

IDEJNO REŠENJE VODOSNABDEVANJA I KANALISANJA NASELJA ČENEJ PRELIMINARY DESIGN OF WATER SUPPLY AND WASTEWATER SEWERAGE IN ČENEJ

Dragana Adžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste idejno rešenje vodosnabdevanja i kanalizacije otpadnih voda u naselju Čenej, primenom programskih paketa EPA SWMM za kanalizaciju otpadnih voda i EPANET za snabdevanje vodom. Broj stanovnika za projektni period od 21 godine u naselju Čenej iznosi 2383. Rad je podeljen u dva dela.

1. Vodosnabdevanje 2. Kanalizacija otpadne vode u naselju Čenej

Ključne reči: Vodosnabdevanje, kanalizacija, EPANET, EPA SWMM.

Abstract – The subject of this paper is preliminary design of water supply and wastewater sewerage system in town Čenej, by using programs EPA SWMM for wastewater sewerage system and EPANET for water supply system. The number of inhabitants for projected period of 21 years in Čenej is 2383. The paper is divided into two parts: 1. Water supply system 2. Wastewater sewerage system for the town Čenej.

Keywords: Water supply, sewerage, EPANET, EPA SWMM.

1. VODOSNABDEVANJE

2.1. UVOD

Snabdevanje vodom rešeno je preko postojeće i planirane vodovodne mreže u okviru sistema grada Novog Sada. Zbog izravnjavanja neravnernosti potrošnje vode i održanja neophodnog pritiska u mreži, planirana je izgradnja i vodotoranja.

Izbor tipa vodosnabdevanja naselja zavisi od odnosa visinskog položaja izvorišta vode, dovodnika vode i vodovodne mreže koja se snabdeva vodom.

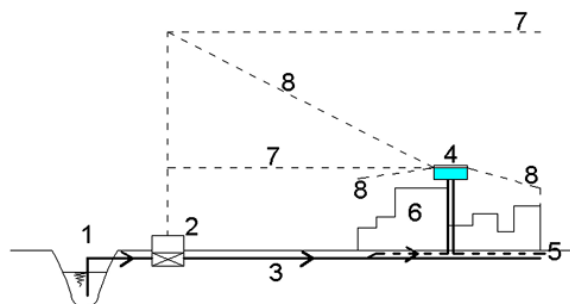
U naselju Čenej, primenjen je kombinovani tip vodosnabdevanja, slika 1.

Kombinovani sistem čine pumpne stanice za povećanja pritiska i gravitacioni tok, u ovom slučaju iz vodotoranja.

Rad se sastoji iz dva dela. U prvom delu rada se radi o hidrauličkom proračunu za vodovodnu mrežu primenom koeficijentata časovne neravnomernosti. Dok se u drugom delu zadatka koristi programski paket EPANET.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Matija Stipičić, red. prof.



Slika br.1- Kombinovani tip vodosnabdevanja

Prvi deo jeste projektovanje vodovodne mreže primenom kombinovanog tipa vodosnabdevanja. Kao osnovni uslov koji se pri projektovanju mora ispoštovati je, da pritisak u cevovodu na dovodniku do naselja ne prelazi 6.5 bara, a u samom naselju treba da bude u granicama od 2.5 do 4.5 bara.

U drugom delu rada urađen je model vodovodne mreže i proračun iste, primenom programskog paketa EPANET. On obuhvata mnogobrojne parametre koji utiču na proračun i konačne rezultate.

EPANET je programski paket za modeliranje vodovodne mreže. Zasniva se na osnovnim zakonima održanja u mehanici fluida: o održanju mase, o održanju količine kretanja i održanja energije [1].

1.2. PROJEKTOVANJE SISTEMA

1.2.1. Vodovodna mreža

Sistem vodosnabdevanja koji je primenjen u naselju je kombinovan. Voda iz vodozahvata (vodovodna mreža Novi Sad) prebacuje se u pumpe (pumpne stanice) koje pod pritiskom dižu vodu u vodotoranj. Voda iz vodotoranja gravitaciono putem distributivne mreže dolazi do potrošača. Zapremina vodotoranja koja je potrebna za potrebe potrošača, dimenzioniše se na osnovnu maksimalne dnevne potrošnje. Vodotoranj je postavljen na koti 114 mm, zapremine 300m³

Obračun potrošnje vode za stanovništvo baziraće se na broju stanovnika za projektovani period od 21 godine. Broj stanovnika iznosi 2838. Za dimenzionisanje same mreže potrebno je odrediti maksimalnu dnevnu i maksimalnu časovnu potrošnju, a za to će se koristiti koeficijent maksimalne časovne neravnomernosti [3].

Vodovodna mreža se dimenzioniše na osnovu maksimalne časovne potrošnje. Pored stanovništva, u proračun se uzimaju i poljoprivredna gazdinstva i ukupni gubitci

vode. Maksimalna časovna potrošnja za koju je dimenzionisana mreža je Q_{max} , $h=26$ l/s.

Za odabir tipa pumpe koji odgovara za prepumpavanje vode u vodotoranj, vrši se pomoću sajta

www. Grundfos.com.

Pre samog modeliranja u softveru, potrebno je doći do nekih ulaznih parametara za hidraulički proračun. Zatim se određuje trasa budućeg cevovoda i utvrđuje njegova dužina, određuje smer toka vode. Poznate su kote terena, položaj vodotoranja i vodozahvata.

Mreža u naselju je većim delom granata. Prečnici distributivne mreže i u samom naselju se kreću od $\varnothing 100$ do $\varnothing 250$, i od PVC-a su.

1.2.2. Protivpožarna potrošnja

Javna vodovodna mreža naseljenog mesta se mora predvideti i za gašenje požara, a potrebna količina vode za gašenje požara određuje se prema broju stanovnika u zavisnosti od računskog broja istovremenih požara [2]. Računski broj požara je broj požara koji mogu nastati u toku tri uzastopna časa na području naseljenog mesta za koje se dimenzioniše instalacija hidrantske mreže kao sastavni deo javne vodovodne mreže [2].

Najmanji pritisak na priključku nadzemnog ili podzemnog hidranta spoljne hidrantske mreže za gašenje požara, kod propisanog protoka vode, ne sme biti manji od 2,5 bara. [2]. Potreban pritisak u spoljnoj hidrantskoj mreži za neposredno gašenje požara određuje se proračunom u zavisnosti od hidranta sa najnepovoljnijim položajem, tako da protok vode na hidrantu nije manji od 5 l/s.

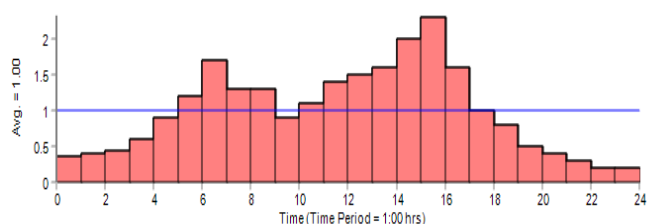
Број становника	Рачунски број истовремених пожара	Противпожарни проток у L/s по једном пожару
од 5.000	1	10
5.001-10.000	1	15
10.001-25.000	2	20
25.001-50.000	2	25
50.001-100.000	2	35
100.001-200.000	3	40
200.001-300.000	3	45
300.001-400.000	3	50

Slika br.2-Protivpožarni protok za grad i gradska naselja

1.3. REZULTATI PRORAČUNA

1.3.1. Vodovodna mreža

Za naselje Čenej koeficijent maksimalne časovne neravnomernosti iznosi $kh=2.3$.



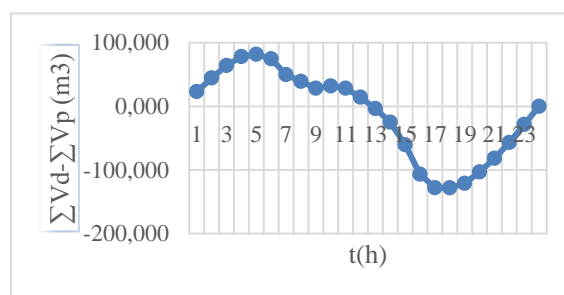
Slika b.3- Dijagram časovne neravnomernosti za naselje Čenej.

Ukupna dužina deonice iznosi 20.192,91m, Q_{max} , dn potrošnja otpadne vode koja je dobijena proračunom

iznosi 9,89 l/s, a Q_{max} , čas =26 l/s. Prečnici vodovodne mreže se kreću od $\varnothing 100$ do $\varnothing 250$, i od PVC-a su.

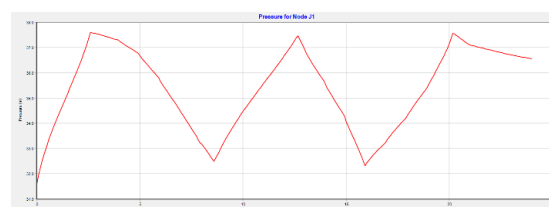
Pritisci u mreži se kreću od 2.5 do 4.5 bara u toku dana. Brzina u vodovodnoj mreži ne prelazi vrednost 1.2 m/s što je zadovoljavajuće. Zbog različitih prečnika cevi, u nekim delovima naselja brzina spada ispod preporučene od 0.4 m/s. Iz tog razloga se preporučuje redovno održavanje sistema. Prilikom modeliranja primenjeni su i manji prečnici da bi se dobile veće brzine, ali u tom slučaju pritisci nisu bili u dozvoljenim granicama prilikom puštanja hidrantske mreže.

Za dimenzionisanje potrebne zapremine vodotoranja, primenjuju se podaci o maksimalnij i minimalnoj razlici dotoka i potrošnje vode u toku dana. U obzir treba uzeti i potrebe vode za gašenje požara.



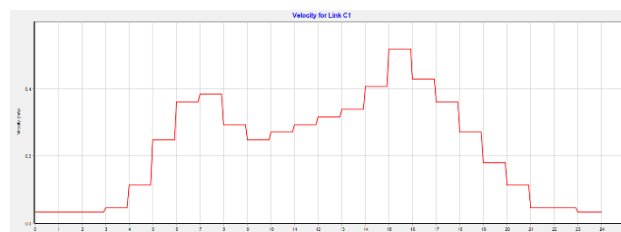
Slika br.4- Dijagram razlike sumarnih linija dotoka i potrošnje ($\Sigma V_d - \Sigma V_p$)

Na slici br 3 može se primetiti kakvi su pritisci u čvoru 1, koji se nalazi na dovodniku vode od vodotoranja do naselja. Pritisci su iznad minimalnih od 2,5 bara.



Slika br.4-Dijagram pritiska u čvoru 1, koji se naazi na dovodniku vode od vodotoranja do naselja[4]

Na slici br.4 prikazana je brzina kroz vreme u cevovodu C1. Cevovod spaja vodotoranj i čvor 1.



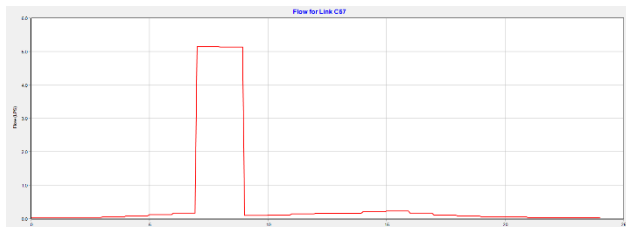
Slika br.5- Dijagram promene brzine kroz vreme u cevovodu C1 [4].

1.3.2. Hidrantska mreža

Naselje Čenej, ima projektni period od 21 godine, i ima 2383 stanovnika. Na osnovu toga i podataka sa slike br.2, najmanja količina vode po požaru koju je potrebno obezbediti je 10 l/s, a broj istovremenih požara koji se mogu javiti jeste jedan.

Potreban pritisak u spoljnjoj hidrantskoj mreži za neposredno gašenje požara određuje se proračunom u zavisnosti od hidranta sa najnepovoljnijim položajem, tako da protok vode na hidrantu nije manji od 5 l/s, a pritisak ne manji od 2,5 bara.

Na slici br 6.prikazana je promena protoka kroz vreme u deonici C67. Ova deonica pokazuje dva najnepovoljnija čvora u kojima se javlja požar sa protivpožarnim protokom od po 5 l/s.



Slika br.6-Dijagram proticaja u deonici C67, na mestu postavljanja hidranta [4].

2.KANALISANJE OTPADNE VODE

2.1. UVOD

Na osnovu raspoloživih podloga i podataka o naselju, projektovana je gravitaciona kanalizacija separatnog tipa. Kanalizaciona mreža je formirana tako da se sva sakupljena otpadna voda iz naselja, odvodi putem kanalizacione mreže do postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, dok se atmosferska otpadna voda ispušta u melioracione kanale.

U prvom delu rada se radi o hidrauličkom proračunu za fekalne otpadne vode primenom koeficijentata časovne neravnomernosti.Zbog topografije terena koja odgovara ravničarskim krajevima, javljaju se velike dubine ukopavanja. Zbog velikih dubina ukopavanja postavljene su tri crpne stanice. Maksimalna dubina ukopavanja je 6.5m, a minimalna 1.5m.

U drugom delu rada urađen je model mreže fekalne kanalizacije i proračun iste,primenom softverskog paketa SWMM (Storm Water Management Model). On obuhvata mnogobrojne parametre koji utiču na proračun i konačne rezultate.

Prilikom proračuna u ovom radu korišćen je neustaljeni model oticanja jer najviše odgovara realnom vremenu.

2.2. PROJEKTOVANJE SISTEMA

Naselje Čenej biće podeljeno u tri dela.Odvođenje otpadnih i atmosferskih voda rešava se preko separatnog kanalizacionog sistema. Kanalizaciona mreža naselja biće orjentisana prema postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda,a atmosferska otpadna voda biće orjentisana na postojeće meliorativne kanale.

Ukupna dužina kanalizacionog cevovoda iznosi 13.246,10m. Mrežu čine PVC cevi kružnog poprečnog preseka,prečnika Ø250.Minimalna dubina ukopavanja je 1.5m,maksimalna dubina ukopavanja 6.5m, dok je minimalni nagib dna kanala za prečnik cevi Ø250 je 2,7‰

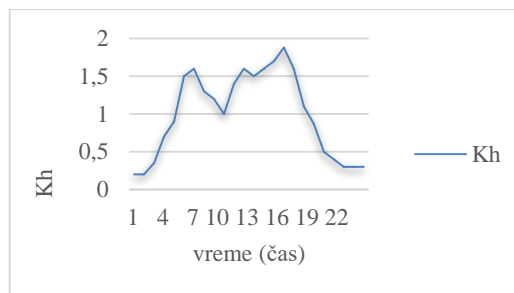
Naselje Čenej je podeljeno u tri zone sa tri crpne stanice CS1,CS2 i CS3. Otpadne vode se iz sve tri zone do crpne stanice dolaze gravitaciono. Iz CS2 otpadna voda se prepumpava potisnim cevovodom do čvor I25, iz CS2se otpadna voda takođe prepumpava potisnim cevovodom u I22. Crpna stanica CS1 svu prikupljenu otpadnu vodu (zajedno sa CS2 i CS3) prepumpava u čvor I0, odakle gravitaciono ide do prečištača otpadne vode.

Dužine potisnog cevovoda L1=829,52m,L2=803,78m, L3=602,48m, prečnici cevi su DN110 i DN80. Za odabir tipa pumpe koji odgovara za prepumpavanje otpadne vode iz svake crpne stanice, vršen je pomoću sajta www.xylect.com.

2.3.REZULTATI PRORAČUNA

2.3.1.Proračun količine otpadne vode

U zavisnosti od dijagrama neravnomernosti za naselje Čenej koji je prikazan na slici br.1, neravnomernost potrošnje otpadne vode, pa samim tim i neravnomernost oticaja iz naselja znatno se razlikuje u određenom delovima dana. Dat je hidraulički proračun potrošnje vode, koji je potom unet u program preko EPA SWMM paketa, kao specifično čvorno opterećenje koje rezultira brzinama, proticajima i ispunjenosti cevi u svakom času vremena trajanja simulacije.



Slika br.1- Dijagram časovne neravnomernosti

Pre samog modeliranja u softveru, potrebno je doći do nekih ulaznih parametara za hidraulički proračun. Usvojena specifična dnevna potrošnja vode je $Q_{spec}=130$ l/st/dan,određena je trasa budućeg cevovoda i utvrđena njegova dužina,poznate su kote terena, poznat je smer toka fekalne vode.

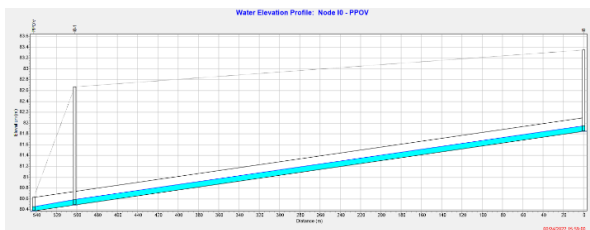


Slika br.2 – Izgled modela kanalizacone mreže naselja Čenej

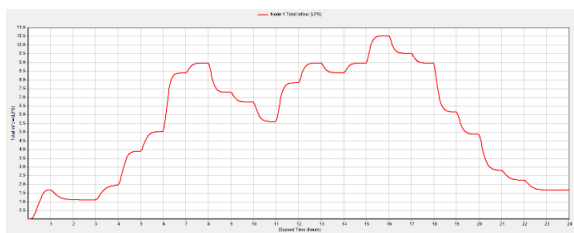
Ukupna dužina deonice iznosi 13.246,10m, ukupna $Q_{max,dn}$ potrošnja otpadne vode koja je dobijena proračunom iznosi 7,13 l/s, a $Q_{max,čas} = 10,13$ l/s. Usvojeni prečnik cevi je Ø250, sa padom terena od 2,7‰.

Pošto je naselje podeljeno u tri celine, dobijena količina otpadne vode koja se prikupi gravitaciono u crpnoj stanici CS3 je $Q=4,0$ l/s. Potisni cevovod DN80 tu količinu prepumpava u čvor I22, koja gravitaciono preko prečnika $\varnothing 250$ ide do CS1. Sakupljena fekalna voda koja gravitaciono dotiče do CS2 je $Q=4$ l/s. Potisni cevovod DN80 tu količinu prepumpava u čvor I25, odakle gravitaciono preko prečnika $\varnothing 250$ ide do CS1. Ukupna količina fekalne vode koja se pomoću pumpi ispumpava iz CS1 jeste $Q=11$ l/s. Ta količina otpadne vode se potisnim cevovodom DN110 prepumpava u čvor I0, odakle gravitaciono ide do prečištača otpadne vode.

Pošto nije svugde postignuta minimalna brzina u mreži, potencijalni problem jeste taloženje suspendovanih materija iz otpadne vode, što se rešava redovnim održavanjem kanalizacionih sistema.



Slika br.3 -Podužni profil kanalizacione cevi od šahta I0 do samog izliva u PPOV [5].



Slika br.4-Hidrogram protoka na samom izlivu u PPOV [5].

3.ZAKLJUČAK

Zbog konfiguracije terena koja je pretežno ravničarska, sa dosta meliorativnih kanala za atmosfersku kanalizaciju, bilo je potrebno obezbediti minimalne pritiske u cevima od 2,5 bara, kako bi voda mogla biti isporučena svakom potrošaču.

Sistem vodosnabdevanja koji je primenjen u naselju Čenej je kombinovani sistem. Voda iz vodozahvata (vodovodna mreža Novi Sad) prebacuje se u pumpe(pumpne stanice) koje pod pritiskom dižu vodu u vodotoranj. Voda iz vodotornja gravitaciono putem distributivne mreže dolazi do potrošača.

Osnovni elementi vodovodne mreže su cevi i čvorovi. Mreža u naselju je pretežno granata i sastoji se od PVC kružnih cevi prečnika od $\varnothing 100$ do $\varnothing 250$.

Brzine u vodovodnoj mreži ne prelaze vrednost od 1.2 m/s što je zadovoljavajuće u pogledu maksimalnih graničnih brzina. Zbog različitih prečnika cevi, u nekim delovima naselja brzine padaju ispod preporučenih od 0.4 m/s. Iz tog razloga se preporučuje redovno održavanje, čišćenje cevovoda.

Izrada kanalizacione mreže je skupa i kompleksan investicija koja se gradi i planira na duži vremenski period.

Na osnovi raspoloživih podloga i podataka o stanovništvu, projektovana je gravitaciona kanalizaciona mreža. Kanalizaciona mreža je formirana tako da sva prikupljena otpadna voda sa teritorije naselja gravitaciono teče do tri crpne stanice CS1, CS2, CS3 preko cevi prečnika $\varnothing 250$. Otpadna voda se prepumpava iz crpnih stanica preko potisnog voda DN110, DN80, a zatim gravitaciono odlazi do prečištača otpadne vode. Mreža se sastoji od zatvorenih kružnih PVC cevi.

Na osnovu analiza i rezultata, zaključuje se da su ispunjeni osnovni uslovi za dimenzionisanje vodovodne i kanalizacione mreže u naselju Čenej

4.LITERATURA

- [1] -Skripta za programski paket EPANET
- [2]-Pravilnik o tehničkim normama za instalacije hidrantske mreže za gašenje požara “Službeni glasnik“
- [3]-Prof.Dr Matija Stipić-Pisana predavanja iz predmeta Komunalna hidrotehnika, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad.
- [4] -Programski paket EPANET 2.0
- [5] -Programski paket EPA SWMM 5.1

Kratka biografija:



Dragana Adžić rođena je u Novom Sadu 1991 godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Hidrotehnika odbranila je 2023 godine.

Kontakt:
dragana.adzic910@gmail.com