

Průzkumy vodovodních sítí za použití hydraulického modelu a speciálních měrných kampaní

Ing. Zdeněk Sviták ¹⁾, Ing. Milan Mika ²⁾, Ing. Mirek Tesařík ¹⁾

¹⁾ DHI HYDROINFORM a.s., Na vrších 5, Praha 10, Strašnice

²⁾ Vodárenská společnost Tábořsko s.r.o., Žižkovo náměstí 11, Tábor

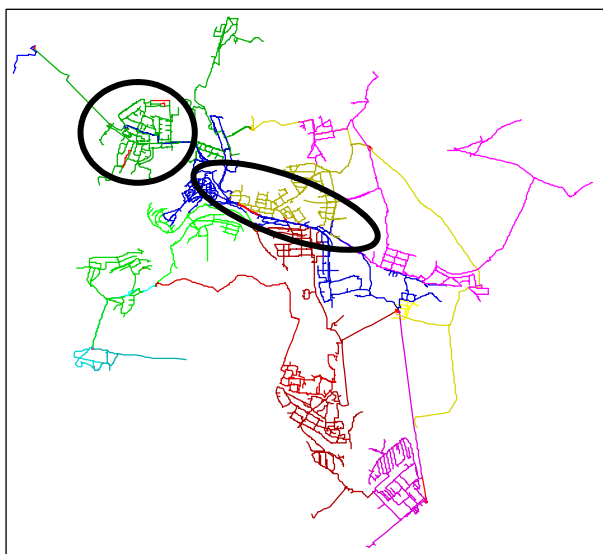
Stručný nástin tématu článku

Technický a provozní stav vodovodních sítí je jednou z nejpodstatnějších informací pro provozovatele a správce vodovodu. Za normálního provozního stavu se nemusí projevit některé skryté problémy ve vodovodní síti typu uzavřené nebo přivřené uzávěry, zainkustovaná potrubí, skryté velké poruchy, chybně uvedené údaje v technické dokumentaci atd. O to závažnější jsou následné komplikace se zajištěním dostatečného standardu dodávky vody především z hlediska tlakových poměrů v případech povolování nových odběrů ze sítě se sníženou kapacitou, v době poruch, plánovaných výluk řadů atd.

Velice efektivní metodou zjišťování nestandardních jevů a nastavení ve vodovodních sítích je použití hydraulických modelů vodovodní sítě v kombinaci s měřením tlakových a průtokových poměrů při nestandardních zatěžovacích stavech, především při hydrantových testech. Postup a výstupy této metody budou prezentovány na příkladu měření provedených v městě Táboře.

Úvod

Projekt „Matematický model vodovodní sítě aglomerace Tábor – Sezimovo Ústí¹“ byl zpracováván v roce 2004. Cílem projektu bylo vytvoření a kalibrace modelu vodovodní sítě měst Tábor a Sezimovo Ústí pro stávající stav, posouzení tlakových poměrů a návrh opatření pro zlepšení tlakových poměrů ve vodovodní síti. Pro účely kalibrace modelu bylo provedeno velké množství měření v celém zpracovávaném území. Dále provozovatel vyčlenil dvě problematické oblasti, ve kterých byl proveden podrobný průzkum vodovodní sítě. Tento článek popisuje tyto provedené průzkumy, použitý postup a výstupy.



obr. č. 1 - Vyznačení oblastí podrobného průzkumu vodovodní sítě

¹ „Matematický model vodovodní sítě aglomerace Tábor – Sezimovo Ústí“, DHI Hydroinform, a.s., 2004

Princip prováděného průzkumu

Veškeré nestandardní jevy ve vodovodní síti jako uzavřené nebo přivřené uzávěry, snížení profilů řadů vlivem inkrustací, neexistující propoje mezi řady (v rozporu s dokumentací) atd. se v principu projevují poklesem tlaku v síti oproti stavu normálnímu. Abychom mohli využít této skutečnosti pro identifikaci problematických míst, musíme zajistit dva základní předpoklady. Předně musíme znát tlakové poměry, které by nastaly za „normálního“ stavu. Tuto informaci jsme schopni získat pouze simulací v matematickém modelu. Další stěžejní podmínkou je získat dostatečný, tj. měřitelný pokles tlaku. Vzhledem k tomu, že velká většina rozvodných sítí je v ČR předimenzovaná, je nutno provádět měření za zvýšených průtokových poměrů. V zásobních sítích se typicky dosahuje zvýšení průtoků hydrantovými testy.

Vyhodnocení měření se provádí v matematickém modelu, do kterého se jako okrajové podmínky zadají odběry prováděné hydrantovými testy v jednotlivých místech sítě. V modelu se pak hledá nastavení jednotlivých prvků (uzávěrů, úseků vodovodní sítě, čerpadel...), při kterém je dosažena maximální shoda mezi naměřenými a simulovanými daty. Úspěšnost metody závisí na zkušenostech zpracovatele, kdy je třeba správně naplánovat a provést měrnou kampaň, správně zpracovat data a hlavně správně interpretovat výsledky měření a promítnout je do matematického modelu.

Měření na síti pro účely podrobného průzkumu vodovodní sítě

Původním záměrem hydrantových zkoušek je ověření kapacity hydrantů ve vodovodní síti, především pro účely požární ochrany. Výsledky hydrantových zkoušek v kombinaci se současným měřením tlaku na síti jsou velmi výhodné i pro kalibraci matematického modelu vzhledem k tomu, že za standardního provozu vodovodní sítě, vzhledem k jejímu předimenzování, jsou tlakové ztráty příliš nízké.



obr. č. 2 - Na obrázcích je dokladována měřící souprava průtoku pro hydrantové testy, manometr SEWAD a jeho montáž na hydrant

Principem hydrantové zkoušky je odběr vody z hydrantu vodovodní sítě přes zařízení, které slouží pro měření průtoku vody a měření tlakové ztráty. Podle naměřené tlakové ztráty se v tabulkách vyhledá příslušná hodnota průtoku. Pro účely kalibrace matematického modelu je vlastní hydrantová zkouška doplněna měřením tlaku na více místech vodovodní sítě. Rozmístění těchto měření, případně další manipulace na vodovodní síti se přizpůsobují konkrétním potřebám kalibrace. Výsledkem hydrantových zkoušek je naměření hodnot tlaku při odlišných odběrech vody z hydrantů.

Vlastní naplánování měrné kampaně vychází z vlastního účelu měření, informací získaných od provozovatele a předběžných simulací provedených v matematickém modelu (citlivostní analýzy). Dále je třeba vzít v úvahu reálné podmínky ve vodovodní síti, především rozmístění funkčních hydrantů. V neposlední řadě je třeba vyhodnotit

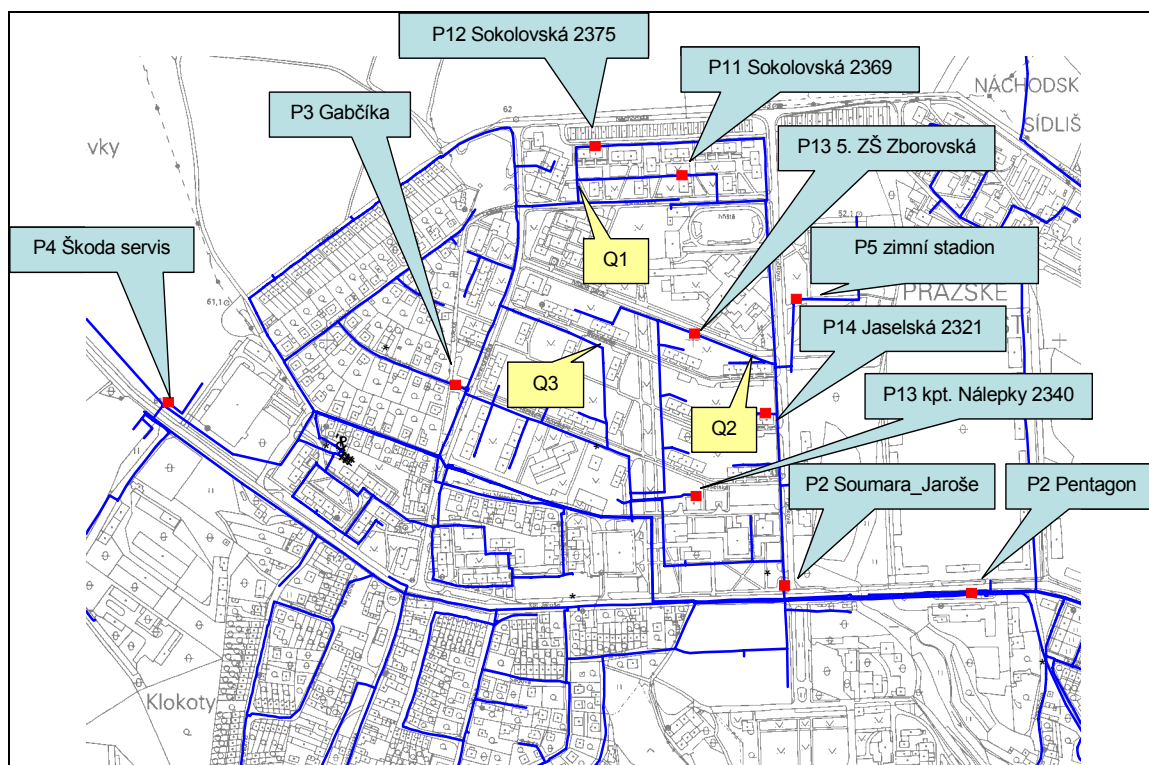
a s provozovatelem projednat potenciální rizika na kvalitu vody, možnosti odvodu vypouštěné vody atd.

Provozovatelem byly vybrány dvě problematické oblasti, ve kterých byl proveden podrobný průzkum. V oblasti Pražského předměstí docházelo v koncových úsecích k poklesům tlakových poměrů v souvislosti s některými provozními opatřeními především v době řešení poruch vodovodní sítě. Druhou oblastí byla hranice mezi pásmy gravitace Čekanice a gravitace Svatá Anna. Dle provozních zkušeností docházelo v době otevření propojů mezi pásmy k těžko vysvětlitelným průtokovým poměrům. Kromě vlastního ověření provozního stavu v době otevření propoje mezi pásmy byla lokalizována problematická místa v pásmu Čekanice a ověřeny podmínky, za kterých by bylo možné přepojení Starého města v Táboře na pásmo Čekanice.

V oblasti Pražského předměstí bylo nasazeno celkem 10 registračních tlakoměrů a byly provedeny 4 hydrantové testy ve třech místech sítě. Kromě toho byly sledovány nátoky do vodovodní sítě, provoz čerpací stanice Rytíř a hladina ve vodojemu Všechnov.

V rámci druhého průzkumu bylo použito 10 tlakoměrů a 6 hydrantových testů ve čtyřech místech sítě.

Pro zjednodušení nadále uvádíme pouze výstupy týkající se Pražského předměstí.



obr. č. 3 - Schéma lokalizace měrných bodů na Pražském předměstí

Vyhodnocení naměřených dat pro oblast Pražského předměstí

Oblast Pražské předměstí leží v tlakovém pásmu Všechnov. Do tohoto vodojemu je voda čerpána z ČS Rytíř přes vodovodní síť. Střídání provozních stavů gravitace a čerpání má podstatný dopad na tlakové poměry. V minulosti byly hlášeny problémy s nedostatečným tlakem v lokalitě mezi ul. Sokolovskou a Náchodskou.

V rámci kalibrace modelu byly nastaveny hladiny ve vodojemech a kapacita čerpadel. Dále byla kalibrace prováděna uzavíráním některých hydraulických cest a zvyšováním odporu pomocí redukce průtočného profilu. Byly zohledňovány především následující skutečnosti:

Při výtoku dochází k vyšší ztrátě, než při nátoku do vodojemu. Tento stav byl indikován provozovatelem a byl zaveden do modelu způsobem uvedeným na *obr. č. 5*.

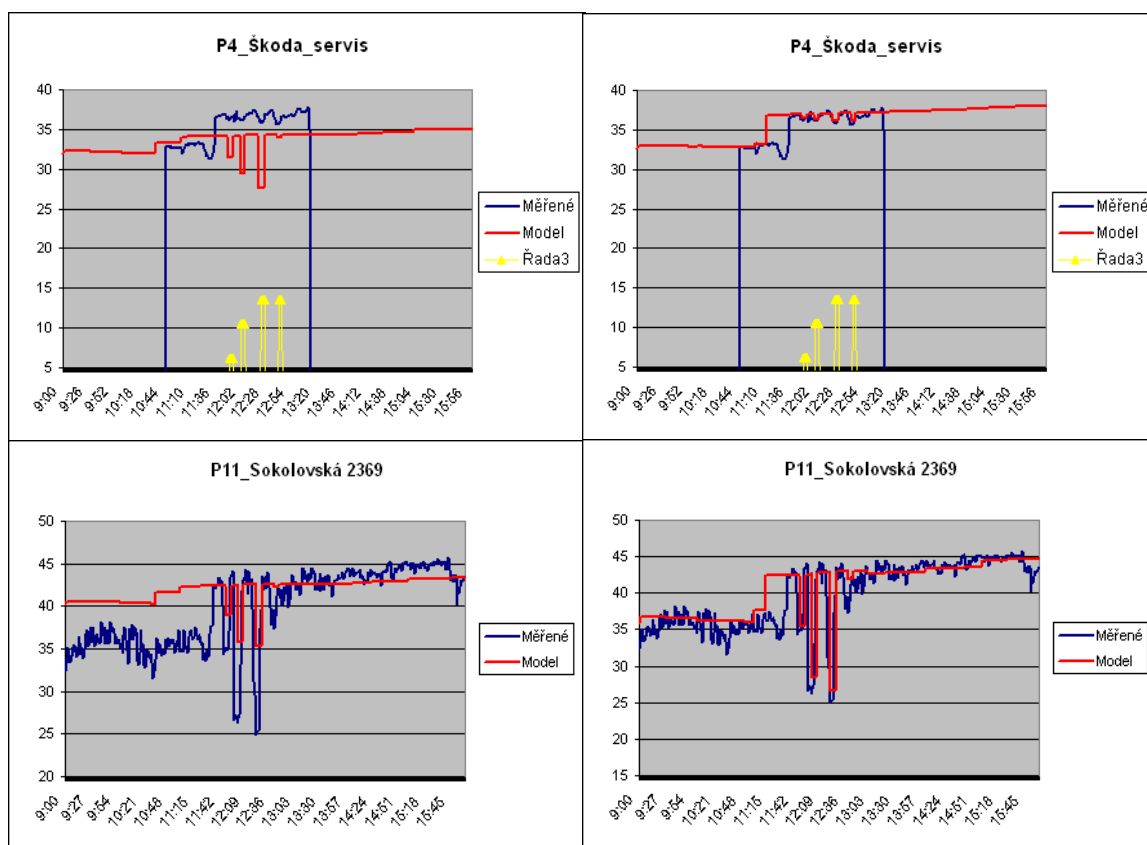
Ve vodovodní síti Pražského předměstí vykazovaly naměřené hodnoty následující skutečnosti:

- Rozdílné hydraulické ztráty na přítoku do VDJ Všechny při gravitačním a čerpaném provozu - Nátok a výtok do/z VDJ Všechny musí probíhat různými cestami s odlišným hydraulickým odporem
- Výrazné snížení naměřených tlaků oproti teoretickým hodnotám
- Na několika místech je omezena hydraulická souvislost ve vodovodní síti
- Jižně od Pražského předměstí je výrazně omezena kapacita vodovodní sítě způsobená buď uzavřením některých řadů, případně velkým skrytým únikem (do této oblasti nebylo měření soustředěno, proto nebylo možno problémy blíže specifikovat).

Uvedené skutečnosti byly zohledněny v hydraulickém modelu s tím, že se pro všechny měrné body sledovala shoda naměřených a simulovaných tlaků. Vlastní práce v modelu je značně složitá neboť změny v modelu musely být prováděny tak, aby jejich kombinace zaručovala co největší shodu ve všech měrných bodech. K tomu je třeba jednak značná zkušenost a jednak dobré prostředky pro zpracování dat. V našem případě byl použit systém kombinovaného zpracování dat v prostředí Gandalf a Excel s přímým propojením výsledků simulace v programovém prostředí ODULA.

Ukázka dosažené shody pro výsledné nastavení modelu oproti počátečním hodnotám je na

obr. č. 4.

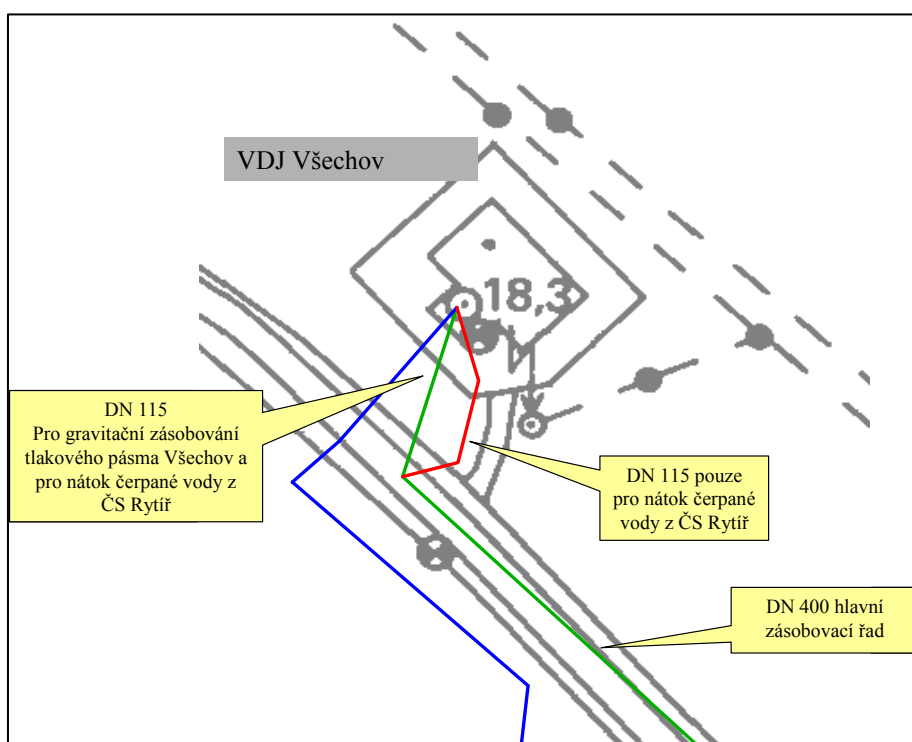


obr. č. 4 Porovnání simulovaného a měřeného tlaku pro počáteční nastavení a finální nastavení modelu – ukázka dvou měrných míst

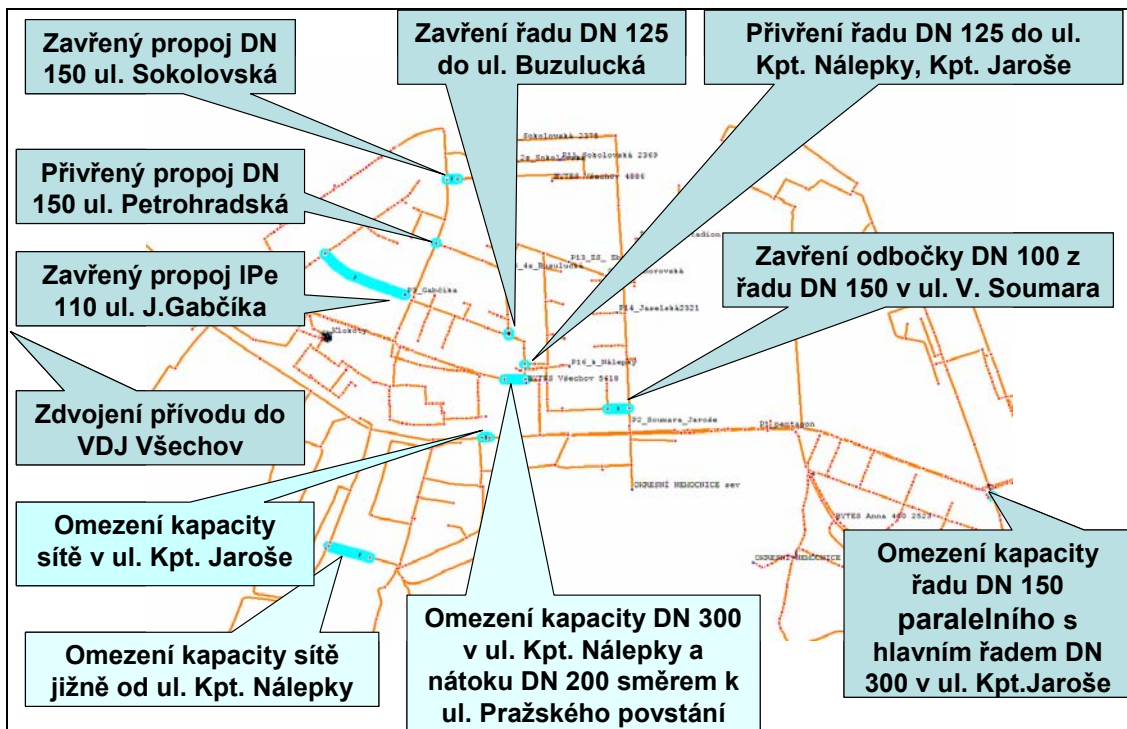
Lokalizace nestandardních nastavení

V oblasti Pražského předměstí byla pomocí podrobného průzkumu zjištěna celá řada nových informací o vodovodní síti. Jedná se především o změnu charakteristiky čerpadla v ÚV Rytíř oproti štítkovému výkonu, rozdělení nátok do vodojemu Všečov na samostatný nátok a výtok, celou řadu úseků uzavřených nebo s omezenou kapacitou a významné omezení kapacity sítě v oblasti Klokoty způsobené buď uzavřenými propoji nebo významným skrytým únikem.

Nalezené problémy jsou znázorněny v obr. č. 5 a obr. č. 6.



obr. č. 5
Schematizace
nátoku do
vodojemu
Všečov



obr. č. 6 Identifikované problémy v oblasti Pražského předměstí

Závěr

Péče o vodovodní síť tak, aby bylo dosaženo maximálně možných technických parametrů je jednou ze základních podmínek zajištění vysokých standardů dodávky vody především z hlediska vyhovujících tlakových poměrů. Vzhledem k běžnému předdimenzování vodovodních sítí se případné problémy projeví až v době mimořádných situací.

Průzkum vodovodních sítí za použití kombinace matematického modelu a podrobné měrné kampaně nástroj je efektivní nástroj, jehož pomocí je možno dohledat:

- uzavřené uzávěry
- úseky s omezenou kapacitou (inkrusty)
- neexistující úseky řadů oproti technické dokumentaci
- změny profilů řadů oproti technické dokumentaci
- změny charakteristik čerpadel
- významné skryté úniky

Kontaktní osoba: Ing. Zdeněk Sviták, DHI HYDROINFORM a.s., Na vrších 5, Praha 10, Strašnice, tel.: +420 604 290 904, Fax: +420 271 736 912