

Příloha 2

Matematický model vodárenské sítě města Písek

Technická specifikace předmětu plnění



OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. PŘEDMĚT NABÍDKY	3
3. PŘEHLED FUNKCIONALITY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ	3
4. TVORBA MODELU VODÁRENSKÉ SÍTĚ	5
5. APLIKACE PRO VÝPOČTY A VIZUALIZACE VÝSLEDKŮ	5
6. SYSTÉM ON-LINE	9
7. SYSTÉM SYNGISMO	10
8. HARDWARE.....	10
9. ŠKOLENÍ.....	10
10. METODIKA ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU.....	10

1. ÚVOD

Předmětem plnění této nabídky je zpracování modelu vodárenské sítě města Písek, dodávka výpočetní techniky a výpočetních programů včetně jejich instalace, implementace a zaškolení. Sestava nabízených programových modulů a nabízené řešení vyplývají z požadavků zadávací dokumentace projektu a plně zajišťují požadovanou funkcionální a cíle uvedené v zadávací dokumentaci.

2. PŘEDMĚT NABÍDKY

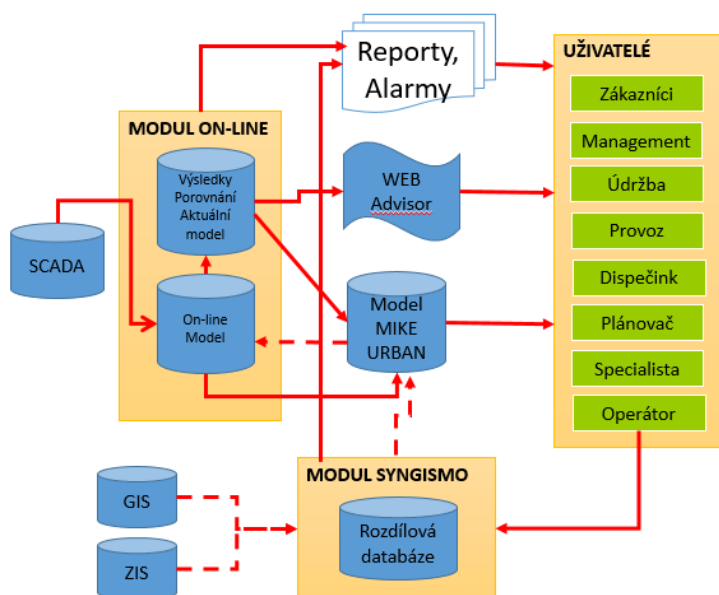
Nabízené řešení zahrnuje:

- A. Tvorbu modelu vodovodní sítě města Písek
- B. Uživatelské rozhraní modifikovatelné pro jednotlivé skupiny uživatelů ve verzi desktopové aplikace MIKE URBAN a modifikovatelné webové aplikace WEB Advisor včetně potřebné implementace.
- C. On-line modul zajišťující napojení na data dispečerského systému, provoz modelu v reálném čase včetně potřebné implementace
- D. Modul SYNGISMO zajišťující automatizovanou aktualizaci modelu z dat Geografického informačního systému (GIS) a Zákaznického informačního systému (ZIS) včetně potřebné implementace
- E. Licenci všech výše uvedených softwarových modulů
- F. Dodávku HW včetně základního SW vybavení dle specifikace v zadávací dokumentaci
- G. Školení

3. PŘEHLED FUNKCIONALITY NAVRŽENÉHO ŘEŠENÍ

Navržené řešení sleduje jako hlavní cíl vytvoření a efektivní dlouhodobé využívání modelu vodárenského systému města Písek zaměřeného na optimalizaci provozních parametrů sítě, poskytovaných služeb zákazníkům, ekonomiky provozu a investic a plánování budoucí funkce systému v souladu s koncepcí rozvoje města.

Funkční schéma navrženého řešení ukazuje následující obrázek:



Obrázek 1 Funkční schéma navrženého řešení

Navržené řešení zajišťuje podmínky pro efektivní využívání modelu jednotlivými uživateli, kteří mají optimalizované prostředí pro provádění analýz a vizualizaci výsledků odpovídající jejich specifickým úlohám a potřebám.

Řešení zajišťuje stálé používání aktuálního modelu díky napojení na data dispečerského systému v modulu ON-LINE. Tento modul běží v reálném čase, kdy ve zvoleném časovém kroku (např. 10 minut) zajišťuje automatické načtení okrajových a kontrolních dat z dispečerského systému pro aktualizaci modelu. Následně proběhne simulace, jejíž výsledky jsou ukládány do databáze a jsou k dispozici pro porovnání s měřenými daty, vizualizaci, vyhodnocení, tvorbu reportů a případnou inicializaci alarmů.

Pro zajištění aktuálnosti používaných modelů je velice významná aktualizace z dat GIS a ZIS. K tomu bude použit modul SYNGISMO, který na základě společných identifikátorů objektů zajistí porovnání jejich interpretace v modelu a v GIS a následně zajistí aktualizaci lišících se objektů v modelu.

Plné prostředí operátora modelu je zajištěno prostřednictvím aplikace MIKE URBAN. Tato aplikace poskytuje plnou škálu nástrojů pro tvorbu a správu modelu, pro provádění celé řady výpočtů a analýz jak pro běžné zatěžovací stavy, tak mimořádné a havarijní situace, pro plánování budoucího rozvoje vodovodní sítě, zásobování budoucích odběratelů atd. Aplikace MIKE URBAN bude instalována na počítačích uživatelů, u kterých se předpokládá, že budou zodpovídat za aktualizace a rozsáhlejší zásahy do modelu, za specializované výpočty, za tvorbu rozsáhlých mapových výstupů apod.

Pro ostatní uživatele je k dispozici aplikace WEB Advisor. Tato webová aplikace poskytuje modifikovatelné prostředí, která je k dispozici pro počítače, tablety a chytré telefony. Uživatelské prostředí, vizualizace dat a poskytované funkce jsou modifikovatelné pro jednotlivé skupiny uživatelů. Aplikace je zaměřená na maximální podporu typicky řešených úloh, jako jsou

- Plánování odstávky vodovodních řadů – doporučení uzavření sekčních šoupátek, vyznačení odběratelů s úplnou odstávkou vody, odběratelů s omezením tlakových poměrů
- Plánování připojování nových odběratelů
- Vyhodnocení dopadu zásahů ve vodovodní síti na průtokové, tlakové poměry a na kvalitu vody
- Výpočty požárního zásobování vodou
- Vyhodnocení rizikových faktorů z hlediska kvality dodávané vody jako je změna směru proudění, překročení limitu rychlosti v rizikových úsecích
- Analýzy výpadků důležitého přivaděče nebo zdroje vody
- Simulace šíření znečišťující látky ve vodovodní síti

Zpřístupnění jednotlivých funkcí, stejně jako vizualizace jednotlivých typů výsledků je nastavitelná pro jednotlivé skupiny uživatelů a bude upřesněna na základě požadavků zadavatele.

4. TVORBA MODELU VODÁRENSKÉ SÍTĚ

Model vodárenské sítě města Písek bude vytvořen z datových podkladů poskytnutých provozovatelem vodovodní sítě, resp. objednatelem:

Data GIS budou poskytnuta ve vhodném výměnném formátu (např. ESRI shapefile). Tato data budou převedena do matematického modelu vodovodní sítě a případně aktualizována na základě dalších podkladů dodaných objednatelem. Distribuce odběrů bude vycházet z výstupu **zákaznického informačního systému** dodaného objednatelem a z propojitelné grafické vrstvy reprezentující jednotlivá odběrná místa. **Výškopis** bude vycházet z podkladních dat dodaných objednatelem. Zpracovatel zpracuje tento podklad do digitálního modelu terénu a z tohoto podkladu doplní výškovou informaci k jednotlivým objektům (uzly modelu, odběrná místa). Informace o **objektech** (vodojemy, čerpací stanice, redukční ventily) budou vycházet z podkladů dodaných objednatelem (provozní schémata objektů, výšky, objemy vodojemů, Q-H křivky, případně štítkové hodnoty čerpadel, nastavení redukčních ventilů).

Celková potřeba vody bude vycházet z výkazů provozovatele. Z hlediska celkové potřeby vody bude možné připravit další scénáře modelu jako:

- Scénář maximální potřeby vody bude vycházet z normových koeficientů používaný především pro posuzování návrhových parametrů vodovodní sítě a pro posuzování některých mimořádných událostí.
- Scénář průměrné potřeby vody používaný především pro posouzení vybraných provozních stavů, stáří vody v síti a požární kapacity sítě

Model vodovodní sítě bude vytvořen ve výpočetním prostředí MIKE URBAN. Model bude dále provozován v modifikovatelném prostředí modulu WEB Advisor (viz dále v části 5). Model bude připraven pro implementaci on-line – pro napojení a automatickou aktualizaci z dat dispečerského systému (viz dále v části 6). Model bude kalibrován na základě vstupních dat a připraven pro následnou automatickou kontrolu aktuálnosti a aktualizaci z GIS a ZIS prostřednictvím modulu SYNGISMO (viz dále v části 7).

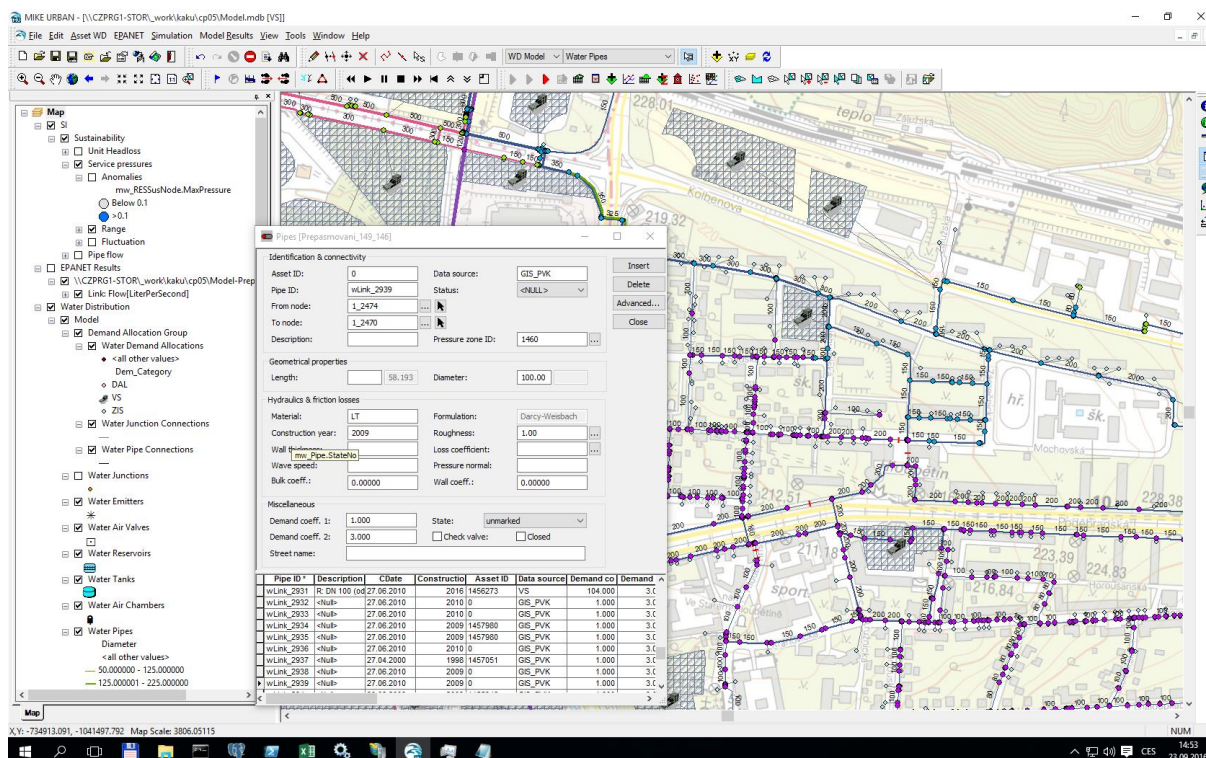
5. APLIKACE PRO VÝPOČTY A VIZUALIZACE VÝSLEDKŮ

Jeden ze základních požadavků zadání je přizpůsobení prostředí pro práci s modelem jednotlivým typům uživatelů. Tento požadavek je zcela naplněn použitím standardní neomezené aplikace MIKE URBAN a aplikace WEB Advisor, která poskytuje uživatelsky orientované prostředí pro řešení typických vodárenských úloh a vizualizaci výsledků ve webovém prostředí pro práci v PC, tabletech a chytrých telefonech.

Obě aplikace budou pracovat s modelem v on-line režimu, to znamená, že např. každých 10 minut bude k dispozici model aktualizovaný na základě měřených hodnot v síti a set aktuálních výsledků.

Aplikace MIKE URBAN bude sloužit pro plnou správu modelu, výpočetní funkce a modifikovatelné prostředí pro vizualizaci výsledků včetně tvorby rozsáhlejších tiskových výstupů. MIKE URBAN je pokročilý výpočetní systém pro práci s vodovodními a kanalizačními systémy technologicky integrovaný s GIS prostředím ESRI, předního světového dodavatele GIS technologií a řešení. To otevírá široké možnosti využití mnoha specializovaných GIS-ových funkcí při tvorbě, kontrole a správě dat modelu a výborné možnosti vizualizace výsledků a podkladních dat. Výpočetní jádro MIKE URBANu je založeno na celosvětově uznávaném výpočetní

systému EPANET od agentury US-EPA. Standardní hydraulický výpočet a výpočet kvality vody jádra EPANET je dále rozšířen o celou řadu nadstavbových analýz jako výpočet požárního zásobování vodou, výpočet vodního rázu, riziková analýza atd.



Obrázek 2 Prostředí výpočetního prostředí MIKE URBAN

Výpočetní model MIKE URBAN umožňuje:

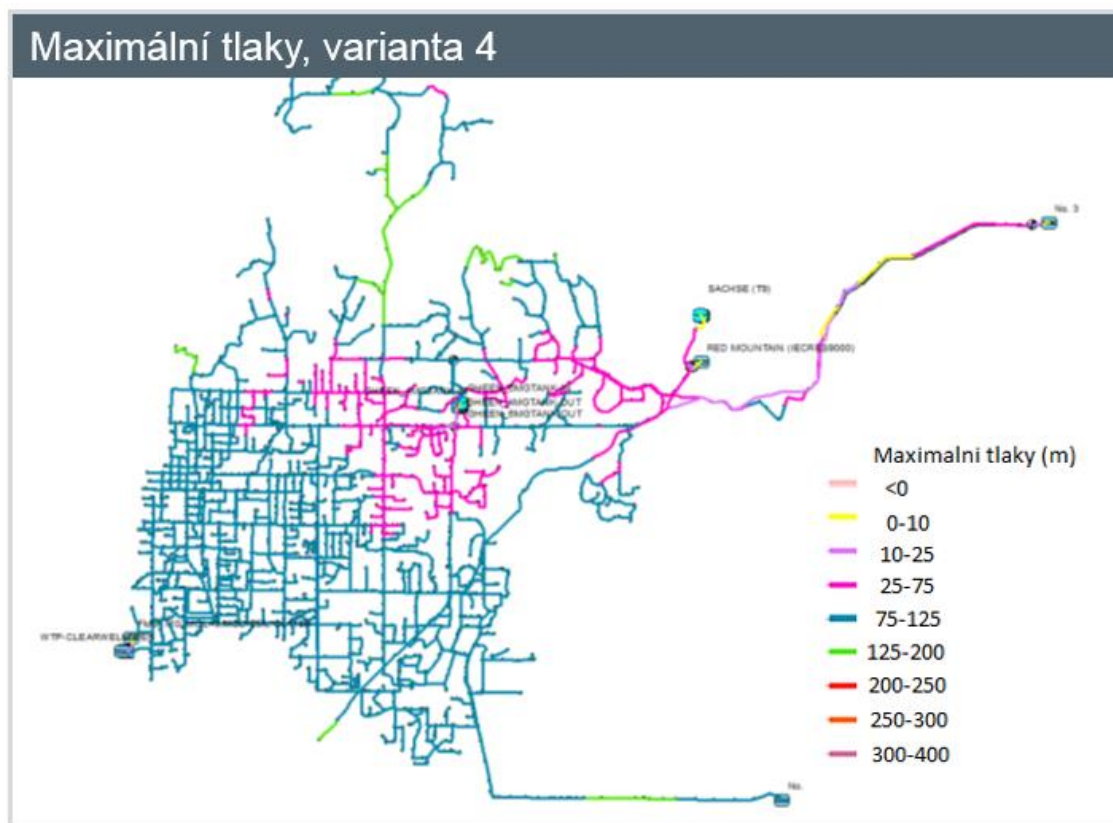
- Hydraulickou analýzu - komplexní posouzení hydraulických parametrů dodávky vody – tlakový a průtokových poměrů, optimalizace tlakových poměrů, hranic zásobních pásem a rozdělení sítě do měrných distriktů
- Posouzení požárního zásobování vodou
- Analýzu stárí vody
- Simulaci šíření kontaminace
- Simulaci hydraulického rázu
- Kromě okamžitých hodnot je možno statistické vyhodnocení všech výsledků, především z hlediska maximálních a minimálních hodnot

Funkce hydraulického rázu umožní provádět simulaci vodního rázu v potrubí a identifikovat tlakové poměry, které mohou mít nepříznivý dopad na provoz vodovodního systému anebo poškodit infrastrukturu. Predikce tlaku mohou být např. použity ke stanovení prasklin v potrubí.

Model vodního rázu MIKE URBAN-WH bude vytvořen na základě modelu ustáleného proudění MIKE URBAN-EPANET. V rámci doplnění modelu pro výpočet vodního rázu budou doplněny zejména tyto parametry: rychlost šíření rázové vlny v potrubí, charakteristiky regulačních uzávěrů, moment setrvačnosti čerpadel, doplnění charakteristiky čerpadel, doby uzavírání a otevírání zpětných klapek a regulačních uzávěrů, charakteristiky zavzdušňovacích ventilů, charakteristiky tlakových nádob.

Výsledky simulace vodního rázu v potrubí jsou nejčastěji prezentovány jako časové řady tlaku, průtoku, rychlosti ve vybraných místech vodovodního systému. Výsledky

Ize také zobrazit ve formě podélných profilů anebo v mapě, kde se zobrazí jednotlivé časové úrovně anebo obálky maximálních a minimálních hodnot. Ukázkou výstupů simulace vodního rázu v potrubí ukazuje Obrázek 3, kde jsou barevně vyznačeny tlakové poměry (maximální tlaky) během výpadku čerpací stanice bez protirázové ochrany.



Obrázek 3 - Model vodního rázu v potrubí, barevně jsou vyznačeny tlakové poměry (maximální tlaky) během výpadku čerpací stanice bez protirázové ochrany, projekt DHI, 2016.

V rámci předmětu plnění bude poskytnuta jedna plná licence výpočetního prostředku MIKE URBAN, která může být instalována jako plovoucí licence na serveru a sdílána více uživateli.

Aplikace **WEB Advisor** poskytující jednotné uživatelské prostředí na platformě Webové aplikace umožní pracovat s On-line modelem na počítačích v rámci interní sítě, ale i na mobilních zařízeních typu tablet anebo chytrý telefon (smart-phone), které jsou vhodné pro práci v terénu.



Obrázek 4- Jednotné uživatelské prostředí pro práci s modelem On-line

Při práci s modelem v aplikaci WEB Advisor - on-line verzi předpokládáme tyto základní funkce:

- **Vytvoření nového scénáře:** založení nového výpočetního scénáře, např. předpověď na příštích 24 hodin při výpadku určitého vodního zdroje, simulace tlakových poměrů během opravy vodovodního potrubí a podobně.
- **Úprava modelu:** zjednodušená editace vybraných prvků modelu jako například hladina vody ve vodojemu, vypnutí nebo zapnutí čerpadla, uzavření sekčního uzávěru a podobně.
- **Hydraulický výpočet:** spuštění hydraulického výpočtu pro vybraný scénář
- **Výpočet kvality vody:** spuštění výpočtu kvality vody pro vybraný scénář jako např. stáří vody, šíření znečištění a podobně.
- **Plánování poruch a odstávek:** nalezení sekčních uzávěrů, které jsou zapotřebí pro odstavení vybraného vodovodního úseku anebo vybrané části vodovodní sítě, zadání doby trvání poruchy, výpočet hydraulických poměrů a automatická selekce části sítě kde bude během poruchy nedostatečný tlak anebo zcela přerušena dodávka vody a vytvoření seznamu příslušných odběrných míst.
- **Výpočet požárních průtoků:** výpočet zbytkového tlaku pro zvolený požární průtok (požární potřebu pro vybraný uzel vodovodní sítě) a výpočet maximální požární potřeby pro požadovaný zbytkový tlak ve vybraném uzlu.
- **Výpočet zbytkové kapacity sítě:** posouzení zbytkové kapacity sítě ve vybraném místě pro plánování budoucích odběrných míst.
- **Zobrazení výsledků:** zobrazení výsledků v mapě včetně animace např. tlakových poměrů anebo stáří vody, zobrazení směru prodění, práce s časovými řadami odběrů, tlakových a průtokových poměrů. Zobrazení extrémních hodnot (maxima, minima, kritické hodnoty), zobrazení míst kde je ohroženo zásobování obyvatel vodou a podobně.
- **Desktopová aplikace:** práce s modelem ve verzi desktop (stolní počítač)
- **Mobilní aplikace:** práce s modelem ve verzi tablet anebo chytrý telefon včetně práce v terénu.

Výše uvedené funkce lze upravit a přizpůsobit, stejně tak jako jejich přiřazení jednotlivým skupinám uživatelů. Příklad návrhu skupin uživatelů a funkcí obsahuje Tabulka 1.

Tabulka 1 - Skupiny uživatelů vodárenského podniku a funkce modelu On-line

Jednotné uživatelské prostředí modelu On-line	Operátor	Provozní technik	Plánovač	Specialista	Údržba	Dispečink	Management	Spotřebitel
Vytvoření nového scénáře	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Úprava modelu	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Hydraulický výpočet	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Výpočet kvality vody	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Plánování poruch a odstávek	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Výpočet požárních průtoků		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Výpočet zbytkové kapacity sítě		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Zobrazení výsledků	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Desktopová aplikace	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mobilní aplikace		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	

Poznámka: Definice uživatelů a jejich rolí je pouze předběžná a bude upravena v rámci instalace a konfigurace systému na základě aktuálních požadavků zadavatele.

6. SYSTÉM ON-LINE

Model bude provozován v on-line režimu. To bude zajišťovat aplikace On-line, která poběží na serveru a ve zvoleném časovém kroku provede následující operace:

- Připojí se na data dispečinku,
- Načte vybraná měřená data vodovodní sítě,
- Provede aktualizaci modelu,
- Spustí výpočet,
- Uloží výsledky simulace do databáze
- Uloží měřená data do databáze
- Provede vyhodnocení kontrolních podmínek a dalších nastavených limitů
- Připraví reporty a alarmy podle nastavených pravidel

Model provozovaný v on-line režimu včetně výsledků bude okamžitě po dokončení výpočetního cyklu k dispozici pro aplikaci MIKE URBAN a WEB Advisor a tudíž všichni klienti mohou používat aktuální model.

Systém On-line dodávaný firmou DHI běží automaticky bez nutnosti spouštění operátorem a díky tomu může sloužit pro automatickou kontrolu funkce systému zásobování vodou, přípravu reportů a alarmů na základě indikace problémů jako jsou havárie, nestandardní manipulace v síti, změny proudění nebezpečné pro kvalitu dodávané vody atd.

7. SYSTÉM SYNGISMO

Systém SYNGISMO umožní aktualizaci modelu na základě vyhodnocení rozdílu mezi databází modelu a datovým zdrojem GIS a ZIS. Základem propojení jsou identifikátory jednotlivých objektů, které budou přeneseny z GIS (ZIS) do modelu v rámci jeho tvorby. Výpočetní systém SYNGISMO po svém spuštění v prvním kroku porovná odpovídající si prvky modelu a datového zdroje a rozdíly zapíše do rozdílové databáze. V druhém kroku pak provede aktualizaci modelu podle výsledků v rozdílové databázi. Přitom jsou provedeny následující operace:

- Aktualizace prvků, které se liší
- Odstranění prvků, které jsou v modelu a v GIS (ZIS) již neexistují
- Přidání nových prvků v GIS (ZIS)

8. HARDWARE

Součástí předmětu plnění je i dodávka počítače se základním programovým vybavením v souladu se zadávací dokumentací. Na tomto počítači budou nainstalovány všechny výše uvedené komponenty a provedena jejich implementace tak, aby byly zajištěny všechny požadované funkce.

Pro napojení ON-LINE modulu na data dispečerského systému zajistí zadavatel přístup k aktuálním měřeným datům dispečerského systému. Způsob napojení nebo předávání dat bude dohodnut na začátku projektu.

9. ŠKOLENÍ

Součástí předmětu plnění je zaškolení určených pracovníků zadavatele (a provozovatele) pro provoz a využívání dodaného systému jako celku i jednotlivých modulů. Předpokládá se jednodenní školení uživatele systému. Další dvoudenní školení bude provedeno jako nadstavba pro operátora systému, který bude mít na starosti přípravu výpočetních scénářů, větší změny v modelu, aktualizaci modelu z dat GIS a ZIS a administraci systému ON-LINE.

10. METODIKA ZPRACOVÁNÍ PROJEKTU

Při zpracování předmětu plnění se předpokládá úzká spolupráce se zadavatelem, resp. provozovatelem vodárenského systému. Na straně zpracovatele bude utvořena pracovní skupina. V jejím čele bude vedoucí projektu, který bude plně odpovídat za průběh projektu, plnění průběžných a konečných termínů, komunikaci se zadavatelem a dalšími stranami. Dále bude odpovědný za řízení práce dalších členů týmu zpracovatele. Vysoká kvalita bude kontrolována ze strany zpracovatele prostřednictvím manažera kvality. Na straně zadavatele se předpokládá jmenování pracovníka, který bude zodpovědný za předávání podkladních dat a zajištění komunikace ze strany zadavatele a provozovatele. Pro zajištění včasného splnění předmětu plnění v souladu se smlouvou se předpokládá zahájení projektu a předání vstupních dat do 17.10.2016.