

RAZVOJ METODOLOGIJE POVEZIVANJA BIM-A SA HIDRAULIČKIM MODELOM VODOVODNOG SISTEMA

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONNECTING BIM WITH HYDRAULIC MODELS OF A WATER SUPPLY SYSTEM

IZVOD

Priključivanjem korisnika na vodovodnu mrežu naselja, dolazi do promene opterećenja koju vodovodni sistem treba da prihvati i da novom korisniku obezbedi snabdevanje vodom za piće, a da se ne naruši snabdevanje postojećim korisnicima. Pošto su deonice postojećeg vodovodnog sistema već projektovane za određen kapacitet, ukoliko se planira urbanizacija dela naselja potrebno je izvršiti analizu hidrauličkog modela vodovodne mreže kako bi se proverili kapaciteti određenih deonica ili čitavog sistema. U ovom radu je razvijena metodologija za analizu stanja vodovodne mreže, koja obuhvata unutrašnji razvod vodovoda objekta, automatizovano dimenzionisanje linije vode, proračun potrošnje tog korisnika i povezivanje dobijenih rezultata u BIM okruženje sa softverom za simulaciju hidrauličkog modela vodovodne mreže naselja, u kome se mogu sagledati rezultati planiranih promena.

Ključne reči: Vodovodna mreža, Unutrašnji vodovod, BIM, Revit, EPANET, Vizuelno programiranje

ABSTRACT

By connecting users to the water supply network, there is a change in the load that the water supply system needs to accommodate to and provide the new user with drinking water without compromising the supply to existing users. Since the sections of the existing water supply system are already designed for a certain capacity, if urbanization is planned, it is necessary to provide an analysis to verify the capacities of water distribution network sections or the entire system. In this paper, a methodology for analyzing the state of the water supply network has been developed, which includes the internal distribution of the water supply of a built facility, capability of automated sizing of the corresponding water pipes, calculation of the user's consumption, linking the obtained results to the BIM environment with the software for simulating the hydraulic characteristics of the water distribution network, and even evaluation of the effects of planned changes.

Keywords: Water supply network, Internal water supply, BIM, Revit, EPANET, Visual programming

1. UVOD

BIM (Building Information Modeling) predstavlja savremeno softversko rešenje za projektovanje koje, pored baze podataka o izgrađenom sistemu, može da sadrži pravila i ograničenja za različite vrste infrastrukturnih sistema, uključujući vodovodne instalacije. Ovo omogućava timovima da efikasije sarađuju, identifikuju konflikte i optimizuju performanse objekta pre, tokom i nakon izgradnje. Na žalost, pravila i ograničenja su retko ugrađena u sam BIM, pa se moraju posebno ugraditi. Jedan od softvera koji se koristi za modeliranje zgrada BIM tehnologijom je Autodesk Revit. Koriste ga arhitekta, građevinski, mašinski, elektrotehnički inženjeri, projektanti i izvođači. Softver omogućava korisnicima da projektuju zgradu, konstrukciju i njene komponente u 3D, ali i da planiraju i prate razvoj različitih faza u životnom ciklusu zgrade, kao što je prikazan na slici 1 (Graves, 2012). Sa druge strane, BIM nema mogućnost modeliranja rada infrastrukturnih sistema kao što su vodovodni infrastrukturni sistemi, pa se za tu svrhu mogu koristiti specijalizovana softverska rešenja kao što je softversko rešenje EpaNet, agencije za zaštitu životne

Jovan Kara-Jovanović, mast. inž. građ., karajovanovicj@gmail.com
Nemanja Branislavljević, dr građ., nbranisavljevic@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-2664-1872>
Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija



sredine Epa (Environmental Protection Agency). S obzirom da mreža unutrašnjih vodovodnih instalacija i spoljna distributivna vodovodna mreža čine jedinstvenu celinu, potrebno ih je tako i posmatrati, pa se prirodno nameće mogućnost povezivanja BIM-a unutrašnjih vodovodnih instalacija i modela distributivne vodovodne mreže.



Slika 1. Životni ciklus projekta

2. METODOLOGIJA

Metodologija povezivanja BIM-a unutrašnjih vodovodnih instalacija sa hidrauličkim modelom vodovodnog sistema podrazumeva formiranje BIM-a jednog korisnika vodovodne mreže, dimenzionisanje cevovoda i proračun potrošnje korisnika uz pomoć

modula za vizuelno programiranje Revit softverskog paketa, unos dobijene potrošnje u hidraulički model, pokretanje simulacije rada vodovodnog sistema i analizu rezultata.

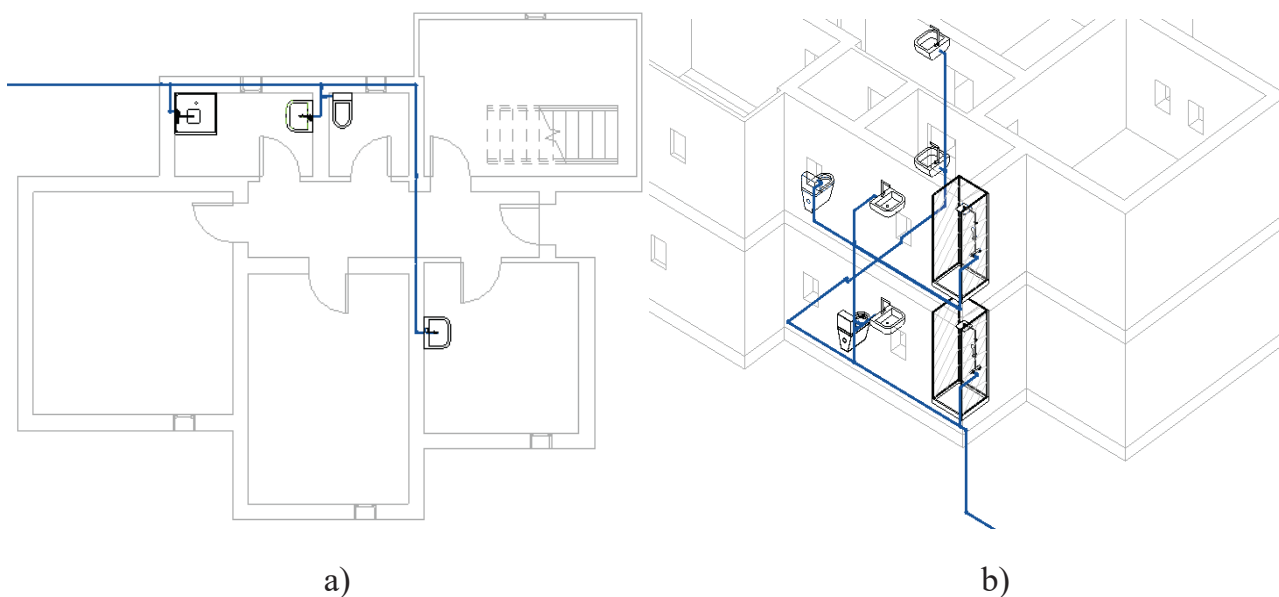
2.1 Formiranje BIM-a

Model jedne kućne vodovodne mreže se formira tako što se prvo definiše arhitektura objekta ili se učitava već modeliran objekat. Na osnovu objekta pozicioniraju se vodovodne instalacije (česme, tuševi, vodokotlići i sl.). Glavni dovod vode sa ulične vodovodne mreže se sprovodi do kuće, a potom optimalnim putanjama do sanitarnih elemenata. Pored osnove, objekat se može prikazati i na aksonometrijskoj šemi (slika 2) u kojoj se vidi svaki prolaz cevi kroz zid ili kroz međuspratnu konstrukciju (Milivojević, 2003).

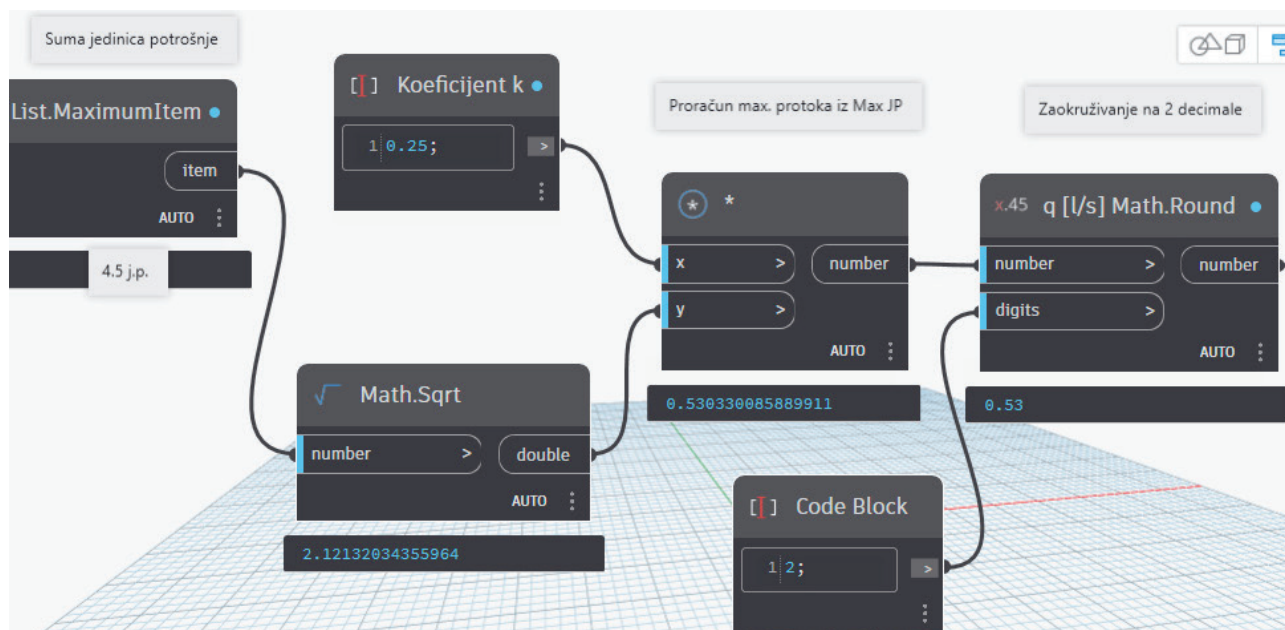
U BIM-u, razvijenom u Revit softverskom paketu, vodovodne instalacije se dodaju preko funkcije Revit Family. Familije su Revit-ove komponente koje služe za izradu i opisivanje modela. To su npr. zidovi, prozori, stubovi, vrata, a i vodovodne instalacije. Sa Revit-om dolaze baze familija, međutim, moguće je i izraditi svoje, ili uvesti neke druge iz odgovarajućih biblioteka. Tako je najbolje uraditi za vodovodne instalacije jer uvozimo realne instalacije koji su proizvođači napravili i sadrže sve potrebne ulaze i izlaze.

Potrebna količina vode koja ističe na pojedinačnim sanitarnim uređajima, odnosno odgovarajuće jedinice potrošnje (opterećenja) dati su u tabeli 1.

Kada su pozicionirane sve instalacije sledi njihovo povezivanje unutrašnjim vodovodnim cevima. Račve, fitinzi, mufovi se formiraju automatski pri povezivanju dve ili više cevi, ili cevi različitih prečnika.



Slika 2. Prikaz kućnog vodovoda u: a) osnovi i b) aksonometriji



Slika 4. Proračun maksimalne potrošnje u Dynamo okruženju

Tabela 2. Otpori u m vodenog stuba na jedinicu dužine cevovoda (I_E) (Milivojević, 2003)

Zbir j.p.	q (l/s)	Oznaka prečnika									
		Č	P	Č	P	Č	P	Č	P	Č	P
		15	15	20	20	25	25	32	30	40	40
0,5	0,18	0,39	0,15	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01			
1	0,25	0,78	0,29	0,16	0,09	0,05	0,03	0,01	0,01		
1,5	0,31	1,18	0,44	0,25	0,13	0,07	0,04	0,02	0,01	0,01	
2	0,35	1,57	0,59	0,33	0,18	0,10	0,05	0,03	0,02	0,01	
2,5	0,40	1,96	0,73	0,41	0,22	0,12	0,07	0,03	0,02	0,01	0,01
3	0,43	2,35	0,88	0,49	0,26	0,15	0,08	0,04	0,03	0,01	0,01
4	0,50	3,13	1,18	0,66	0,35	0,20	0,11	0,05	0,04	0,02	0,01
5	0,56			0,82	0,44	0,24	0,13	0,06	0,05	0,02	0,01

Proračun se sprovodi tabelarno u narednoj formi, a sam postupak u Dynamo okruženju ovde nije prikazan zbog obimnosti.

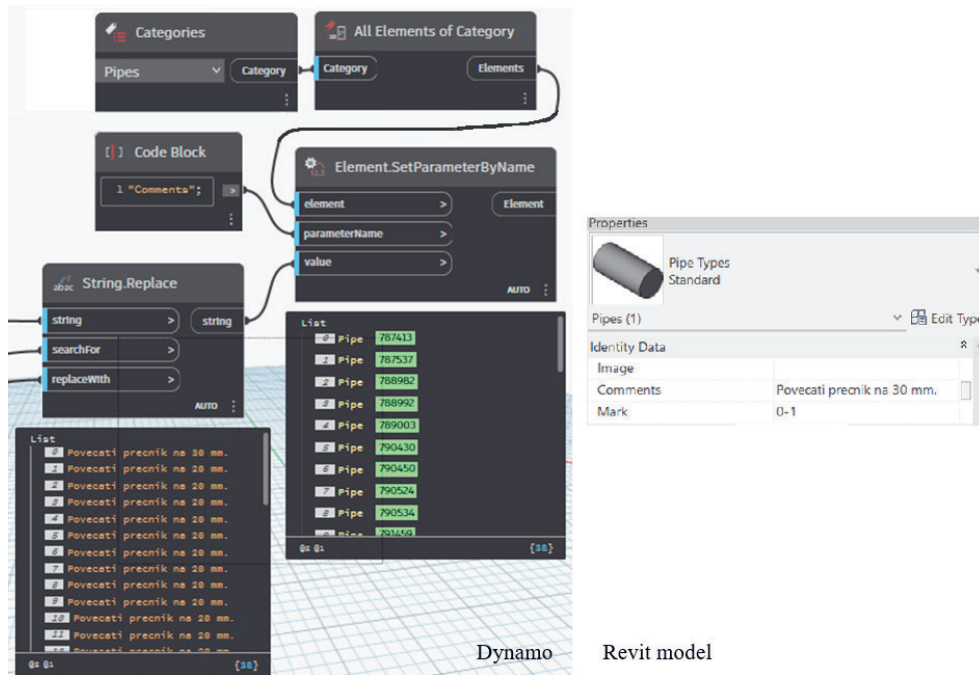
Deonica	L (cm)	Σ j.p.	q (l/s)	D_{usv} (mm)	I_E (m/m')	Δh_i (cm)
---------	--------	--------	---------	----------------	--------------	-------------------

Sračunati prečnici se učitavaju nazad u Revit model u vidu komentara ili automatske promene prečnika cevi.

DWGV metoda predviđa i proračun pritiska na priključku na javnu vodovodnu mrežu pomoću gubitaka Δh_i . Dobijeni pritisak se upoređuje sa zahtevanim pritiskom u zavisnosti od visinske zone na kojoj se korisnik nalazi. Ako u uličnoj vodovodnoj mreži ne vlada dovoljan pritisak za ispravno

snabdevanje korisnika vodom, može se postaviti hidrofor. Međutim ovaj proračun nije sproveden zbog obimnosti i fokusa na povezivanje korisnika sa hidrauličkim modelom vodovodnog sistema.

Proračun protoka je u ovom primeru zasnovan na Briks metodologiji, međutim, u praksi se ona sve manje koristi zato što su razvijeni savremeniji standardi kao što je EN806, koji definiše drugačiji skup pravila za protoke na vodovodnim instalacijama i dimenzionisanja cevi. Razlog zbog kojeg nije primenjen EN806 standard je značajno veći poduhvat od Briks metode i zbog postojanja prethodnog proračuna ručnom metodom, sa kojom se ovaj primer može uporediti i utvrditi tačnost. Rezultat upoređivanja ručne metode koja je sprovedena tabelarno je da se rezultati dimenzionisanja poklapaju jer je iskorišćena ista metoda.

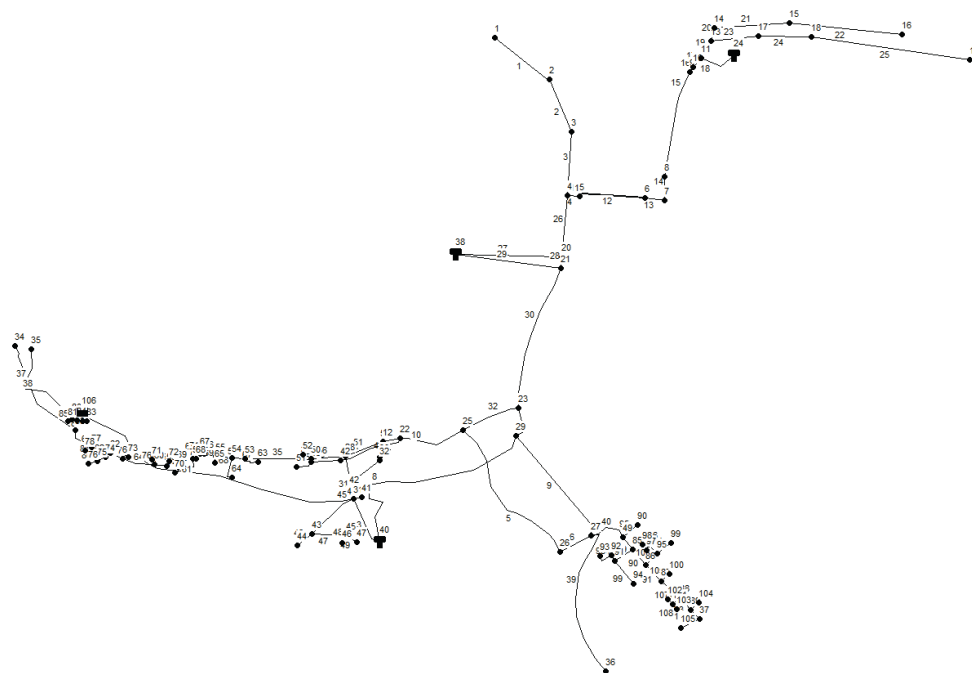


Slika 5. Slanje rezultata iz Dynamo u Revit model u vidu komentara

2.3 Povezivanje Revit sa EPANET hidrauličkim modelom

EPANET je softver za simulaciju rada vodovodnih sistema pod pritiskom (slika 6). Vodovodna mreža se sastoji od cevi, čvorova, pumpi, ventila, rezervoara, izvora i ostalih elemenata. EPANET prati smer toka vode u svakoj cevi, pritisak u svakom čvoru, dubinu vode u svakom rezervoaru i koncentraciju hemijskih supstanci u cevima i rezervoarima mreže tokom perioda simulacije koji se sastoji od više vremenskih koraka (Rossman, 2000).

Revit se sa EPANET-om povezuje preko tekstualne datoteke, koju EPANET koristi kao bazu podataka za sve parametre vezane za hidrauličku mrežu (*.inp tekstualna datoteka), a Revit ima ugrađenu mogućnost da učita i sprovodi izmene nad tekstualnim datotekama. Pored unosa potrošnje korisnika odnosno čvora, mogu se upisati i vrednosti nadmorske visine i koordinate budućeg čvora ako je mreža vodovodnog sistema georeferencirana.



Slika 6. Vodovodna mreža u EPANET okruženju



Data.ExportToExcel

filePath > data

sheetName >

startRow >

startColumn >

data >

overWrite >

writeAsString >

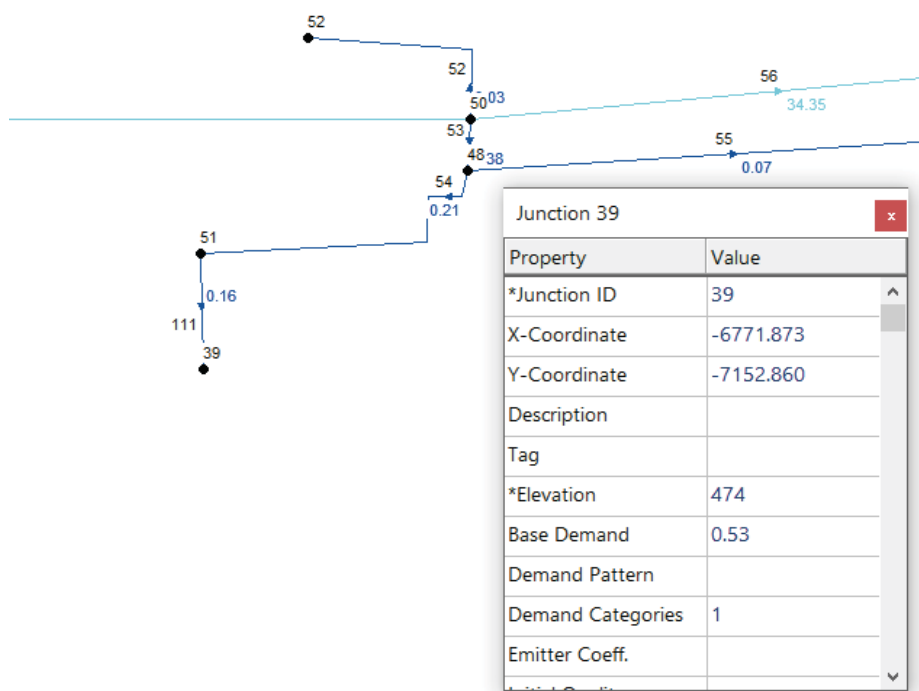
AUTO 1

	A	B	C	D	E
4	[JUNCTIONS]				
5	;ID	Elev	Demand	Pattern	
102	101	454	0.83		;
103	102	457	0.32		;
104	103	457	0.18		;
105	104	466	0.19		;
106	105	459	0.62		;
107	39	474	0.53		;
108					
109	[RESERVOIRS]				
110	;ID	Head	Pattern		
111	106	570			;
112					
113	[TANKS]				
114	;ID	Elevation	InitLevel	MinLevel	MaxLevel
115	24	527	4	0.3	4
116	38	530	4	0.3	4
117	40	534	4	0.3	4
118					

Slika 7. Funkcija za izvoz podataka i hidraulička mreža u tekstualnoj formi

Koristi se funkcija Data.ExportToExcel i potrebno je naznačiti lokaciju i ime datoteke, red i kolonu na kojoj se upisuje potrošnja novo dodanog čvora, kao i tu sračunatu potrošnju (slika 7). Sa novounetim podacima može se ponovo analizirati mreža.

Na slici 8 su prikazane karakteristike novog čvora čija lokacija odgovara mestu novog potrošača, a vrednost čvorne potrošnje potrošnji novog potrošača, koja je upisana u polje Base Demand.



Slika 8. Pregled novog čvora 39 sa sračunatom potrošnjom, u EPANET okruženju

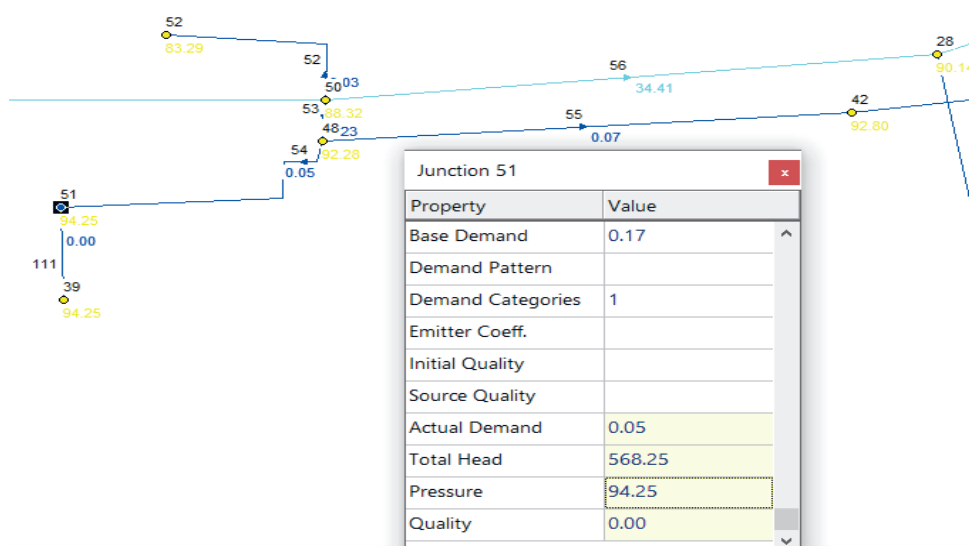
3. REZULTATI I ANALIZA

Metodologija povezivanja BIM-a vodovodnih unutrašnjih instalacija objekta i modela vodovodne mreže prikazan je na primeru BIM-a stambene zgrade i vodovodne mreže jednog grada u Srbiji. Model vodovodne distributivne mreže je testiran da daje logične rezultate ali nije kalibrisan, pa su rezultati povezivanja dva modela razmatrani relativno. Analiza rezultata povezivanja modela je razmatrana u dva slučaja, u periodu najveće potrošnje u popodnevnom časovima od 13:00 do 15:00, kada su pritisci najniži i kada je neophodno proveriti da li su pritisci u prihvatljivim granicama za snabdevanje. I u periodu minimalne potrošnje od 00:00 do 04:00 kada su pritisci najveći sa najvećom verovatnoćom otkaza infrastrukturnih sredstava.

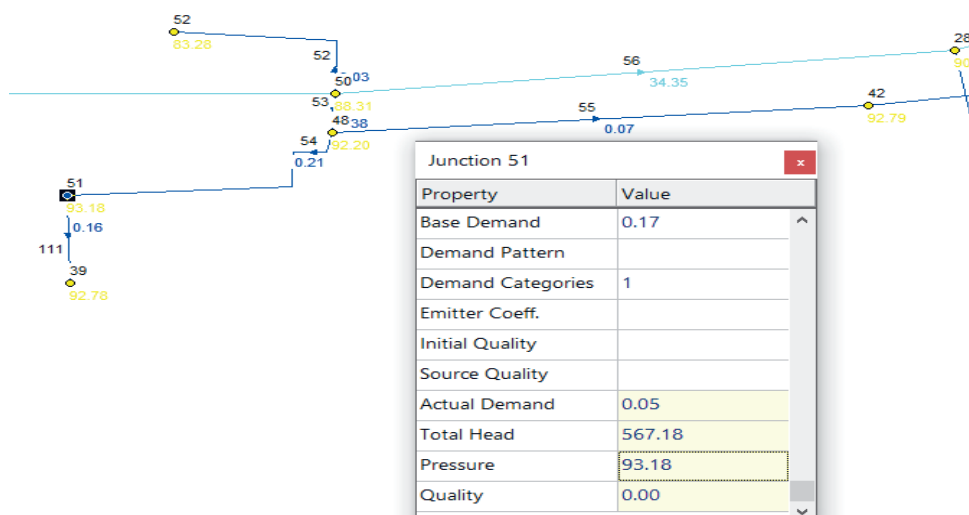
Na slici 9 je simuliran sistem bez dodavanja nove potrošnje korisnika i kada se upoređi sa simulacijom nakon dodavanja, slika 10, vidi se da dolazi do smanjenja pritiska u susednom čvoru što je i očekivano usled dodate potrošnje u sistemu.

S tim što treba napomenuti da su na ovom delu mreže simulacijom dobijeni pritisci veći od realnih. Razlog tome je nekalibrisan model i neprecizan raspored korisnika iz ulaznih podataka GIS datoteke vodovodne mreže naselja.

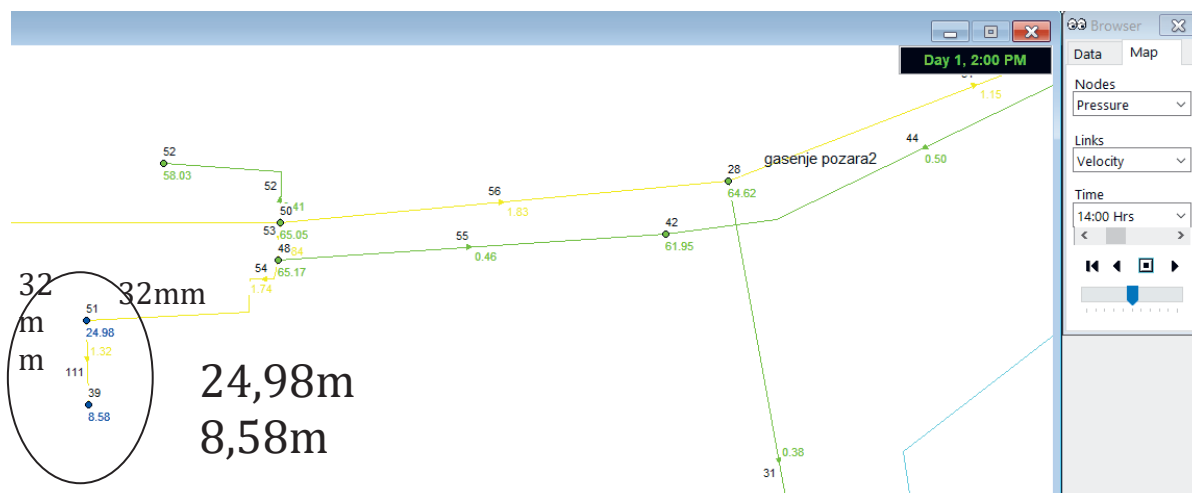
Sličan prikaz pritiska, u popodnevnom periodu kada su veće potrošnje, a u cevima su prikazane brzine. U ovom periodu, nakon dodavanja nove potrošnje niski pritisci mogu da predstavljaju problem u čvoru 39 u kome se javljaju pritisci od 0,85 bara (8,58 m vodenog stuba) (slika 11), dok su pritisci u okolnim čvorovima još uvek dovoljno visoki.



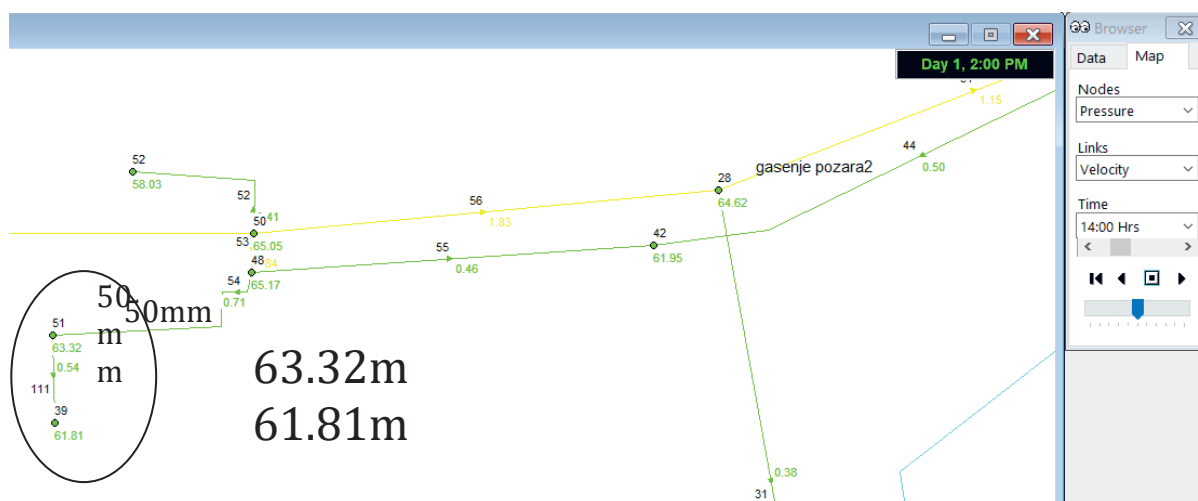
Slika 9. Pritisak na susednom čvoru 51 bez potrošnje na čvoru 39



Slika 10. Pritisak na susednom čvoru 51 sa potrošnjom na čvoru 39



Slika 11. Pritisaci u popodnevnom časovima sa potrošnjom - na čvorovima 51 i 39 su prikazani pritisci u metrima vodenog stuba, a na cevima ID= 111 i ID=54 prečnici u milimetrima



Slika 12. Promena prečnika sa 32 mm na 50 mm na cevima ID=54 i ID=111 i prikaz novih pritisaka na čvorovima 51 i 39 u metrima vodenog stuba

Jedno od mogućih rešenja za problem pritisaka na ovom delu mreže je uraditi rekonstrukciju i povećati prečnike dva obližnja cevovoda, što je provereno na samom modelu. Do ovoga je došlo jer je potrošač dodat na deo mreže neodgovarajućeg kapaciteta. Na ovaj način, povezivanjem dva modela, napravljen je objedinjen simulacioni model uz pomoć koga se mogu ispitati efekti intervencija, ne samo na vodovodnoj distributivnoj mreži već i na unutrašnjim vodovodnim instalacijama samog korisnika.

4. ZAKLJUČAK

Efekti kojima unutrašnje vodovodne instalacije utiču na spoljnu distributivna mreža na koju su instalacije povezane, i obrnuto, efekti kojima spoljna mreža utiče na snabdevanje vodom kroz kućne instalacije se može ispitati objedinjenim modelom koji se sastoji od BIM-a kućnih instalacija i modela distributivne vodovodne mreže na koju su instalacije povezane.

U radu je prikazana metodologija formiranja jednog takvog modela koja je testirana je realnom primeru. Na istom primeru su analizirani i rezultati efekata unutrašnjih instalacija na spoljnu mrežu i obrnuto, i može se zaključiti da se objedinjenim modelom može efikasnije proceniti mesto gde je adekvatno priključenje novog objekta na vodovodnu mrežu, da li je potrebno deo distributivne mreže rekonstruisati i povećati joj kapacitet ili je potrebno intervenisati na kućnim instalacijama.

Problemi i manjkavosti opisane metodologije odnose se na proračun koristeći Dynamo ukoliko se on vrši za mali broj korisnika - ova metoda nije efikasna, međutim za veći broj korisnika dolazi do uštede vremena i pruža veće mogućnosti. Takođe je mana i sama metoda koja je iskorišćena za proračun proticaja umesto savremenijeg standarda. Za buduća istraživanja može se primeniti EN806 standard i razviti bolja metodologija za analizu hidrauličkog modela vodovodnog sistema.

LITERATURA

1. Beate J., Ketterl M., Budde R., Leimbach T. (2014). *Graphical Programming Environments for Educational Robots: Open Roberta - Yet Another One?*. 2014 IEEE International Symposium on Multimedia. pp. 381–386.
2. Graves M. (2012). *AutoCAD and Revit*.
3. Jezyk M., *Dynamo Primer*.
4. Ljubisavljević D. i sar. (2001). *Komunalna hidrotehnika – Primeri iz teorije i prakse*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
5. Milivojević M. (2003). *Snabdevanje vodom i kanalisanje naselja*. Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
6. Rossman L. (2000). *EPANET 2 Users Manual*.



UTVSI
Osnovano 1960.

**WATER
AND SANITARY
TECHNOLOGY**

**ASSOCIATION FOR WATER
TECHNOLOGY AND SANITARY
ENGINEERING-BELGRADE**

godina LIV
jun
broj 2

YU ISSN 0350-5049
UDK 628+624+626

voda

I SANITARNA TEHNIKA

ČASOPIS UDRUŽENJA ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO • BEOGRAD



RAZVOJ METODOLOGIJE POVEZIVANJA BIM-A SA HIDRAULIČKIM MODELOM VODOVODNOG SISTEMA

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONNECTING BIM WITH HYDRAULIC MODELS OF A WATER SUPPLY SYSTEM

IZVOD

Priključivanjem korisnika na vodovodnu mrežu naselja, dolazi do promene opterećenja koju vodovodni sistem treba da prihvati i da novom korisniku obezbedi snabdevanje vodom za piće, a da se ne naruši snabdevanje postojećim korisnicima. Pošto su deonice postojećeg vodovodnog sistema već projektovane za određen kapacitet, ukoliko se planira urbanizacija dela naselja potrebno je izvršiti analizu hidrauličkog modela vodovodne mreže kako bi se proverili kapaciteti određenih deonica ili čitavog sistema. U ovom radu je razvijena metodologija za analizu stanja vodovodne mreže, koja obuhvata unutrašnji razvod vodovoda objekta, automatizovano dimenzionisanje linije vode, proračun potrošnje tog korisnika i povezivanje dobijenih rezultata u BIM okruženje sa softverom za simulaciju hidrauličkog modela vodovodne mreže naselja, u kome se mogu sagledati rezultati planiranih promena.

Ključne reči: Vodovodna mreža, Unutrašnji vodovod, BIM, Revit, EPANET, Vizuelno programiranje

ABSTRACT

By connecting users to the water supply network, there is a change in the load that the water supply system needs to accommodate to and provide the new user with drinking water without compromising the supply to existing users. Since the sections of the existing water supply system are already designed for a certain capacity, if urbanization is planned, it is necessary to provide an analysis to verify the capacities of water distribution network sections or the entire system. In this paper, a methodology for analyzing the state of the water supply network has been developed, which includes the internal distribution of the water supply of a built facility, capability of automated sizing of the corresponding water pipes, calculation of the user's consumption, linking the obtained results to the BIM environment with the software for simulating the hydraulic characteristics of the water distribution network, and even evaluation of the effects of planned changes.

Keywords: Water supply network, Internal water supply, BIM, Revit, EPANET, Visual programming

1. UVOD

BIM (Building Information Modeling) predstavlja savremeno softversko rešenje za projektovanje koje, pored baze podataka o izgrađenom sistemu, može da sadrži pravila i ograničenja za različite vrste infrastrukturnih sistema, uključujući vodovodne instalacije. Ovo omogućava timovima da efikasije sarađuju, identifikuju konflikte i optimizuju performanse objekta pre, tokom i nakon izgradnje. Na žalost, pravila i ograničenja su retko ugrađena u sam BIM, pa se moraju posebno ugraditi. Jedan od softvera koji se koristi za modeliranje zgrada BIM tehnologijom je Autodesk Revit. Koriste ga arhitekta, građevinski, mašinski, elektrotehnički inženjeri, projektanti i izvođači. Softver omogućava korisnicima da projektuju zgradu, konstrukciju i njene komponente u 3D, ali i da planiraju i prate razvoj različitih faza u životnom ciklusu zgrade, kao što je prikazan na slici 1 (Graves, 2012). Sa druge strane, BIM nema mogućnost modeliranja rada infrastrukturnih sistema kao što su vodovodni infrastrukturni sistemi, pa se za tu svrhu mogu koristiti specijalizovana softverska rešenja kao što je softversko rešenje EpaNet, agencije za zaštitu životne

Jovan Kara-Jovanović, mast. inž. građ., karajovanovicj@gmail.com
Nemanja Branislavljević, dr građ., nbranisavljevic@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-2664-1872>
Univerzitet u Beogradu - Građevinski fakultet u Beogradu, Bulevar Kralja Aleksandra 73, Beograd, Srbija

**Izdavač
Publisher**

Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo
11000 Beograd, Terazije 23, IV/416

**Suizdavač
Co publisher**

Univerzitet u Novom Sadu Prirodno matematički fakultet
21000 Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3

**Za izdavača
Representative of the Publisher**

Predrag Bogdanović, dipl. građ. inž.
Predsednik Upravnog odbora Udruženja
Chairman, Association's Board of Directors

**Glavni i odgovorni urednik:
Editor-in-chief**

dr Jasmina Agbaba, dipl. hem.
Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet

**Redakcioni odbor:
Editorial Board**

dr Marko Ivetić, dipl. građ. inž.
Univerzitet u Beogradu, Građevinski fakultet
dr Slobodan Petković, dipl. građ. inž.
Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet
dr Božo Dalmacija, dipl. hem.
Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet
dr Vladimir Pavičević, dipl. inž.
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet
dr Zoran Stevanović, dipl. inž.
Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
dr Aleksandar Šotić, dipl. inž.
Akademija tehničkih strukovnih studija Beograd
dr Nebojša Veljković, dipl. inž.
Agencija za zaštitu životne sredine,
Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije

**Lektura i redaktura:
Proofreading and editing**

Zorana Radibratović, dipl. inž.
Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“ Beograd
dr Malcolm Watson, dipl. hem.
Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet

**Saradnici iz inostranstva:
International Associates**

dr Dragan Savić
KWR Water Research Institute, Netherlands
dr Čedomir Maksimović
Imperial College London, United Kingdom
dr Branislav Petruševski
IHE Delft Institute for Water Education, Netherlands
Aida Bučo Smajić, dipl. inž.
Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches - DVGW,
Germany

**Marketing i pretplata
Marketing and subscription**

Sonja Milovanović, dipl. ecc
Bojana Vranešević
Svetlana Đurica

Redakcija / Office

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE
I SANITARNO INŽENJERSTVO
11000 BEOGRAD, Terazije 23/IV/416
Tel: 011/244-22-28 • 011/344 89 04
office@utvsi.com • www.utvsi.com



YU ISSN 0350-5049
UDK 628 + 624 + 626

voda

I SANITARNA TEHNIKA

ČASOPIS UDRUŽENJA ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽENJERSTVO • BEOGRAD
MAGAZINE OF THE ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING • BELGRADE

broj 2/2024 SADRŽAJ CONTENTS

PER- I POLIFLUOROALKIL SUPSTANCE (PFAS) - IZVORI ZAGAĐENJA,
IZAZOVI REMEDIJACIJE I POTENCIJALNI ABIOTIČKI TRETMANI ZAGAĐENIH VODA
PER- AND POLYFLUOROALKYL SUBSTANCES (PFAS) - SOURCES OF POLLUTION,
CHALLENGES OF REMEDIATION AND POTENTIAL ABIOTIC TREATMENTS
OF POLLUTED WATERS

- KRISTINA KASALICA, MARIJA LJEŠEVIĆ,
KRISTINA JOKSIMOVIĆ, BRANKA LONČAREVIĆ,
NATALIJA PETRONIJEVIĆ, VLADIMIR BEŠKOSKI 5

SUDBINA, REKUPERACIJA I PONOVA UPOTREBA CELULOZE SA POSTROJENJA
ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
FATE, RECOVERY AND VALORIZATION OF CELLULOSE FROM WASTEWATER
TREATMENT PLANTS

- SLIJEPEVIĆ NATAŠA, KERKEZ ĐURĐA, TOMAŠEVIĆ PILIPOVIĆ
DRAGANA, BEČELIĆ-TOMIN MILENA, KULIĆ MANDIĆ ALEKSANDRA,
DUDUKOVIĆ NATAŠA, PEŠIĆ VESNA 17

PRIMENA HIBRIDNE TEHNIKE AERACIJE I PEŠČANE FILTRACIJE U CILJU
UKLANJANJA GVOŽĐA IZ PODZEMNE VODE: PILOT STUDIJA
APPLICATION OF HYBRID TECHNIQUES OF AERATION AND SAND FILTRATION TO
REMOVE IRON FROM GROUNDWATER: A PILOT STUDY

- ĐORĐE PEJIN, SLAVEN TENODI, KRISTIANA ZRNIĆ TENODI,
TIJANA MARJANOVIĆ, NENAD GRBA 35

RAZVOJ SISTEMA ZA SNABDEVANJE VODOM ZA PIĆE, ODVOĐENJE I
PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA GRADA KRUŠEVCA
DEVELOPMENT OF DRINKING WATER SUPPLY SYSTEM, DRAINAGE AND WASTEWATER
TREATMENT IN THE CITY OF KRUSEVAC

- VLADIMIR MILOSAVLJEVIĆ, ANA BERBAKOV 43

RAZVOJ METODOLOGIJE POVEZIVANJA BIM-A SA HIDRAULIČKIM MODELOM
VODOVODNOG SISTEMA
DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONNECTING BIM WITH HYDRAULIC
MODELS OF A WATER SUPPLY SYSTEM

- JOVAN KARA-JOVANOVIĆ, NEMANJA BRANISAVLJEVIĆ 55

AQUALOR H BIOCIDNI PROIZVODI, PROIZVODNJA NA MESTU POTROŠNJE
AQUALOR H BIOCIDAL PRODUCTS, PRODUCTION AT THE PLACE OF CONSUMPTION

- MARINA DŽOMBA, SILVESTER KOLIĆ, TIMEA HRUBENJA 65

- IZVEŠTAJ SA KONFERENCIJE „OTPADNE VODE, KOMUNALNI
ČVRSTI OTPAD I OPASAN OTPAD“75

- PREDSTAVLJAMO VAM:
STEVO SAVIĆ, dipl. građ. ing. - BIOGRAFIJA81



YU ISSN 0350-5049
UDK 628 + 624 + 626

IZDAVAČ

UDRUŽENJE ZA TEHNOLOGIJU VODE I SANITARNO INŽINJERSTVO

11000 BEOGRAD, Terazije 23/IV/406

TEL: (+381 11)244 222 8; 344 89 04

FAX: (+381 11)244 11 93

E-mail: office@utvsi.com

Web: www.utvsi.com

PUBLISHER

ASSOCIATION FOR WATER TECHNOLOGY AND SANITARY ENGINEERING

11000 BEOGRAD, Terazije 23/IV/416

TEL: (+381 11)244 222 8; 344 89 04

FAX: (+381 11)244 11 93

E-mail: office@utvsi.com

Web: www.utvsi.com

Radove slati na e-mail Udruzenja:

casopis@utvsi.com

office@utvsi.com

Please send your paper via e-mail to

office@utvsi.com

Grafička priprema

Page layout

Katarina Čović, Beograd

Slika na koricama

Cover page image

reka Drina, vlastita arhiva - Svetlana Đurica

Štampa

Printed by

Planeta Print, Beograd

CIP - Каталогизacija u publikaciji
Народна библиотека Србије, Београд

628

VODA i sanitarna tehnika : časopis Udruženja za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo - Beograd = Water and sanitary technology : magazine of the association for water technology and sanitary engineering - Belgrade / glavni i odgovorni urednik Jasmina Agbaba. - God. 1, br. 1 (1971)- . - Beograd : Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 1971- (Beograd : Planeta print). - 29 cm

Tromesečno. - Tekst na srp. i engl. jeziku.
ISSN 0350-5049 = Voda i sanitarna tehnika
COBISS.SR-ID 4034818