

## СЪВРЕМЕННИ ТЕНДЕНЦИИ В УПРАВЛЕНИЕТО НА ГРАДСКИ ВОДИ

**Владимир Кукурин; Николай Лисев; Сава Тачев**  
*катедра “Хидравлика и Хидрология”, Хидротехнически факултет;  
Университет по Архитектура, Строителство и Геодезия – София  
гр. София 1046, бул. “Христо Смирненски” 1*

## CONTEMPORARY TENDENCIES IN THE FIELD OF URBAN WATER MENAGEMENT

**Vladimir Kukurin; Nikolay Lissev, Sava Tachev**  
*Department of Hydraulics and Hydrology, Faculty of Hydrotechnics;  
University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy - Sofia  
“Christo Smirnenski” blvd. 1, 1046 Sofia, Bulgaria*

### ABSTRACT

In the conditions of global warming and growth of urban agglomerations, the requirements for an adequate utilization of the water resources are getting bigger and bigger. On the other hand, we have to be protected from the harmful influence of water, specially in the urban areas. By means of contemporary methods coming from the field of hydroinformatics, geographical information systems and hydrodynamic models, civil engineers have the opportunity to simulate working processes of water supply and sewage systems and to optimize their functionality. From these better solutions for the operation of systems, modern planning becomes a standard for bank funding all around the world.

В условията на глобално затопляне и разрастване на градските агломерации, изискванията към пълноценното използване на водните ресурси са все по-високи. От друга страна трябва да се предпазим от вредното въздействие на водите, особено в градски условия. Чрез използването на съвременни методи от областта на хидроинформатиката, географските информационни системи и хидродинамични модели, на строителните инженери се дава възможност за симулиране работата на водоснабдителните и канализационни системи и тяхното оптимизиране. Давайки по-добри решения за експлоатацията на системата, модерното планиране освен всичко, се превръща и в стандарт за банково финансиране в ЕС заради своята финансова ефективност, предоставяйки възможност да се разгледа работата на най-различни проектни сценарии и да се реализира само най-подходящия.

### УВОД

Водоснабдителната и канализационната инфраструктура са показател за нивото на развитие на всяка страна. Въпросът за водоснабдяването е и критичен социален проблем. В повечето български градове водоснабдителната и канализационната инфраструктура са в много лошо състояние поради липса на достатъчно инвестиции за поддръжка и обновяване на активите за продължителен период от време. Много широко разпространен е и проблемът с неадекватното или липсващо събиране и третиране на отпадъчните канализационни води. Всичко това, заедно с факта, че се намираме в период на глобални климатични промени и точно – глобално затопляне, което води до намаляване на валежите, но от друга страна до увеличаване на техния интензитет, налагат необходимостта от по-ефективно оползвотворяване на водните ресурси и ограничаване на вредното им въздействие върху човека. За справянето с проблемите е необходим нов подход в планирането и управлението на водните ресурси, както и използването на модерни методи за моделиране.

## СЪЩИНСКА ЧАСТ

Модерното планиране в областта на градските води ни дава възможност за намаляване на експлоатационните разходи и разходите за реконструкция на водоснабдителните и канализационни мрежи. Давайки по-добри решения за експлоатацията на системата, то се превръща и в стандарт за банково финансиране в ЕС.

Най-общо могат да бъдат разграничени два подхода при планирането и проектирането – *генерално планиране* и *детайлно планиране*. Детайлното планиране разглежда отделните елементи на системата, като основната му цел е да се изготвят подробни проекти за самите елементи. С помощта на тези проекти се пристъпва към практическото реализиране на плана. Генералното планиране, от друга страна, ни позволява да добием обща представа за цялостното функциониране и поведение на изследваната система, виждайки взаимовръзките между отделните и елементи. По този начин след подходящ анализ могат да се открият предимствата и недостатъците на системата. Взимайки предвид и външни фактори (напр. социални, икономически и др.), освен оценката на настоящото състояние на системата, може да се направи и анализ на бъдещото и развитие. Съответно могат да се определят стратегически мерки за постигане на това развитие и да се проектират детайлно и оценят технически алтернативи за бъдещото състояние. Неделима част от съвременното планиране представляват математическите модели, с които може да се симулира цялостната работа на която и да е система.

Съставянето на генерален план в областта на управлението на градските води се състои най-общо от следните 5 основни стъпки:

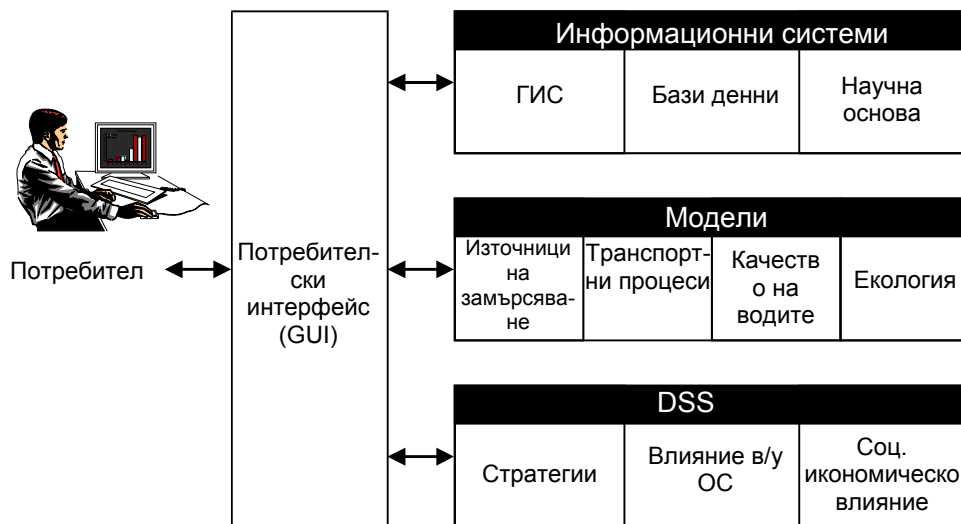
- Събиране на данни и създаване на математически модел;
- Кампания за измерване на параметри на системата;
- Калибриране и проверка на модела;
- Оценка на работата на водоснабдителната или канализационна система;
- Оценка на бъдещата работа на водоснабдителната или канализационна система и евентуално изготвяне на план за реконструкция.

Най-важният елемент при планирането на работата на дадена система са знанията, които имаме за нея. Естествено е, че колкото повече са те, толкова по-добре можем да предвидим всичко, случващо се вътре в системата и да оптимизираме работата и. За директното набавяне на информация обаче са необходими голямо количество труд и средства. Именно тук на помощ идва модерното планиране, което посредством различни методи ни позволява по един рентабилен и ефективен начин да добием необходимите ни широки знания за системата по косвен път, разполагайки само с най-необходимите за целта данни.

При управлението на градските водоснабдителни и канализационни мрежи, за нас е жизненоважно да познаваме в детайли цялостната работа на системата и взаимовръзките между отделните и елементи – тръбопроводи, колектори, шахти, преливници, помпени станции и т.н. В един голям град или градска агломерация цялостното наблюдение на всички елементи би било непосилно. Обикновено разполагаме с ограничено количество данни за определени части от системата, получени по време на инспекция или чрез редовен мониторинг. Знаейки точното географско разположение на дадено място, с помощта на съвременните технологии можем да ползваме тази информация, структурирана в бази данни и интегрирана в Географски Информационни Системи (ГИС). Като използваме тази налична информация, с помощта на хидроинформатични методи и инструменти сме в състояние да създаваме математически модели, които след подходящо калибриране и проверка могат да служат за анализ на цялостното поведение на системата.

Хидроинформатиката е сравнително млада наука, която според определението на Abbott [1] е техническа дисциплина, интегрираща хидрология, хидравлика и информационни технологии в една обща рамка. Основен елемент на хидроинформатиката е симулационният модел, описващ дадена водна система. Главната цел на хидроинформатиката е да предостави в ръцете на инженерите предсказуемо работещи и мощни инструменти за анализ на водните компоненти на околната среда и да интегрира опазването и в инженерната работа. Използвайки сценарии от типа „ако-тогава” с помощта на компютърни симулации може да се провери ефектът от вмешателството в екосистемите и да бъдат предложени инструменти за управление на комплексните водни системи. Изпълнявайки тези цели, хидроинформатиката може да предложи сериозна основа за законодателството и разбира се, да оптимизира проектантската работа.

Като основен градивен елемент се счита т.нар. *Хидроинформационна система*, която представлява набор от взаимно свързани инструменти, действащи като единна система и включващи значителен обем от информация, идваща от областта на хидравликата, хидрологията, законодателството, като резултати от приложни изследвания, социалната и икономическа сфера, информатиката и т.н. Това всъщност може да се дефинира и като система, подпомагаща взимането на решения или т.нар. Decision Support System (DSS). На фиг. 1 може да се види примерна схема на една хидроинформационна система.



Фиг. 1 Структура на хидроинформационната система

Както бе спомената по-горе, основен елемент за функционирането на тези системи е достатъчното количество информация. Тъй като тази информация идва от най-различни области, работата с нея понякога е сложна и се налага особено внимание към организирането и. За целта са особено подходящи набралите широка популярност в последно време *Географски информационни системи (ГИС)*.

Географската информационна система представлява система от компютърен софтуер, хардуер, данни и персонал, който подпомага манипулацията, анализа и предоставянето на информация за дадено местоположение. Географски обвързаната информация е изключително предимство в съвременния свят - около 80% от всички данни, с които разполагаме, имат пространствена компонента, т.е. могат да се анализират „пространствено”. Работата със слоеве в почти всички географски информационни системи ни позволява интегрирането на бази данни от най-различни области и източници, без това да затруднява визуализацията и анализа и.

В областта на управлението на градски води от изключителна важност е събирането и актуализацията на данни за водопроводните и канализационни мрежи. Освен точното местоположение на всеки един от елементите на системата (шахти, тръби, колектори и т.н.),

трябва да са известни и съответните им характеристики – дълбочина на шахтите, диаметър на тръбите, кота дъно на входящите и изходящи тръби и др. Тези данни обикновено се набавят чрез геодезическо заснемане и след първоначалното им въвеждане в ГИС е необходима само периодична актуализация. Както бе споменато, географските информационни системи позволяват въвеждането на данни от най-различни източници. Това дава възможност да се анализират различни демографски и социални фактори в контекста на управлението на водите. Важен параметър за оценката на работата на водоснабдителните и канализационни системи е броят на обслужваните жители и зависещата от него консумация на вода. Не може да не се вземат под внимание и индустриалните водопотребители, които от една страна имат висока консумация на питейни води, а от друга представляват концентриран източник на замърсители в канализационната мрежа. Освен споменатото до тук, при планирането, особено в дългосрочен план, основна роля играе и информацията за бъдещото развитие на градската среда, с чиято помощ можем да отчетем евентуално разширяване на системите или промяна на натоварването им.

Споменавайки натоварване на системите, трябва да се отбележи, че при смесените канализационни мрежи то не зависи само от водопотреблението, а и от дъждовните води, които влизат в системата. За точното определяне на тяхното количество имаме нужда от редица параметри – площ на водосборната област, наклон, земна покривка, респективно коефициент на инфилтрация и т.н.

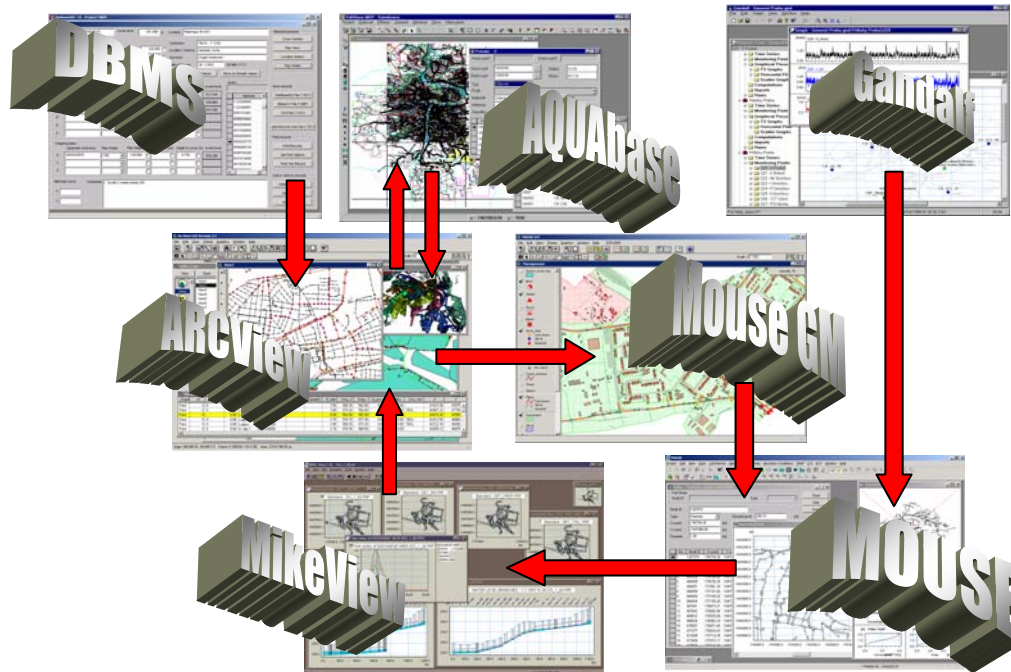
В последно време големи възможности за определянето на тези характеристики предоставят т.нар. *дистанционни методи* за набиране на информация, особено географска. Това са различни геодезични методи, чрез които с помощта на фотограмметрия, лазерно сканиране, сателитни снимки и т.н. може да се извлече полезна информация за различни характеристики на земната повърхност – релеф, земеползване и др. След като се заснеме по някой от споменатите начини, релефът може да бъде представен в растерен или векторен вид (дигитален модел на терена) и да бъде интегриран в Географската информационна система.

Така набраният комплекс от данни може да послужи като основа за създаване на хидродинамичен модел за симулация работата на системата, който всъщност представлява сърцето на хидроинформационната система. Моделите са инструменти, способни да симулират дългосрочно поведението на физически системи в смисъла на интерпретация на главните процеси протичащи в нея. Най-общо моделите могат да се разделят на три типа:

- Концептуални модели - при които се прилага някаква концепция, която замества природен процес
- Детерминистични модели – при които се търси математическо решение на диференциални уравнения, описващи естествени процеси
- Стохастични модели – основани на решаването на естествени процеси чрез статистически методи

Най-широко навлезли в инженерната практика са детерминистичните модели. Могат да се опишат и като „цифрово копие” на физическата система. Това дава възможност за същия отговор на модела на външни импулси, както в природата. Този тип модели позволява симулация на физически процеси, важни за изследвания феномен (непрекъснатост, нестационарност, динамика и др.). Въпреки трудните за определяне входни данни, тези модели предсказват какво и кога ще се случи, като по този начин представляват мощен инструмент при взимането на инженерни решения. Моделите обикновено са под формата на софтуерни пакети и представляват програми за решаването на съответните диференциални уравнения на движението. Тъй като тези уравнения се решават числено, обикновено е необходим значителен изчислителен ресурс. Много от съвременните хидродинамични модели са интегрирани в ГИС среда, което позволява директното използване на всичката

налична информация от системата. Това неимоверно облекчава първоначалната работа по създаване на модела и повишава ефективността му. От друга страна дава възможност за визуализация на резултатите и провеждане на допълнителни пространствени анализи, което още повече увеличава стойността на получената информация. На фиг. 2 може да се види примерна схема, показваща потока на данни от различни източници към географската информационна система, респ. хидродинамичния модел и последващото представяне и анализ на резултатите.



Фиг. 2 Взаимовръзка между различни източници на информация и хидродинамичния модел

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В следствие на бурното развитие на хардуера и софтуера е неминуемо и нарастващото използване на симулационни модели в практическия инженерен живот. Макар и скъпявайки значително времето за решаване на редица комплексни проблеми, които до скоро оставаха нерешими, съвременните методи в областта на управлението на водите, все пак изискват специално внимание. Не бива да се пренебрегва комплексността на огромното количество данни, с които се работи и въпреки все по-качествените продукти, излизаци постоянно на пазара, човешкият фактор все още остава основна и незаменима съставна част от цялата система.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Abbot M B, Computational Hydraulics, Ashgate Publishing 1998
2. MikeUrban - scientific documentation
3. Prof. R. Arsov, Kr. Gotcheva , Dr. V.Bojkov, Dr. T.Metelka, Impact of DHI technology on Bulgarian Water Sector Development in Framework of Technical and Infrastructural Aid in the period 2006-2010
4. Tomas Metelka, Ventzi Bojkov, Stormwater Management under the Climate Change Conditions, Четвърта международна конференция БУЛАКВА, 2011