

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ВОДОСНАБДЕВАЊА НАСЕЉА ЂУРЂЕВО

CONCEPTUAL SOLUTION OF WATER SUPPLY OF DJURDJEVO SETTLEMENT

Ненад Ваван, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру рада обрађена је тема идејног решења водоснабдевања насеља Ђурђево. Анализа је урађена на основу пројекције становништва, урађене хидрауличке анализе и потребе за водом одговарајућег квалитета. Програмским пакетом ЕПАНЕТ је урађена хидрауличка и анализа квалитета воде.

Кључне речи: Хидрауличка анализа, квалитет воде, водоснабдевање.

Abstract – Within the paper, the topic of the conceptual solution of the water supply of Djurdjevo settlement is treated. The analysis was done on the basis of population projection, performed hydraulic analysis and the need for water of appropriate quality. The EPANET software package performed hydraulic and water quality analysis.

Keywords: Hydraulic analysis, water quality, water supply.

1. УВОД

Становништво насеља Ђурђево снабдева се водом насељског водовода чија изградња је почела још 1970. год. када је избушен први бунар и положена улична мрежа. Систем насељског водовода се састоји из изворишта на којем су избушена три бунара, затим резервоара запремине 50m^3 , хидрофорске станице и разводне дистрибутивне мреже.

Три бунара који каптирају водоносни слој на дубини 92 до 120 метара, а укупан капацитет изворишта је 37 l/s. Сва три бунара, у погледу хемијског састава, имају воде лошег квалитета, а то се може закључити из хемијске анализе воде за пиће која показује повећан садржај елемената који спадају у групу непожељних састојака (амонијак, боја, гвожђе), као и хуминских материја, због чега је приликом кондиционирања повећан утрошак калијум-перманганата.

Вода из бунара, бунарским пумпама потискује у хидрофор одакле центрифугалне пумпе захватају воду и преко хидрофорског постројења је потискују у дистрибутивну мрежу.

Дистрибутивна мрежа у насељу се састоји из основне и секундарне мреже. Основну мрежу чине пречници $\text{Ø}200$, $\text{Ø}100$ и $\text{Ø}80\text{mm}$, који су распоређени по главним насељским улицама. Секундарна мрежа се састоји од поцинкованих цеви пречника $\text{Ø}25$ и $\text{Ø}20\text{mm}$ и распоређена је у преосталим улицама у насељу [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Матија Стипић.

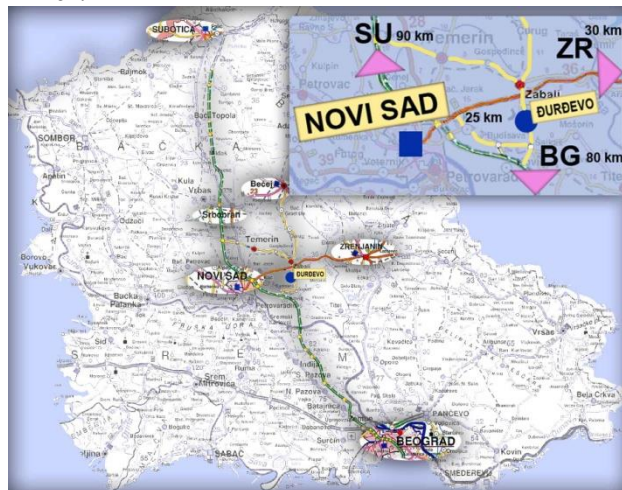
На основу пројекције становништва може се установити вредност потребних количина воде за наредни плански период, што и јесте задатак овог мастер рада. Односно, да буде оезбеђена одговарајућа количина воде у сваком тренутку при одговарајућим притисцима и брзинама на свим местима.

Брзина воде у цевима треба да је мања од 1,5 m/s, а притисци у цевима морају се кретати у распону од 2,5 до 6,5 bar. За моделирање мреже ће бити коришћен рачунарски програм ЕПАНЕТ.

2. ТЕХНИЧКИ ОПИС

Ђурђево је насеље у Војводини, у општини Жабаљ налази се на јужном делу општинског простора уз регионални пут Р-122 (Жабаљ-Ђурђево-Шајкаш). Насеље је формирано уз регионални пут који га дијаметрално пресеца и чини главну насељску саобраћајницу. Из насеља постоји радијално пружање некатегорисаних путева ка Мошорину, Каћу и Тиси.

Ђурђево налази се 25 км источно од Новог Сада, 80 км северно од Београда и 90 км јужно од Суботице што је приказано на слици 1. Као место које је близу већих градова, индустријских центара и које се константно развија представља идеалан избор за живот.



Слика 1. Географски положај насеља Ђурђево

Основна веза са окружењем у домену друмског саобраћаја се остварује преко магистралног пута бр.7 Нови Сад – Жабаљ – Зрењанин и преко регионалног пута Р-110 Нови Сад – Тител (преко Шајкаша). Релјеф Ђурђевачког атара је прилично равничарски. Надморска висина Ђурђево се креће око 77 мнм. Укупна површина насеља износи 7.847 ha, од чега 7.159 ha припада пољопривредном земљишту [1].

2.1. Демографска структура насеља Ђурђево

Према попису становништва из 2011. године насеље Ђурђево има 5092 становника распоређених у 1638 домаћинстава.

На основу утврђених биодинамичких карактеристика популације, досадашњих развојних тенденција, планираних мера демографске политике, као и прогнозираног привредног и укупног друштвеног развоја може се претпоставити да ће укупан број становника у планском периоду расти по просечној годишњој стопи од 0,59%.

Демографски развој становништва се анализира како не би дошло до предимезионисања система или недовољног капацитета. Мрежа се најчешће димензионише за пројектни период од 30 год., коришћењем следећег израза:

$$N2 = N1 \left(1 + \frac{p}{100}\right)^n \quad (1)$$

Где су: $N1$ – број становника према последњем попису; $N2$ – број становника на крају пројектног периода; p – стопа годишњег прираштаја становништва у %; n – пројектни период [4].

Из овог израза добијамо да је на крају пројектног периода укупан број становника 6074.

2.2. Потрошња становништва

Из Плана регулације насеља Ђурђево (2003. Год.) узети су подаци о планираној специфичној потрошњи, добијени на основу пројекције становништва $q_{spec}=200$ l/st/dan (урачунате потребе домаћинстава, јавних служби, услуга, као и потребе стоке и животиња). Та вредност нам представља добру полазну основу за даље проучавање.

2.3. Неравномерност потрошње

Потрошња воде није константна величина, она је различита и мења се током времена. Разликујемо: годишње, месечне, дневне и сатне промене, које зависе од много фактора. Фактори од којих зависе промене су: клима, температура, доба године, распоред радног времена, животних навика становништва итд.

Те промене укључујемо у прорачун по следећем принципу:

-годишње промене се могу занемарити у зависности од природних промена, узимамо их у обзир као функцију фактора цивилизације и активности становништва. Ове величине узимамо у обзир у прорачуну са правилним одабиром норме потрошње за поједина раздобља рада система за снабдевање водом.

-месечне промене су важне ако се за снабдевање водом употребљавају акумулације, тј. ако је потребно годишње билансирање водом

-дневне осцилације потрошње у току године су веома важне и њих у прорачун укључујемо као дневни минимум и дневни максимум

-часовне промене у току дана су потребне ради димензионисања водоводне мреже и морамо их обавезно укључити у прорачун [2].

Максималне дневне и сатне неравномерности процењују се на основу коефицијената дневне и часовне неравномерности f_d и f_h .

Коефицијент дневне неравномерности дефинисан је као однос максималне и средње дневне годишње потрошње становништва:

$$f_d = \frac{Q_{d,max}}{Q_{d,sr}} = \frac{Q_{d,max}}{(Q_a/365)} \quad (2)$$

Коефицијент часовне неравномерности потрошње дефинисан је односом максималне и средње часовне потрошње становништва:

$$f_h = \frac{Q_{h,max}}{Q_{h,sr}} = \frac{Q_{h,max}}{Q_a/(365 \cdot 24)} \quad (3)$$

Коефицијенти K_d и K_h представљају дневне и часовне неравномерности који се користе у домаћој пракси.

Према пројекцији становништва, за 30 година, Ђурђево ће имати 6074 становника, коришћењем тог податка са дијаграма можемо очитати коефицијенте f_d и f_h : $f_d = K_d = 2$, а $f_h = 4,25$ односно:

$$K_h = \frac{f_h}{f_d} = 2.12 \quad (3)$$

Након што смо одредили коефицијенте неравномерности, рачунамо максималне дневне и максималне часовне потрошње становништва, што се ради преко следећих образаца:

$$Q_{max,dn} = f_d \cdot Q_{sr,dn} = f_d \cdot \frac{Q_a}{365} \quad (4)$$

$$Q_{max,h} = f_h \cdot Q_{sr,h} = f_h \cdot \frac{Q_a}{(365 \cdot 24)} \quad (5)$$

где су: $Q_{max,dn}$ – максимална дневна потрошња, $Q_{max,h}$ – максимална часовна потрошња, $Q_{sr,dn}$ – средња дневна потрошња.

2.4. Противпожарна потрошња

Заштита од пожара регулисана је Правилником о техничким нормативима за хидрантску мрежу за гашење пожара. Прописани су захтеви за изворе воде, капацитет, протицај и притисак воде у хидрантској мрежи.

Потрошња воде за гашење пожара у великим насељима представља мали део укупне потрошње воде, док је у малим насељима тај проценат већи и знатно утиче на одабир профила цеви, пумпи и потребног радног притиска.

Разликује се непосредно гашење пожара применом хидрантског система без и са ватрогасним возилом и припадајућом опремом.

Количина воде за гашење пожара одређује се према броју становника и броју вероватних истовремених пожара, а износи од $q_{pož}=10$ l/s до 90 l/s.

Хидрантска мрежа дели се на унутршњу и на спољашњу. Спољашњи, улични хидранти су најмањег пречника $\varnothing 100$, уграђују се на удаљености 80-150м, а притисак на хидранту мора бити најмање 2,5bar [2].

Насеље Ђурђево има 5092 становника, па у складу са табелом 5 можемо закључити да је мродаван други

пожар у трајању од 2 часа, а меродавни противпожарни проток износи 15 l/s. Овај проток додајемо као чворну потрошњу у два хидранта (по 7,5 l/s у оба) која су најудаљенија од пумпне станице, с тим да растојање између ова два хидранта не сме да буде већи од 150 m. Поменути проток се додаје у дану са максималном потрошњом и то у часу када коефицијент максималне часовне неравномерности не прелази 1,3.

2.5. Губици у дистрибутивној мрежи

Губици воде су разлика између произведене и потрошачима испоручене (обрачунате) воде.

Спољашњи губици су губици на објектима захвата, кондиционирања, резервоара, пумпи, довода и расподеле воде. Унутрашњи губици су губици у водоводним системима унутар зграда, после кућног водомера. При недостатку података, као у случају са насељем Ђурђево, можемо грубо усвојити да су губици у мрежи 10%-20% средње дневне потрошње, па ћемо усвојити губитке 15% од средње дневне потрошње [2].

2.6. Избор цевног материјала

Потребе водоводне мреже насеља Ђурђево најбоље задовољавају цеви произведене од полиетилена, ПЕХД. Оне имају низ предности. ПЕХД је потпуно нетоксичан материјал и може да се користи у прехранбеној индустрији. Због своје еластичности, траса цевовода може лако да прати конфигурацију терена па нема потребе за многим фазонским елементима.

3. ХИДРАУЛИЧКИ ПРОРАЧУН

Суштина хидрауличног прорачуна водоводне мреже је да се одреде пречници цеви и губици притисака при задатој потрошњи воде.

Дистрибуциона мрежа треба да доведе одговарајућу количину воде сваком кориснику и да обезбеди довољне притиске. За потребе математичког модела струјања воде у мрежи користимо програмски пакет Епанет.

Физичке компоненте Епанет модела су:

Pipe (цев), Junction (чвор), Reservoir (резервоар), Tank (танк или водоторањ), Pump (пумпа), Valve (затварач). Основни елементи дистрибуционе мреже су цеви и чворови. Место где се мења попречни пресек цеви, прикључује друга цев, или налази резервоар назива се чвор. Остали елементи мреже као што су затварачи, пумпе, редуктори притиска, захтевају посебан третман.

Претпоставља се да је дуж једне деонице пречник цеви константан. Потрошња дуж једне деонице равномерно се дели крајњим чворовима исте деонице, па тако укупна потрошња једног чвора представља полубир сопствених потрошњи деоница које се спајају датим чвором.

Две основне величине које описују стање у мрежи су протицаји по деоницама и притисци у чворовима. Уместо притисака у чворовима у прорачуну се могу користити П коте. На основу наведеног можемо закључити да су нам непознате величине при

прорачуну П коте у чворовима и протицаји у деоницама.

Основне претпоставке из [3] за примену ових једначина су:

-Течење је устаљено (нема промена током времена),

-Флуид је нестишљив,

-Све величине су интегрисане по попречном пресеку цеви и замењене репрезентативним као што су протицај Q, брзина v, П кота.

Код примене основних једначина на стварне мреже врше се следећа поједностављења:

-Брзинске висине се најчешће занемарују (компликују прорачун),

-Дуж тока постоји губитак енергије само на треће о зид цеви, тј. стандардни локални губици (промена пречника, спојеви, кривине, итд.) се занемарују или се урачунавају тако што се повећа ефективна дужина цеви или повећа коефицијент трења,

-Локални губици на регулационим затварачима, редукторима притиска и сличним елементима који активно утичу на дистрибуцију воде морају се узети у обзир,

-Мали појединачни прикључци дуж цеви не узимају се посебно у разматрање већ се њихова потрошња додељује суседним чворовима,

-Слободне цеви (цеви које не формирају прстенове) мањег пречника са познатом потрошњом се искључују, а њихова потрошња се додаје на чвор помоћу којег је цев повезана са мрежом.

3.1. Основне једначине

Једначина континуитета (једначина одржања масе)

За било који чвор мреже, (i), мора бити задовољена следећа једнакост:

$$\sum_j Q_{ij} + Q_{ip} = 0 \quad (6)$$

Где су: Q_{ij} - протицаји кроз цеви које спајају чвор (i) и чворове (j); Q_{ip} - чворна потрошња додељена чвору (i). Динамичка једначина (једначина одржања количине кретања)

Једначина се пише за цев (ij), дужине L_{ij} , попречног пресека A_{ij} са чворовима (i) и (j) на узводном и низводном крају [3].

Сређивањем једначине изводи се следећи израз:

$$P_i - P_j = r_{ij} \cdot Q_{ij} |Q_{ij}| \quad (7)$$

$$r_{ij} = C_{\tau ij} \frac{L_{ij} O_{ij}}{2gA_{ij}^3} = C_{\tau ij} \frac{L_{ij}}{R_{ij}} \frac{1}{2gA_{ij}^2} \quad (8)$$

где други израз представља карактеристике цеви. Уместо коефицијента тангенцијалног напона St користи се Дарси – Вајсбахов коефицијент трења $\lambda = 4C_{\tau ij}$, па се за кружну цев добија [3]:

$$r_{ij} = \lambda_{ij} \frac{L_{ij}}{D_{ij}} \frac{1}{2gA_{ij}^2} = \frac{8\lambda_{ij}L_{ij}}{\pi^2 g D_{ij}^5} \quad (9)$$

У овом раду урађена је анализа водоснабдевања насеља Ђурђево, усвојен је резервоар који је пројектован да задовољи максималне дневне потребе становништва. Вода се даље шаље до крајњег корисника под захтеваним притиском, што се обезбеђује усвојеним пумпама. Преко Епанета одређени су пречници цевовода, притисци у чворовима, и брзине у цевима. Уношењем патерна и

његовим множењем са задатим чворним потрошњама врши се хидраулички прорачун мреже. Тежило се да брзине буду приближно 1 m/s при максималним протоцима и да притисак у критичном чвору не падне испод 2,5 бара. Размотрићемо систем водоводне мреже насеља Ђурђево при максималној часовној потрошњи, као и при максималној часовној потрошњи у случају пожара.

3.2 Дезинфекција воде

Сврха примарне дезинфекције је елиминисање патогена пре него што она доспе до првог потрошаћа, а секундарна дезинфекција треба да обезбеди концентрацију резидуалног хлора текву да се спречи раст биофилма у дистрибутивној мрежи и очува у

довољној мери способност хлора присутног у води да одреагује као дезинфицијенс у случају да се деси контаминација у систему.

У ЕПАНЕТ-у је пад концентрације хлора симулиран кроз цевовод и време. У обзир су узете реакције хлора са хемијским врстама у запремини течности (кофицијент $kb = -0,101 \text{ mg/dan}$) који се мења са квалитетом воде, и са зидовима цеви (кофицијент $kw = -0,2 \text{ mg/dan}$) који се мења у зависности од стања цевовода и материјала од којег је направљен. Према препорукама концентрација резидуалног хлора у води за пиће треба да буде између 0,2 и 0,5 mg/l, па је усвојена вредност количине хлора која континуално улази у мрежу на месту ППВ-а је 0,5 mg/l.



Слика 2. Пад концентрације хлора кроз цевовод

Добијеним резултатима су задовољени критеријуми водоснабдевања по притисцима, протицајима и брзинама воде у цевоводу одговарајућег пречника. Помоћу програмског пакета Епанет је извршен хидраулички прорачун. Димензионисан је резервоар са две коморе, за потребе изравнавања дневне потрошње. Помоћу софтвера Wilo-Select изабране су две паралелно везане пумпе за постизање прорачунатих притисака, и једна резервна.

4. ZAKLJUČAK

Добијеним резултатима су задовољени критеријуми водоснабдевања по притисцима, протицајима и брзинама воде у цевоводу одговарајућег пречника. Помоћу Епанета је извршен хидраулички прорачун. Димензионисан је резервоар са две коморе, за потребе изравнања дневне потрошње. Помоћу софтвера Wilo-Select изабране су две паралелно везане пумпе за постизање прорачунатих притисака и једна резервна.

5. LITERATURA

- [1] Завод за урбанизам Војводине; „План генералне регулације насеља Ђурђево“, *Нови Сад 2003.*
- [2] Др Горан Секулић и Ивана Ћипранић; „Комунална хидротехника“, *Универзитет Црне Горе.*
- [3] Др Марко Иветић; „Рачунска хидраулика“, *Београд 1996.*
- [4] Др Матија Стипић; Писана предавања из предмета Комунална хидротехника за студенте IV године одсека за хидротехнику, *Нови Сад 2016.*

Kratka biografija:



Ненад Ваван рођен је у Новом Саду 1990. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Комулне хидротехнике одбранио је 2021 год. контакт: nenadvavan@hotmail.com