

ГЕОГРАФСКИ ИНСТИТУТ „ЈОВАН ЦВИЈИЋ“  
СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ  
СРПСКО ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО

Јелена  
Ковачевић-Мајкић

# ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА РЕКЕ СКРАПЕЖ

Јелена Ковачевић-Мајкић

ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА  
РЕКЕ СКРАПЕЖ

Београд

2009

GEOGRAPHICAL INSTITUTE "JOVAN CVIJIĆ"  
SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS  
SERBIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

SPECIAL ISSUES  
No. 74

Jelena Kovačević-Majkić

HYDROGEOGRAPHIC STUDY OF THE SKRAPEŽ RIVER

**BELGRADE**  
**2009**

ГЕОГРАФСКИ ИНСТИТУТ „ЈОВАН ЦВИЈИЋ“  
СРПСКЕ АКАДЕМИЈЕ НАУКА И УМЕТНОСТИ

СРПСКО ГЕОГРАФСКО ДРУШТВО

ПОСЕБНА ИЗДАЊА

КЊИГА 74

Јелена Ковачевић-Мајкић

ХИДРОГЕОГРАФСКА СТУДИЈА  
РЕКЕ СКРАПЕЖ

**БЕОГРАД**  
**2009**

ИЗДАВАЧ PUBLISHER  
Географски институт „Јован Цвијић“ Geographical Institute “Jovan Cvijić”  
САНУ, Београд Serbian Academy of Sciences and Arts  
Српско географско друштво Serbian Geographical Society

Прихваћено на седници Accepted at the meeting of  
Редакционог одбора института the Editorial Board of the Institute  
25. јуна 2008. on June 25th, 2008

УРЕДНИК EDITOR  
др Милан Радовановић dr Milan Radovanović

РЕДАКЦИОНИ ОДБОР EDITORIAL BOARD  
Академик Никола Тасић Academician Nikola Tasić  
др Иван Б. Поповић dr Ivan B. Popović  
dr Vasile Surd dr Vasile Surd  
др Маријана Николова dr Mariana Nikolova  
др Рахман Нурковић dr Rahman Nurković  
др Никола Панов dr Nikola Panov  
dr Joao Fernando Pereira Gomes dr Joao Fernando Pereira Gomes  
др Мирчета Вемић dr Mirčeta Vemić  
др Жељко Бјељац dr Željko Bjeljac

РЕЦЕНЗЕНТИ REVIEWERS  
Проф. др Љиљана Гавриловић Prof. Ljiljana Gavrilović  
Проф. др Владан Дуцић Prof. Vladan Ducić  
Проф. др Јасмина Ђорђевић Prof. Jasmina Đorđević

ЛЕКТОР LANGUAGE EDITING  
др Рада Жугић dr Rada Žugić

ПРЕВОД НА ЕНГЛЕСКИ ЈЕЗИК ENGLISH TRANSLATIONS  
мр Јелена Ћалић Jelena Ćalić

КАРТОГРАФСКА ОБРАДА CARTOGRAPHIC PREPARE  
мр Јелана Ковачевић-Мајкић Jelana Kovačević-Majkić  
Драгољуб Штрбац Dragoljub Štrbac

ТЕХНИЧКА ПРИПРЕМА PRE-PRESS EDITING  
мр Јелана Ковачевић-Мајкић Jelana Kovačević-Majkić

ШТАМПАЊЕ ОВЕ ПУБЛИКАЦИЈЕ PRINTING OF THIS BOOK  
ОМОГУЋИЛО ЈЕ WAS FINANCED BY THE MINISTRY OF SCIENCE AND  
МИНИСТАРСТВО ЗА НАУКУ TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE REPUBLIC  
И ТЕХНОЛОШКИ РАЗВОЈ OF SERBIA

ТИРАЖ: 300 CIRCULATION: 300

ШТАМПА PRINTED BY  
Форма Б, Београд Forma B, Belgrade

*„Рјечица је слична мени, бујна и њлаха њонекад,  
а чешће њиха, нечујна. Криво ми је било кад су  
је зајалили исјод њекије и јарком најјерали  
да буде њослушна и корисна, да кроз бадањ  
њјера воденични њочак, а радовао се кад је,  
набујала, разрушила усјаву и њојекла слободно.  
А знао сам да само укроћена меље жијо.“*

*Меша Селимовић: „Дервиш и смрјо“*

## САДРЖАЈ

|  |    |
|--|----|
| УВОД .....   | 9  |
| МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА .....   | 10 |
| ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА .....                                   | 11 |
| ФИЗИЧКО-ГЕОГРАФСКЕ ОДЛИКЕ СЛИВА .....                            | 13 |
| ГЕОЛОШКИ САСТАВ .....  | 15 |
| ТЕКТОНСКИ ОДНОСИ У СЛИВУ .....                                   | 20 |
| ГЕОМОРФОЛОШКЕ ОДЛИКЕ СЛИВА .....                                 | 20 |
| Морфометријски показатељи слива .....                            | 30 |
| КЛИМА .....  | 32 |
| ПЕДОЛОШКИ САСТАВ СЛИВА .....                                     | 44 |
| БИОГЕОГРАФСКЕ ОДЛИКЕ СЛИВА .....                                 | 49 |
| ХИДРОЛОШКЕ ОДЛИКЕ РЕКЕ СКРАПЕЖ И ЊЕНОГ СЛИВА .....               | 51 |
| ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ И ИЗВОРИ .....                                     | 51 |
| Извори и врела .....   | 52 |
| ОПИС ВОДОТОКА .....  | 57 |
| МОРФОХИДРОГРАФСКИ ПОКАЗАТЕЉИ .....                               | 61 |
| ВОДНИ РЕЖИМ СКРАПЕЖА .....                                       | 62 |
| Водостај .....   | 64 |
| Протицај .....   | 67 |
| ВОДНИ РЕЖИМ ТОКОВА НА КОЈИМА НЕМА ХИДРОЛОШКИХ<br>ОСМАТРАЊА ..... | 72 |

|  |     |
|--|-----|
| РАНГИРАЊЕ ГОДИНА ПО ВОДНОСТИ .....               | 75  |
| ВЕЛИКЕ И МАЛЕ ВОДЕ .....                         | 79  |
| Велике воде .....                                | 84  |
| Мале воде .....                                  | 86  |
| ВОДНИ БИЛАНС .....                               | 89  |
| КВАЛИТЕТ ВОДЕ .....                              | 91  |
| ВОДОПРИВРЕДНИ ПРОБЛЕМИ У СЛИВУ .....             | 94  |
| ЕРОЗИЈА И БУЈИЧНИ ТОКОВИ .....                   | 94  |
| ПОПЛАВЕ .....                                    | 97  |
| ВОДОСНАБДЕВАЊЕ НАСЕЉА И ИНДУСТРИЈЕ .....         | 98  |
| НАВОДЊАВАЊЕ И ОДВОДЊАВАЊЕ .....                  | 102 |
| ПРЕДЛОЗИ ЗА РЕШЕЊЕ ВОДОПРИВРЕДНИХ ПРОБЛЕМА ..... | 102 |
| ЗАКЉУЧАК .....                                   | 107 |
| ЛИТЕРАТУРА .....                                 | 110 |
| ПРИЛОЗИ .....                                    | 117 |
| СПИСАК ТАБЕЛА .....                              | 124 |
| СПИСАК СЛИКА .....                               | 127 |
| SUMMARY .....                                    | 131 |



## УВОД

У данашње време извесне су две хидролошке чињенице: потребе за здравом и употребљивом водом су све веће и брдско-планинске области су основна изворишта водног потенцијала те врсте. Основни проблем је што управо у тим областима нису вршена хидролошка осматрања, односно нису вршена континуирано, тако да су воде у брдско-планинским областима недовољно изучене. Већина хидролога, који су се бавили овим проблемом, мишљења су да је једини исправан начин при проучавању кратких токова, малих, као и неизучених сливова, претходно проучавање природне средине, тј. потребно је узети у обзир више физичко-географских фактора тих сливова који су битни фактори отицаја.

Увезисатим, потребно је указати на нека општа својства слива, као што су морфометрија, геолошка, геоморфолошка, климатолошка, педолошка, вегетацијска својства итд. Кад је реч о водности неког слива најважније је анализирати количину воде која протиче реком, њен режим и водни биланс, уз указивање на могућа решења евентуалних водопривредних проблема.

Подаци о водности Скрапежа могу се добити на основу хидролошких мерења која се врше на две водомерне станице. Једна је у Косјерићу, а друга у Пожеги. У овом раду ће бити третирани проблеми везани за тренд смањивања количине воде у последњих двадесет година посматраног периода (1961 – 2000), неуједначеност протицаја, угроженост привреде у одређеним периодима, како од ниских, тако и од високих вода, што указује на бујичарски карактер тока. Такође, биће посебно наглашена могућност коришћења вода из до сада неизучених субсливова Скрапежа. Њиховим изучавањем и коришћењем, које подразумева ненарушавање квалитета воде, у великој мери би се могли решити проблеми водоснабдевања, наводњавања и ублажила бујичност токова. Све ове активности морају се одвијати одређеним редоследом и у складу са законима природе, као и других географских дисциплина, а све у циљу постизања оптималнијих, односно најбољих решења.

## ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Прва проучавања слива Скрапежа била су геолошка (Жујовић, 1893) и односила су се на шири простор. Касније су се геологијом овог краја бавили и М. Пашић, А. Грубић и Б. Марковић. Ј. Цвијић је обрађивао овај простор истражујући морфологију, литологију, структуру и друга својства површи Метаљке (Цвијић, 1921). Абразионе терасе пожешког језера, његове флукуације и ерозију у Пожешкој котлини проучавао је Б.Ж. Милојевић (Милојевић, 1951). С. Гаврилов је испитивао хидрогеолошки Таорско врело и могућност водоснабдевања Косјерића из овог врела (Мисаиловић, 1981).

Бројни научници бавили су се антропогеографским испитивањима овог краја, попут Љ. Павловића, Ј. Цвијића и Д. Лапчевића (Мисаиловић, 1981).

И. Мисаиловић (1981) је дао регионално-географску студију долине Скрапежа, којом су обухваћене све природне и друштвене одлике слива. Кад је реч о хидрографским својствима слива дат је детаљан преглед подземних вода, извора и врела, као и речне мреже. Такође је анализиран речни режим.

В. Ранитовић (1981) се бавила хидролошким одликама реке Скрапеж у периоду 1951-1975. У раду се говори о физичко-географским факторима водног режима (клима, рељеф, геолошки састав), морфометријским карактеристикама слива Скрапежа и његових већих притока, као и основним водопривредним проблемима у сливу.

Слив реке Градње, леве притоке Скрапежа, проучаван је у периоду од 1981-1989, када је РХМЗ поставио експерименталну водомерну станицу на ушћу реке. Такође су на неколико огледних мерних места праћена климатска својства. Хидрографско-морфолошка својства овог тока и слива дата су у елаборату РХМЗ-а (Група аутора, 1981).

## МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

За проучавање хидролошких одлика слива Скрапежа коришћен је низ научно-истраживачких метода, како кабинетских, тако и теренских.

Коришћена је доступна литература, подаци одговарајућих стручних служби (РХМЗ, Завод за статистику) и локалних институција (Србија воде - Ужице), као и одговарајуће карте (топографске, геолошке, педолошке, карте водних објеката).

За прорачун основних хидролошких и морфометријских карактеристика слива, њихов картографски приказ, као и картографски приказ свих осталих својстава слива (геолошких, педолошких, климатских) коришћене су картографско-графичке методе, односно аналитички и синтезни компјутерски програми (ГИС софтверски пакети *Microstation*, *Geomedia* и *Idrisi*). За ове потребе коришћене су топографске карте 1:50000 које обухватају слив Скрапежа, а то су лист Ваљево 3, Ваљево 4, Лазаревац 3, Ужице 2 и Чачак 2, основне геолошке карте 1:100000 (листови Ваљево, Горњи Милановац, Ужице и Чачак), педолошке карте 1:50000 (листови Крупањ 4, Ваљево 3, Вардиште 2, Ужице 1 и Ужице 2), карте водних објеката 1:50000 (лист Ваљево 3, Ваљево 4, Лазаревац 3, Ужице 2 и Чачак 2). Све карте су коришћене као основе на тај начин што су скениране, потом геореференциране\* и затим су дигитализовани поједини елементи са карата, што је уз помоћ алата ових програмских пакета омогућило добијање жељених података о поменутиим карактеристикама слива. Ови програми су коришћени и за уношење нових тематских садржаја. Такође су послужили за креирање географског информационог система (ГИС), који има одлике хидролошког информационог система (ХИС). Уз помоћ поменутих програмских пакета омогућена је примена векторског и растрерског ГИС-а.

Обрађени хидрографско-морфолошки подаци приказани су табеларно и у виду картографских приказа, графикона и шема. За обраду података коришћене су аналитичке (математичко-статистичке) и синтезне методе, као и метод компарације.

Теренска истраживања су обављена у неколико наврата. Она су обухватила снимање терена и утврђивање његових карактеристика, посебно са аспекта пошумљености и ерозијом захваћених површина.

---

\* смештене у одговарајући координатни систем

Том приликом су мерени протицаји Скрапежа и његових притока на одређеним профилима. Подаци добијени на терну су упоређени са подацима које објављује РХМЗ и са онима добијеним применом математичко-статистичких метода за прорачун протицаја на оним токовима где нема хидролошких мерења. Такође је мерена издашност појединих извора (волуметријски метод) и ти подаци су упоређивани са подацима о издашности тих извора са карата водних објеката. Направљене су и фотографије одређених локација у сливу.

## ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ СЛИВА

Слив Скрапежа налази се у западној Србији, тачније припада микрорегији Српска Црна Гора у оквиру Западног Поморавља. Простире се између  $43^{\circ}49'08''$  и  $44^{\circ}08'29''$  N и  $19^{\circ}43'02''$  и  $20^{\circ}06'58''$  E (слика 1), на површини од  $647.65 \text{ km}^2$ .



Сл. 1. Положај слива реке Скрапеж у Србији

Fig. 1. Geographic position of the Skrapež River basin in Serbia

Са севера га од слива Колубаре одвајају Маљен (1102 m) и Повлен, испод чијег се врха (1347 m) на надморској висини 1100 m налази неколико изворишних кракова Скрапежа. Границу слива према западу чини развође са Рогачицом, пиратерисаном притоком Дрине, а према југозападу Јелова Гора (1011 m). На југу је од Ћетиње одвојен косом (651 m), која се благо увлачи у Пожешку котлину, а на истоку границу слива представља развође према Каменици и другим непосредним притокама Западне Мораве у Овчарско-кабларској клисури. Слив углавном заузима правац северозапад-југоисток, што је последица тектонске активности (правац пружања Динарида). Аналогно томе, а као последица блоковске структуре овај правац делимично следе и токови, али делимично и пресецају основне морфоструктурне облике заузимајући меридијански правац.

Хидрогеографске карактеристике Скрапежа нису повољне. У Западну Мораву уноси  $4.73 \text{ m}^3/\text{s}$  воде, што је 4% воде њеног протицаја код Сталаћа, а његов слив чини 4.09% површине слива Западне Мораве. Према издашности слива, са  $7.51 \text{ l/s/km}^2$ , сиромашнији је од Моравице ( $12.8 \text{ l/s/km}^2$ ), Ћетиње ( $9.76 \text{ l/s/km}^2$ ), Каменице ( $10.77 \text{ l/s/km}^2$ ), Граца ( $17.57 \text{ l/s/km}^2$ ), Ибра ( $8.44 \text{ l/s/km}^2$ ). Једино је у сливу Колубаре специфичан отицај мањи од специфичног отицаја Скрапежа и износи  $6.5 \text{ l/s/km}^2$ \*

---

\* Подаци за наведене упоредне станице преузети су из радова Н. Живковића (1995), М. Оцокољића (1993/1994) и М. Урошева (2007).

## ФИЗИЧКО-ГЕОГРАФСKE ОДЛИКЕ СЛИВА

Физичко-географске одлике слива су уједно битни фактори отицаја и у том смислу ће бити обрађени геолошки састав слива, тектонски односи у сливу, геоморфолошке одлике слива са морфометријом, климатске одлике слива, педолошки састав, као и биогеографске одлике слива. Пошто су хидролошке одлике слива предмет проучавања у овом раду, оне ће бити обрађене у посебном поглављу.

### ГЕОЛОШКИ САСТАВ

Геолошки састав слива Скрапежа представљају стене различите по постанку и старости. Најраспрострањеније су метаморфне стене које изграђују готово целу десну страну слива (слив Лужнице и Сеча реке) и у доњем делу прелазе и на леву страну. Реч је о кристаластим шкриљцима палеозојске старости, који највећу моћност имају на Јеловој гори. Представљени су аргилошистима, пешчарима, филитима и конгломератима са прослојцима и мањим сочивима кречњака, такође, палеозојске старости (мермерни кречњаци). Метаморфити у виду серпентинита заступљени су у северном и изворишном делу слива. Ту се јављају заједно са перидотитима, који се простиру и у североисточном делу слива (Маљен, Радановачки ридови).

Од магматита је најзаступљенији перидотит, који се простира у северозападном делу слива и уоквирује ражанско-скакавачки басен. Најчешће се јавља са серпентинитом у којој прелази у процесу метаморфозе. Перидотити Маљена су створени истовремено са перидотитима Златибора. У изворишном делу Кладорубе, тачније Ражанске реке, јављају се габрови.

Кречњаци се јављају у северном и северозападном делу слива у виду уске зоне између поменутих серпентинита на северу и шкриљаца на западу и југу, као и са десне стране Ражанске реке. То су тријаски кречњаци. Јурски су распрострањени у источном делу слива, на јужним падинама Повлена, у изворишном делу Скрапежа и северозападном развођу. Кредни кречњаци су такође заступљени у изворишном делу Скрапежа. Они се пружају континуирано дуж десне стране тока до Косјерићког басена (средњи део слива) и даље до Каленића са обе стране Литице. Интересантно је да се у самом изворишном делу Скрапежа, где се јавља велики број извора, налази „троећа тријаских, јурских и кредних кречњака“ (Мисаиловић, 1981). Кречњаци изграђују и Субјел и источне



Неогени седименти (пескови, глине, лапорци, пешчари), који су наталожени за време језерске фазе, очувани су у мањим удубљењима, насталим тектонским покретима у постјезерској фази. Такви басени су ражански, скакавачки, косјерићки, жежевачко-добрињски и лужничко-пожешки.

Квартарне насlage чине бигар, кречњачке брече и алувијални нанос Скрапежа и његових притока по дну поменутих басена. Најмоћније бигрене насlage се налазе код Таорског врела (слика 3).



Сл. 3. Експлоатација биџра код Таорског врела (фото: Ј. Ковачевић)  
Fig. 3. Tufa exploitation near the spring Taorsko vrelo (photo: J. Kovačević)

Ако се говори о заступљености геолошких формација, најзаступљенији су шкриљци (45%), затим дијабаз-ројнаци (8%), серпентинити (10%) и алувијални наноси (10%). Карбонати, флиш, пелити и магматске дубинске стене су мање заступљене (Група аутора, 1965).

Уз серпентините и перидотите јављају се талк и хлориди који условљавају мању чврстину стена, те је на таквим местима изражена ерозија. На основу њиховог присуства одређује се интензитет ерозије. Када је реч о дијабаз-ројнацима, распадом серпентинита, такође, настају скелетна и скелетоидна земљишта, која имају велику водопропустљивост.

Геолошки састав је битан фактор отицаја. Утиче на морфо-хидрографске показатеље слива и значајан је за анализу водног биланса, режима наноса и односа између падавина и отицаја. Порозније стене омогућавају да се ублаже екстремни отицаји, на тај начин што се повећава подземни отицај. У том смислу прихваћена је приложена класификација, јер су стене груписане тако да се слично понашају према отицају.

Таб. 1. Геолошки састав слива Скрапежа\*

Tab. 1. Geological structure of the Skrapež River basin

| Група  | Тип стене                          | F (km <sup>2</sup> ) | F (%)  |
|--------|------------------------------------|----------------------|--------|
| I      | Неконсолидовани седименти квартара | 41.76                | 6.45   |
| II     | Терцијарне стене и седименти       | 173.60               | 26.80  |
| III    | Карбонатне стене                   | 79.22                | 12.23  |
| IV     | Кластичне стене                    | 41.10                | 6.35   |
| V      | Метаморфити                        | 213.56               | 32.97  |
| VI     | Магматити                          | 98.41                | 15.20  |
| Укупно |                                    | 647.65               | 100.00 |

Највећи део слива, и то превасходно десну страну, чине метаморфити палеозојске старости - шкриљци и пешчари (табела 1). У метаморфите су убројани и мермерни кречњаци, који се највише јављају у северозападним деловима слива. Ови мермерни кречњаци су уклопљени у околне шкриљце и пешчаре и припадају типу „појасног карста“, чији је обим знатно већи од површине (Lauritzen, 2001). Убројани су у групу метаморфита, јер се у односу на отицај понашају као компактне стене. Водотоци који долазе са водонепропусних стена по мермерним кречњацима, такође, теку површински, јер носе довољну количину воде која може да савлада карстни простор.

Таб. 2. Гусџина речне мреже D (km/ km<sup>2</sup>)Tab. 2. River net density (km/ km<sup>2</sup>)

| Слив            | D    | Преовлађујуће стене     |
|-----------------|------|-------------------------|
| Лужница         | 1.31 | метаморфити             |
| Гостиничка река | 1.30 | метаморфити             |
| Градња          | 1.24 | серпентинити            |
| Ражанска река   | 0.99 | серпентинити            |
| Кладоруба       | 0.96 | серпентинити и дијабази |
| Мионичка река   | 0.87 | дијабази                |
| Добрињска река  | 0.87 | кречњак                 |
| Сеча река       | 0.79 | метаморфити             |
| Полошница       | 0.71 | метаморфити             |

\* До података о заступљености и распореду геолошких формација у сливу Скрапежа дошло се дигитализацијом основне геолошке карте 1:100000 (листови Ваљево, Ужице, Чачак и Горњи Милановац) и на основу класификације стена по генези и старости (Живковић, 1995).

Уколико се упореде геолошка карта и подаци о густини речне мреже, може се потврдити правило о већој густини речне мреже, односно о већем површинском отицају, на теренима са мање пропусном подлогом. О томе сведочи река Лужница, која се према густини речне мреже налази на првом месту и износи  $1.31 \text{ km/km}^2$ . У табели 2 су дате густине речних мрежа у субсливовима и доминантне стене у њима. Тако су у североисточном делу слива заступљени дијабази и серпентинити. Они су везани за тектонску активност, тј. за издизање Динарида и појаву раседа за време јуре. У сливовима Ражанске и Мионичке реке доминирају метаморфити, тачније серпентинити и перидотити. Јављају се и формације горње креде, турона и сенона. Ово је део слива где се јавља велики број сталних токова и извора, те је овде велика густина речне мреже.

У изворишним деловима Скрапежа и дуж његовог горњег и средњег тока простиру се кречњачке творевине тријаске и горњокредне старости. Усеченост ових делова тока у кречњаке, за разлику од доњег дела који је усечен у језерске седименте миоцене старости (конгломерати, шљунак) и сопствени алувијум, требало би да доведе до стабилнијег протицаја у Косјерићу у односу на Пожегу. Иако се и код Косјерића јавља алувијум (песак, глина, шљунак), горњи и средњи ток се на неколико места епигенетски усецају у кречњачку масу (Ршумовић, 1980), што би за последицу требало да има уједначенији протицај. У најисточнијим деловима слива заступљени су пелити и дијабаз-рожначке формације, затим флиш и његове творевине. Лева притока Скрапежа, низводно од Добрињске реке усечене су у језерске седименте.

У неогеним басенима регистровано је присуство цементног лапорца. Резерве на локацији „Галовићи“ процењене су на око 20 милиона t. На истој локацији резерве глине процењене су на преко 3 милиона t, кварцног песка око 2.5 милиона t, као и конгломератичних кречњака (Павловић, 1997). Наталожени седименти у језерским басенима имају привредно-економски значај (магнезит у Ражани, цемент у Косјерићу, бакар и лапорци у Радановцима). Експлоатација и обрада цементног лапорца, глине, кварцног песка, конгломератичног кречњака и украсног камена захтевају употребу воде. У том смислу, неопходно је утицати на сталност протицаја и обезбедити довољне количине воде. Неопходно је спречити појаву ерозивних процеса и денудације, уредити бујичне токове, што се најпре може учинити пошумљавањем. Други корак у регулисању протицаја била би евентуална изградња мањих водних акумулација.

## ТЕКТОНСКИ ОДНОСИ У СЛИВУ

У тектонском погледу, слив Скрапежа припада офиолитској зони унутрашњих Динарида. Утоку херцинске орогенезе почело је првонабирање и поремећаји шкриљаца и затим тријаска трансгресија. Десна страна слива Скрапежа представља палеозојско језгро антиклинале која је разломљена и испресецана бројним раседима и пукотинама. Ова антиклинала има своје секундарне антиклиналне наборе. Тектонски процеси су праћени изливањем лаве која је представљена перидотитско-серпентинитским масивима Маљена и Букова. Било их је и више, али су у каснијим фазама (мезозоик) потонуле и нема их на површини. Тријаских кречњака има мало из истих разлога, тј. због изливања дијабаза и других еруптива преко њих. Следе орогени покрети и изливање габрова и дијабаза, затим јурска трансгресија, нови тектонски покрети и потом кредна трансгресија. У првим епохама кенозоика у новим тектонским покретима (алпска орогенеза) долази до налегања Маљена и Букова преко мезозојских формација и стварања набора и краљушти у тријаским и кредним седиментима, као и до мањих раседа управних на динарски правац. У савској фази алпске орогенезе долази до стварања четири паралелна раседна система динарског правца пружања – ражанско-скакавачки, скрапешки, добрињски и лужнички, који су се спустили и дуж којих су створени истоимени басени. У те спуштене басене продрло је неогено језеро, које се простирало до Букова и Маљена, Јелове горе, Благаје и Голупца, Овчара и Каблара. Ту су таложени седименти, који су местимично поремећени каснијим фазама алпске орогенезе, за коју неки аутори мисле да још увек траје. Доказ за то је чињеница да се басени још увек спуштају, а пречаге између њих уздижу. Тектонских покрета је било и у постјезерској фази, о чему говори податак да се седименти добрињског басена и раседи налазе на његовом ободу. О томе сведоче и еруптиви на источној страни Субјела, као и шаријаже. У пиринејској фази алпске орогенезе дошло је до формирања краљушти и поремећаја радијалног типа. Тектонски покрети су условили формирање речне мреже, основну морфологију и правац пружања слива (Брковић и остали, 1978), (Мојсиловић и остали, 1975).

## ГЕОМОРФОЛОШКЕ ОДЛИКЕ СЛИВА

Обликовање рељефа слива Скрапежа је полигенетско. Слив Скрапежа, односно његова морфологија, правац пружања и облик речне

мреже, условљени су тектонским покретима и деловањем ерозивних и акумулативних процеса, од којих су највеће дејство имале флувијална и крашка ерозија и акумулација, као и абразија, док је данас доминантна денудација.

Тектонски покрети условили су издвајање три основне котлине у сливу (Ражанско-скакавичка, Косјерићко-добрињска и Пожешко-лужничка), као и антиклиналне пречаге између њих (ридовско-субјелска и црнокосо-лоретска), које су динарског правца пружања. Ражанско-скакавичка котлина се налази у јужној подгорини Маљена и Букова. Њоме теку Стојићка, Ражанска и Мионичка река. Косјерићко-добрињска или Косјерићко-јежевачко-добрињска котлина (слика 4) налази се у централном делу слива. Њоме тече Скрапеж и Добрињска река, које близу ушћа теку меридијанским правцем и пробијају пречагу између ове и Пожешко-лужничке котлине, која обухвата део Пожешке котлине и долину Лужнице. Котлине и већина токова имају такође динарски правац пружања. Поједини токови делимично пресецају пречаге и имају меридијански правац пружања. По ободу слива се налазе антиклинале Јелове Горе на западу и Повлена, Букова и Маљена на северу.



Сл 4. Косјерићка котлина и насеље Косјерић (фото: М. Миливојевић)  
Fig. 4. Kosjerić valley and the settlement Kosjerić (photo: M. Milivojević)

На модификовање ових крупних морфолошких облика утицали су ерозивни процеси. Од ерозивних облика најчешће се јављају флувијалне и ерозивне површи, подови и терасе. Абразионе површи су настале трансгресијама и регресијама неогеног језера које није било у директној вези са Панонским језером, већ са језером у Чачанско-краљевачкој котлини (Ршумовић, 1980).

Површ од 1000-1100 m је разбијена и простира се само по ободним деловима слива на развођима према Ћетињи, Рогачици, Јабланици и Грацу. Најбоље је очувана на Јеловој Гори, где је усечена у шкриљцима. У изворишном делу Скрапежа, ова површ је очувана између Малог Повлена и Лисине и постепено се спушта ка југу и југоистоку, где је налазимо на Таванима, Анатеми, до превоја и одсека на Буковима. Поменута површ се налази и на североисточном делу слива: источним Буковима и западном делу Дивчибара. Како је усечена у серпентинитима, то је знатан интензитет ерозије, па је њена очуваност површи мала. Крак површи је очуван и на Козомору.

Површи од 900-950 m сумање очуване на Јеловој Гори, у изворишном делу Скрапежа, у Маковишту (Гредина) и на Буковима и Дивчибарама. У овој последњој области, површ је услед јаке ерозије и изворишних кракова Стојићке и Ражанске реке очувана на малом простору. Површи од 1000-1100 и 900-950 m су по постанку флувио-денудационе, јер се налазе изнад некадашњег неогеног језера, тј. створене су за време језерске фазе и стварале су их тадашње притоке језера.

Пречага Ридови-Субјел има карактер површи од 800 m која је разломљена раседима код Виса и дуж Мионичке реке. Једино са јужне стране Субјел није засечен језерском фазом.

Пречага Лорет (841 m)-Црнокоса (809 m) је део веће површи која се даље пружа ка Овчарско-кабларској клисури. Ка Црнокоси је деформисана ерозијом притока Скрапежа и губи висину, док њен крак ка северу повећава висину и чини развође ка Каменици на истоку.

Површ од 700-740 m је нижа језерска површ. Очувана је у Сеча Реци и Радановцима, као и на северном и источном ободу ражанско-мионичког басена. Део Црнокосе на развођу Скрапежа и Лужнице засечен је овим нивоом.

По отицању неогеног језера дошло је до усецања речних токова који су се прво усецали у неогене седименте, а затим епигенетски у тврђу подлогу. Тако су настале бројне епигеније Скрапежа (у Дивчевићима испод Црнокосе југоисточно од Косјерића, пробој пречаге Скрапежа и Добрињске реке, Главица у горњем току Скрапежа), Сеча реке пред ушћем у Скрапеж (Кузмански вис), Поповице – притоке Мионичке реке, Ђуровске реке и Полошнице.

Претходно поменуте површи усецале су се у ободне делове слива и пречаге унутар слива. Такође постоје ниже површи у оквиру слива, усечене у котлине које су ниже, мање поремећене, млађе и имају већи континуитет. Најмање су очуване у источном делу слива, тј. у Добрињској

котлини, услед јаке ерозије. Ове површи се налазе на 600-640, 500-540 и 400-420 m (Ршумовић, 1980). Прва се запажа у све три котлине, друга се боље одржала у Пожешко-лужничкој него у Косјерићко-добрињској, док се трећа јавља само у Пожешко-лужничкој котлини.

Речне терасе релативних висина од 90, 60, 40, 30 и 10 m могу да се прате од Годљева па низводно целим током Скрапежа.

Највећа узвишења у сливу Скрапежа јављају се у северозападном делу, тј. у изворишном делу слива (Повлен, 1347 m), као и дуж развођа према истоку (Букови 936 m – изворишни део Ражанске реке, Дивчибаре 1048 m – зараван уметнута између Ваљевских планина са плитком и широком долинском мрежом) и према југоистоку (Јелова гора – Ђаков камен, 1011 m), која је део старе флувио-денудационе платформе, са које се разилазе изворишни краци Тмуше и Лужнице. На њој се налази велики број извора.

Сем поменутих узвишења, у сливу Скрапежа налазе се и друга мања узвишења, која су делови раније поменутих пречага између котлина. Козомор (1007 m) између Ражанске и Росићке котлине представља део масива Букова. Доста је огољен. Црнокоса (809 m) представља развође између Скрапежа и Лужнице, има динарски правац пружања и испресецана је са више раседа. Богата је изворима и водотоцима. Падине Црнокосе према Скрапежу су стрме, док су према Лужници благо нагнуте. Дрмановина (Град, 1022 m) је део флувијалне површи од 1100 m. То је део мачкатске површи, тј. површи Метаљке, по Цвијићу (1921). Богата је шумама и изворима. Субјел (924 m) је кречњачко узвишење које се налази у источном делу слива.

Између поменутих узвишења налазе се речне долине предиспониране раседима и правцем пружања планинских система.

Доминантан облик и централно место представља долина Скрапежа, која заузима северозападно-југоисточни (динарски) правац пружања, тј. паралелна је са планинским венцима и следи раседе или је паралелна са њима (Ршумовић, 1980). Изворишна челенка Скрапежа има амфитеатрални облик и налази се на јужним падинама Повлена. Облик долине и његове промене зависе од геолошког састава. Смењују се благе стране са клисурастим деловима.

У горњем току, под називом Рјечица, Скрапеж тече уском долином. Речно корито је несаглашено са стрмим странама. На 2.65 km Скрапеж улази у клисуру на чијем се почетку налази понор у који Скрапеж потпуно понире за време летњих суша. После ове клисуре Скрапеж прима неколико мањих притока, наилази на серпентините и има нешто ширу долину, а затим у Доњем Таору опет пролази кроз кречњаке. Низводно од овог дела Скрапеж поново пролази кроз серпентинитски део и то представља

најогољенији део слива, где се услед велике ерозије и у самом речном кориту налази велика количина наносног материјала. После овог дела Скрапеж прави лакат – долински меандар, након чега улази у годљевачко проширење (део косјерићког проширења), где на појединим местима ширина долине достиже око 1 km. На ушћу Сеча реке Скрапеж је усекао ивичну епигенију (сутеску) у кречњацима. Затим улази у косјерићки басен, где има највећу ширину долинског дна у горњем делу слива – преко 1000 m (Павловић, 1997). Следећи расед и контакт неогених седимента и кречњака, Скрапеж тече западном страном котлине. Томе је разлог и велика лева притока Кладоруба\*, која је померила ток Скрапежа ка западу. По напуштању Косјерићке котлине, долина Скрапежа је уска и дубока, усечена у кречњацима и пробија се кроз неколико теснаца, а највеће сужење је клисура Литице дугачка око 5 km. Ширина долине је на појединим местима једнака ширини речног корита. У том делу Скрапеж прима притоке са обе стране. Оне такође имају епигенетски усечене делове. Од ушћа Градње до ушћа Добрињске реке, Скрапеж има ширу долину са стрмим странама и усечен је у шкриљце. После отањског сужења долина му постаје широка, улази у Пожешку котлину и меандрира по сопственим наносима. Речно корито му је ту на појединим местима широко око 100 m.

Прва значајна притока Скрапежа је Сеча река, која му у Косјерићкој котлини притиче са десне стране и она је његова највећа притока. Сеча река извире испод Церја (913 m) и Јакља (793 m). Усечена је у кристаласте шкриљце, а пред ушћем у Скрапеж у кречњацима је пробила ивичну епигенију код Кузманског виса.

Долина Кладорубе се развила у вододрживим стенама. Знатној ерозији у сливу доприноси, сем подлоге подложне распадању, и заобљен изглед слива, који омогућава брже и неравномерније отицање, те појаву бујичних поплава. Кладоруба настаје спајањем Ражанске и Стојићке реке, које извиру испод Букова, односно Дреновачког кика. Са леве стране прима Мионичку реку, која извире испод Субјела, пролази кроз Скакавачку котлину и пре уласка у Косјерићку котлину пробија серпентинитску греду. У сливу Мионичке реке интересантна је појава водопада на ушћу Лукиног и Ивановића потока. Водопади су настали на контакту отпорнијег перидотита

---

\* Река Кладоруба се у литератури и на картама често среће под називом Кладороба. Разлог што се у овом тексту користи назив Кладоруба је етимолошки. Због серпентинитске подлоге и огољених површина у сливу Кладорубе је значајна речна ерозија. Назив Кладоруба потиче отуда што за време високих вода она „рубља кладе“, тј. подлокава своје обале и са собом односи читава стабла. Такође М. Милићевић 1876. године у делу „Кнежевина Србија“ наводи да се у Скрапеж између осталих улива и речица Кладоруба.

и серпентинита и мање отпорног магнезита. Ражанска и Мионичка река су непосредно пре свог ушћа усекле долинске меандре у серпентините. Имају епигенетски карактер, јер су те серпентинитске греде откривене тек по спирању неогених седимената. На свом путу Кладоруба протиче кроз три клисураста сужења пре него што уђе у Косјерићку котлину. Са десне стране Кладоруба у Косјерићкој котлини прима Дубницу, чија је долина усечена у неогене седименте. Слив Кладорубе је веома рашчлањен услед бројних притока, које су се усекле у слабоотпорну подлогу.

Леву страну долине Скрапежа чине субсливови Градње и Добрињске реке. Добрињска река извире испод Матијевића брда. Ток углавном има правац управан на динарски. У доњем делу тока, река тече кроз Добрињску котлину, где се усеца у властити нанос. После просецања кречњачке пречаге Добрињска река прима Мађерску реку и тече паралелно са Скрапежом све до ушћа, где заједно пробијају пречагу Црнокоса – Лорет.

Слив Лужнице је највећи субслив Скрапежа. Развио се у кристаластим шкриљцима и има динарски правац пружања. Лужница извире на источним падинама Јелове Горе и до ушћа прима велики број токова подједнако, са обе стране.

Крашки рељеф не заузима знатно пространство у сливу Скрапежа. Кречњачки терени се налазе у горњем и средњем делу слива и простиру се у уским зонама између кристаластих шкриљаца на југозападу и магматита на североистоку. У средњем делу тока кречњаци су прекривени неогеним наносима, па је крашки процес заустављен. Прекривени су вегетацијом, док су само оштре главице и одсеци голи. Од крашких облика рељефа јављају се вртаче (зараван Делићи и Маковиште, где густина вртача износи 10 по  $\text{km}^2$ , ширине од 20-50 m, па чак и 100 m, а дубина 5-10, а понекад и 20 m), понори, звекаре, крашке долине и пећине у подножју одсека. У средњем делу слива крашки облици рељефа нису бројни, јер је кречњачка партија уска 2-8 km, те није било простора за њихов развој (Мисаиловић, 1981). Пећине се јављају изнад речног корита Градње, чија је долина у доњем току кањонског облика. То је омогућило спуштање доње ерозивне базе и развој подземних крашких облика.

Највећа пећина у сливу Скрапежа је она из које избија Таорско врело. Кречњачки терени су значајни зато што представљају богат резервоар подземне воде. У том смислу најзначајније је Таорско врело, које настаје на контакту кречњака и вододрживих стена у северозападном делу слива. Амфитеатрално удубљење је изграђено од кречњака, док је обод сачињен од серпентинита и перидотита. Кречњачки одсек (слика 5) је испресецањ дијаклазама. Вода се појављује из једне од дијаклаза, па пећина има отвор

висок 5.5 m, а широк 2.5 m на дну и 0.5 m на врху. Од улаза се простире канал дужине 27 m, којим се долази до сифона (Мисаиловић, 1981). У каналу нема пећинског накита, али има обурваног стенског материјала. Испред пећине су моћне наслаге бигра, које се завршавају одсеком високим 10 m. Изворишни облук представља пример селективне ерозије, а бигрене наслаге пример селективне акумулације. Бигрени одсек чини десну обалу Скрапежа. Његовом експлоатацијом нарушен је природни амбијент Таорског врела. Значај овог извора је у томе што је каптиран и служи за водоснабдевање Косјерића.



Сл 5. Кречњачки одсек код Таорској врела и наслаге биџра (фото: М. Миливојевић)  
Fig. 5. Limestone escarpment near the spring Taorsko vrelo and tufa sediments (photo: M. Milivojević)



Сл. 6. Ерозија на Радановачким ридовима (фото Ј.Ковачевић)  
Fig. 6. Erosion on the locality Radanovački ridovi (photo: J. Kovačević)

У целом сливу Скрапежа присутни су денудациони облици рељефа. На серпентинитској подлози на Радановачким ридовима и Козомору јављају се јаруге, „bad lands“ (слика б), суве долине, а на долинским странама и ободима котлина са глиновитом подлогом присутна су клизишта. Денудациони процеси су појачани уништавањем вегетације, превасходно шума.

Крупне облике рељефа, антиклинале по ободу слива и пречаге унутар њега, као и раседе, створили су тектонски покрети, који су се дешавали у току бројних орогенеза од палеозоика до данас. Дејством флувијалне ерозије створене су данашње речне долине. Истовремено се развијао и крашки процес. Данас су осим флувијалне и крашке ерозије и акумулације, доминантни денудациони процеси.

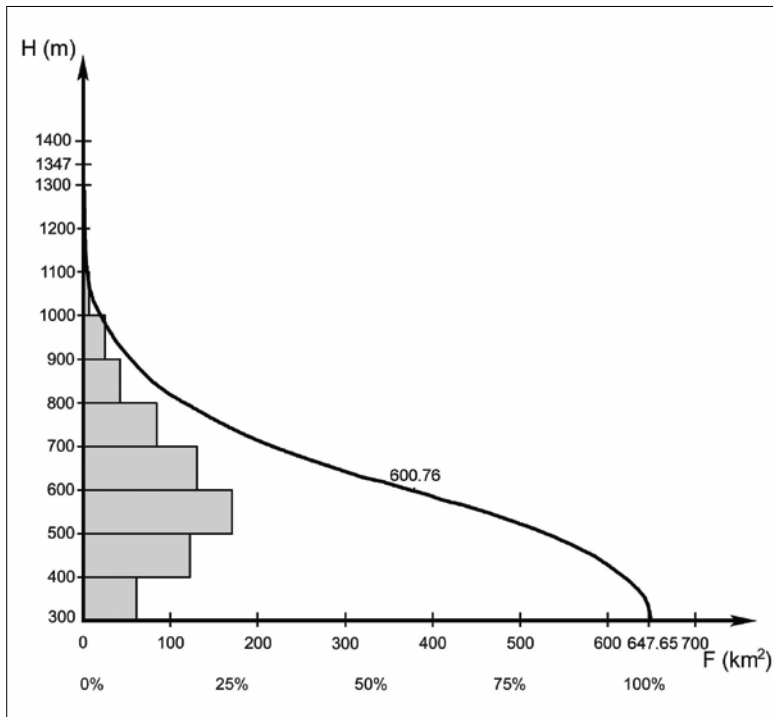
Дигитализовањем сваке 100-те изохипсе и вододелнице Скрапежа добијене су површине висинских зона у сливу Скрапежа које су приказане у табели 3.

Таб. 3. Висинске зоне у сливу Скрапежа

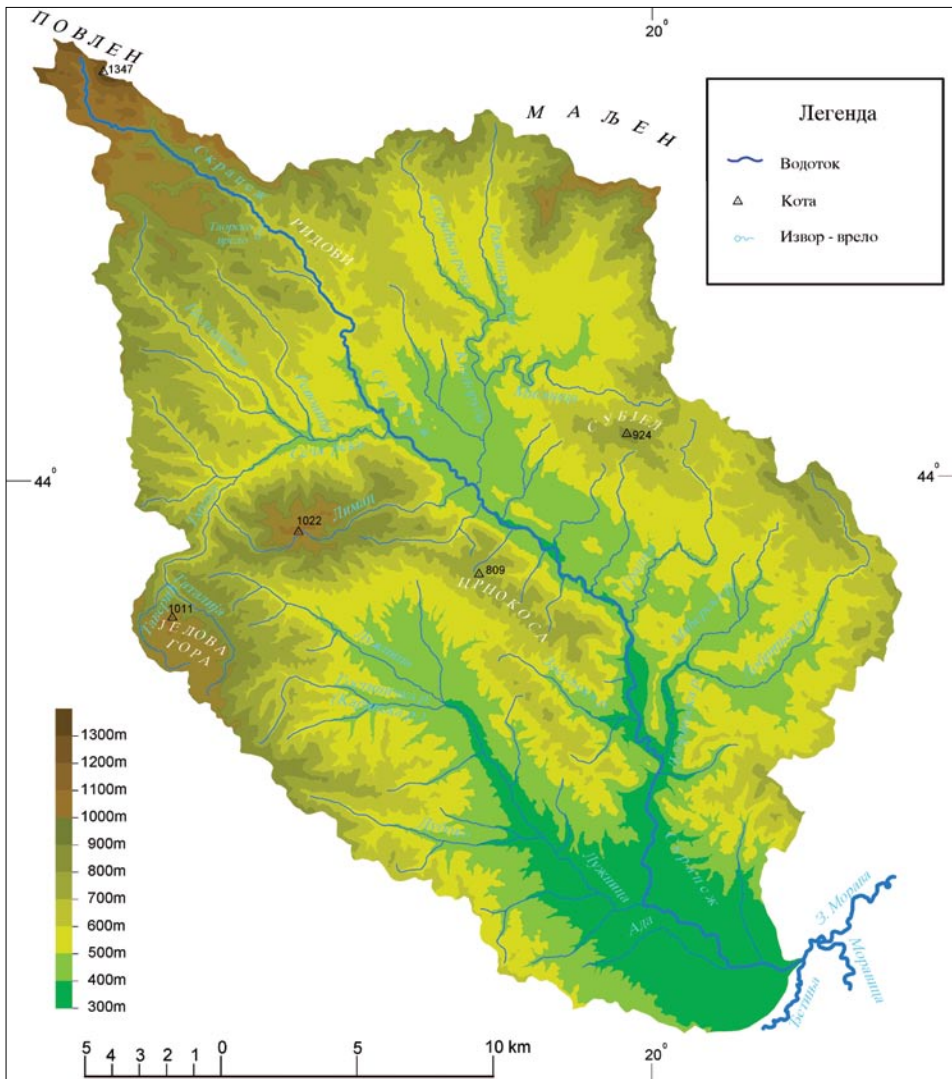
Tab 3. Hypsometric zones in the Skrapež River basin

| H (m)     | F (km <sup>2</sup> ) | %      |
|-----------|----------------------|--------|
| >1300     | 0.10                 | 0.02   |
| 1200-1300 | 0.93                 | 0.14   |
| 1100-1200 | 2.91                 | 0.45   |
| 1000-1100 | 6.57                 | 1.01   |
| 900-1000  | 24.43                | 3.77   |
| 800-900   | 42.07                | 6.50   |
| 700-800   | 84.62                | 13.07  |
| 600-700   | 129.11               | 19.94  |
| 500-600   | 171.26               | 26.44  |
| 400-500   | 123.97               | 19.14  |
| <400      | 61.68                | 9.52   |
| Укупно    | 647.65               | 100.00 |

Око 65 % слива Скрапежа се налази између 400 и 700 m н.в., од чега се највећи део површине слива (1/4) простире између 500 и 600 m н.в. Свега десетак квадратних километара се налази преко 1000 m на северозападном ободу слива и то су падине планине Повлен. Око 10% површине слива се налази испод 400 m н.в. и то је алувијална равна Скрапежа и Лужнице у доњем делу тока. Средња надморска висина слива износи 600.76 m (слика 7). На слици 8 су приказане висинске зоне слива Скрапежа.



Сл. 7. Хипсографска крива слива Скрапежа  
 Fig. 7. Hypsographic curve of the Skrapež River basin



Сл. 8. Висинске зоне слива Скрапежа  
 Fig. 8. Hypsometric zones of the Skrapež River basin

## Морфометријски показатељи слива

У циљу комплексног и квантитативног проучавања режима реке потребно је прорачунати и морфометријске одлике слива. То посебно може бити од значаја код малих и неизучених сливова. Сви ти показатељи имају важну улогу у одређивању карактеристика слива.

На основу главних елемената слива, у које спадају његова површина, дужина и обим, и њихових односа, дошло се до других особености слива изражених кроз разне коефицијенте. Они су показатељи ерозије, бујичности токова и концентрације поплавних таласа. Облик слива карактерише више коефицијената: коефицијент развитка вододелнице ( $K_s$ ), коефицијент заобљености слива ( $O_k$ ), који се још назива и коефицијент пуноће слива, коефицијент издужености слива ( $K_\sigma$ ), морфолошки коефицијент ( $n$ ), који је реципрочна вредност  $K_\sigma$ , односно еквивалент је коефицијенту заобљености. Они такође служе за утврђивање режима отицаја, односно брзине формирања поплавних таласа и концентрације наноса. У табели која следи дати су неки основни морфометријски показатељи реке Скрапеж. Једино је податак за пошумљеност ( $K_m$ ) преузет из рада Ј. Николића (2004). По М. Оцокољићу (1976) коефицијент пошумљености за слив Скрапежа износи 0.28. Коефицијент закрашћености слива ( $K_p$ ) је дат само за цео слив Скрапежа. Сви наведени параметри за све сталне токове са називом у сливу Скрапежа дати су у прилогу 1.

Таб. 4. Морфометријски показатељи слива Скрапежа

Tab. 4. Morphometric parameters of the Skrapež River basin

| Река    | Шифра      | Слив   | Страна         | F (km <sup>2</sup> ) | S (km)         | K <sub>s</sub>      | L <sub>s</sub> (km)  | B <sub>m</sub> (km)  | O <sub>k</sub>      |
|---------|------------|--------|----------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
|         |            |        | Л              | 647.65               | 142.16         | 1.58                | 42.64                | 15.19                | 0.36                |
| Скрапеж | 1.33.2.4.2 | Ђетиња | K <sub>σ</sub> | K <sub>m</sub>       | K <sub>p</sub> | H <sub>sr</sub> (m) | H <sub>max</sub> (m) | H <sub>min</sub> (m) | P <sub>y</sub> (km) |
|         |            |        | 2.81           | 0.58                 | 0.12           | 600.76              | 1347                 | 302                  | 0.51                |

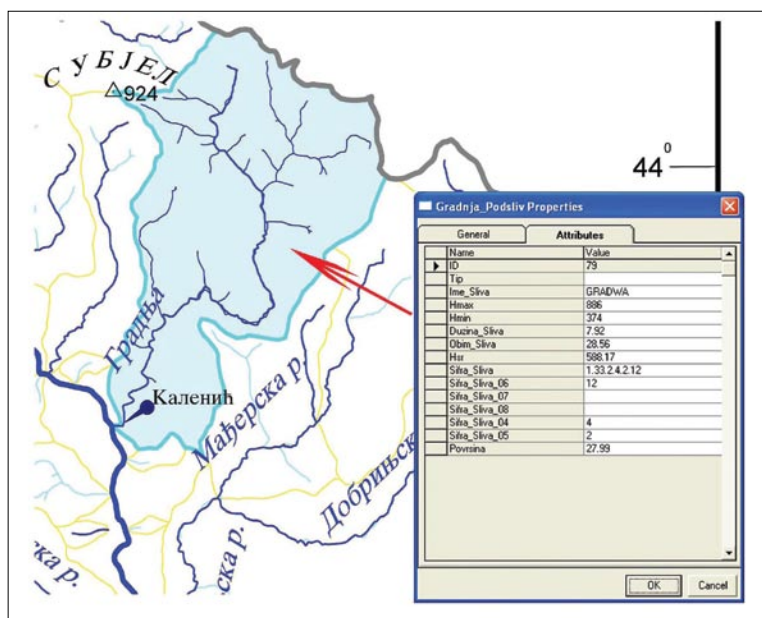
F – површина слива, S – дужина вододелнице, K<sub>s</sub> – коефицијент развитка вододелнице. Што је вредност ближа „1“ то слив има облик ближи облику круга, тј. отицање је брже, као и концентрација великих вода, што значи да су и веће поплаве, L<sub>s</sub> – дужина слива, B<sub>m</sub> – средња ширина слива, што је мања, то је дуже путовање поплавног таласа дуж речног тока, O<sub>k</sub> – коефицијент заобљености слива. Вредност је увек мања од „1“. Што му је већа вредност, поплаве и поводњи су већи, односно чешћи, K<sub>σ</sub> – коефицијент издужености слива – игра велику улогу по питању формирања великих вода. Што је коефицијент већи, тј. што је слив издуженији, воде равномерније и спорије отичу, K<sub>m</sub> – коефицијент пошумљености – што је већи, тј. ближи „1“ то је и отицај равномернији, јер се на тај начин

повећава подземно отицање, а смањује површинско и мања је опасност од поплава,  $K_p$  – коефицијент закрашћености слива,  $H_{sr}$  – средња надморска висина слива. Са порастом надморске висине расте отицање, а смањује се испаравање,  $H_{max}$  – највиша кота слива,  $H_{min}$  – најнижа кота слива,  $P_u$  – просечан пут падавина до сталних водотока. Што је већи, то је опасност од поплава мања.

За слив Скрапежа се може рећи да је лепезаст и прилично симетричан. Коефицијент асиметричности слива Скрапежа по М. Оцокољићу износи 1.13 (Оцокољић, 1976). Он је значајан за појаве великих вода. Највећи субслив је слив Лужнице, који захвата 22.44 % слива Скрапежа. Најиздуженији је слив Реновице, притоке Сеча реке, док највећу заобљеност има слив Сеча реке.

Вегетација, а нарочито шумски покривач, има велики значај за отицање. Шумски покривач неко време задржава део падавина, доводи до уравнотеженог отицања и смањује ерозију. Из тог разлога се у хидролошким анализама користи коефицијент пошумљености ( $K_m$ ). До профила Косјерић он износи 0.56, а до профила Пожега 0.58 (Николић, 2004).

На основу хипсографске криве и распореда површина слива по висинским зонама, израчунате су средње надморске висине слива Скрапежа и његових субсливова. За слив Скрапежа она износи 600.76 m.



Сл. 9. Пример информационој сисџема за морфолошке одлике слива  
 Fig. 9. Example of the information system for basin morphologic characteristics

Морфометријски подаци за сваки слив сталног тока који има назив уређени су у бази података. Ту су место нашли назив слива, шифра слива\*, површина слива, обим слива, дужина слива, средња надморска висина слива, највиша кота слива, најнижа кота слива. Поменути коефицијенти који показују неке од одлика слива, као и друге прорачунате (изведене) одлике слива, могу се добити упитима, па је то разлог што се не налазе у бази података. На слици 9 дат је пример креираног информационог система.

## КЛИМА

Географски положај и рељеф су основни чиниоци општих климатских карактеристика. Слив Скрапежа има умерено-континенталну климу са континенталним плувиометријским режимом. Ипак, у сливу се могу издвојити две целине са мезоклиматским разликама, а то су планински обод и котлинско-долински делови слива. Хладан ваздух са Повлена, Маљена и Јелове горе лети струји према нижим деловима и ублажује летње врућине. Температура се мери само на станици Пожега (311 m н.в.), али на основу података са станице Митровац на Тари, која се налази у непосредној близини слива на н. в. 1080 m, јасно се уочава да температура опада са порастом надморске висине.

Таб. 5. Средње месечне температуре ваздуха (°C) у периоду 1961-2000

Tab. 5. Average monthly air temperatures (°C) in the period 1961-2000

| Станица            | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X   | XI  | XII  | Год. |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| Пожега             | -2.6 | 0.7  | 5.1  | 10.1 | 14.7 | 17.7 | 19.2 | 18.6 | 15.1 | 9.9 | 4.3 | -0.7 | 9.3  |
| Митровац<br>- Тара | -4.4 | -2.8 | -0.1 | 4.3  | 9.5  | 12.6 | 14.1 | 13.8 | 10.6 | 6.3 | 1.4 | -2.8 | 5.2  |

Најмање су разлике зими због температурних инверзија, које се јављају у Пожешкој котлини услед „ујезеравања“ хладних ваздушних маса, а највеће су у пролеће, када се на већим надморским висинама већи део топлоте троши на отапање снега, а у котлини се снег већ отопио и топлота се углавном троши на загревање ваздуха. У целом сливу доминантан је ветар из правца северозапада, с тим што су му веће честине у планинском делу слива, док су у котлинама најчешће тишине (Радовановић, 2001).

Падавине и плувиометријски режим су уз геолошки састав и

\* Шифровање сливова и река је изведено по критеријумима које је дао СХМЗ (1995). У том шифарнику је одређена шифра за реку и слив Скрапеж (1.33.2.4.2.). На основу тога, свакој сталној притоци са називом и њеном сливу додељена је шифра. На пример, прва таква притока и њен слив је слив Близанаца и они су добили шифру 1.33.2.4.2.1.

вегетацију најзначајнији фактори који одређују режим реке.

Приликом обраде падавина, као најзначајнијег климатског елемента у хидролошким проучавањима, коришћене су математичко-статистичке методе, као и компјутерски програми за њихову просторну интерполацију и прорачунавање средњих вредности падавина одређене територије, као и за графичко приказивање климатских података и елемената.

Иако су речни сливови основна категорија у хидролошким проучавањима, за изучавање падавина у сливу Скрапежа (за попуњавање низова где недостају подаци о падавинама и за прорачунавање средњих количина падавина у сливу) коришћени су подаци станица не само на територији проучаваног слива, у којем их има осам, већ и подаци са још једанаест станица у непосредној близини слива за које се утврдило да имају добру корелацију са онима у сливу. Оне су узете у обзир и из разлога што су у граничним пределима могуће боље корелације падавина између различитих сливова него у оквиру самог слива. То се дешава уколико су ниска развођа, тако да су такви поступци оправдани. Понекад ни планински венци не представљају границу одређеног плувиометријског режима.

За анализу падавина узет је период од 1961. до 1990., као што је препоручила WMO\*, али и период од 1991. до 2000., да би се пратила дешавања и у скоријем периоду. Подела на ова два периода није извршена само из тих разлога, већ и због тога што су 1991. године падавине мерене само на станици Пожега од свих 19 станица колико их је узето у обзир у проучавању падавина. Утврђиване су средње месечне падавине, а тамо где недостају подаци, низови су попуњавани методом редукције. Како су падавине веома променљив климатски елемент, за редукцију података на дужи период коришћени су подаци са оних станица које имају најбољу корелацију са станицом чији је низ непотпун и то на месечном нивоу.

На пример на станици Горња Добриња, у јануару недостаје податак за 1990. годину. Рађена је корелација са свим станицама за које постоје комплетни подаци у јануару у периоду 1961-1990. За редукцију падавина коришћена је станица Бјелоперице, јер је са њом најбоља корелација. Успостављена корелација за један месец не значи да ће се та станица користити и за остале месеце. Тако је већ у фебруару за попуњавање података на станици Горња Добриња боља корелација са станицом Брежђе, те је ова станица коришћена за попуњавање низа у фебруару.

У само два случаја је корелација била испод 0.75 што се може занемарити, јер добијени резултати не одступају у битној мери када су у питању средње месечне вредности.

\* WMO – World Meteorological Organization

Када је реч о периоду 1991-2000, већ је напоменуто да за 1991. годину постоје подаци само за станицу Пожега, те су све редукције за овај период вршене на основу те станице. На овај начин су добијене вредности средњих месечних падавина за одређене периоде. Након тога су одређиване висине падавина методом пропорције за појединачне месеце у којима није било мерења.

Таб. 6. Упоредни приказ годишњих количина падавина за периоде 1961-1990, 1990-2000 и 1961-2000

Tab. 6. Comparison of annual amounts of precipitation for the periods 1961-1990, 1990-2000 and 1961-2000

| Кишомерне станице | N      | E      | н.в. | Psr. 1961-1990 | Psr. 1991-2000 | Psr. 1961-2000 |
|-------------------|--------|--------|------|----------------|----------------|----------------|
| Пожега            | 43°51' | 20°02' | 311  | 739.6          | 744.6          | 740.8          |
| Косјерић          | 43°59' | 19°54' | 430  | 781.8          | 732.2          | 769.4          |
| Бјелоперице       | 43°58' | 19°59' | 455  | 780.4          | 823.0          | 791.1          |
| Сеча Река         | 44°00' | 19°51' | 460  | 798.3          | 765.2          | 790.0          |
| Ражана            | 44°04' | 19°55' | 475  | 820.2          | 822.5          | 820.8          |
| Горња Добриња     | 43°58' | 20°05' | 530  | 807.0          | 716.1          | 784.3          |
| Гостиница         | 43°55' | 19°49' | 810  | 925.6          | 944.2          | 930.3          |
| Таор              | 44°05' | 19°48' | 900  | 978.2          | 889.4          | 956.0          |
| Костојевићи       | 44°00' | 19°40' | 295  | 825.4          | 841.2          | 829.3          |
| Брежђе            | 44°10' | 20°03' | 340  | 989.7          | 948.2          | 979.3          |
| Севојно           | 43°51' | 19°54' | 390  | 781.2          | 783.3          | 781.7          |
| Мратишићи         | 44°11' | 19°58' | 400  | 879.8          | 856.0          | 873.8          |
| Прањани           | 44°00' | 20°12' | 420  | 711.5          | 856.0          | 747.6          |
| Ужице             | 43°51' | 19°50' | 440  | 742.2          | 749.4          | 744.0          |
| Каменица Пожешка  | 44°01' | 20°09' | 460  | 738.2          | 736.4          | 737.8          |
| Коштунићи         | 44°04' | 20°12' | 580  | 838.6          | 794.9          | 827.7          |
| Љутице            | 44°01' | 20°02' | 690  | 746.0          | 942.3          | 795.1          |
| Јагодићи          | 44°05' | 19°41' | 715  | 953.8          | 929.4          | 947.7          |
| Дивчибаре         | 44°06' | 19°49' | 960  | 1016.5         | 1009.9         | 1014.9         |

Анализирањем и поређењем података о средњим количинама падавина у датим периодима, утврђено је да су количине падавина у порасту на 10 кишомерних станица у последњих десет година проучаваног периода, док се на девет станица бележи смањење количине падавина. На неким станицама промене су занемарљиво мале (испод 10 mm). На

станицама Прањани и Љутице добијен је изразит пораст падавина. Ове резултате треба прихватити са резервом. Могуће објашњење је да се на тим станицама, на којима су се у претходном периоду бележиле мање количине падавина, неколико кишовитих година у другом периоду (1996-1999 на станици Љутице и 1995., 1996. и 1999. на станици Прањани) одразило на такав скок у десетогодишњем просеку. Тих година су и на осталим станицама бележене високе количине падавина, али су на њима количине падавина иначе веће, тако да је у просеку на некима од њих дошло и до смањења количине падавина. Ипак, уколико се изузму ове две станице, како у сливу Скрапежа, тако и на ширем проучаваном простору, осредњавањем ових вредности добија се смањење количина падавина у последњих десет година проучаваног периода. До сличних резултата дошли су Николић Ј., Дуцић В. и Драгићевић С. (2005).

За средње месечне и годишње падавине може се рећи да су неравномерно распоређене. Однос између најкишовитијег месеца и месеца са најмањом количином падавина креће се око 2:1, док је тај однос на станици Дивчибаре 2.5:1. Изражена су два максимума и минимума. Први максимум се јавља крајем пролећа и почетком лета и условљен је путањом циклона Vc, који су најчешћи у том периоду. На свим станицама први максимум се јавља у јуну. Примарни минимум се јавља почетком године и то на највећем броју станица у фебруару, изузев станице Брежђе, Коштунићи и Таор где је први минимум у октобру. Секундарни максимум се на већини станица јавља у новембру, а на четири станице у децембру. Секундарни минимум се јавља у октобру, изузев на оним станицама где је примарни минимум био забележен у овом месецу, тако да се на тим станицама секундарни минимум јавља почетком године.

Из табеле 7 је такође уочљиво да количина падавина расте са надморском висином. Локална одступања од овог правила свакако постоје, па тако на пример Јагодићи, иако су на нижој надморској висини у односу на Гостиницу, примају нешто више падавина. Ту разлику евентуално могу објаснити нешто веће падавине у мају и јуну за време максималних падавина на станици Јагодићи, настале због наветринског положаја те станице.

Веће количине падавина у Сеча Реци, Косјерићу и Бјелоперицама, које се налазе на нижој надморској висини у односу на Пожешку Каменицу, објашњавају се њиховим наветринским положајем. Наиме, оне су окренуте према надирућим ваздушним масама обогаћеним влагом, које долазе са запада и северозапада, док се Пожешка Каменица налази у заветрини, па без обзира што има већу надморску висину од поменуте три станице, прима мању количину падавина.

Tab. 7. Средње месечне и годишње количине падавина (mm) у периоду 1961-2000  
 Tab. 7. Average monthly and annual amount of precipitation (mm) in the period 1961-2000

| Станица          | н.в. | I    | II   | III  | IV   | V     | VI    | VII   | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год    |
|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|--------|
| Пожега           | 311  | 48.2 | 48.6 | 47.1 | 58.3 | 81.8  | 86.1  | 83.6  | 58.7 | 61.2 | 54.2 | 60.6 | 56.8 | 740.8  |
| Косјерић         | 430  | 49.5 | 45.1 | 48.4 | 58.2 | 84.6  | 96.9  | 82.3  | 65.6 | 62.2 | 56.9 | 62.4 | 57.4 | 769.4  |
| Бјелоперци       | 455  | 48.9 | 50.7 | 49.9 | 57.9 | 89.1  | 96.3  | 91.8  | 65.2 | 62.6 | 56.3 | 62.6 | 59.7 | 791.1  |
| Сеча Река        | 460  | 50.1 | 48.6 | 51.5 | 63.3 | 87.7  | 99.7  | 85.2  | 63.6 | 61.3 | 54.9 | 65.5 | 59.7 | 790.0  |
| Ражана           | 475  | 50.5 | 48.6 | 52.8 | 59.3 | 97.2  | 113.0 | 89.2  | 72.7 | 61.0 | 53.2 | 62.5 | 61.7 | 820.8  |
| Горња Добриња    | 530  | 51.1 | 50.7 | 52.4 | 62.1 | 84.9  | 97.8  | 86.3  | 66.5 | 59.0 | 51.8 | 62.3 | 59.4 | 784.3  |
| Гостиница        | 810  | 60.1 | 62.9 | 57.8 | 75.3 | 99.5  | 113.6 | 98.3  | 79.0 | 74.5 | 65.9 | 69.7 | 73.6 | 930.3  |
| Таор             | 900  | 64.3 | 67.4 | 72.2 | 82.3 | 104.6 | 120.6 | 93.4  | 67.3 | 71.6 | 60.7 | 74.6 | 77.1 | 956.0  |
| Костојевићи      | 295  | 57.0 | 49.5 | 55.3 | 64.3 | 86.6  | 98.7  | 91.9  | 73.0 | 65.9 | 58.1 | 64.9 | 64.1 | 829.3  |
| Брежђе           | 340  | 68.3 | 62.9 | 73.5 | 75.7 | 108.7 | 122.3 | 95.8  | 78.8 | 73.9 | 62.8 | 76.1 | 80.5 | 979.3  |
| Севојно          | 390  | 49.2 | 48.6 | 45.7 | 62.2 | 81.0  | 96.4  | 81.3  | 70.5 | 66.1 | 56.8 | 68.7 | 58.4 | 781.7  |
| Мратишићи        | 400  | 55.9 | 51.0 | 60.8 | 70.0 | 96.6  | 112.6 | 88.4  | 77.4 | 68.1 | 60.3 | 69.6 | 63.0 | 873.8  |
| Прањани          | 420  | 53.0 | 48.6 | 49.9 | 56.5 | 81.9  | 91.1  | 79.0  | 59.7 | 56.9 | 53.7 | 59.4 | 57.9 | 747.6  |
| Ужице            | 440  | 51.4 | 48.3 | 48.5 | 56.2 | 70.8  | 91.0  | 81.0  | 61.9 | 58.0 | 55.2 | 65.2 | 56.4 | 744.0  |
| Каменица Пожешка | 460  | 48.4 | 46.1 | 47.1 | 55.9 | 81.7  | 92.7  | 72.8  | 66.9 | 56.8 | 52.6 | 64.9 | 54.9 | 737.8  |
| Коштуњићи        | 580  | 53.9 | 55.6 | 60.0 | 65.7 | 94.2  | 99.8  | 84.4  | 69.0 | 59.5 | 52.9 | 64.9 | 64.4 | 827.7  |
| Лугице           | 690  | 52.7 | 52.8 | 52.1 | 60.0 | 86.2  | 100.6 | 84.7  | 60.1 | 60.8 | 52.4 | 67.2 | 65.5 | 795.1  |
| Јагодићи         | 715  | 64.4 | 57.2 | 63.8 | 74.6 | 106.4 | 121.4 | 96.9  | 82.0 | 74.4 | 62.2 | 71.9 | 72.6 | 947.7  |
| Дивчибаре        | 960  | 56.0 | 58.7 | 66.3 | 89.0 | 137.8 | 141.4 | 102.0 | 80.2 | 78.0 | 66.1 | 71.1 | 68.2 | 1014.9 |

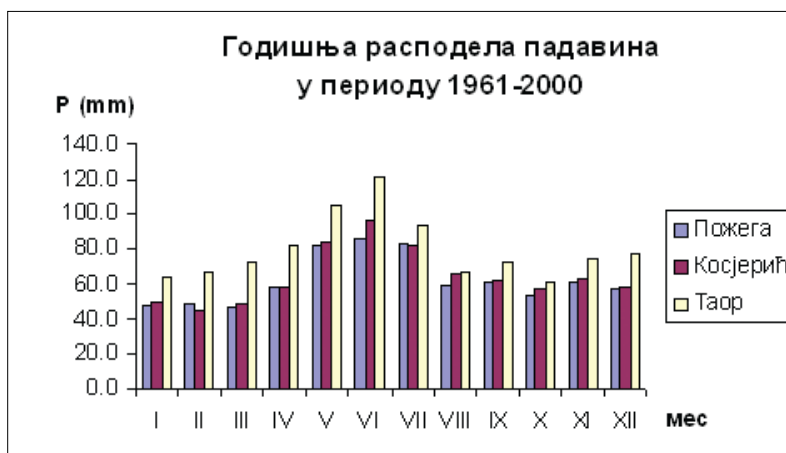
Велико одступање се јавља на станици Брежђе, која иако се налази на малој надморској висини (340 m) прима 979.3 mm падавина и на тај начин се налази на другом месту по количини примљених падавина. Такође, станица Костојевићи се налази на надморској висини од 295 m, а прима годишње у просеку 829.3 mm падавина. Из тих разлога ове две станице су изузете у прорачунавању средњих количина падавина у сливу, као и за представљање просторне дистрибуције падавина.

Правилност пораста количине падавина са надморском висином лако се уочава ако се изабере неки профил. Анализом градијената падавина на простору Србије јужно од Саве и Дунава бавили су се Живковић и Анђелковић (2004) и притом су издвојили 59 хомогених реона за однос падавине – надморска висина.

Таб. 8. Вертикални градијенти падавина (mm) у периоду 1961-2000

Tab. 8. Vertical precipitation gradients (mm) in the period 1961-2000

| Профил        | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год.  |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Таор-Косјерић | 3.15 | 4.76 | 5.05 | 5.13 | 4.24 | 5.05 | 2.36 | 0.37 | 2.01 | 0.82 | 2.58 | 4.19 | 39.70 |
| Таор-Пожега   | 2.74 | 3.19 | 4.26 | 4.07 | 3.86 | 5.87 | 1.66 | 1.46 | 1.76 | 1.10 | 2.37 | 3.45 | 36.53 |



Сл. 10. Упоредни приказ годишње расподеле падавина на профилу Таор-Косјерић-Пожега  
 Fig. 10. Comparative review of annual distribution of precipitation on the profile Taor-Kosjerić-Požega

У сливу Скрапежа такође су израчунати вертикални градијенти падавина, који добро осликавају пораст падавина са надморском висином. Углавном су већи на релацији Таор – Косјерић и највећи су у пролећним

месецима, када се на сваких 100 m количина падавина повећава просечно скоро за 5 mm. На годишњем нивоу, осредњена вредност градијента успостављена везом надморска висина – падавине износи 37.74 mm/100 m.

Зависност падавине – надморска висина није конзистентна. До извесне надморске висине она је линеарна (растућа), потом нелинеарно опада и зависи од висинске изражености рељефа. Како слив Скрапежа припада Моравичком региону, према зависности падавина од надморске висине, граница до које падавине линеарно расту је на 1200 m (Оцокољић, 1987). Иако се поменута зависност односи на период 1931-1980, тачније не поклапа се у потпуности са проучаваним периодом, а и како се кишомерна станица на највишој надморској висини у сливу налази на 900 m (Таор), а у непосредној близини слива на 960 m (Дивчибаре), предпостављено је да и даље постоји јака веза између надморске висине и падавина као зависно променљиве. Та зависност је проверена утврђивањем корелације између вредности средњих годишњих падавина за период 1961-2000 и надморских висина кишомерних станица. Добијена је корелација која износи 0.86 уколико се узму у обзир све станице изузев две - Брежђе и Костојевићи - на којима се бележи велика количина падавина, а налазе се на малој надморској висини. Уколико се корелирају само станице у сливу Скрапежа\*, тада коефицијент корелације износи 0.98. Овако висока вредност коефицијента корелације навела је на закључак да је могуће употребити ову линеарну зависност за просторну интерполацију падавина.

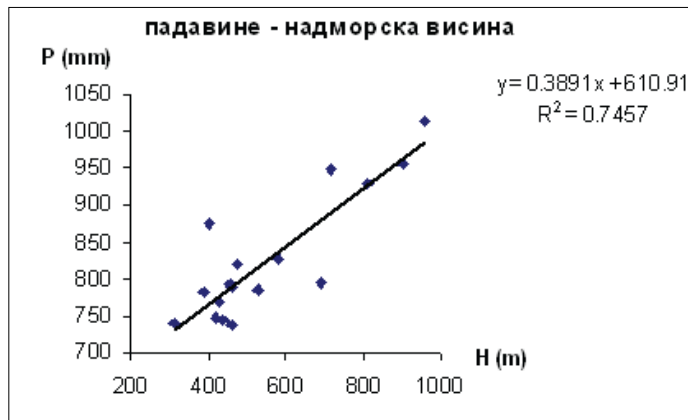
За добијање средњих количина падавина у сливу Скрапежа, као и за одређивање просторне дистрибуције падавина на подручју слива и шире (изохијетна карта) коришћен је растерски ГИС.

У зависности од тематике и циља истраживања, као и величине проучаване територије, користе се различите резолуције. За потребе добијања основних морфометријских карактеристика рељефа Србије (Манојловић П. и сар., 2004), као и за потребе истраживања интензитета хемијске ерозије (Мустафић С. и сар., 2007) коришћена је резолуција од 1 km, док је за морфометријску анализу вртача на Мирочу на простору који захвата површину од 123 km коришћена резолуција од 90 m (Telbisz T. и сар., 2007). За добијање падавина у зависности од топографије, многи аутори су користили резолуцију која је зависила од величине проучаване територије. Тако је при интерполацији падавина у Швајцарској (око 41000 km<sup>2</sup>) и климатских

\* Сарадник на кишомерној станици Љутице дао је податак о тачној локацији кишомера, који иако се налази на развођу Скрапежа са Каменицом, ипак припада сливу Каменице, те стога није узет у прорачун корелације. Уколико се узме у обзир и вредност падавина на кишомеру Љутице, тада корелација падавине – надморска висина износи 0.91.

података који се односе на Кину (око 9.5 мил. km<sup>2</sup>) коришћена резолуција од 1 km (Hargrove W., 1995, Hong Y. et al., 2005), док је за област Трентино – Италија (око 6200 km<sup>2</sup>) коришћена резолуција од 100 m (Sboarina C., 2001). Проблем одређивања величине резолуције зависи и од доступности података, а нарочито од особина променљивих које се проучавају. С обзиром на променљивост климатског елемента као што су падавине у времену и простору, при њиховој обради и интерполацији погодније би било коришћење финије резолуције. Избор резолуције од 50-200 m може да буде користан за будуће наменско коришћење климатских карата (Sboarina C., 2001). Резолуција од 1 km коришћена је приликом анализе падавина у горњем делу слива Западне Мораве, осим у ободним деловима проучаваног простора где је коришћена резолуција 100 m (Николић Ј. и сар., 2005). С обзиром на величину слива Скрапежа (647.65 km<sup>2</sup>) и густину кишомерних станица (8 на територији слива) које су коришћене за интерполацију падавина, те услед потребе за што тачнијом проценом (интерполацијом) падавина и детаљнијом топографијом, изабрана је резолуција од 100 m (Ковачевић-Мајкић Ј., Штрбац Д., 2008).

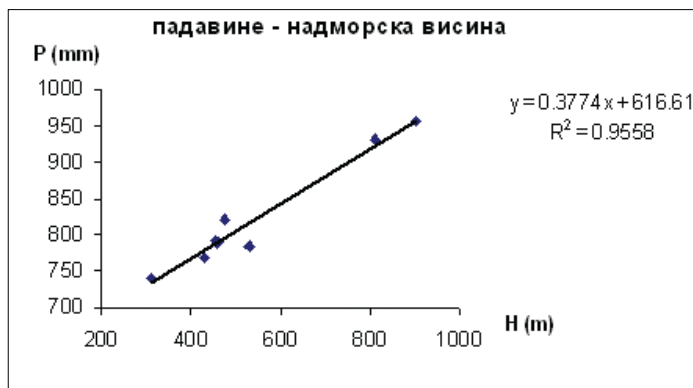
Из података дигитализованих изохипси генерисан је дигитални модел висина (ДМВ) у облику грида величине пиксела 100x100 m. ДМВ обухвата простор шири од слива Скрапежа, тј. њиме су обухваћене и кишомерне станице које се налазе ван територије слива Скрапежа. Коришћен је интерполациони метод *TIN (Triangulated Irregular Network)* у програму *Global Mapper*. Између просторних интерполационих метода као што су *IDW (Inverse Distance Weighting)*, *Kriging*, *Topogrid (Spline with Tension)*, *RST (Regularized Spline with Tension)* изабран је метод *TIN*, јер је једноставан за употребу и ефикасан у смислу да даје најмање грешке између мерених и моделских вредности (Siska and Hung, 2001). Анализа креираног дигиталног модела висина урађена је према методу коју су дали Бајат и Штрбац (2003) и показала је да његов квалитет одговара намени. На овај начин изохипсе (вектори) преведене су у растер и одређене су надморске висине за сваки пиксел 100x100 m. На тај начин је урађена просторна интерполација висина. Већ је речено да је добијена корелација за однос падавине – надморска висина која износи 0.86. Коришћењем функција програма Idrisi из линеарне регресионе једначине  $P=aN+b$ , где су  $P$  падавине, а  $N$  надморска висина, параметри  $a$  и  $b$  додељени су сваком пикселу и послужили су за добијање вредности падавина за сваки од њих. На тај начин су добијене вредности падавина које сада узимају у обзир и надморску висину, тј. линеарна су трансформација ДМВ-а. Николић и сарадници (2005) коришћењем модела *FITNAH*, и у оквиру њега метода дијастрофије, решили су утицај орографије на падавине.



Сл. 11. Линеарна рејресиона зависност падавина од надморске висине за простор шири од слива Скрапежа

Fig. 11. Linear regression of precipitation depending on elevation for area larger than the Skrapež River basin

Уколико је реч о станицама у сливу Скрапежа, корелација између средњих годишњих падавина и надморских висина износи 0.98. Овако висока вредност коефицијента корелације навела је на закључак да је могуће употребити линеарну зависност и одредити вредности падавина за сваки пиксел 100x100 m. Такође су из линеарне регресионе једначине  $P=aH+b$ , где су  $P$  падавине, а  $H$  надморска висина, добијени параметри  $a$  и  $b$  додељени сваком пикселу и добијене су вредности падавина за сваки од њих.



Сл. 12. Линеарна рејресиона зависност падавина од надморске висине у сливу Скрапежа

Fig. 12. Linear regression of precipitation depending on elevation for the Skrapež River basin

Увођењем ових параметара у ДМВ добијене су вредности падавина за сваки пиксел 100x100 m. Векторизацијом ових вредности добијене су изохијете за овај простор. Одлика на овај начин добијених података о падавинама је постојање високих фреквенција које нису својствене расподели падавина. Овај проблем је решен њиховим одстрањивањем. Примењен је метод осредњавања (*Mean*), такозвани *low pass* филтер. Конструисан је филтер величине 2900x2900 m. Такав избор величине филтера је направљен због велике вероватноће да је просторни распоред падавина сличан на површини тих димензија. Као резултат филтрирања падавина добијен је „заглађен“ просторни распоред падавина (Ковачевић-Мајкић Ј., Штрбац Д., 2008).

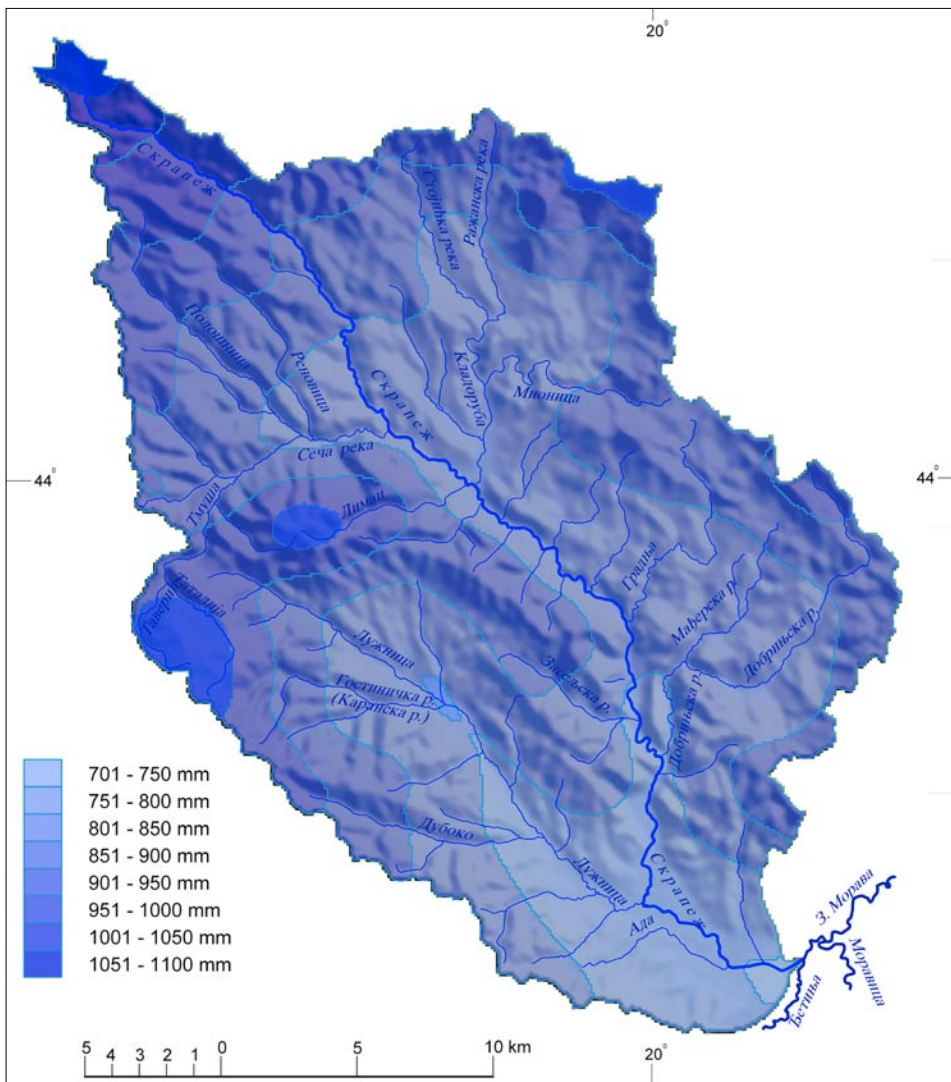
Таб. 9. Разлике између мерених и моделских количина падавина

Tab. 9. Differences between measured and modelled amounts of precipitation

| Кишомерне станице | Мерене падавине | Моделске падавине | Разлика пре тарирања модела |      | Разлика после тарирања модела |      |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|------|-------------------------------|------|
|                   |                 |                   | mm                          | %    | mm                            | %    |
| Бјелоперице       | 791.1           | 809.6             | -18.5                       | -2.3 | -3.7                          | -0.5 |
| Горња Добриња     | 784.3           | 842.7             | -58.5                       | -7.5 | -43.6                         | -5.6 |
| Гостиница         | 930.3           | 915.0             | 15.3                        | 1.6  | 30.2                          | 3.2  |
| Косјерић          | 769.4           | 802.2             | -32.8                       | -4.3 | -17.9                         | -2.3 |
| Пожега            | 740.8           | 740.4             | 0.5                         | 0.1  | 15.4                          | 2.1  |
| Ражана            | 820.8           | 815.9             | 4.9                         | 0.6  | 19.7                          | 2.4  |
| Сеча Река         | 790.0           | 833.5             | -43.4                       | -5.5 | -28.5                         | -3.6 |
| Таор              | 956.0           | 942.4             | 13.5                        | 1.4  | 28.4                          | 3.0  |
| Средња вредност   |                 |                   | -14.9                       | -2.0 | 0.0                           | 0.0  |

Представљени метод је тестиран тако што су упоређене вредности падавина на кишомерним станицама добијеним моделовањем савредностима падавина измереним на тим кишомерним станицама. Тражењем разлике између мерених и моделских падавина на кишомерним станицама добијена је средња вредност грешке од -14.9 mm, односно -2 % на нивоу целог слива. Максимална разлика која се појављује износи -7.5%. С обзиром на негативну вредност грешке, урађено је тарирање модела његовим „подизањем“ за износ 14.9 mm (Ковачевић-Мајкић Ј., Штрбац Д., 2008).

На слици 13 приказана је изохијетна карта за слив Скрапежа добијена претходно објашњеном методом.



Сл. 13. Карта падавина у периоду 1961-2000  
 Fig. 13. Precipitation map for the period 1961-2000

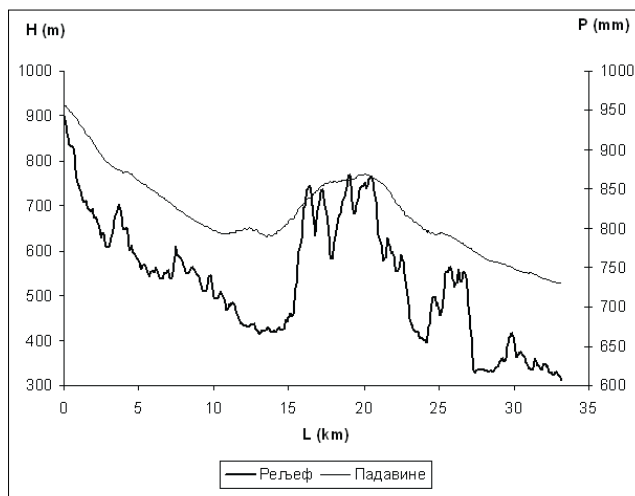
Поменуте вредности грешака су мале у односу на друге методе интерполације падавина и то указује на поузданост модела. У истраживањима спроведеним у Кини (Hong Y. et al., 2005) где је урађена просторна интерполација методом *spline*, добијене су грешке 8 – 13% за месечне

вредности. Николић Ј. и сарадници, анализирајући падавине у горњем сливу Западне Мораве, нису тражили разлике између мерених и моделских падавина, већ су их корелирали. У делу горњег Западног Поморавља који припада сливу Скрапежа, показало се да нема великог расипања, што је протумачено репрезентативношћу станица по положају, као и прецизношћу мерења (Николић Ј. и сар., 2005). Кад је реч о средњим годишњим падавинама, аутори су добијали резултате приказане у табели 10.

Таб. 10. Грешке у радовима других аутора (Sboarina, 2001)  
 Tab. 10. Error values of different reference works (Sboarina, 2001)

| Аутори                 | Грешка  | Резолуција    |
|------------------------|---------|---------------|
| Sboarina С.            | 10 %    | 100 m         |
| Hutchinson et al. 1996 | 10-30 % | 5 km          |
| Lynch 1999             | 20 %    | 1.6 km        |
| Hutchinson 1998        | 5-15 %  | 1 km?         |
| Thornton et al. 1997   | 19.3 %  | 500 m - 32 km |

Из модела је добијен и профил на коме се уочава да количина падавина расте са надморском висином. Изабрани профил Пожега – Косјерић – Таор приказан је на слици 14.



Сл. 14. Профил Пожега – Косјерић – Таор  
 утицај виси на количину падавина  
 Fig. 14. Profile Požega – Kosjerić – Taor  
 impact of elevation on of precipitation increase

Уз дигитализоване границе слива, подсливова и свих жељених површина, као и увођењем одређених функција (програм Idrisi), добијене су вредности средњих падавина за сваку ту површину. Средње годишње количине падавина у сливу Скрапежа у периоду 1961-2000, израчунате овим методом, износе 843.4 mm.

Вредности средњих годишњих количина падавина за одређене површине биће касније употребљене за израчунавање протикаја на сливовима где нема хидролошких осматрања.

Овај метод, тј. примена растерског ГИС-а за добијање средњих вредности падавина има предности, јер осим количина падавина уводи у прорачун и фактор надморске висине, као један од најважнијих који утичу на количину падавина. Недостатака ове методе свакако има, али су оне у односу на предности мале. Ковачевић-Мајкић Ј. и Штрбац Д. (2008) сматрају да би побољшање модела могло да иде у правцу укључивања још неких топографских променљивих, као што су експозиција, нагиб, затим удаљеност од мора, географска дужина итд., у интерполациони алгоритам, тј. свих оних фактора за које не постоје теоријска ограничења. Такође, правци будућих истарживања би могли да буду моделовање падавина на месечном нивоу, као и по сезонама, а очекују се резултати који ће показати колика је погодност примењеног модела на тим нивоима и колика су одступања од мерених вредности.

## ПЕДОЛОШКИ САСТАВ СЛИВА

Хетероген педолошки покривач у сливу Скрапежа условљен је разноликом геолошком грађом, рељефом, климом, хидрографијом, биљним и животињским светом и свакако антропогеним утицајем. С обзиром на разноликост типова земљишта, издвајају се земљишта са различитим производно-бонитетним вредностима.

По дну котлина и проширеним речним долинама налазе се дубока и плодна тла, док се повећањем надморске висине њихова дубина и плодност смањују. У алувијалним равнинама у средњем и доњем току Скрапежа, доњим деловима токова Сеча реке, Кладорубе, Добрињске реке и Лужнице, као и по дну котлина, заступљена су најплоднија земљишта. Плодност алувијума је велика и користи се за гајење жита и повртарских култура. Он је значајан и са аспекта резерви подземних вода, које у периоду ниских вода хране водотоке. Подручје алувијума је, међутим, често изложено поплавама и тада страдају житарице и повртно биље, који су највише заступљени управо на

алувијалним равнинама. Тај проблем се јавља код већине река у Србији. Стога је неопходна заштита од поплава и наноса који се после њих акумулира.

Надолинским странама и по ободу котлина заступљени су еродирани смонице и параподзоли. Параподзоли настају на благо заталасаном земљишту, где је онемогућено или отежано отицање. С обзиром на састав, параподзол је погодан за воћњаке и пашњаке. Оно што се обрађује даје слабе приносе, па ово земљиште има ниску производну вредност. За производњу жита, крмног биља и воћа потребне су агломерације. Параподзоли се простиру на језерским седиментима у Тубићима, Косјерићу, Ражани и Радановцима. Еродирана смоница се такође јавља на језерским седиментима. С обзиром на учешће глине у смоницама, оне имају одлике лошијих земљишта, али уз додатке ђубрива и присутан хумус могу да буду погодне за пољопривредно коришћење. Јављају се у Жељевици, Мионици, Дреновцима и делу Радановаца.

Смеђа скелетна земљишта имају највеће распрострањење на шкриљцима у источном делу слива (слив Лужнице и Сеча реке). Ова земљишта се релативно брзо стварају, али истовремено нестају због јаке ерозије. Доста су сува и кисела. Бољег су квалитета на мањим нагибима. Погодна су за гајење воћа, крмног биља и кромпира, а велико пространство имају ливаде, пашњаци и шуме. Инфилтрационе способности овог земљишта су мале, те је велико површинско отицање, што је изразито неповољно нарочито у периоду када долази до поклапања интензивних киша и топљења снега. То условљава слабе приносе.

Смеђа кисела земљишта на дијабазима јављају се на обронцима Маљена, Повлена, Букова, као и у Дреновцима, Радановцима и према Субјелу. Ова земљишта су плитка и кисела. Најпогоднија су за шумска станишта, а успевају и воћњаци и кромпир. Такође су погодна за вештачке ливаде.

На кречњацима у Маковишту, Тубићима, Бјелоперицама и Каленићу заступљено је смеђе рудо земљиште. Настаје од резидијума у процесу крашке ерозије. Има одлике глиновитог земљишта, а са порастом надморске висине расте удео хумуса. Преовлађује шумска и ливадска вегетација. На кречњачким теренима се јавља и кречњачки сирозем, који садржи мало хумуса, лако пропушта воду и представља једно од најсувљих и најтоплијих земљишта.

На серпентинитима се јављају скелетоидна земљишта, која у зависности од надморске висине, нагиба терена и вегетације могу имати више или мање хумуса. Та земљишта су плитка, слабо пропустљива, обрасла са мало вегетације, те је на њима значајна ерозија. Јављају се на Маљену, Росићима, Скакавцима, Козомору. Црница на серпентинитима је добра подлога за ливаде, пашњаке и шуме и то нарочито шуме црног бора.



Из овог прегледа се види да се у нижим деловима слива јављају алувијум и параподзоли погодни за ратарство и воћарство, док у вишим деловима смеђе кисело земљиште на шкриљцима, смеђе рудо на кречњацима и црница на серпентинитима, погодни за раст шума и пашњака.

Правци коришћења укупног земљишта дати су у оквиру општина Косјерић, Пожега, Ваљево и Ужице, које се простиру у овом сливу, али се наравно не поклапају са границама слива.

Из табеле 11 се види да највећи део слива чини пољопривредно земљиште, а у оквиру њега су скоро равномерно заступљени оранице, ливаде и пашњаци. Ради спречавања ерозије у овим деловима слива, неопходно је познавати правилне начине обраде земљишта, а то подразумева релативно дубоко орање у правцу изохипси, терасасту обраду, изградњу мелиоративних система и сл.

У општинама Косјерић и Пожега, које захватају највећи део слива, учешће шума износи 38.77, односно 21.74%. Тај податак се у великој мери поклапа са коефицијентом пошумљености по М. Оцокољићу (1976), који износи 0.28. По Ј. Николићу (2004) пошумљеност у сливу Скрапежа до профила Пожега износи 58.1%. Значај шума је велики јер оне регулишу отицање падавина тако што повећавају подземно отицање на рачун површинског. Терени под шумом упијају половину укупне суме падавина, док непошумљени терени упијају трећину, а остало отекне површински и испари. На тај начин спречавају се поплаве, смањује разорно дејство бујица, јака ерозија и велике количине наноса у речним коритима.

Таб. 11. Правци коришћења укупног земљишта (ha) (према Општинске у Србији, 2004)  
 Tab. 11. Land usage (ha) (base: Opštine u Srbiji (Municipalities in Serbia), 2004)

| Општине  | УКУПНО ЗЕМЉИШТЕ        |         |        |         |       |       |                      |       |           |  | УКУПНО<br>ЗЕМЉИШТЕ | ПОЉОПРИ-<br>ВРЕДНО<br>ЗЕМЉИШТЕ |
|----------|------------------------|---------|--------|---------|-------|-------|----------------------|-------|-----------|--|--------------------|--------------------------------|
|          | ПОЉОПРИВРЕДНО ЗЕМЉИШТЕ |         |        |         |       | Шуме  | Неплодно<br>земљиште |       |           |  |                    |                                |
|          | Њиве и<br>вртови       | Воћњаци | Ливаде | Пашњаци |       |       |                      |       |           |  |                    |                                |
| Косјерић | 35800                  | 20268   | 5520   | 2600    | 6721  | 5427  | 13878                | 1654  | ПП4+Ш2    |  | O2+П2+П2           |                                |
| %        | 100                    | 56.61   | 27.24  | 12.83   | 33.16 | 26.78 | 38.77                | 4.62  |           |  |                    |                                |
| Пожега   | 42600                  | 26313   | 9045   | 3776    | 6132  | 7360  | 9263                 | 7024  | ПП4+Ш1+Н1 |  | O2+П2+П2           |                                |
| %        | 100                    | 61.77   | 34.37  | 14.35   | 23.30 | 27.97 | 21.74                | 16.49 |           |  |                    |                                |
| Валево   | 90500                  | 58402   | 29408  | 7828    | 10996 | 10163 | 26503                | 5595  | ПП4+Ш2    |  | O3+Vo1+Л1+П1       |                                |
| %        | 100                    | 64.53   | 50.35  | 13.40   | 18.83 | 17.40 | 29.29                | 6.18  |           |  |                    |                                |
| Ужице    | 66700                  | 36568   | 9422   | 3663    | 9864  | 13619 | 28979                | 1153  | ПП3+Ш3    |  | O2+П2+П2           |                                |
| %        | 100                    | 54.82   | 25.77  | 10.02   | 26.97 | 37.24 | 43.45                | 1.73  |           |  |                    |                                |

Правци искоришћавања укупног и пољопривредног земљишта (методом наименичних делитеља)

ПП<sub>4</sub>+Ш<sub>2</sub> – претежно пољопривредни правац са великим учешћем шума

ПП<sub>4</sub>+Ш<sub>1</sub>+Н<sub>1</sub> – доминантно пољопривредни правац са учешћем шума и неплодног земљишта

ПП<sub>3</sub>+Ш<sub>3</sub> – равномерно пољопривредни и шумски правац

O<sub>2</sub>+Л<sub>2</sub>+П<sub>2</sub> – равномерно ограничени, ливадски и пашњачки правац

O<sub>3</sub>+Vo<sub>1</sub>+Л<sub>1</sub>+П<sub>1</sub> – равномерно ограничени правац са учешћем воћњака, ливада и пашњака

## БИОГЕОГРАФСKE ОДЛИКЕ СЛИВА

С обзиром да не постоји оштар прелаз између низијских и висинских зона у сливу Скрапежа, то и границе између фитоценоза нису јасно изражене. У најнижим деловима слива преовлађују зељаста вегетација и земљорадничке културе, тј. распоред биљних заједница је одређен утицајем човека. Преовлађују оранице и повртарске културе (бројни су пластеници), док су ливаде и воћњаци ређи. Уз речне токове јављају се врбе, багреми и служе као заштита од поплава. На местима где се одсеци стрмо спуштају до речних долина, изражајније су границе између фитоценоза (граница између културних биљака и шумских заједница). Таквих случајева нема много у односу на брежуљкасте терене, на којима травнате заједнице прелазе у шумске, где нагиби постају већи.

Шумске заједнице су већим делом листопадне (2/3), а постојање четинара је везано за човекову делатност. Најзаступљенији су буква (80%), храст, јасика, бреза и друге. Багрем је сађен плански у циљу заштите од ерозије. Од четинара заступљени су бели и црни бор, смрча и јела. Једини аутохтони четинар је клека. Најгушће шуме се јављају на Повлену. Стање шума је неповољно, јер су шумски терени крчени и претварани у оранице. Ипак, на тај начин је појачана ерозија и дошло је до стварања „bad lands“. Појачана ерозија је даље омогућила појаву бујичних поплава и засипање речних корита наносом. Радановачки Ридови су пример оголелог простора. Потребно је поправити садашње стање очувањем постојећих и подизањем нових шума. Тенденција промене стања је ипак позитивна, што је осим пошумљавања и неге шума последица и смањеног броја сеоског становништва. Тако је на појединим локацијама процес ерозије заустављен. Дрво се на подручју слива Скрапежа експлоатише за огрев, а мање као техничко дрво за производњу опреме за игру деце, уређење паркова и целулозно дрво. Три основне функције шумских станишта су производња дрвних сортимената најбољег квалитета и обављање општекорисних функција, производња шумског семена најбољег квалитета, као и заштита земљишта од ерозије, регулисање вода, заштита саобраћајница итд. Такође постоје реалне могућности за коришћење споредних шумских производа као што су: шумски плодови, јестиве гљиве, лековито и ароматично биље.

Животињски свет је бројнији у вишим деловима слива, где је вегетација бујнија. Од сисара, на простору слива Скрапежа живе срне, дивље свиње, зечеви, лисице, веверице и јазавци. У рекама се налазе клен, кркуша и пастрмка, која се гаји и у рибњацима.

На територији слива Скрапежа постоји неколико заштићених

природних добара: специјални резерват природе (Изнад Таталије) и споменици природе (Клокочевац - Дреновци, стабло храста лужњака „Беле воде“ – Глумач, стабло храста лужњака „Љутице“ – Тврдићи, група од 8 стабала храста лужњака – Висибаба и стабло храста китњака „Дебела граница“ – Рибашевина). Ваљевске планине су подручје предвиђено за заштиту (Миличић и остали, 2005).

Дрво као најдрагоценији биљни ресурс, узгој пастрмке и развој спортског лова и риболова могу у знатној мери да допринесу развоју овог краја.

## ХИДРОЛОШКЕ ОДЛИКЕ РЕКЕ СКРАПЕЖ И ЊЕНОГ СЛИВА

### ПОДЗЕМНЕ ВОДЕ И ИЗВОРИ

У долинском и котлинском делу слива Скрапежа постоје два типа издани. Код водопрпусних стена јавља се фреатска издан, а у котлинама се сем фреатске издани јавља и артешка издан на дубини од 60 и 92 m, што су потврдила испитивања у Пожешкој котлини. Претпоставка је да се и у осталим котлинама подземна вода налази на већим дубинама. Слободна фреатска издан се у дну долине Скрапежа налази на 2-6 m (Мисаиловић, 1981). Овај тип издани представља збијени тип издани. Јавља се у неогеним седиментима и алувијалним наносима, али како је нанос релативно мале дебљине не може се рачунати на њену већу издашност. На речним терасама ова издан се јавља на 12-14 m дубине (Мисаиловић, 1981). Она је богатија водом и користи се за водоснабдевање Пожеге.

У западном делу слива на кристалистим шкриљцима јавља се плитка издан у детритусу и у виду пиштивина избија на површину. Такви терени се јављају и по долинском дну Скрапежа и његових притока, као и на дну котлина.

У кречњачким деловима слива налази се пукотинска крашка издан. Она се јавља у области Маковишта, Таора и Субјела. Ту се налазе два јака крашка врела: Таорско и Црвенбрешко.

Од Косјерића до Каленића, Скрапеж се није усекао кроз кречњак до вододрживе подлоге, тако да пукотинска издан отиче подземно до издани у алувијалној равни (Мисаиловић, 1981).

У серпентинитима су пукотине испуњене изданском водом, али и дробином, па је њеноотицање знатно спорије у односу на кречњачке терене. У подножју серпентинита налазе се бројни извори, али мање издашности. Пример је узвишење Козомор, који је изграђен од серпентинита.

Пре развоја Косјерића, фреатска издан је била довољна за водоснабдевање насеља, али са развојем насеља и индустрије, количине фреатске издани нису довољне, а и квалитет је нарушен због повећаног присуства мангана.

За потенцијално локално водоснабдевање становништва постоји неколико карстних издани. Са издани Субјел може да се очекује максимална издашност 5-7 l/s, а на годишњем нивоу  $0.14-0.21 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Количина воде у издани Брајковићи - Шеврљуге је процењена на  $1.38-1.88 \times 10^6 \text{ m}^3$  годишње, максимална

издашност износи 44-60 l/s. Издан „Чобански дани“ се налази у кредним кречњацима северозападно од Косјерића. Њена максимална издашност би могла да буде 75-113 l/s, а на годишњем нивоу  $2.36-3.57 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Детаљна истраживања врела „Бањица“ су показала да максимална издашност може да буде од 73-109 l/s. Годишња количина воде која се очекује на овом врелу износи од  $2.3 - 3.42 \times 10^6 \text{ m}^3$  (Група аутора, 2004). Ова изданска вода има одличан квалитет и испуњава све норме потребне за пијаћу воду. Ипак, понекад за време јаких киша, а услед каналског отицања воде, те мањег филтрирања, долази до спирања органских распаднутих материја, па вода на извору може бити неупотребљива за пиће и потребно ју је пречистити.

Појаве термалних и термоминералних вода су такође карактеристика слива Скрапежа. Реч је о хипотермама температуре од 21-25.6°C. На локацији „Скакавци“, на истражној бушотини БС – 1 у сливу Мионичке реке очекују се температуре од 40°C (Група аутора, 2004).

## Извори и врела

Услед повољне геолошке грађе и тектонских односа у сливу, рељефне дисецираности и повољних климатских карактеристика (количине падавина) у сливу Скрапежа се јављају бројни извори и врела, који се по својим карактеристикама могу сврстати у нормалне, контактне и крашке. Нормалних има највише и јављају се у вододрживим стенама, које имају највеће распрострањење. Контактни се јављају на откритим контактима водопропусних и водонепропусних стена. Крашких извора има најмање, али су највеће издашности.

Извори се према надморској висини појављивања могу поделити у две висинске зоне. Прва је на прегибу планинских страна, на ободним деловима слива испод линије развођа, као и на узвишењима унутар слива (Козомор, Црнокоса, Јелова гора, Субјел). Ови извори су мале издашности и често лети пресуше. Према И. Мисаиловићу, издашност им се креће од 0.1 – 1 dl/s. У кречњачким теренима на Повлену се јављају слабији извори, док су на Субјелу они јачи, што је одређено већом чистоћом кречњака на Субјелу. Друга зона извора се јавља у речним долинама на прегибу долинских страна и дна, као и испод кречњачких одсека (Таорско врело, Црвенбрешко врело). Њихова издашност је од 0.1 dl/s – 2 l/s и већина је каптирана.

Извори од којих настаје Скрапеж налазе се на контакту кредних и јурских кречњака на раседу.

**Таорско врело** се налази на десној долинској страни средњег тока

Скрапежа, на 12 km удаљености од Косјерића. Има велику издашност, која се може објаснити великом облашћу коју дренира. Претпоставка је да се атмосферски талози који се излуче на Гредину, која је изграђена од кречњака и скрашћена бројним вртачама по површини и долином која се пружа њеном средином, јављају на Таорском врелу. На површи Делића налази се понор у који се улива Бојин поток. По казивању мештана, отпад бачен у овај понор избија на Таорском врелу. Ипак се без детаљних испитивања не може утврдити тачна сабирна област и капацитет врела. Највиша кота сливне површине је 1003 m. Водни ток који је некада текао по површини данас је подземни ток. На месту контакта са вододрживом подлогом, у време када је настајала тераса од 700 m, подземни ток је почео да истиче. Данас се налази на 700 m н.в, 80 m изнад тока Скрапежа. Таорско врело извире испод вертикалног одсека високог 35-40 m на контакту серпентинита и кречњака. Узводно од врела постоје отвори који су суви и који представљају некадашње нивое истицања. Низводно од извора су моћне наслаге бигра. Према мерењима С. Гаврилова од маја 1977. до маја 1978. године, минимална издашност је била 33 l/s, максимална 200 l/s, а просечна 93 l/s (Мисаиловић, 1981). Такође, постоји податак да минимум издашности врела после дужег периода суше износи 23 l/s (Група аутора, 2004). Вода врела је карбонатска. Као крашко врело, Таорско врело је подложно загађењима, због брзог и недовољног филтрирања, те је неопходна заштита целе површине храњења врела. Загађења су најчешће бактериолошка, уз појаву нитрита. Заштита врела и његове сабирне зоне је императив, јер се оно од 1983. године користи за водоснабдевање Косјерића. Издашност врела износи 8640 m<sup>3</sup>/дан (документација Војногеографског института), а за потребе се данас захвата 2850 m<sup>3</sup>/дан (Група аутора, 2004).

**Црвенбрешко врело** је најјаче врело у сливу Скрапежа и неки аутори га сматрају правим извориштем Скрапежа. Оно никада не пресушује и даје по Мисаиловић И. (1981) чак 2 m<sup>3</sup>/s. У време свог максимума, као и Таорско врело, даје 8 пута веће количине воде. Према документацији ВГИ на извору истиче 25 l/s воде. Црвенбрешко врело се налази на левој страни долине Скрапежа, на 3 - 10 m изнад речног корита и на 900 m н.в. Избија на контакту кредних кречњака и дијабаз-рожнаца кроз више отвора и пукотина. Ово врело је јаче од Таорског и претпоставља се да оно прикупља воде са површи Кукља, са понора Ријечице и других понора у изворишном делу Скрапежа (Мисаиловић, 1981).

**Врело Бањица** је извор термоминералне воде у изворишном делу Дубнице у засеоку Спасојевићи. Истиче испод кречњачког одсека поред десне обале реке Бањице, на раседној линији на контакту серпентинита

и тријаских и јурских кречњака. И. Мисаиловић је проценио да је његова издашност у новембру 1980. године била 15 l/s, а температура 22 °C. Према КВО издашност овог врела износи 1 l/s. Детаљна истраживања су показала да температура воде износи 25.6 °C. По причању мештана, врело лечи алергије, реуму, ишијас и стомачна обољења. Направљен је импровизиран базен од дрвета површине 4 m<sup>2</sup>.

Друго термално извориште у долини Дубнице је извориште „Деспотовићи“. Температура воде износи 21°C, а издашност 19 l/s. Вршена су детаљнија истражна бушења. Вода овог изворишта се користи за пуњење олимпијског базена у Косјерићу.

И на локацији „Вашариште“, из бушотине БК – 4 потекла је термална вода температуре 21.2°C. Издашност овог извора износи 0.3 l/s. На истражној бушотини БС – 1 из издани „Скакавци“ очекује се највиша температура воде и процењује се да ће износити преко 40 °C (Група аутора, 2004). Сви термални извори везани су за раседе.

Ови извори су истражени у оквиру хидрогеолошких и хидрогеотермалних истраживања на подручју општине Косјерић у периоду од 1985. године до 1993. године, када су истраживања обустављена због недостатка средстава. У том периоду су истражене 4 бушотине (БК – 1 - Бањица, БК – 2 - Деспотовићи, БК – 4 - Вашариште, БС – 1 - Скакавци) и 2 истражно-експлоатациона бунара (ИЕБКос – 1 - Деспотовићи, ИЕБКос – 2). Обављена истраживања су показала да је воду са ових бушотина могуће користити за пиће и флаширање, у балнеолошке и спортско–рекреативне сврхе, за топлофикацију, као и у пољопривреди. У наставку истраживања, неке бушотине би се продубиле, а следећа фаза била би изградња објеката и експлоатација. За обављање истраживања и остале активности на овом плану потребни су инвеститори, а пројектна документација о до сада обављеном послу постоји и доступна је ([www.kosjeric.org.yu](http://www.kosjeric.org.yu)).

На Субјелу се на висини од 750 m налази 20 кружно поређаних извора, од којих је 5 веће издашности. Они настају на контакту дијабаз-рожнаца у подини и кредних кречњака у повлати, који чине сам врх Субјела изнад 800 m н.в. и простиру се на површини од свега 1.5 km<sup>2</sup>. Извор Црквине према И. Мисаиловићу даје 4 l/s воде. Каптиран је и пластичним цевима спроведен до Васиљевића кућа. Према истом аутору најјаче је Јотино врело са 10 l/s воде на 680 m н.в.. Следе врело Студенац са 8 l/s воде на 700 m н.в. и Милаковића врело са 6 l/s воде на 730 m н.в., које је каптирано и доведено до Милаковића кућа. На јужној падини Субјела налази се 16 извора који не пресушују. Најјачи даје 4 l/s, а остали 0.2 – 1.5 l/s воде. Према КВО два најјача извора на Субјелу дају 3 l/s воде.

Најјаче врело на Маковишту је Клокоч врело. Каптирано је и снабдева домаћинство Јевтића. Даје 3-8 l/s воде.

Гашића чесма у Росићима на југоисточним падинама Козомора даје 6 l/s (Мисаиловић, 1981). Међутим, хемијске анализе минералних извора у Росићима и сумпорног извора у Скакавачком пољу су показале, да због велике тврдоће нису за употребу. Потребна је детаљнија анализа свих минералних извора.

На основу документације ВГИ, у сливу Скрапежа се налази 207 извора од којих је 116 некаптирано, а 91 каптиран.

Од некаптираних извора највише је оних чија издашност износи 8.64-86.4 m<sup>3</sup>/дан, тј. 0.1-1 l/s у минимуму, док су на другом месту повремени извори издашности до 1 l/s. Најјачи некаптирани извор у сливу Скрапежа је већ поменуто Црвенбрешко врело, чија издашност износи 2160 m<sup>3</sup>/дан. Од сталних некаптираних извора значајни су помена следећи извори: Лекића врело у Доњем Таору (Кузмани) - 432 m<sup>3</sup>/дан; Бањица – 86.4 m<sup>3</sup>/дан; извор на северној падини Субјела (Мионица) – 259.2 m<sup>3</sup>/дан; извор у Цикотама испод Цикотске стене (Гавриловићи) – 172.8 m<sup>3</sup>/дан; извор у Субјелу (насеље) – 259.2 m<sup>3</sup>/дан; извор у Тубићима – 276.5 m<sup>3</sup>/дан; други извор у Тубићима – 172.8 m<sup>3</sup>/дан; извориште Црнушинца на Јеловој гори - 95 m<sup>3</sup>/дан и извориште у Маковишту – 103.7 m<sup>3</sup>/дан.\*

Од каптираних извора највећи је број оних чија је издашност 8.64-86.4 m<sup>3</sup>/дан, тј. 0.1-1 l/s у минимуму. Најјачи су следећи извори: извор у Бјелоперицама – 216 m<sup>3</sup>/дан; Хајдучка чесма у Доњем Таору (Јевтовићи) – 86.4 m<sup>3</sup>/дан; извориште Полошнице (Минићи северно од Варде) 95.4 m<sup>3</sup>/дан; извор у Цикотама (Обреновићи) – 216 m<sup>3</sup>/дан и извор на северној падини Субјела (Мионица) – 86.4 m<sup>3</sup>/дан. Сем каптираних извора, у каптиране спадају и захвати површинске и подземне воде, као и седам бунара. У тим бунарима дубина нивоа подземне воде износи: бунар у долини Јелове 4 m; бунар између Црвене реке и Ријеке 6 m; бунар испод Гредине у Маковишту 15 m; бунар испод Росића стране 1 m; бунар у изворишном делу Дубнице

---

\* На теренским истраживањима обављеним у пролеће и јесен 2003. године мерена је издашност извора у изворишном делу Скрапежа до Доњег Таора, као и у сливу Сеча реке волуметријском методом. Утврђено је да се издашност сталних некаптираних извора креће до 1 l/s, док је код повремених извора најчешће износила испод 0.1 l/s. Неки извори су каптирани и направљени су водозахвати за водоснабдевање оближњих заселака. На каптажама су углавном направљене и јавне чесме на којима је задовољен минимум издашности од 0.1-1 l/s. Једино је на извору Јованова вода на Јеловој гори издашност била већа од 10 l/s (према документацији ВГИ издашност овог извора у минимуму се креће од 0.1-1 l/s), што се објашњава чињеницом да су истраживања вршена средином новембра, када се јавља секундарни максимум падавина.

(заселак Даниловићи) 3 m; бунар у Мионици 10 m; бунар у Горњим Скакавцима 13 m; бунар у Доњим Скакавцима у долини Мионице 8 m и бунар у долини Кладорубе пред ушћем Мионице 1 m.

Према документацији ВГИ ниједан извор ни водозахват није подложен загађивању и њихова вода је за пиће. Са свега 5 извора, односно водозахвата, вода се захвата машински (хидрофор, моторна црпка, електрична црпка и слично), док се са свих осталих вода захвата ручно или је реч о водозахвату за водоводни систем.

Таб. 12. Извори у сливу реке Скрапеж (документација ВГИ)

Tab. 12. Springs in the Skrapež River basin (base: The Military Geographical Institute documentation)

| Некаптирани извори |     | Каптирани извори  |     |
|--------------------|-----|-------------------|-----|
| Повремени          | 22  | Повремени         | 15  |
| Стални 0.1-1 l/s   | 84  | Стални 0.1-1 l/s  | 71  |
| Стални 1-10 l/s    | 9   | Стални 1-10 l/s   | 5   |
| Стални 10-100 l/s  | 1   | Стални 10-100 l/s | 0   |
| Укупно             | 116 | Укупно            | 91  |
| УКУПНО             |     |                   | 207 |

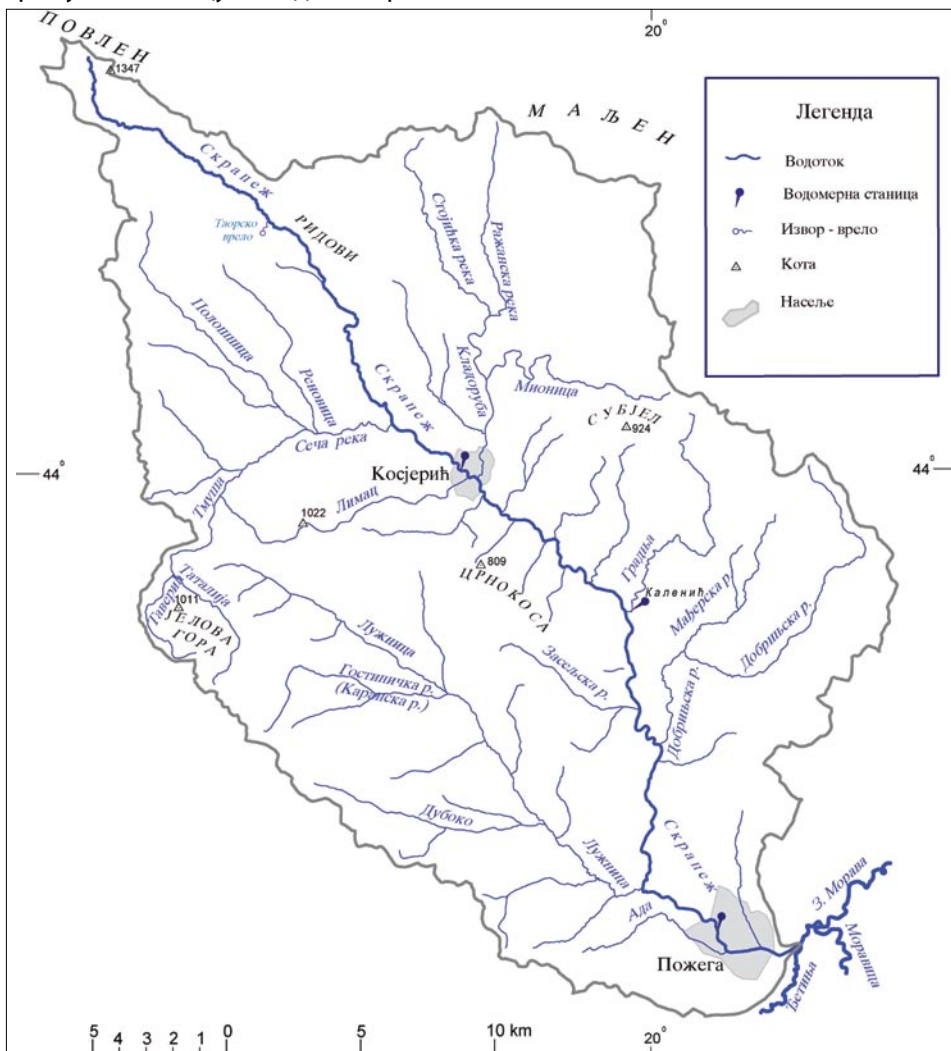
Од укупно 45 бунара у сливу Скрапежа 44 бунара су копана, док је један артешки.

Укупна запремина резервоара за водоснабдевање износи 4872 m<sup>3</sup>. Највећи је резервоар за водоснабдевање Пожеге (1500 m<sup>3</sup>). Следе резервоар у Косјерићу 750 m<sup>3</sup>, резервоар у Луновом селу у сливу Лужнице – резервоар фабрике Јелова гора 500 m<sup>3</sup> и резервоар Маковиште 300 m<sup>3</sup>.

Карактеристика извора и врела у сливу Скрапежа је да су доста чести, али да им издашност није стална и да зависи од климатских прилика и вегетационог покривача. Максимална издашност је у пролеће услед топљења снега и максималних падавина. У јесен се јавља секундарни максимум. Минимална издашност се јавља зими и лети услед негативних температура, снежног покривача и залеђеног слоја земљишта који смањује упијање, односно услед већег испаравања и мање количине падавина. Извори и врела имају велики значај за водоснабдевање становништва и за наводњавање.

ОПИС ВОДОТОКА

Скрапеж је лева притока Ћетиње, а неки аутори је третирају као трећу саставницу Западне Мораве\*.



Сл. 16. Хидрографска карта слива Скрапежа  
 Fig. 16. Hydrographic map of the Skrapež River basin

\* Интересантно је поменути да М. Милићевић спомиње Ћетињу као притоку Скрапежа наводећи „У Скрапеж се уливају речице: Сјечица, Кладоруба, Дужница, и Ћетиња.“ (Милићевић, 1876)

**Скрапеж** извире испод Малог (1347 m) и Великог Повлена (1271 m). Извор на 1130 m је узет за главни, мада у оквиру изворишне челенке постоји више сталних и повремених извора од којих постаје река Скрапеж.

У том горњем делу Скрапеж је познат и по називу Рјечица, а пошто у кориту, пред улазак у прву клисуру дугу око 3 km, наиђе на понор у коме повремено лети губи сву воду, носи назив Суваја поток. По изласку из клисуре, Скрапеж избија у виду Црвенбрешког врела. Када прими воду овог врела, Скрапеж се зове Таорска река. По наводима И. Мисаиловића, процена је да је у августу на врелу избијало 2-3 m<sup>3</sup>/s воде. Мање количине воде се бележе и на ушћу Скрапежа лети. То је условљено чињеницом да Скрапеж губи воду која се процеђује у корито, затим храни издан у Пожешкој котлини, а користе је и велики потрошачи (индустрије у Косјерићу и Пожеги). Све до Годљева река има неусаглашен речни профил, велики пад, прегибе у кориту, уску долину, а од Годљева је усечена у неогене седименте, па је речни пад блажи, као и долинске стране. Скрапеж носи локалне називе по селима кроз која протиче, па тако на деоници кроз Радановац носи назив Радановачка река, а кроз Годљево Годљевача. Народ овог краја тек од ушћа Сеча реке Скрапеж зове тим именом. Пошто има бројне притоке, тј. скрпљен је од многих потока, по народном предању првобитно је носио назив Скрпеж, да би се касније добио данашњи назив Скрапеж ([www.kosjeric.org.yu](http://www.kosjeric.org.yu)). Одатле Скрапеж све до ушћа тече наизменично кроз неогене седименте и клисурасте долине где је усечен у кречњацима (епигенија на ушћу Сеча реке, Литице). Корито је регулисано кроз насеље Косјерић, у циљу заштите од великих вода. У горњем делу тока ширина корита износи 3-15 m, а низводно од Косјерића па до ушћа 15-50 m (Мисаиловић, 1981). У Пожешкој котлини има све одлике равничарске реке која има широко корито, меандре и носи велике количине наноса.

**Сеча река** извире на 658 m н.в., а улива се у Скрапеж на 449 m н.в. Чини је више поточића који се сливају са Јакља и Церја. Има лепезаст слив и веће притоке Полошницу и Реновицу са леве стране и Тмушу са десне. Полошница и Реновица извиру на Маковишту и теку паралелно са Скрапежом, што говори о томе да су и оне некада биле директне притоке некадашњег неогеног језера. Тмуша, тачније њене саставнице Таталија и Таверић извиру на Јеловој гори. Тече у правцу североисток. Сеча река има уједначен протицај током године, јер јој је добар део слива под шумском вегетацијом. Процена И. Мисаиловића о протицају Сеча реке је 0.8 m<sup>3</sup>/s (Мисаиловић, 1981).

**Кладоруба** је лева притока Скрапежа, која тај назив добија после

спајања Стојићке и Ражанске реке. Она има најгушћу речну мрежу. У њеном сливу је значајна речна ерозија због серпентинитске подлоге и огољених површина, па отуда и потиче њен назив Кладоруба, јер за време високих вода она „рубџи кладџе“, тј. подлокава своје обале и односи читава стабла са собом.



Сл. 17. Изворишна челенка реке Скрапџеж  
(фоџио: Ј. Ковачевић)

Fig. 17. Spring area of the Skrapež River  
(photo: J. Kovačević)



Сл. 18. Скрапџеж у Пожешкој коџилини  
(фоџио: М. Миливојевић)

Fig. 18. The Skrapež River in the Požega valley  
(photo: M. Miliivojević)



Сл. 19. Река Кладоруба  
(фоџио: Ј. Ковачевић)

Fig. 19. The Kladoruba River  
(photo: J. Kovačević)



Сл. 20. Добрињска река код ушћа  
(фоџио: Ј. Ковачевић)

Fig. 20. The Dobrinjska River near its mouth  
(photo: J. Kovačević)

Кладоруба са леве стране прџма притоку Мионицу, која такође има густу речну мрежу и носи велике количине наноса. Пре ушћа у Скрапџеж, а по прџмању Мионице, Кладоруба задобија карактер равничарске реке и усечена је у властџти материјал. Кладоруба са десне стране прџма и реку Дубницу, у чијем сливу се налази термална вода Бањџца. Прџтицај Кладорубе је неуједначен и према процени И. Мисаиловића креће се од 0,5-1 m<sup>3</sup>/s (Мисаиловић, 1981). Лџти се дешава да ток скоро прџесуши.

**Градња** је лева притока Скрапежа. Извире на 630 m н. в., а улива се у Скрапеж на 374 m н. в. у клисури Литице. Уз поток Таверић (слив Сеча реке) има највећи коефицијент извијуганости тока (1.64). На Градњи у Каленићу, недалеко од ушћа, била је постављена експериментална хидролошка станица, која је радила 9 година.

**Добрињска река** извире на 790 m н. в. испод Матијевића брда. Има правац пружања северозапад-југоисток. Дуга је 18.97 km, а ушће у Скрапеж се налази на 339 m н. в. Пошто прими Маџерску реку улази у Добрињски басен и тече правцем север-југ. Протицај према И. Мисаиловићу износи од 0,5-0,8 m<sup>3</sup>/s (Мисаиловић, 1981).

**Лужница** је најдужа притока Скрапежа (22.43 km). Извире на 760 m н. в. на североисточним падинама Јелове горе, а улива се у Скрапеж недалеко од Пожеге на 320 m н. в. Такође има највећу укупну дужину речних токова. По густини речне мреже налази се у самом врху. Испред ње су њени поједини субсливови, као и Кладоруба и Тмуша (слив Сеча реке) са својим притокама. Прима велики број притока, а најдуже су Гостиничка река и Дубоко. На Лужници нема хидролошких осматрања, али је на основу регионалних анализа зависности висине отицаја од падавина, израчунато да протицај Лужнице код ушћа износи око 1 m<sup>3</sup>/s. Највећи проблем Лужнице је загађеност тока.

Већ је речено да су сви стални токови који имају називе шифровани (фуснота на страни 32). Из ових шифара се може одредити ранг (ред) притоке\*. Тако река Скрапеж (1.33.2.4.2.) припада једном реду. Све њене директне притоке са називом или без њега су притоке I реда, тј. имају нижи ранг у односу на Скрапеж (на пример Сеча река (1.33.2.4.2.2.) је притока I реда реке Скрапеж). Притоке притока I реда са називом или без њега се називају притокама II реда (на пример Тмуша (1.33.2.4.2.2.2.) је притока II реда реке Скрапеж и директно се улива у Сеча реку, притоку I реда). Притоке III реда су директне притоке са или без назива притока II реда (на пример Таверић (1.33.2.4.2.2.2.1) је притока III реда реке Скрапеж и директно се улива у Тмушу, притоку II реда). У притоке IV реда сврстани су сви токови без назива и они су притоке притока III реда.

---

\* Река Скрапеж у својој шифри има 5 јединица, њене притоке I реда имају 6 јединица, притоке II реда 7 јединица и тако редом. Број последње јединице уједно показује која је то по реду притока пошавши од извора реке у коју се улива.

## МОРФОХИДРОГРАФСКИ ПОКАЗАТЕЉИ

За сваки стални ток са називом (који је претходно дигитализован) уз помоћ програма Microstation и Geomedia израчунати су основни морфохидрографски показатељи (речни километар, дужина тока, најкраће растојање од извора до ушћа, укупна дужина свих сталних и периодичних токова у сливу). Такође су израчунати коефицијент извијуганости тока ( $K_i$ ), густина речне мреже, као и укупан ( $I$ ) и просечан пад тока ( $It$ ). У наредној табели су приказане морфохидрографски показатељи реке Скрапеж, док се за све остале токове подаци налазе у прилогу 2.

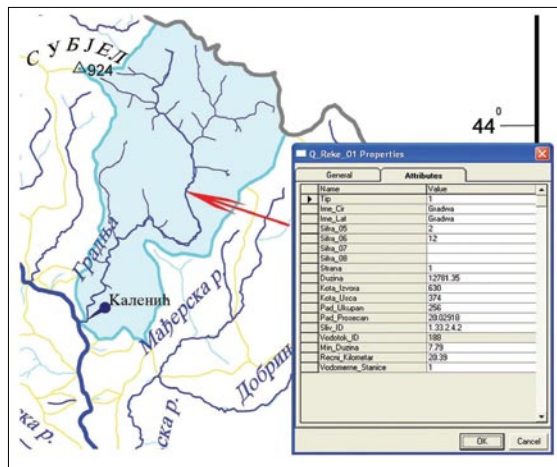
Таб. 13. Морфохидрографски показатељи реке Скрапеж  
 Tab. 13. Morphohydrographic parameters of the Skrapež River

| Река    | Шифра   | Слив       | Ред притоке              | Страна                   | р.км. (km)               | L (km)          | Lmin (km)     | $K_i$ | Ls (km) |
|---------|---------|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|---------------|-------|---------|
|         |         | 1.33.2.4.2 | Ђетиња                   | 0                        | Л                        | 1.55            | 55.31         | 42.43 | 1.30    |
| Скрапеж | Lp (km) | Lu (km)    | Ds (km/km <sup>2</sup> ) | Dp (km/km <sup>2</sup> ) | Du (km/km <sup>2</sup> ) | Кота извора (m) | Кота ушћа (m) | I (m) | It (‰)  |
|         | 617.92  | 1257.40    | 0.99                     | 0.95                     | 1.94                     | 1130            | 302           | 828   | 14.97   |

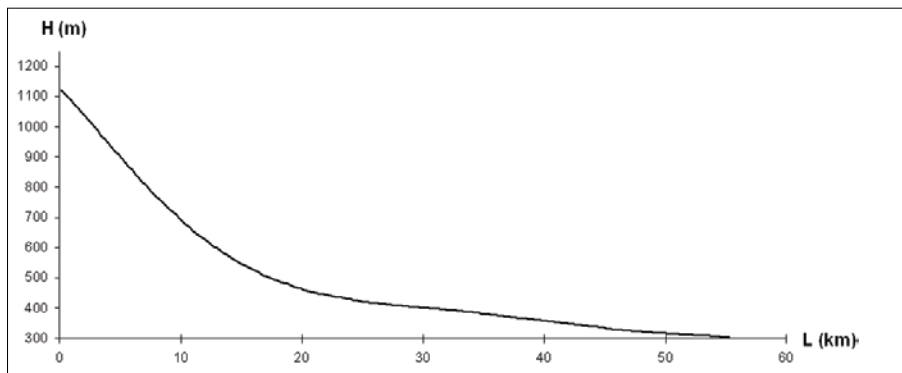
р.км. – речни километар, L – дужина главног тока, Lmin – најкраће растојање од извора до ушћа,  $K_i$  – коефицијент извијуганости тока, Ls – дужина сталних токова, Lp – дужина периодичних токова, Lu – укупна дужина свих водотока, Ds – густина речне мреже сталних токова, Dp – густина речне мреже периодичних токова, Du – густина речне мреже свих водотока, I – укупан пад тока, It – просечан пад тока

Ови подаци су уређени као база података и направљен је информациони систем који садржи неке од ових атрибута токова (назив тока, шифру тока, страну тока: 1 – лева притока, 2 – десна притока; тип тока: 1 – стални водоток, 2 – периодични водоток, речни километар, дужину главног тока, најкраће растојање од извора до ушћа, коту извора, коту ушћа, укупан пад тока, просечан пад тока, постојање водомерних станица). Прорачунати (изведени) показатељи нису део информационог система, јер се могу добити упитима (коефицијент извијуганости тока, укупне дужине токова у сливу, густине речних мрежа итд.). На слици 21 дат је пример информационог система за реку Градњу.

На слици 22 приказан је уздужни профил реке Скрапеж који је генерисан из дигиталног модела терена коришћењем програма Idrisi.



Сл. 21. Пример информационог система за морфохидрографске показатеље реке Градње  
 Fig. 21. Example of information system for morpho-hydrographic characteristics of the Gradnja River



Сл. 22. Уздужни профил Скрапежа  
 Fig. 22. Longitudinal profile of the Skrapež River

## ВОДНИ РЕЖИМ СКРАПЕЖА

У сливу Скрапежа хидролошка осматрања се врше на две станице, и то у Пожеги од 1922. г. и у Косјерићу од 1961. г., с тим што осматрања нису била редовна. У овом раду биће разматран период од 1961-2000 г. Низ за Косјерић попуњен је методом нормалног односа, тј. пропорцијом. Контролна станица за попуњавање низа у Косјерићу је била станица Пожега. Од више метода за извођење екстраполације (интерполације), овај

метод се показао као најбољи за продужавање низа у сливовима где су станице основане касније, као и тамо где је било прекида у њиховом раду. У периоду 1981 – 1989 г. била је постављена и експериментална станица у Каленићу на реци Градњи. Низ на овој станици је такође продужен до 2000. године, а за референтну станицу је такође узета станица у Пожеги.

Таб. 14. Општи подаци о водомерним станицама

Tab. 14. General data about hydro-measurement stations

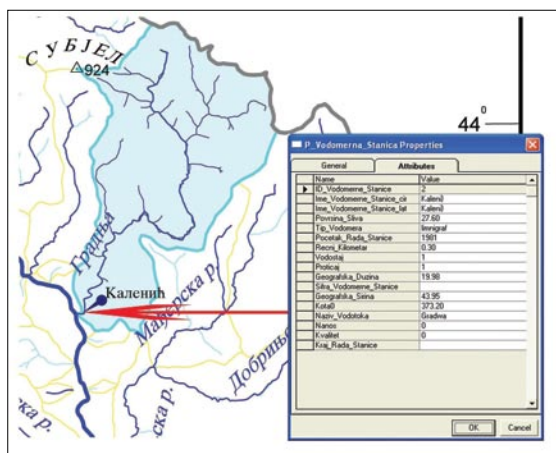
| Река    | Станица  | Шифра станице | Почетак рада | N      | E      | F (km <sup>2</sup> ) | р.км (km)   | Кота „0“ | Врста водомера |
|---------|----------|---------------|--------------|--------|--------|----------------------|-------------|----------|----------------|
| Скрапеж | Пожега   | 47495         | 1922         | 43°51' | 20°02' | 630                  | 4.6         | 303.26   | лимниграф      |
| Скрапеж | Косјерић | 47460         | 1961         | 43°59' | 19°54' | 279 (166)            | 26.7 (28.1) | 403.00   | лимниграф      |
| Градња  | Каленић  | -             | 1981         | 43°57' | 19°59' | 27.6                 | 0.3         | 373.20   | лимниграф      |

Када су у питању вредности водостаја и протицаја на станицама Косјерић и Пожега, важно је нагласити да су оне мењале место, као и тип водомера, што се одразило на речни режим. Наиме, до 1980. г. станица у Косјерићу је била постављена низводно од ушћа Кладорубе на 26.7 р.км. и површина слива је на том профилу износила 279 km<sup>2</sup>, а 1980. г. премештена је узводно од њеног ушћа на 28.1 р.км., те се сливна површина до водомерне станице смањила на 166 km<sup>2</sup>. До промене локације станице водостај се мерио летвом, а на новој локацији је постављен лимниграф. На станици у Пожеги је такође 1978. године уместо летве постављен лимниграф и управо је та година била она у којој је дошло до промене вредности водостаја. Станица у Пожеги је 1987. године померена за 50 m узводно, али се то није одразило на вредности водостаја и протицаја.



Сл. 23. Водомерна станица на реци Скрапеж у Косјерићу (фото: М. Миливојевић)  
Fig. 23. Hydro-measurement station on the Skrapež River in Kosjerić (photo: M. Milivojević)

Део већ поменутог информационог система представљају и подаци о водомерним станицама. Подаци који се могу добити су следећи: назив водомерне станице, шифра водомерне станице, географска ширина и географска дужина станице, назив водотока, почетак рада и крај рада станице, површина слива до водомерне станице, речни километар, кота „0“, тип водомера, врста мерења (водостај, протицај, нанос, квалитет). На слици 24 дат је пример информационог система, тачније подаци које он садржи о водомерним станицама. Пример се односи на водомерну станицу Каленић на Градњи.

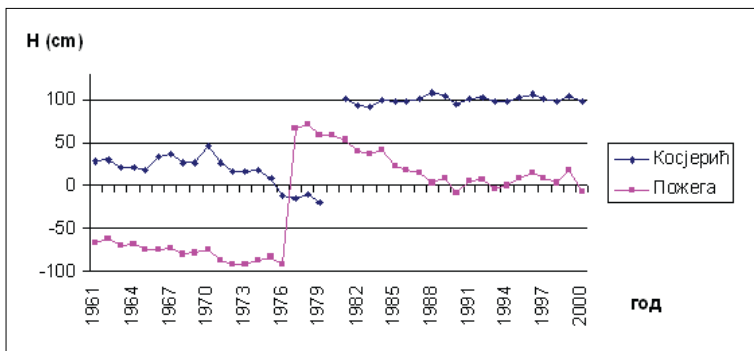


Сл. 24. Пример информационог система за водомерну станицу Каленић на реци Градњи  
Fig. 24. Example of information system for hydro-measurement station Kalenić on the Gradnja River

## Водостај

Водостај се у сливу Скрапежа, како на станици Косјерић, тако и на станици Пожега, мора посматрати у два одвојена периода. На слици 25 приказан је скок у вредностима водостаја, настао због промене места водомерних станица и коте „0“. Тако ће у Косјерићу бити разматран период 1961-1979 и 1981-2000, а у Пожеги 1961-1976 и 1977-2000.

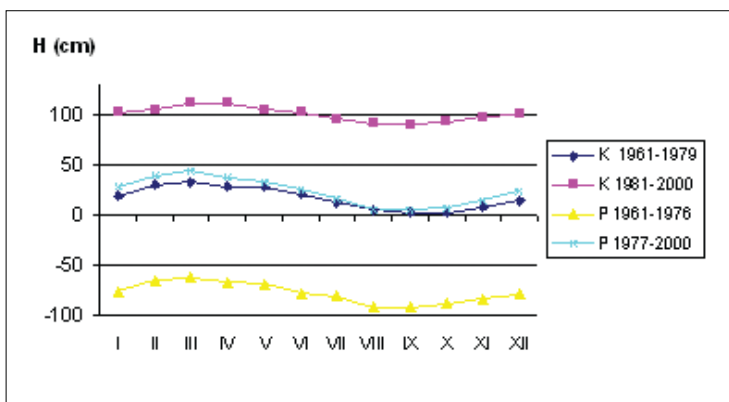
У оба периода на обе станице највиши водостаји Скрапежа се бележе у марту, а најнижи у септембру. Први су последица пролећних киша и отапања снега, док се појава најнижих водостаја крајем лета и почетком јесени објашњава мањом количином падавина лети и повећаним испаравањем.



Сл. 25. Средњи годишњи водостајаи Скрапежа у Косјерићу и Пожеги у периоду 1961-2000  
 Fig. 25. Average annual values of the Skrapež River water level in Kosjerić and Požeга in the period 1961-2000

Таб. 15. Средње месечне и годишње вредности водостајаја реке Скрапеж  
 Tab. 15. Average monthly and annual values of the Skrapež River water level

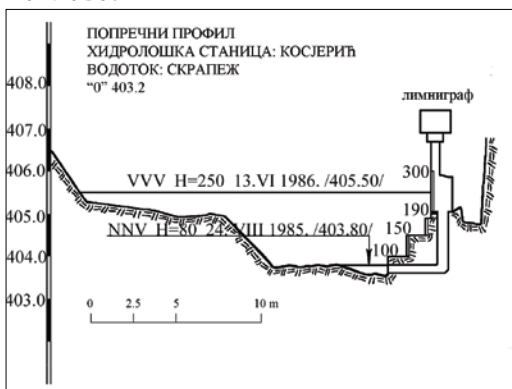
|                       | I   | II  | III | IV  | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   | XI  | XII | Год. |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|------|
| Косјерић<br>1961-1979 | 19  | 30  | 32  | 29  | 27  | 21  | 13  | 4    | 2   | 2   | 8   | 15  | 17   |
| Косјерић<br>1981-2000 | 102 | 105 | 112 | 111 | 105 | 102 | 97  | 92   | 91  | 92  | 97  | 100 | 101  |
| Пожега<br>1961-1976   | -77 | -66 | -63 | -68 | -69 | -78 | -82 | -92  | -92 | -89 | -85 | -80 | -78  |
| Пожега<br>1977-2000   | 28  | 39  | 44  | 38  | 32  | 25  | 15  | 5    | 4   | 6   | 14  | 23  | 23   |



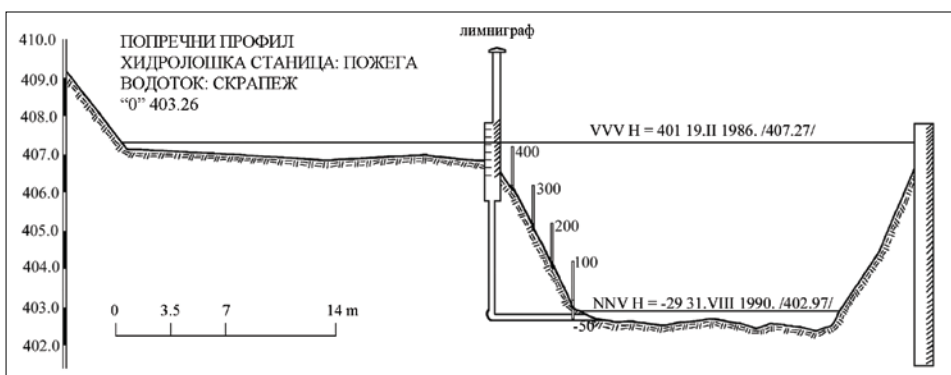
Сл. 26. Упоредни приказ средњих месечних водостајаја Скрапежа у Косјерићу и Пожеги  
 Fig. 26. Comparative review of average monthly Skrapež River water level in Kosjerić and Požeга

У проучаваном периоду највиши забележен водостај Скрапежа у Косјерићу био је 13.05.1965. године и износио је 290 см, а у Пожеги 19.02.1986. године и износио је 401 см. Најнижи водостај регистрован је у Косјерићу 21.09.1979. године и износио је  $-48$  см, а у Пожеги 15.09.1976. године када је измерено  $-114$  см. Тако амплитуде у проучаваном периоду износе у Косјерићу 338 см, а у Пожеги 515 см. Апсолутно минимални водостаји забележени су 1931. и 1932. године, када је корито Скрапежа пресушило (Ранитовић, 1981).

За прорачунавање дужине разливања воде по алувијалној равни услед промене водостаја, од велике користи могу да буду попречни профили корита код водомерних станица. Ови профили код обе станице на Скрапежу веома су захвални за уочавање максималних и минималних водостаја и практичну примену тих резултата. Од посебног значаја је ниво максималног забележеног водостаја са аспекта превентивне заштите од поплава.



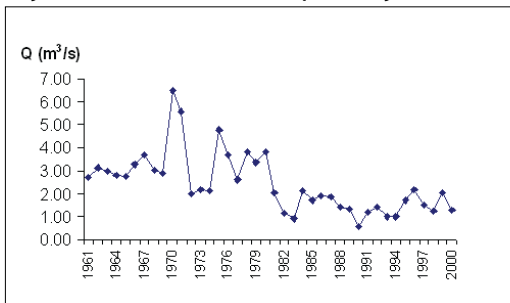
Сл. 27. Попречни профил ревној кориџа у Косјерићу (према подацима РХМЗ-а)  
Fig. 27. Cross section of riverbed in Kosjerić (base: Republic Hydrometeorological service of Serbia)



Сл. 28. Попречни профил ревној кориџа у Пожеги (према подацима РХМЗ-а)  
Fig. 28. Cross section of riverbed in Požega (base: Republic Hydrometeorological service of Serbia)

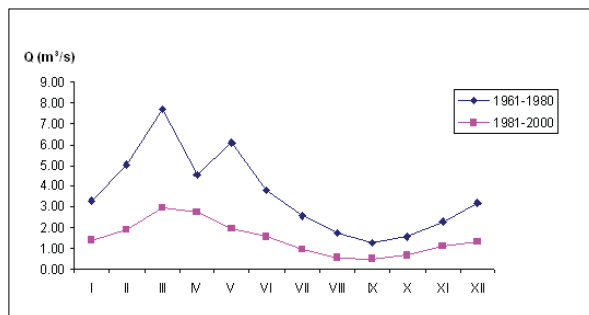
## Протицај

Услед промене положаја водомерне станице у Косјерићу, узводно од ушћа Кладорубе, смањена је количина воде која протиче поред водомерне станице и која износи око 43% од протицаја када се станица налазила низводније.



Сл. 29. Годишњи проточицаји Скрапежа у Косјерићу у периоду 1961-2000  
Fig. 29. Annual Skrapež River discharges in Kosjerić in the period 1961-2000

На слици 31 приказане су средње месечне вредности протицаја у периодима када је станица била низводно и укључивала воду Кладорубе и када је померена узводно од ушћа Кладорубе.



Сл. 30. Упоредни приказ средњих месечних проточицаја Скрапежа у Косјерићу  
Fig. 30. Comparative review of average monthly Skrapež River discharges in Kosjerić

Ипак, не треба испустити из вида и чињеницу да је период 1981-2000 био мање кишовит од периода 1961-1980, на шта указује и смањен протицај у првом периоду, односно линије тренда су на обе станице негативне (Ковачевић-Мајкић, Штрбац, 2008).

Подаци у табели 16 за станицу Косјерић односе се на профил узводно од ушћа Кладорубе. Просечни годишњи протицај у периоду 1961-2000 у Косјерићу је износио  $1.56 \text{ m}^3/\text{s}$ , а у Пожеги  $4.73 \text{ m}^3/\text{s}$ . Протицај се повећава идући од Косјерића до Пожеге, у складу са приливом воде од притока са леве и десне стране и приливом подземних вода. Максимални протицаји се јављају у марту, а крај лета и почетак јесени је период када

Таб. 16. Средње месечне и годишње вредности протоцијаци ( $Q$ ,  $m^3/s$ ), специфичног отицаја ( $q$ ,  $l/s/km^2$ ) и висине отицаја ( $Y_0$ ,  $mm$ ) реке Скрапеж у периоду 1961-2000  
 Tab. 16. Average monthly and annual values of discharge ( $Q$ ,  $m^3/s$ ), specific runoff ( $q$ ,  $l/s/km^2$ ) and runoff ( $Y_0$ ,  $mm$ ) of the Skrapež River in the period 1961-2000

| 1961-2000 | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX   | X     | XI    | XII   | Год    |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| Косјерић  | Q     | 1.51  | 2.21  | 2.85  | 2.62  | 2.26  | 1.77  | 1.09  | 0.58 | 0.78  | 1.09  | 1.38  | 1.56   |
| Пожега    | Q     | 4.67  | 7.56  | 8.85  | 7.20  | 7.08  | 4.98  | 3.65  | 1.70 | 2.02  | 3.02  | 4.29  | 4.73   |
| Косјерић  | q     | 9.11  | 13.29 | 17.17 | 15.77 | 13.60 | 10.69 | 6.55  | 3.51 | 4.70  | 6.58  | 8.33  | 9.42   |
| Пожега    | q     | 7.42  | 12.00 | 14.05 | 11.44 | 11.23 | 7.91  | 5.79  | 2.82 | 3.21  | 4.79  | 6.81  | 7.51   |
| Косјерић  | $Y_0$ | 24.40 | 32.42 | 46.00 | 40.87 | 36.43 | 27.71 | 17.56 | 9.40 | 12.60 | 17.07 | 22.31 | 297.15 |
| Пожега    | $Y_0$ | 19.87 | 29.28 | 37.63 | 29.64 | 30.09 | 20.51 | 15.51 | 7.01 | 8.59  | 12.41 | 18.24 | 236.96 |

протичу најмање количине воде.

Добар показатељ издашности слива водом је специфични отицај. Специфични отицај Скрапежа потврђује правило да са повећањем надморске висине и падавина расту и вредности специфичног отицаја. Тако средњи годишњи специфични отицај у Пожеги износи  $7.51 l/s/km^2$ , а у Косјерићу  $9.42 l/s/km^2$ . Већа издашност горњег дела слива може се објаснити и геолошким саставом. Наиме, у том делу слива је веће учешће кречњака него у делу слива низводно од Косјерића, а познато је да крас повећава отицање. Може се извршити поређење на пример са сливом реке Градац до профила Дегурић (субслив Колубаре), где је коефицијент закрашћености 70%, а специфични отицај  $17.57 l/s/km^2$  (Живковић, 1995). Процент територије под кречњацима у сливу Скрапежа до профила Косјерић износи 30%, а у целом сливу око 12%. Специфични отицај у Пожеги која се налази близу ушћа у Ћетињу је  $7.51 l/s/km^2$ .

Висина отицаја је важан показатељ при одређивању водног биланса, као и код одређивања протицаја за неизучене сливове, преко зависности висине отицаја од падавина. Висина отицаја је она количина падавина која отекне, па се зато другачије назива „ефективне падавине“.

Овако осредњене вредности и продужен низ за читавих десет година, међутим, не дају реалну хидролошку слику реке Скрапеж. Из тог разлога су за потребе анализе протицаја, али првенствено због специфичног отицаја и висине отицаја, посебно разматрана поменута два периода.

Просечни годишњи протицај

Таб. 17. Средње месечне и годишње вредности притока ( $Q, m^3/s$ ), специфичног отицања ( $q, l/s/km^2$ ) и висине отицања ( $Y_0, mm$ ) реке Скрапеж у периоду 1961-1980  
 Tab. 17. Average monthly and annual values of discharge ( $Q, m^3/s$ ), specific runoff ( $q, l/s/km^2$ ) and runoff ( $Y_0, mm$ ) of the Skrapež River in the period 1961-1980

| 1961-1980      | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | Год    |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Косјерић Q     | 3.32  | 5.03  | 7.69  | 4.55  | 6.11  | 3.81  | 2.59  | 1.71  | 1.26  | 1.54  | 2.30  | 3.16  | 3.58   |
| Пожега Q       | 5.06  | 8.57  | 8.47  | 6.87  | 8.11  | 5.50  | 4.03  | 1.81  | 1.88  | 2.35  | 3.01  | 4.40  | 5.00   |
| Косјерић q     | 11.90 | 18.02 | 27.57 | 16.32 | 21.89 | 13.65 | 9.28  | 6.14  | 4.51  | 5.53  | 8.25  | 11.34 | 12.84  |
| Пожега q       | 8.03  | 13.61 | 13.44 | 10.91 | 12.87 | 8.73  | 6.39  | 2.88  | 2.98  | 3.73  | 4.77  | 6.98  | 7.94   |
| Косјерић $Y_0$ | 31.87 | 43.97 | 73.84 | 42.30 | 58.62 | 35.38 | 24.85 | 16.45 | 11.69 | 14.80 | 21.38 | 30.37 | 404.77 |
| Пожега $Y_0$   | 21.50 | 33.21 | 36.01 | 28.27 | 34.46 | 22.63 | 17.12 | 7.71  | 7.72  | 9.98  | 12.38 | 18.71 | 250.51 |

Таб. 18. Средње месечне и годишње вредности притока ( $Q, m^3/s$ ), специфичног отицања ( $q, l/s/km^2$ ) и висине отицања ( $Y_0, mm$ ) Скрапежа и Градње у периоду 1981-2000  
 Tab. 18. Average monthly and annual values of discharge ( $Q, m^3/s$ ), specific runoff ( $q, l/s/km^2$ ) and runoff ( $Y_0, mm$ ) of the Skrapež River in the period 1981-2000

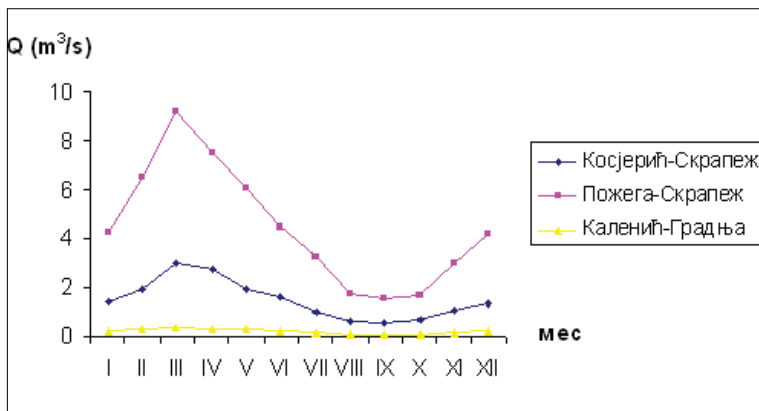
| 1981-2000      | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII | IX   | X     | XI    | XII   | Год    |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| Косјерић Q     | 1.39  | 1.91  | 2.97  | 2.74  | 1.93  | 1.59  | 0.97  | 0.57 | 0.52 | 0.65  | 1.10  | 1.35  | 1.47   |
| Пожега Q       | 4.29  | 6.55  | 9.23  | 7.54  | 6.05  | 4.47  | 3.27  | 1.75 | 1.53 | 1.69  | 3.03  | 4.18  | 4.46   |
| Каленић Q      | 0.18  | 0.28  | 0.30  | 0.25  | 0.28  | 0.18  | 0.12  | 0.07 | 0.07 | 0.08  | 0.13  | 0.17  | 0.18   |
| Косјерић q     | 8.36  | 11.51 | 17.91 | 16.49 | 11.62 | 9.58  | 5.87  | 3.44 | 3.15 | 3.94  | 6.60  | 8.11  | 8.88   |
| Пожега q       | 6.81  | 10.39 | 14.65 | 11.96 | 9.60  | 7.09  | 5.18  | 2.77 | 2.43 | 2.69  | 4.80  | 6.63  | 7.08   |
| Каленић q      | 6.56  | 10.30 | 11.04 | 8.97  | 10.21 | 6.46  | 4.41  | 2.60 | 2.55 | 2.80  | 4.63  | 6.27  | 6.40   |
| Косјерић $Y_0$ | 22.39 | 28.07 | 47.98 | 42.75 | 31.13 | 24.83 | 15.72 | 9.22 | 8.18 | 10.55 | 17.12 | 21.73 | 280.15 |
| Пожега $Y_0$   | 18.23 | 25.35 | 39.24 | 31.01 | 25.71 | 18.38 | 13.89 | 7.42 | 6.29 | 7.19  | 12.45 | 17.76 | 223.40 |
| Каленић $Y_0$  | 17.58 | 25.13 | 29.56 | 23.24 | 27.34 | 16.74 | 11.81 | 6.97 | 6.62 | 7.50  | 12.00 | 16.80 | 201.84 |

Скрапежа у Косјерићу, у периоду 1961 – 1980 (профил низводно од ушћа Кладорубе) износио је  $3.58 \text{ m}^3/\text{s}$ , а у периоду 1981 - 2000  $1.47 \text{ m}^3/\text{s}$  (профил узводно од ушћа Кладорубе). У Пожеги је у првом периоду протицај износио  $5.0 \text{ m}^3/\text{s}$ , односно  $4.46 \text{ m}^3/\text{s}$  у периоду 1981 - 2000. Средња вредност протицаја у Каленићу на Градњи у периоду 1981 – 2000 је износила  $0.17 \text{ m}^3/\text{s}$ . Када су у питању максимални и минимални протицаји, јављају се непоклапања међу станицама. У периоду 1961-1980 максимални протицаји се јављају у марту на станици Косјерић, а у Пожеги у фебруару. Последица су отапања снега и падавина. Наиме, у доњем делу слива снег се већ у фебруару отапа и утиче на повећање протицаја, док се у вишим деловима слива снег отапа касније, тј. његов утицај се у Косјерићу осети у марту (Ковачевић-Мајкић, 2008 б). Тада су вредности протицаја веће од просечних годишњих за око 50%, па и више. Минимални протицаји се у Пожеги јављају у августу, а у Косјерићу у септембру. У просеку, у периоду 1981-2000 највећи протицаји на све три станице бележе се у марту, док се минимум на Градњи јавља у августу и септембру, а у Косјерићу и Пожеги у септембру. Ове чињенице наводе на закључак да Скрапеж припада рекама плувио - нивалног режима, умерено континенталне варијанте (Дукић, Гавриловић, 2006). Највећи протицај у Пожеги износи  $9.23 \text{ m}^3/\text{s}$ , а најмањи  $1.53 \text{ m}^3/\text{s}$ , тако да је амплитуда  $7.70 \text{ m}^3/\text{s}$ . У Косјерићу је вредност максималног средњег протицаја  $2.97 \text{ m}^3/\text{s}$ , а минималног  $0.52 \text{ m}^3/\text{s}$ , па амплитуда износи  $2.45 \text{ m}^3/\text{s}$ . Односи између највећих и најмањих протицаја у току године се крећу од 1:4 на Градњи до око 1:6 у Косјерићу и Пожеги у периоду 1981-2000. У Пожеги се тај однос погоршао с обзиром на чињеницу да је у периоду 1961-1980 износио 1:4.7. Тако релативно велике амплитуде и односи између највећих и најмањих протицаја, као и мала количина воде су неповољне за коришћење вода Скрапежа у привреди.

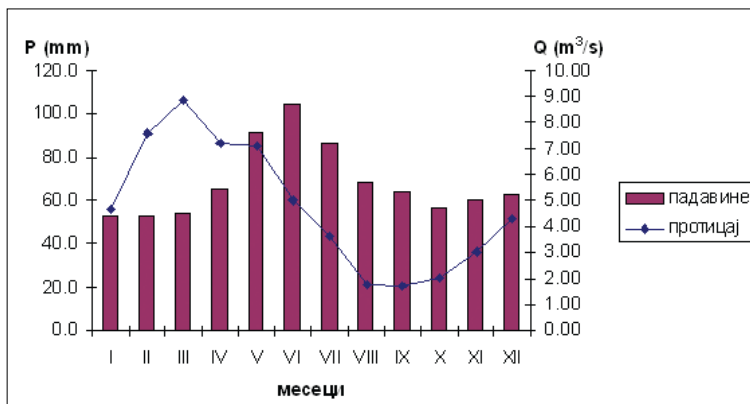
Средњи годишњи специфични отицај у Косјерићу износи  $12.84 \text{ l/s/km}^2$  (1961-1980), односно  $8.88 \text{ l/s/km}^2$  (1981-2000), а у Пожеги  $7.94 \text{ l/s/km}^2$ , односно  $7.08 \text{ l/s/km}^2$ . У сливу Градње специфични отицај износи  $6.40 \text{ l/s/km}^2$ .

Велика евапотранспирација, изазвана високим температурама ваздуха у време максималних падавина које се јављају у јуну, разлог је непоклапања максимума падавина и максимума протицаја. Минимални протицаји су последица високих температура, великог испаравања и мале количине падавина крајем лета и почетком јесени.

Скрапеж, иако ток са неравномерним протицајем у току године, релативно је богат водом у односу на реке Шумадије, чија водом најбогатија река, Јасеница, има средњи годишњи протицај  $4.70 \text{ m}^3/\text{s}$ , а површину слива  $1356 \text{ km}^2$  (Глишић, 2002). То значи да је површина Јасенице дупло већа од површине слива Скрапежа, док им је протицај приближно једнак.



Слика 31. Средњи месечни притоци Скрапежа и Градње у периоду 1981-2000  
 Fig. 31. Average monthly discharges of the Skrapež and Gradnja River in the period 1981-2000



Сл. 32. Средњи месечни притоци Скрапежа у Пожеги и падавине у сливу у периоду 1961-2000  
 Fig. 32. Average monthly discharges of the Skrapež River and precipitation in the Skrapež River basin upstream from the Požega profile in the period 1981-2000

Вештачки утицај на режим отицаја у сливу Скрапежа имају урбанизација у области Косјерића и Пожеге и наводњавање пољопривредних површина и пластеника. Они доводе до мењања елемената водног биланса и неких „нелогичних“ појава у водном режиму, о којем ће касније бити речи у поглављу о великим и малим водама.

## ВОДНИ РЕЖИМ ТОКОВА НА КОЈИМА НЕМА ХИДРОЛОШКИХ ОСМАТРАЊА

На основу зависности ефективних падавина (висине отицаја) од средњих падавина у сливу може се доћи до података о висинама отицаја неизучених река у сливу и на било ком профилу реке. Затим се са познатом висином отицаја може лако израчунати специфичан отицај, а уз познату површину слива до тог профила долази се до података о протицају. Даље се преко модулних коефицијената може доћи и до података о средњим месечним вредностима протицаја, тј. о режиму реке. Знајући колике су средње годишње количине падавина за поједине сливове и друге жељене површине, а на основу зависности висине отицаја од падавина за Западно - моравски регион (Оцокољић, 1984), одређене су висине отицаја за Сеча реку, Кладорубу, Градњу, Скрапеж на профилу између Бјелоперица и Каленића, за Добрињску реку, као и за Лужницу, а затим и остали елементи водног режима. Метод регионалних анализа зависности висине отицаја од падавина примењен је у проучавању хидролошких одлика Суворборског краја. За токове на којима нема хидролошких осматрања, а који се налазе на северним падинама Суворбора, коришћена је зависност за Колубарски регион, док је за оне токове који дренирају јужне падине Суворбора коришћена зависност за Западно - моравски регион (Ковачевић-Мајкић Ј., Миливојевић М., 2006). Исти метод примењен је и приликом проучавања хидролошких одлика општине Љиг (Ковачевић-Мајкић Ј., Радовановић М., 2006)

У раду М. Оцокољића обрађен је период 1951-1980. Како је за изучавање хидролошких одлика реке Скрапеж коришћен период 1961-2000, очекивано је добијање података за које се не може рећи да одговарају стварном стању. То је и потврђено израчунавањем елемената водног режима истим овим методом за профил Пожега на реци Скрапеж, где се иначе налази водомерна станица. На тај начин је утврђено да се добијају веће вредности свих елемената режима, него што су показала емпиријска мерења на поменутом профилу. Стога је урађена корекција ефективних падавина за све поменуте профиле и добијени су релевантнији подаци.\*

---

\* Смањење ефективних падавина, тј. оног дела падавина који отекне у односу на укупне падавине, указује на промену водног биланса и повећано испаравање, до кога је дошло највише услед антропогеног утицаја.

Таб. 19. Хидролошки подаци за реке у сливу Скрапежа на којима нема осматрања у периоду 1961-2000

Tab. 19. Hydrological data for rivers without official measurements in the Skrapež River basin in the period 1961-2000

| Река         | Профил      | Psr (mm) | Y (mm) | C (%) | q (l/s/km <sup>2</sup> ) | F (l/km <sup>2</sup> ) | Q (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------|-------------|----------|--------|-------|--------------------------|------------------------|-----------------------|
| Сеча река    | ушће        | 904.1    | 313    | 0.35  | 9.93                     | 93.25                  | 0.93                  |
| Кладоруба    | ушће        | 835.9    | 199    | 0.24  | 6.31                     | 113.70                 | 0.72                  |
| Градња       | ушће        | 838.6    | 200    | 0.24  | 6.34                     | 27.99                  | 0.18                  |
| Скрапеж      | Бјелоперице | 867.5    | 262    | 0.30  | 8.31                     | 351.84                 | 2.92                  |
| Добрињска р. | ушће        | 823.5    | 187    | 0.23  | 5.93                     | 62.65                  | 0.37                  |
| Лужница      | ушће        | 833.5    | 198    | 0.24  | 6.28                     | 145.34                 | 0.91                  |

Psr – средње падавине у сливу, Y – висина отицаја, C – коефицијент отицаја, q – специфичан отицај, F – површина слива, Q – протицај

На основу израчунавања модулног коефицијента K за станицу Пожега, израчунате су месечне вредности протицаја за све поменуте профиле. На овај начин добијени подаци могу се сматрати поузданим за станицу Пожега, док се вредности за остале профиле могу окарактерисати као процењени са доста великом вероватноћом поузданости (Ковачевић-Мајкић, 2008 б). Највеће вредности протицаја у сливу Скрапежа бележе се у марту, а најмање у септембру.

Коректност на овај начин добијеног протицаја потврђена је и упоређивањем добијених вредности са вредностима протицаја измереним на терену. Теренска истраживања и мерења протицаја вршена су у лето и јесен 2003. године, као и у јесен 2005. године на већим притокама Скрапежа (Сеча реци, Кладоруби са Мионичком и Ражанском реком, Градњи, Добрињској реци, Лужници) и свим притокама Сеча реке (Јакљачи, Тмуши са Таверићем и Таталијом, Полошници са Рековцем, Реновици). Иако су мерења\* вршена свега неколико пута и без довољно прецизних инструмената, ипак бирани су репрезентативни периоди и показало се да се подаци добијени са терена и методом регионалних анализа зависности отицаја од падавина доста добро поклапају и потврђују тачност оба метода\*\*.

\* Протицај је израчунат тако што је мерена површина профила речног корита ограничена водним огледалом и брзина воде.

\*\* На пример, измерени протицај Лужнице непосредно пред ушћем у новембру 2005. године износио је 0.67 m<sup>3</sup>/s, а рачунским методом добијена је вредност 0.58 m<sup>3</sup>/s или измерени протицај Градње непосредно пред ушћем у августу 2003. године износио је 0.05 m<sup>3</sup>/s, док је рачунском методом добијена вредност 0.07 m<sup>3</sup>/s.

Таб. 20. Средњи месечни притоци за реке у сливу Скрапежа на којима нема осмишљених мерења у периоду 1961-2000  
 Tab. 20. Average monthly discharges for rivers without official measurements in the Skrapež River basin in the period 1961-2000

| Река         | Профил      | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  |
|--------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Сеча река    | ушће        | 0.91 | 1.48 | 1.73 | 1.41 | 1.38 | 0.97 | 0.71 | 0.35 | 0.33 | 0.39 | 0.59 | 0.84 |
| Кладоруба    | ушће        | 0.71 | 1.15 | 1.34 | 1.09 | 1.07 | 0.76 | 0.55 | 0.27 | 0.26 | 0.31 | 0.46 | 0.65 |
| Градња       | ушће        | 0.18 | 0.28 | 0.33 | 0.27 | 0.27 | 0.19 | 0.14 | 0.07 | 0.06 | 0.08 | 0.11 | 0.16 |
| Скрапеж      | Бјелоперице | 2.89 | 4.67 | 5.46 | 4.45 | 4.37 | 3.08 | 2.25 | 1.10 | 1.05 | 1.25 | 1.86 | 2.65 |
| Добрињска р. | ушће        | 0.37 | 0.59 | 0.69 | 0.57 | 0.56 | 0.39 | 0.29 | 0.14 | 0.13 | 0.16 | 0.24 | 0.34 |
| Лужница      | ушће        | 0.90 | 1.46 | 1.71 | 1.39 | 1.36 | 0.96 | 0.70 | 0.34 | 0.33 | 0.39 | 0.58 | 0.83 |

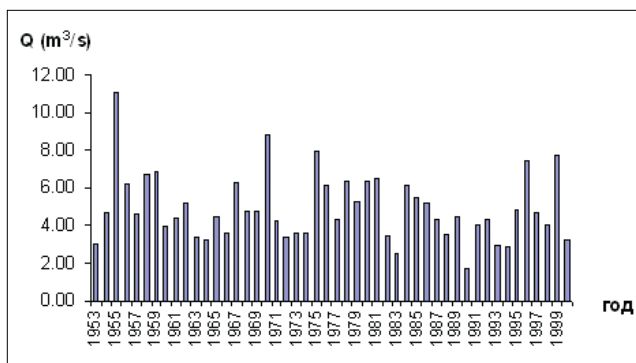
Уколико се притоци на притокама Скрапежа (Кладоруба 0.72 m<sup>3</sup>/s, Градња 0.18 m<sup>3</sup>/s, Добрињска река 0.37 m<sup>3</sup>/s и Лужница 0.91 m<sup>3</sup>/s - табела 18) додају измереном притоци Скрапежа код Косјерића (1.56 m<sup>3</sup>/s), притока Скрапежа се повећава на 3.74 m<sup>3</sup>/s и приближава се притоци у Пожеги (4.73 m<sup>3</sup>/s). Разлику између ове две вредности дају друге необрађене реке, као и прилив подземних вода.

Из табеле 19 се види да највећи коефицијент отицаја има Сеча река у износу 0.35. На то утиче геолошки састав субслива Сеча реке, који је углавном изграђен од метаморфних стена, на којима је мања инфилтрација у односу на кречњачке делове слива и котлинске делове под неогеним седиментима. У односу на остале профиле, у поменутом сливу је и највећи специфични отицај (9.93 l/s/km<sup>2</sup>), на шта утиче већа рашчлањеност и већа енергија рељефа. Такође, најмањи коефицијент ерозије у овом делу слива (од 0.10 – 0.30) погодује изградњи акумулације „Сеча река“, тј. било би мање њено засипање. Таква акумулација би решила део водопривредних проблема у сливу Скрапежа и о њој ће бити више речи у поглављу о предлозима могућих решења водопривредних проблема. Већи проблем представља Кладоруба, која долазећи са серпентинитских терена, где су флувијална ерозија и денудација знатније (око 0.40), засипа корито Скрапежа и изазива разливање воде. Тај проблем би могао да се реши изградњом акумулације на Скрапежу на профилу низводно од Бјелоперица, а узводно од Каленића у клисурастом сужењу. И о овој акумулацији ће бити више речи у другом поглављу. Међутим, сама изградња

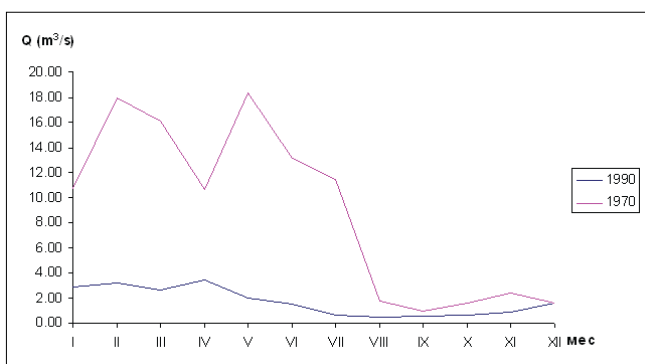
акумулације не решава у потпуности проблем. Због засипања корита убрзо би дошло и до засипања акумулације и тиме би се смањило њен капацитет. Стога је неопходно извршити антиерозивне радове у субсливу Кладорубе, тј. вршити пошумљавање. Проблем засипања акумулације „Сеча река“ био би мањи, јер је и ерозија у том делу слива мања.

## РАНГИРАЊЕ ГОДИНА ПО ВОДНОСТИ

Међу појединим годинама постоје разлике у протицајима Скрапежа. Тако су неке богате водом, а има и оних када је корито у једном делу године скоро суво. За рангирање година по водности узет је у разматрање низ од 1953-2000 године на станици Пожега. Већ је из графика средњег годишњег



Сл. 33. Средње годишње вредности протицаја Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000  
Fig. 33. Average annual discharge of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000



Сл. 34. Средњи месечни протицаји Скрапежа код Пожеге једне веома водне и једне веома сушне године  
Fig. 34. Comparison of average monthly discharges of the Skrapež River in Požega during a very watery and a very dry year

протицаја уочљиво да су неке године богатије, а неке сиромашније водом.

Користећи се Pearson III расподелом, која се показала као веома добра кад су у питању хидролошка истраживања, извршена је класификација година на катастрофално сушне (< 2.42 m<sup>3</sup>/s), веома сушне (2.42 - 2.66), сушне (2.66 – 3.62), средње водне (3.62 – 5.88), водне (5.88 – 8.62), веома водне (8.62 - 10.39), катастрофално водне (> 10.39 m<sup>3</sup>/s).

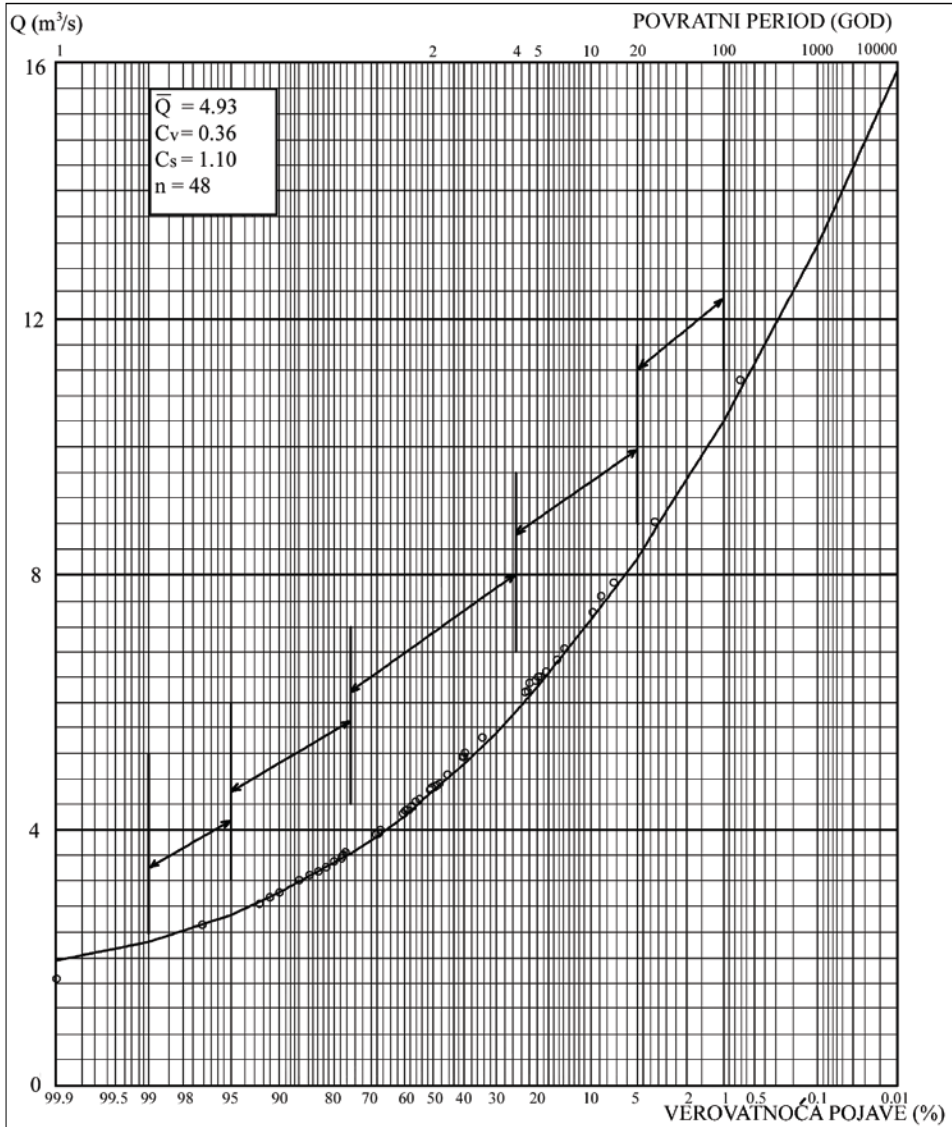
Таб. 21. Рангирање година по водности Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000

Tab. 21. Years ranking in regards to water amount of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000

| Водност године      | Протицај (m <sup>3</sup> /s) | Г о д и н е  | Број година |
|---------------------|------------------------------|--|-------------|
| катастрофално сушне | < 2.42                       | 1990   | 1           |
| веома сушне         | 2.42 – 2.66                  | 1983   | 1           |
| сушне године        | 2.66 - 3.62                  | 1953, 1963, 1964, 1966, 1972, 1974, 1982, 1987, 1988, 1993, 1994, 2000   | 12          |
| средње водне године | 3.62 - 5.88                  | 1954, 1957, 1960, 1961, 1962, 1965, 1968, 1969, 1971, 1973, 1977, 1979, 1985, 1986, 1989, 1991, 1992, 1995, 1997, 1998 | 20          |
| водне године        | 5.88 – 8.62                  | 1956, 1958, 1959, 1967, 1975, 1976, 1978, 1980, 1981, 1984, 1996, 1999   | 12          |
| веома водне         | 8.62 – 10.39                 | 1970   | 1           |
| катастрофално водне | > 10.39                      | 1955   | 1           |

Највећи број година спада у средње водне године и оне се јављају у просеку сваке друге године. То је случај и са свим осталим рекама (Оцокољић, 1994). Да би се утврдила одређена правилност у појављивању веома сушних и веома влажних година, период од 48 година ипак није довољан. Катастрофално сушним годинама припада 1990. година. Тада је средњи годишњи протицај износио свега 1.68 m<sup>3</sup>/s, и вероватноћа појаве такве године је испод 0.01 %. У категорију катастрофално влажних година спада 1955. година, јер је тада средњи годишњи протицај износио 11.06 m<sup>3</sup>/s. Правилност смењивања сушних и водних година треба опрезно прихватити. Извесна правилност се јавља код сушних година. Може се уочити појављивање таквих година на

сваких десет година, када се најчешће јављају две за редом, да би се опет такав циклус поновио кроз десетак година. Сушне и водне године јављају се око два пута за редом у сличном интервалу.



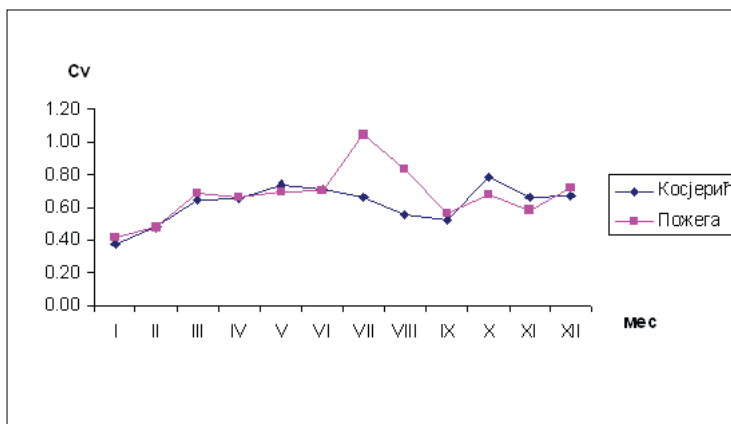
Сл. 35. Крива вероватноће појаве средњих годишњих прошицаја са поделом година по водности реке Скрапеж (Пожега)  
 Fig. 35. Probability curve for average annual discharges (years ranking in regards to water amount of the Skrapež River in Požega)

**Коефицијент варијације.** Како постоје разлике у богатству водом међу годинама, тако постоје и месечне промене. Дobar показатељ ових промена је коефицијент варијације. За његово израчунавање коришћен је период од 1981-2000 године, јер тада низ није прекидан, али због кратког периода резултате треба узети са резервом. Годишње вредности промене протицаја су уједначене и износе 0.30 у Косјерићу и 0.35 у Пожеги, што их према класификацији М. Оцокољића (Оцокољић, 1991) сврстава у реке умереног колебања протицаја.

Таб. 22. Коефицијент варијације протицаја реке Скrapеж у периоду 1981-2000

Tab. 22. Discharge variation coefficient of the Skrapež River in the period 1981-2000

| Станица  | I    | II   | III  | IV   | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | Год  |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Косјерић | 0.37 | 0.48 | 0.64 | 0.66 | 0.74 | 0.71 | 0.66 | 0.56 | 0.52 | 0.78 | 0.66 | 0.67 | 0.30 |
| Пожега   | 0.42 | 0.48 | 0.68 | 0.66 | 0.70 | 0.70 | 1.04 | 0.84 | 0.57 | 0.68 | 0.58 | 0.72 | 0.35 |



Сл. 36. Коефицијент варијације протицаја Скrapежа у периоду 1981-2000

Fig. 36. Variation coefficients of the Skrapež River discharges in the period 1981-2000

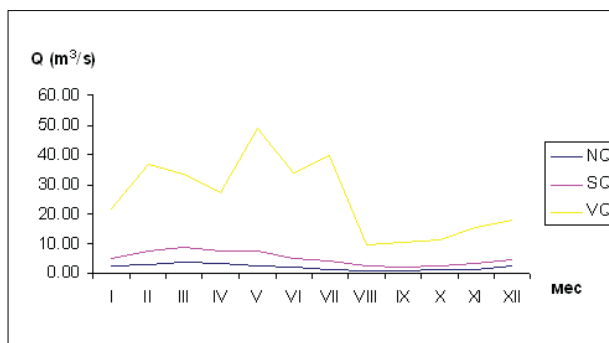
По месецима су разлике знатније. Пожега има углавном веће коефицијенте варијације. Једино су у мају, јуну, октобру и новембру у Косјерићу веће вредности, што се објашњава пролећним и јесењим кишима, које су интензивније у горњем делу слива. То су уједно и периоди са максималним вредностима  $C_v$  (у Косјерићу 0.78 у октобру и у Пожеги 1.04 у јулу). Веће вредности летњих коефицијената варијације поклапају се са нижим вредностима протицаја. Зими су протицаји уједначенији. У Пожеги је у јануару најмања вредност  $C_v$  и износи 0.42, а у Косјерићу 0.37. Мање вредности  $C_v$  у Косјерићу лети у односу на кишне периоде представљају

извесну неправилност. Објашњење лежи у геолошком саставу. Наиме, крашки предели у горњем делу слива утичу на стабилизацију протицаја у периоду јун – септембар у Косјерићу. Велико колебање протицаја Скрапежа представља изузетак у односу на друге притоке Западне Мораве узводно од Чачка, а чије се вредности крећу од 0.23 на Великом Рзаву до 0.28 на Ђетињи и Бјелици (Оцокољић, 1991). Разлог томе је читав склоп физичко-географских фактора слива (мезоклима, геолошки састав, пошумљеност, стабилност корита). Све то доводи до бурног и промењивог протицаја Скрапежа и даје му бујичарски карактер.

### ВЕЛИКЕ И МАЛЕ ВОДЕ

Велике и мале воде имају посебан значај у хидролошким проучавањима, јер дају потпунију слику режима реке. Ако се узму у обзир максимални и минимални протицаји и однос између њих, још су уочљивије разлике у количини воде која протиче коритом.

На слици број 37 представљенесувелике, средње и мале воде Скрапежа за период 1953-2000 на станици Пожега. Иначе, за анализу минималних и максималних вода узет је период као и код средњих вода. Максималне воде се јављају у мају, а минималне у септембру. Такви односи следе падавине.



Сл. 37. Велике, средње и мале воде Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000

Fig. 37. High, mean and low discharges of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000

Таб. 23. Амплитуде протицаја Скрапежа (m³/s)

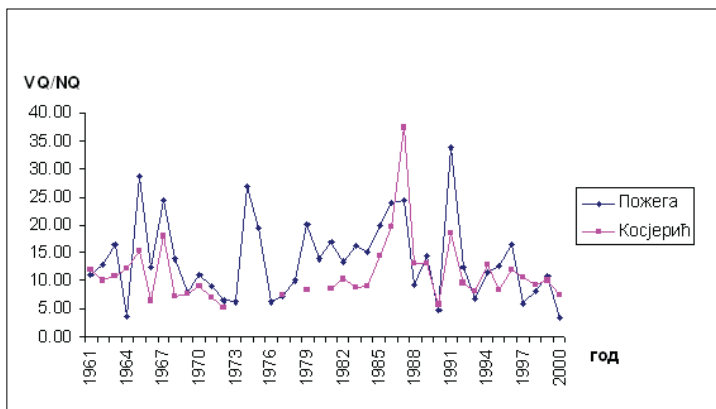
Tab. 23. The Skrapež River discharge amplitudes (m³/s)

| Период    | Станица  | Амплитуда | Станица | Амплитуда |
|-----------|----------|-----------|---------|-----------|
| 1961-1980 | Косјерић | 26.01     | Пожега  | 53.87     |
| 1981-2000 | Косјерић | 12.93     | Пожега  | 45.51     |

Амплитуде су знатно веће у Пожеги (однос минималних и максималних вода је 1:63.6 и 1:55.2) у односу на Косјерић (1:44.4 и 1:45.6). Овде је реч о средњим месечним вредностима великих и малих вода за поменута два периода, те су ове вредности осредњене. Када су у питању појединачне године или апсолутни максимални и минимални протицај, разлике су још драстичније.

Таб. 24. Однос максималних и минималних годишњих протицаја реке Скрапеж  
Tab. 24. Relation of maximal and minimal annual discharges of the Skrapež River

|          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Године   | 1961  | 1962  | 1963  | 1964  | 1965  | 1966  | 1967  | 1968  | 1969  | 1970  |
| Пожега   | 11.09 | 12.83 | 16.64 | 3.62  | 28.83 | 12.36 | 24.42 | 13.86 | 7.79  | 11.09 |
| Косјерић | 11.87 | 10.15 | 10.89 | 12.10 | 15.24 | 6.52  | 18.03 | 7.17  | 7.70  | 9.17  |
| Године   | 1971  | 1972  | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  |
| Пожега   | 9.19  | 6.48  | 6.33  | 26.72 | 19.36 | 6.22  | 7.19  | 9.95  | 20.15 | 13.98 |
| Косјерић | 6.88  | 5.28  |       |       |       |       | 7.47  |       | 8.46  |       |
| Године   | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  | 1988  | 1989  | 1990  |
| Пожега   | 16.89 | 13.49 | 16.32 | 15.21 | 19.78 | 23.88 | 24.35 | 9.40  | 14.31 | 4.90  |
| Косјерић | 8.58  | 10.39 | 8.83  | 9.01  | 14.47 | 19.74 | 37.30 | 13.19 | 13.10 | 5.65  |
| Године   | 1991  | 1992  | 1993  | 1994  | 1995  | 1996  | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  |
| Пожега   | 33.81 | 12.56 | 6.65  | 11.56 | 12.59 | 16.47 | 5.88  | 8.24  | 10.70 | 3.30  |
| Косјерић | 18.52 | 9.48  | 8.21  | 12.95 | 8.44  | 12.09 | 10.56 | 9.45  | 9.98  | 7.51  |



Сл. 38. Упоредни приказ односа максималних и минималних протицаја Скрапежа у периоду 1961-2000

Fig. 38. Comparison of relation between maximal and minimal discharges of the Skrapež River in the period 1961-2000

Однос максималних и минималних вода, слично коефицијенту варијације, даје слику о колебању протицаја и значајан је са практичног становишта. У периоду 1961-1980 забележен је максимални протицај у Косјерићу у мају 1961. године ( $128 \text{ m}^3/\text{s}$ ), а минималан у јуну 1963. године ( $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Амплитуда је значи  $127.88 \text{ m}^3/\text{s}$ , тј. однос максималне и минималне воде износи  $1:1066.67$ . У периоду 1981-2000 максимум је био  $75.5 \text{ m}^3/\text{s}$  (1986. г.), а минимум је забележен 2000. године и износио је  $0.08 \text{ m}^3/\text{s}$ . Амплитуда износи  $75.42 \text{ m}^3/\text{s}$ , а однос максимума и минимума  $1:943.75$ . У Пожеги, у периоду 1961-1980, максимални протицај је забележен 1965. године и износио је  $313 \text{ m}^3/\text{s}$ , а минимални 1974. године  $0.15 \text{ m}^3/\text{s}$ . Амплитуда износи  $312.85 \text{ m}^3/\text{s}$ , а однос максималног и минималног протицаја је  $1:2086.7$ , што значи да је Скрапеж имао 2086.7 пута већу количину воде при максимуму него при минимуму. Наведене вредности су уједно и апсолутно максималне и апсолутно минималне вредности протицаја. Максимални протицаји су реда величине  $10^1$ , па и  $10^2$ , док су вредности минималних протицаја реда величине  $10^{-1}$ . Далеко су већи односи, тј. разлике у Пожеги него у Косјерићу, али има година када је однос између максимума и минимума већи у Косјерићу (1963., 1965., 1967., 1969., 1977., 1987., 1988., 1989., 1992., 1997., 1998., 2000.). Те године углавном спадају у средње водне по водности, па се таква дешавања објашњавају иначе мањом количином воде у горњем делу слива. На основу показатеља коефицијента варијације и односа максималних и минималних вода закључује се да је протицај стабилнији у Косјерићу.

Примећена је једна интересантна појава, а то је да су протицаји (мали, средњи и велики) понекад већи у Косјерићу него у Пожеги. Та појава, међутим, уопште није ретка. У табелама 25, 26 и 27 приказане су конкретне вредности разлика за мале, средње и велике воде. Како у Косјерићу није било мерења 1973.г., 1974.г., 1975.г., 1976.г., 1978.г. и 1980.г., број месеци са овом „аномалијом“ може бити и већи. То се дешавало у свим месецима, али најчешће у периоду лета, односно пролећа и јесени, тј. у време или суше или највећих падавина. Просечно одступање код минималних вода износи око  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , код средњих вода око  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ , а код максималних вода око  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ако се проблем разматра по годинама, може се уочити да се поменути појава чешће јављала од 1961-1980 године\*, него од 1981-2000 године. Кад је реч о малим и средњим водама, таквих дешавања није било у периоду 1981-2000.

Објашњење би могло бити у следећем: у време лета (период VI-VIII) услед високих температура ваздуха потребе за наводњавањем су знатне, а како се на путу од Косјерића до Пожеге дуж тока налазе бројни пластеници, знатан

\* Године када није било мерења у Косјерићу се не могу третирати као године у којима се то није дешавало.

део воде се губи на тај начин, те су воде у Косјерићу веће од оних у Пожеги. Ова разлика може бити знатна, па је тако у мају 1963. године максимални протицај у Косјерићу износио  $65.6 \text{ m}^3/\text{s}$ , а у Пожеги  $5.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ; или у новембру 1987. године у Косјерићу износ је био  $67.1 \text{ m}^3/\text{s}$ , а у Пожеги  $39 \text{ m}^3/\text{s}$ . \*

Таб. 25. Разлике минималних протицаја Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић  
Tab. 25. Differences of minimal discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić

| NQ   | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1961 | 1.35  | 1.47  | 1.48  | 1.26  | 1.46  | 0.97  | 0.42  | 0.36  | 0.01  | -0.06 | 0.60  | 0.36  |
| 1962 | 0.60  | 1.06  | 2.17  | -1.54 | 1.34  | 0.88  | 0.49  | 0.05  | 0.05  | 0.28  | 0.50  | 0.44  |
| 1963 | -0.43 | -0.59 | 0.21  | 2.37  | -1.16 | 0.73  | 0.23  | 0.02  | -0.26 | -0.03 | -0.30 | -0.34 |
| 1964 | 0.10  | 0.26  | 0.46  | -0.10 | -1.11 | -1.14 | -0.31 | -0.37 | -0.50 | 0.46  | 0.04  | 27.24 |
| 1965 | 1.20  | 0.36  | -0.18 | 0.20  | 0.14  | 0.38  | 0.58  | 0.16  | 0.38  | 0.38  | 0.46  | -0.12 |
| 1966 | 0.26  | -0.34 | 0.95  | 1.17  | -1.03 | -0.80 | -0.88 | -1.25 | 0.14  | 0.23  | 0.25  | 0.90  |
| 1967 | -0.46 | -1.20 | -1.38 | 3.13  | 1.82  | 3.56  | 0.56  | -0.17 | 0.04  | 0.28  | 0.28  | 0.62  |
| 1968 | 1.08  | 1.00  | 0.56  | 0.84  | 0.72  | 0.08  | 0.29  | 0.24  | 0.36  | 0.18  | 0.26  | -1.54 |
| 1969 | 1.82  | 2.24  | 2.88  | 1.56  | 0.28  | 0.28  | -0.11 | 0.13  | 0.67  | 0.67  | 0.45  | 0.78  |
| 1970 | -0.18 | -1.34 | 3.00  | 1.94  | 1.56  | 2.10  | -0.82 | 0.36  | 0.06  | 0.06  | 0.15  | -0.32 |
| 1971 | 1.47  | 0.50  | 0.34  | -0.19 | -0.12 | 0.08  | 0.12  | 0.06  | -0.35 | -0.46 | -0.18 | 0.37  |
| 1977 | 1.44  | 4.46  | 0.96  | 1.28  | 0.70  | 0.50  | -0.30 | 0.09  | 0.20  | 0.62  | 0.67  | 0.28  |
| 1979 | -0.90 | -1.16 | 0.84  | 0.69  | 1.18  | 1.22  | 0.48  | -0.06 | 0.09  | 0.04  | 0.13  | 0.64  |

Таб. 26. Разлике минималних протицаја Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић  
Tab. 26. Differences of average discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić

| SQ   | I    | II   | III    | IV   | V      | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   |
|------|------|------|--------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1963 | 2.77 | 5.79 | 6.75   | 4.13 | -12.20 | 2.47  | 0.06  | -0.33 | -0.13 | -1.42 | -1.89 | -0.67 |
| 1964 | 0.07 | 0.31 | 1.61   | 0.72 | 0.86   | -1.27 | 2.72  | -0.24 | -0.87 | -0.55 | 1.97  | -0.29 |
| 1965 | 0.62 | 2.61 | 2.92   | 1.31 | 9.90   | 1.38  | 0.55  | 0.42  | 0.60  | 0.48  | 0.17  | -0.14 |
| 1966 | 0.66 | 2.35 | 1.50   | 2.16 | -0.86  | -1.23 | -2.12 | -2.12 | -0.04 | 0.35  | 0.92  | 2.16  |
| 1967 | 0.93 | 1.77 | 3.85   | 5.38 | 5.16   | 5.84  | 7.03  | -0.32 | 0.09  | 0.28  | 0.31  | 1.19  |
| 1968 | 2.14 | 9.03 | 2.78   | 0.70 | 1.15   | 0.29  | 0.33  | 0.96  | 2.71  | 0.39  | -0.89 | 0.87  |
| 1970 | 0.89 | 7.70 | 4.30   | 2.88 | 6.90   | 3.22  | 3.70  | 0.53  | 0.19  | 0.23  | -0.79 | -1.01 |
| 1971 | 1.82 | 2.56 | -23.50 | 1.78 | -0.23  | 0.47  | 0.33  | -0.09 | 0.28  | -0.04 | 0.25  | 0.65  |
| 1972 | 1.03 | 1.40 | -4.99  | 1.06 | 0.34   | 0.51  | 1.47  | 1.16  | 2.37  | 6.48  | 3.64  | 1.82  |
| 1977 | 2.29 | 4.98 | 2.30   | 2.67 | 2.12   | 0.97  | 0.68  | -0.10 | 0.54  | 0.55  | 1.33  | 2.37  |

\* Ове разлике су толико драстичне да је врло вероватно да је код оваквих случајева присутна грешка у мерењу.

Таб. 27. Разлике максималних притока Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић  
 Tab. 27. Differences of maximal discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić

| VQ   | I      | II     | III   | IV    | V      | VI     | VII   | VIII  | IX    | X      | XI     | XII    |
|------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 1961 | 2.32   | -0.40  | 0.52  | 0.36  | 110.40 | -1.26  | -9.60 | 1.08  | 0.60  | 0.20   | -4.24  | -1.20  |
| 1962 | -10.05 | -23.30 | 52.10 | 54.40 | -0.35  | 2.08   | 1.78  | 0.48  | 0.50  | 1.44   | 1.30   | 38.88  |
| 1963 | 8.52   | 79.30  | 56.52 | 7.50  | -59.90 | 4.50   | 2.32  | -1.11 | -1.18 | -6.80  | -14.00 | -0.88  |
| 1964 | -0.83  | -7.50  | -0.50 | -1.60 | 2.13   | -3.26  | 6.40  | -3.36 | -8.20 | -4.10  | 6.20   | -21.10 |
| 1966 | 1.10   | 47.20  | 5.58  | 3.18  | 9.80   | 1.70   | -3.50 | 3.67  | 1.14  | 1.44   | 1.33   | 26.90  |
| 1968 | 4.18   | 58.60  | 3.50  | 1.12  | 2.40   | 0.97   | -0.48 | 11.68 | 27.20 | 30.20  | -4.90  | 13.10  |
| 1970 | 7.40   | 9.90   | 18.90 | 9.30  | 37.30  | -10.20 | 75.00 | -1.10 | 0.63  | 0.93   | -3.30  | -1.78  |
| 1971 | 3.69   | 7.10   | 6.40  | 20.10 | -0.48  | 21.90  | -7.35 | 0.53  | 5.58  | 1.19   | 1.84   | 0.97   |
| 1977 | -12.50 | 17.36  | -4.50 | 7.92  | 6.09   | -3.16  | 4.78  | -3.11 | 11.26 | 2.05   | 4.20   | 43.30  |
| 1979 | 41.70  | 24.60  | 1.57  | -3.80 | 31.10  | 105.40 | 95.40 | 1.90  | 0.28  | 3.62   | 13.38  | 2.40   |
| 1982 | 20.91  | 20.11  | -7.60 | 34.42 | 51.30  | 4.88   | 32.23 | -0.48 | 0.57  | 3.51   | 0.86   | 1.54   |
| 1984 | 18.06  | 41.40  | 38.90 | 77.40 | 140.40 | 2.26   | 0.74  | -2.50 | -4.40 | 2.08   | 13.18  | 0.62   |
| 1987 | -0.21  | 12.42  | 4.87  | 14.03 | 96.10  | 4.38   | 2.55  | 0.87  | 0.63  | 2.67   | -28.10 | 51.50  |
| 1988 | 14.91  | 8.13   | 24.00 | 13.75 | -3.00  | -2.10  | 3.96  | 0.28  | 3.26  | 3.23   | 3.18   | 3.55   |
| 1990 | 4.15   | 3.68   | 4.16  | 10.90 | 2.59   | 1.96   | -1.10 | 0.27  | 0.43  | 0.77   | 0.91   | 6.14   |
| 1993 | 4.38   | 1.84   | 18.78 | 17.08 | 2.26   | 5.80   | -0.14 | 0.19  | -1.13 | 1.15   | 1.46   | 5.62   |
| 1997 | 9.58   | 34.22  | 5.96  | 12.78 | 2.20   | 6.94   | 2.42  | 3.40  | -1.09 | -11.10 | 2.42   | 13.34  |
| 2000 | 7.58   | 5.00   | 4.97  | -5.90 | 2.24   | 5.84   | 0.85  | 0.11  | 0.92  | 0.11   | 0.24   | 0.45   |



Сл. 39. Пласћеници у Пожешкој долини (фото: М. Миливојевић)  
 Fig. 39. Greenhouses in the Požega valley (photo: M. Milivojević)

Веће мале воде у току зиме у Косјерићу у односу на Пожегу објашњавају се карбонатним саставом горњег дела слива, који утиче тако што повећава удео подземних вода, а које иначе хране реку у периоду малих вода. Појаве већих средњих и максималних протицаја у Косјерићу у односу на Пожегу у зимској половини године могу се објаснити разливањем великих вода пошто Скрапеж напусти клисурасти део долине и уђе у Пожешку котлину. Тако је талас великих вода изразитији у Косјерићу, а у Пожеги се може јавити тек следећег месеца, када се разливене воде врате у корито.

Појаве плављења Пожешке котлине и потребе за водом у време ниских вода представљају велики водопривредни проблем и зато је потребно урадити вероватноћу појава максималних и минималних протицаја и по њиховој анализи адекватно приступити решавању наведених проблема.

#### Велике воде

Што је већи период осматрања великих вода, већа је и вероватноћа (поузданост) прорачуна њихове појаве, мада се појава великих вода може свести под „случајност“, с обзиром да велике воде зависе од великог броја истовремених узрока различите величине (Јевђевић, 1956).

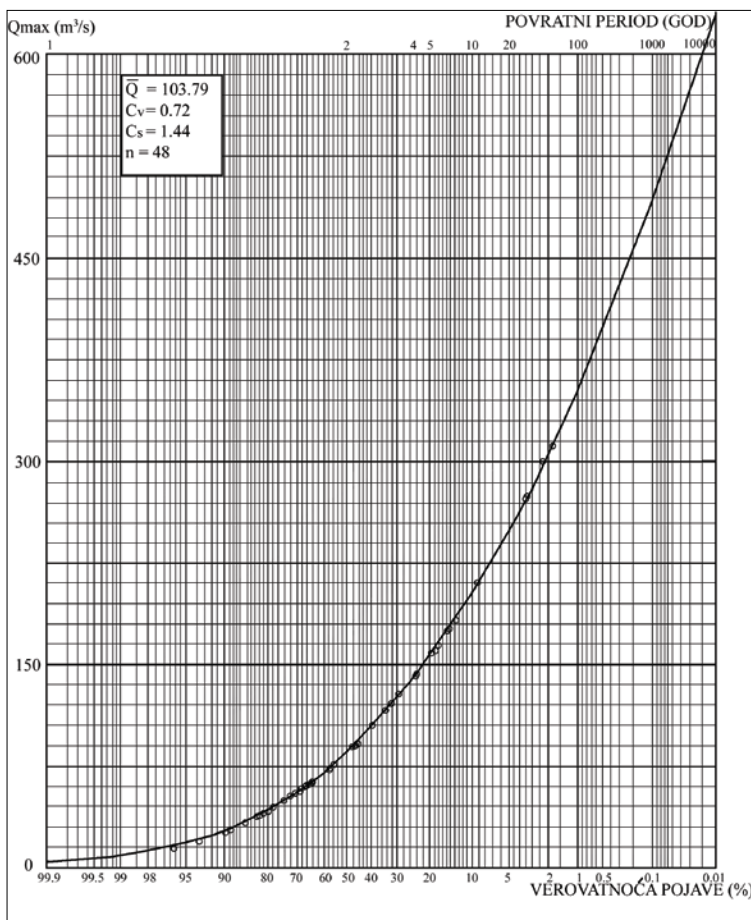
За прорачун вероватноће великих вода коришћена је серија максималних протицаја у периоду 1953-2000 на станици Пожега и примењен је емпиријски образац  $C_s = \frac{\sum (k-1)^3}{nC^3}$ , при чему је  $C_v = \sqrt{\frac{\sum (k-1)^2}{n}}$ , а  $k = \frac{Q}{Q_{\max}}$  (Гавриловић, 1988). Да би се избегло добијање негативних вредности протицаја, коефицијент симетрије је ипак израчунат као  $C_s = 2C_v$ , што се у пракси често примењује. За дистрибуцију емпиријских података коришћена је гама расподела (GAMMADIST((x-c)/b,a,1,TRUE), где су параметри a, b и c, параметри Pearson III расподеле и износе  $a = \frac{4}{C_s^2}$ ,  $b = \frac{S_0 C_s}{2}$ ,  $c = \bar{Q}_{\max} - ab$ , при чему је  $S_0$  стандардна девијација.

Анализирајући криву учесталости, видимо да максимални протицај Скрапежа, који би могао да се деси једном у 10000 година, износи 625.40 m<sup>3</sup>/s, а вероватноћа да ће се то десити износи 0.01%. Максимални забележени протицај Скрапежа у овом периоду, који износи 313 m<sup>3</sup>/s, може да се деси сваке 58 године, односно вероватноћа да ће се десити је 1.89%. Вероватноћа од 95% одговара вредности велике воде од 17.85 m<sup>3</sup>/s, а таква вода може се очекивати сваке двадесете године.

Таб. 28. Таблица за прорачунавање вероватноће великих вода  
 Tab. 28. Table for calculation of probability for maximal waterflow

| Вероватноћа % | Године јављања | $\phi$ | $\phi * C_v$ | $k_s = \phi * C_v + 1$ | $Q_{max}$ |
|---------------|----------------|--------|--------------|------------------------|-----------|
| 0.01          | 10000          | 6.98   | 5.03         | 6.03                   | 625.40    |
| 0.1           | 1000           | 5.16   | 3.72         | 4.72                   | 489.39    |
| 1             | 100            | 3.3    | 2.38         | 3.38                   | 350.40    |
| 3             | 33.3           | 2.38   | 1.71         | 2.71                   | 281.64    |
| 5             | 20             | 1.94   | 1.40         | 2.40                   | 248.76    |
| 10            | 10             | 1.34   | 0.96         | 1.96                   | 203.93    |
| 20            | 5              | 0.7    | 0.50         | 1.50                   | 156.10    |
| 25            | 4              | 0.48   | 0.35         | 1.35                   | 139.66    |
| 30            | 3.3            | 0.3    | 0.22         | 1.22                   | 126.21    |
| 40            | 2.5            | 0.01   | 0.01         | 1.01                   | 104.54    |
| 50            | 2              | -0.23  | -0.17        | 0.83                   | 86.60     |
| 60            | 2.5            | -0.44  | -0.32        | 0.68                   | 70.91     |
| 70            | 3.3            | -0.64  | -0.46        | 0.54                   | 55.96     |
| 75            | 4              | -0.73  | -0.53        | 0.47                   | 49.24     |
| 80            | 5              | -0.82  | -0.59        | 0.41                   | 42.51     |
| 90            | 10             | -1.03  | -0.74        | 0.26                   | 26.82     |
| 95            | 20             | -1.15  | -0.83        | 0.17                   | 17.85     |
| 99            | 100            | -1.29  | -0.93        | 0.07                   | 7.39      |
| 99.9          | 1000           | -1.35  | -0.97        | 0.03                   | 2.91      |

$\phi$  – обезбеђеност максималних годишњих протицаја,  $C_v$  – коефицијент варијације максималних протицаја,  $k_s$  – просечни модулни коефицијент периода 1953-2000



Сл. 40. Крива вероватноће појаве великих вода реке Скрапеж (Пожега)  
 Fig. 40. Probability curve of maximal discharges for the Skrapež River in Požega

## Мале воде

Када су у питању потребе за водом, од великог је значаја вероватноћа појава малих вода. Као и код великих вода узет је период од 48 година, односно од 1953-2000, на станици Пожега. Код прорачуна вероватноће појаве малих вода коришћени су такође математички обрасци за израчунавање модулног коефицијента ( $k$ ), коефицијента варијације ( $C_v$ ) и коефицијента асиметрије ( $C_s$ ), као и Pearson расподела III типа. Максимална минимална вода која се

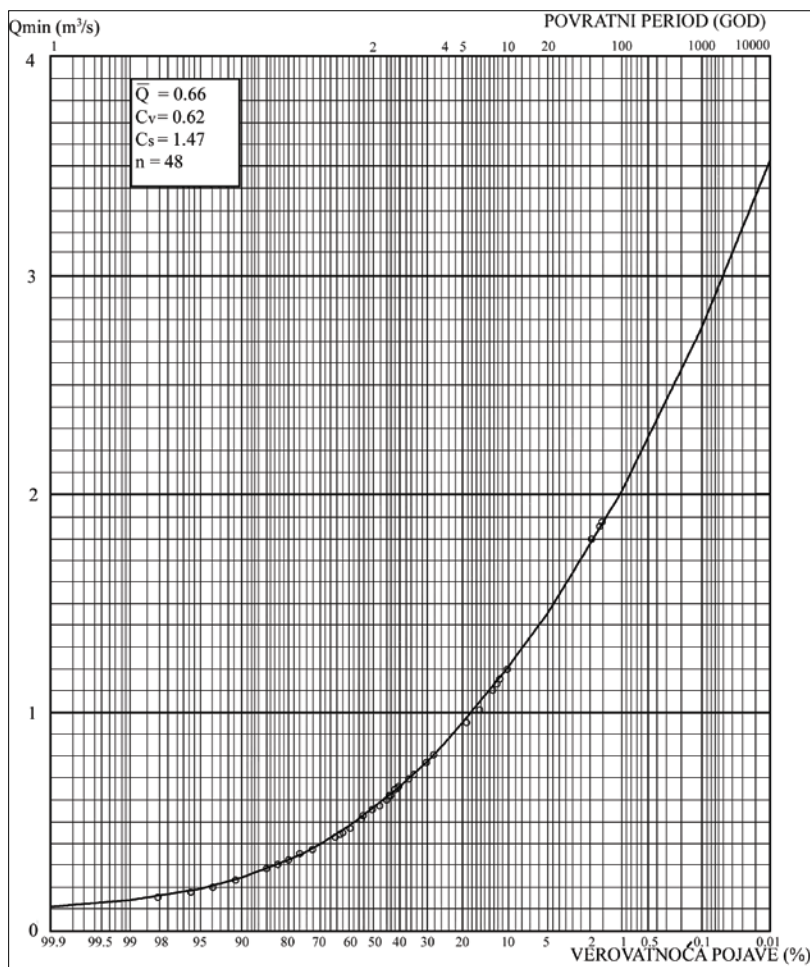
појавила у овом периоду била је  $1.88 \text{ m}^3/\text{s}$ , али је проценат вероватноће њеног јављања 1.5 %, односно може да се појави на сваких 66 година. Много чешће количина ниских вода које протичу коритом износи испод  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , што, ако дуже трају, може изазвати водопривредне проблеме. Већ је речено да се ниске воде углавном јављају у летњем периоду, а управо је то период кад је вода неопходна за наводњавање и водоснабдевање индустрије. Такође је то период пресушивања извора и исцрпљивања резерви подземних вода, па се тада јављају и проблеми водоснабдевања становништва. Тада се јавља и мала пријемна моћ токова за прихват отпадних вода, па је евидентан и проблем загађења и неопходна је заштита водотока.

Таб. 29. Таблица за прорачунавање вероватноће малих вода

Tab. 29. Table for calculation of probability for minimal waterflow

| Вероватноћа % | Године јављања | $\phi$ | $\phi * C_v$ | $k_s = \phi * C_v + 1$ | Qmin |
|---------------|----------------|--------|--------------|------------------------|------|
| 0.01          | 10000          | 6.98   | 4.33         | 5.33                   | 3.52 |
| 0.1           | 1000           | 5.16   | 3.20         | 4.20                   | 2.77 |
| 1             | 100            | 3.30   | 2.05         | 3.05                   | 2.01 |
| 3             | 33.3           | 2.38   | 1.48         | 2.48                   | 1.63 |
| 5             | 20             | 1.94   | 1.20         | 2.20                   | 1.45 |
| 10            | 10             | 1.34   | 0.83         | 1.83                   | 1.21 |
| 20            | 5              | 0.70   | 0.43         | 1.43                   | 0.95 |
| 25            | 4              | 0.48   | 0.30         | 1.30                   | 0.86 |
| 30            | 3.3            | 0.30   | 0.19         | 1.19                   | 0.78 |
| 40            | 2.5            | 0.01   | 0.01         | 1.01                   | 0.66 |
| 50            | 2              | -0.23  | -0.14        | 0.86                   | 0.57 |
| 60            | 2.5            | -0.44  | -0.27        | 0.73                   | 0.48 |
| 70            | 3.3            | -0.64  | -0.40        | 0.60                   | 0.40 |
| 75            | 4              | -0.73  | -0.45        | 0.55                   | 0.36 |
| 80            | 5              | -0.82  | -0.51        | 0.49                   | 0.32 |
| 90            | 10             | -1.03  | -0.64        | 0.36                   | 0.24 |
| 95            | 20             | -1.15  | -0.71        | 0.29                   | 0.19 |
| 99            | 100            | -1.29  | -0.80        | 0.20                   | 0.13 |
| 99.9          | 1000           | -1.35  | -0.84        | 0.16                   | 0.11 |

$\phi$  – обезбеђеност минималних годишњих протицаја,  $C_v$  – коефицијент варијације минималних протицаја,  $k_s$  – просечни модулни коефицијент периода 1953-2000



Сл. 41. Крива вероватноће појаве малих вода реке Скрапеж (Пожега)  
 Fig. 41. Probability curve of minimal discharges for the Skrapež River in Požega

Као и код великих вода за дистрибуцију емпиријских података коришћена је гама расподела ( $\text{GAMMADIST}((x-c)/b, a, 1, \text{TRUE})$ ), са параметрима  $a$ ,  $b$  и  $c$  Pearson III расподеле.

Још једна очигледна чињеница, која указује на присуство проблема малих вода и уопште недостатак воде у целом сливу Скрапежа, јесте дужина периодичних токова (617.92 km), која није битно мања у односу на сталне токове (639.48 km) (прилог 2).

### ВОДНИ БИЛАНС

Ради што рационалнијег и ефикаснијег коришћења вода Скрапежа, неопходно је урадити водни биланс и утврдити на које би његове компоненте требало деловати и на који начин. То је неопходно и стога што је вода постала лимитирајући фактор за развој привреде.

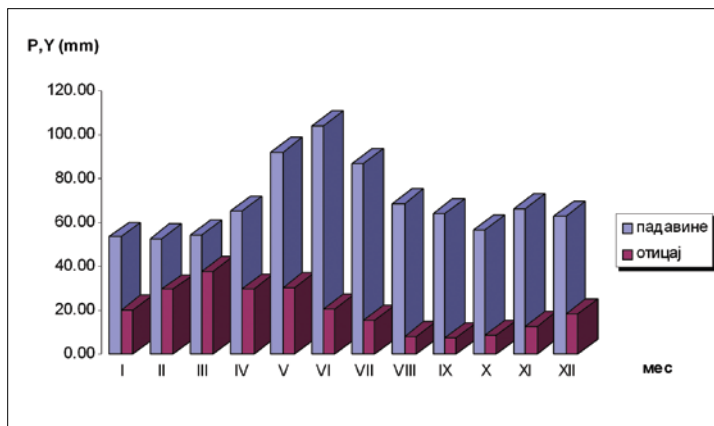
Таб. 30. Водни биланс Скрапежа до њрофила Пожега за њериод 1961-2000

Tab. 30. Water balance of the Skrapež River upstream from the Požega cross section in the period 1961-2000

| P<br>(mm) | Y<br>(mm) | E<br>(mm) | S<br>(mm) | U<br>(mm) | C<br>(mm) | Cz<br>(mm) | W*<br>(mm) | Ki<br>(mm) | Ku<br>(mm) | Ke<br>(mm) |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 847       | 237       | 610       | 145       | 92        | 0.28      | 0.72       | 702        | 0.83       | 0.11       | 0.89       |

P – падавине, Y – укупни отицај, E – испаравање, S – површински отицај, U – подземни отицај, C – коефицијент отицаја, Cz – коефицијент испаравања, W – инфилтрација, Ki – коефицијент инфилтрације, Ku – коефицијент храњења реке подземним водама, Ke – коефицијент испаравања

Применом растерског ГИС-а добијена је средња годишња вредност падавина, а према Брикнеровој једначини водног биланса ( $P=Y+E$ ), добијена је количина отеклих падавина и оне воде која испари. Тај однос је доста неповољан с обзиром да свега 28% воде отекне, а 72% испари. Уколико се погледају месечне вредности, ти односи су још неповољнији.



Сл. 42. Однос ѡдавина и висине отицаја до њрофила Пожега у њериоду 1961-2000

Fig. 42. Precipitation – runoff relationship upstream from the Požega cross section in the period 1961-2000

\* Инфилтрација (W) у пракси није једнака збиру подземног отицања и испаравања, јер део воде испари и пре него што се инфилтрира у земљиште, задржавањем у улегнућима, на лишћу и сл. (Ракићевих, 1973).

На слици 42 приказан је однос падавина и оног њиховог дела који отекне. Јасно је да најмања количина падавина отиче лети, док највећи део испарава.

Из зависности  $UQ=f(NQ)$ , где је  $UQ$  подземни протицај, а  $NQ$  минимални протицаји за слив Западне Мораве, а на основу познатог минималног протицаја за реку Скрапеж, одређен је подземни протицај, а системом једначина за израчунавање специфичног отицаја и висине отицаја дошло се до подземног отицаја  $U$ . Како је висина отицаја једнака збиру подземног ( $U$ ) и површинског отицаја ( $S$ ), дошло се до тих вредности, као и до коефицијента инфилтрације ( $K_i$ ), коефицијента храњења реке подземним водама ( $K_u$ ) и коефицијента испаравања ( $K_e$ ). У сливу Скрапежа површински и подземни отицај су одређени на још два начина: методом рашчлањивања хидрограма четири карактеристичне године (две средњеводне, једне маловодне и једне многоводне) (Оцокољић, 1993/1994) и методом карактеристичног броја природе речног слива (Илић, 1998). Како су сва три метода дала приближно исте резултате са разликом до 4% када су у питању подземни и површински отицај, овде је представљен само метод зависности подземног отицаја од средњег месечног минималног протицаја за слив Западне Мораве (Ковачевић-Мајкић, 2008 б).

Већи површински (2/3) од подземног отицаја (око 1/3) указује на бујичарски карактер Скрапежа. У земљиште се инфилтрира 702 mm падавина, али од тога само 11% подземно притиче реци, док осталих 89% користе биљке или испарава, па се евапотранспирацијом та количина воде враћа у атмосферу. Овакав водни биланс је хидролошки неповољан, а растуће потребе за водом и све већа примена агротехничких мера наговештавају могућност тражења решења у довођењу вода из виших терена и других сливова. Подземне воде се већ довољно користе за водоснабдевање Пожеге и њихови капацитети су све мањи, посебно крајем лета и почетком јесени.

У Нацрту водопривредне основе Србије за водоснабдевање Пожеге предвиђено је довођење вода из система Увац – Рзав, а до 2021.г. тај систем и алтернативна акумулација „Сеча река“ са високо квалитетном водом користили би се и за водоснабдевање Косјерића (Група аутора, 1996 а).

Кад су у питању количине и квалитет вода са једне стране и насељеност и урбанизација са друге, присутна је диспропорционалност. Наиме, у нижим пределима је све већа загађеност вода и све је мање чисте и искористиве воде, а све је већа густина насељености и потребе за квалитетном водом. У Извештају о стању животне средине за 2002. годину, наводи се да је квалитет вода у Србији условљен обнављањем индустријске и пољопривредне производње, која је била знатно смањена у претходном периоду. Повећањем количине отпадних вода значајно

су се смањиле количине расположивих домицилних вода и способност самопречишћавања рецепијената (Миљановић Д. и сар., 2004). Са друге стране, у планинским пределима је већа издашност вода, а све мања насељеност. Изнад надморске висине од 500 m, воде се налазе у I класи. То је значајно, јер се 71.34% слива налази изнад изохипсе од 500 m н. в., а просечна издашност у Косјерићу, који се налази између 410 и 415 m н. в., у периоду 1961-2000. износи 9.42 l/s/km<sup>2</sup> и кретала се у пролеће до 17.17 l/s/km<sup>2</sup>, што значи да је у вишим деловима слива још већа. Међутим, у Пожеги, иако је прописана IIа класа, квалитет вода се налази на прелазу између III и IV класе, те не задовољава прописане норме о квалитету воде. Индустијска постројења у Косјерићу и Пожеги, као и домаћинства, својим отпадним водама погоршавају квалитет воде нарочито у време малих вода.

## КВАЛИТЕТ ВОДЕ

Као и већина токова у Србији, Скрапеж у свом изворишном и горњем делу тока има воду I класе квалитета. Вода I класе квалитета омогућава гајење племените рибе, па тако у горњем делу тока Скрапежа постоје два рибњака пастрмке. Просторним планом и водопривредном основом предвиђено је ширење ове делатности.

Међутим, низводније квалитет воде се погоршава услед отпадних вода насеља и индустрије. Прописана класа на профилу Пожега је IIа класа, међутим стање квалитета воде је углавном лошије и налази се на прелазу II и III класе, а некада се према неким показатељима (најчешће услед присуства штетних и опасних материја) налази и у IV класи квалитета. Изузетно лош квалитет воде јавља се у летњем периоду, односно за време малих вода. У Косјерићу се отпадне (фекалне) воде испуштају на две локације у Скрапеж без икаквог третмана. „Кофеникс“ (оксидне боје) и „Елкок“ (једињења цинка) избацују своје отпадне воде у Кладорубу пред ушћем у Скрапеж.

Таб. 31. Квалитет воде Скрапежа код Пожеге у периоду 1989-1993\*

Tab. 31. Water quality of the Skrapež River upstream from the Požega measurement station in the period 1989-1993

| Река    | Профил | NBK    | Сапробност | Штетне и опасне материје | Прописана класа | Задовољава |
|---------|--------|--------|------------|--------------------------|-----------------|------------|
| Скрапеж | Пожега | III/II | II/III     | III/IV                   | IIа             | не         |

NBK – највероватнији број коли - клица

\* Табела је преузета из „Водопривредне основе Републике Србије“, Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд, јуни, 2001.

У табели 31 приказано је стање квалитета Скрапежа на профилу Пожега у периоду 1989-1993. Анализе воде показале су да се БПК<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, тешки метали (Hg, Fe и Cr) и минерална уља јављају у вредностима већим од МДК. Ови хемијски параметри, када достигну вредност изнад МДК, постају узрок помора рибе у Скрапежу. Последњи инцидент се догодио 29. јула 2007. године, када је на потезу од испуста градске канализације у насељу Радовин (Пожега) до ушћа Скрапежа у Ђетињу дошло до помора рибе услед смањене концентрације кисеоника, а повећане концентрације органских материја (амонијака и нитрита). Анализе су потврдиле и присуство тешких метала на месту где се градска канализација улива у Скрапеж, али они су били у концентрацијама које нису представљале главни узрок за помор рибе. У канализациони испуст овог дела града одводе се отпадне воде из стамбених зграда, као и једне радионице која се бави цинковњем. Процењено је да је угинула најмање једна тона рибе (БЕТА, 2007).



Сл. 43. Загађења реке Лужнице (фото: М. Миливојевић)  
Fig. 43. Water pollution of the Lužnica river (photo: M. Milivojević)

Честа се загађења воде и помори рибе дешавају и на реци Лужници, левој притоци Скрапежа. И за овај водоток прописана је II класа квалитета воде, али континуирано праћење физичко - хемијских и микробиолошких параметара показује да њихове вредности прелазе границу МДК. Овакво стање квалитета воде угрожава живи свет у водотоку и доводи до помора рибе. Већи помор рибе догодио се 2003. године. Тада су биле повећане вредности амонијака (36 пута већа од МДК), масти и уља (око 20 пута већа од МДК), гвожђа (23 пута већа од МДК) и фенола (53 пута већа од МДК у тренутку помора), а утврђено је и присуство великог броја колиформних бактерија. Повећана концентрација амонијака се јавља услед отпадних вода из фабрике алкохола, које се без пречишћавања испуштају у Лужницу

(Цвијовић М., Трмчић З., Мајкић Б., 2003). Фабрика се бави производњом алкохола од воћа и река често има боју коју одређује тренутна производња, као и оштар непријатан мирис.

Подземне воде у сливу Скрапежа загађују се применом вештачких ђубрива у пољопривреди и из септичких јама у свим сеоским домаћинствима. Највећи евидентирани проблем судомаћинства у сабирној области Таорског врела.

Већ је речено да према картама водних објеката ниједан извор ни водозахват није подложен загађивању и да је њихова вода погодна за пиће. Ипак, у пракси је стање нешто другачије. Како је вода угрожен природни ресурс, неопходна је заштита изворишта вода, а нарочито оних који могу да се користе за водоснабдевање насеља. Стога је неопходно дефинисати зону изворишта, одредити зоне уже и шире заштите, као и одредити мере санитарне заштите (Група аутора, 2004). Заштита вода представља важну област у водопривреди.

## ВОДОПРИВРЕДНИ ПРОБЛЕМИ У СЛИВУ

Управљање водама, с обзиром на значај воде, представља императив и подразумева заштиту вода, заштиту од вода и њихово коришћење. При томе је једино прихватљив концепт интегралног управљања водом. У табели 32 дат је преглед водопривредних проблема с обзиром на непосредни узрок њиховог настајања.

Таб. 32. Водопривредни проблеми  
Tab. 32. Water management problems

| Протицај               | Велике воде      | Мале воде       |
|------------------------|------------------|-----------------|
| Водопривредни проблеми | ерозија и бујице | наводњавање     |
|                        | поплаве          | водоснабдевање* |
|                        | одводњавање      | загађивање      |

У сливу реке Скрапеж присутни су сви поменути проблеми везани за водопривреду.

### ЕРОЗИЈА И БУЈИЧНИ ТОКОВИ

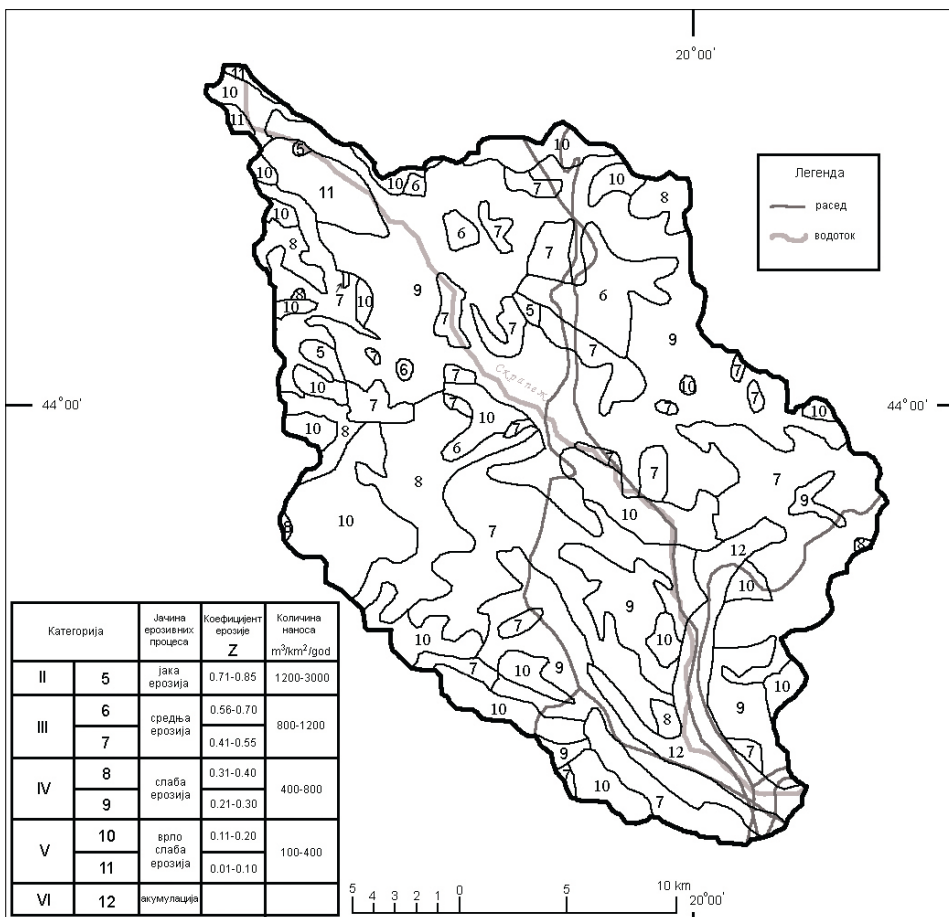
Добар део слива Скрапежа је изграђен од шкриљаца, серпентинита и пешчара, тј. од стенског материјала који је подложен распадању. Нагиби терена и плитак земљишни слој такође омогућавају усецање потока, стварање вододерина и жаруга. Последица тога је појачана ерозија у тим деловима слива са коефицијентом ерозије од 0.10 – 0.40 (Лазаревић, 1983 а). У просеку, коефицијент ерозије  $Z$  за слив Скрапежа износи 0.322 и припада IV категорији по разорности (Лазаревић, 1983 б). Антропогени утицај, тачније, неадекватно коришћење земљишта (правац пружања њива дуж нагиба и њихова величина) и крчење природне вегетације битно утичу на појачану ерозију.

Појачана ерозија у сливовима Ражанске и Мионичке реке, које се чинећи Кладорубу уливају у Скрапеж код Косјерића, доводи до засипања корита Скрапежа и његовог издизања.

За појам и проблем бујичних токова везан је и транспорт наноса. Он је највећи за време поплавних таласа и одређује се на основу анализе

\* Проблем водоснабдевања може да буде везан и за велике воде, када је најчешће угрожен њихов квалитет и водопривредна инфраструктура.

ерозивних процеса у сливу. Специфична продукција наноса износи  $412 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ , од чега се 70-80% преноси у поплавним таласима, док коефицијент ерозије за слив Скрапежа износи 0.32 (Ранитовић, 1981). Према Р. Лазаревићу (1983 б) специфична продукција наноса износи  $460 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ , а специфично одношење наноса из слива  $152.72 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ . Највећу продукцију наноса и највеће проблеме по питању ерозије ствара слив Кладорубе, односно Ражанске реке. Према релативној величини поводња (М. Парде) Скрапеж са индексом А 12.47 припада III групи бујичних токова ( $A = \frac{Q_{max}}{\sqrt{F}}$ ) (Гавриловић, 1981).



Сл. 44. Карта ерозије слива Скрапежа (према Р. Лазаревићу, 1983)  
 Fig. 44. Map of erosion in the Skrapež River basin (base: R. Lazarević, 1983)

У „Попису бујица и ерозивних површина слива реке Скрапеж“ издвојено је 127 ерозивних токова у сливу Скрапежа. Они су према класификацији С. Гавриловића разврстани у 6 хидрографских класа према врсти бујичавости тока и у 5 категорија према разорности бујичних токова (Група аутора, 1965). У табели 30 дата је класификација ових токова.

Таб. 30. Бујични токови у сливу Скрапежа\*

Tab. 30. Torrential riverflows in the Skrapež River basin

| Хидрографска класа | Врста бујичног тока | Број токова према разорности |    |     |    |    | Укупан број токова |
|--------------------|---------------------|------------------------------|----|-----|----|----|--------------------|
|                    |                     | I                            | II | III | IV | V  |                    |
| A                  | Бујичне реке        |                              |    | 3   | 5  |    | 8                  |
| B                  | Бујичне речице      |                              |    | 3   | 12 |    | 15                 |
| C                  | Бујични потоци      | 1                            | 6  | 17  | 23 | 4  | 51                 |
| D                  | Суводолине          | 3                            | 3  | 7   | 12 | 6  | 31                 |
| E                  | Бујичне урвине      |                              |    | 4   | 10 | 7  | 21                 |
| F                  | Јаруге              |                              |    | 1   |    |    | 1                  |
| УКУПНО             |                     | 4                            | 9  | 35  | 62 | 17 | 127                |

Уочљиво је да се у највећем броју сливова ипак одвија слаба и средња ерозија, док се ексцесивна и јака ерозија јављају тек у неколицини сувих долина и бујичних потока. Треба имати у виду да су ово подаци из 1965. године. Из карте ерозије Р. Лазаревића из 1983. године може се приметити да је стање било слично, као и претходних двадесетак година. Данас, с обзиром на тренд смањивања броја становника, дошло је до природног заустављања процеса ерозије, али је на неким локацијама, где је искрчена шума за потребе ораница, дошло до стварања „bad lands“.

Ерозија I категорије (ексцесивна) је везана за колске путеве и стазе, сточарске путеве, неправилно трасиране путеве и огољене површине. Ерозија II категорије (јака ерозија) се јавља на пољопривредном земљишту и малињацима где су нагиби већи од 10°, док се ерозија III категорије јавља на пољопривредном земљишту под мањим нагибима (Група аутора, 2004).

\* Табела је преузета из „Пописа бујица и ерозивних површина слива реке Скрапеж“, Група аутора, 1965.

Сви типови ерозије се огледају у површинском спирању, јаружању и продубљивању водотока. Интензитет ерозивних процеса је у директној вези са приносима на шумско - пољопривредном земљишту, тј. приноси су мањи што је ерозија разорнија и обрнуто. Стога је спречавање и заустављање ерозивних процеса неопходно.

## ПОПЛАВЕ

Скрапеж је само једна у низу бујичних притока Западне Мораве, које плаве околне равнице и градове, али угрожавају и акумулације на Западној Морави великом количином наноса који уносе у њу. Основни водопривредни проблем је одбрана од поплава у доњим токовима бујичарских река и у ерозивним проширењима. Поплаве у сливу Скрапежа углавном су изазване кишом и отапањем снега, коинциденцијом високих вода притока и Скрапежа, и бујичарског су карактера.

Велике поплаве десиле су се 1910. г., 1926. г., 1965. г., 1975. г. У мају 1965. г. после интензивних киша Скрапеж је поплавио око 400 ха земљишта територије општина Косјерић и Пожега. Тада је забележен максимални протицај од 313 m<sup>3</sup>/s (13.V 1965.). Такође је у јуну 1975. г. забележена велика поплава, када је потопљено 1000 ха општине Косјерић и половина села. Том приликом су се излили Скрапеж, Мионица и Кладоруба. Велика материјална штета нанета је многим предузећима („Кофениксу“, „Моди“, „Граду“, „Елкоку“, итд.), а однет је део пута Косјерић – Ваљево, део пруге Београд – Бар и велики број мостова (Гавриловић, 1981). Судећи по високим вредностима водостаја и протицаја, поплаве су захватиле долину Скрапежа и 1984., 1986., 1987., 1991., 1999. године.

Последња велика поплава десила се крајем марта 2006. године, када је већи део Србије био захваћен поплавама и појавом клизишта. Скрапеж, Ђетиња и Западна Морава су се излили и поплавили око 1500 ха ораница у општини Пожега. Било је угрожено више десетина кућа, а неки путеви су били непроходни за саобраћај (БЕТА, 2006). Разлог су велике количине падавина, нагло отапање снега, као и коинциденција великих вода.

Одбрана од поплава је неопходна и један од основних циљева водопривреде. Пасивна одбрана од поплава подразумева изградњу и одржавање линијских заштитних система (обалоутврда, насипа), ретензија, каскада и планску изградњу у угроженим зонама. Активна одбрана од поплава се врши изградњом и одржавањем акумулационих басена у којима се задржавају велики поплавни таласи. О таквим басенима ће бити више речи

у предлозима могућих решења водопривредних проблема. Највећи број регулационих радова на реци Скрапеж и притокама је изведен у периоду 1965-1969 године (Група аутора, 2001), па је те системе потребно обновити.



Сл. 45. Појлаве у долини Кладорубе (фото: Ј. Ковачевић)  
Fig. 45. Floods in the Kladoruba River valley (photo: J. Kovačević)

## ВОДОСНАБДЕВАЊЕ НАСЕЉА И ИНДУСТРИЈЕ

Водоснабдевање становништва и привреде је један од најважнијих водопривредних проблема.



Сл. 46. Чесма на Таорском врелу (фото: М. Миливојевић)  
Fig. 46. Pipe at the spring Taorsko vrelo (photo: M. Milivojević)

Већ је поменуто да се Косјерић данас снабдева водом из Таорског врела, чија се издашност креће од 23-200 l/s. Сада се дневно са врела захвата 2850 m<sup>3</sup> воде (Група аутора, 2004). Врело је каптирано и водоводом

дугим 13 km, који функционише на принципу гравитације, вода се доводи до Косјерића, где се годишње троши око 450000 m<sup>3</sup> за пиће и комуналне потребе града. Из каптаже је изведена цев за биолошки минимум у виду јавне чесме (Група аутора, 1996 б).

Уређај за пречишћавање воде, као и резервоар запремине 750 m<sup>3</sup> са две сабирне станице, налазе се испред дистрибутивне мреже, путем које се из овог водоводног система снабдева око 5000 становника. Међутим, губици у водоводној мрежи су знатни и износе око 60%. Ову воду користе сви производни погони у Косјерићу (Група аутора, 2004). Пошто вода пре употребе стоји у таложницама и хлорише се, потребно је да се водовод растерети и да све фабрике користе техничку воду, а не воду из водовода.

Остала насеља се снабдевају водом из локалних водовода, којих је у општини Косјерић 74. Већина сеоских домаћинстава користи слабе изворе у близини својих кућа користећи њихов природан пад. Значајније локалне водоводе имају насеља Варда, Сеча Река и Ражана.

Значајну улогу у водоснабдевању имају подземне воде. Изданска вода има одличан квалитет и испуњава све норме потребне за пијаћу воду. Ипак, понекад за време јаких киша, а услед каналског отицања воде, те мањег филтрирања, долази до спирања органских распаднутих материја, па вода на извору може бити неупотребљива за пиће и потребно ју је пречистити. Значајни потенцијални карстни извори за водоснабдевање су „Бањица“, „Субјел“, „Брајковићи - Шеврљуге“, „Чобански дани“. Пукотинске издани имају воду доброг квалитета и могу да се користе за локално водоснабдевање. Значајни пукотински извори постоје у Мионици, Скакавцима, Росићима, Ражани, Буковима, Дреновцима, Радановцима. Примарни значај за водоснабдевање имају „Таорско врело“, „Савићи“ (Годљевача), „Марјановићи“ (Дубница) и „Таор“ (Годљевача, Таор). Термални извори „Бањица“, „Деспотовићи“, „Вашариште“ и „Скакавци“ могу да се користе у пољопривреди, делом за топлофикацију, у спортско - рекреативне и балнеотерапијске сврхе.

Подземне воде у алувијалним равнима су често неисправне за пиће услед интеракције са загађеним површинским водама. У оквиру документације која је прикупљена за потребе израде Стратегије развоја општине Косјерић, осим понуда за техничко решење питања водоснабдевања из потенцијалних издани, даје се и предлог за евентуално флаширање воде за пиће.

Пожега се снабдева водом из регионалног Западноморавско - рзавског водоводног система, који обухвата горњи део слива Западне Мораве, као и слив Увца. Како ово извориште по капацитету превазилази потребе овог краја за водом, у Просторном плану Републике Србије

предвиђа се превођење воде у слив Колубаре и даље према Београду (Просторни план, 1996). Из Рзавског подсистема, осим насеља у општини Пожега, водом се снабдевају и насеља у општинама Ариље, Лучани, Чачак и Горњи Милановац. Пошто се вода захвата на реци Рзав на прегради „Шеваљ“, тј. на живом току, неопходно је изградити водну акумулацију, како би систем могао што рационалније да функционише (Група аутора, 2001). Пожега се делимично снабдева и подземним водама. У следећој табели приказано је снабдевање насеља и индустрије у општинама Косјерић и Пожега у ближој и нешто даљој будућности.

Таб. 34. Оријентационо сагледавање снабдевања водом насеља и индустрије\*  
Tab. 34. Approximate review of settlements and industry water supply

| Период   | Ближа будућност                                   |                  | Дугорочно                         |                  |
|----------|---|------------------|-----------------------------------|------------------|
|          | високо квалитетна                                 | ниско квалитетна | високо квалитетна                 | ниско квалитетна |
| Косјерић | подземне воде,<br>Сеча река<br>(алтернатива УВРЗ) | водоток          | подземне воде,<br>Сеча река, УВРЗ | водоток          |
| Пожега   | подземне воде, Рзав                               | водоток          | подземне воде,<br>Рзав, Ћетиња    | водоток          |

УВРЗ – регионални систем за водоснабдевање Увац - Рзав

Из табеле 34 види се да се за водоснабдевање Косјерића планира изградња акумулације на Сеча реци, као и повезивање са системом Увац - Рзав.

Кад је реч о снабдевању индустрије водом, рационално би било коришћење површинских вода.\* Коритом Скрапежа кроз Косјерић у периоду 1981-2000 протичало је просечно  $46.50 \times 10^6 \text{ m}^3$  воде годишње. М. Павловић (1997) наводи да само индустрија цемента користи  $450000 \text{ m}^3$ , што су велике количине воде. Код Пожеге коритом Скрапежа протиче све мања количина воде. У периоду 1961-1980 протичало је у просеку  $157.82 \times 10^6 \text{ m}^3$  воде, а у периоду 1981-2000 свега  $140.74 \times 10^6 \text{ m}^3$  воде годишње.

Прогнозиране потребе за водом су углавном смањене за 2021. годину у односу на 2010. годину, изузев потреба за високо - квалитетном водом у Пожеги. Разлог је смањење броја становника у општини Косјерић. Прогноза за 2010. годину је рађена на основу анализе пораста броја становника и потребе индустрије за водом. На тај начин је предвиђено да ће општина

\* Табела је преузета из Водопривредне основе Републике Србије (2001).

\*\* Тренутно се сва фабричка постројења у Косјерићу снабдевају водом из Таорских врела, тј. користе пречишћену високо квалитетну воду.

Косјерић у периоду 1978 - 2008 имати између 10 и 15 хиљада становника (Група аутора, 1996 б). По попису из 1991. године општина Косјерић је имала 15478 становника, а према попису 2002. године 14001 становник је живео у Косјерићу. Стога је прогноза потреба за водом коригована и смањена са  $5.4 \times 10^6 \text{ m}^3$  на  $4.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ . У Пожеги су корекције знатно мање.

Таб. 35. Прoгнозе пoтpеба за водoм за 2010. и 2021. г. (мл.  $\text{m}^3$ )\*

Tab. 35. Prognoses of needs for water for the years 2010 and 2021 (bil.  $\text{m}^3$ )

| Година   | 2010.             |              |        | 2021              |              |        |
|----------|-------------------|--------------|--------|-------------------|--------------|--------|
| Град     | високо-квалитетна | индустријска | укупно | високо-квалитетна | индустријска | укупно |
| Косјерић | 3.6               | 1.8          | 5.4    | 2.7               | 1.7          | 4.4    |
| Пожега   | 14.3              | 4.5          | 18.8   | 17.8              | 3.4          | 18.2   |

Ипак, потребе за водом су велике услед раста стандарда. Ако се упореде са количином воде којом Скрапеж располаже у току године, добијају се подаци који директно указују на потребе обезбеђивања већих количина воде у току летњих месеци.

Таб. 36. Количина воде Скрапежа (мл.  $\text{m}^3$ )

Tab. 36. Water amount of the Skrapež River (bil.  $\text{m}^3$ )

| 1981-2000 | I     | II    | III   | IV    | V     | VI    | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII   | Год.   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Косјерић  | 3.72  | 4.66  | 7.96  | 7.10  | 5.17  | 4.12  | 2.61 | 1.53 | 1.36 | 1.75 | 2.84 | 3.61  | 46.50  |
| Пожега    | 11.49 | 15.98 | 24.72 | 19.54 | 16.20 | 11.58 | 8.75 | 4.67 | 3.96 | 4.53 | 7.84 | 11.19 | 140.74 |

Наиме, пошто се прогнозира да ће годишње потребе за индустријском водом у Косјерићу бити  $1.7 \text{ мил. m}^3$ , то значи да ће у просеку месечне потребе износити  $0.15 \text{ мил. m}^3$ , односно десетину средње количине воде која протиче Скрапежом у периоду VIII, IX и X. Међутим, треба имати у виду и то да су у тим месецима потребе за водом веће од просечних месечних  $0.15 \text{ мил. m}^3$ , као и да је овде реч о средње месечним количинама воде за двадесетогодишњи период. Неки месеци могу да буду изузетно маловодни, па је тако протицај у јуну 1963. године износио  $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ , што значи да је за потребе индустрије било потребно захватити половину воде која је текла Скрапежом. У Пожеги, да би се намириле потребе за водом, потребно је у поменута три месеца захватити десети део средње количине воде која тече Скрапежом.

\* Табела је преузета из Водопривредне основе Републике Србије (2001) и Нацрта Водопривредне основе Републике Србије (1996 а)

## НАВОДЊАВАЊЕ И ОДВОДЊАВАЊЕ

На територији општине Косјерић нема изграђених већих мелиоративних система. Потребне за наводњавањем свакако постоје у циљу развоја интензивне пољопривредне производње. Ипак, према Просторном плану Републике Србије, када је реч о коришћењу и заштити вода и водопривредној инфраструктури, стоји да „у области хидротехничких мелиорација, приоритет ће имати ревитализација постојећих система и изградња најрационалнијих типова нових система, пре свега на земљишту прве и друге класе погодности за наводњавање, уз предпостављену обезбеђеност функционисања од 80%“ (Просторни план, 1996). Такве активности су неопходне с обзиром на чињеницу да су количине падавина, као и отицај нестабилни фактори, те је за потребе пољопривреде пожељно имати на располагању резервне количине воде, док је за потребе интензивне производње потребно обезбедити додатне количине воде (Ковачевић-Мајкић Ј., Миливојевић М., 2005).

Сувишне воде, које највише у пролеће и јесен угрожавају Пожешко поље, одводе се код Пожеге мањим системом за одводњавање који ради на принципу цевне дренаже (Група аутора, 2001).

Као и остали водопривредни проблеми, тако и наводњавање и одводњавање тек треба да се реше на адекватан начин.

## ПРЕДЛОЗИ ЗА РЕШЕЊЕ ВОДОПРИВРЕДНИХ ПРОБЛЕМА

Задовољење потреба за водом мора да буде условљено логичким редом отклањања узрока водопривредних проблема. То подразумева уређење неуређених субсливова и регулацију корита Скрапежа, а то ће се постићи успостављањем равнотеже у вегетационом покривачу (повећање површина под шумама), чиме ће се спречити засипање корита наносом и побољшати подземни отицај, односно смањити амплитуде између малих и великих вода. Осим биолошких мера за регулисање тока Скрапежа, које подразумевају активне мере одбране од поплава у смислу пошумљавања и тиме регулисања режима, неопходно је обавити и техничке мере регулације.

Корито Скрапежа је делимично регулисано у центру насеља Косјерић. Постојећи насип у Косјерићу задовољава, али неки у Пожешкој котлини не задовољавају, те би било потребно реновирати их и доградити нове. Такође је потребно регулисати речна корита Скрапежа, Кладорубе и Лимца. На Скрапежу, Кладоруби, Сеча реци, Полошници, Мионичкој реци,

Ражанској реци потребно је одредити делове слива за ретензије, каскаде и бране у циљу спровођења активних (техничких и биолошких) мера заштите од поплава. При томе је неопходно чувати зоне могућег наводњавања и користити их наменски.



Сл. 47. Уређен њок Скрапежа у Косјерићу  
(фото Ј. Ковачевић)

Fig. 47. Channalled riverbed of the Skrapež River  
in Kosjerić (photo: J. Kovačević)



Сл. 48. Клисуре Литице (поштенцијална  
локација за изградњу акумулације)  
(фото: Ј. Ковачевић)

Fig. 48. The Litice gorge  
(potential location for accumulation)  
(photo: J. Kovačević)

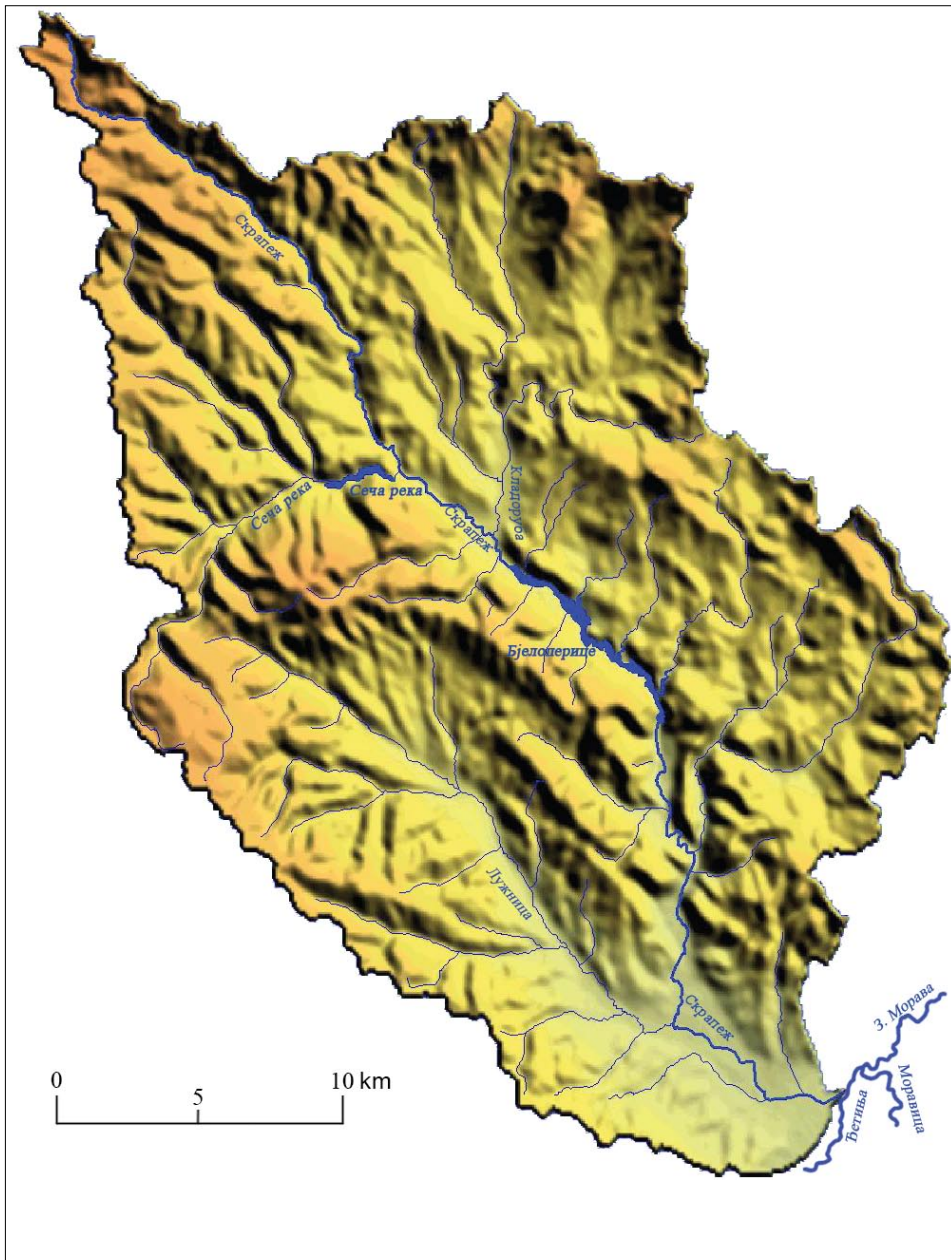
У сливу реке Скрапеж нема великих водопривредних захвата, нити изграђених вишенаменских акумулација. Скрапеж није погодан за хидроенергетско коришћење због несталности протикања и његових великих осцилација. Такође, природни хидроенергетски потенцијал који износи  $30.23 \times 10^6$  kWh/year, односно специфични потенцијал  $0.76 \times 10^6$  kWh/km/year иду у прилог овој тврдњи (Група аутора, 2001).

Један од начина решавања хидролошких и водопривредних проблема и уређења сливова уопште је изградња малих водних акумулација са вишенаменским коришћењем. Због огољености средњег дела слива и слива притоке Кладорубе велика је ерозија, па је без претходног пошумљавања бесмислено говорити о изградњи акумулација за било које намене.

Потенцијално место за изградњу акумулације је на водотоку Сеча река непосредно пред ушћем у Скрапеж, узводно од каменолома. Као што је већ поменуто, акумулација „Сеча река“ била би део подсистема Увац за водоснабдевање. Физичкогеографски параметри, као што су геолошки састав (вододрживе стене), рељеф (велика рашчлањеност и енергија рељефа), ерозија (најмањи коефицијент ерозије), специфични отицај (највећи у односу на остале субсливове), као и хидрогеолошки и инжењерско - геолошки услови оцењују се као прихватљиви за изградњу акумулације. Међутим, како је ката успорна на 465 m н.в. одређена насељем Сеча Река, било би потребно решити проблем отпадних вода насеља и одводити их низводно од акумулације, тим пре што би основна намена акумулације „Сеча река“ била водоснабдевање становништва и индустрије. Максимална запремина акумулације износила би  $17 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Такође би се користила за рибарство и туризам, оплемењивање малих вода, контролу поплава и задржавање наноса (Група аутора, 1996 б).

Раније су према плану за уређење слива Мораве у периоду 1966-1985 биле одређене још две локације за изградњу акумулација (Група аутора, 1966). Потенцијална места су била у Каленићу, на излазу из клисуре Литице и у Отањском сужењу низводно од ушћа Добрињске реке. У раду Р. Вујновића (1995) предлаже се изградња акумулације „Бјелоперице“, а као алтернативе „Добриња“ и „Сеча Река“. Акумулацију „Бјелоперице“, у клисури у средњем току Скрапежа низводно од Бјелоперица, могуће је изградити подизањем лучне бетонске бране високе 43 m. Изградњом ове акумулације не би била угрожена насеља и индустрија, али би био потопљен део пута (10 km) Пожега – Косјерић, а пруга Београд – Бар би делимично изменила трасу на делу Косјерић – Добрињска река. Акумулација би решила проблем плављења Пожешког поља, Пожеге и низводно долине Западне Мораве и задржавајући нанос штитила акумулације у Овчарско – кабларској клисури. На тај начин би се решило и питање зимских поплава и разливања великих вода при напуштању клисуре Литице и уласку у Пожешку котлину. Из ове акумулације би се лети могло вршити наводњавање култура у Пожешкој котлини, јер оне управо у том периоду имају потребу за већом количином воде, које иначе тада нема.

Изградња акумулације на Добрињској реци се помиње као алтернатива. Издашност слива је мала, протицаји такође (свега  $0.60 \text{ m}^3/\text{s}$ ), те акумулација на овој реци не би имала приоритет.



Сл. 49. 3D модел слива Скрајежа са пошвенцијалним акумулацијама  
Fig. 49. 3D model of the Skrajež River basin with potential accumulations

Изградња акумулација подразумева као предуслов антиерозионе радове у сливу, као и израду детаљних анализа утицаја на животну средину. Веома је битно и амбијентално уклапање водопривредних система у окружење. С обзиром на то да је тек потребно утврдити оптималне услове за изградњу ових акумулација, а у складу са свим ограничењима која се појављују, простори за поменуте акумулације су за сада означени само као зоне које се резервишу за те намене (Просторни план, 1996). Активне мере заштите је неопходно спроводити, јер у супротном долази до засипања акумулација, њихове еутрофикације и сличних стања које су најчешће последице антропогених делатности. У Србији постоје бројни примери малих акумулација чије су се запремина и површине смањиле, квалитет воде погоршао и које су тиме изгубиле своју првобитну намену. Такву судбину је доживела и најстарија акумулација у Србији – Грошничко језеро подигнуто на Грошничкој реци у сливу Лепенице и које служи за водоснабдевање Крагујевца\* (Милановић А., Ковачевић-Мајкић Ј., 2007).

Када је реч о водоснабдевању, потребно је утврдити и верификовати санитарне заштитне зоне свих поменутих изворишта и сеоских каптажа, који у општини Косјерић снабдевају 9000 становника. Потребно је увођење службе која би континуирано пратила квалитет воде за пиће. Затим је потребно реконструисати примарне и дистрибутивне мреже, као и објекте за водоснабдевање (смањити губитке са 60% на 20%, проширити капацитете резервоара у циљу веће поузданости система, нарочито током вршне дневне и сезонске потрошње, проширити водоводну мрежу). Планира се изградња фабрике за флаширање минералне воде у Дубици и Скакавцима. Пречишћавање отпадних вода је једна од основних мера заштите вода и подразумева изградњу колектора за пречишћавање отпадних вода за град Косјерић, у фабрикама изградњу неопходних система за пречишћавање, изградњу непропусних септичких јама у селима и обезбеђивање средстава и кадра за редовно чишћење септичких јама (Група аутора, 2004).

---

\* Услед засипања језера дошло је смањења његове запремине, али је уз антиерозионе радове, повећања висине бране и других мера заштите, ипак задржало првобитну намену.

## ЗАКЉУЧАК

Из претходне анализе водности слива Скрапежа јасно је да се количина воде која протиче коритом смањује. Главни узрок томе је смањена количина падавина у последњих десет година проучаваног периода (1991-2000). Уочљива је и релативност водности. Наиме, укупна количина воде која у току године протекне коритом Скрапежа је велика у поређењу са, на пример, рекама Шумадије. Међутим, то богатство водом не обезбеђује довољне количине воде у току године (нарочито у летњим месецима), али ни поплаве нису реткост. Осим реке Скрапеж, детаљније је проучен водни режим њених већих притока. Са максималним протицајима у марту и априлу и минималним у септембру, Скрапеж и његове притоке припадају рекама плувио - нивалног режима умерено - континенталне варијанте. Према коефицијенту варијације протицаја Скрапеж спада у реке умереног колебања протицаја са вредностима овог коефицијента 0.30 у Косјерићу, односно 0.35 у Пожеги. Међутим, максимална месечна колебања износе 0.78, односно 1.04. Апсолутна амплитуда протицаја у Пожеги износи 312.85 m<sup>3</sup>/s, а однос између екстремних протицаја 1:2086.7. Осим реке Скрапеж, детаљније је проучен водни режим њених већих притока. Са максималним протицајима у марту и априлу и минималним у септембру, Скрапеж и његове притоке припадају рекама плувио-нивалног режима умерено-континенталне варијанте. Све ово указује на изразито бујичарски карактер реке Скрапеж. Томе доприноси већи удео површинског (61%) у односу на подземни отицај (39%). Разлике у водности међу годинама такође могу бити знатне. Тако се јављају веома сушне и веома водне године, па и катастрофално сушне и водне године. Скрапеж је ток који се одликује извесним „неправилностима“ у смислу да се понекад јављају веће максималне воде узводно него низводно, као последица антропогеног утицаја, разливања великих вода и геолошког састава. Неповољност водног биланса, осим поменутог већег површинског отицаја, карактерише се и малим коефицијентом отицаја, који у сливу Скрапежа износи свега 28%.

Сви ови подаци и растуће потребе за водом намећу потребу за тражењем решења водопривредних проблема, који из овога проистичу. Антиерозивни радови и изградња акумулација „Сеча река“, односно „Бјелоперице“, би свакако решили добар део ових проблема. Ипак, потребно је сагледати позитивне и негативне стране акумулације „Сеча река“, посебно у светлу смањења броја становника у већини насеља

општине Косјерић. Већина села на територији слива Скрапежа се снабдева водом са локалних извора и локалних водоводних система.

Да би се постигли ефекти смиривања ерозије и смањене продукције наноса, посебну пажњу потребно је посветити биолошким мерама заштите (пошумљавање, мелиорација шума, затрављивање, мелиорација пашњака). Тек по реализацији ових мера може да се приступи изградњи акумулација и другим техничким мерама и облицима заштите од ерозије и бујица.

Нажалост, као и пре двадесет осам година, када су се хидролошким и водопривредним проблемима бавили В. Ранитовић и И. Мисаиловић, може се извести закључак да се у сливу реке Скрапеж још увек нису стекли услови за његово веће привредно коришћење. Река Скрапеж и већина њених притока и даље имају бујични карактер, амплитуде водостаја су велике, токови су неуређени, продукција наноса је знатна, те је и водни биланс неповољан. Да би се говорило о рационалном коришћењу вода Скрапежа потребно је за то створити услове, који првенствено подразумевају регулацију токова и уређење сливова.

У решавању ових проблема, осим доступних података (Републички хидрометеоролошки завод, Војногеографски институт, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Шумарски факултет, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“), помогла би започета израда ИС (информационог система) слива Скрапежа.

С обзиром на то да је у досадашњим истраживањима слив Скрапежа и режим реке изучаван у сегментима, циљ истраживања у овом раду је била израда комплетне и апликативне хидролошке студије. У овим проучавањима од великог значаја је била примена векторског и растерског географског информационог система и одговарајућих софтвера, који су послужили за његово креирање и коришћење. Векторски ГИС је уз помоћ програма Microstation и Geomedia коришћен за дигитализацију свих жељених геолошких, геоморфолошких, педолошких и хидролошких елемената слива, као и за добијање његових морфометријских показатеља, затим морфохидрографских показатеља водотока, као и за израду одговарајућих карата. Растерски ГИС је уз помоћ програма Idrisi послужило за добијање дигиталног модела висина у облику грида резолуције 100 m, а затим су, уз претходно утврђену високу корелацију између надморске висине и падавина, добијене вредности падавина за сваки тај пиксел, што је послужило за добијање просторне дистрибуције падавина, израду карте изохијета, као и за прорачун средњих количина падавина за цео слив и сваку жељену површину на проучаваној територији. Правци будућих

истарживања могли би да буду моделовање падавина на месечном нивоу, као и по сезонама. Резултати таквих истраживања требало би да покажу колика је погодност примењеног модела на тим нивоима и колика су одступања од мерених вредности.

Фина резолуција, кад су у питању просторни подаци као што су падавине, има многе потенцијалне примене кад је у питању управљање природним ресурсима, јер таква база података може да буде основа у истраживањима која се ослањају на природне потенцијале. Вредности средњих годишњих количина падавина за одређене површине се могу употребити за израчунавање протицаја на сливовима где нема хидролошких осматрања. На основу добијених података о количини падавина у субсливовима Скрапежа и методом регионалних анализа зависности отицања од падавина, добијени су подаци о количинама воде којима располажу притоке Скрапежа и тиме је омогућено лакше приступање решавању водoprивредних проблема, као и лакше управљање водама. Израђена хидролошка студија, односно методе које су примењиване у проучавању слива и водотока, могле би да послуже као модел приликом сличних истраживања. Применом савремених технологија на много бржи начин се може доћи до прецизнијих података. Проширивање базе података и креирање комплекснијег географског информационог система се може поставити као следећи задатак, који би омогућио и олакшао будућа хидролошка истраживања.

Такође је за потребе ових истраживања било потребно имати податке прецизније од оних које се објављују у публикацијама одређених институција (Хидрометеоролошки завод), па се и ту отвара простор за ново прикупљање података или тражење нових истраживачких метода у случају када подаци недостају или нису довољно прецизни.

## ЛИТЕРАТУРА

## REFERENCES

Вујновић Р. (1995): Воде Србије – планови развоја и неке реализације у водопривреди. Грађевинска књига, Београд.

Гавриловић Љ. (1981): Поплаве у СР Србији у XX веку – узроци и последице. *Посебно издање СГД*, књ. 52., Београд.

Гавриловић Љ. (1988): Хидрологија у просторном планирању. Природно-математички факултет – Одсек за географију и просторно планирање, Београд.

Глишић Р. (2002): Јасеница – морфолошко - хидролошке карактеристике. Библиотека „Деспот Стефан Лазаревић“, Београд

Дукић Д., Гавриловић Љ. (2006): Хидрологија. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

Дуцић В., Радовановић М. (2005): Клима Србије. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.

Живковић Н. (1995): Утицај физичко-географских фактора на висину отицаја у Србији. Географски факултет, Београд.

Живковић, Н. и Анђелковић, Г. (2004). Висински градијенти падавина у Србији. *Гласник Српској географској друштва*, 84 (2), стр. 31-36.

Жујовић Ј. (1893): Геологија Србије, Српска Краљевска Академија, Београд.

Јевђевић В. (1956): Хидрологија I. *Посебно издање*, књ. 4., Хидротехнички институт „Јарослав Черни“, Београд.

Ковачевић-Мајкић Ј. (2008 а): Хидролошке одлике реке Скрапеж и водопривредни проблеми у сливу. Магистарска теза. Географски факултет Универзитета у Београду, Београд, 102 стр.

Ковачевић-Мајкић Ј., Миливојевић М. (2005): Природне карактеристике Суворског краја са аспекта развоја шљиварства. *Гласник Српској географској друштва*, 86 (1), стр. 73-84.

Ковачевић-Мајкић Ј., Радовановић М. (2006): Хидролошке одлике општине Љиг. *Зборник радова Географској институцији „Јован Цвијић“*, књ. 55, Београд, стр. 37-52.

Ковачевић-Мајкић Ј. (2008 б): Хидролошка анализа водотока у сливу Скрапежа. *Зборник радова Географској институцији „Јован Цвијић“*, књ. 58, Београд, стр. 43-58.

Ковачевић-Мајкић Ј., Штрбац Д. (2008): Просторна интерполација падавина у зависности од надморске висине у сливу Скрапежа. *Гласник Српској географској друштва*, 88 (1), стр. 89-100.

Lauritzen S-E. (2001): Marble stripe karst of the Scandinavian Caledonides: an end-member in the contact karst spectrum, *Acta Cartologica* 30/2, Ljubljana.

Манојловић, П., Драгићевић, С. и Мустафић, С. (2004). Основне морфометријске карактеристике рељефа Србије. *Гласник Српској географској друштва*, 84 (2), стр. 11-20.

Милановић, А., Ковачевић-Мајкић Ј. (2007): „Оцена стања квалитета површинских вода и загађење у сливу реке Лепенице“. *Гласник Српској географској друштва*, 87 (1), стр. 175-184.

Милићевић, М.Ђ. (1876): Кнежевина Србија. Државна штампарија, Београд.

Милојевић Ж. Б. (1951): Главне долине у Југославији, САН, Београд.

Миљановић, Д., Ковачевић-Мајкић Ј., Милановић А. (2004). Анализа животне средине у зони Коридора Х у Србији. *Гласник Српској географској друштва*, 84 (2), стр. 165-181.

Мисаиловић И. (1981): Долина Скрапежа – регионално географска студија. Докторска дисертација, Географски факултет, Нови Сад.

Мустафић, С., Манојловић, П. и Драгићевић, С. (2007). Примена теледетекционих метода и ГИС-а у истраживању ерозионих процеса. *Зборник радова Географској институцији „Јован Цвијић“ САНУ*, 57, стр. 465-473.

Николић Ј. (2004): Модел одређивања евапотранспирације у хетерогеним геолошким условима на примеру горњег слива Западне Мораве. Докторска дисертација, Рударско геолошки факултет, Београд.

Николић, Ј., Дуцић, В. и Драгићевић, С. (2005). Анализа падавина на примеру горњег дела слива Западне Мораве. *Гласник Српској географској друштва*, 85 (1), стр. 21-30.

Оцокољић, М. (1976): Одређивање неких општих карактеристика слива у циљу проучавања режима изучених и неизучених река. *Водопривреда*, бр. 44., Београд.

Оцокољић, М. (1984): Регионалне анализе зависности отицања од падавина. *Гласник Српској географској друштва*, св. LXIV, бр. 1., Београд.

Оцокољић, М. (1987). Висинско зонирање вода у сливу Велике Мораве и неки аспекти њихове заштите. *Посебна издања СГД, књига 64.*, Београд:

Оцокољић, М. (1991): Варијације протицаја на рекама у Југославији. *Гласник Српској географској друштва*, св. LXXI, бр. 1., Београд.

Оцокољић, М. (1993): Водни биланс притока Велике Мораве. *Гласник СГД, свеска LXXIII, бр. 2.*, Београд.

Оцокољић М. (1993/1994): Водни потенцијали Србије. *Зборник радова Географској институцији „Јован Цвијић“*, књ. 44-45, Београд.

Оцокољић, М. (1994): Цикличност сушних и водних периода у Србији. *Посебно издање*, књ. 41., *Географски институцији „Јован Цвијић“*, САНУ, Београд.

Павловић М. (1997): Природне одлике општине Косјерић. *Земља и људи – иоуларно научни зборник*, св. 47, Српско географско друштво, Београд.

Radovanovich M., Milovanovich B. (2003): Methods to Complete the Missing data on precipitation in the Mountains of Serbia – Testing and Application, *Man and Climate in the 20th Century, Studia Geograficzne 75*, Wroclaw.

Радовановић М. (2001): Утицај рељефа и атмосферске циркулације на диференцијацију климата у Србији. Докторска дисертација, Географски факултет, Београд.

Ракићевић Т. (1973): Нове методе проучавања водног биланса на примеру реке Расине. *Зборник радова, св. XX, Природно-математички факултет Универзитета у Београду*, Географски институт, Београд.

Ранитовић В. (1981): Хидролошке одлике реке Скрапеж. *Зборник радова, Географски институт „Јован Цвијић”, књ. 33., САНУ, Београд.*

Ршумовић Р. (1980): Геоморфологија слива Скрапежа – положај и морфолошке целине. *Зборник радова, Географски институт „Јован Цвијић”, књ. 32., САНУ, Београд.*

Sboarina, C. (2001): Creation of climatic maps for Trentino from spread data. U *Geomatics Workbooks 2 - 2nd Italian GRASS users meeting proceedings.*

Siska, P.P., Hung, I-K. (2001). Assessment of Kriging Accuracy in the GIS Environment. U *The Twenty-first Annual ESRI International User Conference proceedings.* San Diego, California.

Telbisz, T., Mari, L. и Ђалић, Ј. (2007). Морфометријска анализа вртача на Мирочу употребом ГИС-а. *Гласник Српској географској друштва, 87 (2),* стр 21-30.

Hargrove, W.W. (1995). Interpolation of Rainfall in Switzerland using a Regularized Spline with Tension. [www.research.esd.ornl.gov/\\_hnw/sic97](http://www.research.esd.ornl.gov/_hnw/sic97)

Hong, Y., Nix, H., Hutchinson, M., Booth, T. (2005). Spatial interpolation of monthly mean climate data for China. *International Journal of Climatology 25,* (1369-1379).

Цвијић Ј. (1921): Абразионе и флувијалне површи, *Гласник Српској географској друштва, св. 6, Београд.*

Цвијовић М., Трмчић З., Мајкић Б. (2004): Квалитет воде реке Лужнице са аспекта анализе хемијских параметара и њихов утицај на живи свет ове реке. *Вода 2004, 33. конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите воде*, Југословенско друштво за заштиту воде, Борско језеро.

## ОСТАЛИ ИЗВОРИ

## OTHER SOURCES

Група аутора (1965): Попис бујица и ерозивних површина слива реке Скрапеж. Реонска секција за заштиту, земљишта од ерозије и уређења бујица, Титово Ужице.

Група аутора (1966): Програм радова за уређење слива Мораве од 1966-1985. године. Дирекција за уређење слива Велике Мораве, Београд, 1966.

Група аутора (1981): Опште хидролошко - топографске карактеристике слива реке Градње. Републички хидрометеоролошки завод СР Србије, Одељење за биланс вода, Београд.

Група аутора (1996 а): Водопривредна основа Републике Србије – нацрт -, Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.

Група аутора (1996 б): Документациони материјал за израду Водопривредне основе Републике Србије – нацрт. Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.

Група аутора (2001): Водопривредна основа Републике Србије. Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду, Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, Београд.

Група аутора (2003): Извештај о стању животне средине и природних ресурса за 2002. годину – промене у односу на 2000. годину. Министарство за заштиту природних богатстава и животне средине, Београд.

Група аутора (2004): Стратегија развоја општине Косјерић. Скупштина општине Косјерић. Географски факултет Универзитета у Београду Институт за просторно планирање, Београд.

Каталог река у СРЈ. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд, 1995.

Општине у Србији 2004. Републички завод за статистику, Београд, 2005.

Први резултати пописа по општинама и насељима Републике Србије. Попис становништва, домаћинства и станова 2002, Савезни завод за статистику, Републички завод за статистику, Београд, 2002.

Просторни план Републике Србије, Службени гласник са п.о., Београд, 1996.

Документација Војногеографског института, Београд, 1991

Метеоролошки годишњаци. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд, 1961-2000.

Хидролошки годишњаци. Савезни хидрометеоролошки завод, Београд, 1953-1990.

Топографске карте 1:50000 – Ваљево 3, Ваљево 4, Лазаревац 3, Ужице 2, Чачак 1, Војногеографски институт, Београд, 1984.

Брковић Т., Малешевић М., Клисић М., Урошевић М., Трифуновић С., Радовановић З., Божанић М. (1977): Основна геолошка карта, лист Чачак, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Брковић Т., Малешевић М., Урошевић М., Трифуновић С., Радовановић З., Павловић З., Ракић М. (1978): Тумач за Основну геолошку карту, лист Чачак, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Миличић О., Королија С., Миловановић Б., Чалакић Д.: Заштићена природна добра у Србији 1:880000. Завод за заштиту природе Србије, Београд, 2005.

Мојсиловић С., Филиповић И., Баклајић Д., Ћоковић И., Навала М. (1972): Основна геолошка карта, лист Ваљево, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Мојсиловић С., Филиповић И., Аврамовић В., Пејовић Д., Томић Р., Баклајић Д., Ђоковић И., Навала М. (1975): Тумач за Основну геолошку карту, лист Ваљево, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Мојсиловић С., Баклајић Д., Ђоковић И. (1977): Основна геолошка карта, лист Ужице, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Мојсиловић С., Баклајић Д., Ђоковић И., Аврамовић В (1978): Тумач за Основну геолошку карту, лист Ужице, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Филиповић И.; Павловић З., Марковић Б., Родин В., Марковић О., Гагић Н., Атин Б., Милићевић М. (1971): Основна геолошка карта, лист Горњи Милановац, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Филиповић И., Марковић Б., Павловић З., Родин В., Марковић О. (1978): Тумач за Основну геолошку карту, лист Горњи Милановац, Завод за геолошка и геофизичка истраживања, Београд.

Лазаревић Р. (1983 а): Карта ерозије Србије 1:500000. Институт за шумарство и дрвну индустрију – одељење за ерозију и мелиорације, Београд.

Лазаревић Р. (1983 б): Карта ерозије Србије 1:500000 - тумач. Институт за шумарство и дрвну индустрију – одељење за ерозију и мелиорације, Београд.

\*\*\*

БЕТА, 5. август 2007.

[www.kosjeric.org.yu](http://www.kosjeric.org.yu)

[www.hikom.grf.bg.ac.yu](http://www.hikom.grf.bg.ac.yu)

ПРИЛОЗИ

Прилој 1. Морфометријски покажатељи слива Скрапежа и његових субслива  
Appendix 1. Morphometric parameters of the Skrapež River basin and its subbasins

| шифра             | назив реке       | слив        | страна | F<br>(km <sup>2</sup> ) | S<br>(km) | Ks   | Ls<br>(km) | Bm<br>(km) | Ok   | K <sub>σ</sub> | Dst<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Dp<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Du<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Hsr<br>(m) | Hmax<br>(m) | Hmin<br>(m) | Py<br>(km) |
|-------------------|------------------|-------------|--------|-------------------------|-----------|------|------------|------------|------|----------------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 1.33.2.4.2        | Скрапеж          | Тетиња      | Л      | 647.65                  | 142.16    | 1.58 | 42.64      | 15.19      | 0.36 | 2.81           | 0.99                         | 0.95                        | 1.94                        | 600.76     | 1347        | 302         | 0.51       |
| 1.33.2.4.2.1.     | Близанци         | Скрапеж     | Д      | 3.49                    | 8.38      | 1.27 | 3.14       | 1.11       | 0.35 | 2.83           | 0.57                         | 0.67                        | 1.24                        | 724.11     | 839         | 554         | 0.87       |
| 1.33.2.4.2.2.     | Сеча река        | Скрапеж     | Д      | 93.25                   | 61.15     | 1.79 | 10.19      | 9.15       | 0.90 | 1.11           | 0.79                         | 1.15                        | 1.94                        | 745.82     | 1019        | 449         | 0.63       |
| 1.33.2.4.2.2.1.   | Јакљача          | Сеча река   | Д      | 4.68                    | 9.83      | 1.28 | 3.19       | 1.47       | 0.46 | 2.17           | 1.07                         | 0.91                        | 1.98                        | 710.79     | 853         | 530         | 0.47       |
| 1.33.2.4.2.2.2.   | Тмуша            | Сеча река   | Д      | 20.38                   | 27.07     | 1.69 | 8.4        | 2.43       | 0.29 | 3.46           | 1.21                         | 0.95                        | 2.16                        | 836.37     | 976         | 508         | 0.41       |
| 1.33.2.4.2.2.2.1. | Таверић          | Тмуша       | Л      | 4.18                    | 9.42      | 1.30 | 3.08       | 1.36       | 0.44 | 2.27           | 1.41                         | 0.86                        | 2.27                        | 921.67     | 1013        | 671         | 0.36       |
| 1.33.2.4.2.2.2.2. | Таталија         | Тмуша       | Д      | 6.54                    | 12.24     | 1.35 | 4.74       | 1.38       | 0.29 | 3.43           | 0.92                         | 1.65                        | 2.57                        | 902.58     | 1006        | 671         | 0.54       |
| 1.33.2.4.2.2.2.3. | Јајички п.       | Тмуша       | Д      | 3.44                    | 8.56      | 1.30 | 3.32       | 1.04       | 0.31 | 3.21           | 1.22                         | 0.67                        | 1.89                        | 807.46     | 1021        | 550         | 0.41       |
| 1.33.2.4.2.2.3.   | Полошница        | Сеча река   | Л      | 29.97                   | 31.78     | 1.64 | 11.81      | 2.54       | 0.21 | 4.65           | 0.71                         | 1.19                        | 1.90                        | 717.25     | 1047        | 474         | 0.70       |
| 1.33.2.4.2.2.3.1. | Рековац          | Полошница   | Д      | 8.68                    | 14.57     | 1.40 | 6.04       | 1.44       | 0.24 | 4.20           | 0.88                         | 1.27                        | 2.14                        | 679.39     | 914         | 486         | 0.57       |
| 1.33.2.4.2.2.4.   | Реновица         | Сеча река   | Л      | 12.69                   | 24.16     | 1.91 | 9.73       | 1.30       | 0.13 | 7.46           | 0.69                         | 1.17                        | 1.86                        | 693.36     | 976         | 467         | 0.73       |
| 1.33.2.4.2.3.     | Лимац            | Скрапеж     | Д      | 7.18                    | 15.17     | 1.60 | 6.43       | 1.12       | 0.17 | 5.76           | 1.31                         | 0.42                        | 1.73                        | 743.58     | 1014        | 410         | 0.38       |
| 1.33.2.4.2.4.     | Кладоруба        | Скрапеж     | Л      | 113.70                  | 53.10     | 1.41 | 13.83      | 8.22       | 0.59 | 1.68           | 0.96                         | 1.39                        | 2.35                        | 614.31     | 668         | 405         | 0.52       |
| 1.33.2.4.2.4.1.   | Стојићка р.      | Кладоруба   | Д      | 20.93                   | 24.79     | 1.53 | 7.40       | 2.83       | 0.38 | 2.62           | 0.92                         | 1.50                        | 2.42                        | 637.41     | 930         | 459         | 0.54       |
| 1.33.2.4.2.4.2.   | Рајанска р.      | Кладоруба   | Л      | 25.16                   | 24.06     | 1.35 | 7.55       | 3.33       | 0.44 | 2.27           | 0.99                         | 1.77                        | 2.77                        | 654.65     | 1020        | 459         | 0.50       |
| 1.33.2.4.2.4.3.   | Млоница          | Кладоруба   | Л      | 42.19                   | 32.48     | 1.41 | 7.37       | 5.72       | 0.78 | 1.29           | 0.87                         | 1.60                        | 2.47                        | 642.05     | 1079        | 429         | 0.58       |
| 1.33.2.4.2.4.4.   | Дубница          | Кладоруба   | Д      | 13.63                   | 10.12     | 0.77 | 7.78       | 1.75       | 0.23 | 4.44           | 1.06                         | 0.93                        | 1.98                        | 535.15     | 695         | 416         | 0.47       |
| 1.33.2.4.2.4.4.1  | Брајковачки п.   | Дубница     | Л      | 2.48                    | 9.43      | 1.69 | 3.89       | 0.64       | 0.16 | 6.11           | 1.16                         | 1.26                        | 2.43                        | 537.99     | 688         | 430         | 0.43       |
| 1.33.2.4.2.5.     | Градинац         | Скрапеж     | Д      | 4.65                    | 13.67     | 1.79 | 2.42       | 1.92       | 0.79 | 1.26           | 1.93                         | 0.30                        | 2.23                        | 690.65     | 792         | 403         | 0.26       |
| 1.33.2.4.2.5.1.   | Сретенијевића п. | Градинац    | Л      | 3.30                    | 10.92     | 1.70 | 3.96       | 0.83       | 0.21 | 4.76           | 1.90                         | 0.27                        | 2.17                        | 715.63     | 883         | 522         | 0.26       |
| 1.33.2.4.2.6.     | Божовића п.      | Скрапеж     | Л      | 4.12                    | 11.34     | 1.58 | 4.57       | 0.90       | 0.20 | 5.07           | 1.18                         | 0.11                        | 1.29                        | 528.39     | 720         | 398         | 0.42       |
| 1.33.2.4.2.6.1    | Ликића п.        | Божовића п. | Л      | 1.44                    | 6.91      | 1.63 | 3.16       | 0.46       | 0.14 | 6.93           | 1.69                         | 0.32                        | 2.01                        | 530.10     | 701         | 459         | 0.30       |
| 1.33.2.4.2.7.     | Суви п.д.        | Скрапеж     | Д      | 1.02                    | 5.62      | 1.57 | 2.19       | 0.46       | 0.21 | 4.72           | 2.20                         | 0.00                        | 2.20                        | 680.77     | 796         | 396         | 0.23       |
| 1.33.2.4.2.8.     | Тировец          | Скрапеж     | Д      | 2.57                    | 7.66      | 1.35 | 2.28       | 1.13       | 0.49 | 2.02           | 1.85                         | 0.23                        | 2.08                        | 655.61     | 785         | 389         | 0.27       |
| 1.33.2.4.2.9.     | Црвена р.        | Скрапеж     | Л      | 9.57                    | 14.11     | 1.29 | 4.64       | 2.06       | 0.44 | 2.25           | 1.33                         | 0.54                        | 1.88                        | 515.73     | 754         | 388         | 0.38       |

| шифра               | назив реке                  | слив                        | страна | F (km <sup>2</sup> ) | S (km) | Ks   | Ls (km) | Bm (km) | Ok   | Kσ   | Dst (km/km <sup>2</sup> ) | Dp (km/km <sup>2</sup> ) | Du (km/km <sup>2</sup> ) | Hsr (m) | Hmax (m) | Hmin (m) | Py (km) |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------|----------------------|--------|------|---------|---------|------|------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|----------|----------|---------|
| 1.33.2.4.2.10.      | Пејински п.                 | Скрапеж                     | Д      | 1.75                 | 6.68   | 1.42 | 2.28    | 0.77    | 0.34 | 2.97 | 2.81                      | 0.00                     | 2.81                     | 672.51  | 777      | 380      | 0.18    |
| 1.33.2.4.2.11.      | Ријека                      | Скрапеж                     | Л      | 7.63                 | 15.81  | 1.62 | 5.70    | 1.34    | 0.23 | 4.26 | 1.03                      | 0.53                     | 1.56                     | 550.44  | 898      | 379      | 0.49    |
| 1.33.2.4.2.12.      | Градња                      | Скрапеж                     | Л      | 27.99                | 28.56  | 1.52 | 7.92    | 3.53    | 0.45 | 2.24 | 1.24                      | 0.80                     | 2.04                     | 588.17  | 886      | 374      | 0.40    |
| 1.33.2.4.2.13       | попорица                    | Скрапеж                     | Д      | 0.38                 | 2.65   | 1.20 | 1.10    | 0.35    | 0.32 | 3.14 | 6.88                      | 0.00                     | 6.88                     | 544.83  | 659      | 365      | 0.07    |
| 1.33.2.4.2.14.      | Заселска р.                 | Скрапеж                     | Д      | 13.05                | 18.25  | 1.43 | 5.60    | 2.33    | 0.42 | 2.40 | 1.51                      | 0.37                     | 1.89                     | 569.36  | 782      | 347      | 0.33    |
| 1.33.2.4.2.14.1.    | Дубоки п.                   | Заселска р.                 | Д      | 2.45                 | 7.47   | 1.35 | 2.64    | 0.93    | 0.35 | 2.84 | 1.62                      | 0.27                     | 1.90                     | 548.49  | 690      | 359      | 0.31    |
| 1.33.2.4.2.15.      | Добрињска р.                | Скрапеж                     | Л      | 62.65                | 39.18  | 1.40 | 12.27   | 5.11    | 0.42 | 2.40 | 0.87                      | 1.07                     | 1.94                     | 560.91  | 885      | 339      | 0.57    |
| 1.33.2.4.2.15.1.    | Мајерска р.                 | Добрињска р.                | Д      | 19.55                | 21.74  | 1.39 | 7.53    | 2.60    | 0.34 | 2.90 | 0.83                      | 1.12                     | 1.95                     | 541.27  | 652      | 384      | 0.60    |
| 1.33.2.4.2.15.1.1.  | Јеван                       | Мајерска р.                 | Л      | 10.71                | 16.05  | 1.38 | 5.27    | 2.03    | 0.39 | 2.59 | 0.57                      | 1.55                     | 2.11                     | 579.74  | 867      | 437      | 0.88    |
| 1.33.2.4.2.16.      | Пасковина                   | Скрапеж                     | Л      | 4.99                 | 10.64  | 1.34 | 3.71    | 1.35    | 0.36 | 2.76 | 1.19                      | 0.68                     | 1.87                     | 535.09  | 704      | 330      | 0.42    |
| 1.33.2.4.2.17.      | Лужница                     | Скрапеж                     | Д      | 145.34               | 60.09  | 1.41 | 18.83   | 7.72    | 0.41 | 2.44 | 1.31                      | 0.74                     | 2.05                     | 557.91  | 984      | 320      | 0.38    |
| 1.33.2.4.2.17.1.    | Склопље                     | Лужница                     | Л      | 3.07                 | 9.32   | 1.50 | 2.67    | 1.15    | 0.43 | 2.32 | 0.97                      | 1.59                     | 2.56                     | 773.90  | 885      | 563      | 0.52    |
| 1.33.2.4.2.17.2.    | Црнушинац                   | Лужница                     | Д      | 1.83                 | 6.42   | 1.34 | 2.45    | 0.75    | 0.31 | 3.27 | 0.95                      | 1.33                     | 2.28                     | 735.31  | 861      | 517      | 0.53    |
| 1.33.2.4.2.17.3.    | Радуловац                   | Лужница                     | Д      | 1.52                 | 5.28   | 1.21 | 2.14    | 0.71    | 0.33 | 3.01 | 1.00                      | 1.37                     | 2.37                     | 634.36  | 790      | 462      | 0.50    |
| 1.33.2.4.2.17.4.    | Рашковина                   | Лужница                     | Л      | 13.46                | 16.40  | 1.26 | 5.72    | 2.35    | 0.41 | 2.43 | 1.82                      | 0.60                     | 2.41                     | 570.83  | 796      | 399      | 0.28    |
| 1.33.2.4.2.17.5.    | Гостиничка р. (Каранска р.) | Лужница                     | Д      | 27.60                | 24.75  | 1.33 | 7.62    | 3.62    | 0.48 | 2.10 | 1.30                      | 0.64                     | 1.95                     | 638.19  | 948      | 398      | 0.38    |
| 1.33.2.4.2.17.5.1.  | Петровића п.                | Гостиничка р. (Каранска р.) | Д      | 10.48                | 13.96  | 1.22 | 4.35    | 2.41    | 0.55 | 1.80 | 0.95                      | 0.68                     | 1.63                     | 626.27  | 892      | 446      | 0.53    |
| 1.33.2.4.2.17.6.    | Буковица                    | Лужница                     | Д      | 3.84                 | 10.18  | 1.47 | 4.06    | 0.94    | 0.23 | 4.30 | 1.22                      | 0.61                     | 1.82                     | 552.01  | 693      | 384      | 0.41    |
| 1.33.2.4.2.17.7.    | Маџарев п.                  | Лужница                     | Л      | 4.22                 | 10.41  | 1.43 | 3.86    | 1.09    | 0.28 | 3.53 | 1.80                      | 0.12                     | 1.92                     | 524.24  | 713      | 369      | 0.28    |
| 1.33.2.4.2.17.8.    | Дубоко                      | Лужница                     | Д      | 21.00                | 25.76  | 1.59 | 10.28   | 2.04    | 0.20 | 5.03 | 1.13                      | 0.62                     | 1.76                     | 576.84  | 869      | 351      | 0.44    |
| 1.33.2.4.2.17.8.1.  | Турски п.                   | Дубоко                      | Д      | 1.78                 | 6.21   | 1.31 | 1.95    | 0.91    | 0.47 | 2.14 | 1.53                      | 0.29                     | 1.82                     | 589.17  | 695      | 430      | 0.33    |
| 1.33.2.4.2.17.8.2.  | Рашковац                    | Дубоко                      | Л      | 3.03                 | 9.66   | 1.56 | 4.42    | 0.69    | 0.16 | 6.44 | 1.42                      | 1.07                     | 2.49                     | 505.43  | 652      | 371      | 0.35    |
| 1.33.2.4.2.17.9.    | Перишића п.                 | Лужница                     | Л      | 3.18                 | 8.69   | 1.38 | 3.34    | 0.95    | 0.29 | 3.51 | 1.52                      | 1.42                     | 2.94                     | 481.27  | 615      | 348      | 0.33    |
| 1.33.2.4.2.17.10.   | Јошанички п.                | Лужница                     | Д      | 6.77                 | 13.37  | 1.45 | 4.69    | 1.44    | 0.31 | 3.25 | 1.13                      | 0.63                     | 1.76                     | 469.50  | 597      | 335      | 0.44    |
| 1.33.2.4.2.17.10.1. | Црквени п.                  | Јошанички п.                | Д      | 1.73                 | 6.41   | 1.37 | 2.36    | 0.74    | 0.31 | 3.21 | 1.55                      | 0.18                     | 1.73                     | 539.11  | 628      | 432      | 0.32    |
| 1.33.2.4.2.17.11.   | Велики п.                   | Лужница                     | Д      | 3.93                 | 11.64  | 1.66 | 4.80    | 0.82    | 0.17 | 5.86 | 1.03                      | 1.18                     | 2.20                     | 470.81  | 636      | 326      | 0.49    |

| шифра          | назив реке | слив    | страна | F<br>(km <sup>2</sup> ) | S<br>(km) | Ks   | Ls<br>(km) | Bm<br>(km) | Ok   | Kσ   | Dst<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Dp<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Du<br>(km/km <sup>2</sup> ) | Hsr<br>(m) | Hmax<br>(m) | Hmin<br>(m) | Pу<br>(km) |
|----------------|------------|---------|--------|-------------------------|-----------|------|------------|------------|------|------|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|-------------|-------------|------------|
| 1.33.2.4.2.18. | Ада        | Скрапеж | Д      | 15.68                   | 18.08     | 1.29 | 6.73       | 2.33       | 0.35 | 2.89 | 0.43                         | 1.41                        | 1.84                        | 381.55     | 572         | 310         | 1.16       |
| 1.33.2.4.2.19. | Суви п.л.  | Скрапеж | Л      | 11.18                   | 18.24     | 1.54 | 7.04       | 1.59       | 0.23 | 4.43 | 0.50                         | 0.96                        | 1.46                        | 499.15     | 798         | 307         | 1.00       |

**Легенда:**

- F - површина слива  
S - обим слива  
Ks - коефицијент развитака вододелнице  
Ls - дужина слива  
Bm - средња ширина слива  
Ok - коефицијент заобљености слива  
Kσ - коефицијент издужености слива  
Dst - густина сталних токова у сливу  
Dp - густина повремених токова у сливу  
Du - густина токова у сливу  
Hsr - средња надморска висина слива  
Hmax - максимална надморска висина слива  
Hmin - минимална надморска висина слива  
Pу - просечан пут падавина до сталних токова

Прилој 2. Морфохидрографски покажатељи река у сливу Скрапежа  
Appendix 2. Morphohydrographic parameters of the rivers in the Skrapež River basin

| шифра             | назив реке       | слив        | ред<br>притоке | страна | г. кл.<br>(km) | L<br>(km) | Lmin<br>(km) | Ki   | Lst<br>(km) | Lp<br>(km) | Lu<br>(km) | кота<br>извора<br>(m) | кота<br>ушћа<br>(m) | I<br>(m) | It<br>(‰) |
|-------------------|------------------|-------------|----------------|--------|----------------|-----------|--------------|------|-------------|------------|------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------|
| 1.33.2.4.2        | Скрапеж          | Ђетиња      | 0              | Л      | 1.55           | 55.31     | 42.43        | 1.30 | 639.48      | 617.92     | 1257.40    | 1130                  | 302                 | 828      | 14.97     |
| 1.33.2.4.2.1.     | Близанци         | Скрапеж     | 1              | Д      | 41.02          | 2.00      | 1.89         | 1.06 | 2.00        | 2.33       | 4.33       | 642                   | 554                 | 88       | 43.98     |
| 1.33.2.4.2.2.     | Сеча река        | Скрапеж     | 1              | Д      | 33.70          | 11.75     | 8.80         | 1.34 | 73.81       | 107.07     | 180.88     | 658                   | 449                 | 209      | 17.78     |
| 1.33.2.4.2.2.1.   | Јакњача          | Сеча река   | 2              | Д      | 7.77           | 3.39      | 3.04         | 1.11 | 4.99        | 4.28       | 9.27       | 800                   | 530                 | 270      | 79.67     |
| 1.33.2.4.2.2.2.   | Тмуша            | Сеча река   | 2              | Д      | 7.00           | 5.67      | 4.66         | 1.22 | 24.67       | 19.32      | 43.99      | 671                   | 508                 | 163      | 28.76     |
| 1.33.2.4.2.2.1.   | Таверић          | Тмуша       | 3              | Л      | 5.66           | 5.05      | 3.06         | 1.65 | 5.89        | 3.60       | 9.49       | 985                   | 671                 | 314      | 62.18     |
| 1.33.2.4.2.2.2.   | Тапалија         | Тмуша       | 3              | Д      | 5.66           | 5.86      | 4.40         | 1.33 | 6.01        | 10.79      | 16.80      | 935                   | 671                 | 264      | 45.03     |
| 1.33.2.4.2.2.2.3. | Јајички п.       | Тмуша       | 3              | Д      | 1.43           | 4.21      | 3.29         | 1.28 | 4.21        | 2.31       | 6.52       | 993                   | 550                 | 443      | 105.34    |
| 1.33.2.4.2.2.3.   | Полошница        | Сеча река   | 2              | Л      | 3.90           | 11.54     | 10.00        | 1.15 | 21.41       | 35.58      | 56.99      | 788                   | 474                 | 314      | 27.22     |
| 1.33.2.4.2.2.3.1. | Рековац          | Полошница   | 3              | Д      | 1.35           | 6.00      | 5.46         | 1.10 | 7.63        | 10.99      | 18.62      | 678                   | 486                 | 192      | 32.01     |
| 1.33.2.4.2.2.4.   | Реновица         | Сеча река   | 2              | Л      | 3.38           | 8.09      | 7.25         | 1.12 | 8.75        | 14.85      | 23.60      | 665                   | 467                 | 198      | 24.46     |
| 1.33.2.4.2.3.     | Лимац            | Скрапеж     | 1              | Д      | 29.73          | 7.25      | 6.3          | 1.15 | 9.43        | 3.01       | 12.44      | 998                   | 410                 | 588      | 81.14     |
| 1.33.2.4.2.4.     | Кладоруба        | Скрапеж     | 1              | Л      | 29.33          | 7.70      | 6.09         | 1.26 | 108.72      | 158.59     | 267.31     | 459                   | 405                 | 54       | 7.01      |
| 1.33.2.4.2.4.1.   | Стојићка р.      | Кладоруба   | 2              | Д      | 7.70           | 8.93      | 7.07         | 1.26 | 19.35       | 31.36      | 50.71      | 740                   | 459                 | 281      | 31.45     |
| 1.33.2.4.2.4.2.   | Ражанска р.      | Кладоруба   | 2              | Л      | 7.70           | 8.37      | 7.26         | 1.15 | 25.03       | 44.61      | 69.64      | 720                   | 459                 | 261      | 31.19     |
| 1.33.2.4.2.4.3.   | Мионца           | Кладоруба   | 2              | Л      | 4.11           | 11.11     | 6.84         | 1.62 | 36.64       | 67.66      | 104.30     | 690                   | 429                 | 261      | 23.49     |
| 1.33.2.4.2.4.4.   | Дубница          | Кладоруба   | 2              | Д      | 1.98           | 7.71      | 6.67         | 1.16 | 14.43       | 12.61      | 27.04      | 596                   | 416                 | 180      | 23.36     |
| 1.33.2.4.2.4.4.1  | Брајковачки п.   | Дубница     | 3              | Л      | 2.04           | 2.85      | 2.66         | 1.07 | 2.88        | 3.13       | 6.01       | 532                   | 430                 | 102      | 35.85     |
| 1.33.2.4.2.5.     | Градинац         | Скрапеж     | 1              | Д      | 28.53          | 2.70      | 1.96         | 1.38 | 8.97        | 1.39       | 10.36      | 755                   | 403                 | 352      | 130.34    |
| 1.33.2.4.2.5.1.   | Сретенијевића п. | Градинац    | 2              | Л      | 1.40           | 4.13      | 4.70         | 0.88 | 6.27        | 0.88       | 7.15       | 841                   | 522                 | 319      | 77.29     |
| 1.33.2.4.2.6.     | Божовића п.      | Скрапеж     | 1              | Л      | 27.54          | 4.63      | 4.06         | 1.14 | 4.87        | 0.46       | 5.33       | 570                   | 398                 | 172      | 37.19     |
| 1.33.2.4.2.6.1    | Лижића п.        | Божовића п. | 2              | Л      | 1.70           | 2.38      | 2.24         | 1.06 | 2.44        | 0.46       | 2.90       | 578                   | 459                 | 119      | 50.06     |
| 1.33.2.4.2.7.     | Суви п. д.       | Скрапеж     | 1              | Д      | 26.94          | 2.24      | 2.15         | 1.04 | 2.24        | 0.00       | 2.24       | 765                   | 396                 | 369      | 164.92    |

| шифра              | назив реке                     | слив                           | ред<br>притоке | страна | г. км.<br>(km) | L<br>(km) | Lmin<br>(km) | Ki   | Lst<br>(km) | Ip<br>(km) | Lu<br>(km) | кота<br>извора<br>(m) | кота<br>ушћа<br>(m) | I<br>(m) | It<br>(%) |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|--------|----------------|-----------|--------------|------|-------------|------------|------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------|
| 1.33.2.4.2.8.      | Гировац                        | Скрапеж                        | 1              | Д      | 25.31          | 2.25      | 1.85         | 1.22 | 4.75        | 0.59       | 5.34       | 530                   | 389                 | 141      | 62.56     |
| 1.33.2.4.2.9.      | Црвена р.                      | Скрапеж                        | 1              | Л      | 24.93          | 4.80      | 3.55         | 1.35 | 12.76       | 5.21       | 17.97      | 625                   | 388                 | 237      | 49.42     |
| 1.33.2.4.2.10.     | Пејински п.                    | Скрапеж                        | 1              | Д      | 23.71          | 2.37      | 2.10         | 1.13 | 4.91        | 0.00       | 4.91       | 732                   | 380                 | 352      | 148.75    |
| 1.33.2.4.2.11.     | Ријека                         | Скрапеж                        | 1              | Л      | 22.16          | 6.62      | 5.45         | 1.21 | 7.83        | 4.04       | 11.87      | 678                   | 379                 | 299      | 45.16     |
| 1.33.2.4.2.12.     | Градња                         | Скрапеж                        | 1              | Л      | 12.81          | 12.81     | 7.79         | 1.64 | 34.59       | 22.48      | 57.07      | 630                   | 374                 | 256      | 19.98     |
| 1.33.2.4.2.13      | понорица                       | Скрапеж                        | 1              | Д      |                | 0.75      | 0.73         | 1.03 | 2.65        | 0.00       | 2.65       | 570                   | 365                 | 205      | 273.84    |
| 1.33.2.4.2.14.     | Заселска р.                    | Скрапеж                        | 1              | Д      | 16.26          | 6.31      | 5.64         | 1.12 | 19.73       | 4.89       | 24.62      | 655                   | 347                 | 308      | 48.79     |
| 1.33.2.4.2.14.1.   | Дубоки п.                      | Заселска р.                    | 2              | Д      | 0.63           | 2.97      | 2.35         | 1.26 | 3.98        | 0.67       | 4.65       | 573                   | 359                 | 214      | 72.16     |
| 1.33.2.4.2.15.     | Добрињска р.                   | Скрапеж                        | 1              | Л      | 13.78          | 18.97     | 11.83        | 1.60 | 54.64       | 67.11      | 121.75     | 790                   | 339                 | 451      | 23.77     |
| 1.33.2.4.2.15.1.   | Мађерска р.                    | Добрињска р.                   | 2              | Д      | 4.58           | 5.74      | 4.55         | 1.26 | 16.24       | 21.93      | 38.17      | 526                   | 384                 | 142      | 24.73     |
| 1.33.2.4.2.15.1.1. | Јелав                          | Мађерска р.                    | 3              | Л      | 3.05           | 4.40      | 3.81         | 1.15 | 6.10        | 16.55      | 22.65      | 569                   | 437                 | 132      | 30.00     |
| 1.33.2.4.2.16.     | Пасковина                      | Скрапеж                        | 1              | Л      | 13.12          | 3.50      | 3.01         | 1.16 | 5.94        | 3.40       | 9.34       | 509                   | 330                 | 179      | 51.20     |
| 1.33.2.4.2.17.     | Лужница                        | Скрапеж                        | 1              | Д      | 7.58           | 22.43     | 18.52        | 1.21 | 190.72      | 107.26     | 297.98     | 760                   | 320                 | 440      | 19.61     |
| 1.33.2.4.2.17.1.   | Склопље                        | Лужница                        | 2              | Л      | 20.95          | 2.18      | 2.01         | 1.09 | 2.98        | 4.90       | 7.88       | 758                   | 563                 | 195      | 89.27     |
| 1.33.2.4.2.17.2.   | Црнушинац                      | Лужница                        | 2              | Д      | 19.86          | 1.74      | 1.61         | 1.08 | 1.74        | 2.44       | 4.18       | 700                   | 517                 | 183      | 105.11    |
| 1.33.2.4.2.17.3.   | Радуловац                      | Лужница                        | 2              | Д      | 17.58          | 1.52      | 1.33         | 1.14 | 1.52        | 2.08       | 3.60       | 595                   | 462                 | 133      | 87.53     |
| 1.33.2.4.2.17.4.   | Рашковица                      | Лужница                        | 2              | Л      | 12.48          | 4.87      | 4.62         | 1.05 | 24.44       | 8.03       | 32.47      | 538                   | 399                 | 139      | 28.56     |
| 1.33.2.4.2.17.5.   | Гостиничка р.<br>(Каранска р.) | Лужница                        | 2              | Д      | 12.40          | 9.13      | 7.04         | 1.30 | 36.00       | 17.76      | 53.76      | 735                   | 398                 | 337      | 36.91     |
| 1.33.2.4.2.17.5.1. | Петровића п.                   | Гостиничка р.<br>(Каранска р.) | 3              | Д      | 2.79           | 3.58      | 3.44         | 1.04 | 9.91        | 7.15       | 17.06      | 594                   | 446                 | 148      | 41.36     |
| 1.33.2.4.2.17.6.   | Буковица                       | Лужница                        | 2              | Д      | 9.98           | 3.95      | 3.79         | 1.04 | 4.66        | 2.33       | 6.99       | 627                   | 384                 | 243      | 61.57     |
| 1.33.2.4.2.17.7.   | Маџарев п.                     | Лужница                        | 2              | Л      | 8.21           | 3.97      | 3.39         | 1.17 | 7.60        | 0.51       | 8.11       | 670                   | 369                 | 301      | 75.84     |
| 1.33.2.4.2.17.8.   | Дубоко                         | Лужница                        | 2              | Д      | 5.75           | 9.21      | 8.74         | 1.05 | 23.80       | 13.07      | 36.87      | 652                   | 351                 | 301      | 32.68     |
| 1.33.2.4.2.17.8.1. | Турски п.                      | Дубоко                         | 3              | Д      | 3.85           | 2.53      | 1.93         | 1.31 | 2.73        | 0.51       | 3.24       | 650                   | 430                 | 220      | 87.09     |
| 1.33.2.4.2.17.8.2. | Рашковац                       | Дубоко                         | 3              | Л      | 0.91           | 3.27      | 3.13         | 1.05 | 4.31        | 3.25       | 7.56       | 517                   | 371                 | 146      | 44.62     |

| шифра               | назив реке   | слив         | ред<br>притоке | страна | г. кп.<br>(km) | L<br>(km) | Lmin<br>(km) | Ki   | Lst<br>(km) | Lp<br>(km) | Lu<br>(km) | кота<br>извора<br>(m) | кота<br>ушћа<br>(m) | I<br>(m) | It<br>(%) |
|---------------------|--------------|--------------|----------------|--------|----------------|-----------|--------------|------|-------------|------------|------------|-----------------------|---------------------|----------|-----------|
| 1.33.2.4.2.17.9.    | Перишића п.  | Лужница      | 2              | Л      | 5.05           | 3.17      | 2.70         | 1.18 | 4.82        | 4.52       | 9.34       | 500                   | 348                 | 152      | 47.90     |
| 1.33.2.4.2.17.10.   | Јошанички п. | Лужница      | 2              | Д      | 2.33           | 4.77      | 4.38         | 1.09 | 7.66        | 4.26       | 11.92      | 540                   | 335                 | 205      | 42.95     |
| 1.33.2.4.2.17.10.1. | Црквени п.   | Јошанички п. | 3              | Д      | 3.77           | 2.17      | 1.94         | 1.12 | 2.68        | 0.31       | 2.99       | 575                   | 432                 | 143      | 65.89     |
| 1.33.2.4.2.17.11.   | Велики п.    | Лужница      | 2              | Д      | 1.22           | 3.95      | 3.63         | 1.09 | 4.03        | 4.62       | 8.65       | 468                   | 326                 | 142      | 35.92     |
| 1.33.2.4.2.18.      | Ада          | Скрапеж      | 1              | Д      | 2.95           | 6.77      | 5.38         | 1.26 | 6.77        | 22.13      | 28.90      | 408                   | 310                 | 98       | 14.48     |
| 1.33.2.4.2.19.      | Суви п. л.   | Скрапеж      | 1              | Л      | 1.60           | 5.59      | 5.19         | 1.08 | 5.59        | 10.75      | 16.34      | 458                   | 307                 | 151      | 27.03     |

Легенда:

L - дужина реке

Lmin - најкраће растојање од извора до ушћа

Ki - коефицијент извијаности тока

Lst - укупна дужина сталних токова у сливу

Lp - укупна дужина повремених токова у сливу

Lu - укупна дужина токова у сливу

I - укупан пад речног тока

It - просечан пад речног тока

Spisak tabela/ *List of tables*

|  |    |
|--|----|
| Таб. 1. Геолошки састав слива Скрапежа/<br><i>Tab. 1. Geological structure of the Skrapež River basin</i>  | 18 |
| Таб. 2. Густина речне мреже D (km /km <sup>2</sup> )/<br><i>Tab. 2. River net density(km /km<sup>2</sup>)</i>  | 18 |
| Таб. 3. Висинске зоне у сливу Скрапежа/<br><i>Tab 3. Hypsometric zones in the Skrapež River basin</i>  | 27 |
| Таб. 4. Морфометријски показатељи слива Скрапежа/<br><i>Tab. 4. Morphometric parameters of the Skrapež River basin</i>   | 30 |
| Таб. 5. Средње месечне температуре ваздуха (°C) у периоду 1961-2000/<br><i>Tab. 5. Average monthly air temperatures (°C) in the period 1961-2000</i>   | 32 |
| Таб. 6. Упоредни приказ годишњих количина падавина за периоде<br>1961-1990, 1990-2000 и 1961-2000/ <i>Tab. 6. Comparison of annual amounts<br/>of precipitation for the periods 1961-1990, 1990-2000 and 1961-2000</i> | 34 |
| Таб. 7. Средње месечне и годишње количине падавина (mm) у<br>периоду 1961-2000/ <i>Tab. 7. Average monthly and annual amount of<br/>precipitation (mm) in the period 1961-2000</i>                                     | 36 |
| Таб. 8. Вертикални градијенти падавина (mm) у периоду 1961-2000/<br><i>Tab. 8. Vertical precipitation gradients (mm) in the period 1961-2000</i>   | 37 |
| Таб. 9. Разлике између мерених и моделских количина падавина/<br><i>Tab. 9. Differences between measured and modelled amounts of precipitation</i>   | 41 |
| Таб. 10. Грешке у радовима других аутора (Sboarina, 2001)/<br><i>Tab. 10. Error values of different reference works (Sboarina, 2001)</i>   | 43 |
| Таб. 11. Правци коришћења укупног земљишта (ha) (према<br>Општине у Србији, 2004)/ <i>Tab. 11. Land usage (ha) (base: Opštine u<br/>Srbiji (Municipalities in Serbia), 2004)</i>                                       | 48 |
| Таб. 12. Извори у сливу реке Скрапеж (према КВО)/<br><i>Tab. 12. Springs in the Skrapež River basin (base: Maps of water bodies)</i>   | 56 |
| Таб. 13. Морфохидрографски показатељи реке Скрапеж/<br><i>Tab. 13. Morphohydrographic parameters of the Skrapež River</i>  | 61 |
| Таб. 14. Општи подаци о водомерним станицама/<br><i>Tab. 14. General data about hydro-measurement stations</i>   | 63 |

|   |    |
|---|----|
| Таб. 15. Средње месечне и годишње вредности водостаја реке Скрапеж/ <i>Tab. 15. Average monthly and annual values of the Skrapež River water level</i>  | 65 |
| Таб. 16. Средње месечне и годишње вредности протицаја ( $Q$ , $m^3/s$ ), специфичног отицаја ( $q$ , $l/s/km^2$ ) и висине отицаја ( $Y_o$ , $mm$ ) реке Скрапеж у периоду 1961-2000/ <i>Tab. 16. Average monthly and annual values of discharge (<math>Q</math>, <math>m^3/s</math>), specific runoff (<math>q</math>, <math>l/s/km^2</math>) and runoff (<math>Y_o</math>, <math>mm</math>) of the Skrapež River in the period 1961-2000</i>      | 68 |
| Таб. 17. Средње месечне и годишње вредности протицаја ( $Q$ , $m^3/s$ ), специфичног отицаја ( $q$ , $l/s/km^2$ ) и висине отицаја ( $Y_o$ , $mm$ ) реке Скрапеж у периоду 1961-1980/ <i>Tab. 17. Average monthly and annual values of discharge (<math>Q</math>, <math>m^3/s</math>), specific runoff (<math>q</math>, <math>l/s/km^2</math>) and runoff (<math>Y_o</math>, <math>mm</math>) of the Skrapež River in the period 1961-1980</i>      | 69 |
| Таб. 18. Средње месечне и годишње вредности протицаја ( $Q$ , $m^3/s$ ), специфичног отицаја ( $q$ , $l/s/km^2$ ) и висине отицаја ( $Y_o$ , $mm$ ) Скрапежа и Градње у периоду 1981-2000/ <i>Tab. 18. Average monthly and annual values of discharge (<math>Q</math>, <math>m^3/s</math>), specific runoff (<math>q</math>, <math>l/s/km^2</math>) and runoff (<math>Y_o</math>, <math>mm</math>) of the Skrapež River in the period 1981-2000</i> | 69 |
| Таб. 19. Хидролошки подаци за реке у сливу Скрапежа на којима нема осматрања у периоду 1961-2000/ <i>Tab. 19. Hydrological data for rivers without official measurements in the Skrapež River basin in the period 1961-2000</i>   | 73 |
| Таб. 20. Средњи месечни протицаји за реке у сливу Скрапежа на којима нема осматрања у периоду 1961-2000/ <i>Tab. 20. Average monthly discharges for rivers without official measurements in the Skrapež River basin in the period 1961-2000</i>   | 74 |
| Таб. 21. Рангирање година по водности Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000/ <i>Tab. 21. Years ranking in regards to water amount of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000</i>  | 76 |
| Таб. 22. Коефицијент варијације протицаја реке Скрапеж у периоду 1981-2000/ <i>Tab. 22. Discharge variation coefficient of the Skrapež River in the period 1981-2000</i>  | 78 |
| Таб. 23. Амплитуде протицаја Скрапежа ( $m^3/s$ )/ <i>Tab. 23. The Skrapež River discharge amplitudes (<math>m^3/s</math>)</i>  | 79 |

|   |     |
|---|-----|
| Таб. 24. Однос максималних и минималних годишњих протицаја реке Скрапеж/ <i>Tab. 24. Relation of maximal and minimal annual discharges of the Skrapež River</i>                                     | 80  |
| Таб. 25. Разлике минималних протицаја Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић/ <i>Tab. 25. Differences of minimal discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić</i>            | 82  |
| Таб. 26. Разлике минималних просјечних протицаја Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић/ <i>Tab. 26. Differences of average discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić</i> | 82  |
| Таб. 27. Разлике максималних протицаја Скрапежа на станицама Пожега и Косјерић/ <i>Tab. 27. Differences of maximal discharges of the Skrapež River on stations in Požega and Kosjerić</i>           | 83  |
| Таб. 28. Таблица за прорачунавање вероватноће великих вода/ <i>Tab. 28. Table for calculation of probability for maximal waterflow</i>  | 85  |
| Таб. 29. Таблица за прорачунавање вероватноће малих вода/ <i>Tab. 29. Table for calculation of probability for minimal waterflow</i>  | 87  |
| Таб. 30. Водни биланс Скрапежа до профила Пожега за период 1961-2000/ <i>Tab. 30. Water balance of the Skrapež River upstream from the Požega cross section in the period 1961-2000</i>             | 89  |
| Таб. 31. Квалитет воде Скрапежа код Пожеге у периоду 1989-1993/ <i>Tab. 31. Water quality of the Skrapež River upstream from the Požega measurement station in the period 1989-1993</i>             | 91  |
| Таб. 32. Водопривредни проблеми/ <i>Tab. 32. Water management problems</i>  | 94  |
| Таб. 33. Бујични токови у сливу Скрапежа/ <i>Tab. 33. Torrential riverflows in the Skrapež River basin</i>  | 96  |
| Таб. 34. Оријентационо сагледавање снабдевања водом насеља и индустрије/ <i>Tab. 34. Approximate review of settlements and industry water supply</i>  | 100 |
| Таб. 35. Прогнозе потреба за водом за 2010. и 2021. г. (мил. м <sup>3</sup> )/ <i>Tab. 35. Prognoses of needs for water for the years 2010 and 2021 (bil. m<sup>3</sup>)</i>                        | 101 |
| Таб. 36. Количина воде Скрапежа (мил. м <sup>3</sup> )/ <i>Tab. 36. Water amount of the Skrapež River (bil. m<sup>3</sup>)</i>  | 101 |

## Spisak slika/ List of figures

|  |    |
|--|----|
| Сл. 1. Положај слива реке Скрапеж у Србији/<br>Fig. 1. Geographic position of the Skrapež River basin in Serbia  | 13 |
| Сл. 2. Геолошка карта слива Скрапежа/<br>Fig. 2. Geological map of the Skrapež River basin   | 16 |
| Сл. 3. Експлоатација бигра код Таорског врела (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 3. Tufa exploitation near the spring Taorsko vrelo (photo: J. Kovačević)   | 17 |
| Сл. 4. Косјерићка котлина и насеље Косјерић (фото: М. Миливојевић)/<br>Fig. 4. Kosjerić valley and the settlement Kosjerić (photo: M. Milivojević)   | 21 |
| Сл. 5. Кречњачки одсек код Таорског врела и наслаге бигра (фото:<br>М. Миливојевић)/ Fig. 5. Limestone escarpment near the spring Taor-<br>sko vrelo and tufa sediments (photo: M. Milivojević)                                | 26 |
| Сл. 6. Ерозија на Радановачким ридовима (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 6. Erosion on the locality Radanovački ridovi (photo: J. Kovačević)  | 26 |
| Сл. 7. Хипсографска крива слива Скрапежа/<br>Fig. 7. Hypsographic curve of the Skrapež River basin   | 28 |
| Сл. 8. Висинске зоне слива Скрапежа/<br>Fig. 8. Hypsometric zones of the Skrapež River basin   | 29 |
| Сл. 9. Пример информационог система за морфолошке одлике слива/<br>Fig. 9. Example of the information system for basin morphologic char-<br>acteristics  | 31 |
| Сл. 10. Упоредни приказ годишњег распореда падавина на<br>профилу Таор-Косјерић-Пожега/ Fig. 10. Comparative review of an-<br>nual distribution of precipitation on the profile Taor-Kosjerić-Požega                           | 37 |
| Сл. 11. Линеарна регресиона зависност падавина од надморске<br>висине за простор шири од слива Скрапежа/<br>Fig. 11. Linear regression of precipitation depending on elevation for<br>area larger than the Skrapež River basin | 40 |
| Сл. 12. Линеарна регресиона зависност падавина од надморске<br>висине у сливу Скрапежа/ Fig. 12. Linear regression of precipitation<br>depending on elevation for the Skrapež River basin                                      | 40 |
| Сл. 13. Карта падавина у периоду 1961-2000/<br>Fig. 13. Precipitation map for the period 1961-2000   | 42 |

|   |    |
|---|----|
| Сл. 14. Профил Пожега – Косјерић – Таор<br>утицај пораста надморске висине на пораст количине падавина/<br>Fig. 14. Profile Požega – Kosjerić – Taor<br>impact of elevation on of precipitation increase    | 43 |
| Сл. 15. Педолошка карта слива Скрапежа/<br>Fig. 15. Pedologic map of the Skrapež River basin  | 46 |
| Сл. 16. Хидрографска карта слива Скрапежа (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 16. Hydrographic map of the Skrapež River basin (photo: J. Kovačević)   | 57 |
| Сл. 17. Изворишна челенка реке Скрапеж (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 17. Spring area of the Skrapež River (photo: J. Kovačević)   | 59 |
| Сл. 18. Скрапеж у Пожешкој котлини (фото: М. Миливојевић)/<br>Fig. 18. The Skrapež River in the Požega valley (photo: M. Milivojević)   | 59 |
| Сл. 19. Река Кладоруба (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 19. The Kladoruba River (photo: J. Kovačević)  | 59 |
| Сл. 20. Добрињска река код ушћа (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 20. The Dobrinjska River near its mouth (photo: J. Kovačević)   | 59 |
| Сл. 21. Пример информационог система за морфохидрографске<br>показатеље реке Градње/ Fig. 21. Example of information system for<br>morpho-hydrographic characteristics of the Gradnja River                 | 62 |
| Сл. 22. Уздужни профил Скрапежа/<br>Fig. 22. Longitudinal profile of the Skrapež River  | 62 |
| Сл. 23. Водомерна станица на реци Скрапеж у Косјерићу (фото: М.<br>Миливојевић)/ Fig. 23. Hydro-measurement station on the Skrapež<br>River in Kosjerić (photo: M. Milivojević)                             | 63 |
| Сл. 24. Пример информационог система за водомерну станицу<br>Каленић на реци Градњи/ Fig. 24. Example of information system for<br>hydro-measurement station Kalenić on the Gradnja River                   | 64 |
| Сл. 25. Средњи годишњи водостаји Скрапежа у Косјерићу и<br>Пожеги у периоду 1961-2000/<br>Fig. 25. Average annual values of the Skrapež River water level in<br>Kosjerić and Požega in the period 1961-2000 | 65 |
| Сл. 26. Упоредни приказ средњих месечних водостаја Скрапежа у<br>Косјерићу и Пожеги/ Fig. 26. Comparative review of average monthly<br>Skrapež River water level in Kosjerić and Požega                     | 65 |

- Сл. 27. Попречни профил речног корита у Косјерићу (према подацима РХМЗ-а)/ Fig. 27. Cross section of riverbed in Kosjerić (base: Republic Hydrometeorological service of Serbia) 66
- Сл. 28. Поречни профил речног корита у Пожеги (према подацима РХМЗ-а)/ Fig. 28. Cross section of riverbed in Požega (base: Republic Hydrometeorological service of Serbia) 66
- Сл. 29. Годишњи протицаји Скрапежа у Косјерићу у периоду 1961-2000/ Fig. 29. Annual Skrapež River discharges in Kosjerić in the period 1961-2000 67
- Сл. 30. Упоредни приказ средњих месечних протицаја Скрапежа у Косјерићу/ Fig. 30. Comparative review of average monthly Skrapež River discharges in Kosjerić 67
- Слика 31. Средњи месечни протицаји Скрапежа и Градње у периоду 1981-2000/ Fig. 31. Average monthly discharges of the Skrapež and Gradnja River in the period 1981-2000 71
- Сл. 32. Средњи месечни протицаји Скрапежа и падавине у Пожеги у периоду 1961-2000/ Fig. 32. Average monthly discharges of the Skrapež River and precipitation in the Skrapež River basin to Požega in the period 1981-2000 71
- Сл. 33. Средње годишње вредности протицаја Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000/ Fig. 33. Average annual discharge of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000 75
- Сл. 34. Средњи месечни протицаји Скрапежа код Пожеге једне веома водне и једне веома сушне године/ Fig. 34. Comparison of average monthly discharges of the Skrapež River in Požega during a very watery and a very dry year 75
- Сл. 35. Крива вероватноће појаве средњих годишњих протицаја са поделом година по водности реке Скрапеж (Пожега)/ Fig. 35. Probability curve for average annual discharges (years ranking in regards to water amount of the Skrapež River in Požega) 77
- Сл. 36. Коефицијенти варијације протицаја Скрапежа у периоду 1981-2000/ Fig. 36. Variation coefficients of the Skrapež River discharges in the period 1981-2000 78
- Сл. 37. Велике, средње и мале воде Скрапежа у Пожеги у периоду 1953-2000/ Fig. 37. High, mean and low discharges of the Skrapež River in Požega in the period 1953-2000 79

|  |     |
|--|-----|
| Сл. 38. Упоредни приказ односа максималних и минималних протицаја Скрапежа у периоду 1961-2000/<br>Fig. 38. Comparison of relation between maximal and minimal discharges of the Skrapež River in the period 1961-2000 | 80  |
| Сл. 39. Пластеници у Пожешкој котлини (фото: М. Миливојевић)/<br>Fig. 39. Greenhouses in the Požega valley (photo: M. Milivojević)   | 83  |
| Сл. 40. Крива вероватноће појаве великих вода реке Скрапеж (Пожега)/<br>Fig. 40. Probability curve of maximal discharges for the Skrapež River in Požega   | 86  |
| Слика 41. Крива вероватноће појаве малих вода реке Скрапеж (Пожега)/ Fig. 41. Probability curve of minimal discharges for the Skrapež River in Požega  | 88  |
| Сл. 42. Однос падавина и висине отицаја до профила Пожега у периоду 1961-2000/ Fig. 42. Precipitation – runoff relationship upstream from the Požega cross section in the period 1961-2000                             | 89  |
| Сл. 43. Загађења реце Лужнице (фото: М. Миливојевић)/<br>Fig. 43. Water pollution of the Lužnica river (photo: M. Milivojević)   | 92  |
| Сл. 44. Карта ерозије слива Скрапежа (према Р. Лазаревићу, 1983)/<br>Fig. 44. Map of erosion in the Skrapež River basin (base: R. Lazarević, 1983)   | 95  |
| Сл. 45. Поплаве у долини Кладорубе (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 45. Floods in the Kladoruba River valley (photo: J. Kovačević)  | 98  |
| Сл. 46. Чесма на Таорском врелу (фото: М. Миливојевић)/<br>Fig. 46. Pipe at the spring Taorsko vrelo (photo: M. Milivojević)   | 98  |
| Сл. 47. Уређен ток Скрапежа у Косјерићу (фото: Ј. Ковачевић)/<br>Fig. 47. Channalled riverbed of the Skrapež River in Kosjerić (photo: J. Kovačević)   | 103 |
| Сл. 48. Клисура Литице (потенциална локација за изградњу акумулације) (фото: Ј. Ковачевић)/ Fig. 48. The Litice gorge (potential location for accumulation) (photo: J. Kovačević)                                      | 103 |
| Сл. 49. 3D модел слива Скрапежа са потенцијалним акумулацијама/<br>Fig. 49. 3D model of the Skrapež River basin with potential accumulations   | 105 |

## SUMMARY

Analyses of the water amount of the Skrapež River basin obviously show that water amount flowing through riverbed is decreasing. The main reason is decreased amount of precipitation in the last ten years of the research period (1991-2000). Relativity of water amount is also obvious: the total amount of water in Skrapež River basin is large in comparison with, for example, rivers in Šumadija region (central Serbia). However, such water amount does not provide enough water amounts during the year (especially in summer), although floods are not rare. Regarding the variation coefficient (0.30 in Kosjerić and 0.35 in Požega), Skrapež belongs to the rivers of mild discharge oscillation. However, maximal monthly differences are higher: 0.78, in Kosjerić and 1.04 in Požega. Absolute amplitude in Požega is 312.85 m<sup>3</sup>/s and the relation between the absolute maximum and minimum discharge is 1 : 2086.7. Apart from the Skrapež River, water regime of its bigger tributaries has been studied more in detail. With the maximal discharge in March and April, and minimal at the end of summer and beginning of autumn, Skrapež and its tributaries belong to the rivers of pluvio-nival regime of medium continental variant. All these facts, as well as higher part of surface runoff (61%) in relation to underground runoff (39%), contribute to outstanding torrential character of the Skrapež River. Differences between years in regard to water amount of the Skrapež River could be considerable. While there are very watery and very dry years, there are also catastrophically dry and catastrophically watery years. Skrapež is a river with certain "irregularities", meaning that sometimes there are greater maximal waters upstream than downstream, as a consequence of anthropogenic influence, high water flooding and geological structure. Except the mentioned bigger surface runoff, another unfavorable water balance characteristic is also small runoff coefficient in the Skrapež River basin (only 28%).

All these data and the increasing needs for water point to the need for the appropriate solutions to the mentioned water management problems. With antierosional works and construction of "Seča Reka" and "Bjeloperice" accumulations, part of these problems would certainly be solved. However, it is necessary to foresee positive and negative aspects of "Seča Reka" accumulation, especially with regard to decreasing population in majority of settlements in Kosjerić municipality. Majority of rural settlements in the Skrapež River basin are supplied with water from the local springs and local water supply systems. In order to decrease erosion and sediment deposition, special attention should be given to biological protection measures (forestation, forests amelioration,

grass overgrowing, pasture amelioration). Just after these measures, building of accumulations and other technical measures and protection forms of erosion and torrential flows could be done.

Unfortunately, similarly as 28 years ago, when V. Ranitović (1981) and I. Misailović (1981) treated hydrological and water management problems in the Skrapež River basin, we can conclude that this basin still lacks the conditions for its substantial economical usage. The Skrapež River and majority of its tributaries still have torrential character, water level amplitudes are high, riverbeds are unregulated, sediment production is considerable, and all of that lead to unfavorable water balance. In order to speak about rational usage of the Skrapež River, it is necessary to fulfill certain conditions, which at first means riverbed and basin regulation.

Considering the fact that in previous studies the Skrapež River basin and river regime have been researched in segments, the aim of this work was to make a complete and applicable hydrological study. Usage of vector and raster geographical information system and suitable software has been of considerable importance. Vector GIS with *Microstation* and *Geomedia* software was used for digitizing of all river basin elements of interest (geological, geomorphological, pedological, hydrological), and for getting their morphometrical and morpho-hydrographical indices as well. These softwares were also used for maps creation. Raster GIS with software *Idrisi* was used for generating digital elevation model with a grid resolution of 100 m. Afterwards, with previously confirmed high correlation between elevation and precipitation, we got precipitation data for each pixel (100x100 m), which was used for getting spatial distribution of precipitation, map of precipitation, and for estimation of average precipitation for the whole river basin and any area of interest inside the river basin. Precipitation modeling on monthly and seasonal level could be subject to future research. Results of such researches should demonstrate the advantages of applied model on mentioned levels and differences between modeled and measured values.

High resolution of spatial data like precipitation has many potential applications in natural resources management, because such database could be used in researches which treat natural potentials. Average annual precipitation values for certain areas could be used for discharge calculation in sub basins where no hydrological measurements are carried out. Using precipitation data for the Skrapež River sub basins and the method of regional analyses of runoff depending on precipitation, data of water amounts of the Skrapež River tributaries were estimated, which should make water management problem solving much easier.

In solving these problems, except accessible data (Republic Hydrometeorological service of Serbia, The Military Geographical Institute, Geological and geophysical research institute, Faculty of Forestry, Institute for the development of water resources "Jaroslav Černi"), creation of the information system (IS) of the Skrapež River, which has already started, will be of great help. Presented hydrological study, and methods applied during the river basin and river flows research, could be used as a model for similar researches. Using modern technologies, we can get more precise data more quickly. Data base enlarging and creation of more complex geographic information system could be set as the next goal, which would make future hydrological researches considerably easier.

In this research, it was necessary to use more precise data in comparison to those we can get in publications of public services (Republic Hydrometeorological service of Serbia). Determination of precise positions of precipitation measurement stations, as well as a number of discharge measurements have been carried out during the fieldwork. Fieldwork measurements and computer modelling open the possibilities for collecting data and application of new research methods in cases when there are no data or they are not precise enough.





*Јелена Ковачевић-Мајкић (1975, Београд) завршила је основне и последипломске студије на Географском факултету у Београду. Од 2003. године запослена је на Географском институту „Јован Цвијић“ Српске академије наука и уметности. Објавила је преко двадесет научних радова, учествовала на бројним домаћим и међународним научним конференцијама, ангажована је на пројектима Географског института и израдама стратегија развоја. Област научног истраживања и интересовања везана је за хидрологију, географију природних ресурса, географске информационе системе.*

[www.gi.sanu.ac.rs](http://www.gi.sanu.ac.rs)



ISBN 978-86-80029-43-6



9 788680 029436