

**Обект:** Пешеходен мост на р. Янтра  
между ул. "Авр. Гачев" и ул. "Дунав",  
гр. Габрово“

**Част:** Инженерно-хидрложки доклад и  
хидравлични изчисления

Проектант:

инж. Николай Лисев

## СЪДЪРЖАНИЕ

1	ВЪВЕДЕНИЕ.....	3
2	ОРОХИДРОГРАФСКИ И КЛИМАТИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	4
	ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА В °C.....	5
	Средно месечни температура на въздуха .....	5
	Средно месечна максимална температура на въздуха.....	5
	Средно месечна минимална температура на въздуха .....	5
	ВАЛЕЖИ .....	5
	Средно месечна, сезонна и годишна сума на валежите (mm) .....	5
	Максимални денонощни валежи (mm) с различна обезпеченост за година .....	6
	ПОЧВИ .....	6
	РАСТИТЕЛНА ПОКРИВКА.....	6
3	ХИДРОЛОЖКА ИЗУЧЕНОСТ .....	8
4	СРЕДЕН ОТТОК.....	9
5	МАКСИМАЛНИ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА В СТВОРА НА МОСТА.....	11
6	ХИДРАВЛИЧНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАКСИМАЛНИТЕ ОРАЗМЕРИТЕЛНИ ВОДНИ НИВА В ЗОНАТА НА МОСТА.....	25
7	ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ .....	47

# 1

## ВЪВЕДЕНИЕ

Настоящият доклад отразява направените инженерно-хидроложки проучвания във връзка с проектиране на нов мост на р. Янтра в гр. Габрово. Основната цел е определяне на максималните оразмерителни водни количества за характерни оразмерителни обезпечености - 1,0%, 0,1% и 5.0% или съответно за повтораемост на максималното водно количество 1 път на 1000, 100 и 20 години.

Съгласно с действащите у нас нормативни изисквания при наличие на масивни (Стоманобетонни) мостови съоръжения, същите се проверяват за висока вълна с вероятност за превишение 1,0%, като в този случай необходимият минимален нормативен запас от 0,25 m до лагерите и 0,50 m до долния ръб на горното строене.

В процеса на проучването са използвани следните данни и материали:

- Картов материал в М - 1:25000 за определяне на орохидрографските елементи до пункта.
- Атлас НРБ, 1973
- Поредица "Хидрологичен годишник" - изд. ГУХМ-БАН, София;
- Хидрологичен справочник - Том II и Том III
- "Справочник за валежите в България" - изд. "Наука и изкуство", София
- Поредица "Метерологичен годишник" - изд. ГУХМ - БАН, София.
- "Климат на България" - изд. БАН
- "Климатичен справочник - Валежи в България" - изд. БАН
- Методи за анализи и изчисления на максималния речен отток - монография, проф. Стр. Герасимов, 1998 г.
- Данни за климатичните елементи: средномесечните и екстремни температури на въздуха, мраза, снежната покривка, средномесечните и средно - многогодишните валежни суми, максималните 24-часови валежи, изпарението и вятъра, които оказват съществено влияние за формиране на повърхностните води, разположени в близост до проучвания район. Тези данни са систематизирани в подходящи таблици.

## 2

## ОРОХИДРОГРАФСКИ И КЛИМАТИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### ОБЩА ХАРАКТЕРИСТИКА

Водосборът на река Янтра до гр. Габрово се намира в Дунавския район на басейново управление, Централна Северна България, където е и географският център на страната.

Релефът на района е силно пресечен и представлява поредица от малки долини, прорязани от дерета и оврази, тесни ридове и била със стръмни склонове. Релефните форми са усложнени от съвременните ерозионни процеси, изразяващи се чрез развитието на склонове, насипи, наноси и терасирания от човешката дейност.

Теренът е насечен, с общ наклон на север, с меки заоблени била и относително тесни, със стръмни склонове, терени на реките. На север теренът формира зона с почти равнинен характер.

### КЛИМАТ

Водосборът попада изцяло в зоната на умерено - континенталния климат. Стара планина е важна климатична преграда. От север и североизток нахлуват студени въздушни маси през зимата, а през лятото - топли и влажни северозападни ветрове, идващи от Атлантическия океан. Непосредствената ѝ близост до високопланински масиви и големият процент горски площи обуславят проявленията на климата в зоната, за които са характерни по-високите минимални температури през зимата и по - ниски максимални през лятото, в сравнение с останалата част на страната. Средната годишна температура е около 9 - 10° С.

Зимата в Габровския регион е мека (средна януарска температура - 1,6°С), с обилни снеговалежи. Средногодишният брой дни със снежна покривка е 41,4. Тя се задържа от 100 до 110 дни, а в по - високите планински местности - чувствително повече. Валежите са малко над средните за страната - 880 мм.

Максимумът на валежите е през месеците май и юни, а минимумът - през есента. Мъглите са характерни за есенно - зимните месеци. Проявяват се в котловинните и долинните разширения, където обикновено има големи промишлени предприятия или населени места - град Габрово.

## ТЕМПЕРАТУРА НА ВЪЗДУХА В °C

### Средно месечни температура на въздуха

Месечните и годишни температури на въздуха, по данни от климатичния справочник на Р.България (валиден за периода 1931-1985г.) за станция Трявна са дадени в таблица 1. Първия есенен мраз настъпва през м. октомври.

Таблица 1

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Габрово	-1,5	1,0	4,9	11,0	15,6	18,9	21,0	20,5	16,6	11,4	6,5	1,2	10,6

### Средно месечна максимална температура на въздуха

Средно максимални температури на въздуха за периода 1931-1985г., се наблюдават през месец август (таблица 2). Средните максимални температури на въздуха достигат и надвишават 39 °C.

Таблица 2

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Габрово	5,8	8,2	10,8	14,3	19,3	20,5	23,2	23,8	20,1	16,8	10,1	6,9	11,7

### Средно месечна минимална температура на въздуха

Средно месечните минимални температури на въздуха за периода 1931-1985г., се наблюдават през зимните месеци и достигат до - 25,3 °C. Във високите части на водосбора абсолютните минимални температури са отрицателни през всички месеци с изключение на летните месеци (таблица 3).

Таблица 3

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годишно
Габрово	-8,8	-8,8	0,4	6,9	13,4	16,8	18,7	17,6	12,7	7,6	1,8	-5,0	8,9

## ВАЛЕЖИ

### Средно месечна, сезонна и годишна сума на валежите (mm)

Налице е ясно изразено сезонно разпределение на валежите. Те са най-големи през месеците май, юни и юли и най-малки през месец септември (таблица 4).

Таблица 4

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	зима	пролет	лято	есен	година
Габрово	59	49	49	78	109	123	95	79	56	60	61	57	165	235	297	176	875

## Максимални денонощни валежи (mm) с различна обезпеченост за година

Таблица 5

Станция	Обезпеченост Р %			
	2	5	10	50
Габрово	99	86	75	47
Кръстец	90	83	76	53
Трявна	72	67	62	47
Дряново	110	88	72	41

## ПОЧВИ

Най - разпространените видове са тъмносивите, сивите и кафявите горски почви, планинско ливадните, алувиални и делувиялни почви.

**Сиви горски почви** - тези почви са характерни за Предбалкана с надморска височина от 800 до 1000 м. Образуват се в условия на умерено - континентален климат и имат ясно изразен хумусен хоризонт, като хумусното съдържание е до 5 %, а общият запас на хумус варира от 20 до 25 т/дка. Притежават неблагоприятни физико- механични свойства и понижена водопропускливост като резултат от тежкия си механичен състав. За повишаване на плодородието на сивите горски почви е необходимо провеждането на редица мероприятия, като върху тях могат да бъдат отглеждани зимна пшеница, ечемик, ръж, фасул, овощия, люцерна и др.

**Алувиално - ливадните почви** - те са разпространени предимно по поречието на р. Янтра. Намират се на заливните тераси на реките и са богати на скални материали и хумусни вещества. Те задържат влагата по - продължително време и са подходящи за отглеждане на зеленчуци. За повишаване на плодородието им е необходимо да се предпазват от заблатяване и засоляване. За съжаление относителният им дял е малък на територията на община Габрово.

**Кафявите горски почви** - разпространени са върху високите склонове на Стара планина - в места с надморска височина над 1000 м. Те са силно ерозирали, имат лек механичен състав и се отличават с ниско плодородие. Образувани са върху кисели скали, пясъчници и глинести шисти. Подходящи са за отглеждане на ръж, овес и картофи, но се нуждаят от варуване и комбинирано торене.

## РАСТИТЕЛНА ПОКРИВКА

Голямото разнообразие на релефните и почвено - климатични условия на територията на община Габрово са създали условия за развитие на едно голямо многообразие от растителни видове. Географското разположение на водосбора на реката благоприятства разпространението на предимно естествено растящата широколистна растителност, представена основно от бук и дъб.

През последните години се настаняват изкуствено внесените иглолистни видове, представени главно от белия и черен бор. Горските масиви са разпространени предимно в планинските райони.

В района на община Габрово има 26 946 ха гори със средна възраст 58 години, които заемат около половината от общата ѝ територия. По - голяма част от горските насаждения (56,5%) са разположени в средния планински пояс с надморска височина от 600 - 1800 м и (43,5%) попадат в долния равнинно - хълмист пояс от 0 - 600 м надморска височина. Горската растителност в района е представена от три основни групи насаждения:

- естествени семенни насаждения от бук и малко дъб и габър;
- естествени издънкови от цер, зимен дъб, благуи и габър;
- изкуствени насаждения от бял и черен бор, смърч, акация, червен дъб и тополя.

С по-малко участие се срещат явор, шестил, череша, ясен, липа, трепетлика, бреза, турска леска, клен, бяла мура и някои екзотични видове - веймугов бор, лиственица, кедър.

Срещат се и храстови видове: леска, глог, дрян, черен бърз, шипка, трънка и др.; полухрасти: къпина, малина и др. Богато е видовото разнообразие от дървесни видове, но основен дървесен вид, даващ облика на естествената растителност, е букът, който е с най-голямо участие. Другата характерна особеност е, че 77% от горите са с т. нар. специално предназначение, като защитни гори, водохранни зони, противоерозионни, мелиоративни, рекреационни гори и територии, зелена зона и др.

Част от високостеблените букови комплекси са оформени като лесопаркове - "Градище", "Баждар", "Бакойски баир", парк "Синкевица" и др.

### 3 ХИДРОЛОЖКА ИЗУЧЕНОСТ

Изследваният водосбор е част от горната приточност на речната система на р. Янтра. Най-близката хидрометрична станция от Националната опорна мониторингова система на НИМХ е ХМС 23650/74, която се намира на моста на река Янтра в непосредствена близост до изследвания участък. На фигура 1

В таблица 6 са представени орохидрографските характеристики на хидрометричната станция (ХМС 74). В таблица 7 са дадени основните статистически параметри на хидроложкия ред на средномесечните водни количества. На фигура 2 се вижда тенденцията на изменение на оттока за периода.

Таблица 6

№	ХМС №	Местоположение	Кота рейка, м	Дата на откриване	Река	F, km <sup>2</sup>	L, м	H, м
1	74/ 23650	Габрово	360,75	19.11.1958 г.	р. Янтра	285,0	25,8	781



## 4

### СРЕДЕН ОТТОК

На фигура 1 е показан ходографа на средномесечните водни количества за периода 1981-2012 г. В таблица 7



Фигура 1.

Таблица 7

57. 23650/74 р.Янтра - Габрово

Хидрометрична станция	Характеристики на положение и разсейване [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]							
	$Q_{\text{средно}}$	Медиана	Мода	$\sigma$	Cv	Cs	25% квантил	75% квантил
23650/74 р.Янтра - Габрово	<b>3.950</b>	3.613	3.340	1.682	0.426	1.492	2.973	4.321

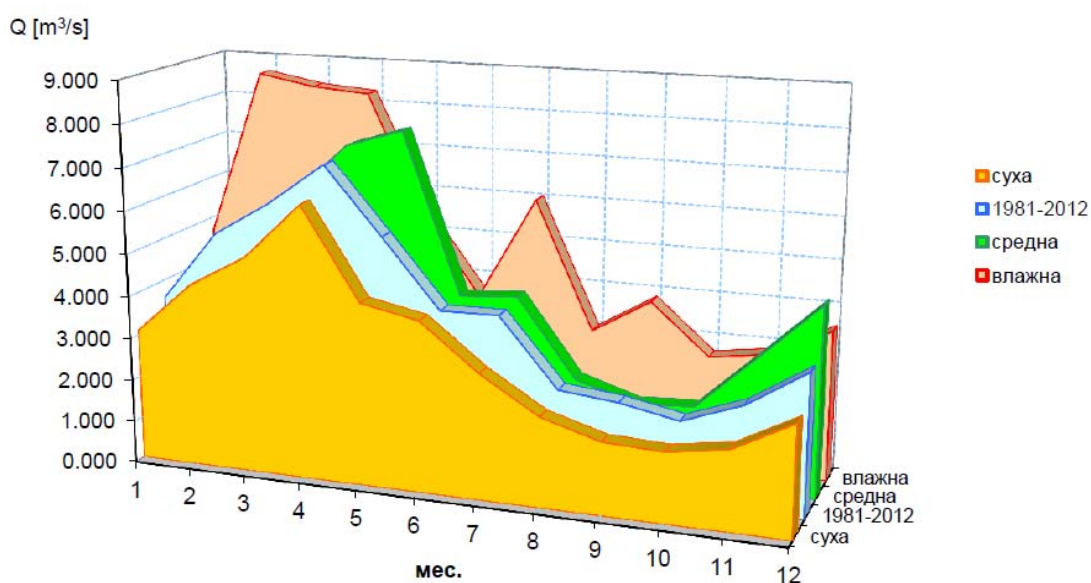


Фигура 2.

Таблица 8. Средномесечни и средногодишни водни количества протичащи по река Янтра в гр. Габрово (ХМС 23650/74)

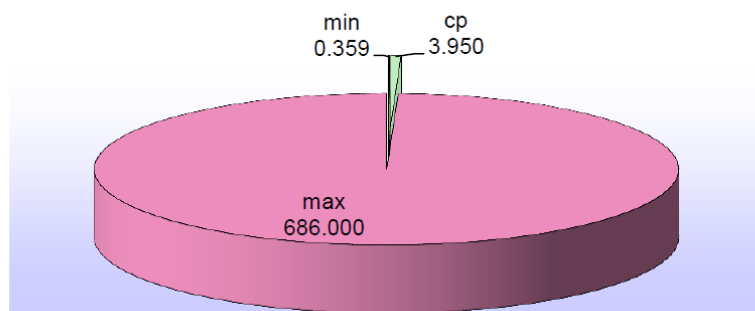
Вид години	МЕСЕЧНИ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА [m <sup>3</sup> /s]											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1981 - 2012	3.573	5.237	6.063	7.060	5.500	3.900	3.925	2.334	2.194	1.928	2.447	3.342
суха	3.106	4.320	5.083	6.400	4.279	4.008	2.944	2.104	1.703	1.642	1.863	2.613
средна	3.535	4.229	5.996	7.277	7.707	3.925	4.027	2.207	1.783	1.862	3.159	4.477
влажна	4.689	8.628	8.390	8.289	5.452	3.622	6.035	3.024	3.846	2.664	2.868	3.549

Вътрешногодишно разпределение при различни по влажност години за 23650



Фигура 3. Вътрешногодишно разпределение на средномесечните водни количества за периода 1981-2012 г, средна фиктивна година за периода, средна година, суха година и влажна година.

Съотношение на минимални, средни и максимални водни количества [m<sup>3</sup>/s] за 23650



Фигура 4. Съотношение между минималните, средните и максималните водни количества измерени в ХМС 23650 за периода 1981-2012 г.

## 5

### МАКСИМАЛНИ ВОДНИ КОЛИЧЕСТВА В СТВОРА НА МОСТА

Изследването е ограничено до определяне на максималните оразмерителни водни количества за р. Янтра за характерните оразмерителни обезпечености - 5, 1 и 0.1% или съответно за повтораемост на максималното водно количество 1 път на 20, 100 и 1000 години.

Съгласно действащите нормативни документи за проектиране на корекции на реки (Норми за проектиране на хидромелиоративни системи", Министерство на земеделието и горите, ДФ „Вопроект", София, 1991) са в сила следните оразмерителни водни количества:

Чл.106.(1) Корекциите на реки и съоръжения за защита от наводнение на селскостопански площи се оразмеряват за обезпеченост на нормалното водно количество 5%, като резервата се проверява за обезпеченост на максималното водно количество 1%. При защитени площи под 30 ha за 1 km дължина на фронта оразмерителната обезпеченост е съответно 20% и проверка за 5%. Допуска се и друга обезпеченост след технико-икономическа обосновка.

(2) Корекции на реки и дерета за защита от наводнение на населени места, индустриални зони и други подобни се оразмеряват за обезпеченост на нормалното водно количество 1% и се проверяват за обезпеченост на максималното водно количество 0,1%.

(3) Билата на защитените съоръжения (диги и подпорни стени), с изключение на тези по ал.4, се проектират на кота форсирано водно ниво, съответстващо на максималното (с което се проверява) водно количество, когато резервната височина, която се получава над нормалното водно ниво е от 0,4 до 0,8 m за малки и средни реки от 0,6 до 1 m за големи реки, а за населени места, индустриални зони и други подобни - съответно от 0,5 до 1 m за малки и средни реки и от 0,8 до 1,2 m за големи реки. Когато се получава по-малка или по-голяма резервна височина, за която не е направена допълнителна обосновка, се приемат съответно посочените минимални и максимални стойности.

Съгласно „Временни правила за проектиране на бетонови и стоманобетонови мостове, издаден 1973г. от ДИ „Техника". В глава I - Предварителни проучвания, от т. 1.2.3 до 1.2.6. се дават следните изисквания:

- Мостове по главни и първостепенни пътища се оразмеряват с обезпеченост 1%, а тези от по - нисък клас - с 2%. При особени случаи обезпечеността може да бъде и по-малка, съответно мотивирана с технико-икономическите условия за проектиране (техническото задание);

- Най-ниската точка от връхната конструкция трябва да е най-малко на 50 см над оразмерителното водно ниво и на 1,00 m над него, при опасност от плаващи дървета и предмети.

Считам, че в конкретния случай трябва да се приложат изискванията на Временните правила за проектиране на бетонови и стоманобетонови мостове, като връхната конструкция не трябва да отнема от сечението на корекцията.

Както е показано в раздел 3 в границите на водосбора има само една хидрометрична станция, която в конкретния случай е разположена в непосредствена близост до изследвания участък и може да бъде използвана директно като станция аналог. Това е станция ХМС № 23650/74, като орохидрографските параметри за водосбора до станцията са показани в талица 6.

Изчисленията са извършени в следната последователност:

Изчисляване и построяване на емпирична крива на обезпеченост на максималните водни количества за станцията-аналог по действителни данни;

Определяне на статистически параметри за различни разпределения и по стандартните методи;

Изчисляване и построяване на серия теоритични криви на обезпеченост на максималния отток за станцията-аналог при различни разпределения и съответни статистически параметри и избор на меродавна крива на обезпеченост на максималните водни количества за аналога;

Определяне на оразмерителните максимални водни количества с характерна обезпеченост за разглеждания профил.

За станцията-аналог е изчислена и построена емпирична крива на обезпеченост на максималния отток, като емпиричната обезпеченост е определена по формулата на Вейбул:

$$P = \frac{m}{N + 1} * 100 (\%);$$

Определени са статистическите параметри по «метод на моментите», «метод на опорните ординати» и «метод на максималното правдоподобие»;

Изчислени са и са построени серия теоретични криви на обезпеченост на максималния отток за различни разпределения и след анализ, като най-добре описваща изходните данни е приета кривата на обезпеченост за биномиално разпределение и статистически параметри, определени по «метод на моментите».

Анализирани са подробно преминалите високи води за целия наблюдаван период от официално публикувани данни за регистрираните високите води, които за периода от 1961 г. до 1984 г. са публикувани в “Хидрологичен справочник на реките в България”, а за периода от 1985 г. до 2014 г. е използвана официална хидрологична информация, специално закупена от НИМХ при БАН за нуждите на настоящето изследване.

Хидроложкият ред, съставен от годишните максимални водни количества за р. Янтра при ХМС 23650/74 е даден в таблица 9. Той обхваща периода - 1961 - 2014 г.

Таблица 9.

Година	Qmax	Година	Qmax	Година	Qmax
1961	51.600	1980	115.000	1998	41.000
1962	212.000	1981	118.419	1999	41.000
1963	135.000	1982	21.699	2001	13.630
1964	93.500	1983	31.000	2002	53.099
1965	132.000	1984	40.500	2003	47.779
1966	240.000	1985	78.000	2004	54.799
1967	24.800	1986	205.000	2005	192.000
1968	47.400	1987	93.000	2006	61.700
1969	94.000	1988	96.500	2007	64.250
1970	99.500	1989	20.399	2008	76.000
1971	116.000	1990	88.700	2009	51.600
1972	179.000	1991	686.000	2010	66.000
1973	157.000	1992	82.500	2011	27.500
1974	26.600	1993	58.000	2012	62.200
1975	146.000	1994	12.479	2013	105.000
1976	45.300	1995	47.900	2014	118.000
1977	72.000	1996	67.500		
1978	119.000	1997	59.500		
1979	122.000	1998	41.000		

Същият е изследван за “представителност” с помощта на следните критерии:

- Еднородност - критерий на Манн - Уитни - редът е еднороден при 5 % ниво на значимост, т.е. при 95 % доверителна вероятност;
- Независимост - критерий на Валд - Волфовитц - редът е съставен от независими членове за 5 % ниво на значимост, т.е. при 95 % доверителна вероятност;
- Членове не принадлежащи на периода с наблюдения (извънредни членове) - критерий на Грубб-Бек, при 10 % ниво назначимост или 90% доверителна вероятност редът не съдържа извънредни членове.

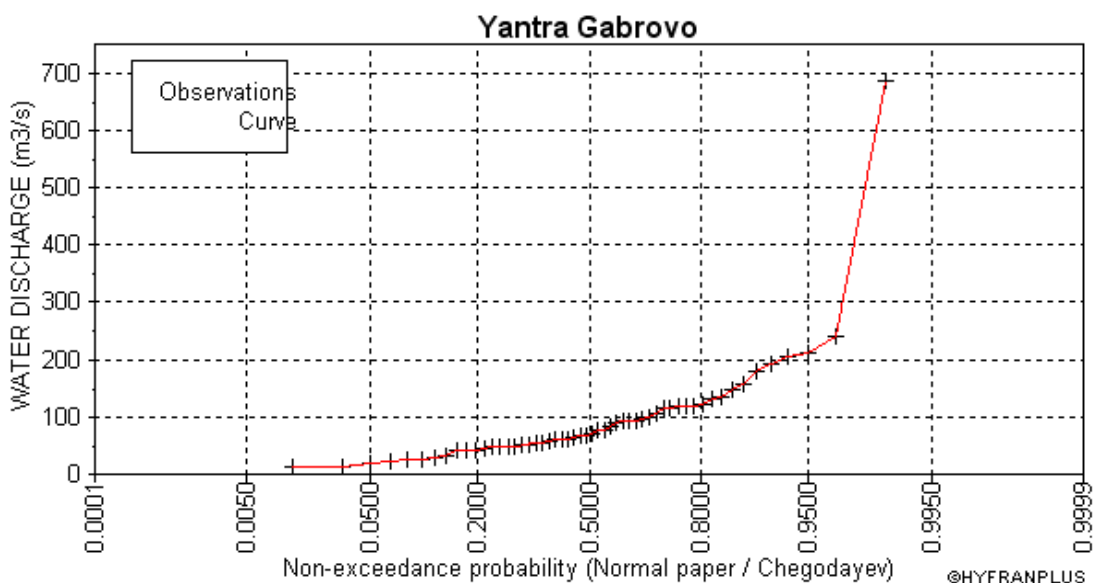
От изложеното следва, че хидроложкият ред е представителен и може да бъде изследван с методите на честотния анализ.

Статистическите параметри на хидроложкия ред, изчислени по метода на “моментите”, са дадени в таблица 10.

Таблица 10.

Статистически параметър		За хидр.ред
Средно аритметично	m <sup>3</sup> /s	95.544
Стандартно отклонение	m <sup>3</sup> /s	97.508
Коефициент на асиметрия	-	4.4155
Коефициент на вариация	-	1.0206

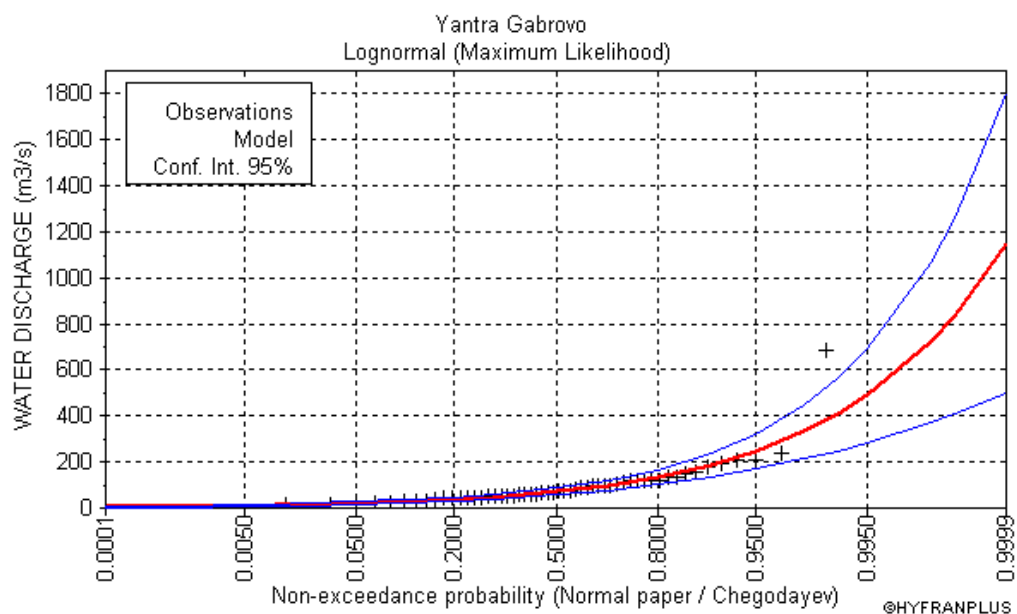
Емпиричната обезпеченост на членовете от хидроложкия ред е изчислена по формулата на Вейбул, която за екстремни хидроложки характеристики е за предпочитане, с оглед на това, че създава и известни резерви. Емпиричната обезпеченост е дадена в на фигура 5.



Фигура 5. Емпирична крива на обезпеченост.

Теоретичната крива на обезпеченост е изследвана за 3 вида разпределение на плътността на вероятностите - логаритмично-нормално, лог-Пирсон III тип и GEV (General Extreme Values). За целта са използвани два стандартни пакета програми: HEC-SSP 1.1 (Hydrologic Engineering Center - Statistical Software Package), разработен от корпуса на военните инженери на САЩ (U.S. Army Corps of Engineers) и HYTRAN Statistical Software.

На следващите фигури и таблици са показани получените резултати, задено с границите на 95% доверителен интервал.

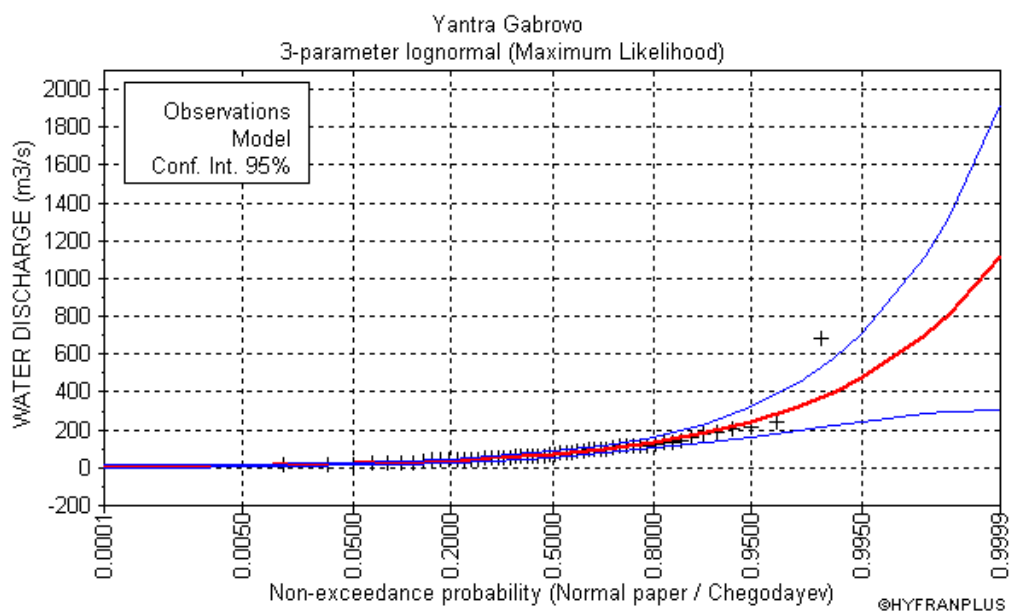


Фигура 6. Теоретичната крива на обезпеченост - логаритмично-нормално разпределение.

Results of the fitting

Lognormal (Maximum Likelihood)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)		
10000.0	0.9999		1149.8	331.39	500.18	1799.5
2000.0	0.9995		835.10	216.60	410.48	1259.7
1000.0	0.9990		719.13	176.96	372.23	1066.0
200.0	0.9950		489.84	104.17	285.62	694.05
100.0	0.9900		406.60	80.084	249.60	563.60
50.0	0.9800		331.72	59.815	214.46	448.99
20.0	0.9500		244.44	38.305	169.34	319.53
10.0	0.9000		186.34	25.660	136.04	236.64
5.0	0.8000		134.14	15.898	102.97	165.30
3.0	0.6667		98.680	10.488	78.119	119.24
2.0	0.5000		71.566	7.2712	57.312	85.821
1.4286	0.3000		48.395	5.2496	38.104	58.686
1.2500	0.2000		38.183	4.5253	29.311	47.054
1.1111	0.1000		27.486	3.7849	20.066	34.906
1.0526	0.0500		20.953	3.2835	14.516	27.390
1.0204	0.0200		15.440	2.7840	9.9819	20.897
1.0101	0.0100		12.596	2.4810	7.7327	17.460
1.0050	0.0050		10.456	2.2236	6.0968	14.815
1.0010	0.0010		7.1221	1.7525	3.6864	10.558
1.0005	0.0005		6.1331	1.5907	3.0147	9.2515
1.0001	0.0001		4.4543	1.2838	1.9377	6.9710



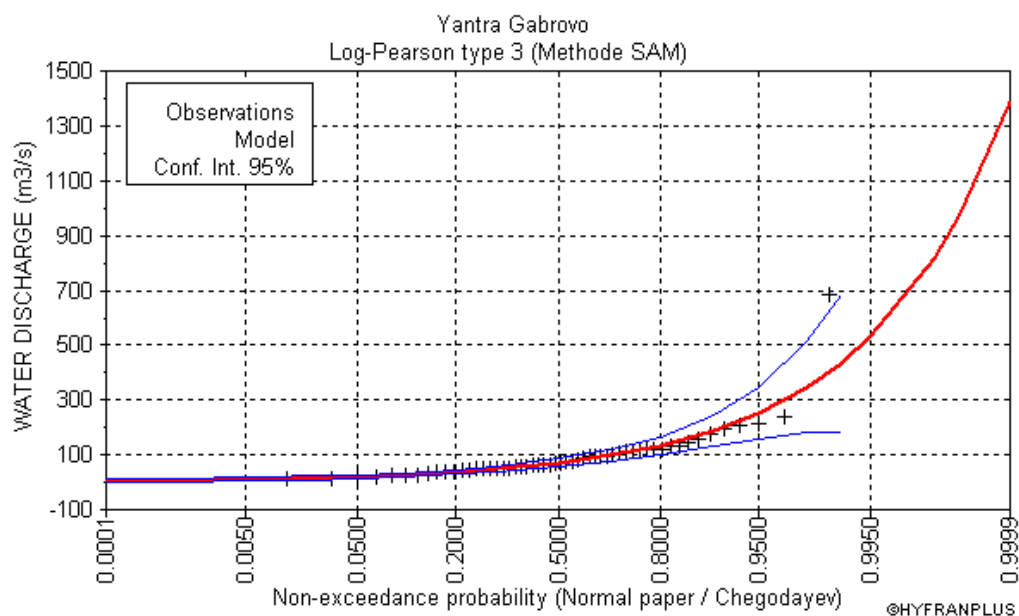
Фигура 7. Теоретичната крива на обезпеченост - 3 параметрично  
логаритмично-нормално разпределение.

Results of the fitting

3-parameter lognormal (Maximum Likelihood)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000.0	0.9999		1112.9	410.68	307.79 1918.0
2000.0	0.9995		811.59	261.55	298.85 1324.3
1000.0	0.9990		700.23	210.72	287.14 1113.3
200.0	0.9950		479.29	118.93	246.15 712.44
100.0	0.9900		398.78	89.286	223.74 573.82
50.0	0.9800		326.17	64.838	199.07 453.28
20.0	0.9500		241.25	39.724	163.38 319.13
10.0	0.9000		184.52	25.688	134.16 234.88
5.0	0.8000		133.34	15.592	102.77 163.91
3.0	0.6667		98.433	10.474	77.901 118.97
2.0	0.5000		71.631	7.5525	56.825 86.437
1.4286	0.3000		48.621	5.4965	37.845 59.396
1.2500	0.2000		38.436	4.6279	29.364 47.509
1.1111	0.1000		27.730	3.7812	20.317 35.143
1.0526	0.0500		21.166	3.4345	14.433 27.899
1.0204	0.0200		15.605	3.4346	8.8715 22.338
1.0101	0.0100		12.727	3.6124	5.6454 19.809
1.0050	0.0050		10.555	3.8511	3.0056 18.105
1.0010	0.0010		7.1605	4.4377	-1.5391 15.860
1.0005	0.0005		6.1498	4.6704	-3.0060 15.306
1.0001	0.0001		4.4290	5.1402	-5.6478 14.506



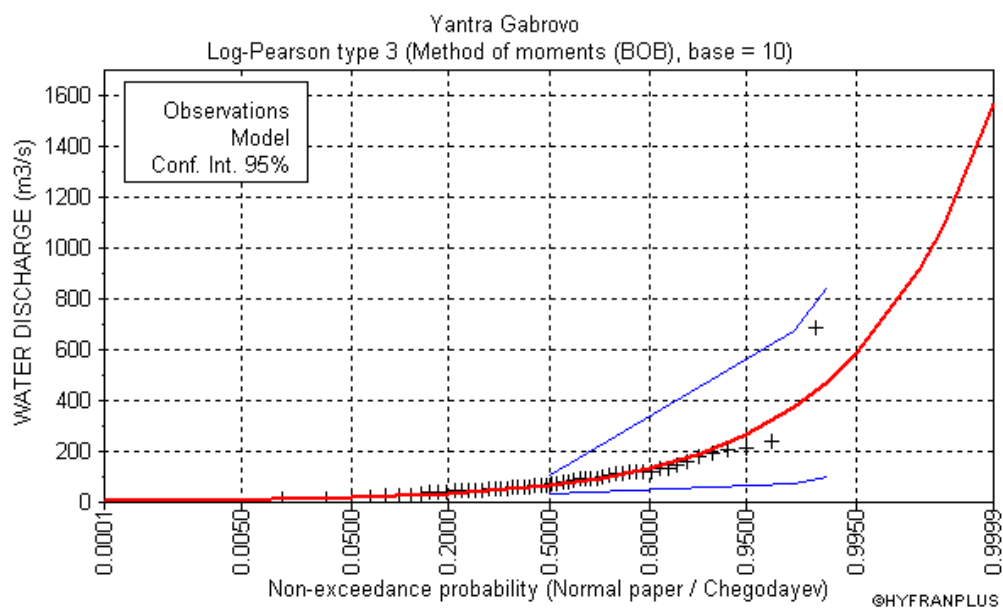


Фигура 8. Теоретичната крива на обезпеченост - Лог-Пирсон III тип (метод SAM).

Results of the fitting

Log-Pearson type 3 (Methode SAM)

10000.0	0.9999	1386.8	934.15	N/D	N/D
2000.0	0.9995	964.83	517.57	N/D	N/D
1000.0	0.9990	815.78	390.50	N/D	N/D
200.0	0.9950	532.92	186.02	N/D	N/D
100.0	0.9900	434.65	128.69	182.36	686.94
50.0	0.9800	348.56	85.678	180.60	516.52
20.0	0.9500	251.29	46.708	159.72	342.85
10.0	0.9000	188.62	28.053	133.63	243.62
5.0	0.8000	133.92	16.466	101.64	166.20
3.0	0.6667	98.248	11.071	76.545	119.95
2.0	0.5000	70.589	7.7640	55.368	85.809
1.4286	0.3000	47.834	5.3337	37.378	58.290
1.2500	0.2000	37.946	4.4259	29.270	46.623
1.1111	0.1000	27.649	3.6812	20.433	34.866
1.0526	0.0500	21.365	3.3946	14.710	28.020
1.0204	0.0200	16.039	3.3045	9.5606	22.517
1.0101	0.0100	13.274	3.3177	6.7705	19.778
1.0050	0.0050	11.181	3.3442	4.6248	17.737
1.0010	0.0010	7.8869	3.3597	1.3007	14.473
1.0005	0.0005	6.8983	3.3368	0.35688	13.440
1.0001	0.0001	5.2009	3.2269	-1.1251	11.527

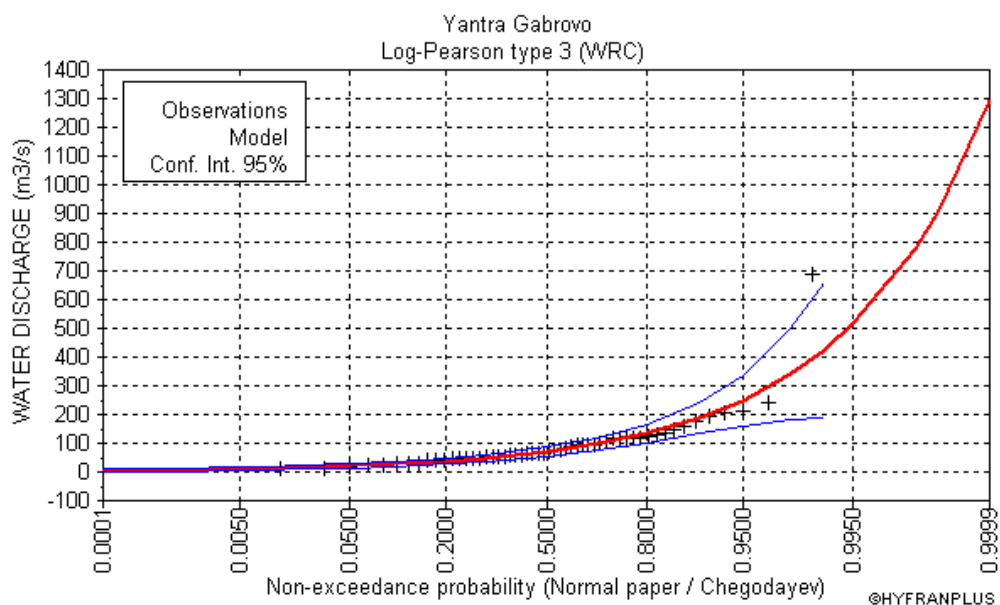


Фигура 9. Теоретичната крива на обезпеченост - Лог-Пирсон III тип (метод на моментите).

Results of the fitting

Log-Pearson type 3 (Method of moments (BOB), base = 10)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000.0	0.9999	1568.0	6296.7	N/D	N/D
2000.0	0.9995	1081.8	2743.8	N/D	N/D
1000.0	0.9990	910.16	1771.4	N/D	N/D
200.0	0.9950	585.27	438.23	N/D	N/D
100.0	0.9900	473.00	191.33	97.921	848.07
50.0	0.9800	375.11	153.12	74.929	675.29
20.0	0.9500	265.37	183.87	N/D	N/D
10.0	0.9000	195.46	159.45	N/D	N/D
5.0	0.8000	135.26	98.191	N/D	N/D
3.0	0.6667	96.638	37.003	N/D	N/D
2.0	0.5000	67.328	18.851	30.372	104.28
1.4286	0.3000	43.802	58.139	N/D	N/D
1.2500	0.2000	33.849	72.085	N/D	N/D
1.1111	0.1000	23.738	81.508	N/D	N/D
1.0526	0.0500	17.732	83.808	N/D	N/D
1.0204	0.0200	12.772	82.879	N/D	N/D
1.0101	0.0100	10.261	80.750	N/D	N/D
1.0050	0.0050	8.3975	77.936	N/D	N/D
1.0010	0.0010	5.5585	70.114	N/D	N/D
1.0005	0.0005	4.7362	66.555	N/D	N/D
1.0001	0.0001	3.3689	58.476	N/D	N/D

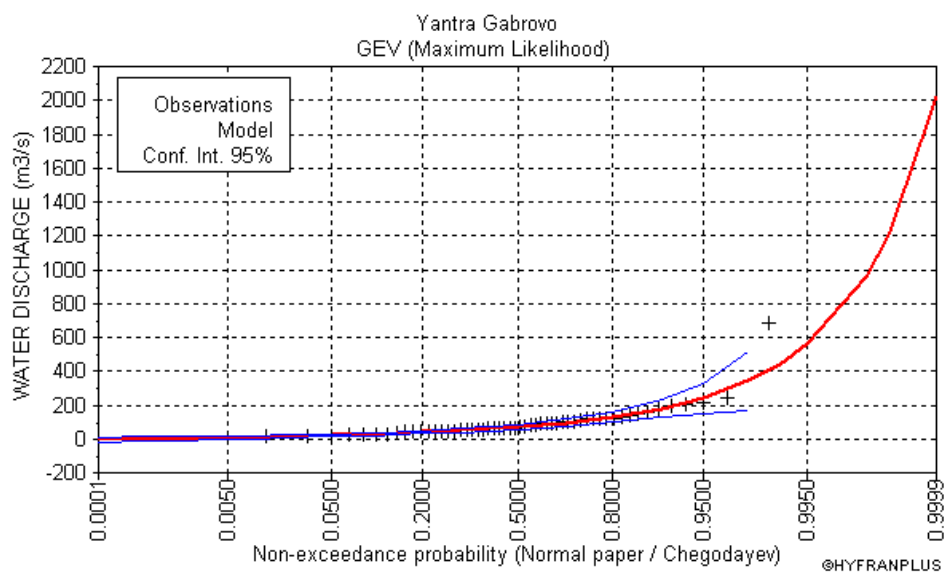


Фигура 10. Теоретичната крива на обезпеченост - Лог-Пирсон III тип (метод WRC).

Results of the fitting

Log-Pearson type 3 (WRC)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000.0	0.9999	1293.5	826.56	N/D	N/D
2000.0	0.9995	913.74	464.77	N/D	N/D
1000.0	0.9990	777.62	352.92	N/D	N/D
200.0	0.9950	515.60	170.77	N/D	N/D
100.0	0.9900	423.19	119.04	189.82	656.55
50.0	0.9800	341.48	79.958	184.74	498.23
20.0	0.9500	248.17	44.281	161.36	334.98
10.0	0.9000	187.37	27.054	134.33	240.41
5.0	0.8000	133.76	16.201	102.00	165.52
3.0	0.6667	98.448	11.003	76.877	120.02
2.0	0.5000	70.890	7.7399	55.716	86.063
1.4286	0.3000	48.053	5.3282	37.608	58.499
1.2500	0.2000	38.090	4.4396	29.387	46.793
1.1111	0.1000	27.690	3.7165	20.404	34.976
1.0526	0.0500	21.327	3.4337	14.596	28.059
1.0204	0.0200	15.924	3.3334	9.3889	22.458
1.0101	0.0100	13.116	3.3338	6.5806	19.652
1.0050	0.0050	10.990	3.3457	4.4313	17.549
1.0010	0.0010	7.6514	3.3237	1.1357	14.167
1.0005	0.0005	6.6531	3.2845	0.21418	13.092
1.0001	0.0001	4.9468	3.1383	-1.2055	11.099

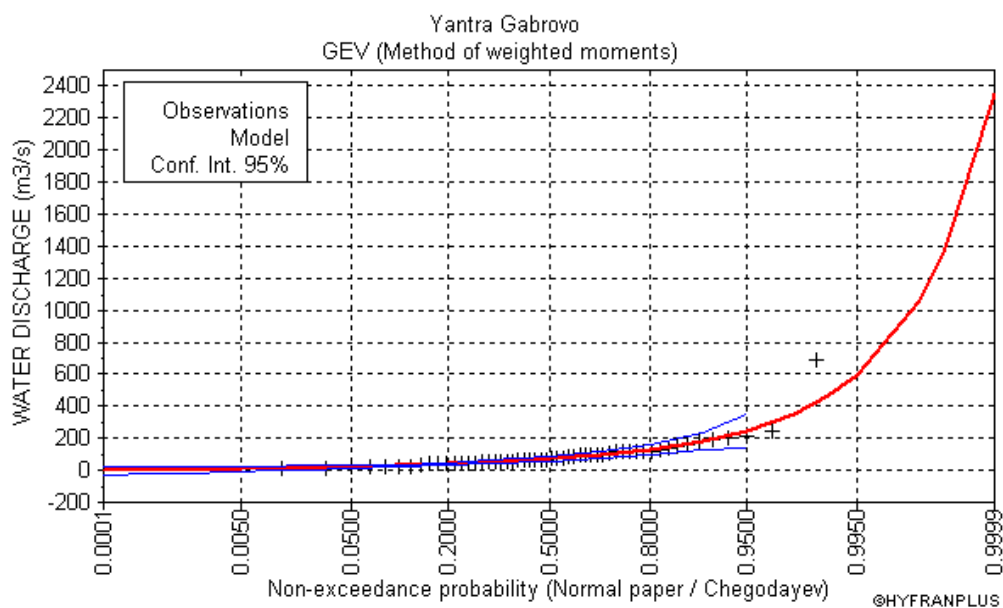


Фигура 11. Теоретичната крива на обезпеченост - метод GEV (максимално правдоподобие).

Results of the fitting

GEV (Maximum Likelihood)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000.0	0.9999		2021.5	1534.7	N/D N/D
2000.0	0.9995		1206.3	715.68	N/D N/D
1000.0	0.9990		961.93	504.61	N/D N/D
200.0	0.9950		560.16	209.26	N/D N/D
100.0	0.9900		439.54	137.67	N/D N/D
50.0	0.9800		341.83	87.712	169.88 513.78
20.0	0.9500		240.20	45.480	151.04 329.36
10.0	0.9000		179.38	26.323	127.78 230.99
5.0	0.8000		128.81	14.851	99.692 157.92
3.0	0.6667		96.115	9.8439	76.817 115.41
2.0	0.5000		71.467	7.1422	57.465 85.468
1.4286	0.3000		49.997	5.2866	39.633 60.360
1.2500	0.2000		40.090	4.6075	31.057 49.122
1.1111	0.1000		29.025	4.1770	20.836 37.213
1.0526	0.0500		21.637	4.2562	13.293 29.981
1.0204	0.0200		14.731	4.7063	5.5052 23.958
1.0101	0.0100		10.781	5.1412	0.70229 20.860
1.0050	0.0050		7.5407	5.5933	-3.4243 18.506
1.0010	0.0010		1.7798	6.6006	-11.160 14.720
1.0005	0.0005		-0.18438	7.0017	-13.911 13.542
1.0001	0.0001		-3.9591	7.8529	-19.354 11.436



Фигура 12. Теоретичната крива на обезпеченост - метод GEV (метод на претеглените моменти).

Results of the fitting

GEV (Method of weighted moments)

T	q	XT	Standard deviation	Confidence interval (95%)	
10000.0	0.9999		2354.9	2608.6	N/D N/D
2000.0	0.9995		1353.5	1151.0	N/D N/D
1000.0	0.9990		1062.5	790.08	N/D N/D
200.0	0.9950		597.56	303.77	N/D N/D
100.0	0.9900		462.28	191.51	N/D N/D
50.0	0.9800		354.66	115.69	N/D N/D
20.0	0.9500		245.04	54.553	138.09 351.98
10.0	0.9000		180.84	28.875	124.23 237.45
5.0	0.8000		128.46	15.379	98.308 158.61
3.0	0.6667		95.192	10.450	74.705 115.68
2.0	0.5000		70.476	7.7381	55.307 85.646
1.4286	0.3000		49.249	5.3981	38.667 59.831
1.2500	0.2000		39.562	4.5074	30.726 48.399
1.1111	0.1000		28.833	4.3840	20.239 37.427
1.0526	0.0500		21.727	5.2045	11.524 31.930
1.0204	0.0200		15.131	6.6237	2.1458 28.116
1.0101	0.0100		11.379	7.6741	-3.6656 26.423
1.0050	0.0050		8.3126	8.6499	-8.6447 25.270
1.0010	0.0010		2.8902	10.621	-17.932 23.712
1.0005	0.0005		1.0501	11.360	-21.220 23.320
1.0001	0.0001		-2.4730	12.874	-27.712 22.766

След анализ на представените по-горе теоретичните разпределения като меродавно е избрано разпределение по - Лог-Пирсон III тип. Същото е прието като стандартно за максимумите на високите вълни в САЩ. По трите представени метода получените резултати по това разпределение са почти аналогични. Като окончателни са приети резултатите по метода SAM, които са дадени в следващата таблица 11.

Таблица 11.

Pt	T години	Q <sub>pt</sub>	Q-95%	Q+95
%		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
<b>0.10</b>	<b>1000</b>	<b>815.78</b>	<b>N/D</b>	<b>N/D</b>
<b>1.00</b>	<b>100</b>	<b>434.65</b>	<b>182.36</b>	<b>686.94</b>
2.00	50	<b>348.56</b>	<b>180.60</b>	<b>516.52</b>
5.00	20	<b>251.29</b>	<b>159.72</b>	<b>342.85</b>
10.00	10	<b>188.62</b>	<b>133.63</b>	<b>243.62</b>
20.00	5	<b>133.92</b>	<b>101.64</b>	<b>166.20</b>

Забележки:

1. В колони 3 и 4 се дават координатите на 95% доверителен интервал за абсолютни квантили, дадени в колона 2.

Кривата на обезпеченост за максималните годишни водни количества при створа на моста може да се интерполира посредством популярната „формула на Болдаков” и на Соколовски. Този подход е напълно оправдан поради близостта на сечението с хидрологичната станция и плавността в изменението на орохидрографските характеристики на водосборня басейн. Поради незначителната разлика в площите на водосборите при моста и ХМС 23650/74 препоръчвам директно да се ползват резултатите от таблица 11.

На следващите 2 снимки се вижда коритото на река Янтра заснети по време на катастрофалното наводнение от 1991 г, когато максималното водно количество е оценено на 686,00 m<sup>3</sup>/s (един път на около 500 години).



Фигура 13. Изглед на коритото на р.Янтра от наводнението 1991 г. (източник интернет).



Фигура 14. Изглед на коритото на р.Янтра от наводнението 1991 г. (източник интернет).



## 6

### ХИДРАВЛИЧНИ ИЗЧИСЛЕНИЯ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА МАКСИМАЛНИТЕ ОРАЗМЕРИТЕЛНИ ВОДНИ НИВА В ЗОНАТА НА МОСТА

#### 6.1. МЕТОДИКА ЗА ПРОВЕЖДАНЕ НА ХИДРАВЛИЧНИТЕ ИЗЧИСЛЕНИЯ

Хидравличните изчисления на моста са реализирани с помощта на математическия модел HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) версия 4.1.0, разработен от корпуса на военните инженери на САЩ (U.S. Army Corps of Engineers). Същият е наличен за свободно ползване Интернет страницата на HEC и понастоящем е един от най-широко използваните хидравлични модели за изчисляване на открити течения. Моделът функционира под Windows и притежава графичен интерфейс и отделен, независим архив за обмен на различните типове данни, което улеснява значително въвеждането и ревизирането на входните данни и визуализиране на получените резултати. Последната версия включва и редица нови модули за моделиране на нестационарни процеси ерозия на речното дъно и др.

Настоящите изчисления са проведени за условията на стационарно течение, като същите се основават на интерактивно решаване на еднодименсионалното уравнение на енергията (Уравнението на Бернули) с помощта на метода на стандартната стъпка (Chaudry, 1993), при следните хипотези:

- Стационарно течение: няма промени на дълбочините и скоростите в дадено сечение с времето.
- Плавно изменящо се течение: предполага се разпределение на налягането по хидростатичен закон.
- Еднодименсионално движение: единствената компонента на скоростта е насочена по посока на течението.
- Наклоните са малки, по-малки от 10%, поради което дълбочината е представителна за пиезометричната височина.
- Течението е с твърди неразмиваеми граници, което не позволява ерозиране или отлагане на наноси в речното легло (промени в напречните сечения).

При горните хипотези уравнението на енергията между две сечения, S1 и S2 на едно еднодименсионално течение има следния вид:

$$z_1 + y_1 + \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} = z_2 + y_2 + \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + h_e$$

като за сечения 1 и 2 са използвани съответно следните означения:

z - превишение на дъното на напречното сечение спрямо избрана равнина на сравнение;

y - дълбочина на водата в напречното сечение;

$\alpha$  - коефициент на енергията, който отчита неравномерното разпределение на скоростите в напречното сечение;

$V$  - средна скорост на течението в напречното сечение;

$g$  - земно ускорение;

$h_e$  - загуби на енергия между сечения 1 и 2.

Загубите на енергия  $h_e$ , се определят от израза:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

където:

$L$  - дължина на участъка;

$\bar{S}_f$  - наклон на триене в участъка;

$C$  - коефициент на загубите от разширение и контракция на сечението.

Възприета е хипотезата, че хидравличните загуби от триене в даден участък от течението при неравномерно движение са същите, както при равномерно движение. Това допускане позволява да се приложи уравнението на Манинг (Шези) за определяне на наклона на триене в едно напречно сечение, откъдето се получава:

$$Q = K \cdot \bar{S}_f^{1/2}$$

където:

$Q$  - водно количество;

$K$  - пропускна характеристика:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3}$$

където:

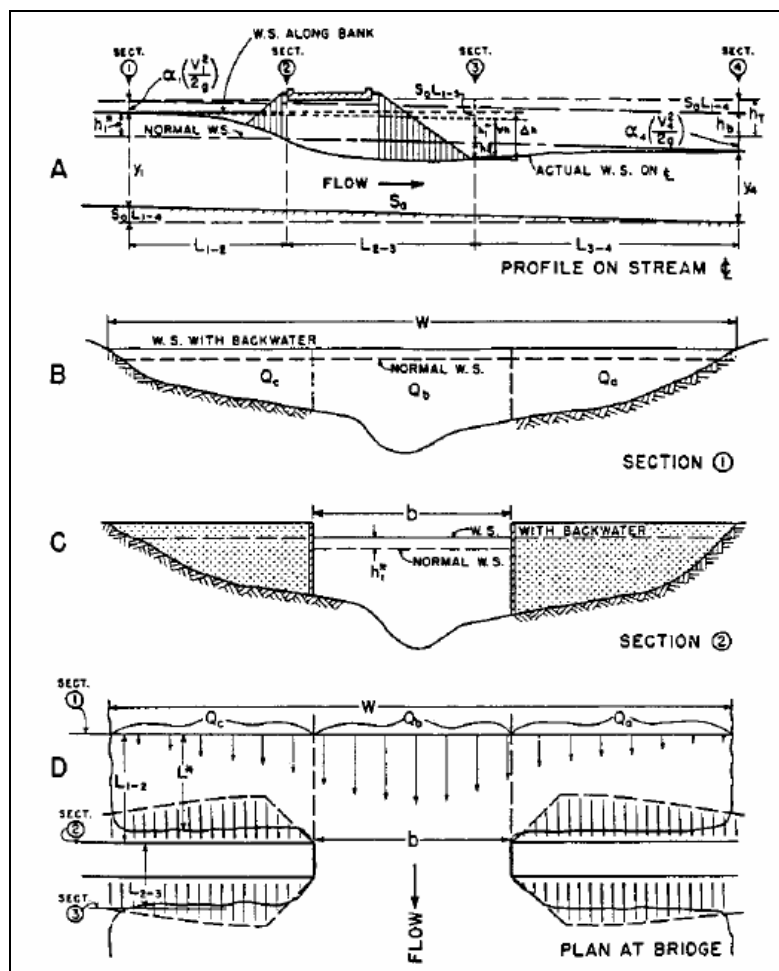
$n$  - коефициент на грапавина по Манинг;

$A$  - площ на напречното сечение.

$R_h$  - хидравличен радиус.

Освен за хидравлично изчисляване на открити течения, моделът предлага възможности за изчисляване на редица съоръжения, включително мостове и водостоци. В този случай се определят загубите на енергия от контракцията при входното сечение, водното ниво в тръбния участък и след разширяване на течението при изхода след съоръжението.

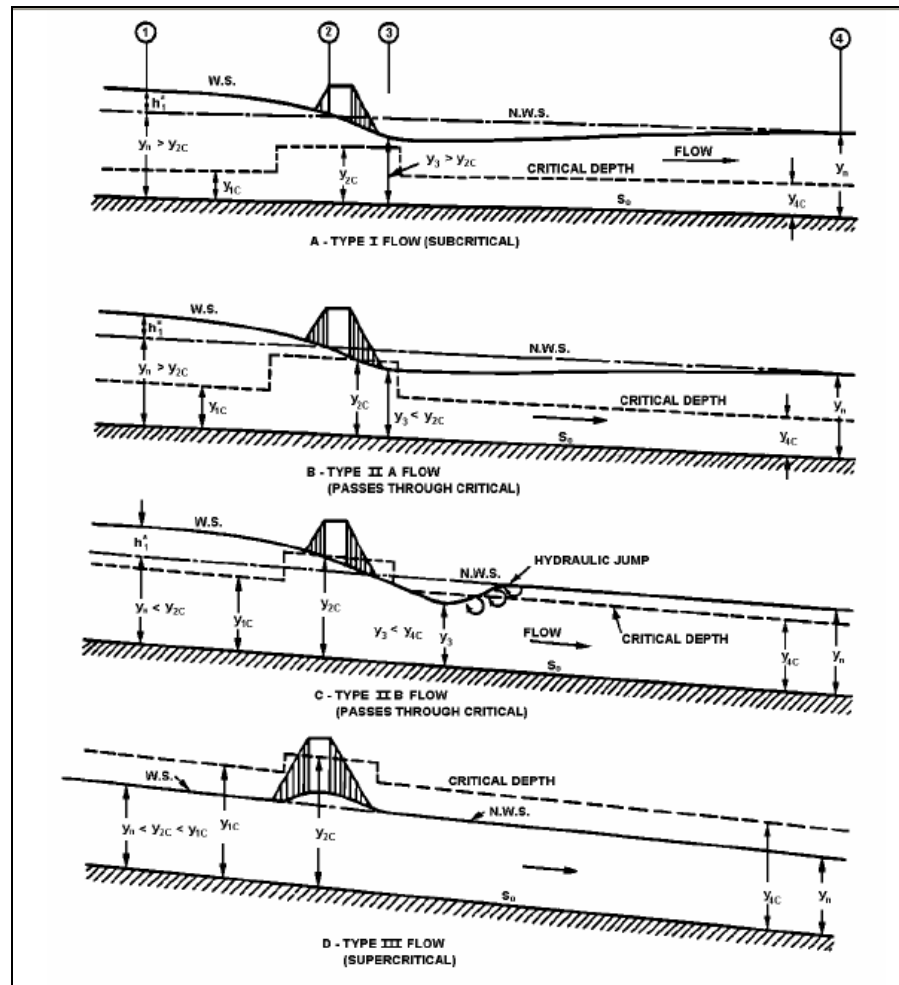
Хидравличните параметри и типовете течения, които се създават в зоната на мостовете са показани на фигури 15 и 16.



Фигура 15. - Дефиниране на течението в зоната на моста. (Source HDS-1)

Символи използвани на Фигура 15:

- $Q_a$ ,  $Q_b$ , и  $Q_c$  , водни количества в различни части на течението.
- $W$  и  $b$  , съответни широчини на течението и на моста.
- $h_i$  , дълбочини в различни точки по дължина на течението.
- $\alpha \sqrt{2g}$  , скоростен напор.
- $S$  , наклон на водната повърхност



Фигура 16. Режими на течението при мостовите. (Source HDS-1)

Символите използвани на Фигура 15 включват:

- уп - нормална дълбочина.
- ус - критична дълбочина (в различни напречни профили по дължина на реката).

Подприщването ( $h_1$ ) се измерва спрямо линията на нормалните дълбочини без ефекта на моста в подходния профил (Section 1). Линията на водното ниво съвпада с пиезометричната линия. Тя се получава в резултат на загубите на напор и трансформацията на енергията на течението от контракцията и разширението и от опорите на моста. Подприщването при моста също може да се дължи на т.н. "стеснени условия", при които се създава критична дълбочина в стесненото сечение и оттам подприщване на течението над него. Всичко това се илюстрира на фигура 3, където са показани различните режими на течението, които се получават при наличие на мост.

- Тип I - състои се от спокойно състояние на течението в подходния участък, моста и изходния участък след него и това е най-разпространения режим съществуващ в практиката.
- Тип IIA и IIB представляват спокойно състояние в подходния участък,

което е стеснено при моста до степен на поява на критична дълбочина при неговия изход. При Тип IIA, водното ниво при критичната дълбочина е по-ниско от нивото на ненарушената водна повърхност за нормалната дълбочина. При Тип IIB, водното ниво при критичната дълбочина е по-високо от водната повърхност за ненарушената нормална дълбочина и в този случай е възможна поява на хидравличен скок след стесненото сечение.

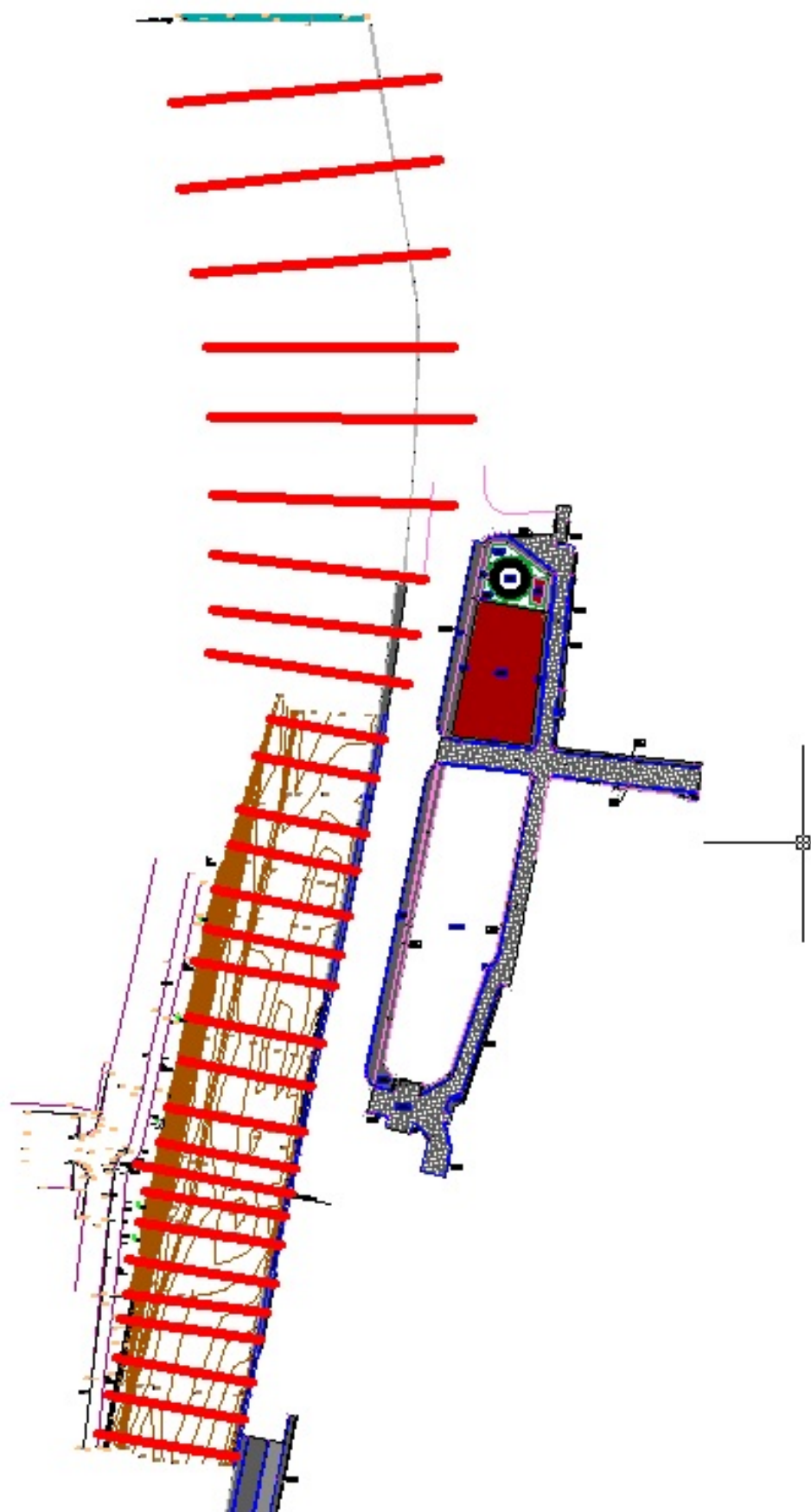
- Тип III - водният поток в подходния участък се намира в свръхкритично състояние и остава такъв при преминаване през моста. В този случай не се получава подприщителна крива над моста с изключение на случая, когато се появява хидравличен скок след стесненото сечение.

Необходимо е внимателно да бъде избрана методиката за изчисляване на течението в зоната на моста. Не съществува идеален метод за изчисляване, който да е универсално приложим и по тази причина често се налага сравняване на резултатите получени по различните методи. Установено е, че в повечето случаи по различните методи се получават сходни резултати, например при сравняване на енергийния метод (използващ уравнението на Бернули) с този на количеството на движението.

Детайлно описание на методологията на изчисление и математичните уравнения може да се намери в наръчника на програмата (HEC-RAS Hydraulic References Manual, 2005).

## **6.2. РЕЗУЛТАТИ ОТ ХИДРАВЛИЧНИТЕ ИЗЧИСЛЕНИЯ**

За нуждите на настоящето изследване е направено геодезическо заснемане на дъното на реката и прилежащите брегове по протежение на изследвания участък. Резултатите от заснемането са представени в част "Геодезия". Ползвани са и топографски карти на участъка в мащаб 1:5000. Въз основа на топографската снимка са изработени напречни профили, които са въведени като основа в изчислителния модел. Разположението на профилите е дадено на Фигура 17.



Фигура 17. Разположение на изчислителните профили в участъка.

При хидравличните изчисления са използвани стойности на коефициента на грапавината във формулата на Манинг:  $n=0.035$  за основното речно легло и  $n=0.025$  за оградните стени, като последните са оценени въз основа на оглед на съществуващото положение и сравнителен анализ с литературни данни и резултати от аналогични изследвания. (Guide for Selecting Manning's Roughness Coefficients for Natural Channels and Flood Plains United States Geological Survey Water-supply Paper 2339, G.J. Arcement, Jr., V.R. Schneider, USGS).

За най-долното (гледано срещу течението) напречно сечение се приема нормална дълбочина при зададен среден наклон 0,0025.

По-долу са представени в табличен и графичен вид подробни резултати за всички изчислителни профили и характерни оразмерителни водни количества.

### 6.3. РЕЗУЛТАТИ ОТ ХИДРАВЛИЧНИТЕ ИЗЧИСЛЕНИЯ

#### - СЪЩЕСТВУВАЩО ПОЛОЖЕНИЕ

Таблица 12. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{5\%}=251.29 \text{ m}^3/\text{s}$

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	251.29	375.2	378.77	379.17	0.002048	2.8	90.04	30.54	0.52
333.97	251.29	375.21	378.74	379.15	0.002166	2.84	88.65	30.54	0.53
325.1	251.29	375.38	378.68	379.13	0.002408	2.97	85.43	30.43	0.56
315.36	251.29	375.39	378.65	379.1	0.002549	2.97	84.84	30.5	0.57
309.24	251.29	375.33	378.64	379.09	0.002252	2.97	85.78	30.16	0.55
301.45	251.29	375.27	378.64	379.07	0.00207	2.92	87.59	29.93	0.53
292.12	251.29	375.04	378.63	379.04	0.001922	2.86	89.4	29.75	0.51
285.08	251.29	374.94	378.59	379.02	0.002114	2.96	86.48	29.94	0.53
279.51	251.29	375.08	378.57	379.01	0.00213	2.97	86.18	29.67	0.54
273.12	251.29	375.01	378.57	379	0.002015	2.91	87.68	29.8	0.52
264.53	251.29	375.03	378.55	378.98	0.002029	2.91	87.66	29.85	0.52
253.48	251.29	374.97	378.52	378.95	0.002074	2.95	86.78	29.75	0.53
242.86	251.29	374.98	378.49	378.93	0.002107	2.96	86.43	29.68	0.53
229.25	251.29	374.93	378.46	378.9	0.002087	2.96	86.32	29.59	0.53
221.32	251.29	374.98	378.43	378.89	0.002222	3.01	85.14	29.35	0.54
211.81	251.29	374.79	378.42	378.86	0.002015	2.97	86.53	29.12	0.53
200.92	251.29	374.73	378.36	378.83	0.002315	3.09	83.16	28.84	0.56
192.02	251.29	374.92	378.34	378.81	0.002267	3.08	83.5	28.92	0.55
178.72	251.29	374.8	378.29	378.78	0.002419	3.13	81.8	28.68	0.57
169.55	251.29	374.8	378.28	378.75	0.00221	3.06	83.8	28.65	0.55
156.254*	251.29	374.81	378.22	378.72	0.002394	3.13	81.72	28.53	0.57
142.958*	251.29	374.73	378.21	378.68	0.002219	3.06	83.7	28.64	0.55
129.662*	251.29	374.64	378.19	378.64	0.002057	2.99	85.72	28.75	0.53
116.366*	251.29	374.66	378.14	378.61	0.002211	3.06	83.79	28.65	0.55
103.070*	251.29	374.72	378.05	378.57	0.002634	3.23	79.3	28.4	0.59
89.775*	251.29	374.58	378.04	378.52	0.002269	3.08	83.11	28.61	0.55
76.4791*	251.29	374.48	378.03	378.48	0.002045	2.98	85.88	28.76	0.53
63.1833*	251.29	374.56	377.94	378.44	0.002487	3.17	80.74	28.48	0.58
49.8875*	251.29	374.48	377.92	378.4	0.002309	3.1	82.66	28.58	0.56
36.5916*	251.29	374.39	377.91	378.36	0.002139	3.03	84.66	28.69	0.54
23.2958*	251.29	374.41	377.85	378.33	0.002308	3.1	82.66	28.58	0.56
10	251.29	374.37	377.82	378.3	0.002296	3.09	82.8	28.59	0.56
7.5	Bridge								
5	251.29	374.36	377.67	378.2	0.00269	3.25	78.78	28.37	0.6
1	251.29	374.26	377.63	378.14	0.0025	3.17	80.61	28.47	0.58



Таблица 13. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{1\%}=434.65 \text{ m}^3/\text{s}$ 

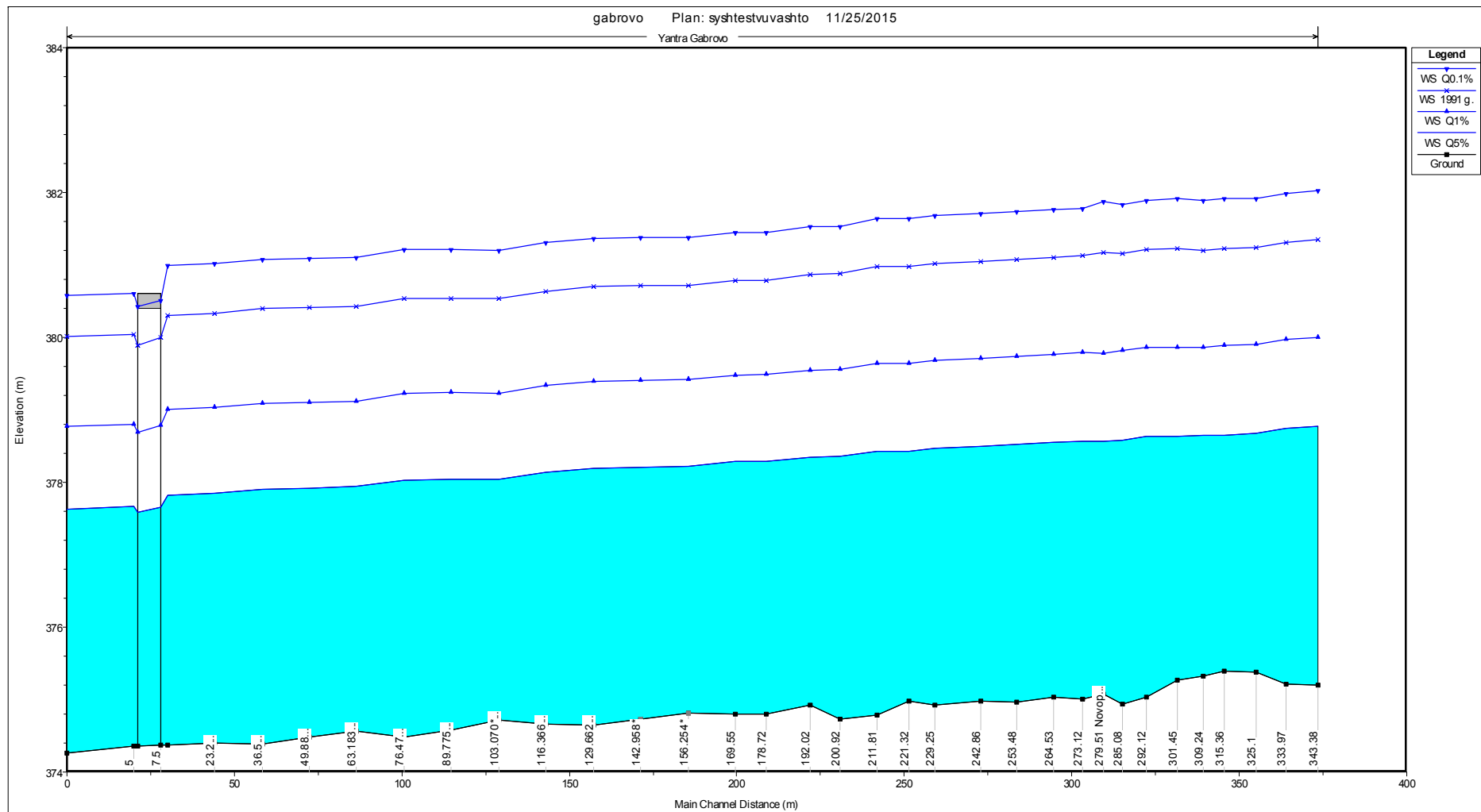
Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	434.65	375.20	380.00	380.60	0.001930	3.42	127.54	30.58	0.53
333.97	434.65	375.21	379.97	380.58	0.001996	3.45	126.27	30.56	0.54
325.1	434.65	375.38	379.90	380.55	0.002210	3.60	122.60	30.46	0.57
315.36	434.65	375.39	379.88	380.53	0.002255	3.56	122.35	30.53	0.57
309.24	434.65	375.33	379.87	380.52	0.002109	3.61	123.19	31.77	0.56
301.45	434.65	375.27	379.86	380.49	0.001989	3.57	125.36	32.17	0.55
292.12	434.65	375.04	379.86	380.47	0.001884	3.51	127.05	31.73	0.53
285.08	434.65	374.94	379.82	380.45	0.001993	3.58	124.59	31.72	0.55
279.51	434.65	375.08	379.78	380.44	0.002084	3.65	123.30	33.81	0.56
273.12	434.65	375.01	379.79	380.42	0.001947	3.56	125.30	31.72	0.54
264.53	434.65	375.03	379.77	380.40	0.001960	3.56	125.20	31.66	0.54
253.48	434.65	374.97	379.74	380.38	0.001995	3.60	124.14	31.58	0.55
242.86	434.65	374.98	379.71	380.36	0.002022	3.61	123.72	31.49	0.55
229.25	434.65	374.93	379.68	380.33	0.002018	3.62	123.40	31.49	0.55
221.32	434.65	374.98	379.65	380.31	0.002139	3.66	122.02	31.35	0.56
211.81	434.65	374.79	379.64	380.29	0.001989	3.64	123.17	31.24	0.55
200.92	434.65	374.73	379.56	380.26	0.002242	3.77	118.94	30.69	0.58
192.02	434.65	374.92	379.54	380.24	0.002191	3.75	119.57	30.99	0.57
178.72	434.65	374.80	379.48	380.21	0.002320	3.82	117.14	30.43	0.59
169.55	434.65	374.80	379.48	380.18	0.002178	3.76	119.20	30.52	0.57
156.254*	434.65	374.81	379.42	380.14	0.002316	3.83	116.88	30.40	0.59
142.958*	434.65	374.73	379.40	380.10	0.002184	3.76	119.09	30.51	0.57
129.662*	434.65	374.64	379.39	380.07	0.002060	3.69	121.32	30.63	0.56
116.366*	434.65	374.66	379.33	380.03	0.002181	3.76	119.14	30.52	0.57
103.070*	434.65	374.72	379.23	379.99	0.002497	3.92	114.11	30.26	0.61
89.775*	434.65	374.58	379.24	379.94	0.002227	3.78	118.35	30.48	0.58
76.4791*	434.65	374.48	379.23	379.90	0.002056	3.69	121.40	30.63	0.56
63.1833*	434.65	374.56	379.12	379.87	0.002398	3.87	115.58	30.34	0.60
49.8875*	434.65	374.48	379.11	379.82	0.002264	3.80	117.73	30.44	0.58
36.5916*	434.65	374.39	379.10	379.79	0.002135	3.73	119.96	30.56	0.57
23.2958*	434.65	374.41	379.04	379.75	0.002266	3.80	117.69	30.44	0.58
10	434.65	374.37	379.01	379.72	0.002256	3.80	117.87	30.45	0.58
7.5	Bridge								
5	434.65	374.36	378.80	379.59	0.002649	3.99	111.98	30.15	0.63
1	434.65	374.26	378.77	379.53	0.002502	3.92	114.03	30.26	0.61

Таблица 14. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{0,1\%}=815.78 \text{ m}^3/\text{s}$ 

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	815.78	375.20	382.03	382.96	0.001790	4.29	194.43	33.19	0.55
333.97	815.78	375.21	381.99	382.94	0.001852	4.33	191.58	32.70	0.56
325.1	815.78	375.38	381.92	382.92	0.002016	4.48	187.84	32.92	0.58
315.36	815.78	375.39	381.91	382.89	0.001995	4.40	189.42	33.63	0.57
309.24	815.78	375.33	381.88	382.88	0.001950	4.50	189.43	33.33	0.57
301.45	815.78	375.27	381.92	382.84	0.001776	4.36	195.96	35.07	0.55
292.12	815.78	375.04	381.90	382.83	0.001756	4.36	194.67	33.72	0.55
285.08	815.78	374.94	381.84	382.81	0.001861	4.46	189.77	32.83	0.56
279.51	815.78	375.08	381.88	382.78	0.001714	4.31	199.38	36.82	0.54
273.12	815.78	375.01	381.78	382.76	0.001856	4.46	189.54	32.75	0.56
264.53	815.78	375.03	381.76	382.74	0.001868	4.47	189.39	32.80	0.57
253.48	815.78	374.97	381.73	382.72	0.001880	4.49	188.70	32.98	0.57
242.86	815.78	374.98	381.71	382.70	0.001907	4.50	187.94	32.85	0.57
229.25	815.78	374.93	381.68	382.67	0.001895	4.51	188.16	33.23	0.57
221.32	815.78	374.98	381.65	382.66	0.001992	4.55	186.62	33.19	0.57
211.81	815.78	374.79	381.64	382.63	0.001880	4.53	187.63	33.13	0.57
200.92	815.78	374.73	381.54	382.61	0.002102	4.69	181.50	32.66	0.59
192.02	815.78	374.92	381.54	382.58	0.002024	4.64	183.60	33.20	0.59
178.72	815.78	374.80	381.45	382.55	0.002163	4.74	178.86	32.43	0.61
169.55	815.78	374.80	381.44	382.52	0.002072	4.69	181.08	32.49	0.60
156.254*	815.78	374.81	381.38	382.49	0.002161	4.75	178.61	32.49	0.61
142.958*	815.78	374.73	381.37	382.45	0.002071	4.69	181.10	32.49	0.60
129.662*	815.78	374.64	381.36	382.41	0.001986	4.63	183.58	32.49	0.58
116.366*	815.78	374.66	381.31	382.38	0.002066	4.69	181.24	32.49	0.59
103.070*	815.78	374.72	381.20	382.34	0.002268	4.83	175.85	32.49	0.62
89.775*	815.78	374.58	381.21	382.29	0.002091	4.71	180.56	32.49	0.60
76.4791*	815.78	374.48	381.21	382.25	0.001975	4.62	183.93	32.49	0.58
63.1833*	815.78	374.56	381.10	382.22	0.002198	4.78	177.64	32.49	0.61
49.8875*	815.78	374.48	381.09	382.18	0.002108	4.72	180.07	32.49	0.60
36.5916*	815.78	374.39	381.08	382.14	0.002021	4.66	182.56	32.49	0.59
23.2958*	815.78	374.41	381.02	382.11	0.002104	4.72	180.19	32.49	0.60
10	815.78	374.37	381.00	382.08	0.002093	4.71	180.49	32.49	0.60
7.5	Bridge								
5	815.78	374.36	380.60	381.85	0.002608	5.04	168.01	32.49	0.66
1	815.78	374.26	380.57	381.78	0.002500	4.97	170.35	32.49	0.65

Таблица 15. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q=686.00 \text{ m}^3/\text{s}$   
(Наводнение от 1991 година)

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	686.00	375.20	381.35	382.19	0.001871	4.06	171.90	33.19	0.55
333.97	686.00	375.21	381.32	382.17	0.001935	4.09	169.50	32.70	0.56
325.1	686.00	375.38	381.24	382.14	0.002124	4.26	165.51	32.92	0.58
315.36	686.00	375.39	381.23	382.12	0.002120	4.18	166.43	33.63	0.58
309.24	686.00	375.33	381.20	382.10	0.002055	4.27	166.67	33.33	0.58
301.45	686.00	375.27	381.22	382.07	0.001887	4.17	171.63	35.07	0.56
292.12	686.00	375.04	381.21	382.05	0.001838	4.14	171.59	33.72	0.55
285.08	686.00	374.94	381.16	382.04	0.001939	4.23	167.58	32.83	0.56
279.51	686.00	375.08	381.18	382.01	0.001854	4.15	173.54	36.82	0.55
273.12	686.00	375.01	381.12	382.00	0.001910	4.21	168.11	32.75	0.56
264.53	686.00	375.03	381.11	381.98	0.001923	4.22	167.91	32.80	0.56
253.48	686.00	374.97	381.07	381.96	0.001944	4.24	167.00	32.98	0.57
242.86	686.00	374.98	381.05	381.94	0.001971	4.26	166.33	32.85	0.57
229.25	686.00	374.93	381.02	381.91	0.001965	4.27	166.18	33.23	0.57
221.32	686.00	374.98	380.98	381.89	0.002072	4.31	164.63	31.96	0.58
211.81	686.00	374.79	380.97	381.87	0.001948	4.29	165.68	31.88	0.57
200.92	686.00	374.73	380.88	381.84	0.002189	4.44	160.13	31.39	0.60
192.02	686.00	374.92	380.87	381.82	0.002117	4.40	161.70	31.94	0.59
178.72	686.00	374.80	380.79	381.78	0.002259	4.50	157.78	31.30	0.61
169.55	686.00	374.80	380.79	381.76	0.002153	4.45	159.95	31.33	0.60
156.254*	686.00	374.81	380.72	381.72	0.002262	4.52	157.48	31.33	0.61
142.958*	686.00	374.73	380.71	381.68	0.002158	4.45	159.83	31.33	0.60
129.662*	686.00	374.64	380.70	381.64	0.002061	4.39	162.19	31.33	0.58
116.366*	686.00	374.66	380.64	381.61	0.002158	4.45	159.85	31.33	0.60
103.070*	686.00	374.72	380.53	381.57	0.002405	4.60	154.46	31.33	0.63
89.775*	686.00	374.58	380.54	381.52	0.002196	4.47	158.97	31.33	0.60
76.4791*	686.00	374.48	380.54	381.48	0.002061	4.39	162.19	31.33	0.58
63.1833*	686.00	374.56	380.42	381.44	0.002334	4.56	155.92	31.33	0.62
49.8875*	686.00	374.48	380.41	381.40	0.002229	4.49	158.22	31.33	0.61
36.5916*	686.00	374.39	380.40	381.36	0.002126	4.43	160.58	31.33	0.59
23.2958*	686.00	374.41	380.34	381.33	0.002231	4.50	158.15	31.33	0.61
10	686.00	374.37	380.31	381.29	0.002222	4.49	158.37	31.33	0.60
7.5	Bridge								
5	686.00	374.36	380.04	381.14	0.002619	4.73	150.34	31.32	0.65
1	686.00	374.26	380.01	381.08	0.002500	4.66	152.57	31.33	0.64



Фиг. 18. Надлъжен профил по оста на реката с изчислените линии на свободната водна повърхност в зоната на моста за  $Q_{5\%}=251.29$   $m^3/s$ ,  $Q_{1\%}=434.65$   $m^3/s$  и  $Q_{0.1\%}=815.78$   $m^3/s$  - съществуващо положение

## РЕЗУЛТАТИ СЛЕД ЗАВЪРШВАНЕ НА ЛЯВА ОГРАДНА СТЕНА

Таблица 16. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{5\%}=251.29 \text{ m}^3/\text{s}$

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	251.29	375.20	378.64	379.08	0.002383	2.93	86.02	30.54	0.56
333.97	251.29	375.21	378.60	379.05	0.002554	2.98	84.37	30.53	0.57
325.1	251.29	375.38	378.52	379.02	0.002903	3.14	80.67	30.43	0.61
315.36	251.29	375.39	378.49	379.00	0.003129	3.15	79.77	30.49	0.62
309.24	251.29	375.33	378.47	378.98	0.002737	3.15	80.73	29.93	0.60
301.45	251.29	375.27	378.53	378.93	0.001945	2.78	90.98	30.47	0.51
292.12	251.29	375.04	378.45	378.90	0.002290	2.97	84.89	28.81	0.55
285.08	251.29	374.94	378.41	378.88	0.002521	3.06	82.64	29.17	0.58
279.51	251.29	375.08	378.42	378.86	0.002289	2.97	86.22	30.64	0.55
273.12	251.29	375.01	378.39	378.84	0.002313	3.00	85.38	30.17	0.56
264.53	251.29	375.03	378.37	378.82	0.002301	2.99	85.85	30.48	0.55
253.48	251.29	374.97	378.35	378.79	0.002266	2.97	86.38	30.58	0.55
242.86	251.29	374.98	378.33	378.77	0.002279	2.97	86.43	30.74	0.55
229.25	251.29	374.93	378.31	378.73	0.002194	2.94	87.52	31.06	0.54
221.32	251.29	374.98	378.28	378.71	0.002324	2.97	86.41	30.65	0.55
211.81	251.29	374.79	378.27	378.69	0.002052	2.90	88.78	30.66	0.53
200.92	251.29	374.73	378.20	378.66	0.002437	3.06	84.08	30.01	0.57
192.02	251.29	374.92	378.21	378.62	0.002152	2.91	88.12	31.01	0.53
178.72	251.29	374.80	378.12	378.59	0.002556	3.10	83.04	30.45	0.58
169.55	251.29	374.80	378.11	378.56	0.002323	3.02	85.29	30.41	0.56
156.254*	251.29	374.70	378.10	378.52	0.002116	2.93	87.78	30.43	0.53
142.958*	251.29	374.73	378.04	378.49	0.002329	3.02	85.21	30.43	0.56
129.662*	251.29	374.71	377.99	378.45	0.002407	3.05	84.34	30.43	0.57
116.366*	251.29	374.66	377.97	378.42	0.002329	3.02	85.20	30.44	0.56
103.070*	251.29	374.57	377.95	378.38	0.002153	2.95	87.30	30.46	0.54
89.775*	251.29	374.58	377.89	378.34	0.002331	3.02	85.18	30.46	0.56
76.4791*	251.29	374.57	377.85	378.31	0.002405	3.05	84.36	30.46	0.57
63.1833*	251.29	374.51	377.82	378.27	0.002325	3.02	85.24	30.48	0.56
49.8875*	251.29	374.44	377.80	378.24	0.002183	2.96	86.93	30.49	0.54
36.5916*	251.29	374.44	377.75	378.20	0.002325	3.02	85.25	30.50	0.56
23.2958*	251.29	374.48	377.68	378.16	0.002651	3.15	81.86	30.49	0.59
10	251.29	374.37	377.66	378.12	0.002375	3.04	84.69	30.52	0.56
7.5	Bridge								
5	251.29	374.36	377.54	378.03	0.002706	3.16	81.45	30.58	0.60
1	251.29	374.26	377.50	377.97	0.002501	3.08	83.46	30.67	0.58

Таблица 17. Резултати от проведените хидравлични изчисления за Q1%=434.65 m3/s

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	434.65	375.20	379.82	380.47	0.002234	3.57	122.04	30.58	0.57
333.97	434.65	375.21	379.78	380.45	0.002331	3.61	120.51	30.55	0.58
325.1	434.65	375.38	379.70	380.42	0.002622	3.79	116.36	30.45	0.61
315.36	434.65	375.39	379.67	380.39	0.002699	3.76	115.91	30.53	0.61
309.24	434.65	375.33	379.65	380.37	0.002522	3.81	116.43	30.60	0.61
301.45	434.65	375.27	379.72	380.32	0.001931	3.46	127.22	30.76	0.54
292.12	434.65	375.04	379.59	380.29	0.002317	3.71	117.89	29.04	0.58
285.08	434.65	374.94	379.55	380.27	0.002460	3.78	116.31	29.62	0.60
279.51	434.65	375.08	379.58	380.24	0.002215	3.65	122.07	30.84	0.57
273.12	434.65	375.01	379.55	380.22	0.002274	3.70	120.26	30.33	0.58
264.53	434.65	375.03	379.53	380.20	0.002243	3.67	121.32	30.77	0.58
253.48	434.65	374.97	379.51	380.17	0.002216	3.66	121.88	30.65	0.57
242.86	434.65	374.98	379.49	380.15	0.002212	3.64	122.26	30.89	0.57
229.25	434.65	374.93	379.48	380.11	0.002131	3.61	123.81	31.10	0.56
221.32	434.65	374.98	379.44	380.09	0.002273	3.66	122.00	30.74	0.57
211.81	434.65	374.79	379.44	380.07	0.002058	3.59	124.43	30.72	0.56
200.92	434.65	374.73	379.34	380.04	0.002412	3.77	118.36	30.17	0.59
192.02	434.65	374.92	379.36	380.00	0.002131	3.60	123.96	31.05	0.56
178.72	434.65	374.80	379.25	379.96	0.002467	3.79	117.71	30.53	0.60
169.55	434.65	374.80	379.25	379.93	0.002306	3.73	119.98	30.55	0.58
156.254*	434.65	374.70	379.24	379.89	0.002154	3.65	122.54	30.56	0.57
142.958*	434.65	374.73	379.17	379.85	0.002313	3.73	119.85	30.56	0.59
129.662*	434.65	374.71	379.13	379.82	0.002366	3.76	119.02	30.57	0.59
116.366*	434.65	374.66	379.10	379.78	0.002308	3.73	119.94	30.58	0.59
103.070*	434.65	374.57	379.09	379.75	0.002178	3.66	122.11	30.62	0.57
89.775*	434.65	374.58	379.03	379.71	0.002311	3.73	119.89	30.63	0.59
76.4791*	434.65	374.57	378.99	379.68	0.002361	3.75	119.10	30.64	0.59
63.1833*	434.65	374.51	378.96	379.64	0.002302	3.72	120.04	30.67	0.58
49.8875*	434.65	374.44	378.94	379.60	0.002197	3.67	121.80	30.69	0.57
36.5916*	434.65	374.44	378.89	379.57	0.002301	3.72	120.07	30.69	0.58
23.2958*	434.65	374.48	378.81	379.53	0.002527	3.83	116.62	30.68	0.61
10	434.65	374.37	378.80	379.49	0.002332	3.74	119.58	30.70	0.59
7.5	Bridge								
5	434.65	374.36	378.63	379.37	0.002660	3.89	114.92	30.75	0.62
1	434.65	374.26	378.60	379.31	0.002502	3.81	117.14	30.85	0.61

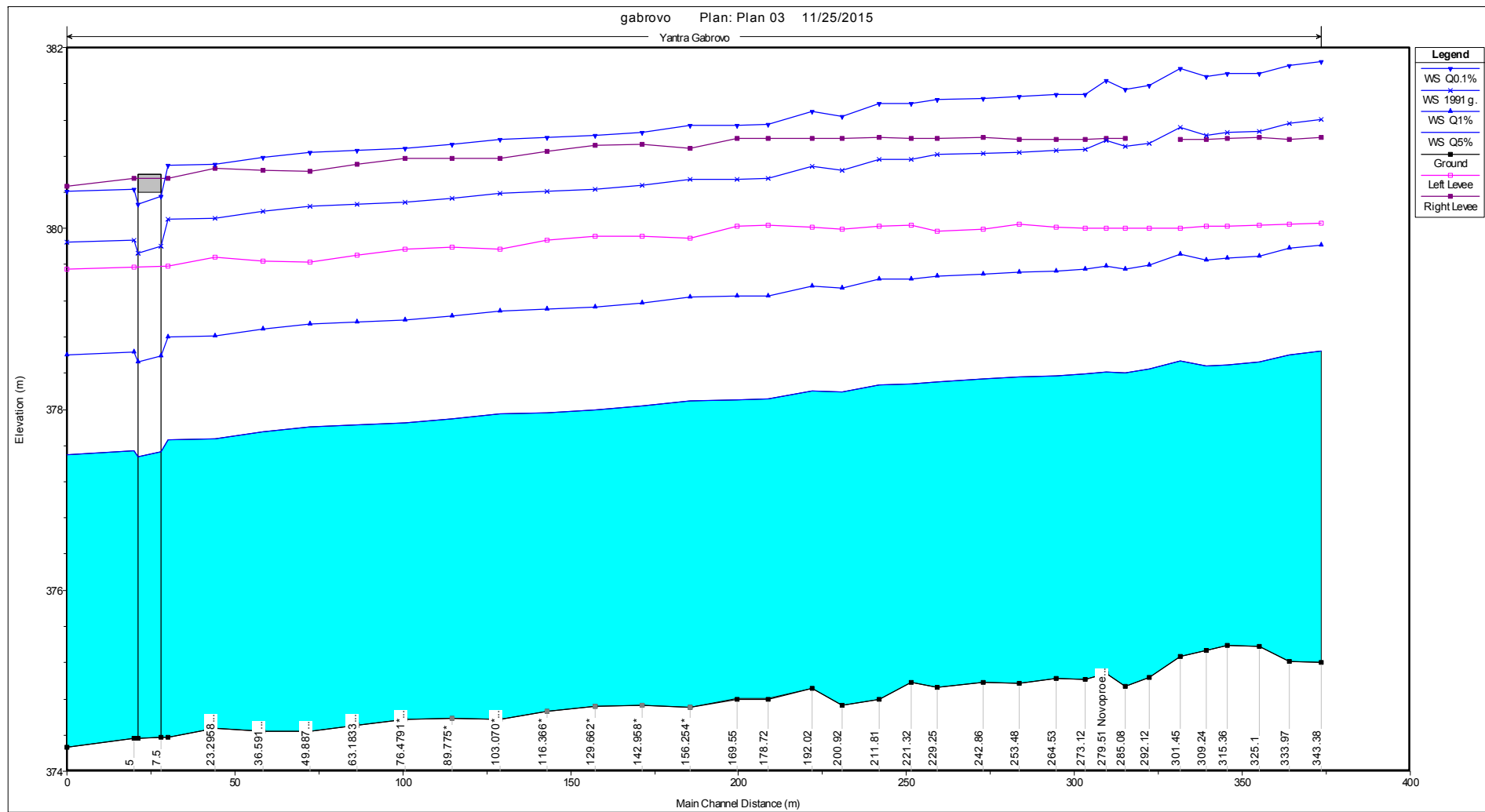
Таблица 18. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{0,1\%}=815.78 \text{ m}^3/\text{s}$

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	815.78	375.20	381.85	382.84	0.001981	4.42	188.35	33.19	0.57
333.97	815.78	375.21	381.80	382.82	0.002056	4.47	185.41	32.70	0.58
325.1	815.78	375.38	381.71	382.79	0.002260	4.64	181.19	32.92	0.61
315.36	815.78	375.39	381.71	382.76	0.002242	4.56	182.56	33.63	0.60
309.24	815.78	375.33	381.68	382.74	0.002192	4.66	182.47	33.33	0.60
301.45	815.78	375.27	381.76	382.69	0.001757	4.29	196.85	35.07	0.55
292.12	815.78	375.04	381.58	382.65	0.002114	4.62	182.56	33.72	0.60
285.08	815.78	374.94	381.54	382.63	0.002216	4.68	179.32	32.83	0.61
279.51	815.78	375.08	381.64	382.58	0.001910	4.43	194.82	36.82	0.57
273.12	815.78	375.01	381.48	382.55	0.002168	4.67	181.95	32.75	0.61
264.53	815.78	375.03	381.48	382.53	0.002137	4.64	183.28	32.80	0.60
253.48	815.78	374.97	381.46	382.50	0.002129	4.64	183.79	32.98	0.60
242.86	815.78	374.98	381.44	382.47	0.002117	4.61	184.31	32.85	0.60
229.25	815.78	374.93	381.43	382.44	0.002052	4.57	186.40	33.23	0.59
221.32	815.78	374.98	381.38	382.42	0.002196	4.64	183.80	33.19	0.60
211.81	815.78	374.79	381.38	382.39	0.002037	4.59	186.16	33.13	0.59
200.92	815.78	374.73	381.24	382.36	0.002355	4.81	177.71	32.66	0.62
192.02	815.78	374.92	381.29	382.31	0.002097	4.60	185.36	33.20	0.59
178.72	815.78	374.80	381.15	382.27	0.002384	4.82	176.55	32.43	0.63
169.55	815.78	374.80	381.14	382.24	0.002273	4.76	179.01	32.49	0.62
156.254*	815.78	374.70	381.14	382.20	0.002161	4.68	181.89	32.49	0.60
142.958*	815.78	374.73	381.07	382.16	0.002274	4.76	178.89	32.49	0.62
129.662*	815.78	374.71	381.03	382.13	0.002307	4.78	178.05	32.49	0.62
116.366*	815.78	374.66	381.00	382.09	0.002265	4.75	179.11	32.49	0.62
103.070*	815.78	374.57	380.99	382.05	0.002172	4.69	181.53	32.49	0.61
89.775*	815.78	374.58	380.93	382.02	0.002267	4.75	179.05	32.49	0.62
76.4791*	815.78	374.57	380.89	381.99	0.002299	4.77	178.23	32.49	0.62
63.1833*	815.78	374.51	380.86	381.95	0.002257	4.74	179.31	32.49	0.62
49.8875*	815.78	374.44	380.85	381.91	0.002182	4.70	181.26	32.49	0.61
36.5916*	815.78	374.44	380.79	381.88	0.002256	4.74	179.33	32.49	0.62
23.2958*	815.78	374.48	380.71	381.84	0.002410	4.84	175.55	32.49	0.63
10	815.78	374.37	380.70	381.80	0.002277	4.76	178.83	32.49	0.62
7.5	Bridge								
5	815.78	374.36	380.44	381.63	0.002622	4.96	171.11	31.32	0.66
1	815.78	374.26	380.41	381.57	0.002503	4.89	173.61	31.33	0.65

Таблица 19. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q=686.00 \text{ m}^3/\text{s}$   
(Наводнение от 1991 година)

Профил	Водно количе-ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	686.00	375.20	381.21	382.09	0.002049	4.17	167.03	33.19	0.57
333.97	686.00	375.21	381.17	382.07	0.002125	4.21	164.57	32.70	0.58
325.1	686.00	375.38	381.07	382.04	0.002358	4.39	160.10	32.92	0.61
315.36	686.00	375.39	381.06	382.01	0.002359	4.32	160.82	33.63	0.61
309.24	686.00	375.33	381.03	382.00	0.002291	4.42	160.95	33.33	0.61
301.45	686.00	375.27	381.11	381.94	0.001814	4.05	174.00	35.07	0.55
292.12	686.00	375.04	380.95	381.91	0.002192	4.37	161.04	32.85	0.60
285.08	686.00	374.94	380.90	381.89	0.002294	4.42	158.64	31.96	0.61
279.51	686.00	375.08	380.97	381.84	0.002037	4.25	170.47	35.97	0.58
273.12	686.00	375.01	380.87	381.82	0.002207	4.39	162.08	31.99	0.60
264.53	686.00	375.03	380.87	381.79	0.002171	4.35	163.39	31.94	0.59
253.48	686.00	374.97	380.85	381.77	0.002165	4.36	163.78	32.05	0.59
242.86	686.00	374.98	380.83	381.74	0.002146	4.33	164.43	31.92	0.59
229.25	686.00	374.93	380.82	381.71	0.002077	4.29	166.29	32.04	0.58
221.32	686.00	374.98	380.77	381.69	0.002229	4.36	163.80	31.96	0.59
211.81	686.00	374.79	380.77	381.66	0.002056	4.30	166.20	31.88	0.58
200.92	686.00	374.73	380.64	381.63	0.002388	4.51	158.52	31.39	0.62
192.02	686.00	374.92	380.68	381.58	0.002117	4.31	165.60	31.94	0.59
178.72	686.00	374.80	380.55	381.54	0.002414	4.52	157.75	31.30	0.62
169.55	686.00	374.80	380.55	381.51	0.002289	4.46	160.18	31.33	0.61
156.254*	686.00	374.70	380.54	381.47	0.002165	4.38	162.93	31.33	0.59
142.958*	686.00	374.73	380.47	381.43	0.002290	4.45	160.08	31.33	0.61
129.662*	686.00	374.71	380.43	381.40	0.002328	4.48	159.26	31.33	0.61
116.366*	686.00	374.66	380.41	381.37	0.002281	4.45	160.26	31.33	0.61
103.070*	686.00	374.57	380.39	381.33	0.002179	4.39	162.57	31.33	0.60
89.775*	686.00	374.58	380.33	381.29	0.002283	4.45	160.22	31.32	0.61
76.4791*	686.00	374.57	380.29	381.26	0.002320	4.47	159.42	31.33	0.61
63.1833*	686.00	374.51	380.27	381.22	0.002273	4.44	160.44	31.33	0.61
49.8875*	686.00	374.44	380.25	381.19	0.002191	4.39	162.30	31.33	0.60
36.5916*	686.00	374.44	380.19	381.15	0.002272	4.44	160.46	31.33	0.61
23.2958*	686.00	374.48	380.11	381.11	0.002444	4.54	156.85	31.32	0.63
10	686.00	374.37	380.11	381.07	0.002295	4.45	159.97	31.33	0.61
7.5	Bridge								
5	686.00	374.36	379.87	380.92	0.002633	4.64	153.40	31.32	0.65
1	686.00	374.26	379.85	380.86	0.002501	4.56	155.87	31.32	0.63





Фиг. 19. Надлъжен профил по оста на реката с изчислените линии на свободната водна повърхност в зоната на моста за  $Q5\%=251.29$   $m^3/s$ ,  $Q1\%=434.65$   $m^3/s$  и  $Q0,1\%=815.78$   $m^3/s$  изградена лява оградна стена.

# РЕЗУЛТАТИ СЛЕД ЗАВЪРШВАНЕ НА ЛЯВА ОГРАДНА СТЕНА И ИЗГРАЖДАНЕ НА НОВ ПЕШЕХОДЕН МОСТ

Таблица 20. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{5\%}=251.29 \text{ m}^3/\text{s}$

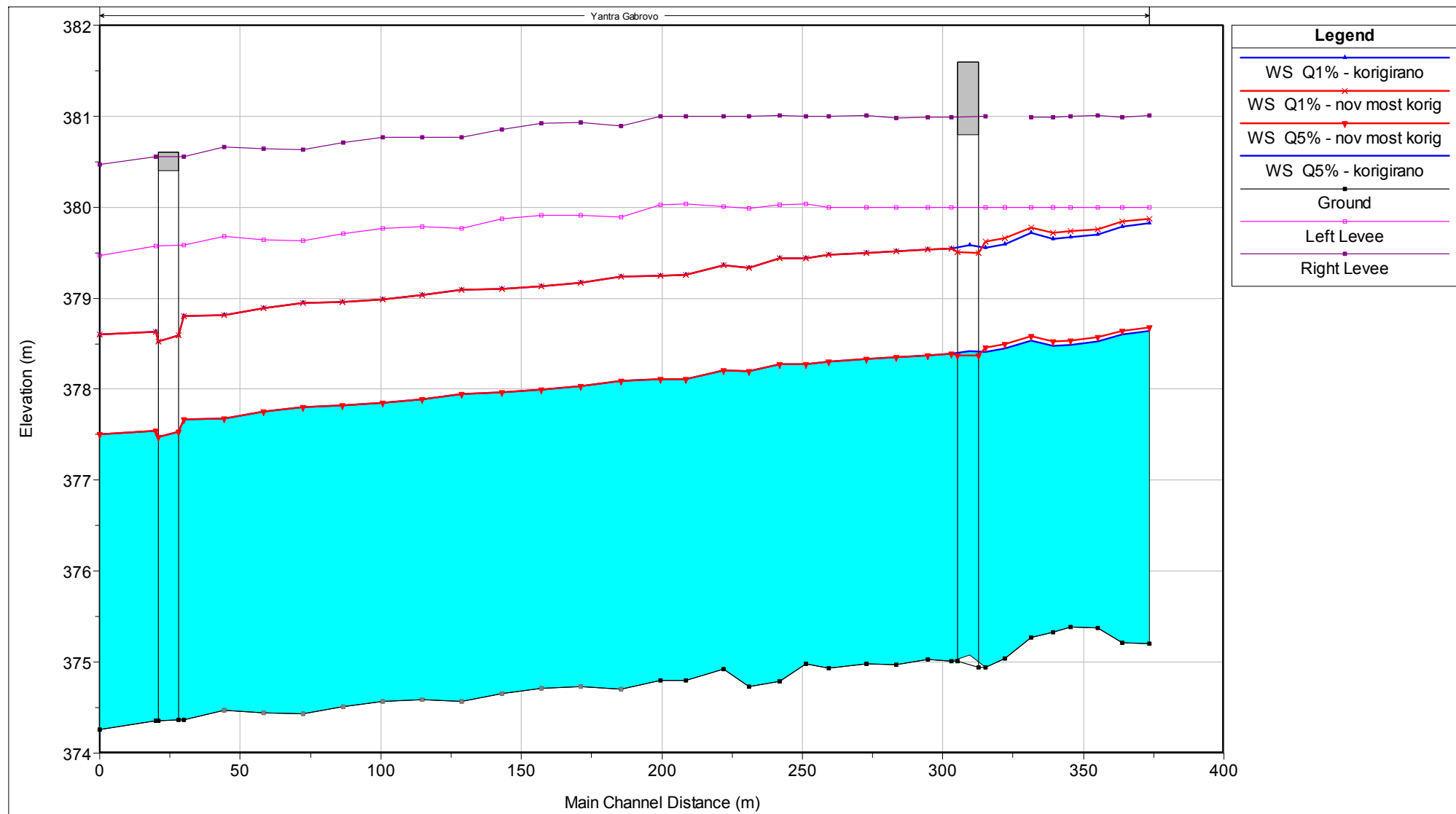
Профил	Водно количество	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	251.29	375.20	378.68	379.10	0.002282	2.89	87.16	30.54	0.54
333.97	251.29	375.21	378.64	379.08	0.002434	2.94	85.59	30.53	0.56
325.1	251.29	375.38	378.57	379.05	0.002747	3.09	82.05	30.43	0.59
315.36	251.29	375.39	378.54	379.03	0.002944	3.10	81.25	30.49	0.61
309.24	251.29	375.33	378.52	379.01	0.002583	3.10	82.20	30.00	0.58
301.45	251.29	375.27	378.58	378.96	0.001850	2.74	92.38	30.48	0.50
292.12	251.29	375.04	378.50	378.94	0.002165	2.92	86.34	28.82	0.54
285.08	251.29	374.94	378.46	378.92	0.002369	3.00	84.22	29.19	0.56
279.51	Bridge								
273.12	251.29	375.01	378.39	378.84	0.002313	3.00	85.38	30.17	0.56
264.53	251.29	375.03	378.37	378.82	0.002301	2.99	85.85	30.48	0.55
253.48	251.29	374.97	378.35	378.79	0.002266	2.97	86.38	30.58	0.55
242.86	251.29	374.98	378.33	378.77	0.002279	2.97	86.43	30.74	0.55
229.25	251.29	374.93	378.31	378.73	0.002194	2.94	87.52	31.06	0.54
221.32	251.29	374.98	378.28	378.71	0.002324	2.97	86.41	30.65	0.55
211.81	251.29	374.79	378.27	378.69	0.002052	2.90	88.78	30.66	0.53
200.92	251.29	374.73	378.20	378.66	0.002437	3.06	84.08	30.01	0.57
192.02	251.29	374.92	378.21	378.62	0.002152	2.91	88.12	31.01	0.53
178.72	251.29	374.80	378.12	378.59	0.002556	3.10	83.04	30.45	0.58
169.55	251.29	374.80	378.11	378.56	0.002323	3.02	85.29	30.41	0.56
156.254*	251.29	374.70	378.10	378.52	0.002116	2.93	87.78	30.43	0.53
142.958*	251.29	374.73	378.04	378.49	0.002329	3.02	85.21	30.43	0.56
129.662*	251.29	374.71	377.99	378.45	0.002407	3.05	84.34	30.43	0.57
116.366*	251.29	374.66	377.97	378.42	0.002329	3.02	85.20	30.44	0.56
103.070*	251.29	374.57	377.95	378.38	0.002153	2.95	87.30	30.46	0.54
89.775*	251.29	374.58	377.89	378.34	0.002331	3.02	85.18	30.46	0.56
76.4791*	251.29	374.57	377.85	378.31	0.002405	3.05	84.36	30.46	0.57
63.1833*	251.29	374.51	377.82	378.27	0.002325	3.02	85.24	30.48	0.56
49.8875*	251.29	374.44	377.80	378.24	0.002183	2.96	86.93	30.49	0.54
36.5916*	251.29	374.44	377.75	378.20	0.002325	3.02	85.25	30.50	0.56
23.2958*	251.29	374.48	377.68	378.16	0.002651	3.15	81.86	30.49	0.59
10	251.29	374.37	377.66	378.12	0.002375	3.04	84.69	30.52	0.56
7.5	Bridge								
5	251.29	374.36	377.54	378.03	0.002706	3.16	81.45	30.58	0.60
1	251.29	374.26	377.50	377.97	0.002501	3.08	83.46	30.67	0.58

Таблица 21. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{1\%}=434.65 \text{ m}^3/\text{s}$ 

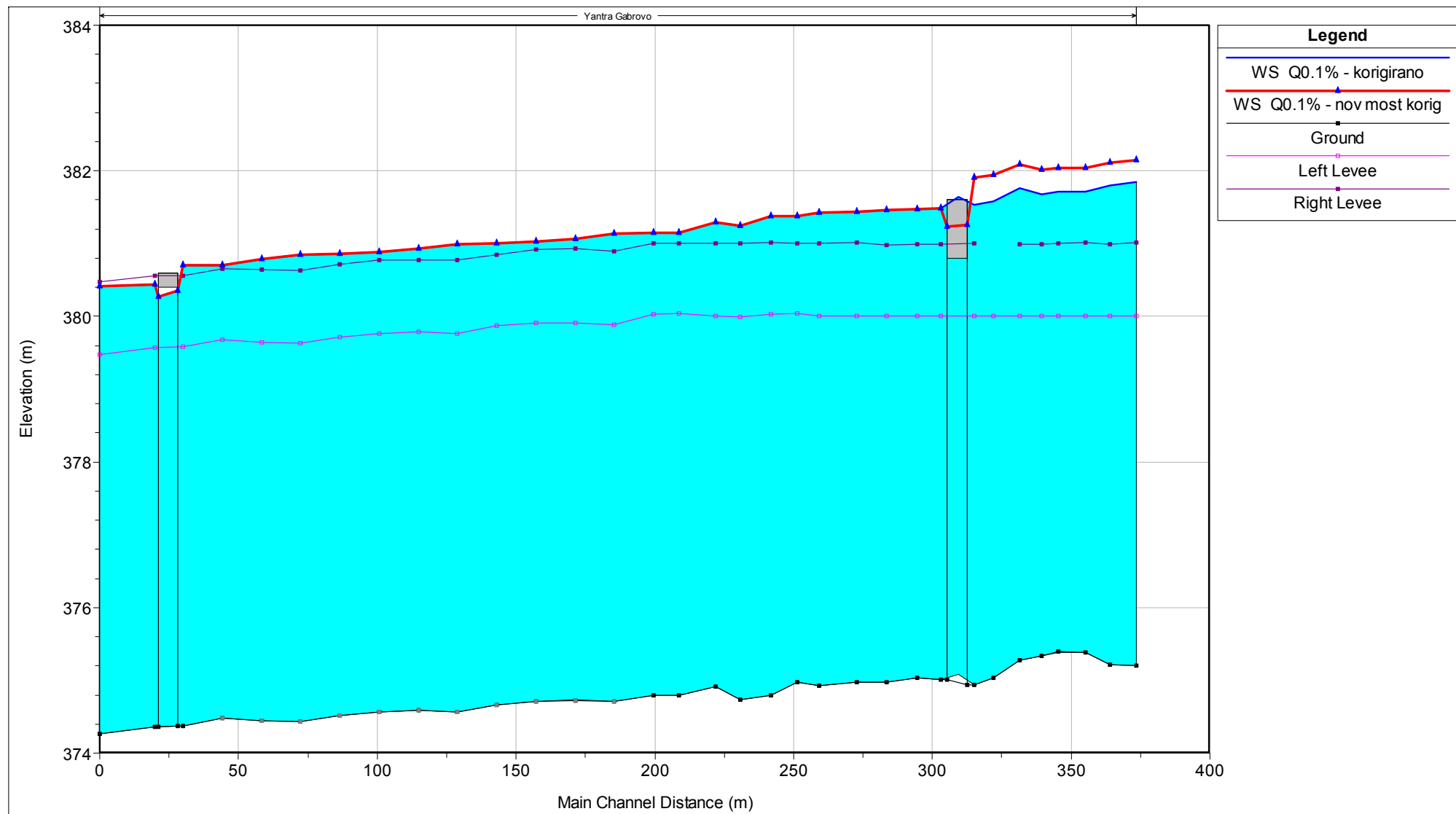
Профил	Водно количе- ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	434.65	375.20	379.88	380.51	0.002133	3.53	123.76	30.58	0.56
333.97	434.65	375.21	379.84	380.49	0.002219	3.56	122.31	30.55	0.57
325.1	434.65	375.38	379.76	380.46	0.002482	3.73	118.33	30.45	0.60
315.36	434.65	375.39	379.74	380.43	0.002546	3.69	117.96	30.53	0.60
309.24	434.65	375.33	379.72	380.42	0.002380	3.74	118.54	30.60	0.59
301.45	434.65	375.27	379.78	380.37	0.001835	3.40	129.21	30.78	0.53
292.12	434.65	375.04	379.66	380.34	0.002187	3.65	119.98	29.06	0.57
285.08	434.65	374.94	379.63	380.32	0.002309	3.70	118.57	29.65	0.58
279.51	Bridge								
273.12	434.65	375.01	379.55	380.22	0.002274	3.70	120.26	30.33	0.58
264.53	434.65	375.03	379.53	380.20	0.002243	3.67	121.32	30.77	0.58
253.48	434.65	374.97	379.51	380.17	0.002216	3.66	121.88	30.65	0.57
242.86	434.65	374.98	379.49	380.15	0.002212	3.64	122.26	30.89	0.57
229.25	434.65	374.93	379.48	380.11	0.002131	3.61	123.81	31.10	0.56
221.32	434.65	374.98	379.44	380.09	0.002273	3.66	122.00	30.74	0.57
211.81	434.65	374.79	379.44	380.07	0.002058	3.59	124.43	30.72	0.56
200.92	434.65	374.73	379.34	380.04	0.002412	3.77	118.36	30.17	0.59
192.02	434.65	374.92	379.36	380.00	0.002131	3.60	123.96	31.05	0.56
178.72	434.65	374.80	379.25	379.96	0.002467	3.79	117.71	30.53	0.60
169.55	434.65	374.80	379.25	379.93	0.002306	3.73	119.98	30.55	0.58
156.254*	434.65	374.70	379.24	379.89	0.002154	3.65	122.54	30.56	0.57
142.958*	434.65	374.73	379.17	379.85	0.002313	3.73	119.85	30.56	0.59
129.662*	434.65	374.71	379.13	379.82	0.002366	3.76	119.02	30.57	0.59
116.366*	434.65	374.66	379.10	379.78	0.002308	3.73	119.94	30.58	0.59
103.070*	434.65	374.57	379.09	379.75	0.002178	3.66	122.11	30.62	0.57
89.775*	434.65	374.58	379.03	379.71	0.002311	3.73	119.89	30.63	0.59
76.4791*	434.65	374.57	378.99	379.68	0.002361	3.75	119.10	30.64	0.59
63.1833*	434.65	374.51	378.96	379.64	0.002302	3.72	120.04	30.67	0.58
49.8875*	434.65	374.44	378.94	379.60	0.002197	3.67	121.80	30.69	0.57
36.5916*	434.65	374.44	378.89	379.57	0.002301	3.72	120.07	30.69	0.58
23.2958*	434.65	374.48	378.81	379.53	0.002527	3.83	116.62	30.68	0.61
10	434.65	374.37	378.80	379.49	0.002332	3.74	119.58	30.70	0.59
7.5	Bridge								
5	434.65	374.36	378.63	379.37	0.002660	3.89	114.92	30.75	0.62
1	434.65	374.26	378.60	379.31	0.002502	3.81	117.14	30.85	0.61

Таблица 22. Резултати от проведените хидравлични изчисления за  $Q_{0.}\%=815.78 \text{ m}^3/\text{s}$ 

Профил	Водно количе- ство	Кота дъно	Кота водно ниво	Кота енерг. линия	Хидравл. наклон	Средна скорост	Намокр. сечение	Широч. на водната повърхн.	Число на Фруд
343.38	815.78	375.20	382.15	383.04	0.001682	4.21	198.27	33.19	0.53
333.97	815.78	375.21	382.11	383.02	0.001738	4.25	195.43	32.70	0.54
325.1	815.78	375.38	382.04	383.00	0.001883	4.39	191.96	32.92	0.56
315.36	815.78	375.39	382.04	382.98	0.001860	4.31	193.67	33.63	0.55
309.24	815.78	375.33	382.01	382.96	0.001818	4.40	193.72	33.33	0.56
301.45	815.78	375.27	382.09	382.91	0.001477	4.07	208.21	35.07	0.51
292.12	815.78	375.04	381.95	382.89	0.001734	4.34	194.71	33.72	0.55
285.08	815.78	374.94	381.91	382.87	0.001807	4.40	191.45	32.83	0.56
279.51	Bridge								
273.12	815.78	375.01	381.48	382.55	0.002168	4.67	181.95	32.75	0.61
264.53	815.78	375.03	381.48	382.53	0.002137	4.64	183.28	32.80	0.60
253.48	815.78	374.97	381.46	382.50	0.002129	4.64	183.79	32.98	0.60
242.86	815.78	374.98	381.44	382.47	0.002117	4.61	184.31	32.85	0.60
229.25	815.78	374.93	381.43	382.44	0.002052	4.57	186.40	33.23	0.59
221.32	815.78	374.98	381.38	382.42	0.002196	4.64	183.80	33.19	0.60
211.81	815.78	374.79	381.38	382.39	0.002037	4.59	186.16	33.13	0.59
200.92	815.78	374.73	381.24	382.36	0.002355	4.81	177.71	32.66	0.62
192.02	815.78	374.92	381.29	382.31	0.002097	4.60	185.36	33.20	0.59
178.72	815.78	374.80	381.15	382.27	0.002384	4.82	176.55	32.43	0.63
169.55	815.78	374.80	381.14	382.24	0.002273	4.76	179.01	32.49	0.62
156.254*	815.78	374.70	381.14	382.20	0.002161	4.68	181.89	32.49	0.60
142.958*	815.78	374.73	381.07	382.16	0.002274	4.76	178.89	32.49	0.62
129.662*	815.78	374.71	381.03	382.13	0.002307	4.78	178.05	32.49	0.62
116.366*	815.78	374.66	381.00	382.09	0.002265	4.75	179.11	32.49	0.62
103.070*	815.78	374.57	380.99	382.05	0.002172	4.69	181.53	32.49	0.61
89.775*	815.78	374.58	380.93	382.02	0.002267	4.75	179.05	32.49	0.62
76.4791*	815.78	374.57	380.89	381.99	0.002299	4.77	178.23	32.49	0.62
63.1833*	815.78	374.51	380.86	381.95	0.002257	4.74	179.31	32.49	0.62
49.8875*	815.78	374.44	380.85	381.91	0.002182	4.70	181.26	32.49	0.61
36.5916*	815.78	374.44	380.79	381.88	0.002256	4.74	179.33	32.49	0.62
23.2958*	815.78	374.48	380.71	381.84	0.002410	4.84	175.55	32.49	0.63
10	815.78	374.37	380.70	381.80	0.002277	4.76	178.83	32.49	0.62
7.5	Bridge								
5	815.78	374.36	380.44	381.63	0.002622	4.96	171.11	31.32	0.66
1	815.78	374.26	380.41	381.57	0.002503	4.89	173.61	31.33	0.65



Фиг. 20. Надлъжен профил по оста на реката с изчислените линии на свободната водна повърхност в зоната на моста за  $Q5\%=251.29 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q1\%=434.65 \text{ m}^3/\text{s}$  изградена лява оградна стена със ( в червено) и без ( в синьо) изграден мост.



Фиг. 21. Надлъжен профил по оста на реката с изчислените линии на свободната водна повърхност в зоната на моста за  $Q_5\%=251.29 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{0.1\%}=815.78 \text{ m}^3/\text{s}$  изградена лява оградна стена със ( в червено) и без ( в синьо) изграден мост.

Въз основа на получените резултати от хидравличните изчисления за участъка на моста могат да се направят следните основни изводи и заключения:

1. Новопроектираният мост се намира в профил 279.51. Изчисленията са извършени за два варианта на речното корито, а именно - Съществуващо положение и напълно завършена лява оградна стена. Резултатите от втория изчислителен случай дават по-ниски коти на водните нива. Котите на водните нива са дадени в съответните таблици.
2. Водното ниво за оразмерителната висока вълна с период на повторение 1 път на 100 години в сечението на моста при сегашното положение достига кота 379,80, а при изградена лява оградна стена 379,58 (40 см под котата на короната на оградната стена. В тСпоред мен долния ръб на връхната конструкция трябва да бъде над котата на лявата оградна стена, която е 380,00. В този случай разстоянието до долния ръб на новороектирания мост (кота 380,85) надвишава 1,25 m т.е. мостът отговаря на нормативните изисквания цитирани в глава 5 на този доклад.
3. Поради малката дебелина на стълбовете на моста последните оказват минимално влияние на подприщването на водното течение, което при висока вълна с период на повторение 1 път на 100 години не надвишава 7 - 8 см.
4. Речното корито в зоната на моста не е в състояние да пропусне водни количества с вероятност за превишение  $p=0,001$  (един път на 1000 години), като в този случай ще се получи заливане на съседните улици т.е. и без наличие на моста хидравличната проводимост на участъка е недостатъчна.
5. Преминалата висока вълна през 1991 се оценява с вероятност за превишение 1 път на 400 - 500 години и може да служи за референция относно очакваните заливания при 1000 годишна вълна.
6. Максималните средни скорости в зоната на моста достигат стойности 3.75 - 3.90 m/s, което налага мерки по укрепване на устоите на моста срещу подравяне. Препоръчвам дъното на реката в зоната на моста да бъде укрепено с бетонова облицовка или каменен блоаж.

12.2015 София

Съставил:

/проф. д-р инж. Н. Лисев/