

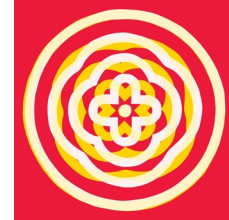
ДГКМ
ДРУШТВО НА
ГРАДЕЖНИТЕ
КОНСТРУКТОРИ НА
МАКЕДОНИЈА

Партизански одреди 24,
П. Фах 560, 1000 Скопје
Северна Македонија

MASE
MACEDONIAN
ASSOCIATION OF
STRUCTURAL
ENGINEERS

Partizanski odredi 24,
P. Box 560, 1000 Skopje
North Macedonia

RSC-19



mase@gf.ukim.edu.mk
<http://mase.gf.ukim.edu.mk>

ЗГОЛЕМУВАЊЕ НА ОТПОРНОСТА НА ГРАДОВИТЕ ПРИ ПОДОБРО УПРАВУВАЊЕ СО АТМОСФЕРСКИТЕ ВОДИ

Гоце ТАСЕСКИ¹, Никола КРСТОВСКИ¹

АПСТРАКТ

Краткотрајните и интензивни дождови е основен показател за влијанието на климатските промени кои се манифестираат со многу чести поплавувања најчесто на урбаните средини со што отпорноста на градовите на ваквите промени ја прави ранлива. Поради тоа инженерите се повеќе се соочуваат со предизвици за изнаоѓање на технички мерки со кои по пат на управување со атмосферските води максимално би се намалил ефектот на климатските промени особено од интензивните врнежи.

Во овој труд преку анализа на веќе постојна атмосферска канализација која е дел од ново изградена урбана површина се анализирани влијанијата на урбанизацијата на зголемувањето на пикот на хидрограмот на истекување на дождот кој пак претставува основа за димензионирање на атмосферските канализации и основна причина за поплавување на урбаните средини. При што се анализирани три сценарија за урбаната површина и тоа: анализа на постојна состојба, анализа на состојба пред урбанизација и анализа на големина на пикот при примена на технички мерки за намалување на хидрограмот на истекување.

Технички мерки за намалување на пикот на хидрограмот на истекување кои се предвидени при хидролошко хидрауличката анализа се резервоари за ретензија со кои се прифаќа целокупната количина на врнежи кои доаѓа од крововите. Мерки кои се доста застапени во развиените земји како што се Австралија и Нов Зеланд.

Со направената анализа се прикажува дека со примена на мали инвестициони мерки значајно може да се влијае на зголемувањето на отпорноста на градовите на климатските промени во делот на управување со атмосферските води.

Клучни зборови: Климатски промени; Атмосферска канализација; Резервоари за ретензија; Хидролошко-хидрауличко моделирање.

¹ Градежен факултет, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“, Скопје, Република Северна Македонија

Автор за контакт: Гоце ТАСЕСКИ, e-mail: taseski@gf.ukim.edu.mk

1. ВОВЕД

Климатските промени се повеќе се манифестираат во секој дел од светот преку појава на интензивни врнежи кои предизвикуваат поплави особено во урбаните средини, со што градовите се повеќе стануваат ранливи на овие појави. Имено, се повеќе денес во градовите ширум светот се зголемува предизвикот за изнаоѓање на економски решенија за управување со атмосферските води со што ќе се подобри отпорноста на градовите од ефектите на климатските промени [1].

Предизвиците за создавање на климатски отпорни градови вклучуваат технички решенија со кои ќе се намалат ризиците од поплавување, намалување на количините на вода во атмосферската канализација како и намалување на количините на вода кои доаѓаат со пречистителните станици кај општите канализациони системи.

Во овој труд преку хидролошко-хидраулички модел е направена анализа на постојна атмосферска канализациона мрежа, Студија на случај за дел од атмосферската канализација во Битола, каде е анализирано влијанието на урбанизацијата на количините на атмосферски води кои се појавуваат во атмосферската канализација, односно е прикажано какво е влијанието на урбаните површини врз отпорноста на еден дел од градот Битола.

2. ВЛЕЗНИ ПАРАМЕТРИ ЗА МОДЕЛОТ

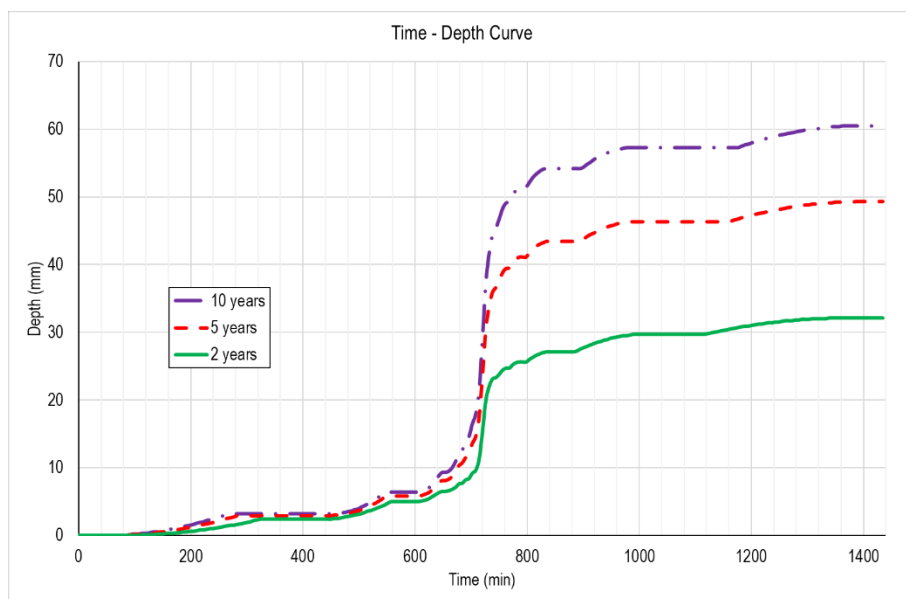
Хидролошко-хидрауличкиот модел е направен со податоци од веќе изведена атмосферска канализација на дел од градот Битола, при тоа како влезни геометриски параметри се користени: големината и типот на сливните површини, котите на терен, котите на дно на шахтите, должината, материјалот и дијаметарот на цевките. На слика 1 шематски е прикажана анализираната атмосферска канализација.



Сл. 1. Шематски приказ на моделот за анализираната атмосферска канализација

Од претходно дадената шема за хидролошко хидрауличко моделирање на канализацијата може да се забележи дека се анализирани атмосферски канализации со различна сливна површина, впрочем тоа е и една од основната цел на овој труд, имено преку анализа на различни по големина урбанизирани сливни површини да се согледа нивното влијание на отпорноста на градот на климатски примени.

Основно оптеретување на атмосферските канализации претставуваат интензивните краткотрајни дождови кој како последица на климатските промени се почесто се случуваат и во нашите градови. Па според тоа во изработката на овој труд како влезен параметар е користена кривата за висина на паднат дожд во тек на време за повратен период од 2 години и истата е прикажана на слика 2. Ваквиот тип на крива е добиена со трансформација на itp -кривата а тоа е направено за да може да се креира хидрограм на истекување со примена на SCS методата.



Сл. 2. Карактеристични криви за висина на паднат дожд во функција од време за повратен период од 2, 5 и 10 години [4].

Со цел да се добие реална слика за максималното влијание на урбанизацијата на отпорноста на градот и намалување на влијанието од интензивните врнежи со моделот се анализирани три сценарија.

- Прво сценарио, реална моментална состојба со максималните количини на атмосферска вода кои се јавуваат при појава на интензивен дожд со повратен период од две години,
- Второ сценарио, анализа на количините на атмосферски води пред да се урбанизира анализираната област и
- Трето сценарио во кое е анализирана состојба со применети технички мерки за намалување на пикот на хидрограмот на истекување – ретенциони резервоари за прифаќање на атмосферските води само од кровните површини, слика 3.



Сл. 3. Примери на изведени ретенциони резервоари за прифаќање на атмосферски води од кровови.

3. ХИДРОЛОШКО ХИДРАУЛИЧКИ МОДЕЛ

Со оглед на тоа дека при хидролошко хидрауличката анализа усвоени се припадни површини со поголема површина која не е дава можност за примена на Рационалната метода, па така хидролошко хидрауличкиот модел е креиран со примена на SCS метода за конструкција на хидрограм на истекување од секоја припадна површина одделно како и сумарен хидрограм од целата сливна површина. Во продолжение е даден краток осврт на користената SCS метода.

3.1. SCS метода за конструкција на хидрограм на истекување

SCS методот е развиен е во раните 1950 – ти од страна на американските United States Department of Agriculture (USDA) и Natural Resources Conservation Service (NRCS) тогаш викана Soil Conservation Service (SCS) по која што е и добиено името на оваа метода. Soil Conservation Service – Curve Number (SCS CN) методот е еден од најпопуларните методи за пресметка на површинското истекување од мали земјоделски, шумски или урбани сливови [2].

SCS методот се базира на равенката на воден биланс рав (1) за дожд со познат временски интервал [2].

$$P = I_a + F_a + P_e \quad (1)$$

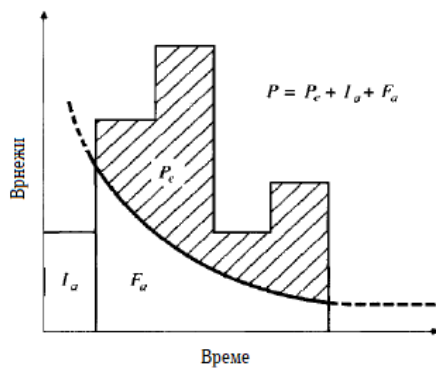
Каде

P – вкупни врнежи

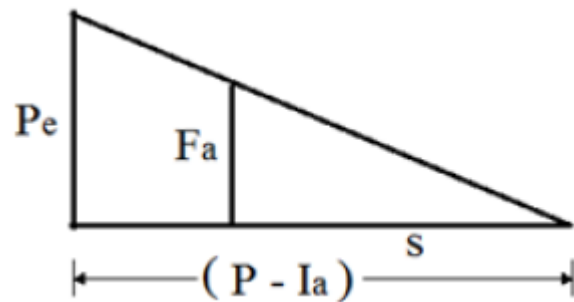
I_a – почетни загуби

F_a – кумулативна инфилтрација без почетни загуби

P_e – директно површинско истекување



Сл. 4. Променливи во SCS методот



Сл. 5. Пропорционален приказ на првиот концепт

Два други концепти кои се прекажани подолу, а се користат со равенката на воден биланс

- Првиот концепт рав (2) гласи : односот на директното истекување (P_e) со максималното потенцијално истекување ($P - I_a$) е еднаков на односот на актуелната инфилтрација (F_a) со потенцијалната максимална ретензија S сл.4

$$\frac{P_e}{P - I_a} = \frac{F_a}{S} \quad (2)$$

- Вториот концепт гласи : количината на почетните загуби (I_a) е дел од максималната ретензија (S) рав. (3).

$$I_a = \lambda \cdot S \quad (3)$$

Врз основа на опсежни мерења на мали сливови, SCS (1985) го усвои $\lambda = 0.2$ како стандардна вредност. Ако вкупните врнежи $P < I_a$ тогаш истекувањето $P_e = 0$. Додека $P > I_a$, тогаш истекувањето може да се пресмета.

Со средување на гореспоментатите формули се добива финалниот облик на равенката за пресметка на површинското истекување. рав (4)

$$P_e = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S} \quad (4)$$

Параметарот S ја претставува потенцијалната максимална ретензија и зависи од типот на почвата, вегетацијата, користењето на земјиштето, влажноста на почвата пред да започне дождот. За практична примена, SCS го има изразено S (mm) во однос на бездимензионалниот параметар CN (Curve Number) рав 5.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (5)$$

Константата 254 се користи за трансформација на максималната потенцијална ретензија S во mm. Од тука ако го изразиме CN се добива следното равенство:

$$CN = \frac{25400}{S + 254} \quad (6)$$

Бездимензионалниот параметар CN се движи во границите од $0 < CN < 100$. Ако $CN = 100$ тогаш имаме водонепропустна подлога на сливот, додека ако $CN = 0$ тогаш се работи за бескрајно водопрпустна подлога. Овој коефициент зависи од типот на почвата, претходната влажност на почвата и користењето на почвата. Вредноста на овој коефициент е прикажана во Табела 1.

Табела 1. Вредност на параметарот CN [2]

Опис на покриеноста на сливот	A	B	C	D
Семејни куќи со дворови:				
до 500 m ² (60% непропустно)	77	85	90	92
до 1000 m ² (38% непропустно)	61	75	83	87
до 2000 m ² (25% непропустно)	54	70	80	85
до 4000 m ² (20% непропустно)	51	68	79	84
Паркинзи, тротоари, кровови	98	98	98	98
Улици и патишта:	98	98	98	98
поплочени со атмосферска канализација	76	85	89	91
макадам, чакал земјани	72	82	87	89
Трговски и работни површини: (85% непропустни)	89	92	94	95
Индустриски зони (75% непропустни)	81	88	91	93
Тревници, паркови, гробишта	39	61	74	80
до 70% под трева	49	69	79	84
до 50% под трева				
Необработени земјоделски површини	77	86	91	94

Ознаките во табелата се следни: **A**-песоклива почва, **B**-песоклива иловица, лес, **C**-иловица и **D**-глина

4. РЕЗУЛТАТИ ОД ХИДРОЛОШКО ХИДРАУЛИЧКИОТ МОДЕЛ

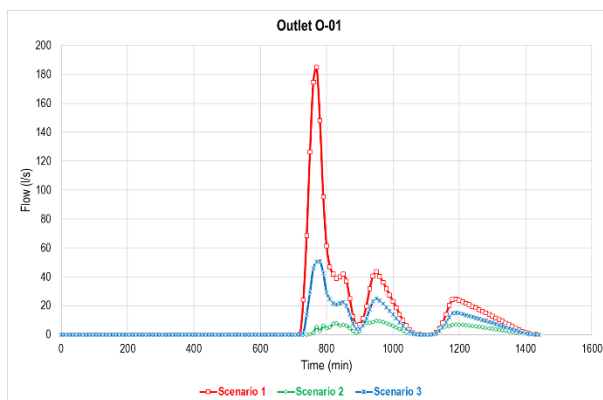
Како што веќе беше спомнато за Студија на случај е користена атмосферската канализација за дел од градот Битола и тоа за прилично ново урбанизирана површина која до пред десетина години била неизградена зелена површина. Па така со овој модел преку анализа на три сценарија се добиени релевантни количини на атмосферски води во канализацијата при појава на интензивни врнежи. Впрочем ако се знае самиот факт дека оваа атмосферска вода се испушта во

канал кој е позициониран спротиводно од центарот на градот Битола овие води директно имаат влијание на количината на вода која при интензивни врнежи се појавува во центарот на градот.

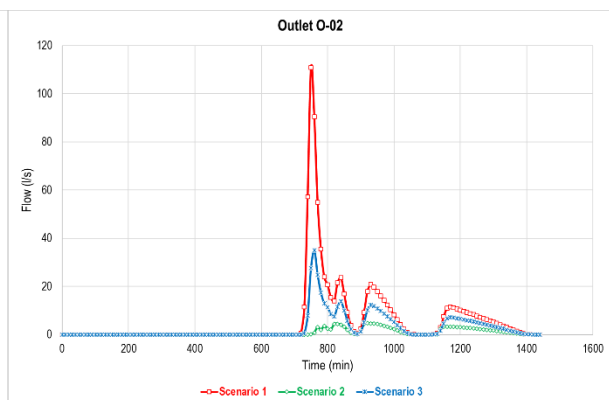
Како што беше наведено во првото сценарио е направена анализа на постојната атмосферска канализација со моменталната урбанизирана површина која се состои од кровови, асфалтни, бетонски и земјени површини со соодветен процент на застапеност кој е добиен врз основа на урбанистичкиот план за овој дел од градот. Во второто сценарио е направена анализа на количините на атмосферски води пред урбанизација на просторот, односно тука е претпоставено дека целата површина е од зеленило – не урбанизирана површина.

Трето сценарио претставува практична примена на технички мерки за ублажување на притисокот врз отпорноста на градот од урбанизацијата и влијанието на климатските промени. Предложената анализирана мерка со примена на резервоари за ретензија на хидрограмот од паднатиот дожд само на кровните површини е добро позната мерка особено во Австралија и Нов Зеланд и истата претставува незначителна инвестиција за намалување на пикот на хидрограмот на истекување. При тоа тука треба да се напомене дека при анализата е претпоставено дека целокупната количина на вода која ќе дојде од кровните површини се прифаќа во резервоарите за ретензија а нивното празнење ќе се врши после завршување на дождот – при суво време или истата ќе се користи како техничка вода или вода за наводнување.

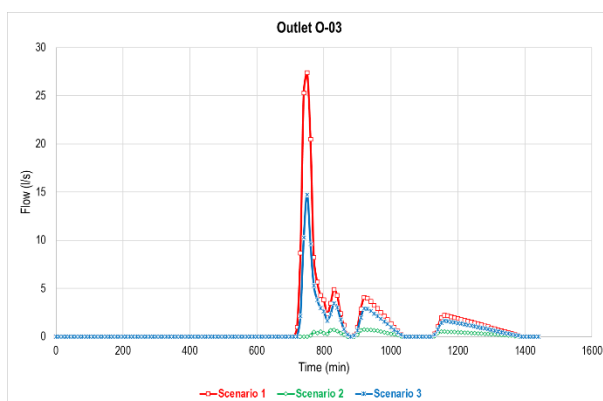
За сите претходно наведени сценарија на следните слики се прикажани излезните хидрограми на истекување на местото на испуст на канализацијата во реципиент.



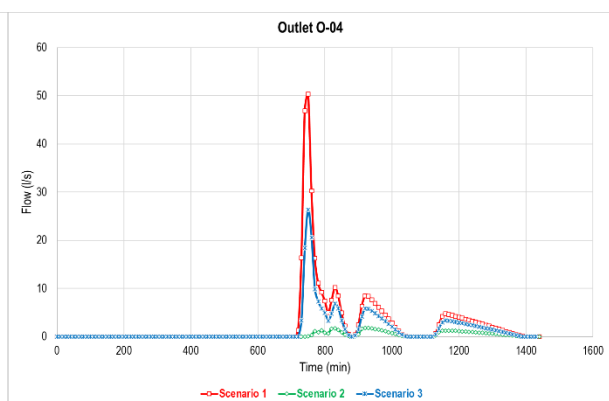
Сл. 6. Хидрограм на истекување кај испуст 01



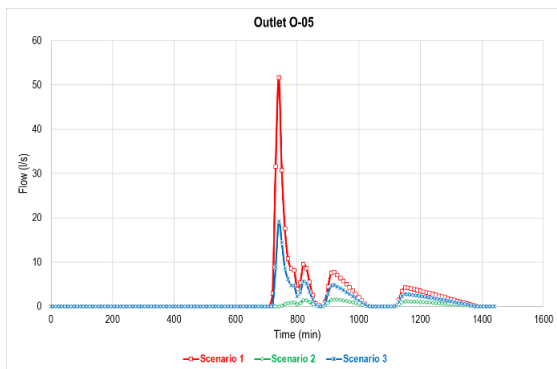
Сл. 7. Хидрограм на истекување кај испуст 02



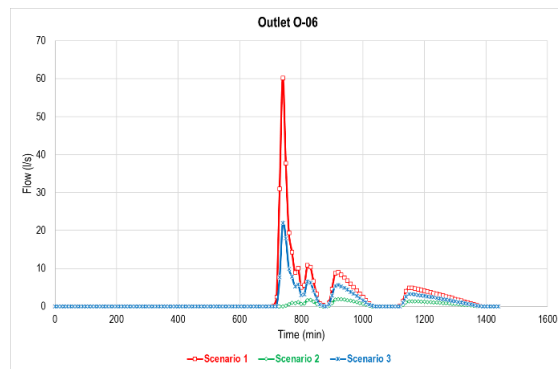
Сл. 8. Хидрограм на истекување кај испуст 03



Сл. 9. Хидрограм на истекување кај испуст 04

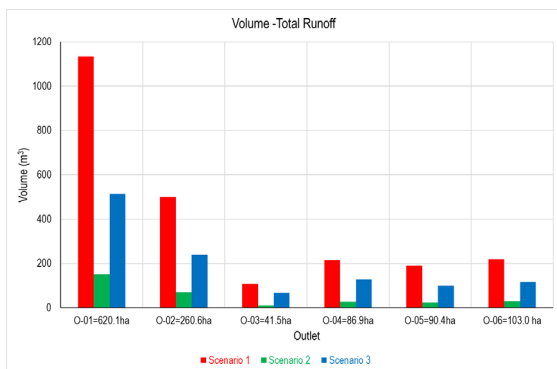


Сл. 10. Хидрограм на истекување кај испуст 05

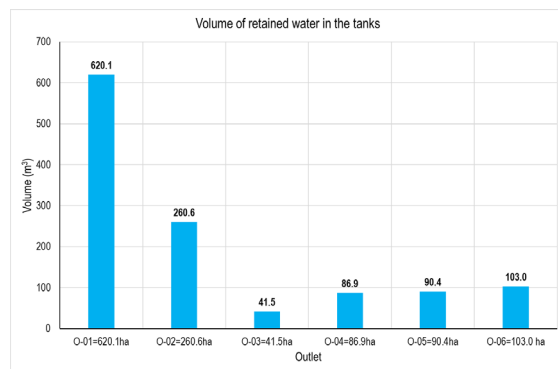


Сл. 11. Хидрограм на истекување кај испуст 06

На следните графикони се прикажани вкупните волумени на вода која истекува од секоја оделна урбанизирана сливна површина како и волуменот на вода кој би се задржувал во резервоарите за ретензија.



Сл. 12. Графикон за вкупен волумен на вода



Сл. 13. Графикон за волумен на вода кој би се задржувал кај резервоарите за ретензија

Според прикажаните резултати од хидролошко хидрауличкиот модел може да се констатира дека со примената на резервоарите за ретензија за секоја сливна кровна површина значително се намалува пикот на хидрограмот на истекување што практично со мала инвестиција значително се намалува влијанието на урбанизацијата врз количината на атмосферски води кои ја загрозуваат отпорноста на градот. Освем намалувањето на количините на атмосферски води во канализацијата индиректно ваквото задржување на водите има влијание на намалување на потребите на вода од системот за водоснабдување бидејќи акумулираната вода може да се користи како техничка вода и вода за наводнување на површините околу самиот објект.

5. ЗАКЛУЧОК

Урбанизацијата на градовите се повеќе се покажува дека има директно влијание на климатските промени кои се манифестираат со краткотрајни интензивни врнежи кои директно ја загрозуваат отпорноста на градовите преку зачестени поплавувања на истите и предизвикување на огромни економски и безбедносни штети. Примената на технички мерки за зголемување на отпорноста на градовите од интензивните врнежи се повеќе стануваат неминовни и кај нас. Поради тоа со анализа на Студија на случај за дел од канализацијата на градот Битола се прикажува дека со мали инвестиции во вградување на резервоари за ретензија за прифаќање само на атмосферските води од крововите се обезбедува намалување на пикот на хидрограмот на истекување и тоа колку припадната површина е поголема толку повеќе се намалува хидрограмот на истекување со што значително се зголемува отпорноста на градовите на климатските промени. Тука треба да се спомене дека вкупниот волумен на вода не се менува само со ваквите мерки се прави намалување на пикот на количината на атмосферската вода што пак претставува причина за поплавување на урбаните средини.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://stateofgreen.com/en/news/12-examples-of-climate-resilient-city-solutions/>
- [2] SCS. 1956, 1964, 1971, 1985. Hydrology, National Engineering Handbook, Supplement A, Section 4, Chapter 10. Soil Conservation Service, USDA: Washington, DC.
- [3] Ivana Sušanĵ Čule, Eni Kuhar, Nevenka Ožanić. SCS method application in construction of the runoff hydrograph. Professional paper, <https://doi.org/10.32762/zr.25.1.7>.
- [4] Виолета Ѓешовска Петко Пеливаноски, Катерина Донеvска, Гоце Тасески. Анализа на интензивните врнежи во Република Северна Македонија. Научноистражувачки проект. Феvруари 2022.
- [5] Bhawuk garg, zeeshan asghar “Urban stormwater modeling with SWMM and impact of low impact development on urban flooding”, May,2018, Technische Universitat, Faculty of Environmental Sciences, Institute for urban water management, Dresden, Germany
- [6] Hossein Hosseiny, Michael Crimmins, Virginia B. Smith and Peleg Kremer (2020): “A Generalized Automated Framework for Urban Runoff Modeling and Its Application at a Citywide Landscape”
- [7] Junaidi, A.; Ermalizar, L.M. (2018): “Flood simulation using EPA SWMM 5.1 on small catchment urban drainage system”