

„VODNI OTISAK” U POLJOPRIVREDI I VIRTUELNA TRGOVINA VODOM.
DA LI SRBIJA IZVOZI ILI UVOZI VODU?

**Ružica J. Stričević^{1*}, Zorica B. Srđević²,
Nevenka Lj. Djurović¹ i Bojan M. Srđević²**

¹Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

Sažetak: Ograničeni vodni resursi, rastući zahtevi za vodom i sve nepovoljniji klimatski uslovi doveli su do razvoja novih koncepata, sa ciljem procene potražnje i potrošnje vode na lokalnom i globalnom nivou. Koncepti koji se u novije vreme koriste pri rešavanju ovakvih problema su „vodni otisak” i „virtuelna trgovina vodom”. Ciljevi ovog rada su: (1) da se odrede specifični zahtevi za vodom najvažnijih poljoprivrednih proizvoda u procesu međunarodne trgovine Srbije, (2) da se oceni mogućnost povećanja produktivnosti vode pri proizvodnji tih proizvoda i (3) da se proceni održivost vodnih resursa Srbije, na osnovu odnosa vode koju Srbija uvozi/izvozi tokom „virtuelne trgovine vodom”. Izračunavanjem specifične potrošnje vode za pšenicu, kukuruz, suncokret, šećernu repu i soju i poređenjem sa specifičnom potrošnjom vode ovih kultura u drugim zemljama, utvrđeno je da postoji prostor da se unapredi korišćenje vode, npr. podešavanjem sortimenta ili promenama u tehnologiji gajenja. Na osnovu odnosa izračunatih izvezenih i uvezenih virtuelnih količina vode za period 1995–1999. godine i 2010–2013. godine, može se zaključiti Srbija izvozi više vode nego što uvozi. Čak i sa dodatnim porastom izvoza poljoprivrednih proizvoda neće doći do narušavanja vodne održivosti Srbije.

Ključne reči: specifična potrošnja vode, virtuelna trgovina vodom, poljoprivredni proizvodi, produktivnost vode.

Uvod

Poljoprivreda je najveći potrošač vode na svetu sa prosečnom potrošnjom od oko 70% ukupnih voda (FAO, 2017). Ovaj procenat je u aridnim predelima znatno veći i ide do 89%, dok je u humidnim predelima značajno manji i varira od 20% u Rusiji, do 35–60% u tropskim i humidnim predelima (FAO, 2017). Sa porastom

* Autor za kontakt: e-mail: sruzica@agrif.bg.ac.rs

broja stanovnika i potrebe za hranom, uz klimatske promene, potražnja za vodom će biti sve veća. U uslovima ograničenih vodnih resursa i nepovoljnih klimatskih promena koje narušavaju bilans voda, realna je opasnost konflikata, od lokalnih i nacionalnih, preko regionalnih do globalnih.

Da bi se procenila potražnja i potrošnja vode u različitim zemljama, Allan (1993) je razvio koncept „virtuelne trgovine vodom” (VTV) i predložio dva pristupa: prvi, da se odredi zapremina vode putem tzv. „vodnog otiska” (engl. *Water Footprint Network*) (Hoekstra i Hung, 2002; Hoekstra i Chapagin, 2006; Hoekstra et al., 2011), i drugi, da se analizira potrošnja vode od početka do kraja proizvodnog procesa (engl. *life-cycle analysis*) (Hoekstra et al., 2011). Pojam „virtuelna voda” podrazumeva količinu vode koja se koristi u procesu proizvodnje poljoprivrednog ili industrijskog proizvoda (Hoekstra i Hung, 2002), a koji je predmet međunarodne trgovine. Dakle, treba izračunati koliki je specifični zahtev jednog proizvoda za vodom (SZV) izražena u kubnim metrima po toni ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$), što je u stvari recipročna vrednost vodne produktivnosti obično izražene u kilogramima po kubnom metru (vode) (kg m^{-3}).

Na globalnom nivou, ušteda vode se ostvaruje ako se proizvod izvozi iz zemlje gde je vodna produktivnost veća u zemlju gde je produktivnost manja. Pod uštedom se obično podrazumeva količina vode koja bi se potrošila da je proizvod proizveden lokalno; količine uštedene vode variraju značajno od zemlje do zemlje (Yang et al., 2006). Znajući koliki su vodni resursi jedne zemlje i koliko je vode potrebno za proizvodnju svakog pojedinog proizvoda, moguće je napraviti strategije razvoja privrede i onih proizvoda koji u svom procesu koriste manje vode, tako da se voda efikasnije koristi, a da se pri tome obezbedi održivost obnovljivih vodnih resursa (Aldaya et al., 2010). U Maroku je urađena studija sa ciljem da se utvrde virtuelni tokovi vode koji ulaze i izlaze iz zemlje, radi formulisanja nacionalne politike vode (Schyns i Hoekstra, 2014). Oni su došli do zaključka da se do uštede vode može doći ukoliko se pojedini usevi gaje na slivovima gde su zahtevi poljoprivrednih kultura manji, u odnosu na postojeću reonizaciju i da se smanji vodni otisak useva do standardnih uspešnih nivoa. U sušnim zemljama, sa nedovoljnim vodnim resursima za potrebe poljoprivrede, poput Tunisa, ušteda vode može da se ostvari tako što bi se uvezile one osnovne životne namirnice za koje je neophodno utrošiti mnogo vode umesto da se gaje u domicilnim zemljama (Chouchane et al., 2018).

U stvari, treba težiti da se unapredi vodna produktivnost svakog proizvoda. Mnoge kompanije su već ozbiljno shvatile problem nestašice vode, pristupile su analizi proizvodnih procesa i prilagodile ih tako da se voda koristi na efikasan način. To je rezultiralo da se potrošnja sveže vode drastično smanji u nekim kompanijama i do 27% (Zhang et al., 2013).

Cilj ovog rada jeste da se ustanove specifični zahtevi za vodom (SZV) najvažnijih proizvoda u procesu međunarodne trgovine poljoprivrednim

proizvodima, da se uporede SZV sa rezultatima nekoliko izabраних zemalja koje su ustanovili Chapagin et al. (2004), da se utvrdi da li je moguće povećati produktivnost vode, i da se utvrdi da li Srbija više izvozi ili uvozi vode i da li se obezbeđuje održivost vodnih resursa.

Materijal i metode

Da bi se izračunala količina virtuelne vode nekog proizvoda, neophodno je da se odvojeno računa za proizvode biljnog i životinjskog porekla, a posebno za proizvode industrijskog porekla. Detaljna analiza izračunavanja virtuelne vode za proizvode biljnog porekla, poput pšenice, kukuruza, soje, suncokreta i drugih najvažnijih ratarskih, voćarskih i povrtarskih kultura prikazana je u publikaciji Hoekstra i Hung (2002).

Da bi se izračunala virtuelna voda, neophodno je odrediti potrebu svakog pojedinačnog useva za vodom (PV) u $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ za određeni region ili celu državu, na osnovu eksperimentalnih istraživanja ili izračunavanjem pomoću modela. Za ovu svrhu se najčešće koristi FAO model CROPWAT (www.fao.org). Potrebni ulazni podaci za ovaj model jesu:

- klimatski podaci o srednjim mesečnim minimalnim i maksimalnim temperaturama vazduha, relativnoj vlažnosti vazduha, brzini vetra, insolaciji i padavinama;
- podaci o kapacitetima zemljišta za vodu;
- podaci o kulturama (datumi setve, trajanje fenofaza, datumi žetve, osetljivost na vodni stres, koeficijenti kulture po fazama potrošnje).

Zatim je potrebno raspolagati prinosisima po regionima ili za celu zemlju u t ha^{-1} . Prinosi dobijeni eksperimentalnim istraživanjima obično se razlikuju od statističkih, tako da je za procenu obima virtuelne trgovine vodom realnije koristiti statističke prinose, dok se eksperimentalni mogu koristiti za poboljšanje efikasnosti korišćenja vode u strateškim planiranjima.

Na osnovu ove dve vrednosti moguće je izračunati specifični zahtev za vodom (SZV) nekog prinosa, odnosno koliko je kubnih metara vode potrebno da se dobije jedna tona biljnog proizvoda ($\text{m}^3 \text{t}^{-1}$).

Virtuelna trgovina vodom (VTV) predstavlja proizvod specifičnog zahteva za vodom (SZV) i ukupne količine nekog proizvoda koji se izvozi ili uvozi (P):

$$VTV = \sum_{u,i} SZV_{u,i} * P_{u,i}.$$

Hoekstra i Hung (2002) su izračunali SZV kultura koje su najčešće učestvovalе u spoljnotrgovinskom prometu, po navedenoj proceduri na osnovu raspoloživih klimatskih podataka i statističkih prinosa za Jugoslaviju u periodu 1995–1999. godine (tabela 1).

Kao dopunu, ovde dajemo i vrednosti SZV izvedene na osnovu statističkih podataka o prinosisima za Srbiju u periodu 1998–2012. godine preuzetih sa sajta

Republičkog zavoda za statistiku (www.stat.gov.rs). Podaci potrebni za izračunavanje potrošnje vode zasnovani su takođe i na osnovu eksperimentalnih istraživanja i obračuna potreba useva za vodom (tabela 1).

Tabela 1. Specifični zahtevi za vodom kultura koje su značajne u spoljno-trgovinskoj razmeni.

Table 1. Specific water demand of crops important in international trade.

Usev/ <i>Crop</i>	Prinos* <i>Yield*</i> (t/ha)*	Prosečan prinos <i>Average yield</i> (t/ha)	Potreba useva za vodom (PV)/ <i>Crop</i> water requirement (CWR) (m ³ /ha)	SZV <i>SWD</i> (m ³ /t)	SZV ^e <i>SWD^e</i> (m ³ /t)	SZV ^N <i>SWD^N</i> (m ³ /t)
Kukuruz/ <i>Maize</i>	11,9	4,5	4950	416	1098	1009
Pšenica/ <i>Wheat</i>	7,3	3,5	5700	781	1619	1743
Šećerna repa/ <i>Sugar beet</i>	80,5	40,8	6450	80	158	175
Ječam/ <i>Barley</i>		2,6	4100			1599
Ovas/ <i>Oat</i>		2,2	4160			2188
Proso/ <i>Millet</i>		0,6	4130			6883
Raž/ <i>Rye</i>		2,0	5000			2500
Suncokret/ <i>Sunflower</i>	3,3	2,0	4800	1455	2426	3107
Uljana repica/ <i>Oilseed rape</i>		2,0	5000	2500		
Soja/ <i>Soya bean</i>	3,5	2,3	4500	1286	1924	1925
Lucerka/ <i>Alfalfa</i>	17	5,218	6100	359	1169	37***
Paprika/ <i>Pepper</i>	90	7,5	6500	72	873	3207
Sirak/ <i>Sorghum</i>		4,7	4010			861
Paradajz/ <i>Tomato</i>	170	8,6	5500	32	638	697
Krompit/ <i>Potato</i>	42	9,7	4600	110	475	621
Kupus/ <i>Cabbage</i>	59	13,8	4100	70	297	178
Grašak/ <i>Peas</i>	10	2,4 (5,6) ^H	4000	400	1643	627
Crniluk/ <i>Onion</i>	30	6,4 (20) ^H	4500	150	703	210
Krastavac/ <i>Cucumber</i>		7,4	3620			491
Pasulj/ <i>Dry bean</i>		1,3	4190			3136
Boranija/ <i>Green bean</i>		4,2	3400			816
Povrće/ <i>Vegetable</i>		7,6	3770			496
Lubenica/ <i>Water melon</i>		13,6	4620			340
Duvan/ <i>Tobacco</i>		1,7	4370			2646
Grožđe/ <i>Grape</i>		3,6	4390			1237
Šljiva/ <i>Plum</i>	50	32,8	6000	667	120	
Jabuka/ <i>Apple</i>	80	41,5	5150	65	468	
Jagoda/ <i>Strawberry</i>		4,0	5000	1250		
Kafa/ <i>Coffee</i>						2697**

^N Vrednosti preuzete od Hoekstra i Hung (2002); *ostvareni prinosi eksperimentalnim putem; ** prosečna vrednost za neprženu kafu; *** vrednost za stočnu hranu, SZV – specifični zahtevi kulture za vodom dobijeni na osnovu prosečnih prinosa, SZV^e – specifični zahtevi kulture za vodom izračunati na osnovu prinosa dobijenih eksperimentalnim putem.

^N – Source: Hoekstra and Hung (2002); * yield obtained by experimental trials; ** average value for raw coffee; *** value for forages; SWD – specific water demand based on average yield; SWD^e – specific water demand based on yields obtained in experimental trials.

Iz publikacije Hoekstra i Hung (2002) preuzete su i vrednosti specifičnih zahteva za vodom kukuruza, šećerne repe, pšenice, soje i suncokreta iz konkurentnih zemalja da se utvrdi da li se u Srbiji efikasnije koristi voda i da li postoji mogućnost za unapređenje. Podaci o spoljno-trgovinskoj razmeni za period 2010–2013. godine mogu se preuzeti sa sajta FAO (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>), a za 2016. godinu iz baze podataka sa sajta Republičkog zavoda za statistiku.

S obzirom na to da je Srbija veliki izvoznik mleka, šećera, ulja i masti, neophodno je primeniti analizu virtuelne vode proizvoda životinjskog porekla. Ova procedura je složenija, jer uzima u obzir virtuelnu vodu hrane koju životinje konzumiraju tokom života, zatim koliko vode popiju (svinje, ovce, junad...) i/ili daju putem mleka (krave, ovce i koze), a zatim i količinu koja je potrebna da se proizvod preradi, upakuje (mleko, kiselo mleko, sir, ...), kao i da se uzme u obzir deo prinosa koji nije koristan (na primer saturacioni mulj kao otpad od šećerne repe, iznutrice iz životinja itd.). Detaljan algoritam izračunavanja virtuelne vode su opisali Mekonnen i Hoekstra (2010, 2012). Za potrebe ovog rada, iz pomenute publikacije su preuzete vrednosti SZV nekih proizvoda (tabela 2), koji su kasnije korišćeni u proračunu virtuelne trgovine vodom najznačajnijih proizvoda.

Tabela 2. Specifični zahtevi za vodom (SZV) proizvoda animalnog porekla.

Table 2. Specific water demand (SWD) of animal products.

Proizvod/Product	SZV/SWD (m ³ /t)
Mleko/Milk	1020
Pileće meso/Chicken meat	4324
Puter/Butter	5553
Ulje i masti/Oils and fat	2364
Svinjsko meso/Pork meat	5988
Šećer/Sugar	1239

Izvor/Source: (Mekonnen i Hoekstra, 2010, 2012).

Rezultati i diskusija

Upoređivanjem SZV dobijenih našim proračunima i onima koje su prikazali gore pomenuti istraživači, jasno se vidi da nema velikih i značajnih odstupanja. Razlike se javljaju uglavnom kao posledica promene prosečnih prinosa, a u znatno manjoj meri potreba useva za vodom, što se naročito vidi na primeru graška ili luka, ili na osnovu prinosa dobijenih eksperimentalnim putem.

Izračunate vrednosti SZV dobijene na osnovu prinosa dobijenih eksperimentalnim putem i potrebe useva za vodom su značajno manje nego dobijene na osnovu prosečnih prinosa preuzetih iz statističkih godišnjaka. To ukazuje da se dobrim upravljanjem vodnim resursima može povećati efikasnost

korišćenja vode, da se značajna količina vode može zadržati u domicilnoj zemlji, te da to sve doprinosi održivosti vodnih resursa na nekom području, u državi, regionu ili na kontinentu.

Specifični zahev za vodom pšenice gajene u Srbiji u odnosu na Austriju, Nemačku, Mađarsku, Rumuniju i Sjedinjene Američke Države (SAD) je veći, što ukazuje da postoji prostor da se unapredi korišćenje vode podešavanjem sortimenta ili promenama u tehnologiji gajenja. Treba napomenuti da je situacija u vezi sa SZV pšenice u Srbiji povoljnija u odnosu na Rusiju, Italiju ili Grčku (tabela 3). Slični rezultati su dobijeni i za suncokret, s tim što su vrednosti SZV za Srbiju bolji nego vrednosti zabeležene u Rusiji, SAD i Rumuniji. Kod kukuruza postoji prostor za unapređenje proizvodnje, jer su u svim navedenim zemljama osim Rusije vrednosti SZV niže nego u Srbiji.

Tabela 3. Specifični zahtevi za vodom najvažnijih kultura koje učestvuju u spoljnotrgovinskoj razmeni nekoliko izabranih zemalja.

Table 3. Specific water demand of the staple crops, most frequently traded internationally.

Proizvod/Product Zemlja/Country	Pšenica/ Wheat	Kukuruz/ Maize	Suncokret/ Sunflower	Šećernarepa /Sugar beet	Soja/ Soya bean 120100	Krompir/ Potato	Jabuke/ Apple
Austrija/Austria	688	330	1133	58	1261	879	141
Nemačka/Germany	498	476	1173	71	1303	84	184
Grčka/Greece	3440	232	-	144	3435	364	440
Italija/Italy	2016	252	1843	145	1586	227	218
Mađarska/Hungary	1040	494	1966	89	1395	155	-
Rumunija/Romania	1338	874	2405	184	1848	228	993
Rusija/Russia	2384	1608	3586	215	4112	339	1133
SAD/USA	1302	377	2115	81	1380	778	252

Izvor/Source: (Chapagin i Hoekstra, 2004).

Specifični zahtevi šećerne repe i soje takođe mogu da se smanje, jer u zemljama sličnih zemljišnih i klimatskih karakteristika poput Austrije i Mađarske zahtevi su niži, što ukazuje da su naši prosečni prinosi niži. Na primer, kod krompira u našoj zemlji se SZV mogu umanjiti i do tri puta, ako se povećaju prinosi do nivoa koji se postiže na oledima, dok se kod drugih kultura mogu umanjiti od 33% sve do 95% i izuzetno u nekim područjima do 300%.

Upoređivanje SZV kultura u odnosu na druge zemlje mora biti sveobuhvatno, jer nije uvek slučaj da visoki zahtevi za vodom potiču usled ekstenzivne poljoprivrede, već razlozi mogu biti i druge vrste na koje čovek ne može da utiče (kišnji region, moćnost i kapacitet zemljišta da zadrži vodu, toplotni režim). To se može manifestovati i na SZV životinjskog porekla (Ridoutt et al., 2012).

Uzimajući u obzir 100 najvažnijih proizvoda koji su bili u međunarodnom prometu, izračunate su virtuelne količine vode koje su izvezene iz Srbije i koje su uvezene za period 1995–1999. godine, odnosno 2010–2013. godine (tabela 4). Količina izvezene virtuelne vode u periodu 2010–2013. godine je povećana prosečno za 32%, dok se uvoz iste smanjio za tri puta. Ovakav trend je povoljan sve dok nije narušen vodni bilans jedne zemlje. U Srbiji, čak i sa dodatnim porastom izvoza poljoprivrednih proizvoda, neće doći do narušavanja vodne održivosti, jer je procenjeno da je za poljoprivredu raspoloživo $265.000 \cdot 10^6$ m³vode.

Tabela 4. Upotrebljena količina vode za proizvodnju poljoprivrednih proizvoda koja je bila u spoljno-trgovinskoj razmeni (u 10^6 m³vode).

Table 4. Water quantity used in agricultural production of internationally traded products (10^6 m³).

Godina/ <i>Year</i>	Količina izvezene vode/ <i>Export quantity</i>	Količina uvezene vode/ <i>Import quantity</i>	Vodni bilans/ <i>Water balance</i>
2010	3068,9	342,7	2726,2
2011	2913,5	277,7	2635,8
2012	3386,8	348,9	3037,9
2013	3489,4	295,3	3194,1
1995–1999	2441,5	1763,6	677,9

Izvoz virtuelne vode izražene kroz monetarnu vrednost je takođe pozitivan, ali ne u odnosu kakav je kod zapremine vode. Naime, vrednost koja se ostvaruje izvozom vode varira od $404 \cdot 10^6$ \$ do skoro $700 \cdot 10^6$ \$ (tabela 5).

Tabela 5. Vrednost poljoprivrednih proizvoda u spoljnoj trgovini.

Table 5. The value of agricultural products in international trade.

Godina/ <i>Year</i>	Izvoz/ <i>Export</i>	Uvoz/ <i>Import</i>	Bilans/ <i>Balance</i>	10^6 \$
2006				404
2007				658
2008				564
2010	696243	184029	512214	512,2
2011	899083	244382	654701	654,7
2012	978093	281590	696503	696,5
2013	834987	285865	549122	549,1

Trenutno stanje nije zabrinjavajuće, ali se već sada u mnogim zemljama rade analize radi podsticanja efikasnije potrošnje vode i uzgoja kultura koje troše manje vode, a mogu se plasirati na strana tržišta. Takva razmatranja su već rađena na primeru dve različite tehnologije gajenja u voćarstvu u Srbiji (Stričević et al., 2016;

Stričević et al., 2017), mlekarstva na Novom Zelandu (Zonderland-Thomassen i Ledgard, 2012), ili na primeru proizvodnje bioenergije, gde je ukazano koje je kulture povoljnije gajiti za proizvodnju biodizela, a koje za proizvodnju bioetanolu (Gerbens-Leenes et al., 2009).

Zaključak

Klimatske promene će uticati na potrebu efikasnije upotrebe vode u poljoprivredi, posebno zato što je poljoprivreda najveći korisnik slatke vode. Srbija trenutno više izvozi nego što uvozi virtuelne vode i to je nesumnjivo povoljno u ekonomskom smislu. Takođe, nema ugroženosti sa stanovišta samoodrživosti vodnih resursa. Međutim, dugoročna strategija treba da ide u pravcu mogućnosti povećanja izvoza poljoprivrednih proizvoda, a da se pri tome ne poveća izvoz virtuelne vode. To se može obezbediti unapređenjem poljoprivredne proizvodnje putem izbora sortimenta, tehnologije gajenja i načina korišćenja vode.

Zahvalnica

Sredstva za ostvarivanje rezultata iz ovog rada obezbedilo je Ministarstvo za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije (Projekti TR 37005 i OI 174003).

Autori se zahvaljuju nepoznatim recenzentima na uočenim greškama, propustima i datim sugestijama da rad bude kvalitetniji.

Literatura

- Aldaya, M.M., Martinez-Santos, P., & Llamas, M.R. (2010). Incorporating the water footprint and virtual water into policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. *Water Resources Management*, 24 (5), 941-958.
- Allan, J.A. (1993). Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible, ODA, Priorities for water resources allocation and management, ODA, London, 13-26.
- Chapagain, A.K., & Hoekstra, A.Y. (2004). Water footprints of nations. Retrieved decembar 2017 from <https://research.utwente.nl/en/publications/water-footprints-of-nations>
- Chapagain, A.K., & Hoekstra, A.Y. (2007). The water footprint of coffee and tea consumption in the Netherlands. *Ecological economics*, 64 (1), 109-118.
- Chouchane, H., Krol, M.S., & Hoekstra, A.Y. (2018). Virtual water trade patterns in relation to environmental and socioeconomic factors: A case study for Tunisia. *Science of the total environment*, 613, 287-297.
- Food and Agricultural Organization, Retrieved decembar 2017 from http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/WorldData-Withdrawal_eng.pdf [decembar 2017.].
- Food and Agricultural Organization, <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>
- Gerbens-Leenes, W., Hoekstra, A.Y., & van der Meer, T.H. (2009). The water footprint of bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (25), 10219-10223.

- Hoekstra, A.Y., & Hung, P.Q. (2002). Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of water research report series*, 11, 166.
- Hoekstra, A.Y., & Chapagain, A.K. (2006). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. In *Integrated assessment of water resources and global change* (pp. 35-48). Springer Netherlands.
- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M., & Mekonnen, M.M. (2011). The water footprint assessment manual. *Setting the Global Standard*, 1, 224.
- Mekonnen, M.M., & Hoekstra, A.Y. (2010). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Retrieved december 2017 from <https://research.utwente.nl/en/publications/the-green-blue-and-grey-water-footprint-of-crops-and-derived-crop>
- Mekonnen, M.M. & Hoekstra, A.Y., (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems*, 15 (3), 401-415.
- Ridoutt, B.G., Sanguansri, P., Nolan, M., & Marks, N. (2012). Meat consumption and water scarcity: beware of generalizations. *Journal of Cleaner Production*, 28, 127-133.
- Schyns, J.F., & Hoekstra, A.Y. (2014). The added value of water footprint assessment for national water policy: a case study for Morocco. *PLoS One*, 9 (6), e99705.
- Statistical office of Republic of Serbia Retrieved december 2017 from www.stat.gov.rs
- Srdjevic B., Srdjevic, Z., Altobelli, F., Nejedlik, P., Stricevic, R., & Blagojević B. (2016). Impact of surface reservoir control in hazard conditions on computing water footprint for fruit orchards. *EURO-AGRIWAT conference 'Water Footprint of agricultural products: progress, challenges and solutions'*, Wageningen, The Netherlands, 66.
- Stricevic, R., Srdjevic, Z., Dallamarta, A., Vujadinovic-Mandic, M., Djurovic, N., & Cosic, M. (2016). Assessing the water footprint of apple orchards in Serbia to identify sustainable management options under present and future climate. *Final EURO-AGRIWAT conference Water Footprint of agricultural products: progress, challenges and solutions*. Wageningen Book of abstract. 62.
- Stričević, R., Srđević, Z., Vujadinović-Mandić, M., & Srđević B. (2017). Održivo upravljanje vodnim resursima i water footprint koncept: primer primene u voćarstvu. *Vodoprivreda* 0350-0519, 49 (288-290), 1-8.
- Yang, H.O.N.G., Wang, L., Abbaspour, K.C., & Zehnder, A.J. (2006). Virtual water trade: an assessment of water use efficiency in the international food trade. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 10 (3), 443-454.
- Zhang, G.P., Hoekstra, A.Y., & Mathews, R.E., (2013). Water Footprint Assessment (WFA) for better water governance and sustainable development, editorial. *Water resources and industry*, 1, 1-6.
- Zonderland-Thomassen, M.A., & Ledgard, S.F. (2012). Water footprinting—A comparison of methods using New Zealand dairy farming as a case study. *Agricultural Systems*, 110, 30-40.

Primljeno: 19. Decembra 2017.

Odobreno: 24. maja 2018.

THE AGRICULTURAL WATER FOOTPRINT AND ASSESSMENT OF
VIRTUAL WATER TRADE. DOES SERBIA IMPORT OR EXPORT WATER?

**Ružica J. Stričević^{1*}, Zorica B. Srđević²,
Nevenka LJ. Djurović¹ and Bojan M. Srđević²**

University of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia
²University of Novi Sad, Faculty of Agriculture,
Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

A b s t r a c t

Limited water resources, an increase in water demand and a changing climate triggered the development of new concepts for assessment of water demand and water consumption locally and globally. The newest concepts that successfully tackle this issue are water footprint and virtual water trade. Aims of this study are: (1) to define specific water demand for the most important agricultural products in the international trade of the Republic of Serbia, (2) to assess possibilities of an increase in water productivity for those products, and (3) to assess sustainability of water resources in Serbia, based on the ratio of import/export during virtual water trade. Specific water demand for wheat, maize, sunflower, sugar beet and soya bean has been calculated and compared with specific water demand in other countries. Results prove that water productivity can be improved by, for example, using other varieties of crops or modifying cultivation technology. The ratio of imported/exported virtual water quantities for the periods 1995–1999 and 2010–2013 in Serbia shows that more water was exported than imported. Sustainability of water resources in Serbia will not be endangered even if the export of agricultural products is increased.

Key words: specific water demand, virtual water trade, agricultural products, water productivity.

Received: December 19, 2017

Accepted: May 24, 2018

*Corresponding author: e-mail: sruzica@agrif.bg.ac.rs