

Využití simulačních modelů systémů zásobování vodou pro zajištění provozu a plánování rozvoje

Ing. Ján Škripko

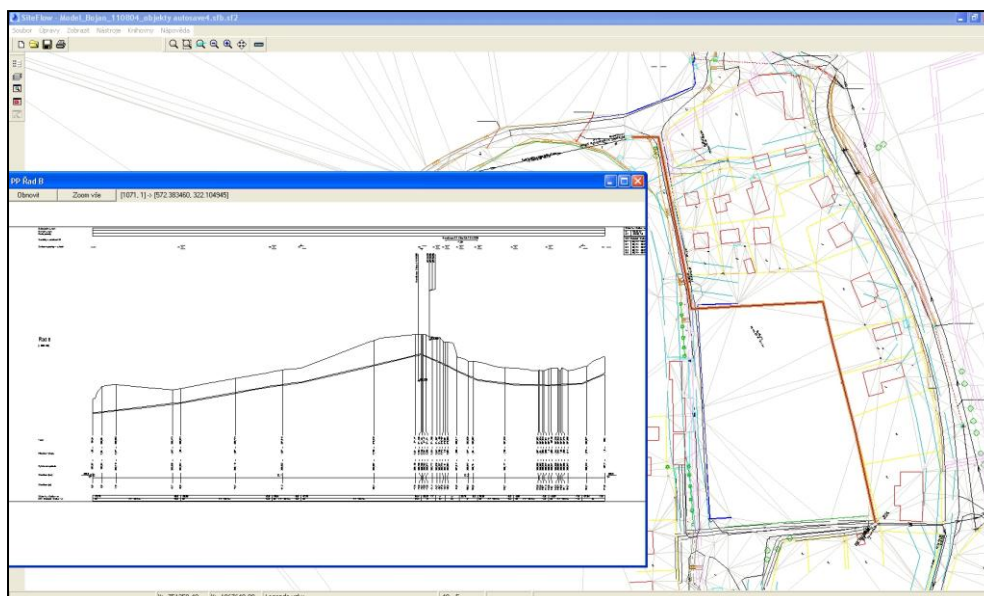
Aquion, s.r.o.

Úvod

Príspevek se zabývá popisem příležitostí, které přináší aplikace progresivních softwarových prostředků při posuzování systémů zásobování vodou. Hydraulické simulační modelování vodovodní sítě by mělo být nedílnou součástí kvalitního provozování, plánování rozvoje, obnovy nebo rekonstrukcí. Při plánování investic přesná a rychlá identifikace chování sítě a analýza problémů s kvalitou a množstvím pitné vody zajistí správnost investice. Nezávisí přitom, zda se jedná o vodovod malé obce nebo velkoměsta. Zastaralé sítě a zařízení nebo nedostatečná přípravná projektově-realizační činnost způsobuje mnohé těžkosti při provozu vodovodních sítí. Častou překážkou při odstranění těchto problémů je neznalost příčin nebo jen jejich všeobecný předpoklad. Odborně sestavené simulační modely vodovodů splňují kritéria pro hodnověrné posouzení sítě a správné navržení nápravných opatření. Teprve podrobná simulace často ukáže na příčiny potíží. Kromě nasazení v okamžiku poruchy a pro řešení dlouhodobých problémů jsou tyto fyzikálně založené simulační modely využitelné v oblasti předpovědi reakce vodovodního systému na neočekávané změny nebo na extrémní zatěžovací stavy.

Projektová činnost aneb sestavení simulačního modelu

Na potřebu sestavování simulačního modelu vodovodní sítě se můžeme dívat z dvou uhlů pohledů. První, častěji využívaným přístupem je zpracování dat už existující sítě pro účely jejího posouzení. Druhou možností je užitečně propojit projektovou činnost s následným využitím integrovaného výpočetního systému. Obě kritéria splňuje český program pro správu, projektování a simulování vodovodů SiteFlow.



Příklad 1: Sestavování simulačního modelu může souviset už s přípravou projektové dokumentace. Na obrázku projektant automaticky zpracoval geodetické zaměření, vytvořil digitální model terénu, kontroluje navrhovanou vodovodní síť a její křížení a souběh s jinými inženýrskými sítěmi. Styl podélného profilu před exportem upraví podle vlastních potřeb.

The screenshot displays a hydraulic simulation environment. On the right, a network map shows a water distribution system with nodes labeled A-1 PE 63, A PE 90 PE 63, and VDJ Žiábek. Pipe segments are color-coded by pressure head loss, with a legend on the far right indicating values from 0 to 26,253 m. Specific elevation points are noted as 647.51m, 262.89m, and 473.244m. A red arrow points to a valve symbol with the label "Redukční ventil 0,25 MPa".

On the left, a graph titled "Simulování otevřeného hydrantu s místní ztlou" (Simulation of open hydrant with local surge) shows a pressure profile over time. The y-axis ranges from -36.82 to 155. The x-axis has numerical labels at the bottom: 36.82, 433.39, 402.42, 155, 77.54, 406.56, 405.31, 155, 114.61, 405.17, 403.42, 155, 137.25, 404.04, 402.49, 155, 154.61, 402.79, 401.23, 155, 203.77, 401.42, 479.36, 155, 203.77, 401.42, 479.36, 155, 203.46, 479.05, 473.97, 155, 203.01, 477.77, 476.14, 155, 314.61, 475.97, 474.35, 155, 329.48, 475.97, 474.35, 155, 339.48, 475.97, 474.35, 155, 349.48, 475.97, 474.35, 155, 359.48, 475.97, 474.35, 155, 369.48, 475.97, 474.35, 155, 379.48, 475.97, 474.35, 155, 389.48, 475.97, 474.35, 155, 399.48, 475.97, 474.35, 155, 409.48, 475.97, 474.35, 155, 419.48, 475.97, 474.35, 155, 429.48, 475.97, 474.35, 155, 439.48, 475.97, 474.35, 155, 449.48, 475.97, 474.35, 155, 459.48, 475.97, 474.35, 155, 469.48, 475.97, 474.35, 155, 479.48, 475.97, 474.35, 155, 489.48, 475.97, 474.35, 155, 499.48, 475.97, 474.35, 155, 509.48, 475.97, 474.35, 155.

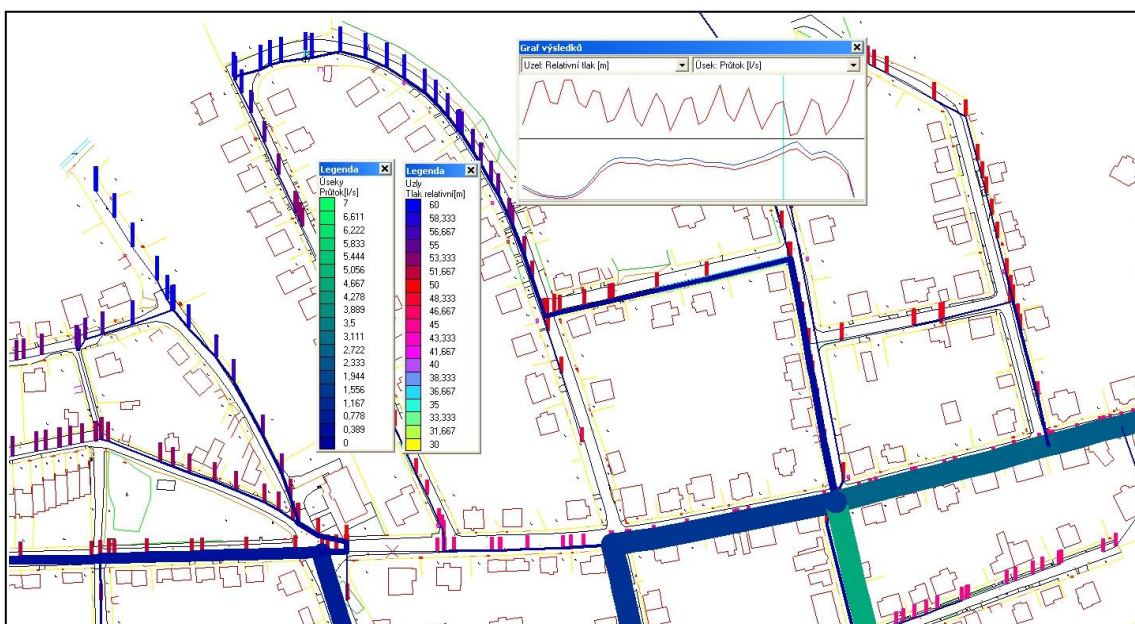
Generování a export podélného profilu nebo situace s popiskami dle normou předepsaných nebo uživatelských stylů je už záležitost velmi krátké doby. Velmi cennými jsou výpočty výkopových prací a soupiska materiálu pro přípravu rozpočtu. Všechny výše zmíněné úkony bez progresivního softwaru pracné a zdlouhavé. Časová prodlevy v práci je u projekčních firem častou příčinou ekonomické neefektivity zakázky.

Je třeba si uvědomit, že automatizace těchto prací přináší také možnosti analyzovat variantní řešení návrhu bez velkého časového zdržení. Racionalizace projektování zamezí investičním ztrátám při rekonstrukcích zaviněných nedostatečnou přípravou projektu. Fúze kvalitního projekčního a výpočetního programu dává možnost vidět za horizont projektové dokumentace.

Simulační modelování v provozu vodovodů

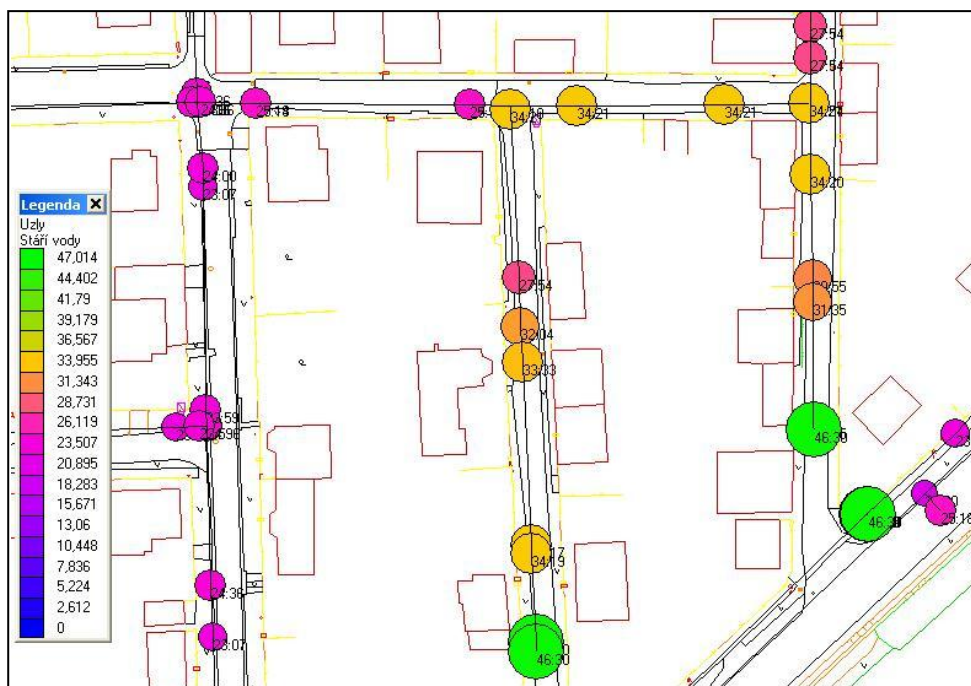
Vodovodní síť je uzavřený, většinou tlakový, systém s jasně definovanými okrajovými podmínkami. Tyto okrajové podmínky jsou specifické pro každý systém zásobování vodou. Společným znakem je dynamika procesu, kvalitativně a kvantitativně proměnlivého v čase. Poznání chování vodovodního systému je pro správné rozhodování provozovatele zásadní. Zapojení fyzikálně založených hydraulických simulačních modelů do rozhodovacího procesu provozovatelů můžeme vnímat v mikroměřítku nebo makroměřítku. Znamená to sledování plošných trendů nebo detailní analýza místního problému a jejich aktivní řešení.

Pro městské vodárny je při plánování rozvoje podstatným podkladem generel zásobování vodou. Generel vychází s hloubkové analýzy předpokladů urbanistického rozvoje obce, dostupných vodních zdrojů a z výsledků simulačního modelování. Simulační model sestavujeme se získaných podkladů od provozovatele a města. Jedná se převážně o územně plánovací dokumentaci, fakturace vodného a odhad potřeby vody, pasport vodovodu s popisem vodárenských objektů nebo data z dispečinku. Existující podklady jsou doplňované o další potřebná data z měření fyzikálních veličin v různých částech sítě nebo geodetického zaměření.



Příklad 3: Simulační model využitý pro účely generelu zásobování vodou je kalibrováný na měřených datech. Výsledky hydrodynamických nebo hydrostatických výpočtů často odhalí příčiny skrytých vad na síti nebo i chybné údaje v GIS či pasportu provozovatele. Tloušťka úseků v situaci na obrázku znázorňuje velikost průtoku a sloupce v uzlových bodech velikost hydrostatického tlaku. Situace zobrazuje stav těsně před špičkovým odběrem (18:30 hod). Grafy ukazují změnu parametrů během celého dne. Na horním grafu je kolísání tlaku ve vybraném uzlu sítě zapříčiněné automatickou tlakovou stanicí. Spodní grafy zobrazují průtok ve vybraném potrubí, přímospměný potřebě vody v lokalitě.

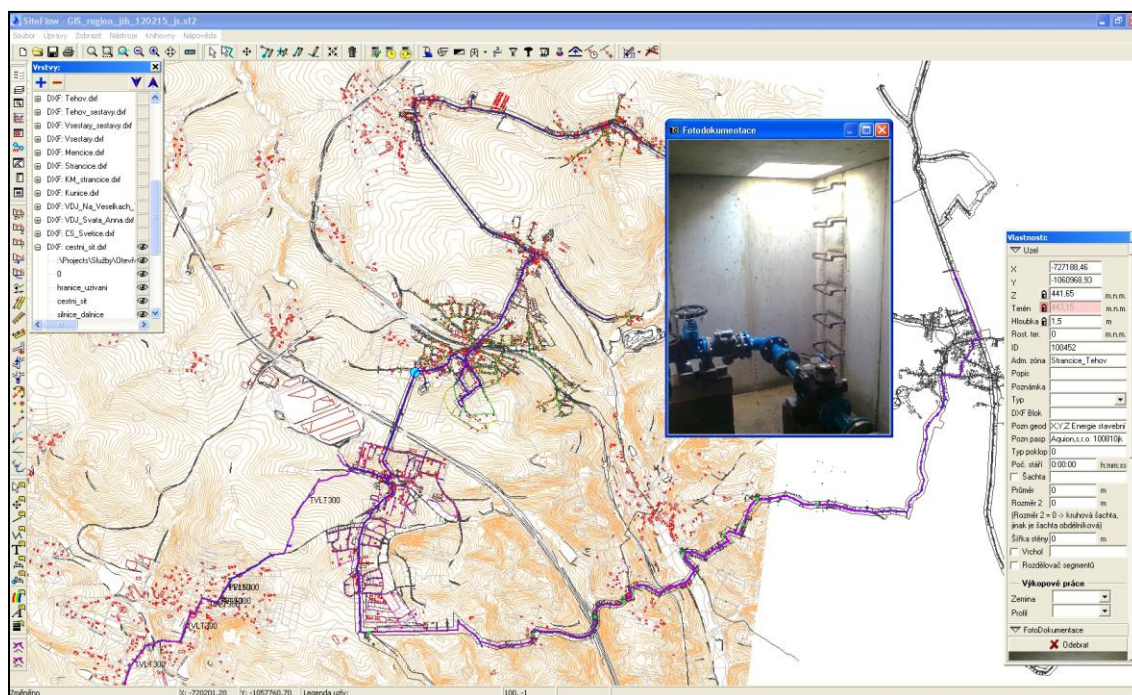
Simulační model optimalizujeme kalibrací na měřených datech úpravou drsností potrubí, zapojením místních ztrát nebo zkvalitňováním vstupních dat. Zkalibrovaný model ověřujeme jinou sadou reálných dat. Struktura sítě je složená z hlavních řadů a bočních větví. Toto makroměřítko často zanedbává detailní analýzu jednotlivých přípojek a místní ztráty na přípojkách. V případě zjednodušení lze postupovat i bez zapojení místních ztrát na hlavních řadech. Cílem je sestavení modelu městského systému zásobování vodou a sledování trendů v jeho chování. Po zkalibrovaní modelu provádíme simulační výpočty a analyzujeme jejich výsledky a statistické ukazovatele. Nalezené problémové místa porovnáváme se skutečností.



v porovnání s makroměřítkem citlivěji. V těchto případech dosahujeme vysokou úroveň optimalizace. Získáváme simulační model lišící se od skutečnosti jenom malými odchylkami. Pomocí něj jsme schopni určit příčiny problémů. Například odhalit nefakturovaný odběr, nedostatečně navrhnuté části technologie úpravy vody, slabé čerpací stanice apod. V některých případech mohou obce a provozovatelé prostřednictvím těchto výsledků uplatnit reklamaci špatně vypracovaného nebo postaveného projektu. To jim aspoň z části pokryje náklady na vynucenou rekonstrukci.

Efektivita práce a její další využití

Velkou výhodou integrovaných systémů pro správu, projektování a simulační modelování vodovodů oproti ostatním softwarům je efektivita práce. Čas věnovaný přípravě hydraulických simulačních modelů může být zužitkovaný i pro další účely. Při zodpovědném rozhodnutí provozovatele nebo projektanta tato práce nezapadne prachem. Mají v rukách silný nástroj, který jim poskytuje nezávislost na externích službách. Simulační model sestavený pro účely projektové dokumentace jsme schopni využít v dalších procesech managementu vodovodních systémů. Například při budování regionálních soustav vodovodů, kde je výstavba dělená na etapy během několika let. Simulační model rozšiřujeme o další větve (obce) a posuzujeme globální chování systému. Díky tomu lze snáze vyladit a zefektivnit provozování vodovodu. To platí i pro větší systémy v městských aglomeracích. Po vytvoření generelu vodovodu či modelu a jeho převzetí může provozovatel samostatně reagovat na další rozvoj. Tento přehled je neocenitelný a dává dobrý rozhled. Simulační model je vlastně ve vhodném softwarovém prostředí zároveň GIS nástrojem pro zprávu a plánování rozvoje vodovodních sítí. Software SiteFlow je úložištěm základních údajů o vodovodu. Je otevřený například v komunikaci s databází vodohospodářského informačního systému eVaK PORA pro účely majetkové a provozní evidence a plánování obnovy.



Příklad 5: Obrázek zachycuje budování GIS systému soustavy vodovodů obcí s integrovaným hydraulickým modelem. Výhody integrovaného přístupu provozovateli nabízí poznat chování spravovaného vodovodu v extrémních zatěžovacích stavech. Např. můžeme simulovat možnosti zásobování obyvatelstva z jiného zdroje vody v důsledku odstavení hlavních řadů před plánovanou rekonstrukcí nebo poruše.

Závěr

Trend ve vývoji nových aplikací směřuje k co největší automatizaci a integraci prací. Definování chování vodovodní sítě je u některého moderního softwaru rozšířené například o výpočty vodního rázu. Nové programové produkty, v České republice málo rozšířené, souvisí se simulačním modelováním v reálném čase (on-line). Výpočetní hydraulický software je propojený s centrálními dispečerskými systémy SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Na dispečinku vodárny modelují síť v reálném čase pomocí aktuálních vstupních dat z monitoringu vzdálených měřících stanic.

Využívání těchto prostředků má význam jenom v případě, že jsou řešeny rukama odborníka. Pak můžeme výsledkům výpočtů plně důvěřovat. Ještě na začátku zadávání prací se musíme zamyslet nad limity přesnosti sestaveného modelu. Správné rozhodnutí ušetří čas a peníze. Někdy naopak je z časového hlediska výhodnější vyloučit simulační model z procesu při kvalitativně stejných výsledcích.

Jedno staré přísloví můžeme volně parafrázovat: „Nejsme tak bohatí, abychom si kupovali nekvalitní věci“. V oboru vodárenství, kde dochází ke stárnutí sítě a nahodilým poruchám poměrně často to platí dvojnásobně. Praxe ukazuje, že šetření na projekčních a realizačních pracích nebo materiálech a technologiích je z dlouhodobého ekonomického hlediska neefektivní. To se týká i šetření na komplexních analýzách vodovodních systémů pomocí hydraulických simulačních modelů. Provozovatelé by měli myslet na zajištění plynulého provozu na základě věrohodných podkladů. Projektová činnost si naopak pomocí těchto progresivních softwarů získává konkurenceschopné místo trhu. Pro běžné odběratele vody pak například přinášíme zlepšení situace při nedostatku vody.

Literatura

Kriš, J. a kol.: Vodárenstvo I. Zásobovanie vodou. STU Bratislava, 2005.

Grünwald, A., Macek, L., Šrytr, P.: Vodárenství. ČKAIT, Praha, 1998.

Macek, L.: Význam generelů vodovodů a kanalizací pro dobrý rozvoj měst a obcí. CAD č.4/2011.

Rossman, L., A.: Epanet 2. Users manual. U.S. Protection Agency, Cincinnati, OH, 2000.