

МЕТОДОЛОГИЈА ПРОЈЕКТОВАЊА ОДВОДЊАВАЊА САОБРАЋАЈНИХ ПОВРШИНА НА ПРИМЕРУ ПЕТЉЕ ВЕЛИКА ДРЕНОВА АУТОПУТ Е-761**DESIGN METHODOLOGY OF DRAINAGE OF TRAFFIC AREAS ON THE EXAMPLE OF VELIKA DRENOVA THE INTERCHANGE ON HIGHWAY E-761**

Оливера Марковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област - ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Предмет овог рада јесте методологија пројектовања одводњавања саобраћајних површина, приказана на примеру петље Велика Дренова која се налази у склопу аутопута Е-761. Обрађене су теоретске основе хидролошке анализе и хидрауличког прорачуна које су неопходне за одводњавање атмосферских вода са саобраћајнице.. За хидраулички прорачун је коришћен софтверски пакет "URBANO CANALIS". Улазни подаци за прорачун преузети су са сајта Хидрометеоролошког завода Републике Србије док су формуле као и потребни подаци о самом начину пројектовања преузети из Приручника за пројектовање путева (ЈП Путеви Србије).

Кључне речи – Атмосферске воде, Канализациона мрежа, Хидраулички прорачун, URBANO CANALIS

Abstract – The subject of this work is the methodology of designing the drainage of traffic areas, shown on the example of the Velika Drenova interchange, which is located within the E-761 highway. The theoretical bases of hydrological analysis and hydraulic calculation, which are necessary for the drainage of storm water from the road, have been processed. The "URBANO CANALIS" software package was used for the hydraulic calculation. The input data for the calculation were taken from the website of the Hydrometeorological Institute of the Republic of Serbia, while the formulas and the necessary data on the design method itself were taken from Priručnik za projektovanje puteva (JP Putevi Srbije).

Keywords: Atmospheric waters, Drainage system, Hydraulic calculation, URBANO CANALIS

1. УВОД

Аутопутеви представљају највиши ранг путева у држави и као такви повезују градска чворишта али имају велику улогу у логистичким процесима кроз саму државу.

Развој државе условљава и раст мреже путева како би се копнени транспорт робе обављао што је брже могуће као и да би се људима путовања временски скратила и побољшала.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био проф. др Срђан Колаковић.

Из тог разлога се у данашње време велике количине средстава улажу у копнени саобраћај. У овом тренутку можемо набројати неколико пројеката аутопута који су недавно изведени или су тренутно активни у нашој држави, као такве издвајамо аутопут „Милош Велики“ али и аутопут Е-761 о којем је реч у овом раду.

Ради повећања безбедности на путу али и због одржавања квалитета и века трајања саобраћајнице, врло је важан пројекат система за одводњавање атмосферских вода. Основни циљ система за одвођење атмосферских вода јесте контролисано прикупљање и одвођење воде са коловоза како би се обезбедило нормално одвијање саобраћаја услед великих падавина и формирања слоја воде на коловозу [1, 2].

Поред утицаја на безбедност у саобраћају, врло је важно напоменути да пројекат одводњавања коловоза има директан утицај на заштиту животне средине у смислу пречишћавања загађене воде са коловоза пре испуштања у коначни реципијент.

Систем који је примењен у овом случају се заснива на кориштењу четвртастих и кружних шахтова са сливницима као и шахт-сливника (шахови који на месту поклопца имају решетку сливника). Дакле, примењен је концепт затвореног (зацењеног) система одвођења воде са коловоза. Вода прикупљена сливницима се цевима води до система за пречишћавање вода, тј. сепаратора лаких нафтних деривата где се пречишћава до одређеног степена након чега се испушта у коначни реципијент.

У овом раду, канализациона мрежа је подељена на четири деонице којима је обухваћен део трасе аутопута у непосредној близини петље као и сама петља.

2. КОНЦЕПТ ОДВОДЊАВАЊА

Пројектована нивелета аутопута је усаглашена са резултатима најновијих хидрауличких прорачуна Западне Мораве за стање са изграђеним аутопутем. Варијанте развода кишне канализације које се јављају дуж трасе:

- аутопут у правцу у насипу и усеку, двострани нагиб, одвођење зацењено преко шахт сливника у нишама и колектора у положају испод ивичњака или на деоницама петљи, одморишта и наплатне рампе са сливницима на ивици коловоза и колекторима у банкинама леве и десне коловозне траке

- аутопут у кривини, у насипима и усецима, једностранни нагиб, одвођење шахт сливницима у нишама и колектора у положају испод ивичњака или на деоницама петљи, одморишта и наплатне рампе са сливницима на ивици коловоза и колекторима у

банкинама леве и десне коловозне траке, а у разделној траци цевним колектором и шахт сливницима у бетонској каналети - аутопут на надвожњаку, затвореном цевном канализацијом овешаном о мостовску конструкцију

Сепаратори се постављају на бетонску подлогу, чије су димензије прилагођене локалним условима и слој песка дебљине 3 цм ради нивелације.

На излив сепаратора у канале, природне водотокове предвиђена је израда бетонских изливних глава које обезбеђују место излива, као и уградња жабљих поклопаца који су неопходни за спречавање повратног тока воде.

Предвиђени су типски АБ ревизиони силази од монтажних елемената унутрашњих димензија 1,0м * 1,0м, са квадратним решеткастим поклопцем 650mm * 650mm (у нишама у банкини и у каналети разделног појаса) за цеви пречника до Ø600mm. За цеви пречника Ø800mm предвиђени су типски АБ ревизиони силази од монтажних елемената унутрашњих димензија 1,5м * 1,5м, са квадратним решеткастим поклопцем 650mm * 650mm и кружни префабриковани шахт сливници пречника ДН 1000 који се израђују од бетона и примењују уз употребу сливника на делу петље.

Ревизиони силази имају таложник од 0.5m, са функцијом локалног успоравања тока.

*** Систем атмосферске канализације заснива се на следећим елементима:**

-воде са коловоза се прикупљају типским бетонским шахт сливницима постављеним у нишама зауставних трака и каналети разделног појаса

- даљи транспорт воде одвија се цевном канализацијом-колекторима димензионисаним за одводњавање једне коловозне траке до сепаратора минералних уља који су постављени по банкинама и у којима се врши пречишћавање

-након третмана у сепараторима вода се излива у најближи реципијент (отворени ток или канал).

3. СИСТЕМ ПРЕЧИШЋАЊА

На сепараторским системима се пречишћава 18% - 25% максималног протицаја од кише 10-годишњег повратног периода, чије је трајање једнако времену концентрације узводних сливних површина дуж саобраћајнице (почетно време " уласка " у систем је $t_k = 5$ мин).

Овако дефинисани протицаји су већи од протицаја којима се спира први талас загађења са коловоза, од "прве кише" и одговарају протицајима који се реализују под условом да се пречишћава 30% - 50% запремине поплавног таласа меродавне кише.

Растојање између сливника је рачунато помоћу методе предложене у Приручнику за пројектовање путева у Републици Србији (ЈП Путеви Србије, 2011.)
Опис рада сепаратора:

Преко цеви за доток, прикупљена атмосферска вода која дотиче улива се у таложник, где се ток воде умирује. У таложнику се на основу тежине, елементи тежи од воде (песак, муљ, благо) одвајају и падају на дно, а лакши (минерална уља) се подижу на површину у део уређаја за сепарисање. Вода пречишћена од тешких материја излива се у део за сепарисање, у коме минерална уља због своје ниске специфичне

тежине испливавају на површину, изливају се преко коалесцентног материјала у излив. Ситније честице минералних уља се везују за коалесцентни материјал, и испливавају на површину када су довољно велике. Пречишћена вода се, испод аутоматског затварача, излива кроз изливну цев. На изливној цеви је уграђен вентил, као могућност прикључења цеви за узимање узорака отпадне воде.

Сепараторски систем мора бити сигуран од деловања сила узгона до висине подземне воде до улива у сабирно окно, унутрашњост сепаратора мора бити премазана заштитним премазом.

Сепаратор мора имати коалесцентни елемент који се може за потребе чишћења и одржавања једноставно извадити. Сепаратор мора имати сигурносни пловак баждарен на специфичну тежину нафтних деривата као осигурање од неконтролисаног изливања издвојених деривата из сепаратора. Унутрашњи елементи система морају бити израђени од ПЕХД-а.

4. ХИДРАУЛИЧКИ ПРОРАЧУН

Анализа падавина за кишомерну станицу Крушевац је полазна основа за хидраулички прорачун и димензионисање прихватних објеката у систему атмосферске канализације пројектоване саобраћајнице.

Низ дневних максимума падавина на годишњем нивоу одређен је на основу метеоролошког извештаја добијеног од РХМЗ-а [7]. ИТП криве за меродавне кише кратког трајања повратног периода 10 година су срачунате за потребе овог пројекта, а на основу података о 24-h падавинама добијеним од стране РХМЗ.

Усвојене су, као меродавне за спровођење хидрауличких прорачуна кише са кишомерне станице Крушевац, повратног периода $T = 10$ година, док је трајање кише добијено у функцији времена концентрације појединих сливних површина дуж саобраћајнице, почев од $t_k=2$ мин за проверу усвојеног међусливничког растојања и прорачун ефикасности сливника и ширине плављења према Смерницама које су предложене у Приручнику за пројектовање путева у Р.Србији, односно $t_k=5$ мин за димензионисање колекторске мреже [3,4,5,6].

ПРОРАЧУН ИНТЕЗИТЕТА ПАДАВИНА ЗА ОДРЕЂЕНЕ ПОВРАТНЕ ПЕРИОДЕ НА КИШОМЕРНОЈ СТАНИЦИ КРУШЕВАЦ

Критеријуми за прорачун:

- прорачун димензија колектора кише канализације је спроведен рационалном методом, за кише повратног периода $T = 10$ година чији је интензитет усвојен према подацима са кишомерне станице Краљево
- трајање кише добијено је у функцији времена концентрације за меродавне сливне површине дуж саобраћајнице
- коефицијент отицања са асфалтних површина = 0.9,

Табела 1. Подаци са метеоролошке станице

Метеоролошка станица - Крушевац								
Интензитет падавина i (l/s/ha)								
Време трајања кише			Вероватноћа појаве P (%)					
			0.1	1	2	10	20	50
повратни период T (год)			повратни период T (год)					
			1000	100	50	10	5	2
тк (min)	тк(s)	тк (h)	1000	100	50	10	5	2
5	300	0.167	845.97	667.06	613.63	486.30	426.99	334.80
10	600	0.417	570.03	449.47	413.47	327.68	287.71	225.60
20	1200	0.5	356.24	280.90	258.40	204.78	179.80	140.99
30	1800	1	264.01	208.18	191.50	151.77	133.25	104.49
60	3600	2	153.98	121.42	111.69	88.52	77.72	60.94
120	7200	3	87.97	69.37	63.81	50.57	44.40	34.82
180	10800	6	63.06	49.72	45.74	36.25	31.83	24.95
360	21600	24	35.50	27.99	25.75	20.41	17.92	14.05

• растојање између сливника је рачунато помоћу методе предложене у Приручнику за пројектовање путева у Републици Србији (ЈП Путеви Србије, 2011.).

• за максимално пуњење колектора је усвојено сса 80%, као резултат неодређености и потенцијалног ризика који садрже улазни подаци.

Укупни доток на саобраћајници :

$$Q = i \cdot F \cdot \psi \quad (l/s)$$

i - интензитет кише,

F – површина отицаја,

ψ - коефицијент отицаја.

Критеријуми за одређивање растојања између сливника који се налазе у зауставној траци су:

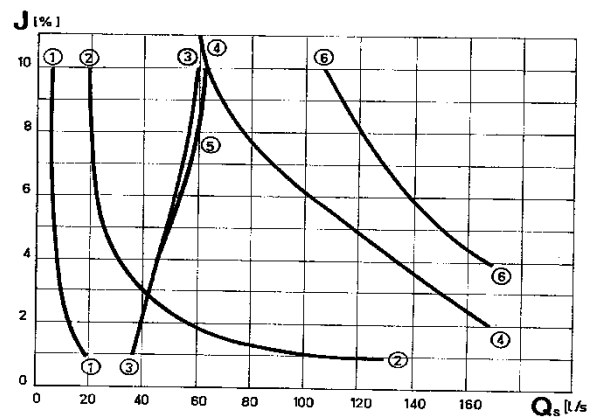
1. Дозвољена ширина плављења b , не сме бити већа од ширине зауставне траке која износи 2.50м
2. Ефикасност сливника (E) не сме бити мања од 0,67, односно најмање 2/3 дотока непосредно испред сливника (Q) мора бити прихваћен у сливник.

Пријемна моћ сливника (Q_i) зависи од типа сливника, његове геометрије и брзине којом кишни отицај, који тече уз ивичњак наилази на сливник. Сви сливници са решетком имају дупло већу пријемну моћ од сливника у ивичњаку. Испитивања пријемне моћи сливника дата су у уџбенику Др. Јован Деспотовић и приказани су на слици 1.

Капацитет различитих сливника у функцији од подужног нагиба

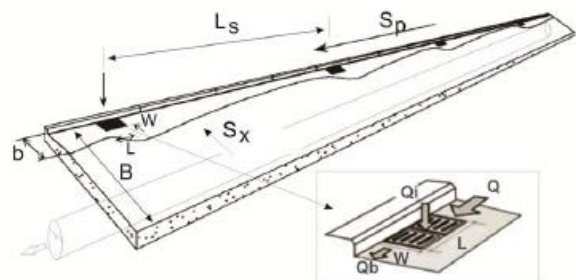
1. сливник у ивичњаку без депресије
2. сливник у ивичњаку са депресијом
3. решеткасти сливник без депресије
4. решеткасти сливник са депресијом
5. комбиновани без депресије
6. комбиновани са депресијом

Прорачуном су за одређене карактеристичне подужне и попречне нагибе саобраћајнице одређена максимална дозвољена растојања између шахт сливника по зауставним тракама, слика 2.



Слика 1. Испитивања пријемне моћи сливника

Усвојена растојања шахт сливника по зауставним тракама се крећу од 20 – 40 м.



Слика 2. Прорачун максималних дозвољених растојања између шахт сливника по зауставним тракама

Елементи геометрије трасе од интереса за одводњавање:

L_s – размак између сливника

$b=T=V_{plav}$ - Ширина плављења

4.1 Прорачун сепараторских система

Приликом прорачуна укупне количине кишних вода коју је потребно пречистити захтева се да се почетни површински отицај (почетно спирање " first flush") са путева, који носи највеће количине загађења захвати, одведе и пречисти применом BMP (Best Management

Practice) до нивоа траженог локалног регулативом. Уколико се захвати и третира већа количина кишног отицаја то је веће смањење уноса загађења у водотокове, али испитивања су показала да захватање кишних вода преко првих 25.4 мм кише незнатно повећава уклањање загађења. Као основна величина у овим прорачунима се користи WQW (Water Quality Volume) као запремина потребна да задржи прописани % суспендованих материја из кишног отицаја пре него што доспеју до реципијента.

$$WQW = P * R_v * A$$

P - висина кише меродавна за прорачун

WQW - овај податак је различит од податка везаног за интензитет меродавног пљуска одређеног повратног периода и трајања једнаког времену концентрације слива

A – површина слива

$$R_v = a + bi + ci^2 + di^3$$

– коефицијент отицаја који се добија на основу експерименталних зависности од % непропусних површина слива

i – удео непропусних површина у површини слива

5. ЗАКЉУЧАК

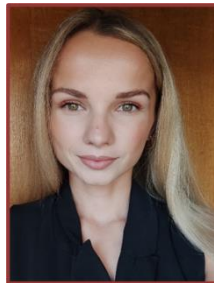
Као закључак овог рада навели бисмо значај утицаја воде на околину и саме пројекте на којима радимо. Вода је материја која кружи у природи и као таква, не дозвољава да њом управљамо. У овом тренутку, сведоци смо огромних климатских промена и временских неприлика које нам природа даје. Наше подручје је у протеклим годинама претрпело велики број поплава, а самим тим и велике материјалне штете које је поплава, тј вода донела.

Почени тим искуством, морамо велику пажњу посветити хидротехничким системима, посебно поменути системима за одвођење воде. Правилно пројектовање, уз сагледавање свих фактора ризика и узимањем у обзир промене које се дешавају у погледу падавина, а након тога и савесно и одговорно извођење пројеката, сигурно ће донети бенефите у погледу поменутих ситуација.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бабић Младеновић М., Уређење водотока, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, 2018.
- [2] Јавно предузеће Путеви Србије., Приручник за пројектовање путева у Републици Србији – 8.3. систем за одводњавање, Београд, 2011.
- [3] Колаковић С., Хидротехничке мелиорације, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, 2006.
- [4] Петровић Ј., скрипта, Увод у хидрологију, Грађевински факултет, Универзитет у Београду, 2001.
- [5] Стипић М., скрипта, Комунална хидротехника део 2 – Каналисање насеља, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, 2019.
- [6] Хајдин Г., Механика флуида, Грађевински факултет, Универзитет у Београду, 1980.
- [7] Хидрометеоролошки завод Републике Србије.

7. КРАТКА БИОГРАФИЈА



Оливера Марковић рођена је у Бања Луци 1996 године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Хидротехника одбранила је 2022 године.
Контакт:
olja.markovic96@gmail.com