

ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ОДВОЂЕЊА УПОТРЕБЉЕНИХ И АТМОСФЕРСКИХ ВОДА НАСЕЉА ПАВЛИШ**CONCEPTUAL SOLUTION OF SEWERAGE OF USED AND ATMOSPHERIC WATERS OF THE SETTLEMENT PAVLIŠ**Николина Перковић, Матија Стипић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Кратак садржај – У раду је приказано идејно решење одвођења употребљених и атмосферских вода насеља Павлиш. Представљен је пример сепаративног канализационог система који чине две канализационе мреже где се једном одводи отпадна вода из домаћинства и индустрије а другом атмосферске воде. Хидрауличка анализа одвођења употребљених и атмосферских вода из предметног насеља извршена је помоћу програмског пакета EPA SWMM 5.1.

Кључне речи: Одвођење употребљених и атмосферских вода, хидраулички прорачун канализационе мреже, хидрауличка анализа

Abstract – The paper presents the conceptual solution for the drainage of used and atmospheric water in the settlement of Pavliš. An example of a separate sewage system is presented, which consists of two sewage networks where one drains wastewater from household and industry and the other atmospheric water. Hydraulic analysis of drainage of used and atmospheric water from the settlement in question was performed using the software package EPA SWMM 5.1.

Keywords: Drainage of used and atmospheric water, hydraulic calculation of sewerage network, hydraulic analysis,

1. УВОД

У овом раду је сагледано целокупно насеље Павлиш у погледу дефинисања основних елемената комуналне инфраструктуре. Предмет рада је хидрауличка анализа канализационе мреже за одвођење отпадних и атмосферских вода насеља Павлиш. Како је Павлиш насеље које се налази у Јужнобанатском округу, равничарских карактеристика које одликује велика дубин укопавања цеви, као решење се користе црпне станице.

Циљ овог рада је повећање хигијене и квалитета живота насеља Павлиш, као и спречавање загађења подземних вода и заштита животне средине. Изградњом сепаративног канализационог типа, где ће се једним цевоводом одводити отпадна вода из домаћинства и индустрије а другим атмосферска вода значајно ћемо утицати на животну средину предметног насеља.

НАПОМЕНА:

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

Отпадним водама називају се воде које су промениле свој првобитни састав, тиме што је дошло до уношења штетних материја чије присуство узрокује промену физичког, хемијског, биолошког или бактериолошког стања воде.

Атмосферске воде настале су као последица кише, града, топљења снега и слично. Концепт канализације отпадних вода је такав да се вода са обода насеља прикупља и одводи у главни колектор који се пружа дуж улица Жарка Зрењанина и Партизанска и одводи до места улица у ППОВ, који се налази на југозападном делу насеља, а одвођење атмосферских вода се заснива на томе да се вода прикупља са обода насеља системом отворених канала до главног колектора који је зацељен.

Код одвођења отпадних вода, због топографије терена и великих дубина укопавања потребно је изградити три црпне станице. Улога црпних станица јесте да након достизања граничне дубине укопавања цевовода, подигне воду на почетну коту одакле вода поново гравитира ка ППОВ-у. Одвођење отпадних вода је путем зацељене канализационе мреже, док је канализација атмосферских вода спроведено комбиновањем отворених канала и зацељеног система.

2. НАСЕЉЕНО МЕСТО ПАВЛИШ

Насеље Павлиш је насеље у Србији, припада Јужнобанатском округу и налази се на подручју општине Вршац, удаљено је свега 3 км од града Вршац па се може сматрати његовим предграђем.

У насељу Павлиш основна грана привреде јесте пољопривреда, због великих атара и великог удела обрадиве површине. Површина насеља износи 4500 хектара, од чега насељени део заузима 123 хектара, а остатак од 4400 хектара заузима обрадиво земљиште.

Према попису становништва из 2011. године насеље Павлиш има 2195 становника, распоређених у 677 домаћинстава. Просечна старост становника је 38,5 година.

Клима је умерено континентална са елементима субхумидне и микротермалне. Хидролошка обележја вршачке општине одређују издани, више сталних и повремених токова, две реке Караш и Моравица, језера, баре и густа каналска мрежа. Најважнији канал јесте канал Дунав–Тиса–Дунав.

3. МОДЕЛИРАЊЕ ТЕЧЕЊА У КАНАЛИЗАЦИОНОЈ МРЕЖИ

Течење отпадних и атмосферских вода је гравитационо и обично се описује једначинама одржања масе и количине кретања за линијско (једнодимензионално) течење воде у отвореном каналу, тзв. Сен-Венановим једначинама. На поменути једначинама заснован је и програмски пакет EPASWMM,

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} + gAS_f = 0 \quad (2)$$

Сен-Венанове једначине представљају парцијалне диференцијалне једначине које немају аналитичко решење. За решавање Сен-Венанових једначина програмски пакет EPASWMM искористи три модела :

- Модел устаљеног течења;
- Модел кинематског таласа;
- Модел динамичког таласа.

Сваки следећи од наведених три модела тачније решава једначине од претходног. Приликом хидрауличког прорачуна у овом раду је коришћен модел динамичког таласа, будући да он даје најпрецизније резултате. Моделом динамичког таласа могуће је симулирати све услове који доводе до промене протока а јављају се у канализационим системима у виду враћања воде, преоптерећења и плављења система [2].

4. ПРОГРАМСКИ ПАКЕТ EPASWMM

Примена софтверског пакета EPASWMM у пројектовању канализације за атмосферску и употребљену воду омогућује комплексно сагледавање ситуације на терену узимајући у обзир распоред и карактеристике распореда корисника, урбанизованих површина, хидролошке податке о кишама и отицајима и течење воде по површини терена и канализационој мрежи.

EPA модел одвођења атмосферских вода (SWMM) представља динамички модел симулације падавина – отицаја за једну епизоду или дужу (непрекидну) симулацију количине и квалитета отпадних вода, првенствено из урбаних средина. Компоненте отицаја у SWMM функционишу на основу збира сливних површина која примају падавине и производе отицај полутаната. Део SWMM-а који се бави хидрауличким прорачуном течења транспортује овај отицај кроз систем цеви, канала, објекте за чување/третирање, пумпе и регулационе објекте. За потребе димензионисања и анализирања канализационе мреже насеља У улазне параметре спадају:

- број становника
- пројектни период
- врста индустрије
- количина употребљене воде насеља, индустрије, инфилтрација стране воде
- тип, пречник и хрававост усвојене цеви
- дубина полагања цеви
- нагиб цеви
- коефицијент неравномерности становништва, индустрије
- површина сливног подручја
- непропусност
- депресије
- проценат непропусне површине без депресије

5. ХИДРАЛИЧКИ ПРОРАЧУН

5.1. Употребљене воде

Количине отпадних вода чије је одвођење разматрано у овом раду потичу из различитих извора, отпадне воде из домаћинства, отпадне воде из индустрије као и инфилтрација подземних вода. Како би се хидраулички прорачун извршио правилно потребно је познавати режим дотицаја отпадних вода. Режим потрошње зависи од многобројних чинилаца који су у вези са начином живота и људским активностима. Знатније осцилације изражене су код насеља са мањим бројем становника где се уочава драстично мања потрошња воде ноћу него дању. Потрошња је већа у јутарњим и слепоподневним часовима. Фактор пропорционалности изражава се преко коефицијената дневне и часовне неравномерности. За насеље Павлиш усвојен је коефицијент часовне неравномерности $k_{max,h} = 1,50$ док је усвојен коефицијент дневне неравномерности $k_{max,dn} = 1,6$. Специфична дневна потрошња воде по становнику на дан $q_{spec} = 130 \text{ l/st/dan}$.

$$Q_{sr,dn} = q_{spec} * N \quad (3)$$

N-укупан број становника

$$Q_{max,dn} = Q_{sr,dn} * K_{max,dn} \quad (4)$$

$K_{max,dn}$ -коэф.дневне неравномерности

$$Q_{max,dn} = Q_{sr,dn} * K_{max,h} \quad (5)$$

$K_{max,h}$ -коэф.часовне неравномерности

Чворно оптерећење:

$$Q_{cvor,i} = Q_{spec,deon} * \Sigma L_i \quad (6)$$

ΣL_i – низводне деонице од чвора.

На основу усвојених параметара и познатог броја становника, израчунато је чворно оптерећење система, које се потом уноси у модел програмског пакета EPASWMM као базна потрошња.

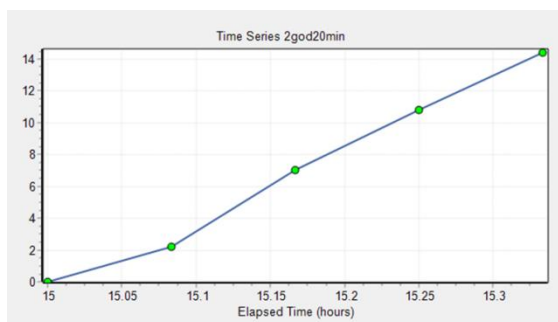
5.2. Атмосферске воде

Приликом хидрауличког прорачуна атмосферских вода најбитнији улазни податак су падавине.. Обрадом великог броја података о падавинама долази се до зависности између трајања, јачине и учесталости кише. Ова зависност може се приказати у виду дијаграма или у виду једначина. У пракси се најчешће користи дијаграм на ком се приказује зависност интензитета кише-трајања кише-повратни период (тзв. ИТР криве). Свака сливна површина у програмском пакету EPA SWMM повезана је са кишомером који је извор улазних падавина за дати слив.

У зависности од врсте хидротехничких објеката које пројектујемо, меродавне величине за њихово димензионисање су најчешће протицаји, нивои воде и запремине. Начин одређивања меродавних протицаја на основу рачунских киша састоји се од следећих корака:

- Одређивање рачунских киша
- Одређивање ефективне кише (трансформација бруто у нето кишу)
- Трансформација ефективне кише у хидрограм отицаја

За потребе димензионасања канализационе мреже за одвођење атмосферских вода насеља Павлиш узети су подаци са о падавинама са хидрометеоролошке станице Римски Шанчеви [4], Према Европском стандарду EN 752-2, за хидраулички прорачун атмосферске канализационе мреже, у случају насењеног места не сме доћи до изливања односно плављења приликом димензионасања мреже на кишу повратног периода једном у две године. Провера мреже извршена је на основу двадесетогодишње кише, услед кој. Трајање меродавне кише за потребе овог рада је 20 минута, а симулација почетка падавина је у 14:00 часова. Сумарна линија кише која је коришћена приликом димензионасања атмосферске канализације дата је на следећој слици (слика бр.1).



Слика 1: Сумарна линија кише повратног периода 1 у 2 године и трајања 20 минута[5]

6. ИЗБОР ЦЕВНОГ МАТЕРИЈАЛА И ПАРАМЕТРИ МЕРОДАВНИ ЗА ХИДРАУЛИЧКИ ПРОРАЧУН

Цевни материјал за изградњу канализације отпадних и атмосферских вода мора задовољити низ захтева, од којих су најбитнији водонепропусност, чврстоћа и трајност. За изградњу канализационог система употребљених вода усвојене канализационе PVC цеви, чији се пречници крећу од $\phi 250$ до $\phi 300$ mm. За изградњу атмосферске канализационе мреже усвојене су цеви од полиестера ојачане стакленим влакнима пречника од $\phi 250$ до $\phi 1000$ mm.

Максимална брзина течења воде у канализационој мрежи се ограничава како би се смањило хабање цевовода услед великих брзина.

Препорука је да максималне брзине не би требало да прелазе $v_{max}=2,5-3,0$ m/s.

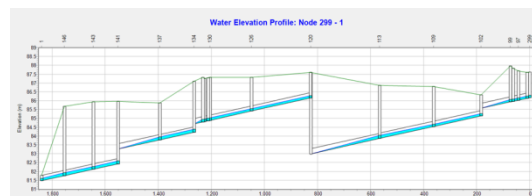
Минимална брзина воде у канализационој мрежи је она брзина при којој неће доћи до таложења суспендованих честица у канализациону мрежу и до њаног зачепљења. Најмања дозвољена брзина за санитарну канализацију испуњености колектора 50% или више је $v_{min}=0,5$ m/s.

Минимални подужни падови представљају нагиб који при гравитационом течењу отпадне воде даје довољно енергије да не долази до исталожавања цврстих честица. У раду су за канализацију отпадних вода коришћени минимални нагиби од 0,27 %. У случају атмосферске канализације имамо присуство отворених канала. Усвојен минимални пад отворених канала је 0.05%. Улични отворени канали су трапезног попречног пресека, нагиб косина канала је 1:1.5. Деонице

отворених канала пружају се до дубине укопавања од 1.3 метра након чега се настављају зацењени канализациони колектори.

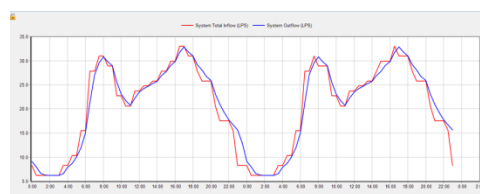
7. РЕЗУЛТАТИ ПРОРАЧУНА

Слика бр.2 приказује подужни профил главне колектора који се пружа дуж улице Жарка Зрењанина и Партизанске. Пречник цеви на овој деоници је 300mm. У чвору 120 се види утицај црпне станице.



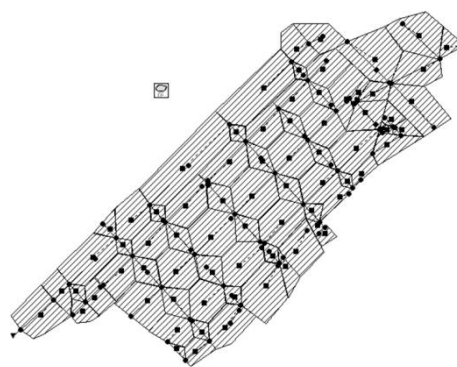
Слика 2: Приказ резултата симулације[5]

На слици бр.3 је приказан збирни дијаграм улазног и излазног хидрограма целог система отпадних вода у 24 часа. Улазни хидрограм је назначен тамно плавом бојом док је излазни хидрограм означен светлом плавом бојом. Може се уочити да је излазни хидрограм транслаторно померен у десно што показује да је отпадној води потребно време да од места улива у систем дође до места изливања из система.



Слика 3: Приказ резултата симулације[5]

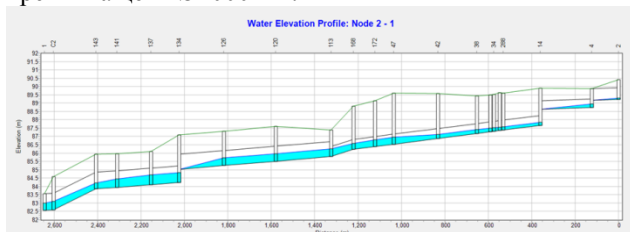
На слици бр.4 дат је графички приказ модела из програма EPASWMM где се могу видети подсливови за дато подручје. Површина слива од 123 ha подељена је на 76 подсливова.



Слика 4: Приказ резултата симулације[5]

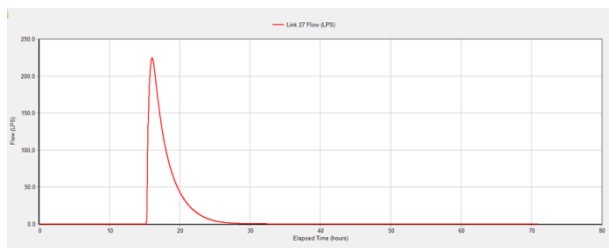
На слици бр.5 је приказан подужни профил главног колектора који се налази између чворова $\check{C}14$ и $\check{C}1$ који се протеже дуж улице Жарка Зрењанина и Партизанске. Од чвора $\check{C}2$ до чвора $\check{C}14$ пружају се отворени канали дубине 0.7 m. Од чвора $\check{C}14$ до чвора $\check{C}113$ се налази зацењени колектор пречника цеви $\phi 600$ mm. Од чвора $\check{C}113$ до чвора $\check{C}134$ пружа се зацењени колектор пречника цеви $\phi 900$ mm. Од

чвора Ѓ134 до чвора Ѓ1 пружа се зацевљени колектор пречника цеви Ø1000 мм.



Слика 5: Приказ резултата симулације[5]

На слици 6 је дат приказ хидрограма за деоницу у којој се јавља максимална испуњеност цеви атмосферске канализационе мреже.



Слика 6: Приказ резултата симулације[5]

8. ЗАКЉУЧАК

Циљ овог рада јесте утицај на заштиту животне средине и на квалитет живота становника насеља Павлиш. У овом раду изабран је сепарациони тип канализационе мреже где су отпадне воде из домаћинства и индустрије канализисане једним системом а атмосферска вода другим.

Концепт канализације отпадних вода је такав да се вода са обода насеља прикупља и одводи у главни колектор који се пружа дуж улица Жарка Зрењанина и Партизанска и одводи до места улица у ППОВ, који се налази на југозападном делу насеља. Пројектовање канализационе мреже извршено је на основу топографских подлога и података о становништву и развијености индустрије за насеље Павлиш.

Канализациони систем отпадних вода је дужине 11.060м, на ком се налазе 3 црпне станице у местима где се достигла гранична дубина укопавања. Усвојене су PVC цеви пречника 250 и 300 мм.

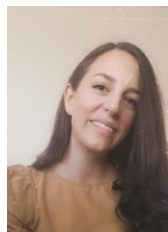
Атмосферска канализација је димензионисана на основу меродавне кише повратног периода једном у две године. Сам концепт мреже се заснива на томе да се вода прикупља са обода насеља системом отворених канала до главног колектора који је зацевљен где су пречници цеви 600, 900 и 1000 мм. Мрежа је проверена и на меродавну кишу повратног периода једном у двадесет година.

Хидрауличка анализа је извршена у програмском пакету EPA SWMM. Приликом прорачуна коришћен је неустањени модел течења будући да најближе описује реалну ситуацију.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Просторни план општине Вршац
- [2] Механика флуида књига прва. Увођење у хидраулику, Георгије Хајдин, Грађевински факултет, Београд, 2002
- [3] Ана Мијић – Примена програмског пакета EPA SWMM, за моделирање отицаја са урбаних сливова, 2006
- [4] Писана предавања: доц. др Матија Стипић, Комунална хидротехника, Факултет техничких наука у Новом Саду, 2016
- [5] EPA SWMM 5.1. – Софтвер за хидрауличку анализу и симулацију

Кратка биографија:



Николина Перковић рођена је 24 септембра, 1993. године у Новом Саду. Дипломски рад из области грађевинарства - комунална хидротехника под називом „Идејно решење одвођења отпадних вода насеља Кисач“ одбранила је у октобру, 2019. године на Факултету техничких наука у Новом Саду. Мастер рад из области комуналне хидротехнике под називом – „Идејно решење отпадних и атмосферских вода насеља Павлиш“ одбранила је на истом факултету 2021. године.



Матија Стипић рођен је у Сомбору 1964. године. Докторирао је на Факултету техничких наука 2009. године у Новом Саду, а од 2011. има звање доцента. Област интересовања су му хидраулика и комунална хидротехника.