

СТ1 – ХИДРОЛОШКА СТУДИЈА

Инвеститор : ЈП “ ПУТЕВИ СРБИЈЕ“
Булевар краља Александра 282, Београд

Објекат : Мост преко Глоговачког потока на km.151+826,19
државног пута II А реда бр.158 са припадајућом
раскрсницом
деоница: Алексинац - Катун

кат.парцеле бр. 2111, 2112, 2113, 2114, 1495
К.О. Глоговица, Општина Алексинац

Врста техничке документације : ИДР Идејно решење

Назив и ознака дела пројекта: СТ1 – хидролошка студија

За грађење / извођење радова : Нова градња и реконструкција

Печат и потпис :



Пројектант :

ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ АД БЕОГРАД
Булевар Пека Дапчевића 45, Београд
Братислав Милић

Печат и потпис :



Одговорни пројектант :

Бојан Бркић, дипл.инж.грађ.
314 6919 04

Број дела пројекта:

17-5596-СТ1-ИДР

Место и датум:

Београд, Септембар 2017.године



1.2. САДРЖАЈ:

1.1.	Насловна страна
1.2.	Садржај
1.3.	Решење о одређивању одговорног пројектанта
1.4.	Текстуална документација
	1.4.1. Технички извештај
1.5.	Нумеричка документација
	1.5.1. Хидролошки прорачун
1.6.	Графичка документација
	1.6.1. Ситуација

ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ АД БЕОГРАД
Завод за пројектовање "Траса"

Број: 20-6950

Од: 27.09.2017.

Београд, Булевар Пека Дапчевића 45

1.3. РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу члана 128. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/09, 81/09-исправка, 64/10 одлука УС, 24/11 и 121/12, 42/13–одлука УС, 50/2013–одлука УС, 98/2013–одлука УС, 132/14 и 145/14) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС", бр. 23/2015.) као:

ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

за израду **ХИДРОЛОШКЕ СТУДИЈЕ**
која је део **ИДЕЈНОГ РЕШЕЊА МОСТА ПРЕКО ГЛОГОВАЧКОГ ПОТОКА НА**
км.151+826,19 ДРЖАВНОГ ПУТА II А РЕДА БР.158 СА ПРИПАДАЈУЋОМ
РАСКРСНИЦОМ, деоница: Алексинац – Катун, кат.парцеле бр. 2111, 2112, 2113, 2114,
1495 К.О. Глоговица, Општина Алексинац, одређује се :

Бојан Бркић, дипл.грађ.инж. број лиценце 314 6919 04

Пројектант : ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ АД БЕОГРАД
Булевар Пека Дапчевића 45, Београд

Одговорно лице /заступник: Мирослав Бирђанин

Печат : Потпис :



Број техничке документације: 17-5596-2/2-ИДР

Место и датум: Београд, Септембар 2017.године



1.4. ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА



1.4.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ



1.4.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

Хидролошка анализа великих вода на сливу водотока Глоговачки поток у профилу моста на путу IIA реда урађена је применом методе SCS са циљем да се утврде меродавни протицаји за димензионисање отвора моста.

Подаци о максималним дневним падавинама за меродавне падавинске станице Сјеница затражени су и добијени од РХМЗ-а Србије.

ПРИМЕЊЕНИ МЕТОД ХИДРОЛОШКЕ АНАЛИЗЕ

Метода која је примењена за прорачун великих вода у датом профилу водотока који пресеца мост користи се за прорачун хидролошки неизучених сливова, што је случај са поменутих водотоком.

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 Сједињених Америчких Држава.

КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА

На основу топографских карата размере 1:25000 одређене су морфометријске карактеристике сливова 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 уравни пад речног тока I_{ur} за сваки профил посебно. Уравни пад речног тока израчунава се на основу очитаних кота и стационаже речног тока (подужни профил речног тока), од ушћа до границе слива.

Тип тла у смислу методе SCS одређен је на основу топографских карата 1:50.000, као и на основу педолошке карте, као и на основу литературе.

Табела 1: Карактеристике слива

Водоток	Профил	F (km ²)	L (km)	L_c (km)	I_{ur} (%)
река Вапа	мост	17.6	8.8	4.3	3.1

АНАЛИЗА МАКСИМАЛНИХ ДНЕВНИХ ПАДАВИНА

Падавинске станице Алексинац (1961-2016) одабрана је као реперезентативна за анализу максималних падавина за анализирани слив. Максималне падавине за поменуте кишомерне станице дате су у прилогу у наставку текста (прилог број 2).

Максималне дневне падавине обрађене су програмским пакетом SMADA. Усвојена је теоријска расподела типа log Pearson III. У наредној табели дате су вредности максималних дневних падавина одређеног повратног периода.

Табела 2: Максималне дневне падавине

Вероватноћа (log Pearson III P(%))	P _{0,1%}	P _{1%}	P _{2%}	P _{5%}
Максималне дневне падавине (Pd(p) (mm))	96.79	73.11	66.54	58.09

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).

За посматрани слив параметар модела b = 0,79 (са карте изолинија овог параметра

$$H(t, p) = \frac{0.11384 \cdot t}{(0.3t + 1)^{0.83}} \cdot H_d(p)$$

Заменом **H_d(p)** вредностима из претходне табеле израчунате су вредности рачунских киша, **H(t,p)**, за различита трајања (**t**) и вероватноће (**p**).



ЕФЕКТИВНЕ (НЕТО) КИШЕ

Метода SCS представља најпоузданији начин за одређивање нето киша, јер узима у обзир све релевантне факторе отицања у сливу, као што су карактеристике земљишта (М. Ћоровић, "Одређивање хидролошке групе земљишта при дефинисању отицања у методи SCS", Водопривреда бр. 16, 1987), услови претходне влажности тла, вегетациони покривач и начин обраде пољопривредног земљишта. Узимајући у обзир набројане факторе, за актуелне сливове 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 (**F**) 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 датог у другом делу студије (графички прилози) који важи и користи се водоток на проучаваним коридорима.

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 (км)
- **L_c** - дужина тока од центра слива до излазног профила по току (km)
- **I_c** - уравни пад тока у (%)

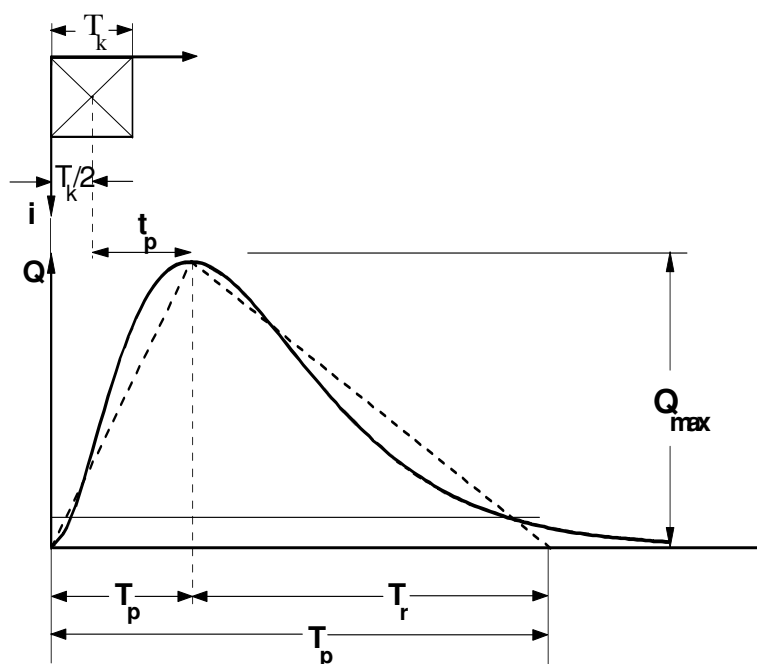
Према вредностима ових морфометријских карактеристика до поменутих профила израчуната су времена кашњења за сваки профил и дата су табеларно.

Меродавне кише одређује 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.

ОДРЕЂИВАЊЕ ХИДРОГРАМА 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

: Приказ параметара синтетичког хидрограма

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

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

Верификација 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), а такође и упоређивањем протицаја добијених мерењем на хидролошким станицама са вредностима добијеним прорачуном синтетичког хидрограма отицаја.



Бојан Бркић, дипл.грађ.инж

Одговорни пројектант

1.5. НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА



Анализа максималних дневних падавина,
Станица: Алексинац, низ 1961. - 2016.

Distribution Analysis: Log Pearson Type III

-----Summary of Data -----

First Moment (mean) = 37.8571

Second Moment = 1.046e02

Skew = 7.228e-01

Point Number	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standard Deviation
1	0.0175	23.1000	22.3673	1.4583
2	0.0351	24.0000	23.7031	1.2575
3	0.0526	25.8000	24.6411	1.1580
4	0.0702	26.3000	25.3999	1.1013
5	0.0877	26.4000	26.0549	1.0685
6	0.1053	26.6000	26.6416	1.0506
7	0.1228	26.6000	27.1801	1.0426
8	0.1404	27.5000	27.6829	1.0416
9	0.1579	27.6000	28.1584	1.0457
10	0.1754	28.1000	28.6126	1.0534
11	0.1930	28.6000	29.0498	1.0639
12	0.2105	29.0000	29.4735	1.0765
13	0.2281	29.8000	29.8864	1.0907
14	0.2456	30.0000	30.2905	1.1060
15	0.2632	30.2000	30.6878	1.1223
16	0.2807	30.6000	31.0797	1.1393
17	0.2982	30.6000	31.4676	1.1569
18	0.3158	30.7000	31.8525	1.1749
19	0.3333	31.0000	32.2357	1.1934
20	0.3509	32.0000	32.6180	1.2121
21	0.3684	32.2000	33.0003	1.2311
22	0.3860	32.4000	33.3835	1.2504
23	0.4035	32.6000	33.7684	1.2700
24	0.4211	34.1000	34.1558	1.2898
25	0.4386	34.3000	34.5464	1.3100
26	0.4561	35.1000	34.9410	1.3305
27	0.4737	35.1000	35.3404	1.3514
28	0.4912	35.3000	35.7455	1.3727
29	0.5088	36.1000	36.1574	1.3946

30	0.5263	36.1000	36.5769	1.4172
31	0.5439	36.1000	37.0053	1.4406
32	0.5614	36.2000	37.4438	1.4649
33	0.5789	36.3000	37.8934	1.4903
34	0.5965	37.1000	38.3554	1.5169
35	0.6140	38.2000	38.8314	1.5452
36	0.6316	38.8000	39.3230	1.5752
37	0.6491	39.7000	39.8321	1.6074
38	0.6667	40.2000	40.3606	1.6421
39	0.6842	41.2000	40.9112	1.6799
40	0.7018	41.8000	41.4866	1.7214
41	0.7193	42.8000	42.0903	1.7673
42	0.7368	44.2000	42.7261	1.8184
43	0.7544	45.2000	43.3989	1.8760
44	0.7719	46.2000	44.1147	1.9415
45	0.7895	47.4000	44.8806	2.0168
46	0.8070	48.0000	45.7059	2.1042
47	0.8246	48.7000	46.6024	2.2069
48	0.8421	49.1000	47.5859	2.3294
49	0.8596	49.8000	48.6775	2.4776
50	0.8772	55.3000	49.9072	2.6606
51	0.8947	56.8000	51.3192	2.8917
52	0.9123	57.2000	52.9821	3.1925
53	0.9298	57.2000	55.0121	3.6014
54	0.9474	58.2000	57.6292	4.1939
55	0.9649	60.2000	61.3345	5.1523
56	0.9825	60.3000	67.7647	7.1225

----- Predictions -----

Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
0.9990	1000.0	96.7897	20.0204
0.9900	100.0	73.1103	9.0314
0.9800	50.0	66.5371	6.7179
0.9500	20.0	58.0965	4.3072
0.9000	10.0	51.7876	2.9733
0.8000	5.0	45.3679	2.0676
0.6670	3.0	40.3709	1.6428
0.5000	2.0	35.9506	1.3836



Резултати прорачуна великих вода методом синтетичког јединичног хидрограма:

REKA : Glogovacki potok PROFIL : Most

~~~~~

|       |       |          |          |      |      |          |
|-------|-------|----------|----------|------|------|----------|
| T     | T     | qmax     | Int      | Pbr  | Pef  | Qmax     |
| (min) | (cas) | (m3/smm) | (mm/min) | (mm) | (mm) | (mcub/s) |

[illegible]

Verov. pojave  $P = .1000000014901161 \%$  Povratni period  $T = 1000$  godina

~~~~~

110	1.833	1.349	0.541	59.56	31.74	42.83
120	2.000	1.316	0.505	60.62	32.64	42.96
130	2.167	1.285	0.474	61.61	33.48	43.01
140	2.333	1.255	0.447	62.53	34.26	42.99
150	2.500	1.226	0.423	63.39	34.99	42.91

~~~~~

Verov. pojava  $P = 1 \%$  Povratni period  $T = 100$  godina

~~~~~

130	2.167	1.285	0.358	46.54	21.13	27.15
140	2.333	1.255	0.337	47.23	21.68	27.20
150	2.500	1.226	0.319	47.88	22.19	27.21
160	2.667	1.199	0.303	48.49	22.67	27.18
170	2.833	1.173	0.289	49.08	23.14	27.13

[illegible]

Verov. pojava $P = 2 \%$ Povratni period $T = 50$ godina

[illegible]

130	2.167	1.285	0.326	42.35	17.91	23.01
140	2.333	1.255	0.307	42.99	18.39	23.08
150	2.500	1.226	0.291	43.58	18.84	23.11
160	2.667	1.199	0.276	44.14	19.27	23.10
170	2.833	1.173	0.263	44.66	19.68	23.08

Verov. pojava $P = 5 \%$ Povratni period $T = 20$ godina

~~~~~

|     |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 140 | 2.333 | 1.255 | 0.268 | 37.53 | 14.35 | 18.01 |
| 150 | 2.500 | 1.226 | 0.254 | 38.04 | 14.73 | 18.06 |
| 160 | 2.667 | 1.199 | 0.241 | 38.53 | 15.08 | 18.08 |
| 170 | 2.833 | 1.173 | 0.229 | 38.99 | 15.41 | 18.08 |
| 180 | 3.000 | 1.148 | 0.219 | 39.43 | 15.74 | 18.06 |

[illegible]

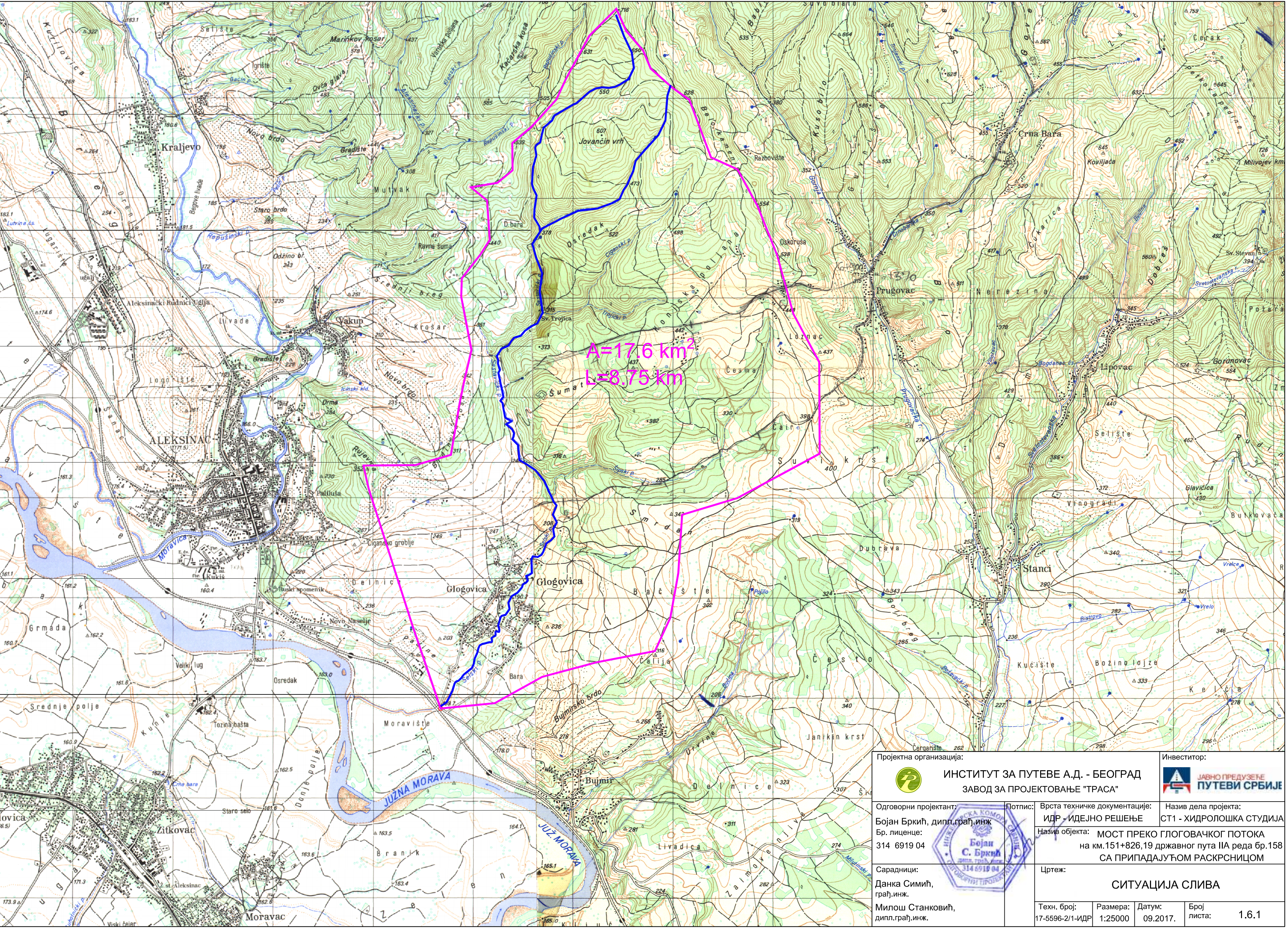
Verov. pojava  $P = 10 \%$  Povratni period  $T = 10$  godina

|     |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 160 | 2.667 | 1.199 | 0.215 | 34.35 | 12.12 | 14.53 |
| 170 | 2.833 | 1.173 | 0.204 | 34.76 | 12.40 | 14.55 |
| 180 | 3.000 | 1.148 | 0.195 | 35.15 | 12.67 | 14.55 |
| 190 | 3.167 | 1.124 | 0.187 | 35.53 | 12.93 | 14.53 |
| 200 | 3.333 | 1.101 | 0.179 | 35.88 | 13.18 | 14.51 |

Povrsina sliva F = 17.6 Kisa p =0.100 % Pp = 96.8 mm  
 Duzina toka L = 8.8 Kisa p =1.000 % Pp = 73.1 mm  
 Duzina toka Lc = 4.3 Kisa p =2.000 % Pp = 66.5 mm  
 Urav. pad toka Iur = 3.10 Kisa p =5.000 % Pp = 58.1 mm  
 Broj krive CN = 75 Vlaznost : NADPROSECNA  
 Velicina K = 1.198 Velicina tp = 2.406  
 Podizuca grana Tp = 3.69 Baza hidr. Tb = 14.94

## **1.6. ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА**





|                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                           |                                                  |                             |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--|
| Проектна организација:<br> <b>ИНСТИТУТ ЗА ПУТЕВЕ А.Д. - БЕОГРАД</b><br>ЗАВОД ЗА ПРОЈЕКТОВАЊЕ "ТРАСА" |         | Инвеститор:<br> <b>ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ ПУТЕВИ СРБИЈЕ</b> |                                                  |                             |  |
| Одговорни пројектант:<br>Бојан Бркић, дипл.грађ.инж.<br>Бр. лиценце:<br>314 6919 04<br>              | Потпис: | Врста техничке документације:<br>ИДР - ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ                                                                                      | Назив дела пројекта:<br>СТ1 - ХИДРОЛОШКА СТУДИЈА |                             |  |
|                                                                                                                                                                                           |         | Назив објекта: МОСТ ПРЕКО ГЛОГОВАЧКОГ ПОТОКА<br>на км.151+826,19 државног пута IIA реда бр.158<br>СА ПРИПАДАЈУЋОМ РАСКРСНИЦОМ             |                                                  |                             |  |
| Сарадници:<br>Данка Симић,<br>грађ.инж.<br>Милош Станковић,<br>дипл.грађ.инж.                                                                                                             |         | Цртеж:<br><br><b>СИТУАЦИЈА СЛИВА</b>                                                                                                      |                                                  |                             |  |
| Техн. број:<br>17-5596-2/1-ИДР                                                                                                                                                            |         | Размера:<br>1:25000                                                                                                                       | Датум:<br>09.2017.                               | Број<br>листа:<br><br>1.6.1 |  |
|                                                                                                                                                                                           |         |                                                                                                                                           |                                                  |                             |  |