



Получена: 01.06.2020 г.

Приета: 16.06.2020 г.

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДЪЖДОВНИ ВОДИ ЗА ПРОМИВАНЕ НА ТОАЛЕТНИ ЧИНИИ И ПИСОАРИ НА ТЕРИТОРИЯТА НА ГРАД СОФИЯ

Е. Цанов¹

Ключови думи: събиране и използване на дъждовни води, промиване на тоалетни чинии, плътност на застрояване, интензивност на застрояване, относителен разход на вода

РЕЗЮМЕ

Извършен е анализ на прилагането на системи за събиране и използване на дъждовни води на територията на град София за промиване на тоалетни чинии и писоари като алтернатива на питейната вода. Определени са необходимите и наличните дъждовни води при различни устройствени параметри и разходи на вода на годишна база. Резултатите показват, че спрямо действащия Общ устройствен план от 48% до 267% от питейната вода, използвана за промивки, може да се замени с дъждовна вода. Изготвени са номограми, базирани на параметри като плътност на застрояване, интензивност на застрояване и относителен разход на вода, които могат да се използват за различни типове сгради.

1. Въведение

Използването на дъждовни води е широко прилагано в страните от западна Европа като Германия, Дания, Австрия, Великобритания и Франция [1], а една от основните движещи сили е цената на водата. Колкото по-висока е тя, толкова по-разпространено е използването на системите [2].

¹ Емил Цанов, гл. ас. д-р, кат. „Водоснабдяване, канализация и пречистване на води“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: e.tsanov@nemoconsult.net

Основното приложение на дъждовните води е за непитейни нужди, като промиване на тоалетни чинии, пране, миене на подове и поливане. През 2012 г. Европейската комисия публикува няколко доклада, съдържащи информация относно системите за събиране и използване на дъждовни води (ССИДВ). В доклад с най-добрите практики в строителството и сградите по отношение на въздействието върху околната средата [3], една от посочените мерки е прилагането на системи за повторно използване на водите, които включват и ССИДВ. Оценено е, че събирането и използването на дъждовни води може да намали използването на питейна вода с 20 – 50% [4], а прилагането на тези системи е посочено като изключително важно за зони с развит туризъм, тъй като в тях водните ресурси са подложени на натиск [5].

Според анализ на разходите на вода в жилищните и обществено-обслужващите сгради, без производствени и селскостопански, е установено, че жилищните сгради допринасят за 72% от използваната вода в сградния сектор [6]. Основният дял на използваната вода е за къпане (душове и вани, 35%) следван от промиване на тоалетните чинии (25%). При обществено-обслужващите сгради основната част на използваната вода е за промиване на тоалетни чинии и писоари (70 – 95%) с изключение на хотелите, където потреблението е сходно с това в жилищните сгради [7].

В България е правена оценка относно използването на дъждовна вода за поливане на дворни места в гр. София [2]. Един от изводите е, че при използването на дъждовни води за промиване на тоалетни чинии и писоари времето за откупуване на системите би се намалило, тъй като използваната дъждовна вода, като алтернатива на питейната, ще бъде през цялата година, а не само през поливния сезон.

Настоящата статия има за цел да анализира използването на дъждовни води за осигуряване на вода за промиване на тоалетни чинии и писоари в два типа сгради – жилищни и обществено-обслужващи. Целта е използването на дъждовни води да се обвърже с устройствени параметри, като Плътност на застрояване и Кинт, което да позволи извършването на бърза оценка относно приложимостта на ССИДВ, а също така и с относителен разход на вода [l/m^2], който би позволил по-широкото прилагане на резултатите, тъй като ще може да се използва, с голяма точност, и при съществуващи сгради.

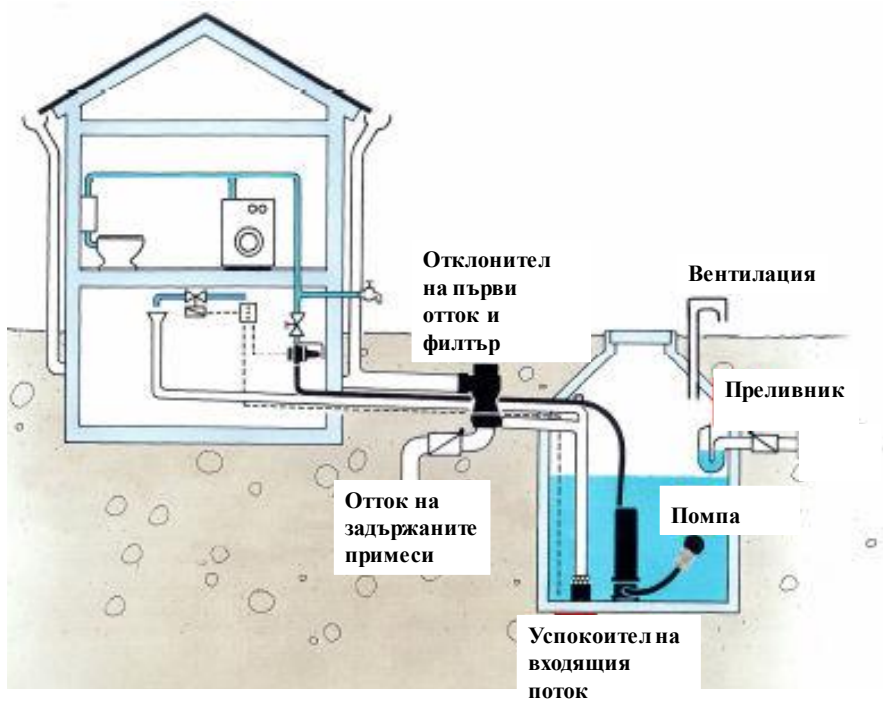
2. Методология

2.1. Система за събиране и използване на дъждовни води

Системите за събиране и използване на дъждовни води и техните елементи се проектират в зависимост от приложението на водата. Когато се използва за непитейни нужди, е достатъчно да се предвиди единствено филтриране на уловената вода преди постъпването ѝ в резервоара за съхранение.

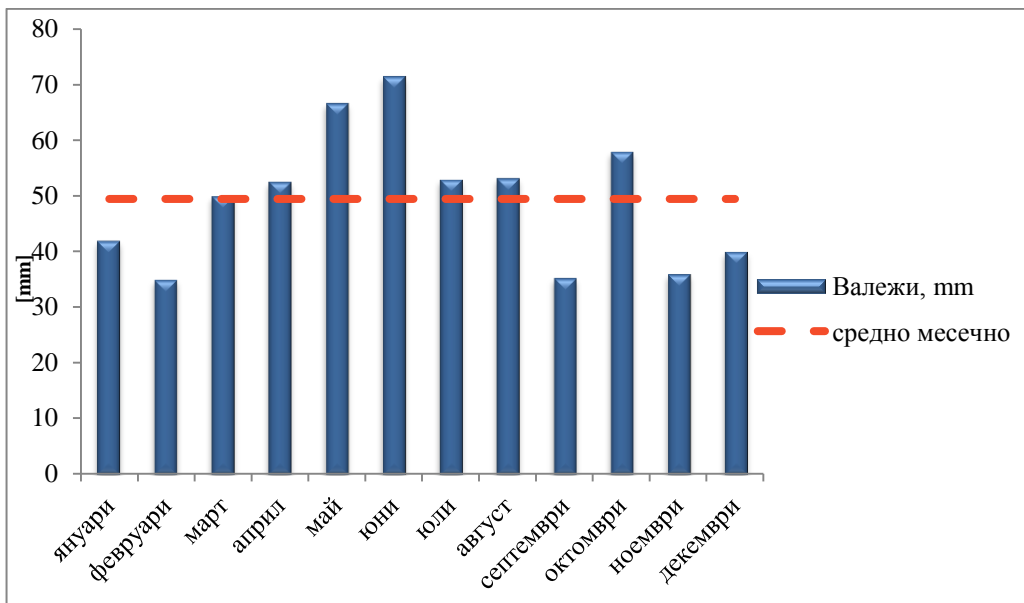
Примерна схема е представена на фиг. 1.

Схемата съдържа фабрично произведени елементи, които осигуряват подходящи качества на водата за използването ѝ за непитейни нужди, като същевременно има лесна поддръжка и висока степен на улавяне на дъждовните води. Непрекъснатостта на подаваната вода към потребителите най-често се осигурява чрез подаване на питейна вода в резервоара при минимално водно ниво в него. По този начин и необходимата автоматизация е минимална.



Фиг. 1. Примерна схема на ССИДВ за непитейни нужди [8]

2.2. Изследван район



Фиг. 2. Средно месечни валежи за периода от 2000 до 2018 г.

Изследван е районът на град София, при който цената на водата за битови потребители е $2,582 \text{ лв/м}^3$ [9], а поносимата цена на водата е $7,083 \text{ лв/м}^3$ [9]. Жилищата на територията на град София към 31.12.2018 г. са над 500 хил., а за столична община над 600 хил. [10].

Данни за средномесечните валежи за периода 2000 – 2018 г. са закупени от НИМХ и се представени на фиг. 2.

От фигурата е видно, че най-влажният сезон е пролетта, следван от лятото, докато през есента и зимата валежите са най-малко. Месечната вариация спрямо средната стойност е от -30% до +45%. Това показва едно добро разпределение на валежите през различните сезони, което е предпоставка за успешното осигуряване на дъждовна вода за промиване през цялата година.

2.3. Водопотребление за промиване на тоалетни чинии и писоари

Потреблението на вода в сградите е обусловено от използваната вода на човек и от броя хора.

Използваната вода за промиване на тоалетните чинии на човек в домакинствата зависи от броя промивки и от обема вода за една промивка. В анализа е прието наличието на тоалетни казанчета с два обема за промивка – 6 и 3 л. При тази предпоставка средният обем на промивка се получава 3,5 л [11].

Средно дневният брой на промивките на жител най-често се определя на 5 [12 ÷ 15], което прави по 18 л/д/обитател. Получената стойност е по-малка от 25% при денонощно потребление от 100 – 150 л/д/човек, но това се дължи на факта, че в старите сгради има монтирани тоалетни казанчета с обем, по-голям от 6 л. За да се получи годишният разход, са приети 365 дни.

При офис-сградите използваната вода на човек варира в широки граници, но средно дневното потребление е определено на 16 л/д/служител [16]. Съгласно българските норми разходът за вода в офиси при проектиране на сгради е 16 л/д/служител при максимално денонощно потребление и 12 л/д/служител среднодневно, което показва сходни стойности и няма да доведе до значителни разлики при анализа.

Над 60% от водата, използвана в офисите, се използва за промиване на тоалетни и писоари [16]. Това прави по 9,6 л/д/служител. За да се получи годишният разход, са приети 250 работни дни.

Друг важен елемент е броят хора за съответната сграда. Връзката е извършена чрез жилищната площ на човек и офисната площ на служител.

След обработка на данни от НСИ за броя на хората и полезната жилищна площ се получава чиста жилищна площ на човек за София 25 м^2 [10]. Към нея са прибавени 3% общи площи, водещи до общо 26 м^2 /обитател. За да може данните да са приложими за различни сгради, е прието жилищната площ да съответства на разгънатата застроена площ. Това описва съществуващите панелни блокове, но при новите сгради, които често имат обществено-обслужващи помещения на партерния етаж, ще трябва се прилага редуционен коефициент, посредством който да се отчита действителният процент на жилищната площ, спрямо общата застроена площ.

При анализ на сградите на Европейските институции е установено, че офис-площта се изменя в границите от 76 до 99% от общата площ на сградата, като в площта към офисите са включени и прилежащите площи за коридори, асансьори, ресторанти и

др., а в неофисните заседателни, конферентни зали и др. [17]. За целите на настоящото изследване е приета стойност от 80% от общата разгъната застроена площ, което е близко до офис-площта в сградите на Европейска комисия (84%).

В същото проучване е получено офис-място, вариращо между 14 и 20 m², със средна стойност 16 m² [17], от където може да се определи средният брой служители.

2.4. Анализ спрямо устройствените показатели

За определяне на необходимите количества вода и наличната дъждовна вода е разгледан имот с площ 1000 m². В единия случай застрояването е жилищно, а в другия офис-сграда, като са разгледани различни комбинации на устройствени параметри – Кинт от 0,5 – 5,0 и плътност на застрояване от 20 – 80%.

Процентът на обезпечаване на водата за промиване е представен на табл. 1.

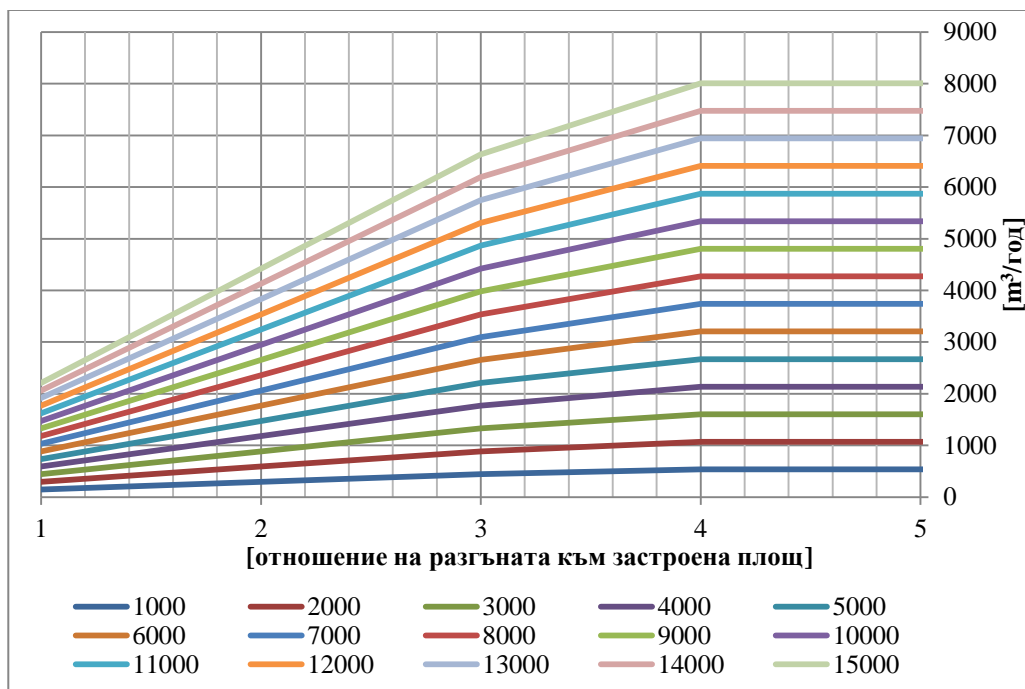
Таблица 1. Обезпечаване на водата за промивки с дъждовна вода в %

Кинт	Плътност на застрояване							Кинт	Плътност на застрояване						
	20	30	40	50	60	70	80		20	30	40	50	60	70	80
0,5	145	217	290	362				0,5	178	267	356	445			
1	72	109	145	181	217	254	290	1	89	133	178	222	267	311	356
1,5	48	72	97	121	145	169	193	1,5	59	89	119	148	178	208	237
2	36	54	72	91	109	127	145	2	44	67	89	111	133	156	178
2,5	29	43	58	72	87	101	116	2,5	36	53	71	89	107	125	142
3	24	36	48	60	72	85	97	3	30	44	59	74	89	104	119
3,5	21	31	41	52	62	72	83	3,5	25	38	51	64	76	89	102
5	14	22	29	36	43	51	58	5	18	27	36	44	53	62	71
а) Жилищна сграда								б) Офис-сграда							

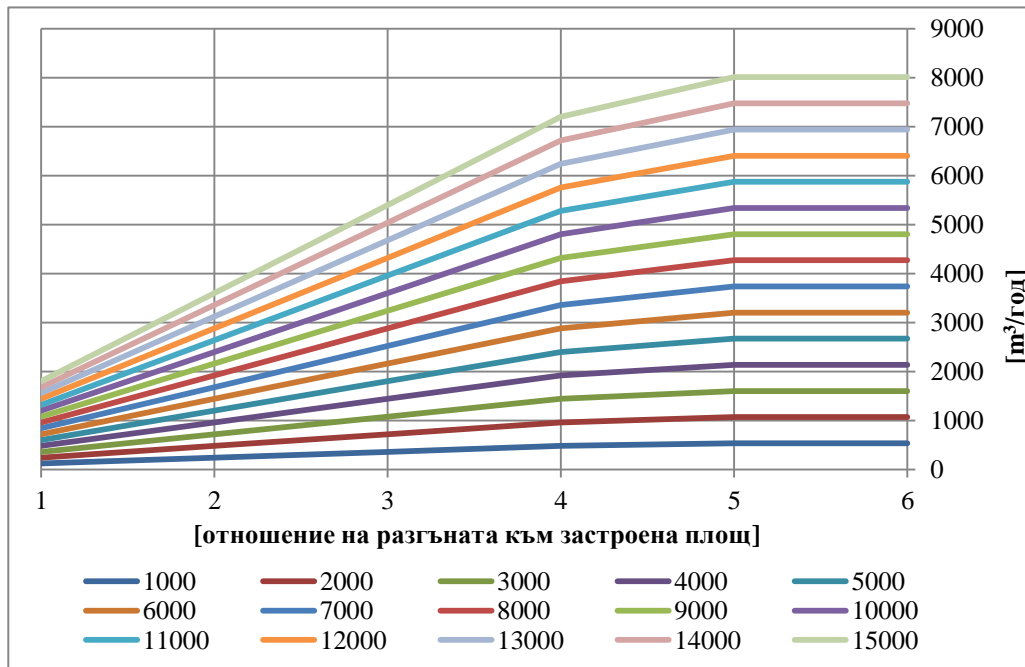
Съгласно Общ устройствен план на София [18] и Устройствените параметри, заложи в него, се получава така, че и при двата типа сгради над 48% от обема вода за промивка може да се осигури от дъждовна вода (Стойностите са удебелени). При жилищните сгради с отчитането на обществено-обслужващите обекти (20%) този дял надминава 60%. Видно от фигурата при ниската интензивност на застрояване се получава много висока степен на обезпечаване на промивната вода с дъждовна, като при Кинт 0,5 дори и при ниска плътност на застрояване е над 100%.

2.5. Анализ въз основа на отношението на разгъната към застроена площ и намаляване на разходите за вода

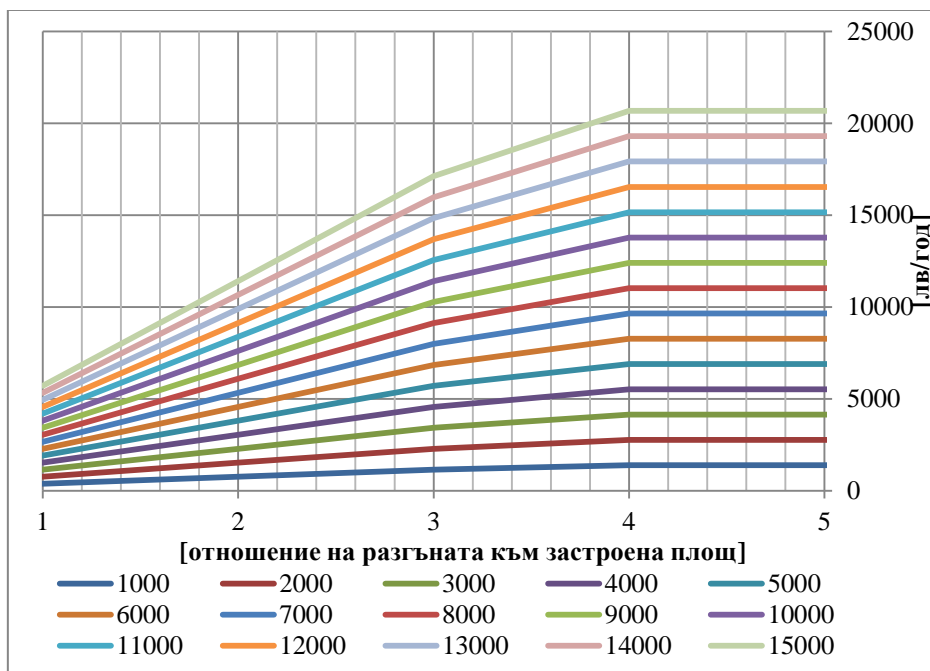
С разгледаните устройствени показатели отношението на разгънатата към застроената площ се получава от 1 до 25. Чрез използване на този показател е разгледана сграда със застроена площ 1000 m² и различна разгъната площ.



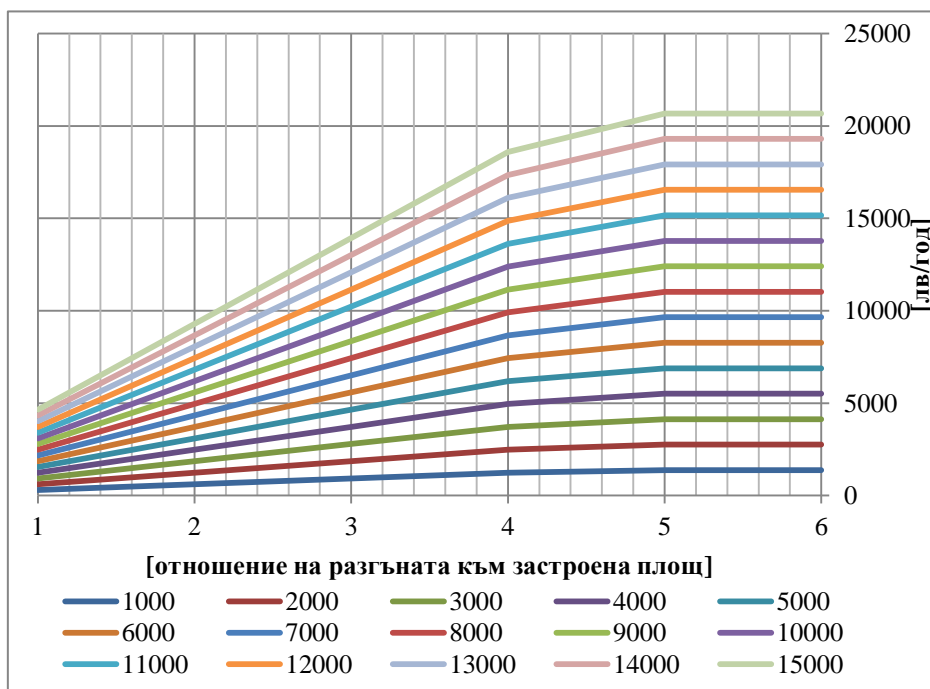
Фиг. 3. Потенциално използвана дъждовна вода на година за промивки при жилищна сграда с различна разгъната площ в m^2



Фиг. 4. Потенциално използвана дъждовна вода на година за промивки при офис-сграда с различна разгъната площ в m^2



Фиг. 5. Потенциално намалени разходи за питейна вода за година при жилищна сграда с различна застроена площ в m^2



Фиг. 6. Потенциално намалени разходи за питейна вода за година при офис-сграда с различна застроена площ в m^2

Като се използва отношението на разгънатата към застроената площ, не се налага да се прилагат редукиционни коефициенти за отчитане на действителния дял на жилищните (или офис-) части спрямо общата част на сградата. Съгласно фиг. 3 и фиг. 4 при отношение под 4 за жилищните и под 5 за офис-сградите възможността за използвана дъждовна вода се увеличава, поради по-голямото потребление (по-голяма разгъната площ и повече хора), тъй като дъждовната вода може изцяло да осигури необходимата вода за промивка. При по-голямо отношение обемът на използваната дъждовна вода е константа, тъй като наличието ѝ е ограничено от водосборната повърхност (застроената площ). По същата причина максимално използваната дъждовна вода за година и за двете сгради е еднаква, понеже не зависи от типа на сградата, а от застроената площ и представява максимално събраната дъждовна вода.

При използване на цена на водата за битови потребители, намалените разходи от потребление на дъждовна вода започват от 150 лв/год за жилищните сгради и от 300 лв/год за офис-сградите, при застроена площ 1000 m² и коефициент 1 и достигат над 20 хил. лв/год, при застроена площ от 15 хил. m².

2.6. Анализ според относителен разход на вода

Друг показател, който може да позволи използването на номограми за всички типове сгради, е относителният разход на вода, при който потреблението за промивки е отнесено на единица площ. Този показател е много удобен за използване и при съществуващи сгради, където след анализ на действителното водопотребление относителният разход може да се определи с голяма точност.

На фиг. 7 и фиг. 8 са представени номограми за имот от 1000 m², които дават връзката между водопотреблението и потенциално събраната дъждовна вода за година при различен брой дни на потребление. Потреблението на вода е функция от Кинт и относителния разход на вода, а събраната дъждовна вода – функция от плътността на застрояване. При фиг. 7 броят дни е 365, което е приложимо за жилищни сгради, търговски обекти и др., работещи всеки ден. На фиг. 8 броят дни е 250 дни, което я прави подходяща за прилагане при офис сгради, предприятия и други с 5-дневна работна седмица.

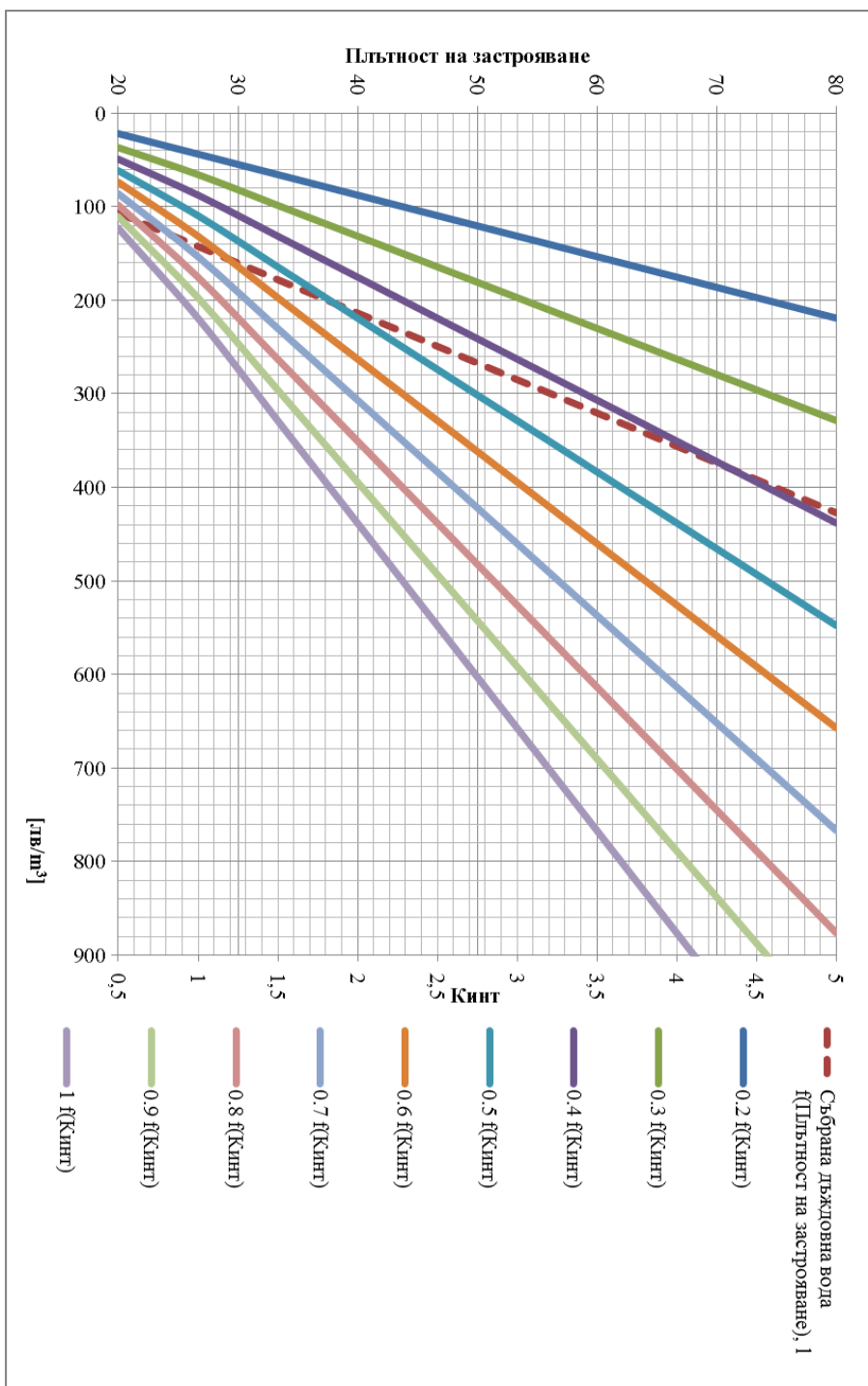
Прилагането на номограмата за жилищни сгради изисква да се отчете и процентът на жилищната площ спрямо разгънатата площ на сградата и да се приложи при определянето на необходимата вода.

3. Резултати и дискусия

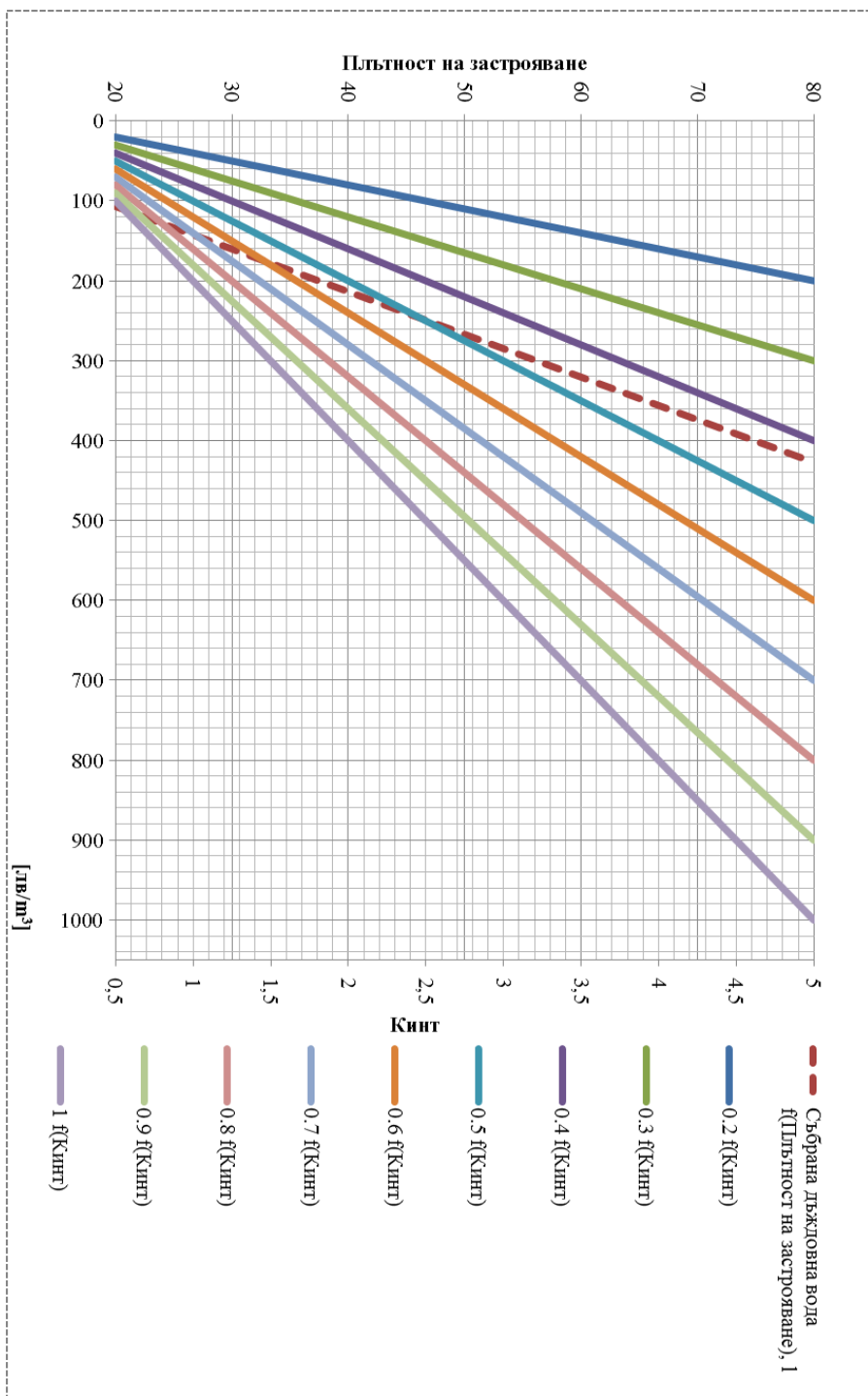
В статията са представени различни подходи и параметри, които биха могли да се приложат за определяне на обема на събраните дъждовни води и степента на обезпечаване на необходимите обеми вода за промивка.

Изготвянето на графиките за площ на имота или застроената площ от 1000 m² позволява тяхното прилагане и за други случаи с отчитане на действителни площи.

Данните показват, че ако са съобразени се с устройствените показатели от Устройствения план на София за 2012 година от 48% до 267% от водата за промивка може да се осигури от ССИДВ. Имотите с по-висока плътност на застрояване осигуряват и по-висок процент на обезпечаване.



Фиг. 7. Номограма за определяне на необходимата и потенциално събраната дъждовната вода за година при имот с площ 1000 м², като функция от Плътност на застрояване, Кинт, относителен разход на вода и 365 дни



Фиг. 8. Номограма за определяне на необходимата питейна и потенциално събраната дъждовната вода за година при имот с площ 1000 m² като функция от Плътност на застрояване, Кинт, относителен разход на вода и 250 дни

При цена за водата за битови потребители спестените средства при застроена площ от 15 000 m² могат да достигнат над 20 000 лв/год. При цена на водата за стопански и други ползватели те могат значително да се увеличат, поради по-високите компоненти за отвеждане и пречистване на води. С увеличаване на цената на водата сумите също ще нараснат, а увеличаването за град София е възможно предвид поносимата цена на водата от 7 лв/m³ [9].

При сгради с групирани санитарни възли като офис-сгради, молове, училища, производствени сгради и др. инвестиционните разходи за ССИДВ са по-малки, спрямо сгради с разпръснати санитарни помещения, поради намаления дял на разходите за водопроводна мрежа. Това ги прави още по-подходящи от гледна точка на бързото възстановяване на инвестицията.

Определените обеми на потенциално събрана дъждовна вода зависят от режима на валежите, който може да доведе до преливане и оттам до загуба на вода. По същия начин може да повлияе и малък обем на резервоара за дъждовна вода, който често да се препълва и прелива. От друга страна прекалено големият обем води до повишаване на началните капиталовложения и забавяне изплащането на системата.

Заклучение

Валежите за град София са с режим и обем, който позволява целогодишното прилагане на ССИДВ. Тези системи могат да намалят използваната вода за промиване на тоалетни чинии и писоари с от 48% до 267% при различни устройствени показатели. При терени с голям процент на застрояване могат да доведат до значително намаляване на разходите за вода и бързо възстановяване на разходите за изграждането на ССИДВ.

Благодарности

Проект BG05M2OP001-1.002-0019: „Чисти технологии за устойчива околна среда – води, отпадъци, енергия за кръгова икономика“ (Clean&Circle) за изграждане и развитие на Център за компетентност, е финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“, съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейските структурни и инвестиционни фондове.

Общата стойност на проекта е 23 667 925,86 лева, от които 20 117 736,97 лева европейско и 3 550 188,89 лева национално съфинансиране. Срокът за изпълнение на проекта е от 30 март 2018 г. до 30 ноември 2023 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.ercsa.eu/factsheets.html>, посетен на 20.10.2019.
2. Цанов, Е., Иванова, М., Филков, П. Използване на дъждовни води за напояване на дворни места на територията на град София. // Годишник на УАСГ, 2020, 53 (1): 173-184.
3. European Commission. Best environmental management practice for the building and construction sector. European Commission, 2012.
4. European Commission. Water performance in buildings. DG Environment, 2012.
5. European Commission. Best Environmental Management Practice in the Tourism Sector. 2013 EC IPTS.

6. EUREAU Statistics Overview on Water and Wastewater in Europe – 2008. 2009, EUREAU.
7. JRC, Ecotapware, Task 2: Economic and market analysis and Task 3: User behavior, 2011, First interim report, draft.
8. <https://wisy.de/en>. посетен на 01.06.2018.
9. Комисия за енергийно и водно регулиране. Решение № Ц-20 от 28.12.2018 г.
10. <https://www.nsi.bg>. посетен на 28.03.2020.
11. Решение на комисията от 7 ноември 2013 година за определяне на екологични критерии за присъждане на знака за екомаркировка на ЕС на промивни тоалетни и писоари, 2013/641/ЕС.
12. <https://www.melbourne.vic.gov.au>, посетен на 30.04.2020.
13. <http://www.wastewatertgardens.com>, посетен на 30.04.2020.
14. <http://wecalc.org>, посетен на 30.04.2020.
15. William B. DeOreo, Mayer, P., Dziegielewski, B., Kiefer, J. Residential end uses of water, version 2: executive report. Water research foundation, 2016, ISBN 978-1-60573-236-7.
16. Waggett, R., Arotsky, C. Water Key Performance Indicators and benchmarks offices and hotels, CIRIA, 2006, ISBN 978-0-86017-657-2.
17. European Union, Office accommodation of EU institutions – Some good management practices but also various weaknesses, European court of auditors, 2018, ISBN 978-92-847-1587-9.
18. Столична община. Общ устройствен план на столична община.

USE OF RAINWATER FOR TOILETS AND URINALS FLUSHING IN SOFIA CITY

E. Tsanov¹

***Keywords:** rainwater harvesting, toilet flushing, density of construction, intensity of construction, relative water demand*

ABSTRACT

An analysis of the application of rainwater harvesting and its use in the city of Sofia for toilets and urinals flushing as an alternative to drinking water has been carried out. The results show that according to the current Master plan 48% to 267% of the drinking water used for flushing can be replaced by rainwater. Nomograms have been prepared based on parameters such as density of construction, intensity of construction and relative water consumption, which can be used for different types of buildings.

¹ Emil Tsanov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Water Supply, Sewerage, Water and Wastewater Treatment”, UACEG, Sofia 1046, 1 H. Smirnovski Blvd., e-mail: tsanov.e@nemoconsult.net