

Received / Priljeno  
2016-06-23 / 23-06-2016Accepted / Prihvaćeno  
2017-09-06 / 06-09-2017

Hrvoje Grofelnik

## The local blue water footprint of tourism on the islands of Cres and Lošinj

### Lokalni plavi vodni otisak turizma na otocima Cresu i Lošinj

The paper presents the local blue water footprint of tourism on the islands of Cres and Lošinj (Northern Adriatic, Croatia). The paper contains a case study of the specific environmental impact caused by exploitation of Lake Vrana to satisfy the needs of the population and economies of Cres and Lošinj. The hypothesis this paper is based on maintains that the local blue water footprint has predominantly been caused by tourism and that it has demonstrates annual fluctuations, closely linked to the number of tourists and non-residents present on the islands in question. The blue water footprints of residents, non-residents, and tourists were examined separately in the course of studying the environmental burden. To verify and compare the results for Cres and Lošinj, they were viewed in relation to similar tourist regions in Croatia (Crikvenica) and Spain (Mallorca). The paper is theoretically focused on singling out partial tourism footprints, while its practical aspect is visible in the calculation of the local blue water footprint, as the foundation for creating sustainable development strategies and spatial plans based on the real impact of human actions on the environment.

**Keywords:** blue water footprint, water supply, tourism, Cres, Lošinj, Crikvenica, Mallorca

Rad prikazuje određivanje lokalnoga plavog vodnog otiska na otocima Cresu i Lošinj (Sjeverni Jadran, Republika Hrvatska). U radu je u obliku studije slučaja izdvojeno opterećenje okoliša crpljenjem vode iz Vranskog jezera za potrebe stanovništva i gospodarstva prisutnog na cresko-lošinjskom otočju. Hipoteza na kojoj se zasniva rad tvrdi kako je lokalni plavi vodni otisak dominantno pod utjecajem turizma i pokazuje godišnje oscilacije usko povezane s brojem turista i ne rezidenata na otocima. U opterećenju okoliša izdvojeni su lokalni plavi vodni otisci rezidentnoga stanovništva kao i otisak nerezidenata i turista na otocima. Za provjeru i usporedbu rezultati za otoke Cres i Lošinj stavljeni su u odnos sa sličnim turističkim regijama na području Hrvatske (Crikvenica) i Španjolske (Mallorca). Rad na teorijskoj razini aktualizira izdvajanje parcijalnih turističkih otisaka, dok na praktičnoj razini donosi izračun lokalnoga plavog vodnog otisaka kao podloge za kreiranje održivih razvojnih strategija i prostornih planova utemeljenih na stvarnim utjecajima ljudskoga djelovanja na okoliš.

**Cljučne riječi:** plavi vodni otisak, vodoopskrba, turizam, Cres, Lošinj, Crikvenica, Mallorca

## Introduction

The islands of Cres and Lošinj (Northern Adriatic, Croatia), as part of the northern-Adriatic archipelago, make up a functional unit physically divided into two islands by a man-made channel. The general level of development on the two islands is below the resource capacity present on the islands' area, which is mainly the result of their unfavourable position in the traffic network and long-term emigration trends present in the area (Grofelnik, 2011). Their economies are dominated by the service sector, with tourism as the most important factor of development, resulting in pronounced annual fluctuations of economic activity on the islands. During the colder part of the year, all commercial activities, including tourism, practically grind to a halt. The current main attributes of tourist development of the two islands are defined by "swimming tourism", which is the basis of development and services offered on the islands (Grofelnik, 2011). The dominance of this type of tourism results in specific periods of tourist activity in the area (summer swimming season), basic types of tourist accommodation (camps, resorts, hotels, and private accommodation of middle quality and level of services), guest profile (mostly mid-level purchasing power), as well as the range and quality of tourist services (services in open and closed spaces of medium added value).

The goal of this paper is an analysis of the sustainability of the current system of water supply services on the islands along with a calculation of the local blue water footprint on Cres and Lošinj, taking into account the part that tourism plays therein. The main hypothesis is that the local blue water footprint is predominantly affected by tourism and that it demonstrates annual fluctuations, closely linked to tourism-related activities on the islands. The results of the paper are aimed at determining and singling out the proportion of the footprint accounted for by tourism, and at employing said results towards sustainable development of the islands.

The paper, at the theoretical level, is focused on singling out partial tourism footprints (local blue water footprints); while at the practical level, the paper presents the measurement of partial ecological footprints as a basis for the development of plans and strategies

## Uvod

Otoci Cres i Lošinj (Sjeverni Jadran, Republika Hrvatska) dio su sjevernojadranskoga otočja te čine funkcionalnu cjelinu, antropogenim kanalom fizički podijeljenu na dva otoka. Opće razvojno stanje na području otoka Cresa i Lošinja je ispod resursnih mogućnosti koje nudi otočni prostor, što je prvenstveno uzrokovano nepovoljnim prometnim položajem otoka te dugotrajnim emigracijskim obilježjima prostora (Grofelnik, 2011). U gospodarstvu dominiraju uslužne djelatnosti, a kao nositelj razvoja izdvaja se turizam zbog kojega su vrlo izražene godišnje oscilacije gospodarskih aktivnosti na otocima. Tijekom zimskoga dijela godine sve komercijalne djelatnosti pa tako i turizam gotovo zamiru. Trenutna osnovna obilježja turističkoga razvojnog stanja otoka Cresa i Lošinja definirana su kupališnim turizmom koji je temeljni oblik ponude i razvoja otoka (Grofelnik, 2011). Iz navedene turističke orijentacije proizlazi vrijeme turističke aktivnosti u prostoru (ljetna kupališna sezona), osnovni tipovi turističkih objekata (kampovi, turistička naselja, hoteli i privatni apartmanski smještaj srednje kvalitete ponude i usluga), profil gostiju (većinom srednje platežne moći), ponuda i kvaliteta turističkih usluga (usluge u otvorenim i zatvorenim prostorima većinom srednje dodane vrijednosti).

Cilj je rada analiza održivosti trenutnoga sustava vodoopskrbe na otocima te izračun lokalnoga plavog vodnog otiska na otocima Cresu i Lošinjuz uz izdvajanje udjela otiska vezanog uz turizam. Hipoteza na kojoj se zasniva rad tvrdi kako je lokalni plavi vodni otisak dominantno pod utjecajem turizma i pokazuje godišnje oscilacije usko vezane uz aktivnost turizma na otocima. Rezultati rada usmjereni su na izdvajanje udjela turizma u otisku i primjenu rezultata usmjerenih na razvojnu samo-održivost otoka.

Rad na teorijskoj razini aktualizira izdvajanja parcijalnih turističkih otisaka (lokalnoga plavog vodnog otiska), dok na aplikativnoj razini rad donosi izračun parcijalnoga ekološkog otisaka kao podloge za razvoj strategija i planova za održiv razvoj otočnih i ostalih prostora. Rad donosi i usporedbu lokalnih plavih vodnih otisaka turizma oto-

for the sustainable development of island and other spaces. The paper also presents a comparison between the local blue water footprints of tourism on the islands of Cres and Lošinj with some other similar tourist regions, in Croatia (Crikvenica) and Spain (Calvia and Alcudia). Finally, the ultimate goal of this paper is to help the process of revitalisation and sustainable development of islands, as places of high value (Fig. 1).

ka Cres i Lošinja sa sličnim turističkim regijama u Hrvatskoj (Crikvenica) i Španjolskoj (Calvia i Alcudia). Krajnji je cilj rada pomoć pri revitalizaciji i održivom razvoju otoka kao visokovrijednih prostora (sl. 1).

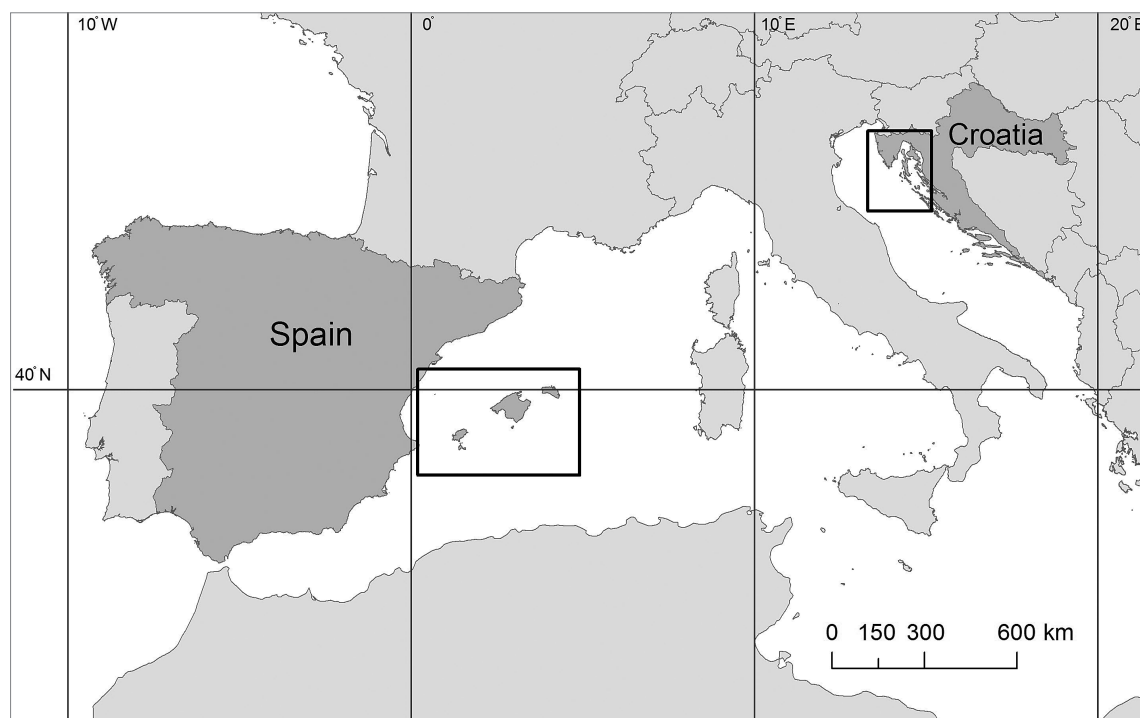


Fig. 1 The study areas

Sl. 1. Pregledna karta istraživanih prostora

## Methodology and previous research

The development of conceptual approaches and research methods

The development of the methodology to determine water footprints is closely related to the development of ecological footprint methodology. The ecological footprint is a method based on measuring the total amount of resources consumed within an area and the waste created in the process; or by measuring the energy used, which is then converted

## Metodologija i povijest istraživanja

Razvoj konceptualnih pristupa i metoda istraživanja

Razvoj metode određivanja vodnoga otiska usko je vezan za razvoj metode određivanja ekološkoga otiska. Ekološki otisak (eng. *ecological footprint*) jest metoda koja se temelji na mjerenjima korištene količine ukupnih resursa u prostoru te otpada koji se pri tome stvara ili pak na mjerenju korištene energije koja se posebnim metodama

through specific calculations into the equivalent of a corresponding vegetation absorption area. The ecological footprint is one of the methods developed during the last twenty years, aimed at determining the current environmental impact in an area within the context of its local capacity or within the concept of global capacity of the planet. It was conceived in the early 1990s by Mathis Wackernagel and William Rees at the University of British Columbia (Canada). Parallel to the development of ecological footprint methodology, the scientific community has become increasingly interested in water as the main resource and the environmental impact the society puts on water resources. This resulted in the concept of virtual water during the 1990s and of the water footprint methodology soon thereafter. The virtual water method was introduced by John Anthony Allan at King's College London (UK) in the early 1990s (Allan, 1993; 1994; 2011), while the concept of water footprint was developed by Arjen Hoekstra at the University of Twente (the Netherlands) (Hoekstra, 2003; Hoekstra et al., 2011).

In the context of this paper, which deals with water as the main resource and the environmental impact on water resources on the islands of Cres and Lošinj, it is important to define certain concepts, which are rarely used in Croatian scientific literature, but are becoming increasingly common among the global scientific community.

Blue water footprint is a measure of the expenditure of potable water from natural surface and underground sources (blue water). Green water footprint is a measure of the amount of rainfall and humidity necessary for natural plant growth and development (green water). Grey water footprint is a measure of the total amount of water needed to dilute polluted water to legally acceptable water quality levels. Virtual water encompasses the total amount of water used (polluted) or incorporated into a product from its primary (source) location and later used or spent at a secondary location (Mekonnen and Hoekstra, 2011; Prebeg, 2012).

izračuna pretvara u ekvivalent odgovarajuće apsorpcijske vegetacijske površine. Ekološki otisak jedna je od metoda što su se razvile u zadnjih dvadesetak godina s ciljem određivanja trenutne opterećenosti nekoga prostora s obzirom na njegov lokalni kapacitet nosivosti ili u odnosu na globalni kapacitet nosivosti Zemlje. Ekološki su otisak početkom 1990-ih osmislili Mathis Wackernagel i William Rees na *The University of British Columbia* (Kanada). Paralelno s razvojem metode ekološkoga otiska znanstvenu je javnost sve više zanimala voda kao osnovni resurs i opterećenje društva na vodne resurse, pa se tijekom 1990-ih razvija koncept virtualne vode te nešto kasnije i metoda vodnoga otiska. Metodu određivanja virtualne vode uveo je početkom 1990-ih godina John Anthony Allan s *King's College London* (Ujedinjeno Kraljevstvo) (Allan, 1993; 1994; 2011), dok je koncept vodnoga otiska razvio 2002. godine Arjen Hoekstra s *University of Twente* (Nizozemska) (Hoekstra, 2003; Hoekstra i dr., 2011).

U kontekstu ovoga rada, koji se bavi vodom kao osnovnim resursom te opterećenošću vodnih resursa na otocima Cresu i Lošinj, potrebno je navesti definicije određenih pojmova koji su rijetko korišteni u hrvatskoj stručnoj i znanstvenoj literaturi, a sve su prisutniji u globalnoj znanstvenoj zajednici.

Plavi vodni otisak (eng. *blue water footprint*) pokazatelj je potrošnje pitke vode iz prirodnih površinskih ili podzemnih izvora (plava voda). Zeleni vodni otisak (eng. *green water footprint*) pokazatelj je količine kišnice i vlage potrebne za prirodni rast i razvoj biljaka (zelena voda). Sivi vodni otisak (eng. *grey water footprint*) pokazatelj je ukupne količine vode potrebne da bi se onečišćene vode razrjeđivanjem svele unutar zakonskih standarda za kvalitetu voda. Virtualna voda (eng. *virtual water*) obuhvaća ukupnu količinu vode izravno potrošenu (onečišćenu) ili uklopljenu u neki proizvod s izvornoga (primarnog) prostora, a koja je naknadno korištena ili potrošena na sekundarnom prostoru (Mekonnen i Hoekstra, 2011; Prebeg, 2012).

## An Overview of Relevant Research of Cres and Lošinj Area

The primary study areas in this paper are the islands of Cres and Lošinj, while the objects of research are the environmental impact and sustainability of the islands' water supply. This resulted in focusing on the analysis of the state of the islands' water supply system, which is based on pumping water from Lake Vrana on Cres (Fig. 2).

## Pregled relevantnih istraživanja prostora Cresa i Lošinja

Primarni prostor istraživanja u ovom radu su otoci Cres i Lošinj, dok su objekti istraživanja opterećenje i održivost vodoopskrbe otoka. Slijedom navedenoga proizlazi usmjerenost rada na analizu stanja vodoopskrbnoga sustava otoka koja se temelji na crpljenju vode iz Vranskog jezera na Cresu (sl. 2).

**The local blue water footprint of tourism on the islands of Cres and Lošinj**

**Lokalni plavi vodni otisak turizma na otocima Cresu i Lošinja**



Fig. 2 An overview of the islands of Cres and Lošinj  
Sl. 2. Pregledna karta otoka Cresa i Lošinja

The organised and sustainable water supply system of Cres and Lošinj is one of the bases for livelihood on the islands and their development, which includes tourism. The water supply aspect of tourism development on the islands is highlighted during the summer tourist season, when the demand for water, specifically from Lake Vrana, rapidly changes. The water supply system of the islands is based on pumping water from Lake Vrana, the only freshwater well on Cres and Lošinj. Numerous public and private cisterns (*šterne*) exist on the islands, but are not being used in the majority of towns and villages. The water supply system of Cres and Lošinj traces its history to the first half of the 20th century (Ceconi, 1939), while the current organised water supply started in 1952. Since then, most settlements have been connected to the municipal waterworks, but some parts of the islands remain unconnected to this day—such as Tarmuntana, Pernat peninsula, and some small villages which have been abandoned (partly due to lack of organised water supply).

Lake Vrana is the largest lake in Croatia volume-wise (220 million m<sup>3</sup>) and is an important hydrological and karst phenomenon. Its water supply function makes it particularly important for the Cres-Lošinj archipelago. The history of exploitation of Lake Vrana in the 1929–1984 period shows a reduction of the mean annual water level by an average of 2 cm per year. The analysis of extreme hydrological conditions between 1985 and 1987 revealed that the sudden annual reduction of the water level (up to 48 cm) of the time was mostly the result of a spike in water pumping combined by an unfavourably dry period (Ožanić and Rubinić, 1998). It was determined that the reduced water level in the 1980s, caused by extreme dry periods or extensive pumping, might have enabled seawater incursion into the aquifer (Ožanić and Rubinić, 1998). Considering that past research and analyses were based on extrapolating the regime of the lake system based on historical data recorded during higher water levels, maintaining sustainability of the water supply necessitated gradual application of changes to rates of pumping, with stringent control of the chemistry within the aquifer (Ožanić and Rubinić, 1998). Following the

Organizirana održiva vodoopskrba otoka Cres i Lošinja jedna je od osnovnih pretpostavki za život i ukupan razvoj otoka, pa tako i turizma. Vodoopskrbni aspekt razvoja turizma posebice je naglašen na otocima tijekom ljetne turističke sezone, kada se potrebe i crpljenje vode iz Vranskog jezera brzo mijenjaju. Okosnicu vodoopskrbnoga sustava otoka čini vodocrpilište na Vranskom jezeru kao trenutno jedino vodocrpilište za otoke Cres i Lošinj. Uz Vransko jezero na otocima postoje mnogobrojne javne i privatne cisterne (lok. šterne), ali se u većini naselja više ne koriste. Vodoopskrbni sustav otoka Cres i Lošinja ima svoje začetak u prvoj polovici 20. st. (Ceconi, 1939), dok je suvremena organizirana vodoopskrba otoka Cres i Lošinja započela 1952. godine. Od tada je većina naselja spojena na komunalni vodovod, no ipak su pojedini dijelovi otoka i do danas ostali bez priključka kao što su Tramuntana, poluotok Pernat te pojedina manja naselja koja su između ostaloga i zbog pomanjkanja organizirane vodoopskrbe uglavnom napuštena.

Vransko jezero volumenom je najveće jezero u Hrvatskoj (220 milijuna m<sup>3</sup>) te je vrlo važan hidrološki i krški fenomen, a zbog svoje vodoopskrbne funkcije od posebne je važnosti za cresko-lošinjsko otočje. Povijest korištenja Vranskog jezera u razdoblju od 1929. do 1984. godine bilježi trend pada srednjega godišnjeg vodostaja površine vode u jezeru za prosječnih 2 cm godišnje. U razdoblju od 1985. do 1987. godine analizom ekstremnih hidroloških prilika pokazalo se da je najveći utjecaj na tada zabilježeno naglo sniženje razine jezera od 48 cm godišnje imalo recentno povećanje crpljenja uz istovremeno nepovoljno suho razdoblje (Ožanić i Rubinić, 1998). Analizom ubrzana snižavanja razine jezera 1980-ih zaključeno je da je u slučaju ekstremnih sušnih razdoblja ili pak crpljenja većih količina vode moguće snižavanje razine Vranskog jezera odnosno prodor morske vode u vodonosnik (Ožanić i Rubinić, 1998). S obzirom na to da su dosadašnja istraživanja i analize rađene na temelju ekstrapolacije ponašanja jezerskoga sustava prema povijesno zabilježenim podacima pri višim razinama vode u jezeru, nužno je za održivost vodoopskrbe da se promjenama količina crpljenja vode iz jezera, koje snižavaju razinu vode u jezeru, pristupa postupno i uz strogu kontrolu po-

alarming reductions in the water level from 1985 to 1987, pumping was maintained at an average yearly rate of 72 l/s (litres per second) during the subsequent years, which stabilised the lake system. However, significant seasonal fluctuations are still noticeable during the year, primarily due to tourism related demands, peaking at 160 l/s during the summer months.

Despite considerable public and professional interest in Lake Vrana from the late 1980s through the 1990s and the resulting research, the issue of replenishment of the lake's water supply has remained unsolved. The research of the ratio of replenishment and loss/pumping from Lake Vrana was most intensively conducted during the 1990s<sup>1</sup>. The research resulted in the dynamic mathematical model "Vrana" which explains the dynamics of change of mean annual water levels of Lake Vrana. Within the framework of that model, Ožanić and Rubinić concluded that the water level during one year has a dominant effect on the fluctuations of the water level in the year that follows, while the dominant effect of precipitation is manifested during the current year (Ožanić and Rubinić, 1998). By simulating the fluctuations of Lake Vrana water levels within the model, it was concluded that the earlier prognoses of the acceptable sustainably mean annual pumping amount of 250 l/s, according to Petrik (1958 and 1961), was overrated. According to the "Vrana" model, and taking into account the Ghyben-Hertzberg law on saltwater-freshwater balance, Rubinić and Ožanić (1998) calculated the acceptable mean annual pumping amount to be 100 l/s. Ožanić and Rubinić (1998) stated that the amount of 100 l/s should not result in seawater incursion into the lake system and its salinization, i.e. the said pumping intensity can be considered to be a sustainable limit within the present hydrological conditions of Cres and Lošinj.

Recent research linking the hydrological attributes of Kvarner islands with water supply and tour-

našanja kemizma u vodonosniku (Ožanić i Rubinić, 1998). Nakon alarmantnih snižavanja razine jezera od 1985. do 1987. u daljnjem razdoblju količine crpljene vode ustalile su na srednjoj godišnjoj količini do oko 72 l/s što je stabiliziralo jezerski sustav. Tijekom godine, prvenstveno zbog potreba u turizmu, mogu se i dalje uočiti značajne sezonske oscilacije količina crpljenja vode i do 160 l/s tijekom ljeta.

Nakon značajna interesa javnosti i struke vezanog uz Vransko jezero krajem 1980-ih i tijekom 1990-ih te provedenih istraživanja još uvijek nije potpuno riješeno pitanje prihrane jezera vodom. Istraživanja ukupnih odnosa prihrane i gubljenja te crpljenja vode iz Vranskog jezera provodila su se najintenzivnije 1990-ih godina.<sup>1</sup> Istraživanja su rezultirala oblikovanjem dinamičkoga matematičkoga modela „Vrana” koji tumači dinamiku kolebanja srednjih godišnjih razina površine Vranskog jezera. U navedenom modelu Ožanić i Rubinić utvrdili su da razina jezera tijekom prethodne godine ima dominantan utjecaj na oscilacije razine u narednoj godini, dok padaline imaju dominantan utjecaj na promjene razine jezera tijekom iste godine (Ožanić i Rubinić, 1998). Simulacijama oscilacija razine Vranskog jezera na osnovi modela utvrđeno je također da su ranije prognoze dopuštenih održivih srednjih godišnjih količina crpljenja po Petriku (1958, 1961) od 250 l/s bile precijenjene. Prema modelu „Vrana” (Rubinić i Ožanić, 1998) i prema raspoloživim spoznajama o ravnoteži slatke i slane vode na osnovama Ghyben-Hertzbergova zakona proračunata je održiva količina crpljene vode do prosječnih 100 l/s. Ožanić i Rubinić (1998) navode kako količina od 100 l/s ne bi trebala rezultirati opasnošću prodora mora u jezerski sustav i njegovim zaslanjenjem, odnosno navedeni intenzitet crpljenja vode može se uzeti kao održiva granica u današnjim hidrološkim uvjetima otoka Cresa i Lošinja.

Istraživanja novijega datuma koja povezuju hidrogeografska obilježja kvarnerskih otoka te vodo-

<sup>1</sup> Relevant research of Lake Vrana since the 1990s has been conducted in several stages and resulted in numerous scientific and professional papers. The following should be singled out chronologically: Rubinić and Ožanić (1992), Biondić et al. (1993), Bonacci (1993), Bičanić (1994), Ožanić and Rubinić (1994), Biondić et al. (1995), Bonacci (1995), Hertelendi et al. (1995), Ožanić and Rubinić (1995), Ožanić (1996), Ožanić and Rubinić (1997), Šegota and Filipčić (2001), Ožanić and Rubinić (2003), Bonacci (2014)

<sup>1</sup> U razdoblju od 1990-ih do danas u nekoliko navrata provedena su relevantna istraživanja Vranskog jezera koja su rezultirala objavljivanjem mnogih znanstvenih i stručnih radova te je prema kronološkom redoslijedu potrebno izdvojiti sljedeće: Rubinić i Ožanić (1992), Biondić i dr. (1993), Bonacci (1993), Bičanić (1994), Ožanić i Rubinić (1994), Biondić i dr. (1995), Bonacci (1995), Hertelendi i dr. (1995), Ožanić i Rubinić (1995), Ožanić (1996), Ožanić i Rubinić (1997), Šegota i Filipčić (2001), Ožanić i Rubinić (2003), Bonacci (2014)

ism emphasised the seasonality of water supply network loads and the conditionality of tourism development trends and other socio-geographic changes to the resource base and development of the water supply systems (Slavuj et al., 2009; Lončarić, 2010; Lončarić et al., 2011; Grofelnik, 2011).

### Analysis of the sustainability of the water supply system and structures of water consumption

The “Vrana” model, i.e. the sustainable 100 l/s pumping level, maintains that the sustainable water supplying capacity of Lake Vrana is estimated to be around 3,156,300 m<sup>3</sup>/year. During the recent years, the quantity of water pumped from the lake amounts to around 2,300,000 m<sup>3</sup>/year (Tab. 1). If the amount of recommended and pumped water were compared at the annual level, without a monthly based trend analysis, one might erroneously conclude that a further 850,000 m<sup>3</sup> per year remains to be safely pumped from the lake.

Tab.1 The amount of water pumped from Lake Vrana 2009 – 2013  
Tab. 1. Količine crpljene vode iz Vranskog jezera u razdoblju od 2009. do 2013.

Year / Godine	2009	2010	2011	2012	2013	Average / Prosjek
Amount of water pumped (m <sup>3</sup> ) / Crpljena voda (m <sup>3</sup> )	2,275,843	2,333,891	2,276,917	2,260,632	2,303,252	2,290,107

Source / Izvor: VOCL, 2014

Due to the extremely uneven distribution of consumption and pumping during the year, largely caused by tourism and the lack of infrastructure for long-term storage of large quantities of water, the present amount of pumping in the summer months already exceeds the recommended 100 l/s (Fig. 3). As the summer period is the driest part of the year, the overlapping of the high demand with the low rate of replenishment calls for continuous monitoring of the lake’s water level.

Drawing of water from Lake Vrana during the year varies: from February as the base month with the

opskrbu i turizam ističu sezonalnost opterećenja vodoopskrbne mreže te uvjetovanost turističkih razvojnih trendova i ostalih socio-geografskih mijena s hidrološkom resursnom osnovom i razvojem vodoopskrbnoga sustava (Slavuj i dr., 2009; Lončarić, 2010; Lončarić i dr., 2011; Grofelnik, 2011).

### Analiza održivosti vodoopskrbnog sustava i struktura potrošnje vode

Iz modela „Vrana” odnosno održive razine crpljenja od 100 l/s proizlazi da je održivi vodoopskrbni godišnji kapacitet Vranskog jezera procijenjen na oko 3 156 300 m<sup>3</sup>/god. Zadnjih godina količine crpljene vode iz jezera iznose do oko 2 300 000 m<sup>3</sup> godišnje (tab. 1). Ako se navedene brojke preporučene i crpljene vode usporede na godišnjoj razini, bez analize hoda crpljenih količina vode po mjesecima, može se doći do krivoga zaključka da jezero nudi još oko 850 000 m<sup>3</sup> vode u godini.

Zbog izrazito neravnomjerne potrošnje i crpljenja vode tijekom godine, koja je uzrokovana prije svega turizmom te nemogućnosti dugoročnoga skladištenja većih količina vode, već u sadašnjoj vodoopskrbnoj situaciji u ljetnim je mjesecima mjesečno crpljenje vode veće od preporučenih 100 l/s (sl. 3). Navedeno ljetno razdoblje ujedno je i najsušnije razdoblje u godini pa poklapanje najvećih potreba za vodom i slabe prihrane Vranskog jezera upućuje na potrebu stalnoga praćenja stanja razine jezera.

Crpljenje vode iz Vranskog jezera tijekom godine varira od veljače kao baznoga mjeseca s naj-



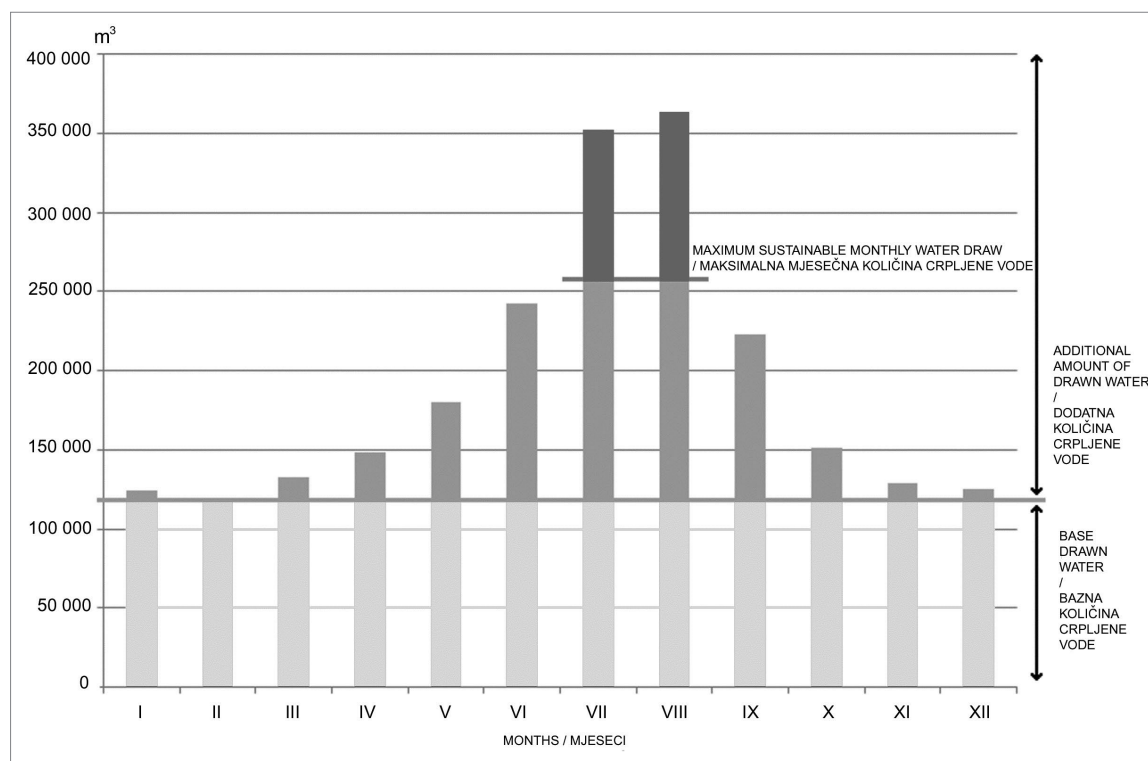


Fig. 3 The ratio of average values of minimal - base drawn water and the fluctuation of drawn water during the remaining months in 2009-2013 from Lake Vrana on Cres

Sl. 3. Odnos prosječnih vrijednosti minimalnog - baznog crpljenja i kretanja crpljenih količina vode ostalih mjeseci tijekom razdoblja 2009. - 2013. iz Vranskog jezera na otoku Cresu

Source / Izvor: VOCL, 2014

smallest amount pumped at around 120,000 m<sup>3</sup> (Tab. 2), to the maximum amount pumped in July and August, reaching 360,000 m<sup>3</sup>. It is obvious that during the summer months, due to a steep increase in the demand caused by the peak of the tourist season, the amount pumped surpasses the set limit for sustainable monthly pumping (amounting to around 263,000 m<sup>3</sup>) which is the maximum to allow for the self-sufficient development of the islands.

Water loss in the Cres-Lošinj water supply pipe system during the 2009-2013 period had a yearly average of 36.8% (VOCL, 2014). The smallest share of monthly losses coincided with periods of largest summer consumption; therefore, exclusively reducing consumption during the summer would not contribute to the concept of sustainability of water supply, as that would increase the share of loss within the system that is caused by its state of (dis)repair and not by the flow of water through it. Rational consumption of

manjom crpljenom količinom od oko 120 000 m<sup>3</sup> (tab. 2) pa do maksimuma crpljenja u srpnju i kolovozu, kad se vrijednosti penju na oko 360 000 m<sup>3</sup>. Budući da je preporučena vrijednost održivoga mjesečnog crpljenja iz jezera oko 263 000 m<sup>3</sup>, očito je da u ljetnim mjesecima zbog nagla porasta potrošnje vode uslijed turističke sezone dolazi do crpljenja preko vrijednosti kapaciteta jezera koja jamči održivi samodostatni razvoj otoka.

Gubitak vode u cresco-lošinjskom vodoopskrbnom sustavu tijekom razdoblja od 2009. do 2013. godine na godišnjoj razini prosječno je iznosio 36,8 % (VOCL, 2014). Najmanji udjeli mjesečnih gubitaka u sustavu podudaraju se s razdobljima najveće mjesečne ljetne potrošnje, što ne ide u prilog povećanju održivosti vodoopskrbe isključivo smanjivanjem potrošnje tijekom ljeta jer se na taj način povećava udio gubitaka u sustavu koji nisu vezani za protok vode kroz sustav, već za

Tab. 2 The relationship between the average draw and sustainable amounts of water for drawing from Lake Vrana for the 2009 – 2013 period  
Tab. 2. Odnosi prosječnih crpljenih i održivih vrijednosti količina vode za crpljenje iz Vranskog jezera za razdoblje 2009. – 2013.

Month / Mjesec	Average amount of water pumped per month (m <sup>3</sup> ) / Prosječna mjesečna količina crpljenje vode (m <sup>3</sup> )	Value of monthly sustainable limit of drawing (m <sup>3</sup> ) / Vrijednost mjesečne održive baze crpljenja (m <sup>3</sup> )	Deviation from sustainable limit (m <sup>3</sup> ) / Odstupanje od održive baze crpljenja (m <sup>3</sup> )	Ratio of deviation from sustainable limit (%) / Udio odstupanja od održive baze crpljenja (%)
January / Siječanj	124,214	267,840	143,626	53.6
February / Veljača	116,963	241,920	124,957	51.7
March / Ožujak	132,686	267,840	135,154	50.5
April / Travanj	148,781	259,200	110,419	42.6
May / Svibanj	179,844	267,840	87,996	32.9
June / Lipanj	242,120	259,200	17,080	6.6
July / Srpanj	352,339	267,840	-84,499 *	-31.5
August / Kolovoz	363,904	267,840	-96,064 *	-35.9
September / Rujan	222,614	259,200	36,586	14.1
October / Listopad	151,790	267,840	116,050	43.3
November / Studeni	129,139	259,200	130,061	50.2
December / Prosinac	125,714	267,840	142,126	53.1

\* The values for July and August are negative because the amount of drawn water exceeds the recommended monthly amount of 100 l/s

\* Vrijednosti za srpanj i kolovoz su negativne jer količine crpljene vode nadmašuju vrijednosti preporučene održive mjesečne količine od 100 l/s.

Source / Izvor: VOCL, 2014

water on the islands is necessary, but investment and maintenance of the water supply network in order to reduce losses within it are also very important.

The analysis of trends of monthly fluctuations of water pumping during the 2009–2013 period (Fig. 4) shows a high level of congruence of the increase of water pumping and the increase of the number of overnight stays of tourists (non-residents) on the islands.

Annual deviations from the average amount of water sold in the 2009–2013 period were up to 6%, while annual deviations of overnight stays from the average for that period were never higher than 5,9%. The analysis of the structure of relationship of consumers and amounts of consumed water in the Cres and Lošinj water supply system for the 2009–2013 period (Fig. 5) might lead to the conclusion that there is an apparent stability in the water system of the islands. The data from said period, used in this paper, can yield relevant conclusions related to the sustainability of the system and the partial relationships, which are further analysed in later parts of the paper. Personal

fizičko stanje sustava. Uz nužnost racionalne potrošnje vode na otocima vrlo su važna ulaganja u smanjivanje gubitaka u vodoopskrbnom sustavu.

Analizom trendova kretanja mjesečnih vrijednosti crpljenih količina vode tijekom razdoblja 2009. – 2013. (sl. 4) vidljiva je izrazita podudarnost kretanja vrijednosti crpljenja vode s povećanjem broja noćenja turista (nerezidenata) na otocima.

Godišnja odstupanja u količinama prodane vode od 2009. do 2013. u odnosu na prosjek razdoblja iznose do 6 %, dok godišnja odstupanja turističkih noćenja od prosjeka razdoblja iznose do maksimalnih 5,9 %. Analizom strukture po potrošačima i odnosa količina potrošene vode u vodoopskrbnom sustavu otoka Cresa i Lošinja za razdoblje od 2009. do 2013. godine (sl. 5) može se zaključiti da je vodoopskrbni sustav na otocima Cresu i Lošinj stabilan te da se iz analiziranoga razdoblja, uzetog u ovom radu, mogu izvlačiti relevantni zaključci vezani za održivost sustava i parcijalne odnose koji će biti analizirani

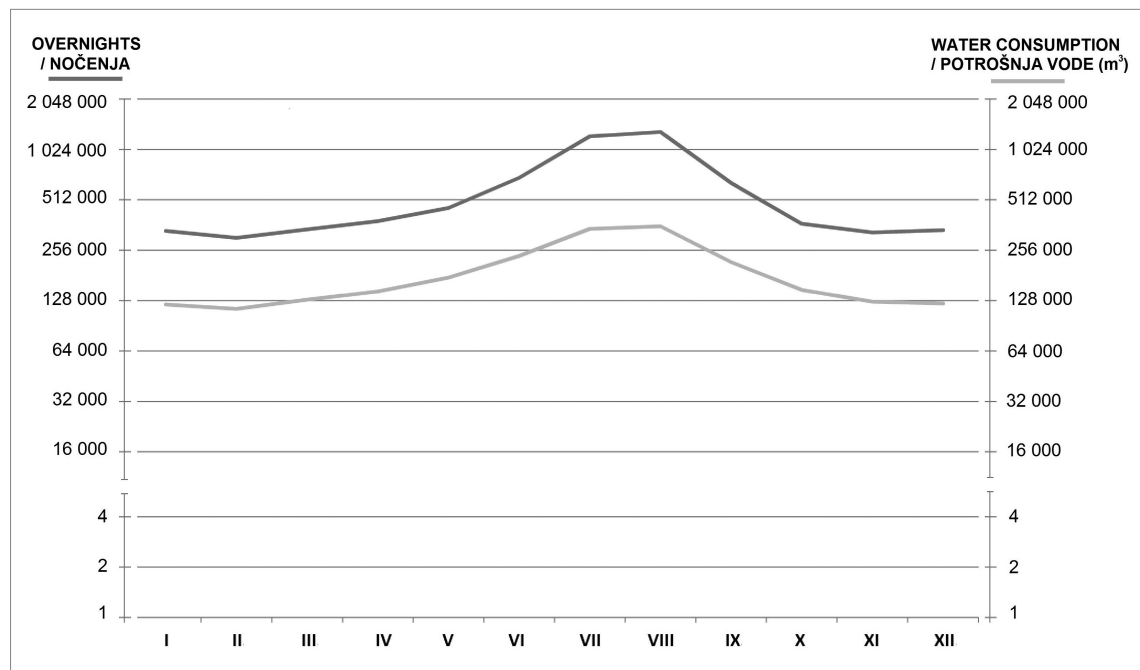


Fig. 4 The relationship of the fluctuation of water consumption and number of overnight stays on Cres and Lošinj for the 2009–2013 period  
Sl. 4. Odnos kretanja potrošnje vode i broja turističkih noćenja na otocima Cresu i Lošinj za razdoblje 2009. – 2013.

Source / Izvor: VOCL, 2014; TZ-CCS, 2014; TZ-CML, 2014

consumption of water is singled out from the structure of water consumption provided by the statistical data of the municipal water company (Fig. 5); but this consumption should by no means be equated with the consumption of the islands' residents, as it also includes almost the entire amount of consumption from tourist private accommodation, which accounts for a significant proportion of tourism on the islands as well the consumption by second home owners.

u nastavku rada. Analizirajući strukturu potrošnje vode prema statističkim podacima vodovoda, izdvojena je kategorija potrošnje građana odnosno fizičkih osoba (sl. 5), ali tu potrošnju nikako ne bi trebalo izjednačiti s rezidentnim stanovništvom jer ona obuhvaća gotovu svu potrošnju vode u privatnim apartmanima koji se vrlo često koriste u turizmu te isto tako i svu potrošnju vikendaša.

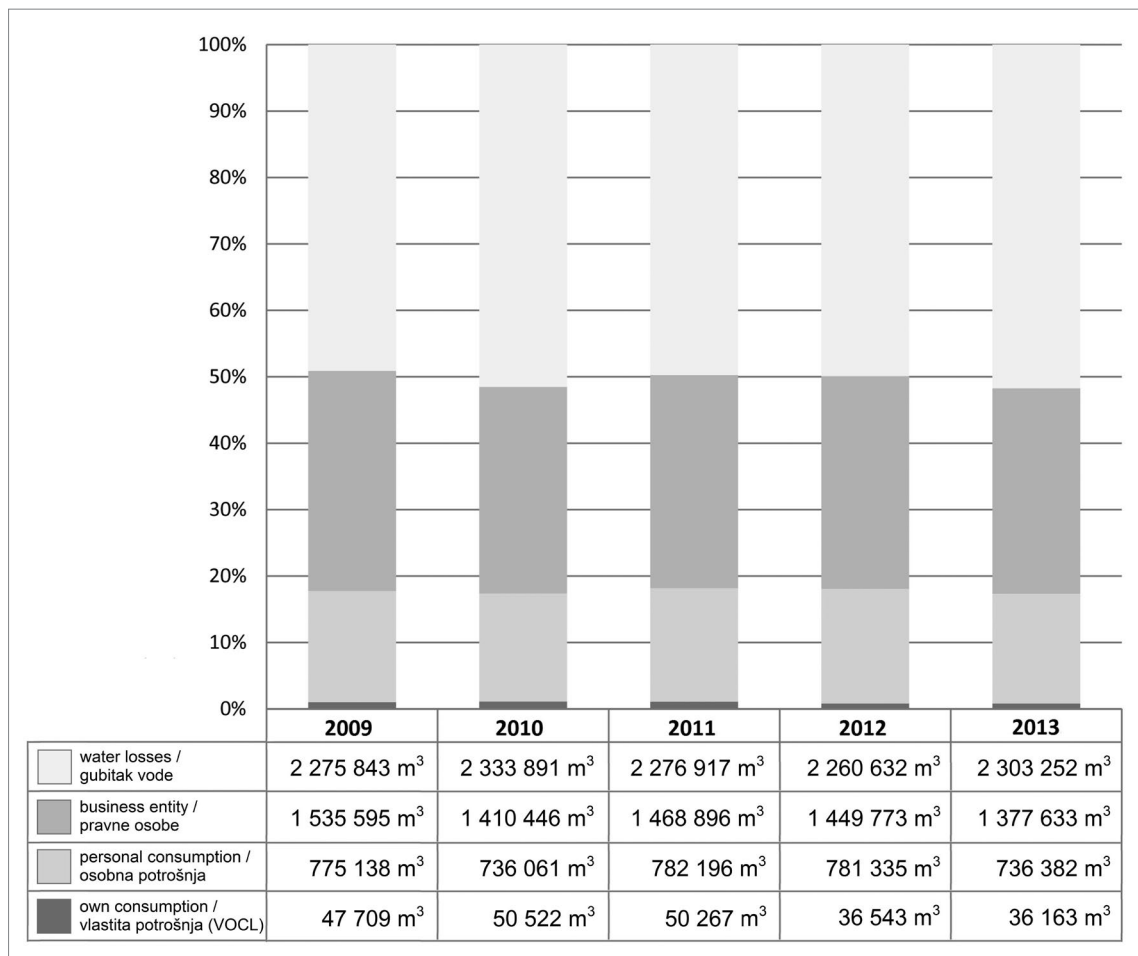


Fig. 5 Structure and relationship of water consumption in the Cres and Lošinj water supply system for 2009–2013

Sl. 5. Struktura i odnosi količina potrošene vode u vodoopskrbnom sustavu otoka Cresa i Lošinja za razdoblje 2009. – 2013. godine

Source / Izvor: VOCL, 2014

## The local blue tourism water footprint on Cres and Lošinj and comparable locations

The analysis of source data and research results unambiguously show that the pace of monthly amounts of water pumped from Lake Vrana depends on the pace of overnight stays recorded by the islands' tourist offices. Fluctuations of minimal amounts pumped during the winter months, when tourism is practically non-existent on the islands, point to a base amount of consumption sufficient for the functioning of the islands' (resident) population and economy (Tab. 3).

The fluctuations observed in pumping and consumption caused by the occupancy of second homes of the islands should not only be attributed to the weekend arrivals of second home owners, as these houses are often rented out (this is sometimes officially documented, but often goes undocumented as well) making it difficult to account for the proportion of increased consumption caused by tourists, as opposed to all others<sup>2</sup>. Because of that, the consumption by tourists and second home owners has been put together in the category of non-resident population consumption for the purposes of this paper.

The total amount of water consumption during the warm part of the year exceeded base winter consumption by up to 300%. The increase in consumption was not only visible at the level of total water consumption, but also when viewed partially at the level of resident population. The reason for that was the plant growing season and weather on the islands. The exact amount of increased water consumption by residents for agriculture, horticulture, and similar purposes is difficult to ascertain—but its contribution is, without a doubt, significant within the total amount of increased consumption. This has been confirmed in scientific literature by: Stražičić, (1979); Crkvenčić, (1992); Lajić, (1993); Podgorelec, (1999); Lukić, (2010); and Lajić and Mišetić, (2013), in which the socio-economic transformation of the islands during the last fifty years was analysed. These analyses show significant trends of

## Lokalni plavi vodni otisak turizma na Cresu i Lošinj te uspoređivanim područjima

Analizom izvornih podataka i rezultata istraživanja nedvojbeno je vidljivo kako je hod mjesečnih vrijednosti crpljenja vode iz Vranskog jezera ovisan o hodu noćenja koje bilježe turističke zajednice na otocima. Oscilacije minimalnih količina crpljene vode iz Vranskog jezera tijekom zimskoga razdoblja, kada na otocima turizma gotovo nema, upućuju na baznu potrošnju koja je dovoljna za funkcioniranje otočnoga (rezidentnog) stanovništva i gospodarstva (tab. 3).

Zbog oscilacija u crpljenju i potrošnji vode u kojima sudjeluju dolasci korisnika vikendica na otoke ne treba zanemariti učestalu pojavu iznajmljivanja ovih „vikend-objekata” (kuća i stanova za odmor) na evidentirani (ali i ne evidentirani način), pri čemu je vrlo teško odijeliti koliki udio u povećanju potrošnje vode imaju turisti, a koliko ostali.<sup>2</sup> U ovom je radu stoga objedinjena potrošnja vode turista i vikendaša kao potrošnja nerezidentnoga stanovništva.

Ukupna potrošnja vode tijekom toplijega dijela godine je i do 300 % veća od bazne zimske potrošnje. Povećanje potrošnje vode sigurno je vidljivo ne samo na razini ukupne potrošnje vode već i parcijalno kod lokalnoga stanovništva. Razlog su tomu prvenstveno vegetacijsko razdoblje i vremenske prilike na otocima. Vrijednosti povećanja potrošnje vode rezidentnoga stanovništva za poljoprivredu, održavanje okućnica i slično vrlo je teško točno utvrditi, ali je sigurno da ono u ukupnom povećanju ne zauzima značajan udio. To potvrđuju i znanstveni radovi: Stražičić, (1979); Crkvenčić, (1992); Lajić, (1993); Podgorelec, (1999); Lukić, (2010); Lajić i Mišetić, (2013), koji su analizirajuću socio-ekonomsku transformaciju otoka u zadnjih pola stoljeća utvrdili ponajprije deruralizaciju i deagrarizaciju kao osnovne procese koji obilježavaju stanje ruralne (agrarne)

The local blue water footprint of tourism on the islands of Cres and Lošinj

Lokalni plavi vodni otisak turizma na otocima Cresu i Lošinj

<sup>2</sup> The Town of Mali Lošinj's spatial plan, referring to water consumption estimates in 2015, states that the proportion of consumers in the "casual consumer" category, which is aimed mostly at second home owners, will have accounted for 20% of total annual water consumption (by the end of 2015). This estimate should not be taken for granted, however, as the total number of residents of the town was also expected to increase in 2015, according to that same spatial plan, which is decidedly unlikely (PPU-GML, 2006)

<sup>2</sup> U *Prostornom planu uređenja Grada Malog Lošinja* u procjeni potrošnje vode do 2015. godine navodi se da će udio potrošača u kategoriji „povremeni korisnik”, koja bi trebala označavati većinom vikendaše, iznositi oko 20 % ukupne godišnje potrošnje vode. Ovu procjenu treba uzeti s oprezom jer je u istom *Prostornom planu* procijenjeno i da će se do 2015. ukupan broj stanovnika na području Grada Malog Lošinja povećati, što se najvjerojatnije nije ostvarilo (PPU-GML, 2006).

Tab. 3 The relationship between base monthly amount of pumping to meet resident's needs and the additional amounts of pumping to satisfy the needs of non-resident population on the islands in 2009 – 2013

Tab. 3. Odnosi bazne mjesečne količine crpljenja vode za potrebe rezidenata i dodatnih količina crpljenja vode za potrebe nerezidentnog stanovništva na otocima za razdoblje 2009. – 2013.

Month / Mjesec	Average monthly pumping rate (m <sup>3</sup> ) / Prosječna mjesečna količina crpljenje vode (m <sup>3</sup> )	Base amount pumped for the needs of resident population (m <sup>3</sup> ) / Dodatna količina crpljene vode za potrebe nerezidentnog stanovništva (m <sup>3</sup> )	Additional amount pumped for the needs of non-resident population (m <sup>3</sup> ) / Dodatna količina crpljene vode za potrebe nerezidentnog stanovništva (m <sup>3</sup> )	Non-residents' share of consumption in relation to base amount (%) / Udio potrošnje vode – nerezidenti u odnosu na bazu (%)	Average overnight stays by non-residents / Prosječna mjesečna noćenja nerezidenata
January / Siječanj	124,214	116,963	7,252	6.2	2,539
February / Veljača	116,963	116,963	0	0.0	3,555
March / Ožujak	132,686	116,963	15,723	13.4	9,649
April / Travanj	148,781	116,963	31,819	27.2	62,668
May / Svibanj	179,844	116,963	62,881	53.8	128,727
June / Lipanj	242,120	116,963	125,157	107.0	379,836
July / Srpanj	352,339	116,963	235,376	201.2	915,864
August / Kolovoz	363,904	116,963	246,941	211.1	995,270
September / Rujan	222,614	116,963	105,651	90.3	331,316
October / Listopad	151,790	116,963	34,827	29.8	37,946
November / Studeni	129,139	116,963	12,176	10.4	5,945
December / Prosinac	125,714	116,963	8,752	7.5	6,494

Source / Izvor: VOCL, 2014

deruralisation and deagrarisation, labelling them as the fundamental processes at work in the rural (agrarian) island interior. The advanced stages of rural exodus and deagrarisation were confirmed by statistical data from the agricultural census of 2003. Lukić (2010) singled out 35 settlements on Cres and Lošinj in his analysis of the processes and state of rural areas of Croatia. The settlements were categorised as follows: 19 settlements with diversified economies and tourism as the dominant activity (19.7% of the population); 9 settlements as rural periphery settlements (1.3% of the population); 2 urban settlements (78.6% of the population); and other settlements (0.4% of the population) of which only one could be classified as a settlement with agricultural extensification and weak demographical dynamics with a negligible 12 residents (DZS, 2016).

The research presented and the conclusions drawn from it confirmed the negligible share of water consumption held by agriculture on the islands. It also presented the urban concentration of population, the significance of second home owners and tourism as the dominant activity on the islands. It is also important to note that the maintenance and decoration of gardens and patios, along with similar activities, which seasonally increase water consumption, have been shown to have an indirect link with tourism.

### Comparison of studied areas

The research shows that water consumption per capita on Cres and Lošinj amounted to 380 litres per day during February in the 2009–2013 period. If that consumption is taken as the base annual consumption, then the consumption per non-resident overnight stay on Cres and Lošinj amounted to 248 litres per day (Tab. 3). Since the prevalent type of tourism on Cres and Lošinj is mass swimming tourism with a low number of swimming pools and wellness centres, water consumption during the tourist season is moderate. For comparison, water consumption per tourist on the island of Mallorca (Spain), in apartment resort housing, according to the research of Hof and Schmitt (2011), is 270 litres per day. This means that the water consumption in similar accommodation is comparable at both locations (Fig. 6).

unutrašnjosti otoka. Uz navedene radove uznapredovali stupanj ruralnoga egzodusa i deagrarisacije potvrđuju i statistički podaci Popisa poljoprivrede iz 2003. godine. Istraživanjem A. Lukića (2010), u kojem je analizirano stanje i procesi na ruralnim područjima Hrvatske, izdvojeno je 35 naselja na otocima Cresu i Lošinj. Naselja su kategorizirana u sljedeće skupine: 19 naselja kao ekonomski diverzificirana s turizmom kao pretežitom djelatnošću (19,7 % stanovništva), 9 naselja kao naselja ruralne periferije (1,3 % stanovništva), 2 gradska naselja (78,6 % stanovništva) te ostala naselja (0,4 % stanovništva), od kojih se samo jedno može klasificirati kao naselje poljoprivredne ekstenzifikacije i slabe demografske dinamike koje broji statistički zanemarivih 12 stanovnika (DZS, 2016).

Navedena istraživanja i njihovi zaključci potvrđuju gotovo beznačajan udio poljoprivrede u potrošnji vode na otocima, dok istovremeno upućuju na koncentraciju stanovništva u urbanim naseljima i važnost vikendaštva te turizma kao dominantne djelatnosti na otocima. Treba imati na umu i to da su održavanje i uljepšavanje okućnica i slične aktivnosti koje sezonski povećavaju otočku potrošnju vode također neizravno povezane s turizmom na otocima.

### Usporedba istraživanih područja

Rezultati istraživanja pokazuju da potrošnja vode po rezidentnom noćenju (stanovniku) na Cresu i Lošinj za razdoblje od 2009. do 2013. godine prema baznoj zimskoj potrošnji (mjesec veljača) iznosi 380 litara po osobi dnevno. Ako se navedena potrošnja uzme kao bazna za cijelu godinu, tada potrošnja vode po nerezidentnom noćenju (turistu) na Cresu i Lošinj tijekom kolovoza iznosi 248 litara dnevno (Tab. 3.). S obzirom na to da je na otocima Cresu i Lošinj najzastupljeniji masovni morski kupališni tip turizma s malim brojem bazena i wellness centara, potrošnja vode tijekom turističke sezone je umjerena. Za usporedbu, potrošnja vode po turistu na otoku Mallorci (Španjolska) u apartmanskome smještaju i stanovima prema istraživanju Hof i Schmitt 2011. iznosi 270 litara dnevno. Iz toga se može zaključiti da je potrošnja vode u usporedivim turističkim smještajnim objektima na otocima Cresu i Lošinj i otoku Mallorci sličnih vrijednosti (sl. 6).

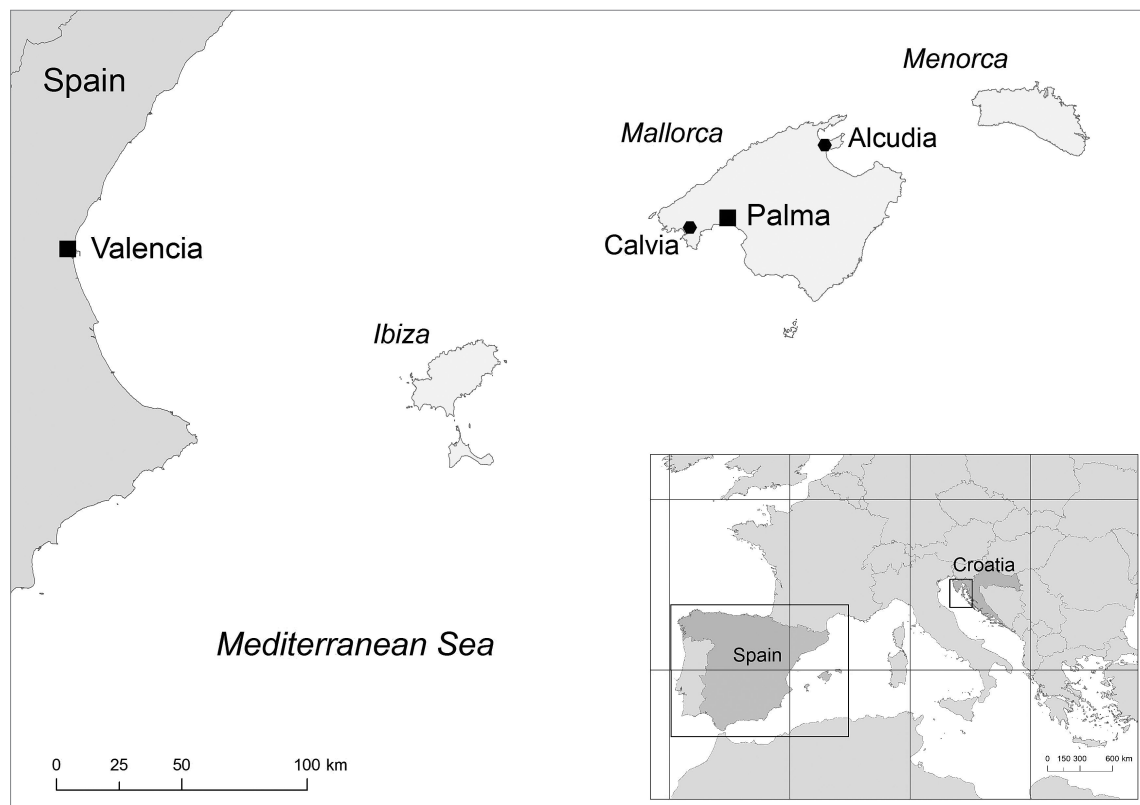


Fig. 6 An overview of the Balearic Islands

Sl. 6. Pregledna karta Baleara

In order to draw conclusions from the data provided by this research, local blue water footprints<sup>3</sup> per capita of Croatia and Spain have been compared in the discussion section, as well as their tourism water footprints and the water footprint of tourism in specific tourist micro regions. In order to compare and test the research results, further analysis has been performed by comparing Cres and Lošinj to the neighbouring coastal tourist town of Crikvenica in Croatia, as well as to the counties of Calvia and Alcudia on the island of Mallorca, Spain. The locations are all comparable because of their similar focus on seasonal mass swimming

<sup>3</sup> Blue water footprint is defined as the consumption of water from natural surfaces or underground sources (blue water) which means the entire amount of water pumped from the sources, including losses in the water supply systems, and not just the water that makes its way to the consumer (total environmental impact). Since the areas studied in this paper (primarily the islands of Cres and Lošinj) are clearly defined with regard to where water supply system draws water, it should be emphasised that the paper presents a local blue water footprint. Many water supply systems (areas) have a far more complex water supply picture, so much so that the calculation of a local blue water footprint is prohibitively complex or impossible.

Kako bi se iz podataka dobivenih ovim istraživanjem izvukli konkretni zaključci, u daljnjoj raspravi bit će uspoređeni lokalni plavi vodni otisci<sup>3</sup> po stanovniku Hrvatske i Španjolske, njihovi turistički vodni otisci te turistički vodni otisci pojedinih specifičnih turističkih mikroregija. Za usporedbu i provjeru rezultata istraživanja otoci Cres i Lošinj u daljnjoj su analizi uspoređeni sa susjednim obalnim turističkim područjem Grada Crikvenice u Hrvatskoj te općinama Calvia i Alcudia na otoku Mallorci u Španjolskoj. Usporedivost navedenih područja moguća je zbog slične orijentiranosti na sezonski masovni kupališni turizam te zbog tipa smještajnih

<sup>3</sup> Plavi vodni otisak podrazumijeva potrošnju pitke vode iz prirodnih površinskih ili podzemnih izvora (plava voda), što uključuje ne samo prodanu već ukupno crpljenu vodu, odnosno u plavi otisak ubrajaju se i gubici vodoopskrbnoga sustava (ukupno opterećenje na okoliš). Budući da su istraživana područja u ovom radu (primarno otoci Cres i Lošinj) jasno definirana, s obzirom na to otkud vodoopskrbni sustavi crpe vodu, potrebno je naglasiti da se radi o lokalnom plavom vodnom otisku. Mnoga vodoopskrbna područja (sustavi) imaju puno složeniju sliku prihrane vodoopskrbnoga sustava, neka toliko da je izračun lokalnog plavog vodnog otiska vrlo kompleksan ili čak nemoguć.



tourism and because of the accommodation they offer, dominated by apartments and houses for rent and supplemented by large hotels.

The total blue water footprint for Croatia amounted to 329.5 litres per capita per day in 2011. This does not only include the resident population, but also the tourists who accounted for 3.38% of the total number of overnight stays in Croatia (Tab. 4). The difference in water consumption between Croatia and Spain was around 20 litres per day (Tab. 4), i.e. 6%, which leads to the conclusion that the annual water consumption was almost equal, regardless of population differences, climate or even tourism attributes, where the biggest difference was in the share of domestic guests on the Spanish tourist market (Tab. 4).

It is important to point out that it is impossible to equate the municipal water consumption<sup>4</sup>, listed in Tab. 4, with the total blue water footprint of Croatia and Spain. In Croatia this difference is very small<sup>5</sup>, with municipal water making up 85% of the total amount of pumped water (blue water). In Spain the proportion of municipal water<sup>6</sup> in the total amount of pumped water (blue water) is 16%. The reason for this difference lies in a combination of factors—Spain has a different climate, more developed industry, and an irrigation system for its agricultural needs which accounts for around 64% of the total amount of water pumped. The comparison of blue water footprint per capita, of Croatia and Spain, yields a much different number than the comparison of municipal water consumption. The total blue water footprint of Croatia per capita is around 401 litres per day, while in Spain it climbs to around 1,969 litres per day<sup>7</sup>. The reason for such a

objekata među kojima dominiraju apartmani i stanovi za odmor koje nadopunjavaju hotelski kompleksi.

Ukupni plavi vodni otisak Hrvatske 2011. godine iznosio je 329,5 l po osobi dnevno. Navedena potrošnja po osobi ne obuhvaća samo rezidentno stanovništvo u Hrvatskoj već i turiste koji u godišnjem udjelu ukupnih noćenja čine oko 3,38 % (tab. 4). Uspoređujući podatke o potrošnji vode po osobi Hrvatske i Španjolske, razlika iznosi oko 20 litara dnevno (Tab. 4.) ili oko 6 % te se može zaključiti da je količina vode koja se godišnje potroši gotovo jednaka bez obzira na razlike u broju stanovnika, klimatskim prilikama pa i u samim obilježjima turizma gdje je najveća razlika vidljiva u udjelu domaćih gostiju na španjolskom turističkom tržištu (tab. 4.).

Valja istaknuti da komunalnu potrošnju<sup>4</sup> vode navedenu u Tab. 4. nije moguće izjednačiti s plavim otiskom vode Hrvatske i Španjolske. U Hrvatskoj je razlika između komunalne potrošnje vode i ukupne potrošnje<sup>5</sup> vrlo mala te potrošnja komunalne vode obuhvaća oko 85 % ukupno crpljene vode (plave vode). U Španjolskoj pak udio komunalne vode<sup>6</sup> od ukupno crpljene vode (plave vode) obuhvaća 16 %. Razlog ovako velikim razlikama jest u sprezi obilježja klimatskoga podneblja Španjolske, razvijenosti industrije i sustava navodnjavanja za poljoprivredne potrebe koji godišnje obuhvaća oko 64 % ukupno crpljene vode. Ako bi se usporedio plavi vodni otisak po stanovniku Hrvatske i Španjolske, razlike bi bile goleme u odnosu na komunalnu potrošnju vode. Ukupni plavi vodni otisak Hrvatske po stanovniku iznosi oko 401 litru dnevno, dok je kod Španjolske oko 1969 litara dnevno.<sup>7</sup> Razlog ovako velikim odstupanjima leži u

4 The term municipal water in this paper refers to the amount of water left after the water consumed for industry and agriculture is subtracted from the total amount of pumped (blue) water. This methodology is employed by FAO as a relevant source of data included in this research

5 Blue water, i.e. the total amount of pumped water in Croatia in 2009, was measured at 628,600,000 m<sup>3</sup>, 85% of which was municipal water consumption (Tab. 4) (FAO, 2016)

6 Blue water, i.e. the total amount of pumped water in Spain in 2010, was measured at 33,540,000,000 m<sup>3</sup>, 16% of which was municipal water consumption (Tab. 4) (FAO, 2016)

7 An analysis into the proportion of blue water staying on Spanish soil as opposed to being exported as virtual water through agricultural and industrial exports by the Spanish economy would be interesting for future research

4 Pod pojmom komunalne vode u ovom se radu podrazumijeva količina vode dobivena na način da se od ukupne (plave vode) oduzme voda potrošena u industriji i poljoprivredi. Navedenom se metodologijom koristi FAO, čiji su podaci uzeti kao relevantni u ovom istraživanju.

5 Plava voda, odnosno ukupna količina crpljene vode u Hrvatskoj u 2009. godini iznosi 628 600 000 m<sup>3</sup>, od čega je potrošnja vode u komunalne svrhe iznosila oko 85 % (tab. 4) (FAO, 2016).

6 Plava voda, odnosno ukupna količina crpljene vode u Španjolskoj u 2010. godini iznosi 33 540 000 000 m<sup>3</sup>, od čega je potrošnja vode za komunalne svrhe iznosila oko 16 % (tab. 4) (FAO, 2016).

7 Za neku buduću analizu bilo bi zanimljivo utvrditi koliko od ukupne plave vode na području Španjolske ostaje na tlu same države, a koliki udio španjolsko gospodarstvo izvozi u obliku virtualne vode preko poljoprivrede te industrijskih djelatnosti.

large deviation is the amount of green water, which is far more represented in Croatia's agricultural production, due to its different climate, underdeveloped irrigation system and the currently low levels of industrial activity.

količini zelene vode koja je na području Hrvatske izrazito zastupljenija u poljoprivrednoj proizvodnji, što zbog samih klimatskih obilježja, što zbog nerazvijena sustava navodnjavanja i trenutno niska stupnja industrijske aktivnosti.

Tab. 4 Comparison of singled out data on water consumption in Croatia and Spain in 2011  
Tab. 4. Usporedba izdvojenih podataka o potrošnji vode Hrvatske i Španjolske u 2011.

Area / Područje	Croatia / Hrvatska	Spain / Španjolska
Population 2011 / Broj stanovnika 2011.	4,289,857	46,667,174
Overnight stays by residents 2011 (population * 365) / Noćenja rezidenti 2011. (br. st. * 365)	1,565,797,805	17,033,518,510
Proportion of overnight stays by residents in total number of overnight stays for 2011 / Udio noćenja rezidenata u ukupnim noćenjima za 2011.	96.62%	98.61%
Tourist overnight stays by residents 2011 / Turistička noćenja rezidenti 2011.	5,603,000	150,524,000
Tourist overnight stays by non-residents 2011 / Turistička noćenja nerezidenti 2011.	54,751,000	239,337,000
Proportion of overnight stays by non-residents in total number of overnight stays 2011 / Udio noćenja turista nerezidenata u ukupnim noćenjima 2011.	3.38%	1.39%
Total number of tourist overnight stays / Turistička noćenja ukupno	60,354,000	389,861,000
Total number of overnight stays (tourist overnight stays by non-residents + overnight stays by residents) / Ukupno noćenja (turistička noćenja nerezidenti + noćenja rezidenti)	1,620,548,805	17,272,855,510
Total municipal water consumption / Ukupna komunalna potrošnja vode	534,000,000 m <sup>3</sup> (2009.)	5,350,000,000 m <sup>3</sup> (2010.)
Average water consumption per tourist overnight stay / Prosječna potrošnja vode po turističkom noćenju	329.66 l/day	310.71 l/day

Source / Izvor: DZS, 2016; FAO, 2016; INE, 2016

According to Cazcarro et al. 2014, domestic tourism in Spain accounts for 46.5% of the tourist water footprint, thus the studied areas cannot be compared based on total footprint, as domestic tourists, on the country level, reduce the footprint in the areas where they usually reside while increasing them in the tourist areas. When a smaller, specific tourist region is studied instead, such as the Calvia or Alcudia municipalities, it is justified to compare the data to Croatian tourist areas dominated by foreign guests (such as the towns of Cres, Lošinj or Crikvenica) (Tab. 5).

The tourist micro-regions compared in this paper have relatively similar attributes, with tourism as the main activity and its focus on the summer swimming season aimed at mid-level paying guests, and the corresponding services and accommodation which can be classed as mass swimming tourism. The analysis of results, regardless of the distance and differences, such as climate, between the micro-regions, did not reveal significant differences in water consumption per capita per overnight stay. The average amount of water consumption was 358 litres per capita per day in all four micro regions, which is in line with the type of destination and water consumption characteristics of the Mediterranean (Gössling et al., 2012). The largest deviation from the daily average water consumption among the micro regions was in the Cres-Lošinj area, at 8.7%. This difference cannot be considered significant and it is therefore possible to conclude that water consumption for the compared tourist micro-regions is similar, as a result of their similar type of tourism, i.e. accommodation, services offered, and guest profile.

As the focus of this paper is on the analysis of the Cres-Lošinj tourist region, it can be concluded that said region's tourism water footprint (daily water consumption per capita) does not differ significantly compared to the other regions mentioned in this paper. Regardless of the highlighted characteristics of water consumption on Cres and Lošinj presented in this paper, it is important to approach the further development of tourist destinations carefully, considering the trend of the increase of quality of tourist accommodation and the accompanying facilities, which is usually followed by an increase in water

Prema dostupnim podacima (Cazcarro i dr., 2014) domaći turizam u Španjolskoj obuhvaća 46,5 % vodnoga turističkog otiska, stoga istraživana područja nije moguće usporediti na razini ukupnoga otiska jer domaći turisti na razini države smanjuju otisak u rezidentnim područjima, dok ga istovremeno povećavaju u turističkim područjima. Za razliku od Španjolske kao cjeline podaci neke manje turističke regije (npr. općine Calvia ili Alcudia) opravdano se mogu usporediti s hrvatskim turističkim prostorom u kojem dominiraju strani gosti (primjerice Gradovima Cresom, Malim Lošinjem ili Crikvenicom) (tab. 5).

Turističke mikroregije koje se uspoređuju u ovom radu su relativno sličnih obilježja s dominantnom turističkom djelatnošću i orijentiranošću turizma na kupališnu ljetnu sezonu s gostima srednje platežne moći, odgovarajućom turističkom ponudom i smještajnim kapacitetima koji bi se mogli svesti pod pojam masovni kupališni turizam. Analizom rezultata istraživanja pokazalo se da bez obzira na prostornu udaljenost mikroregija te razlike, prvenstveno u klimatskim obilježjima, nisu generirale značajnije razlike u potrošnji vode po osobi po noćenju. Srednja vrijednost potrošnje vode na razini svih četiriju mikroregija po osobi iznosi 358 litara dnevno, što je u skladu s tipom odredišta i obilježjima potrošnje vode na Sredozemlju (Gössling i dr., 2012). Najveće odstupanje od navedene dnevne potrošnje vode po mikroregijama ima područje Cres-Lošinj s 8,7 %. Navedena razlika ne može se opisati kao značajna te se može zaključiti da je potrošnja vode za uspoređene turističke mikroregije slična, što proizlazi iz sličnosti obilježja tipa turističkoga odredišta mikroregija odnosno turističkih objekata, ponude i samih gostiju.

S obzirom na to da je težište ovoga rada na analizi turističke regije Cres-Lošinj, može se zaključiti da navedena regija ne odstupa značajno po turističkom vodnom otisku odnosno dnevnoj potrošnji vode po turistu u odnosu na uspoređivane regije. Bez obzira na izdvojena obilježja potrošnje vode koja su vidljiva iz rezultata ovoga rada, na području otoka Cresa i Lošinja potrebno je s posebnom pažnjom pristupiti daljnjem razvoju turističke destinacije s obzirom na trend povećanja kategorizacije turističkih smještajnih kapaciteta i popratnih sadržaja koji sa sobom uobičajeno nose povećanje potrošnje vode po no-

consumption. The development of tourism on the islands of Cres and Lošinj is very dependent on the water resources of Lake Vrana, i.e. its hydrological stability. Since the existing fluctuations in pumping during tourist season already regularly breach its stability limits, it is necessary to carefully con-

ćenju. Razvoj turizma na otocima Cresu i Lošinj izrazito je ovisan o vodnim resursima Vranskog jezera, odnosno njegovoj hidrološkoj stabilnosti. S obzirom na to da već postojeće oscilacije u crpljenju vode iz Vranskog jezera tijekom turističke sezone premašuju granice njegove stabilnosti, potrebno

Tab. 5 Comparison of singled out data on water consumptions in the Cres, Lošinj, Crikvenica (Croatia), Calvia and Alcudia (Spain) municipalities for 2011  
Tab. 5. Usporedba izdvojenih podataka o potrošnji vode jedinica lokalne uprave Cres, Lošinj i Crikvenica (Hrvatska) te Calvia i Alcudia (Španjolska) za 2011.

Area / Prostor	Croatia / Hrvatska		Spain / Španjolska	
	Primorje - Gorski Kotar County / Primorsko-goranska županija		Mallorca (Balearic Islands) / Mallorca (Baleari)	
	Cres-Lošinj	Crikvenica	Calvia	Alcudia
Water consumption / Potrošnja vode	2,276,917 m <sup>3</sup>	2,035,844 m <sup>3</sup>	10,000,448 m <sup>3</sup>	3,096,463 m <sup>3</sup>
Population 2011 / Broj stanovnika 2011.	10,995	11,122	52,451	19,243
Overnight stays by residents 2011 (pop- ulation * 365) / Noćenja rezidenti 2011. (br. st. * 365)	(4,013,175)	(4,059,530)	(19,144,615)	(7,023,695)
Overnight stays by tourists / Turistička noćenja ukupno	2,954,000	1,342,882	8,667,733	1,356,402
Total overnight stays (tourist non-resident overnight stays + res- ident overnight stays) / Ukupno noćenja (turistička noćenja nerezidenti + noćenja rezidenti)	6,967,175	5,402,412	27,812,348	8,380,097
Total daily personal water consumption (litres/day) / Ukupna dnevna prosječna potrošnja vode po osobi (l/dan)	326.8	376.8	359.6	369.5

Source / Izvor: DZS, 2016; IBESTAT, 2016; TZ-CCS, 2014; TZ-CML, 2014; TZ-CCK, 2015; KTD-VŽ, 2015; VOCL, 2014

trol water consumption during the tourist season and work on raising awareness among residents, as well as second home owners and tourists, about the necessity of rational water consumption. Additionally, it is necessary to reduce water losses within the water supply network or, in the long term, connect the water supply system of Cres and Lošinj to that of the island of Krk, i.e. to the Rijeka's water supply system, which could ensure the sustainability of the water supply system and the protection of Lake Vrana. One of the possible solutions to ensure sustainability is traditional water collection on rooftops that can be used when needed, the greatest benefit of which would be seen in hotels and tourist resorts where a significant amount of water is used for maintaining lawns and gardens. Several submarine karst springs (*vrulje*) exist in proximity to Cres, which could, after hydrological study and certain technical procedures, also aid in maintaining a sustainable system of water supplying on Cres and Lošinj.

## Conclusion

The research has fully confirmed the hypothesis on the local blue water footprint which is dominantly affected by tourism and presents annual fluctuations closely connected to the number of tourists and non-residents present on the islands. The further development of tourism, considering the potential of sustainable development of the water supply system on Cres and Lošinj as well as the protection of Lake Vrana on Cres, requires a necessary strategic redistribution of the tourist season to include the spring (April, May, June) and late summer/autumn (September, October) months, when the capabilities of the islands' water supply systems still have enough of their own potential. This lengthening of the tourist season would not only be complementary to the sustainability of the water supply and ecological development, but would also increase revenue and year-round employment on the islands.

In order to preserve the existing balance of the lake's water level, according to the research on Lake Vrana's water supplying capacity (Ožanić and Rubinić, 1998; Rubinić and Ožanić, 1998), the largest sustainable amount of water to be pumped should be capped

je pomno kontrolirati potrošnju vode tijekom turističke sezone, razvijati svijest kod rezidenata, ali i vikendaša i turista o potrebi racionalne potrošnje vode. Uz navedeno je nužno smanjiti gubitke vode unutar vodoopskrbne mreže ili u nekom budućem razdoblju spojiti vodoopskrbni sustav otoka Cresa i Lošinja s otokom Krkom odnosno riječkim vodoopskrbnim sustavom koji bi tijekom ljetnih opterećenja mogao osiguravati održivost sustava i zaštitu Vranskog jezera. Jedno od mogućih rješenja za osiguravanje održivosti jest i tradicionalno prikupljanje vode s krovova objekata i korištenje tako prikupljene vode, što bi ponajprije bilo važno za veće turističke objekte kao što su hoteli i turistička naselja u kojima se tijekom ljeta značajna količina vode koristi za održavanje okoliša. U bližem podmorju otoka Cresa na nekoliko lokacija također su prisutni izvori slatke vode (*vrulje*) koji bi uz hidrološka istraživanja i odgovarajuće tehničke zahvate također mogli biti od pomoći pri planiranju održivoga vodoopskrbnog sustava na otocima Cresu i Lošinj.

## Zaključak

Istraživanje je u potpunosti potvrdilo hipotezu o lokalnom plavom vodnom otisku koji je dominantno pod utjecajem turizma i pokazuje godišnje oscilacije usko vezane uz broj turista i nerezidenata na otocima. Daljnji razvoj turizma, s obzirom na mogućnosti održivoga razvoja vodoopskrbnog sustava na otocima Cresu i Lošinj te zaštite Vranskog jezera na otoku Cresu, upućuje na nužnost strateškoga produžavanja turističke sezone u proljetno (travanj, svibanj i lipanj) te kasno ljetno/jesensko razdoblje (rujan i listopad), kada mogućnosti otočnoga vodoopskrbnog sustava imaju još dovoljno vlastita potencijala. Ovo produženje turističke sezone ne samo da bi bilo u skladu s održivim vodoopskrbnim i ekološkim razvojem već bi se na taj način sigurno povećali prihodi i cjelogodišnja zaposlenost na otocima.

Istraživanja vodoopskrbnoga kapaciteta Vranskog jezera (Ožanić i Rubinić, 1998; Rubinić i Ožanić, 1998) pokazala su da za zadržanje ravnoteže razine jezera najviša održiva količina crpljene vode može biti 100 l/s (PPU-GC, 2006). Za osiguravanje održive vodoopskrbe navedenu vrijednost od 100

at 100 l/s (PPU-GC, 2006). To ensure a sustainable supply of water, the value of 100 l/s should be considered as the base for calculating the amount of water pumped per month as well, which could be enough for the islands if accompanied by further investment in the water system infrastructure, aimed at increasing efficiency, i.e. reducing water leakage. Restoring the practice of traditional rainfall collection would significantly reduce the pumping burden on Lake Vrana for cleaning public spaces and horticulture.

Water consumption per capita calculated as the base consumption during the winter months in the 2009–2013 period on Cres and Lošinj amounted to 380 litres per day, while the consumption on the islands during the peak of tourist season (calculated by number of overnight stays), was 248 litres per day. The average consumption of water per capita (residents and non-residents) on Cres and Lošinj in 2011 was 327 litres per day. The consumption of water in all four tourist micro-regions mentioned in this paper was found to be similar, which is the result of their similarity as tourist destinations and the type of guests that makes up most of the overnight stays.

The sustainability of the water supply on Cres and Lošinj will depend on the future development of tourism, rational consumption, and infrastructural maintenance and repair of the water supply system aimed at reducing water loss. However, considering the loss per kilometre of water pipes and the investment required, expanding the existing water supply network and an increase in consumption (especially during the tourist season) is currently not justified. The expansion would only be rational if it involved connecting the islands' water system to new sources from the mainland or if accompanied by an increase in year-round rural population. Instead of expanding the existing network and costs per capita, investing in traditional practices of water collection, such as rainfall collection on roofs, would be much more justifiable as it would increase the self-sufficiency of the islands regarding water.

Bearing all that in mind, and because of long-term stability of the Cres-Lošinj water supply system and protection of Lake Vrana as a natural phenomenon, the only safe solution is connecting the Cres water system to the Krk, and through that to the mainland water system of the Rijeka agglomeration.

l/s trebalo bi uzimati i kao bazu za izračun količine crpljene vode i na mjesečnoj razini, što je na razini otoka moguće uz ulaganja u otočnu vodoopskrbnu infrastrukturu. Time bi se povećala njezina učinkovitost, odnosno gubici vode bi se smanjili. Uz smanjenje gubitaka u samom vodoopskrbnom sustavu moguće je obnavljanje tradicionalnoga prikupljanja kišnice koja bi prilično smanjila potrebe za vodom iz Vranskog jezera za potrebe čišćenja i hortikulturno održavanja objekata i javnih površina.

Potrošnja vode po stanovniku izračunata na osnovi bazične potrošnje u zimskom razdoblju od 2009. do 2013. godine na otocima Cresu i Lošinj iznosi 380 litra dnevno, dok potrošnja vode za goste na otocima tijekom vrhunca turističke sezone (izračunata prema broju noćenja) iznosi 248 litara dnevno. Prosječna potrošnja vode po osobi (rezidenti i nerezidenti) na otocima Cresu i Lošinj 2011. godine iznosila je 327 litara dnevno. Potrošnja vode u sve četiri istraživane turističke regije je sličnih vrijednosti što proizlazi iz sličnosti turističkih destinacija i gostiju koji čine većinu noćenja.

Održivost vodoopskrbe na otocima Cresu i Lošinj u budućnosti će ovisiti o daljnjem razvoju turizma, racionalnosti potrošnje te o infrastrukturnoj obnovi vodoopskrbnoga sustava s ciljem smanjivanja gubitaka vode. S obzirom na gubitke po dužinskom kilometru vodoopskrbne mreže i velika ulaganja, širenje današnje vodoopskrbne mreže i povećanje potrošnje (posebice tijekom ljetne turističke sezone) nije opravdano. Širenje vodoopskrbne mreže racionalno je opravdano jedino u slučaju povezivanja otočnoga vodovoda s novim izvorišnim područjima s kopna ili povećanjem cjelogodišnje ruralne naseljenosti. Umjesto širenja postojeće vodoopskrbne mreže i troškova po glavi stanovnika opravdanije je ulaganje u obnovu tradicionalnih oblika prikupljanja vode s krovnih površina, čime bi se poboljšala vodoopskrbna samodostatnost otoka.

Zbog svega navedenog, a radi dugoročne sigurnosti vodoopskrbnoga sustava Cres-Lošinj i zaštite Vranskog jezera kao prirodnoga fenomena, jedino sigurno rješenje jest izgradnja spoja vodoopskrbnoga sustava otoka Cres na vodoopskrbni sustav otoka Krka, a time u konačnici na kopneni sustav vodoopskrbe riječke aglomeracije.

- Allan, J.A., 1993: Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible, *Priorities for water resources allocation and management*, ODA, 13-26.
- Allan, J.A., 1994: Overall perspectives on countries and regions, *Water in Arab World: perspectives and prognoses*, (eds. Rogers P. and Lydon P.), Harvard University Press, Cambridge, 65-100.
- Allan, J.A., 2011: *Virtual Water: Tackling the Threat to Our Planet's Most Precious Resource*, I.B. Tauris, London.
- Bičanić, Z., 1994: Prilog poznavanju nekih oceanografskih i hidrografskih obilježja vranskog jezera i jugozapadnog priobalnog područja Cresa, *Acta geographica croatica* 29, 57-64.
- Biondić, B., Ivičić, D., Prelogović, E., 1993: The Hidrogeology of the Like of Vrana the Cres Island., in: *Geomorphology and Sea* (ed. Bognar A.), Sveučilište u Zagrebu, Geografski odsjek, Zagreb, 25-36.
- Biondić B., Ivičić, D., Kapelj B., Mesić S. 1995: Hidrologija Vranskog jezera na otoku Cresu, in: *Prvi hrvatski geološki kongres*, (ed. Vlahušić I. and Velić I.), Hrvatsko geološko društvo, Zagreb, 89-94.
- Bonacci, O., 1993: The Lake Vrana hydrology (Island of Cres-Croatia), *Water Resources Bulletin* 29(3), 407-414.
- Bonacci, O., 1995: Investigations in karst hydrology of Croatia - The Lake Vrana on the Island of Cres, *Acta Geologica* 25(1), 1-15.
- Bonacci O., 2014: Analiza varijacija razine vode jezera Vrana na otoku Cresu, *Hrvatske vode* 90, 337 - 346.
- Cazcarro, I., Hoekstra, A.Y., Sánchez Chóliz, J., 2014: The water footprint of tourism in Spain, *Tourism Management* 40, 90-101, DOI: 10.1016/j.tourman.2013.05.010
- Cecconi, A., 1939: Il regime idraulico del Lago di Vrana, *Annali dei Lavori Pubblici*, 14-65.
- Crkvenčić, I., 1992: Neki pokazatelji društveno-geografskih promjena na otoku Cresu u zadnjih dvadesetak godina, *Acta geographica croatica* 27, 35-47.
- Gössling, S., Peeters, P., Hall, M., Ceron, J-P., Dubois, G., Lehmann, L. V., Scott, D., 2012: Tourism and water use: Supply, demand, and security - An international review, *Tourism Management* 33, 1-15.
- Grofelnik, H., 2011: *Ekološki aspekt održivoga razvoja turizma na otocima Cresu i Lošinj*, doktorska disertacija, Geografski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Hof, A., Schmitt, T., 2011: Urban and tourist land use patterns and water consumption: evidence from Mallorca, Balearic islands, *Land Use Policy* 28 (4), 792-804, DOI: dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.01.007
- Hertelendi E., Svingor E., Rank D., Futo I. 1995.: Isotope Investigation of Lake Vrana and Springs in the Kvarner Area, in: *Prvi hrvatski geološki kongres*, (ed. Vlahušić I. and Velić I.), Hrvatsko geološko društvo, Zagreb, 201-207.
- Hoekstra, A. Y., 2003: Virtual water trade, in: *International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Value of Water Research Report Series No 12*, (ed. Hoekstra, A. Y.), UNESCO-IHE, Delft, 1 -242.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., Mekonnen, M. M., 2011: *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*, Earthscan, London, UK.
- Lajić, I., 1993: Utjecaj migracija na novije ukupno kretanje pučanstva cresko-lošinskog otočnog područja, *Migracijske i etničke teme* 9 (2), 165-177.
- Lajić, I. i Mišetić, R 2013: Osnovni demografski procesi na Kvarnerskim otocima od 1991. do 2011. godine, *Geoadria* 18/1, 71-92.
- Lončarić, R., 2010: *Litoralizacija kvarnerskog otočnog prostora - hidrogeografska osnova*, doktorska disertacija, Odjel za geografiju, Sveučilište u Zadru.
- Lončarić, R.; Magaš, D.; Surić, M., 2011: Influence of water availability on historical, demographical and economical development of the Kvarner islands (Croatia). *Annals for Istrian and Mediterranean Studies: Series Historia et Sociologia*, 21(2), 425-436.
- Lukić, A., 2012: *Mozaik izvan grada - Tipologija ruralnih i urbaniziranih naselja Hrvatske*, Meridijani, Samobor.
- Mekonnen, M.M., Hoekstra, A.Y., 2011: *National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption*, (Value of Water Research - Report Series No. 50), UNESCO-IHE, Delft, Netherland.
- Ožanić, N. and Rubinić, J., 1994: Analiza hidrološkog režima Vranskog jezera na otoku Cresu, *Hrvatske vode* 2 (8), 535-543.
- Ožanić, N., Rubinić, J., 1995. Hidrološki concept funkcioniranja Vranskog jezera na otoku Cresu, in: *Prva hrvatska konferencija o vodama: zbornik radova* (ed. Gereš D.), Hrvatska vodoprivreda, Zagreb, 159-167.
- Ožanić, N., 1996: *Hidrološki model funkcioniranja Vranskog jezera na otoku Cresu*, doktorska disertacija, Građevinski fakultet, Sveučilište u Splitu.
- Ožanić, N., Rubinić, J., 1997: Analysis of the Appearance of Extremely Low Water Levels of the Lake Vrana on Cres Island (Croatia), *Acta hydrotehnica*, 15 (19), 75-81.
- Ožanić, N., Rubinić, J., 1998: Hidrološke značajke i režim funkcioniranja Vranskog jezera na otoku Cresu, u: *Okrugli stol - Voda na Hrvatskim otocima: zbornik radova* (ed. Bonacci, O.), Hrvatsko hidrološko društvo, Zagreb, 257-266.
- Ožanić, N., Rubinić, J., 2003: The regime of inflow and runoff from Lake Vrana and the risk of permanent water pollution, *RMZ-Materials and Geoenvironment* 50(1), 281-284.
- Petrik, M., 1958: Hidrološki režim jezera Vrana, *Krš Jugoslavije* 1, 109-161.
- Petrik M., 1961: Raspoloživa količina vode u jezeru Vran i na Cresu, *Građevinar* 13 (4), 93-99.
- Podgorelec, S., 1999: Utjecaj migracija na starenje stanovništva cresko-lošinskog otočja, *Migracijske i etničke teme* 15 (4), 515-530.
- Prebeg, D., 2012: Vodeni otisak - što je to?, *Energetika-gospodarstvo-ekologija-etika* 2012 (1), 105-108.
- Rubinić, J., Ožanić, N., 1992: Hidrološke karakteristike Vranskog jezera na otoku Cresu, *Građevinar* 44 (8), 521-530.
- Rubinić, J., Ožanić, N., 1998: Hidrološke značajke vodnih pojava na sjeverno-jadranskim otocima, in: *Okrugli stol - Voda na Hrvatskim otocima: zbornik radova* (ed. Bonacci, O.), Hrvatsko hidrološko društvo, Zagreb, 243-255.
- Slavuj, L., Čanjevca, I., Opačić, V. T., 2009: Vodoopskrba kao faktor održivog razvoja turizma otoka Krka, *Hrvatski geografski glasnik* 71 (2), 23 - 41.

Sources  
Izvori

- Stražičić N., 1979: *Otok Cres – prilog poznavanju geografije naših otoka*, doktorska disertacija, Geografski odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
- Šegota, T., Filipčić, A., 2001: Hipotetska starost Vranskog jezera na Cresu, *Acta geographica croatica* 35, 45-56.
- DZS, 2016: Državni zavod za statistiku, Popis stanovništva 2011., Stanovništvo prema starosti i spolu po naseljima, <http://www.dzs.hr/>, (30.01.2016.)
- DZS, 2016: Državni zavod za statistiku, Popis poljoprivrede 2003., Poljoprivredna kućanstva po općinama, <http://www.dzs.hr/>, (30.01.2016.)
- FAO, 2016: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Aquastat, <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>, (30.01.2016.)
- IBESTAT, 2016: l'Institut d'Estadística de les Illes Balears, <http://www.ibestat.cat/ibestat/inici>, (30.01.2016.)
- INE, 2016: Instituto Nacional de Estadística, <http://www.ine.es/>, (30.01.2016.)
- KTD-VŽ, 2015: data provided by company *Komunalno trgovačko društvo vodovod Žrnovnica*
- PPU-GC, 2006: *Prostorni plan uređenja Grada Cresa (2006)*, Primorsko-goranska županija, Grad Cres, Urbanistički institute Hrvatske d.d.
- PPU-GML, 2006: *Prostorni plan uređenja Grada Malog Lošinja (2006)*, Primorsko-goranska županija, Grad Mali Lošinj, Urbanistički studio Rijeka d.o.o.
- TZ-CCS, 2014: data provided by *Tourist board of City of Cres*
- TZ-CCK, 2015: data provided by *Tourist board of City of Crikvenica*
- TZ-CML, 2014: data provided by *Tourist board of City of Mali Lošinj*
- VOCL, 2014: data provided by company *Vodoopskrba i odvodnja Cres Lošinj*

Author  
Autor

Hrvoje Grofelnik [hrvoje.grofelnik@gmail.com](mailto:hrvoje.grofelnik@gmail.com)  
PhD, Gimnazija Andrije Mohorovičića Rijeka, Frana Kurelca 1,  
51000 Rijeka, Croatia