

ПЪТНИТЕ ВОДОСТОЦИ В БЪЛГАРИЯ – ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕ

Пламен Иванов, Николай Михайлов
ivanov.plamen@abv.bg, road.uacg@gmail.com

*Университет по архитектура, строителство и геодезия
София, бул. "Хр. Смирненски" №1,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: водосток, отводняване, водосборна област, водно количество

Резюме: Водостоците са важна част от отводнителната система на пътя. В настоящата статия накратко е изложена методиката за определяне на отворите на пътните водостоци. Представени са видовете водостоци, които се прилагат в пътната практика към момента. При хидравличното оразмеряване е изложена възприетата методика за определяне на пропускателната способност, съответно отвора на водостоците. Разгледано е определянето на водното количество, чрез отчитане влиянието на хидроложките фактори. Извършен е анализ на действащата методология за оразмеряване на водостоците.

I. ВЪВЕДЕНИЕ

Водостоците са важна част от отводнителната система на пътя. Броят и разположението им зависи от климатичните условия и релефа на местността, и е изцяло подчинено на нивелетното и ситуационно решение на пътя. На местата, където пътното трасе пресича реки, канали, дерета или оврази, се устройват водоотводни съоръжения: мостове, водостоци, филтриращи насипи. Те осигуряват едновременно непрекъснатост на пътното платно и безнапорно отвеждане през пътното тяло на постоянно течащата, а чрез окопите, и на дъждовната и снежна вода от обхвата на пътя и околния терен.

Изборът на формата на сечението (типа) и отвора водостока се прави с доказване на пропускателната способност и се обосновава икономически.

Стойността на водоотводните съоръжения може да достигне до 8–15% от общата строителна стойност. Ето защо правилният избор на типа на съоръжението и рационалното му проектиране имат голямо значение за намаляване на стойността на обекта.

Водостоците са малки съоръжения с отвор до 5 m включително. Те са най-често срещаните и използвани пътни съоръжения (около 90% от всички съоръжения на пътя). У нас могат да се прилагат само типови водостоци с издадено „Българско техническо одобрение“. Типизацията на мостовите съоръжения и водостоците в българското пътно строителство е въведена през 60-те години на миналия век, като оттогава при оразмеряването на отворите на водостоците се използва методика за оразмеряване, която е необходимо да бъде преразгледана и актуализирана.

Водостоците имат следните конструктивни части: устои, крила, върхна конструкция, челни стени, корито (фундамент или подложки), казанче и конуси.

II. ВИДОВЕ ПЪТНИ ВОДОСТОЦИ

В утвърдената от българската пътна администрация номенклатура на типизационните разработки за водостоци са включени следните типове водостоци (според конструктивната схема):

- **Тръбни** (Фиг. 1) - Сглобяемите тръбни водостоци се изпълняват като водоотводни пътни съоръжения при наличие на насипи с височина не по-голяма от 15 m. Сглобяемите тръбни водостоци се изпълняват със сглобяеми фундаменти (подложки) или с монолитен фундамент. Втокът и оттокът на тръбните водостоци се оформят със сглобяеми или монолитни челни стени и крила, които могат да бъдат успоредни, завърнати или полузавърнати. Върху външната страна на тялото на водостока, крилата и челните страни преди засипването се изпълнява хидроизолация. Насипните конуси при втока и оттока на водостока се облицоват с едроломен камък на височина, определена от проекта, но не по-малка от 60 cm. Особено важно е редовното почистване и промиване на тръбните водостоци през целия експлоатационен период. Основното предимство на тръбните водостоци е, че тръбите могат да се изработват механизирано при заводски условия и да се пренасят и монтират на строежа. Имат опростено устройство и се монтират бързо. Тази система водостоци може да се прилага както под насип, така и на ниво и при различна косота и наклон на радието. При тази система водостоци се допуска прилагането на група тръби (батерия) до 3 броя, доказано с хидравличните изчисления.

- **Сглобяеми правоъгълни** (Фиг. 2) - Сглобяеми правоъгълни водостоци са тип тръбни водостоци с квадратно или правоъгълно напречно сечение – затворена рамка. Разработени са с типови размери. Сглобяемите правоъгълни водостоци могат да се нареждат в напречно сечение един до друг и да образуват батерия. Сглобяемите правоъгълни водостоци могат да се прилагат при насипи с височина не по-голяма от 15 m, измерена от радието на водостока до нивото на пътната настилка. За всеки отвор съществуват три варианта на елементите – лек (за насип с височина до 5,0 m), среден (за насип с височина 5,0÷10,0 m) и тежък тип (за насип с височина 10,0÷15,0 m). Вариантите се различават по дебелините на стените, долната и горната плоча. Тези водостоци се прилагат при всички видове почви, като тръбните елементи се монтират върху пласт от подложен бетон. Фундирането е плоскостно. Покритието над горната повърхност на водостока е от изравнителен бетон, изолация и два пласта асфалтобетонна настилка. Върху наредените елементи се нанася покровообразно изравнителен бетон, а върху него – замазка от цимент. Върху замазката и външната страна на стените се прави битумна изолация. Втокът и оттокът на сглобяемите правоъгълни водостоци се изпълняват със сглобяеми елементи или по монолитен начин и се оформят с успоредни на оста на водостока крила.

- **Сглобяеми плочести водостоци** - Тези водостоци се изпълняват на ниво или под насип с височина не по-голяма от 6 m, измерена от горния ръб на върхната конструкция на съоръжението до нивото на пътната настилка. Разработени са като типови конструкции с отвори 1, 2, 3, 4 и 5 m за различни височини на насипа и ширина на габарита. Върхната конструкция на сглобяемите плочести водостоци работи като стоманобетонна плоча. Сглобяемите елементи са стоманобетонни блокове с плътно сечение и стандартна широчина 99 cm. В страничните им повърхности е оформен шлиц за монтаж и замонолитване. Втокът и оттокът на плочните водостоци се оформят със сглобяеми или монолитни крила.

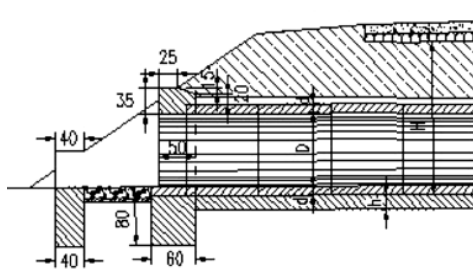
- **Сводови;**

• **Устообразни** (Фиг. 3) - Типовите устообразни водостоци са разработени за отвори 1, 1.5 и 2 m и за височина на насипа от 0,50 до 12,0 m. Това сечение работи като свод, очертан по окръжност с централен ъгъл 120° и запънат в устоите, които следват направлението на тангентите в края на свода. Конструктивната схема позволява голямо натоварване. Устообразните водостоци могат да се изпълняват като монолитни или като сглобяеми от отделни пръстени, произведени в заводски условия. Устообразни водостоци се срещат по много от пътищата на България, особено в планинските райони. Устообразните водостоци са с най-благоприятното хидравлично сечение.

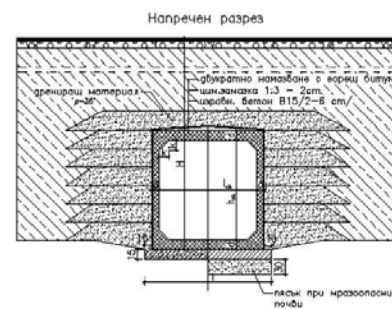
• **Овоидални** (Фиг. 4) - Овоидалните водостоци се изграждат с отвори 3, 4 и 5 m. Светлата им височина е 0,8 от отвора. Прилагат се за височини на насипа над ключа до 10 m. Изграждат се като монолитни съоръжения, като се използва дървен кофраж – външен и вътрешен. Сводът има овоидална форма: външната и вътрешната повърхност са оформени по спрегнати окръжности. Дебелината на основата се определя за всяка ламела в зависимост от височината на насипа средно над ламелата, докато размерите на свода са еднакви за всички височини на насипа. Втокът и оттокът се оформят с крила, като при втока те са завърнати на 0° спрямо оста на водостока, а при оттока са успоредни на нея.

Табл. 1 Видове водостоци, приложими в пътната практика на България [1]

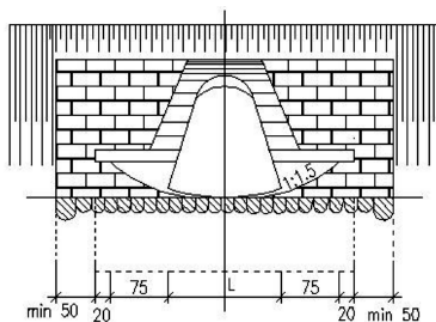
Видове водостоци	Светла отвор [m]								
	0.50	0.80	1.00	1.25	1.50	2.00	3.00	4.00	5.00
Тръбни	0.50*	0.80	1.00	1.25	1.50	2.00	-	-	-
Устообразни	-	-	1.00	-	1.50	2.00	-	-	-
Плочести	-	-	1.00	-	-	2.00	3.00	4.00	5.00
Сводови	-	-	1.00	-	-	2.00	3.00	4.00	5.00
Правоъгълни L/H	-	-	-	-	1.50/1.50	2.00/2.00	3.00/2.50	4.00/2.50	-
Овоидални	-	-	-	-	-	-	3.00	4.00	5.00



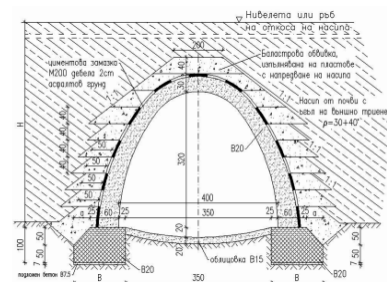
Фиг. 1 Тръбен водосток [1]



Фиг. 2 Правоъгълен водосток [1]



Фиг. 3 Устообразен водосток [1]



Фиг. 4 Овоидален водосток [1]

III. ИЗПОЛЗВАНИ В ПРАКТИКАТА МЕТОДИ ЗА ОРАЗМЕРЯВАНЕ НА ПЪТНИ ВОДОСТОЦИ

1. Определяне на водното количество, съгласно [4]

Максималното водно количество, което трябва да пропусне даден водосток зависи от:

- количеството на валежите и тяхната продължителност, повтораемост, интензивност, географска определеност и
- естествената регулираща способност (водопроникливост) на водосборната област

Определянето на максималното водно количество се извършва по формулата:

$$Q_{\max.} = S(E_n) \cdot F_p, \text{ където:}$$

S – редукиционен параметър на интензивността на дъжда, съгл. Редукиционната крива за съответния район в зависимост от E (Прил. 3.1. и 3.9. от „Инструкция за определяне отворите на пътните водостоци“)

E_n – условно време за дотичане на водата

$Q_{\max.}$ – максимално водно количество [m^3/s]

$$(1) \quad E_n = \frac{16,67 \cdot L}{U}, \text{ където:}$$

L – дължина на водосборната област [km];

U – условна средна скорост на водата;

$$(2) \quad U = 0,14 \cdot J^{1/3} \cdot F_p^{1/4} \text{ – за равнинен терен;}$$

$$(3) \quad U = 0,14 \cdot J^{1/9} \cdot F_p^{1/3} \text{ – за планински терен, където:}$$

J – надлъжен наклон на водосборната област [‰];

F_p – параметър на условния отточен обем;

$$(4) \quad F_p = 0,01 \cdot \varphi_p \cdot H_p \cdot F, \text{ където:}$$

φ_p – отточен коефициент при приета обезпеченост (p%) за съответната категория водопроникливост на почвата (Прил. 3.2, [4]);

H_p – денонощен максимален слой на дъжда за приетата обезпеченост и съответния район (Прил. 2.1, [4]);

F – площ на водосборната област [km^2].

2. Определяне на отвора на водостока, съгласно [4]

Водното количество, което провежда водостока зависи от формата и размерите на напречното му сечение (отвора) и височината на водния стълб пред втока на съоръжението.

При определяне необходимия отвор на водостоците е приет безнапорен режим на протичане на водното количество. Безнапорният режим на протичане се характеризира с наличието на свободно пространство над потока по цялата му дължина вътре във водостока. Безнапорен режим на протичане има, когато съотношението на височината на потока пред втока ($H_{вт.}$) и светлата височина на втока ($h_{тр.}$) е:

$$\frac{H_{вт.}}{h_{тр.}} < 1,2, \text{ където:}$$

$H_{вт.}$ [m] – височина на потока пред втока;

$h_{тр.}$ [m] – светла височина на втока.

При избора на необходим отвор и конструкция на водостоците се използват графики, в които пропускателната способност на съоръженията е определена съобразно височината на водния стълб пред втока $H_{вт}$. Графиките са дадени в Приложение 4 на [4].

Пропускателната способност е съобразена с допустимата максимална скорост на протичане:

- за тръбни, правоъгълни и устообразни водостоци – $V_{max} \leq 8$ [m/s];
- за плочести и сводови (овоидални) водостоци – $V_{max} \leq 6$ [m/s].

В Национална стратегия за адаптация към изменението на климата и План за действие до 2030 год. [5] приета с Решение № 621 на Министерския съвет от 25.10.2019 г. в се препоръчва да се преразгледат действащите насоки за изчисляване на отворите на водостоци, като освен актуализацията на методиката следва те да станат част от нови норми за пътно проектиране. В допълнение в [5] е записано, че *в нормите за проектиране на пътни и железопътни мостове, водостоци и други отводнителни съоръжения се наблюдават някои недостатъци. Съгласно [5] „Наводненията представляват една от най-големите заплахи за транспортната инфраструктура, това изглежда е сериозен проблем“.*

3. Проектиране на пътни водостоци

- 3.1. Ефективното действие на пътните водостоци в най-голяма степен зависи от тяхното правилно хидравлично оразмеряване и оптимален избор на конструктивно решение;
- 3.2. Основното решение, свързано с водостоците е да се определи техният вид и сечение, като от това решение силно зависи пропускателната способност на водостока. Действащ нормативен документ, който е в сила от 1998 год. и не е актуализиран оттогава е „Инструкции за определяне на отвори на пътни водостоци“ (ГУП, 1998 г.) [4]. Тя е публикувана от „Главно управление на пътищата“ (понастоящем Агенция „Пътна инфраструктура“);
- 3.3. Също, както при определяне на отворите на мостовете, възприетият подход при оразмеряването на водостоците е подобен на метода на водосборната област, при който от съществено значение в процеса на проектиране има определянето на количеството на валежите и тяхната продължителност, интензивност и географка определеност, както и естествената регулираща способност (водопрпускливост) на водосборната област. Параметърът максимално количество дневни валежи се определя в съответствие със зоната, в която се намира отводнителното съоръжение, както и оценката на надморската височина на водосборната област;
- 3.4. Известно е, че максималното дневно количество валеж се изменя във времето и предвид годината на издаване на инструкцията [4] (1998 г.), включените в нея данни най-вероятно се нуждаят от актуализация.

В т. 3.1.2. Преглед на нормите за проектиране от Приложение 7: Оценка на сектор „Транспорт“ [5] е записано, че една от сферите, в които транспортният сектор (и особено автомобилния сектор) не изглежда да е достатъчно приспособен, е проектирането на отводнителните системи. **Указанията, които се използват за оразмеряване на водостоци и за определяне на мостовите отвори, са на първо място изключително остарели** и на второ място, не представляват задължителни законови изисквания за проектантите.

Актуализацията на Указанията за проектиране на пътни водостоци следва да се извършат с цел отразяване на прогнозираните изменения на максималните водни количества в различните райони на страната. Потенциалните рискове, които трябва да

се вземат под внимание са: проливни валежи, бури и градушки, снеговалежи. Участници в процеса на актуализация са МРРБ и АПИ.

Способността на водостоците да провеждат големи водни количества е от най-голямо значение за предотвратяване на надводния и свлачища. Реконструкцията на много на брой водостоци в съществуващите мрежи е изключително предизвикателство и продължителен процес, като много важно е при проектирането на нови и при реконструкцията на съществуващи водостоци да бъде взета под внимание и отчетена промяна на климата.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Способността на водостоците да провеждат големи водни количества е от най-голямо значение за предотвратяване на надводния и активизиране на свлачища. Наводненията и изменението на максималното дневно количество валежи във времето представляват една от най-големите заплахи за транспортната инфраструктура. Има необходимост от актуализация на действащата и вече остаряла методология за оразмеряване на водостоците. Усилията трябва да бъдат насочени към по-доброто проектиране на нови и реконструкция на съществуващи водостоци с отчитане промяната на климата и последствията от него.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Михайлов Н. „Строителство на автомобилни пътища“, София: Галини – Н, 2012, 448 стр.
- [2] Николов, В. „Проектиране и строителство на пътища“, София: ВТУ Тодор Каблешков, 2012, 588 стр.
- [3] Николов, Валентин А. и др. „Ръководство за проектиране на пътища“, София: ВТУ Тодор Каблешков, 2010, 201 стр.
- [4] Министерство на регионалното развитие и благоустройството, Главно управление на пътищата „Инструкция за определяне на отворите на пътните водостоци“, София, 1998, 28 стр.
- [5] Дейл Н., Жекова С., „Национална стратегия за адаптация към изменението на климата и План за действие до 2030 г.“, 2018.

ROAD CULVERTS IN BULGARIA – BASIC PRINCIPLES IN THE DESIGN

Plamen Ivanov, Nikolay Mihaylov
ivanov.plamen@abv.bg, road.uacg@gmail.com

University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy
Hristo Smirnenski Blvd.1, Sofia, BULGARIA

Key words: *culvert, drainage, catchment area, water discharge*

Abstract: *Culverts are important part of drainage system of the road. In this article, briefly is exposed the methodology of determination of the openings of road culverts. Types of culverts are presented used at the practice. In hydraulic measurement is exposed the methodology of determining capacity, respectively the openings of the culverts. Analyzed is determination of water discharge, by taking in consideration of hydrological factors. Analysis of the current methodology for measurement of culverts is made.*