

Generel zásobování vodou hlavního města Prahy – zkušenosti z detailní fáze

Ing. Jindřich Šesták, HYDROPROJEKT CZ a.s.

Ing. Julie Nováková, Pražská vodohospodářská společnost a.s.

Ing. Jindřich Sláma, Ph.D., D plus a.s.

Ing. Zdeněk Sviták, DHI a.s.

V roce 2000 bylo v Praze rozhodnuto o zpracování aktuálního Generelu zásobování vodou. U příležitosti desátého výročí je čas na první ohlédnutí a rekapitulaci dosavadních zkušeností.

Nutnost zpracování koncepčního materiálu pro zásobování Prahy pitnou vodou byla v odborné veřejnosti diskutována již od poloviny devadesátých let dvacátého století. Do nového tisíciletí vstupovala Praha s generelem, který byl zpracován v roce 1986, a ten pouze aktualizoval řešení navržená v generelu vodovodu z roku 1975.

Současně bylo rozhodnuto, že nový generel vodovodu bude zpracován v několika etapách a prvním krokem bude „Koncepční model distribučního systému zásobování vodou hl. m. Prahy“. Tato etapa aktuálního Generelu byla zpracována v červnu 2002.

Koncepční model distribučního systému byl aktualizovaný a dále rozvinutý v rámci řady projektů označovaných jako Detailní fáze Generelu zásobování vodou. Šlo o projekty „Studie optimalizace návrhových parametrů a postupu obnovy řadu DN 1200 VDJ Chodová – Kyjský uzel“ z roku 2005 a „Provedení výpočtů, posouzení a návrh optimálních profilů pro úseky vodovodních řadů“ z roku 2006, který byl zaměřen na dopravu vody do centrální oblasti Prahy.

Od roku 2004 jsou zpracovávány další dílčí projekty Generelu, označované jako Detailní fáze pro vybraná konkrétní území hlavního města Prahy. Zatím byly zpracovány dílčí projekty detailní fáze pro oblast Starého a Nového Města (2005), pro oblast Hlubočepy – Holyně (2006), pro jihovýchodní část Prahy (2007), pro území Podolí, Michle, Nusle, Krč a Braník vč. Pankráče (2009) a detailní fáze pro území Smíchov, Košíře, Motol, Jinonice, Radlice, Zlíchov (2010). Další projekty v detailní fázi jsou připravovány. Současně probíhá aktualizace a správa Generelu, zejména matematického modelu vodovodní sítě.

Zadavatelem Generelu je Pražská vodohospodářská společnost a.s. (dále i PVS), na zpracování se doposud podílely společnosti HYDROPROJEKT CZ a.s., DHI a.s. a D plus a.s. Provozovatelem vodohospodářské infrastruktury je společnost Pražské vodovody a kanalizace, člen skupiny Veolia Voda (dále i PVK).

Koncepční model distribučního systému zásobování vodou hl. m. Prahy (2002)

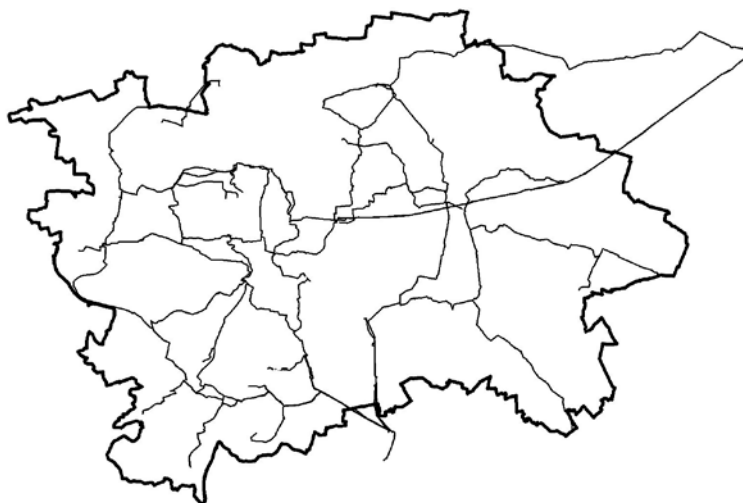
Hlavními úkoly první etapy Generelu bylo:

- posoudit vývoj spotřeby vody a vypracovat prognózu do roku 2010 a 2020,
- posoudit stávající zdroje pitné vody a navrhnout potřebná opatření,
- rámcově posoudit rozdělení města do zásobních pásem, posoudit kapacity zásobních vodojemů a čerpacích stanic, navrhnout potřebná opatření do budoucnosti,
- vypracovat matematický model distribučního systému zásobujícího pražskou aglomeraci a provést posouzení distribučního systému při různých zatěžovacích stavech,
- posoudit podmínky pro další používání kolektorů v pražském vodovodu,
- stanovit priority výstavby a rekonstrukcí pražského vodovodu.

K vývoji spotřeby vody uvedme například, že specifická spotřeba z vody vyrobené k realizaci (VVR) v roce 2000 (základ pro výpočet) byla 336 l/(os × den). V Koncepčním modelu očekávaná specifická potřeba z VVR pro rok 2010 se pohybovala v rozsahu 271 až 300 l/(os × den) v závislosti na rychlosti obnovy sítě (2,50 % až 0,00 %). Z údajů Ročenky 2009 (SOVAK) lze určit, že při počtu zásobovaných obyvatel 1 226 700, ročním objemu vody vyrobené 125 438 tisíc m³ a ročním objemu vody předané 16 525 tisíc m³ je specifická spotřeba z vody vyrobené 243 l/(os × den). Očekávané úniky (voda nefakturovaná / VVR) pro rok 2008 se dle Koncepčního modelu pohybovaly od 18,4 do 24,7 % (průměr 21,55 %, opět v závislosti na rychlosti obnovy sítě), skutečnost roku 2008 dle publikace Pražské vodovody a kanalizace, a.s. v roce 2008 (webové stránky PVK, položka ztráty vody) je 20,84 %. Potřeba vody je tedy mírně nižší než očekával Koncepční model. Vývoj úniků je oproti průměrnému očekávání modelu příznivější, na čemž má podíl jak prováděná obnova sítě (zajišťuje správce PVS), tak systematická péče provozovatele (PVK) včetně odhalování a odstraňování neoprávněných odběrů.

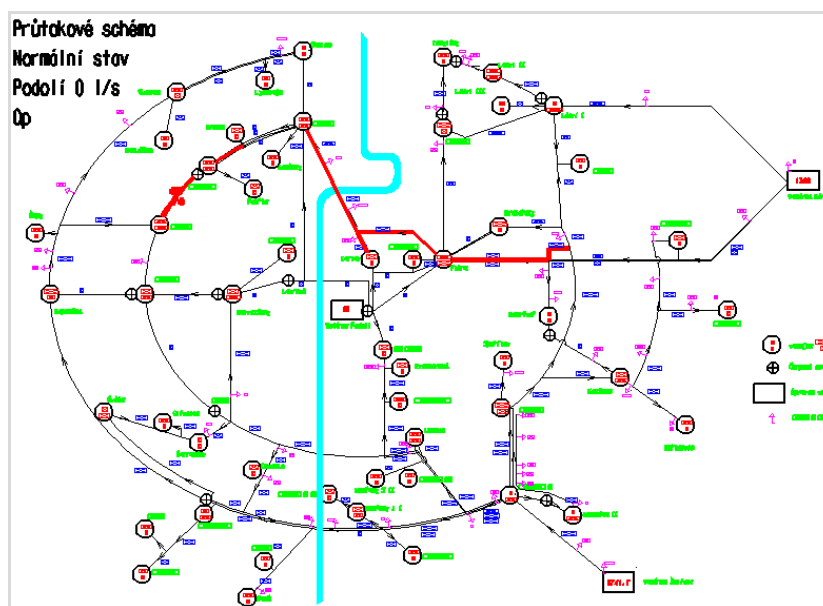
Co se týká zdrojů pitné vody, Koncepční model doporučoval provoz všech úpraven vody (Podolí, Káraný, Želivka) s tím, že úprava vody Podolí bude provozována s trvalým minimálním výkonem cca 500 l/s. Skutečnost je taková, že úprava vody Podolí byla převedena do režimu, ve kterém je několikrát ročně uvedena do provozu, ale do sítě nedodává trvale pitnou vodu. V současnosti zvažované práce na štolovém přivaděči a tedy nutnost dočasného odstavení zdroje Želivka svědčí o správnosti rozhodnutí zachovat možnost provozu v úpravě vody Podolí.

Matematický model je zásadním přínosem aktuálního Generelu. Matematický model distribučního systému byl zpracován v tehdy (roky 2000 – 2002) aktuálním programovém prostředí ODULA, jehož autorem je DHI a.s. Jako základní vstupy pro tvorbu matematického modelu vodovodní sítě byla použita data GIS pražského vodovodu, podklady o zásobních pásmech a schémata jednotlivých objektů (vodojemy, čerpací stanice). V současné době probíhá v rámci aktualizace a správy Generelu převod do prostředí MIKE URBAN.



Obr. 1 – Model distribučního systému. Patrné je neuzavření severního okruhu kolem Prahy

V matematickém modelu byly modelovány stavy pro průměrný (Q_p) a maximální denní (Q_d) odběr za dalších podmínek, mj. s výkonem úpravy vody Podolí rovným 0 l/s.



Obr. 2 – Ukázka průtokového schématu pro zobrazování distribuce vody

Matematický model distribučního systému je jednak průběžně aktualizován, jednak využíván jako jeden z podkladů při zpracování matematického modelu v dílčích projektech detailních fází Generelu.

Dílčí projekty Generelu, detailní fáze pro území jednotlivých částí Prahy

Území hlavního města Prahy je rozděleno na přibližně 170 zásobních pásem. V praxi je důležité, že do naprosté většiny zásobních pásem je měřen nátok a oblast zásobního pásma je pásmovými uzávěry oddělena od pásem sousedních. Průběžně je vyhodnocován vztah měřeného nátoku do zásobního pásma a fakturované vody v pásmu. Území, ve kterých byl dosud zpracován dílčí projekt detailní fáze Generelu, jsou představována několika (v rozsahu 5 až 15) zásobními pásmy, jejichž vodojemy, příp. čerpací stanice, jsou vzájemně úzce funkčně propojeny.

Na základě přibližně pětiletých zkušeností se zpracováním detailní fáze Generelu se při zpracování ustálil následující postup:

1. Detailní tvorba modelu vodovodní sítě v zásobních pásmech spadajících do řešeného území. Model je tvořen na základě dat, jejichž sběr byl investicí správce PVS, a která jsou spravována provozovatelem (PVK). Součástí tvorby modelu je i rozdělení časového průběhu odběrů podle dostupných měření a kalibrace včetně měrné kampaně s provedením hydrantových testů. Model je tvořen ve dvou hlavních krocích – model současného stavu a model výhledového stavu.
2. Shromáždění údajů o počtu obyvatel a pracovních míst pro stávající stav a výhled. Shromáždění a vyhodnocení dostupných podkladů o rozvoji zájmového území v rámci platného Územního plánu hl. m. Prahy a projednaných změn, příp. i nad tento rámec. Průzkum spotřebiště s ohledem na výšku zástavby - vyhodnocení možnosti zvyšování zástavby v jednotlivých lokalitách.

3. Na základě matematického modelu (současný stav/výhled):
 - Posouzení tlakových poměrů.
 - Posouzení zbytkové kapacity sítě.
 - Posouzení kapacity sítě z hlediska potřeb požární vody.
 - Posouzení sítě z hlediska stáří vody.
 - Návrh změn hranic zásobních pásem (příp. dalších úprav) z důvodu optimalizace zejména tlakových poměrů ve vodovodní síti.
4. Průzkum technického stavu (stáří, poruchovost) vodovodních řadů v pásmech, vyhodnocení a stanovení priorit obnovy.
5. Návrh nutné obnovy vodovodní sítě z hlediska technického stavu nebo nedostatečné kapacity sítě, návrh dostavby vodovodní sítě:
 - Zpracování koncepce rozvoje vodovodní sítě, optimalizace parametrů navrhovaných řadů k dostavbě, k obnově, stanovení rozsahu rušených řadů.
 - Stanovení pořadí jednotlivých kroků změn hranic zásobních pásem s definováním rozsahu nezbytných opatření ve vodovodní síti.

Detailní matematický model je zpracován v prostředí MIKE URBAN, jehož autorem je DHI a.s. Byly vyvinuty speciální postupy pro import dat od provozovatele (PVK). Dalším vstupem modelu jsou údaje o spotřebě vody v zájmové oblasti. Vychází se přitom ze zákaznického informačního systému (ZIS). Pro lokalizaci jednotlivých odběrů (ztotožnění odběru v ZIS a místa - bodu odběru) byl vyvinut postup, který v několika krocích vede k uspokojivým výsledkům (úspěšnost propojení cca 95 %).

Kalibrace modelu má za cíl nakalibrovat základní nastavení modelu - nastavení distribuce a časových řad odběrů, nastavení nadmořských výšek, nastavení čerpadel, řízení čerpání a nátoků do vodojemů, drsností řadů atd. Kalibrace modelu je založena na rozsáhlé terénní měrné kampani včetně hydrantových testů. Pro kalibraci modelu jsou potřebná SCADA měření z dispečinku na vstupních místech systému.

Hlavními výstupy modelu současného stavu jsou vyhodnocení tlaků nad výškou zástavby/terénem – z modelu současného stavu pro maximální denní potřebu Q_d – a dále vyhodnocení stáří vody a požární kapacita sítě – z modelu současného stavu pro průměrnou denní potřebu Q_p .

Zvláštní kapitolou je shromažďování podkladů k územnímu rozvoji zájmové oblasti. Samozřejmě se využívá platného územního plánu včetně tabulkové části a platných územně – plánovacích studií. Při tom je zásadní spolupráce s Útvarem rozvoje hlavního města Prahy, jehož zástupce se pravidelně účastní technických jednání. Stavební rozvoj je však natolik rychlý, že je nutné pokusit se oslovit developery, jednat osobně se zástupci útvarů architekta jednotlivých městských částí, velmi pečlivě sledovat nabídky bytových i kancelářských jednotek významných realitních kanceláří apod. Situaci dobře vystihuje příklad, kdy od uzavření územně – plánovacích dat pro poslední projekt detailní fáze (pro území Smíchova...) v září 2009 se do ledna 2010 objevily tři (!) nové studie/projekty s významným dopadem na potřebu vody v okolí nádraží ČD Praha – Smíchov. V takovém případě je nutné hledat nové přístupy – v tomto případě se pro dané území určila kapacita z hlediska využití příslušného vodojemu (Laurová).

Na základě kalibrovaného modelu stávajícího stavu a podkladů k územnímu rozvoji je tvořen návrh výhledového stavu. Klíčové je vodohospodářské posouzení současného stavu a definování základních problémů v oblasti. Těžiště problémů může být

v tlakových poměrech zejména v okrajových částech spotřebišť, překotný rozvoj výstavby bez odpovídajícího rozvoje infrastruktury nebo jiné kombinace problémů. Posouzení na základě obecných vodohospodářských požadavků (zejména tlaku nad terénem) vede obvykle k prvotnímu návrhu několika variant zásad vodohospodářského řešení zájmové oblasti. Cílem návrhu je určení optimálních hranic zásobních pásem, příp. tvorba nových zásobních pásem. Prvotní návrh je korigován (např. místo tlaků nad terénem se při zpřesňování návrhového stavu uplatní tlaky nad výškou zástavby) a vytvoří se tak upravený návrh (obvykle ve variantách), který je podroben testu v modelu výhledového stavu. Na základě modelu výhledového stavu je návrh vodohospodářských opatření dále upravován až do doby, než je dosaženo uspokojivých hydraulických poměrů v síti. Výstupy jsou obdobné jako v modelu současného stavu.

Současně s tvorbou modelu probíhá hromadné zpracování dat vedoucí k vyhodnocení technického stavu sítě. Data o technických parametrech potrubí (optimálně materiál, profil, stáří, v některých případech nejsou k dispozici všechny údaje) pro jednotlivé segmenty (úseky potrubí v délce od jednotek do desítek metrů) a data o poruchovosti řadů (shromažďovaná provozovatelem v jiném režimu než po segmentech) jsou částečně strojově a částečně ručně upravena tak, aby vznikly úseky srovnatelné délky, profilu a stáří, odpovídající přibližně uličním řadům, a byly jim přiřazeny poruchy. Na tyto úseky je potom v prostředí GIS aplikována metodika vyhodnocení technického stavu (úseku) řadu. Jedná se o metodiku vypracovanou provozovatelem, která s pomocí metod multikriteriální analýzy (kritéria poruchy, koroze, stáří, obtížnost provádění oprav, stav armatur, únik vody, inkrustace, distribuční význam) vede k přiřazení bodů jednotlivým úsekům. Dosažený počet bodů je jedním z ukazatelů pro zařazení úseku do plánu obnovy. S využitím zkušeností z předchozích projektů byl v nejnovějším projektu detailní fáze (pro území Smíchova...) na základě dohody zadavatele, zpracovatele a správce navíc zpracován další grafický výstup. Tento grafický výstup sleduje zejména koncepční hledisko obnovy sítě a je v něm porovnáváno stáří potrubí s životností použitého materiálu, navíc v kombinaci s poruchami. Zjednodušeně je možné říci, že nejvyšší prioritou obnovy je u těch řadů, které jsou dožité (stáří > životnost materiálu) a zároveň se u nich projevuje významné množství poruch.

Na základě všech výše uvedených kroků lze přikročit ke konečnému návrhu opatření vedoucích k optimalizaci hydraulických poměrů v síti a nutné obnově vodohospodářské infrastruktury.

Několik postřehů a poznámek

Je třeba říci, že vzhledem k členitosti, historickému vývoji a bouřlivému rozvoji v posledních letech je každý projekt detailní fáze Generelu zcela odlišný od projektů ostatních. Hlavními problémy v oblasti Starého a Nového Města byly z hlediska současných potřeb ne optimálně výškově umístěné vodojemy Karlov, Flora a Vinohrady (Korunní) a velký podíl starších řadů.

Zcela jiné problémy se vyskytly v jihovýchodní části Prahy. Překotná výstavba v oblasti Uhřetěvesi, Kolovrat a dalších částech spolu s velkými (očekávanými) nároky na vodu předanou mimo území hlavního města vedla k nutnosti řešit posílení distribučního systému (zejména doprava vody do vodojemu Kozinec). Zde se zcela výjimečně prolíná koncepční model distribučního systému s detailní fází pro jednotlivá území. Byla zdůrazněna nutnost již dříve navrhované výstavby přívodního řadu z vodojemu Jesenice II do řešené oblasti. Dále bylo třeba řešit další otázky spojené s distribučním systémem zcela mimo zájmovou oblast (zkapacitnění řadu Chodová – Kyjský uzel).

Navíc se projevil nedostatečný objem akumulace, který vedl k návrhu velmi podstatného rozšíření stávajícího vodojemu Uhřetěves (z 500 m³ na 10 000 m³!).

Řešení zásobování vodou pro pankráckou pláň a přilehlé svahy (údolí Vltavy, Botiče a Krčského potoka = „Jižní spojky“) v dalším projektu detailní fáze bylo soustředěno na nevyhovující tlakové poměry a posouzení reálnosti zásobování rozsáhlých stavebních záměrů včetně řady výškových budov. Posuzovala se varianta několika redukčních ventilů umístěných v okrajových částech území proti variantě s jedním centrálním redukčním ventilem, podařilo se navrhnout zásobování části území z vodojemu sousedního pásma (Spořilov). Je nutné s úsměvem přiznat, že možnost výstavby vodojemu, který by byl z hlediska vodohospodářského optimální pro zásobování některých částí spotřebiště, totiž vodojemu umístěného uprostřed pankrácké pláně asi 30 m nad terénem, nebyla dále rozpracována.

Zatím nejaktuálnější je generel levého břehu, tedy oblasti Smíchova. Jde o morfologicky neobyčejně komplikované území s historicky vyvinutou vodovodní sítí. Původní vodojemy Laurová a Václavka nejsou optimálně výškově umístěny z hlediska budov, které přesahují historickou zástavbu (především činžovní domy), a které se v řešeném území stále častěji vyskytují. I v tomto velmi atraktivním území se zpracovatelský tým snaží prosadit velice potřebný vodojem.

Několik slov si zaslouží i příprava zadání detailní fáze Generelu. Postupem času byla nalezena optimální velikost řešeného území a bylo shledáno, že časové období jednoho roku je naprostým minimem pro zpracování takto rozsáhlého projektu.

Závěr

Nebylo možné postihnout všechny aspekty dlouhodobého koncepčního projektu Generelu zásobování vodou hlavního města Prahy. Přesto je možné shrnout, že v Praze od roku 2000 vzniká komplexní vodohospodářské projektové dílo, které zahrnuje distribuční systém dopravy vody mezi jednotlivými vodojemy (Koncepční model) i detaily sítě jednotlivých zásobních pásem (Detailní fáze). Významná je fáze přípravy podkladů k rozvoji území, která vyžaduje podstatně více než jen dobrou znalost územního plánu. Hlavním příspěvkem naší doby k dílu započatému předchozími generacemi je však využití metod matematického modelování a GIS, které umožní včasné ověření návrhů úprav systému zásobování vodou.

Podklady

- [1] Ročenka 2009, SOVAK
- [2] Pražské vodovody a kanalizace, a.s., v roce 2008,
<http://www.pvk.cz/res/data/020/002403.pdf?seek=2>
- [3] V textu uvedené projektové práce