

Марко Урошев, Ана Милановић, Драгана Милијашевић\*

## ОДРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА РЕЧНИХ СТАНИШТА У НЕРАЗВИЈЕНИМ ПОДРУЧЈИМА СРБИЈЕ ПРИМЕНОМ RHS (RIVER HABITAT SURVEY) МЕТОДА

**Апстракт:** Циљ овог рада је да се успоставе “референтне RHS деонице”, које представљају основу за будућу класификацију квалитета речних станишта у осталим подручјима Србије. Применом RHS метода оцењена су и класификована речна станишта у сливу Голијске Моравице и Јерме, и успостављене су референтне вредности (које би послужиле за наредна испитивања речних станишта у Србији). У сливу Голијске Моравице и Јерме доминирају полуприродна и претежно неизмењена станишта са високим диверзитетом. Ако упоредимо НQA индексе Моравице и Јерме са НQA индексима у неким европским земљама (Аустрија, Немачка) за исти речни тип (мале, плитке планинске реке) можемо закључити да деонице у сливу Моравице и Јерме имају већи диверзитет станишта. У оквиру самих сливова могу се уочити разлике у вредностима НQA индекса. Речне деонице у сливу Моравице и Јерме имају мање вредности НMS-а у односу на речне деонице у Европи. У раду је одређен утицај појединачних карактеристика на величину НQA и НMS индекса. Добијени резултати имају значај за конзервацију природних станишта, израду планова управљања сливовима и процену утицаја на животну средину будућих водопривредних активности у овим сливовима.

**Кључне речи:** RHS метод, НQA индекс, НMS индекс, Голијска Моравица, Јерма

### Увод

Основа за одрживо управљање рекама је доступност добрих квалитетних података и стручна процена заснована на научним сазнањима. Методе које карактеришу физичку структуру водотока и одређују квалитет речних станишта постају све важније у процесу доношења одлуке за потребе планирања заштите животне средине, а посебно као компоненте процене притисака на животну средину (Raven et al, 2002).

---

\* Географски институт „Јован Цвијић”, САНУ, Буре Јакшића 9, 11000 Београд. Рад представља резултат истраживања у оквиру пројекта 146011, који финансира Министарство за науку и технолошки развој Републике Србије.

Оквирна директиве о водама Европске Уније представља прекретницу у управљању водама у Европи. Иако Србија није чланица Европске Уније, имајући у виду да је практично читава њена територија у сливу Дунава, да је потписница Софијске конвенције о заштити и одрживом коришћењу реке Дунав, као и пуноправна чланица ICPDR-а од 2003 године, у Србији се већ дуже време спроводе интензивне активности на имплементацији ове Директиве под координацијом Министарства пољопривреде, шумарства и водопривреде - Републичке дирекције за воде. Оквирна директива Европске Уније о водама (Directive 2000/60/EC, 2000), у наставку означена као ОДВ, је по први пут увела обавезан хидроморфолошки елемент у одређивању еколошког статуса водотока. Циљеви ОДВ су: превенција деградације акватичних екосистема; промовисање одрживе употребе водних ресурса; редукција контаминације подземних и површинских вода. ОДВ је географски свеобухватна (за све чланице ЕУ) и покрива све површинске и подземне воде, као и транзитне и воде обалног мора. Директива захтева од земаља чланица да заштите, побољшају и ревитализују водна тела (осим оних које су вештачка или сврстана у "значајно измењене", за које је предвиђено достизање доброг еколошког потенцијала), да задрже или достигну "добар статус" до 31. децембра 2015. године. То се постиже када је еколошки (укључујући хидроморфолошке елементе) и хемијски статус водотока у најмању руку "добар", у оквиру класификације која има пет категорија од "одличног" до "лошег" (Directive 2000/60/EC, 2000). На основу свега изнетог може се закључити да је физички (хидроморфолошки) елемент веома значајан у еколошкој класификацији река.

Неке европске земље већ имају добро развијене националне програме за одређивање хидроморфолошких својства река који су погодни за оперативни мониторинг по захтевима ОДВ, иако се методе осматрања разликују од државе до државе (Raven et al, 2002). Пројекат STAR (Standardisation of River Classification) је покренут да би се пронашао заједнички метод за целу Европу. Као најнапреднији, изабран је River Habitat Survey (RHS) метод, који би код нас могао да се преведе као метод осматрања речних станишта (Szozkiewicz et al, 2006).

Неколико европских земаља (Аустрија, Швајцарска, Данска, Италија, Шпанија) је развило системе за одређивање хидроморфолошких карактеристика река. Међутим, својом развијеношћу и пратећом документацијом издвајају се од осталих три система: LAWA-vog-Ort из Немачке, SEQ-MP из Француске и RHS из Велике Британије. RHS методологија омогућава прикупљање на неколико различитих нивоа добро систематизованих података о речној хидроморфологији, геоморфологији, станишту и начинима коришћења земљишта. Прикупљени подаци су веома погодни за статистичке анализе и израчунавање индекса, корисних за

одређивање квалитета и деградације речних екосистема. Међу овим индексима су Habitat Quality Assessment (HQA) и Habitat Modification Score (HMS) који квантификују физички квалитет станишта и богатство, односно, степен морфолошке деградације (Szozkiewicz et al, 2006).

Од 1994. године завршено је више од 17000 RHS студија. У Великој Британији RHS метод се користи у извештајима о стању водотока на националном и регионалном нивоима, као део анализе утицаја на животну средину и код карактеризације хидроморфолошких услова и утицаја на водотоке по захтевима Оквирне Директиве ЕУ о водама. Метод је такође испробан на малим рекама у другим државама Европе: Финској, Француској, Аустрији, Португалу, Италији и Словенији, уз адаптације на локалне услове.

Основна мрежа од 5600 стратификованих случајно одабраних локалитета процењених у Великој Британији у периоду 1994-1996 године представља неопходну основу за статистички утемељена поређења различитих водотока и тренд анализе.

У Италији је урађена студија са циљем да се испита примењивост различитих метода процене станишта реке на репрезентативном низу локација. Осим RHS метода са HQA и HMS индексима, који су развијени у Великој Британији додата су још три индекса Index of Fluvial Functioning, Buffer Strip Index and Wild State Index. Ови индекси испитивани су на 33 локације за 3 различита типа речног тока, како би се утврдиле хидроморфолошке карактеристике изабраних италијанских река (Balestrini et al, 2004).

У Немачкој је RHS метод први пут примењен 1999 године. Свака федерална јединица је урадила своју карту одрживости речних станишта применом RHS метода, а прва карта је одштампана 2002 године. Карте које обухватају 33 000 km дужине речних токова показују разноликост речних токова по квалитету, од непромењених (1. класа) до потпуно измењених (7. класа). Највећи број (око 77 % испитаних речних станишта) је умерено измењено (4. класа) или је нешто вишој класи. Како би било могуће упоређивати резултате одрживости речних станишта између држава чланица Европске Уније, ради се на уједначавању параметара који су се користили у националним методама одрживости станишта (Kamp et al, 2007).

Током 2005. године, урађено је 14 RHS студија на 8 река у Словенији. Резултати потврђују да је RHS метод погодан за процену физичких карактеристика малих и средњих река (ширине речног корита <100 m), али

су учињене и неке измене којим би се обухватили објекти и појаве који се не срећу не рекама у Великој Британији (Raven et al, 2005).

Одређивање еколошког статуса се заснива на калибрацији у односу на “референтне” услове за дати тип реке. Физичка својства ових референтних услова, који представљају “одличан” статус, могу бити директно добијена кроз успостављање мреже речних деоница које се сматрају “потпуно или скоро потпуно недирнуте“. Ако овакве мреже нема за одређени тип реке, физичка својства се могу добити посредно- преко моделирања или експертског мишљења. По дефиницији, реке са неизмењеном физичком структуром, то јест одличним хидроморфолошким статусом, уколико имају добар квалитет воде, требало би да подржавају акватичне заједнице са одличним еколошким статусом (Raven et al, 2002). Овакве референтне речне деонице, са најбољим квалитетом речних станишта и воде, се код нас налазе у нерзвијеним подручјима, јер су водни токови у нерзвијеним подручјима веома мало измењени, то јест углавном су нетакнути. Такође, токови у овим крајевима имају и најбољи квалитет речне воде, те реке углавном спадају у I класу. Зато се у оквиру пројекта “Модалитети валоризације геопотенцијала нерзвијених подручја Србије” прво почело са употребом RHS метода у нерзвијеним подручјима југозападне и југоисточне Србије.

### Методе истраживања

River Habitat Survey (RHS) је метод за одређивање квалитета речних станишта заснован на њиховим физичким својствима. Метод има четири компоненте: стандардизован теренски протокол; компјутерску базу података, за уношење резултата осматраних речних деоница и њихово упоређивање са другим деоницама истог речног типа; методе за одређивање квалитета станишта; и систем за одређивање вештачких измена речних деоница (Raven et al, 1998).

Пре него што пређемо на опис RHS потребно је дефинисати следеће појмове: “*речна деоница*” (*site*) је 500 m дугачка деоница реке која се користи у RHS осматрању; “*RHS референтне речне деонице*”(RHS *reference site*) су оне деонице које су посебно изабране за осматрање да би се установила мрежа RHS референтних деоница; “*тип реке*”(river *type*) је описни појам за реке са сличним физичким својствима; “*карактеристика*”(feature) је добро препознатљив објекат или облик који се региструје приликом RHS осматрања.

Квалитет речног станишта одређује се појавом и диверзитетом различитих карактеристика, за које се зна да имају велики значај за екосистемски интегритет. Он се добија упоређивањем осматраних карактеристика на

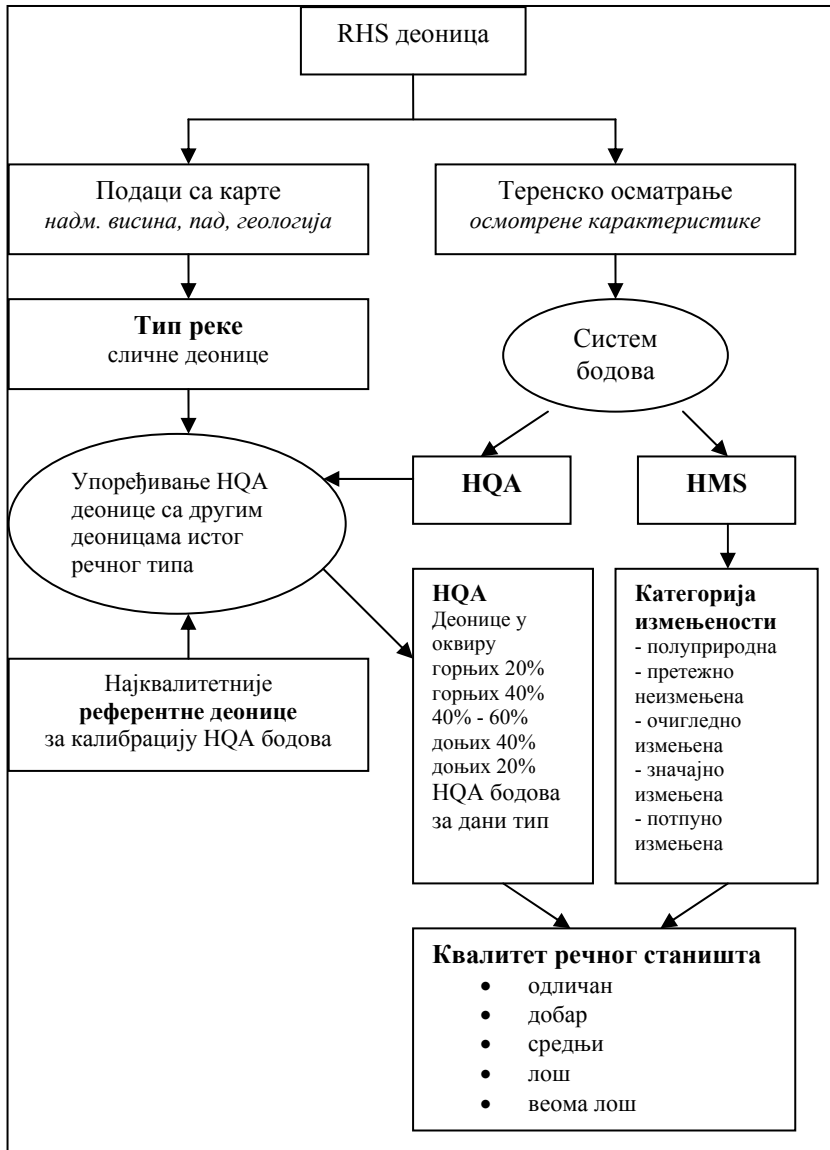
речној деоници са онима које су осмотрене на другим рекама сличног типа. Станишта са високим квалитетом се налазе углавном на неизмењеним деоницама (Raven et al, 1998).

Карактеристике обала и речног корита осматрају се на 10 подједнако удаљених локалитета (*spot – checks*), то јест на сваких 50 m. На сваком локалитету бележе се физичке карактеристике (тип тока, састав дна, објекти на обали и у речном кориту, промене на обалама и у кориту, итд.), коришћење земљишта и вегетација у речном кориту. Обимна додатна листа карактеристика бележи се дуж целе 500 m дугачке деонице. Такви подаци називају се “*информације сакупљене између локалитета*” (*sweep-up information*). Главне категорије забележене између локалитета су: коришћење земљишта, профил обале, заступљеност дрвећа, заступљеност појава и објеката у речном кориту (успори, плићаци, спрудови..), димензије речног корита, објекти од посебног значаја и докази о недавним водопривредним активностима. Све ове информације, укључујући и фотографије локалитета, картографске податке (надморска висина, удаљеност од ушћа и др.) и геологију, уносе се у базу података, из које се може извести низ раличитих извештаја. Узимајући у обзир све ове податке, уз историјске утицаје и геоморфолошке процесе могу се добити информације које ће бити од значаја за заштиту и ревитализацију речних токова (Raven et al, 2000).

*Процена квалитета станишта (Habitat Quality Assessment (HQA))* је индикатор глобалне разноврсности станишта, која је условљена природним својствима речних деоница. HQA индекс обухвата мноштво показатеља квалитета станишта као што су број различитих типова тока, дна речног корита и наталожених објеката у кориту и на обали. Он је представљен сумом поена који су додељени свакој појединачној карактеристици, тако да деонице са бројним различитим природним карактеристикама имају највећи резултат. Упоређивање HQA индекса је могуће само између деоница са сличним речним типовима. Вредности HQA индекса обично се крећу између 10 и 80 бодова, где 10 бодова указује на то да река има веома мало објеката и појава карактеристичних за природне реке, а 80 бодова указује на велики степен природних одлика.

*Класа измењености станишта (Habitat Modification Class (HMC))* одређује се на основу индекса *HMS (Habitat Modification Score - Величина измењености станишта)*, који представља индикатор антропогеног утицаја на водотоке. HMS квантификује заступљеност и утицај антропогених промена као што су ојачање обале, измењени профил обале, цевоводи и број устава. Промене су бодоване према њиховој заступљености, као и њиховом утицају, то јест притиску на дату деоницу. Вредности HMS индекса обично се крећу између 0 и 100 бодова, где 0

бодова указује на одсуство вештачких промена, док 100 бодова указује на велики број објеката изазваних вештачким променама (Szozkiewicz et al, 2006).



Скица 1. Везе између RHS деонице, типа реке, HQA и HMS индекса (Raven et al, 1998, модификовано)

Важно је напоменути да се HQA индекс мора прво калибрисати, то јест упоредити са HQA индексом “референтних речних деонице”, које

представљају најбољи могући квалитет речног станишта и квалитет воде у земљи. Након тога вредности HQA индекса се изражавају у квантилима калибрисаним у односу на референтне вредности. (горњих 20%, горњих 40%, 40% - 60%, доњих 40%, доњих 20%). Упаривањем HQA и HMS индекса долази се до коначне квалификације квалитета речних станишта, у којој се издваја пет класа: одличан, добар, средњи, лош, веома лош (Raven et al, 2002). Везе између RHS деонице, типа реке, HQA и HMS индекса представљене су на скици 1.

Главни захтев за одређивање притисака на животну средину је одређивање садашњег стања на деоници и прогноза еколошких промена које ће бити изазване предложеним радовима. Три главна типа физичких промена речног корита су: *ојачање* (потпора обала са бетоном, челични стубови, габион (крупно камење у жичаним корпама)), *промена профила* (продубљивање корита и обале) и *регулације* отицаја преградним објектима у кориту. HQA и HMS индекси могу да се користе као помоћ при процени стања станишта пре и после физичких промена речног корита и приобаља. Важно је напоменути да RHS не може да замени специфичне методе, али може да олакша избор детаљнијих студија које су потребне за одређивање притисака на животну средину (као што су геоморфолошке или ботаничке студије).

Предност RHS-а је у томе што пружа концептуални оквир за друга, специфична, истраживања акватичних макрофита, фауне дна (макроинвертебрата) и риба. На пример, подаци прикупљени RHS методом и карте израђене на основу тога имају примену и у развоју серије модела за прогнозу појаве ракова *Austropotamobius pallipes* (Lereboullet) на рекама у Великој Британији и Ирској (Naura, Robinson, 1998.). У оквиру RHS-а, на основу многих до сада урађених студија закључује се да HQA индекс вероватно игра најважнију улогу у организацији биолошких заједница (Erba et al, 2006).

За потребе анализе река у урбаним срединама развијен је и Urban River Survey (URS), који представља модификацију RHS метода. На основу URS метода и података омогућено је да се уочи веза између антропогеног утицаја на пружање урбаних речних токова и карактеристика њихових станишта. На основу анализе овим методом могу се дати и закључци о квалитету станишта и рехабилитацији потенцијала урбаних речних токова (Boitsidis et al, 2006).

### **Задаци и циљеви**

На основу до сада презентованог садржаја, може се закључити да је примена RHS метода могућа на малим и средњим рекама у Србији. Истаживачи Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, од 2006. године

примењују RHS метод на речним токовима у Србији (Milanović et al, 2008). Током лета 2006. и 2008. године извршена су теренска истраживања на укупно 19 речних деоница у сливу Голијске Моравице (Милановић и др, 2006) и Јерме. Један од задатака овог теренског рада био је и да се по први пут на нашем простору примени RHS метод, како би се добиле референтне вредности, које ће служити за калибрацију, то јест за одређивање квалитета речних станишта у другим деловима Србије. Осим тога, резултати истраживања треба да послуже за утврђивање еколошког стања поменутих речних токова. Ови локалитети би се обилазили после одређеног периода ради утврђивања евентуалних промена.

На десет изабраних локација попуњени су RHS теренски протоколи, урађене су фотографије локација, као и дигитална карта терена у Microstation-у. (Милановић и др, 2006). За истраживања на терену и за израду карата локација коришћене су топографске карте 1: 50 000. Сви прикупљени подаци послужили су за формирање електронске базе података. Мора се истаћи да је на већини локација терен био тешко приступачан, што је донекле утицало на квалитет осматрања. Друго истраживање по истом методу урађено је у јулу 2008 г. на девет изабраних локација у сливу Јерме.

На крају, требало би истаћи да је неопходно извршити још многа теренска осматрања широм Србије ради класификације квалитета речних станишта, али и да резултати добијени у овим сливовима могу послужити за одређивање такозваних “RHS референтних локалитета”.

### **Подручје истраживања**

Слив Голијске Моравице се налази у југозападном делу Србије, између 43°19' и 43°51' северне географске ширине и 19°45' и 20°22' источне географске дужине. Голијска Моравица, дужине 86,9 km извире на шумовитој планини Голији (највиши врх Јанков камен 1833 m) и тече према северу до Пожешке котлине, где се спаја са Ђетињом. Представља десну саставницу Западне Мораве, меридијанског правца тока и површине слива од 1518 km<sup>2</sup>. Слив Голијске Моравице је асиметричан (лева страна захвата 72% његове целокупне површине) и главне притоке притичу с леве стране. (Урошев, 2006).

Просечни вишегодишњи протицај Голијске Моравице код Ариља износи 10,6 m<sup>3</sup>/s,, минимални средњи годишњи протицај је 5,18 m<sup>3</sup>/s, а максимални 16,9 m<sup>3</sup>/s. Када је реч о апсолутним вредностима, средњи максимални износи 125 m<sup>3</sup>/s, а средњи минимални 1,72 m<sup>3</sup>/s (Урошев, 2007). Слив Голијске Моравице је веома издашан (12,2 l/s/km<sup>2</sup>), а квалитет воде веома



дobar. До Ивањице Голијска Моравица припада I класи квалитета водотока, а од Ивањице преко Градине све до ушћа II/III (II b), тј. квалитет воде је на прелазу из II у III класу. Велики Рзав је скоро на целој дужини тока у I класи (осим после ушћа Малог Рзава, на улазу у Ариље, где припада II класи). Притоке Голијске Моравице- Лучка река и Грабовица, припадају I класи водотока или су на прелазу из I у II класу (Урошев, 2006). Из тог разлога је већи део слива Голијске Моравице проглашен резерватом површинских вода за потребе водоснабдевања насеља у будућности (Група аутора, 1996). Тренутно функционише регионални водоводни систем “Рзав”, који снабдева пет градова: Ариље, Пожегу, Лучане, Чачак и Горњи Милановац. Осим тога, воде слива Голијске Моравице могу се користити и у друге сврхе: хидроенергетика, рекреација и наводњавање.

Слив Јерме налази се у југоисточном делу Србије, између  $42^{\circ}41'$  и  $43^{\circ}04'$  северне географске ширине и  $22^{\circ}21'$  и  $22^{\circ}49'$  источне географске дужине и обухвата, према мерењима у софтверу Microstation  $815 \text{ km}^2$ . Слив Јерме, као и Голијске Моравице, је прво геореференциран, а потом и издигитализован у програмском окружењу Microstation. То је омогућило брже и прецизније добијање основних морфометријских података о водотоковима у сливу. Река Јерма настаје од Вучје и Грубине реке које се састају код села Клисуре источно од Власинског језера на благо заталасаној планинској површи изнад које се диже врх Цветков граб висок  $1489 \text{ m}$  (Станковић, 1997). Дужина ове реке, рачунајући од дуже саставнице Вучје реке, износи  $73,2 \text{ km}$ . Настаје на  $1420 \text{ m н.в.}$ , а улива се на  $410 \text{ m н.в.}$  Изворишни краци Јерме имају клисурасте долине, које су крајње контрастне Жне пољу. Од посебног значаја је клисура Јерме између Влашке планине и Гребена, тј. низводно од Звоначке Бање до Белог поља. Клисуре Јерме је на неким местима широка  $5-10 \text{ m}$  и дубока  $200-300 \text{ m}$  (Станковић, 1997). Код села Стрезимировци напушта територију наше земље и прелази у област Знепоље у Бугарској. После  $27 \text{ km}$  тока кроз Бугарску поново улази у Србију недалеко од села Петачинци. Од уласка на територију Србије после  $28 \text{ km}$  улива се у Нишаву као њена лева притока (Гавриловић, Дукић, 2002).

Због асиметричности басена слива Јерме и поред знатно краће дужине тока, суседној Бугарској припада око  $50\%$  од укупне површине слива (Манојловић и др, 2003) и износи око  $400 \text{ km}^2$ . Дуже притоке притичу с десне стране, што условљава да површина десне стране слива буде нешто већа ( $484 \text{ km}^2$ ).

Река Јерма уноси у Нишаву око  $3,9 \text{ m}^3/\text{s}$  па је специфични отицај на ушћу  $4,4 \text{ l/s/km}^2$ . Минимални средњи годишњи протицај износи  $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ , а максимални  $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$ . Када је реч о апсолутним вредностима, средњи

максимални износи 38,1 m<sup>3</sup>/s, а средњи минимални 0,9 m<sup>3</sup>/s (РХМЗ 1998-2007). Квалитет воде на Јерми испитује се на профилу Трнски Одоровци од 1993. године. На основу испитивања у периоду 2004-2007. година, Јерма у изворишном делу припада I класи квалитета водотока, а од Трнских Одороваца све до ушћа је у II класи (која је уједно и захтевана класа). Из тог разлога постоје могућности да се воде из овог слива користе за потребе водоснабдевања. За сада постоје изграђени само локални водоводи са извора. Воде ове реке могу се користити и за различите облике рекреације, наводњавање, а пошто је и предео изузетних лепота постоје и услови за развој туризма.

### Опис речних деоница

Примена RHS метода извршена је на 19 речних деоница у сливовима Голијске Моравице и Јерме, које су груписане у:

- Речне деонице у планинском подручју (МОР 5 (ушће Голијске реке), МОР 6 (Голијска Моравица код Римског моста), ЈЕР 1 (Јерма код села Клисуре), ЈЕР 2 (Кострошевска река код села Кострошевци) и ЈЕР 9 (Јерма код села Стрезимировци));
- Речне деонице у високом побрђу (МОР 2 (ушће реке Пањице), МОР 3 (Голијска Моравица у клисури Градина), МОР 7 (ушће реке Ношнице), МОР 8 (Велики Рзав код села Радобуђе, узводно од ушћа Малог Рзава), ЈЕР 3 (Звоначка река код села Звонци), ЈЕР 4 (Јерма код села Трнски Одоровци), ЈЕР 5 (Јерма у клисури), ЈЕР 8 (Погановска река код села Поганово));
- Речне деонице у ниском побрђу (ЈЕР 7 (Јерма код села Горње Држине) и ЈЕР 6 (на ушћу Јерме));
- Речне деонице у насељеним местима (МОР 1 (Голијска Моравица у Ивањици), МОР 4 (Голијска Моравица у Приликама) и МОР 9 (Велики Рзав у Ариљу));
- Речне деонице у низији (МОР 10 (на ушћу Голијске Моравице)).

Основни морфометријски подаци изабраних речних деоница за Голијску Моравицу и Јерму представљени су у табелама 1. и 2., а њихови положаји у сливовима на картама 1. и 2.

Ради лакше идентификације у будућој RHS бази података, код бројева речних деоница додата је скраћеница “МОР”, која представља све тачке истражене у сливу Голијске Моравице, и скраћеница “ЈЕР” за све тачке истражене у сливу Јерме.

У сливовима Голијске Моравице и Јерме постоје слични физичкогеографски услови. Углавном је распрострањена умерено-

континентална клима, док је само у вишим деловима сливова (локације МОР 5, МОР 6, ЈЕР 1, ЈЕР 2 и ЈЕР 9) присутна субпланинска клима. Све реке у истраживаним сливовима имају плувио-нивални хидролошки режим. Морфометријски подаци о истраживаним речним деоницама у сливовима Моравице и Јерме дати су у табелама 1. и 2. и ова осматрања се односе на период малих вода.

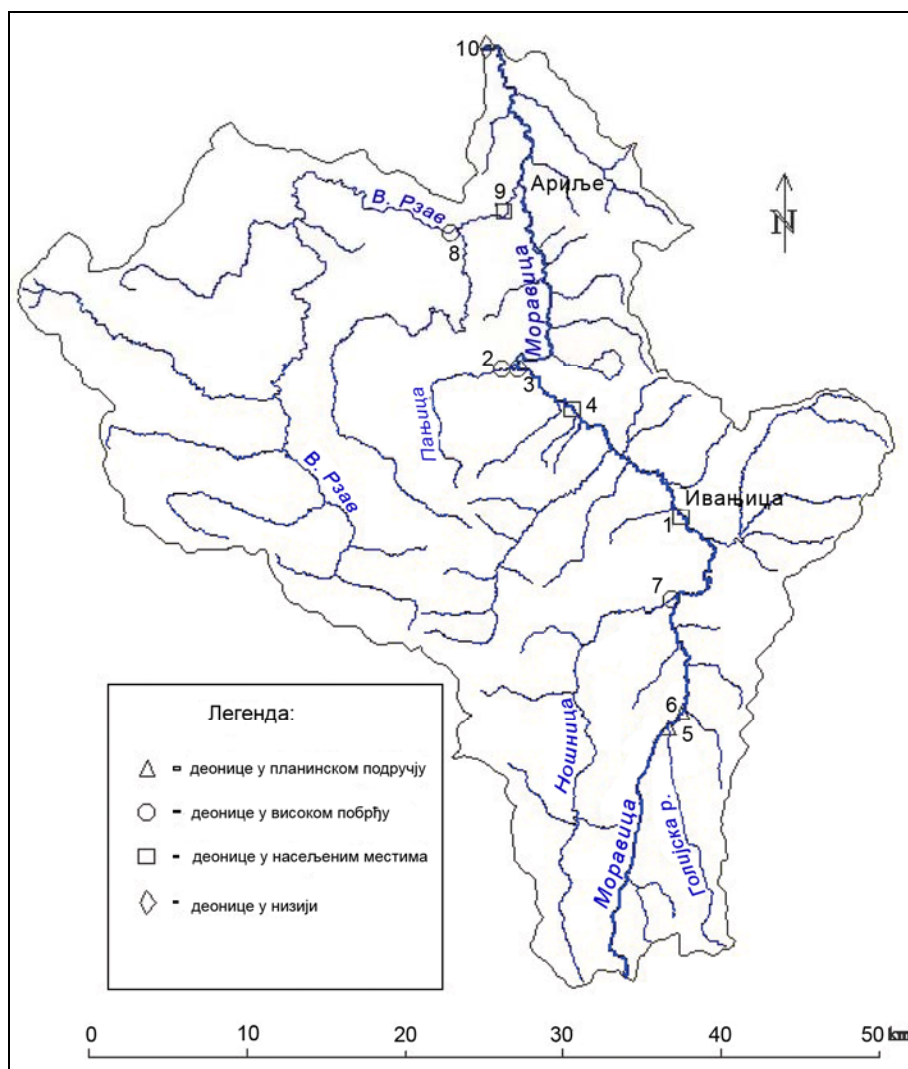
Табела 1. Морфометријски подаци речних деоница у сливу Моравице

Лок.	Река	Место	Н.в. локац. (m)	Прос. пад (m/km)	Н.в. извора (m)	Удаљен. од извора (km)	Макс. дуб. (m)	Шир. вод. оглед. (m)	Шир. на врху обале (m)
МОР 1	Моравица	Ивањица	465	10	1350	38.7	0.65	8.5	25.0
МОР 2	Пањица	Градина	390	24	1050	13.6	0.23	4.2	7.3
МОР 3	Моравица	Градина	387	4	1350	56.5	-	8.0	14.0
МОР 4	Моравица	Прилике	403	3	1350	50.7	-	10.0	13.5
МОР 5	Голијска р.	ушће	667	20	1670	15.5	0.35	4.7	8.1
МОР 6	Моравица	Римски мост	638	14	1350	19.8	0.75	5.0	9.5
МОР 7	Ношница	Међуречје	533	7	1380	34.0	0.40	3.0	7.0
МОР 8	В. Рзав	Радобуђа	360	4	1360	58.9	0.45	13.6	18.6
МОР 9	В. Рзав	Ариље	330	3	1360	64.2	0.40	14.5	20.5
МОР 10	Моравица	ушће	299	< 1	1350	86.6	-	10.0	13.0

У геолошком саставу слива Голијске Моравице заступљени су у зависности од локације филити, серицитски шкриљци, тријаски масивни и банковити кречњаци, јурски кречњаци, порфирит, карбонске метаморфне стена и алувијум. Долине на истраживаним секторима су углавном у облику слова V.

Речна корита су састављена од стеновитог, чврстог дна и крупног и средњег камења, док је само на деоници МОР 10 на ушћу дно састављено од муља и крупнијег шљунка. Доминантан тип тока на овим деоницама је ток без таласа и таласи са крестом, а на појединим местима вода се прелива

и у виду брзака и слапова. На одређеним локалитетима у речном кориту присутне су маховине и емерзне широколисне биљке.



Карта 1. Положај истражених речних деоница у сливу Моравице

Вегетацијски састав приобаља је разнолик, у зависности од места локалитета. Смењују се широколисне мешане шуме, четинарске шуме (МОР 5), природне ливаде и висока трава, култивисани пашњаци и обрадиво земљиште. Речне деонице у насељеним местима (МОР 1, МОР 4 и МОР 9) су знатно измењене урбаним утицајем. На овом подручју доминирају урбане зоне, паркови, баште, култивисани пашњаци. На

деоницу МОР 9 велики утицај има и пет устава (сачињених од великих камених блокова), пешачки мост и градска плажа.

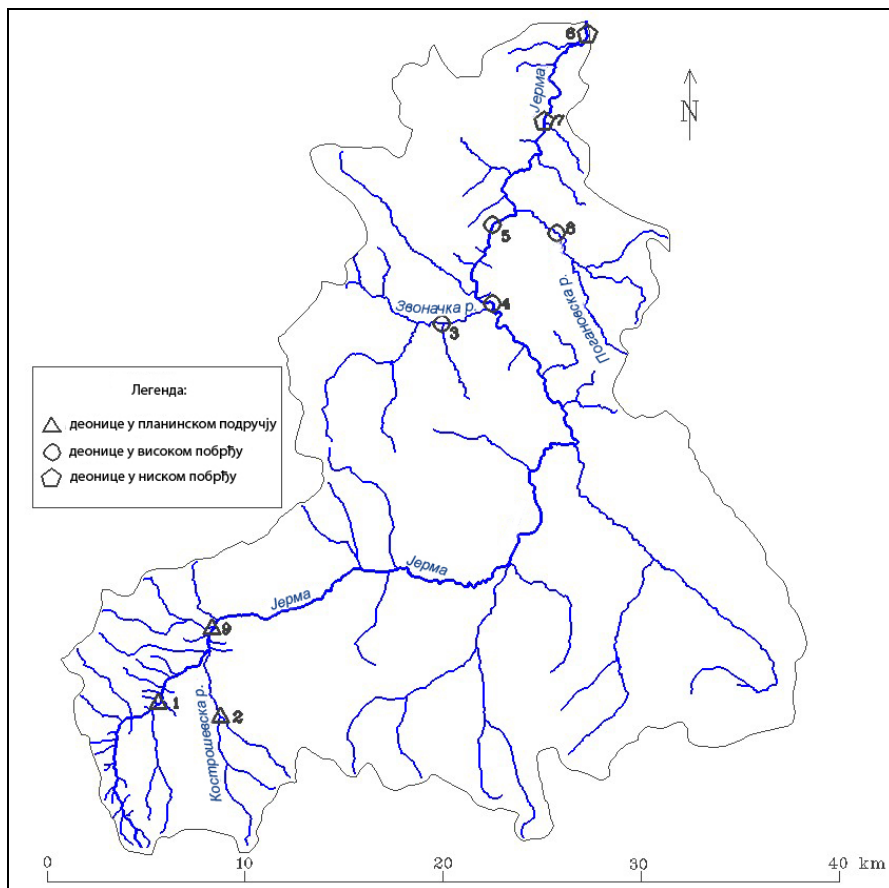
На испитиваним деоницама у сливу Јерме у геолошком саставу доминира алувијум и само су на деоници ЈЕР 1 забележени шкриљци, а на деоници ЈЕР 3 конгломерати, пешчари и тријаски кречњаци. Као и у случају слива Голијске Моравица, и у сливу Јерме на истраживаним секторима углавном су заступљене долине у облику слова V, а само се на појединим местима јављају се клисуре и асиметричне и конкавне долине. Речна корита су и у сливу Јерме састављена од крупног и средњег камења, понегде и од стеновитог, чврстог дна, док је само на деоници ЈЕР 9 дно састављено од крупнијег шљунка. У кориту је на појединим деоницама присутна и већа количина смећа. Доминантан тип тока на овим деоницама је као и у случају Голијске Моравице ток без таласа, а на појединим местима јављају се брзаци. На основу анализе оба слива, може се закључити да је вегетација у речним коритима знатно више заступљена у сливу Јерме у односу на слив Голијске Моравице. У речним коритима слива Јерме на 7 од 9 локалитета забележена је вегетација, и то пре свега јако велике количине маховине и нешто мање емерзних усколисних и широколисних биљака.

Табела 2. Морфометријски подаци речних деоница у сливу Јерме

Лок.	Река	Место	Н.в. локац. (m)	Прос. пад (m/km)	Н.в. извора (m)	Удаљен од извора (km)	Макс. дуб. (m)	Шир. вод. оглед. (m)	Шир. на врху обале (m)
ЈЕР 1	Јерма	Клисуре	860	21	1420	9.2	0.17	3.9	8.4
ЈЕР 2	Кострошевска р.	Кострошевци	855	19	1580	7.4	0.15	3.5	11.1
ЈЕР 3	Звоначка р.	Звонце	610	30	920	7.1	0.30	5.2	11.9
ЈЕР 4	Јерма	Трнски Одоровци	550	25	1420	52.8	0.50	13.0	18.0
ЈЕР 5	Јерма	у клисури дуж пута	510	20	1420	58.2	-	7.0	12.5
ЈЕР 6	Јерма	ушће	414	2	1420	72.3	-	-	-
ЈЕР 7	Јерма	Горња Држина	445	5	1420	66.0	0.50	13.0	23.0
ЈЕР 8	Погановска р.	Поганово	545	28	920	8.2	0.16	3.5	7.5
ЈЕР 9	Јерма	Стрезимировци	803	16	1420	15.1	0.45	4.5	9.0

У вегетацијском саставу приобаља доминирају широколисне мешане шуме и природне ливаде и висока трава, док је обрадиво земљиште забележено само на деоници ЈЕР 8. За разлику од слива Голијске Моравице овде не

постоје речне деонице у насељеним местима. На већини деоница забележени су објекти, који имају утицаја на карактеристике овог речног станишта- пешачки мостови и газови, на деоници ЈЕР 3 друмски мост, а на деоници ЈЕР 8 и устава.



Карта 2. Положај истражених речних деоница у сливу Јерме

## Резултати

Израчунавање индекса НQA врши се сабирањем бодова за присуство природних објеката (као што су жало, шtrand, спруд, састав дна, тип тока, типови вегетације у кориту, заступљеност дрвећа и природно коришћење земљишта у приобаљу, итд.). Бодови за ове карактеристике, као и за карактеристике неопходне за израчунавање HMS индекса, дати су у раду Raven et al из 1998.

Већа вредност HQA указује на то да је речна деоница боље рангирана, то јест да она има већи диверзитет станишта. У табелама 3. и 4. дати су бодови по категоријама и укупни HQA индекс за свих деветнаест осматраних деоница у сливу Голијске Моравице и Јерме.

Табела 3. HQA бодови речних деоница у сливу Моравице

Категорије	MOP 1	MOP 2	MOP 3	MOP 4	MOP 5	MOP 6	MOP 7	MOP 8	MOP 9	MOP 10
Тип тока	10	6	5	5	8	8	9	8	8	6
Дно корита	5	4	1	4	6	6	7	6	4	3
Објекти у кориту	4	8	4	3	6	7	7	6	2	1
Објекти на обали	5	1	1	5	2	3	2	1	2	2
Структура вегетације на обали	6	3	7	7	7	9	6	9	7	9
Жала	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Вегетација у кориту	0	3	0	0	2	2	1	2	2	0
Коришћење земљишта у 50 m	2	4	3	2	10	2	1	4	0	0
Дрвеће и пратеће појаве	9	14	12	16	18	17	13	15	11	15
Објекти од посебног значаја	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>HQA</b>	<b>46</b>	<b>48</b>	<b>38</b>	<b>47</b>	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>51</b>	<b>56</b>	<b>41</b>	<b>41</b>

Упоређивање HQA индекса за истражене речне деонице у сливу Моравице и Јерме је могуће, због тога што ове деонице припадају истом речном типу. Надморска висина деоница, геолошки састав слива, климатски и хидролошки режим ових деоница су веома слични. Према европској подели речних типова (Szoszkiewicz et al, 2006), речне деонице у сливу Моравице и Јерме припадају планинском речном типу, конкретније подтипу мале, плитке планинске реке.

Из табеле 3 и 4 видимо да деонице у сливу Јерме имају нешто веће вредности HQA индекса у односу на деонице у сливу Моравице. Вредности HQA у сливу Јерме се крећу од 46 до 63 поена, док средња вредност износи 54,8 поена. С друге стране у сливу Моравице су забележене нешто мање вредности HQA од 38 до 64, а средња вредност HQA индекса је 49,1 поен. Ово се може објаснити постојањем већих градова у сливу Моравице (Ивањица, Ариље), већом густином насељености, већом изграђеношћу путева. То доприноси већем антропогеном утицају на животну средину, те самим тим утиче и на квалитет речних деоница. С друге стране слив Јерме је мање приступачан, нема већих насеља, путна инфраструктура је веома слабо развијена, тако да деонице у овом сливу имају више природних карактеристика.

Ако упоредимо НQA индексе Моравице и Јерме са НQA индексима у неким европским земљама (Аустрија, Немачка) за исти речни тип (мале, плитке планинске реке) можемо закључити да деонице у сливу Моравице и Јерме имају већи диверзитет станишта. Вредности НQA индекса малих плитких планинских река у Аустрији се крећу од 18 до 54 поена, а у Немачкој 27 до 59 поена (Erba et al, 2006), што је далеко мање од горе наведених вредности у сливовима Моравице и Јерме.

Табела 4. НQA бодови речних деоница у сливу Јерме

Категорије	ЈЕР 1	ЈЕР 2	ЈЕР 3	ЈЕР 4	ЈЕР 5	ЈЕР 6	ЈЕР 7	ЈЕР 8	ЈЕР 9
Тип тока	8	7	10	8	8	4	8	7	7
Дно корита	5	4	6	6	4	4	4	3	5
Објекти у кориту	3	5	7	7	6	4	5	4	2
Објекти на обали	3	7	8	6	8	1	5	5	8
Структура вегетације на обали	13	12	12	10	7	8	10	11	11
Жала	1	1	0	0	0	0	1	1	1
Вегетација у кориту	0	1	1	2	3	2	2	5	0
Коришћење земљишта у 50 m	4	3	2	3	4	0	3	0	1
Дрвеће и пратеће појаве	10	17	12	10	6	18	10	12	17
Објекти од посебног значаја	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>НQA</b>	<b>52</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>57</b>	<b>51</b>	<b>46</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>57</b>

У оквиру самих сливова могу се уочити разлике у вредностима НQA индекса. Тако у сливу Моравице највеће вредности НQA (64–56) добијене су за речне деонице у вишим деловим слива, где су мања густина становништва, већи речни падови и очувана природна вегетација (ушће Голијске реке (МОР 5), Моравица код Римског моста (МОР 6) и Велики Рзав код Радобуђе (МОР 8)). Најниже вредности НQA (38-41) имају речне деонице које се налазе у нижим деловима слива, имају мале падове, пролазе кроз пољопривредна земљишта, насељена места (Моравица код Градине (МОР 3), Велики Рзав – Ариље (МОР 9), Моравица - ушће (МОР 10)). У сливу Јерме разлике у вредностима НQA индекса за поједине деонице су далеко мање. Највећи диверзитет станишта имају притоке Јерме, Кострошевска река (ЈЕР 2) 62 поена и Звоначка река (ЈЕР 3) 63 поена. Обе деонице имају велике падове корита и налазе се у шумама и природним ливадама. Минимална вредност НQA индекса у сливу Јерме забележена је на ушћу Јерме (ЈЕР 6) – 46 поена. Оваква ниска вредност на



ушћу Јерме и Моравице изазвана је и неприступачношћу ове деонице, што је утицало на мањи број осматраних карактеристика.

У Европи се јасно издвајају четири речна типа: низијски, планински, јужно-европски и алпски. Szoszkiewicz и остали су на основу 216 осматраних деоница RHS методом утврдили хидроморфолошке разлике у четири одвојена географска региона. Такође су нашли које RHS карактеристике највише утичу на величину HQA и HMS индекса (Szoszkiewicz et al, 2006).

У сва четири европска речна типа, ниједна појединачна карактеристика није учествовала са више од 14% у HQA индексу. Заједничка карактеристика за сва четири типа је била *структура вегетације на обали*, која је доприносила око 10% од укупног HQA резултата (Szoszkiewicz et al, 2006). Удео ове категорије на речним деоницама у сливу Моравице и Јерме износио је 16,6%. Сличне уделе код нас и у Европи имали су категорије *дно корита* (8,8%) и *тип тока на локалитетима* (14,2%). Најважнија категорија HQA индекса у Европи на планинским рекама била је *објекти на обали осматрени на локалитетима*, која је чинила 13,2% укупног резултата (Szoszkiewicz et al, 2006). Међутим удео ове категорије на нашим планинским рекама је износио само 7,6%. Највећи удео у HQA резултату на планинским рекама у нашој земљи има категорија *дрвеће и пратеће појаве* 25,6%.

Најмањи утицај на величину HQA индекса имају следеће карактеристике: *објекти у кориту осматрени између локалитета*,  *типови токова осматрени између локалитета*, *објекти на обали осматрени између локалитета*. Грешке у осматрању ових карактеристика неће имати већи утицај на укупну вредност HQA индекса. С друге стране грешке у осматрању карактеристика који имају велики утицај знатно ће пореметити величину HQA индекса. То су:  *типови токова на локалитетима*,  *типови дна корита на локалитетима*,  *типови вегетације у кориту*.

Бодови за израчунавање индекса HMS додељују се за присуство вештачких објеката (цевоводи, уставе, мостови, дефлектори тока, испусти, водозахвати и др). Такође, ови бодови се додељују и за измене у речном кориту, као што су измењени профили обале, ојачане обале, насипи и изгажена обала. Што је већи степен измењености речне деонице, то су веће вредности HMS. У табелама 5 и 6 дати су бодови по категоријама и укупни HMS индекс, као и класа измењености за свих деветнаест осматраних деоница у сливу Моравице и Јерме.

Упоредивањем табела 5 и 6 може се констатовати да је слив Моравице више изложен антропогеним притисцима, јер има веће вредности HMS

индекса- максималну (42 поена) и средњу вредност (10 поена). Деонице у сливу Јерме имају далеко ниже вредности HMS-а: максимална 16, средња – 4,8 поена.

Генерално гледано речне деонице у сливу Моравице и Јерме имају мање вредности HMS-а у односу на речне деонице у Европи, где HMS достиже и до 100 бодова. Објашњење за то је да су наше деонице урађене у неразвијеним подручјима, док су речне деонице у Европи осматране и у развијеним урбаним срединама.

Табела 5. HMS бодови и НМС класе речних деоница у сливу Моравице

Категорије	МОР 1	МОР 2	МОР 3	МОР 4	МОР 5	МОР 6	МОР 7	МОР 8	МОР 9	МОР 10
Промене на локалитетима	27	0	0	2	0	0	8	2	9	0
Промене које нису забележене на локалитетима	2	2	0	1	0	0	4	0	11	2
Бодови за вештачке објекте за целу деоницу	13	1	0	0	1	0	3	0	12	0
<b>HMS</b>	<b>42</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>32</b>	<b>2</b>
<b>Класа</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

Насупрот вредностима HQA, највеће вредности HMS (42–32) добијене су за речне деонице које пролазе кроз насељена места, са великом густином насељености (Моравица- Ивањица (МОР 1), Велики Рзав– Ариље (МОР 9)). Знатно ниже вредности (16-15) имају две деонице, које се налазе у насељима, са мањом густином насељености, али са неком израженом привредном делатношћу (Ношница – Међуречје (МОР 7), Погановска река – Поганово (ЈЕР 8)). Најниже вредности HMS (0-1) имају речне деонице које се налазе у вишим деловима слива (ушће Голијске реке (МОР 5), Голијска Моравица код Римског моста (МОР 6)), или пак нетакнуте деонице у средњим деловим слива (Моравица – Градина (МОР 3), Јерма – Горња Држина (ЈЕР 7)).

Као што је речено раније, Szoszkiewicz и остали су анализирали које RHS карактеристике највише утичу на величину HMS индекса (Szoszkiewicz et al, 2006). Структура HMS индекса је веома другачија од HQA индекса, јер свака категорија унутар HMS индекса садржи већи број карактеристика које се различито бодују. Категорија *промене на локалитетима* обично доноси већину поена индексу HMS у Европи, између 61 и 78%, код Алпских река још више (Szoszkiewicz et al, 2006). Удео ове категорије на осматраним деоницама у сливу Моравице и Јерме износи 44,4%. То значи

да грешке у осматрању *промена на локалитетима* имају велики утицај на вредности HMS индекса.

Табела 6. HMS бодови и HMC класе речних деоница у сливу Јерме

Категорије	ЈЕР 1	ЈЕР 2	ЈЕР 3	ЈЕР 4	ЈЕР 5	ЈЕР 6	ЈЕР 7	ЈЕР 8	ЈЕР 9
Промене на локалитетима	2	1	2	0	8	2	0	3	0
Промене које нису забележене на локалитетима	2	2	0	2	0	0	0	12	2
Бодови за вештачке објекте за целу деоницу	0	1	1	0	0	2	1	1	0
<b>HMS</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>16</b>	<b>2</b>
<b>Класа</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

За разлику од HQA индекса, где није могуће одредити класе диверзитета станишта, и где се упоређивање вредности HQA може вршити само у оквиру истог речног типа, HMS индекс се може класификовати у класе измене станишта (HMC), а затим и упоређивати са различитим речним типовима. Класификација измењености станишта је дата у раду Raven et al, 1998.

Табела 7. Класе измењености речних деоница у сливу Моравице и Јерме

Измењеност деонице	HMC	HMS	број деоница
полуприродна	1	0 - 2	8
претежно неизмењена	2	3 - 8	7
очигледно измењена	3	9 - 20	2
значајно измењена	4	21 - 44	2
потпуно измењена	5	> 45	0

Већина речних деоница у изученим сливовима се налази у полуприродним и претежно неизмењеном стању (табела 7). По две деонице су у очигледно измењеном и значајно измењеном стању.

Податак да се већина деоница налази у полуприродном и претежно неизмењеном стању, као и да ове деонице имају висок диверзитет станишта, то јест велике вредности HQA индекса, потврђују нашу хипотезу да речне деонице у неразвијеним подручјима Србије могу да буду “референтне RHS деонице”, на основу којих ће се вршити калибрација и класификација будућих RHS студија.

## Закључак

Резултати ове студије омогућили су да се одреде хидроморфолошке карактеристике река у сливу Голијске Моравице и Јерме, као и природни и антропогени утицаји на њих, што представља један од предуслова одређивања еколошког стања ових река по захтевима ОДВ. У сливу Голијске Моравице и Јерме доминирају полуприродна и претежно неизмењена станишта са високим диверзитетом. Међутим, за даљи развој класификације речних станишта у Србији, потребно је извршити још многа теренска осматрања широм Србије, по узору на ова, спроведена у поменута два слива. Испуњен је и циљ овог рада, да се успоставе “референтне RHS деонице”, које представљају основу за будућу класификацију квалитета речних станишта у осталим подручјима Србије.

Ова студија указује и на могућности примене резултата RHS метода у неразвијеним подручјима Србије. Добијени резултати имају значај за конзервацију природних станишта, израду планова управљања сливовима и процену утицаја на животну средину будућих водопривредних активности у неразвијеним подручјима Србије.

## Литература

Balestrini R., Cazzola M., Buffagni A. (2004): Characterising hydromorphological features of selected Italian rivers: a comparative application of environmental indices. *Hydrobiologia*, vol. 516 (1), p. 365-379.

Boitsidis A. J., Gurnell A. M., Scott M., Petts G. E., Armitage P. D. (2006): A decision support system for identifying the habitat quality and rehabilitation potential of urban rivers. *Water and Environment Journal*, vol. 20 (3), p. 130-140.

Гавриловић Љ., Дукић Д. (2002): Реке Србије. Завод за уџбенике, Београд.

Група аутора (1996): Просторни план Републике Србије, Београд.

Directive 2000/60/EC (2000): Water Framework Directive of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000.

Erba S., Buffagni A., Holmes N., O'Hare M., Scarlett P., Stenico A. (2006): Preliminary testing of River Habitat Survey features for the aims of the WFD hydro-morphological assessment: an overview from the STAR Project. *Hydrobiologia*, vol. 566, p. 281-296.

Kamp U., Binder W., Hölzl K. (2007): River habitat monitoring and assessment in Germany. *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 127 (1-3), p. 209-226.

Манојловић П, Мустафић С., Драгићевић С. (2003): Пронос силта у сливу Јерме. *Гласник Српског географског друштва*, 83(2), Београд.

Милановић А., Урошев М., Милијашевић Д. (2006): Примена RHS (River Habitat Survey) метода у сливу Голијске Моравице. *Гласник Српског географског друштва*, 86(2), Београд.

Milanović A., Kovačević- Majkić J., Urošev M. (2008): Application of RHS (River Habitat Survey) method in Serbia. Book of abstracts of Second Congress of Geographers of Bosnia and Herzegovina, Geographical Society of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo, p. 33-34.

Naura M., Robinson M. (1998): Principles of using River Habitat Survey to predict the distribution of aquatic species: an example applied to the native white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 8, p.515-527.

Raven P.J., Holmes N.T.H., Dawson F.H., Everard M. (1998): Quality assessment using River Habitat Survey data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 8, p. 477-499.

Raven P.J., Holmes N.T.H., Naura M., Dawson F.H. (2000): Using river habitat survey for environmental assessment and catchment planning in the U.K. *Hydrobiologia*, vol. 422-423, p. 359-367.

Raven P.J., Holmes N.T.H., Charrier P., Dawson F.H., Naura M., Boon P.J. (2002): Towards a harmonized approach for hydromorphological assessment of rivers in Europe: a qualitative comparison of three survey methods. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 12, p. 405-424.

Raven P., Holmes N., Dawson H., Withrington D. (2005): River Habitat Survey in Slovenia. Environment Agency, UK.

Станковић С. (1997): Долином реке Јерме. *Земља и људи*, свеска 47, Српско географско друштво, Београд.

Szoszkiewicz K., Buffagni A., Davy-Bowker J., Lesny J., Chojnicki B., Zbierska J., Staniszewski R., Zgola T. (2006): Occurrence and variability of River Habitat Survey features across Europe and the consequences for data collection and evaluation. *Hydrobiologia*, vol. 566, p. 267-280.

Урошев М. (2006): Квалитет вода у сливу Голијске Моравице. *Гласник Српског географског друштва*, 86(1), Београд.

Урошев М. (2007): Слив Голијске Моравице- хидролошка анализа, Посебно издање Географског института «Јован Цвијић», САНУ, бр. 69, Београд.