

УЛОГА МОДЕЛИРАЊА КАНАЛИЗАЦИОНИХ СИСТЕМА НА ПРИМЕРУ ГРАДА ВРАЊА

Милош Трајковић¹
Драган Милићевић²

УДК: 628.21:519.87(497.11Врање)

DOI: 10.14415/konferencijaGFS2014.095

Резиме: Да би се избегле грешке приликом планирања, пројектовања, грађења и експлоатације канализационих система, потребно је познавање свих елемената, њихове функције и начина рада у оквиру целог система као целине. Коришћење савремених информационих технологија, симулационих и оптимизационих модела, значајно олакшава упознавање елемената система и њихове функције и хидрауличких параметара и омогућава да се проблеми у систему на време открију и уклоне. У овом раду приказана је примена симулационих модела за анализу постојећег стања канализационог система града Врања и предложеног решења будућег стања канализационог система сепаратног типа. У раду се, на примеру града Врања, указује на значај примене симулационих модела за анализу стања у канализационим системима, а посебно за анализу потреба и оправданости проширења /реконструкције система.

Кључне речи: Моделирање канализационих система, управљање канализационим системима

1. УВОД

Градски канализациони системи су једни од најважнијих јавних инфраструктурних система које градови и други корисници користе и одржавају. Дужина канализационих система, чак и мање развијених земаља, мери се десетинама, па и стотинама хиљада километара, а трошкови њихове изградње и одржавања стотинама милиона, па и милијардама долара [1].

Убрзани развој компјутерских технологија, развој и доступност програмских пакета намењених моделирању канализационих система, значајно олакшава упознавање елемената система, њихове функције и хидрауличких параметара и омогућава да се проблеми у систему благовремено открију, квантификују и смање до економско оправданих граница, а да се у нове инвестиције улази тек по окончању претходних послова. Данас за моделирање канализационог система као кључне компоненте управљања у реалном времену, постоји велики број софтверских пакета. У овом раду

¹ Милош Трајковић, маг.инж.грађ., студент докторских студија, Универзитет у Нишу, Грађевинско-архитектонски факултет, Александра Медведева 14, Ниш, Србија, е – mail: mr.milostrajkovic@gmail.com

² др Драган Милићевић, доцент, Универзитет у Нишу, Грађевинско-архитектонски факултет, Александра Медведева 14, Ниш, Србија, е – mail: drgara@gaf.ni.ac.rs

се указује на велики значај примене симулационих модела за анализу стања у канализационим системима, на примеру канализационог система града Врања. Овакав приступ има велики значај, јер омогућава предвиђање одговора реалног система у најразличитијим условима експлоатације и дефинисање најповољнијих управљачких дејстава чији ефекат ће бити процењен на моделу, пре него што се време, новац и материјал уложе у физички део система.

2. КАНАЛИЗАЦИОНИ СИСТЕМ ГРАДА ВРАЊА

Град Врање се простире на територији од око 860 km². Врање је економски, политички и културни центар Пчињског округа. Према попису становништва из 2011. године, на подручју града Врања укупно је пописано 75.933 становника, односно 22.691 домаћинство. У погледу комуналне делатности, може се рећи да је у граду највише урађено на уређењу саобраћајница и електрификацији свих насеља у граду, док је хидротехничка инфраструктура реализована много скромније. Почетак изградње јавне канализације у Врању датира од шездесетих година прошлог века и то по сепарационом систему. Међутим, изградња кишне канализације је знатно каснила за фекалном, тако да данас фекална канализација има укупну дужину од око 85 km и покрива око 75% подручја насеља, док кишна канализација има укупну дужину од свега око 3 km, или мање од 10% потребног обима [2]. Фекална канализација је временом прерасла у општи систем којим се прихватају и одводе, отпадне воде становништва, углавном све индустријске отпадне воде, које се претежно без предtretмана изливају у канализацију и атмосферске воде. Главни колектори канализационог система су пречника Ø400 до Ø500 и углавном су од керамике, PVC-а, а у мањој мери од бетон и азбест-цемент. Диспозиција отпадних вода се врши преко три излива, без икаквог пречишћавања, у три различита реципијента - притоке Реке Јужне Мораве [2].

Због природних топографских карактеристика града, постојећа канализација је недовољна да прими сву отпадну воду и кишницу која се слива у градску канализацију, па се најчешће у пролеће и јесен, када су и падавине највеће, отпадна вода често излива. Из наведеног разлога, неопходно је предузети одређене мере на решавању проблема који се јављају у систему. Такође, у интересу опште санитације насеља, неопходна је и доградња фекалне канализације у деловима насеља где она још не постоји.

3. ХИДРАУЛИЧКИ МОДЕЛИ КАНАЛИЗАЦИОНОГ СИСТЕМА

За анализу постојећег и будућег стања канализационог система за прикупљање и одвођење отпадних и атмосферских вода града Врања, развијени су хидраулички модели канализационог система коришћењем програма EPA SWMM верзија 5.0.022.

Канализациони систем града Врања за постојеће стање је моделиран као општи систем. Хидрауличким моделом канализационог система су обухваћени главни колектор и секундарни колектори првог и другог реда укупне дужине око 40 km, док су секундарни колектори вишег реда, који немају битнији утицај на хидраулику система, уклоњени и замењени одговарајућом количином отпадних вода у чворовима.

Скелетизацијом канализационе мреже (слика 1), добијен је хидраулички модел са 80 подсливова, 80 чворова, 77 деоница и три излива [3,4]. Карактеристике канализационог система (дужине деоница, коте чворова) дефинисане су на основу расположиве документације и консултација са представницима јавног предузећа "Водовод" Врање.



Слика 1. Скелетизована канализациона мрежа града Врања (тренутно стање)

Канализациони систем града Врања за будуће стање је моделиран као сепаратни систем, при чему садашња канализациона мрежа општег типа постаје фекална канализациона мрежа за будуће стање, док се атмосферска канализација за будуће стање пројектује по истој траси као и фекална, али са мањом дужином закопавања цеви и већим пречницима, који су срачунати на основу меродавних количина атмосферских падавина. Хидраулички модел фекалне канализације за будуће стање (слика 2 лево) има исте елементе и карактеристике као и модел постојећег стања канализације општег типа, осим количина отпадне воде. Хидраулички модел будућег стања атмосферске канализације (слика 2 десно) има такође исте елементе као и модел постојећег стања канализације општег типа, осим дубина закопавања и пречника цеви [3].

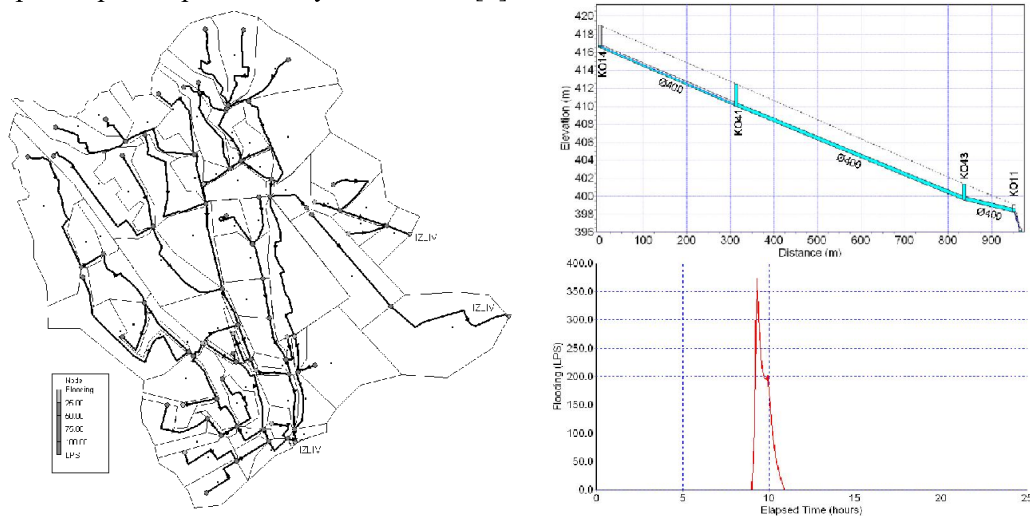


Слика 2. Скелетизовани модел будућег стања фекалне канализације (лево) и скелетизовани модел будућег стања атмосферске канализације (десно)

Максимална дневна количина санитарних вода у чворовима је срачуната на основу броја стамбених јединица и индустријских капацитета, који припадају одређеној деоници, односно одређеном чвору, за садашње стање, односно за за пројектни период од 40 година. Рачунска количина атмосферских вода је срачуната на основу интензитета падавина за разматрано подручје реда двододишње кише, коефицијента отицања и површине слива за сваку сливну површину.

4. АНАЛИЗА И ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА МОДЕЛИРАЊА

На развијеним хидрауличким моделим су извршене континуалне симулације за период од 24 часа, са усвојеним променама коефицијента часовне неравномерности за различите категорије потрошача и на основу хидрограма отицаја двогодишње кише. У овом раду се приказује део резултата симулација на хидрауличким моделима канализационе мреже за најнеповољнија стања која се јављају у канализационој мрежи, односно највећа оптерећења која се јављају у 7:00 часова (највеће количине санитарних отпадних вода) и 09:30 (највеће количине атмосферских отпадних вода према хидрограму отицаја за двогодишње кише). Остали резултати се због обимности не прилажу, а налазе се у архиви Лабораторије за Санитарну технику Грађевинско-архитектонског факултета у Нишу. Напомиње се да мерења у канализационом систему за потребе тестирања и калибрације модела нису вршена. Сличност резултата модела са стварним стањем у канализационој мрежи је констатована у консултацијама са представницима ЈП “Водовод” Врање. Неки од резултата добијених на моделу постојећег стања канализационог система града Врања приказани су на слици 3 [3].

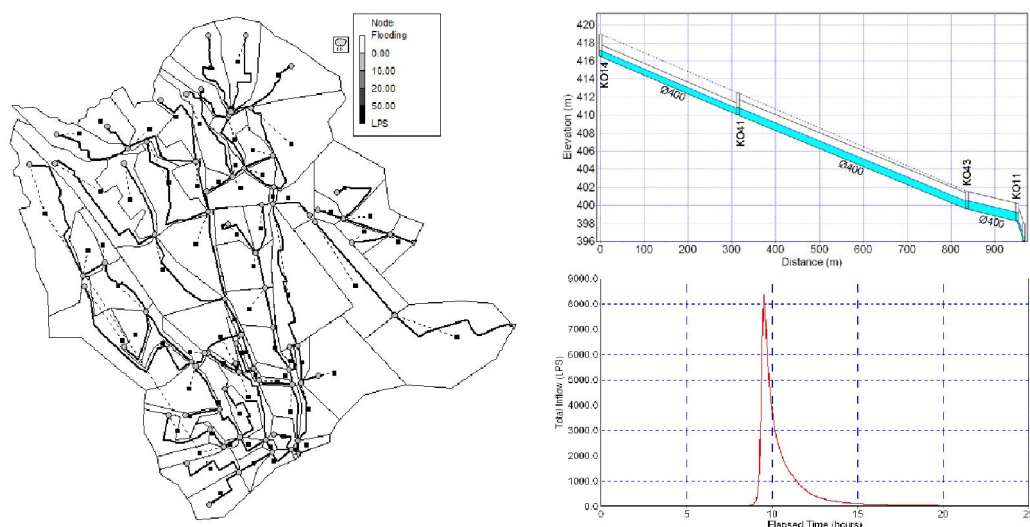


Слика 3. – Плављење у чворовима канализационе мреже у 9:30 h (највећа количина атмосферских отпадних вода), стање на карактеристичној деоници од KO14 до излива и хидрограм изливања у контролном окну KO41 – постојеће стање

Анализом резултата континуалних симулација на моделу постојећег стања канализационог система општег типа (слика 3), уочено је да у сушним периодима,

када се прикупљају и одводе само фекалне отпадне воде мрежа нормално функционише. Међутим у периодима појаве падавина реда двогодишње кише, у систему ће се јавити бројни проблеми, посебно при појави максималних количина санитарних и атмосферских отпадних вода у току дана. У тим периодима у току дана јавља се преоптерећење система и изливање значајних количина воде из контролних окана, скоро у целој канализационој мрежи, у трајању од по неколико сати. У неким низводним контролним окнима јавља се изливање у трајању од неколико сати са максималном количином од преко 100 l/s, а у контролном окну 41 које се налази у непосредној близини излива јавља се изливање у трајању од око 2 сата са максималном количином од преко 350 l/s (слика 3 десно, доле). Анализом резултата континуалних симулација на овом моделу потврђено је да у садашњим условима, капацитет канализационе мреже не задовољава потребе становништва града Враћа при већим падавинама и да треба предузети одређене мере на решавању проблема који се јављају у систему.

Анализама на хидрауличком моделу, различитих варијантних решења, као најадекватнија мера за решавање проблема у канализационој мрежи града Враћа верификовано је раздвајање фекалне и кишне канализације у целом граду и изградња кишне канализације, па је на хидрауличким моделима за будуће стање анализиран сепаратни систем канализације. Неки од резултата добијених на моделу будућег стања атмосферског канализационог система града Враћа приказан је на слици 4 [3].



Слика 4. – Стање у атмосферској канализационој мрежи у 9:30 h (највећа количина атмосферских отпадних вода) и на карактеристичној деоници од KO14 до излива и хидрограм отицања на изливу KO7 – будуће стање

Анализом резултата динамичких симулација на моделима предложеног решења будућег стања како фекалног, тако и атмосферског канализационог система (слика 4) уочено је да мреже нормално функционишу, да нема преоптерећења и да ни при максималним количинама санитарних и атмосферских отпадних вода нема изливања у чворовима канализационе мреже, чиме је предложено решење будућег стања канализационе мреже верификовано као исправно.

5. ЗАКЉУЧАК

Због изузетног значаја канализационих система и великих проблема који се јављају у њиховој експлоатацији данас се у свету њиховом планирању и управљању поклања велика пажња, применом савремених информатичких технологија.

Овакав приступ код нас најчешће има декларативну подршку, али у пракси на примени оваквог приступа у планирању и управљању канализационим системима није много учињено.

У овом раду се још једанпут указује на значај примене симулационих модела за анализу стања у канализационим системима, на примеру канализационог система града Врања.

Иако није извршена калибрација хидрауличког модела канализационог система града Врања и није квантификована сличност добијених резултата на моделу са стварним стањем канализационе мреже, развијени иницијални модел је знатно помогао да се боље упозна стање у канализационом систему и открију проблеми који се јављају у његовој експлоатацији.

Да би модел био употребљив за даље анализе и истраживања и за моделирање како садашњег, тако и будућег стања канализационог система града, пре свега треба калибрисати модел.

Као што је у раду приказано, анализом резултата симулација чак и на иницијалном моделу система, који није калибрисан, могу се добити веома значајне информације о канализационом систему, уочити проблеми и дефинисати најповољнија решења тих проблема.

ЗАХВАЛНОСТ

Истраживања презентована у овом раду финансирана су од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, у оквиру пројекта “Развој система подршке одлучивању за потребе интегралног управљања водним ресурсима на сливу“, ев. број ТР37018.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Милићевић Д., Милићевић С.: *Интегрално управљање комуналним системима за диспозицију отпадних вода, Седма међународна конференција "Водоводни и канализациони системи"*, 2007., Зборник радова, стр. 144-152.
- [2] Институт за водопривреду “Јарослав Черни”: *Генерални пројекат сакупљања, одвођења и пречишћавања отпадних вода града Врања, Врање, 2005.*
- [3] Трајковић, М.: *Анализа система за канализацију града Врања, Дипломски рад, Грађевинско-архитектонски факултет, Ниш, 2011.*
- [4] Трајковић, М., Милићевић Д., Димитријевић Д.: *Улога моделирања канализационих система у анализи система на примеру града Врања, Наука + пракса бр 16 2013., стр. 95-102.*

THE ROLE OF SEWAGE SYSTEMS MODELING ON THE EXAMPLE OF VRANJE TOWN

Summary: *In order to avoid the mistakes during planning, designing, constructing and exploitation of sewerage systems, it is necessary to have the knowledge of all the elements, their functions and ways of working in the system framework as a whole. The use of modern information technology, models of simulation and optimization, significantly facilitates acquiring knowledge of the system elements function and their hydraulic parameters and enables to detect problems in time and eliminates them. This paper presents the application of simulation models for the analysis of sewerage system current state of Vranje town and proposed solution of the future state of sewerage system separate type. The paper points, on the example of the city of Vranje, the importance of the implementation of simulation models for analysis of the sewerage systems, and particularly for analysis of the requirements and feasibility of the expansion /reconstruction of the system.*

Keywords: *Sewerage system modelling, sewerage system management*