



Endress+Hauser



People for Process Automation



Endress+Hauser

je v svetovnem merilu vodilni dobavitelj opreme, rešitev in storitev na področju **meritev in avtomatizacije procesov**. Naše več kot 60-letne izkušnje in čez 7000 aktivnih patentov so podlaga za optimizacijo procesov na inovativen, ekonomsko učinkovit, varen in okolju prijazen način.

Svojim kupcem nudimo rešitve na področju **meritev pretokov, nivojev, tlakov, temperature, vzorčenja** ter **analize** v procesih čiščenja **odpadne vode** in **priprave pitne vode**. Enostavno upravljanje ter uporaba najnaprednejših komunikacijskih standardov omogočata enostavno vključevanje merilne opreme Endress+Hauser v nadzorne sisteme.

Endress+Hauser, d. o. o., Slovenija
Pot k sejmišču 26a, 1231 Ljubljana - Črnuče
info@si.endress.com, www.endress.com
01 5140 250

VODNI ODTIS LOKALNEGA TRGA

BRIGITA LEBAN¹, prof. dr. ZVONE BALANTIČ²

Povzetek

Prispevek obravnava proučevanje vodnega odtisa na lokalni ravni. Analiza se je izvajala za območje lokalnega trga občin Jesenice in Žirovnica. Namen raziskave je bil ugotoviti, ali je na območju lokalnega trga večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo, in preveriti razlike med leti pri povprečni količini modre in zelene vode. Cilj raziskave je bil priti do odgovora, ali se na lokalnem trgu upošteva trajnostni vidik vodnega odtisa. Raziskavo smo izvajali na osnovi merjenih podatkov, pridobljenih pri izvajalcu gospodarske javne službe oskrbe s pitno vodo, in preko spletnih portalov. Za prikaz smo uporabili Sankeyjev diagram in za statistično obdelavo analizo variance. Ugotovili smo, da je na lokalnem trgu večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo, in da se modri vodni odtis zmanjšuje.

Ključne besede: lokalni trg, porabljena voda, trajnostni razvoj, virtualna voda, vodni odtis

Abstract

The article is about the study of local scale water footprint. Analysis was carried out for the area of the local market of municipalities of Jesenice and Žirovnica. Purpose of the research was to determine whether the import of virtual water exceeds the actual water footprint, left by the usage of measured and charged water for production in the regarded area. In addition, part of the research was also to check the distinction between the yearly averages of blue and green water. Goal of the research was to answer whether the sustainable aspect of the water footprint is taken into account in the local market. Research was carried out on the basis of measurements and calculations obtained from a public utility service provider and online portals. Sankey diagram was used to display data, whereas analysis of variance was used for statistical processing. We found that the import of virtual water in the local market exceeds the water footprint, left by the usage of measured and charged water for production. We also found that the water footprint of blue water is decreasing.

¹ Brigita Leban, JEKO, d. o. o.

² Prof. dr. Zvone Balantič, Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede Kranj



1. UVOD

Voda je temeljni sestavni del vsakega živega organizma, zato je z njo treba primerno ravnati (Roš in Zupančič, 2010). Poleg tega, da je bistvenega pomena za življenje, je tudi nepogrešljiv vir za gospodarstvo. Kot navaja Rismal (2012), je država v imenu državljanov pooblaščen skrbnik vodnega bogastva. Vodna zakonodaja v Evropski uniji se je v zadnjih tridesetih letih osredotočala na zaščito vodnih virov, ki so eden od temeljev varovanja okolja, in uspešno prispevala k varstvu voda. Posledično lahko pijemo vodo iz vodovodov in plavamo v obalnih vodah, jezerih in rekah po vsej Evropi.

Eden izmed novejših dokumentov, ki ga je pripravila Evropska komisija, je Načrt za varovanje evropskih vodnih virov. Cilj tega načrta je odpravljanje težav, ki ovirajo ukrepanje za varovanje evropskih vodnih virov, in temelji na obsežnem ocenjevanju trenutne politike (Eurostat, 2016). Predvideva načrt za varovanje vodnih virov, oblikovanje izračunov porabe vode in ciljev glede učinkovite porabe vode držav članic ter razvoj standardov EU za ponovno uporabo vode (Evropska komisija, 2012).

Podobno kot v večini evropskih držav se tudi v Sloveniji skladno z Okvirno direktivo o vodah uvaja celovito upravljanje vodnih virov. Prednostna naloga je odpravljanje škodljivih vplivov na vodo, zagotavljanje vode primerne kakovosti za človeka in naravne ekosisteme ter ohranjanje biotske raznovrstnosti (ARSO, 2016).

Slovenija je bogata z vodami, čeprav niso enakomerno prostorsko in časovno razporejene (ARSO, 2016). V Sloveniji je glavni vir pitne vode podzemna voda, iz površinskih virov se oskrbujejo le okoli trije odstotki prebivalstva (Poje idr., 2008). Največ vode je v zahodni in severni Sloveniji. Tam je tudi največ padavin, najmanj pa na Krasu, v Suhi in Beli krajini in vzhodni Sloveniji (Haloze, Slovenske gorice in severni del Prekmurja) (Žitnik idr., 2013). Tako kot vode tudi padavine niso enakomerno razporejene.

Na ozemlju Slovenije se stikajo in součinkujejo sredozemsko, alpsko oz. predalpsko in celinsko podnebje, kar je vzrok za raznolik padavinski režim in temu primerne padavinske maksimume (Bergant idr., 2004). Območji Jesenic in Žirovnice se razprostirata na skrajnem severozahodu Slovenije. Občini spadata med območja z največ vode.

Naravne dobrine v naravi že obstajajo in jih ni treba proizvajati. Pomembno pri tem je, da jih moramo začeti ohranjati. V prispevku nas je zanimal trajnostni vidik vode proučevanih območij, ki ga lahko označimo kot lokalni trg. Pri tem je mišljena voda v širšem pogledu – virtualna voda in ne samo neposredno porabljena voda iz vodovodnega sistema.

V okviru raziskave, ki smo jo izvedli na lokalnem trgu, smo si zastavili naslednji raziskovalni vprašanji:

1. Ali je na območju lokalnega trga večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo?
2. Ali se na lokalnem trgu povprečna količina modre in zelene vode v obdobju od 2003 do 2015 med leti razlikuje?

2. VIRTUALNA VODA IN VODNI ODTIS

Voda je ena od posebnosti, ki loči Zemljo od sosednjih planetov, in je najpomembnejši element za življenje. Poraba pitne vode se vsako leto poveča za 64 milijard kubičnih litrov (1 kubični meter = 1000 litrov) in se je v zadnjih 50 letih potrojila (Worldometers Dada, 2016). Po podatkih svetovnega merilnika so razlogi za večjo porabo pitne vode letno večanje svetovnega prebivalstva (približno 80 milijonov ljudi na leto) in spremembe načina življenja ter prehranjevalnih navad, ki zahtevajo večjo porabo vode. Posledično se je povečala potrošnja energije, kar terja dodatno porabo vode. Poleg tega se je v zadnjih letih povečala poraba vode tudi zaradi proizvodnje biogoriv. Za liter biogoriva je potrebnih od tisoč do štiri tisoč litrov vode.

Ob porabi biogoriva ne trošimo vode, ta je bila potrebna za njegovo pridelavo in predelavo rastlin v gorivo. Poleg tega se običajno pridelava, predelava in potrošnja krajevno ločijo. Celotna porabljena voda, ne glede na produkt, čas in kraj, predstavlja virtualno vodo. Virtualna voda je temelj vodnega odtisa neke države, okolja ali organizacije. Virtualna količina vode, ki po svetu potuje z izdelkom, pušča vodni odtis, ki je seveda odvisen od tehnologije priprave produkta na različnih koncih sveta (Balantič idr., 2014).

Virtualna voda je voda, »zapisana« v izdelku, sicer ne v pravem pomenu besede, temveč v virtualnem smislu (Hoekstra, 2003), medtem ko nam vodni odtis pove, koliko vode porabimo za kuhanje, pranje, umivanje, tuširanje, pripravo materialov, tehnološki proces ipd. V vodnem odtisu ni samo sled neposredno porabljene vode, ki jo zabeležimo z merilniki porabe vode, pač pa se v njem skriva tudi t. i. virtualna voda (Balantič idr., 2014).

Koncept virtualne vode (VW) in kazalnik vodnega odtisa (WF) sta se razvijala več let, vendar so bili koncepti in ideje opredeljeni šele v devetdesetih letih (Lovarelli idr., 2016). Pionir na področju pojma virtualne vode, ki meri vključenost vode v proizvodnjo in trgovino, je bil J. A. Allan (SIWI, 2016). Koncept so nadalje razvijali A. Y. Hoekstra, A. K. Chapagain in drugi. Kot navajata Hoekstra in Mekonnen (2012), so se študije vodnega odtisa izboljševale in so postale bolj podrobne in celovite.

Vodni odtis ima tri dele: zelen, moder in siv. Vsi ti deli zagotavljajo celovito sliko rabe vode, z razmejevanjem vira – kot padavine, površinske vode/podtalnica ali voda za industrijske namene (Water footprint network, 2016). Pojasnjeni deli so:

- Zeleni vodni odtis je padavinska voda, ki se shranjuje v zemlji in nato izpari, je vključena v rastline. To je še posebej pomembno za kmetijstvo, vrtnarstvo in gozdne površine.
- Modri vodni odtis je površinska ali podzemna voda, ki izpari, je vključena v izdelek, ali se steka v druge vode (reke, jezera, morje) in se lahko čez čas vrne. Modri vodni odtis se lahko uporabi za domačo uporabo, namakanje v kmetijstvu in tudi v industriji.
- Sivi vodni odtis je količina onesnažene vode. Upošteva vir onesnaženega izlivanja v čisto vodo preko cevovoda ali posredno preko meteorne kanalizacije, nepropustnih površin ali drugih razpršenih virov.



3. TRAJNOSTNI VIDIK VODNEGA ODTISA

Voda je naravna in javna dobrina, ki si jo delimo. Javne dobrine so izdelki in storitve, za katere ni stroškov uporabe za dodatno osebo in posameznikov ni mogoče izločiti iz njihove uporabe (Samuelson in Nordhaus, 2002). Ko je zgrajen vodovod s priključki, je dostopna in jo lahko uživa celotna skupnost, vendar je dejansko porabo treba plačati. Naravne dobrine v naravi že obstajajo in jih ni treba proizvajati, a treba jih je začeti ohranjati.

Upravljanje in varovanje vodnih virov je eden od temeljev varovanja okolja. Zato se je v zadnjih tridesetih letih vodna zakonodaja v EU osredotočala na zaščito vodnih virov ter s tem uspešno prispevala k varstvu voda. V Sloveniji oskrbo s pitno vodo kot obvezno občinsko gospodarsko javno službo (GJS) opredeljuje Zakon o varstvu okolja. Način in oblike izvajanja GJS pa ureja Zakon o gospodarskih javnih službah.

Ne samo vlade, ampak tudi potrošniki, podjetja in skupnosti civilne družbe imajo lahko pomembno vlogo pri doseganju boljšega upravljanja vodnih virov (Water footprint network, 2016). Trajnostni vidik vodnega odtisa je možno analizirati s treh vidikov. En vidik je okoljski, drugi je socialni in tretji ekonomski. Izbira teh treh vidikov ustreza namenu vodnega odtisa kot orodje, katerega cilj je olajšati učinkovito, pravično in trajnostno rabo vodnih virov (Derk idr., 2011).

V tabeli 1 so predstavljena kritična vprašanja, ki so pomembna pri ocenjevanju trajnostnega vodnega odtisa. Zaradi proučevanja lokalnega trga je prikazan le del, ki se nanaša na lokalno raven, medtem ko ostala dva dela, ki se nanašata na širše okolje, na porečje in kar je izven porečja (globalno), v tem delu nista predstavljena.

Tabela 1: **Kritična vprašanja, ki se zastavijo pri ocenjevanju trajnostnega vodnega odtisa**

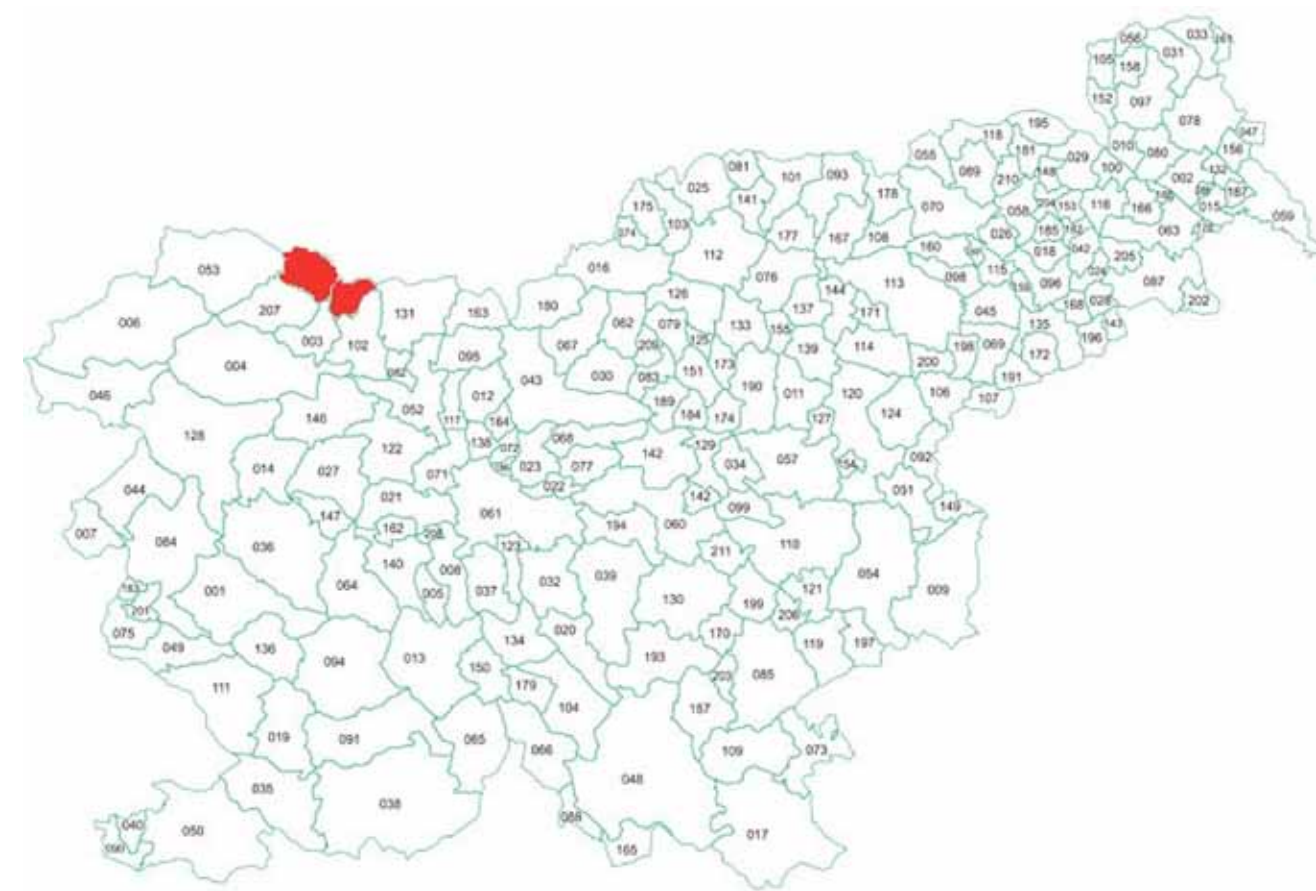
	Okoljski vidik	Socialni vidik	Ekonomski vidik
Lokalna raven	Ali zeleni vodni odtis daje prednost proizvodnji na račun naravne vegetacije in biološke raznolikosti?	Ali je vodni odtis prikrajšal ostale lokalne uporabnike vode?	Ali ni cena vode za uporabnika pod njegovimi realnimi ekonomskimi stroški, ki se odražajo v neučinkoviti uporabi?
	Ali modri vodni odtis ne upošteva krožnega pogoja lokalnega okolja v vsakem trenutku?		Ali se lahko voda shrani brez zmanjšanja proizvodnje?
	Ali sivi vodni odtis ne upošteva lokalnega standarda kakovosti vode?		Ali je vodna produktivnost optimalna?
			Ali je zmanjšanje prodaje vode v odločitvi, da se voda porabi?

Vir: Water Footprint and Corporate Water Accounting for Resource Efficiency; Derk idr., 2011 po Water Footprint Manual; Hoekstra idr., 2009.

4. UMESTITEV ŠTUDIJE PRIMERA

Slovenija meri 20.273 kvadratnih kilometrov in sodi med manjše države v Evropi. Glede na lego jo štejemo med alpske države. Upravno je razdeljena na 212 občin. Oskrba s pitno vodo je organizirana na lokalni ravni občin, ki izberejo enega izvajalca. Lahko pa več občin izbere istega izvajalca, saj konkurenca v tej dejavnosti ni možna.

Po podatkih Evropske okoljske agencije je Slovenija bogata z vodami, čeprav vode niso enakomerno prostorsko razporejene. Občini Jesenice in Žirovnica se razprostirata na skrajnem severozahodu Slovenije in zavzemata skupaj 118 kvadratnih kilometrov. Občini imata skupaj 25.759 prebivalcev in obsegata večji del doline ob Savi ter stranske gorske doline med Karavankami in visokimi grebeni Julijskih Alp. Občini spadata med območja z največ vode.



Slika 1: Lega občin Jesenice in Žirovnica

V tabeli 2 so zbrani primerjalni podatki med Slovenijo in lokalnim trgom občin Jesenice in Žirovnica.



Tabela 2: Primerjalni podatki

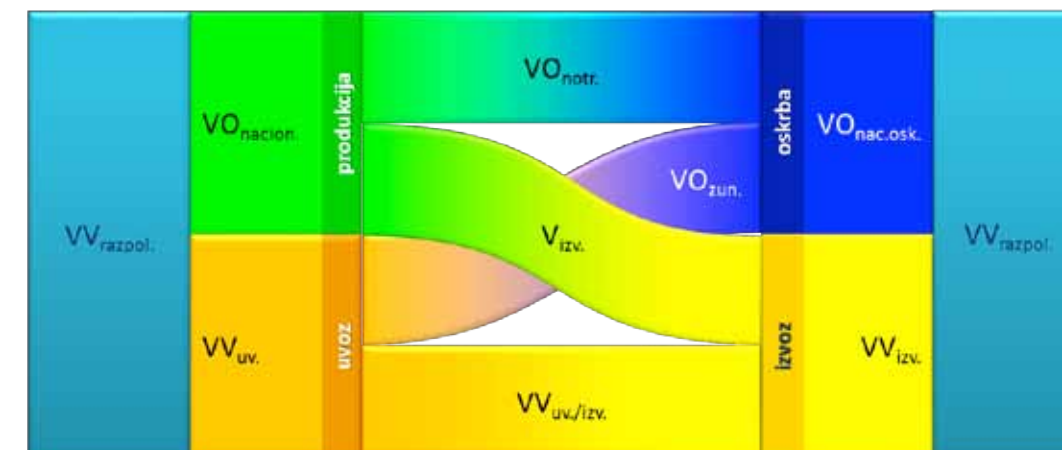
	Slovenija	Lokalni trg	V % lokalni trg/Slovenija
Delež kmetijskih zemljišč v uporabi glede na celotno površino občine (v %)	23,4	7,9	33,76
Delež površine njiv glede na kmetijsko zemljišče v uporabi (v %)	35,9	3,4	9,47
Delež površine trajnih nasadov glede na kmetijsko zemljišče v uporabi (v %)	5,6	1	17,86
Površina njiv na 1000 prebivalcev (v ha)	83	1	1,20
Število dreves	1.629.144	3611	0,22
Število kmetijskih gospodarstev	56.511	121	0,21
Kmetijska zemljišča v uporabi (v ha)	474.432	1031	0,22
Njive (v ha)	170.144	20	0,01
Trajni travniki in pašniki (v ha)	277.492	1005	0,36
Trajni nasadi (v ha)	26.796	6	0,02
Gozd (v ha)	373.629	1309	0,35
Nerodovitna zemljišča (v ha)	17.049	28	0,16
Govedo	472.333	1400	0,30
Prašiči	382.031	47	0,01
Perutnina	4.900.990	1256	0,03
Konji	22.673	162	0,71

Vir: SURS, 2016.

5. METODE IN UPORABLJENI PODATKI

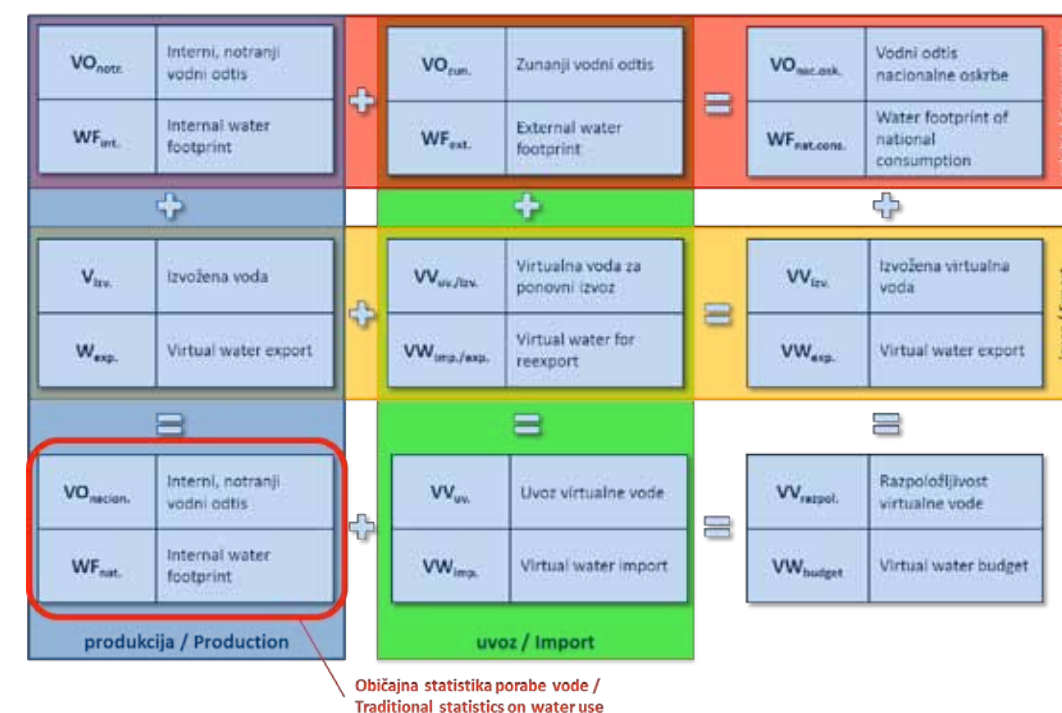
Na sliki 2 je prikazan bilančni diagram vodnega odtisa in virtualne vode, povzet po Balantič in Balantič (2012). Avtorja sta prikazala tehniški način prikaza bilanc z uporabo Sankeyjevega diagrama, na osnovi priročnika iz leta 2011 »The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard«, avtorjev Hoekstra idr., ki predstavljajo vodno bilanco dokaj opisno.

Balantič in Balantič (2012) navajata, da se ta vrsta diagramov uporablja za prikaz energetskih ali snovnih tokov in da se pri teh prikazih lahko omejimo na določene manjše sisteme v okviru občin ali celo posameznih predelovalnih verig. Predstavitev je lahko uporabna tudi za večje sisteme, kot so države ali regije.



Slika 2: Bilančni diagram vodnega odtisa in virtualne vode v državi

Vir: Balantič in Balantič, 2012.



Slika 3: Komponente bilančnega diagrama

Legenda k sliki 2 in 3:

VO _{notr.}	Interni/notranji vodni odtis države je poraba vode v državi za proizvodnjo blaga in storitev, ki jih bomo uporabljali v državi.
VO _{zun.}	Eksterni/zunanji vodni odtis neke države je letna količina vodnih virov, ki se uporabljajo v drugih državah, da proizvedejo blago in storitve, uvožene v in porabljene v obravnavani (naši) državi.
VO _{nacion.}	Vodni odtis države, ki ga odtisnemo s porabo vode za produkcijo (poraba v nacionalnih okvirih in voda potrebna za produkcijo izdelkov, ki jih uporabijo izven naše države). Ta količina vode je običajno obravnavana s statistično obravnavo (merjenje in obračun porabe).



$V_{izv.}$	Voda, ki jo uporabimo za produkcijo izdelkov, ki jih izvozimo.
$VV_{uv./izv.}$	Virtualna voda, potrebna za uvožene izdelke in polizdelke, ki jih vgrajujemo in izvozimo. Ta VV svojo pot začne in zaključi v tujini.
$VV_{izv.}$	Izvožena virtualna voda.
$VO_{nac.osk.}$	Poudarjen vodni odtis države, ki ga odtisnemo s porabo vse vode (voda, ki jo zajamemo v tradicionalni statistiki porabe vode in voda, ki jo uvozimo z izdelki).
$VV_{uv.}$	Uvožena virtualna voda.
$VV_{razpol.}$	Vodna bilanca virtualne vode.

Za testiranje raziskovalnih vprašanj smo uporabili podatke, ki smo jih pridobili pri izvajalcu oskrbe s pitno vodo lokalnega trga in pri Statističnem uradu Republike Slovenije (SURS 2016a). Pri preverjanju vprašanj se uporabljata lahko izraza porabljena ali prodana voda. Podatki se nanašajo na prodano pitno vodo in predpostavlja se, da je ta voda tudi porabljena. Ostali podatki so pridobljeni preko spletnega portala Water footprint network (WFN, 2016a) in zaprtega portala Ebonitete (2016). Glede na raziskovalni vprašnji smo za analizo izbrali spremenljivke, prikazane v tabeli 3.

Tabela 3: **Opis spremenljivk za raziskovalni vprašnji**

Ime	Opis	Vir
$VO_{prod.}$	Načrpana voda in dobavljena voda iz javnega vodovoda. Obdobje: leto 2014	JEKO, b. l.; SURS, 2016a
$VO_{notr.}$	Načrpana voda in dobavljena voda iz javnega vodovoda, ki se porabi na območju lokalnega trga. Obdobje: leto 2014	JEKO, b. l.
$V_{izv.}$	Načrpana voda in dobavljena voda iz javnega vodovoda, ki se ne porabi na območju lokalnega trga. Spremlja izdelek in se jo izvozi iz lokalnega trga. Obdobje: leto 2014	JEKO, b. l.; SURS, 2016a
$VV_{uv.}$	Podatek celotnega vodnega odtisa uvoženega z izdelki in surovinami na lokalni trg. Obdobje: leto 2014	JEKO, b. l.; WFN, 2016a
$VO_{zun.}$	Podatek celotnega vodnega odtisa posameznika, ki je izračunan za Slovenijo in pomnožen s številom uporabnikov. Obdobje: leto 2014	JEKO, b. l.; WFN, 2016a
$VV_{uv./izv.}$	Virtualna voda lokalnega trga, ki jo pridelovalna podjetja uvažajo s surovinami in izvažajo z izdelki. Obdobje: leto 2014	Ebonitete.si, 2016
$VO_{por.}$	$VO_{notr.} + VO_{zun.}$	JEKO, b. l.; WFN, 2016a

$VV_{izv.}$	$V_{izv.} + VV_{uv./izv.}$	JEKO, b. l.; SURS, 2016a; Ebonitete.si, 2016
Modri vodni odtis	Spremenljivka predstavlja vso prodano vodo, vodne izgube in vodo, ki jo odvzemajo gospodinjstva sama (lastna voda) v m ³ . Obdobje: od januarja 2003 do decembra 2015	JEKO, b. l.
Zeleni vodni odtis	Spremenljivka predstavlja količino padavin na lokalnem trgu v m ³ , izmerjeno na sedmih merilnih mestih. Obdobje: od januarja 2003 do decembra 2015	JEKO, b. l.

Za analiziranje prvega raziskovalnega vprašanja smo zbrali letne podatke o načrpani in dobavljeni vodi iz javnega vodovoda, o količini porabljene vode na lokalnem trgu in količini vode, ki spremlja izdelke in se ne porabi na lokalnem trgu. Zbrane podatke smo preračunavali in prikazali v tabeli 4 in jih nato prikazali s Sankeyjevim diagramom.

Za analiziranje drugega raziskovalnega vprašanja smo zbrali mesečne podatke o količini prodane vode, vodnih izgub, porabljene lastne vode gospodinjstev, o količini padavin in skupni količini vode. Podatke smo zbrali v preglednicah programa Microsoft Excel in jih obdelali s programskim paketom IBM SPSS Statistics 23 (IBM Statistical Package for Social Sciences). Primerjali smo letna povprečja od 2003 do 2015 med seboj, za to je bila uporabljena analiza variance ali krajše ANOVA.

6. REZULTATI PRVEGA RAZISKOVALNEGA VPRAŠANJA

Za preverjanje, ali je na območju lokalnega trga večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo, smo izbrali leto 2014, zadnje leto, za katero SURS razpolaga s podatki.

Voda za produkcijo, notranji vodni odtis lokalnega trga in voda, izvožena z izdelki, so bili zbrani merjeni podatki. Uvožena virtualna voda, zunanji vodni odtis in zunanji vodni odtis, ki se ponovno izvozi, so izračunani na osnovi povprečnih podatkov, ki so dostopni v literaturi.

O vodnem odtisu posameznika v dostopnem gradivu ni enotnega povprečnega podatka porabe virtualne vode. Razlike nastajajo zaradi različnih zajemanj podatkov. Za analiziranje smo uporabili podatek, ki ga objavlja Water footprint network (2016a). Upoštevan je podatek celotnega vodnega odtisa posameznika, tj. 5500 litrov dnevno, ki je izračunan za Slovenijo. Poleg tega podatka smo upoštevali še število posameznikov na lokalnem trgu. Pri tem je odšteta dejanska poraba merjene vode.

Ravno tako ni merjenega podatka za virtualno vodo, ki je bila potrebna za uvožene izdelke in polizdelke, ki jih na lokalnem trgu proizvodna podjetja vgrajujejo in ponovno izvažajo. Ta virtualna voda svojo pot začne in zaključi izven lokalnega trga. Za izračun smo uporabili



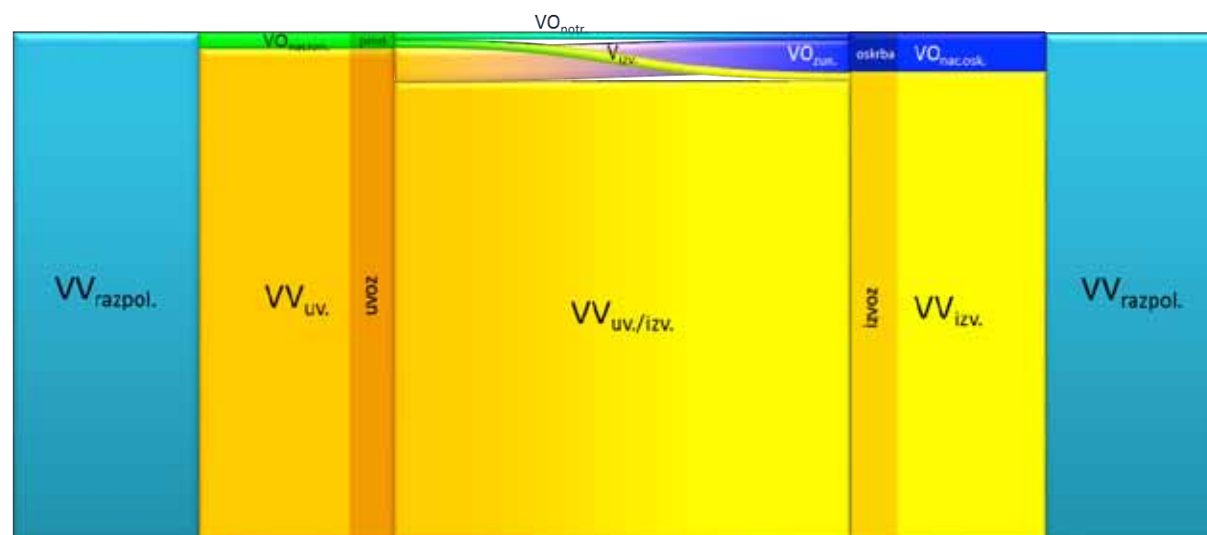
podatek, ki ga navaja Joan Zygmunt (2007) v svojem delu, koliko virtualne vode se porabi za kovino, plastiko, steklo, gumo in ostalo. Količino vode smo izračunali na osnovi izkazov poslovnega izida za proizvodna podjetja, kjer smo upoštevali kategorijo stroška materiala. Glede na to, da je v pretežni meri na lokalnem trgu kovinska panoga, smo za izračun upoštevali 39 litrov virtualne vode, potrebne za en kilogram železa. V letu 2014 se je cena železove rude močno spremenjalo, zato smo upoštevali letno povprečno ceno 73 evrov za tono. Na osnovi tega podatka smo izračunali uvoženo virtualno vodo, ki se z izdelki ali polizdelki izvozi iz območja lokalnega trga. Podatki za bilančni diagram vodnega odtisa so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4: **Podatki za bilančni diagram vodnega odtisa in virtualne vode lokalnega trga**

Podatki v 1000 m³

Leto	VO prod.	VO notr.	V izv.	VV uv.	VO zun.	VV uv./izv.	VO por.	VV izv.	VV bil.
2014	3897	1323	2574	243.629	46.102	197.527	47.425	200.101	247.526

Na sliki 4 je prikazan bilančni diagram vodnega odtisa in virtualne vode lokalnega trga.



Slika 4: Bilančni diagram vodnega odtisa in virtualne vode lokalnega trga

Na osnovi zbranih in preračunanih podatkov lahko potrdimo, da je na območju lokalnega trga večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo. Količina uvožene virtualne vode na lokalnem trgu je za petino višja od količine izvožene virtualne vode lokalnega trga, kar predstavlja pozitivno vodno bilanco. Kljub proizvodni industriji in rabi vode uporabnikov na lokalnem trgu količina merjene in dobavljene vode predstavlja le dva odstotka od vse vode na strani zajema vodne bilance lokalnega trga. Na drugi strani vodne bilance predstavlja poraba 19 odstotkov od vse vode na strani porabe vodne bilance lokalnega trga.

7. REZULTATI DRUGEGA RAZISKOVALNEGA VPRAŠANJA

Za preverjanje razlik med povprečnimi letnimi količinami modre in zelene vode smo izvedli analizo variance na osnovi 156 mesečnih podatkov od januarja 2003 do decembra 2015.

Spremenljivki, ki smo ju analizirali, sta modri vodni odtis, ki ga tvorijo porabljena voda po vodomernih, vodna izguba, porabljena lastna voda, in zeleni vodni odtis, ki ga tvorijo padavine.

Tabela 5 prikazuje opisne statistike za izvedeno analizo. Stolpec povprečje (Mean) nam prikazuje povprečno letno količino padavin v kubičnih metrih, medtem ko nam standardni odklon (Std. Deviation) kaže, da so razlike v razpršenosti odgovorov najnižje pri modrem vodnem odtisu v letu 2010 in najvišje v letu 2005. Pri zelenem vodnem odtisu so razlike v razpršenosti odgovorov najnižje v letu 2006 in najvišje v letu 2014. Zadnja dva stolpca nam prikazujeta najmanjše (Minimum) in največje (Maximum) količine padavin. Največja količina modrega vodnega odtisa je bila v letu 2003 in najnižja v letu 2015, medtem ko je bila največja količina zelenega vodnega odtisa v letu 2014 in najnižja v letu 2015.

Tabela 5: **Opisne statistike**

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
Modri vodni odtis	2003	12	246921,6250	9120,751392	2632,934136	241126,5760	252716,6740	228940,5000	263748,0000
	2004	12	234431,2613	10761,57354	3106,598690	227593,6836	241268,8389	204138,4650	245228,2050
	2005	12	227368,1563	11927,01829	3443,033609	219790,0904	234946,2221	201437,7900	243288,9150
	2006	12	223923,3200	8513,003426	2457,492410	218514,4157	229332,2243	200601,2100	232038,5550
	2007	12	219493,1475	11191,09239	3230,590102	212382,6666	226603,6284	197735,4900	236882,4450
	2008	12	220684,4062	7453,883609	2151,750854	215948,4346	225420,3779	202860,5100	229116,9900
	2009	12	214100,9325	11395,92487	3289,720147	206860,3073	221341,5577	193978,7100	230801,6250
	2010	12	207865,2725	4504,746019	1300,408163	205003,0934	210727,4516	198396,6000	215510,5650
	2011	12	204941,5437	8636,009287	2493,001143	199454,4852	210428,6023	191929,8750	218647,1250
	2012	12	195979,5545	10945,24099	3159,618915	189025,2802	202933,8288	173066,4686	214886,5040
	2013	12	187208,6474	9024,679112	2605,200457	181474,6399	192942,6550	177134,9996	209100,6171
	2014	12	182804,1762	8186,512302	2363,242541	177602,7144	188005,6380	171775,9866	198259,2984
	2015	12	183361,3491	10696,01427	3087,673360	176565,4258	190157,2723	169291,5503	207463,6972
	Total	156	211467,9532	21455,16156	1717,787705	208074,6575	214861,2490	169291,5503	263748,0000
Zeleni vodni odtis	2003	12	14776335,42	8262684,966	2385231,695	9526475,853	20026194,98	190320,0000	30969715,00
	2004	12	20058077,92	8212647,630	2370787,160	14840010,56	25276145,27	9017125,000	40371070,00
	2005	12	16499672,50	9561590,473	2760193,417	10424527,75	22574817,25	1173905,000	30884890,00
	2006	12	14266074,33	7305237,734	2108840,486	9624547,719	18907600,95	6212178,000	28203516,00
	2007	12	15663133,83	8893695,750	2567388,818	10012349,15	21313918,52	3144696,000	34978908,00
	2008	12	23539952,67	10960006,18	3163881,259	16576296,97	30503608,37	6477692,000	48417016,00
	2009	12	23029957,17	9182530,358	2650768,187	17195655,72	28864258,61	10304620,00	38159826,00
	2010	12	23678975,33	12112492,53	3496575,410	15983064,74	31374885,92	7071164,000	47584656,00
	2011	12	15742480,33	10295493,66	2972053,019	9201035,744	22283924,92	1908620,000	37320812,00
	2012	12	20298184,00	14645095,79	4227674,997	10993134,07	29603233,93	1588228,000	44022092,00
	2013	12	19137088,67	10423089,80	3008886,850	12514573,36	25759603,97	5849400,000	41781580,00
	2014	12	25276329,67	15522508,14	4480962,127	15413798,52	35138860,81	7312728,000	54224052,00
	2015	12	15239666,33	12343026,47	3563124,828	7397281,463	23082051,20	80788,00000	40776236,00
	Total	156	19015840,63	11090557,74	887955,2679	17261785,22	20769896,04	80788,00000	54224052,00

Naslednji izpis (tabela 6) je test homogenosti varianc med leti in vključuje modri in zeleni vodni odtis. P-vrednost testa je tako pri modrem kot pri zelenem vodnem odtisu večja od 0,05,



torej ničelne domneve o enakosti varianc ne moremo zavrniti pri petodstotnem tveganju. Zato smo lahko nadaljevali s pregledom tabele ANOVA.

Tabela 6: **Test homogenosti varianc za modri in zeleni vodni odtis**

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Modri vodni odtis	,764	12	143	,686
Zeleni vodni odtis	1,481	12	143	,138

Rezultati ANOVE so prikazani v tabeli 7. Pri modrem vodnem odtisu je p-vrednost enaka 0,000 in je nižja od 0,05, torej ničelno domnevo o enakosti povprečne količine porabljene pitne vode v obdobju med leti 2003 in 2015 lahko zavrnemo pri petodstotnem tveganju.

P-vrednost pri zelenem vodnem odtisu je enaka 0,112 in je večja od 0,05, torej ničelne domneve o enakosti povprečne količine padavin med leti 2003 in 2015 ne moremo zavrniti pri petodstotnem tveganju.

Tabela 7: **Analiza variance–ANOVA**

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Modri vodni odtis	Between Groups	5,813E+10	12	4844079357	52,393	,000
	Within Groups	1,322E+10	143	92456371,42		
	Total	7,135E+10	155			
Zeleni vodni odtis	Between Groups	2,200E+15	12	1,833E+14	1,555	,112
	Within Groups	1,686E+16	143	1,179E+14		
	Total	1,907E+16	155			

Odgovor na raziskovalno vprašanje ali se na lokalnem trgu povprečna količina modre in zelene vode v obdobju od 2003 do 2015 razlikuje med leti, je pri modrem vodnem odtisu pozitiven, saj med leti obstajajo statistično značilne razlike porabljene vode. Pri zelenem vodnem odtisu je odgovor negativen, saj med leti ni statistično značilnih razlik v količini padavin na lokalnem trgu.

Na osnovi ugotovitve, da obstajajo statistično značilne razlike v porabljeni količini vode, ki predstavlja modri vodni odtis, smo izvedli še multiplo oziroma večkratno primerjavo. Glede na to, da so skupine enako velike, hkrati pa je izpolnjena predpostavka o enakosti varianc med skupinami, smo izvedli Tukeyjev HSD-test. Ugotovili smo, da obstajajo statistično značilne razlike v porabi vode v okviru modrega vodnega odtisa med leti:

- 2003 in 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2004 in 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2005 in 2003, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2006 in 2003, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2007 in 2003, 2004, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,

- 2008 in 2003, 2004, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2009 in 2003, 2004, 2005, 2012, 2013, 2014, 2015,
- 2010 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2013, 2014, 2015,
- 2011 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2013, 2014, 2015,
- 2012 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009,
- 2013 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011,
- 2014 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 in
- 2015 in 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011.

8. SKLEP

Voda je naravna dobrina in je nujno potrebna za življenje, zato je upravljanje in varovanje vodnih virov eden od temeljev varovanja okolja. Evropska zakonodaja in posledično državna zakonodaja ter zakonska določila na ravni lokalne skupnosti so v zadnjih tridesetih letih uspešno prispevali k varstvu voda. Učinkovita, pravična in trajnostna raba vodnih virov je možna z upoštevanjem trajnosti vodnega odtisa.

V raziskavi smo ugotavljali in potrdili, da je na območju lokalnega trga večji uvoz virtualne vode kot vodni odtis, ki ga odtisnemo s porabo merjene in obračunane vode za produkcijo. Polega tega je bilo ugotovljeno, da se povprečna količina zelene vode ne spreminja, kar je predvsem zelo pomembno za rast rastlin, in da se povprečna količina modre vode med leti razlikuje. Pomembno je, da se količina porabljene vode zmanjšuje, predvsem zaradi zmanjšanja porabe vode v industriji. Poraba vode se je znižala več kot trikrat v procesih izdelave in obdelave jekla zaradi novih naložb v hladilne sisteme, kjer se je večina pretočnih sistemov nadomestila z zaprtimi hladilnimi sistemi.

Z okoljskega vidika na lokalnem trgu zeleni vodni odtis ne daje prednosti proizvodnji zaradi naravne vegetacije in biološke raznolikosti, saj se povprečna količina padavin med leti statistično ne razlikuje in zadostuje za vegetacijo lokalnega trga, ki je navedena v tabeli 2. Uporabniki imajo na lokalnem trgu preko celega leta omogočeno oskrbo z modro vodo, ki se zajema na sedmih vodnih virih. Uporabljena voda preko kanalizacijskega sistema, ki je na lokalnem trgu 80-odstoten, zaključi na čistilni napravi, ki izvaja tretjo stopnjo čiščenja, kar omogoča, da se poleg razgradnje bioloških organskih vsebin odstranijo še nekatere dušikove in fosforjeve spojine.

S socialnega vidika vodni odtis lokalnega trga ni prikrajšal uporabnikov vode, saj ni bilo nobenih omejitev in opozoril zaradi pomanjkanja pitne vode. Z ekonomskega vidika ostaja še nekaj odprtih vprašanj, predvsem na področju optimalne produktivnosti, glede na to, da obstajajo vodne izgube.

LITERATURA IN VIRI

1. Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), 2016. Vode. Dostopno na: <http://www.arso.gov.si/vode/> [8. 5. 2016].
2. Balantič, Z., Balantič, B., 2012. Izboljševanje učinkovitosti zmanjševanja vodnega odtisa. *Gospodarjenje z okoljem*, 21(84), 2–6.
3. Balantič, Z., Balantič, B., Jarc Kovačič, B., 2014. Nova paradigma bilance vodnega odtisa. *Biotehniški center Naklo*, 3, 336–345.
4. Bergant, K., Kajfež Bogataj, L., Sušnik, A., Cegnar, T., Črepinšek, Z., Kurnik, B., Pečenko, A., 2004. Spremembe podjetja in kmetijstvo v Sloveniji. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
5. Kuiper, D., Zarate, E., Alda, M., Morrison, J., Schulte, P., Schulte, R., 2011. Water Footprint and Corporate Water Accounting for Resource Efficiency. United Nations Environment Programme. Dostopno na: <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/DTIx1411xPA-WaterFootprint.pdf>
6. Hoekstra, A. Y., 2003. Virtual Water Trade. International Expert Meeting on Virtual Water Trade, 12(12), 1–244. Dostopno na: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf>
7. Hoekstra, A. Y., Mekonnen, M. M., 2012. The water footprint of humanity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(9), 3232–3237. Dostopno na: <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-799968-5.00007-5>
8. Lovarelli, D., Bacenetti, J., Fiala, M., 2016. Water Footprint of crop productions: A review. *Science of The Total Environment*, 548–549, 236–251. Dostopno na: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.022>
9. Poje, M., Dobnikar Tehovnik, M., Kranjc, M., Triščič, N., Krsnik, P., Mihorko, P., 2008. Kakovost površinskih virov pitne vode v Sloveniji. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
10. Rismal, M., 2012. Problemi upravljanja voda v Sloveniji in gospodarjenja z njimi. *Gradbeni vestnik*, 61(8), 177–182.
11. Roš, M., Zupančič, G. D., 2010. Čiščenje odpadnih voda. Velenje: Visoka šola za varstvo okolja.
12. Samuelson, P. A., Nordhaus, W. D., 2002. *Ekonomija*. Ljubljana: GV Založba.
13. Zygmunt, J., 2007. *Hidden Waters - A Waterwise Briefing*. London: Waterwise.
14. Žitnik, M., Čuček, S., Pograjc, M., 2013. Voda – od izvira do izpusta. Ljubljana: Statistični urad Republike Slovenije.
15. Water footprint network (WFN), 2016. Kaj je vodni odtis? Dostopno na: <http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/> [1. 4. 2016].
16. Water footprint network (WFN), 2016a. National water footprint explorer. Dostopno na: <http://waterfootprint.org/en/resources/interactive-tools/national-water-footprint-explorer/> [1. 4. 2016].
17. Worldometers DadaX, 2016. Svetovni števci. Dostopno na: <http://www.worldometers.info/> [29. 3. 2016].

