

Оригиналан научни рад

UDC 911.2:551.053(497.11)

СЛАВОЉУБ ДРАГИЋЕВИЋ
ПРЕДРАГ МАНОЈЛОВИЋ
САЊА МУСТАФИЋ*

ПРИЛОГ ОДРЕЂИВАЊУ ИНТЕНЗИТЕТА ХЕМИЈСКЕ ЕРОЗИЈЕ ЗАПАДНЕ СРБИЈЕ

Садржај: Детаљним геоморфолошким истраживањима интензитета хемијске ерозије до недавно је био обухваћен само простор Источне Србије, тако да ово истраживање има за циљ одређивање износа овог дела речне ерозије и у западним деловима наше земље. На основу опсежних теренских и лабораторијских мерења концентрација најважнијих макројона на два хидролошка профила реке Тамнаве и на тој основи одређивања вредности сувог остатка, остварена је могућност израчунавања интензитета хемијске ерозије у овом сливу.

Кључне речи: минерализација воде, протицај, хемијска ерозија, Тамнава.

Abstract: Recent geomorphologic studies on chemical erosion intensity enclosed only area of the Eastern Serbia, so the aim of this research is to calculate this part of the river erosion in the western parts of our country. The calculation of the chemical erosion intensity in the Tamnava river basin is based on very wide terrain researches and laboratory measurings of the concentration of the most important macro - ions made on two hydrological profiles.

Key words: mineralization of water, run-off, chemical erosion, Tamnava.

Увод

Детаљно утврђивање интензитета хемијске ерозије извршено је до сада само на простору Источне Србије, док су у осталим деловима Србије вршена само парцијална истраживања која представљају основу за накнадна, свеобухватна разматрања. У том смислу, истраживања хемијске ерозије на једном делу простора Западне Србије обухватила су и слив Колубаре (Драгићевић С., 2002). Тамнава, као највећа лева притока Колубаре, проучавана је само до хидролошког профила у Коцељеви (налази се на 43,2 km од ушћа Тамнаве у Колубару), док је низводни део слива остао неистражен. На основу накнадних лабораторијских анализа узорака са терена пружила се могућност за одређивањем интензитета хемијске ерозије до профила Ћеманов мост (13,5 km од ушћа), чиме се добија увид у стање овог типа речне ерозије на великом делу слива.

* Мр Славољуб Драгићевић, асистент, др Предраг Манојловић, редовни професор, Сања Мустафић, стручни сарадник, Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд. Рад примљен 18.04.2003. г.

Методологија истраживања

Одређивање количине хемијски растворених минералних материја на поменути хидрометријским профилима (Коцељево и Ђеманов мост) с циљем да се утврди количина наноса која пролази кроз профил и на тој основи израчуна износ хемијске ерозије у сливу Тамнаве, извршено је хидротехничким методом. Физичко-хемијском анализом узорака воде утврђена је концентрација Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , SiO_2 као и температура и специфична електрична проводљивост. За одређивање концентрација претходно наведених макроелемената коришћене су већ више пута проверене аналитичке методе (Манојловић П., 1995).

С обзиром на то да је ранијим анализама откривено да процес хемијске евакуације у највећој мери зависи од количине протицајне воде (или отицаја), то се узорковање на хидролошким профилима морало обављати током минимално једне хидролошке године, при максималним распонима протицаја (Манојловић П., Стах А. 1990/1991). Укупна минерализација ставља се у однос са одговарајућим протицајем, па се на тај начин добија математички модел за прогнозу непознате минерализације у функцији протицаја. Значи, укупна евакуација РММ директно зависи од количине протекле воде и њене минерализације.

Да би се правилно одредио износ хемијске ерозије у сливу Тамнаве, веома је важно било извршити разграничење између појмова "хемијска ерозија" и "хемијска евакуација". Целокупна маса хемијских елемената и једињења, водом изнета из слива, може се поделити на два дела: онај који је пореклом из стена или седимената и онај који је у слив доспео падавинама или човековом делатношћу. Значи, само један део утврђене концентрације појединих јона, која је водом изнета из слива, може се сматрати изворним, аутохтоним материјалом. Тек када се утврди који је то део и он доведе у однос са протицајем, добија се износ хемијске ерозије. С друге стране, ако се израчуна укупна маса растворених минералних материја која је водом изнета из слива, без обзира на њено порекло, тада је утврђен износ хемијске евакуације (Манојловић П., 1989).

За одређивање укупне количине хемијски РММ која се евакуише из слива у току 24 часа, потребни су средњи дневни протицаји (Q_i - m^3/s) и одговарајуће вредности сувог остатка, тј. укупне минерализације (UM - mg/l):

$$E(t/\text{dan}) = Q_i * UM * 0.0864$$

За израчунавање укупне евакуације РММ дужег периода (годишње доба, година) потребно је најпре располагати вредностима дневних минерализација. Њиховим сабирањем добијају се месечне и годишње вредности.

Након израчунавања хемијске евакуације приступа се разграничавању дела минерализације који потиче од минерализације падавина, од преосталог дела који је настао истинским растварањем стена, односно покушај је био да се утврди износ хемијске ерозије у сливу. Ако се зна да падавине приликом кретања кроз атмосферу ступају у хемијску реакцију са гасовима и аеросолима из ваздуха и да на површину земље доспевају са већом или мањом минерализацијом било је потребно умањити износ специфичне хемијске евакуације за вредност специфичне минерализације падавина. За ово израчунавање послужила је математичка зависност између количине падавина као независно променљиве и уноса растворених минералних материја као зависно променљиве (Манојловић П., Живковић Н., 1994):

$$t/\text{km}^2/\text{god} = -8.429 + 0.0537 * \Sigma\text{mm} - 1.65\text{E-}5 * \Sigma\text{mm}^2.$$

Ако се у сливу налазе само кречњачки терени онда се може поистоветити износ хемијске евакуације са хемијском ерозијом. Међутим у случају хетерогеног геолошког састава, то је погрешно. Експерименталним истраживањем закључено је да се калцијум и магнезијум, који су настали растварањем и некарбонатних стена, у води налазе у виду бикарбоната. Како је сва количина хидрокарбонатног јона настала од CO_2 из ваздуха, то се тај део сувог остатка (укупне минерализације) не може да припише стени, јер од ње није ни постао (Манојловић П., 1989).

С тим у вези, да би се добила вредност УМ која потиче само од стенског комплекса осим умањења за вредност минерализације падавина потребно је извршити умањење за некарбонатни део слива.

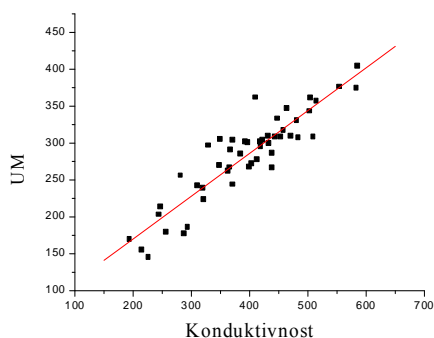
Корекција специфичне хемијске евакуације за некарбонатни део слива извршена је коришћењем следеће регресије (Манојловић П., 1989):

$$kE = 5.5 - 0.197 * \% \text{ нек.} + 0.883 * E,$$

где је kE - коригована специфична евакуација, $\% \text{ нек.}$ - проценат некарбонатних стена у сливу и E - некоригована специфична евакуација. После израчунавања износа ерозије са карбонатног и некарбонатног дела слива веома лако се може израчунати специфична хемијска ерозија целог слива.

Анализа резултата

Велики значај за сагледавање укупне минерализације воде има специфична електрична проводљивост. На основу ње се могу прогнозирати концентрације макро јона као и вредност укупне минерализације датог узорка. Ова могућност представља велико олакшање за сва будућа истраживања јер се могу прогнозирати концентрације јона и износ сувог остатка без дуготрајних и сложених хемијских анализа узорка воде. На основу великог броја узорка за ток Тамнаве успостављена је математичка зависност између кондуктивности као независне и укупне минерализације воде као зависне променљиве. Успостављена линијска зависност између ове две променљиве, као и висок коефицијент корелације за велики број узорка потврђује добро слагање ових података.



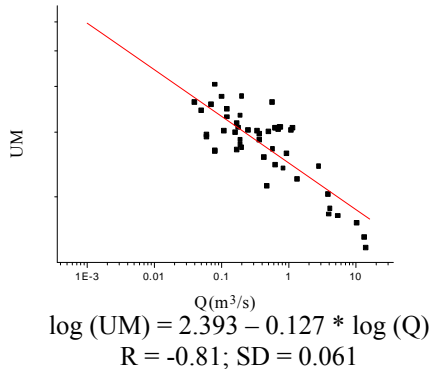
$$Y = 54,192 + 0.58 * X$$

$$R = 0.91; SD = 24,9$$

Слика 1. Однос између кондуктивности и укупне минерализације воде реке Тамнаве.

Хемијска анализа узорка воде реке Тамнаве обухватила је готово читав распон протичаја. То је дало могућност утврђивања типа регресије, као и методом моделовања предвиђање вероватне концентрације за протичаје када узимање узорка

није вршено. У анализираном периоду 1998-99. истраживањима која су била обављена за ток Тамнаве на профилу Ђеманов мост дошло се до сазнања да је најмања утврђена минерализација износила 153,0 mg/l, а највећа 413,5 mg/l. Однос протицаја и концентрације растворених минералних материја показује јако изражену негативну корелацију. На основу 49 узорака утврђен је однос између протицаја и укупне минерализације:



Слика 2. Однос између протицаја и концентрације РММ реке Тамнаве.

Успостављање односа између протицаја и минерализације воде за Тамнаву веома је отежано чињеницом да горњи део слива има све одлике бујичног тока што показује и однос између максималног и минималног протицаја, док се у доњем делу тока често јављају изливања реке која онемогућавају јасан и прецизан увид у количину воде и концентрације било ког типа речног наноса.

Ако се анализира време појављивања минималних и максималних вредности укупне минерализације запажа се да је појава најниже вредности (153,0 mg/l) подударна са временом појављивања екстремно високих протицаја, тачније са 30.12.1999., када је средњи дневни протицај Тамнаве код профила Ђеманов мост износио 43,6 m³/s. Истраживањима која су обухватила узводни део слива реке Тамнаве (Драгићевић С., 2002) најнижа вредност сувог остатка забележена је 27. 12. и износила је 199,9 mg/l. На основу овог поређења може се извести закључак да су оба истраживања веома кореспондентна што отвара могућност за доношење сигурнијих и тачнијих закључака. Највиша вредност измерене минерализације износила је 450,1 mg/l, а измерена је при најнижим средњим дневним протицајима у месецу септембру.

Табела 1. Средње месечне вредности укупне минерализације (mg/l) и њихови коефицијенти варијабилности за Тамнаву код профила Ђеманов мост у 1998/99. години.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	sr.
1998.	202,7	226,1	234,7	245,6	249,1	258,3	266,7	373,7	340,8	279,6	253,1	247,2	265,0
к. в.	10,9	2,7	2,9	1,2	2,5	2,0	5,3	10,2	21,5	12,7	7,8	8,6	20,3
1999.	261,3	212,1	287,7	286,9	312,2	332,0	304,2	315,8	350,1	361,5	320,3	242,4	299,3
к. в.	13,9	16,0	8,5	8,7	3,6	3,4	17,2	18,1	6,7	4,2	9,6	22,5	18,0

То не значи, као што се често сматра, да повећање протицаја узрокује смањивање концентрације већ да исти фактори који утичу на повећање протицаја утичу и на смањивање концентрације материја растворених у тој води. Експерименталним растварањем стена утврђене су утолико веће минерализације воде уколико је растварање било дуже. То значи да је дужина контакта стене и воде један од одредних фактора концентрације елемената или једињења у води. Са геоморфолошко-хидролошког аспекта, то значи да ће се дужим контактом воде и тла до одређене границе повећавати и њена минерализација.

Табела 2. Основни измерени подаци за реку Тамнаву код профила Ћеманов мост за анализирани период 1998/99.

Датум	SEC (μ s)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	HCO ₃ (mg/l)	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	SiO ₂ (mg/l)	UM (mg/l)	Q (m ³ /s)
22.10.98	193.6	45.3	7.5	3.6	4.1	152.0	7.5	18.6	7.0	169.6	10.24
28.10.98	244.7	55.3	9.6	4.3	3.6	180.6	12.6	19.2	8.3	203.2	3.86
02.11.98	329.1	85.5	17.3	5.0	4.1	242.5	12.0	41.7	10.2	296.9	0.37
09.11.98	349.9	82.4	12.5	5.4	4.1	253.5	15.3	48.8	9.9	305.1	0.70
12.11.98	281.2	72.1	11.8	5.8	6.2	190.3	13.1	41.7	10.3	256.1	0.43
19.11.98	443.9	76.3	14.6	6.6	8.1	260.4	13.4	49.4	10.0	308.6	0.63
26.11.98	410.2	96.4	18.7	9.2	10.1	308.4	17.3	46.1	10.0	362.0	0.57
03.12.98	384.0	60.4	17.6	20.1	8.9	235.0	12.1	38.4	10.3	285.3	0.37
09.12.98	320.1	50.6	11.4	18.3	8.6	185.2	13.6	34.5	9.6	239.1	0.83
11.12.98	396.5	65.7	12.6	20.1	8.3	263.1	15.1	37.4	10.2	300.8	0.50
17.12.98	256.7	44.9	8.2	28.0	8.9	114.6	10.7	10.7	10.5	179.1	3.95
21.12.98	370.7	55.3	10.3	36.2	8.6	252.3	17.4	40.1	10.1	304.1	1.08
24.12.98	431.6	53.2	15.3	36.2	8.3	253.3	16.8	42.6	10.4	309.4	0.73
31.12.98	470.8	65.3	12.9	36.5	9.6	245.0	15.8	36.1	10.9	309.6	0.76
07.01.99	293.5	42.1	5.9	18.6	7.6	135.0	12.0	22.3	9.8	185.9	4.13
14.01.99	348.4	57.5	17.3	20.8	4.8	202.5	15.1	44.1	9.4	270.2	0.58
21.01.99	392.4	66.9	16.8	22.5	5.0	243.6	15.6	44.2	8.9	301.9	0.34
28.01.99	447.4	72.6	17.6	23.5	4.8	288.3	18.2	43.2	9.2	333.2	0.19
03.02.99	247.3	42.4	12.4	19.9	5.0	142.0	11.9	42.4	9.0	214.1	0.48
12.02.99	310.2	50.6	12.9	22.5	4.8	188.1	12.5	35.9	8.9	242.2	2.80
19.02.99	287.0	40.3	9.8	10.6	6.0	115.0	13.0	31.2	9.1	177.5	5.38
24.02.99	226.2	32.4	9.2	12.3	4.8	112.0	8.2	17.6	4.6	145.1	14.00
04.03.99	362.9	62.8	12.9	21.2	5.3	204.9	15.1	33.8	8.4	262.0	0.93
11.03.99	421.7	81.6	18.1	20.2	5.8	238.5	17.2	33.8	8.2	304.2	0.25
17.03.99	453.3	79.2	16.3	18.3	6.1	258.9	13.0	38.8	7.8	308.8	0.18
25.03.99	403.1	75.9	15.8	13.4	4.3	229.7	13.5	26.5	8.0	272.2	0.20
08.04.99	413.2	73.0	16.1	18.3	6.4	254.9	11.5	18.8	6.5	278.0	0.19
15.04.99	438.1	68.6	17.6	23.0	8.3	242.9	14.5	21.9	11.0	286.3	0.19
22.04.99	371.1	56.7	14.4	21.3	8.6	197.4	11.0	20.6	12.8	244.1	0.63
29.04.99	320.9	58.4	5.4	20.4	7.6	173.9	9.5	21.2	13.9	223.4	1.34
06.05.99	457.8	86.1	11.9	23.0	9.4	270.8	17.6	16.5	17.2	317.1	0.17
13.05.99	432.5	72.6	15.6	23.8	9.8	258.4	16.2	13.3	19.0	299.6	0.16
27.05.99	399.3	66.4	12.1	17.5	8.0	255.0	14.5	16.8	5.3	268.1	0.17
02.06.99	437.9	71.1	12.1	16.7	8.0	265.9	12.6	3.8	9.3	266.5	0.08
10.06.99	365.3	61.4	9.0	17.5	8.3	235.2	15.0	27.1	11.4	267.2	0.08
18.06.99	480.8	77.4	14.2	29.5	14.1	269.0	16.4	27.6	16.5	330.2	0.12
23.06.99	418.3	67.6	12.8	24.7	10.4	252.8	15.8	27.6	16.7	301.9	0.11
02.07.99	514.5	82.8	19.9	25.8	12.4	302.0	15.7	28.3	21.4	357.3	0.07
08.07.99	366.5	62.1	6.9	19.2	9.6	206.3	13.7	41.3	34.8	290.8	0.06
15.07.99	483.6	65.3	13.0	24.5	11.1	250.3	17.7	21.2	29.7	307.7	1.16
30.07.99	453.7	26.5	3.8	13.0	7.8	101.3	8.3	18.6	26.3	154.9	13.50
05.08.99	509.0	62.3	9.2	24.5	9.6	260.3	18.6	25.3	28.6	308.2	0.63
12.08.99	464.3	77.8	15.6	22.3	10.6	269.9	15.5	36.4	34.0	347.2	0.12
15.08.99	583.2	85.3	15.1	24.5	8.7	325.0	20.1	29.9	28.9	375.0	0.10
19.08.99	585.6	90.3	22.5	22.3	9.6	348.0	21.3	34.6	30.1	404.6	0.08
26.08.99	503.2	82.1	8.5	20.7	9.4	338.1	20.8	21.1	11.6	343.2	0.05
01.09.99	554.4	92.9	12.8	25.0	13.8	352.1	20.8	23.8	11.1	376.3	0.20
16.09.99	418.8	68.0	11.3	21.7	9.4	271.3	18.2	24.8	5.9	294.9	0.06
23.09.99	504.0	81.4	20.2	22.8	10.7	342.6	22.2	23.8	9.5	361.8	0.04
min.	193.6	26.5	3.8	3.6	3.6	101.3	7.5	3.8	4.6	145.1	0.04
max.	585.6	96.4	22.5	36.5	14.1	352.1	22.2	49.4	34.8	404.6	14.00
sr.	399.0	66.3	13.2	19.6	7.9	235.5	14.8	29.9	13.3	282.7	1.51
k.v.	22.8	23.9	31.2	39.6	32.1	26.5	23.0	36.6	58.7	21.2	207.26

Посматрано по сезонама, у 1998. години највеће вредности минерализације воде јавиле су се у летњем периоду, а најмање у зимском делу године. У 1999. години, највеће вредности овог параметра јавиле су се у јесењем, а најмање, као и у претходној години, у зимском делу године.

На основу анализе коеф. варијабилности концентрација макројона може се видети да највећу променљивост показују концентрације силиката (58,7%) и калијума (39,6%), а најмању хлорида (23,9%). Највећу средњу концентрацију имају хидрокарбонати и калијум, а најмању калцијум.

На основу дневних вредности сувог остатка и средњег дневног протицаја израчунати су дневни проноси РММ. Њиховим сабирањем добијене су месечне и годишње суме за анализирани период 1998/99.

Табела 3. Пренос РММ (у тонама) и средњи месечни протицаји (m³/s) реке Тамнаве на хидролошком профилу Ђеманов мост.

1998	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Сума	3.903,7	1.125,2	971,7	671,5	639,3	478,5	413,9	58,2	212,1	615,5	672,7	884,0	10.646,3
ср. Q	8,17	2,07	1,56	1,06	0,96	0,72	0,60	0,07	0,32	1,06	1,10	1,47	1,60
1999	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God
Сума	761,1	2.947,1	301,8	298,1	138,1	87,4	956,4	1.014,3	66,5	51,1	153,4	2.608,0	9.383,3
ср. Q	1,25	6,57	0,43	0,44	0,17	0,10	2,03	2,18	0,08	0,05	0,21	5,48	1,56

На основу вредности проноса РММ и средњих месечних вредности протицаја на анализираном хидролошком профилу уочава се да су највећи проноси овог типа речног наноса остварени у месецима са највећим вредностима протицаја. Како се пронос растворених минералних материја из слива врши речним током, то он у израчунавању износа хемијске ерозије има двоструки значај. Са повећањем протицаја долази до смањивања концентрације РММ, али не линеарно и пропорционално; већим протицајима и поред снижене минерализације одговара веће изношење хемијског наноса. Посматрано по сезонама, највећи пронос РММ у 1998. години извршен је у зимском делу године, а најмањи у летњем. У 1999. години, највећи пронос хемијског материјала остварен је такође у зимском делу године, а најмањи у јесењем. На основу изнетог може се закључити да је хемијска евакуација РММ у великој зависности од водности слива.

На основу вредности хемијске евакуације растворених минералних материја приступило се израчунавању износа специфичне хемијске ерозије у сливу Колубаре. Као што је у делу о методологији истраживања наглашено, постоји извесна разлика између хемијске евакуације и хемијске ерозије. С тим у вези, да би се добила вредност ерозије извршено је умањење евакуације, односно одређен је само онај део који потиче од стенског комплекса, а затим је извршено умањење и за минерализацију падавина.

Табела 4. Израчунавање спец. хемијске ерозије у сливу Тамнаве (t/km²/god).

	Спец. хемијска евакуација	Коригована спец. хем. евакуација	Специфични инпут РММ	Специф. хемијска ерозија
1998	27,7	27,0	22,0	5,0
1999	24,4	24,1	23,4	0,7

Из претходне табеле се може уочити да се јавља незнатна разлика између специфичне хемијске евакуације и њене кориговане вредности. То се може објаснити

чињеницом да су у највећем делу слива Тамнаве заступљене стене са великим учешћем калцијума које знатно утичу на вредност износа хемијске ерозије.

Закључак

У циљу провере резултата добијених овим истраживањем приступило се упоређењу истих са вредностима које су добијене за узводни део слива Тамнаве до профила у Коцељеви. У анализи резултата је наглашено да су минерализације горњег и доњег дела тока Тамнаве веома кореспондентне, те се на тај начин искључује грешка изазвана недовољном прецизношћу при одређивању вредности укупне минерализације. Даље, ако се упореди средња вредност укупне минерализације воде Тамнаве у две анализиране године (око 300 mg/l) са прогнозираним вредностима (300-400 mg/l) на Карти укупне минерализације текућих вода (Манојловић П., 1998), може се закључити да ове две вредности апсолутно слажу. Другим речима, евентуална грешка у израчунавању износа хемијске ерозије изазвана недовољном прецизношћу одређивања сувог остатка у овом случају је, ако и постоји, минимална.

Узорци воде нису узимани свакодневно већ једанпут седмично на обе локације, уз додатна узорковања при промени водостаја. Бројним досадашњим истраживањима (Манојловић П., Стах А. 1990/1991) утврђено је да се резултати велике тачности добијају и ако се узорци воде узимају једанпут седмично уз повећање учестаности узимања у време наглих промена водостаја, односно протицаја. Највећи број досадашњих истраживања имао је поменути ритам узимања узорака, а сва детаљнија узорковања нису довела до значајнијих разлика у резултатима истраживања. Тако се може са великом сигурношћу рећи да је искључена могућност грешке као резултата недовољно развијене методологије узимања узорака воде.

На основу анализе вредности приказаних у табели 4. може се видети да минерализација падавина има велики утицај на износ хемијске ерозије и да се без елиминације количине РММ које њима доспевају на површину слива не може говорити о износу овог вида ерозије. У 1998. години на слив Тамнаве излучено је 731 mm падавина, док је у наредној години количина падавина била нешто већа. Оно што је занимљиво је чињеница да се у 1998. години јавио већи средњи годишњи протицај иако је количина падавина била мања него у наредној 1999. години. Већи протицај условио је и већу хемијску ерозију у 1998. години. Делује необично да је у 1999. години излучена већа количина падавина него у претходној, а да је средњи годишњи протицај, а самим тим и износ ерозије мањи него у поменутој години. Међутим, ова појава је већ објашњена утицајем плувиометријског режима на ерозиони процес (Драгићевић С., 2001).

Иако је уочљиво да су вредности РММ које падавинама доспевају на слив Тамнаве доста високе и да као такве директно утичу на износ хемијске ерозије анализираниог слива. Ове вредности су добијене математичком регресијом која је приказана у методологији истраживања (Манојловић П., Живковић Н., 1994), и у потпуности се слажу са вредностима приказаним на карти Природног фона уноса растворених елемената. Другим речима, у потпуности је елиминисана грешка у тачности самог израчунавања.

Имајући у виду чињеницу да су све претходне провере елиминисале могућу грешку у одређивању износа специфичне хемијске ерозије у сливу Тамнаве до профила Теманов мост, остаје да се провере резултати са вредностима које су прогнозиране на Карти хемијске ерозије (Манојловић П. и остали, 1995). На основу упоређења уочава се да је на Карти интензитета хемијске ерозије за горњи део слива Тамнаве до профила Коцељево прогнозиран интензитет хемијске ерозије од 10-20 t/km²/god, а за доњи део слива код профила Теманов мост 0-10 t/km²/god. На основу

израчунавања дошло се до податка да је у 1998. години интензитет хемијске ерозије у горњем делу слива износио $9,1 \text{ t/km}^2/\text{god}$, а на доњем $5 \text{ t/km}^2/\text{god}$. У 1999. години, у горњем делу слива интензитет хем. ерозије износио је $20,7 \text{ t/km}^2/\text{god}$, док је у доњем делу слива износио свега $0,7 \text{ t/km}^2/\text{god}$. У ове две године истраживања подаци добијени директним мерењем и израчунавањем веома су подударни са прогнозираним вредностима на прелиминарној Карти интензитета хемијске ерозије. Наравно, потребна су још бројна додатна истраживања како би била извршена провера и за остале делове Србије.

У 1998. години, далеко већи пронос РММ остварен је на профилу Теманов мост у односу на узводни профил. Но ако се погледа специфични пронос онда су вредности далеко веће на узводном профилу што је и разумљиво због саме површине слива до овог профила. У 1999. години, већи пронос РММ је остварен на узводном профилу, а објашњава се климатско-хидролошким приликама у том делу слива, као и бујичним одликама горњег дела тока реке Колубаре. Прецизнији подаци би се добили када би се ток Тамнаве рашчланио на већи број осматрачких места на којима би се мерио водостај (протицај) и концентрације РММ, али би то захтевало додатно ангажовање људи из РХМЗ-а. На основу расположивих мерења протицаја за сада се једино могу анализирати делови слива на којима су и урађена претходна истраживања хемијске ерозије.

ЛИТЕРАТУРА

- Драгићевић С., (2002): **Биланс наноса у сливу Колубаре**. Географски факултет, Београд.
- Манојловић П., (1989): **Експериментална истраживања интензитета корозије у красу Источне Србије**. Докторска дисертација, Географски факултет, Београд.
- Манојловић П., Стах А. (1990/1991): **Честина узорковања текућих вода у функцији утврђивања интензитета хемијске ерозије**. Зборник радова Географског факултета, св. 37-38, Београд.
- Манојловић П., Живковић Н., (1994): **Природни фон уноса растворених минералних материја падавинама у Србији**. Зборник радова географског факултета, св. 44, Београд.
- Манојловић П., (1995): **Хемијска ерозија као геоморфолошки процес – теоријски, аналитички и методолошки приступ**. Географски факултет, Београд.
- Манојловић П., (1998): **Природни фон минерализације текућих вода Србије**. Зборник радова географског факултета, св. 48, Београд.
- Манојловић П., Гавриловић Љ., Живковић Н. (1995): **Карта интензитета хемијске ерозије у Србији 1:500.000**. Географски факултет, Београд.

SLAVOLJUB DRAGIĆEVIĆ
 PREDRAG MANOJLOVIĆ
 SANJA MUSTAFIĆ

S u m m a r y

CONTRIBUTION TO THE RESEARCH OF THE CHEMICAL INTENSITY EROSION IN THE WESTERN SERBIA

Based on the research of the chemical erosion intensity in the upper course of Tamnava, the appearance of its negative value has been found. Further researches, that enclose the lower course, confirmed this fact. This research opened the important question about the causes of this phenomena. Analytical method eliminated all expected causes and led to conclusion that the reason for this should be found by using the more precise research of the mineralisation of the precipitations. It was necessary to continue the measurements of the precipitation mineralisation in the greater number of locations and in the wider time period, as well as in the different meteorological conditions, and after that to establish the subordination between the amount of precipitations and the entered TDS. Only after these additive researches we could be able to find out the relation between "entry" and "exit" and to find out the intensity of the chemical erosion in this, and in the other river basins. For now, we are able only to find out the carrying of TDS, as well as the reduction of the chemical evacuation for the non-carbonated part of the basin (corrected value).