

инж. Денислава Георгиева
E-mail: denislava_georgieva@abv.bg

ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИНТЕНЗИВНИТЕ ДЪЖДОВЕ ЗА ГР. РУСЕ

CHARACTERISTICS OF INTENSE RAINS FOR TOWN OF RUSE

eng.Denislava Georgieva

***Summary:** The characteristics of intensive rainfall, determined for a specific area, are of crucial importance for the scaling of water-draining facilities, constructed to take away the extra surface flow and preventing floods. The current publication is aimed at focusing the reader's attention on changes of characteristics of intensive rainfall for the period after the last publications of NIMH (National Institute of Hydrology and Meteorology). The publication contains analysis of output data and rain-quantity curves have been constructed, showing the "total number" of intensive rainfalls with height larger than 16mm, as well as a curve showing the changes of the annual rainfall maximum in Ruse (for the period 1940 – 2010). The distribution within the years has also been calculated, and this includes comparative analysis of statistical parameters, appraisal of homogeneity, coefficient matrix of mutual monthly correlation, autocorrelation functions with Anderson test, etc. In addition, empirical probability curve of maximum daily rainfalls in Ruse has been constructed. Two approaches for the formation of hydrological time series have been used based on the amount of available information. Parameters of the theoretical probability curve have also been determined. The characteristics of rainfall in terms of duration and probability have been determined by using three methods – NIMH method, "Intensive rainfall" (NIMH reference book) and academic-based (textbook) approach for scaling of water-draining facilities. Comparison of calculated results is shown in tables and graphs.*

ВЪВЕДЕНИЕ:

Характеристиките на интензивните дъждове, определени за дадена територия, са от съществена важност за оразмеряване на водоотвеждащите съоръжения за евакуиране на излишния повърхностен отток и предпазване на територията от наводнения.

В Р. България характеристики на интензивните дъждове не са определяни в периода след 1990 г. Поради това настоящата публикация фокусира вниманието на читателя върху измененията на характеристиките на интензивните дъждове в периода след последните разработки на НИМХ, както и на други експерти в тази област.

I. ИЗХОДНИ ДАННИ И ТЕХНИЯ АНАЛИЗ

Изходните данни са получени със служебно писмо от ИАПД Русе и

НИМХ – БАН. Освен получените данни са използвани и данните от „Метеорологичен справочник – том „Интензивни дъждове“ – публикуван от издателство Техника през 1982 г.

В изследванията на доц. Ст.Модев, свързани с „водната криза“ в Р. България през периода 1994-1995 г. се доказва, че 1980 г е „делител“ след който процесът на глобално затопляне се проявява „статистически значимо“. Затова и при настоящото изследване тази година се приема като делител и база за сравнение на характеристиките на хидрологичните и метеорологични явления. Така се формират два статистически периода – първи преди до 1980 г. и втори – след нея. За изследване се приема „праг“ на интензивните дъждове от 16 mm, колкото е най-малкият денонощен валежен максимум за периода.

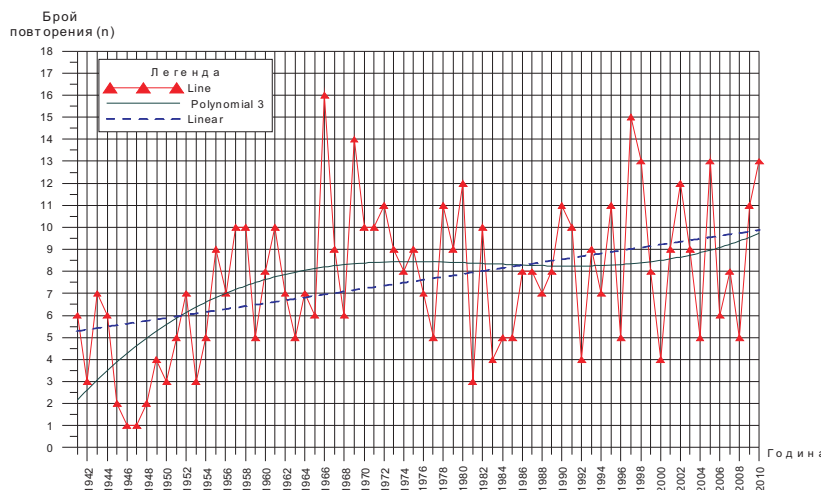
- За периода 1941 – 2010 г. (70 години) са наблюдавани общо 531 случая на интензивни дъждове с валежна височина над 16 [mm] или средно по 7.85 случая за година;
- за периода 1941-1980 г. (40 години) са се проявили 278 случая на интензивни дъждове с валежна височина над 16 [mm] или средно по 6.95 случая за година;
- за периода 1981-2010 г. (30 години) са се проявили 253 случая на интензивни дъждове с валежна височина над 16 [mm] или средно по 8.43 случая за година.

На **фиг. 1.** е даден ходографът на честотата на интензивните дъждове (n_m – брой инт. дъждове с $h_{24} > 16$ mm) за гр. Русе. От **фиг. 1.** се налагат следните по-важни заключения:

- Честотата на интензивните дъждове в гр. Русе е най-голяма през м. юни и м.

юли – около 13%, а най-малка през февруари. Този извод потвърждава добре географското положение на гр. Русе – в зона с умерен континентален климат;

- средната честота на интензивните дъждове за гр. Русе е 6.95 случая за година в периода 1941-1980 г., 8.43 случая в периода 1981-2010 г. и 7.85 случая за периода 1941-2010 г., което означава, че през втория период (1981-2010) честотата на интензивните дъждове за гр. Русе е нарастнала с 18.8 %;
- след 1980 г. (**фиг. 1**) се наблюдава известна нелинейна тенденция към увеличаване на честотата на интензивните дъждове при гр. Русе. Трендът (правата линия) е също с тенденция към нарастване. Нарастването на честотата на изваляване през периода 1981-2010 г. се оценява на 18.8 % в сравнение със средната честота за целия период на изследване.



Фиг. 1. Ходова крива за “общ брой” на интензивните дъждове с денонощна валежна височина, по-голяма от 16 mm

От изходните данни се изчертава ходографът на 24-часовите интензивни дъждове, даден на **фиг. 2.** от която се вижда, че:

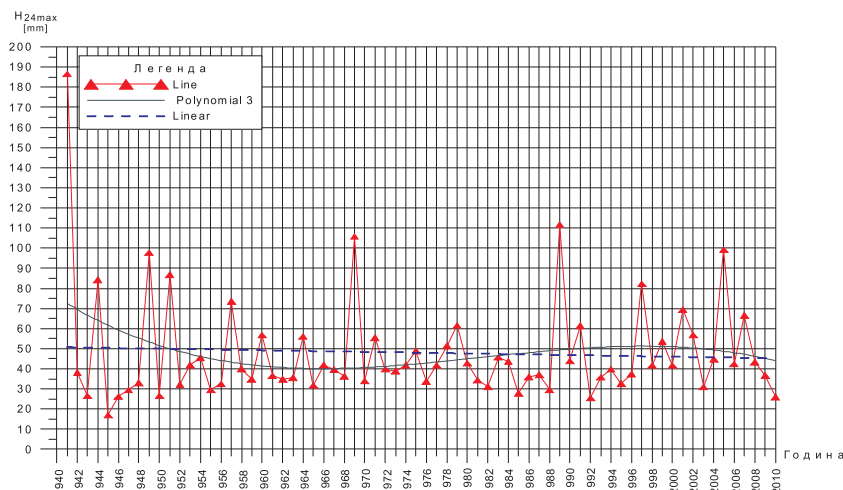
- Съществува известна добре видима повтораемост на изключителните денонощни валежни максимуми през 15 – 20 години. На основата на горното следва да се очаква изключителен валежен денонощен максимум при гр. Русе през периода 1920-1925 година;
- трендът към намаляване на денонощния валежен максимум е сравнително добре изразен (**фиг. 2.**).

От сравнителния статистически анализ могат да се направят следните по-важни заключения:

- Интензивни дъждове в гр. Русе се наблюдават целогодишно, но преобладават през м. май, юни, юли и август. С най-голям брой случай е м. юли, както за периода преди 1980 г., така и след това;
- честотата на изваляване през отделните месеци не се влияе съществено през двата периода, но се наблюдава известно увеличение след 1981 г. Глобалното затопляне не повлиява значимо честотата на интензивните

- дъждове над гр.Русе;
- характерно е и това, че след 1981 г. намалява вътрешногодишната вариация на изваляване на интензивните дъждове (0.26 срещу 0.515 за предходния период).

❖ Оценки за еднородност по критерия на Уйлоксон, за ниво на значимост $P = 5.0 [\%]$ - инверсии U_x, U_y , доверителен интервал от $(U_{-p/2})$ до $(U_{p/2}) - 95 \%$ („+“ - в доверителния интервал, „-“, - в критичната зона)



Фиг. 2. Изменение на годишния денонощен валежен максимум при гр. Русе

1.1. ВЪТРЕГОДИШНО РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ - Интензивни дъждове за гр. Русе с денонощна валежна височина по-голяма от 16 mm

Таблица 1. Сравнителен анализ на статистическите параметри

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	За година
%раз	6.026	4.49	5.454	8.752	11.797	15.372	12.585	9.433	7.743	6.222	6.216	5.91	100
h_{av}	9.589	7.144	8.679	13.926	18.771	24.46	20.024	15.009	12.32	9.9	9.89	9.403	159.115
Sig	15.103	11.812	13.209	14.279	21.068	28.464	20.945	22.219	16.996	16.064	12.495	13.39	-
C_y	1.575	1.653	1.522	1.025	1.122	1.164	1.046	1.48	1.38	1.623	1.263	1.424	1.359
C_s	1.263	1.428	1.075	0.319	1.986	2.945	0.822	1.652	1.022	1.916	0.688	0.912	1.336
Период 1941-1980г													
%раз	5.836	3.299	3.731	10.135	12.049	17.748	14.106	9.265	7.291	4.677	7.027	4.836	100
h_{av}	9.093	5.14	5.813	15.79	18.773	27.652	21.978	14.435	11.36	7.287	10.948	7.535	155.804
Sig	15.465	9.817	11.401	15.085	13.934	34.646	20.884	20.575	16.552	16.56	13.048	12.066	-
C_y	1.701	1.91	1.962	0.955	0.742	1.253	0.95	1.425	1.457	2.272	1.192	1.601	1.414
C_s	1.428	1.381	1.558	0.204	-0.122	2.632	0.675	1.906	1.11	2.851	0.585	1.064	1.273
Период 1981-2010г													
%раз	6.268	6.003	7.644	6.996	11.478	12.355	10.652	9.646	8.317	8.184	5.186	7.273	100
h_{av}	10.25	9.817	12.5	11.44	18.77	20.203	17.42	15.773	13.6	13.383	8.48	11.893	163.529
Sig	14.844	13.764	14.625	12.958	28.195	16.753	21.093	24.581	17.773	14.941	11.786	14.817	-
C_y	1.448	1.402	1.17	1.133	1.502	0.829	1.211	1.558	1.307	1.116	1.39	1.246	1.285
C_s	0.963	1.161	0.563	0.366	1.953	0.231	1.009	1.33	0.864	0.537	0.775	0.642	0.886

❖ При оценяването на еднородността се вижда, че след 1984 г. се засилва нееднородността на хидроложките редове, като особено добре това е изразено при годишния максимален 24-часов валеж.

❖ Матрица на коефициентите на взаимна месечна корелация

Горната матрица на коефициенти на

взаимна месечна корелация не показва значима свързаност между съседните месеци с интензивни дъждове. Това означава, че е невъзможно съставяне на числен модел за прогноза на интензивните дъждове над гр.Русе, основан на взаимни месечни връзки между характеристики на интензивните дъждове. Отново се вижда, че с годишния валеж от

интензивни дъждове са най-силно свързани месеците май, юни, юли и август.

❖ Автокорелационни функции с тест на Андерсон

От матрицата на автокорелационните коефициенти могат да се направят следните изводи:

(1) През м. май може да се очаква интензивен валеж на всеки 3 години (считано от 1941 г.);

(2) през м. юни може да се очаква интензивен валеж на всеки 15 години (считано от 1941 г.);

(3) през м. юли може да се очаква интензивен валеж на всеки 12-13 години (считано от 1941 г.);

(4) през останалите месеци от годината, както и в годишен аспект прогнозирането на проявата на интензивни дъждове над гр. Русе е силно затруднено;

(5) използването на различни числени модели, основани на авторегресионни уравнения или корелации между съседни месеци, не се препоръчва.

❖ Сумарни криви в нормализирани модулни коефициенти

След изчисленията се потвърждават направените по-горе изводи относно възможностите да се моделират характеристики на интензивните дъждове над гр. Русе. Единствено може да се отбележи, че в годишен аспект се проявява известна последователност от 21 години на намаляване на валежната височина и 23 години на увеличаване на валежната височина. Последният преломен момент е през 1988 година, като следва да се очаква нарастване на денонощните валежни височини до 2018-2020 г. (извод получен и по-горе).

❖ Поредни години в низходящи хидроложки редове - могат да се направят следните по-важни изводи:

(1) Годишните валежни суми от интензивни дъждове в гр. Русе се формират практически по един и същи начин в периода преди и след 1980 г., т.е. *глобалното затопляне не оказва значим ефект върху формирането на интензивните дъждове над гр. Русе;*

(2) вижда се, че в първата половина на членовете (от № 1 до № 35 – най-валежни години) попадат 14 години от

периода 1980-2010 г., а в реда от членове от № 36 до № 70 – години с по-малко валежи от интензивни дъждове попадат 18 от годините преди 1980 г. Като се има предвид, че двата периода се отнасят в съотношение 40:30, то става ясно, че след 1980 г. вероятно е налице слабо увеличаване на формираната валежна височина от интензивни дъждове, но това не може да се оцени като статистически значимо;

(3) отново се налага извода, че за бъдещи изследвания трябва да се използват всички данни от наблюдения за периода на изследване – от 1941 г. до края на изследвания период. Сред *първите 20 най-валежни години* 8 са от периода след 1980 г., а 12 от периода преди 1980 г.

II. КРИВА НА ОБЕЗПЕЧЕНОСТ ЗА ДЕНОНОЩНИТЕ ВАЛЕЖНИ МАКСИМУМИ В [ММ] ЗА ГР. РУСЕ ПЕРИОД 1941 – 2010 Г.

В зависимост от обема на наличната информация могат да се предложат два подхода за формиране на хидроложки ред, изчисляване и построяване на емпиричните криви на обезпеченост:

Първи подход - използване на цялата хидрологична информация над някаква „прагова стойност”, определена по съответните изисквания на методите на “математическата статистика” (Хидрологичен наръчник том 2, стр. 158). В случая, като “прагова стойност” е приет най-малкият годишен 24-часов валежен максимум – 16 mm за 1945 г. (Климатичен справочник том - Валежи в България, издателство БАН, 1990, стр.146).

Втори подход – използване на 1 годишен максимум, представителен за период от 1 година (периодът е еднакъв за всички членове на реда).

II.1. Емпирична крива на обезпеченост за денонощните валежни височини над 16 mm – Първи подход

Изчисляване на крива на обезпеченост за денонощните валежни височини за гр. Русе, при приет праг за денонощен валежен максимум - 16 mm се извършва с израза :

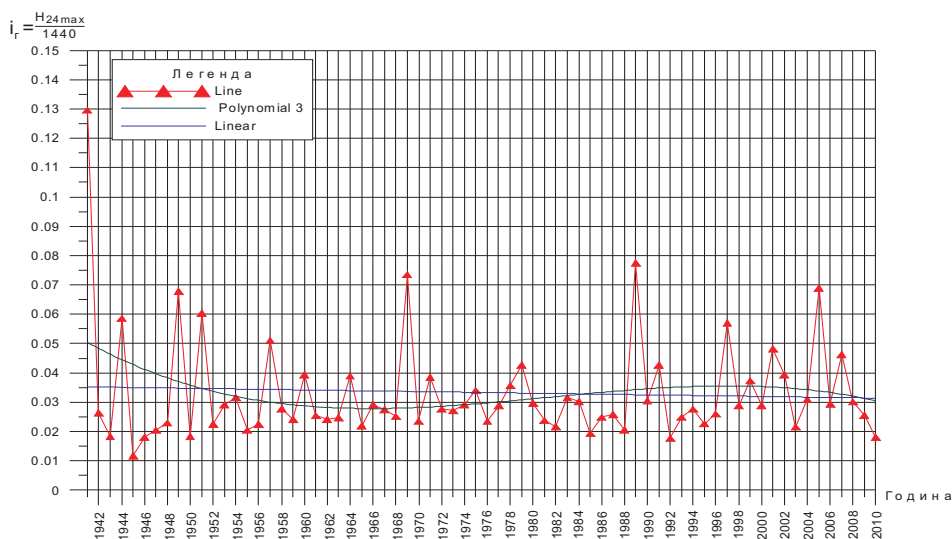
$$P_e \approx 1 - e^{-S},$$

$S = s/n$; S – среден брой превишения за 1 година;

s – брой превишения за 1 година ($S=1 \div M$, $M > n$ общ брой случаи за n години).

След извършване на необходимите

изчисления се начертава ходовата крива за средната денонощна интензивност на интензивните валежи в гр. Русе, представена на **Фиг. 4**.



Фиг. 4. Среден денонощен интензитет на год. валежен максимум (за $h_{24} \geq 16 \text{ mm}$) за гр. Русе, период 1941-2010 г.

- От **Фиг. 4** се вижда, че средният интензитет за денонощен интензивен валеж в гр. Русе ($> 16 \text{ mm}$) показва слаба тенденция към намаление;
- Интензитетът на валежите преди и след 1980 г. не се различава съществено, от което се налага извода, че процесът на глобално затопляне не оказва съществено влияние върху изменението на средната денонощна интензивност за интензивните дъждове над гр. Русе.

II.2. Емпирична крива на обезпеченост за годишните денонощни валежни максимуми за гр. Русе (за хидроложки ред от годишни максимуми).

Емпиричната обезпеченост при втория подход се изчислява по формулата на Вейбул, препоръчвана за оценка на екстремни хидрологични процеси.

$$P_e = m \cdot 100 / (N + 1) \text{ [%]}$$

След определяне на емпиричната обезпеченост по втори подход и изчертаване на **Фиг. 5** можем да направим следното заключение:

Типът крива „лог-нормално разпределение” № 1- първи клон, обхваща зоната на “малки обезпечености – до 32 %”. В тази зона попадат поредни членове от вариационния ред с номера от 1 до 23 – общо 23 броя, от тях преди 1981 г. – 11, след 1981 г. – 12. Това означава, че при-

близително по 50% от годишните максимални 24 часови валежни височини са поравно разпределени в периода преди и след доказателствата за глобално затопляне (1996 г. – доц. Ст. Модев).

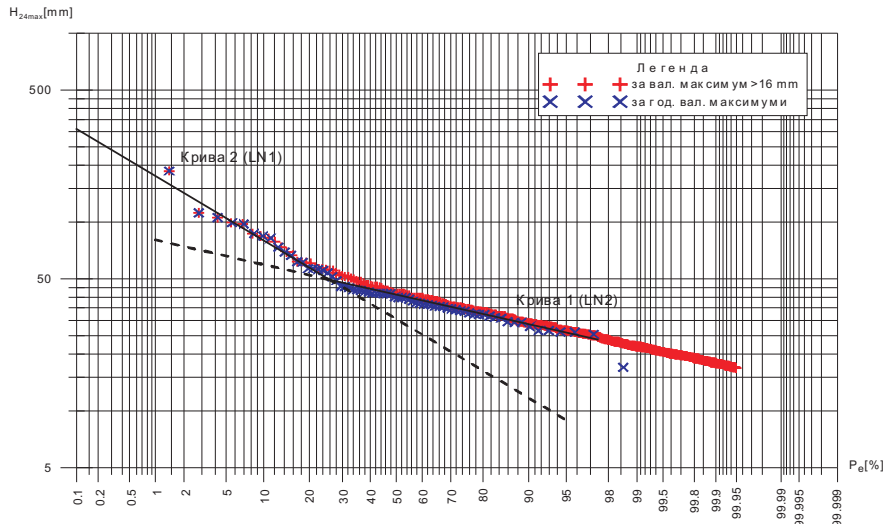
Същият извод може да се направи, ако се изследва и кривата на обезпеченост, построена по „прагови стойности”.

Окончателен извод – кривата на обезпеченост трябва да се построява по всички данни от преки наблюдения, т.е. за целия период с преки наблюдения.

II.3. Теоретична крива на обезпеченост за денонощните валежни максимуми

От **Фиг. 5** могат да се направят следните изводи:

- Формира се една “пресечена” (с две “усечени” криви, две зони) теоритична крива на обезпеченост, която добре се изразява с „логаритмично-нормално” разпределение (Проф. Стр. Герасимов – 1980 г., доц. Ст. Модев – 1996 г.);
- Двата клона на кривата на обезпеченост се пресичат при обезпеченост 32 %. Параметрите на двете теоретични логаритмично-нормални разпределения могат да се определят с достатъчна за практиката точност по “метод на опорните ординати” (Алексеев, Вен Те Чоу, Хидрологичен наръч-



Фиг. 5. Емпирични криви на обезпеченост за денонощните интензивни дъждове за гр. Русе

ник том 1, табл. 3.14) – от 0 до 32 %, една крива (LN1) и от 32 до 100 % - втора крива (LN2);

- Емпиричните точки и при двата приложени подхода показват едно и също емпирично разпределение. Поради това може да се препоръча за бъдещи изследвания да се работи само с годишните 24-часови максимални валежни височини.

Параметрите на теоретичните криви на обезпеченост се определят, както следва:

За крива LN1

От графиката се отчитат:

$H_5=105$ $H_{50}=28$ $H_{95}=8$ – абсолютни квантили за обезпечености 5, 50 и 95 %;

$$S = \frac{105 + 8 - 56}{105 - 8} = 0,59 \quad \text{- скосеност.}$$

От таблица 3.14 – (Наръчник по хидрология том I)

За $S=0,59 \rightarrow C_S=4,00$ – коефициент на асиметрия;

$\Psi_5=1,78$ $\Psi_{50}=-0,29$ $\Psi_{95}=-0,82$ – относителни квантили от логаритмично-нормална крива на обезпеченост за 5, 50 и 95 % обезпеченост.

Таблица 2. Абсолютни квантили от теоретичната крива LN1 (обезпечености от 0 до 32 %):

$$H_p = \bar{H} + \Psi_p \cdot \sigma_{\bar{H}}$$

P%	0.1	1	5	20	25
Ψ_p	8,3	3,91	1,78	0,42	0.273
H_p	348,5	135,0	105,0	54,5	49,00

За крива LN2

От графиката се отчитат:

$$H_5=65 \quad H_{50}=41 \quad H_{95}=26$$

От таблица 3.14 – (Наръчник по хидрология том I)

$$\text{За } S=0,23 \rightarrow C_S=0,9$$

$$\Psi_5=1,84 \quad \Psi_{50}=-0,14 \quad \Psi_{95}=-1,37$$

$$\text{Стандартно отклонение: } \sigma_{\bar{H}} = \frac{65-26}{1,84+1,37} = 12,15$$

$$\begin{aligned} \text{Средно многогодишно: } \bar{H} &= H_{50} - \Psi_{50} \cdot \sigma_{\bar{H}} \\ &= 41 + 0,14 \cdot 12,15 = 42,70 \text{ mm} \end{aligned}$$

Таблица 3. Абсолютни квантили от теоретичната крива LN2 (за обезпечености от 32 до 100 %):

$$H_p = \bar{H} + \Psi_p \cdot \sigma_{\bar{H}}$$

P%	50	80	95	99
Ψ_p	-0,14	-0,84	-1,37	-1,74
H_p	41,0	32,5	26,0	21,6

Извод:

Очевидно е, че за практическо приложение са валидни абсолютните квантили от теоретична крива 1, които обхващат зоната на „малки обезпечености”, на която зона се разполагат и по-голямите по абсолютна стойност величини, в случая денонощни валежни максимуми за гр. Русе.

III. ИНТЕНЗИВНИ ДЪЖДОВЕ С РАЗЛИЧНО ВРЕМЕТРАЕНЕ И ОБЕЗПЕЧЕНОСТ

От важно значение при оразмеряването на канализационни съоръжения е да се знае валежната височина или обемната

интензивност за оразмерителния дъжд. От статистическа гледна точка тук се налага прилагане на двумерни разпределения, което е проблем, който не е доведен до практическо приложение в тази област.

Основните работни зависимости за различните характеристики на интензивните дъждове са както следва:

h_{τ} – валежна височина в [mm] за времетраене на валежа τ [минути, min];

$h_{24,p}$ – денонощна валежна височина в [mm], с обезпеченост P [%];

$i_{\tau} = h_{\tau}/\tau$ – среден интензитет на валежа с времетраене τ в [mm/min];

$q_{\tau} = 166.67 \times i_{\tau} = 166.67 \times h_{\tau}/\tau$ – обемна интензивност на валежа [l/s.ha].

Отношението $\Psi_{\tau} = h_{\tau}/h_{24}$ се нарича “редукционен коефициент”. За времетраене на интензивния дъжд τ и обезпеченост на валежната височина P % това отношение може да се запише, както следва: $\Psi_{\tau,p} = h_{\tau,p}/h_{24,p}$ и се дефинира като «редукционен коефициент» за времетраене на интензивния дъжд τ [min] и обезпеченост на валежната височина P [%]. Очевидно е, че ако $\Psi_{\tau,p}$ и $h_{24,p}$ са

известни, то лесно може да се изчисли и $h_{\tau,p} = \Psi_{\tau,p} \times h_{24,p}$, а след това и останалите характеристики на интензивния дъжд с определено времетраене.

III.1 Интензивни дъждове с различно времетраене и обезпеченост (по метод на ИХМ)

Редукционна крива на интензивните дъждове - $\Psi_{\tau,p} = h_{\tau,p}/h_{24,p}$

Редукционната крива на интензивните дъждове за гр. Русе се разработва по метод на ИХМ, публикуван в „Хидрологичен наръчник том 2”. Тя е както следва:

За гр. Русе – район III, за средна надморска височина на станцията в Русе 37.5 m от цитирания източник – стр.27 таблица 6.1 се отчитат следните редукционни коефициенти:

Изчисляват се валежни височини с различно (произволно) времетраене на интензивния дъжд ($h_{\tau,p}$) и зададена обезпеченост, както следва:

$$h_{\tau,p} = \Psi_{\tau,p} \cdot h_{24,p} \text{ и}$$

$$i_{\tau,p} = h_{\tau,p}/\tau$$

$$q_{\tau,p} = 166,67 \cdot i_{\tau,p} = 166,67 \cdot h_{\tau,p}/\tau$$

Таблица 4. Редукционна крива на ИХМ за III район за обезпечености от 0 до 25%

P%	5	10	20	40	60	90	150	300	720	1440	2880
ψ_{τ}	0,179	0,258	0,356	0,463	0,520	0,572	0,651	0,762	0,934	1,060	1,220

III.2. Интензивни дъждове с различно времетраене и обезпеченост (по климатичен справочник на НИМХ „Интензивни дъждове”)

От денонощната валежна височина на валежите h_{τ} се пресмята и средният обемна интензитет на валежите $q_{\tau,p}$

$$q_{\tau} = h_{\tau} \cdot 166,67/\tau \text{ [l/s.ha]}$$

τ – времетраене на валежа в [min]

h_{τ} - валежна височина в [mm] за времетраене τ

Таблица 5. Обемна интензивност на интензивен дъжд за гр. Русе с различно времетраене и обезпеченост (метод на ИХМ) в [l/s.ha]

P %	0.1	1	5	10	20	50
τ [min]						
5	990	703	523	450	373	287
10	713	507	377	325	268	207
20	493	349	259	224	186	143
40	320	227	169	146	121	93
60	240	170	126	109	90	70
90	176	125	93	80	66	51
300	70	50	37	32	27	20
720	36	25	19	16	14	10
1440	20	14	11	9	8	6

$$P_e = m \cdot 100/(N+1)$$

където m е пореден номер в низходящ вариационен ред,

N е общ брой на членовете в реда

III.3. Интензивни дъждове с различно времетраене и обезпеченост (по препоръчан израз в учебник за оразмеряване на канализационни системи с автор проф. д-р инж. Г. Димитров)

Таблица 6. Среден обмен интензитет на валежите $q_{\tau, p}$ с различно времетраене и обезпеченост (по Вейбул) в [l/s.ha] по данни от “Справочник на интензивните дъждове за Р. България”.

q_5	q_{10}	q_{15}	q_{20}	q_{25}	q_{30}	q_{40}	q_{60}	q_{90}	P_e %
343.0	330.0	326.0	261.0	215.0	154.0	137.0	116.0	77.3	3.70
342.0	325.0	285.0	250.0	200.0	152.0	132.0	100.0	66.7	3.85
341.0	322.0	270.0	225.0	190.0	148.0	122.0	90.0	60.0	4.76
337.0	312.0	248.0	210.0	173.0	140.0	109.0	80.0	53.3	6.25
331.0	297.0	232.0	199.0	158.0	130.0	98.0	71.0	47.3	9.09
311.0	260.0	201.0	172.0	129.0	106.0	80.0	51.0	34.0	16.67
310.0	250.0	190.0	165.0	125.0	100.0	75.0	45.0	30.0	20.00
263.0	205.0	161.0	133.0	100.0	81.0	60.0	30.0	20.0	33.33
202.0	154.0	128.0	104.0	77.0	60.0	40.0			50.00
152.0	114.0	95.0	75.0	60.0	40.0				66.67
127.0	93.0	76.0	60.0	45.0					75.19
108.0	79.0	63.0	49.0	33.0					80.00
94.0	69.0	54.0	40.0						83.33
83.0	61.0	47.0	32.0						85.69
75.0	55.0	40.0							87.49
68.0	50.0	35.0							88.89
63.0	44.0	30.0							90.01
57.0	41.0								90.91
53.0	37.0								91.66
49.0	33.0								92.34
45.0	31.0								92.85
42.0									93.37
38.0									93.72
36.0									94.16
33.0									94.43

$$q_{\tau} = A + \varphi_{\tau} \times \lg P$$

P – повторяемост на 2 год за градска

зона (обезпеченост 50 %)

$$N = 1/P - \text{честота } 0.5$$

$A = 225$ – по проф. Димитров

Таблица 7. Обмен интензитет на оразмерителните интензивни дъждове за гр. Русе

Пореден номер №	Продължителност τ [min]	Параметър φ	Обмен интензитет q_{τ} l/s.ha
1	5	1.15	280.6
2	10	0.97	271.2
3	15	0.85	237.6
4	20	0.76	212.9
5	25	0.69	193.6
6	30	0.63	178.0
7	40	0.57	159.3
8	50	0.52	145.2
9	60	0.48	134.0
10	90	0.42	117.6

Таблица 8. Обмен интензитет на оразмерителните интензивни дъждове за гр. Русе в [l/s.ha] и обезпеченост 2 % по трите метода на изчисление

№ по ред	Времетраене min	Метод		
		ИХМ	Кл.С-к	Учебник
1	5	658	370	281
2	10	450	340	271
3	20	320	240	213
4	90	115	76	118

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЯ

На основата на проведените изследвания могат да се направят следните важни заключения:

1. Достъпния период за изследване на интензивните дъждове за гр. Русе е 1941-2010 г;

2. прилагането на подход с избор на прагова стойност и по-вече от 1 годишен валежен максимум не подобрява сериозно крайните резултати в сравнение с резултатите от изследванията на хидроложки ред съставен от 24-часовите годишни максимални валежни височини;

3. глобалното затопляне, което може да се оцени с начало през 1981 г, не оказва (засега) съществени изменения в честотата и валежната височина за интензивните дъждове при гр. Русе;

4. преобладаващите годишни максимуми в първите 20 най-голями валежни височини са еднакво разпределени за периодите преди и след 1981 г, поради което се препоръчва при бъдещи изследвания да се използва цялата достъпна дължина на хидроложкия ред от годишните максимални 24-часови валежни височини;

5. ако се използва хидроложки ред с годишни максимални 24-часови валежни височини, емпиричната обезпеченост на отделните членове на вариационния ред е подходящо да се оценява с формулата на Вейбул;

6. наблюдава се слаба тенденция за увеличаване на честотата на интензивните дъждове след 1981 г и също така слаба тенденция към намаляване на денонощната валежна височина;

7. от съществуващите 3 метода за определяне на характеристиките на интензивните дъждове като „най-строен“ може да се оцени метода на ИХМ, представен в наредбата „Методи за изследване на характеристиките на максималния отток“, приета от КОПС при МС през 1980 г;

8. публикуваните в метеорологичните справочници на НИМХ характеристики на интензивните дъждове могат да се използват само след допълнителни изчисления. Основен недостатък е апроксимирането на теоретичното разпределение в тези справочници с помощта на крива на обезпеченост построена по теоретичното „ γ – разпределение“ на плътността на вероятностите;

9. сравнително слабата асиметричност

на γ – разпределението води до занижаване на оразмерителните обемни интензитети. Препоръчително е да се използва „логаритмично-нормално“ разпределение или софтуерни продукти с оптимизация на избора на представителен тип крива на разпределение на плътността на вероятностите. Подобен извод може да се направи и по отношение на публикуваните в някои учебници формули за оценка на оразмерителните интензитети, поради това, че и тези формули са разработени за апроксимация по теоретичното „ γ – разпределение“ на плътността на вероятностите;

10. засега, след 1985 г., не е правена оценка относно характеристиките на оразмерителните интензитети за интензивни валежи с определено времетраене и обезпеченост. Районирането на страната само в 2 района според изследванията, през 80-те години на миналия век, не може да се приеме като достатъчно представително, главно поради сериозните климатични различия в отделни региони на страната. В методиката на ИХМ страната е районирана в 20 района според основните характеристики на интензивните дъждове. Тази методика също не е осъвременена;

11. препоръчително е оразмерителните обезпечености за оценка на наводненията от повърхностен отток да се съгласуват с нормативно приетите обезпечености за оразмеряване на хидросъоръжения и системи (от МРРБ, МЗХ, МОСВ и т.н.). Най-правилно ще бъде да се разработи и приеме от МОСВ или МРРБ единна наредба относно избора на оразмерителна обезпеченост за водопроводящи системи и съоръжения;

12. на този етап може да се препоръча изследванията да се продължат с верификация на редукионните криви на интензивните дъждове по реални записи от автоматични дъждомери – плувиографи;

13. на следващ етап трябва да се провери представителното разпределение на плътността на вероятностите за територията на Р. България. Традиционно за екстремни характеристики се приема значително по-асиметричното логаритмично-нормално разпределение на плътността на вероятностите. Γ —разпределението на плътността на вероятностите е по-слабо асиметрично и обикновено е по-подходящо при апроксимирането на средни хидрологични и метеорологични характеристики.