

#### **4. ХИДРОЛОШКА СТУДИЈА**

**ХИДРОЛОШКИ СТУДИЈА**  
**ТОПЧИДЕРСКА РЕКА**  
**ПРОФИЛ ЖЕЛЕЗНИЧКОГ МОСТА КОД ХИПОДРОМА**

**Београд, јануар, 2021 године.**

## 2. САДРЖАЈ ЕЛАБОРАТА:

1.	Насловна страна
2.	Садржај
3.	Текстуална документација
4.	Нумеричка документација
5.	Прилози: <ul style="list-style-type: none"><li>• Мишљење јавног водопривредног предузећа „Србијаводе” Београд</li></ul>

### **3. ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА**

## Топчидерска река хидрологија

Топчидерска река се као десна притока улива у Саву у централној зони Београда. Слив Топчидерске реке је највећи речни слив на административном подручју града Београда. Укупна површина слива Топчидерске реке до ушћа у Саву износи 146,45 km<sup>2</sup>. За разлику од многобројних руралних бујичних сливова који су смештени у брдско-планинским крајевима Централне Србије, слив Топчидерске реке због значајнијег удела вештачких површина сматра се периурбаним сливом. Слив Топчидерске реке подељен је између три београдске општине – Вождовац, Раковица и Савски венац. Насељава га око 160.000 људи у градским, приградским и насељима сеоског типа (Драговић, 2008.). Нижи делови слива припадају урбаној зони Београда, а виши су рурални и служе за потребе пољопривреде, воћарства и шумарства. Међународни коридор 10, који повезује Средњу Европу са југоистоком, пружа се у непосредној близини слива и упоредо са Топчидерском реком. Од регионалних путева, кроз сливно подручје Топчидерске реке пролази пут Железник–Ресник–Раковица, који ово подручје повезује са аутопутем, и регионални пут који води улицом Војводе Степе преко Авале и спаја се са регионалним путем Мали Пожаревац–Младеновац–Топола–Крагујевац. Кроз сливно подручје Топчидерске реке и његовој непосредној близини пролазе најзначајнији правци у железничком саобраћају (железничка пруга Београд–Ниш, Београд–Ужице–Бар и Батајница–Н.Београд–Пожаревац) који повезују северни са јужним делом Србије. Сливно подручје Топчидерске реке карактеристично је и по геотермалним изворима на локацији Паригуз, остацима рудника сребра из старог доба у горњем делу слива, израженом индустријском загађењу слива у доњем делу који квалитет воде Топчидерске реке доводи до IV, најниже категорије, по честим изливањима на локацијама Патин мајдан и железничка станица у Рипњу (Драговић et al., 2008).

## Хидрографске карактеристике слива

Топографска граница слива и речна мрежа у сливу Топчидерске реке исцртане су на основу четворобојних топографских карата размере 1:25000, а коришћени су листови Барајево, Београд-запад, Сопот, Сремчица и Авала. За одређивање параметара слива (Табела 1.) коришћен је дигитални модел висина типа SRTM резолуције 90 m.

Топчидерска река настаје у близини Парцанског виса спајањем 3 потока - Дубоки, Шупиловац и Ковионски, који се састају испод превоја Ковиона - Парцански вис код Рипањског вијадукта. Леве притоке - Кијевски поток, Кладинац поток, Сикијевац поток, Радушње поток, Бела река, Паланка (Дучевац) - уливају се у Топчидерску реку у средњем и горњем току. У доњем току Топчидерске реке уливају се углавном десне притоке - Раковички поток, Паригуз, Пречица и Смрдански поток (Слика 1.).

Слив Топчидерске реке одликује се благом заталасаношћу и дисекцијом рељефа, са највећом денivelацијом између врха Авале и главног тока где се на непуних 2,5 km удаљености јавља релативна висинска разлика од 390 m, нагиба 15,6 % (Драгићевић et al., 2008.). Слив је брдског карактера и издуженог облика. Највиша тачка вододелнице је 506 m н.в. (врх Авале). Површина слива који гравитира профилу Раковица (AR) износи 126.87 km<sup>2</sup>. Обим слива или дужина топографске вододелнице Топчидерске реке (O) до профила Раковица износи 60.73 km. Модул развијености

вододелнице по Гравелијусу на 98 основу израза  $E = 0.28 O A$  износи 1.51. Просечна ширина слива, која се добија на основу односа површине слива и дужине слива по главном току ( $B = AL$ ), износи 4.51 km.

**Табела 1.** Параметри слива Топчидерске реке – профил Раковица

Параметар	Вредност	Јединица
A	126.87	km <sup>2</sup>
O	60.73	km
Kv	391.1	m n.v.
Ku	87.5	m n.v.
Hsr	219.85	m n.v.
L	28.14	km
Lc	12.60	km
Ia	1.08	%
Iu	0.48	%
Isr	11.11	%
D	132.39	m
G	1.56	km·km <sup>2</sup>

Укупна дужина свих водотока у сливу ( $\Sigma L$ ) износи 198.37 km. Слив Топчидерске реке се одликује добро развијеном хидрографском мрежом - густина речне мреже (G) износи 1.56. Дужина слива по главном току, од тачке на вододелници до излазног профила (L) износи 28.14 km, а одстојање од излазног профила, мерено по главном току до тачке у кориту која је најближа тежишту слива (Lc) износи 12.60 km. Апсолутни нагиб дна речног корита Топчидерске реке одређује се на основу разлике коте врха слива Kv и коте ушћа Ku према дужини слива по главном току, и износи:  $Ia = \frac{Kv - Ku}{L} = 1.08 \%$ . Уравнати пад дна речног корита добија се на основу следећег израза и износи:  $Iu = \frac{Kv' - Ku}{L} = 0.48 \%$ . Средња надморска висина слива износи 219.85 m n.v., а средња висинска разлика слива која се израчунава као разлика средње надморске висине слива и коте ушћа износи 132.39 m. Средњи пад слива (Isr) износи 11.11 %.

**Табела 2.** Време концентracије за слив Топчидерске реке – профил Раковица

Време концентracије - $T_c$	h
$0,502 \cdot A^{0,506}$	5.8
$0,316 \cdot L^{0,933}$	7.1
$0.819 (L \cdot Lc) / Iu$	8.6
$0,47 \cdot L^{0,826} \cdot Iu^{-0,127}$	8.1
$0,609 \cdot L^{0,898} \cdot I_{sr}^{-0,17}$	8.0
$0,56 \cdot L^{0,846} \cdot Iu^{-0,084} \cdot I_{sr}^{-0,08}$	8.1

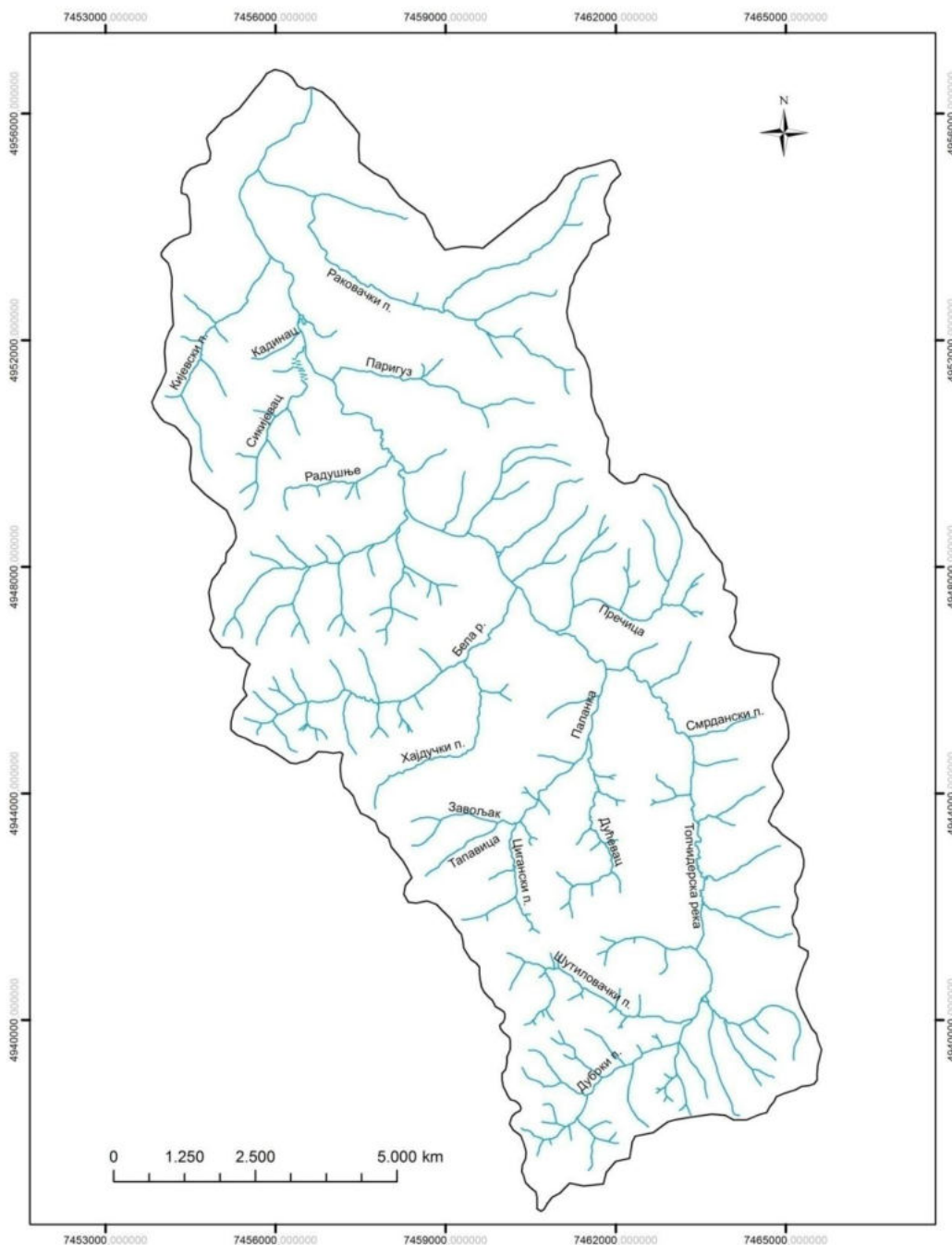
Време концентracије за слив Топчидерске реке (Табела 2.), зависно од израза, креће се у интервалу од 5.8 h до 8.6 h, просечна вредност је 7.6 h. Време кашњења према зависностима у табели 3. креће се у интервалу од 5.2 h до 6.1 h, а време опадања хидрограма према зависностима у табели 4. креће се у интервалу од 9.9 h до 11.9 h.

**Табела 3.** Време кашњења за слив Топчидерске реке – профил Раковица

Време кашњења - $t_p$	h
$0.751 (L \cdot Lc / \sqrt{Iu})^{0.33}$	6.1
$1.399 \frac{L \cdot Lc}{\sqrt{Iu \cdot I}}^{0.315}$	5.2
$0,693 \cdot T_c$	5.3

**Табела 4.** Време опадања хидрограма за слив Топчидерске реке – профил Раковица

Време опадања - $T_r$	h
$1.145 \cdot A^{0,446}$	9.9
$L^{0,743}$	11.9



**Слика 1.** Речни систем Топчидерске реке

На основу података о минималним и максималним годишњим протицајима и видно израженог дисбаланса малих и великих вода (у случају 1999. године тај однос је 1:230.68), може се закључити о бујичном режиму отицаја воде у сливу Топчидерске реке, што је такође одлика и њених притока.

Поплава у сливу Топчидерске реке 28. августа 1985. године догодила се као последица обилних падавина које су забележене на падавинским станицама Бела река ( $T_k = 44$  h са прекидима,  $H = 201.8$  mm), Клење ( $T_k = 42$  h са прекидима,  $H = 180.5$  mm), Рипањ тунел ( $T_k = 39$  h са прекидима,  $H = 179.7$  mm) (Prohaska, et al., 1989). Како наводе аутори рада, после дужег сушног периода, дошло је до продора хладног



и влажног ваздуха из правца северозапада и формирања циклona. Тако су максимални водостаји поплавних таласа постали рекордни у односу на дотадашње, а регистровани максимални протицаји износили су на контролном профилу Бела Река,  $Q_{\max} = 70 \text{ м}^3/\text{с}$ , профилу Ресник,  $Q_{\max} = 86 \text{ м}^3/\text{с}$ , и на профилу Р. Рампа,  $Q_{\max} = 40 \text{ м}^3/\text{с}$ . Повратни период падавина максималног интензитета за станицу Бела река износио је 400 година, коефицијент отицаја у сливу Беле реке био је веома висок и износио је 0.6 (Prohaska, et al., 1989). Друга по величини поплава Топчидерске реке ( $Q_{\max\text{Раковица}} = 91.35 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и њених притока 1999. године догодила се након обилних падавина, када је на станици Кошутњак 10. јула регистровано 85.8 mm, на станици Церак 81.2 mm, на станици Јајинци 80.9 mm, а на станици Рушањ 89.5 mm. Највећа поплава догодила се 2014.г. када је био измерен проток  $138 \text{ м}^3/\text{с}$ .

### Климатске карактеристике слива

Клима сливног подручја Топчидерске реке је умерено континенталног типа са средњом годишњом температуром ваздуха од око  $12^\circ\text{C}$  и просечном годишњом количином падавина од око 700 mm (Табела 5. и 6.). Најтоплији је месец јули, а најхладнији месец је јануар. У последњим годинама ређе су оштре зиме, док се топли период са летњим температурама ваздуха продужава. Тако су пролеће и јесен знатно скраћени, а лето и зима продужени. Доминантан ветар је југоисточни који се популарно назива кошава. Најчешће се јавља у првом тромесечју године, а најмање у периоду јуни и јули. Западни ветар је други по значају и најчешћи у јулу. Међутим, обично доноси обилне и интензивне кише које условљавају настанак бујичних поплавних таласа у сливу. На основу руже ветра са ГМС Београд за период 1985-2015, може се рећи да на подручју слива доминира ветар из правца југоистока (око 33% учестаности за правце од ESE до SSE) и запад-северозапада (око 20% учестаности за правце W и WNW). Слаб ветар брзине до 5 м/с је заступљен са око 95% учестаности. Када је у питању умерен до јак ветар (брзина 6-9 м/с), он је најчешће југоисточни. Тишине учествују са свега 2%.

**Табела 5.** Средње месечне температуре ваздуха у  $^\circ\text{C}$  за метеоролошке станице

Станица	Период	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Карађ. парк	1982.-2019.	1.5	2.8	7.6	13	18.1	21.2	23.2	23	18.3	12.9	7.2	2.7
Кошутњак	1989.-2019.	1.3	3	7.7	12.6	17.6	20.9	23	22.9	17.9	12.9	7.5	2.3

**Табела 6.** Средње месечне и средње годишње вредности падавина у mm за метеоролошке станице (исти периоди осматрања)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Карађ. парк	43.8	45.6	45.2	55.1	68.8	95.9	65.4	54.1	53	46.9	57.7	58.8	694.7
Кошутњак	46.9	43.2	43.6	50.2	57.2	85.6	68.2	61.1	67.2	51.8	51.6	61.7	688.4

Најкишовитији месеци су јун, мај и јул према подацима регистрованим на станици Карађорђев парк, односно јун, јул и септембар према подацима забележеним на станици Кошутњак. Апсолутно максималне дневне висине падавина забележене на обе станице највеће су у јуну месецу, а потом јулу и септембру за станицу Кошутњак, односно септембру и јулу за станицу Карађорђев парк. Претпоставља се да су апсолутно максималне дневне висине падавина, нарочито у летњој половини године, узимајући у обзир висину падавина која се креће у опсегу од преко 15 mm до преко 100 mm која су излучене у року од 24 часа, изазивале појаву поплавних таласа. Тако, на пример, приказане апсолутно максималне дневне количине падавина за месец јул за цео период осматрања представљају јаке пљускови који су условили појаву поплавног таласа Топчидерске реке ( $Q_{\max} = 91.35 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) 10. јула 1999. године. На основу података о највећим годишњим дневним падавинама на метеоролошкој опсерваторији Београд срачунати су основни статистички чиниоци, који су дати у следећој табели

**Табела 7.-** Низ највећих дневних падавина и статистички чиниоци

35.5				1.550228353
30.2				1.480006943
52.1				1.716837723
63.7				1.804139432
32.8				1.515873844
88.4				1.946452265
33.4				1.523746467
48.3				1.683947131
44.3				1.646403726
39.7				1.598790507
52.5				1.720159303
34				1.531478917
31.5				1.498310554
61.6				1.789580712
32.9				1.517195898
26.3				1.419955748
34.8				1.541579244
19.8				1.29666519
37.9				1.57863921
33.6				1.526339277
28				1.447158031
84.8				1.928395852
31.2				1.494154594
68.5				1.835690571
40.7				1.609594409
72.6				1.860936621
31.2				1.494154594

35.7				1.552668216
43.8				1.641474111
47.3				1.674861141
23.4				1.369215857
39.4				1.595496222
64.6				1.810232518
30.5				1.484299839
36				1.556302501
36.8				1.565847819
51.3				1.710117365
25.2				1.401400541
57.8				1.761927838
75.6				1.878521796
52.7				1.721810615
63				1.799340549
39				1.591064607
35				1.544068044
25.7				1.409933123
50.8				1.705863712
43.5				1.638489257
34.5				1.537819095
94				1.973127854
25.7				1.409933123
41.9				1.622214023
38.3				1.583198774
36				1.556302501
80.1				1.903632516
26.5				1.423245874
64.2				1.807535028
47.4				1.675778342
43.7				1.640481437
51.8				1.71432976
54.4				1.7355989
30.5				1.484299839
34.6				1.539076099
33.7				1.527629901
38.5				1.58546073
39.1				1.592176757
43				1.633468456
36.8				1.565847819
25.1				1.399673721
109.8				2.04060234

43.4				1.63748973
33.3				1.522444234
35.6				1.551449998
42.7				1.630427875
41.7				1.620136055
3,293.70		збир		119.88
44.51		средње		1.62
17.6984108		ст.одступ.		0.153092562
0.397632571		варијанса		0.094499429
1.517273444		асиметр.		0.600887193

Статистичким прорачунима су добијене меродавне дневне кише:

Гумбелова расподела

Повратни пер. године	100	50	25	10
Дневне падавине мм	<b>104.7</b>	<b>94.3</b>	<b>83.8</b>	<b>69.6</b>

ЛогПирсон3 расподела

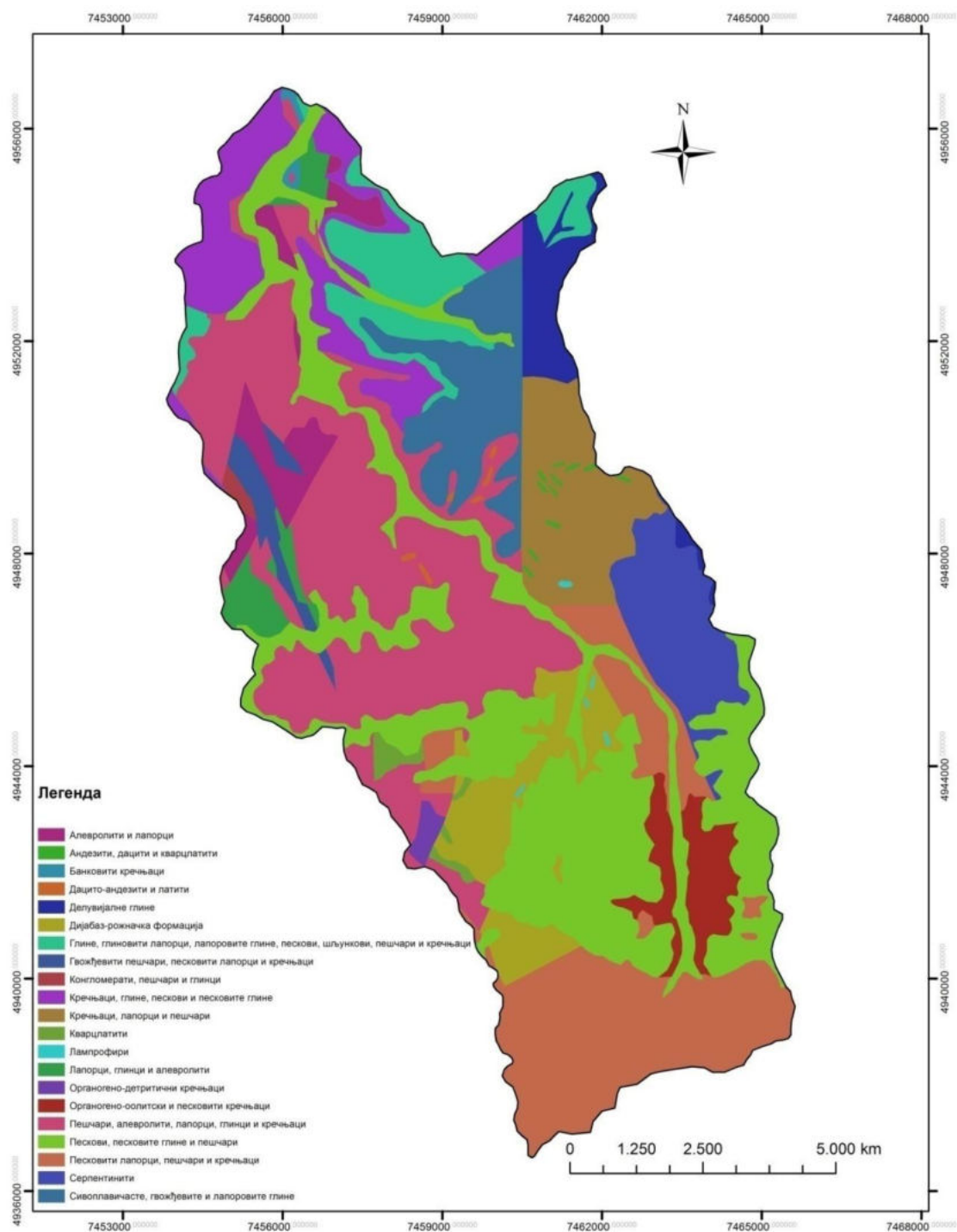
Повратни пер. године	100	50	25	10
Дневне падавине мм	<b>110</b>	<b>95.7</b>	<b>82.5</b>	<b>66.56</b>

За меродавне кише усвојене су према ЛогПирсон3 расподели, а за кише краћег трајања које су меродавне за срачунавање кишне канализације усвојене су вредности из услова Србијавода број 8407/1 од 04.12.2020. и то су:

Траја ње кише	Интезитет кише у функцији трајања и				
	P1%	P2%	P5%	P10%	P50%
<b>10</b>	<b>588</b>	<b>513</b>	<b>423</b>	<b>362</b>	<b>218</b>
<b>20</b>	<b>371</b>	<b>324</b>	<b>268</b>	<b>229</b>	<b>138</b>
<b>30</b>	<b>277</b>	<b>242</b>	<b>199</b>	<b>171</b>	<b>103</b>
<b>60</b>	<b>164</b>	<b>143</b>	<b>118</b>	<b>101</b>	<b>61</b>

## Геолошке карактеристике слива

За идентификацију геолошких карактеристика слива Топчидерске реке коришћене су основне геолошке карте размере 1:100.000 и тумачи за листове Београд, Обреновац, Смедерево и Панчево у издању Геолошког завода Србије. У литолошком и стратиграфском смислу, слив Топчидерске реке карактеришу веома разноврсне стене (Слика 2., Табела 6.). Седиментне стене су знатно више заступљене у односу на магматске и метаморфне стене. Најстарије стене у сливном подручју Топчидерске реке су јурске старости. Међутим, стене углавном припадају креди и неогену, а у површинским деловима квартару. Са леве стране Топчидерске реке на тремеђи листова Београд, Обреновац и Смедерево развијена је флишоплика серија којој је на основу микрофаунистичких података одређена старост малма-неокома а изграђена је од лапораца, глинаца и пешчара. Турон-сенонски седименти изграђени су од лапоровито–песковитих кречњака, песковитих лапораца и ређе пешчара. Дацити и кварцлатити у виду жица пробијају седименте око Топчидерске реке у средњем делу слива. Лампрофири простиру се у подножју Космаја и у атару села Рипањ где се због квалитета користе као грађевински материјал. Дobar део неогених седимената и серпентинита покривен је делувијалним глинама алевритско-глиновитог састава где је садржај глиновите фракције око 25%. Творевине холоцена, које су распрострањене у оквиру алувијалних равни Топчидерске реке, представљене су седиментима флувијалног генетског типа, односно фацијама корита, тј. песковима са примесама глиновите и алевролитичне компоненте, дебљине између 5 и 10 m. Фацију корита чине пескови са примесама глиновите и алевротичне компоненте, код којих је утврђена фина стратификација и правилност у седиментацији и фацијалном распореду.



Слика 2. Геолошка карта слива Топчидерске реке

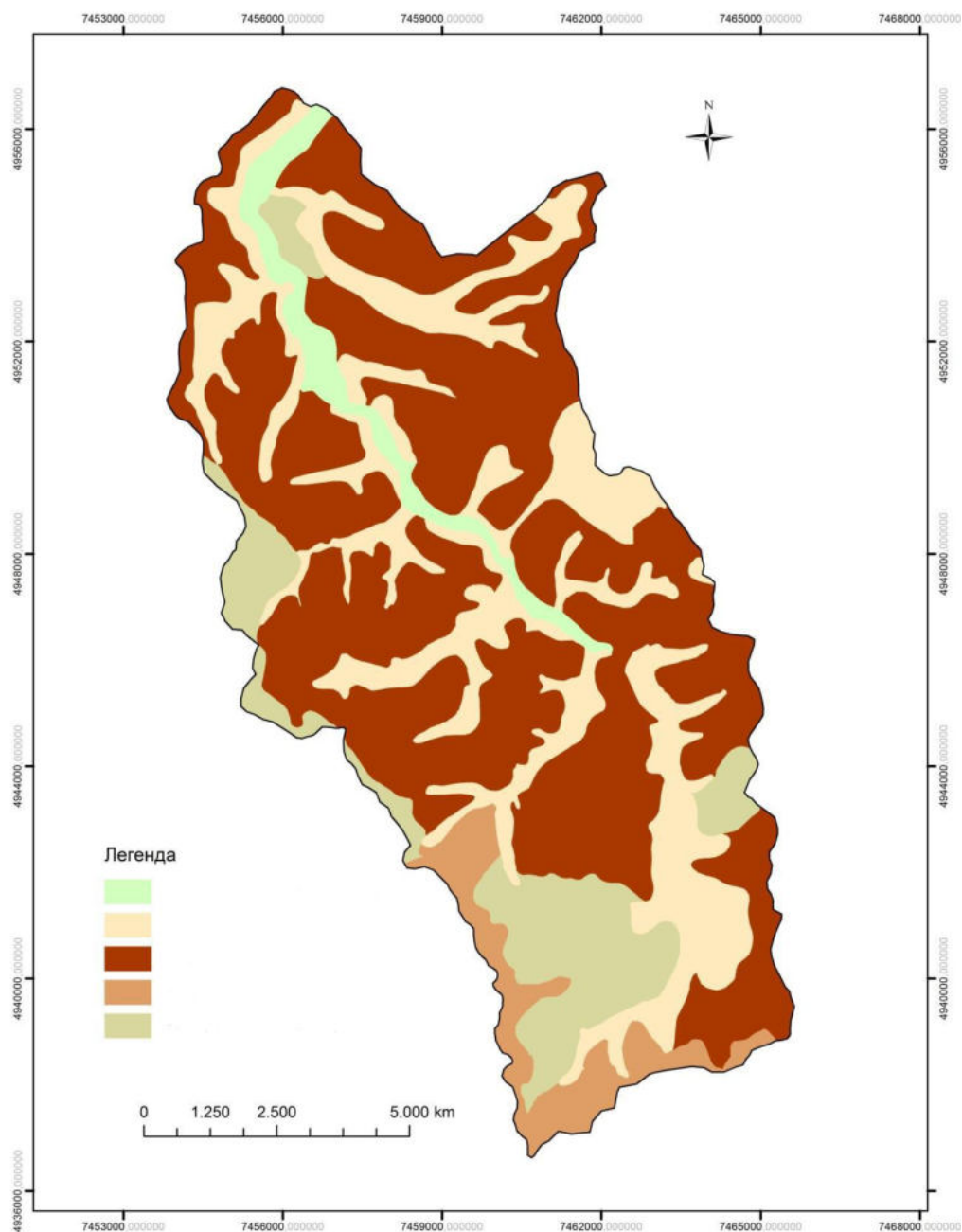
**Табела 8.** Геолошки састав у сливуБр. Геолошка основа      А (km<sup>2</sup>) %

1. Алевролити и лапорци 3.09 2.43
2. Андезити, дацити и кварцлатити 0.19 0.15
3. Банковити кречњаци 0.23 0.18
4. Дацито-андезити и латити 0.16 0.13
5. Делувијалне глине 2.85 2.25
6. Дијабаз-рожначка формација 5.88 4.63
7. Глине, глин. лапорци, лапор. глине, пескови, пешчари и кречњаци 6.20 4.88
8. Гвожђевити пешчари, песковити лапорци и кречњаци 1.52 1.20
9. Конгломерати, пешчари и глинци 0.25 0.20
10. Кречњаци, глине, пескови и песковите глине 7.97 6.28
11. Кречњаци, лапорци и пешчари 7.27 5.73
12. Кварцлатити 0.67 0.53
13. Лампрофири 0.09 0.07
14. Лапорци, глинци и алевролити 2.05 1.62
15. Органогено-детритични кречњаци 0.43 0.34
16. Органогено-оолитски и песковити кречњаци 3.44 2.71
17. Пешчари, алевролити, лапорци, глинци и кречњаци 26.99 21.27
18. Пескови, песковите глине и пешчари 28.24 22.26
19. Песковити лапорци, пешчари и кречњаци 16.52 13.02
20. Серпентинити 5.85 4.61
21. Сивоплавичасте, гвожђевите и лапоровите глине 6.98 5.50

**Педолошке карактеристике**

Типови земљишта и њихове карактеристике, заступљени у сливу Топчидерске реке издвојени су на основу дигитализоване педолошке карте Института за земљиште у Београду (1963) и студије Драговић et al. (2008). У сливу Топчидерске реке до профила Раковица доминантно је заступљена гајњача (са 53,83%), а присутни су и њени варијетети - гајњача у лесивирању, гајњача лесивирана, као делувијални и алувијални наноси чији су називи дати и према WRB класификацији земљишта (2011). Еутрично смеђе земљиште на глиновитим језерским седиментима (Eutric Cambisol), односно гајњача је у сливном подручју Топчидерске реке углавном било шумско земљиште, тј. дуго је било под заштитом шумске вегетације. Потом је масовно претварано у пољопривредно земљиште, при чему су режими начина коришћења и микроклимата значајно измењени, а само земљиште подвргнуто процесима деградације. Гајњача је тип земљишта који лако подлеже испирању јона из адсорптивног комплекса уласком Н јона и закисељавању средине, а истовремено долази до испирања органских и минералних колоида. У сливу Топчидерске реке заступљени су и њени варијетети - еутрично смеђе земљиште, илимеризовано (Cultanic Cambisol (Eutric)), односно гајњача у лесивирању и илимеризовано земљиште на глиновитим језерским седиментима, реголитично, глиновито (Albic Luvisol (Endoeutric)), односно лесивирана гајњача. Слика 3. Педолошки састав слива Топчидерске реке – профил Раковица Делувијално (колувијално) земљиште, еутрично, глиновито (Colluvic Regosol (Eutric, Clayic)) може се срести у подножју нагиба, а зависно од степена нагиба и климатских услова може бити врло плитак или врло дубок. Колувијални наноси сврставају се у класу неразвијених земљишта типа (A)-C, у реду аутоморфних земљишта и немају изражену структуру. Тамо где су повољни услови за ерозионе процесе, стварају се и проширују површине под

коливијалним наносима. односно алувијални нанос иловести јавља се поред главног тока Топчидерске реке. Са уништавањем шума и појачаном ерозијом у сливу, али и бочном ерозијом у речном кориту дошло је до затрпавања ранијих хидрогених земљишта плићим или дубљим наносом.

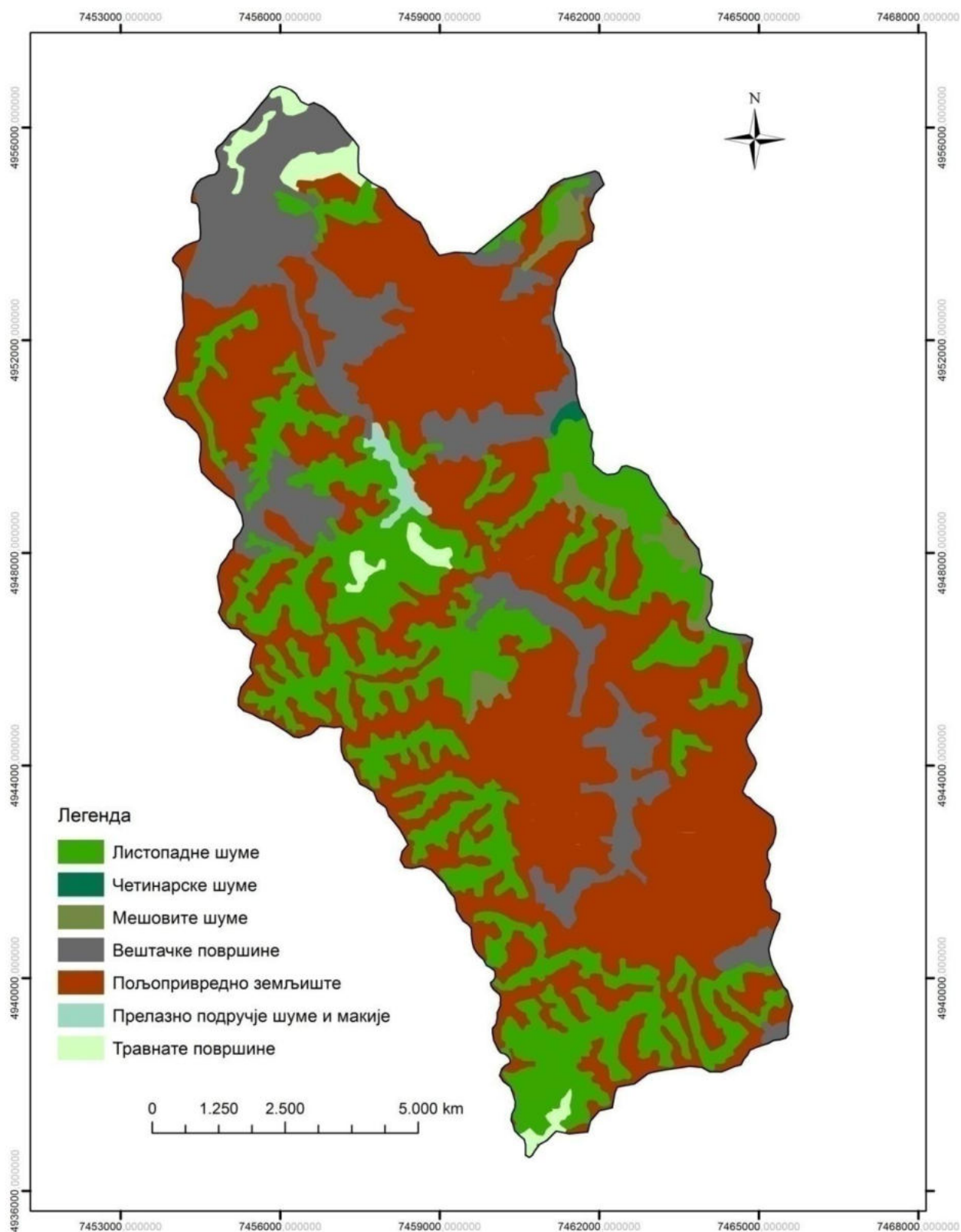


**Слика 3.** Педолошка карта слива Топчидерске реке



## Начин коришћења и вегетационе карактеристике

Структура начина коришћења земљишта и карактеристике вегетације у сливу представљене су на основу дигитализоване карте CORINE (2006.) и студије Драговић et al. (2008.). Начини коришћења земљишта су груписани према потребама за развој хидролошког модела (Слика 4.). Насеља, индустрија и саобраћајнице и њима припадајуће земљиште, места експлоатација минералних сировина чине готово 16% површине слива. У сливном подручју Топчидерске реке постоје традиционална воћарска и виноградарска подручја. Пољопривредно земљиште обухвата оранице и баште, воћњаке и винограде. Шуме слива Топчидерске реке карактерише средње густа приземна флора и средње густ коров. Надморске висине на којој се простиру шуме су у распону од 110 до 430 метара. Шуме у сливу Топчидерске реке су највећим делом изданачког порекла, претежно друге генерације, а мањи део чине вештачки подигнуте састојине храста лужњака и осталих лишћарских и четинарских врста. У сливном подручју Топчидерске реке заступљене су следеће заједнице (Драговић et al., 2008): заједница лужњака и пољског јасена (*Quercus-Fraxinetum angustifoliae Ruski*), заједница граба и китњака (*Quercus-Carpinetum serbicum Rud.*), заједница граба и китњака са лужњаком (*Robur-Quercus-Carpinetum Job. et Vuk.*), заједница претпланинске букве – *Fagetum submontanum Job.*, заједница сладуна и цера (*Quercetum-Farnetto-Cerris Rud.*), заједница сладуна и цера са грабом (*Carpino-Quercetum farnetto-Cerris (Rud. ) Gajić*), заједница сладуна и цера са црним јасеном (*Orno-Quercetum farnetto-Cerris Prov.*), заједница цера и ситне границе (*Quercetum cerris-virgilianae Jov. et Buk.*), заједница цера (*Quercetum cerris-virgilianae serpentinum Jov. et Buk.*), заједница црног јасена (*Orno-Quercetum virgilianae Gajić.*), заједница ситне границе са грабићем (*Quercus-Carpinetum orientalis*), заједница црног бора (*Pinetum nigrae*). Слика 4. Начин коришћења земљишта у сливу Топчидерске реке – профил Раковица Поред наведених шумских асоцијација, у сливу Топчидерске реке налазе се и вештачки подигнуте културе на мањим површинама, као што су: вештачки подигнута састојина багрема, у којима је присутна велика угроженост од човека и инсеката; вештачки подигнута састојина белог и црног бора, слабог здравственог стања; вештачки подигнута састојина четинара (кедар, боровац, црни бор), осредњег здравственог стања, и састојина четинара (дуглазија); вештачки подигнута састојина осталих лишћара (сребрна липа, ситнолисна липа, лужњак) (Драговић et al., 2008).



Слика 4. Начин коришћења земљишта у сливу Топчидерске реке –

## Ерозија у сливу

У сливу Топчидерске реке присутан је процес ерозије земљишта врло слабог, слабог, средњег и јаког интензитета (Табела 8.; Слика 5.), према класификацији С. Гавриловића (Драгићевић, 2002; Драговић, 2008). Друга категорија интензитета, односно јака ерозија најзаступљенија је у горњем делу слива на стрмим падинама без шумског прекривача, а јавља се у виду браздасте, јаружасте и површинске ерозије и на појединим деловима у виду клизишта. Трећа категорија, односно ерозија средњег интензитета присутна је у готово свим деловима слива, посебно на ораничним површинама и на стрмијим падинама у облику површинске али и браздасте и јаружасте ерозије. Слаба ерозија (IV категорија разорности) захвата највећи део слива, а распрострањена је на обрадивим површинама на падинама блажих нагиба и на површинама под шумом. Врло слаба ерозија јавља се на површинама под шумским покривачем доброг склопа. Средњи коефицијент ерозије у сливу Топчидерске реке (Z) износи 0,38 и указује на слабу ерозију.

### Табела 9. Ерозија у сливу Топчидерске реке

Категорија ерозије %

I -

II 7,78

III 28,80

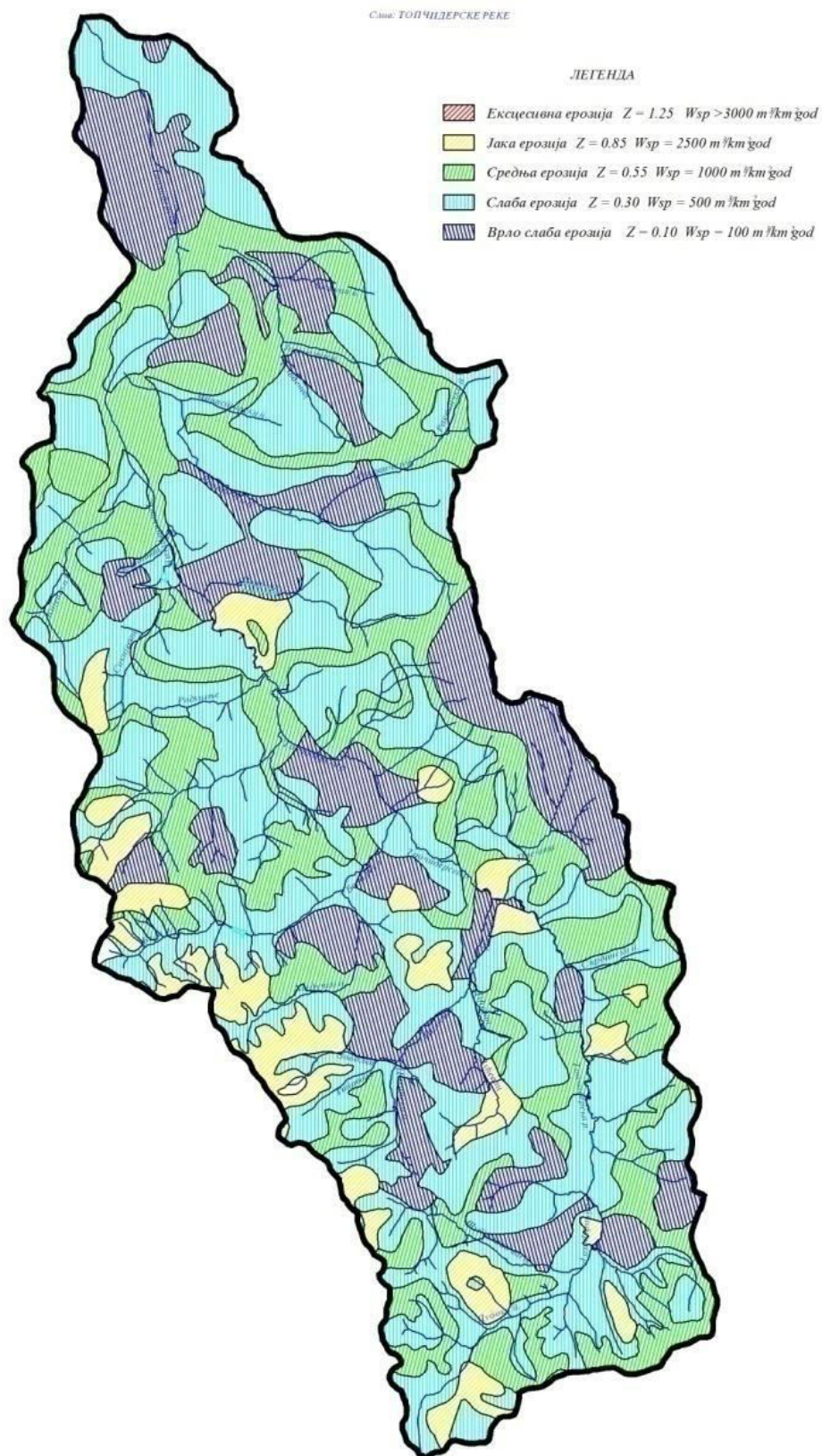
IV 43,75

V 19,67

Укупно 100

Извор: Костадинов et al., 2008.

Процес површинске ерозије представља равномерно одношење површинског слоја земљишта, а најинтензивнији је на стрмим падинама током интензивних падавина или наглог топљења снега. Површинска ерозија у сливу Топчидерске реке заступљена је на локалитетима Јајинаца, Ресника, Раковице и Пиносаве, а браздаста ерозија се јавља у Раковици, Белом Потоку, Реснику, Кијеву, Пиносави, Рипњу, Раљи, Парцану и Зуцу. Јаружаста ерозија распрострањена је у атарима села Кнежевац, Кијево, Парцана, у сливу Кијевског потока и на падинама Хајдучког потока (Драгићевић, 2002; Драговић, 2008). За разлику од браздасте ерозије, појава јаруга и вододерина на споменутих теренима онемогућава коришћење земљишта у сврху пољопривреде. Појава клизишта у сливу Топчидерске реке, у оклини Белог Потока, Зуца и Рипња, указује на присутност најтежег облика дубинске ерозије. Њихова појава углавном је везана за подручје неогених седимената где обично нема заштитне вегетације чиме је омогућено клизање преко наквашене геолошке подлоге, најчешће непропустљиве глине (Драгићевић, 2002; Драговић, 2008).



**Слика 5.** Карта ерозије у сливу Топчидерске реке

Извор: Институт за водопривреду „Јарослав Черни“,



Око 40% речних обала Топчидерске реке регулисано је применом градског типа регулације са призматичним, обложеним коритом и тиме заштићено од меродавних великих вода. Међутим, да би Топчидерска река могла безбедно да прими и спроведе стогодишње велике воде, корито би требало да буде у првобитно пројектованом стању, односно редовно чишћено и одржавано. То, међутим, није случај - корито Топчидерске реке на знатном делу тока кроз општину Савски Венац зарасло је у коров и вегетацију, нанос се у кориту таложи, што неминовно доводи до изливања вода из корита и то много мањих од пројектованих стогодишњих.

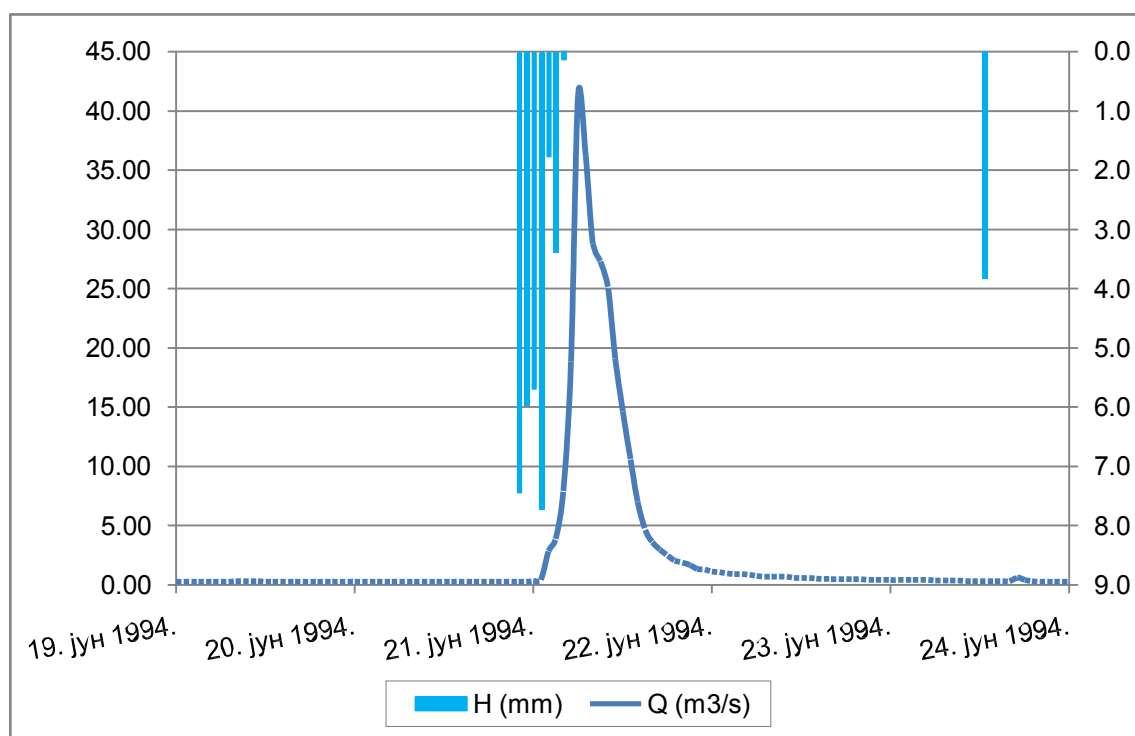




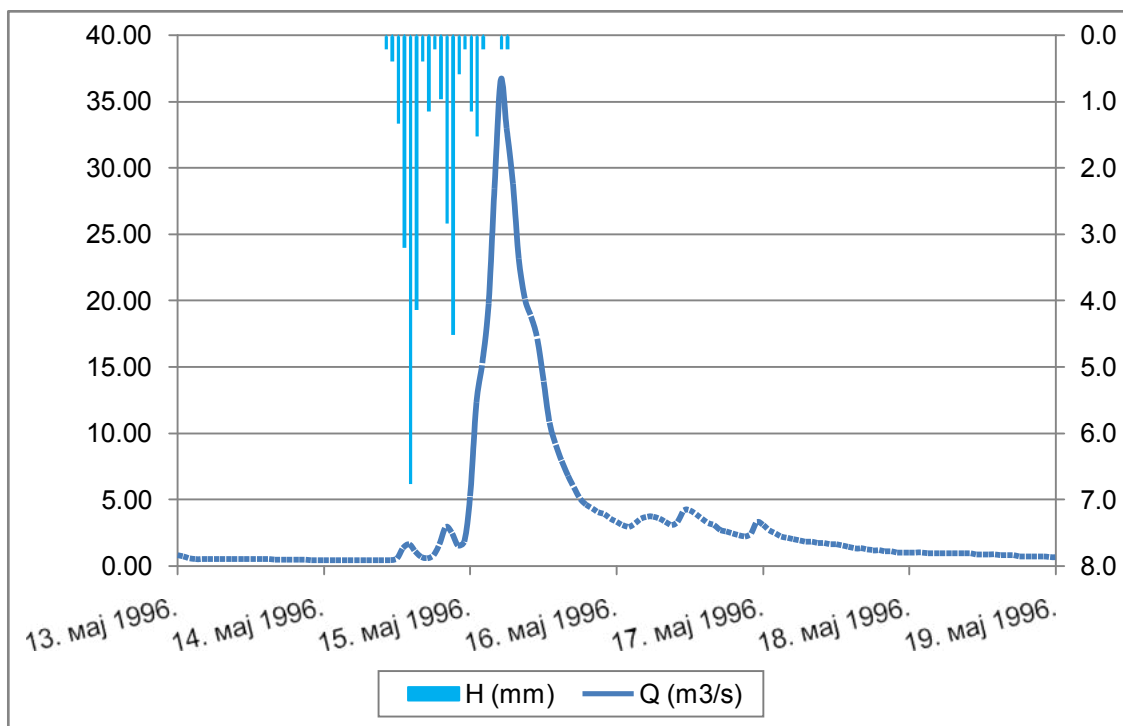
**Слика 6.** а) Бочни прелив на ретенцији „Бела река“ на Белој реци; б) акумулација „Бела река“ на Белој реци в) Регулација Раковачког потока код манастира Раковица (Фото: С. Костадинов, А. Петровић)

На узводном сектору корито није регулисано тако да је природно речно корито малих димензија и обрасло, док бројне дивље депоније отпада у речном кориту додатно погоршавају стање. У горњем току Беле реке (Слика 6.), једне од значајнијих притока Топчидреске реке, изграђена је ретенција са основном наменом задржавања поплавног таласа, а доњи ток водотока регулисан је обложеним коритом. На потоку Паригуз код Ресника изграђена је микроакумулација „Ресник“ чија је намена првенствено рекреативна. Пошто у сливу потока Паригуз нису предузети никакви противерозиони радови, врло брзо после изградње насуте бране микроакумулација „Ресник“ је засута наносом (Драгићевић et al., 2008).

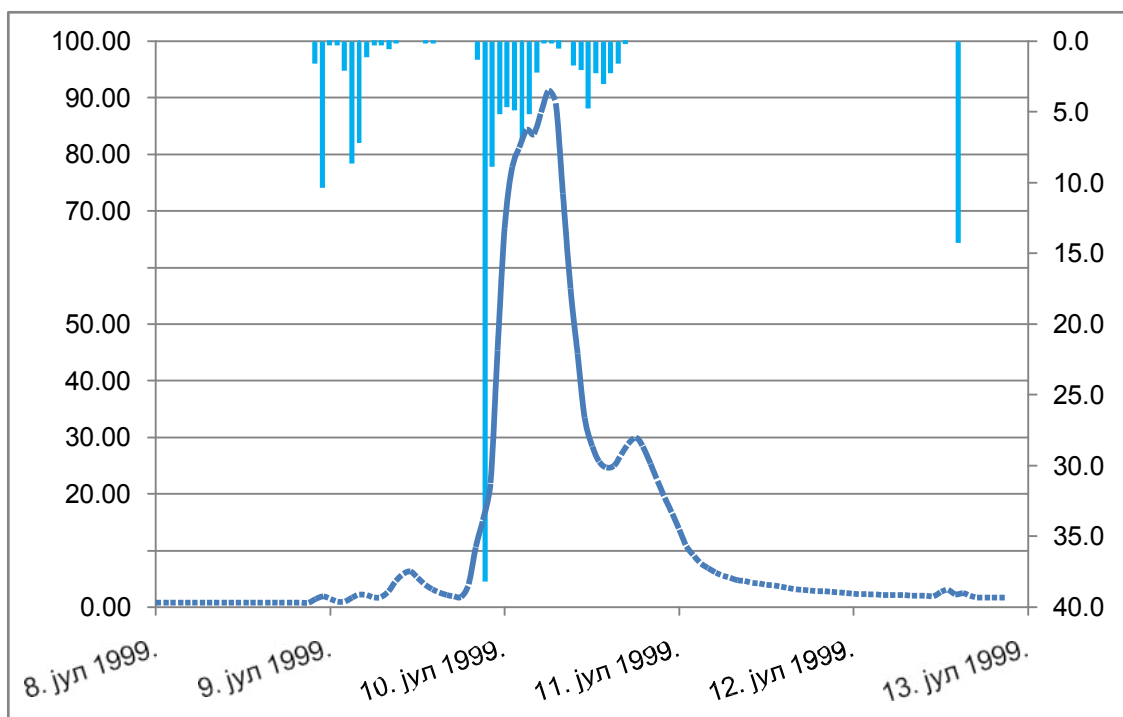
За симулацију отицаја у време поплавних таласа у сливу Топчидерске реке до профила Раковица узети су карактеристични хидрограми (Слика 7.-9.), који су издвојени на основу серије података о протицају на хидролошком профилу Раковица, и часовне вредности меродавних кишних падавина, које су условиле појаву поплавног таласа. У наставку следи приказ репрезентативних хидрограма код којих се може издвојити узлазна грана великог нагиба, затим врх, односно максимум хидрограма и опадајућа, односно рецесиона грана хидрограма.



**Слика 7.** Киша и хидрограм поплавног таласа Топчидерске реке из 1994.



**Слика 8.** Киша и хидрограм поплавног таласа Топчидерске реке из 1996. године



**Слика 9.** Киша и хидрограм поплавног таласа Топчидерске реке из 1999. године



### Велике воде на хидролошкој станици Раковица

Велике воде на хидролошкој станици Раковица одређене су за основни низ података највећих годишњих протока добијен од РХМЗ-а. Поступак коришћен за прорачун меродавних великих вода је према препорукама WRC и NEH630.18. Вредности умножака узете су из National Engineering Handbook Part 654, табела 5-2 за Гумбелову расподелу и табела 5-3 за ЛогПирсон3 расподелу.

**Табела 10.-** Основни показатељи највећих годишњих протока:

2.26	1959		Лог	0.354108439
6.16	1960			0.789580712
30.2	1961			1.480006943
35.2	1962			1.546542663
25.6	1963			1.408239965
5.45	1964			0.736396502
41.2	1965			1.614897216
10.3	1966			1.012837225
15.9	1967			1.201397124
12.2	1968			1.086359831
20.2	1969			1.305351369
17.2	1970			1.235528447
10.8	1971			1.033423755
10.8	1972			1.033423755
14.2	1973			1.152288344
23.4	1974			1.369215857
40.0	1975			1.602059991
13.0	1976			1.113943352
40.0	1977			1.602059991
	1978			
	1979			
	1980			
	1981			
	1982			
	1983			
	1984			
	1985			
	1986			
	1987			
7.18	1988			0.856124444
6.10	1989			0.785329835
7.41	1990			0.869818208
16.4	1991			1.214843848
21.0	1992			1.322219295

4.27	1993			0.630631244
41.3	1994			1.616370472
	1995			
36.6	1996			1.563836919
10.6	1997			1.02489596
14.6	1998			1.164352856
91.4	1999			1.960708552
3.92	2000			0.593728999
28.1	2001			1.44870632
3.98	2002			0.60031933
	2003			
11.8	2004			1.07114529
13.9	2005			1.143639235
15.8	2006			1.199206479
19.8	2007			1.29578694
6.29	2008			0.798650645
14.8	2009			1.171433901
25.4	2010			1.404149249
1.56	2011			0.192567453
32.5	2012			1.512110471
27.8	2013			1.444669231
138	2014			2.140127633
30.7	2015			1.486515487
14.5	2016			1.162833144
17.1	2017			1.23365594
74.8	2018			1.873924822
32.1	2019			1.506044788
1,143.92		збир		58.97
23.35		средње		1.20
24.01992366		ст.одступ.		0.391437583
1.02890185		варијанса		0.325279633
2.978184068		асиметр.		-0.228604311

На основу срачунатих средњих вредности и стандардних одступања основног низа и табеле 5-2 срачунати су протоци за Гумбелову расподелу. На основу срачунатих средњих вредности, стандардних одступања и асиметрије логаритама основног низа и табеле 5-3 срачунати су протоци за ЛогПирсон3 расподелу. Такође је урађен и прорачун по расподели Крицког-Менкела.

Гумбелова расподела

Повратни пер. године	100	50	25	10
Проток М <sup>3</sup> /с	<b>107.2</b>	<b>92.8</b>	<b>77.4</b>	<b>58.7</b>

### ЛогПирсон3 распредела

Повратни пер. године	100	50	25	10
Проток М³/с	<b>112.8</b>	<b>91.5</b>	<b>72.0</b>	<b>49.3</b>

## Крицки-Менкел гама расподела

Повратни пер. године	100	50	25	10
Проток М <sup>3</sup> /с	<b>120</b>	<b>97</b>	<b>74.6</b>	<b>51.7</b>

Сличну сагласност према тесту Колмогорова-Смирнова даје ЛогПирсон3 и Крички-Менкел гама расподела и ова друга је узета за меродавну. Расподела показује да је велика вода из 2014.г. већа од стогодишње, што се слаже и са целином циклона који је изазвао катастрофалне поплаве.

## Средње воде на хидролошкој станици Раковица

Показатељи средњих вода за месеце и за године срачунати су за основни низ, а попуна низа није рађена, већ се она може наћи у Водопривредној основи Србије-Хидрометеоролошке подлоге, 2009.г.

**Табела 11.- Средњи месечни и годишњи протоци и статистички показатељи**

[illegible]

1980											
1981											
1982											
1983											
1984											
1985											
1986											
1987											
1988	.382	.455	1.80	1.13	.360	.453	.319	.270	.335	.274	.293
1989	.217	.185	.216	.287	.307	.619	.317	.201	.276	.229	.369
1990	.287	.411	.308	.283	.250	.355	.188	.187	.177	.194	.231
1991	.270	.303	.467	.388	.564	.338	.398	.504	.177	.184	.243
1992	.684	.619	.360	.514	.289	.356	.311	.256	.300	.331	.526
1993	.355	.353	.976	.541	.235	.243	.191	.197	.215	.240	.258
1994	.350			.557	.400	.786	.250	.221	.244	.260	.279
1995											
1996	.557	.941	.814	1.39	1.42	.577	.305	.268	.366	.310	.752
1997	1.58	1.04	.602	1.02	.519	.442	.695	.687	.542	1.15	.481
1998	1.57	.772	.593	.676	.519	.524	.319	.287	.423	.631	.684
1999	.877	2.10	.974	.791	.868	1.19	3.92	.985	.956	.958	1.09
2000	.898	.963	.673	.794	.556	.622	.478	.374	.385	.405	.428
2001	.299	.360	.638	1.25	.293	2.01	.293	.370	1.24	.410	.679
2002	.751	.546	.488	.484	.322	.420	.315	.360	.358	.605	.488
2003											
2004	1.95	1.36	.579	.499	.448	1.11	.344	.368	.312	.295	1.53
2005	.682	2.22	2.74	2.05	.628	1.05	.469	.502	.363	.333	.376
2006	.471	.960	2.40	1.58	.658	.986	.382	.543	.398	.322	.257
2007	.721	.912	1.37	.446	.543	.486	.201	.232	.276	.455	.910
2008	.990	.576	.829	.542	.415	.431	.276	.279	.370	.435	.359
2009	.559	.760	1.56	.457	.322	.663	.367	.373	.355	.526	.540
2010	1.92	3.05	2.17	1.13	.989	1.19	.805	.545	.400	.524	.566
2011	.400	.685	.620	.489	.314	.312	.245	.241	.252	.217	.226
2012	.391	.978	.809	.494	.983	.274	.193	.157	.201	.237	.283
2013	.338	.412	1.39	.482	.360	.254	.186	.175	.241	.266	.277
2014	.300	.319	.315	.435	6.18	.380	1.08	.987	.833	.863	.476
2015	1.39	1.74	4.19	1.56	.948	.596	.351	.316	.358	.554	.643
2016	.862	.633	1.38	.483	.780	.719	.356	.302	.227	.355	.202
2017	.281	.489	.591	.612	.748	.257	.163	.136	.206	.279	.233
2018	.308	.403	.897	.437	.216	1.42	.222	.115	.077	.094	.120
2019				.323	1.52	.570	1.78	1.75	.102	.090	.123

ХС Раковица, Топчидерска, средње месечни и годишњи протоци

збир	28.38	41.87	43.94	32.45	32.54	28.44	20.48	16.10	14.14	15.85	18.68
средња вр	0.59	0.89	0.93	0.66	0.66	0.58	0.42	0.33	0.29	0.32	0.38
ст.одступ.	0.48	0.74	0.88	0.50	0.93	0.46	0.60	0.35	0.24	0.26	0.29
коеф.вар.	0.81	0.83	0.94	0.76	1.41	0.79	1.44	1.07	0.84	0.82	0.76
коеф.асим.	1.43	1.21	2.10	1.51	4.70	1.20	4.59	2.40	2.01	1.35	1.69

Просечни протоци повећани у последњих 20 година у односу на период 1959-1977. У периоду 1958-1977 просечни проток је износио  $0.417 \text{ м}^3/\text{с}$ , у периоду 1988-2015 износи  $0.656 \text{ м}^3/\text{с}$ , а у последњих 20 година, тј. у периоду 1996-2015 износи  $0.747 \text{ м}^3/\text{с}$ . Оваква разноликост није присутна у годишњим падавинама, па се не може приписати променама у хидролошком циклусу већ се може објаснити урбанизацијом слива и испуштањем отпадних вода из канализационог система у Топчидерску реку.

### Велике воде за профил железничког моста

На цртежу 1 у прилогу дати су основни хидрометриски умношци за Топчидерску реку за профил железничког моста. Како су хидролошке одлике слива исте и на профилу хидролошке станице Раковица и пројектног профила, што се види на основу претходних карата, протоци су добијени увећањем за однос површина. Површина слива на месту моста је  $145 \text{ км}^2$ , а на профилу хидролошке станице Раковица је  $127 \text{ км}^2$ , тако да је увећање 1.14. Одатле се добијају следеће вредности рачунских великих вода меродавних за положај моста:

Повратни пер. године	100	50	25	10
Проток $\text{М}^3/\text{с}$	<b>137</b>	<b>110</b>	<b>85</b>	<b>59</b>

### Средње воде на профилу моста

Величина рачунске средње воде добијена је такође увећањем средњег протока на профилу хидролошке станице Раковица за умножак односа површина и добијено је

$$Q_{\text{ср}} = 0.62 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Тиме су добијене меродавне вредности протока на профилу моста.

### Прорачун великих вода према СЦС поступку за профил железничког моста

#### Примењени метод

Метода која је примењена за прорачун великих вода у водозхватном профилу реке Рогачице, користи се за прорачун хидролошки неизучених сливова. Примењена метода за прорачун великих вода хидролошки неизучених сливова заснована је на анализи киша јаког интензитета, анализи отицања и на теорији синтетичког јединичног хидрограма. Одређивање ефективних киша (отицање) базира се на методи SCS коју је развила Сужба за очување земљишта САД.

На основу топографских карата размере 1:25000 одређене су хидрометријске карактеристике слива потребних за прорачун великих вода као што су: површина слива  $F$ , дужина тока  $L$ , одстојање од профила до тежишта слива по току реке  $L_c$  и уравнати пад речног тока  $I_u$  за профил водозавхвата. Уравнати пад речног тока

израчунава се на основу очитаних кота и стационаже речног тока (подужни профил речног тока), од профила до границе слива.

Тип тла у смислу методе СЦС одређен је на основу топографских карата 1:25 000, као и на основу педолошке карте и литературе. Тло припада групи земљишта Б.

#### Прорачун киша јаког интензитета

Слој кише  $H(t,p)$  трајања  $t$  и вероватноће појаве  $P$ , односно трајања мањег од једног дана одређен је преко модела који је дат изразом (1) :

$$H(t,p) = \frac{t}{1440} \cdot \frac{(1440 \cdot a + 1)^b}{(a \cdot t + 1)^b} \cdot H_d(P) \quad (1)$$

где су:

- $t$ -трајање кише
- $a$  и  $b$ -параметри модела
- $H_d(P)$  је максимална сума дневних киша вероватноће појаве  $P$  (%).

Параметар модела " $a$ " за територију Србије је мало променљив и у анализама се узима да је  $a = 0.3$ , док је параметар " $b$ " представљен картом изолинија за целу територију Србије. Поменути модел је објављен у Грађевинском календару за 1994-1995. г. ("Карактеристике јаких киша за територију Србије", Д. Јанковић).

Максималне дневне кише вероватноће  $P$ ,  $H_{d(P)}$  одређене су статистичком методом коришћењем расподела Log-Pearson III и Gumbel и усвојена је ЛПЗ расподела за прорачуне:

Станица	$H_d$ (1%)	$H_d$ (2%)	$H_d$ (4%)	$H_d$ (10%)
Београд	110	95.7	82.5	66.56

**Таб.12.** Меродавне кише

#### Нето кише

Метода SCS представља најпоузданији начин за одређивање нето киша, јер узима у обзир битне утицаје отицања у сливу, као што су својства земљишта (М. Ђоровић, "Одређивање хидролошке групе земљишта при дефинисању отицања у методи SCS", Водопривреда бр. 16, 1987), услови претходне влажности тла, биљни покривач и начин обраде пољопривредног земљишта. Узимајући у обзир набројане чиниоце, за предметни слив су израчунати бројеви кривих које дефинишу зависност падавина од отицаја. Овај број (CN - Curve Number) се креће од 0 - 100, при чему "0" одговара апсолутно пропустљивом тлу, са кога нема отицања, а 100 одговара апсолутно непропустљивом тлу са кога отекне укупно пала киша, док сви бројеви између ове две крајности карактеришу услове отицања у реалним сливовима.

За познату вредност CN, ефективне кише се одређују помоћу израза (2)

$$p_{ef}(t,p) = \frac{(H(t,p) - 0.2 \cdot d)^2}{(H(t,p) + 0.8 \cdot d)} \quad (2)$$

где су:

- $P_{ef}(t,p)$ -ефективне кише у (mm)
- $H(t,p)$ -бруто кише у (mm)
- $d$  - представља дефицит отицаја и рачуна се помоћу израза (3)

$$d = \frac{(1000 - 10 \cdot CN)}{CN} \cdot 25.4 \quad (3)$$

где је:

- CN - (Curve Number) број криве за дати слив.

Сагласно вегетационим карактеристикама сливова извршен је прорачун вредности **CN** табеларно за одређене типове тла и просечне услове влажности тла за анализиране речне сливове до поменутих профила. Вредности CN за надпросечне услове влажности тла усвојене су за меродавну влажност тла. Уводећи вредности CN у изразе (2) и (3), срачунате су одговарајуће рачунске вредности ефективних киша (слој отицања) различитих трајања (t) и вероватноћа (P).

#### Синтетички јединични хидрограм

Синтетички јединични хидрограм у форми троугла има максималну ординату:

$$q = \frac{F}{(0.5 \cdot T_k + t_p) \cdot (1 + K)} \quad \left[ \frac{m^3}{s} \cdot mm \right] \quad (4)$$

где се вредност површине слива (Ф) уноси у  $km^2$ , време трајања рачунске кише ( $T_k$ ) и време закашњења слива ( $t_p$ ) у часовима, а K - је бездимензиони коефицијент који представља однос времена опадања хидрограма ( $T_p$ ) и времена пораста хидрограма ( $T_p$ ) за одговарајућу површину слива. Овај однос (K) очитан је за сваку сливну површину са дијаграма који се користи за водотоке на сливу Велике Мораве.

Време "кашњења слива- $t_p$ " израчунато је помоћу израза који важи за територију Србије:

$$t_p = 0.75 \cdot \left( \frac{L \cdot L_c}{\sqrt{I_c}} \right)^{0.38} \quad (5)$$

где је:

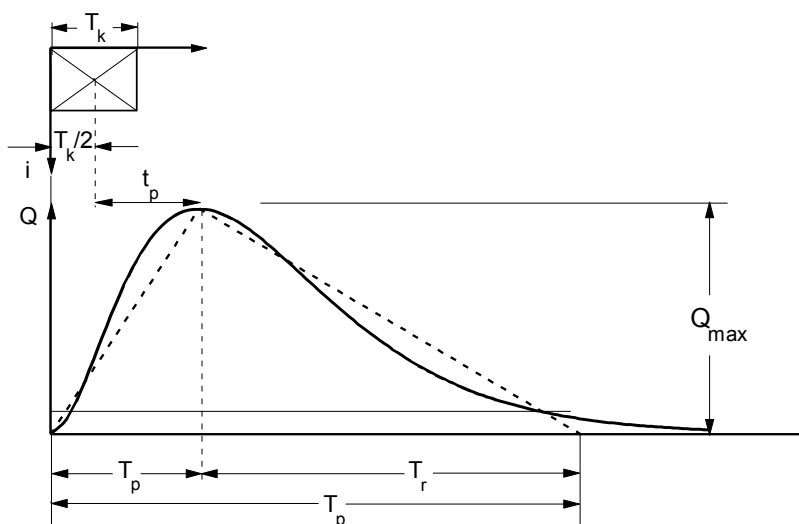
- L- дужина тока (km)
- $L_c$  - дужина тока од центра слива до излазног профила по току (km)
- $I_u$  - уравни пад тока у (%)

Меродавне кише одређују се у поступку одређивања рачунских великих вода из услова достизања њиховог максимума у зависности од трајања кише  $T_k$ . Другим речима одређују се велике воде за различита времена  $T_k$  (трајања кише), а усваја се као меродавно време трајање кише она вредност за коју зависност  $Q_{\max}(p, T)$  достигне највећу вредност.

### Хидрограм великих вода

Максимална (вршна) ордината хидрограма великих вода у форми троугла, добија се из израза (6) у коју су уврштене срачунате вредности  $t_p$  и  $K$ , за различита времена трајања кише  $T_k$  и ефективне кише карактеристичних вероватноћа и разних трајања кише  $P_{ef}(T_k, p(\%))$  односно:

$$Q_{\max}(p) = \frac{0.56 \cdot F \cdot P_{ef}(T_{k,p})}{(0.5 \cdot T_k + t_p) \cdot (1 + K)} \quad (6)$$



**Слика 10.** Приказ параметара синтетичког хидрограма

Следећи изрази који проистичу из конструкције троуганог синтетичког хидрограма који је дат Сликаом 1. коришћени су у анализи хидрограма отицаја:

$$T_p = \frac{T_k}{2} + t_p \quad T_r = K \cdot T_p \quad T_b = T_p + T_r$$

Потврда прорачуна великих вода вршена је поређењем модула специфичних отицаја великих вода  $q = Q_{\max,p}/F$  са одговарајућим регионалним анVELOпама специфичних отицаја великих вода које важе за територију Србије ("Водопривреда", 12, 67-68 (1980/5-6), стр. 287-293).



Добијене су меродавне воде приказане у следећој табели:

**Табела 13.** Резултати прорачуна великих вода методом СЦС

**Река : Топчидерска    Профил: железнички мост**

T (min)	T (cas)	qmax (m3/smm)	Int (mm/min)	Pbr (mm)	Pef (mm)	Qmax (mm) (mcub/s)
Веров.појаве P = 1 % Повратни период T = 100 година						
350	5.833	2.558	0.242	84.77	56.07	143.44
360	6.000	2.540	0.237	85.22	56.48	143.50
370	6.167	2.523	0.232	85.66	56.89	143.53
380	6.333	2.506	0.227	86.09	57.28	<b>143.53</b>
390	6.500	2.489	0.222	86.51	57.67	143.52
400	6.667	2.472	0.217	86.92	58.05	143.49
410	6.833	2.455	0.213	87.32	58.42	143.44
Веров.појаве P = 2 % Повратни период T = 50 година						
370	6.167	2.523	0.201	74.53	46.75	117.94
380	6.333	2.506	0.197	74.90	47.08	117.98
390	6.500	2.489	0.193	75.26	47.41	117.99
400	6.667	2.472	0.189	75.62	47.73	<b>117.99</b>
410	6.833	2.455	0.185	75.97	48.05	117.98
420	7.000	2.439	0.182	76.31	48.36	117.95
430	7.167	2.423	0.178	76.65	48.66	117.90
Веров.појаве P = 4 % Повратни период T = 25 година						
390	6.500	2.489	0.166	64.88	38.16	94.98
400	6.667	2.472	0.163	65.19	38.43	95.00
410	6.833	2.455	0.160	65.49	38.70	95.02
420	7.000	2.439	0.157	65.79	38.96	<b>95.02</b>
430	7.167	2.423	0.154	66.08	39.21	95.01
440	7.333	2.407	0.151	66.36	39.46	94.99
450	7.500	2.391	0.148	66.64	39.71	94.95
Веров.појаве P = 10 % Повратни период T = 10 година						
420	7.000	2.439	0.126	53.08	28.01	68.31
430	7.167	2.423	0.124	53.31	28.20	68.34
440	7.333	2.407	0.122	53.54	28.40	68.35
450	7.500	2.391	0.119	53.76	28.59	<b>68.36</b>
460	7.667	2.376	0.117	53.98	28.77	68.35

470	7.833	2.361	0.115	54.20	28.95	68.34
480	8.000	2.345	0.113	54.41	29.13	68.33

### Почетни подаци за прорачун

Површина слива	$F = 145.27$	Киша $p = 1.000 \%$	$P_p = 110.0 \text{ mm}$
Дужна тока	$L = 32.43$	Киша $p = 2.000 \%$	$P_p = 95.7 \text{ mm}$
Дужина тока	$L_c = 15.34$	Киша $p = 5.000 \%$	$P_p = 82.5 \text{ mm}$
Уравнати пад тока	$I_{ur} = 0.51$	Киша $p = 10 \%$	$P_p = 66.56 \text{ mm}$
Број криве	$CN = 76$	Влажност	: Надпросечна

Поређењем вредности према СЦС поступку и вредности према статистичкој анализи у односу на ХС Раковица видљиво је мало одступање, 5 до 10%, што указује на веродостојност прорачуна и оправданост прихватања великих вода на основу хидролошких података са ХС Раковица, односно умножака за профил железничког моста.

### Усвојене велике воде за профил железничког моста

Топчидерска река је на предметном потезу регулисана и тај део је обухваћен оперативним планом одбране од поплава. Према условима Србијавода број 8407/1 од 04.12.2020 дефинисано је следеће:

#### 1. Општи подаци

##### 1.1. Назив планског документа:

Урбанистички пројекат за изградњу I етапе саобраћајнице Булевар патријарха Павла, КО Савски венац и КО Раковица.

Планска документација вишег реда:

План генералне регулације грађевинског подручја седишта јединице локалне самоуправе-град Београд, целина 1-ХХ („Службени лист града Београда", бр. 20/16, 97/16, 69/17 и 97/17) и налази се у целини ХХ – Бањица, Дедиње.

Стратешка документа:

Просторни план Републике Србије („Сл.гласник РС", број 88/ 10) и Стратегија управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године („Сл. гласник РС", број3/17).

Остала обавезујућа документа:

Оперативни план за одбрану од поплава за 2021. годину („Сл. гласник РС", бр.158/20 од 29.12.2020. године ).

#### 12. Хидрографски подаци:-

Најближи водоток: Топчидерска река

Подслив: реке Саве

Водно подручје: Сава

#### 13. Хидролошки подаци:

У постојећем стању, регулација Топчидерске реке изведена је од ушћа

у реку Саву, km 0+025.00, низводно од моста у Радничкој улици, до km 12+300.00, код Патиног мајдана у Реснику. Усвојен је протицајни профил на стогодишњу велику воду  $Q_{1\%} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$  с тим да је обезбеђен прихват и хиљадугодишње велике воде  $Q_{0.1\%} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$  без изливања, односно рачунски успор реке Саве за деоницу Топчидерске реке која је под дејством успора (до km 2+640).

**Дакле, меродавне воде за пројектни профил су  $Q_{1\%} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$  и  $Q_{0.1\%} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$ ,** што проистиче из наведених услова Србијавода, и оне су усвојене за хидрауличке прорачуне.

Рачуном су добијене вредности протицаја за  **$Q_{1\%}$**  веће за 10%, међутим то не утиче на усвојене протоке.

Према наведеним условима такође је речено да постоје и друге процене великих вода:

Према Хидролошко – хидрауличкој анализи слива Топчидерске реке са идејним решењем регулације водотока за прву фазу реализације урађене од стране предузећа "Ехтинг" из Београда, Веле Нигринова бр. 16, јула 2017. године на деоници 5 од km 7+049 до kpn 0+000 рачунски протицај стогодишње велике воде износи  $Q_{1\%}=204 \text{ m}^3/\text{s}$  и већи је од хиљадугодишње велике воде у време када је регулација пројектована и изведена (160 до  $153 \text{ m}^3/\text{s}$ ). На овој деоници дугој 7 km налази се 19 мостова, од којих је кота доње ивице конструкције моста (ДИК) нижа од коте нивоа воде при протицају од  $Q_{1\%}=204 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Међутим, претходни прорачуни упућују на то да су добијене процене протока из наведене хидролошко-хидрауличке анализе прецењене и да нема оправдања узимати их за димензионисање обалоутврда и профила моста.

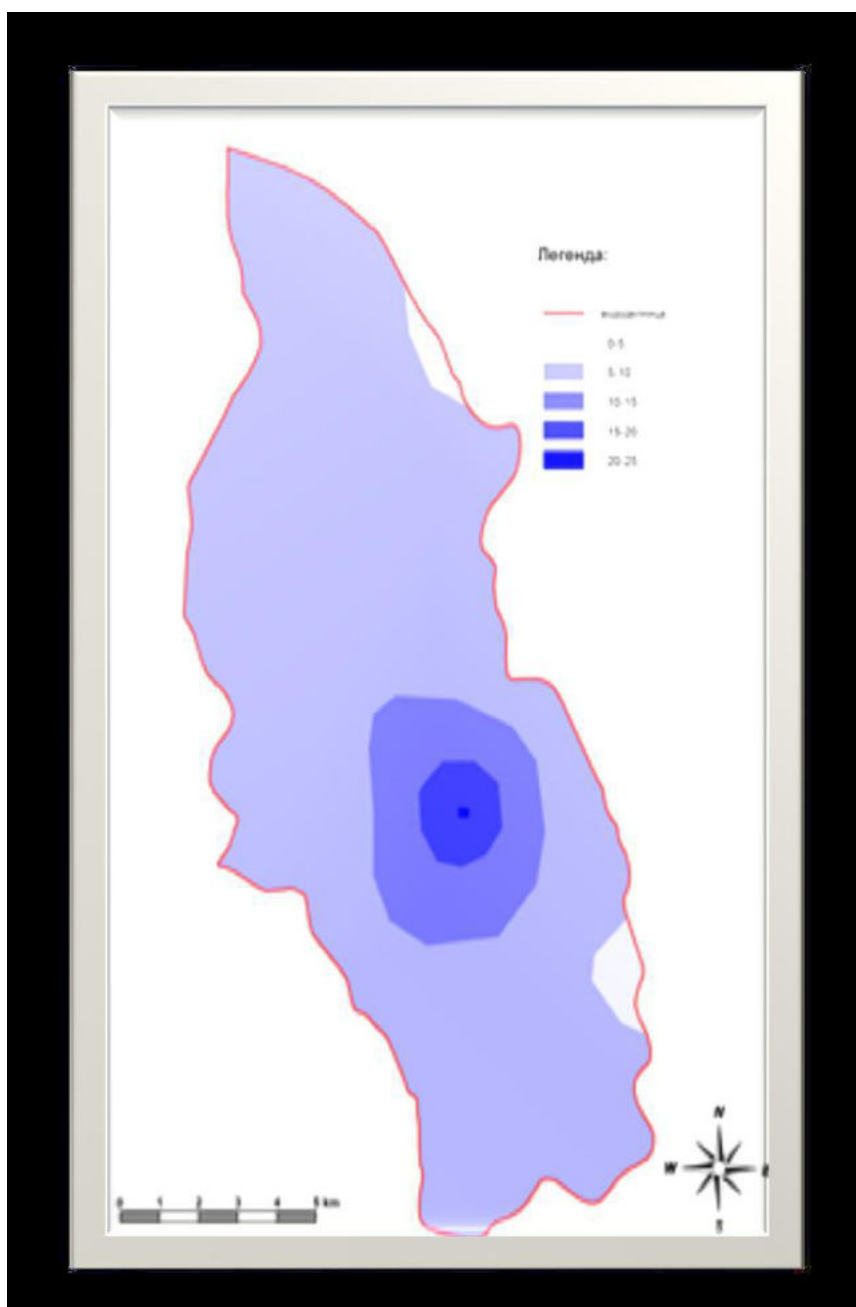
Према Хидролошко – хидрауличкој анализи слива Топчидерске реке са идејним решењем регулације водотока за прву фазу реализације урађене од стране предузећа "Ехтинг" из Београда, Веле Нигринова бр. 16, јула 2017 није узет у обзир утицај коинциденције великих вода реке Саве и Топчидерске, јер је вероватноћа безначајна. Тај приступ је оправдан са хидролошке стране, а и сам оперативни пла одбране од поплава се заснива на изведеном пројекту који подразумева низводну нормалну дубину.

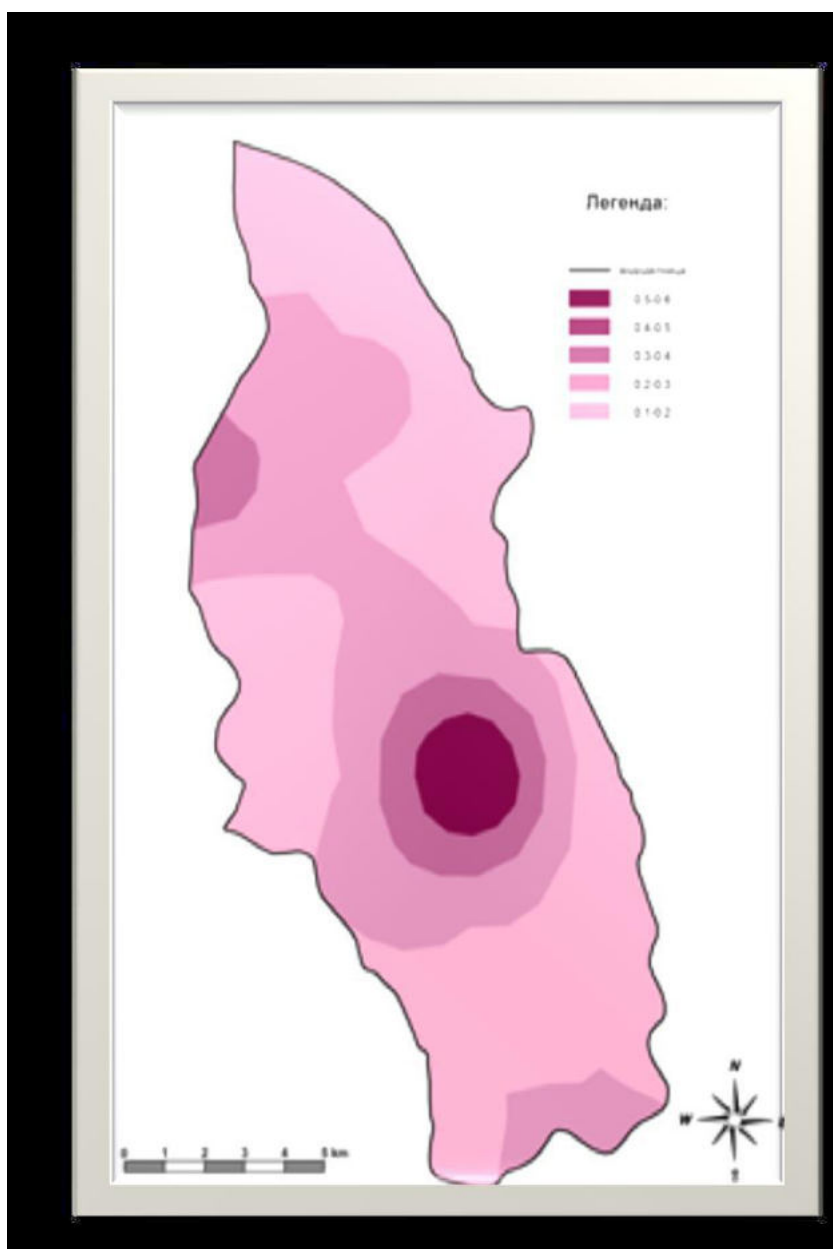
## Квалитет вода

На месту испуста кишне канализације Топчидерска река је већим делом године ван категорије, јер се врши испуштање непречишћених отпадних вода из насеља и индустрије и трговина. На деоници од моста до ушћа има десет испуста канализације, што кишне што фекалне, док је на целом току побројано 38 испуста.

Следеће слике пример су загађења и дају приказ распрострањености два изузетно отровна елемента, арсена и кадмијума, у сливу Топчидерске реке. Поред тога, присутна су и сметлишта из реку и њене притоке.

Иако је река врло загађена предвиђено је пречишћавање отпадних вода са коловоза у складу са стандардима за зауљене отпадне воде са коловоза.





Одговорни пројектант:

*Зоран Јанићијевић*

Мр Зоран Јанићијевић дипл. грађ. инж.

#### **4. НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА**

## Хидраулички прорачун Топчидерске реке

За потребе хидрауличног прорачуна великих вода на делу Топчидерске реке око железничког моста, формиран је хидроморфолошки модел терена на основу детаљног геодетског снимка, геомеханичких својстава речног дна и обала и процењених вредности Манингових коефицијената отпора деоница.

На основу дигиталног модела терена одређена је подужна оса водотока који је предмет хидрауличке студије као и попречни пресеци на карактеристичним местима дуж водотока.

Прорачун линија нивоа при водама вероватноће појаве 1% и 0.1% обављен је у програмском пакету HEC-RAS (*US Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center*). У оквиру овог програмског пакета могуће је обављати прорачуне устаљеног и неустаљеног течења у мирном, бурном или мешовитом режиму. Рад је диктиран граничним (низводним, унутрашњим и узводним) и почетним условима и вредностима Манинговог коефицијента рапавости који је везан за попречни пресек, односно за деоницу на којој важе исти услови у погледу рапавости корита.

Приликом одређивања линије нивоа под претпоставком устаљеног течења, једначине које се итеративно решавају јесу једначина одржања количине кретања и једначина одржања масе:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial Z}{\partial x} + gAI_s = 0, \quad (1.1)$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0. \quad (1.2)$$

Комбинацијом једначина (1.1) и (1.2) добија се једначина у којој се парцијални изводи могу заменити тоталним изводима:

$$\frac{1}{gA} \frac{d}{dx} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + \frac{dZ}{dx} + I_s = 0. \quad (1.3)$$

За прорачун устаљеног течења у природним водотоцима, обично се уместо диференцијалне једначине одржања количине кретања (1.3), решава алгебарска једначина одржања енергије – Бернулијева једначина, јер је тада прорачун мање осетљив на непризматичност корита и допушта дужи рачунски корак.

Прелаз са једначине одржања количине кретања на једначину одржања енергије се лако остварује, јер је први члан у изразу (1.3) заправо  $\frac{d}{dx} \left( \frac{V^2}{2g} \right)$ , а ако се уведе корекција за

неравномерност брзине по попречном пресеку:  $\frac{d}{dx} \left( \frac{\alpha V^2}{2g} \right)$ , једначина (1.3) се своди на:

$$\frac{d}{dx} \left( Z + \frac{\alpha V^2}{2g} \right) + I_e = \frac{dE}{dx} + I_e = 0, \quad (1.4)$$

где је  $E = Z + \frac{\alpha V^2}{2g}$  укупна енергија тока по јединици тежине флуида.  
Интеграцијом од пресека  $x_i$  до профила  $x_{i+1}$ , добија се:

$$E_i \sim E_{i+1} + \overline{I_e} \cdot \Delta x_i \quad (1.5)$$

где је  $\overline{I_e}$  - средњи нагиб линије енергије између посматраних пресека, а  $\Delta x_i$  растојање између пресека  $x_i$  и  $x_{i+1}$ .

Ако се примени правило аритметичке средине, Манингов коефицијент схвати као коефицијент отпора деонице и претпостави да нема успутне промене протока, може се за било који пар суседних попречних пресека написати Бернулијева једначина (1.5) у развијеном облику:

$$Z_i + \frac{\alpha V_i^2}{2g} = Z_{i+1} + \frac{\alpha_{i+1} V_{i+1}^2}{2g} + \frac{(nQ^2)}{2} \left[ \frac{1}{A_i^2 R_i^{4/3}} + \frac{1}{A_{i+1}^2 R_{i+1}^{4/3}} \right] \Delta x_i \quad (1.6)$$

Путем једначине (1.6) могуће је одредити ниво воде у произвољно постављеним пресецима дуж водотока, тј. одредити линија нивоа при постављеним почетним и граничним условима.

Уколико на разматраној деоници водотока постоје препреке попут мостова и пропуста, НЕС RAS допушта унос података о њиховој геометрији и положају у простору. На овој деоници има шест мостова, од којих се према пројектном задатку уклања постојећи железнички мост на 1+552 и замењује са путним мостом, тако да је тај мост новопроектан и саставни је део улице Патријарха Павла.

Следеће слике приказују изгледе мостова на рачунској деоници:



## Мостови на рачунској деоници



*Слика 1– Железнички мостови, кт 1+552*



*Слика 1 – Друмски мост, кт 1+295*



*Слика 3 – Друмски мост, км 0+948*



*Слика 4 – Друмски мост, км 0+318*



*Слика 5 - Железнички мост код Југопетрола, км 0+145*





*Слика 6 – Мост код Југопетрола, км 0+112*



*Слика 7– Друмско Железнички мостови, км 1+735*

Хидрауличким прорачуном добијени су следећи резултати:

### Хидраулички прорачун Топчидерска река

Профил		Q	Дно	Ниво воде	Е.Н.	Брзина	Фрудов бр.
		(m <sup>3</sup> /s)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
2186.78	PF 1	160.00	74.55	78.04	78.99	4.43	0.81
2186.78	PF 2	125.00	74.55	77.43	78.40	4.43	0.91
1762.50	PF 1	160.00	73.82	78.20	78.53	2.66	0.43
1762.50	PF 2	125.00	73.82	77.54	77.85	2.60	0.46
1735	Мост						
1725	PF 1	160.00	73.82	77.43	77.99	3.44	0.62
1725	PF 2	125.00	73.82	76.89	77.41	3.30	0.65
1650	PF 1	160.00	72.76	77.37	77.65	2.49	0.38
1650	PF 2	125.00	72.76	76.81	77.05	2.30	0.38
1550	<b>Мост на пројектној саобраћајници</b>						
1377.38	PF 1	160.00	72.66	77.23	77.53	2.57	0.40
1377.38	PF 2	125.00	72.66	76.65	76.92	2.38	0.40
1355.72	PF 1	160.00	72.40	76.83	77.37	3.39	0.55
1355.72	PF 2	125.00	72.40	76.28	76.75	3.13	0.55

1319.90	PF 1	160.00	72.34	76.92	77.30	2.87	0.44
---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1319.90	PF 2	125.00	72.34	76.37	76.69	2.59	0.43
---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1300.98	PF 1	160.00	72.34	76.75	77.28	3.33	0.53
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1300.98	PF 2	125.00	72.34	76.21	76.67	3.07	0.53
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1295	Мост
---	------	------

1	1274.58	PF 1	160.00	72.28	76.72	77.15	3.03	0.49
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1274.58	PF 2	125.00	72.28	76.19	76.56	2.79	0.48
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1135.56	PF 1	160.00	72.02	76.66	77.08	3.04	0.48
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1135.56	PF 2	125.00	72.02	76.13	76.49	2.81	0.48
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1026.37	PF 1	160.00	71.92	76.51	77.01	3.34	0.51
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	1026.37	PF 2	125.00	71.92	76.00	76.43	3.05	0.50
---	---------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	948	Мост
---	-----	------

1	930	PF 1	160.00	71.89	75.77	76.58	4.18	0.71
---	-----	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	930	PF 2	125.00	71.89	75.39	76.05	3.73	0.67
---	-----	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	596.83	PF 1	160.00	72.14	75.27	76.01	3.84	0.75
---	--------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	596.83	PF 2	125.00	72.14	74.87	75.50	3.55	0.75
---	--------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	474.87	PF 1	160.00	72.03	75.43	75.77	2.58	0.53
---	--------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	474.87		PF 2	125.00	72.03	74.96	75.28	2.49	0.55
1	389.54		PF 1	160.00	71.95	75.43	75.69	2.25	0.47
1	389.54		PF 2	125.00	71.95	74.94	75.19	2.20	0.49
1	345.53		PF 1	160.00	71.86	75.28	75.65	2.69	0.53
1	345.53		PF 2	125.00	71.86	74.83	75.16	2.52	0.53
1	319		Мост						
1	310	PF 1		160.00	71.86	75.15	75.56	2.83	0.57
1	310	PF 2		125.00	71.86	74.70	75.06	2.67	0.57
1	231.58		PF 1	160.00	71.68	75.11	75.45	2.57	0.53
1	231.58		PF 2	125.00	71.68	74.64	74.95	2.46	0.54
1	146	PF 1		160.00	71.55	74.71	75.32	3.44	0.69
1	146	PF 2		125.00	71.55	74.29	74.82	3.21	0.69
1	145		Мост						
1	117.92		PF 1	160.00	71.53	74.50	75.21	3.72	0.76
1	117.92		PF 2	125.00	71.53	74.11	74.72	3.46	0.76
1	112		Мост						
1	106	PF 1		160.00	71.53	74.07	75.11	4.52	1.01

1	106	PF 2	125.00	71.53	73.73	74.64	4.22	1.01
---	-----	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	85.42	PF 1	160.00	71.47	73.91	74.87	4.33	1.01
---	-------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	85.42	PF 2	125.00	71.47	73.60	74.43	4.05	1.01
---	-------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	0.87	PF 1	160.00	71.04	73.46	73.82	2.79	0.64
---	------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

1	0.87	PF 2	125.00	71.04	73.24	73.55	2.57	0.63
---	------	------	--------	-------	-------	-------	------	------

Само мост на 1+735 нема азхтевану пропусну моћ за велике воде прописане водним условима. Новопроектовани мост на 1+552 има захтевана својства у односу на водне услове.

### Регулација реке на пројектној деоници

Изградња новог моста значи да је неопходно рушење постојећих мостова, што изискује уклањање опораца и стубова, а тиме и уклањање делимичне регулације око моста. Испупчена обала узводно од моста према мосту на 1+735 није регулисана и има испуст канализације у реку. Зато је потребно ново облагање корита са уклапањем на узводну и низводну деоницу и израда грађевине испуста канализације у Топчидерску реку, као и уједначавања нивоа обала насипањем на десној обали. Одабран је камен у цементном малтеру чија је храпавост слична стању постојеће регулације, а попречни профил је трапезни са праговима на крајевима и уклапањима у постојеће бетонске облоге.

Одговорни пројектант:



Мр Зоран Јанићијевић дипл. грађ. инж.

## 5. ПРИЛОЗИ





Јавно водопривредно предузеће „Србијаводе“ Београд  
Водопривредни центар „Сава - Дунав“

11070 Нови Београд, Бродарска 3; [www.srbijavode.rs](http://www.srbijavode.rs); [vpcsavadunav@srbijavode.rs](mailto:vpcsavadunav@srbijavode.rs);  
Текући рачун: 200-2402180101045-97; ПИБ: 100283824; Матични број: 17117106;  
Наменски рачун трезора: 840-78723-57; ЈБКЈС: 81448; Телефон: 011/201-81-00, 311-43-25;  
Факс: 011/311-29-27

МА

Број: 8407/1

Датум: 04.12.2020.

### „Центар за планирање урбаног развоја ЦЕП“

Ул. Захумска 34  
11 000 Београд

ПРЕДМЕТ: Услови у поступку израде Урбанистичког пројекта за изградњу I етапе  
саобраћајнице Булевар патријарха Павла, КО Савски венац и КО Раковица  
Наш број: 8407 од 23.10.2020. година  
Ваш број: 415 од 22.10.2020. године

#### 1. Општи подаци

##### 1.1. Назив планског документа:

Урбанистички пројекат за изградњу I етапе саобраћајнице Булевар патријарха Павла,  
КО Савски венац и КО Раковица.

##### Планска документација вишег реда:

План генералне регулације грађевинског подручја седишта јединице локалне  
самоуправе-град Београд, целина I-XIX („Службени лист града Београда“, бр. 20/16, 97/16,  
69/17 и 97/17) и налази се у целини XVI –Бањица, Дедиње.

##### Стратешка документа:

Просторни план Републике Србије („Сл.гласник РС“, број 88/10) и Стратегија  
управљања водама на територији Републике Србије до 2034. године („Сл. гласник РС“, број  
3/17).

##### Остала обавезујућа документа:

Оперативни план за одбрану од поплава за 2020. годину („Сл. гласник РС“, бр.91/19  
од 24.12.2019. године ).

##### 1.2. Хидрографски подаци:-

Најближи водоток: Топчидерска река

Подслив: реке Саве

Водно подручје: Сава

##### 1.3. Хидролошки подаци:

У постојећем стању, регулација Топчидерске реке изведена је од ушћа у реку Саву,  
km 0+025.00, низводно од моста у Радничкој улици, до km 12+300.00, код Патиног мајдана  
у Реснику. Усвојен је протицајни профил на стогодишњу велику воду  $Q_{1\%} = 125 \text{ m}^3/\text{s}$  с тим  
да је обезбеђен прихват и хиљадугодишње велике воде  $Q_{0,1\%} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$  без изливања,  
односно рачунски успор реке Саве за деоницу Топчидерске реке која је под дејством успора  
(до km 2+640).

Наведени подаци о меродавним протицајима преузети су из Главног пројекта  
регулације Топчидерске реке од ушћа у реку Саву до км 3+300, урађеног од стране  
„Хидропројекат“ 1977. године.



Према Хидролошко – хидрауличкој анализи слива Топчидерске реке са идејним решењем регулације водотока за прву фазу реализације урађене од стране предузећа „Ехтинг“ из Београда, Веле Нигринова бр. 16, јула 2017. године на деоници 5 од km 7+049 до km 0+000 рачунски протицај стогодишње велике воде износи  $Q_{1\%}=204 \text{ m}^3/\text{s}$  и већи је од хиљадугодишње велике воде у време када је регулација пројектована и изведена (160 до  $153 \text{ m}^3/\text{s}$ ). На овој деоници дугој 7 km налази се 19 мостова, од којих је ката доње ивице конструкције моста (ДИК) нижа од коте нивоа воде при протицају од  $Q_{1\%}=204 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 1.4. Остали подаци:

Уз захтев је достављена следећа документација:

- Катастарско-топографски план са границом УП-а – постојеће стање (P:1:1000)
- Извод из Плана детаљне регулације
- Планирано решење - Ситуација
- Планирано решење Подужни профили P:1:1000/100
- Планирано решење Попречни пресеци P:1:100
- Остали графички прилози.

#### 2. Подаци од значаја за издавање услова:

Најближи водоток је Топчидерска река, категорисана је као водоток I реда према Одлуци о утврђивању пописа вода I реда („Сл. гласник РС“, бр. 83/2010). Послови одбране од поплава уређени су Општим и Оперативним планом за одбрану од поплава.

Предметна деоница Топчидерске реке обухваћена је Оперативним планом за одбрану од поплава за 2020. годину ( „Сл. Гласник РС“ број 91/2019 ) и припада водном подручју „Сава“, водна јединица „Београд“, сектор С.3.1.2. – Десни насип и регулисано корито Топчидерске реке од ушћа у Саву, 3,30 km (0+000-3+300).

Према Плану генералне регулације, део предметног подручја налази се унутар подручја чије се спровођење врши према важећем Плану детаљне регулације (План детаљне регулације просторно културно историјске целине Топчидер –II фаза, целина 2, шири зона „Хиподрома Београд“, градске општине Чукарица и Савски венац, („Службени лист града Београда“, бр. 53/14), а део је унутар подручја за који је неопходна израда Плана детаљне регулације (накнадно урађени План детаљне регулације просторно културно историјске целине Топчидер –II фаза, целина 3, градске општине Савски венац, Чукарица и Раковица, („Службени лист града Београда“, бр. 88/16) и План детаљне регулације Топчидерске реке са планираним регулацијама и акумулацијама, градске општине Савски венац, Раковица и Вождовац- I фаза, („Службени лист града Београда“, бр. 86/19).

Према наведеним Плановима предметни простор дефинисан је као парцеле јавне намене: саобраћајна површина и железница.

Овим Урбанистичким пројектом предвиђа се следеће:

- Изградња I етапе саобраћајнице Булевар патријарха Павла - деоница од Булевара војводе Мишића до ранжирне станице „Топчидер“, где се повезује са II етапом. Траса I етапе прати постојећи коридор железничке пруге која се укида, а обухвата и изградњу 3 раскрснице;
- Задржавање постојеће трасе трамвајске пруге осим у јужном делу потеза (после постојеће трамвајске окретнице) на којем се уклапа са трасом трамвајске пруге II етапе саобраћајнице Булевар патријарха Павла;
- Изградња друског моста преко Топчидерске реке при чему се корито реке задржава у постојећој регулацији;
- Изградња бициклистичке стазе – делом у регулацији саобраћајнице а делом у регулацији Топчидерске реке.



### **Опис решења:**

Због битних промена у организацији железничког саобраћаја на територији града Београда, пројектом Београда на води укинута је стара железничка станица на Савском тргу и пуштена у рад железничка станица Београд центар – Прокоп. Укинута су колосеци у Савском амфитеатру. Тиме је потпуно обустављен сав железнички саобраћај од железничке станице Топчидер – Путничка ка Београдском сајму и постојећи колосеци у Топчидерској долини су изгубили функцију.

Како је постојећим планским решењем долина Топчидерског парка значајно угрожена, а постојећи железнички коридор губи своју досадашњу функцију, предметним Идејним решењем предвиђено је да се простор железничког коридора искористи за саобраћајницу, с тим што трамвајска пруга остаје на постојећој траси све до окретнице у зони тунела Кошутњак.

Овим решењем умањен је битан утицај на сечу постојећег дрвећа у оквиру парка

Топчидар и утицаја на животну средину. Оваквим решењем одвојеног вођења трамвајског коридора од коловоза за аутомобилски саобраћај је наставак вођења саобраћаја на потезу петље Хиподром ул. војводе Мишића.

### **Новопроектована саобраћајница:**

Од петље Хиподром, траса коловоза се спушта према раскрсници са Улицом војводе Мишића са две одвојене коловозне траке (за сваки смер) и уједно измешта на коридор железничке пруге. Ширина коловоза је 2x7m са разделним острвом од 2m и обостраним тротоарима од 2,5m. Предвиђена семафоризована раскрсница са Булеваром војводе Мишића је трокрака без предвиђеног скретања из правца војводе Мишића према Раковици. Спуштањем на коридор железничке пруге, траса саобраћајнице прелази преко Топчидерске реке на месту где сада постоје два челична и један бетонски мост, за железнички саобраћај, који се руше и уместо њих ради један нови, јединствен армирано бетонски мост који даље наставља до кружне раскрснице за везу Пионирске улице (у делу ка Топчидерском гробљу) и улаза у ковницу новца.

Од кружне раскрснице железничким коридором траса наставља до предвиђене кружне раскрснице у зони тунела Кошутњак, односно према уклапању у II етапу Ул. Патријарха Павла. Кружна раскрсница у зони тунела Кошутњак конципирана је као денивелисана. Трамвајска пруга која се реконструише од окретнице, пролази испод кружног тока и уклапа се у профил саобраћајнице, као у етапи II, са две коловозне траке ширине 7m (са по две саобраћајне траке за сваки смер возње), трамвајском баштицом у средини саобраћајнице ширине 7.5m и обостраним тротоарима ширине 2.5m. На овом делу трамвајска баштица служи и за кретање аутобуса као и у етапи II. Изградњом ове кружне раскрснице на железничком коридору постојећи тунел губи своју функцију и може бити затрпан.

Улица топчидерска постаје слепа, са окретницама на крајевима, и биће повезана попречним везама са ул. Гардијском и саобраћајницом Патријарха Павла I део. Улица војводе Мишића и Булевар патријарха Павла се реконструишу само на делу уклапања у новопроектовано решење саобраћајнице Патријарха Павла.

### **Трамвајска пруга:**

Трамвајска пруга задржава трасу у целости од петље Хиподром до трамвајске окретнице у зони тунела Кошутњак. Нова трамвајска пруга која је предмет пројектне документације ради се од трамвајске окретнице до уклапања у II етапу, на km 1+940,00. Од окретнице трамвајска пруга је денивелисана испод кружног тока са могућим покривањем ради смањења утицаја атмосферских вода и онемогућавања негативних утицаја истих на скупљање воде, односно капацитет пумпи за пребацивање у Топчидерску реку.

### **Конструкција моста:**

Саобраћајница на стационажи km 0+408,56 прелази преко новопланираног моста преко Топчидерске реке. На овом месту се планира изградња АБ мостовске конструкције.



Планирана мостовска конструкција би била једног распона од око 25 m. Статички систем моста ће се утврдити у наредној фази пројектовања.

Ситуационо гледано, мост се налази у правцу па би попречни нагиби били константни. Предвиђена кота коловоза на самом мосту је 80.20 mm. Висина мостовске конструкције би била око 140 cm. Опорци моста би се налазили целим својим обимом ван регулисаног речног корита, тако да се не ремети постојећи протицајни профил Топчидерске реке. Крила на обалним стубовима би била конзолна крила.

#### Атмосферска канализација:

Одводњавање саобраћајница би било решено класичним системом. Атмосферска вода са коловоза се ивичњацима усмерава ка сливницима у ивичњацима, који се, даље, цевоводним системима канализације, након пречишћавања, спроводе до реципијента-Топчидерске реке. Вода се са коловоза контролисано, кишном канализацијом доводи до уређаја за пречишћавање – сепаратора уља, који су лоцирани дуж трасе.

Локације сепаратора приближно:

1. Сепаратор 1 на km 0+420,00

2. Сепаратор 2 на km 1+850,00

После третирања у уређају испушта се у најближи ток-реципијент Топчидерску реку.

#### Инсталације:

Потребне инсталације које су у функцији саобраћајнице, биће постављене у оквиру регулационе линије саобраћајнице, а на делу преко Топчидерске реке ће ићи кроз мостовску конструкцију.

#### Бициклистичке стазе:

Коридори бициклистичких стаза дати су ситуационим планом и крећу се у оквиру нивелете новопланираних тротоара, а на неким местима задржавају нивелету постојећих тротоара. На новопроектваној траси, бициклистичке стазе иду посебним коридорима и при том не прелазе преко Топчидерске реке.

### **3. Други карактеристични подаци (ограничења, обавеза и др.)**

3.1. За потребе израде урбанистичког пројекта извршити све неопходне истражне радове и обезбедити одговарајуће подлоге (урбанистичке, геодетске, хидрогеолошке, геомеханичке, геолошке, хидролошке, псамолошке и др.) како би се на основу њих дало одговарајуће техничко решење за планиране радове;

3.2. При изради урбанистичког пројекта, водити рачуна о постојећим водним објектима, на начин који ће обезбедити заштиту њихове стабилности и заштиту режима вода. Предвидети рационална и економична техничка решења предметних објеката којима ће се у водном земљишту, постојећи водни режим очувати, односно унапредити, остварити стабилност предметних објеката у таквом водном режиму;

3.3. Усагласити предвиђене објекте, радове и мере са постојећом и планираном комуналном и саобраћајном инфраструктуром;

3.4. Приказати уливе сталних и повремених водотока, паралелна вођења и укрштања инфраструктурних објеката са водотоцима (у подужним профилима, пресецима, детаљима...), уливе атмосферске канализације, итд. Усвојена решења морају да обезбеде стабилност свих објеката и омогуће несметан режим у регулисаном водотоку;

3.5. Димензионисање протицајног отвора у зони новопланираног моста извршити на основу хидрауличког прорачуна за меродавне вредности карактеристичних протицаја са графичким приказима у подужном и попречном пресеку, при чему отвор новопланираног моста треба да пропусти меродавне протицаје  $Q_{1\%}$  уз надвишење доње ивице конструкције мостова  $\Delta h = 0.9$  m без неповољног дејства успора уз обезбеђење стабилности моста, обала и дна водотока;

3.6. Предвидети оптималан протицајни отвор моста (распон, висина, доња ивица



конструкције) који ће да пропусти рачунске велике воде Топчидерске реке без штетног дејства на околни терен и да истовремено буде довољно сигуран за саму конструкцију саобраћајнице и моста при протицању великих вода, наноса и леда, узимајући у обзир и утицај притока;

3.7. Предвидети мостовске стубове и ослонце (у кориту водотока или изван речног корита) који ће стварати најмање отпоре при отицању вода, односно који ће бити хидраулички обликовани (кружни, елипсasti и сл.) и паралелни струјницама речног тока, тако да не изазивају дубинску ерозију (дуж речног тока), локалну ерозију (око стубова мостова) и бочну ерозију (на обалама) а која би могла да угрози стабилност моста и објеката, земљиште и др.;

3.8. У случају да се јавља дубинска и бочна ерозија у зони обала, мостовских стубова и ослонаца предвидети техничка решења којима ће се осигурати ослонци и стубови и стабилизovati речно дно узводно и низводно од моста и дуж речног корита, односно докле се осећа негативан хидраулички утицај мостовског сужења на режим отицања вода, наноса и леда;

3.9. Изградњом објеката омогућити отицање унутрашњих вода и за њихово одвођење предвидети одговарајуће мере и објекте;

3.10. Техничком документацијом предвидети слободан појас, одговарајуће ширине (мин. 5 m), који је резервисан за приступ механизацији за потребе интервенисања и одржавања водних објеката;

3.11. Предвидети, по потреби, и друге објекте и радове који ће обезбедити оптимални режим вода и проноса износа. Предвидети одговарајуће радове и мере којима ће се спречити ерозија тла, стварање јаруга и бразди и клизање терена услед извођења радова;

3.12. Изградњом објеката не сме да се угрози стабилност водотока и самих објеката, режим вода или изазове погоршање стања вода и погоршање услова заштите од поплава и бујица узводно и низводно од предметних објеката и радова;

3.13. Обзиром да се планирана бициклистичка стаза наслања на појас регулисаног корита Топчидерске реке и да је реципијент одводњавања површинских вода са новопланиране саобраћајнице и саме бициклистичке стазе Топчидерска река, у том циљу, ради очувања и одржавања водних тела површинских и подземних вода и заштитних и других водних објеката, спречавања погоршања водног режима, обезбеђења пролаза великих вода и спровођења одбране од поплава, члановима број 133, 134, 135, 136. и 137. Закона о водама, дефинисане су забране и ограничења, права и обавезе власника и предузимање мера корисника водног земљишта и водних објеката;

3.14. Инвеститор је у обавези да за коришћење водног земљишта регулише имовинске односе са ЈВП „Србијаводе“ Београд. Сви прелази саобраћајних и бициклистичких површина кроз водно земљиште морају се у посебној табели у пројекту исказати са почетном и завршном координатом, ради подлоге за разрешење имовинских односа;

3.15. Технички услови рушења и изградње новог моста, као и изградње планиране саобраћајнице и бициклистичке стазе морају омогућити постојеће услове отицања, очување стабилности обала корита и постојећих објеката у зони изградње. У том смислу:

- неопходно је дефинисати технологију извођења земљаних радова, при чему се мора дефинисати место одлагања материјала. Одлагање овог материјала у постојеће стараче, канале, на обале и насип није дозвољено;
- неопходно је предвидети мере и радове којима би се очекивани негативни ефекти у фази изградње благовремено елиминисали.

Конечан избор техничких решења и техничке услове реализације, извршити уз сагласност надлежне стручне службе задужене за контролу стања заштитних објеката и спровођење одбране од поплава (руководилац одбране од поплава на водном подручју, помоћник руководиоца на водном подручју);

3.16. Дефинисати потребне мере заштите бициклистичке стазе, обала и корита у зони могућег утицаја у току експлоатације објекта. У том смислу пројекат мора садржати посебно поглавље о условима експлоатације бициклистичке стазе, којим ће бити обухваћени следећи радови и мере:



- радови на одржавању стазе, обала и корита (дефинисати дужину тока на којем је неопходна интервенција, навести потребне радове на одржавању и дати техничке услове за извођење тих радова);

3.17. Предвидети техничка решења за сакупљање, одвођење, пречишћавање и испуштање пречишћених атмосферских отпадних вода са коловоза саобраћајнице и мостова. Атмосферске воде пречистити до нивоа који испуњава услове за граничне вредности емисије, односно да квалитет ових вода не нарушава стандарде квалитета животне средине реципијента (комбиновани приступ) узимајући строжији критеријум од ова два;

3.18. Димензионисање објеката за пречишћавање и одвођење атмосферских вода извршити на основу карактеристичних рачунских вредности интезитета падавина различите вероватноће појаве, које за предметну локацију износе:

Трајање кише (мин)	Интезитет кише у функцији трајања и вероватноће и (l/s/ha)				
	P1%	P2%	P5%	P10%	P50%
10	588	513	423	362	218
20	371	324	268	229	138
30	277	242	199	171	103
60	164	143	118	101	61

3.19. Техничком документацијом предвидети места за узорковање за потребе испитивања биохемијских и механичких параметара квалитета отпадних вода пре и после пречишћавања од стране овлашћеног правног лица;

3.20. Одвођење атмосферске воде са бицикличке стазе предвидети попречним и подужним нагибом стазе;

3.21. На местима излива атмосферске канализације, пројектовати прописну изливну грађевину са испусном главом и жаблим поклопцем. Излив треба да је орјентисан ка низводној страни водотока, на око 50 cm изнад пројектованог (постојећег) дна;

3.22. На местима укрштања инфраструктуре (кабловских водова, водовода и канализације и сл.) са водотоцима и водним објектима, обезбедити стабилност обала и дна водотока и водног објекта и непроменљиве хидрауличке параметре режима течења уз поштовање услова надлежних комуналних институција;

3.23. Уколико се укрштање инфраструктуре са водотоцима планира подземно, техничко решење базирати на основу пројектованих карактеристика водотока, укрштање извести под правим углом, укопавањем кроз заштитне цеви, тако да горња ивица заштитних цеви буде на минимум 1,00 m испод пројектоване коте дна водотока;

3.24. Уколико се укрштање инфраструктуре са водотоцима планира надземно – уз мостовске конструкције и пропусте, предвидети да се постављање вода изведе у заштитним цевима са низводне стране, при чему доња ивица заштитних цеви не сме бити нижа од доње ивице конструкције мостова и пропуста. За постављање инфраструктурних кабловских и других водова на конструкцију моста или пропуста прибавити сагласност институције надлежне за путеве;

3.25. За деонице паралелног вођења инфраструктуре са водотоцима и водним објектима трасу предвидети, по могућности, ван граница водног земљишта, ван предвиђене трасе регулисаног водотока, односно, ван корита за велику воду, на минималном одстојању од 5 m од брањене ножице насипа;

3.26. За укрштање и паралелно вођења инфраструктуре са водотоцима предвидети прописно обележавање трасе;

3.27. Техничком документацијом дати детаљан опис технологије градње, тако да се не угрозе протицајни профил и водоводи, односно водни режим, као и да се предмером и предрачуном предвиди позиција везана за довођење околног терена у зони корита у првобитно стање по завршетку радова;

3.28. Техничком документацијом предвидети посебне мере заштите уколико су на



предметној локацији присутни високи нивои подземних вода и са осцилацијама нивоа;

3.29. Динамика и технологија извођења радова не сме да угрози прописани квалитет вода свих водотока и подземних вода, не сме да онемогући одбрану од поплава и мора да омогући несметани режим вода и наноса;

3.30. За време извођења радова, као и приликом коришћења изграђеног објекта, мора бити обезбеђен несметан прилаз водним објектима ради одржавања и спровођења одбране од поплава и бујица;

3.31. У поступку прибављања Локацијских услова, неопходно је кроз ЦЕОП прибавити Водне услове од имаоца јавних овлашћења, у складу са Правилником о поступку спровођења обједињене процедуре електронским путем и чланом 41. Правилника о садржини, начину и поступку израде и начину вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта („Сл. гласник РС“ број 73/19).

**РУКОВОДИЛАЦ**  
**ВПЦ „САВА-ДУНАВ“**  
**Јован Баста, дипл.инж.пољ.**

Доставити:

- Наслову,
- Одељ.за кориш. и газд.водама,х2
- Архиви