



УНИВЕРСИТЕТ
ПО АРХИТЕКТУРА
СТРОИТЕЛСТВО
И ГЕОДЕЗИЯ



МОДЕЛИРАНЕ НА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕТО В АДМИНИСТРАТИВНИ СГРАДИ

инж. Петя Иванова



БЪЛГАРСКА
АСОЦИАЦИЯ ПО
ВОДИТЕ



NTI
BULGARIA



1. ВЪВЕДЕНИЕ

Рационалното проектиране, строителство и експлоатация на водоснабдителните и канализационните системи е възможно само при наличие на разнообразна обективна информация за процеса на водопотребление и неговия режим.

Водоснабдителните системи се проектират с оглед:

- Да не се нарушава екологичното равновесие;
- Да се обезпечават необходимата за съответните консуматори надеждност на водоснабдяване с необходимото количество и качество вода;
- Безопасно в санитарно отношение функциониране на системата;
- Да се използват рационално и комплексно разполагаемите водни ресурси;
- Системата да има ниска строителна и експлоатационна стойност;
- Да се автоматизира управлението на системата.

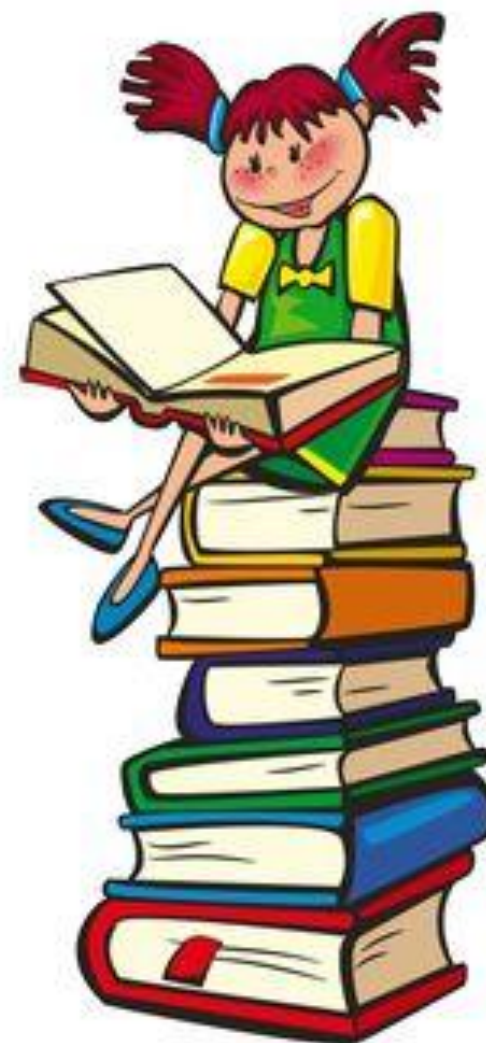


1. ВЪВЕДЕНИЕ

- От една страна: поддръжката на водоснабдителните системи и съоръжения е недостатъчна - загубите на вода в Република България са много високи (60%).
- От друга страна: нови материали и санитарно-технически прибори и арматури, които водят до динамични промени в консумацията на вода на различните потребители.
- Всичко това, както и промяната на други технически, социално-икономически и демографски фактори, налагат непрекъснат мониторинг и периодична актуализация на нормативната уредба по отношение, както на водоснабдителните норми, така и на методиките за определяне на оразмерителните водни количества.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

- Водоснабдителната норма е количеството вода, което един консуматор изразходва за единица време: количеството вода, изразходено от един жител (или едно животно) в рамките на едно денонощие – q [л/ж/д] или разход на вода, необходим за производство на единица продукция - q [л/т; л/kg; л/бр].
- Водоснабдителната норма се установява въз основа на многобройни реални измервания.
- Водоснабдителната норма зависи от редица фактори: вид на консуматора; санитарно-техническо оборудване; тип и степен на поддръжка на водопроводната инсталация; култура на потребителите; цена, начин на измерване и заплащане на водата; климатични условия; налягане и техническо състояние на водопроводната мрежа и др.



2. ЦЕЛИ

- Обективна информация за процеса на водопотребление и неговия режим, за да се постигне рационално проектиране, строителство и експлоатация на водоснабдителните и канализационните системи.
- Моделиране на водопотреблението в административни сгради чрез:
 - Изследване консумацията на вода в представителни административни (офисни) сгради за оценка на водопотреблението и загубите на вода в тях.
 - Определяне параметрите на математически модел на загубите на вода.
 - Определяне параметрите на математически модел на водопотреблението.



3. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Консумацията в обществените сгради зависи от различни фактори:

- тип на обществената сграда;
- санитарно оборудване;
- тип и степен на поддръжка на водопроводната инсталация;
- култура на водопотребителите;
- цена на водата и т.н..

Развитието на поддържащи входни база данни е от голямо значение за реалните анализи и предсказване на бъдещото водопотребление на различните консуматори (жилищни, търговски, административни, обществени и промишлени сгради).

Практическият подход трябва да съответства на целта на изследването. Има два основни подхода, които се използват за всеки един от анализите:

- статистически и ;
- инженерен.



3. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Основните различия между тях са:

- разглеждане на процеса на водопотребление по напълно различни начини;
- използване на различни типове и количества от данни;
- основани на определено различаващи се математически приемания.

За целта на анализите на водопотреблението в сгради, надеждното отчитане на влиянието на толкова много фактори, които е трудно да бъдат установени, оценени и предсказани, **статистическият подход е по-подходящо да бъде използван.**

Подходът използва данни от входа и изхода от периметъра на активна кутия и включва:

- организиране на достатъчен брой входни база данни;
- изпълняване на моделен начин на действие, така че да се минимизират разходите по изследването;
- използването на задоволителен теоретичен математически модел, който позволява много голямо разширение на схващането за процеса и да го прави предсказуем.

3. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

3.1. Избор на представителни обекти – изисквания:

- да са построени или реконструирани през последните години;
- да имат монтирани съвременни санитарни арматури, които са в съответствие с действащите стандарти;
- да имат монтирани главни водомери за студена и топла вода;
- да са представителни от различни типове;
- да позволяват изследване на голяма редица от параметри.

3.2. Монтиране на постоянно регистрираща апаратура (Data Logger) за консумираната вода и налягането във водопроводните инсталации.

3.3. Събраните данни отговарят на изброените по-долу изисквания:

- събиране само на измерени водни количества;
- събиране на данни, съответстващи на клас потребители;
- за оценка на часовото потребление се събрат случайни извадки за часовото потребление над определен брой измервания от времевите серии.



3. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ

Наличието на адекватен теоретичен модел на водопотреблението е много важно за анализите, контрола и бъдещото предсказване на консумацията.



3.4. Обработка на събраните данни чрез прилагане на системен статистически подход:

- подходящ е, заради случайния характер на водопотреблението;
- универсален е и може да бъде приложен за всички видове сгради и консуматори;
- валиден е не само за отделен период от време;
- моделът описва не само най-голямото, но също така и средното и минималното потребление;
- възможност за получаване на резултати в зависимост от обезпечеността и др.



4. МОДЕЛИРАНЕ

При определяне на консумацията на вода за всяка представителна сграда, процесът на водопотребление е разгледан като сума от два компонента: действителна консумация и загуби на вода.

За целите на моделирането се разглежда ежечасовото изменение на потреблението.

Общата консумация усреднена за период от време 1 час е представена чрез формула 1:

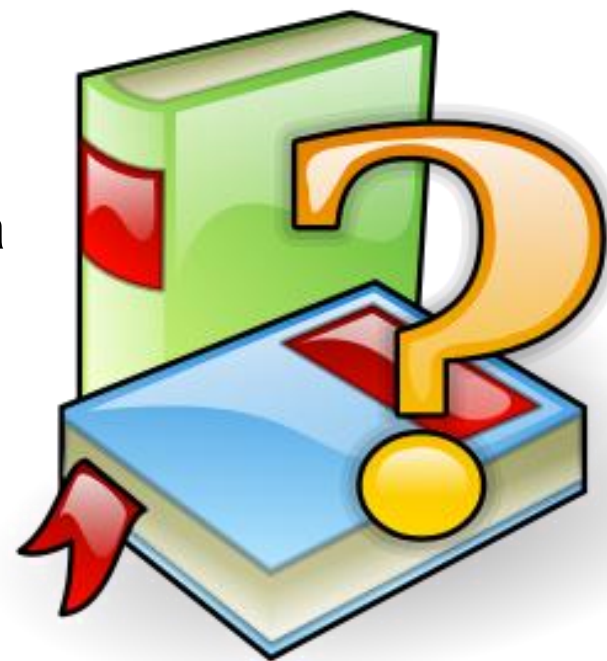
$$Q_{i(t)}^h = Q_{r(t)}^h + q_{i(t)}^h \quad , \text{dm}^3/\text{h}, \quad (1)$$

,където:

$Q_{i(t)}^h$ е общият разход на вода за интервал от време 1 час в ден i ;

$Q_{r(t)}^h$ - реалната консумация на вода за интервал от време един час от ден i ;

$q_{i(t)}^h$ реалните загуби за интервал от време един час от ден i .



4. МОДЕЛИРАНЕ

Отделянето на загубите на вода от действителното водопотребление е с голямо значение за определяне действителни параметри на интегралната функция на разпределение на разходите компоненти.

Под загуби на вода се разбира: течове, вследствие на неправилната направа на връзките между тръбните системи в сградите, течове от неизправни водочерпни арматури и загуби на вода, вследствие на изстиване на водата в мрежата за топла вода.

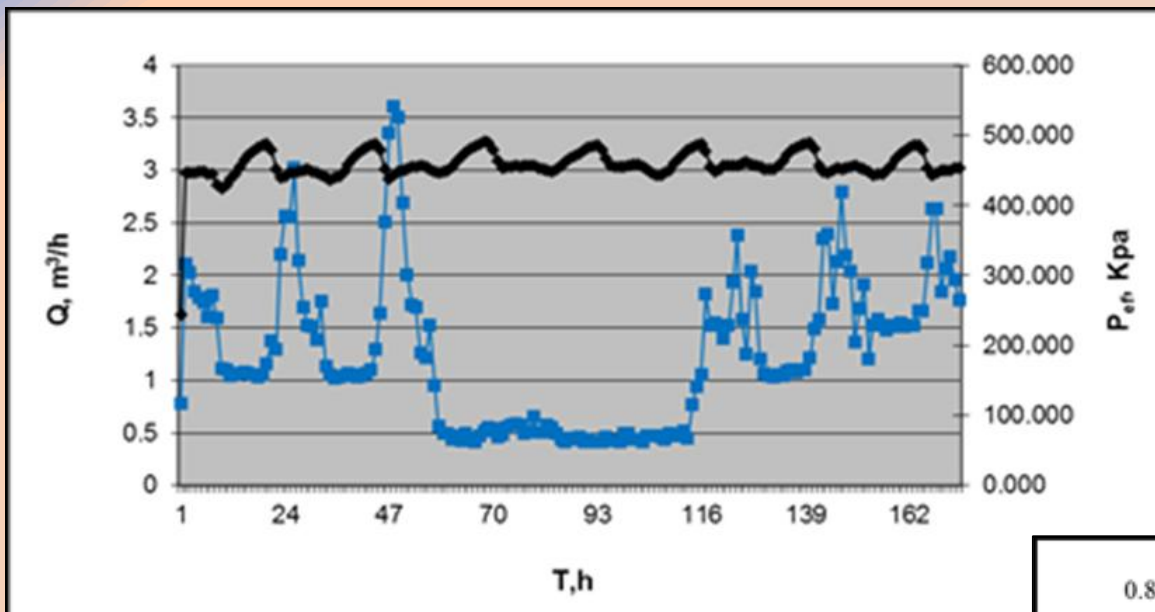
P_{ef} - средното (ефективно) налягане в сградната водопроводна инсталация се приема за основен параметър в математическия модел на загубите на вода, представен с формула 2:

$$q_{i(t)}^h = b_i \int_0^h P_{ef(t)} dt \quad (2)$$

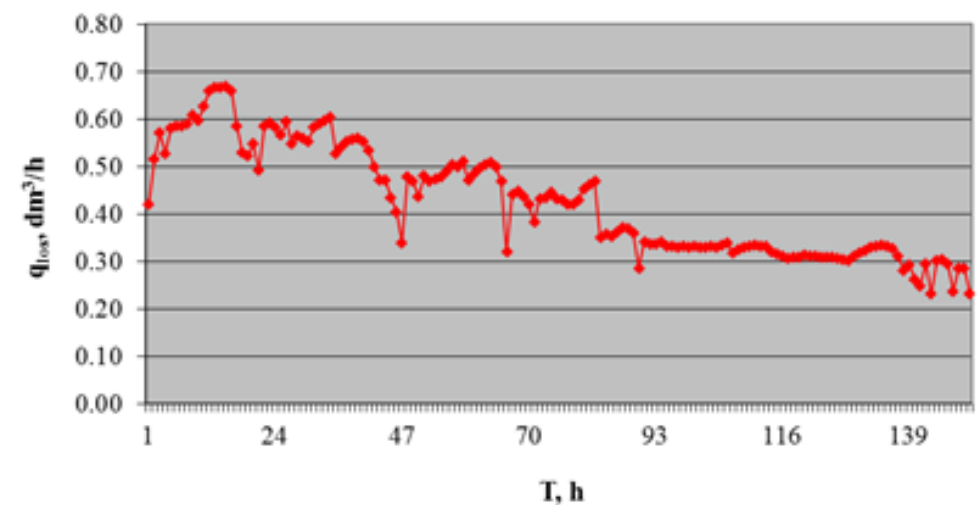
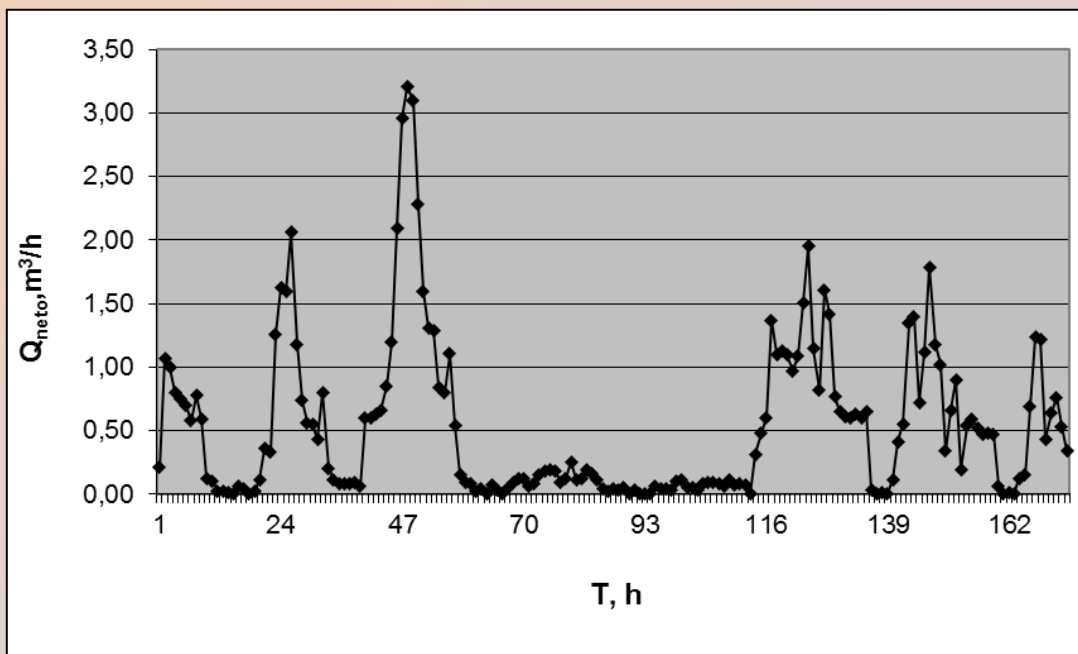
където: b_i е параметър, който е дефиниран за всеки i ден за времето, когато няма консумация;

P_{ef} е средното (ефективно) налягане в сградната водопроводна инсталация.





Фиг. 1 Изменение на налягане (P_{ef}) и консумация на вода (Q)



Фиг. 2 Загуби на вода

Фиг. 3 Действително водопотребление без загуби на вода (Q_{neto})

4. МОДЕЛИРАНЕ

Теоретичният модел на водопотреблението се състои от два процеса, които не са свързани корелационно помежду си: хармоничен и стохастичен

Хармоничният компонент се определя от жизнения цикъл на обитателите, като в случая на разгледаните офисни сгради е свързан с усреднения разход на вода през работните дни от седмицата.

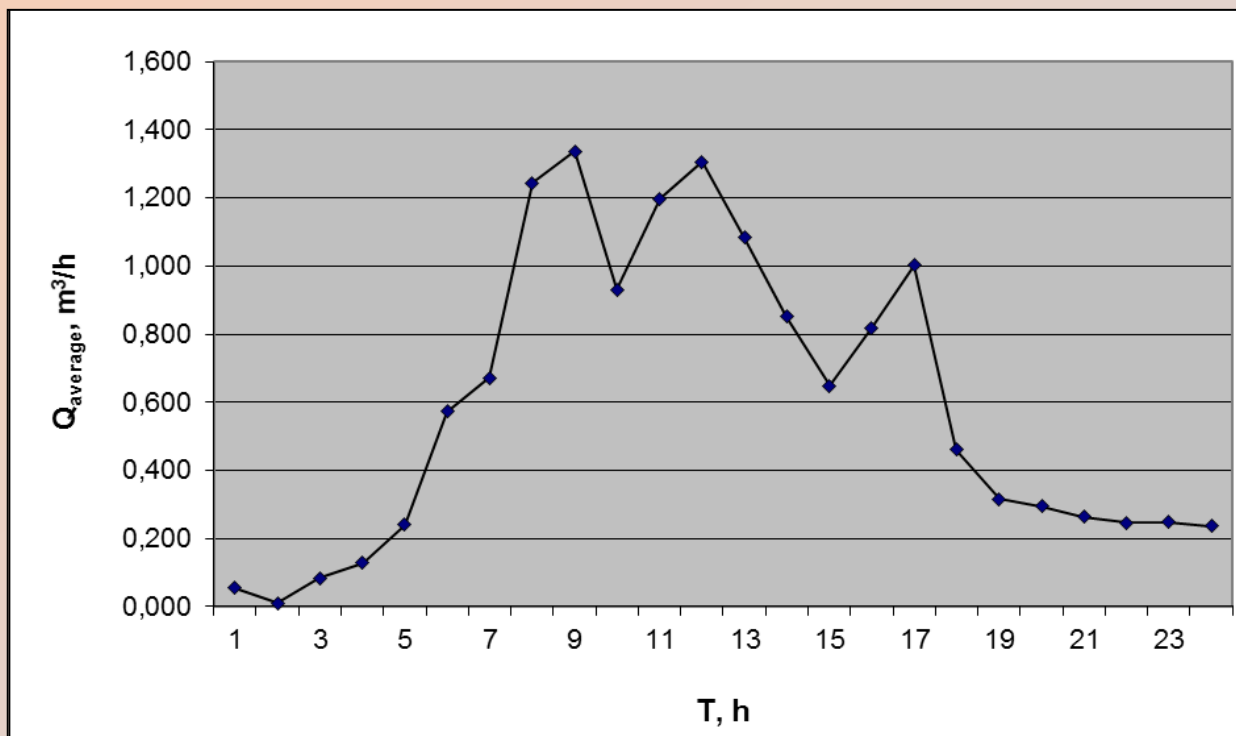
Стохастичният компонент показва отклонението на водопотреблението от хармоничния процес.

Теоретичният модел на водопотреблението може да се представи чрез следващата по-долу формула:

$$Var(Q_h) = Var(Q_h^r) + Var(Q_h^e) \quad (3)$$

където $Var(Q_h)$ е дисперсия на часовите времеви серии на консумация ;

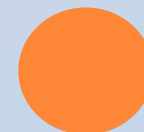


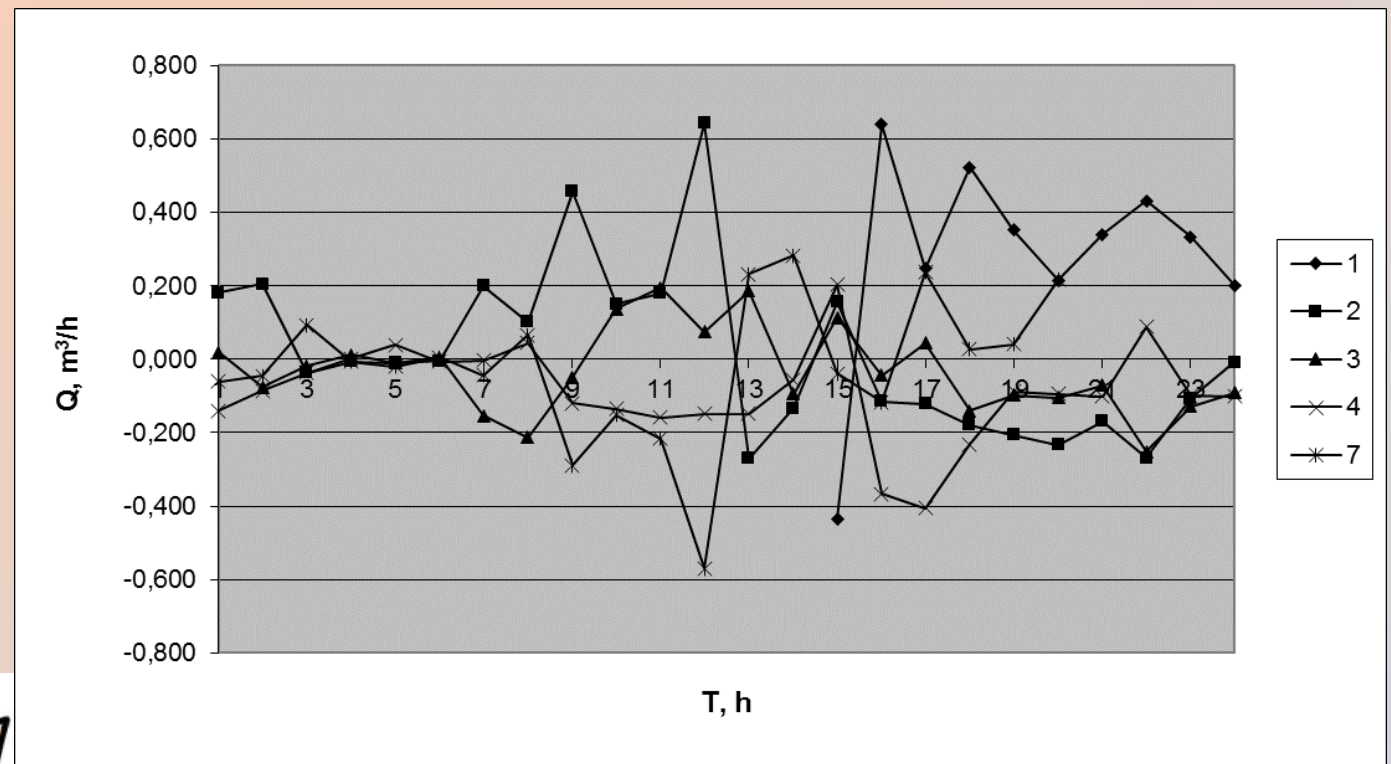


Фиг. 4 Средно-часово водопотребление ($Q_{average}$) за работни дни

Разглеждайки процеса на часово водопотребление (т.е. за интервал от време равен на един час), хармоничният (постоянният) компонент в този случай представлява средния денонощен часов график.

Средният часов график отразява хармоничния компонент на водопотреблението и е основа за създаването на стандартизиран часов профил.





Фиг. 28 Стохастичен компонент на водопотреблението в работни дни (Q_h^w)



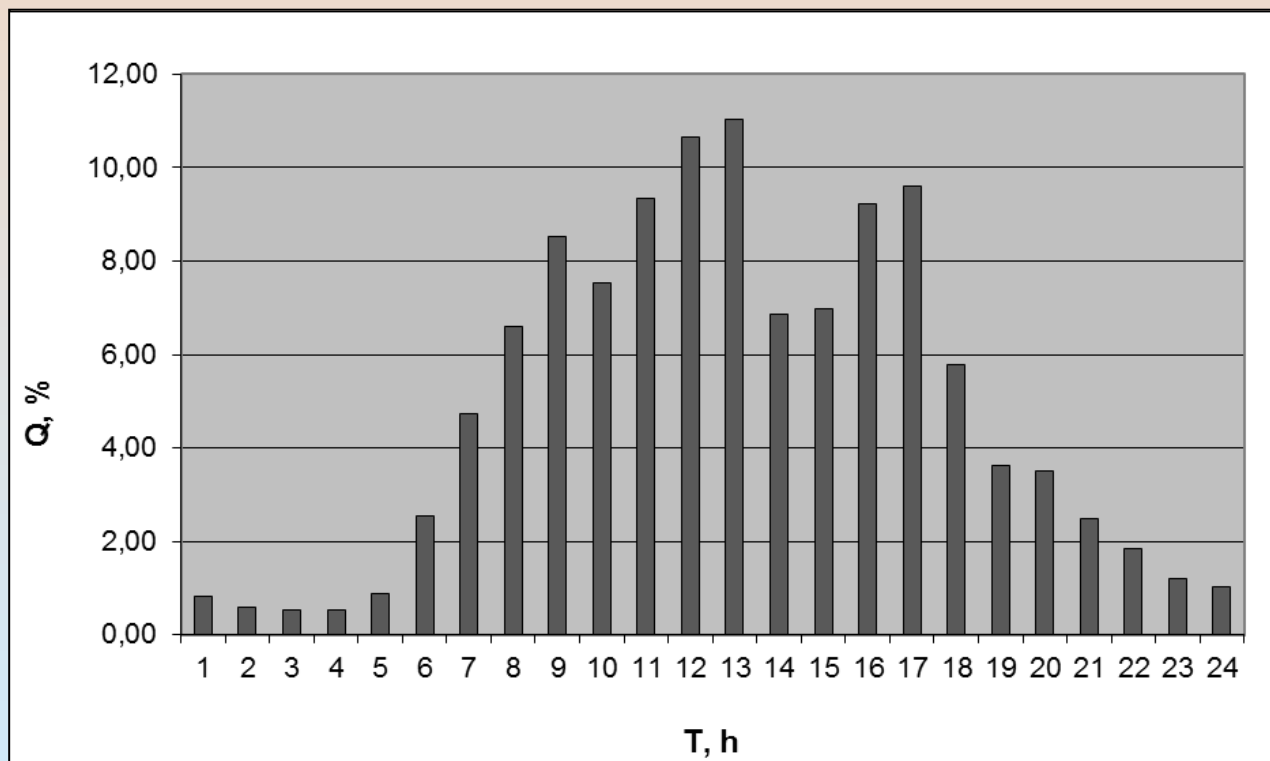
Часовите графици са важна основа за правилно проектиране на големината на водоснабдителните системи.

Основата на метода за създаване на стандартизиран часов профил е тяхното функционално подобие на един идентичен клас(тип) сграда.

Ако се използва модела на Шопенски:

$$Q_i = K \bar{Q}_h T^{K-1} \quad (4)$$

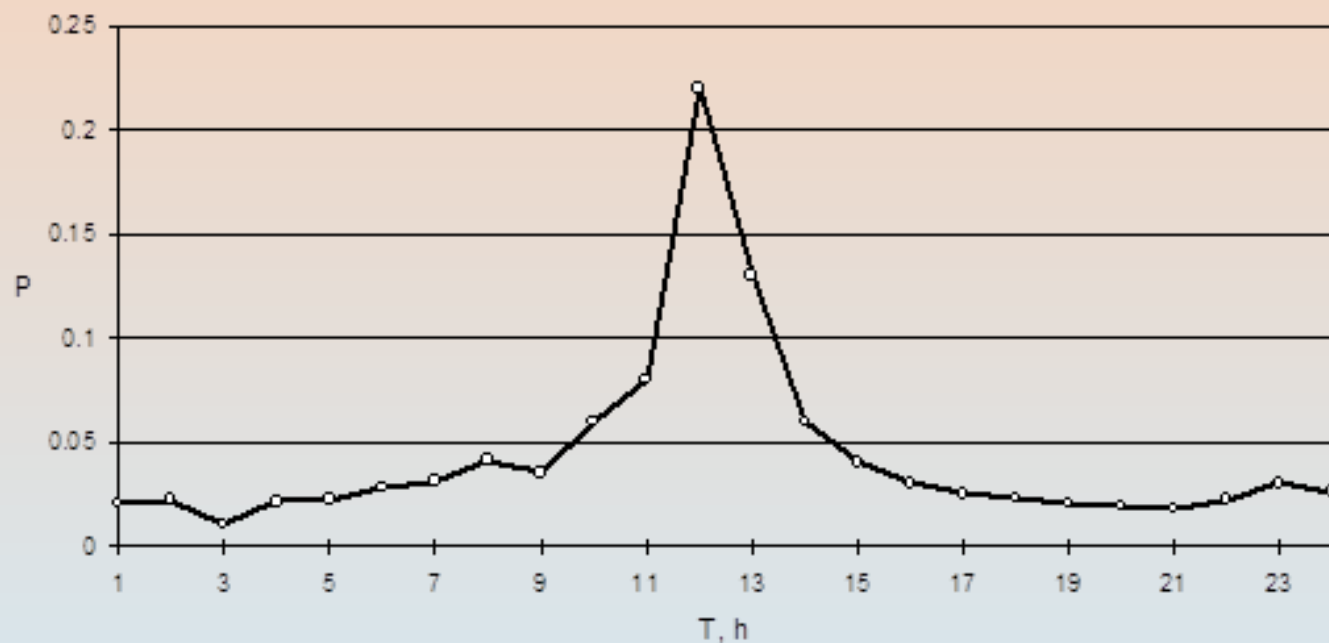
където $\bar{Q}$ е средно часовото водно количество.



Фиг. 5 Типизиран часов график за офисни сгради



Можем да създадем за всеки клас възходящи часови серии от водни количества. Винаги максималната вероятност за случване на водното количество Q_i ($i=1, 2, \dots, 24$) е свързана с частния T_j ($j=1, 2, \dots, 24$) час от деня както се вижда на фиг. 5.



Фиг.5 Вероятност за случване на водно количество Q_j



Водопотреблението за един консуматор е дефинирано, според Българските норми за проектиране на водоснабдителни и канализационни системи в сгради, за два времеви интервала:

- ден;
- час.

Измерването на водопотреблението може да бъде доказано чрез стандартни статистически анализи на времеви серии от водни количества.

Чрез изследания на по-малки консуматори се търси вида на разпределение на кривата, която се изчертава по данните, с по-високи нива на значимост (изпитана хипотеза, използвана от Колмогоров–Смирнов в статистиката).

Интегралната функиця на разпределение на разходите позволява да се моделира водопотреблението във времето, като се отчита определена доверителна вероятност.



5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Изследвана е консумацията на вода в представителни административни (офисни) сгради за оценка на водопотреблението и загубите на вода в тях.
- Предложено е моделиране на водопотреблението в административни сгради чрез:
 - Определяне параметрите на математически модел на загубите на вода.
 - Определяне параметрите на математически модел на водопотреблението.



БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!

