

НЕНАД ЖИВКОВИЋ*
ЉИЉАНА ГАВРИЛОВИЋ

О РЕЖИМУ ВЕЛИКИХ ВОДА РЕКА КОСОВА И МЕТОХИЈЕ

Садржај: Примерима са Косова и Метохије се покушало указати на неке проблеме из домена хидрогеографске рејонизације. Водни режим река, посебно фаза великих вода која даје печат том режиму, тема је готово свих истраживања која третирају водне ресурсе сливова. Оно што, међутим, није до сада постигнуто, то је универзално решење којим би се извршила класификација река по овој особини. На овом примеру се показује како и неки старији методи, засновани на генетском рашчлањивању хидрограма и глобалног су типа, исто као и неки новији, са мноштвом квантитативних одредница и регионалног приступа, не могу са поузданошћу да одговоре на све изазове које собом носе речни режими. Овим радом се указује и да су осим климатских, орографских и физиономских особина сливова веома важни и периоди обраде података и анализа појединачних унутаргодишњих серија протицаја. За будуће истраживање се препоручује и дискретизација на временске периоде краће од једног месеца, као и елиминација екстремних вредности протицаја у дугогодишњем низу.

Кључне речи : Косово и Метохија, водни режим, велике воде, методи, рејонизација

Увод

Једно од основних питања које се поставља при регионалним хидрогеографским истраживањима јесте режим реке, а у оквиру њега онај вид који се односи на редовне унутаргодишње промене нивоа воде и њихове особине - водни режим. По свом значају и заступљености у изучавању он је постао и синоним речних режима, не умањујући притом улогу ни осталих његових елемената, термичког, хидрохемијског и режима наноса. Посебну важност му даје чињеница да је овај наш простор умерених ширина изузетно комплексан у погледу дефинисања веза које остварују климатске и хидро појаве. Ту се на најпотпунији, али и најсуптилнији начин испољавају сезонски утицаји температуре ваздуха и падавина не само на водна својства речних сливова, већ и на целокупну делатност људи.

У границама наше државе сигурно не постоји територија слична Косову и Метохији на којој се тако интензивно преплићу утицаји различитих фактора који условљавају хидролошке појаве познате по својим екстремним особинама. Судар медитеранских и континенталних утицаја појачан је изразитом орографијом, високим ободним Проклетијама, Шаром и Копаоником, као и пространом Метохијском котлином, односно заравњеним Косовом. О водним режимима река овог простора је писано у склопу хидролошких студија, користећи осматрања вршена средином

* др **Ненад Живковић**, доцент, Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд

др **Љиљана Гавриловић**, редовни професор, Универзитет у Београду – Географски факултет, Студентски трг 3/3, Београд

прошлог века. Овом приликом ће се истаћи неки нови детаљи који проистичу из обраде података о протицају река за стандардни период 1961-90. година.

Анализа података са хидрометријских станица

База података која је послужила за обраду режима је сачињена од 15 профила на којима постоји најдужи низ година у осматрању водостаја (протицаја). У неким случајевима је почетак мерења био десетак година дужи од потребног, а у неким је недостајало по 2-3 године, тако да је интерполацијом низ сведен на потребни тридесетогодишњи. Пошто је задатак овог рада анализа водних режима, дискретизација временских серија података о протицају је требало да укаже на основне факторе формирања различитих хидрограма. Зато су изабране месечне вредности, иако постоје добри разлози (Живковић Н., 2006) да тај период буде и неколико пута краћи (декаде). Оваквим избором се хтело извршити упоређење са резултатима неких других истраживања која користе месечне протицаје. Краће серије, нарочито оне са дневним вредностима, па и самим пиковима, најчешће се анализирају у практичне сврхе и то за сваки слив посебно, при чему је аналогија излишна и непродуктивна.

Табела 1. Просечни месечни протицаји (m^3/s) река Косова и Метохије за период 1961-90.

Река	Профил	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ситница	Недаковац	16,3	24,5	22,9	17,7	16,0	8,3	4,9	3,2	3,7	4,1	8,8	14,0	12,0
Лаб	Лужане	4,4	6,5	7,6	7,2	6,5	3,4	2,3	1,6	1,7	1,7	2,9	3,5	4,1
Ибар	Прелез	11,5	12,7	19,0	23,0	21,5	13,2	9,0	6,3	5,5	7,6	9,4	11,8	12,5
Ибар	Лепосавић	33,9	49,4	53,0	50,7	45,4	26,7	16,4	11,7	11,2	14,2	23,3	33,2	30,8
Бин. Мор.	Д.Корм.	6,2	10,0	11,1	7,7	7,5	4,7	2,1	1,2	1,5	1,9	3,7	5,7	5,3
Крива	Доморовце	3,6	7,2	7,3	5,7	6,0	3,5	1,6	0,7	1,1	1,2	2,5	3,8	3,7
Клина	Клина	2,1	3,0	2,5	2,5	2,2	1,0	0,6	0,3	0,5	0,5	1,3	1,9	1,5
Пећ. Бист.	Пећ	3,5	3,9	6,0	13,6	16,9	7,9	3,4	1,9	2,4	3,3	5,5	5,0	6,1
Деч. Бистр.	Дечани	2,3	2,5	3,2	7,2	12,3	8,1	3,2	1,6	1,8	2,6	3,3	2,8	4,2
Ереник	Ђаковица	23,2	26,0	16,6	13,5	11,0	5,9	2,1	1,5	3,1	4,9	16,7	24,0	12,4
Плавска	Орђуша	4,7	5,5	6,6	8,9	12,8	7,8	3,0	1,5	1,6	2,0	4,9	4,8	5,3
Призр. Бистр.	Призрен	3,1	3,3	3,9	5,6	8,2	6,1	2,9	1,8	1,6	2,0	3,8	3,4	3,8
Лепенац	Ђен. Јанк.	9,9	12,0	14,3	14,4	14,6	11,2	6,4	3,2	3,1	4,2	6,7	9,2	9,1
Б. Дрим	Кпуз	25,4	32,2	29,0	39,4	43,9	23,5	9,7	5,6	9,1	12,3	23,5	26,5	23,3
Б. Дрим	Врбница	71,6	86,6	71,8	81,8	90,8	55,0	23,9	13,5	21,9	28,9	57,8	75,2	56,6

Овим профилима је обухваћена целокупна проучавана територија (Б. Дрим, Лепенац, Б. Морава и Ибар), али се апсолутне вредности пре могу искористити за проучавање биланса него режима река. Да би се постигло ово друго користиће се подаци исказани односом према средњегодишњем протицају (ср.мес./ср.год.).

Већ по вредностима из табеле 2 се може закључити да распоред отицања по месецима није јединствен и да постоје значајне разлике у времену појављивања екстремних сезонских протицаја, нарочито максималних (редовних поводања, тзв. великих вода). Једна од последица тога је и та, што реке попут Ибра и Белог Дрима у границама проучаване територије, са релативно малим сливовима, поседују назнаке режима који су одлика много већих сливова, а комбинација су различитих утицаја током више месеци.

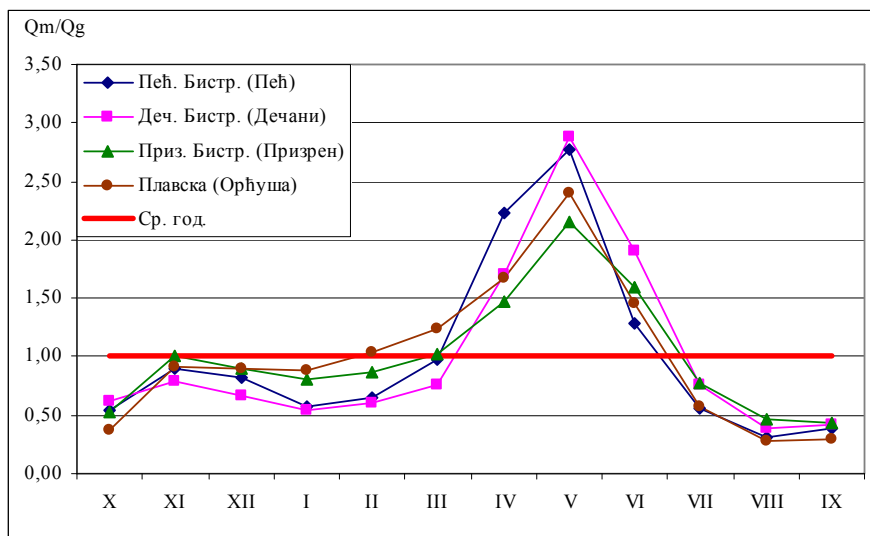
Водни режими свих ових река се могу сврстати у неколико група. Највеће разлике међу њима су у времену појављивања главног максимума, док се главни минимум јавља најчешће у августу, а ређе у септембру. *Првој групи* јасно издиференцираних режима припадају реке које настају на највишим деловима Шаре и

Проклетија. Од изабраних сливова овде спадају Плавска река, Призренска, Пећка и Дечанска Бистрица. Иако су делови истог простора, ова група искључује Ереник, као и Лепенац.

Табела 2. Протицаји река исказани модулно (ср.мес./ср.год.)

Река	Профил	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ситница	Недаковац	1,35	2,03	1,90	1,48	1,33	0,69	0,41	0,26	0,30	0,34	0,73	1,16
Лаб	Лужане	1,08	1,57	1,86	1,74	1,58	0,84	0,57	0,40	0,42	0,41	0,69	0,85
Ибар	Прелез	0,91	1,01	1,52	1,83	1,71	1,05	0,72	0,50	0,44	0,61	0,75	0,95
Ибар	Лепосавић	1,10	1,61	1,72	1,65	1,48	0,87	0,53	0,38	0,36	0,46	0,76	1,08
Бин. Мор.	Д.Корм.	1,17	1,89	2,11	1,47	1,43	0,89	0,40	0,22	0,29	0,35	0,69	1,08
Крива	Доморовце	0,99	1,96	1,99	1,56	1,62	0,95	0,43	0,19	0,29	0,33	0,67	1,03
Клина	Клина	1,36	1,94	1,61	1,66	1,42	0,68	0,38	0,21	0,33	0,35	0,82	1,24
Пећ. Бистр.	Пећ	0,57	0,64	0,98	2,22	2,77	1,29	0,55	0,31	0,39	0,54	0,90	0,83
Деч. Бистр.	Дечани	0,54	0,60	0,75	1,70	2,89	1,90	0,76	0,39	0,41	0,62	0,79	0,66
Ереник	Ђаковица	1,88	2,10	1,34	1,09	0,89	0,47	0,17	0,12	0,25	0,40	1,35	1,94
Плавска	Орђуша	0,88	1,04	1,24	1,67	2,40	1,45	0,57	0,28	0,30	0,38	0,91	0,89
Призр. Бистр.	Призрен	0,81	0,87	1,02	1,47	2,15	1,59	0,77	0,46	0,43	0,52	1,01	0,90
Лепенац	Ђен. Јанк.	1,09	1,32	1,57	1,58	1,61	1,23	0,70	0,35	0,34	0,46	0,74	1,01
Б. Дрим	Кпуз	1,09	1,38	1,24	1,69	1,88	1,01	0,42	0,24	0,39	0,53	1,00	1,13
Б. Дрим	Врбница	1,26	1,53	1,27	1,45	1,60	0,97	0,42	0,24	0,39	0,51	1,02	1,33

Слика 1. Хидрограми шарских и проклетијских река



Оно што ове реке издваја од осталих је изразит пик који се код свих јавља у мају и он чини главни максимум отицања вода. Настаје наглим топљењем снега на планинама и формира протицаје који су знатно већи од средњегодишњих (2.15 пута код Призренске до 2.89 пута већи код Дечанске Бистрице). То и јесте особина високопланинских сливова, а ови су управо такви: средња надморска висина до мерних профила Плавске је 1497 m, Призренске 1377 m, Пећке 1676 m и Дечанске Бистрице 1671 m (Живковић Н., 1995). Удео мајских вода у годишњем отицају је изразит (креће се од 18% код Призренске до 25% код Дечанске Бистрице) и у нашим условима се такав пример више нигде не може срести. Априлске и јунске воде су по

значају на другом и трећем месту, при чему су међумесечне разлике са њима суседним месецима такође врло велике. Све ово указује на поводањ који у току та три месеца изнесе и преко 50% годишњих вода (Д. Бистрица 54%). С обзиром на то да читава Метохијска котлина припада медитеранском плувиометријском режиму, са максимумом у новембру и децембру, то се највећи део пролећних вода ових сливова формира од снежнице. Ако се зна још и то да су ове области са највише падавина у Србији (врхови Проклетија премашују 2000 mm), онда и не чуде овако изразите воде у време отапања снега. Требало би нагласити да се подаци односе само на делове приказаних сливова у изворишту, до мерних профила, а да су низводни делови долина углавном уски, са малим падовима по дну Метохијске котлине. То се посебно односи на Пећку и Дечанску Бистрицу код којих су хидрометријске станице удаљене по 30 km од њихових ушћа у Бели Дрим. Површине сливова ових река које зато нису анализирани износе 240 и 164 km². Са њима (ушће) водни режим ових река се донекле мења и отопљени снег најнижих делова слива, који је први "на удару" топлијег медитеранског ваздуха већ у фебруару, доводи до нешто виших фебруарских, мартовских и априлских вода него што је то приказано на сл. 1.

Утицај Јадранског мора и морфологија овог терена је пресудна у објашњењу разлика које постоје на веома малом растојању. Наиме, правац пружања долине доњег Дрима којим струји влажнији и топлији ваздух током зиме је такав да прелази у Метохију најкраћим путем, превојем Морина (око 600 m), изазивајући топлеење снега. Први субслив Белог Дрима изложен томе је Ереник, и то тако да узлазне струје уз Јуничку планину, експонирану ка југоистоку, до његових највиших делова покрену готово сву снежницу већ у фебруару. Иако се ослања на исти, највиши врх Проклетија, Ђеравицу, Дечанска Бистрица има потпуно другачији режим од Ереника, а нарочито је то уочљиво код Пећке Бистрице. Ова два слива су дубоко усечена у Проклетије, али и изолована уским клисурама ка Метохији, односно врховима Ђеравице, Богићевице и Копривника. Осим тога, излазни профили ових долина су инверсно оријентисани ка смеру којим најлакше допиру утицаји са Јадрана. Ови закључци важе и за шарске сливове, Призренску Бистрицу и Плавску реку, с тим што се код њих осећа мало јачи утицај мора, па су и зимске воде мало више, односно растућа грана хидрограма има равномернији међумесечни пораст до мајског максимума.

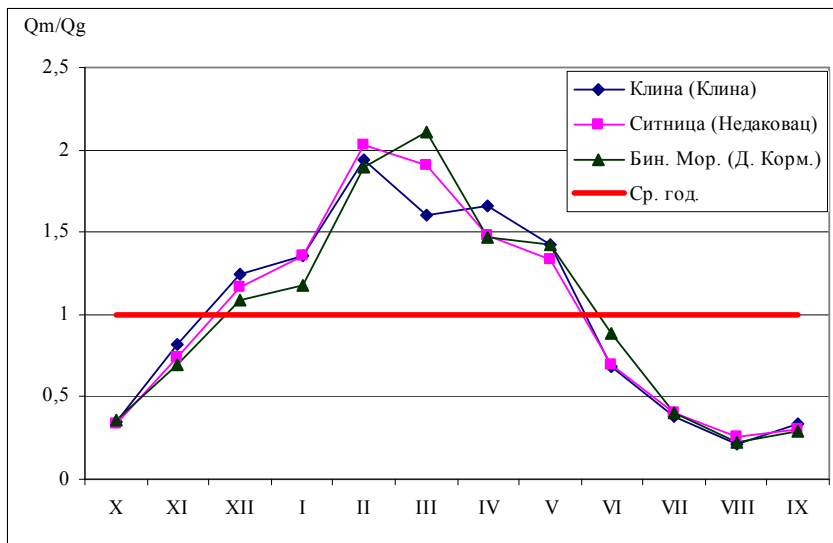
Реке које нису анализирани а припадају овој групи су и оне које полазе са североистока Проклетија (Жљеб, Мокра Гора), а то су изворишни ток Белог Дрима и његова лева притока Источка река. Иако су оне експониране ка југу, нагли пораст висине ових сливова на Пећком Подгору онемогућава брзо топлеење снега крајем зиме. Код ових река је још уочено и то да постоји велико неподударње подземне и површинске вододелнице према сливу Ибра, чије се воде премештају ка југу, тј. Метохији, а то се углавном дешава у време отапања снега на висинама преко 1500 m, односно у априлу и мају. Са шарске стране, иако нема мерења, може се претпоставити да осим на Призренској Бистрици и Плавској реци касни пролећни максимум може да се јави само на неким левим притокама Топлуге које извиру на Језерској и Жар планини (Лешанска р., Коришка).

Код свих река ове групе јесењи максимум падавина се манифестује секундарним пиком на хидрограму. Пораст водности је већ очигледан и у октобру, али свој врхунац добија у новембру, у време најјачих киша, када се приближава годишњем просеку. Већ крајем тог месеца, а поготово у децембру и јануару, следи пад водостаја који је последица гомилања воде у виду снега.

Другој групи режима припадају реке чији сливови захватају највећи део Косова и Метохије. То су леве притоке Белог Дрима, Клина, Мируша, Топлуга и мање притоке са Милановца, као део слива Јадранског мора. Црноморском сливу припадају

Ситница, притока Ибра, као и хидрографски систем Биначке Мораве. Иако нема података, највероватније да овде спада и Неродимка чије воде одлазе у Егејско море.

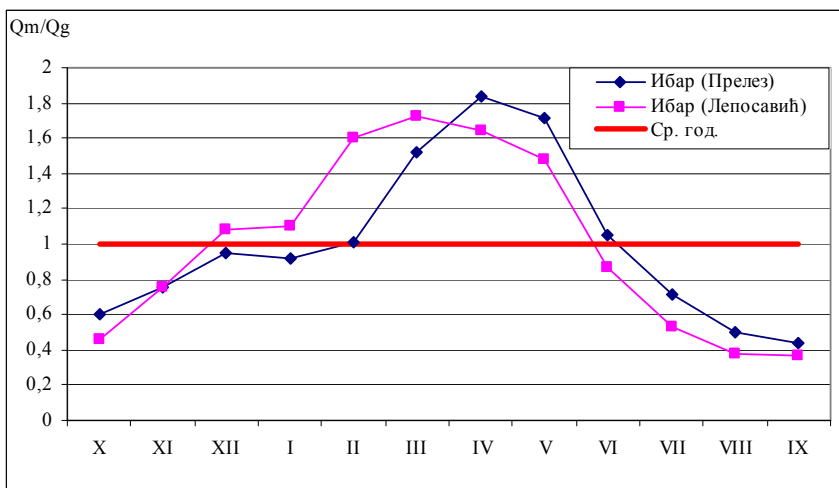
Слика 2. Хидрограми река централног Косова и Метохије



Све реке ове групе имају прост хидрограм, са једним максимумом и једним минимумом. Заједничка им је, готово идентична, растућа грана годишње расподеле вода, која почиње од октобра и врхунац достиже у фебруару. Правилне међумесечне промене донекле нарушава јануарска снежна ретенција, а све до ње киша је основни извор водности ових река. Након тога, у фебруару, продор топлијег ваздуха из Медитерана долином Дрима доводи до уплива снежнице, и то значајније што су сливови ближи западу. Тако они, који су први на удару, Топлуга, Мируша и Клина, а имају највеће распрострањење у појасу од 400 до 700 m, нагло повећавају отицање. С обзиром на то да им остаје мало снега на највишим деловима слива, а да је то период са мало падавина (секундарни минимум), мартовске воде су значајно ниже него претходног месеца. Већ источније, у сливу Ситнице, та разлика није тако изражена, а основни разлог су воде Лаба који учествује у протицају Ситнице са преко 30% и долази са виших делова Копаоника, са највишим водама у марту. Зато су разлике између фебруара и марта на Ситници код Недаковца врло мале. Исто објашњење важи и за Биначку Мораву, с тим што је мартовски утицај знатно јачи (источнији и виши слив), те превазилази фебруар. Идентичан је хидрограм и његове леве, најзначајније притоке, Криве реке. Већ у априлу и мају велике количине воде се троше кроз вегетацију иако се кише појачавају. Управо зато, а и због заосталог снега на већим врховима, април је свуда нешто воднији од маја. Са овим последњим месецом се завршава надпросечна количина воде у току године и следи нагли пад у јуну, без обзира што је то месец са највише кише у сливовима Ситнице и Биначке Мораве (у Метохији је нешто другачији режим). Просечне максималне воде најводнијих месеци (фебруар, март) су око два пута веће од средњегодишњих вода, док оне најниже у августу спадају на њихову четвртину.

Трећој групи режима припада Ибар, који одводњава северне делове Косова и Метохије и на тој територији је транзитни ток. Прима само једну већу притоку, а то је Ситница. Водомерне станице са поузданим периодом осматрања су Прелез, низводно од бране Газиводе, а пре ушћа Ситнице, и Лепосавић, након ушћа исте.

Слика 3. Хидрограми Ибра на територији Косова и Метохије

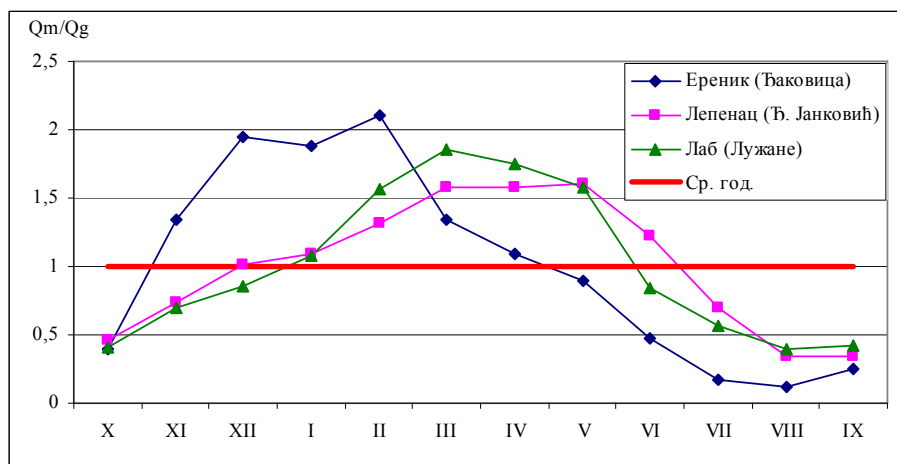


Одмах је уочљиво да су хидрограми врло слични, али да постоји “фазна” разлика међу њима, трајања један месец, изражена у периоду фебруар-април. До Прелеза је Ибар права планинска река, са распонима висина у сливу од 540 до 2400 m (Хајла и Жљеб). Снежна компонента у његовом храћењу је доминантна, али није тако изражена као код суседних сливова са супротне стране Проклетија (Пећка, Дечанска Бистрица). Разлог је тај што лева долинска страна Ибра има мању висину, разуђенија је и читав слив није тако изолован као код поменутих река. Ту отапање снега почиње раније, већ у марту, када протицаји премашују средњегодишње воде за 50 % (код Бистрица је то на нивоу просечних годишњих вода). Максимум следи тек у априлу, јасно је изражен и храћен углавном снежницом са десне, више, проклетијске стране слива. Тренд се наставља и у мају, потпомогнут кишама које су у то доба најчесталије и најинтензивније, али су и губици нешто већи услед евапотранспирације. Ово последње, као и исцрпљеност снежницом, доводи до тога да су јунске воде једнаке фебруарским, дакле ниске су, иако је јун месец са подједнако падавина као и мај (по 80 mm на кишомерима Рибарић 685 m н.в., Брњак 1060 m н.в.).

Анализа хидрограма на профилу Лепосавић указује на утицај који врши Ситница на Ибар. У ствари, може се поставити и питање која река на коју врши већи утицај, јер на месту спајања имају подједнак годишњи просек (око 13 m³/s). Шта више, слив Ситнице је на истом месту 2.4 пута већи од слива Ибра (2860 : 1200 km²). То још указује и на то да су за управо ту вредност услови отицања у сливу Ситнице неповољнији него у сливу горњег Ибра. Због свега тога расподела вода по месецима је у Лепосавићу комбинација ова два режима. На нагли пораст у фебруару утичу воде Ситнице, а максимум у марту настаје под њиховим подједнаким уливом (при чему су тада воде Ситнице у опадању, а горњег Ибра у порасту). Већ у априлу, који је готово подједнако водан као и март и фебруар, преовлађују воде из изворишта Ибра, у којем је тада врхунац отапања снега. Мај је тек нешто мање водан, са протицајима који су 1.5 пута већи од годишњег, а порекло им је у заосталом снегу са северних Проклетија и кишама које су тада доминантне у читавом сливу узводно од Лепосавића. Може се рећи да већ од априла силазни тренд протицаја у Лепосавићу врло лепо прати исте тенденције на Ситници и горњем Ибру. Оно што се још може уочити је да су и јунске воде углавном под утицајем вода горњег Ибра, али су оне већ тада испод годишњег просека.

Овим кратким приказом је обухваћен највећи број река на територији Косова и Метохије. Међутим, постоји још неколико случајева, углавном граничних сливова, код којих специфични услови модификују приказане режиме. Због једног од њих, Ереника, најпре ће они бити представљени, а затим и највећа међу метохијским рекама, Бели Дрим.

Слика 4. Хидрограми Ереника, Лепенца и Лаба



Иако су хидрограми ових река наизглед једноставни, са по једним максимумом и минимумом, у суштини то нису и последица су како морфолошких, тако и орографских и климатских фактора. Из групе се посебно издваја Ереник. Оно по чему је он јединствен у Србији су велике воде које настају почетком зиме, а завршавају се крајем истог годишњег доба. Међутим, пораст вода је уочљив још крајем октобра, а нарочито је изражен у новембру, током максималних годишњих падавина. Средоземни утицаји се настављају и у децембру, са једнаком количином падавина, најпре у виду кише, а затим и са снегом. Воде је већ толико у тлу при крају године да се снежна ретенција осећа тек у јануару, али тек толико да успори нагли пораст нивоа воде и задржи га на висини претходног месеца. Оно што затим следи је удружени утицај топлијег ваздуха са југозапада, који отапа снег, и кише која је по количини једнака јануарским падавинама. Тај фебруарски максимум је лепо изражен и просечно је два пута већи од средњегодишњег протицаја. Благи прелаз ка летњем минимуму Ереник нема, те код њега следи константан пад водности (већ у априлу је на граници средњих вода), праћен истим темпом смањења падавина. Овакав јединствен хидрограм на нашим просторима последица је здруженог утицаја климатских и орографских услова, али и географског положаја и експозиције.

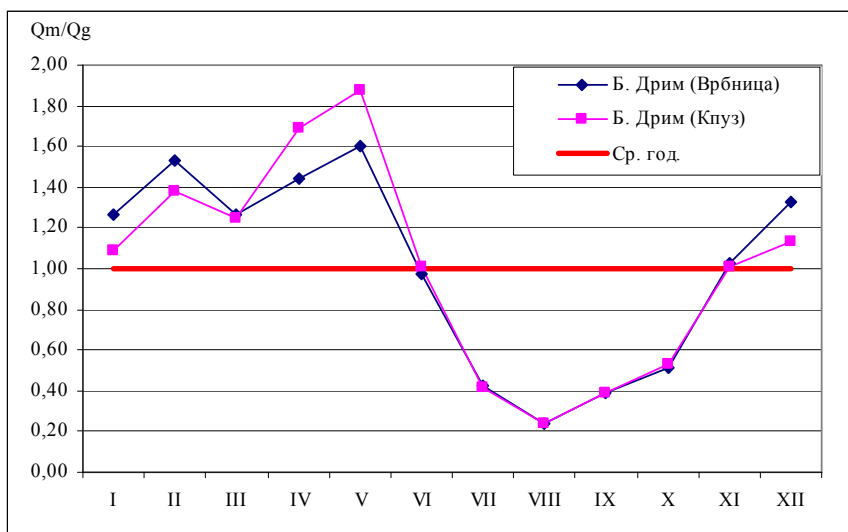
Иако се максимум вода на Ситници јавља у фебруару, као и на Еренику, међу њима се јасно уочава разлика изазвана много већом континенталношћу прве реке. Док Ереник крајем тог месеца и почетком следећег улази у завршну фазу великих вода, на Ситници она тек почиње. Један од главних разлога је управо Лаб, њена десна притока, која са трећином вода Ситнице учествује у отицању најинтензивније у марту и априлу. То је период најчешћих максимума у Србији и последица је отапања снега у брдско планинским сливовима. На овој реци су и мајске воде високе, подједнаке фебруарским, а изазване снежницом са Копаоника и кишницом која је у то доба најучесталија. Исподпросечне годишње воде се јављају тек у другој половини јуна и

то смањење у односу на претходни месец износи скоро 100%, што је и највећа међумесечна промена.

За хидрограм Лепенца би се рекло да је једноставан, али се иза те његове једноставности крије можда и најнеобичнији распоред отицања вода у току године. Отицаји који су већи од просечних годишњих трају од децембра до почетка јула. Међу њима нема неких великих разлика, а велике воде које се јављају од фебруара до јуна имају свој максимум током три узастопна месеца, од марта до маја, са готово идентичним вредностима (тек су за педесетак посто веће од годишњих). На овако “развучене” велике воде утиче већи број фактора, а осим плувиометријског режима то је сигурно и положај слива, експозиција (источна и јужна), дисекција рељефа, итд. Мерењем код станице Ђ. Јанковић протицај представља заправо збир вода горњег Лепенца у Сиринићкој жупи и реке Неродимке. Ова последња одводњава јужни део Косова поља и снежница са најнижег дела њеног слива у фебруару наговештава пораст водостаја на излазу Лепенца са наше територије. Порекло воде је углавном исто у марту и априлу, а потиче са највећег дела слива Неродимке и из Качаничке клисуре, где је најзаступљенији хипсометријски појас од око 1000 m н.в., као и са дна жупе. Већ у мају преовлађују кише, али доспева и снежница са највиших врхова Шаре у изворишту Лепенца. Равномерна распоређеност висинских зона, као и супротне фазе отицања Лепенца и Неродимке у току великих вода, условљавају овако необичан хидрограм на станици Ђенерал Јанковић.

Након свих описа режима косовско-метохијских река, није тешко објаснити ни оно што се уочава на највећој од њих - Белом Дриму.

Слика 5. Хидрограми Белог Дрима



Код приказаних протицаја Белог Дрима на две станице разлике су евидентне само у време надпросечних или великих вода. Остали део године, од јуна до новембра, одликује се потпуно истим распоредом и односом месечних према годишњим водама. Дакле, у време суше ова река има униформно отицање на читавој својој дужини. Али, зато су зимски и пролећни део хидрограма прилично различити, иако се међу њима уочава јасна подударност. Станице Кпуз и Врбница су удаљене само 57 km једна од друге, али оно што их по режиму раздваја је сигурно река Ереник која пресудно утиче на Дрим, а налази се између ових профила.

Нагли скок водности Белог Дрима се јавља у новембру, са почетком кишне сезоне. Пошто је тај ефекат изразитији у низводном делу слива, нарочито после уплива вода Ереника који и децембарске кише усмерава ка Врбници, тог месеца се јавља значајна разлика у отицању на поменута два профила. То је уједно и први пик у оквиру великих вода Белог Дрима, јер након тога следи мали пад водности условљен јануарском снежном ретенцијом. Други пик је у фебруару, понајвише потакнут на Врбници водама Ереника (30 % воде Б. Дрима) и нешто мање Топлуге, Мируше и Клине. С друге стране, ова последња река, као и отопљени снег најнижег северног дела Метохије, обезбеђује секундарни максимум и у Клузу. У марту следи поново пад на обе станице јер киша још нема, снег се са најнижег дела котлине отопио, а топли талас није стигао до виших планинских појасева покривених снегом. То се управо наговештава у априлу, а у мају водостаји достижу свој врхунац потпомогнути и кишним максимумима. Овај период припада скоро потпуно утицају који на Бели Дрим имају праве планинске реке, све три Бистрице и делом Источка и Топлуга. Таква комбинација отицања великих вода, где зимске потичу од Ереника и ниске Метохије а пролећне из виших делова Проклетија и Шаре, са два застоја различито иницирана, дају Белом Дриму посебност какве нема међу нашим рекама.

Осврт на досадашње класификације засноване на генетском моделу

Може се приметити да у читавом досадашњем излагању о режимима великих вода није било помена о њиховим типовима. Већина ових река је анализирана и раније, али су аутори овај проблем препуштали ауторитету какав је био С. Илешич и његовој класификацији режима у СФРЈ (Пешић С., 1947). Иако је та студија до данас остала најкомплетнија, сам аутор упозорава на неке недостатке и та питања оставља отвореним. Основа за разврставање река је била Пардеова идеја (Pardé M., 1933) да се узме у обзир удео оних вода које чине најважнију компоненту годишњег нивограма, профил великих вода. У нашем случају то су биле снежница и кишница, док се сочница јавља у вишим, заглечереним планинама Европе.

Оно што Илешич није могао избећи је кратко време осматрања водостаја на рекама СФРЈ. Користио је шеснаестогодишњи период (1923-1938.), и то тако да је у више случајева због недостатка података морао интерполацијом попуњавати низове. Осим тога, сам метод је тако конципиран да су оцене о учешћу снежнице и кишнице чисто квалитативног карактера, засноване на процени њиховог односа. Тај проблем се нарочито испољава код граничних случајева (нивално-плувијални или плувио-нивални). Како до данас не постоје истраживања која би однос кишнице и снежнице исказала бројевима за вишегодишњи период, то се ни Илешичу не може замерити његова субјективна оцена. Оно што је можда требало избећи је децидирано везивање максимума великих вода за поједине месеце, поготово што је период осматрања био упола краћи од потребног за извођење закључака. На неколико примера са Косова и Метохије то ће се и показати.

По Илешичу горњи Ибар, Ситница и Бели Дрим припадају плувио-нивалном режиму умерено-медитеранског типа. Упоређујући горњи Ибар са доњим, напомиње да је овај први под много јачим утицајем снежне компоненте, да су највише воде у априлу и мају, а да снежна ретенција утиче на јануарске и фебруарске воде тако да су оне испод годишњег просека. Овај закључак би могао да важи и за стање 1961-90. година, али у наставку аутор напомиње и секундарни максимум у децембру, настао под снажним утицајем новембарских киша. Напротив, тог вишка у новом периоду нема, а новембарске и децембарске воде не само да нису близу пролећним, већ су и испод годишњег просека (посматра се профил Прелез који одговара Илешичевом профилу К. Митровица). То исто важи и за Иброву притоку Ситницу, која иако под

јачим утицајем са Медитерана нема јасан јесењи пораст воде, већ су децембарске тек нешто више од годишњих. Поређење и великих вода на Ситници даје другачије резултате. По старијем и краћем периоду максимум је у марту, а затим у фебруару и јануару. По новијем, највише воде су у фебруару, нешто ниже у марту, затим у априлу, а јануарске су на нивоу мајских.

Слично је и са Белим Дримом, који се оцењује као ток са изразито плувио-нивалним режимом у чијем отицању значајно место имају јесење кише са Јадрана. Тај децембарски пик који се помиње, у ствари, по новом периоду није ни близу првом максимуму у мају, а заостаје и за секундарним максимумом у фебруару. А ако се зна да мајске воде ове реке (I максимум) највећим делом настају на Проклетијама у сливовима Бистрица (нарочито узводно од Ереника), може ли се овде потенцирати плувијални на рачун нивалног утицаја?

Претходни коментар сигурно не баца сенку на Илешичеве закључке, већ упућује на објективно стање у време његовог истраживања. Оно што још отежава додатну анализу је непостојање улазних података о падавинама и водостајима за простор Косова и Метохије тог периода, као и њихових графичких приказа (нивограми), који постоје за 32 друге станице. Занемаримо ли кратак период обраде, можемо закључити да је по тадашњим падавинама и отицањима река Илешич имао знатно другачију слику од оне која је постојала у другој половини XX века. Оно што је остало исто тиче се необичног хидрограма Лепенца и његовог уједначеног отицања од марта до маја (опет уз мало неслагање у вези децембра и секундарног максимума). Међутим, један коментар тешко би се могао објаснити објективним недостацима, а тиче се Биначке Мораве и закључка да она има готово чист плувијални режим. Аутор сматра да је овај слив мале надморске висине, да је под упливом топлог ваздуха са егејског југа, да је снежни покривач танак и да кратко траје. Наводи да су највише воде у марту и фебруару, иако се на нивограму види да су то март и април, па тек равноправни фебруар и мај. Како било, са сигурношћу се може констатовати да овај слив обилује снежним падавинама и да оне имају важну улогу у отицању воде. Осим тога, да плувијални утицај не може бити тако доминантан (бар по подацима 1961-90.) сведоче и сви кишомери на профилу од Урошевца до Бујановца, по којима су падавине од јануара до априла (период великих вода) равномерно распоређене и ближе сушим него влажнијим месецима. Кишни максимуми су у јуну и мају (I), новембру и децембру (II).

На крају овог кратког упоређивања стиче се утисак да водни режими, посебно великих вода, у знатној мери зависе од климатских фактора и да сврставање река у типове и варијанте који су непроменљиви није сврсисходно. То потврђују и још неки радови у којима се отицање истих река тумачи различито. Дукић Д. (1955) у раду о времену појављивања екстремних водостаја наводи Биначку Мораву и њен мартовски максимум као последицу раног отапања снега, да би јој у раду из 1970. године доделио плувио-нивални режим умерено-континенталне варијанте. Требало је само уместо поменуте прикључити је косовско-метохијској варијанти, јер се претходна описује максимумом март-април, односно април-март, мада је у конкретном случају то март-фебруар, са изразито слабијим априлом. Истој варијанти кишно-снежног режима прикључује и горњи Ибар у Прелезу, али поново се не слажу месеци, јер је на том профилу након пика у априлу највиши мај, а не март. Косовско-метохијској варијанти Дукић Д. (1970) додељује Клину, Мирушу, Топлугу и Ситницу са притокама, мада би, нпр. Лаб више припадао умерено-континенталној варијанти. Аутор још помиње и Ереник, издвајајући га од осталих река, уз констатацију да се приближава медитеранској варијанти. Није јасно да ли варијанти плувио-нивалног или плувијалног режима, али по распореду максималних вода се види да не одговара ни једном ни другом. За разлику од Дукића, Лабус Д. (1983) Ереник и Топлугу

сврстава у реке плувио-нивалног режима умерено-медитеранске варијанте, иако им је једино заједничко фебруарски максимум, а све остало различито (а ни по дефиницији не могу припадати овом типу). Ни за Бели Дрим не постоји слагање међу поменутиим ауторима. Док по Дукићу (период 1954-66.) ова река на читавој дужини припада нивално-плувијалном режиму динарско-македонске варијанте, по Лабусу (период 1951-75.) она овој варијанти припада само у горњем делу слива, до станице Кпуз. Низводно, на станици Ђонај прелази у плувио-нивални режим умерено-медитеранске варијанте, а на излазу из земље, у Врбници, то је чак косовско-метохијска варијанта истог режима.

Савремени приступи класификације водних режима

Намера претходних коментара није била да дезавуише наведена истраживања, већ да укаже на потребу проналажења универзалнијег описа водних режима. Да ово није локални проблем показују многи аутори који широм света већ стотинак година покушавају да га реше. Њихова размишљања полазе од концепта општег принципа разграничења река, заснованог на описним критеријумима, најчешће генетског удела храњења и то у глобалним размерама (Pardé M., 1933; Lvovich M., 1945, 1973; Beckinsale R.P., 1969; Haines A.T. et al, 1988), до оних који то исто чине на регионалном нивоу (Lvovich M., 1938; Zaikov B.D., 1944; Gottschalk L. et al., 1979; Gottschalk L., 1985; Krasovskaia I., Gottschalk L., 1992). Оно што је било евидентно у старту је да су режими река променљива категорија и да та особина има и просторну и временску димензију. До последње декаде прошлог века је о променљивости хидрометеоролошких појава релативно мало писано, па је у том смислу и речним режимима посвећивано исто толико пажње. Међутим, отада почиње рекло би се незапамћена медијска еуфорија о променама климе, усмерена најпре на људске активности и последице које би оне евентуално имале по човечанство. У том смислу је једна од препознатих тема за анализу била и речни режим. Настаје читав низ радова који за основу имају утицај екстремних климатских промена на водне ресурсе, при чему закључци иду од суздржаних по питању значаја, преко умерених и благо забринутих, па до оних катастрофичних (Arnell N.W. et al., 1990; Krasovskaia I., Gottschalk L., 1993, 2002; Milly P.C. et al., 2005, итд.). Основни проблем је био и остао - које критеријуме применити за груписање река, односно како извести рејонизацију у којој ће сваки хидрограм недвосмислено наћи своје место? Иако је било много покушаја, чини се да ниједан до сада није у потпуности задовољио. Метод који се најчешће помиње, а заснован је на комбинацији квалитативних и квантитативних критеријума, уведен је 1995. године као синтеза позитивних искустава на хидролошкој класификацији Скандинавије и северозападне Европе (Krasovskaia I., 1995). Најпре је извршена подела на доба у години када се јављају први, други и трећи максимум отицаја (средњемесечне вредности дугогодишњег периода), а исто тако и две најниже месечне вредности. Оваква подела (нпр. за Скандинавију и максималне воде је то април-август, септембар-новембар и децембар-март, а за мале воде јануар-април и мај-децембар) је требало да донекле асоцира на преовлађујући тип храњења река (кишница, снежница, сочница, комбинације). Даље, као мера постојаности јављања тих просечних месечних отицаја изведена је њихова вероватноћа појаве из сваке појединачне године у низу. Збир свих вероватноћа једног хидрограма ($Z_{\max}+2_{\min}$), исказаних тзв. индексима нестабилности, даје укупни распон појаве екстрема у оквиру кога се сада дефинишу поједини типови режима. Тиме је извршена квантификација стабилности отицаја река, заснована на концепту ентропије, која је, на неки начин, регуларно правило овог процеса које важи за сва поднебља. Оно што је добро у овом моделу је то што се он може прилагодити свакој територији, а оно што

му недостаје је често нејасан однос главних извора храњења река унутар група. Свеједно, он је примењен неколико пута и на простор Србије. У раду о речним режимима Европе, Stanescu V. и Ungureanu V., (1997) једним рејоном обухватају слив Белог Дрима и Шару и представљају га хидрограмом профила Кпуз на Б. Дриму. Обележавају га Јужном зоном високе надморске висине са кишно-снежним извором храњења река. По њима, први и други месечни максимуми су везани за период април-мај, а трећи за период март-мај. Први минимум је у августу-септембру, други у септембру-октобру, а трећи у августу-октобру (метод је проширен за још један минимум). Оно што се из рада не може видети је тачан период за који важе протицаји и које су станице узете у обзир да представљају овај рејон. Зато се и приказани хидрограм Б. Дрима (Кпуз) разликује од овог у раду по томе што му нису наглашене фебруарске воде (требало би да су за $3 \text{ m}^3/\text{s}$ веће од мартовских, или по Пардеовом коефицијенту тај однос је 1.38:1.24). Разлика би била још много већа да је уместо станице Кпуз овај рејон представљала станица Врбница. Ова исправка не само што би проширила трећи максимум на период фебруар-мај, већ би и указала на оно што је врло интересантно за Метохију - високе фебруарске воде узроковане комбинацијом кише и отапања снега са дна котлине. Имајући у виду да приказани рејон обухвата и сливове са Проклетија и Шаре, као и Ереник, са хидрограмима који се никако не уклапају у његов модел, може се закључити да аутори нису довољно обратили пажњу на сву сложеност овог простора. Мање непрецизности има код Ибра који је прикључен сливу Западне Мораве (максимуми иду редом III, V, IV, по станици Гугалски мост), односно Ситнице и Биначке Мораве које су у рејону Јужне Мораве (III, II, IV, а требало би за Ситницу II, III, IV). По ауторима, свих пет типова у Србији припадају кишно-снежном режиму. На крају, остаје непознато и зашто само за територију СР Југославије нису приказани индекси ентропије и стабилности из којих би се видело колика је променљивост отицаја по приказаним типовима режима.

Већ у раду о типовима режима на Балкану (BALWOIS Area), Stanescu се позива на претходну хидролошку рејонизацију Србије, али сада уз нешто измењену методологију даје и индексе стабилности за сваки од издвојених периода максималних и минималних вода (Stanescu V., 2004). За слив Белог Дрима, као узор, опет је коришћена станица Кпуз, при чему су у односу на претходни рад промењени периоди највеће учестаности трећег максимума (IV-VI), као и другог (VII-IX) и трећег (IX-X) минимума (период праћења протицаја је сада 40 година). Према његовом прорачуну, реке овог режима имају стабилне отицаје у месецима првог и другог максимума, као и другог и трећег минимума, док се трећи максимум описује као релативно стабилан, а први минимум као врло стабилан. Сличне измене се односе и на рејоне у којима су горњи Ибар (узор Лепосавић), односно Ситница и Биначка Морава (Грделица на Јужној Морави). Иако се сада распоред отицања на месечном нивоу поклапа са периодом из овог рада (1961-90.), види се да број рејона у Србији (тима и на Косову и Метохији) не исказује све различитости које се јављају унутар њих самих. То је већ проблем који прати овај метод од самог почетка и тиче се начина контроле броја рејона ("a stopping rule"). Питање је како помирити различитости хидрограма суседних река (објединити их у исти режим), односно наћи важан критеријум по коме би се разликовали и поставити границу међу њима. Ово је већ повезано са величином територије и густином речних профила, а тиче се сваке врсте рејонизације.

Још један покушај одређивања типова режима на сличан начин извео је Kovacs P. у сливу Дунава (Kovacs P., 2006), који на Косову и Метохији искључује само сливове Б. Дрима и Лепенца. Основа метода остаје иста (Krasovskaia I., 1995), с тим што је изведена корекција индекса стабилности и избора унутаргодишњих периода појављивања екстремних месечних протицаја (Novaky et al., 2001). Управо овај рад

указује на потешкоће с којима се овакав поступак среће. Наиме, на површини од 817 000 km² и ограниченим бројем хидролошких станица (двадесетак у Србији) не може се ни очекивати неки апликативни резултат. Аутор то и напомиње, интегришући све режиме мањих сливова (нарочито планинских) у режиме оних река којима они припадају (претежно преко 500 km²). Онда се поставља питање: чему таква анализа? Она може послужити за општи преглед режима важнијих река, али за локални ниво се морају узети у обзир локални услови и много већи број станица. На пример, да би се добило 8 главних типова, заједно са подтипovima укупно 17 различитих речних режима у сливу Дунава, требало је распон месеци за усвајање екстремних вода проширити до нереалних граница. Тако је за појаву другог максимума на простору Србије прихваћен период од децембра до јуна, а за трећи максимум месец са максималним водама чак од новембра до јуна. У таквим условима је највећи део Србије (без Дрине и Колубаре) означен једним истим режимом (4/а). Дакле, читав слив Велике Мораве и источна Србија - један режим!

Стабилност водних режима река

На основу напред наведеног, може се закључити да је за примену поменуте методологије потребно претходно изабрати адекватну територију, а затим поступке прилагодити режимима река на њој. Очигледно да анализирани радови који третирају простор Косова и Метохије не могу бити добра основа за детаљно описивање и класификацију водних режима, јер нису ни креирани да обухвате све локалне услове који условљавају различитост режима. С друге стране, покушај адаптације истог метода на овај простор не би донео резултате, јер је то исувише мала територија за његову примену. Вероватно би тек читава Србија, или са још неким окружењем, била довољан узорак за афирмацију тог метода.

Дакле, савременији поступци класификације режима нису адекватни, превише су формализовани и прилагођени квантификацији, а они старији, оријентисани на порекло вода, нису задовољавајући јер им управо недостаје бројчане егзактности. У таквим условима није се ни гајила идеја да овај рад може донети нешто ново. Оно што је била намера постигнуто је указивањем на све проблеме које једно овакво истраживање носи, уз преглед и опис фактора који су одговорни за формирање просечних великих вода периода 1961-90. година. У том смислу је још интересантно испитати стабилност месечних максимума, чиме би се поткрепила анализа из првог дела овог рада. Уосталом, тај поступак препоручују сви аутори, почев од Пардеа до данас. У табели 3 ће бити приказане карактеристичне вредности честине и постојаности по три највиша просечна месечна максимума протицаја река Косова и Метохије.

Подаци из табеле су врло илустративни и са њима се добија мало другачија слика од оне стечене анализом хидрограма. Указаће се само на неколико примера. Иако се максимални протицаји на Ситници јављају у фебруару, види се да у односу на следећа два максимума она тада нема већу учестаност, нити је њен режим тада стабилнији. Коефицијент варијације (0.89) је значајно већи него у марту (0.60) и априлу (0.65), што значи да су појединачна одступања (сваке године) знатно већа у односу на месечни просек. То даље подразумева и нестабилност тог периода у храњењу реке, осцилације падавина су велике (киша), као и почетак топљења снега. На пример, просечни протицај за фебруар је 24.5 m³/s, а тог месеца 1963. године је био 115 m³/s! Тај кишни талас је захватио читаву Србију и на слив је пало 2.5 пута више кише неко што је уобичајено (40:100 mm на нижим станицама). Кише су покренуле снег и дошло је до великих поплава. Да се то није десило и да су тада биле просечне вредности протицаја, протицај фебруара у читавом низу од 30 година би био испод

мартовског баш за онолико за колико је сада већи (око 1.5 m³/s). И не само то, коефицијент варијације би се смањио на ниво марта и априла.

Табела 3. Неке особине великих вода река Косова и Метохије

	XII	I	II	III	IV	V	VI
Ситница (Недаковац)			0,89 (1) 20%(6)	0,6(2) 33%(10)	0,65(3) 17%(5)		
Ибар (Прелез)				0,63(3) 13%(4)	0,67 (1) 23%(7)	0,69(2) 30%(9)	
Ибар (Лепосавић)			0,79(3) 23%(7)	0,53 (1) 23%(7)	0,54(2) 17%(5)		
Б.Моравица (Д.Кормијане)			0,93(2) 17%(5)	0,66 (1) 30%(9)	0,58(3) 10%(3)		
Крива (Доморовце)			1,15(2) 17%(5)	0,75 (1) 33%(10)		1,03(3) 20%(6)	
Б.Дрим (Клуз)			0,62(3) 17%(5)		0,32(2) 27%(8)	0,4 (1) 33%(10)	
Б.Дрим (Врбница)			0,57(2) 20%(6)		0,33(3) 10%(3)	0,36 (1) 30%(9)	
Клина (Клина)			0,96 (1) 23%(7)	0,76(3) 7%(2)	0,62(2) 20%(6)		
Ереник (Ђаковица)	1,09(2) 20%(6)	0,95(3) 13%(4)	0,8 (1) 30%(9)				
Лепенац (Ђ.Јанковић)				0,46(3) 17%(5)	0,51(2) 20%(6)	0,51 (1) 30%(9)	
Лаб (Лужане)				0,61 (1) 27%(8)	0,6(2) 13%(4)	0,81(3) 17%(5)	
П.Бистрица (Пећ)					0,32(2) 17%(5)	0,36 (1) 63%(19)	0,46(3) 0
Д.Бистрица (Дечани)					0,34(3) 3%(1)	0,33 (1) 83%(25)	0,47(2) 7%(2)
Пр.Бистрица (Призрен)					0,38(3) 7%(2)	0,41 (1) 60%(18)	0,47(2) 17%(5)
Плавска (Орпуша)					0,53(2) 17%(5)	0,61 (1) 67%(20)	0,7(3) 7%(2)

Легенда:

Први ред: први број означава коефицијент варијације (Cv); број у загради је редни број максималног протицаја (1 – највиши, 2 – други, 3 – трећи),

Други ред: број у процентима је вероватноћа да се дотичног месеца јави максимални месечни протицај; број у загради је број јављања максималног месечног протицаја у току тридесет година (1961-90).

То показује две ствари:

- да се чак и средње вишегодишње вредности не могу олако узимати при извођењу закључака и међусобном упоређивању;
- пошто су стабилност режима и учестаност максимума током месеци врло осетљиви на такве појединачне ексцесе, а важни су као дескриптори појаве, можда би ове екстреме (само код режима) требало кориговати или чак избацити (нпр. 1 или 2 максимума и исто толико минимума). Ово зато што су то случајни процеси и могу се јавити било ког месеца у години, те не одражавају никакву правилност.

Када је поузданост појављивања великих вода у питању, како објаснити нпр. да се најводнији месец на Клини појављује са вероватноћом од само 50% у периоду фебруар-април (први, други и трећи максимум)? То значи да је од 30 година чак у 15 први пик био у неко друго време. И код осталих река (осим планинских) је слично. Ван периода великих вода (у ствари три најводнија месеца) буде просечно 10-12

година (од 30) у којима се јављају максимални протицаји. Добра страна периода ових великих вода је што су коефицијенти варијација релативно мали. Само у пар случајева (Ереник, Крива) они доспевају до јединице, а код најстабилнијих месеци су и испод 0.35 (Б. Дрим, Д. Бистрица). Требало би ипак рећи да су ово периоди у години код свих река са најнижим коефицијентима варијације, а да су они много већи у осталом делу године (Ереник у септембру 1.67, Плавска река у новембру 2.05, итд.).

Вредне пажње су и приказане особине проклетијских и шарских река. Осим што су у периоду великих вода њихови коефицијенти варијација најнижи, тада је и највећа вероватноћа да ће се појавити максималне вредности протицаја. Код свих приказаних река број година када су се максимуми јављали ван периода април-јун је врло мали, од 6 код Призренске до 2 код Дечанске Бистрице. То само говори о стабилности режима и о снажном утицају који на њих има нивална компонента. Снежни покривач који се формира у високим планинским пределима је веома моћан и релативно независан од променљивих кишних епизода које у нижим сливовима могу да поремете регуларност великих вода. Снег прелази у отицај постепено, растом температура ваздуха у пролеће, што је појава глобалног типа и одликује се високом стабилношћу. И не само то, количина отопљеног снега из године у годину је стабилна вредност, а то управо показују мале осцилације око просечних протицаја (Cv).

Закључак

На основу свега напред изнетог, може се закључити да се класификацији водних режима река не сме приступати олако, користећи туђе методе и резултате, ма чијег ауторитета, или поводећи се савременим тенденцијама и рачунарској технологији. Ово поготово ако режим доживимо као једну графичку представу оличену у хидрограму. Водни режим би требало анализирати као појаву променљиву у простору и времену и као такву ослободити је шема, а ту њену динамику искористити за процену будућих стања. Само у том смислу ће решење бити потпуно, у датом тренутку, и одговараће широком спектру делатности људи, као и речним екосистемима који од режима зависе. Ако баш и нисмо присталице заговорника климатских промена, бар не оних који сву кривицу сваљују само на човека, морамо прихватити чињеницу да је и ово наше поднебље постало нестабилније, а тиме и подложније променама у свим сферама природних процеса. А водни режими река су међу првима на удару.

Литература

- Arnell, N.W., Brown, R.P.C., Reynard, N.S. (1990). Impact of climate variability and change on river flow regimes in the UK. *Report, 107*
- Arnell, N. W., Krasovskaia, I., Gottschalk, L. (1993). River flow regimes in Europe. In: *Flow Regimes from International Experimental and Network Data (FRIEND)*, ed. A. Gustard, vol. 1, *Hydrological Studies*. Wallingford, UK : Institute of Hydrology
- Arnell, N. (1999). The effect of climate change on hydrological regimes in Europe: a continental perspective. *Global environmental change, 9*
- Beckinsale, R. P. (1969). River regimes. In: Chorley, R. J., ed., *Water, Earth and man*. London: Methuen
- Gottschalk, L., Jensen, J. L., Lundquist, D., Solantie, R., Tollan, A. (1979). Hydrological regions in Nordic countries. *Nordic Hydrology, 10*
- Gottschalk, L. (1985). Hydrological regionalization of Sweden. *Hydrol. Sci. J., 30 (1)*
- Haines, A. T., Finlayson, B. L., McMahon, T. A. (1988). A global classification of river regimes. *Appl. Geogr., 8*
- Ilešić, S. (1947). Rečni režimi v Jugoslaviji. *Geografski vestnik, 19*
- Kovacs, P. (2006). Characterization of the runoff regime and its stability in the Danube catchment. In: *23rd conference of the Danube countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management*. Belgrade
- Krasovskaia, I., Gottschalk, L. (1992). Stability of river flow regimes. *Nordic Hydrology, 23*

- Krasovskaia, I., Gottschalk, L. (1993). Frequency of extremes and its relation to climate fluctuations. *Nordic Hydrology*, 24
- Krasovskaia, I., Arnell, N. W., Gottschalk, L. (1994). Flow regimes in northern and western Europe: development and application of procedures for classifying flow regimes. In: P. Seuna, A. Gustard, N. W. Arnell & G. A. Cole (eds.), *FRIEND: Flow Regimes from International Experimental and Network Data* (pp.185-193) (Proc. 2nd Int. FRIEND Conf., UNESCO, Braunschweig, Germany, October 1993), IAHS Publ. no. 221.
- Krasovskaia, I. (1995). Quantification of the stability of river flow regimes. *Hydrol. Sci. J.*, 40(5)
- Krasovskaia, I. (1997). Entropy-based grouping of river flow regimes. *Journal of Hydrology*, 202
- Krasovskaia, I., Gottschalk, L. (2002). River flow regimes in a changing climate. *Hydrol. Sci. J.*, 47(4)
- Lvovich, M. I. (1973). *The World's Water*. Moscow: Mir
- Milly, P. C. D., Dunne, K.A., Vecchia, A.V. (2005). Global pattern of trends in streamflow and water availability in a changing climate. *Nature*, 438
- Novaky, B., Szalay, M. (2001). *The runoff regime stability of the Hungarian rivers*. Gödöllő: Szent Istvan University
- Pardé, M. (1933). *Fleuves et Rivières*. Paris: Collin
- Stanescu, V. A., Ungureanu, V. (1997). European regimes: diversity and features. *FRIEND. Third report: 1994-1997*.
- Stanescu, V. A. (2004). *Hydrological Regimes In BALWOIS Area*. Ohrid
- Дукић, Д. (1955). Прилог регионалном познавању речних режима у Југославији. *Гласник Српског географског друштва*, 34(2), 119-138
- Дукић, Д. (1970). Хидролошка рејонизација и водопривредни проблеми САП Косова. *Глас САНУ*, CCLXXVIII, Одељење природно-математичких наука, 33
- Живковић, Н. (2006). Прилог изучавању водних режима река у Србији. *Зборник радова Географског факултета Универзитета у Београду*, 54, 47-58
- Заиков, Б.Д. (1944). *Внутригодовое распределение речного стока на территории Европы*. Свердловск-Москва: Гидрометеиздат
- Лабус, Д. (1983). *Бели Дрим – хидрогеографска студија*. Београд: Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 54
- Љвович, М. И. (1938). Опыт классификации рек СССР. *Труди ГГИ*, 6
- Љвович, М. И. (1945). *Елементи водного режима рек Земного шара*. Свердловск-Москва: Гидрометеиздат

NENAD ŽIVKOVIĆ*
LJILJANA GAVRILOVIĆ

ABOUT THE HIGH FLOW REGIME OF THE RIVERS OF KOSOVO AND METOHIA

Abstract: The examples from Kosovo and Metohia attempted to point to some problems in the domain of hydrogeographic regionalization. The river water regime, especially the phase of high flows which marks this regime, has been the topic of almost all researches which treat water resources of drainage basins. However, the thing that has not been achieved till now is the unique solution by which the classification of rivers would be made according to this feature. On this example it has been shown that even some older methods, based on genetic analysis of hydrograms and of global type, as well as some recent ones, with lot of quantitative entry and regional approaches, cannot with certainty answer all the challenges which river regimes bring with themselves. This work shows that apart from climate, orographic and physiognomic features of drainage basins, the periods of data processing and the analysis of individual intra-annual series of discharges are very important as well. Discretization on time periods shorter than one month, as well as elimination of the extreme values of discharges in the longtime series is recommended for the future research.

Key words: Kosovo and Metohia, water regime, high flows, methods, regionalization

Introduction

One of the basic questions which has been made in the regional hydrogeographic researches is the river regime and, in scope of it, the form which refers to regular intra-annual changes of water level and their features -water regime. According to the significance and presence in the studies the water regime became a synonym of river regime without, at the same time, diminishing the role of its other elements, thermal, hydro-chemical and deposit regime. The special value has been given to it because of the fact that our territory of moderate latitude is extremely complex in the terms of defining connections which realize climate and hydro occurrences. The seasonal influences of air and rainfall temperature are demonstrated here not just on water features of drainage basin but on entire human activity in the most completed and subtle way.

Inside the borders of our state there is not certainly any territory which is similar to Kosovo and Metohia in which influences of different factors so intensively overlap causing hydrologic occurrences known for their extreme features. The collision of Mediterranean and continental influences of different factors is intensified by excessive orography, high bordering mountains Prokletije, Shara and Kopaonik, as well as vast ravine of Metohia, that is Kosovo plateau. It was written about water regimes of the rivers of this territory inside the scope of hydrologic studies using the researches from the previous century. This time some new details which were received from the data processing on the river discharges for the standard period from the year 1961 to 1990 will be emphasized.

The data analysis from hydrometric stations

The data base which was used for the regime processing is composed of 15 profiles on which water level (discharge) has been monitored for the longest succession of years. In some cases the beginning of measurement was about ten years longer than needed, and in some two or three years shorter, therefore using interpolation the series was brought to the

* **Nenad Živković, PhD**, , University of Belgrade–Faculty of Geography, Studentski Trg 3/3, Belgrade.

Ljiljana Živković, PhD, full-time professor, University of Belgrade–Faculty of Geography, Studentski Trg 3/3, Belgrade.

needed one-thirty years long. Since the task of this paper is analysis of water regime, discretization of the time series of the discharge data should indicate basic factors of forming different hydrograms. For this reason monthly values have been chosen, although they are good reasons (Zivkovic N., 2006) that this period should be several times shorter (decades). By this choice it was intended to make comparison with the results of some other researches which use monthly discharges. Shorter series, especially the ones with daily values, and with the peaks, are mostly analyzed for practical purposes and for each drainage basin individually, where analogy is unnecessary and unproductive.

Table 1. The average monthly discharge (m^3/s) of the rivers of Kosovo and Metohia for the period from 1961-90.

With these profiles the whole studied territory is included (the Beli Drim River, the Lepenac River, the Binacka Morava River and the Ibar River), but the absolute values could be used more for study of river balance than for river regime. In order to achieve the latter we will use the data expressed with the relation to the average annual discharge (the average monthly/the average annual).

It can be already concluded by the values from the table 2 that the distribution of water run-off per month is not unique and that there are significant differences in time of appearance of extreme seasonal discharges, especially maximal ones (regular floods of so called high flows). Also, one of the consequences of this is that rivers like the Ibar and the Beli Drim in the limits of the studied territory with relatively small drainage basins possess some indications of the regimes which are characteristic of lot larger drainage basins, and they are combination of different influences during a period of several months.

The water regimes of all these rivers can be classified into several groups. The biggest differences among them are in the time of occurrence of the main maximum, while the main minimum mostly occurs in August, and rarely in September. To **the first group** of clearly differentiated regimes belong rivers which are formed on the highest parts of Shara and Prokletije mountains. Of the chosen drainage basins here belong the Plavska River, the Prizrenska, the Pecka River and the Decanska Bistrica River. Although they are parts of the same territory, this group excludes the Erenik River as well as the Lepenac River.

Table 2. The river discharges expressed in modules (average monthly/ average annual)

Figure 1. Hydrograms of the rivers of Shara and Prokletije mountains

The thing by which these rivers stand out from the others is distinct peak which occurs in May at all rivers and it makes the main maximum of water run-off. It is created by sudden thawing of snow on the mountains and it forms discharges which are significantly larger than the average annual (2.15 times larger at the Decanska Bistrica River). That is a characteristic of high mountains drainage basins, and they are exactly like that: the mean sea-level up to measuring profiles of the Plavska River is 1497 m, at the Prizrenska River is 1377 m, at the Pecka River is 1676 m and at the Decanska Bistrica is 1671 m (Zivkovic N., 1995) The share of May waters in annual run-off is distinct (moving from 18% at the Prizrenska River to 25% at the Decanska Bistrica River) and in our conditions this kind of example cannot be seen anywhere. April and June waters are on the second and the third place according to their significance, where intra-monthly differences with the adjacent months are also very big. All of these points to flood which in these three months outflows even more than 50% of annual waters (the Decanska Bistrica River 54%). Considering the fact that the whole Metohian ravine belongs to Mediterranean pluviometric regime, with the maximum in November and December, most of spring waters of these drainage basins are formed of snow water. If it is familiar that these regions are the regions with the largest

quantity of rainfall in Serbia (the peaks of Prokletije Mountain exceed 2000 mm), then these excessive waters in time of thawing of snow are not surprising at all. It should be emphasized that the data refer only to parts of the shown drainage basins from the part of the river source up to the measuring profiles, and that the downstream parts of valleys are mainly narrow, with the small falls at the floor of Metohia's ravine. This especially refers to the Pecka River and the Decanska Bistrica River where hydrometric stations are 30 km distant from their mouth into the Beli Drim River. The areas of the drainage basins of these rivers, which are not analyzed for the mentioned reasons, are 240 and 164 km². With them (the mouth) the water regime of these rivers is in some extent modified and the thawed snow of the lowest parts of the drainage basins, which is already in February the first "at stroke" of warmer Mediterranean air, brings about slightly higher level of February, March and April waters than it is shown in the figure 1.

The influence of the Adriatic Sea and the morphology of this terrain are crucial for the explanation of differences which exist on very small distance. Namely, the direction of the valley stretch of the low Drim in which more humid and warmer air flows during winter is such that it passes into Metohia using the shortest way, over the curve Morina (about 600 m), and causes the thawing of snow. The first sub-basin of the Beli Drim River exposed to it is the Erenik in such a way that the rising currents up Junicka Mountain, exposed south-eastward till its highest peaks, move almost all snow water already in February. The Decanska Bistrica has completely different regime than the Erenik River although it leans on the same highest peak of Prokletije mountain - Djeravica, and this is especially noticeable at the river Pecka Bistrica. These two drainage basins are deeply cut into Prokletije Mountain, but they are isolated as well with narrow gorges towards Metohia, i.e. towards peaks of Djeravica, Bogicevica and Koprivnik. Apart from this, the exit profiles of these valleys are inversely oriented towards the direction by which the influences from the Adriatic Sea most easily get through. These conclusions are also relevant for Shara's drainage basins - the Prizrenka Bistrica River and the Plavska River, but here the influence from the sea is bigger, so the winter waters are slightly higher, that is, the increasing branch of hydrogram has more even intra-monthly increase until May maximum

The rivers which are not analyzed, but belong to this group, are also those which start from the north-east of Prokletije Mountain (Zljeb, Mokra Gora), and these are the spring flow of the Beli Drim and its left tributary the Istocka River. Although they are exposed to south, the sudden increase of height of these drainage basins at Pecki Podgor disables quick thawing of snow at the end of winter. Large discrepancy of ground and surface watershed was registered towards the Ibar Drainage Basin whose waters move towards south, i.e. towards Metohia, and it mostly occurs in the period of snow thawing at heights above 1500 m, that is in April and May.

From the side of Shara Mountain, although there is no measuring, it can be assumed that apart from the Prizrenka Bistrica River and the Plavska River late spring maximum can occur only on some left tributaries of the Topluga River which spring out at Jezerska Mountain and Zar Mountain (the Lesanska River, The Koriska River)

The autumn maximum of rainfall is manifested by the secondary peak on the hydrogram within all the rivers of this group. The increase of water level is already noticeable in October, but it reaches its maximum in November in the period of the heaviest rain when it comes closer to the annual average. Already at the end of that month and especially in December and January water level decreases as the consequence of accumulation of water in the form of snow.

The rivers whose drainage basins cover most part of Kosovo and Metohia belong to *the second group* of the regimes. These are left tributaries of the rivers Beli Drim, the Klin, the Mirusa, the Topluga and smaller tributaries of the Milanovac River, as the part of the Adriatic Sea Drainage Basin. The rivers Sitnica, a tributary of the river Ibar, as well as

hydrographic system of the Binacka Morava River belong to the Black Sea Drainage basin. Although there is no data, it is most probable that the Nerodimka River whose waters enter into the Aegean Sea belong to this group as well.

Figure 2. Hydrograms of the rivers from the central part of Kosovo and Metohia

All the rivers of this group have simple hydrogram, with one maximum and one minimum. The common feature for them is almost identical, increasing branch of annual distribution of water which starts from October and reaches its maximum in February. Equal intra-monthly alterations are somewhat disturbed by January snow retention and until that rain is the only source of the water quantity of these rivers. After that, in February the infiltration of warmer air from Mediterranean by the valley of the Drim River causes the inflow of snow water, and it becomes more significant in the case when the drainage basins are closer to the west. Therefore, those which are the first at stroke - the Topluga River, the Mirusa River and the Klina River and which are mostly distributed in the zone from 400 m to 700 m, suddenly increase their run-off. Considering the fact that they have little snow remained in the highest parts of the drainage basin, and that it is the period with low rainfall (the secondary minimum), their March waters are significantly lower than the waters from the previous month. Still, if we move more eastward to the drainage basin of the Sitnica River, that difference is not so expressed. The main reason for this are waters of the Lab River which takes part in the discharge of the Sitnica River with over 30% and it comes from the upper parts of Kopaonik, with the highest waters in March. That is the reason why the differences are very small between February and March on the Sitnica River at Nedakovci. The same explanation goes for the Binacka Morava River only here March influence is lot stronger (more eastward and higher drainage basin) and therefore exceeds the one in February. The hydrogram of the Kriva River, its left and the most important tributary, is identical. Already in April and May big quantity of water are used for vegetation although rain is becoming more intensive. For this very reason and because of the remained snow on the high peaks, April has more water than May everywhere. With this last month the quantity of water above the annual average finishes and sudden fall comes in June, notwithstanding the fact that this is the month with the largest quantity of rain in the drainage basins of the Sitnica River and the Binacka Morava river (in Metohia the regime is somewhat different). The average maximal waters of the months with the largest quantity of water (February and March) are twice bigger than the average annual waters, while those minimal ones in August come to their fourth.

The Ibar River, which drains the northern parts of Kosovo and Metohia and it is transitional flow on that territory, belongs to *the third group of regimes*. It only receives one bigger tributary and that is the Sitnica River. Water gage stations with reliable period of monitoring are Prelez, downstream from dam Gazivode, before the Sitnica River mouth, and Leposavic after the mouth of the same river.

Figure 3. The hydrograms of the Ibar River on the territory of Kosovo and Metohia

It is clearly noticeable that the hydrograms are very similar, but that there is "phase" difference between them lasting one month, expressed in the period from February to April. The Ibar River is real mountainous river until the station Prelaz, with the drainage basin height span from 540 m to 2400 m (the Hajla and the Zljeb). Snow component in its feeding is dominant, but it is not so expressed as in adjacent drainage basins from the opposite sides of Prokletije Mountain (the Pecka River, the Decanska Bistrica River). The reason for it is that the left valley side of the river Ibar is lower, more indented and the whole drainage basin is not as isolated as in the above mentioned rivers. The thawing of snow starts earlier here, already in March when the discharges exceed the annual average of

water for 50% (at the Bistrice River this is on the level of the average annual waters). The maximum proceeds only in April, it is clearly expressed and fed mainly with snow water from the right, higher Prokletije's side of the drainage basin. The trend continues even in May, aided by rain which is at that time the most frequent and the most intensive, but the losses are somewhat bigger due to the evapotranspiration. The evapotranspiration together with the exhaustion from snow water causes June waters to be equal to February waters. Therefore they are low although June is a month with the same quantity of rainfall as May (80 mm at rain-gauge Ribaric 685 m of altitude, Brnjak 1060 m of altitude).

The analysis of hydrogram on the profile Leposavic indicates the influence that the river Sitnica has on the river Ibar. In fact the question can be made which river has bigger influence on the other, since at the place of their juncture they have similar annual average (about 13 m³/s). What is more, the Sitnica Drainage Basin is at the same place 2.4 times higher than the Ibar Drainage basin (2860 : 1200 km²). That also indicates that for exactly this value the conditions of run-off in the Sitnica Drainage Basin are more unfavourable than in the drainage basin of the upper Ibar. For all of these aforementioned the distribution of water per months is the combination of these two regimes in Leposavic. The waters of the river Sitnica influence the sudden increase in February, and the maximum in March comes from their equal inflow (where the waters of the river Sitnica are in decrease while the upper Ibar waters are in increase). Already in April, which has almost the same quantity of water as March and February, the waters from the source of the river Ibar are dominant, when the maximum of snow thawing occurs. May has a bit less quantity of water, with the discharges which are 1.5 times larger than annual, and their origin is in the remained snow from the north Prokletije and the rain which is dominant then in the whole drainage basin upstream from Leposavic. It can be said that already from April decreasing trend of discharge in Leposavic follows nicely the same tendencies on the river Sitnica and the upper Ibar. Additionally, it can be noticed that June waters are also under the influence of waters of the upper Ibar, but they are even then below the annual average.

This brief review includes the highest number of rivers on the territory of Kosovo and Metohia. However, there are several more cases, mainly adjacent drainage basins, where specific conditions modify the shown regimes. They will be presented first because of the case of one of them- the drainage basin Erenik. After them, the river Beli Drim - the largest among the rivers of Metohia will be presented.

Figure 4. The Hidrograms of the rivers Erenik, the Lepenac and the Lab

Although the hydrograms of these rivers are at first sight simple, with one maximum and one minimum, in fact they are not and they are the consequence of morphologic, orographic and climate factors. The Erenik especially stands out from this group. A high flow which occurs at the beginning of winter and finish at the end of the same season is something that makes this river unique in the whole Serbia. However, the increase of waters is noticeable even at the end of October, and it is extremely distinct in November, during maximal annual rainfall. The Mediterranean influences continue even in December with the equal quantity of rainfall, first in the form of rain, and then in the form of snow. There is so much water in the ground at the end of the year that snow retention can be felt in January, and just so much that it can slow down sudden rise of water and keep it at the height of the previous month. After that there is the joint influence of warmer air from the south-west which thaws snow and rain which is according to the quantity equal to January rainfall. That maximum in February is very nicely expressed and it is in average twice as high as annual average discharge. The Erenik River does not have mild transit to summer minimum, so in next months there is the constant fall of the quantity of water value (already in April it is on the limit of the mean discharges), followed by the same tempo of the rainfall

decrease. Such a unique hydrogram on our territory is the consequence of joint influence of climate and orographic conditions, but of geographic location and exposition as well.

Although the water maximum of the Sitnica River occurs in February, the same as on the Erenik River, there is clear distinction between them caused by the fact that the river Sitnica is much more continental than the Erenik. While the river Erenik at the end of that month and at the beginning of the next month enters the closing phase of high discharges, this phase just starts on the river Sitnica. One of the main reasons is the river Lab, its left tributary, which with the third of the waters of the river Sitnica most intensively takes part in the run-off in March and April. This is the period of the most frequent maximums in Serbia and it is the consequence of snow thawing in hilly-mountainous drainage basins. On this river May waters are high too, equal to February waters, and caused by snow water from Kopaonik and rainwater which is in this period the most frequent. Annual waters below the average occur just in the second half of June and that reduction in comparison to the previous month is almost 100 %- which is the highest intra-monthly alteration.

For the hydrogram of the river Lepenac it can be said that it is simple, but behind its simplicity lies maybe one of the most unusual distribution of the water run-off during a year. The run-offs, which are higher than annual average, last from December to the beginning of July. There are no larger differences between them and high flows which start from February to June and have their maximum during three succeeding months, from March to May, with almost identical values (only 50 % higher than annual). Large number of factors influences such "prolonged" high flows and they are, apart from pluviometric regime, the location of the drainage basin, exposition (eastward and southward), dissection of relief, etc. With the measuring at the station Dj. Jankovic the discharge presents, in fact, the sum of the waters of the upper Lepenac in Sirinicka district and the river Nerodimka. This river drains southern part of Kosovo plain and snow water from the lowest part of its drainage basin in February indicates the increase of the river level at the exit of the river Lepenac from our territory. The origin of the water is mostly the same in March as in April, and it comes from the largest part of the drainage basin of the river Nerodimka and Kacanicka gorge, where hypsometric zone of about 1000 m of altitude is predominant, as well as from the floor of the district. Already in May rain takes the dominance but there is also the snow water from the highest peaks of Shara Mountain at the river source of the Lepenac. The equal distributions of the height zones, as well as the opposite phases of the run-offs of the Lepenac River and the Nerodimka River in the period of high flows, cause such an unusual hydrogram at the station Djeneral Jankovic.

After all these descriptions of the river regime in Kosovo and Metohia it is not difficult to explain that which can be noticed on the largest of them –the Beli Drim River.

Figure 5. The hydrogram of the Beli Drim River

At the shown discharges of the river Beli Drim on two pages the differences are evident only in the period of high flows or above the average ones. The remaining part of the year, from June to November, characterizes totally the same distribution and relation between monthly and annual waters. Therefore, in the period of drought this river has uniformed run-off in the full length. But, winter and spring part of the hydrogram are pretty different, although between them clear congruence can be noticed. The stations Kpuz and Vrbnica are 57 km distant from each other, but what differs them according to the regime is certainly the river Erenik which has crucial influence on the Drim, and it is located between these two profiles.

The sudden increase of the values of the Beli Drim happens in November, with the beginning of the rain season. Since this effect is more expressed in the downstream part of the drainage basin, especially after the inflow of the Erenik waters which even December

rain directs to the Vrbnica River, in that month the significant difference in the run-off of these two profiles occurs. This is at the same time the first peak in the scope of high flows of the Beli Drim, because after that the small fall of water quantity conditioned by January snow retention proceeds. The second peak is in February, mostly stirred at the Vrbnica River by waters of the Erenik (30% of the waters of the Beli Drim), slightly less by waters of the Topluga River, the Mirusa River and the Klina River. On the other hand, the Klina River, as well as thawed snow of the lowest northern part of Metohia makes the secondary maximum in Kpuz too. Again the fall proceeds in March at both stations because there is still no rain, snow has thawed from the lowest part of the valley, and the warm wave has not reached higher mountainous zones covered with snow yet. It is exactly indicated in April, and in May the water levels reach their peak aided by rain maximum as well. This period almost completely belongs to the influence that real mountainous rivers have on the Beli Drim, all three rivers Bistrice and partly on the rivers Toplicka and the Istocka. This combination of high flow's run-off, where winter ones originate from the Erenik River and low Metohia and the spring ones from higher parts of Prokletije mountain and Shara mountain, with two slowdowns differently incited, make the Beli Drim River unique as no other river in our country.

The review of the previous classifications based on the genetic model

It can be noticed that in the whole previous presentation on high flow regimes there has not been any mentioning of their types. Most of these rivers were analyzed even earlier, but the authors left this problem to the authority such as S. Ileshich and his classification of the regimes in SFRY (Ileshich S., 1947). Although that study has been the most complete one up till now, the author himself warns on some drawbacks and those questions leaves open. The base for the classification of the rivers was Parde's idea (Pardé M., 1933) - to take into consideration the share of those waters which make the most important component of the annual graphic presentation, the high flow profile. In our case these were snow water and river water; while ice melted water occurs in higher, glaciated mountains of Europe.

Ileshich did not manage to avoid short period of monitoring of water level on the rivers in SFRY. He used sixteen-year-long period (1923-1938), in that way that he had to fill the series with interpolation in several cases when there were no data. Apart from this, the method itself was conceptualized in such a way that the assessments of the participation of snow water and rain water were of completely qualitative character, based on the assessment of their relation. That problem is especially demonstrated on the marginal cases (nival-pluvial or pluvial-nival). Considering the fact that up till now there has not been research which would express the relation between rain and snow water in numbers for the period of several years, we cannot hold against Ileshich's subjective assessment. The thing which maybe should have been avoided is decisive connection of the maximum high flows with certain months, especially since the period of monitoring was half shorter than needed for making conclusions. On several examples from Kosovo and Metohia it would be shown as well.

According to Ileshich the upper Ibar, the Sitnica and the Beli Drim belong to pluvial-nival regime of the moderate Mediterranean type. Comparing the upper Ibar with the lower, he noted that this first one was under much stronger influence of snow component, that its high flows were in April and May, and that snow retention influences January and February waters in such a way that they were below the annual average. This conclusion could be also relevant for the condition from 1961 to 1990, but in continuation the author noted the secondary maximum in December, formed under the strong impact of November rain. On the contrary, that surplus does not exist in the new period, and November and December waters are not just close to waters in spring, but even below the annual average

(profile Prelez is monitored which corresponds to Ilshich's profile –K. Mitrovica). The same goes for the Ibar's tributary the river Sitnica which, although under the strong influence from the Mediterranean, does not have clear autumn increase of the water, instead December waters are just slightly higher than annual ones. Also, the comparison of the high flows on the river Sitnica gave different results. According to the older and shorter period the maximum was in March, and then in February and January. According to the recent one, high flows are in February, slightly lower in March, and then in April, while January waters are at the same level as May waters.

The similar thing is with the Beli Drim River, which was assessed as a flow with intensive pluvial-nival regime where autumn rains from the Adriatic Sea took significant place in its run-off. This December peak which was mentioned, in fact, according to the recent period is not even close to the first maximum in May, and it stays behind the secondary maximum in February. And, if it is known that May waters of this river (the first maximum) mostly originate from Prokletije mountain in the drainage basins of the Bistrica (especially upstream from the Erenik River), can then pluvial influence be emphasized on the account of the nival influence?

The previous remark certainly does not cast the shadow on Ilshich's conclusions, but it points to the objective condition in the period of his research. The thing which makes additional analysis even more difficult is non existence of the entry data about rainfall and water levels for the territory of Kosovo and Metohia of this period, as well as their graphic representation that exist for 32 other stations.

If we ignore the short period of processing, we can conclude that according to the rainfall at that time as well as the river run-off, Ilshich had notably different picture from the one that existed in the second half of the 20th century.

What stayed the same is unusual hydrogram of the Lepanac River and its even run-off from March to May (again with some discrepancy concerning December and the secondary maximum). However, one remark could hardly be explained as the objective drawback, and it concerns the Binacka Morava River and the conclusion that it has almost clear pluvial regime. The author thought that this drainage basin is of low altitude, that it was under the inflow of the warm air from the Aegean south, that snow cover was thin and it did not last long. He stated that the highest flows were in March and February, although the graph shows that it is in March and April, and only then equal February and May. Be it as it may, it can be said with certainty that this drainage basin has lot of snowfall and that it has important role in the water run-off. Apart from this, the fact that pluvial influence cannot be so dominant (at least according to the data from 1961 to 1990) all rain-gauges testify at the profile from Urosevac to Bujanovac, according to which the rainfall from January to March is equally distributed and they are closer to dry than to humid months. The rain maximums are in June and in May (the 1st) and November and December (the 2nd).

At the end of this short comparison it seems that water regime, especially high flow regime, in great extent depends on climate factors and that the classification of rivers into types and variants which are inchangeable is not appropriate. This is confirmed by several more studies in which the run-off of the same rivers is interpreted differently. Dukic D. (1995) in the paper about the time of the appearance of the extreme water levels mentioned the Binacka Morava River and its March maximum as the consequence of early thawing of snow, and then in the paper from 1970 he gave it pluvial-nival regime of the moderate-continental variant. He should have included it into Kosovo-Metohian variant instead of the aforementioned one because the previous one was described with the maximum in March-April, i.e. April-March, although in this concrete case it is March-February, with extremely weaker April. Also, he included the upper Ibar at Prelez to the same variant of rainy-snowy regime, but again the months do not match considering the fact that at this profile after the peak in April, the highest is May and not March. Dukic D. (1970) put the rivers Klina, the

Mirusa, the Topluga and the Sitnica with tributaries into Kosovo-Metohian variant, although the river Lab for example would rather belong to moderate-continental variant. The author also mentioned the Erenik River, singling it out from the rest of the rivers with the comment that was close to Mediterranean variant. It is not clear whether this is pluvial-nival or pluvial regime but according to the distribution of the maximal waters it can be seen that it is not appropriate for neither of them. Contrary to Dukic, Labus D. (1983) classified the Erenik and the Topluga into the rivers of pluvial-nival regime of moderate-Mediterranean variant, although the only thing they have in common is February maximum, and everything else is different (and according to the definition they cannot belong to this type). There is no matching for the Beli Drim between these two authors. According to Dukic (the period 1954-1966) this river in all its length belongs to the nival-pluvial regime of the Dinaric-Macedonian variant, and according to Labus (the period 1951-1975) it belongs to this variant only in the upper part of the drainage basin, up to the station Kpuz. Downstream, at the station Djonaj, it transfers into pluvial-nival regime of moderate-Mediterranean variant, and at the exit from country in Vrbnica it is even Kosovo-Metohian variant of the same regime.

The current approaches of the classification of the water regimes

The intention of the previous observations was not to repudiate the aforementioned researches, but to point at the need for finding more universal description of water regimes. That this is not only a local problem is confirmed by lot of authors around the world who have been trying for hundred years to solve this problem. Their views have started from the concept of general principle of discerning of rivers, based on the descriptive criteria, mostly of genetic share of feeding in global scope (Pardé M., 1933; Lvovich M., 1945, 1973; Beckinssale R.P., 1969; Haines A.T. et al, 1988), to those who do the same in regional level (Lvovich M., 1938; Zaikov B.D., 1944; Gottschalk L. et al., 1979; Gottschalk L., 1985; Krasovskaia I., Gottschalk L., 1992). What has been evident from the start is that river regimes are changeable category and this characteristic has both spatial and time dimension. It was written relatively little about the changeability of hydrometeorologic occurrences until the last decade of the previous century, so in that sense the same attention was paid to river regimes. However, unmemorable media euphoria about climate change, directed first at human activities and consequences which they would possibly have on the humanity, has started since then. In that sense one of the recognizable topics for analysis was river regime as well. Whole series of studies which were based on the influence of extreme climate changes on water resources, where conclusions went from moderate and mildly concerned, to those catastrophic ones (Arnell N.W. et al., 1990; Krasovskaia I., Gottschalk L., 1993,2002; Milly P.C. et al., 2005, итд.). The basic problem has remained – which criteria to use for classification of rivers, that is how to perform regionalization in which each hydrogram would undoubtedly find its place? Although there were lot of attempts, it seems that none of them have not been completely satisfying till now. The method which has been mostly mentioned, and it is based on the combination of qualitative and quantitative criteria, was introduced in 1995 as the synthesis of positive experience on hydrologic classification of Scandinavia and north-western Europe. (Krasovskaia I., 1995). The first classification was made for the periods of the year when the first, the second and the third maximum of run-off occurred (average monthly values of long-lasting period), and also two lowest monthly values. This kind of classification (for example for Scandinavia and high flows these are April-August, September-November and December-March, and for low flows January-April and May-December) should associate to some extent to prevalent type of river feeding (rain water, snow water, ice melted water, combinations). Further more, as the measure of the stability of occurrence of these average monthly run-offs the

probability of occurrence was derived from each individual year in succession. The sum of all probabilities of one hydrogram (3 max+2 min), expressed by so called indexes of instability, gave total span of the extremes in the scope of which some types of regime were defined. In that way the quantification of the stability of the river run-off was performed, based on the concept of entropy which is in some way regular rule of this process relevant for all climates.

The good thing about this model is the fact that it can be adapted to each territory, and the drawback is often unclear relation of the main sources of the river feeding inside the groups. All the same, it has been applied several times on the territory of Serbia as well. In the paper on the river regimes of Europe, Stanescu V. and Ungureanu V., (1997) encompassed in one region the drainage basin of the Beli Drim and Shara Mountain and presented it as hydrogram of the profile Kpuz on the Beli Drim. It was marked as the South zone of high altitude with rainy-snowy source of river feeding. According to them, the first and the second monthly maximum were related to the period of April-May, and the third for the period March-May. The first minimum was in August-September, the second in September-October, and the third was in August-October (the method was exceeded for one more minimum).

What cannot be seen from the paper is the exact period valid for discharges and which stations are taken in consideration to present this region. For this reason the shown hydrogram of the Beli Drim (Kpuz) differs from the one in the paper in the fact that it does not have emphasized February waters (they should be higher for 3 m³/s than March ones, or according to Parde's coefficient that relation is 1.38:1.24). The difference would have been even higher if instead of the station Kpuz this region was presented with Vrbnica station. This correction would not only expand the third maximum to the period February-May, but it would even point to the thing very interesting for Metohia- and that are high February waters caused by combination of rain and snow from the floor of the ravine. Taking into consideration that the shown region encompassed both the drainage basins from Prokletije and Shara, as well as the Erenik River, with hydrograms which did not fit into its model at all, it can be concluded that the authors did not pay much attention to all the complexity of this area. Less impreciseness has the Ibar River which was included to the drainage basin of the Zapadna Morava (maximums went in this order : the 3rd , the 5th , the 4th per station Gugaljski bridge) and the Binačka Morava and the Sitnica which were put in the region of the Juzna Morava (the 3rd , the 2nd , the 4th , and it should be for the Sitnica 2nd , 3rd , 4th). According to the authors all five types in Serbia belong to rainy-snowy regime. At the end, it remains unknown why is that only for the territory of the SR of Yugoslavia the indexes of entropy and stability were not shown from which it could be seen how high was the run-off variable per shown types of regime.

Still, in the paper on the regime types on the Balkans (BALWOIS Area), Stanescu cited the previous hydrologic regionalization of Serbia, but then with slightly modified methodology he gave the indexes of stability for each of selected periods of maximal and minimal waters (Stanescu V., 2004). For the Beli Drim Drainage basin, as a sample, again the station Kpuz was used, but in comparison to the previous study the periods of the most frequent third maximum (the fourth-the sixth), as well as the second (the seventh-the ninth) and the third minimum (the ninth-the tenth) were changed (then the period of monitoring was 40 years). According to his calculation, the rivers of this regime had stable run-offs in the months of the first and the second maximum, as well as the second and the third minimum, while the third maximum was described as relatively stable, and the first minimum as very stable. Similar modifications refer to the regions where the rivers upper Ibar (sample Leposavic), i.e. the rivers Sitnica and the Binačka Morava (Grdelica on the Juzna Morava) are. Although now the distribution of the run-offs on the monthly level corresponds to the period from this paper (1961-90.), it can be seen that certain regions in Serbia (therefore in

Kosovo and Metohia as well) do not show all the differences which appear inside themselves. This is a problem which has traced this method from the very beginning and it concerns the way of controlling of certain regions (“a stopping rule”). The question is how to reconcile the differences among the hydrograms of adjacent rivers (to unite them in one regime), that is to find the important criterion by which they would be discerned and to set limits between them. This is yet connected with the size of the territory and the density of the river profiles, and it concerns each type of the regionalization.

Kovacs P. made one more intent to define the regime types in the similar way in the Danube Drainage Basin (Kovacs P., 2006), which in Kosovo and Metohia excluded only drainage basins of the B. Drim and the Lepenac. The basic method remained the same (Krasovskaia I., 1995), only the correction of stability index and the selection of intra-annual periods of occurrence of the extreme monthly discharges were made (Novaky et al., 2001). This exact paper points at the difficulties which this procedure has met. Namely, on the area of 817 000 km² and with the limited number of hydrological stations (about 20 in Serbia) some applicable result cannot be expected at all. The author noted that as well, integrating all regimes of smaller drainage basins (especially mountainous) into regimes of those rivers to which they belong (mostly over 500 km²). Then the question arises: What is this analysis for? It can be used for the general review of the regimes of more important rivers, but for the local level – local conditions and higher number of stations have to be taken into consideration. For example, in order to get 8 main types, together with subtypes which were 17 different river regimes in the Danube Drainage Basin, the span of months for the adoption of extreme waters had to be extended to unreal limits. Therefore, for the occurrence of the second maximum in Serbia was accepted the period from December to June, and for the third maximum - the month with maximal waters even from November to June. In such conditions most part of Serbia (without the Drina River and the Kolubara River) was marked with same regime (4/a). So, the whole drainage basin of the Velika Morava River and East Serbia were one regime!

Stability of the river water regimes

Based on the aforementioned, it can be concluded that for the application of the mentioned methodology it is necessary first to select adequate territory, and then to adapt the procedures to the river regimes on that territory. It is obvious that analyzed papers which treated the area of Kosovo and Metohia cannot be good foundation for more detailed description and classification of water regimes, because they were not created to include all local conditions which cause the differences of the regimes. On the other hand, the attempt to adapt the same method to this territory would not have brought any results, because it is very small territory for its application. The whole Serbia would probably, or with some surroundings, be enough sample for affirmation of this method.

Therefore, contemporary procedures of the classification of the regimes are not adequate, they are too formalized and adapted to quantification, and the older ones, oriented to the origin of waters, are not satisfying because they lack numeral exactness. In such conditions there has not been any notion that this paper can bring something new. Its intention has been achieved by indication to all the problems which such research brings with itself, together with review and description of factors which were responsible for formation of average high flows in the period 1961-1990. Concerning this, it is also interesting to research the stability of monthly maximums and therefore support the analysis from the first part of the paper. After all, that procedure has been recommended by all authors, starting from Parde till today. The characteristic values of the frequency and the stability per three highest monthly maximums of the river discharges in Kosovo and Metohia would be presented in the table 3.

The table data are nicely illustrated and we get slightly different picture from that obtained by the analysis of hydrogram. We will point to some examples only. Although the maximum discharges of the river Sitnica occur in February, it is noticed that in relation to the next two maximums it has not got higher frequency, nor is its regime more stable then. The coefficient of variation (0.89) is significantly higher than in March (0.60) and in April (0.65), which means that individual variation (each year) is considerably higher than in relation to the monthly average. It further means the following: the instability of that period in the water feeding, high oscillations of the rainfall (rain), as well as the beginning of the snow thawing. For example, the average discharge for February was $24.5 \text{ m}^3/\text{s}$, and in the same month of the year 1963 it was $115 \text{ m}^3/\text{s}$! This rain wave caught entire Serbia and 2.5 times more rain fell on the drainage basin than usual (40:100 mm on the lower station). The rains moved snow and big floods came. If that had not happened and that average values of run-off had been then, the discharge in February in the whole period of 30 years would have been below March one exactly for that number for which is larger now (about $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$). And not just that, the variation coefficient would have decreased to the level of March and April.

Table 3. Some features of high flows of the rivers from Kosovo and Metohia

The Legend:

The first row: the first number presents the coefficient of variation (C_v); the number in brackets is the ordinal number of the maximal discharge (1 – the highest, 2 – the second, 3 – the third),

The second row: the number in percents is the probability for occurrence of the maximal monthly discharge in the next month; the number in brackets is the number of occurrence of the maximal monthly discharge during the period of 30 years (1961-90).

That indicates two things:

- That even mean values of several years cannot be taken for granted when drawing conclusions and in mutual comparison.
- Since the regime stability and maximum frequency during a month are very sensitive on such individual excesses, and they are important as descriptors of the occurrence, maybe these extremes(only with regimes) should be modified or even excluded (for example one or two maximums or as many minimums). This is because these are occasional processes and they can happen any month in a year, so there is no regularity in them.

When we talk about reliability of the appearance of high flows how can we explain for example that the month with the highest quantity of water on the Klina River occurs with the probability of only 50% in the period from February to April (the 1st, the 2nd and the 3rd maximum)? That means that in the period of 30 years even 15 years had the first peak in some other time. It is similar with the other rivers (except the mountainous ones). Outside of the periods of high flows (in fact in three months with the highest water quantity) there are approximately 10-12 years (out of 30) in which maximum discharges occur. The good side of these periods of high flows is that the variation coefficient is relatively small. Only in couple of cases (the Erenik, the Kriva River) they reach 1, and at the most stable months they are below 0.35 (the Beli Drim, the Decanska Bistrica).However, it should be said that these are periods in the year on all rivers with the lowest coefficient of variation, and that they are much higher in other periods of the year (the Erenik in September 1.67, the Plavska River in November is 2.05, etc).

The rivers of Shara and Prokletije mountains and their characteristics are also worth mentioning. Apart from the fact that in the period of high flows their coefficients of variation are the lowest, there is the highest probability for occurrence of maximal value of discharge then. At all shown rivers the number of years when the maximums occurred out of the period of April-June was very low, from 6 at the Prizrenska River to 2 at the Decanska

Bistrica. That only tells us about the stability of the regime and about the strong influence of nival component on them. Snow cover which was formed in high mountainous areas is very powerful and relatively independent from the rainy episodes which in the low drainage basins can disturb the regularity of high flows. The snow transfers into run-off gradually with the rise of the air temperature in spring, which is an occurrence of the global type and it is characterized with high stability. And not just that, the quantity of thawed snow from year to year is stable value, and this exactly shows small oscillations of average discharges (C_v).

Conclusion

According to the everything aforementioned, it can be concluded that the classification of the river water regimes cannot be taken for granted, using somebody else's methods and results, no matter whose authority, or using current tendencies and information technology. This is especially true if we see regime as one graphic representation depicted in hydrogram. The water regime should be analyzed as the occurrence changeable in space and time and like that it should be released from the schemes, and its dynamics should be used for the assessment of the future condition. Only in that sense would the solution be full, in the given moment, and it would be useful for the wide span of human activities, as well as for river ecosystems which depend on the regimes.

Even if we are not followers of the protectors of climate changes, at least not those which all the guilt pass only on man, we have to accept the fact that our region became unstable too, and therefore subjected to the changes in all the spheres of natural processes. And water regimes of the rivers are among the first to be hit by the changes.

References

See references on page 239

