Bulgarian Journal of Meteorology and Hydrology

Национален институт по метеорология и хидрология

National Institute of Meteorology and Hydrology

Bul. J. Meteo & Hydro 28 /1 (2024)

Maximum water quantities determination in an urban environment

Radoslava Hristova-Ivanova*

National Institute of Meteorology and Hydrology, 66 Tsarigradsko shose, 1784 Sofia, Bulgaria

Abstract: Determining maximum water quantities with a certain security in unmonitored points of an urbanized territory is a current task that is of essential importance both for hydraulic engineering and for flood prevention. The article discusses a methodological approach for determining characteristic maximum water quantities in an urban environment in the absence of a developed monitoring network and a deficit of hydrological information. The method has been applied to a pilot region - the city of Sofia, the largest urbanized territory in Bulgaria. Two options have been developed - in the first one, all available information for estimating the maximum rain from literary sources and reference books has been used. Then, such assessment has been made using current information about the maximum rain from the monitoring rain gauge networks of the NIMH, and the results have been compared. An assessment of the impact of urbanization on the formation of maximum runoff was made by changing the runoff coefficient resulting from land cover changes. The study covers the river basins of the Vladayska, Perlovska, Slatinska and Suhodolska rivers, using data from the only station on the territory of the city of Sofia, HM Station No. 18420 Vladayska River near the Knyazhevo district. The results obtained with and without taking into account the impact of urbanization along the rivers and in conditions of different degrees of urbanization were compared. The comparison unambiguously shows the significant difference in the determined maximum water quantities and the need to take into account the urbanization factor.

Keywords: Maximum water quantities, runoff coefficient, maximum rain, urbanization, land use.

* radoslava.ivanova@meteo.bg

Accepted for publication

Определяне на характерни максимални водни количества в градска среда

Радослава Христова-Иванова

Национален институт по метеорология и хидрология,
Цариградско шосе 66, 1784 София

Резюме: Определянето на максимални водни количества с определена обезпеченост в ненаблюдавани пунктове на урбанизирана територия е актуална задача, която е от съществено значение, както за хидростроителството, така и за превенция от наводнения. В статията е разгледан методичен подход за определяне на характерни максимални водни количества в градска среда при отсъствие на развита мониторингова мрежа и дефицит на хидрологична информация. Методът е приложен за пилотен район - град София, най-голямата урбанизирана територия в България. Разработени са два варианта - в първия е използвана цялата налична информация за оценка на максималния дъжд от литературни източници и справочници. Такава оценка е изготвена и при използване на актуална информация за максималния дъжд от мониторинговите валежомерни мрежи на НИМХ, като резултатите са сравнени. Направена е оценка на влиянието на урбанизацията върху формирането на максималния отток посредством изменение на отточния коефициент в резултат от промяна на земната покривка. Изследването обхваща поречията на реките Владайска, Перловска, Слатинска и Суходолска, като се използват данните от единствената станция на територията на гр. София, ХМ Станция №18420 р. Владайска в гр. София при кв. Княжево. Направени са сравнения на получените резултати, с и без отчитане влиянието на урбанизацията по протежение на реките и в условия на различна степен на урбанизираност. Направените сравнения недвусмисслено показват значимите разлики в определените максимални водни количества и необходимостта от отчитане на фактора урбанизация.

Ключови думи: Максимални водни количества, отточен коефициент, максимален дъжд, урбанизация, земеползване.

УВОД

В България и в практиката на НИМХ се използват утвърдени в хидроложката практика методи за анализи и изчисления на максималния отток. Тези методи са описани в “Методично ръководство за определяне на характеристиките на максималния отток на реките в България” (Герасимов, 1978), в том II на

Accepted for publication

“Хидрологичен наръчник” (Иванов и др., 1980) и в “Методи за анализи и изчисления на максималния речен отток” (Георгиев, 1988). Методите за определяне на характерен максимален отток са базирани на използването на хидроложка информация от хидрометричните станции и/или на валежомерна информация и могат да бъдат групирани като метотодики за:

- Анализи и обобщения на данните за максималния отток от хидрометрични станции;
- Аналитично определяне на теоретични криви на обезпеченост;
- Изчисляване на максималния речен отток при липса и недостатъчна хидроложка информация. Методи за характерни максимални водни количества чрез емпирични регионални зависимости и времево-пространствен анализ /регионализационен подход/ ;
- Определяне на максималните дъждове с различна обезпеченост и продължителност;
- Определяне на максималните водни количества по следи на най-високите водни нива.

В зависимост от наличната информация се използва един или едновременно няколко от изброените подходи. Всеки от тях, с различна степен на надеждност, позволява оценка на характерен максимален отток с различна степен на повтаряемост.

Никой от гореспоменатите подходи обаче не отчита влиянието на силно урбанизирана среда. Изборът, на който и да е от тях, приложен в градска среда, следва да бъде допълнително анализиран и евентуално коригиран. Това се налага от обстоятелството, че урбанизираната среда силно променя отточния коефициент и стойностите на характерните максимални водни количества, които биха се получили, ако водосборът беше запазил естественото си състояние.

Интензивните дъждове са основният, а понякога и единственият фактор формиращ максималния отток в реките. От тяхното правилно определяне главно зависи вярното определяне на оттока, където липсват директни хидрологични измервания. Методичният подход, разгледан в статията, отчита влиянието на градската среда посредством информация за земеползването и земната покривка, където засилената урбанизираност на териториите увеличава отточния коефициент и повишава допълнително максималното водно количество в сравнение с това, което би се формирало в естествена среда. Подобен подход за определяне на максимални характерни водни количества отчитащи влиянието на градската среда на практика не се използва често и влиянието на урбанизацията практически се пренебрегва.

В настоящата статия за определянето на максималните дъждове е използвана информация от Алексеев (1966), както и актуална валежна информация от НИМХ за района на гр. София. Използвани са материали от монографията на Георгиев (1988) за определяне на максималния речен отток. За някои изчисления е направена справка с Хидрологичен наръчник II част (Иванов и др., 1980).

Accepted for publication

Използвана е валежомерна и хидрологична информация от НИМХ за района на гр. София.

Методичният подход, както и практическото му приложение за избрания пилотен район на гр. София са разгледани в последователни стъпки по-долу.

1. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОТТОЧНИЯ КОЕФИЦИЕНТ И МАКСИМАЛНИТЕ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА В СТАНЦИЯ АНАЛОГ

За да се определят характерните максимални количества първо трябва да се зададе интересуващия ни период. В настоящето изследване този период е 1961-2019 г. Следващата стъпка е да се определи емпиричната обезпеченост на редицата от максимални стойности на оттока за избрания период по формулата:

$$P = (m–0.3)/(n+0.4) \ [\%] \qquad (1),$$

където m е поредният номер на член във вариационния ред получен от хидроложкия ред чрез подреждане на членовете му в низходящ ред, n е общият брой на членовете.

Избран е вероятностно-статистически модел, с който да се определят характеристиките на максималния отток, като се използва модела Pearson type III (PIII) (Foster, 1924). В Таблица 1 са показани максималните водни количества Qp определени с този статистически модел.

Table 1. Typical maximum water quantities determined with Pearson III

Таблица 1. Характерни максимални водни количества определени с Pearson III

Pierson III, P	Qp, m^3/sec
0.1	82.919
1	51.264
5	29.850

В Таблица 2 са представени максималните водни количества с определена обезпеченост и отточните коефициенти за ХМС №18420 р. Владайска – гр. София, кв. Княжево (станция аналог) като е използвана информация за максималните дневни валежи от литературни източници и справочници (Алексеев, 1966; Герасимов, 1988).

В Таблица 3 са показани максималните водни количества и отточните коефициенти за ХМС №18420 р. Владайска – гр. София, кв. Княжево (станция аналог) като е използвана информация за максималните дневни валежи според актуална информация предоставена от станциите на валежомерната мрежа на НИМХ за района на гр. София.

Accepted for publication

Table 2. Maximum water quantities Q_p and runoff coefficients H_p at the analogue station with data on maximum precipitation according to literary sources

Таблица 2. Максимални водни количества Q_p и отточни коефициенти H_p в станцията аналог с данни за максималния валеж според литературни източници

Пункт №	Площ (Fi)	$Q_{p=0.1\%}$	$Q_{p=1\%}$	$Q_{p=5\%}$	$H_{p0.1\%}$	$H_{p1\%}$	$H_{p5\%}$	Коефициент на оттока φ		
	(km^2)	m^3/s	m^3/s	m^3/s	mm	mm	mm	$\varphi_{0.1\%}$	$\varphi_{1\%}$	$\varphi_{5\%}$
ХМС №18420	49.50	82.919	51.264	29.850	135.9	98.3	74.3	0.26	0.25	0.22

Таблица 3. Максимални водни количества Q_p и отточни коефициенти H_p в станцията аналог с данни за максималния валеж според актуална информация

Table 3. Maximum water quantities Q_p and runoff coefficients H_p at the analogue station with maximum precipitation data according to current information

Пункт №	Площ (Fi)	$Q_{p=0.1\%}$	$Q_{p=1\%}$	$Q_{p=5\%}$	$H_{p0.1\%}$	$H_{p1\%}$	$H_{p5\%}$	Коефициент на оттока φ		
	(km^2)	m^3/s	m^3/s	m^3/s	mm	mm	mm	$\varphi_{0.1\%}$	$\varphi_{1\%}$	$\varphi_{5\%}$
ХМС №18420	49.50	82.919	51.264	29.850	111.9	82.8	65.3	0.31	0.29	0.25

2. ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ОТТОЧНИЯ КОЕФИЦИЕНТ И МАКСИМАЛНИТЕ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА В ИЗБРАНИ УСЛОВНИ НЕНАБЛЮДАВАНИ ПУНКТОВЕ ПО РЕКИТЕ В ГР. СОФИЯ

2.1. Избор на условни ненаблюдавани пунктове по реките в гр. София

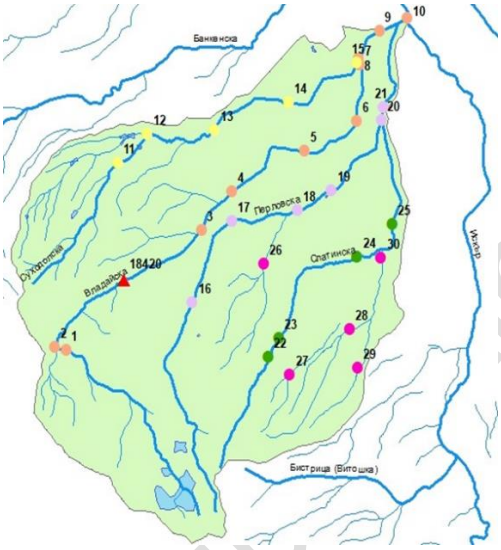
Избрани са 30 условни пункта по протежение на софийските реки, разположени на възлови места, където ще бъдат определени характерни максимални водни количества с прилагане на методичен подход отчитащ степента на урбанизация и характера на земеползването в съответните подводосбори до съответните пунктове. Приложена е схематична карта на реките в гр. София с отбелязани условни пунктове, както по р. Владайска, така и по останалите софийски реки обект на изследването, а именно реките Суходолска, Перловска и Слатинска с техните притоци. Получените резулатати са представени в таблици и фигури.

В Таблица 4 са изброени всички условни ненаблюдавани пунктове по реките на територията на гр. София.

Accepted for publication

Легенда:

- Условно избрани пунктове по р. Владайска
- Условно избрани пунктове по р. Суходолска
- Условно избрани пунктове по р. Перловска
- Условно избрани пунктове по р. Слатинска
- Условно избрани пунктове по притоци
- ХМС №18420 р. Владайска – гр. София. кв. Княжево



Фиг. 1. Карта на водосбора на р. Владайска в гр. София с обозначението на ХМСтанция №18420 гр. София, кв. Княжево и условните ненаблюдавани пунктове

Fig. 1. Map of the watershed of the Vladayska River in the city of Sofia with the designation of HMStation No.18420, Sofia, Knyazhevo district and the conditional unobserved points

Таблица 4. Списък с условните ненаблюдавани пунктове във водосбора на р. Владайска

Table 4. List of conditional unobserved points in the Vladayska River catchment

№ на пункт	Описание на пункта
1	На р. Владайска преди станцията преди приток от ляво
2	На р. Владайска преди станцията след вливането на приток от ляво
3	На р. Владайска след станцията след вливането на р. Домуздере
4	На р. Владайска след станцията след вливането на приток от ляво
5	На р. Владайска - Лъвов мост
6	На р. Владайска - пл. Сточна гара
7	На р. Владайска преди вливането на р. Суходолска
8	На р. Владайска след вливането на р. Суходолска
9	На р. Владайска преди вливането на р. Слатинска
10	На р. Владайска при вливането в р. Искър
11	На р. Суходолска преди вливането на р. Слани дол
12	На р. Суходолска след вливането на р. Слани дол
13	На р. Суходолска в гр. София, кв. Люлин
14	На р. Суходолска в гр. София, кв. Военна рампа
15	На р. Суходолска преди вливането в р. Владайска
16	На р. Перловска в гр. София, кв. Бояна
17	На р. Перловска в гр. София, кв. Гоце Делчев
18	На р. Перловска след вливането на р. Хреновичка гр. София - НДК

Accepted for publication

19	На р. Перловска в гр. София - Орлов мост
20	На р. Перловска преди вливането на р. Слатинска
21	На р. Перловска след вливането на р. Слатинска
26	На р. Хреновичка река приток на р. Перловска
22	На р. Слатинска в гр. София, кв. Драгалевци
23	На р. Слатинска в гр. София, кв. Витоша
24	На р. Слатинска преди вливането на р. Дървенишка
25	На р. Слатинска след вливането на р. Дървенишка
27	На река от дясно на р. Слатинска
28	На р. Стара река преди вливането в р. Дървенишка река
29	На р. Дървенишка река преди вливането на р. Стара река
30	На р. Дървенишка река преди вливането в р. Слатинска

2.2. Определяне на вида на земеползване

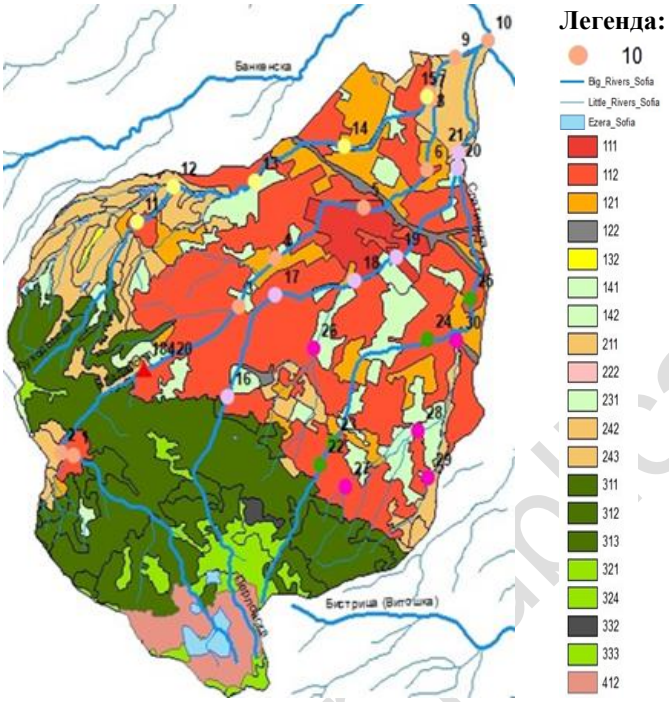
Земеползването се определя по данни взети от CORINA land cover 2018. Това е необходимо, за да може да се определят отточните коефициенти за различни участъци на реката посредством отчитане влиянието на урбанизация и земеползването. Това е иновационно решение за оценка влиянието на градската среда върху максималния отток. За р. Владайска са избрани 10 условни пункта на възлови места по протежение на реката в градска среда, набелязани за определяне на характерни максимални водни количества. Определя се типа земеползване (постилащата повърхност) на територията на гр. София, както и процентното разпределие на тези типове в подводосборите до съответния условен пункт. Отточните коефициенти за съответния тип постилаща повърхност са обект на изследване в световната научна литература и са изготвени таблици с диапазон на изменение на техните стойности. Съществува набор от такива готови таблици, които за съответния тип земеползване имат близки стойности (Fact Sheet-5.1.3., 2011).

2.2.1. Определяне площите земно покритие на отделните подводосбори към условните пунктове

За определяне на площта на различните типове земно покритие в km^2 и като процентно разпределение е използвана версията на CORINA land cover 2018, като последна актуална информация за България. Представената по-долу карта за целия водосбор на р. Владайска и стойности са използвани за определяне на обобщените отточни коефициенти към всички подводосбори към условните ненаблюдавани пунктове.

В Таблица 5 са описани видовете земеползване и урбанизация и тяхната площна заетост за водосбора на р. Владайска, съгласно CORINA land cover 2018.

Accepted for publication



Фиг. 2. Земеползване и урбанизация за територията на гр. София - пилотен район

Fig. 2. Land use and urbanization for the territory of the Sofia city - pilot area

Таблица 5. Видове земеползване и урбанизация и площна заетост за водосбора на река Владайска

Table 5. Types of land use and urbanization and area occupation for the Vladayska River catchment

Код на земното покритие	Земеползване и урбанизация	Площ km^2	Площ %
Land cover code	Land use and urbanization	Area km^2	Area %
111	Населени места с плътно застрояване	6.64	2.66
112	Населени места със свободно застрояване	74.41	29.88
121	Индустриални или търговски обекти	20.39	8.19
122	Пътно-шосейна и железопътна мрежи и прилежащата им земя	2.64	1.06
132	Сметище	0.35	0.14
141	Зелени площи в населени места	11.68	4.69
142	Места за спорт и отдих	5.04	2.02
211	Ненапоявана обработваема земя	14.61	5.86
222	Овощни и ягодови насаждения	0.00	0.00
231	Пасища	8.24	3.31
242	Комплекси от раздробени земеделски земи	8.91	3.58

Accepted for publication

243	Земеделски земи със значителни участъци естествена растителност	8.72	3.50
311	Широколистни гори	42.69	17.14
312	Иглолистни гори	14.07	5.65
313	Смесени гори	8.43	3.38
321	Естествени тревни площи	6.69	2.68
324	Преходна дървесно-храстова растителност	4.19	1.68
332	Голи скали	0.72	0.29
333	Площи с рядка растителност	0.75	0.30
412	Торфени блата	9.92	3.98

2.2.2. Определяне на обобщения отточен коефициент за всички подводосбори във водосбора на р. Владайска

Във водосбора на р. Владайска са избрани 30 условни пункта, като пункт 10 е заключващ створ преди вливането в р. Искър и обхваща допълнително водосборите на р. Суходолска, р. Перловска и р. Слатинска. Първите два пункта по поречието на р. Владайска са разположени над хидрометричната станция в условия на много слабо урбанизирана среда, а всички останали са в условия на нарастваща водосборна площ и увеличаваща се степен на урбанизация.

В зависимост от площите и типа на постилащите повърхности са определени референтните стойности на обобщените отточни коефициенти за всички подводосбори на пилотния район в гр. София, изчислени по следната формула:

$$C = \Sigma C_i * F_i / \Sigma F_i \qquad (2),$$

където:

C – обобщен отточен коефициент за целия водосбор;

C_i – обобщен отточен коефициент за част от водосбора (до съответният условен пункт) със съответния тип постилаща повърхност;

F_i – площ за част от водосбора (подводосбор до съответният условен пункт) със съответните типове постилаща повърхност (m^2).

В Таблица 6 е представен обобщения отточен коефициент в условен пункт 10, който е заключващ за целия водосбор в пилотния район.

В изследването е възприета средната стойност за тип земна покривка, който отговаря най-добре за условията на гр. София. На базата на това условие за всеки условен пункт са пресметнати отточните коефициенти приведени към съответната обезпеченост - $\varphi_{0.1\%}$, $\varphi_{1\%}$ и $\varphi_{5\%}$ (Таблица 7).

Accepted for publication

Таблица 6. Обобщен отточен коефициент за условен пункт 10

Table 6. Summary run-off coefficient for conditional point 10

Постилаща повърхност	Площ (F_i) (km^2)	Обобщен отточен коеф. (C_i) за постилащата повърхност			C_{imin} спрямо постилащата повърхност	C_{imax} спрямо постилащата повърхност	C_{iaver} спрямо постилащата повърхност
		min	max	average			
Населени места - периферия	74,41	0,50	0,70	0,60	37,21	52,09	44,65
Населени места - централна част	6,64	0,70	0,95	0,83	4,65	6,31	5,48
Индустриални обекти	20,39	0,50	0,80	0,65	10,19	16,31	13,25
Тревни площи	6,69	0,18	0,22	0,20	1,20	1,47	1,34
Паркове	11,68	0,10	0,25	0,18	1,17	2,92	2,04
Спортни площадки	5,04	0,20	0,35	0,28	1,01	1,77	1,39
Пасища	8,24	0,15	0,45	0,30	1,24	3,71	2,47
Земеделски земи - обработваеми	23,52	0,30	0,60	0,45	7,06	14,11	10,58
Земеделски земи - с естествена растителност	8,72	0,20	0,40	0,30	1,74	3,49	2,62
Гори	65,18	0,05	0,25	0,15	3,26	16,30	9,78
Голи скали и смесена растителност	5,65	0,30	0,60	0,45	1,70	3,39	2,54
Торфени блата	9,92	0,10	0,15	0,13	0,99	1,49	1,24
Пътно-шосейна и железопътна мрежи и прилежащата им земя	2,64	0,7	0,95	0,83	1,85	2,51	2,18
Сметище	0,35	0,2	0,5	0,35	0,07	0,17	0,12
Общо:	249,08	-	-	-	73,33	126,03	99,68
$C_{min} = 0,29$							
$C_{max} = 0,51$							
$C_{aver} = 0,40$							

Таблица 7. Отточни коефициенти с определена обезпеченост - $\varphi_{0.1\%}$, $\varphi_{1\%}$ и $\varphi_{5\%}$ за всеки условен пункт във водосбора на р. Владайска

Table 7. Runoff coefficients with a certain level of security - $\varphi_{0.1\%}$, $\varphi_{1\%}$ and $\varphi_{5\%}$ for each conditional point in the Vladayska River watershed

Пункт №	Площ (F_i)	Средно тежестен обобщен коефициент	Коефициент на оттока φ с определена обезпеченост		
	(km^2)	C_{aver}	$\varphi_{0.1\%}$	$\varphi_{1\%}$	$\varphi_{5\%}$
1	23.4	0.17	0.26	0.25	0.21
2	33.61	0.18	0.28	0.27	0.23
3	64.89	0.25	0.39	0.37	0.32
4	73.34	0.29	0.44	0.42	0.36
5	84.99	0.33	0.52	0.48	0.42
6	89.98	0.35	0.55	0.51	0.44
7	91.41	0.36	0.55	0.51	0.44
8	141.04	0.38	0.59	0.55	0.48
9	143.68	0.38	0.59	0.55	0.48
10	249.08	0.40	0.62	0.58	0.5

Accepted for publication

2.3. Определяне на характерни максимални водни количества на условни ненаблюдавани пунктове във водосбора на р. Владайска

Максималният отток с определена обезпеченост в условните ненаблюдавани пунктове във водосбора на р. Владайска е определен по два начина – единият е с данни за максималните дъждове от литературни източници, а другият е с актуални данни за максималните валежи от валежомерните станции на НИМХ и е направено сравнение между резултатите получени по двата начина. Емпиричната формула, която се използва за определяне на максималния отток е:

$$Q_p = 16.67*r\varphi H_p\overline{\psi}(\tau_p)*F \quad (m^3/sec) \qquad (3),$$

където:

Q_p - максимално водно количество с определена обезпеченост;

16.67 - преводен коефициент (1 mm/min = 16.67 $m^3\ s^{-1}\ km^{-2}$);

r - коефициент на зарегулираност от езера и микроязовири; при липса на езера и микроязовири r = 1 (както е в нашия случай);

φ - условен коефициент на максималния отток;

H_p - денонощния максимален слой на дъжда в mm;

$\overline{\psi}(\tau_p)$ - редукционен коефициент на средата за интервал от време τ_p в min^{-1};

F - площта на водосбора от началото на реката до наблюдаваната хидрометрична станция в km.

Резултатите са представени в Таблица 8.

В Таблица 9 е представено процентното сравнение между максималните водни количества с определена обезпеченост “с” и “без” отчитане влиянието на урбанизираната среда и земеползването, като се използва само актуална информация за максималните валежи, предоставени от НИМХ.

Таблица 8. Сравнителна таблица на резултатите за характерните максимални водни количества с литературни и актуални данни

Table 8. Comparative table of results for typical maximum water quantities with literature and actual data

Пункт №	Площ (F_i)	Qmax с данни от литературни източници (from literature data)			Qmax с актуални данни от НИМХ (from actual data)			% р-ка difference	% р-ка difference	% р-ка difference
		$Q_{maxp\ 0.1\%}$	$Q_{maxp\ 1\%}$	$Q_{maxp\ 5\%}$	$Q_{maxp\ 0.1\%}$	$Q_{maxp\ 1\%}$	$Q_{maxp\ 5\%}$	$Q_{p0.1\%}$	$Q_{p1\%}$	$Q_{p5\%}$
	(km^2)	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec	m^3/sec
1	23.40	40.2	24.0	13.6	33.1	20.2	11.9	***19***	***17***	***13***
2	33.61	62.3	37.3	21.1	51.3	31.4	18.5	***19***	***17***	***13***
3	64.89	165.9	99.3	56.2	136.6	87.2	49.4	***19***	***17***	***13***
4	73.34	213.1	127.5	72.2	175.4	112.0	63.4	***19***	***17***	***13***

Accepted for publication

5	84.99	287.0	171.8	97.2	236.4	150.9	85.5	***19***	***17***	***13***
6	89.98	320.5	191.8	108.6	263.9	168.5	95.5	***19***	***17***	***13***
7	91.41	328.7	196.7	111.4	270.7	172.8	97.9	***19***	***17***	***13***
8	141.04	542.9	325.0	183.9	447.1	285.4	161.7	***19***	***17***	***13***
9	143.68	556.6	333.2	188.6	458.4	292.7	165.8	***19***	***17***	***13***
10	249.08	1009.4	604.3	342.1	831.3	530.8	300.8	***19***	***17***	***13***

Направеното изследване за територията на гр. София показва, че в следствие настъпилите промени в оценките на максималния 24 часов дъжд при изпозлване на актуални данни се констатира видима разлика в получените резултати за характерните максимални водни количества, спрямо използването на стари литературни източници за определянето им.

Таблица 9. Сравнителна таблица в проценти на характерните максимални водни количества
Table 9. Comparative table in percentages of characteristic maximum water quantities

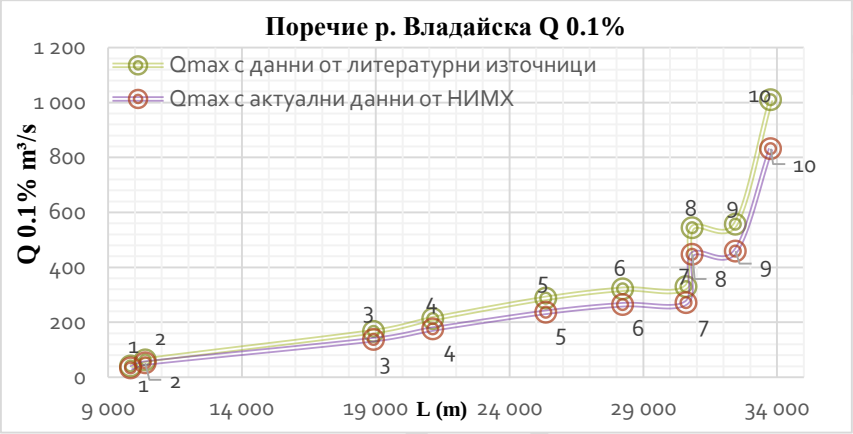
Пункт №	Площ (Fi) Area	Максимални водни количества с отчитане на урбанизацията Max characteristic water quantities accounting for urbanization			Максимални водни количества без отчитане на урбанизацията Max characteristic water quantities not accounting for urbanization			Процентна разлика Difference in %		
		$Q_{0.1\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{0.1\%}$	$Q_{1\%}$	$Q_{5\%}$	Вероятност Probability %		
	(km^2)	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	0.1%	1%	5%
1	23.4	33.1	20.2	11.9	27.7	16.4	9.0	***18***	***21***	***28***
2	33.61	51.3	31.4	18.5	39.7	23.6	12.9	***25***	***28***	***35***
3	64.89	136.6	87.2	49.4	76.8	45.7	25.0	***56***	***63***	***65***
4	73.34	175.4	112.0	63.4	86.8	51.6	28.3	***68***	***74***	***77***
5	84.99	236.4	150.9	85.5	100.6	59.8	32.8	***81***	***86***	***89***
6	89.98	263.9	168.5	95.5	106.5	63.3	34.7	***85***	***91***	***93***
7	91.41	270.7	172.8	97.9	108.2	64.3	35.3	***86***	***91***	***94***
8	141.04	447.1	285.4	161.7	166.9	99.3	54.4	***91***	***97***	***99***
9	143.68	458.4	292.7	165.8	170.0	101.2	55.4	***92***	***97***	***100***
10	249.08	831.3	530.8	300.8	294.8	175.4	96.2	***95***	***101***	***103***

От представените резултати в таблица 9 се вижда, че стойностите за максималните водни количества варират в доста голям диапазон от 18% до 108%, което означава че урбанизацията оказва доста голямо влияние върху формирането на повърностен максимален отток при максимални валежи. Пренебрегването на урбанизацията като оттокоформиращ фактор може да доведе до съществено

Accepted for publication

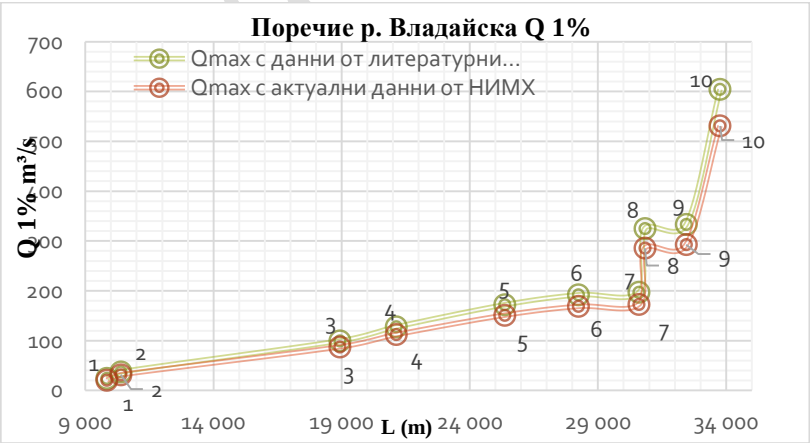
намаляване стойностите на определяните характерни максимални водни количества.

На фигури от 3 до 5 са показани сравнителни ходографи на максималните водни количества с определена обезпеченост за условните пунктове във водосбора на р. Владайска, с използване на характерния максимален отток с данни за валежа от литературни източници и с актуални данни за валежа предоставени от валежомерните станции на НИМХ.



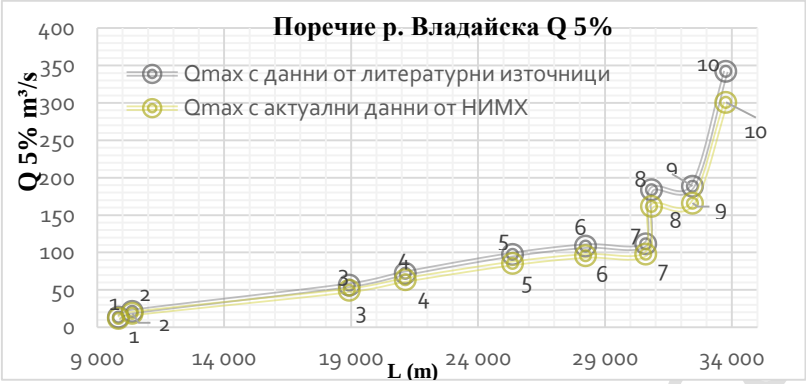
Фиг. 3. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Q_{max} 0.1% с данни за максималния валеж от литературни източници и с актуални данни за валежа

Fig. 3. Comparative flow chart of typical maximum water quantities Q_{max} 0.1% with data on maximum precipitation from literature sources and with current precipitation data



Фиг. 4. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Q_{max} 1% с данни за максималния валеж от литературни източници и с актуални данни за валежа

Fig. 4. Comparative flow chart of typical maximum water quantities Q_{max} 1% with data on maximum precipitation from literature sources and with current precipitation data

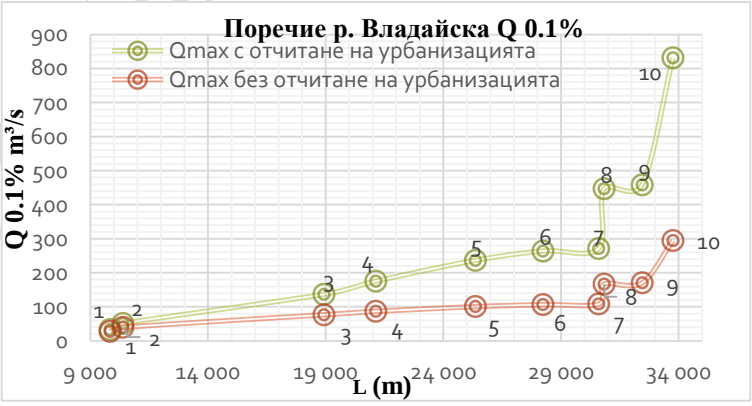


Фиг. 5. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Q_{max} 5% с данни за максималния валеж от литературни източници и с актуални данни за валежа

Fig. 5. Comparative flow chart of typical maximum water quantities Q_{max} 5% with data on maximum precipitation from literature sources and with current precipitation data

От фигурите се вижда, че в стойностите на максималните водни количества с определена обезпеченост има разлика между тези, определени с данни за максималните валежи чрез литературни източници и справочници и тези, които са определени с данни за актуален максимален валеж от валежомерните станции на НИМХ. Приемаме, че максималният отток, определен с помощта на актуална информация за максималния валеж е много по близко до реалността.

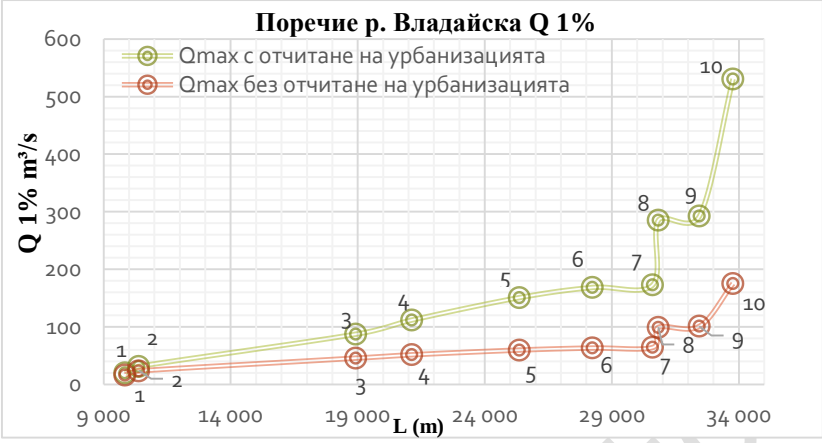
На фигури от 6 до 8 е представено сравнение между стойностите на максималния отток с определена обезпеченост, определен с актуална информация за максималния валеж с отчитане на урбанизацията и земеползването и максималния отток, който не отчита земеползването и градската среда.



Фиг. 6. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Qmax 0.1% с отчитане на земеползването и без да се отчита влиянието на урбанизацията

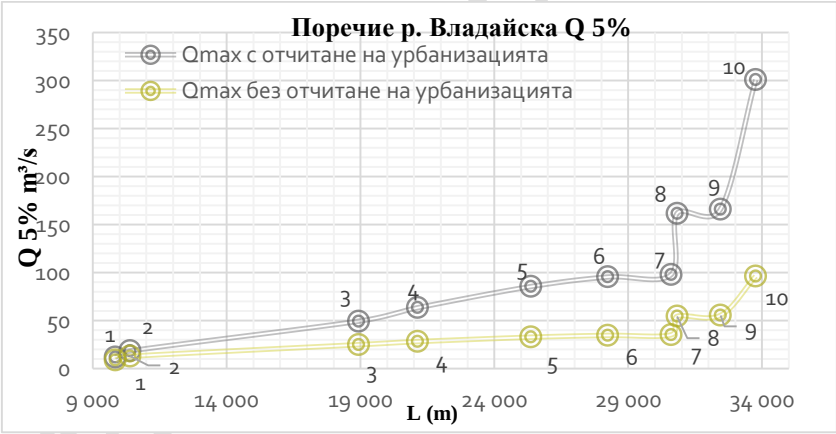
Fig. 6. Comparative flow chart of the characteristic maximum water quantities Qmax 0.1% with consideration of land use and without considering the influence of urbanization

Accepted for publication



Фиг. 7. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Qmax 1% с отчитане на земеползването и без да се отчита влиянието на урбанизацията

Fig. 7. Comparative flow chart of the characteristic maximum water quantities Qmax 1% with consideration of land use and without considering the influence of urbanization



Фиг. 8. Сравнителен ходограф на характерните максимални водни количества Qmax 5% с отчитане на земеползването и без да се отчита влиянието на урбанизацията

Fig. 8. Comparative flow chart of the characteristic maximum water quantities Qmax 5% with consideration of land use and without considering the influence of urbanization

Както се вижда от фигурите от 6 до 8 максималният отток, който се формира под влиянието на градската среда и земеползването е значително по-голям в сравнение с този максимален отток, който не е подложен на влиянието на урбанизацията.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представеното изследване показва, че ако урбанизацията в дадено населено място се увеличава без да се разширява площно и всичко се застрои със сгради, улици, покриви, павирани площи, паркинги и др., за сметка на зелени територии (паркове, градинки, гори) или земеделска земя, естествената инфилтрация на дъждовете ще се намали за сметка на повърхностния максимален отток и отточния коефициент, които ще се увеличат, което от своя страна неминуемо ще доведе до наводнения, бедствия и неблагоприятни за живота на хората щети.

Направеното изследване за територията на гр. София доказва, че вследствие настъпилите промени в оценките на максималния 24 часов дъжд при използване на актуални данни за валежа се констатира видима разлика в получените резултати за характерните максимални водни количества, спрямо използването на стари литературни източници за определянето им. Информацията в литературните източници е остаряла и има нужда от актуализация, поради което трябва да се използва предпазливо.

Анализът на получените резултати показва, че стойностите за максималните водни количества с отчитане на фактора урбанизация за района на гр. София варират в доста голям диапазон от 18% до над 100% и следователно урбанизацията има съществено влияние върху формирането на повърностен максимален отток. Нейното влияние като оттокоформиращ фактор е категорично и представеното изследване прави опит за количествената му оценка за територията на гр. София.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев, Г. А., (1966), Схема расчета максимальных дождевых расходов воды по формуле предельной интенсивности стока с помощью кривых редукции осадков и стока – М.: Тр. ГГИ, 55-71.

Георгиев, С. Г., (1988), Методи за анализи и изчисления на максималния речен отток, Монография, НИМХ-БАН, София, 409 стр.

Герасимов, С., (1978), Методично ръководство за определяне на характеристиките на максималния речен отток, С., ГУ „Хидрология и метеорология“, 98 стр.

Иванов, И. М., Георгиев, С. Г., Мандаджиев, Д. А., Печинов, Д. А., (1980), Хидрологичен наръчник част II, ДИ „Техника“, София, 1980, 294 стр.

Bojilova, E., Ninov, P., (2023), Maximum flows of rivers in the Central Danube plain. 23rd International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2023) Vol. 22, Iss. 3.1,. 91-98. ISBN 978-619-7603-58-3 (DVD) ISSN 1314-2704, DOI: 10.5593/sgem2023/3.1/s12.11

Fact Sheet-5.1.3. (2011), The Clean Water Team Guidance Compendium for Watershed Monitoring and Assessment. *State Water Resources Control Board 5.1.3 FS-(RC) 2011*.

Karagiozova, Tz., Ninov, P., (2020), Maximum characteristic flows in Sofia – methodological approach, International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM 2020), Vol. 20, Iss. 3.1, 233-240. ISBN 978-619-7603-08-8, DOI:10.5593/sgem2020/3.1/s12.031

Accepted for publication