

СТ1.1 НАСЛОВНА СТРАНА

„Мостпроект“ а.д. Београд
бр: 761/18
од: 17.06.2020.

СТ1 – ХИДРОЛОШКА СТУДИЈА

Инвеститор: **Јавно предузеће „Путеви Србије“**
Булевар краља Александра 282, Београд

Објекат: **Мост преко Матејевачке реке** на км. 4+065
државног пута IIБ реда бр. 426, у селу Горњи
Матејевац деоница: петља Ниш исток-Малча
К.П. 7646; 1496; 1499; 1497; 1498; 1622; 1626/1;
1633; 1459/2; 1474; 1514; 1629/1; 1629/3; 1631; 1632;
1634; 1636; К.О.Горњи Матејевац

Врста техничке документације: ИДР Идејно решење

Назив и ознака дела пројекта: **СТ1 – Хидролошка студија**

За грађење / извођење радова: **Радови на изградњи моста, реконструкцији
приступне саобраћајнице и регулацији водотока**

Пројектант: **Мостпроект АД Београд**
Омладинских бригада 102, Београд

Одговорно лице пројектанта: **Радомир Радичевић**, дипл.грађ.инж.
Потпис:



Одговорни пројектант: **Душко Божовић**, дипл.грађ.инж.
314 2821 03



Број дела пројекта: 19-642-1-ИДР
Место и датум: Београд, јун 2020.

СТ1.2 САДРЖАЈ СТУДИЈЕ

СТ1.1	Насловна страна Студије
СТ1.2	Садржај Студије
СТ1.3	Решење о одређивању овлашћеног лица
СТ1.4	Текстуална документација Технички извештај - Увод - Подлоге - Статистичка обрада низова падавина - Хидролошка анализа сливова методом SCS - Хидрауличка анализа капацитета објекта
СТ1.5	Нумеричка документација - Бројеви кривих - Бројеви CN кривих - Табеларни приказ протицаја методом SCS
СТ1.6	Графичка документација
	Карта сливног подручја

СТ1.3 РЕШЕЊЕ О ОДРЕЂИВАЊУ ОВЛАШЋЕНОГ ЛИЦА

„Мостпројект“ а.д. Београд
бр: 761/18
од: 17.06.2020.

На основу члана 128 Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 72/2009, 81/2009 - исправка, 64/2010 - одлука УС, 24/2011, 121/2112, 42/2013 - одлука УС, 50/2013 - одлука УС, 98/2013 - одлука УС, 132/2014, 145/2014, 83/2018 и 31/2019) и одредби Правилника о садржини, начину и поступку израде и начин вршења контроле техничке документације према класи и намени објекта ("Службени гласник РС", бр. 72/2018) као:

ОВЛАШЋЕНО ЛИЦЕ

за израду **Хидролошке студије** која је део **Идејног решења** за изградњу **Моста преко Матејевачке реке** на км. 4+065 државног пута IIБ реда бр. 426, у селу Горњи Матејевац деоница: петља Ниш исток-Малча, К.П. 7646; 1496; 1499; 1497; 1498; 1622; 1626/1; 1633; 1459/2; 1474; 1514; 1629/1; 1629/3; 1631; 1632; 1634; 1636; К.О.Горњи Матејевац, одређује се:

Душко Божовић, дипл.грађ.инж. број лиценце 314 2821 03

Пројектант:

Мостпројект АД Београд
Омладинских бригада 102, Београд

Одговорно лице/заступник:

Радомир Радичевић, дипл.грађ.инж.

Потпис:



Број техничке документације: 19-642-1-ИДР
Место и датум: Београд, јун 2020.

СТ1.4 ТЕКСТУАЛНА ДОКУМЕНТАЦИЈА

СТ1.4.1 ТЕХНИЧКИ ИЗВЕШТАЈ

СТ 1.4.1.1 Увод

Презентовани документ представља хидролошку студију за локацију моста у селу Горњи Матејевац на Матејевачкој реци. Студијом је урађен прорачун великих вода водотока на локацији моста, обзиром да је у питању хидролошки неизучен слив.

СТ 1.4.1.2 Подлоге

Током рада на наведеном пројекату коришћене су следеће подлоге:

- Ажуриране геодетске подлоге
- Низ максималних дневних падавина просечно на годишњем нивоу МС Ниш – подаци добијени од РХМЗ-а по захтеву Мостпројекта зс меродавну падавинску станицу
- Пројектно решење моста (у току)

СТ 1.4.1.3 Статистичка обрада низова падавина

Максималне дневне падавине (mm) просечно на годишњем на годишњем нивоу за МС Ниш

Год	Hmm/dn	Год	Hmm/dn	Год	Hmm/dn	Год	Hmm/dn
1961	29.9	1976	33.8	1991	46.7	2006	32.6
1962	48.2	1977	32.9	1992	29.5	2007	32.7
1963	71.2	1978	47.2	1993	41.5	2008	48.6
1964	26.3	1979	47.3	1994	26.6	2009	35.0
1965	38.1	1980	29.7	1995	24.6	2010	23.5
1966	26.7	1981	36.4	1996	34.0	2011	24.9
1967	30.0	1982	26.1	1997	50.6	2012	43.2
1968	24.9	1983	32.4	1998	34.1	2013	39.5
1969	47.5	1984	28.8	1999	56.8	2014	74.5
1970	44.1	1985	31.7	2000	32.6	2015	25.1
1971	29.3	1986	29.6	2001	52.6	2016	47.9
1972	49.5	1987	32.0	2002	25.9	2017	44.2
1973	42.7	1988	30.3	2003	34.2	2018	22.5
1974	25.6	1989	32.5	2004	37.4	2019	44.5
1975	38.2	1990	23.5	2005	39.8		

Обрада података добијених од стране РХМЗ-а урађена је програмским пакетом SMADA. Резултати су дати у наставку.

ГОДИШЊИ МАКСИМУМ ДНЕВНИХ ПАДАВИНА
НИШ

1961	29.9
1962	48.2
1963	71.2
1964	26.3
1965	38.1
1966	26.7
1967	30.0
1968	24.9
1969	47.5
1970	44.1
1971	29.3
1972	49.5
1973	42.7
1974	25.6
1975	38.2
1976	33.8
1977	32.9
1978	47.2
1979	47.3
1980	29.7
1981	36.4
1982	26.1
1983	32.4
1984	28.8
1985	31.7
1986	29.6
1987	32.0
1988	30.3
1989	32.5
1990	23.5

1991	46.7
1992	29.5
1993	41.5
1994	26.6
1995	24.6
1996	34.0
1997	50.6
1998	34.1
1999	56.8
2000	32.6
2001	52.6
2002	25.9
2003	34.2
2004	37.4
2005	39.8
2006	32.6
2007	32.7
2008	48.6
2009	35.0
2010	23.5
2011	24.9
2012	43.2
2013	39.5
2014	74.5
2015	25.1
2016	47.9
2017	44.2
2018	22.5
2019	44.5

в.д. Помоћник директора

Горан Пејановић



Кише максималних дневних падавина просечно на годишњем нивоу – МС Ниш

Distribution Analysis: Pearson Type III

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

First Moment (mean) = 36.8136

Second Moment = 1.227e02

Skew = 1.199e+00

Point	Weibull	Actual	Predicted	Standard
Number	Probability	Value	Value	Deviation

1	0.0167	22.5000	22.6874	3.6917
2	0.0333	23.5000	23.3943	2.8579
3	0.0500	23.5000	23.9687	2.3359
4	0.0667	24.6000	24.4748	1.9595
5	0.0833	24.9000	24.9384	1.6727
6	0.1000	24.9000	25.3727	1.4501
7	0.1167	25.1000	25.7859	1.2785
8	0.1333	25.6000	26.1833	1.1505
9	0.1500	25.9000	26.5686	1.0612
10	0.1667	26.1000	26.9446	1.0062
11	0.1833	26.3000	27.3135	0.9809
12	0.2000	26.6000	27.6768	0.9801
13	0.2167	26.7000	28.0360	0.9985
14	0.2333	28.8000	28.3923	1.0310
15	0.2500	29.3000	28.7466	1.0733
16	0.2667	29.5000	29.0998	1.1221
17	0.2833	29.6000	29.4527	1.1749
18	0.3000	29.7000	29.8061	1.2298
19	0.3167	29.9000	30.1605	1.2855
20	0.3333	30.0000	30.5166	1.3411
21	0.3500	30.3000	30.8750	1.3959
22	0.3667	31.7000	31.2362	1.4495
23	0.3833	32.0000	31.6009	1.5015
24	0.4000	32.4000	31.9696	1.5517
25	0.4167	32.5000	32.3429	1.6001
26	0.4333	32.6000	32.7214	1.6465
27	0.4500	32.6000	33.1056	1.6909
28	0.4667	32.7000	33.4962	1.7332
29	0.4833	32.9000	33.8939	1.7735
30	0.5000	33.8000	34.2994	1.8118
31	0.5167	34.0000	34.7135	1.8481
32	0.5333	34.1000	35.1375	1.8826
33	0.5500	34.2000	35.5721	1.9152
34	0.5667	35.0000	36.0183	1.9461
35	0.5833	36.4000	36.4774	1.9753
36	0.6000	37.4000	36.9504	2.0031
37	0.6167	38.1000	37.4387	2.0295
38	0.6333	38.2000	37.9439	2.0548
39	0.6500	39.5000	38.4677	2.0793

40	0.6667	39.8000	39.0120	2.1032
41	0.6833	41.5000	39.5792	2.1270
42	0.7000	42.7000	40.1717	2.1512
43	0.7167	43.2000	40.7927	2.1766
44	0.7333	44.1000	41.4457	2.2039
45	0.7500	44.2000	42.1350	2.2344
46	0.7667	44.5000	42.8658	2.2694
47	0.7833	46.7000	43.6442	2.3111
48	0.8000	47.2000	44.4781	2.3618
49	0.8167	47.3000	45.3772	2.4251
50	0.8333	47.5000	46.3541	2.5053
51	0.8500	47.9000	47.4252	2.6087
52	0.8667	48.2000	48.6129	2.7437
53	0.8833	48.6000	49.9483	2.9220
54	0.9000	49.5000	51.4772	3.1610
55	0.9167	50.6000	53.2701	3.4875
56	0.9333	52.6000	55.4454	3.9462
57	0.9500	56.8000	58.2245	4.6216
58	0.9667	71.2000	62.1039	5.7070
59	0.9833	74.5000	68.6656	7.8430

----- Predictions -----

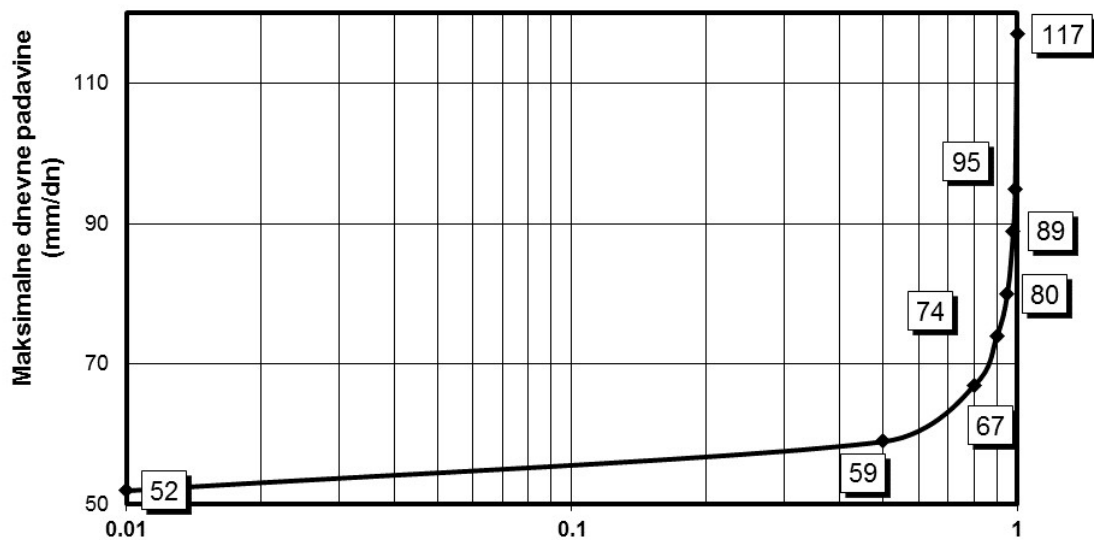
Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Deviation
---------------------------	------------------	---------------------	-----------------------

0.9990	1000.0	116.5983	29.5291
0.9900	100.0	94.9826	18.7876
0.9800	50.0	88.5082	15.8306
0.9500	20.0	79.9519	12.1595
0.9000	10.0	73.4655	9.5936
0.8000	5.0	66.9462	7.2519
0.5000	2.0	58.2245	4.6216
0.0010	1.0	51.4870	3.1627

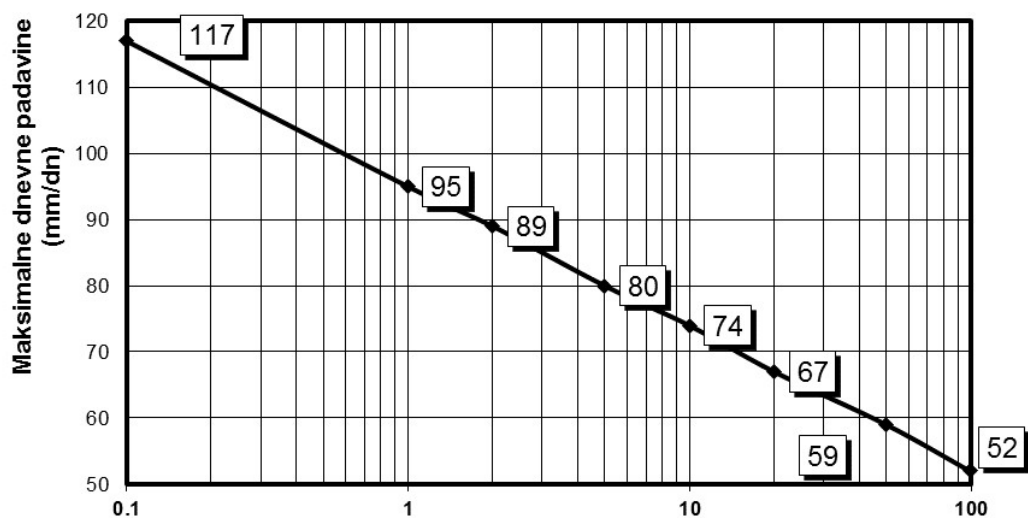
Приказ обрађених података максималних дневних падавина МС Ниш

Povratni period (god)	1000	100	50	20	10	5	2	1
p (%)	0.1	1	2	5	10	20	50	99
F(x)	0.999	0.99	0.98	0.95	0.9	0.8	0.5	0.01
Max dnevne padavine (mm)	117	95	89	80	74	67	59	52

Функција расподеле



Вероватноћа појаве



СТ 1.4.1.4 Хидролошка анализа сливова методом SCS

Кише краћих трајања мањег од једног дана, које су меродавне за разматрано подручје, рачунају се по формули (1).

$$H(T_k, P) = \frac{T_k}{1440} \cdot \frac{(1440 \cdot a + 1)^b}{(a \cdot T_k + 1)} \cdot P_d \quad (1)$$

$H(T_k, P)$ - слој кише (mm) трајања T_k мање од једног дана одређене вероватноће појаве $P(\%)$

T_k - трајање кише (min)

a и b - параметри модела ($a=0.3$, $b=0.82$ из карте изолинија за Србију)

P_d - максимална сума дневних киша (mm) одређене вероватноће појаве

Модел из кога произилази формула (1) урађен је у Хидрометеоролошком заводу Србије, а објављен је у Грађевинском календару из 1993/94 године.

Прорачун ефективних (нето) киша

Прорачун ефективних (нето) падавина насталих од киша јаког интензитета базира се на методи SCS, која је развијена у Бироу за очување земљишта у САД-у.

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

$P_{ef,p}$ - ефективне кише (mm) одређене вероватноће појаве $P(\%)$

d - дефицит отицаја (mm) тј. потенцијална инфилтрација (формула (3))

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

CN - број криве за надпросечне услове влажности за процењени "C" тип земљишта (Прилог)

Прорачун великих вода преко синтетичког јединичног хидрограма

Синтетички јединични хидрограм троугаоне форме (Слика 1) има максималну ординату која се одређује помоћу израза (4):

$$q = \frac{F}{(0.5 \cdot Tk + tp) \cdot (1 + K)} \quad (4)$$

q - максимална ордината јединичног хидрограма $\left(\frac{m^3}{s} \cdot mm \right)$

F - површина слива (km^2)

Tk - време трајања рачунске кише (h)

tp - време "кашњења слива" (h) (формула (5))

K - бездимензионални коефицијент који представља однос времена опадања хидрограма (Tr) и времена пораста хидрограма (Tr) за сливну површину, а очитан је са дијаграма $K=f(F)$

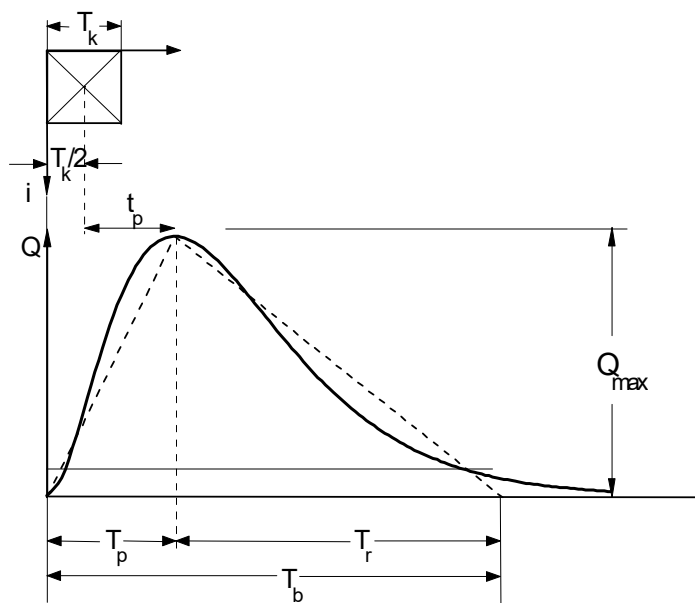
$$tp = 0.75 \cdot \left(\frac{L \cdot Lc}{\sqrt{Iu}} \right)^{0.38} \quad (5)$$

L - дужина тока (km)

Lc - дужина тока од центра слива до излазног профила по току (km)

Iu - уравни пад тока (%)

График 5: Синтетички јединични хидрограм



За параметре синтетичког јединичног хидрограма троугаоне форме важе функционалне зависности:

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

Прорачун максималног протицаја великих вода (m^3/s) одређене вероватноће појаве, у функцији добијених параметара, одређује се помоћу израза (6):

$$Q_{\max}(p, T_k) = q \cdot P_{ef, p} \quad (6)$$

Приказ резултата прорачуна великих вода

Водоток	F	L	Lc	I _u	CN	Q _{0.1%}	Q _{1%}	Q _{2%}	Q _{5%}
	(km ²)	(km)	(km)	(%)	(-)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Матејевачка река	4.64	4.89	2.75	5	72	20.32	14.41	12.87	10.65

СТ 1.4.1.5 Хидрауличка анализа капацитета објекта

Добијени резултати протицаја представљају базне податке у сврси провере пропусне моћи отвора моста. Следи табеларни прилог приказа резултата прорачуна, који је базиран на принципима Шези – Манингове једначине.

$$Q = 1/n \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I_p^{1/2} \quad (2)$$

- n – Манингов коефицијент храпавости
- A – оквашајни обим
- R - хидраулички радијус (A/O)
- I – подужни нагиб

Хидрауличка провера отвора моста

Q (m ³ /s)	I(%)	n	H (m)	b (m)	m	B (m)	A (m ²)	O(m)	R (m)	ΔQ	v (m/s)
14.41	4.81	0.025	0.69	3.00	1.00	4.38	2.56	4.96	0.52	0.00	5.64

Констатује се да је корито ширине дна 3m, нагиба страница 1:1 довољних димензија за прохват протицаја. Остварена кота велике воде износи 0.69m.

Одговорни пројектант

Душко Божовић, дипл.грађ.инж.



СТ1.5 НУМЕРИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА

СТ 1.5.1 Бројеви кривих дефинисаних за подпросечне ПВТ1 и надпросечне ПВТ3 услове претходне влажности тла у зависности од просечних услова претходне влажности тла ПВТ2

CN за PVT2	CN за PVT1	CN за PVT3	CN за PVT2	CN за PVT1	CN за PVT3
100	100	100	49	30	69
99	97	100	48	29	68
98	94	99	47	28	67
97	91	99	46	27	66
96	89	99	45	26	65
95	87	98	44	25	64
94	85	98	43	25	63
93	83	98	42	24	62
92	81	97	41	23	61
91	80	97	40	22	60
90	78	96	39	21	59
89	76	96	38	21	58
88	75	95	37	20	57
87	73	95	36	19	56
86	72	94	35	18	55
85	70	94	34	18	54
84	68	93	33	17	53
83	67	93	32	16	52
82	66	92	31	16	51
81	64	92	30	15	50
80	63	91	29	14	49
79	62	91	28	14	47
78	60	90	27	13	46
77	59	89	26	13	44
76	58	89	25	12	43
75	57	88	24	11	42
74	55	88	23	11	41
73	54	87	22	10	39
72	53	86	21	10	38
71	52	86	20	9	37
70	51	85	19	8	36
69	50	84	18	8	34
68	48	84	17	7	33
67	47	83	16	7	31
66	46	82	15	6	30
65	45	82	14	6	28
64	44	81	13	5	27
63	43	80	12	5	25
62	42	79	11	4	24
61	41	78	10	4	22
60	40	78	9	4	20
59	39	77	8	3	18
58	38	76	7	3	17
57	37	75	6	2	15
56	36	75	5	2	13
55	35	74	4	2	10
54	34	73	3	1	8
53	33	72	2	1	5
52	32	71	1	0	3
51	31	70	0	0	0
50	31	70			

СТ 1.5.2 БРОЈЕВИ CN КРИВИХ ЗА ХИДРОЛОШКО-ЗЕМЉИШНИ БИЉНИ КОМПЛЕКС (УСЛОВ II-ПРОСЕЧНИ УСЛОВИ ВЛАЖНОСТИ)

Покривач			Хидролошка група земљишта			
Начин коришћења земљишта	Начин обраде земљишта	Хидролошки услови	A	B	C	D
Угар	Низ падину		77	86	91	94
Окопавине	Низ падину	слаби	72	81	88	91
Окопавине	Низ падину	добри	67	78	85	89
Окопавине	Контурно	слаби	70	79	84	88
Окопавине	Контурно	добри	65	75	82	86
Окопавине	Терасирање	слаби	66	74	80	82
Окопавине	Терасирање	добри	62	71	78	81
Житарице	Низ падину	слаби	65	76	84	88
Житарице	Низ падину	добри	63	75	83	87
Житарице	Контурно	слаби	63	74	82	85
Житарице	Контурно	добри	61	73	81	84
Житарице	Терасирање	слаби	61	72	79	82
Житарице	Терасирање	добри	59	70	78	81
Махунарке у густој садњи или ливаде у ротацији	Низ падину	слаби	56	77	85	89
	Низ падину	добри	58	72	81	85
	Контурно	слаби	64	75	83	85
	Контурно	добри	55	69	78	83
	Терасирање	слаби	63	73	80	83
	Терасирање	добри	51	67	76	80
Пашњаци		слаби	68	79	86	89
Пашњаци		средњи	49	69	79	84
Пашњаци		добри	39	61	74	80
Пашњаци	Контурно	слаби	47	67	81	88
Пашњаци	Контурно	средњи	25	59	75	83
Пашњаци	Контурно	добри	6	35	70	79
Ливаде		добри	30	58	71	78
Шуме		слаби	45	66	77	83
Шуме		средњи	36	60	73	79
Шуме		добри	25	55	70	77
Сеоска насеља			72	82	87	89
Земљани путеви			59	74	82	86
Тврди путеви			74	84	90	92

СТ 1.5.3 Табеларни приказ протицаја из програмског пакета SCS

PRILOG : mat

REZULTATI PRORACUNA VELIKIH VODA METODOM SINTETICKOG JEDINICNOG HIDROGRAMA

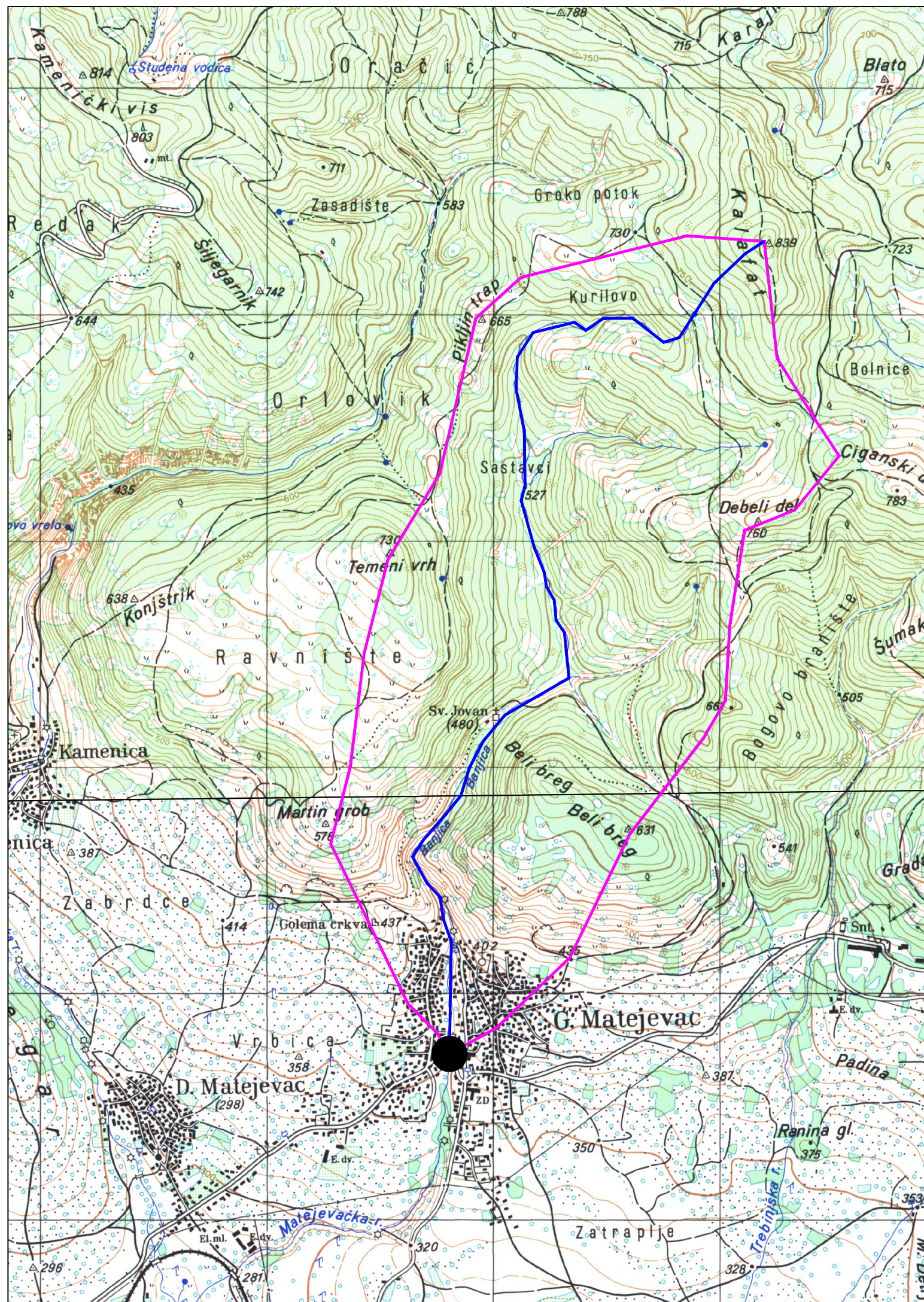
REKA : Matejevacica PROFIL : Most

T	T	qmax	Int	Pbr	Pef	Qmax
(min)	(cas)	(m3/smm)	(mm/min)	(mm)	(mm)	(m3/s)
Verov. pojave P = 0.1 % Povratni period T = 1000 godina						
60	1.000	0.632	1.055	63.29	31.41	19.86
70	1.167	0.607	0.935	65.47	33.20	20.14
80	1.333	0.583	0.842	67.38	34.78	20.28
90	1.500	0.561	0.767	69.07	36.19	20.32
100	1.667	0.541	0.706	70.60	37.47	20.28
110	1.833	0.522	0.655	72.00	38.65	20.19
120	2.000	0.505	0.611	73.28	39.74	20.06
Verov. pojave P = 1 % Povratni period T = 100 godina						
70	1.167	0.607	0.759	53.16	23.37	14.18
80	1.333	0.583	0.684	54.71	24.57	14.33
90	1.500	0.561	0.623	56.09	25.64	14.40
100	1.667	0.541	0.573	57.33	26.62	14.41
110	1.833	0.522	0.531	58.46	27.52	14.38
120	2.000	0.505	0.496	59.50	28.35	14.31
130	2.167	0.488	0.465	60.47	29.13	14.23
Verov. pojave P = 2 % Povratni period T = 50 godina						
70	1.167	0.607	0.711	49.80	20.81	12.63
80	1.333	0.583	0.641	51.25	21.91	12.78
90	1.500	0.561	0.584	52.54	22.89	12.85
100	1.667	0.541	0.537	53.71	23.79	12.87
110	1.833	0.522	0.498	54.77	24.61	12.86
120	2.000	0.505	0.465	55.74	25.37	12.81
130	2.167	0.488	0.436	56.65	26.09	12.74
Verov. pojave P = 5 % Povratni period T = 20 godina						
80	1.333	0.583	0.576	46.07	18.05	10.53
90	1.500	0.561	0.525	47.23	18.90	10.61
100	1.667	0.541	0.483	48.28	19.67	10.65
110	1.833	0.522	0.448	49.23	20.38	10.65
120	2.000	0.505	0.418	50.11	21.04	10.62
130	2.167	0.488	0.392	50.92	21.66	10.58
140	2.333	0.473	0.369	51.68	22.23	10.52

POC.PODACI ZA PRORACUN VELIKIH VODA PO SCS MET

Povrsina sliva F = 4.6 Kisa p = 0.100 % Pp = 117.0 mm
Duzina toka L = 4.9 Kisa p = 1.000 % Pp = 95.0 mm
Duzina toka Lc = 2.8 Kisa p = 2.000 % Pp = 89.0 mm
Urav. pad toka Iur = 5.00 Kisa p = 5.000 % Pp = 80.0 mm
Broj krive CN = 72 Vlaznost : NADPROSECNA
Velicina K = 1.073 Velicina tp = 1.483
Podizuca grana Tp = 2.32 Baza hydr. Tb = 8.17

СТ1.6 ГРАФИЧКА ДОКУМЕНТАЦИЈА



МАТЕЈЕВАЧКА РЕКА СЕЛО ГОРЊИ МАТЕЈЕВАЦ

Fsl = 4.64Km²

Lt = 4.89Km

- ГРАНИЦА СЛИВА
- ВОДОТОК
- ЛОКАЦИЈА МОСТА

КАРТА СЛИВНОГ ПОДРУЧЈА
R 1:20.000