



www.prvkongreszapatista.mk



contact@prvkongreszapatista.mk

T1-10

МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА КАПАЦИТЕТ И ОПТИМАЛНО РАСТОЈАНИЕ ПОМЕЃУ СЛИВНИЦИ ЗА ПРИФАЌАЊЕ НА АТМОСФЕРСКИ ВОДИ

Гоце Тасески¹, Петко Пеливаноски²

¹ Доц. Д-р, Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Република Северна Македонија, taseski@gf.ukim.edu.mk

² Проф. Д-р, Градежен факултет, Универзитет “Св. Кирил и Методиј”, Скопје, Република Северна Македонија, pelivanoski@gf.ukim.edu.mk

Апстракт

Основен услов при димензионирање на системот за одведување на површинските води кај патиштата е да атмосферската вода од асфалтните, поплочените површини, парковите и слично да се прифати со соодветни објекти и истата навремено да се пренесе во колекторскиот систем од цевки. Целта на овој труд е да се даде препорака за правилно димензионирање на објектите кои служат за прифаќање на атмосферските води – сливниците, исто така ќе се даде препорака за избор на критериуми за определување на хидрауличката ефикасност на сливниците и определување на нивното меѓусебно растојание од аспект на целосно прифаќање на атмосферските води. Во трудот е применета општата равенка на Рационалната метода за определување на количината на паднат дожд и од истата со познати методи од хидрауликата по пат на интерации се дадени равенките за определување на капацитетот на сливниците и равенките за определување на нивното меѓусебно оптимално растојание.

Клучни зборови

Атмосферска канализација, Капацитет на сливник, Рационална метода

Abstract

Basic condition when dimensioning the surface water drainage system on roads is to accept storm water from asphalt, paved surfaces, parks, etc. and with appropriate facilities and timely transfer to the pipe collector system. The purpose of this paper is to provide a recommendation for the proper dimensioning of facilities for receiving stormwater – inlet gutters, also a recommendation will be made for the selection of criteria for determining the hydraulic efficiency of inlet gutters and determining the distance between them in terms of full acceptance of stormwater. The paper uses the general equation of the Rational method for determining the amount of rain fall and by known methods of hydraulics by way of interactions the equations for determining the capacity of the inlet gutter are given and the equations to determine their optimal distance.

Key words

Storm system, Capacity of inlet gutter, Rational Method.

1. ВОВЕД

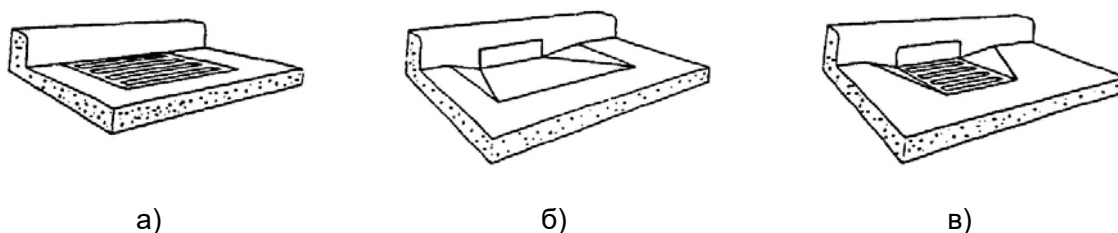
Се поголемите климатски промени предизвикуваат појава на врнежи кои се со намалена зачестеност но се со поголем интензитет, така овие интензивни врнежи може да предизвикаат повеќе безбедносни опасности на патиштата како што е намалена површина на патот, намалена видливост и хидропланирање на возилата, посебно ова е значајно за автопатиштата и регионалните патишта како и во урбаните средини каде е зголемен обемот на сообраќај и густината на пешаците како составен дел од сообраќајот [1].

Основен услов при димензионирање на системот за одведување на површинските води кај патиштата е да атмосферската вода од асфалтните, поплочените површини, парковите и слично да се прифати со соодветни објекти и истата навремено да се пренесе во колекторскиот систем од цевки. Вака конципираниот систем претставува една заедничка функционална целина која за да функционира правилно треба и колекторскиот систем и влезните објекти да се димензиониран со доволен капацитет да можат да ги прифатат меродавните количини на атмосферски води за кој е изграден системот.

Навременото прифаќање и одведување на атмосферските води од коловозната конструкција е многу важно бидејќи со истото се обезбедува заштита и на долниот строј од патот, па затоа значајно е применетите објекти за прифаќање на атмосферските води да се со стандардни димензии, да се економски оправдани и со истите да се овозможи и пристап до колекторскиот систем [2].

Токму целта на овој труд е да се даде препорака за правилно димензионирање на објектите кои служат за прифаќање на атмосферските води – сливниците, исто така ќе се даде препорака за избор на локација и меѓусебно растојание на сливниците.

Изборот на локацијата на сливниците се земе во предвид нивниот капацитет – хидрауличката ефикасност, безбедноста на возилата, пешаците и велосипедистите, нивното одржување и пристапноста, па според тоа се анализирани веќе постојните стандардни сливници: сливник со отвор - решетка, сливник со отвор во тротоар и комбинирани сливници, слика 1.



Слика 1. Типови на сливници, а) Сливник со отвор - решетка, б) во тротоар, в) комбиниран

Исто така добро е познато дека атмосферските води кои паѓаат на асфалтната површина формираат слој од вода кој постојано се зголемува течејќи по работ на тротоарот. Клучни фактори кои влијаат на дебелината на овој слој се надолжниот пад кој треба да е минимум 0.5% или 0.3% за многу кратки делници и напрачниот пад кој се препорачува да е поголем од 1.5% а помал од 2.5% исто така значајна е и текстурата на површината која гравитира кон анализираниот сливник [3].

Според претходното, клучно при хидрауличката анализа на системот за прифаќање и одведување на атмосферските води е прво да се определи локацијата на сливниците така да тие да можат целосно и навремено да ја прифатат атмосферската вода и истата безбедно да ја евакуираат во колекторскиот систем од цевки и со самото тоа да се определи и нивното меѓусебно растојание.

2. ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА КАПАЦИТЕТ И ЛОКАЦИЈА НА СЛИВНИЦИ

Иако критериуми за димензионирање на системите за одводнување се добро познати сепак кај нас има големи проблеми во одводнувањето на патиштата бидејќи не се посветило доволно внимание на капацитетот и местоположбата на сливниците, така во многу случаи се забележува дека сливниците се на големо растојание (кај нас во практиката без некакви пресметки најчесто е предвидено растојанието на сливниците да е на 50 m) со што нивниот капацитет не може да ги прими атмосферските води односно сливникот е хидраулички неефикасен па кај истиот се јавува заезерување на водата и со тоа се овозможува дел од водата да го заобиколи сливникот односно да се задржува на коловозната лента.

2.1 МЕРОДАВНИ КОЛИЧИНИ НА АТМОСФЕРСКИ ВОДИ

Целта за примена на системот за одводнување на патиштата е навремено прифаќање и одведување на атмосферските води при тоа ќе се обезбеди безбедно одвивање на сообраќајот. Ширината на евентуално задржаната вода на коловозот директно влијае на зголемувањето на ризици од појава на несреќи токму усвојувањето на интервалот на повторување на дождовите игра клучна улога во зголемувањето на трошоците за изградба на системот за одводнување во однос на обезбедувањето на безбедноста во одвивањето на сообраќајот. Ако се знае дека ризикот по безбедноста во сообраќајот е зголемен кај патишта каде бројот на сообраќај е поголем односно кај повисоките класи на патишта каде и брзините на движење се доста поголеми во однос на помалите класи на патишта тогаш може слободно да се каже дека појдовна точка за изборот на меродавниот дожд за димензионирање на системите за одводнување директно ќе зависи од класата на патот, односно од проектираната брзина на движење на возилата.

Со оглед на тоа дека кај нас се уште нема правилник за избор на повратниот период на дождот при димензионирање на системот за одводнување кај патиштата во овој труд се дава препорака да се користат Американските препораки од “Federal Highway Administration” и истите се прикажани во табела 1 [3].

Табела 1. Меродавен повратен период според категоријата на патот

Класа на пат според проектна брзина	Повратен период	Ширина на воден слој
< 70 km/h	10 години	1 m
> 70 km/h	10 години	Не е дозволено
Подвозник	50 години	1 m

Исто така според Американските стандарди кај патиштата од повисока класа се бара секој систем за одводнување да се провери и на дожд со поголем повратен период со цел да се согледа неговото влијание, односно да се види колкав дел од патот ќе биде заезрен и доколку при појава на таков максимален дожд половина од возната лента не е поплавена може да се констатира дека при појава и на поголеми дождови патот е безбеден за одвивање на сообраќај со намалена брзина.

2.2 рационална метода

Рационалната метода е најприфатлива метода за определување на максималните количини на вода при димензионирање на системите за одводнување на патиштата и истата е дефинирана со следнава равенка:

$$Q = K C i A \quad (1)$$

Каде,

Q – максимален проток (пик), во m³/s,

K – коефициент за трансформација на дождот K=0.00275,

C – коефициент на отекување,

i – интензитет на дождот, во mm/h,

A – припадна – сливна површина, во ha.

Кај оваа метода значајно е да се определи коефициентот C кој претставува производ од коефициентот на закаснување и отекување и истиот зависи од типот на површината, влагата, инфилтрацијата, наклонот на површината, испарувањето, обликот на површината и друго. За овој коефициент се препорачува по методот на тежинска застапеност да се определи осреднет коефициент, со помош на следнава равенка.

$$C_w = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_t} \quad (2)$$

За определување на интензитетот на дождот се користат i-t-p кривите од каде се определува интензитетот на дождот во зависност од неговото времетраење и повратниот период. Додека за времетраењето на дождот значајна улога има времето на концентрација кое се определува со следнава равенка:

$$t_c = \frac{KL^{0.6}n^{0.6}}{i^{0.4}S^{0.3}} \quad (3)$$

Каде,

t_c – време на концентрација, во sec,

L – должина на сливната површина, во m,

n – коефициент на триење според Manning,

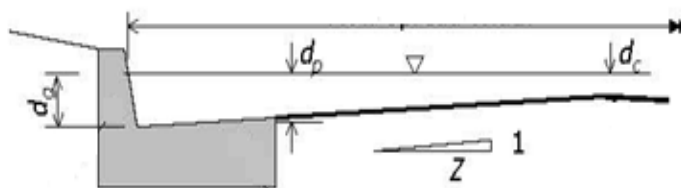
i – меродавен интензитет на дожд, во m/h,

S – просечен пад на сливната површина,

K – коефициент за трансформација, K=26.285

2.3 пропусна способност – ефикасност на сливник

Како параметри со кои може да се пресмета пропусната способност – протокот на каналот – риголата каде се поставени сливниците се прикажани на слика 2 а со равенката 1 е прикажано определувањето на протокот на сливник [3].



Слика 2. Параметри за определување на капацитет на ригола

$$Q = \frac{3F_f}{8} \left[\left(\frac{Z_g}{n_g} \right) (d_g^{8/3} - d_p^{8/3}) + \left(\frac{Z_p}{n_p} \right) (d_p^{8/3} - d_c^{8/3}) \right] S^{1/2} \quad (4)$$

Каде индексите g, p, c се однесуваат на риголата, рабникот и патот соодветно, F_f е фактор за корекција на протокот кој најчесто изнесува 0.9, Z е попречниот наклон на патот, S е надолжниот наклон, додека d е дебелината на водниот слој. Вака пресметаната количина на вода треба да се прифати со сливници и истата да се транспортира до колекторскиот систем, па според тоа значајно е да се определи и ефикасноста на сливникот, односно колкав дел од оваа количина на вода може да се прифати од сливникот а колкав дел ќе го одмине сливникот односно од тука по интеративен процес ќе се добие оптималното

растојание помеѓу сливниците со цел да нема плавење на патот. Постапката за определување на ефикасноста на сливникот е дадена во продолжение [3]:

Ефикасноста на сливникот се определува со следната равенка:

$$E = \frac{Q_i}{Q} \quad (5)$$

Каде дотокот Q се дели на челни доток Q_w и страничен доток Q_s :

$$Q_w = E_0 \cdot Q \quad (6)$$

$$Q_s = (1 - E_0) \cdot Q \quad (7)$$

Делот од протокот кој ќе го прифати сливникот (Q_i) зависи од ефикасноста на прифаќање на челниот (R_w) и страничниот доток (R_s):

$$E = R_w \cdot E_0 + R_s \cdot (1 - E_0) \quad (8)$$

Коефициентот за ефикасност на прифаќање на дотокот (R_w) се определува со следнава равенка:

$$R_w = \begin{cases} 1 - 0.295(v - v_0) & v \geq v_0 \\ 1 & v < v_0 \end{cases} \quad (9)$$

Каде, v е брзина на дотокот на вода до сливникот а v_0 е максимална брзина со која се смалува ефикасноста на сливникот, оваа брзина најчесто ја дава производителот на сливникот и истата освем од типот на сливникот зависи и од наклонот како е поставен сливникот.

Додека коефициентот за ефикасност за прифаќање на страничниот проток се определува со следнава равенка:

$$R_s = \frac{1}{1 + \frac{0.0828 \cdot v^{1.8}}{S_x \cdot L^{2.3}}} \quad (10)$$

Откако ќе се определи ефикасноста на сливникот потоа лесно може да се определи протокот кој може да го прифати сливникот:

$$Q_i = E \cdot Q \quad (11)$$

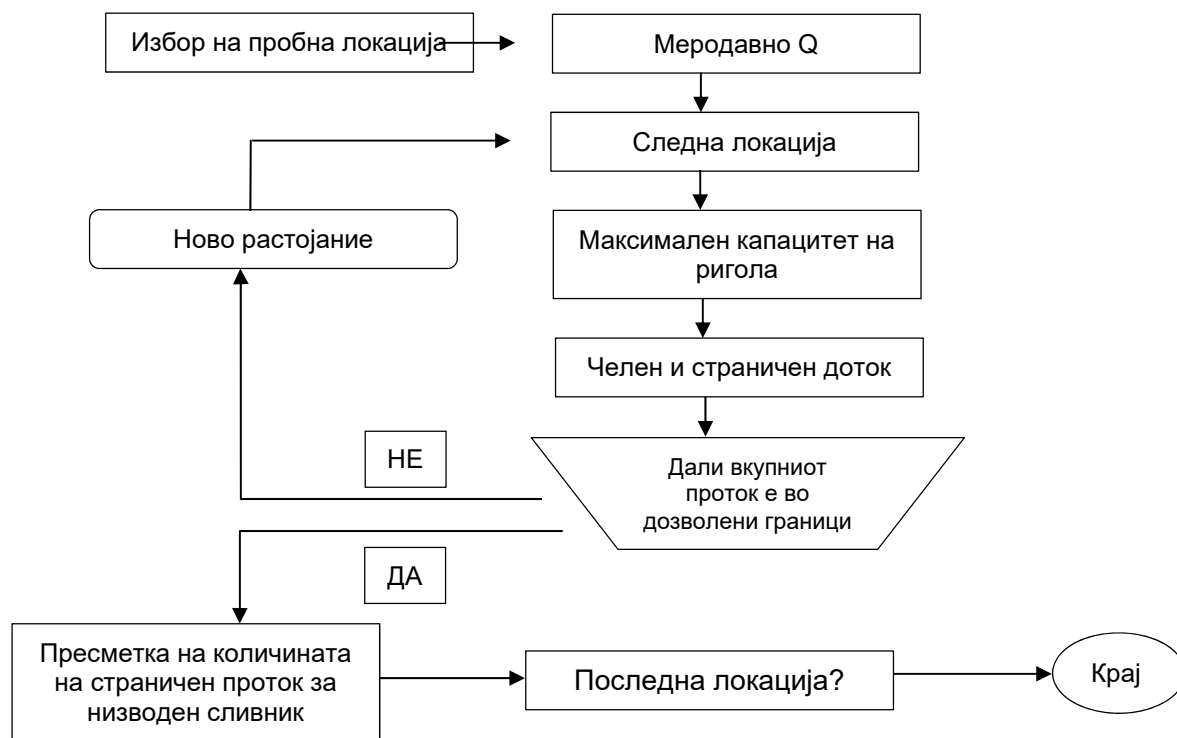
Односно протокот кој не може да се прифати од сливникот:

$$Q_{out} = Q - Q_i \quad (12)$$

Со користење на општата равенка од Рационалната метода се определува максималното растојание помеѓу сливниците:

$$L_s = \frac{Q_i}{B \cdot i_k \cdot C} \quad (13)$$

Со користење на претходните равенки се определува капацитетот и растојанието на сливниците меѓутоа од примената на овие равенки може да се констатира дека постапката за определување на двата клучни параметри растојанието и капацитетот на сливниците се врши по интегративен пат односно со претпоставени растојанија на сливниците и со методата на приближување се доаѓа до конечното решение на равенките па затоа на следнава слика дадена е препорака за решавање на алгоритмот на равенки. Од каде може да се забележи дека во почетна фаза за анализа се дава претпоставено растојание помеѓу сливниците, потоа се определува максималниот капацитет на сливникот па се избира следна локација на сливникот и така се додека не се добие оптимално растојание помеѓу сливниците со максимален капацитет.



3. ЗАКЛУЧОК

Иако критериумите за определување на капацитетот и растојанието помеѓу сливниците за одведување на атмосферските води од патиштата се познати кај нас сепак се забележани голем број на патишта каде сливниците се поставени на не соодветно место што предизвикува појава на слој од вода на патот и доколку брзината на движење на возилата е поголема од 75 km/h неизбежна е појавата на хидропланинг. Поради тоа од изложеното во овој труд може да се заклучи дека изборот на типот на сливникот, неговиот капацитет и растојанието помеѓу сливниците треба да се направи доста внимателно при тоа почитувајќи ги препораките презентирани во второто поглавје од овој труд. Исто така со овие препораки може да се направи анализа на веќе изведени системи за одводнување со што би се направила анализа на истите при појава на дождови со повисок интензитет од проектираниот. Ова е значајно да се прави со цел да се увиди влијанието на климатските промени на безбедноста во сообраќајот.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Akan, A.O. and R.J. Houghtalen. 2002. Urban Hydrology, Hydraulics, and Water Quality. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. Forthcoming.
- [2] Colorado State University (CSU). 2009. Hydraulic Efficiency of Grate and Curb Inlets for Urban Storm Drainage. Denver, CO: Urban Drainage and Flood Control District.
- [3] Federal Highway Administration (FHWA). 2009. Urban Drainage Design Manual. Hydraulic Engineering Circular 22. Washington, DC: Federal Highway Administration.
- [4] Guo, J.C.Y. 1999. Storm Water System Design. CE 5803, University of Colorado at Denver
- [5] Guo, J.C.Y. 2000b. Street Storm Water Conveyance Capacity. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 136(2)119-124.