

# ПРИРОДИ БЛИСКА РЕШЕЊА КАО ОДРЖИВЕ МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКИХ РИЗИКА – ПРИМЕР СЛИВА РЕКЕ ТАМНАВЕ

др Јасна Плавшић, редовни професор\*  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

др Ранко Пудар  
Pudar Mitigation Consulting, Inc., САД

др Драгутин Павловић, доцент  
Универзитет у Београду, Грађевински факултет

---

\* [jplavsic@grf.bg.ac.rs](mailto:jplavsic@grf.bg.ac.rs)



## ПРИРОДИ БЛИСКА РЕШЕЊА КАО ОДРЖИВЕ МЕРЕ ЗА СМАЊЕЊЕ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКИХ РИЗИКА – ПРИМЕР СЛИВА РЕКЕ ТАМНАВЕ<sup>1</sup>

**Сажетак:** У раду се даје кратак приказ холистичког приступа смањењу ризика од поплава помоћу природи блиских решења. Овакав приступ узима у обзир не само смањење ризика као основни циљ мера заштите од поплава, већ и друге циљеве заједнице као што су заштита животне средине, добробит и здравље људи и друштвено-економски развој. На примеру слива реке Тамнаве, а као резултат истраживачког рада у међународном пројекту RECONNECT у оквиру H2020 програма ЕУ, приказују се прелиминарни резултати примене овог концепта уз разматрање неколико сценарија могућих мера заштите и користи које оне могу донети у погледу смањења ризика од поплава и унапређења екосистемских услуга на сливу. Приказана методологија укључује новчано вредновање ефеката мера са гледишта смањења ризика (избегнутих штета), као секундарних ефеката, од смањења ерозије додатним пошумљавањем. Ово друго вредновање је такође искоришћено за прелиминарну процену свих релевантних екосистемских услуга на сливу, што указује на вредност природног капитала овог слива. Овакве процене су важне за процес доношења одлука о мерама заштите од поплава.

**Кључне речи:** поплаве, ризик, мере заштите од поплава, природи блиска решења, река Тамнава

### Увод

Катастрофе које изазивају природне непогоде угрожавају милионе људи широм света. Најновије процене (ЕЕА, 2022) показују да укупне штете од хидрометеоролошких непогода у земљама Европске уније у периоду 1980–2020. достижу око 500.000.000.000 и ЕУР, од чега је 60%

<sup>1</sup> Прикупљање података за ово истраживање финансирано је од стране програма Европске уније Horizon 2020 Research and Innovation, под бројем 776866 у оквиру пројекта RECONNECT (Regenerating ECOSystems with Nature-based solutions for hydro-meteorological risk rEduCTion). Рад представља искључиво ставове аутора и Европска унија нема никакву одговорност у погледу било какве употребе информација које су у раду садржане.

последица свега 3% од укупног броја догађаја. Исти извор наводи да број жртава од природних катастрофа за исто подручје и период износи најмање 85.000. Према EM-DAT бази података за период 1980-2021 (EM-DAT, 2022), у штетама од хидрометеоролошких опасности највећи удео од око 45% имају поплаве и клизишта као хидролошки хазарди. Иако се поплаве сврставају у природне катастрофе, не треба занемарити чињеницу да су оне делимично последица и нашег неодрживог развоја. Процеси као што су неконтролисана урбанизација, заузимање речних долина, сеча шума и деградација природе уопште, као и неадекватни просторни и развојни планови, доприносе да последице поплава као природних непогода буду значајно веће него у природним условима. Ови процеси се такође одвијају у светлу евидентног глобалног загревања под утицајем сагоревања фосилних горива, односно климатским променама које укључују и учесталију интензивнију појаву екстремних догађаја (IPCC, 2022).

Мере заштите се традиционално пројектују тако да се испуни само један циљ: да се постигне одређени степен заштите неког подручја (на пример, насипом се брани неко насеље од 100-годишње велике воде). Већина конвенционалних мера, као што су бетонски пропусти, канали или насипи, данас се назива сивом инфраструктуром. Мана сиве инфраструктуре је да захтева одржавање уз високе трошкове, а може да доведе и до деградације локалних екосистема и њихових функција.

Савремене тенденције заговарају примену зелене инфраструктуре и природи блиских решења за заштиту од поплава. Назив „природи блиска решења” (енгл. *nature-based solutions*) је термин који се користи за иновативна решења која се заснивају на природним процесима и екосистемима и од којих се очекује да одговоре на одређене друштвене и еколошке изазове (Ruangran et al., 2020). Европска комисија (European Commission, 2021) даје следећу дефиницију природи блиских решења: „Природна решења за друштвене изазове су решења која су инспирисана природом и које природа нуди, која су економски оправдана и истовремено обезбеђују еколошке, друштвене и економске користи и помажу да се подигне отпорност. Таквим решењима се урбаним и руралним подручјима даје више природних одлика и уводи више природних процеса, а кроз системске интервенције које су прилагођене локалним условима и ефикасно користе ресурсе”.

Природа, поред тога што представља извор хране, воде и других виталних ресурса и доприноси регулацији климе, има капацитет за смањење ризика од поплава, па може да буде извор решења које не

само испуњава циљ смањења тог ризика, већ доноси и друге користи за животну средину и становништво. Мере сврстане у природи блиских решења у већој мери се ослањају на задржавање воде на сливу и на биотехничке мере. На пример, шуме доприносе смањењу ризика од поплава тако што помажу да се смањи количина отицаја и спречавају ерозију, а истовремено повећавају обим станишта, биодиверзитет и побољшавају квалитет ваздуха; речне долине омогућавају изливање и задржавање воде у природним или изграђеним ретензијама, а тиме и мању угроженост низводних, нарочито урбаних подручја.

За свестрано сагледавање ефеката природи блиских решења очигледно је неопходан један шири, интегрални приступ и холистичка перспектива. Неопходан је целовит методолошки оквир за вредновање ефеката различитих врста мера, као и за њихово планирање и пројектовање тако да се минимизују економски и друштвени губици, смање негативни утицаји на животну средину и повећа отпорност на хидрометеоролошке догађаје (Ruangran & Vojinovic, 2021). Такви методолошки оквири морају бити засновани на разматрању екосистема како би се проценили не само примарни ефекти већ и додатни ефекти за животну средину, друштво и економију. Природи блиска решења доприносе вредности екосистемских услуга, тј. функција, што је аргумент за фаворизовање ових мера у односу на традиционалне.

У новије време посвећује се све већа пажња холистичком планирању и управљању ризиком од поплава, у коме се наглашавају еколошке и хумане вредности поред примарног циља смањења ризика (Vojinovic et al., 2016). У литератури се такође уочава повећани интерес за истраживања у области екосистема са различитих аспеката, али и са становишта коришћења и заштите вода и земљишта, квалитета воде и заштите од поплава.

У оквиру пројекта RECONNECT, из програма H2020<sup>2</sup>, развија се један холистички методолошки оквир за вредновање природи блиских решења, који се тестира на различитим системима у којима су примењена (или ће бити примењена) природи блиска решења. Као учесник у пројекту, Грађевински факултет Универзитета у Београду припрема студију изводљивости за примену природи блиских решења за заштиту од поплава на сливу реке Тамнаве. У овом раду биће приказани прелиминарни резултати вредновања планираних мера за заштиту од поплава на овом сливу, које је засновано на вредновању екосистемских услуга.

## Вредновање мера заштите од поплава

### Методологија

Стандардни инжењерски приступ у планирању и пројектовању мера заштите од поплава на неком сливу обично подразумева да се најбоље решење одабере кроз процес поређења добити од примењених мера и трошкова изградње и одржавања. Под добитима од мера се подразумевају штете и губици који су тим мерама избегнути. Када су у питању мере које укључују природи блиска решења, односно зелену инфраструктуру, неопходан је сложенији приступ у коме ће се у обзир узети и додатне користи за екосистеме, животну средину и добробит људи. Тек у скороје време се у литератури описују методолошки оквири за такво свеобухватно вредновање мера за заштиту од речних поплава (Watkin et al., 2019; Giordano et al., 2020; Rodriguez et al., 2021).

У новијим холистичким приступима, вредновање улога и функција екосистема у заштите од поплава на неком сливу у процесу избора најбољег решења треба да има значајну улогу. Екосистемске функције (или улоге) се дефинишу као „користи које људи имају од еколошких система” (МЕА, 2005). Те користи могу бити веома различите, а најчешће се групишу у (Kocian et al., 2012): функције снабдевања (вода за пиће, храна, дрвна грађа, медицински ресурси), регулације (квалитета ваздуха, климе, екстремних догађаја, ерозије итд.), подржавања (биодиверзитета, кружења хранљивих материја, примарне производње итд.) и културе (естетске вредности, културна баштина, рекреација и туризам, образовни карактер итд.).

Општа методологија за оцену ризика од поплава при неком сценарију заштите од поплава, која обухвата вредновање функција екосистема и која је примењена на пилот слив реке Тамнаве, састоји се од неколико главних корака (Пудар, 2021; Пудар и сар., 2021):

1. Дефиниција проблема: подразумева идентификацију угрожености подручја, заинтересованих страна, обухвата и циљева пројекта.
2. Дијагностичка анализа постојећег (или неког другог референтног) стања: у овом кораку одређује се угроженост (плавне површине са дубинама и брзинама воде, као резултат хидролошко-хидрауличког моделирања), идентификују рецептори ризика, процењују директне и индиректне штете од поплава и формира почетна оцена улога екосистема која се најчешће базира на подацима из литературе.

3. **Анализа мера заштите:** успоставља се стратегија заштите од поплава на сливу, бирају се потенцијалне мере и формирају се различити сценарији, односно различите конфигурације система заштите. У овом раду мере су подељене на зелене и сиве, тако да су разматрани сценарији са овим врстама мера, као и комбиновани сиво-зелени сценарио.
4. **Вредновање сценарија заштите:** сценарији се вреднују на основу симулација угрожености и процене штета под претпоставком постојања мера из разматраног сценарија. У овом кораку се такође ажурира вредност функција екосистема за локалне услове. То се може урадити кроз идентификацију конкретне намене земљишта која доприноси смањењу ризика од поплава кроз предвиђене мере заштите, након чега се користи од тих мера користе за ажурирање почетне вредности функција екосистема за ту врсту намене површине.

Методологија која је примењена на пилот слив реке Тамнаве укључује новчано вредновање ефеката мера у погледу два аспекта: смањења штета (ризика) и повећања вредности земљишта са екосистемском улогом у смањењу процеса ерозије.

### ***Слив реке Тамнаве***

Река Тамнава је последња значајна лева притока Колубаре и пружа се у правцу запад–исток у дужини од око 68 км, са сливном површином од 726 км<sup>2</sup> (слика 1). Њена највећа притока је река Уб (дужине 46 км), док је од значаја и притока Грачица, која се у Тамнаву улива у зони града Уба. Остале притоке су у највећем броју бујични водотокови којима се отицај са падина брда на ободу слива Тамнаве дренира ка њеној равnoj долини. Слив Тамнаве је углавном рурална област са око 80% пољопривредног земљишта, док веома мали део слива чине урбане средине концентрисане у Убу и Коцељеви.



Слика 1. Положај слива реке Тамнаве унутар слива реке Колубаре

Поплаве на сливу реке Тамнаве су честе, као и на целом сливу реке Колубаре. Највећа поплава, која је захватила цео регион западног Балкана и која је била последица дуготрајних и обилних падавина, била је у мају 2014. године и донела је огромне штете. Током ове поплаве на Тамнави и на Убу забележени су максимални протоци од  $178 \text{ m}^3/\text{s}$ , односно  $146 \text{ m}^3/\text{s}$ , док су просечни протоци ових река свега око  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Постојећи систем заштите од поплава на сливу Тамнаве састоји се од насипа у насељеним подручјима, који су пројектовани на 50-годишње и 100-годишње велике воде, као и насипа за заштиту од 25-годишњих великих вода у неким пољопривредним зонама. Након поплава из 2014. године урађена је обимна студија унапређења заштите од поплава на сливу Колубаре („Студија Колубара”; УНДП Србија и ЈВП Србијаводе, 2016), која је детаљно анализирала поплавни догађај из 2014. и предложила нове мере заштите за цео слив Колубаре. Предложена је изградња три ретензије у горњим токовима Тамнаве, Уба и Грачице, затим надвишење свих постојећих насипа до 100-годишње велике воде, изградња растеретног канала од Грачице ка реци Уб, као и антиерозиони радови у горњем делу слива. До данас је реализован само растеретни канал, док су пројекти ретензија у изради.

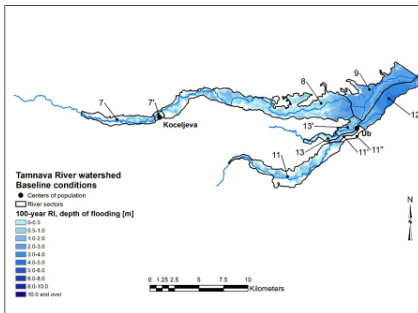
### **Процена штета од поплава за различите сценарије**

Формирано је укупно четири сценарија заштите слива Тамнаве: постојеће стање, будуће стање са сивим мерама, са зеленим мерама и

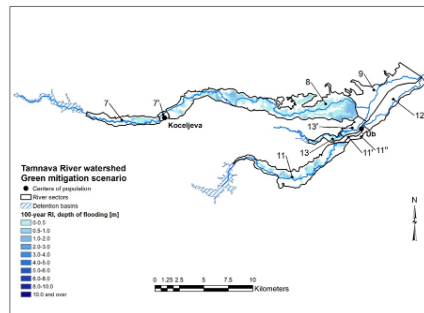


хибридни сценарио са свим планираним мерама. За сваки сценарио урађена је класична анализа угрожености и ризика са проценом укупних штета и проценом избегнутих штета под одређеним сценаријима. Штете су разматране у неколико категорија рецептора ризика: објекти и њихов инвентар, путна инфраструктура, пољопривреда, евакуација становништва и уклањања наноса услед ерозије. Смањење продукције наноса је посебно анализирано због антиерозионих мера, а вредновано је кроз смањење трошкова за багеровање наноса из водотокова након реализације мера у односу на трошкове пре реализације мера.

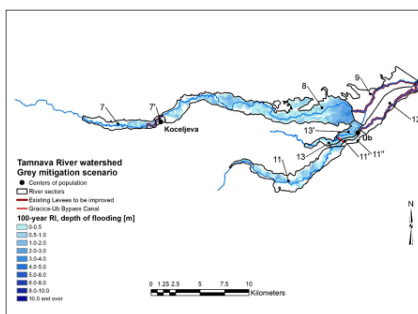
На слици 2 приказана је процена угрожености за 100-годишњу велику воду за све разматране сценарије, где се може видети да ретензије као зелене мере значајно смањују угроженост долина реке Тамнаве и реке Уб.



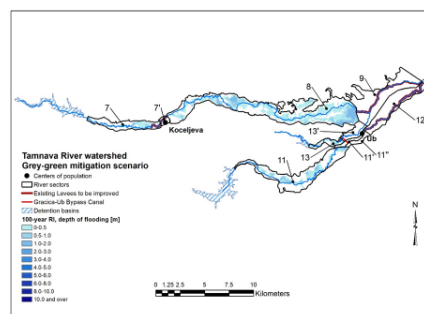
а) Постојеће стање (пре 2014. – референтни сценарио)



б) Зелени сценарио (ретензије и антиерозионе мере)



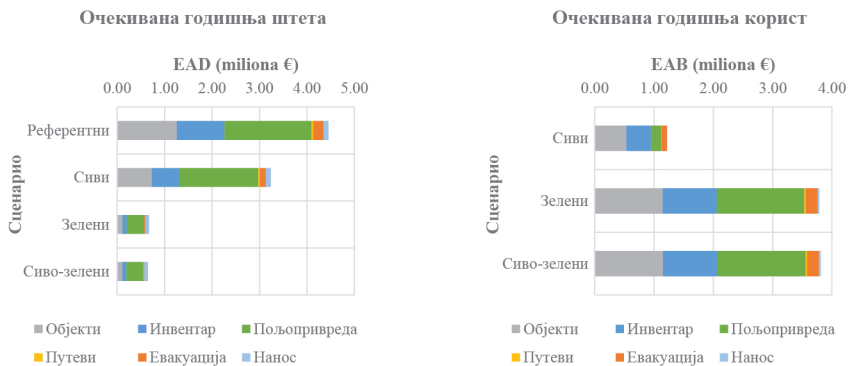
в) Сиви сценарио (надвишења насипа и растеретни канал Грачица–Уб)



г) Сиво-зелени сценарио (све мере)

Слика 2. Карте угрожености од поплава повратног периода 100 година на сливу Тамнаве за различите сценарије мера заштите

Слика 3 приказује свеукупне резултате процене штета (леви дијаграм) и економску корист (десни дијаграм) за различите сценарије и различите категорије рецептора ризика. Економска корист је одређена као уштеда (тј. смањење штете) услед примене заштитних мера у односу на референтно стање. Зелени и хибридни сценарио показују знатно веће ефекте у односу на сиви сценарио, захваљујући томе што планиране ретензије у овим сценаријима имају значајан капацитет за ублажење поплавног таласа. Највећа економска уштеда због примене планираних зелених мера очекује се на објектима и њиховом инвентару и у пољопривредној производњи.



Слика 3. Очекиване годишње штете и користи за различите сценарије мера заштите од поплава на сливу Тамнаве

### Вредновање екосистемских услуга

Вредновање екосистемских услуга је спроведено за најзаступљеније категорије намене земљишта и за одабране услуге које су у вези са планираним мерама заштите од поплава. Табела 1 показује матрицу јединичних вредности (годишње вредности по јединици површине) екосистемских услуга за различите намене земљишта, које су преузете из литературе (ESVD, 2020) за потребе прелиминарних анализа. Табела приказује само релевантне екосистемске услуге, а могла би се проширити и другим екосистемским услугама за свеобухватнију анализу свих аспеката интеракције људи и природе. У досадашњем раду, једина вредност екосистемских услуга која је одређена за специфично слив Тамнаве јесте вредност шума у функцији спречавања ерозије (означене симболом \* у табели 1). Та специфична, локална, вредност ове екосистемске услуге добијена је тако што је анализирано смањење

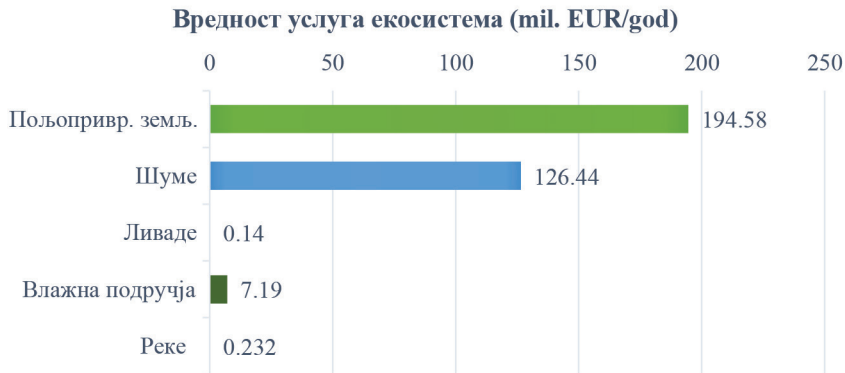
продукције наноса због додатног пошумљавања као предвиђене анти-ерозионе мере у горњем делу слива Тамнаве.

Табела 1. Јединичне вредности (EUR/ha/god) екосистемских услуга за различите намене земљишта усвојене за слив Тамнаве

Услуга екосистема	Пољопривредне површине	Ливаде	Шума	Мокра станишта	Реке
Производња хране	1.4–20.5	–	0.1–16.3	0.3–1255	26.2–46.2
Снабдевање водом	0.1–50.8	–	4732–6001	57.8–5236	86.5–3506
Регулисање климе	95.4–95.4	3.1–16.8	52.2 – 861	2.4–611	35.1–45.5
Заштита од поплава	0.1–3103	–	–	312–10239	9.1 – 1055
Спречавање ерозије	19.8–19.8	–	16.8*	1082–16009	–
Регулисање воде	–	–	11–143.1	96.5–357	51.4–51.4
Биолошка контрола	51.8–51.8	97.8–97.8	32.8–32.8	198–198	–
Квалитет воде	–	7.7–7.7	–	43.6–5922	124.6–2261
Формирање земљишта	19.7–19.7	21.7–21.7	–	–	–
Кружење нутријената	75.7–75.7	–	–	–	–
Очување станишта	–	–	2007–2007	218–2225.6	7.9–63.5
<b>Укупно</b>	<b>264–3436</b>	<b>130–144</b>	<b>6835–9061</b>	<b>2011–42053</b>	<b>341–7028</b>

На основу јединичних цена и укупне површине земљишта различите намене процењена је укупна вредност екосистемских услуга у дијапазону од 111.000.000 до 329.000.000 ЕУР годишње (слика 4). Овако широк распон је последица веома различитих јединичних вредности из литературе, што говори да су потребне даље анализе и других категорија услуга и земљишних покривача како би се дошло

до локалних вредности и на тај начин смањила неизвесност у погледу ових процена.



Слика 4. Вредност екосистемских услуга на сливу реке Тамнаве (прелиминарни резултати)

Напомиње се да приказани резултати представљају само прелиминарне резултате вредновања екосистемских услуга на овом пилот сливу и да се резултати финије анализе очекују у наредном периоду.

## Закључци

Примена природи блиских решења за заштиту од поплава не само да омогућава испуњење примарног циља у смислу постизања одређеног степена заштите и смањења штета од плављења, већ и повећава вредност екосистемских услуга самог слива под утицајем мера. Економско вредновање природи блиских решења за заштиту од поплава је зато неопходно како би се показале и такве додатне користи од ових система. То омогућава да се процени природни капитал разматраног слива, а такво економско сагледавање је корисније у процесу одлучивања и тражења извора финансирања.

У прелиминарним анализама за слив реке Тамнаве процењена је вредност шума у спречавању ерозије као једне од екосистемских услуга на овом сливу. Користећи ту вредност и вредности других екосистемских услуга из литературе, процењена је укупна вредност екосистемских услуга у интервалу од 111.000.000 до 329.000.000 ЕУР годишње. Овај резултат, упркос овако широком распону вредности, даје индикацију о природном капиталу који овај слив поседује.

Даља истраживања треба да развију методологију за процену вредности других екосистемских услуга. Неопходно је развити робусне методологије које су применљиве за сиву, зелену и хибридну заштитну инфраструктуру и друге мере за оцену локалних вредности услуга екосистема.

Веома је важан закључак да вредновање природи блиских решења помаже вредновању екосистемских услуга и обрнуто, што говори о неопходности мултидисциплинарне сарадње како би се сагледале све сложене интеракције у контексту заштите од поплава: заштитне инфраструктуре, људи и животне средине.

## ЛИТЕРАТУРА

- EM-DAT. (2022). CRED / UCLouvain, Brussels, Belgium; [www.emdat.be](http://www.emdat.be) (Accessed 29.3.2022).
- ESVD (2020). Ecosystem Services Valuation Database (ESVD), Ecosystem Partnership; [www.es-partnership.org/esvd](http://www.es-partnership.org/esvd).
- European Commission. (2021). *Evaluating the impact of nature-based solutions: a handbook for practitioners*, Directorate-General for Research and Innovation, Publications Office, 2021, DOI: 10.2777/244577.
- European Environment Agency (EEA). (2022). *Economic losses from weather and climate-related extremes in Europe reached around half a trillion euros over past 40 years*. DOI: 10.2800/530599.
- Giordano, R., Pluchinotta, I., Pagano, A., Scricciu, A., & Nanu, F. (2020). Enhancing nature-based solutions acceptance through stakeholders' engagement in co-benefits identification and trade-offs analysis. *Sci. Tot. Environ.*, 713, 136552, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.136552
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers*. Working Group II contribution to the Sixth Assessment Report of IPCC. WMO and UNEP; <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> (Accessed 29.3.2022)
- Kocian, M., Traughber, B., & Batker, D. (2012). *Valuing Nature's Benefits: An Ecological Economic Assessment of Iowa's Middle Cedar Watershed*. Earth Economics. Tacoma, WA.
- MEA. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC., USA.
- Пудар, Р. (2021). Вредновање обнове речних еколошких система у функцији смањења ризика од поплава. Докторска дисертација, Универзитет у Београду – Грађевински факултет.

- Pudar R., Ivetić M., Plavšić J. (2021). Primer vrednovanja ekosistema u funkciji zaštite od poplava na slivu reke Tamnave. *Vodoprivreda*, 53(311–312), 131–142.
- Pudar R., Plavšić J., Todorović A. (2020). Evaluation of green and grey flood mitigation measures in rural watersheds, *Applied Sciences*, 10(19), 6913; DOI: 10.3390/app10196913.
- Rodriguez, L. F., Zingraff-Hamed, A., Cyffka, B., & Disse, M. (2021). Integrated Valuation of Nature-Based Solutions Using TESSA: Three Floodplain Restoration Studies in the Danube Catchment. *Sustainability*, 13(3), 1482. DOI: 10.3390/su13031482.
- Ruangpan, L., Vojinovic, Z. (2021). A framework for evaluating performance of large-scale nature-based solutions to reduce hydro-meteorological risks and enhance co-benefits. *SimHydro 2021: Models for complex and global water issues – Practices and expectations*, Sophia Antipolis, Nice, France.
- Ruangpan, L., Vojinovic, Z., Di Sabatino, S., Leo, L. S., Capobianco, V., Oen, A. M. P., McClain, M. E., & Lopez-Gunn, E. (2020). Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research area. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20(1), 243–270. DOI: 10.5194/nhess-20-243-2020.
- УНДП Србија и ЈВП „Србијаводе” (2016). Студија унапређења заштите од вода у сливу реке Колубаре. Консултант: Институт „Јарослав Черни”, Београд.
- Vojinovic, Z., Keerakamolchai, W., Weesakul, S., Pudar, R., Medina, N., & Alves, A. (2016). Combining Ecosystem Services with Cost-Benefit Analysis for Selection of Green and Grey Infrastructure for Flood Protection in a Cultural Setting. *Environments*, 4(1), 3. DOI: 10.3390/environments4010003.
- Watkin, L. J., Ruangpan, L., Vojinovic, Z., Weesakul, S., & Torres, A. S. (2019). A framework for assessing benefits of implemented nature-based solutions. *Sustainability*, 11(23): 6788. DOI: 10.3390/su11236788.

## NATURE BASED SOLUTIONS AS THE SUSTAINABLE MEASURES FOR HYDROMETEOROLOGICAL RISK REDUCTION – THE TAMNAVA RIVER CASE STUDY

*Dr Jasna Plavšić, Full Professor*

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

*Dr Ranko Pudar*

Pudar Mitigation Consulting, Inc., Marietta, Georgia, USA

*Dr Dragutin Pavlović, Assistant Professor*

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

### *Summary*

This paper presents briefly a holistic approach to reducing flood risks using the nature-based solutions. This approach takes into account not only the reduced risk as the primary goal of flood mitigation, but also involves other goals such as the protection of the environment, human well-being, socio-economic goals etc. The Tamnava River basin is used as a pilot case to demonstrate the methodology of such an approach, resulting from the work within the RECONNECT project from the EU Horizon 2020 programme. The paper presents preliminary results for the Tamnava River basin by considering several scenarios for flood mitigation measures and potential benefits from these measures in flood risk reduction and in improved ecosystem services in the basin. The methodology includes monetary valuation of the effects of the proposed flood mitigation measures in terms of the avoided damages, as well as of the secondary benefits from the erosion control by additional afforestation. The latter also provides basis for preliminary valuation of all relevant ecosystem services in the basin, thus indicating the value of the basin's natural capital. Such an evaluation is important for the decision-making process on possible flood mitigation strategies.

**Keywords:** *flood risk, flood mitigation, nature-based solutions, Tamnava River.*