

UDK: 556.166+631.41/.42
Оригинални научни рад
DOI: 10.2298/GSF1614103M

УТИЦАЈ ПОПЛАВЕ НА ЗЕМЉИШНА СВОЈСТВА И ЛОКАЛНУ ЗАЈЕДНИЦУ – ПРОУЧАВАНО ПОДРУЧЈЕ ПЛАВНЕ ЗОНЕ РЕКЕ КОЛУБАРЕ

MSc Предраг Миљковић, асистент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет (predrag.miljkovic@sfb.bg.ac.rs)
др Мирјана Тодосијевић, доцент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
др Јелена Белоица, доцент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
др Драган Чакмак, виши научни сарадник, Институт за земљиште
дип.инж. Вукашин Миљановић, асистент, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
др Ратко Кадовић, ред. проф. у пензији, Универзитет у Београду, Шумарски факултет
др Снежана Белановић Симић, ванр. проф., Универзитет у Београду, Шумарски факултет

Извод: Поплаве представљају узрок деградације земљишта, а то води смањењу пољопривредне производње, што је у интеракцији са социо-културним, економским и природним окружењем. Учесталост појава поплава може бити последица синергијског деловања свих фактора, природних и антропогених. Локално становништво у сливу Колубаре је маја 2014. године било изложено катастрофалним поплавама и претрпело велике штете. У раду су анализирани последице тих поплава у плавној зони реке Колубаре и њихов утицај на својства земљишта. Како локално становништво на проучаваном подручју зависи првенствено од пољопривреде, SWOT методом (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats - снаге, слабости, могућности, претње) анализиран је утицај поплава са социо-економског аспекта.

Кључне речи: поплаве, својства земљишта, SWOT, Колубара

УВОД

Земљиште је необновљив природни ресурс, динамичан трофазни систем, и представља природно добро које је кључни елемент за егзистенцију човека. Међутим, пораст броја становника на планети довео је до интензивније пољопривредне производње, при чему су расли притисци на природне ресурсе, а посебно на земљиште. Нерационално коришћење, неадекватне мере управљања, сеча шума, прекомерена испаша, неконтролисана употреба хемикалија у пољопривреди и многе друге антропогене активности утичу на овај практич-

но необновљив ресурс. Квалитет земљишта је предуслов за добар квалитет воде и ваздуха, биодиверзитета, приноса, а тиме и квалитет живота локалног становништва. Стога, земљиште треба да испуни функције, као што су хидролошка, одржива производња биљака и животиња, ретенција загађивача и сталан процес кружења хранљивих материја.

Сваке године природне катастрофе попут поплава, пожара, земљотреса и олујних ветрова угрожавају екосистеме, друштво и привреду. Проблеми поплава су све комплекснији јер

утичу на пољопривреду, примарну привредну грану, преко смањења приноса, процесима контаминације воде и земљишта, смањењем аерације и транспорта нутријената у биљке, промене структуре површинског слоја земљишта и уништавања иригационих система (Lauer, 2008., US EPA, 2012). Према UN статистици, штете настале поплавама се значајно повећавају и све су екстремније у последњих неколико деценија. Око 75% свих природних катастрофа је везано за воду, од чега трећину чине поплаве (Douben, 2006).

У последњих 10 година, у Европи је евидентирано преко 220 великих поплава, више од 1000 жртава, и угрожених људи који премашују 3,5 милиона и са штетом од 50 милијарди долара (EM-DAT/CRED, 2014). У последњих 10 година, према истим изворима, у Србији је евидентирано 11 катастрофалних поплава са више десетина жртава и штетом већом од 2 милијарде долара. У сливу реке Колубаре, на територији општине Обреновац, поплаве су биле честа појава, а након изградње насипа на десној обали Саве, нису евидентирана плављења овог простора њеним изливањима. Међутим, честа плављења Колубаре више пута годишње су настављена на подручју локалитета Пољане на територији општине Обреновац. У сливу Колубаре, стогодишња велика вода угрожава 17000 *ha* најплоднијег земљишта (Dragičević et al., 2007). Плављење у овом делу тока Колубаре је пре свега антропогеног порекла, као последица промене начина коришћења земљишта, урбанизације, активности REIK Колубара, девастације простора и др. Поплава из маја 2014. године, највећа откако постоје мерења, бележи рекорд по броју жртава, укупном броју погођених људи и економским губицима.

Поплаве на екосистем делују и индиректно, у зависности од начина коришћења земљиним и водним ресурсима у сливу, и мера које се примењују након поплава. Учесталост појаве поплава у свету и код нас, без обзира на узрок, резултира деградацијом агроекосистема, шумских екосистема, угрожавањем локалних заједница и њихове имовине, са индиректним последицама попут контаминације површинских и подземних вода, појаве и ширења различитих болести и штеточина, миграције становништва (US EPA, 2012).

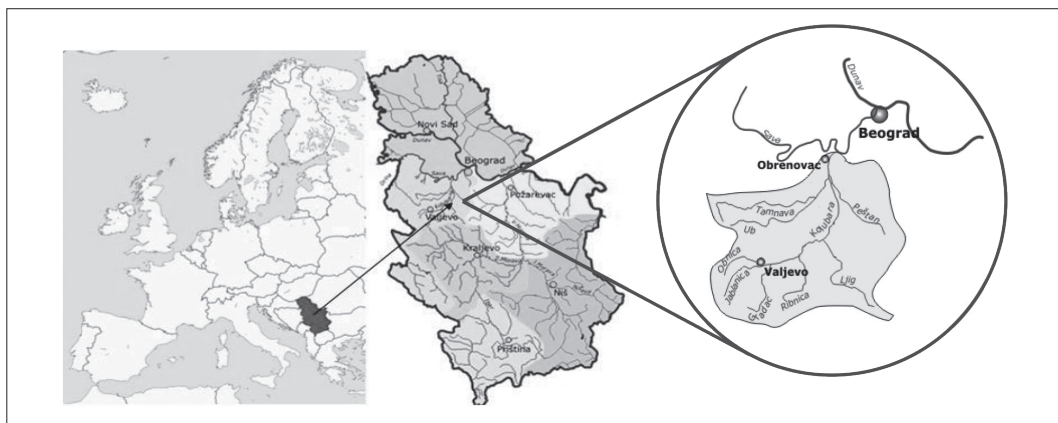
Пољопривредна земљишта су одувек била изложена различитим поремећајима, а поплаве и интензивни пљускови представљају узроке великих губитака површинског слоја земљишта. То представља губитак за пољопривредну производњу, јер управо површински слој земљишта садржи највише органске материје и хранљивих елемената, и генерално је боље структуре (CSIRO, 2011).

Систематско узорковање и анализе земљишта представљају поуздан извор података за мониторинг квалитета земљишта у плавној зони реке Колубаре. Познавање одређених својстава земљишта након поплава је важна смерница за будуће коришћење, што се индиректно одражава на приносе у пољопривреди и на квалитет живота локалног становништва. Циљ овог рада је да се утврди промена земљиних својстава у делу плавне зоне реке Колубаре на територији општине Обреновац, локалитету Пољане, након поплаве у мају 2014. Такође, циљ рада је да се утврди утицај поплава на стање локалне заједнице са еколошког, социјалног и економског аспекта применом SWOT анализе. У том контексту, може се говорити о доминантности друштвене мреже која ће омогућити локалној заједници остваривање сигурних прихода од пољопривреде.

МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Подручје проучавања

Колубара је река у западној Србији, десна притока Саве, и дуга је око 123 *km*. Слив Колубаре се простире на око 3600 *km*² са просечном густином речне мреже од 410 *m/km*². Густина речне мреже зависи у првом реду од литолошког састава, рељефа и падавина, који у сливу Колубаре нису баш повољни за образовање водотокова. Трећина вода Колубарског слива је пореклом из извора, док две трећине чине воде поплавних таласа и бујица (2009а). У сливу је регистрован 121 догађај бујичних поплава (Petrović, 2014). Средњи годишњи проток реке Колубаре на хидролошкој станици Дражевац је око 30 *m*³*s*⁻¹ (RHMZ, 2016). При наглом



Слика 1. Подручје проучавања

отапању снежног покривача и обилнијим пролећним падавинама настају велике поплаве у алувијалним равнинама Колубаре и њених великих притока.

Меандрирање тока Колубаре последица је великог антропогеног утицаја. Индиректни утицаји условљени су бројним активностима у сливу, пре свега промена начина коришћења земљишта, шумљавање или девастација простора, урбанизација, активности РЕИК Колубара, бројни мелиоративни захвати и др. Након изградње насипа на десној обали Саве дуж северне границе општине Обреновац, није више било плавења овог простора (Dragičević et al., 2007). Међутим, на локалитету Пољане, плавења су честа, пре свега, изливањима реке Колубаре, чак и више пута у току године.

На подручју општине Обреновац укупна површина пољопривредног земљишта износи 30 315 ha. Под обрадивим површинама је 28 869 ha, под пашњацима 1214 ha и 232ha под трстичима и барама (2009б).

Методе проучавања

На подручју Пољана узети су узорци земљишта из површинског слоја 0-20 cm, и вршена су проучавања, на делу дужине водотока од 5,817 km. Узорци земљишта узети су на пољопривредним површинама као композитни са 0,2-0,6 ha површине (за припрему једног просечног узорка узимало се 5 појединачних). Узорци

су узети на 20 локација, и то у зони од 100 m и 300 m на левој и десној обали Колубаре.

Лабораторијска испитивања су обухватила одређивање физичких и хемијских својстава проучаваног земљишта по методама JDPZ (1966, 1997). Од физичких својстава земљишта гранулометријски састав је одређен међународном пиропосфатном Б методом. Хемијске анализе обухватиле су: одређивање реакције земљишног раствора електрометријски; садржај хумуса методом Тјурин-а; а укупан садржај азота методом Kjeldahl-а; лакоприступачни калијум методом пламене фотометрије; а лакоприступачни фосфор методом спектрофотометрије.

За одређивање статистичких значајности међу варијаблама коришћена је анализа варијансе (ANOVA) помоћу STATGRAPHIC Centurion XV.1 програма.

SWOT методом анализиран је утицај поплава на стање локалне заједнице са социо-економског аспекта. SWOT анализа је маркетиншко-стратегијски инструмент који испитује снаге/слабости привредне делатности, наспрам могућности/претњи из окружења. Представља аналитичко средство којим се прави почетни корак у дефинисању постојеће и жељене позиције на тржишту, односно усмерава менаџмент произвођача ка путу успешног пословања у будућности. Снаге су представљене најјачим адутима и потенцијалима, док су слабости интерни недостаци који коче развој и успоравају инфилтрацију у околину. На ове две категорије (снага и слабост) је могуће утицати

јер су последица интерних фактора огледних пољопривредних површина, док могућности и претње указују на екстерне факторе које је тешко контролисати. Наиме, могућности указују на потенцијале које се могу искористити из спољашње средине (околине), док претња представља све оне опасности које могу утицати на раст и развој предузећа, као и опстанак на тржишту. Снаге и слабости се третирају кроз призму садашњости утемељене на прошлим пословним операцијама, док могућности и опасности представљају будућност. Контролисати и искористити екстерне факторе значи савладати препреке на путу ка успешном привређивању.

Подаци о структури локалног становништва узети су из Пописа 2011. године (2012а).

РЕЗУЛТАТИ

Физичка и хемијска својства земљишта

На основу података о анализама механичког састава земљишта за слој 0-20 *cm*, проучавана земљишта према текстурном троуглу по Attebergu, припадају текстурној класи глина. У табели 1 приказане су просечне вредности основних физичких и хемијских својстава проучаваног подручја пре и после поплава.

Учешће фракције песка на профилима проучаваног подручја се не разликује много у периоду пре и после поплава. Вредности се крећу између 15,1-31,9%, са просеком око 19%. Удео фракције праха у периоду пре поплава има вредности око просека 29,71%, док се после поплава вредности крећу и до 46,9% са просеком 38,40%. Што се тиче садржаја глине, вредности се смањују, са просечних 50,91% пре поплава, на 41,96% после поплава (табела 1).

Једна од најважнијих особина земљишта је његова хемијска реакција. Киселост земљишта утиче на приступачност хранљивих састојака у земљишту, самим тим на раст и развој биљака, али и на хемијске, физичке и биолошке особине земљишта. Реакција земљишног раствора је у 2013. години била између 6,1 и 7,1 (слабо кисела до слабо алкална), са просечном вредношћу 6,81 (табела 1), док 2014.године након мајских поплава рН вредност расте и вредности се крећу од 7,3-8,0 (слабо алкална до алкална) са просечном вредношћу од 7,74.

Садржај хумуса у земљишту је један од основних показатеља производне способности земљишта. Према садржају хумуса сва земљишта припадају групи слабо до средње обезбеђених, пре и након поплава. Вредности су нешто ниже након поплава, и крећу се просечно око 3,27%.

Важну улогу у земљишту има и садржај азота, који је у земљишту највећим делом везан за хумусна и друга органска једињења. Просечне вредности азота пре поплава падају са 0,24% на 0,19% после поплава. Однос C/N се креће између 9,1 и 9,8, и нема значајних промена након поплава, при чему је тај однос повољан и карактеристичан за алувијална земљишта (*Jekić, 1974*).

Вредности приступачног фосфора су се повећале и након поплава просечна вредност износи 13,14mg/100g земљишта, а на неким профилима, вредности прелазе и 30 mg/100g земљишта.

Садржај приступачног калијума је у границама високе обезбеђености земљишта овим елементом, при чему су се просечне вредности незнатно смањиле после поплава.

На нивоу значајности од 95% утврђено је да ли постоји значајна разлика пре и после поплава, а резултати анализе варијансе су дати у табели 2.

Табела 1. Основна физичка и хемијска својства проучаваног подручја пре и после поплава

	Песак	Прах	Глина	рН	Хумус	С	Н	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%				%		mg/100g		
2013	19,37	29,71	50,91	6,81	3,93	2,29	0,24	5,56	27,14
2014	19,64	38,40	41,96	7,74	3,27	1,90	0,19	13,14	26,34

Табела 2. Анализа варијансе основних физичких и хемијских параметара земљишта

$\alpha=0,05$	Песак	Прах	Глина	рН	Хумус	С	Н	П ₂ О ₅	К ₂ О
	%							mg/100g	
F-value	0,01	14,03	5,56	20,67	3,33	3,36	4,02	3,00	0,01
p-value	0,928 ^{ns}	0,0028*	0,036*	0,0007*	0,093 ^{ns}	0,092 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,109 ^{ns}	0,908 ^{ns}

^{ns} Не постоји статистички значајна разлика средњих вредности

* Постоји статистички значајна разлика средњих вредности

Структура локалног становништва

Општина Обреновац заузима површину од око 41100 *ha*, од чега пољопривредна земљишта заузимају око 75% укупне површине (RZS, 2010). На подручју општине живи око 72700 становника (2012a). Према Попису из 2002. (RZS, 2005), на простору општине је евидентирано 7340 пољопривредног становништва што је 10,3% од укупног у општини Обреновац. Од тога око 4850 становника се активно бави пољопривредом, односно 14,8% од укупно активног становништва. Према Попису пољопривреде из 2012. године (RZS, 2015), регистровано је 5536 пољопривредних газдинстава.

SWOT анализа проучаваног подручја

Поплаве из маја 2014. године у сливу Колубаре су утицале на све аспекте живота локалних заједница, од економије, уништене инфраструктуре, уништених домаћинстава, здравља и живота великог броја људи. Процењено је да је 90% површине града било потопљено. Евидентирана је штета на преко 4000 индивидуалних породичних стамбених објеката и преко 2000 објеката колективног становања и пословних простора. У пољопривредним домаћинствима, штете је претпело 3774 домаћинства (2014a).

SWOT анализом слива Колубаре, представљен је напредак и предност овог краја, као и

Табела 3. SWOT анализа проучаваног подручја

Strengths (Снаге)	Weakness (Слабости)
Погодан положај и близина већих градова Плодно земљиште и високи приноси Привлачни предели и пејсажи Богато културно наслеђе и биодиверзитет Здрав живот	Неадекватна обрада и губитак плодног земљишта у неким деловима слива Лоша мрежа путева Лоша сарадња локалне самоуправе и државе Висок ниво улагања у обнову Неразвијен туризам Ниска запосленост и лоша тржишна политика државе
Opportunities (Могућности)	Threats (Претње)
Развој инфраструктуре, тржишта и речног транспорта Развој сеоског туризма и руралног предела Очување културног наслеђа и биодиверзитета Развој локалних заједница и сигурнији приходи од пољопривреде Развој мреже пољопривредника и укрупњавање поседа Повећање запослености и квалитет живота	Ризик од поплава и ерозиони процеси у сливу Загађење подземних вода Губитак природних предела и станишта Недостатак знања и стручности

могуће претње и недостаци након катастрофалних поплава. У табели 3, дати су елементи анализе.

ДИСКУСИЈА

Земљиште представља динамичан систем у којем је неорходно одржати равнотежу физичких, хемијских и биолошких компоненти. Земљиште је осетљиво на поремећаје током времена, који су изазвани различитим факторима, и све је чешћа појава поремећаја земљишта временским екстремима.

Штете узроковане екстремним временским непогодама, међу којима су поплаве у првој категорији показују брзи растући тренд, на нивоу Европе и глобално, и много већи тренд у поређењу са економским растом или растом популације (*Kundzewicz et al., 2010*). Узроци могу бити различити, од варијабилности климатских параметара, преко повећања насељености плавних подручја, или промене у начину коришћења земљишта и вегетације, али и синергијски утицај свих чинилаца заједно (*Eakin, Appendini, 2008*).

Последице поплава на пољопривредним земљиштима могу бити смањени приноси услед промена својстава земљишта након поплава али и карактеристика усева. Губитак жетве може бити потпун или делимичан, што зависи и од деградационе природе поплава. Међутим, поплаве имају важну улогу у одржавању екосистемских функција влажних станишта, јер повезују реку са окружењем, транспортују нанос и нутријенте, обезбеђују систем подземних вода (2015a).

Анализе проучаваног земљишта након мајских поплава 2014. године показују повећање садржаја песка, праха, рН вредности и садржаја фосфора.

У површинском слоју проучаваних земљишта, на нивоу значајности од 95% постоји статистички значајна разлика између средњих вредности фракције праха пре и након поплава, (табела 2). Повећање садржаја праха, у свим профилима, је последица финих честица које доминирају у суспендованом наносу (*Beaulac et al., 2013*) и таложења ове фракције,

на месту где транспортна моћ поплавног таласа опада. Статистички значајна разлика постоји и у садржају фракције глине, што може бити резултат повлачења воде са плавног подручја, која са собом повлачи и транспортује честице глине (*Kirk, 2004*).

Резултати из табеле 1, показују повећање просечне рН вредности проучаваног земљишта за 0,93 рН - јединице. Како се наводи у литератури (*Reetz, 2002*), рН вредност након поплава ће се приближити вредностима неутралне реакције. Тако ће се рН вредност земљишта алкалне реакције смањити, а рН вредност киселих земљишта повећати, што показују и резултати истраживања на проучаваном подручју. Промене рН вредности након поплава могу трајати и по неколико недеља, у зависности од типа земљишта, садржаја органске материје, микроорганизама, температуре и других својстава земљишта. На проучаваном подручју, повећање рН вредности после поплаве може бити последица анаеробних услова и одсуства фулво и хуминских киселина које се јављају у процесу разлагања органске материје (*Kirk, 2004., Beaulac et al., 2013*).

Садржај органске материје се смањео након поплава и износи просечно 3,27% и проучавано земљиште припада групи средње обезбеђених. Према (*Knežević, Košanin 2007*), садржај хумуса у пољопривредним земљиштима је 2-4%. Током повлачења воде са плављеног подручја, органска материја у површинском слоју се транспортује водом, што узрокује смањење органске материје а самим тим и концентрације органског угљеника (*Beaulac et al., 2013*).

Садржај органског угљеника се смањео у периоду после поплава за 17%. Генерално, земљишта која нису под утицајем честог плављења, имају веће концентрације органског угљеника, у поређењу са плављеним подручјем. Поред тога, fine честице глине задржавају више органских честица од крупнијих фракција, при чему у површинском слоју земљишта, који представља активну зону таложења наноса, са ниским садржајем глине може бити и низак садржај органског угљеника. У случају повећаног садржаја глине у проучаваном подручју, садржај угљеника би био већи, услед формирања органско-глиновитих једињења који повећавају

ретенцију финих органских честица у површинском слоју земљишта (*Beaulac et al., 2013*).

Садржај азота у земљишту је нижи након поплава. Губитак азота може бити последица растварања нитрата у води и денитрификације услед анаеробних услова током поплавног периода (*Kalshetty et al., 2012*).

Садржај приступачног фосфора се повећао након поплава што може бити последица растварања фосфатних једињења у води (*Reetz, 2002*) који се транспортују површинским отицајем у водне токове (*USGS, 2014*). Различити садржаји фосфата могу се наћи у срединама широког опсега рН вредности, како наводе (*McDowell et al., 2001*) и за већину земљишта, повећањем рН вредности, растворљивост адсорбованих фосфата се значајно повећава (*Haynes, 1982*). Резултати проучавања указују на то да повећање рН вредности утиче повољно на доступност и повећање фосфора након поплава. Повећање концентрације фосфора се може наћи на било ком пољопривредном земљишту где долази до плављења или дужег периода сатурације земљишта (*Reetz, 2002*).

Промена садржаја приступачног калијума није статистички значајна и мања је у просеку за 3% у односу на период пре поплава, и плављење није имало директног утицаја на смањење концентрације калијума.

Утицај поплава на локалну заједницу се може дефинисати као све промене и последице које се одражавају на човека као појединца и заједнице, а који је у интеракцији са друштвено-културним, економским и природним окружењем (*EA, 2006*).

Стање земљишта и ситуација у сливу директно утичу на квалитет живота локалног становништва.

Ако узмемо у обзир да је трећина становништва сконцентрисана у самом граду Обреновцу, може се закључити да је основни извор прихода локалне заједнице у зони тока реке Колубаре, управо пољопривредна производња. Већину пољопривредног становништва у индивидуалној производњи чини старо становништво, минималног капитала и радне снаге. Пољопривредници се са малим поседима не могу укључити у модерну пољопривреду, тако да су углавном оријентисани на повртарство,

ратарство, сточарство и воћарство, традиционалног приступа, око реке Колубаре и њених притока (2009б) те је стога врло битна компонента управо заштита усева од поплава.

Квалитетно пољопривредно земљиште се треба очувати, пре свега заштитом од неконтролисаних употребе вештачких ђубрива, укрупњавањем поседа, одржавањем постојећих канала за одводњавање и адекватном заштитом од поплава. Уређење Колубаре и њених бујичних водотокова, треба изводити у целом сливу, аутохтоним врстама и еколошки прихватљивим материјалима.

SWOT анализом (табела 3) су јасно дефинисани сви постојећи и потенцијални елементи који се могу искористити у циљу развоја проучаваног подручја. Због својих специфичности, подручје Обреновца је са аспекта развоја веома интересантно. Предност овог краја свакако представља добар положај, близина већих градских насеља, као и плодно земљиште. Развој овог краја треба усмерити ка побољшању саобраћајне инфраструктуре, као и пропагирању здраве животне средине кроз развој руралног туризма и органске производње. У том смислу, потребно је сва будућа развојна решења усмерити у правцу атрактивности руралног дела општине, како за насељавање, тако и за сеоски, агро и културни туризам, те је врло значајно урадити валоризацију туристичког потенцијала, посебно у деловима око река, и обучити локално становништво за рад у туризму. Активирањем пристаништа дуж реке Саве, отвориле би се нове могућности, попут великог броја радних места, у комерцијалном, услужном и спортском садржају. Поред тога, треба радити на очувању еколошког карактера подручја и наглашавању природних предела. Тако би екологија и амбијент били основни критеријуми за дефинисање будућих планских и развојних решења овог подручја.

ЗАКЉУЧЦИ

Природа поплава је таква да представља велики еколошки проблем који је немогуће спречити. Човек треба да уочи факторе који имају утицај на учесталост појаве поплава, и у

одређеним границама их контролисати. Такође, треба да посматра себе као део тог система.

У светској литератури је указано на учесталију појаву поплава. Штете се процењују на милијарде долара и хиљаде изгубљених живота. Несагледиве последице се осећају и много касније, и утичу на економију, успоравајући је, али и на културу и квалитет живота локалних заједница или целе државе. Поплава у сливу реке Колубаре, маја 2014. године, највећа у Србији откако постоје мерења, рекордна је по броју жртава, укупном броју људи који су претпели штете и економским губицима.

Резултати рада показују да се физичка и хемијска својства нису значајно променила са аспекта продуктивности земљишта, али да код одређених својстава постоји статистички значајна разлика. Промене у садржају праха, глине можемо повезати са режимом плављења и повлачења воде са плавног подручја, као и процесима који се одвијају у земљишту у анаеробним условима. У истим условима, значајна је промена и реакције земљишта. Зато је неопходно успоставити стални мониторинг на пољопривредним земљиштима за боље будуће управљање и потенцијално високе приносе.

На основу структуре становништва, може се закључити да у плавној зони реке Колубаре,

основни извор прихода представља пољопривредна производња, те да локална заједница првенствено зависи од приноса. Честа плављења, неадекватна заштита од поплава у сливу као и лоша сарадња локалне самоуправе и државе, често резултирају великим губицима приноса, плодног земљишта и успореним руралним развојем овог подручја. SWOT анализом, представљени су основни елементи овог подручја, па се у том смислу може говорити о друштвено-економској и еколошкој мрежи која ће омогућити локалној заједници остваривање сигурнијих прихода од пољопривреде и велики потенцијални развој туризма руралног дела општине.

Напомена: Овај рад је реализован као део истраживања два пројекта: "Мониторинг земљишта – рецентно стање квалитета земљишта у плавним зонама реке Колубаре" који је финансирало ЈП за заштиту и унпаређење животне средине на територији градске општине Обреновац, и "Истраживање климатских промена и њихов утицај на животну средину: праћење утицаја, адаптација и ублажавање" (43007) које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије за период 2011-2016. године.

FLOOD IMPACT ON SOIL PROPERTIES AND THE LOCAL COMMUNITY – STUDY AREA OF THE KOLUBARA RIVER FLOOD ZONE

M.Sc. Predrag Miljkovic, Assistant, University of Belgrade, Faculty of Forestry, (predrag.miljkovic@sfb.bg.ac.rs)

Dr. Mirjana Todosijević, docent, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr. Jelena Beloica, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr. Dragan Čakmak, Senior Research Fellow, Institute for land

Sc. ing Vukašin Milčanović, Assistant, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr. Ratko Kadović, professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Dr. Snežana Belanović Simić, professor, University of Belgrade, Faculty of Forestry

Abstract: Floods cause soil degradation, leading to a reduction in agricultural production, which interacts with the socio-cultural, economic and natural environment. The frequency of flood events may be due to synergistic actions of all factors both natural and anthropogenic. Local community in the river Kolubara catchment was exposed to the catastrophic flood in May 2014. and suffered a lot of damage. This paper analyzes the consequences of these floods in the flood zone of the Kolubara River as well as their impact on soil properties. Since the local community in study area depends primarily on agriculture, the impact of flood from socio-economic aspect was analyzed using the SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) method.

Key words: floods, soil properties, SWOT, the Kolubara

INTRODUCTION

Soil is a non-renewable natural resource, three-phased dynamic system and an essential element of human existence. However, population growth on the planet has led to intensive agricultural production, with increasing pressures on natural resources, especially soil. Irrational use, inadequate management practices, deforestation, excessive grazing, uncontrolled use of chemicals in agriculture and many other human activities affect this practically non-renewable resource. Soil quality is a prerequisite for a good quality of air and water, biodiversity, yield, and thus the life quality of local communities. Therefore, soil needs to fulfill its functions such as hydrology, sustainable production of plants and animals, retention of pollutants and a constant nutrient cycle.

Natural disasters such as floods, fires, earthquakes and windstorms endanger the economy, society and ecosystems every year. Problems of floods are more complex because they affect agriculture, the primary economic sector, by reducing yield, due to contamination of water and soil, reducing aeration and transport of nutrients in plants, changes in the structure of the topsoil layer and destruction of irrigation systems (Lauer, 2008., US EPA, 2012). According to the UN, damage caused by floods increases significantly and is more extreme in the last few decades. Water-related disasters account for 75% of all natural disasters, and one third of all water-related disasters are floods (Douben, 2006).

In the last 10 years, in Europe, over 220 great floods have been recorded, with over 1000 people killed, 3,5 million of affected people and more than \$50 billions damage caused (EM-DAT/CRED, 2014). For the last 10 years, according to the same source, Serbia was affected by 11 disastrous floods with dozens of killed and damage greater than 2 billion dollars. In the Kolubara River catchment, the municipality of Obrenovac, floods were frequent, until an embankment was built on the right bank of the Sava River. However, frequent Kolubara River outflows continued to happen several times a year, in the area of Poljane. In the Kolubara catchment, centennial waters affect 17000 ha of the most productive land (Dragičević et al., 2007). Floods in this part of the Kolubara flow are primarily anthropogenic, as a

result of land use changes, urbanization, REIK Kolubara activities, environmental devastation, etc. Since records began, the flood in May 2014 was the most disastrous one, by the number of killed people, the numbers of total affected people and economic damage costs.

Floods indirectly have an influence on the ecosystem, depending on the use of water and soil resources and applied management measures after the flood and achieved results. An increasing trend in the number of flood events all over the world results in degradation of agroecosystems, forest ecosystems, endangering local communities and their property, with indirect consequences such as contamination of surface water and groundwater, the emergence and spread of diseases and pests (US EPA, 2012).

Agricultural soils have always been exposed to a variety of disturbances. Floods and heavy rains are the main causes of topsoil loss, which always leads to a loss of agricultural productivity, as topsoil is the part of the soil horizon with higher levels of organic matter and nutrients and generally better structure (CSIRO, 2011).

Systematic soil sampling and analysis represents a reliable data source for soil quality monitoring in the inundation zone of the Kolubara River. Knowing the specific soil properties after a flood may be an important guideline for future use, which indirectly affects the yields and the quality of life of the local community. The aim of this study is to determine the changes of soil properties in the flood zone of the Kolubara River, in the Poljane locality, after the flood in May 2014. Furthermore, the aim is to determine the influence of flood on the state of local community from the environmental, social and economic point of view by SWOT analysis. In that context, the prevalence of social networks that will enable secure agricultural income to the local community can be discussed.

MATERIAL AND METHODS

Area of investigation

The Kolubara is a 123km-long river in western Serbia, left bank tributary of the Sava River (Fig-

ure 1). The Kolubara catchment covers about 3600km^2 , with an average drainage density of $410\text{m}/\text{km}^2$. Drainage density, primarily depends on the lithologic composition, relief and precipitation, which in the Kolubara basin are not very favorable for the forming of watercourses. A third of the waters of the Kolubara catchment originates from the wellsprings, while two thirds are flood waters and torrents (2009a). There had been 121 torrential flood events registered in the catchment (Petrović, 2014). The mean annual flow of the Kolubara River at the hydrologic station Draževac is $30\text{m}^3\text{s}^{-1}$ (RHMZ, 2016). In spring, snow melting and abundant rains create massive floods in the alluvial plains of the Kolubara and its major tributaries.

Meandering flow of the Kolubara is a consequence due to a large human influence. Indirect impacts are determined by numerous activities in the catchment, primarily in land use changes, both afforestation and devastation, urbanization, REIK Kolubara activities, numerous ameliorative works, etc. After the embankment construction on the right bank of the Sava River along the northern border of the municipality of Obrenovac, there was no more flooding of this area (Dragičević et al., 2007). However, in the locality Poljane, flooding is common, by the Kolubara River overflowing, even several times a year.

In the area of Obrenovac municipality agriculture covers $30\,315\text{ha}$. Arable land covers $28\,869\text{ha}$, pastures 1214ha and swamps and marshes 232ha (2009b).

Methods

In the Poljane locality, soil samples were taken from the topsoil layer of $0\text{-}20\text{cm}$, and the study was carried out on a $5,817\text{km}$ -long section along the watercourse. Soil samples were taken on agricultural land as composite (for preparing one average sample, five subsamples were taken) in the area of $0,2\text{-}0,6\text{ha}$, from 20 locations, in the zone of 100m and 300m both on the left and right bank of the Kolubara.

Laboratory tests included determination of physical and chemical properties of the studied soil samples by JDPZ methods (1966, 1997). Physical properties of soil included particle size determination by the International pipette method. Chemical analysis included: determining the reaction of the soil solution by an electrometric method; humus and organic carbon content by the Tjurin method; and total nitrogen content by the Kjeldahl method; available potassium is determined by flame photometry and available phosphorus by spectrophotometry.

Statistical significance between variables was determined using Analysis of Variance (ANOVA) with STATGRAPHICS Centurion program.

The SWOT method was used to analyze the impact of floods on the state of the local communities from socio-economic aspects. SWOT analysis is a marketing and strategic instrument that examines the strength/weakness of economic activity, compared to opportunities/threats from the environment. It represents the analytical in-

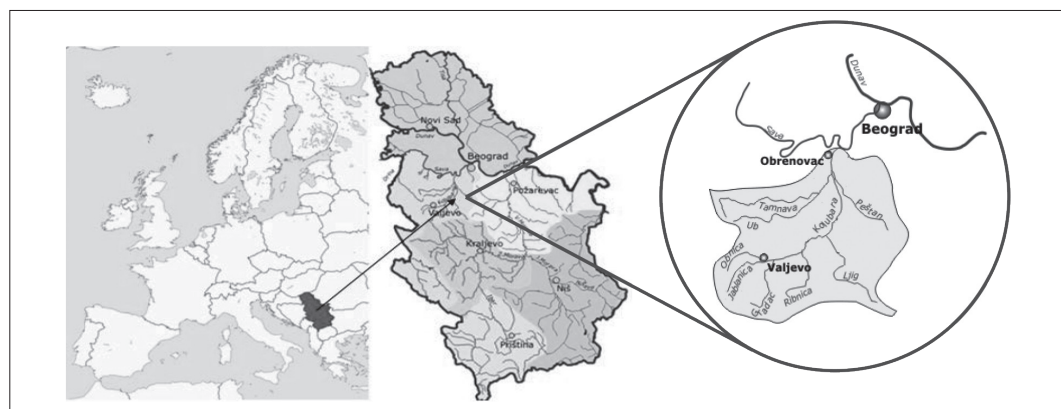


Figure 1. The study area

strument which makes the first step in defining current and desired market position, and focus of manufacturer management towards successful business in the future. The forces are represented by the strongest trumps and potentials, while weaknesses are internal shortcomings that hamper development and slow infiltration into the environment. On these two categories (strength and weakness) can be affected because they are the result of internal factors of the experimental agricultural area, while opportunities and threats point to external factors that are difficult to control. The possibilities point to the potential that can be exploited from the environment while the threat is all the hazards that can affect the companies' growth and development, and survival in the market. Strengths and weaknesses are treated through the present prism based on past business operations, while opportunities and threats represent future. To control and to take advantage of external factors means to overcome obstacles on the way to a successful economy.

The data of local community structure were taken from the Census of population 2011 (2012a).

RESULTS

Physical and chemical soil properties

Based on data analysis for mechanical composition of topsoil layer 0-20cm, studied soil profiles belong to textural class *clay*, according to Atterberg's triangle classification. Table 1 shows the average values of the basic physical and chemical soil properties before and after the flood.

Contribution of sand fraction in all profiles of the study area is not very different in the period before and after the flood. Values are between 15,1-31,9%, with an average of about 19%. The

values of the silt fraction before the flood are around 29,71%, while in the period after flood values are up to 46,9%, with an average 38,40%. As for the content of clay, the values are reduced from an average of 50,91% before the flood, to 41,96% after the flood (Table 1).

One of the most important properties of the soil is its reaction. Soil acidity affects the availability of nutrients in soil, hence the growth and development of plants, but also the chemical, physical and biological properties. The reaction of the soil solution in 2013. was between 6,1 and 7,1 (slightly acid to slightly alkaline), with an average value of 6,81 (Table 1), while after the flood in May 2014, pH value increased and the values ranged from 7,3 to 8,0 (slightly alkaline to alkaline) with an average of 7,74.

Humus content in the soil is one of the main indicators of soil production capacity. According to humus content, all soils of the study area were in the range of low to moderate supply, both before and after the floods. Values are slightly lower after the floods, with an average 3,27%.

Total nitrogen content has an important role in soil, which is mostly bound to humus and other organic compounds. The average values of nitrogen decreased from 0,24% before the flood to 0,19% after the flood. Soil C/N ratio ranges between 9,1 and 9,8 with no significant changes after floods, whereby this ratio is favorable and is typical for alluvial soils (*Jekić, 1974*).

Available phosphorus increased after floods with an average 13,14 mg P₂O₅ 100g⁻¹ soil and in some profiles, values exceeding 30mg P₂O₅ 100g⁻¹.

The available potassium content is in the range of high supply of soil, whereby the average value decreased slightly after the flood.

Analysis of variance for the basic physical and chemical soil properties is shown in Table 2. The significance level of 95% found that there is a significant difference before and after the flood.

Table 1. Basic physical and chemical soil properties before and after the flood

	Sand	Silt	Clay	pH	Humus	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%				%		mg/100g		
2013	19.37	29.71	50.91	6.81	3.93	2.29	0.24	5.56	27.14
2014	19.64	38.40	41.96	7.74	3.27	1.90	0.19	13.14	26.34

Table 2. Analysis of variance of basic physical and chemical soil properties

$\alpha=0,05$	Sand	Silt	Clay	pH	Humus	C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	%							mg/100g	
F-value	0,01	14,03	5,56	20,67	3,33	3,36	4,02	3,00	0,01
p-value	0,928 ^{ns}	0,0028*	0,036*	0,0007*	0,093 ^{ns}	0,092 ^{ns}	0,068 ^{ns}	0,109 ^{ns}	0,908 ^{ns}

^{ns} Not significant

* Statistically significant difference between means

Local population structure

The municipality of Obrenovac covers an area of 41100 *ha*, of which agricultural land covers about 75% of the total area (RZS, 2010). The Obrenovac municipality has a population of about 72700 (2012a). According to Census from 2002 (RZS, 2005), agricultural population of around 7340 has been registered which is 10,3% of the total population in the municipality of Obrenovac. A total of 4850 inhabitants are actively engaged in agriculture, which is 14,8% of the total economically active population. According to the census in 2012 (RZS, 2015), there were 5536 farms.

SWOT analysis of the study area

The flood from May 2014 in the Kolubara River catchment affected all the aspects of local community life, from economy, devastated infrastructure, damaged households, health and life safety. It is estimated that 90% of the city area was flooded. The damage was evidenced to over 4000 individual, family houses and over 2000 apartment buildings and commercial spaces. In agriculture, the damage was evidenced to 3774 households (2014a).

SWOT analysis in the Kolubara River catchment presented the development and advantages

Table 3. SWOT analysis of study area

Strengths	Weakness
Favorable location and major cities nearness Fertile soils and high yields Attractive landscape and region Rich cultural heritage and biodiversity Healthy life	Inadequate cultivation and fertile soil loss in some parts of the catchment Bad road network Poor cooperation between local governments and the state High level of reconstruction investment Underdeveloped tourism Low employment and poor market policy of the state
Opportunities	Threats
Market, infrastructure and river transport development Development of rural landscapes and tourism Preservation of cultural heritage and biodiversity Development of local communities and secure agricultural income Developing a network of farmers and land consolidation Increased employment and life quality	Flood risk and erosion in catchment Groundwater pollution Loss of natural landscapes and habitats Lack of knowledge and expertise

of the study area, as well as possible threats and disadvantages after the catastrophic floods. In Table 3, the elements of the analysis are provided.

DISCUSSION

Soil represents a dynamic system in which it is necessary to maintain a balance of physical, chemical and biological components. Soil is sensitive to disturbances over time, which are caused by a variety of factors, and disruptions are more common by extreme weather.

Damage caused by extreme weather, including floods which are in the major category, show a rapidly growing trend, in Europe and globally, and even much larger trend in comparison with economic or population growth (Kundzewicz *et al.*, 2010). The causes may be different, from climate parameter variability and floodplain settlements, to changes in land use and vegetation, or even a synergistic effect of all factors together (Eakin, Appendini, 2008).

The effects of floods on agricultural land are reflected in a reduced yield due to changes of soil properties after the flood, but also crop properties. The harvest loss may be partly or complete, depending on the degradation nature of floods. However, beside its natural degrading effects, floods play an important role in maintaining ecosystem functions of wetlands, since they connect the river with the environment, transport sediment and nutrients, providing the groundwater system (2015a).

Analyses of the study area after the floods in May 2014 show an increase in the content of sand, silt, pH and phosphorus content.

In the topsoil layer of study area, at a significance level of 95% there is a statistically significant difference between the mean values of the silt fraction before and after the floods (Table 2). Increasing the silt content in all profiles is due to fine particles that dominate in suspended sediment (Beaulac *et al.*, 2013) and its deposition in the place where the transport energy and velocity of flood wave decreases. There is statistical significance in clay content, which can be a result of the withdrawal of water from the flooded area,

which also entails the transport of clay particles downward (Kirk, 2004).

Results in Table 1 show an increase in the average pH value of the study area by 0,93 pH units. According to the literature (Reetz, 2002), after the floods, the pH value will reach a neutral level. Thus, the pH of alkaline soils will decrease and the pH of acid soil will increase, as are the research results in the study area. A change in pH after floods can last for several weeks, depending on the type of soil, organic matter content, microorganisms, temperature and other soil properties. In the study area, the increase in pH after floods can be the result of anaerobic conditions and the absence of fulvic and humic acids that occur due to organic matter decomposition (Kirk, 2004., Beaulac *et al.*, 2013).

Organic matter content was slightly decreased after the floods with an average value of 3,27%, thus the study area belongs to a range of moderate supply. According to (Knezević, Košanin, 2007), the content of humus in agricultural soils is 2-4%. During the withdrawal of water from the flooded area, organic matter in the surface layer is transported by water, which causes the reduction of organic matter and thus the concentration of organic carbon (Beaulac *et al.*, 2013).

The organic carbon content decreased after floods for 17%. Generally, soils that are not under the influence of frequent flooding, have higher concentrations of organic carbon, compared to flooded areas. In addition, fine clay particles retain more organic particles than coarser fraction, whereby in the topsoil layer, which is the active zone of sediment accumulation, low content of clay is followed by a low content of organic carbon. In the case of increased clay content in the study area, the carbon content would be higher, due to the formation of organo-clay compounds that increase the retention of fine organic particles in the topsoil layer (Beaulac *et al.*, 2013).

The nitrogen content is lower after the floods. Loss of nitrogen may be due to dissolution of nitrates in flood water and denitrification in the anaerobic conditions during the flood period (Kalshetty *et al.*, 2012).

The content of available phosphorus increased after the floods, which may be due to the disso-

lution of phosphates in flood water (Reetz, 2002) that are transported by surface runoff into streams (USGS, 2014). Various phosphorus content can be found in the wide pH range, according to (McDowell et al., 2001), and for most soils, the higher pH, the solubility of the adsorbed phosphate increases significantly (Haynes, 1982). The research results indicate that increased pH value has a positive effect on increasing and the availability of phosphorus after the floods. Increasing in phosphorus availability can be found on any agricultural soil, with periodical flooding or longer periods of saturation (Reetz, 2002).

Available potassium content is not statistically significant. The potassium content is reduced by an average of 3%, compared to the period before the floods, and the flood water had no direct impact on reducing the potassium content.

The flood impacts on the local community can be defined as all the changes and consequences that could affect individual or whole communities, interacting with the socio-cultural, economic and natural environment (EA, 2006).

The soil and catchment conditions directly affect the life quality of the local community.

If it is taken into account that a third of the population is concentrated in the town of Obrenovac, the conclusion is that the main source of income is agricultural production for local communities in the study area. Most of the agricultural population in the individual production is aging population, with minimal capital or manpower. Farmers with small holdings are not included in modern agriculture, so they are mainly oriented towards traditional vegetable gardening and farming, animal husbandry and fruit growing, around the Kolubara River and its tributaries (2009b) therefore a very important component is to protect crops from flooding.

High quality agricultural soil should be preserved, especially from excessive use of fertilizers, maintenance of existing drainage channels and adequate protection from flooding, or land consolidation. Flood protection works of Kolubara and its torrential streams, should be performed in the whole catchment area, with autochthonous species and eco-friendly materials.

SWOT analysis (Table 3) clearly defines all existing and potential elements that may be used in order to develop the study area. Due to its specificity in terms of development, the area of Obrenovac municipality is very interesting. The advantage is certainly a good location, close to major urban areas, as well as fertile soil. Its development should be directed towards improving transport infrastructure, and promotion of a healthy environment through the development of rural tourism and organic production. Hereof, it is necessary that all future strategies are directed towards the attractiveness of the rural part of the municipality, both for settlement and for the rural, agro and cultural tourism. It is very important to do an evaluation of tourism potential, especially in areas around the rivers and train local residents to work in tourism. Activating the piers along the Sava would open up new possibilities, such as employment of local residents in the commercial, service and sports contents. In addition, there is a need to preserve ecology in the area and highlight the natural landscape. Thus, ecology and the environment would be the main criteria in defining future planning and development strategies in this area.

CONCLUSION

Flood nature represents a major environmental problem that cannot be prevented. But one should notice the factors that have an impact on the frequency of flood events, and within certain limits can control them. In addition, man should see himself as part of that system.

In literature, it has been pointed to frequent flood occurrence. Damages are estimated at billions of dollars and thousands of lives lost. Immeasurable consequences can be felt much later and may have an impact on economy, slowing it down, but also the culture and quality of life of local communities and the entire country. The flood in the Kolubara catchment, in May 2014, has been the biggest in Serbia since the beginning of measurement, unprecedented in the number of lives lost and the total number of people who have dealt with damage and economic losses.

The study shows that the physical and chemical properties are not significantly changed in terms of soil productivity, with statistically significant difference in certain soil properties. Changes in the content of the silt and clay can be linked to the regime of flooding and the withdrawal of water from the flooded area, as well as processes that take place in soil under anaerobic conditions. Under the same conditions, soil reaction changed significantly. In this context, it is necessary to establish continuous monitoring on agricultural soils for better future management and potentially high yields.

Based on the structure of the population, it can be concluded that in the flooded part of the Kolubara River, the main source of income is farming, and that the local community depends primarily on the yield. Frequent flooding, inadequate flood protection in the basin and poor cooperation between local governments and the state, often result in large losses of yield, fertile soil and slow rural development of the area. SWOT analysis presented the basic elements of this area, and hereof, there could be talk about socio-economic and ecological network that will enable secure income from agriculture to the local community and a great development potential.

Acknowledgement: This paper was realized as a part of two projects: "Monitoring of soil - the current status of soil quality in the flooded areas of the Kolubara River" financed by the Public enterprise for the protection and improvement of environment in city of Obrenovac, and "Studying climate change and its influence on the environment: impacts, adaptation and mitigation" (43007) financed by the Ministry of Education and Science of the Republic of Serbia for the period 2011- 2015.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Beaulac V.G., Saint-Laurent D., Berthelot J.S., Mesfoui M. (2013): Organic carbon distribution in alluvial soils according to different flood risk zones, *Journal of Soil Science and Environmental Management*, Vol. 4(8), pp. 169-177
- Douben, K. J. (2006): Characteristics of river floods and flooding: a global overview, 1985–2003, *Irrigation and Drainage*, 55, S9–S21
- Dragičević S., Živković N., Ducić V. (2007): Factors of Flooding on the Territory of the Municipality of Obrenovac, *zbornik radova*, sv, LV, 39 - 54, UDK 627,512
- Eakin H., Appendini K. (2008): Livelihood change, farming, and managing flood risk in the Lerma Valley, Mexico, *Agric Hum Values*, DOI 10.1007/s10460-008-9140-2
- Haynes R.J. (1982): Effect of liming on phosphate availability in acid soils, *Plant and soil*, No. 68, str. 289-308
- Jekić M. (1974): *Agrohemija II deo*, Skoplje
- Kalshetty B.M., Giraddi T.P., Sheth R.C., Kalashetti M.B. (2012): River Krishna Flood Effects on Soil Properties of Cultivated Areas in Bagalkot District, Karnataka State, *Global Journal of science Frontier Research*, vol 12., No6-B
- Kirk G. (2004): The biogeochemistry of submerged soils, National Soil Resources Institute, Cranfield University, str. 28
- Knežević M., Košanin O. (2007): *Praktikum iz pedologije*, Univerzitet u Beogradu – Šumarski fakultet, Beograd
- Kundzewicz Z.W., Luger N., Dankers R., Hirabayashi Y., Doll P., Pinskiwar I., Dysarz T., Hochrainer S., Matczak P. (2010): Assessing river flood risk and adaptation in Europe – review of projections for the future, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, doi:10.1007/s11027-010-9213-6
- Lauer J. (2008): *Flooding Impacts on Crown Growth and Yield*, University of Wisconsin, *Field Crops*: 28, 49-56
- McDowell R.W., Sharpley A. N., Condron L. M., Haygarth, P. M. & Brookes, P. C. (2001): Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 59 (3): 269-284
- Petrović A. (2014): Faktori nastanka bujičnih poplava u Srbiji, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, str. 60
- Reetz H.F. (2002): Effects of Soil Flooding and Drying on Phosphorus Reaction in Midwest Soils, International Plant Nutrition Institute

- (1966): Hemijske metode ispitivanja zemljišta – priručnik za ispitivanje zemljišta. Beograd – Novi Sad: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta/JDPZ, knjiga 1
- (1997): Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Novi Sad: Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta/JDPZ, Priručnik za ispitivanje zemljišta
- (2005): RZS, Stanovništvo, Ukupno i poljoprivredno stanovništvo, Popis stanovništva, domaćinstava i stanova u 2002. godini
- (2006): EA, Addressing Environmental Inequalities: Flood Risk, Science Report:SC020061/SR1, (https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291063/scho0905bjok-e-e.pdf) pristupljeno maj, 2015. god.
- (2009a): Vodoprivreda sliva reke Kolubare, Regionalna privredna komora Valjevo, Udruženje za poljoprivredu, prehrambenu industriju, vodoprivredu i šumarstvo (<http://www.inwestserbia.com/Prilozi/vodoprivredakolubara.pdf>) pristupljeno 20.05.2016. god.
- (2009b): Gradska opština Obrenovac, Prostorni plan gradske opštine Obrenovac, <http://www.obrenovac.rs/dokumenta/PROSTORNI%20PLAN%20OBRENOVAC%20-%20201.pdf> (pristupljeno 26.05.2016. god.)
- (2010): RZS, Statistički godišnjak Srbije
- (2011): Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO, (<http://www.csiro.au/Portals/About-CSIRO/What-is-CSIRO.aspx>) pristupljeno 20.04.2015. god.
- (2012): US EPA, Natural events and disasters: (<http://www.epa.gov/agriculture/tned.html#floods>) pristupljeno maja 2015. god.
- (2012a): RZS, Opštine i regioni u Republici Srbiji, Opšti podaci
- (2014): The International Disaster Database, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – EM-DAT/CRED (http://www.emdat.be/advanced_search/index.html) pristupljeno april 2016.god.
- (2014a): website Građanske inicijative, <http://www.gradjanske.org/izvestaj-o-proceni-potreba-nastalih-usled-poplava-u-maju-2014/> (pristupljeno 20.05.2016)
- (2014): USGS, Phosphorus and water, (<http://water.usgs.gov/edu/phosphorus.html>), pristupljeno april 2016. godine
- (2015): RZS, Opštine i regioni u Republici Srbiji, Opšti podaci o poljoprivrednim gazdinstvima – Popis poljoprivrede 2012.
- (2015a): Queensland Government, What are the consequences of floods? <http://www.chiefscientist.qld.gov.au/publications/understanding-floods/flood-consequences> pristupljeno maja 2015. godine
- (2016): RHMZ, Hidrološki godišnjaci, površinske vode, http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske_godisnjaci.php pristupljeno oktobra 2016. godine

