vyniklo viditelné zhuštění izolinií stejného hydrodynamického tlaku signalizujícího nedostatečný profil potrubí. Na základě toho bylo přistoupeno k rozdělení vodovodní sítě na 38 okrsků a stanovení podmínek pro řízení vstupních tlaků v jednotlivých okrscích. V tomto období byla rovněž zahájena rekonstrukce částí sítě zahrnující výměnu poškozeného potrubí a použití potrubí větších průměrů.

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

Podmínky pro řízení vstupních tlaků

Pro řízení vstupních tlaků byly objednatelem stanoveny výchozí podmínky:

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

Na tyto podmínky reagoval dodavatel projektu následným postupem:

- stanovením exponovaných míst vodovodní sítě (řídících míst) na základě změn tlaku odpovídajících minimálním a maximálním odběrům vody
- výpočtem tlaků v řídících místech v časovém intervalu 24 hod.(program WADN)
- stanovením míst, kde bude prováděno řízení (řízená místa) a stanovením hodnot tlaku v těchto místech
- zhodnocení a projednání postupu s objednatelem

Po projednání a odsouhlasení závěrů s objednatelem bylo přistoupeno k realizaci jednotlivých částí postupu [2].

Zjednodušení podmínek řízení vstupních tlaků

Na počátku realizace byla do výpočtu zahrnuta celá vodovodní síť se všemi 38 okrsky. Ukázalo se však, že takový postup vede k nepřehlednému množství údajů a snižuje vypovídací schopnost výpočtu. Byla proto použita jen kostra sítě s odhadem ztrát mezi vstupním místem vody do okrsku a řídícím místem uvnitř okrsku.

Po tomto výrazném zjednodušení byla programem WADN přepočítána 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 hod.

Jednoznačné výsledky přineslo až zjednodušení na 2 řízená místa s plynulou regulací tlaků a 2 řídící místa. Tato podmínka byla vzata jako výchozí pro stanovení algoritmu řízení a návrhu řídicího systému a pro vlastní realizaci řízených a řídících míst.

Realizace řízených a řídících míst

Řízená místa jsou vyprojektována jako armaturní šachty na hlavních zásobovacích řadách do města. Jsou situována v okrajových částech města, vzdálenější z nich je přibližně 4 km daleko od vodárenského dispečinku. Zde na významu nabývá spolehlivé mechanické zajištění vstupu do podzemní šachty a dveří rozvaděče umístěného nad terénem.

Armaturní šachta obsahuje: redukční ventil s měřičem polohy, měřič vstupního tlaku, průtokoměr na vstupu, měřič výstupního tlaku a průtokoměr na jedné výstupní větvi. Sestava je doplněna ručními uzavíracími ventily.

Řídící místa jsou vyprojektována jako podzemní šachty vybudované pod chodníkem nebo v jeho blízkosti. Obě šachty jsou nedaleko centra města a každá z nich obsahuje: měřič tlaku a průtokoměr. K uzavírání přívodu a odvodu vody slouží ruční ventily. Vstupní poklapy do

podzemních šachet jsou opatřeny robustními zámky. Dveře rozvaděče umístěného na úrovni terénu jsou vybaveny standardními zámky.

Ovládání řízených a řídicích míst

Po dokončení všech prací uvedených v předcházejících odstavcích bylo přistoupeno k projektu ovládání řízených a řídicích míst (1999). Projekt zahrnoval rozvod silnoproudu včetně přípojek nn, měření a regulaci, místní řídicí systém, systém dálkového řízení a přenosu dat. Zde je namístě poznamenat, že vodárenský dispečink byl v té době už v provozu.

Všechny části navazující na technologii jsou umístěny v podzemních šachtách včetně skříňky místního ovládání regulačního ventilu. 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. Kromě již uvedených zařízení jsou na vstupy připojeny snímač vstupu do objektu a také zařízení monitorující správnou funkci katodové ochrany potrubí hlavního zásobovacího řadu. Využití koncové stanice může být, jak je z posledního příkladu patrné, všestrannější.

Řídicí systém

Slouží k vzájemnému řízení všech 4 objektů prostřednictvím stávajícího vodárenského dispečinku. Způsob řízení je dán řídicím systémem na dispečinku SCX SCADA určeným pro monitorování a dálkové řízení objektů a je dán pravidly pro jeho užívání. Velká variabilita řídicího systému zaručuje naprogramování všech potřebných funkcí vyskytujících se v úloze řízení tlaku ve vodovodní síti.

Mezi význačné vlastnosti SCX SCADA patří:

- možnost vytváření dynamických mimik, jejich přesouvání a zvětšování
- výběr ručního a automatického řízení
- přehledný systém hlášení alarmů a událostí
- znázorňování trendů, manipulace s daty a jejich ukládání
- provádění změn v nastavení bez nutnosti vypínání systému řízení
- vytváření zákaznických sestav a výpočtů ručně nebo automaticky
- možnost připojování koncových stanic jiných výrobců
- konfigurace koncových stanic z dispečinku, konfigurace i po Internetu
- provádění potřebných změn a všech prací samotným zákazníkem
- detekce úniků vody
- možnost přímého propojení s informačním systémem v rámci vodárenské společnosti

Algoritmus řízení je po všech provedených zjednodušeních také jednoduchý. Zajišťuje nastavení konstantního tlaku (420 – 480 kPa) na jednom z řídicích míst přes den. V noci je udržován konstantní tlak (470 kPa) na odtoku z řízeného místa.

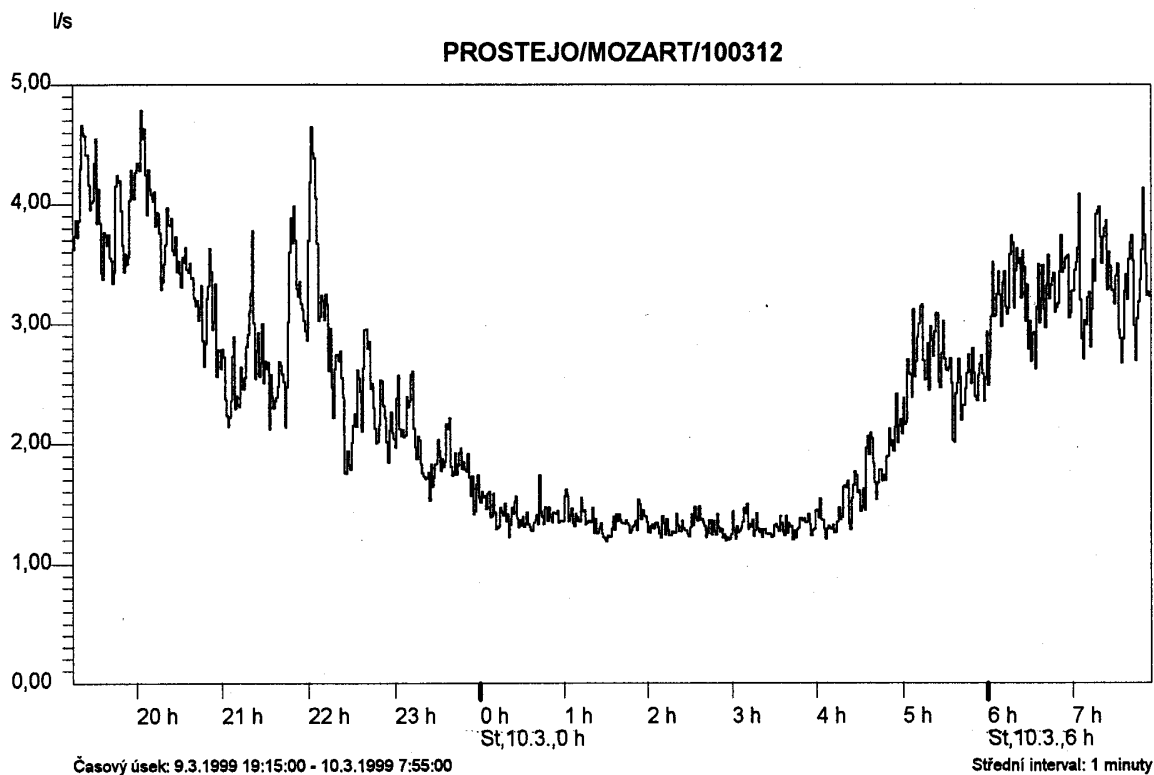
Ověření algoritmu řízení bylo první úlohou při odladování řídicího systému. Po konzultaci se zhotovitelem projektu technologické části a stanovení konečných rozmezí tlaku bylo možno přistoupit ke konfiguraci koncových stanic.

Předtím byly koncové stanice v šachtách zprovozněny a odzkoušeny v ručním řízení. Zvláštní důraz při těchto zkouškách byl tehdy kladen na prověření spolehlivosti 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 a zcela zákonité. 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. Uvedením nového vodárenského dispečinku do provozu (1997) a připojením čerpacích stanic a vodojemů bylo obnoveno dispečerské řízení vodárenského provozu zahrnujícího automatické čerpání a monitorování stavu těchto objektů. V následujícím období byly provedeny všechny práce související s přípravou šachet pro řízení tlaku a zpracován projekt automatického řízení přes vodárenský dispečink. 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 [3].

Připojení objektů řízení tlaku k vodárenskému dispečinku (1999) bylo provedeno standardním způsobem a proběhlo bez problému. Vodárenský dispečink mohl bezodkladně začít plnit svoji rozšířenou funkci o úlohu plně automatického vzájemného řízení všech 4 objektů. Dispečerovi poskytuje řídicí systém průběžně informace o probíhajících procesech také v podobě grafů, které jsou pro svoji přehlednost oprávněně používány. Na obr. 1 je graf průběhu okamžité spotřeby vody v řídicí šachtě.



Obr. 1. Graf okamžité spotřeby vody

Je přirozené, že dispečer může měnit vstupní parametry požadovaného tlaku a dobu po kterou bude tlak ve vodovodní síti snížený. Děje se tak na základě znalostí dlouhodobých tendencí spotřeby vody v průběhu dne. V ustálených podmínkách spotřeby pro to není zpravidla důvod.

Z důvodu omezených reprodukčních možností sborníku je spíše pro ilustraci okamžité spotřeby vody v řídicím místě uveden jednoduchý černobílý graf. Nicméně tento graf sloužil jako jeden z výchozích podkladů reálného stavu vodovodní sítě. Řídicí systém SCX SCADA umožňuje 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 vysoké uplatnění v období uvádění díla do provozu. Podle charakteru změn zaznamenaných veličin lze následně provádět optimální nastavení řídicího systému. K jejich dalšímu používání dochází při kontrolách správnosti funkce řídicího systému tlaku.

Možnost posílání souborů obsahujících grafy po Internetu oceňují v první řadě dodavatelé řídicího systému jako účinného prostředku analýzy ještě před případným odjezdem na servisní zásah.

Využití dat řídicího systému

Uložená technologická data na počítači vodárenského dispečinku mohou sloužit pro potřeby dalších útvarů vodárenské společnosti. Jednou z velkého počtu veličin uložených v databázi řídicích počítačů vodárenských dispečinků je celkové množství vyrobené vody. Jde o veličinu získanou měření ověřovanými vodoměry a tedy použitelnou k bilančním účelům.

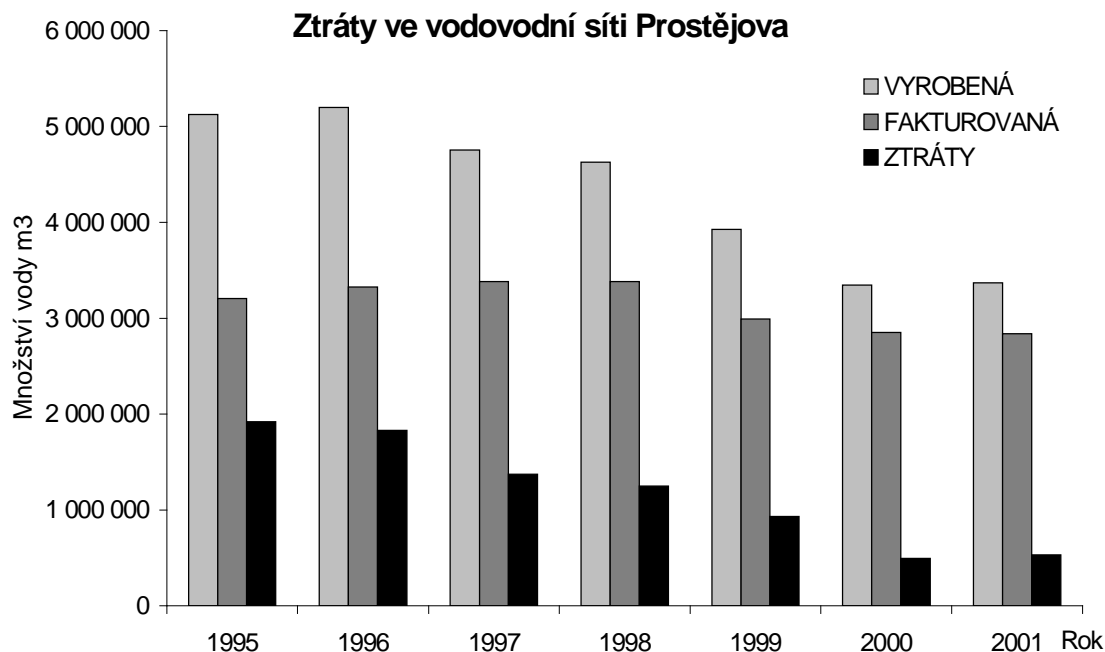
Využití dalších dat v ostatních útvarech je možné prostřednictvím propojení řídicího systému vodárenského dispečinku s informačním systémem vodárenské společnosti. Potom je možný průběžný přenos hodnot přímo, bez nutnosti vkládání údajů klávesnicí, do informačního systému. K tomuto postupu jsou nutné další programové prostředky.

Je možno s jistým uspokojením konstatovat, že k propojování počítačových sítí v některých vodohospodářských společnostech již dochází. Výsledkem může být snadná dostupnost vybraných technologických dat z řídicího systému také pro účely statistiky, jak je patrné z tab.1.

Tab. 1 Přehled ztrát ve vodovodní síti Prostějova v letech 1995-2001

Rok	Voda vyrobená m ³	Voda fakturovaná m ³	Ztráty %
1995	5 124 046	3 203 422	34,9
1996	5 199 676	3 326 720	33,4
1997	4 753 048	3 382 286	26,2
1998	4 627 009	3 380 822	24,3
1999	3 924 474	2 992 794	21,1
2000	3 344 749	2 849 945	12,2
2001	3 368 578	2 836 409	13,2

Na obr.2. je graf znázorňující množství vyrobené, fakturované vody a ztrát ve vodovodní síti společnosti VAK Prostějov.



Obr.2. Množství vyrobené a fakturované vody, ztráty ve VAK Prostějov

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 %.

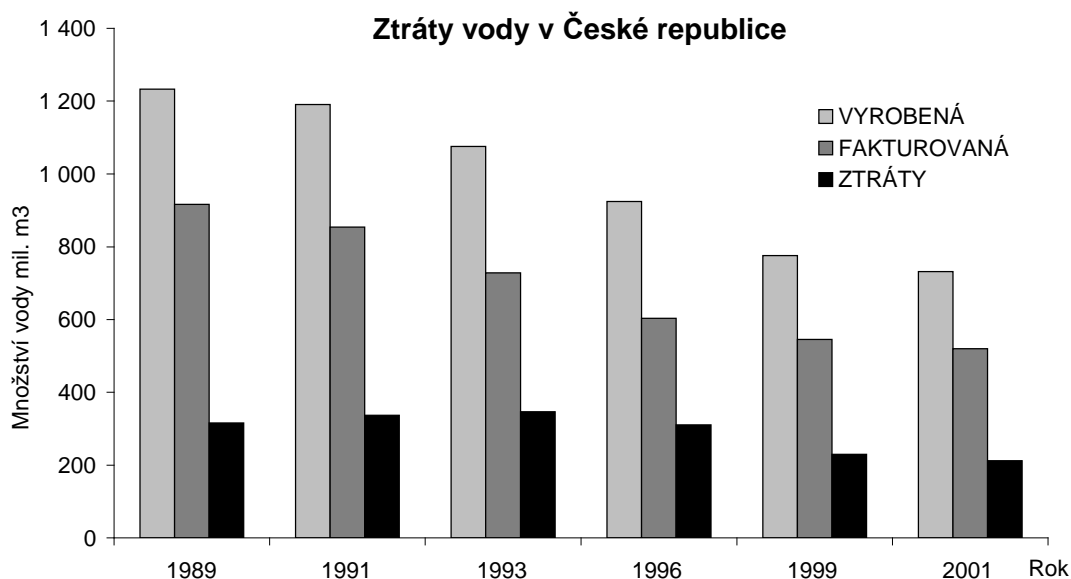
Z grafu na obr.2. je zřetelný pokles ztrát vody ve vodovodní síti města, i když jde o vyjádření v absolutních hodnotách. Obecně je přitom třeba vzít v úvahu skutečnost, že ztráty vody v trubní síti spolu s vlastní potřebou vody a ostatní nefakturovanou vodou tvoří vodu nefakturovanou, u které podíl jednotlivých složek nemusí být znám. I když stanovení podílu vlastní potřeby vody ve vodárenské společnosti je možné celkem snadno určit. Z těchto důvodů nemusí být skutečné stanovení ztrát vody ve vodovodní síti města přesné.

Pro účely grafu byly použity oficiální údaje vodárenské společnosti. V posledním sloupci tab.1. se jedná o ztráty způsobené ztrátami ve vodovodní síti.

V přílohách vyhlášky 428 provádějící zákon č.274/2001 Sb. jsou vybrané údaje o množstvích vody vyrobené určené k realizaci, vody fakturované pitné 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 dostatečně vymezuje pojmy související se stanovením jednotlivých ztrát.

Také řada odborných prací zabývajících se tematikou určování ztrát ve vodovodních sítích přispívá k jednotnému postupu při objektivním stanovení ztrát v trubní síti.

Na obr.3. je graf množství vyrobené vody a vody fakturované na základě údajů uvedených v [4]. Zde jsou uvedeny ukazatele veřejných vodovodů v letech 1989 – 2001 hlavních provozovatelů v šetření státní statistiky. Z tabulky ukazatelů byly vybrány potřebné údaje pro graf.



Obr.3. Množství vyrobené a fakturované vody a ztráty v České republice

Z grafu je patrný trvalý pokles vyrobené vody zapříčiněný klesající spotřebou. Současně je možno zaznamenat pokles ztrát ve vodovodní síti v posledních dvou letech. Černý sloupec představuje ztráty ve vodovodní síti (ztráty vody ve vodovodní síti). Pro další použití jsou absolutní hodnoty ztrát v síti v jednotlivých letech vyjádřeny v %.

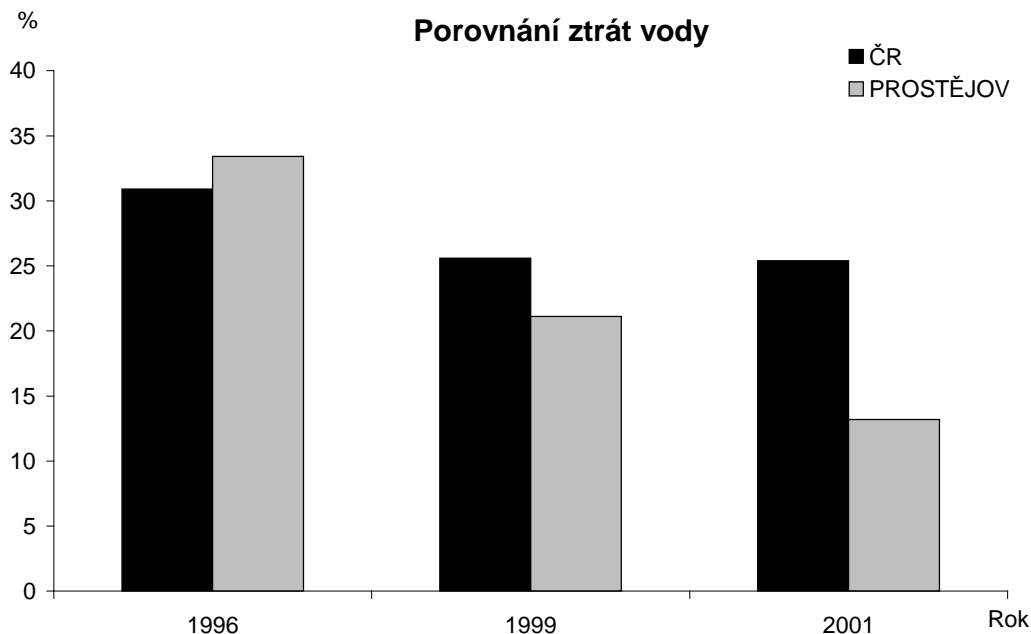
Pro vzájemné porovnání dosažených výsledků ve společnosti VAK Prostějov a ČR bylo použito údajů státní statistiky.

Při vykazování ztrát vody stále přetrvává jistá nejednoznačnost vyplývající z používání různých termínů a ukazatelů. Z tohoto důvodu se IWA od roku 2000 zabývá sjednocováním a doporučováním jednotných ukazatelů při hodnocení systémů zásobování vodou.

Hodnocení uváděná na celostátní úrovni, která nezahrnující technickou úroveň jednotlivých provozovatelů nejsou zcela objektivní. Přechod na hodnocení prostřednictvím jednotkových úniků vody nefakturované vyžaduje věnovat pozornost obsahu termínu vody nefakturované a dalších faktorů s tím souvisejících [5].

Navrhovaný systém bilančního vykazování ztrát vody rozděluje v prvním dělení vodu k distribuci na spotřebu a ztráty. Ztráty se dále dělí na zdánlivé a skutečné. Do skutečných ztrát patří i ztráty vody v distribuční síti, ztráty vody ve vodojemech a ztráty vody na přípojkách. Toto navrhované rozdělení není ještě u všech provozovatelů do potřebné míry podporováno technickými prostředky měření.

Vzhledem k uvedeným okolnostem a s tím souvisejícími omezenými možnostmi získávání objektivních podkladů pro vyhodnocování ztrát ve vodovodních sítích bylo provedeno porovnání dosažených výsledků výše uvedeným způsobem. Na obr.4. je porovnání ztrát vody společnosti VAK Prostějov a ČR.



Obr.3. Porovnání ztrát ve vodovodních sítích VAK Prostějov a ČR

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. Nastavené parametry řízení mohou být z vodárenského dispečinku měněny. V příspěvku je provedeno porovnání dosaženého výsledku vodárenské společnosti VAK Prostějov s hlavními provozovateli v ČR.

Literatura

1. ZEINER J. (1999): Řízení tlaků ve vodovodní síti města Prostějova, SOVAK 1999, číslo 2, str. 24-25
2. SUCHÁNEK J. (2000): Řízení tlaku ve vodovodní síti města Prostějov, sborník přednášek VODA ZLÍN 2000, str.187 - 193
3. HLADKÝ O. (2003): Snižování ztrát ve vodovodní síti, seminář VAE CONTROLS-Řídicí technika ve vodárenství, České Budějovice 2003, CD
4. SOVAK- ROČENKA 2002 : Ukazatele veřejných vodovodů v letech 1989-2001 (hlavní provozovatelé v šetření státní statistiky), str.100
5. TUHOVČÁK L., VRBKOVÁ P. (2003): Vykazování ztrát vody, sborník přednášek VODA ZLÍN 2003, str.153 - 158