

СВРСТАВАЊЕ РЕКА У РЕДОВЕ И ЊЕНА ЗАВИСНОСТ ОД РАЗМЕРА КАРТЕ НА ПРИМЕРУ ЛЕПЕНИЦЕ

СТЕФАНА БАБОВИЋ^{1*}

¹ *Универзитет у Београду- Шумарски факултет, Кнеза Вишеслава 1, 11 000 Београд*

Сажетак: Коришћењем програма GeoMedia исцртана је речна мрежа Лепенице у размерама 1:25 000, 1: 50 000 и 1:300 000. Приказано је варирање података у зависности од тога који размер карте се користи, јер на картама ситнијег размера долази до веће генерализације и обрнуто. Коришћене су методе Хортона, Штралера и Шревеа за сврставање река у редове. Приказана је и густина речне мреже, као и физичко-географске карактеристике због узајамне повезаности. Од физичко-географских фактора велики значај за изглед речне мреже има геолошки састав слива Лепенице који је разноврстан. На основу сврставања река у редове може се израчунати број водотока у одређеном речном сливу, по Шревеовој методи. Коришћењем ове методе, такође су изведени закључци о густини речне мреже. Сврставање река у редове се користи као основа за компарацију водотока који припадају истом реду. Ове методе се не примењују само у хидрологији, већ и у многим другим наукама.

Кључне речи: Лепеница, редови река, методе

Увод

Речни систем чини главна река са свим својим притокама. Водотоци једног речног система могу се класификовати у редове. Научници са Охајо Универзитета сматрају да се водотоци сврставају у редове јер то помаже разумевању, дискусији и истраживању сличности и разлика међу њима (Ward A. et al., 2008). Постоје различите примене сврставања река у редове. Тако су научници са Универзитета у Пенсилванији довели у везу ред реке и разноврсност рибљег света (Barila T., Williams D., Stauffer J., 1981). Користе се различите методе за сврставање река у редове, али ни једна од њих није универзално прихваћена, нити је без мана. Хортон (1945), Штралер (1952) и Шреве (1967) су осмислили различите методе класификације, па главна река припада различитом реду у зависности од методологије која је коришћена, али и у зависности од размере (генерализације) карте. Хортонов метод је захтевао увек поновно пребројавање већ израчунатих редова река, а тај проблем је савладао Штралер малом модификацијом Хортонове идеје. Сада постоје Хортон-Штралерова правила и она се примењују у различитим наукама, не само у геоморфологији, већ и у теорији компјутерских наука, компјутерском генерисању фотографија и у структурној и молекуларној биологији (Costa F. et al., 2002). При анализи дренаже речног слива прва ствар која се анализира јесу редови река. (Rao N. et al., 2010)

E-mail: stefana_babovic@yahoo.co.uk

Овај рад је реализован у оквиру пројекта „Истраживање климатских промена на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање“ (43007), подпројекат бр. 16: „Социо-економски развој, ублажавање и адаптација на климатске промене“, који финансира Министарство за просвету и науку Републике Србије у оквиру програма Интегрисаних и интердисциплинарних истраживања за период од 2011. до 2014. године.

Методологија рада

Приликом израде овог рада коришћен је рачунарски програм GeoMedia, а обрађене су карте размере 1:25 000, 1:50 000 и 1:300 000. Како је Салишчев навео, коришћење картографског метода може нас довести и до сазнања која на први поглед нису видљива. „Картографски метод сазнања стварности укључује првенствено картографисање (изградњу просторних сликовно-знаковних модела стварности која се истражује) фиксирајући сазнања добијена у процесу истраживања, и друго, изучавање модела (карата) у циљу добијања нових сазнања о стварности, која се не уочавају на извору информација. Другим речима, интерпретација карата је у стању да да информацију изнад оних којима се картограф користио приликом стварања карте.“ (Салишчев К.А., 1976). Употребна вредност топографских карата зависи од размере картирања (Борисов, 2011). Карте служе за разумевање просторних закономерности (Jones, 1999).

Карте добијене у GeoMedia програму, добра су основа за примену компаративног метода. Извршено је поређење редова река по два основама – методи сврставања река у редове и размери карте. Научно-истраживачки циљеви примене картографског метода су: изучавање на картама закономерности размештаја појава, изучавање на картама узајамне повезаности и зависности појава, изучавање на картама динамике појава, коришћење карата у циљу прогноза. (Иконовић В., Живковић Д., 2008)

Физичко-географске карактеристике слива Лепенице

Површина слива Лепенице је 638,9 km² (Милановић, 2007). Геолошки састав слива је разноврстан. Заступљене су седиментне, метаморфне и магматске стене. Разноврсност није само у стратиграфском погледу, већ и по времену постанка. Из периода прекамбрије су кристаласти шкриљци, из палеозоика мермер, кречњаци и у мањој мери филити. Из периода мезозоика карактеристичне су следеће стене: кречњачки лапорац, рожнац, глинци и глиненни шкриљци, пешчари, дијабаз (Степановић Ж., 1974). Највеће пространство у сливу Лепенице заузимају кенозојски седименти (Милановић А., 2001).

У овом сливу се истичу три долине (Лепеничка, Трмбаска и Угљешничка са Лимовцем), па је област подељена на низијски, планински и два брдска дела.

Клима слива Лепенице је умерено-континентална. Средња годишња температура ваздуха је 11,1°C. Најхладнији месец је јануар, а најтоплији јул. На плувиометријски режим Крагујевца преовлађујући утицај имају циклонске активности различитог порекла, које се манифестују у продорима влажних и хладних ваздушних маса (Ђукановић Д., 1966). Падавина има током целе године а највише се излучи у мају и јуну, док је најмање у фебруару и октобру. Просечна годишња количина падавина је 632,5 mm. Лето је влажнији период године, због продора западних и северозападних ваздушних маса.

Табела 1. - Средње месечне температуре ваздуха у Крагујевцу 1965 - 1995. године изражене у °С.

Мес.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год.
Тер.	0,3	2,4	6,5	11,1	16,1	19,0	20,9	20,3	16,7	11,4	6,0	2,0	11,1

Извор реке Лепенице је Студенац у Горњем Голочелу. Некада се уливала у Велику Мораву код Раче. Међутим, за време велике поплаве 1897. Лепеница је

скренула ток код Рогота према истоку, при чему је усекла ново корито и променила ушће, које се налази недалеко од Лапова код Миљковог манастира (Радивојевић Т., 1911). Његов део од пређашњег ушћа Раче у Лепеницу до Лепенице у Мораву употребила је Рача која њиме тече у Мораву (Милосављевић М., 2001). Лепеница је сада дуга 48 km, а некада је била 60 km, а површина слива је 634,3 km². Река прима 28 притока, а значајније су Драчка и Петровачка река, од левих притока, и Грошничка река и Ждраљица, од десних притока.

Резултати истраживања

Сврставање река у редове

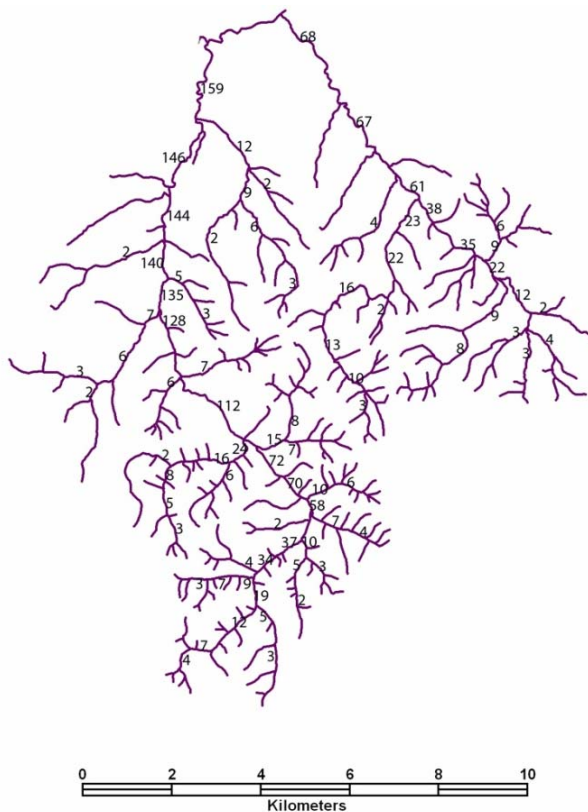
Почетком XX века, 1914. године Гравелијус је предложио класификацију водотока. Тада су се водотоци сврставали у редове на основу броја рачвања. По овом систему главна река је припадала првом реду, а мањи водотоци су припадали вишим редовима. Тако су најмањи водотоци, који се даље не гранају припали највишем реду, док су водотоци, слични по карактеристикама у различитим речним сливонима, припадали различитим редовима (Хортон Р., 1945). Може се рећи да је Хортон пионир у сврставању река у редове. Од њега се потпуно мења Гравелијусов метод сврставања река у редове, јер првом реду припадају водотоци који немају притока. Хортонов рад су модификовали Strahler (1950), Shum (1956), Corlli (1957), Melton (1959), Scheidegger (1965), Morissava (1968), Schrewe (1967), Wallenberg (1966), Levin (1970) и бројни други аутори. Све постојеће методе сврставања река у редове (Хортонова, Штралерова, Милтон-Олиерова, Шајдегерова) се не носе у потпуности с проблемом, неке дају више тополошких информација од других, али ни једна се не може узети као универзална (Rannalli G., Scheidegger A.E., 1968).

Карте по методи Хортона, Штралера и Шревеа, у размерама 1:25 000, 1:50 000 и 1: 300 000 су дате у прилогу због уштеде простора, а биће приказане увећане карте горњег дела слива, тј. сливови Ждраљице и Грошничке реке.



Слика 1 – Увећани сливови Ждраљице и Грошничке реке, по Шревеовј методи, са карте размера 1:25 000

На основу Шревеове методе можемо видети колико речних токова има у сливу неке реке. Тако у сливу Лепенице (пармер 1:25 000) има 534 токова, а у сливу Грошнице 216 токова, што је око 40 % токова читавог слива главне реке. Ово је у сагласности са чињеницом да Грошница има најгушћу речну мрежу у сливу Лепенице. Исти случај је и са Ждраљицом која је река 92. реда. Грошница и Ждраљица заједно имају 308 токова, што је 57% свих токова слива Лепенице.



Слика 2 - Увећани сливови Ждраљице и Грошничке реке, по Шревеовој методи, са карте размера 1:50 000

На увећаном делу слива Лепенице такође се, као и на карти размера 1:25 000, уочава да Грошница и Ждраљица имају густе речне мреже, са великим бројем притока. На овој карти, размера 1:50 000 Грошница је река 159. реда, а Ждраљица река 68. реда, док је Лепеница река 399. реда, па и на основу ове карте видимо да је процентуални удео речних мрежа Грошнице и Ждраљице у односу на речну мрежу Лепенице 57%.

По Шревеовој методи ред главне реке једнак је укупном броју водотока у сливу, па се тако применом ове методе на карти размере 1:300 000 најбоље види зависност реда реке од генерализације. Наиме, на карти размере 1:50 000 Ждраљица је река 68. реда, а на карти размере 1:300 000 Лепеница је река 21. реда.

Упоредна анализа Хортоновог, Штралеровог и Шревеовог метода

На основу приложених тематских карата у размерама 1:25 000, 1:50 000 и 1:300 000 израђених у GeoMedia-и, можемо видети да на то којем ће реду припасти река на утиче само метод који изаберемо, већ и размера карте, јер на картама различитих размера биће заступљен различит број река, као и различит број њихових притока. На картама крупнијих размера, као што су ТК25 и ТК50 приказана је 21 већа притока Лепенице, а на картама ситнијег размера, као што је ТК300, има их само седам, као и далеко мањи број притока.

На картама ТК25, по Хортоновом методу Лепеница је река 7. реда, док је по Штралеру река 5. реда, а по Шревеу 534. реда. Такође, може се видети да се на карти ТК50 ред Лепенице не мења по прве две методологије, али је зато у уочљива разлика по Шревеовој методологији, где река припада 399. реду. Уочљива је разлика на карти размера 1:300 000, у односу на карте крупнијег размера. На њој је Лепеница, по Хортоновој методологији, река 7. реда, као и на друге две карте, али је разлика приметна по Штралеровој методологији где је река 4. реда, а нарочито по Шревеовој методологији где је 21. реда.

Табела 2. – Зависност података од размера карте.

	број река	бр. притока гл. реке	Метод	ред главне реке
1:25 000	534	21	Хортон	7
			Штралер	5
			Шреве	534
1:50 000	399	21	Хортон	7
			Штралер	5
			Шреве	399
1:300 000	21	7	Хортон	7
			Штралер	4
			Шреве	21

Шревеова класификација је најпогоднија због тога што можемо видети и број речних токова, а тако закључити и о густини и развијености речне мреже. Ова метода је најједноставнија, јер се само сабира број притока и тако се добија ред ком припада главна река. Проблем који се овде може јавити уочава се на сливу Грошнице и Ждраљице, а то је пренатрпаност бројева када је велика густина речне мреже. Овај недостатак се отклања Хортоновом и Штралеровом методом, али и оне имају своје недостатке. Хортонова метода има предност да је сврставање река у редове прегледно, али су ове две методе у односу на Шревеову донекле компликованије.

Закључак

Овакав распоред токова је тренутно стање условљено геолошком еволуцијом терена, као и рељефом, климатским условима, али и ерозивно–акумулационим радом самих речних токова. На картама крупнијих размера извршена је већа генерализација речне мреже. На ситноразмерним картама је знатно мања густина речне мреже у односу на крупноразмерне карте. Из овога произилази да ће исти водотоци на картама ситних размера припадати нижем реду. Тако је Лепеница код ушћа Ждраљице 6. ред на карти размера 1:25 000, а 4. ред на карти размера 1:300 000 по методи Хортона. Још веће су разлике по методи Шревеа, где је Лепеница 352. ред низводно од ушћа Ждраљице на карти размера 1:25 000, док је 12. ред на карти размера 1:300 000. Хортон се може сматрати зачетником сврставања река у редове. По његовој

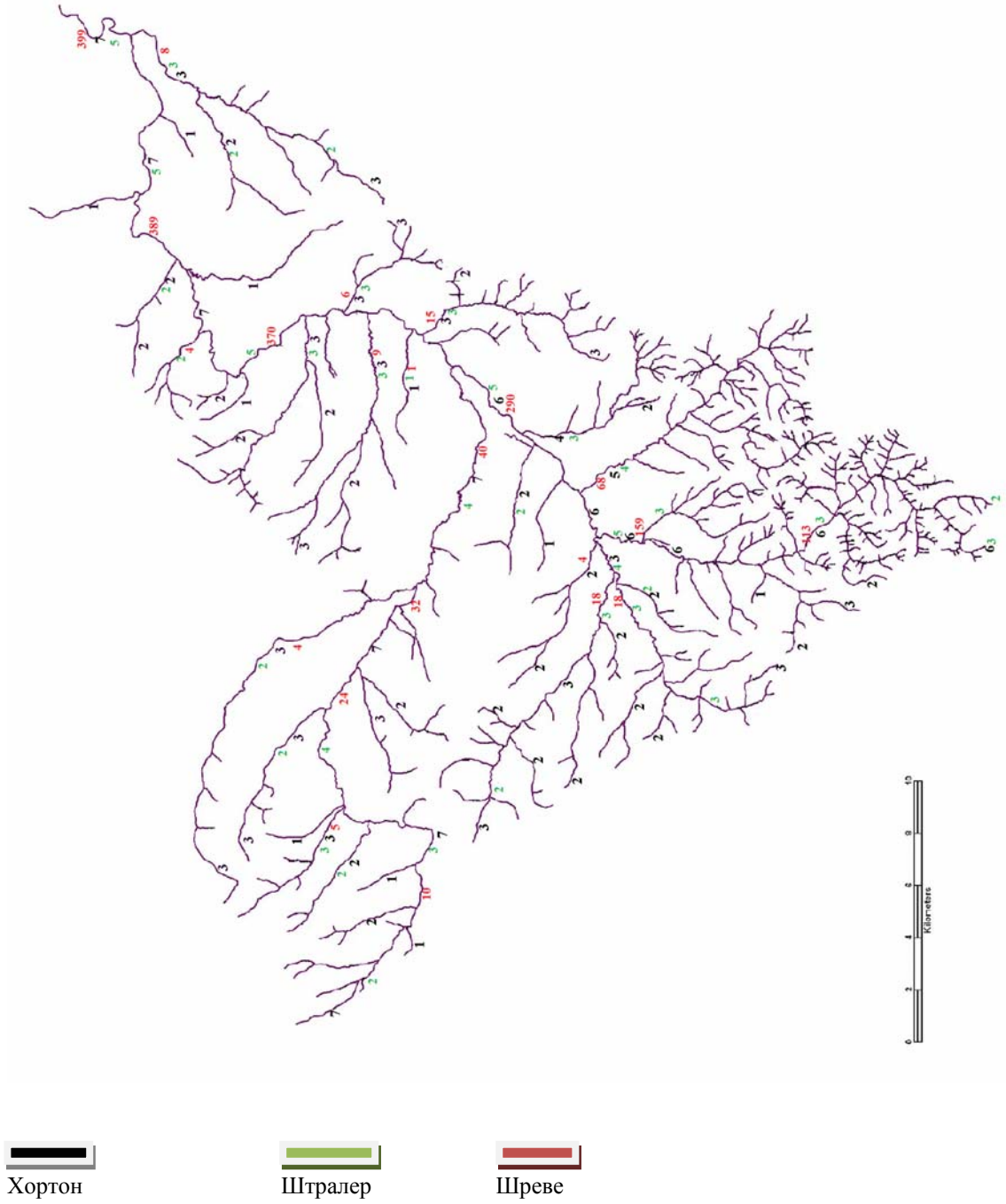
методологији мора се наћи почетак реке. За почетак се узима извор који је најудаљенији од ушћа и река припада једном реду. По методама које су осмишљене након Хортонове ред реке се рачуна од ушћа до ушћа.

Класификација водотока омогућује научницима из различитих области да боље управљају рекама као природним ресурсима. На основу реда ком река припада хидролози могу имати представу о њеној величини и снази, биогеографи о живом свету који је настањује, савремени ГИС програми пружају вишеструке погодности. Без обзира ко и за шта користи сврставање река у редове, оно је битно за схватање разлика међу водоточима различитих димензија, као и управљање њима.

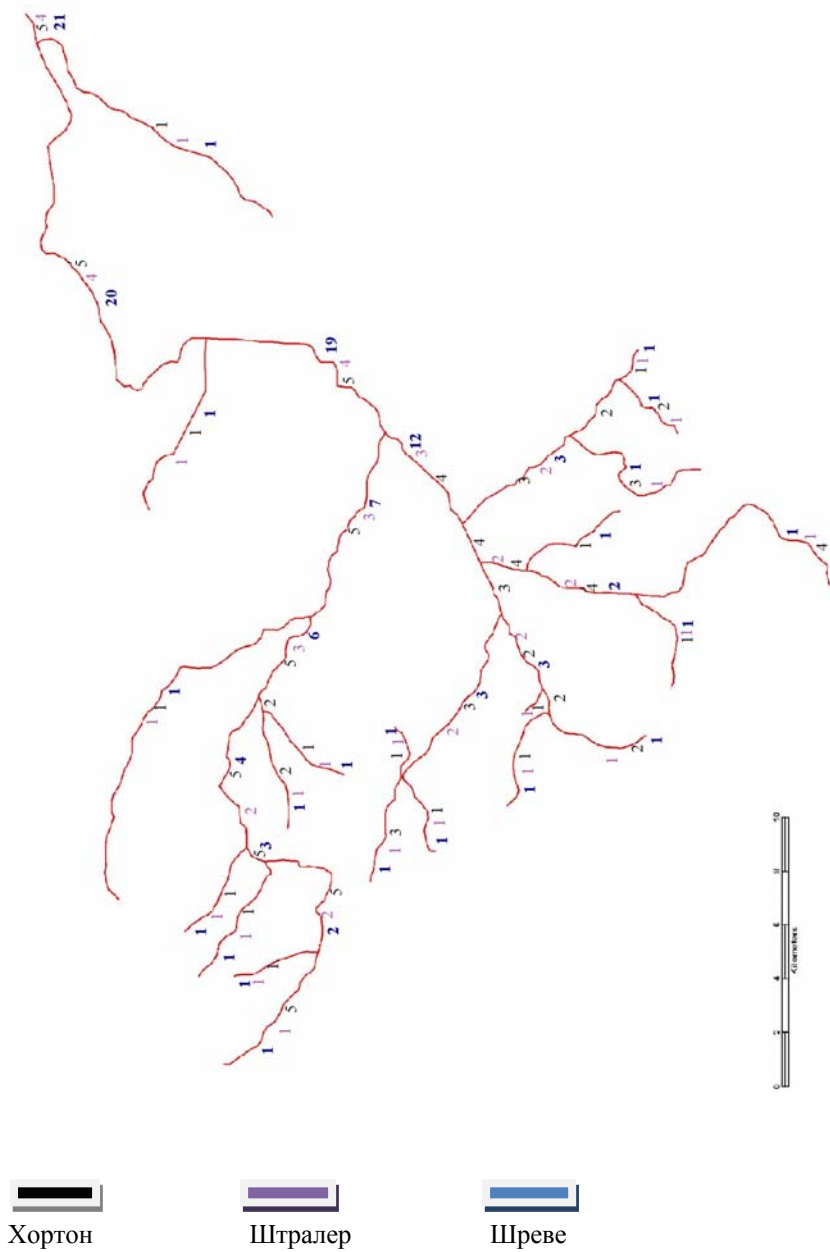
Литература

- Barila, T., D. Williams, and J. Stauffer. (1981). The Influence of Stream Order and Selected Stream Bed Parameters on Fish Diversity in Raystown Branch, Susquehanna River Drainage, Pennsylvania. *British Ecological Society Journal of Applied Ecology*, 18(1), 125–131.
- Борисов М., (2011): Изражајне одлике топографских карата. *Гласник српског географског друштва*, 91(3), 139-152
- Bowden, K., and J. Wallis. (1964). Effect of Stream-ordering Tehnique on Horton’s Laws of Drainage Composition. *Geological Society of America Bulletin*, 75(8), 767–774
- Costa F. et al. (2002). A Hierarchical Cluster System Based on Horton-Strahler Rules for River Networks. *Massachusetts Institute of Tehnology: Blackwell Publishing*. Studies in Applied Mathematics 109(3), 163-204
- Ђукановић, Д. (1966). *Клима среза Крагујевац*, Докторска дисертација, Београд.
- Филиповић, И., Радивојевић, А. и Димитријевић, Љ. (2011). Законитости картографског генералисања густине речне мреже и величина степена генерализације на картама разних размера. *Гласник српског географског друштва*, 91(2), 113-121
- Horton, R. (1945). Erosional Development of Streams and their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. *Geological Society of America Bulletin*, 56(3), 267-274
- Иконовић, В., Живковић, Д. (2008). Методолошко-картографски алгоритам. *Гласник српског географског друштва*, 88(3), 11-24
- Jones, C. (1999). *Geographical Information Systems and Computer Cartography*. Longman, Harlow, England
- Милановић, А. (2007). Хидрографска студија реке Лепенице. *Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ*
- Милановић, А., Ковачевић Мајкић, Ј. (2007). Оцена стања квалитета површинских вода и загађења у сливу реке Лепенице. *Гласник српског географског друштва*, 87(1), 173-184
- Милосављевић, М. (2001). *Животопис воде долином Лепенице*. Крагујевац: Аутор
- Радивојевић, Т. (1911). *Лепеница, насеља српских земаља*. Београд: СКА. књ VII
- Rao K., N. et al. (2010). Morphometric Analysis of Gostani River Basin in Andhra Pradesh State, India Using Spatial Information Technology. *Interanational Journal of Geomatics and Geosciences* 1(2)
- Rawat, M.S. (2011). Environmental Geomorphology and Watershed Management: A Study from Central Himalaya. *Concept Publishing Company*
- Ranalli, G., and A.E. Scheidegger. (1968). Topological Significance of Stream Labeling Methods. University of Illinois, Urbana, *Bulletin of the International Association of Scientific Hydrology* XIII
- Салищев, К.А. (1976). *Картоведение*. Москва: ИздательствоМосковскогоУниверзитета
- Степановић, Ж. (1974). *Хидролошке карактеристике Крагујевачке котлине са посебним освртом на снабдевање Крагујевца водом*. Крагујевац: Фонд за финансирање високошколских установа, научне и научно-истраживачке делатности скупштине општине Крагујевац.
- Ward, A., D’Ambrosio J., and Mecklenburg D. (2008). Stream Classification. The Ohio State University. *Fact sheet Agriculture and Natural Resources* (n.d.): 1–8.

Сврставање река у редове, 1:50 000



Сврставање река у редове, 1:300 000



TYPES OF RIVERS AND THEIR DEPENDENCE OF THE CARTOGRAPHIC PROJECTIONS, EXAMPLE OF RIVER LEPENICA

STEFANA BABOVIĆ[†]

[†]*University of Belgrade - Faculty of Forestry, 1 Kneza Viseslava Street, 11 000 Belgrade*

Summary: The river system of Lepenica was drawn by using the GeoMedia programme in projections of 1:25 000, 1:50 000 and 1:300 000. Different type of information was shown using each of these projections, because smaller projections show more general information, and vice versa. Using the Horton, Strahler and Schrewe Methods we were able to divide rivers into types according to their sizes. We are also able to show the density of river network as well as their physio-geographical characteristics due to their dependence on each other. Big influence on the current appearance of the river network is due to one of the physio-geographic factors called geology. Geological composition of the Lepenica flow is very convoluted. This convolution is mainly based on their origin but it's also stratigraphical. Based on the division of rivers into their types we are able to calculate the number of watercourses, based on the Schrewe Method. Using this method we can also make conclusions with regards to density of river network. Placing the rivers into different classes is mainly used as the basis of watercourse comparisons. These methods are not only used in hydrology, but also in many other scientific areas.

Key words: Lepenica, River systems, Methods

Introduction

River systems are composed of the main river and its tributaries. Watercourses of a certain system can be classified. Scientists at the Ohio University believe that the watercourses are classified so that they can help understanding, discussions and similarities amongst them (Ward et al., 2008). There are different river classifications. For example, the University of Pennsylvania scientists have been able to find the connection between a certain class of rivers and the types of fish that live in them (Barilla et al., 1981). We also use different methods to classify rivers, but neither of them is universally accepted, or without a flaw. Horton (1945), Strahler (1952) and Schrewe (1967) have all invented different classifications methods so that the main river belongs to a different order or class based on the methodology that was used and also based on the map projections (or generalisation). Horton Method has a flaw in the sense of having to re-count the already classified river flows, but that was fixed by Strahler's minor modification of Horton's idea. Now there are Horton-Strahler Rules and they are used in different areas of the science, not just geomorphology, but also computer sciences, computerised generation of photos and the structural and molecular biology (Costa et al, 2002). When analysing the drainage basin of the river first thing to be analysed are the orders of the rivers (Rao et al., 2010).

Research Methodology

While preparing this paper, the author have used the GeoMedia programme and maps in the projections of 1:25 000, 1:50 000 and 1:300 000. As per Salischew, using the maps and cartography can sometimes give us findings that are not so obvious. "Cartographic method primarily involves knowledge of reality mapping (visual-spatial construction of character models actually being researched) by using the knowledge obtained in the research

[†] E-mail: stefana_babovic@yahoo.co.uk

This paper is part of the project "The Research on Climate Change Influences on Environment: Influence Monitoring, Adaptation and Mitigation" (43007), subproject No. 16: "Socio-economic development, mitigation and adaptation to climate change", financed by Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia as a framework of integrated and interdisciplinary research for the period from 2011. to 2014.

process and also the interpretation of models (maps) is a way to obtain new information about reality, which is not perceived by the source. In other words, the interpretation and studying of the maps is able to provide the information above that which the cartographer had used when creating a map” (Salischew, 1976). Utility value of topographic maps depends on scale (Borisov, 2011). Maps are used to understand the spatial regularities (Jones, 1999).

Maps created by GeoMedia programme are a good basis for using the comparative methods. The classification of rivers is done using two basic methods - the method of classifying rivers in orders (or classes) and by using the map projections. Scientific research objectives through the mapping methods are: a study of the regularities in the distribution of occurrence maps, charts study of the connections and relations between phenomena, the study of dynamic phenomena on maps, and using charts to forecast (Ikonović et al., 2008).

Physio-Geographic Characteristics of the Lepenica Basin

The catchment area of the Lepenica basin is 638,9 km² (Milanović, 2007). Geological composition of the basin is very convoluted. It consists of the sedimentary, metamorphic and igneous rocks. This convolution is mainly based on their origin but it's also stratigraphical. Period prior to Palaeozoic has the remains of crystalline schists, from the Palaeozoic marble, limestone and phyllites to a lesser extent. From the period of the Mesozoic rocks have the characteristics of the following: calcareous marl, cherts, shales and clay shales, sandstone and diabase (Stepanović, 1974). Largest area in the basin of Lepenica is occupied by the Cainozoic sediments (Milanović, 2007).

In this basin stand three valleys (Lepenička, Trmbaska and Uglješnička with Limovac), and the area is divided into lowland, mountain and hilly two parts.

The climate of Lepenica basin is moderate-continental. The average annual temperature is 11,1°C. The coldest month is January, and the warmest is July. On Kragujevac's pluviometric regime prevailing influence have cyclone activity that are different origins, which is manifested in the penetrating wet and cold air masses (Đukanović, 1966). Participation is distributed through the year, but a maximum occurs in a May and June, and the lowest in February and October. The average annual rainfall is 632,5 mm. Summer is a wetter period, due to the penetration of western and northwestern air masses.

Table 1. Average monthly air temperature in Kragujevac between 1965 and 1995 in Celsius

Source of Lepenica River is Studenac in Gornje Goločelo. Some time ago it flowed into the Velika Morava in Rača. However, during the big floods in 1897. Lepenica went off course near Rogot to the east, with the newly carved bed and changed the mouth, which is not far from the monastery Miljkovo in Lapovo (Radivojevic, 1911). Its part of the mouth of Rača to Lepenica into Morava was used by river Rača which flows within it into the Morava river (Milosavljevic, 2001). Lepenica is now 48 km long, and in the past it was 60 km long, and the catchment area is 634.3 km². The river receives 28 tributaries, and were significantly Drack Petrovačka and rivers, tributaries of the left, and the biggest are Drack and Petrovačka Rivers of the left tributaries, and Grosnička River and Ždraljica River from the right tributaries.

Research Results

Division of Rivers into Orders

At the start of the 20th century, in 1914, Gravellius suggested a classification of the river watercourses. At that time the watercourses were divided into orders based on the

number of branching's they had. According to this system, the main river belonged to the first row, and smaller streams belonging to the higher ranks or orders. Thus, the smallest streams, which didn't branch out any further belonged to the highest order and also these streams, which are similar in characteristics in different river basins, belonged to different orders (Horton, 1945). Based on this, you could say that Horton was the pioneer of division of rivers into orders. From here on in everything completely changes the Gravellius' methodology of forming the orders of rivers, because the highest orders belonged to the watercourses that didn't have any tributaries, i.e. the ones that had no streams. Horton's work was modified by Strahler (1950), Shum (1956), Corlli (1957), Melton (1959), Scheidegger (1965), Morissava (1968), Schrewe (1967), Wallenberg (1966), Levin (1970) as well as many other authors (Rawat, 2011).

All existing methods for classifying rivers in orders (Horton's, Schtraller's, Milton's Olivier's, Scheidegger's) are not addressing the problem completely, some give some more topological information than others, but none of them can be taken as a universal method (Rannalli et al., 1968).

Maps based on Horton's, Schtraller's and Shrew's methods in projections of 1:25 000, 1:50 000 и 1: 300 000 are attached in appendices, and they will show an enlarged map of the upper basin, ie. Ždraljica Basin and Grosnicka River.

Picture 1. Enlarged Zdraljica basins and Grosnicka River, according to Schrewer's methodology, map projection 1:25 000

Based on Schrewer's methodology we can see how a river flows into a river basin, so in the basin of Lepenica (projection 1:25 000) has 534 streams and in the reservoirs of Grošnica River there are flows 216, which is about 40% of the entire flow of the main river basin. This is consistent with the fact that Grošnica has the densest network in the river basin of Lepenica. The same goes in the case where the river Ždraljica is a river of the 92nd order. Grošnica and Ždraljica together have 308 flows, which is 57% of all flows of Lepenica basin.

Picture 2 - Enlarged Zdraljica basins and Grosnicka River, according to Schrewer's methodology, map projection 1:50 000

Based on the enlarged part of the basin of Lepenica, as well as a map projection of 1:25 000, we can see that Grošnica and Ždraljica have the same dense river network, with numerous tributaries. On this map, projection 1:50 000, Grošnica is a river of the 159th order while Lepenica is a river of the 399th order; so on the basis of this map we can see that the percentage of the river and reservoirs of Ždraljica compared to the drainage network Lepenica is 57%.

According to the Schrewer's, order of the main river equals the total number of streams in the basin, so the application of this method to map. Projection 1:300 000 best shows the dependency among the rivers from generalisation. Actually, the map which is projection 1:50 000 makes Ždraljica the river of the 68th order, and the map projection 1:300 000 shows Lepenica as the 21st order river.

Comparative Analysis of the Horton, Schtraler and Schrewe's Methodologies

Based on the provided maps projected at 1:25 000, 1:50 000 and 1:300 000 and created in GeoMedia, we can see that the order that the river will belong to depends on the method that we choose, but also the map projection, because the different projections will show a different number of rivers and also a different number of their tributaries. On the larger projection maps, such as the TK25 and TK50 show 21 of the major tributaries of

Lepenica, and on the smaller-projection maps, such as TK300, there are only seven, and a far smaller number of tributaries. On maps such as TK25, according to Horton's method Lepenica is the seventh order river, while according to Schtraler it's the fifth order river, and by Schrewe's the 534th order. Also, it can be seen that maps like TK50 Lepenica doesn't change based on the first two methodologies, but the apparent difference is as per Schrewe's methodology, where the river belongs to the 399th order. There is an apparent difference on maps projection 1:300 000, compared to the coarse-projection maps. On this one Lepenica by Horton's methodology is a river of the 7th order, as well as on the other two maps, but the difference is noticeable by Schtraler's methodology where the river is of the fourth order and in particular on Schrewe's methodology where it's the 21st order river.

Table 2. Dependence of data from the map

Schrewe's classification is the most appropriate because we can see the number of rivers, and therefore make a conclusion on the density and the development of river basin networks. This method is the simplest, because it simply adds the number of tributaries and that's how we get the order that belongs to the main river. A problem that may arise here is observed in the basin reservoirs of Grošnica and Ždraljica, and that is the overcrowding data when we have a high density of the river network and basin. This deficiency is resolved by Horton's and Schtraler's methodologies, but they also have their drawbacks. Horton's method has the advantage that the classification of rivers in lines and orders clear, but these two methods in relation to Schrewe's which is somewhat more complicated.

Conclusion

This layout of waterflows is caused by the current state of the geological evolution of the fields, as well as topography, climate, and erosion-accumulation movements of rivers themselves. On large-projection maps generalization of river networks is a lot more obvious. On small-projection maps the density of river network is smaller in relation to large-projection maps. From this it follows that the same streams on small-projection maps belong to the lower order, as it is at the mouth of Lepenica at Ždraljica which is the 6th order on the map projection 1:25 000, and 4 red on the map projection 1:300 000 by Horton's methodology. Horton can be considered a pioneer in the classification of river courses. According to his methodology you must find the beginning or the source of the river. To start with, we take a source that is furthest from the mouth of the river that belongs to one line. By methods that are designed after Horton order of river starts from one mouth to another.

Stream classification allows scientist from different fields to better manage rivers like natural resources. According to the order which river belongs hydrologists can have an idea of it's size and strength, and biogeographers of the living world that inhabit it, modern GIS programs provide multiple benefits. No matter who and what for used classification of rivers in orders, it is important to understand the difference between streams of different sizes, as well as for managing them.

Reference

See references on page 118

Appendix 1

River classifications to Orders, 1:25 000

River classifications to Orders, 1:50 000

River classifications to Orders, 1:300 000