

# Voda i održivi razvoj

---

Lešić, Sunčica

Master's thesis / Diplomski rad

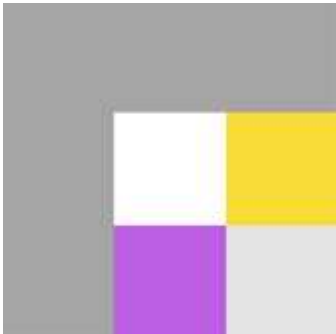
2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Education / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za odgojne i obrazovne znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:141:838316>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-30**



Repository / Repozitorij:

[FOOZOS Repository - Repository of the Faculty of Education](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Sunčica Lešić

**VODA I ODRŽIVI RAZVOJ**

DIPLOMSKI RAD

Osijek, 2020.



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ZA ODGOJNE I OBRAZOVNE ZNANOSTI

Integrirani preddiplomski i diplomski sveučilišni učiteljski studij

## **VODA I ODRŽIVI RAZVOJ**

### **DIPLOMSKI RAD**

Predmet: Ekologija Mentorica: prof. dr. sc. Irella Bogut

Studentica: Sunčica Lešić

JMBAG: 0267031690

Modul: razvojni (A)

Osijek, rujan, 2020.

*Zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Irelli Bogut na prihvaćanju mentorstva, omogućavanju slobode pri izboru teme te pomoći pri izradi diplomskog rada.*

*Zahvaljujem učiteljici savjetnici Mireli Ćosić na prihvaćanju mentorstva za stručno-pedagošku praksu te svim znanjima koja mi je prenijela.*

*Na kraju najveća hvala mojim roditeljima koji su mi omogućili školovanje i bili najveća potpora tijekom studiranja, dečku koji je bio uz mene i pomagao mi u lijepim i teškim trenucima te dragim prijateljima i bratu.*

## IZJAVA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je ovaj diplomski rad rezultat vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, što pokazuje korištenje bilješki i bibliografije. Izjavljujem da rad nije napisan na neetički način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada. Također, rad ne krši ničija autorska prava te ni jedan njegov dio nije iskorišten za bilo koji drugi rad u nekoj od visokoškolskih znanstvenih ili obrazovnih ustanova.

---

(vlastoručni potpis)

## SAŽETAK

Rad je usmjeren na važnost vode za razvoj te problematiku nesavjesnog iskorištavanja vodnih resursa. Racionalno korištenje vode preduvjet je za opstanak čovječanstva. Iako je trenutna količina vode još uvijek dovoljna za opskrbu svih živih bića, potrebne su striktno i kvalitetne mjere kojima će se sačuvati kvaliteta vode te samim time i kvaliteta života budućih generacija. Često spominjan pojam koji se usko povezuje s očuvanjem količine i kvalitete vode je održivi razvoj - trend koji se zadnjih desetljeća sve više širi u društva kroz milenijske ciljeve Ujedinjenih naroda.

Cilj rada je prikazati trenutno stanje količine i kvalitete vode u Republici Hrvatskoj i svijetu te prikazati moguće posljedice istog stanja na trenutne i buduće generacije, ali i načine utjecaja na očuvanje voda u kućanstvima i svim sektorima gospodarstva. Iako se sve više okreće racionalnom iskorištavanju voda, gospodarsko stanje još uvijek iziskuje brojne promjene kojima će se unaprijediti kvaliteta i očuvanje vode općenito. Potrebno je zaoštriti zbrinjavanje otpadnih voda te ponovno iskorištavanje istih kako bi gospodarstva mogla nesmetano doprinosti boljitku živih bića na planeti. Također, kućanstva preuzimaju važnu ulogu u korištenju pitke vode za svakodnevne potrebe.

Kao rezultat istraživanja važno je istaknuti kako se, osim navedenih iskorištavanja u kućanstvima i industrijama, najveća količina iskorištene vode koristi za opskrbu električnom energijom, ali i da postoje velike količine izgubljene vode u javnoj vodoopskrbi. Sukladno tome, važno je pronaći nove načine opskrbe električnom energijom te poboljšati sadašnje vodoopskrbne sustave kako bi se u što većoj mjeri smanjili gubitci vode.

Fokus rada stavlja se na obrazovanje budućih naraštaja za život sukladno potrebama društva na način da odgajamo senzibiliziranog pojedinca prema sve većim potrebama prirode te na taj način djelujemo na sve aspekte očuvanja vodnih resursa.

**Ključne riječi:** ekološka osviještenost, integrirani dan, korištenje i očuvanje voda, priprema za nastavu, Svjetski dan voda

## SUMMARY

This paper talks about the importance of water for development and the problem of careless usage of water resources. Rational use of water is a prerequisite for humanity's survival. Although the current amount of water is still enough for all living beings, strict and quality measures are needed to save the water quality and with it, the quality of life for future generations. Sustainable development is a term that goes hand in hand with preserving water amount and quality, it represents a trend that is present in the last few decades and it is becoming more and more widespread through United Nations goals.

The goal of the paper is to show the current state of water quality and quantity in Croatia and the world, and also to show possible consequences of that state on present and future generations as well as point out the influence on water preservation in homes and all economy sectors. Although we are going towards rational water usage, the economic situation still looks for numerous changes which will improve quality and water preservation in general. Stricter measures are needed concerning waste waters and their recycling so economies can contribute to improvement of life for all beings on the planet. Also, households are taking on an important role in usage of drinking water for everyday needs.

Important result of research in this paper that is also worth pointing out is the huge amount of water usage for electricity supply, as well as large quantities of water that are lost in the public water supply system. Considering that, it is of great importance to find new ways of generating electricity and to improve the current water supply systems so the loss of water can be minimised.

The focus of the paper is on educating future generations about living according to society's needs and on raising individuals sensible towards growing needs of nature and in that way, work on all aspects of water resource preservation.

**Key words:** environmental awareness, integrated day, usage and preservation of water, preparation for class, World water day



# SADRŽAJ

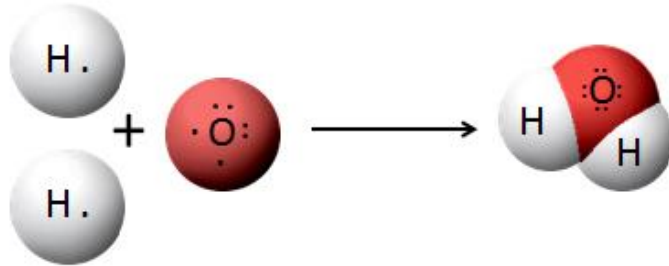
1.	UVOD.....	1
2.	VODA.....	2
2.1.	Voda i čovjek .....	3
2.2.	Problem nedostatka pitke vode .....	5
2.3.	Obrada pitkih voda.....	6
2.1.1.	Dezinfekcija vode .....	7
2.1.2.	Filtracija .....	8
2.1.3.	Koagulacija i flokulacija .....	8
2.1.4.	Uklanjanje željeza i mangana .....	8
2.4.	Iskorištavanje vode .....	9
2.5.	Onečišćenje voda .....	14
2.6.	Otpadne vode .....	16
2.7.	Kakvoća voda u Republici Hrvatskoj .....	18
3.	ODRŽIVI RAZVOJ .....	24
3.1.	Učinkovito korištenje vode .....	31
3.2.	Obrazovanje za održivi razvoj .....	34
4.	INTEGRIRANA NASTAVA.....	39
4.1.	Integrirani dan .....	39
5.	ZAKLJUČAK.....	46
	LITERATURA.....	47

## 1. UVOD

Republika Hrvatska ubraja se u vodom relativno bogate zemlje. Voda se koristi u gospodarstvu te za piće, pripremu hrane i higijenske potrebe u kućanstvima. Iako trenutna količina vode u svijetu još uvijek nije ograničavajući čimbenik razvoja, važno je racionalno iskorištavati vodu te smanjiti onečišćenja. Buduće generacije, ukoliko se voda nastavi koristiti na način kao do sada, mogle bi se suočiti s nestašicom pitke vode bez koje niti jedan živi organizam ne može preživjeti. Kako bi se spriječila navedena šteta za čovječanstvo, važno je prepoznati i analizirati sve izvore gubitaka vode, kao i uzroke onečišćenja vode u svijetu. Različiti gospodarski sektori, poput tekstilne i prehrambene industrije, koriste enormno velike količine vode u proizvodnji dobara koje krajnji korisnici kupuju. Kupnjom takvih proizvoda pojedinci podržavaju i odobravaju nesavjesno korištenje vode te postaju ključni akteri u procesu nepovoljnog korištenja vode u gospodarstvima. Uz gospodarske sektore, kućanstva na različite načine također onemogućavaju budućim generacijama siguran život i to na način da pojedinci svakodnevnim aktivnostima, u većoj ili manjoj mjeri, neracionalno koriste vodu. Obrazovanje pojedinaca, a posebice onih u najranijoj dobi, vrlo je važan čimbenik u očuvanju vode općenito. Podizanjem ekološke osviještenosti djece rane školske dobi moguće je djelovati na konačno podizanje svijesti o problematici nesavjesnog iskorištavanja vode. Vrlo je važno skrenuti pozornost sa zadovoljavanja osobnih potreba na zadovoljenje potreba cijeloga čovječanstva te samim time izgraditi osobu koja živi u skladu s održivim razvojem. Iako roditelji nose ključnu ulogu u podizanju ekološke svijesti djeteta, učitelji moraju preuzeti ulogu sekundarnog odgojitelja zbog činjenice sve većeg narušavanja prirodnog ekosustava, a samim time i kvalitete života ljudi. Učitelji moraju uložiti napore kako bi učenicima na zanimljiviji i kreativniji način omogućili jasnu predodžbu o trenutnom i mogućem budućem stanju vode u svijetu kroz različite radionice i integriranu nastavu. Uz potrebu ulaganja velikih napora, učitelji također trebaju biti spremni na dodatno usavršavanje po pitanju ove teme, kako bi u konačnici bili kompetentni utjecati na razvoj osviještenosti djeteta.

## 2. VODA

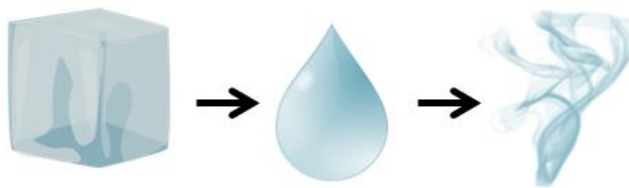
Voda nastaje reakcijom vodika i kisika, odnosno spajanjem dva atoma vodika i jednog atoma kisika nastaje molekula vode, kemijski element označen formulom  $H_2O$  (Brezovnjački, 2011). (Slika 1)



Slika 1 Ilustracija molekule vode

Voda je tekućina bez boje, okusa i mirisa koju u prirodi nalazimo u tri agregatna stanja:

- krutom
- tekućem
- plinovitom (Brezovnjački, 2011). (Slika 2)

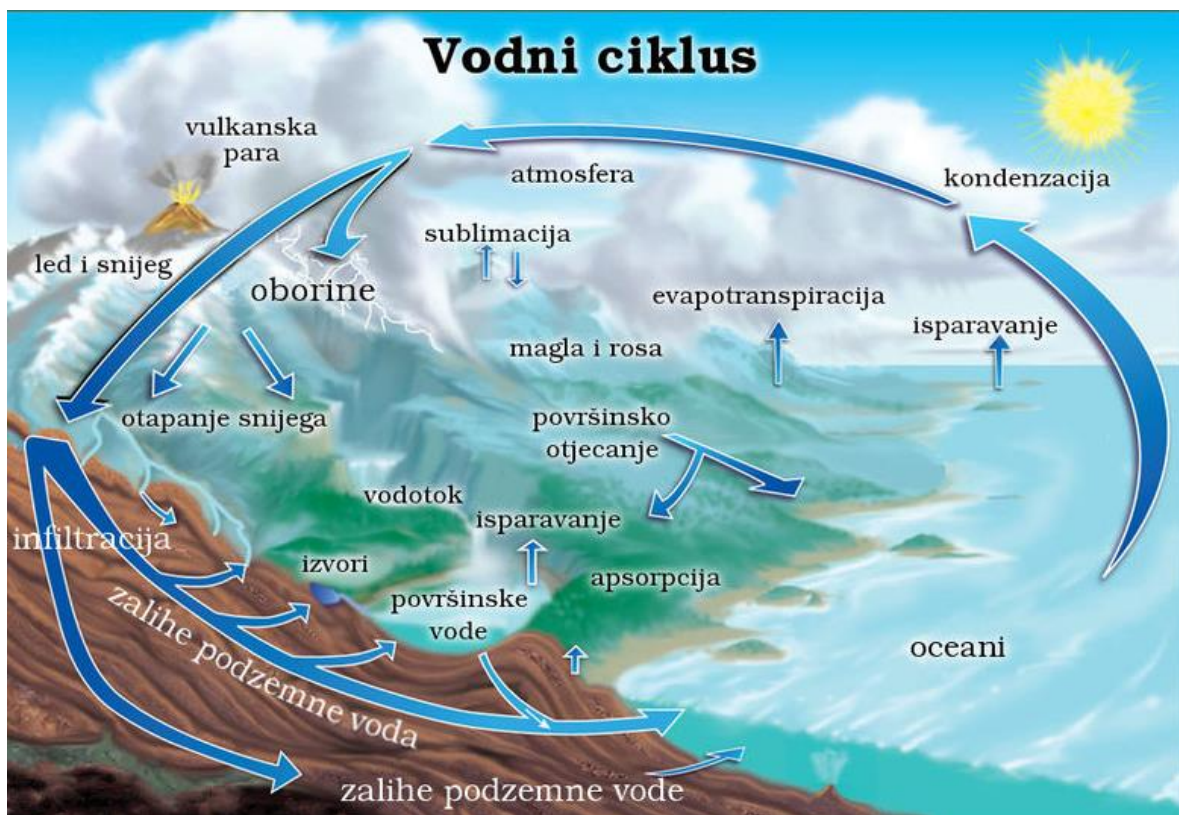


Slika 2 Ilustracija agregatnog stanja vode

Na temperaturi između  $0^{\circ}C$  i  $100^{\circ}C$  voda je u tekućem stanju, ispod  $0^{\circ}C$  u krutom, a iznad  $100^{\circ}C$  pretvara se u vodenu paru. Voda je najgušća kada njena temperatura iznosi  $4^{\circ}C$ . Zagrijavanjem vode između  $4^{\circ}C$  i  $100^{\circ}C$  te hlađenjem na  $0^{\circ}C$ , volumen vode će se povećati (Štrkalj, 2014).

Vode se u prirodi, prema mjestu nastanka, dijele u tri skupine: oborinske ili atmosferske, površinske i podzemne. Oborinske ili atmosferske su vode koje nastaju iz oborina. Površinske vode su svi prirodni i umjetni vodotoci, jezera, prijelazne i priobalne vode, a dijele se na tekućice i stajačice. Podzemna voda je sva koja teče ispod površine Zemlje. Svojestvo kruženja vode u prirodi omogućuje vodi stalno mijenjanje iz jedne skupine u drugu (Herceg, 2013).

Svojestvo kruženja vode u prirodi naziva se hidrološki (vodni) ciklus. Ciklus predstavlja kruženje vode atmosferom i Zemljom, odnosno proces prelaska vode iz atmosfere na Zemlju te njezin povratak u atmosferu pri čemu se količina vode na Zemlji ne mijenja (Herceg, 2013).



Slika 3 Kruženje vode u prirodi,

pribavljeno 10.7.2020. s <https://hr.m.wikipedia.org/wiki/Datoteka:Watercycle-croatian.jpg>

## 2.1. Voda i čovjek

*Voda je istinski i jedini medij života. Bez vode se život naprosto ne može održati. To je fluid koji podmazuje mehanizam žive stanice, fluid koji prenosi tvari i molekulska mašineriju s jednog mjesta na drugo i potpomaže odvijanje kemijskih reakcija koje nas pokreću. Voda je*

*hraniteljica i otopina za čišćenje, jer donosi hranjive tvari gdje su potrebne i odnosi otpad* (Ball, 1999, str. 216).

Čovjekovo tijelo čini dvije trećine voda, no znamo li gdje se ona nalazi? Ako u dvije trećine boce ulijemo vodu, uzevši je u ruke, čut ćemo samo pljuskanje slično onome koje možemo ponekad čuti u trbuhu, no gdje se nalazi ostatak vode? Kako to da naše tijelo ne pljuska, a toliko vode je u nama? Osim tekućine koju vidimo i koja zapravo čini malen dio vode našeg tijela, a to su suze, slina, krv, probavni sokovi i mokraćna, velikim su dijelom od vode sastavljene i kosti te mišići.

Ball (1999) uspoređuje ovu činjenicu s bananom. Ako bi je ostavili oguljenu na zraku ona bi se za neko vrijeme smežurala i postala vrlo mala. Isto bi se dogodilo i s čovjekom kada bi iz stanica izašla sva voda. Čovjekovu krv najvećim dijelom čini voda začinjena proteinima i DNK, šećerima, solima, masnim kiselinama, hormonima. Tako možemo vodu gledati i kao biomolekulu koja obavlja važnu ulogu u životu stanica, bez koje bi druge biomolekule ostale na suhom i nepokretne poput nasukane ribe bez vode. Štoviše, one tada ne bi niti bile prave biomolekule jer bi se bez vode razdvojile i pritom izgubile svoja biološka svojstva.

Voda je s oko 66 - 75 % tjelesne mase odraslog čovjeka najzastupljenija tvar u ljudskom organizmu. Pomanjkanje vode očituje se vrlo brzo, a simptomi se javljaju već pri manjku 1 % od ukupne količine vode. Dehidracijom se ugrožava srčana funkcija, disanje i termoregulacija, a pri potpunom nedostatku vode kroz nekoliko dana javlja se smrt. Voda utječe na opće zdravlje čovjeka kao sredstvo održavanja higijene, ali i kao mogući put širenja zaraznih bolesti (Herceg, 2013).

Budući da voda čini veći dio čovjeka, ali i obavlja važne uloge za život u tijelu, ne čudi činjenica da svakodnevno treba popiti barem 6 do 8 čaša vode. Naravno, treba voditi računa ovisno o uvjetima u kojima se čovjek nalazi. Tako će čovjek više vode unositi za vrijeme toplih ljetnih dana, za vrijeme tjelesnih aktivnosti, ali i kod određenih zdravstvenih stanja. Voda se ne unosi samo izravno iz obične pitke vode, nego i u hrani i ostalim napitcima. Stoga ne postoji točno određena količina tekućine koju čovjek dnevno treba unijeti u organizam. Odrasla žena prosječno unosi 2,7 litara tekućine dnevno, muškarac 3,7 litara, dok dojenčad do 8 kilograma unosi do 1,2 litre tekućine dnevno koje najčešće dobiva samo u obliku majčinog mlijeka. Procjene oko toga koliko vode unosimo iz kojeg izvora su različite, ali prema jednom izvoru procijenjeno je da oko 20 do 30 posto vode dolazi iz hrane, oko 60 do 70 posto iz vode

i ostalih tekućina koje unosi, a tek oko 10 posto iz stanica tijekom normalne stanične funkcije. Što je tijelo aktivnije, stanice više stvaraju vodu, uobičajeno oko 250 do 350ml (MacGill, 2018).

Smatra se da je čovjeku dnevno potrebno oko 40 do 50 litara vode, za zadovoljavanje potreba za hranom, pićem te osobnu i kućnu higijenu (Herceg, 2013).

## **2.2. Problem nedostatka pitke vode**

*Sloboda sama po sebi nije dovoljna bez svjetla za čitanje noću, bez vremena ili pristupa vodi za navodnjavanje vaše farme, bez mogućnosti ulova ribe kako bi prehranili obitelj.*

Nelson Mandela

Voda ima vitalnu ulogu u čovjekovu tijelu - sudjeluje u uklanjanju štetnih tvari iz tijela te samim time i štiti čovjekov imunološki sustav. Uživanje vode jedno je od osnovnih ljudskih prava, no ono je često čovjeku uskraćeno. Iako se ovaj problem najviše pojavljuje u siromašnim afričkim državama, ukoliko čovjek nastavi živjeti načinom koji živi danas, voda bi u budućnosti mogla postati luksuz i za ostale dijelove Zemlje.

Voda je kao i hrana osnovna ljudska potreba te je pristup istima osnovno ljudsko pravo, no još uvijek postoji velik dio čovječanstva koji nema pristup redovnoj opskrbi pitkom vodom. U svijetu od gotovo 8 milijardi ljudi, najmanje 1,1 milijarda nema dostupan izvor vode za piće, što predstavlja zdravstveni problem kod tih ljudi. Osim što nedostatak pitke vode utječe na čovjekovo zdravlje, ono utječe i na druge aspekte ljudskog života – loše zdravlje ograničava razvoj i smanjenje siromaštva, voda je ključna i za obavljanje poljoprivrede i proizvodnih usluga, za rad obrazovnih ustanova i slično. Svi ovi aspekti međusobno su povezani i imaju isto središte bez kojeg se ne mogu razvijati, a to je voda. Iako su ljudska prava zaštićena međunarodno zajamčenim standardima, brojke smrtnosti u nedostatku pitke vode još uvijek su poražavajuće:

- u posljednjih 10 godina od dijareje umrlo je više djece nego u oružanim sukobima u posljednjih gotovo 60 godina
- svakih 15 sekundi umire jedno dijete od dijareje uzrokovane uglavnom lošim sanitarnim uvjetima i vodoopskrbom

- 1998. godine u Africi umrlo je 308 tisuća ljudi u ratu, dok je od dijareje umrlo više od 2 milijuna
- broj smrtnih slučajeva od dijareje među djecom daleko premašuje onaj od HIV-a, odnosno AIDS-a (Harlem Brundtland i Viera de Mello, 2003).

Azija i Afrika najviše su pogođene nedostatkom vodoopskrbe i sanitarnog sustava, a posebno su pogođena ruralna područja. Osim loše razvijenosti vodoopskrbe i sanitarnog sustava, pitka voda u Africi kojom se opskrbljuje više od 50 % stanovništva najlošije je kvalitete. Danas je situacija znatno bolja. Milenijski razvojni ciljevi Ujedinjenih naroda donijeli su mnogo promjena po pitanju problema nedostatka pitke vode, bolesti i smrtnosti djece, nedostatka obrazovanja, zaštite okoliša i slično.

Voda koja se konzumira mora biti sigurna jer pijenje zagađene vode može dovesti do, osim već spomenutih bolesti, raznih zaraznih bolesti i bolesti uzrokovanih toksičnim kemikalijama. U ruralnim siromašnim područjima velik broj života tako uzimaju zarazne bolesti kolera, tifus i dijareja, dok su infekcije uzrokovane bakterijama poput *Escherichia coli*, *Cryptosporidium* i *Campylobacter* još uvijek prisutne u industrijaliziranim zemljama širom svijeta. Nesigurna voda može sadržavati visoku razinu otrovnih prirodnih kemikalija poput arsena i fluorida - problem koji je izražen u Bangladešu gdje većina stanovništva može biti izloženo većoj količini arsena kroz svoju pitku vodu (Harlem Brundtland i Viera de Mello, 2003).

### **2.3. Obrada pitkih voda**

Pitkim se vodama smatraju one vode kojima kakvoća odgovara unaprijed određenim vrijednostima.

Vode koje se koriste za ljudsku uporabu su slatke vode, odnosno površinske i podzemne. Na Zemlji je oko 1,7 % voda podzemnih, tek 0,014 % površinskih, no samo je dio ovih voda zaista dostupan čovjeku, oko 0,05 %. Što se tiče omjera broja stanovnika i količine dostupne slatke vode u najnepovoljnijem položaju je Afrika, dok je u najboljem položaju Australija i Oceanija, no potreba za vodom neprestano raste s porastom broja stanovnika, industrijalizacijom, razvojem poljoprivrede koja je ujedno i najveći potrošač vode i slično. Na ozbiljnost ovih činjenica ukazuje podatak da je u razdoblju od 1940. do 2000. godine potrošnja vode po stanovniku narasla s 400m<sup>3</sup> na 800m<sup>3</sup> (Herceg, 2013).

Pitke vode mogu se podijeliti na: izvorsku vodu, prirodnu mineralnu vodu, stolnu vodu, soda-vodu i vodu za piće iz javnih vodoopskrbnih sustava. Izvorske vode moraju biti priznate kao takve te u tom slučaju nije dopušteno njihovo prerađivanje. One su zaštićene od svih oblika onečišćenja i pogodne su za piće bez obrade. Iznimno u slučaju namjene ovih voda za prodaju u bocama dopušteno je uklanjanje željeza i sumpornih spojeva. Prirodne mineralne vode, slično kao i izvorske, ne smiju se prerađivati niti dezinficirati, osim kod prodaje u bocama gdje je također dopušteno uklanjanje željeza. Mineralne vode zaštićene su od onečišćenja te sadrže prirodne mineralne tvari koje imaju ljekovit učinak na ljudski organizam. Stolna voda i soda-voda prerađuju se u svrhu prodaje u bocama od vode javnih vodoopskrbnih sustava. One se obrađuju kako bi se dobila voda pogodna za ljudsku konzumaciju te se stavljaju na tržište u izvodnom obliku (stolna voda) ili dodavanjem ugljikovog dioksida (soda-voda). Površinske i podzemne vode, koje se koriste u sustavu javne vodoopskrbe, u doticaju su sa zemljom, odnosno raznim vanjskim utjecajima pa su njihova stanja promjenjiva, ovise o količini oborina, temperaturi i slično. Kod prenamjene ove vode u konzumacijsku dopuštena je obrada. Najčešće korištene metode u obradi konzumnih voda su: dezinfekcija, filtracija, koagulacija i flokulacija te uklanjanje željeza i mangana (Štrkalj, 2014).

### 2.1.1. Dezinfekcija vode

Dezinfekcija vode često je, radi sprječavanja bolesti, prvi i osnovni korak u obradi vode u konzumacijsku. Njome se smanjuje broj mikroorganizama te se, prema zakonskim Uredbama, osigurava zdravstvena ispravnost vode. Metode dezinfekcije mogu se podijeliti na četiri načina: metode s fizikalnim djelovanjem, s kemijskim sredstvima, metode zračenjem i membranske tehnologije. Najučinkovitiji način je metoda fizikalnim djelovanjem, odnosno zagrijavanjem vode do vrenja koje traje 20 minuta. Na ovaj način učinkovito se uništavaju onečišćenja, no zbog potrebne energije, odnosno visoke cijene, nije često upotrjebljiva. Danas najčešće korištena metoda je obrada kemijskim sredstvima koja podrazumijeva uporabu klora i njegovih spojeva. Na ovaj način uništavaju se mikroorganizmi te željezo i mangan. Nedostatci ove metode su brza promjena učinkovitosti klora, promjena mirisa vode te mogućnost nastanka nepotrebnih spojeva. Kemijska se dezinfekcija provodi i s ozonom koji je najbolje sredstvo za dezinfekciju ove vrste. Reakcijom ozona oslobađa se kisik koji djeluje na mikroorganizme i organske tvari. Nadalje, dezinfekcija zračenjem ultraljubičastim zrakama traje svega nekoliko sekundi te je vrlo učinkovita kod uništavanja mikroorganizama iz vode. Ova metoda, osim što se izrazito brzo provodi, ne mijenja svojstva vode i kemijski sastav te je



potrošnja energije vrlo mala. Budući da ne postoje pouzdani pokazatelji učinka ove metode, ona se kombinira s kemijskim sredstvima. Membranske tehnologije koriste membrane koje ne propuštaju prolazak bakterija, virusa, proteina i pigmenata iz vode (Štrkalj, 2014).

#### 2.1.2. Filtracija

Filtracijom se, najčešće pomoću pijeska, uklanjaju čvrste netopljive tvari iz vode koje su bile sastavni dio te vode ili su nastale procesom dezinfekcije. Takve tvari koje su veće od otvora filtra, talože se na njemu, dok filtrirana voda prolazi. Osim pješčanih filtra, postoje i kemijski koji se koriste za uklanjanje karbonatne kiseline iz vode. Oni se koriste i kod konzumacijske vode (Štrkalj, 2014).

#### 2.1.3. Koagulacija i flokulacija

Budući da su neke tvari toliko sitne da ih je nemoguće ukloniti samo filtracijom, radi se postupak koagulacije i flokulacije. Koagulacija (zgušnjavanje) kemijski je postupak neutralizacije naboja kako se čestice tvari više ne bi odbijale jedna od drugu, dok se flokulacijom iste čestice, uz miješanje, nakupljaju jedna uz drugu te se talože. Nakon tog postupka tvari manje od 10 mikrona, koje je bilo nemoguće odvojiti filtracijom, spajaju se u veće te se nakon ovog procesa voda može filtrirati (Engelhardt, 2010).

#### 2.1.4. Uklanjanje željeza i mangana

Voda koja ne sadrži mnogo kisika, prolaskom zemljom, može pokupiti veće količine željeza i mangana. Vodu je tada potrebno na neki od načina obraditi, odnosno ukloniti višak ovih tvari. Željezo, ovisno o obliku u kojem se nalazi, može se ukloniti korištenjem oksidacijskih sredstava (ozon, vodikov peroksid) i oksidacijom zrakom (aeracija). Oksidacija zrakom, odnosno aeracija, podrazumijeva raspršivanje vode kako bi se povećao dodir s kisikom te se na taj način, reakcijom željeza, ono može taložiti iz vode. Iako su sličnih svojstava, mangan nije uvijek moguće odvojiti zajedno sa željezom. Za uklanjanja mangana potrebna je određena pH vrijednost vode koja se osigurava dodatkom kemijskih sredstava. Osim kemijske oksidacije zrakom, biološkom oksidacijom te oksidacijom pomoću mikroorganizama, moguće je otkloniti obje tvari bez dodatnog povećanja pH vrijednosti (Štrkalj, 2014).

Ranije se smatralo kako organske tvari u vodi imaju utjecaj samo na njezin okus, boju i miris, no danas se vjeruje kako su dijelovi ovih tvari toksični ili kancerogeni ili to postaju nakon međureakcija u vodi (Štrkalj, 2014).

#### **2.4. Iskorištavanje vode**

Osim što je voda od iznimne važnosti za funkcije čovjekova tijela, voda je neophodna i za druge aspekte čovjekove svakodnevnice, a to su higijena tijela i čišćenje, proizvodnja i priprema hrane i ostalo.

Prema Marušić, Šturlan i Kolovrat (1995), voda se danas uglavnom koristi za opskrbu stanovništva, industriju i rudarstvo, poljoprivredu, hidroenergiju te sport i rekreaciju.

Republika Hrvatska razlikuje tri načina vodoopskrbe stanovništva: javna, lokalna i individualna, pri čemu se javna vodoopskrba odnosi na pravne osobe registrirane za obavljanje djelatnosti javne vodoopskrbe, lokalna na lokalne vodovode o kojima brinu mjesne zajednice, odnosno grupe građana, dok se individualne odnose na samostalno pribavljenu vodu putem zdenaca, cisterni i slično (HZJZ, 2019a).

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku iz 2018. godine, javna vodoopskrba najvećim dijelom opskrbljuje kućanstva s oko 56 % isporučene vode, a zatim razne gospodarske djelatnosti s oko 23 %, dok druge vodovodne sustave opskrbljuje s oko 16 % isporučene vode. Veliki problem javne vodoopskrbe razni su gubitci vode kojih je u 2018. godini bilo nešto više od 66 % isporučene vode. Tako je ukupno iste godine potrošačima isporučeno oko 303 milijuna m<sup>3</sup> vode, dok je iz mreže izgubljeno više od 200 milijuna m<sup>3</sup> (Tablica 1). Gubitci vode događaju se zbog loših infrastruktura, nedovoljnog održavanja i minornog ulaganja u sustave.

**Tablica 1 Isporučena voda iz javne vodoopskrbe u 2018. godini (izraženo u tis. m<sup>3</sup>)**

	<b>2018.</b>
<b>1. Isporučena voda - ukupno (2+5+6)</b>	302.856
<b>2. Prodana voda (3+4)</b>	240.396
<b>3. Kućanstvima</b>	170.988
<b>4. Gospodarstvu</b>	69.408
<b>5. Distribuirana nenaplaćena voda</b>	13.990
<b>6. Distribuirana drugim vodovodnim sustavima</b>	48.470
<b>7. Ukupni gubici vode</b>	200.647

Pribavljeno 26.6.2020. s

[https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px\\_tableid=KV12.px&px\\_path=&px\\_language=hr&px\\_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353](https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_tableid=KV12.px&px_path=&px_language=hr&px_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353)

Budući da se voda još uvijek gleda kao nepresušan resurs, navedeni gubici vode ne predstavljaju problem u količinskom smislu. Problemi se povremeno javljaju s opskrbom na pojedinim teže dostupnim područjima (poput otoka) i za vrijeme velikih potreba (vrijeme turističke sezone). Voda se, osim navedenog, iskorištava i za ribolov, odnosno za izradu ribnjaka ili izlovljavanje ribe na moru i površinskim vodama. U Republici Hrvatskoj ribnjaci se dijele na hladnovodne (uzgoj pastrve) i toplovodne (uzgoj, u najvećoj mjeri, šarana). Voda za ribnjake najčešće se uzima iz većih vodotoka rijeka te se tom vodom rashlađuje voda u ribnjacima, a 90 % ove vode vraća se ponovno u rijeku (HAOP, 2007).

Ljudski faktor glavni je onečišćivač vode kroz svakodnevni život te različite industrije. Pet najvećih zagađivača vode u industriji su proizvođači papira, napitaka, kože, tekstila i crna metalurgija (Vojvodić, 2006).

Prehrambena industrija veliki je potrošač vode. Ona se koristi u pranju sirovina i opreme, razrjeđivanju gotovih proizvoda, za rad rashladnih uređaja i grijanje, hlađenje i grijanje opreme, termičku obradu hrane i slično. Velike količine vode koriste se u proizvodnji šećera zbog stanja sirovine u početnoj fazi proizvodnje (zemlja, gnojivo). Također veliki potrošač vode je i mesna industrija kojoj gotovo svaki drugi korak pri obradi uključuje korištenje pitke vode. Proizvodnja pića također koristi znatnu količinu vode budući da je sama voda dio gotovog proizvoda. Takva voda posebno se tretira kako bi bila kvalitetna za ljudsku uporabu te kako bi se izbjegli mogući negativni utjecaji na miris i okus napitaka. Alkoholni napitci

proizvode se korištenjem vodene pare koja se, osim za samu proizvodnju, koristi i kod čišćenja opreme. Osim proizvodnje napitaka, voda se koristi i u proizvodnji ambalaže te pasterizaciji gotovih proizvoda. Usko povezana s proizvodnjom hrane je i poljoprivreda koja uvelike utječe na potrošnju i zagađenje voda (Štrkalj, 2014). Oko 70 % ukupno iskorištenih vodenih resursa odnosi se na iskorištavanje vode u poljoprivredi, odnosno proizvodnji hrane. Od ukupno oko 1,5 milijardi hektara poljoprivredne površine, oko 250 milijuna hektara se navodnjava (Harlem Brundtland i Viera de Mello, 2003).

Tekstilna industrija u Kini glavni je industrijski pokretač nacionalne ekonomije. Utjecala je uvelike na smanjenje nezaposlenosti i porast životnih standarda ljudi, ali je negativno utjecala na okoliš kao glavni industrijski potrošač vode. Prema podacima iz 2005. godine, Kina je proizvela 28 milijuna tona robe, što je preko 30 % svjetske proizvodnje, a ta je brojka nastavila s velikim rastom iz godine u godinu. Količine otpada i zagađenih voda veliki su problem ove industrije. Prema istraživanjima ona čine oko 80 % ukupnog zagađivanja voda (Tablica 2). Tekstilna industrija ponovno koristi tek 7 - 8 % pročišćenih otpadnih voda. Zagađenost vode u Kini došla je do zabrinjavajućih razmjera te postoje brojna područja s nedostatkom pitke vode. Prema podacima Ureda za vode, od 532 ispitane rijeke njih tek 96 nije zagađeno, dok od 15 najvećih gradova tek 2 grada imaju ispravnu vodu za konzumaciju. Uzmemo li u obzir i druge aspekte zagađivača u tekstilnoj industriji vidjet ćemo i ogromne količine potrošene energije i kemikalija koje emitiraju ugljikov oksid (CO<sub>2</sub>), odnosno utječu na globalno zatopljenje. Danas se vjeruje kako je situacija još lošija (Vojvodić, 2006). Kada bi čovječanstvo recikliralo 75 % tekstila uštedjelo bi vode kojom bi se moglo opskrbiti 27,8 milijuna kućanstava, odlagališta smeća smanjila bi se za gotovo 7 milijuna metara kubnih te bi se smanjila emisija ugljikovog oksida (CO<sub>2</sub>) za 17 milijuna tona (Chavan, 2014).

**Tablica 2 Otpadne vode tekstilnih industrija Kine od 2000. do 2004. godine**

Godina	2000.	2001.	2002.	2003.	2004.
Godišnja proizvodnja*	159	179	212	252	302
Količina otpadne vode**	7,95	8,95	10,60	12,60	15,10
Porast otpuštanja zagađene vode %		12,58	18,44	18,87	19,84

\* jedinica: 100 milijuna tona  
\*\* jedinica: 100 milijuna m<sup>3</sup>

Pribavljeno iz Vojvodić, 2006.

Kod kemijske industrije voda se najviše koristi kod čišćenja, hlađenja i zagrijavanja opreme, kod pripreme sirovina za reakciju te kod stvaranja završnog proizvoda (topljenje tvari, apsorpiranje plinova i slično) (Štrkalj, 2014).

Naftna i metalurška industrija također su veliki potrošači vode koji većinu potrošene vode iskorištavaju za hlađenje. U obje industrije voda se unaprijed priprema, uklanja kamenac, dodaju sredstva protiv korozije i slično. Prema istraživanjima u Sjedinjenim Američkim Državama, pri proizvodnji tone čelika potroši se 120 tona vode (Štrkalj, 2014).

Industrija celuloze i papira veliki je potrošač prirodnih resursa vode i drveta. Voda ima primjenu u gotovo svim koracima proizvodnje, a njena potrošnja ovisi o vrsti gotovog proizvoda. Kao i kod prije navedenih industrija, potrebna je priprema vode za proizvodne procese (Štrkalj, 2014).

Prema Državnom zavodu za statistiku, u Republici Hrvatskoj opskrba električnom energijom najveći je potrošač vode s preko 99 % ukupno iskorištene vode. Glede industrija, prema podacima iz 2018. godine, neki od najvećih potrošača su: proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda, proizvodnja prehrambenih proizvoda, proizvodnja nemetalnih mineralnih proizvoda, proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda, proizvodnja papira i proizvoda od papira, proizvodnja pića, proizvodnja metala i proizvodnja odjeće. (Tablica 3)

**Tablica 3 Korištenje vode u Republici Hrvatskoj u 2018. godini (izraženo u tis. m<sup>3</sup>)**

	<b>2018.</b>
	<b>Ukupno (1+3+5+6)</b>
<b>B Rudarstvo i vađenje</b>	3.616
<b>C Prerađivačka industrija</b>	177.022
<b>10 Proizvodnja prehrambenih proizvoda</b>	17.884
<b>11 Proizvodnja pića</b>	2.819
<b>14 Proizvodnja odjeće</b>	1.054
<b>17 Proizvodnja papira i proizvoda od papira</b>	5.332
<b>19 Proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda</b>	121.248
<b>20 Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda</b>	8.108
<b>23 Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda</b>	14.649
<b>24 Proizvodnja metala</b>	1.330
<b>35.11 Proizvodnja električne energije</b>	50.635.147

Pribavljeno 25.6.2020. s

[https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px\\_tableid=KV12.px&px\\_path=&px\\_language=hr&px\\_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353](https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_tableid=KV12.px&px_path=&px_language=hr&px_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353)

Hidroelektrane definira kao proizvodna postrojenja za izradu električne energije koja se koriste obnovljivim načinom proizvodnje. Energija vode pretvara se u mehaničku rotacijsku energiju koja se u elektromagnetskom polju generatorom pretvara u električnu energiju. U Hrvatskoj, prema načinu rada, postoje protočne i akumulacijske hidroelektrane. Protočne se odnose na postrojenja bez ili s malim prikupljanjem vode, odnosno iskorištava se snaga vode prirodnog toka. Akumulacijske su hidroelektrane s branama, vodenim komorama, sustavima za odvodnju i prikupljanje vode i slično (HEP, 2020).

Hidroelektrane su obnovljivi izvor energije za koji se smatralo da nema loš učinak na okoliš, no danas je sve više protivljenja i negiranja ovih činjenica. Hidroelektrane zauzimaju velike površine koje su prethodno bila staništa mnogim biljkama i životinjama, ali i uništavaju vodena staništa.

Prema državnom zavodu za statistiku, u Republici Hrvatskoj najviše se vode iskorištava za opskrbu električnom energijom, a voda koju iskorištavaju je iz individualnih vodoopskrba.

Republika Hrvatska jedna je od prvih država u Europi koja je izgradila hidroelektranu. Davne 1895. godine izgrađena je hidroelektrana Jaruga na rijeci Krki. Ranijih godina ovaj je način opskrbe električnom energijom bio vrlo povoljan u brojnim aspektima: cjenovno neovisan o resursima za uporabu u proizvodnji, mogućnost navodnjavanja područja u blizini, obrana od poplava i slično. S druge strane, izgradnja postrojenja uzrokuje modifikacije okoliša koje je potrebno nadoknaditi odgovarajućim mjerama zaštite okoliša (Lovrić, 2013).

## **2.5. Onečišćenje voda**

U posljednjih četrdesetak godina, kao posljedica ljudskog djelovanja, u cijelom se svijetu javljaju jake promjene u hidrološkom ciklusu površinskih voda, kakvoći voda i vodnim resursima. Danas su vodni resursi i njihova raspodjela određeni, osim prirodnim uvjetima, velikim čovjekovim aktivnostima. Već spomenuta velika potreba za vodom koja i dalje raste te sve ozbiljnija razina onečišćenja dovode do pitanja mogućnosti zadovoljenja istih. Nekorektno korištenje vode, onečišćavanje gospodarskim djelatnostima te njihovo direktno ispuštanje u vodotoke uzrokuje pogoršanje kakvoće voda radi kojih je za ljudsku uporabu neminovna prethodna obrada (Herceg, 2013).

Onečišćena i zagađena voda jedan je od najvećih problema, kako vodnih resursa tako i problema okoliša općenito. Onečišćena voda smatra se svaka koja je promijenila svojstva, odnosno kakvoću raznim tvarima i utjecajima. Zagađene su vode one koje su onečišćene do određenog stupnja kod kojeg voda postaje štetna za čovjekovo zdravlje. Ono se odnosi na promjene biološkog, kemijskog i fiziološkog sastava te kakvoće vode koja se određuje prema unaprijed određenim parametrima (Herceg, 2013).

Biološki parametri kojima se ocjenjuje kakvoća vode obuhvaćaju zastupljenost i broj mikroorganizama (različitih bakterija), indeks razgradnje organskih tvari (životinje i biljke), biotički indeks i zaključke o vrsti vode. Kemijski parametri obuhvaćaju stupanj kisika, kiselosti (pH), zastupljenosti nitrata, organskih spojeva i pojedinih kemijskih elemenata i njihovih spojeva u vodi. Fizikalni se parametri odnose na organoleptička svojstva vode (miris, okus, boja, temperatura i slično). Granične vrijednosti ovih parametara unaprijed su određene te ispitana voda mora biti unutar istih kako bi bila dopuštena za određenu ljudsku uporabu (Herceg, 2013).

Izvori vode izloženi su velikim onečišćenjima radi povećanja broja stanovništva, stalnim razvojem poljoprivrede i industrija, kućnim otpadom i raznim prirodnim posljedicama (Harlem Brundtland i Viera de Mello, 2003). Posebno izložena onečišćenju voda su područja krša, čija je površina podložna utjecaju površinskih i podzemnih voda. Oborinske onečišćene vode, zbog svojstava krškog područja, vrlo lako mogu doći do podzemne vode te onečistiti izvore i vrela (Herceg, 2013).

Iako količina vode na zemlji ostaje ista, količina uporabljive vode znatno se smanjuje ljudskim onečišćavanjem te na taj način postavlja ograničenja u primjeni. Voda se, zbog svojih svojstava, naziva univerzalnim otapalom, odnosno otapa u nekoj mjeri gotovo sve tvari. Izvori onečišćenja prvenstveno se dijele na prirodna i umjetna. Prirodna obuhvaćaju vulkanske posljedice, pješćane oluje, požare, kozmičku prašinu i slično, a umjetna su ona koja su nastala djelovanjem ljudskog čimbenika (promet, gospodarstvene djelatnosti i slično). Nadalje, umjetna onečišćenja dijele se na potencijalne i aktivne. Aktivni predstavljaju sigurna onečišćenja, a potencijalne moguća onečišćenja. Aktivna onečišćenja mogu biti stalna i povremena, gdje su stalna ona na koja ne utječu hidrološki uvjeti, a povremena stvaraju opasnost ovisno o hidrološkim uvjetima. Stalni izvori onečišćenja su septičke jame, industrijske otpadne vode, uređaji za pročišćavanje otpadnih voda, poljoprivredno navodnjavanje, rudničke vode i slično, dok se povremeni izvori onečišćenja javljaju za vrijeme intenzivnih i jakih oborina i čine ih istjecanja oborinskih otpadnih voda, sustavi odvodnje, pošumljavanje te razna odlagališta otpadnih materijala iz poljoprivrede (Herceg, 2013).

Najčešći pokazatelji onečišćenja su: povećan sadržaj soli i organskih tvari, sadržaj teških metala, pesticida, smanjen sadržaj kisika i terminalna zagađenja. Među najznačajnijim indikatorima je sadržaj otopljenog kisika, čija se količina drastično smanjuje kada je u vodi prisutno organsko onečišćenje. Za indikatore onečišćenja otpadnih voda koriste se i nutrijenti dušik i fosfor koji mogu uzrokovati propadanje jezera i nastanak močvara. Pojava može biti uzrokovana prirodno ili čovječjim utjecajem zbog onečišćenja mineralnim gnojivima, deterdžentima i slično. Nakon utjecaja ovih onečišćenja remeti se ravnotežna stabilnost, odnosno razvijaju se biljne mase i organski materijali te ubrzava proces samoonečišćenja. Primjer jednog takvog onečišćenja je takozvano cvjetanje vode zbog prekomjernog množenja modrozelenih algi. Biološkim indikatorima nazivaju se pojedini organizmi čija prisutnost u



vodi upućuje na njezino stanje. Naglo i jako širenje takvih organizama upućuje na akutno onečišćenje (Herceg, 2013).

## **2.6. Otpadne vode**

Onečišćenom vodom smatraju se sve vode koje ne zadovoljavaju propisane standarde o kakvoći vode, dok se otpadnim vodama smatraju sve one vode koje su iskorištene u neku svrhu (u kućanstvima, industriji, poljoprivredi) te su pri tome promijenile svoja svojstva, odnosno onečistile se. Vode koje se iskorištavaju u kućanstvima i industriji nazivaju se komunalne vode. Nakon iskorištavanja komunalnih voda, one postaju onečišćene te ih prema nastanku dijelimo na: sanitarne, industrijske i oborinske (Štrkalj, 2014).

Sanitarne vode obuhvaćaju vodu iskorištenu u kućanstvima, ugostiteljskim objektima, prodavaonicama i slično, one su vode koje kroz kanalizacijski sustav odlaze iz kuhinja, kupaonica i sanitarnih čvorova (Štrkalj, 2014). Takve vode sadrže velik broj bakterija, virusa, deterdženata, biološki razgradivih organskih tvari iz hrane i protozoa (Herceg, 2013).

Industrijske vode dijele se na biološki razgradive i biološki nerazgradive vode. Biološki razgradive mogu se miješati s ostalim gradskim otpadnim vodama, dok se nerazgradive prije miješanja moraju pročistiti zbog opasnih tvari koje mogu sadržavati. Biološki razgradive vode najčešće su otpadne vode prehrambenih industrija (Štrkalj, 2014). Nerazgradive vode mogu biti agresivne (kisele ili bazne) te sadržavati različite opasne sintetičke tvari ovisno o sirovinama, finalnom proizvodu i tehnološkim procesima u proizvodnji. Ove je vode prije ispuštanja u prirodu potrebno pročistiti (Herceg, 2013).

Oborinske vode prolaze atmosferom i ispiru je od onečišćenja ispuštenih u atmosferu te višak koji zemlja ne može iskoristiti ili ne stigne ispariti odlazi do podzemnih voda ili odlazi do obližnjih površinskih voda. Ove se vode nazivaju poljoprivrednim otpadnim vodama te su onečišćene raznim otrovnim tvarima iskorištenim na poljoprivrednim zemljištima (Štrkalj, 2014). Vode sadrže insekticide, herbicide, fungicide i slično, a često prolaze i uskladištenim stajskim gnojivom kod čijeg odlaganja najčešće nema zaštitnog sloja između zemlje i gnojiva, stoga njihovi sadržaji prodiru u dubinu zemlje i stvaraju opasnost za podzemne vode (Herceg, 2013).

U Republici Hrvatskoj stanje s pročišćavanjem otpadnih voda bitno se mijenja zadnjih 20 godina. Tako se, prema podacima Državnog zavoda za statistiku, količina otpadnih voda od

2001. do 2018. godine povećala za oko 30 %, dok se ispuštanje nepročišćene otpadne vode smanjilo za oko 70 % (Tablica 4). U pogledu industrijskih djelatnosti, najveću količinu otpadnih voda ispuštaju prerađivačke industrije, odnosno proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda s oko 50 % otpadnih voda ove industrije.

**Tablica 4** Otpadne vode u Republici Hrvatskoj u 2018. godini (izraženo u tis. m<sup>3</sup>)

	2001.	2018.
<b>1. OTPADNE VODE - UKUPNO (2+3+4)</b>	259.924	335.807
<b>2. Iz kućanstava</b>	139.115	125.185
<b>3. Iz gospodarskih djelatnosti</b>	113.019	65.005
<b>4. Ostale vode</b>	7.790	145.617
<b>5. PROČIŠĆENE OTPADNE VODE - UKUPNO (6+7+8)</b>	83.533	281.243
<b>6. Prvostupanjske</b>	75.684	71.539
<b>7. Drugostupanjske</b>	1.998	182.272
<b>8. Trećestupanjske</b>	5.851	27.432
<b>9. ISPUŠTENE NEPROČIŠĆENE OTPADNE VODE - UKUPNO (10+11+12+13+14)</b>	176.391	54.564
<b>10. U podzemne vode</b>	2.589	1.253
<b>11. U vodotoke</b>	134.584	44.947
<b>12. U akumulacije</b>	...	...
<b>13. U jezera</b>	...	...
<b>14. U more</b>	39.218	8.364
<b>15. ISPUŠTENE PROČIŠĆENE OTPADNE VODE - UKUPNO (16+17+18+19+20)</b>	83.533	281.243
<b>16. U podzemne vode</b>	388	717
<b>17. U vodotoke</b>	47.729	212.694
<b>18. U akumulacije</b>	...	27
<b>19. U jezera</b>	...	...
<b>20. U more</b>	35.416	67.805

Pribavljeno 26.6.2020. s

[https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px\\_tableid=KV12.px&px\\_path=&px\\_language=hr&px\\_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353](https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_tableid=KV12.px&px_path=&px_language=hr&px_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353)

Republika Hrvatska, ukoliko želi „koračati“ s europskim standardima, još uvijek ima prostora za boljitak u pogledu zaštite i očuvanja vodnih resursa. S rastom svijesti o važnosti zaštite okoliša te života u skladu s europskim standardima za očuvanje europskog područja kao pogodnog mjesta za život velikog broja ljudi, stvorene su različite inteligentne tehnologije za pročišćavanje otpadnih voda. Između svih tehnoloških metoda, postoje i biljne metode pročišćavanja otpadnih voda koje su prirodna solucija za uklanjanje onečišćenja iz površinskih voda. Takve bi pročišćene vode imale mogućnost iskorištavanja u gospodarstvu,

u nekim dijelovima proizvodnog procesa te za navodnjavanje poljoprivrednih zemljišta i slično.

## **2.7. Kakvoća voda u Republici Hrvatskoj**

Prema Zakonu o vodama (Narodne novine, 2019) koji se primjenjuje u Republici Hrvatskoj prema direktivi Europske unije, voda je nekomercijalan proizvod i nasljeđe koje trebamo čuvati, štiti i mudro i racionalno koristiti. *Ovim se Zakonom uređuju pravni status voda, vodnoga dobra i vodnih građevina, upravljanje kakvoćom i količinom voda, zaštita od štetnog djelovanja voda, detaljna melioracijska odvodnja i navodnjavanje, posebne djelatnosti za potrebe upravljanja vodama, institucionalni ustroj obavljanja tih djelatnosti i druga pitanja vezana za vode i vodno dobro.*

Uredbom o standardu kakvoće voda (Narodne novine, 2013) koji se primjenjuje u Republici Hrvatskoj prema direktivi Europske unije, propisuje se: (...) *standard kakvoće voda za površinske vode, uključivo i priobalne vode i vode teritorijalnog mora te podzemne vode, posebni ciljevi zaštite voda, kriteriji za utvrđivanje ciljeva, zaštite voda, uvjeti za produženje rokova za postizanje ciljeva zaštite voda, elementi za ocjenjivanje stanja voda, monitoring stanja voda i izvještavanje o stanju voda.*

Nadalje, Zakonom o zaštiti okoliša (Narodne novine, 2007) odlučeno je da: *Zaštita voda obuhvaća mjere zaštite voda te poboljšanje kakvoće voda u svrhu izbjegavanja ili smanjivanja štetnih posljedica za ljudsko zdravlje, slatkovodne eko sustave, kakvoću življenja i okoliš u cjelini. Zaštita voda od onečišćavanja provodi se radi očuvanja života i zdravlja ljudi i zaštite okoliša, te omogućavanja održivog, neškodljivog i neometanog korištenja voda za različite namjene.*

Služba za zdravstvenu ekologiju (HZJZ, 2019b) provodi mjere zaštite ljudi od čimbenika okoliša sa štetnim djelovanjem te brine o kakvoći voda u Republici Hrvatskoj. Osnovni zadaci Službe su: (...) *praćenje, ocjenjivanje, prevencija i korekcija čimbenika okoliša sa štetnim djelovanjem, podržavanje aktivnosti kojima se poboljšava kakvoća okoliša, koriste zdravi stilovi života i ohrabruje uporaba zdravih tehnologija. Mjere se odnose na sve vrste čimbenika okoliša (biološke, kemijske, fizikalne itd.), a provode se u svim medijima okoliša koji s čovjekom dolaze u dodir – voda, namirnice, zrak, tlo i drugo.*

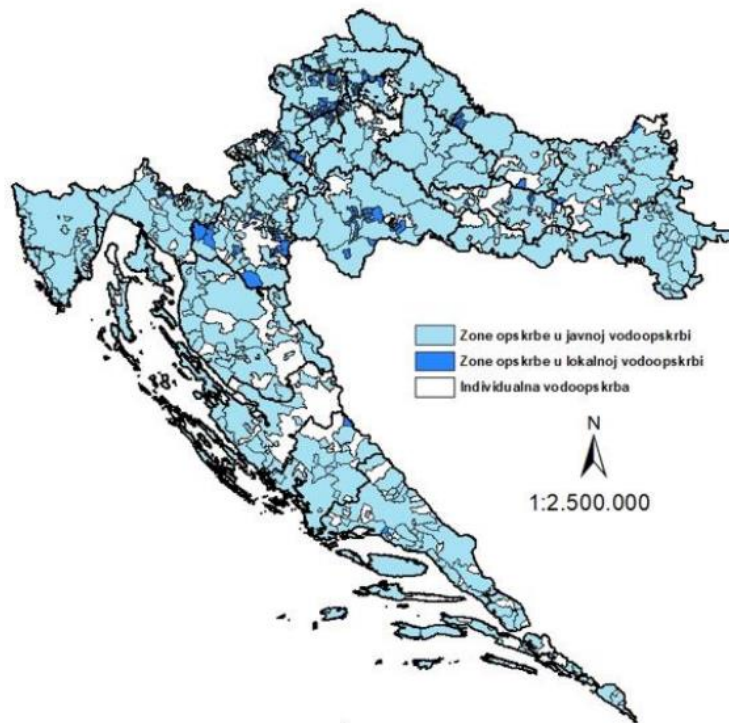
*S tim u vezi u Službi su se posebno razvijale sljedeće djelatnosti:*

- praćenje, proučavanje i ocjenjivanje zdravstvene ispravnosti i kvalitete hrane u proizvodnji i prometu u Republici Hrvatskoj, kao i iz uvoza*
- praćenje, proučavanje i ocjenjivanje zdravstvene ispravnosti pitke vode, kakvoće otpadnih, površinskih i voda za rekreaciju i stanja vodoopskrbe na čitavom teritoriju RH*
- praćenje, proučavanje i ocjenjivanje zdravstvene ispravnosti predmeta opće uporabe: materijala i predmeta u kontaktu s hranom i predmeta široke potrošnje te kozmetičkih proizvoda*
- praćenje stanja uhranjenosti pučanstva u smislu energetske opskrbljenosti kao i u smislu prisustva pojedinih prehrambenih deficita, posebno u ugroženim skupinama pučanstva (djeca, žene i trudnice, starije osobe) (HZJZ, 2019b).*

U pogledu voda, unutar Službe postoji Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu (HZJZ, 2020) koji je specijaliziran samo za dio praćenja kakvoće voda na području Republike Hrvatske. Osnovne djelatnosti Odjela su: *Prikupljanje, sistematizacija i osnovna obrada podataka o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u Republici Hrvatskoj (stvaranje baze podataka na nacionalnoj razini); obavljanje analize prikupljenih informacija proizašlih iz prikupljenih podataka te izvještavanje javnosti o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće u RH; provedba monitoringa zdravstvene ispravnosti vode za piće u RH zajedno s odgovarajućim jedinicama unutar Županijskih zavoda za javno zdravstvo; praćenje stanja vodoopskrbe u RH, osposobljavanje (edukacija) stručnog kadra za rada u javno zdravstvenim i drugim laboratorijima koji se bave ispitivanjima zdravstvene ispravnosti vode prema zahtjevima Ministarstva zdravlja; pružanje usluga uzorkovanja i analize uzoraka svih vrsta voda (voda za piće, prirodna mineralna, izvorska i stolna voda, voda za potrebe hemodijalize, podzemne vode, površinske vode, otpadne i oborinske vode, vode za kupanje i rekreaciju, tehnološke vode) uključujući terenski i laboratorijski rad.*

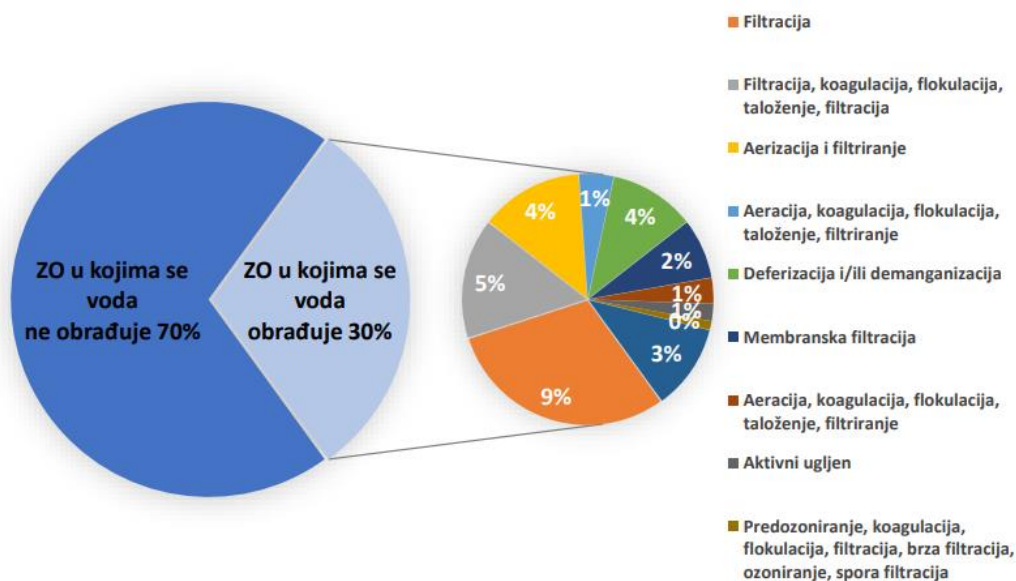
Navedena tri načina vodoopskrbe u Hrvatskoj (javna, lokalna i individualna) nazivaju se zonama opskrbe prema kojima je podijeljena hrvatska opskrba vodom. Tamnoplava boja odnosi se na zone lokalne vodoopskrbe, svjetloplava na zone javne vodoopskrbe te bijela na individualne vodoopskrbe (Slika 4). Sve osobe koje obavljaju djelatnost javne vodoopskrbe dužne su izraditi godišnji izvještaj o kvaliteti vode te ga dostaviti Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo. Ovaj način vodoopskrbe smatra se najboljim. Lokalne vodoopskrbe često

predstavljaju rizik za čovjeka, budući da se voda isporučuje bez ikakve obrade, nerijetko i bez dezinfekcije te nemaju odgovarajući sustav kontrole kakvoće. Javna vodoopskrba, ne računajući dezinfekciju, ne obrađuje 210 (70 %) zona vodoopskrbe, a njih samo 90 (30 %) obrađuje ovisno o potrebama (Grafikon 1). Dezinfekcija vode primjenjuje se u svim zonama javne vodoopskrbe kao opća mjera suzbijanja zaraznih bolesti, odnosno osiguravanje mikrobiološke ispravnosti vode (HZJZ, 2019a).



**Slika 4 Tehnologija obrade vode po zonama javne vodoopskrbe,**

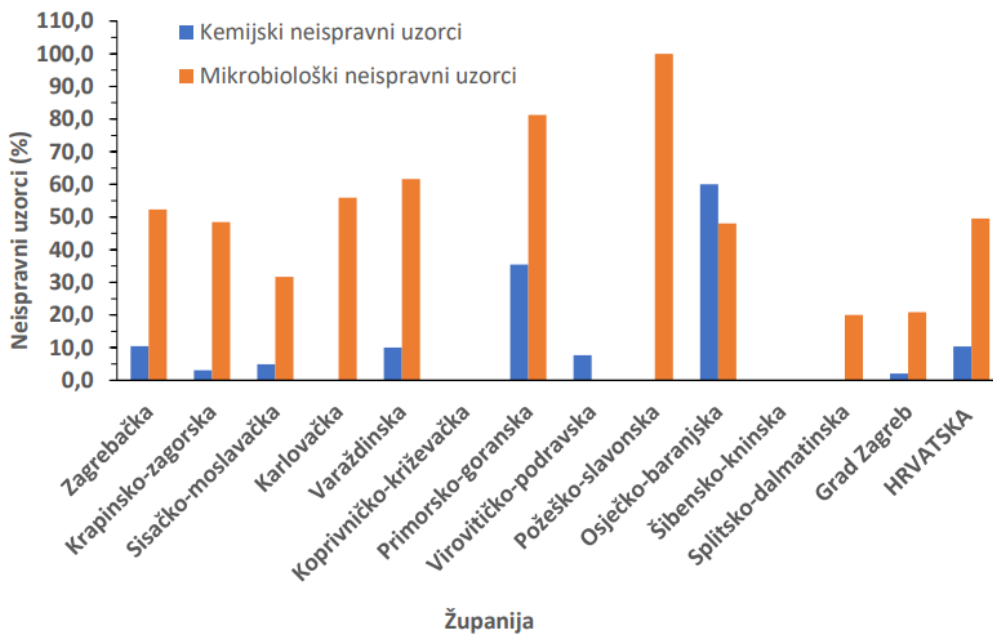
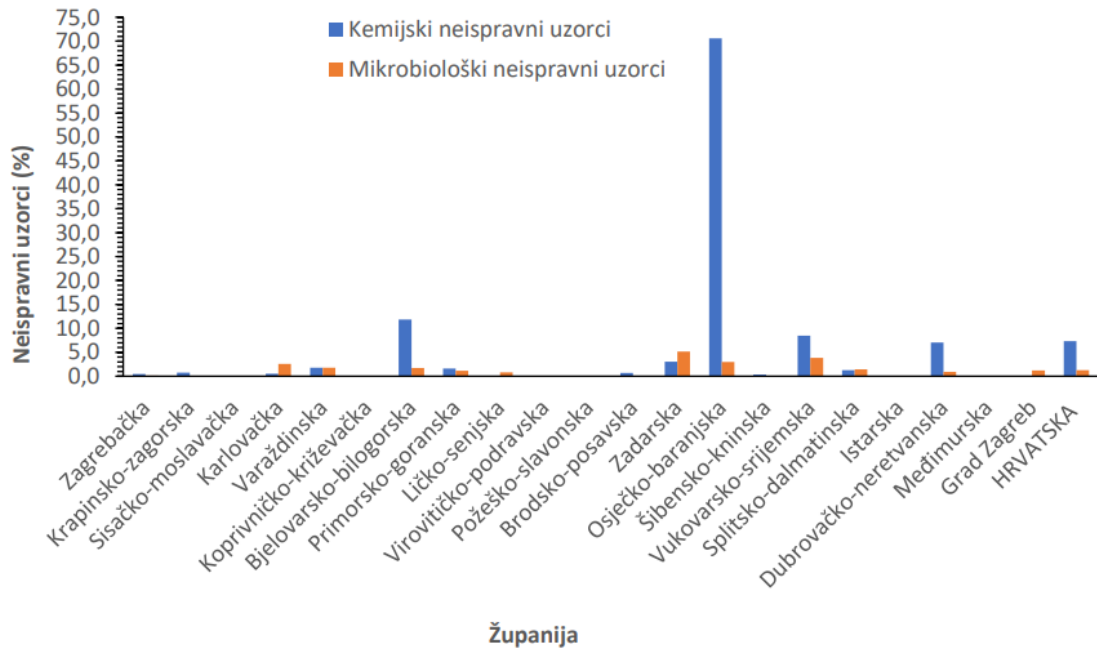
pribavljeno 26.6.2020. s [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE%C5%A0TAJ-O-ZDRAVSTVENOJ-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO%C5%A0NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018\\_v1.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE%C5%A0TAJ-O-ZDRAVSTVENOJ-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO%C5%A0NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018_v1.pdf)



**Grafikon 1 Tehnologija obrade vode po zonama javne vodoopskrbe,**

pribavljeno 25.6.2020. s [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE.%C5%A0TAJ-O-ZDRAVSTVENOI-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO%C5%A0NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018\\_v1.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE.%C5%A0TAJ-O-ZDRAVSTVENOI-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO%C5%A0NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018_v1.pdf)

Prema navedenim zakonima, u svrhu očuvanja ljudskog zdravlja, provode se redovne godišnje kontrole zdravstvene ispravnosti voda za ljudsku uporabu, čiji su rezultati često javno dostupni. Prema podacima iz 2018. godine, monitoringom su ispitana 392 izvorišta neobrađene vode koja se koriste za daljnju obradu pitke vode. Od ispitanih izvorišta, čak 228 (58,2 %) nije zdravstveno ispravno te se najčešće radi o mikrobiološkim onečišćenjima. Osim izvorišta neobrađene vode, monitoring se provodi i na obrađenoj vodi namijenjenoj ljudskoj konzumaciji iz javnih i lokalnih vodovoda. Prema rezultatima monitoringa 2018. godine, od prikupljenih 7601 uzoraka iz javne vodoopskrbe, ukupan broj neispravnih uzoraka iznosi 642 (8,5 %), dok monitoring vode iz lokalne vodoopskrbe pokazuje da je od 539 uzorkovanih, njih 285 (52,9 %) neispravnih. Grafikonom (Grafikon 2) prema županijama prikazani su rezultati monitoringa iz 2018. godine o neispravnostima vode kod lokalnih i javnih vodovoda (HZJZ, 2019a).



**Grafikon 2 Postotak kemijski i mikrobiološki neispravnih uzoraka vode po županijama u:**

**GORNJI GRAF: u javnoj vodoopskrbi**

**DONJI GRAF: u lokalnoj vodoopskrbi,**

prihvaćeno 26.6.2020. s [https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE.%C5%20TAJ-O-ZDRAVSTVENOJ-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO.%C5%20NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018\\_v1.pdf](https://www.hzjz.hr/wp-content/uploads/2019/07/IZVJE.%C5%20TAJ-O-ZDRAVSTVENOJ-ISPRAVNOSTI-VODE-ZA-LJUDSKU-POTRO.%C5%20NIJU-U-REPUBLICI-HRVATSKOJ-ZA-2018_v1.pdf)

Osim kod vode za piće, kakvoća se ispituje i u vodama namijenjenim za kupališta za koja su jedinice lokalne samouprave donijele odluku o ispravnosti tih voda za kupanje. Ovoj skupini pripadaju jezera te riječne i morske plaže.

Prema Izvješću o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2016., kakvoća voda za kupanje ispituje se sukladno Uredbi o kakvoći voda za kupanje te se javnost obavještava o stanju radi očuvanja čovjekovog zdravlja. Ispitivanja se provode za vrijeme sezone kupanja te se odnose na fizikalne i mikrobiološke (*Escherichia coli* i *crijevni enterokok*) karakteristike vode. Vode se nakon ispitivanja razvrstavaju prema unaprijed određenim kategorijama ispravnosti vode te se, ukoliko pojedine vode nemaju pozitivno ocjenjenu kakvoću, poduzimaju mjere: obavještavanje javnosti i zabrane kupanja, istraživanje uzroka onečišćenja te, ukoliko je moguće, uklanjanje onečišćenja (HAOP, 2019).

Prema istraživanjima kupališta u 2020. godini, ispitano je 26 kupališta na jezerima i rijekama od kojih je 25 (96,15 %) ocjenjeno ocjenom izvrsno te 1 (3,85 %) ocjenom dobro. Nezadovoljavajućih kupališta u ovoj kategoriji nema (MZOE, 2020b).

Prema istraživanjima kupališta u 2020. godini, ispitano je 946 morskih kupališta od kojih je 928 (96,15 %) ocjenjeno ocjenom izvrsno, 11 (1,16 %) ocjenom dobro te 7 (0,74 %) ocjenom zadovoljavajuće. Nezadovoljavajućih kupališta u ovoj kategoriji nema (MZOE, 2020a).

Prema godišnjim izvješćima zemalja članica Europske unije te Albanije i Švicarske, Hrvatska pripada skupini od pet zemalja s najbolje ocjenjenim vodama za kupanje (EEA, 2020).



### 3. ODRŽIVI RAZVOJ

U vrijeme globalizacije i stalnog rasta i razvoja, čovjek zaboravlja činjenicu kako će nakon njega još mnogo generacija živjeti na Zemlji i da je treba čuvati. Zadnjih nekoliko desetljeća čovječanstvo počinje intenzivnije govoriti o temi zaštite Zemlje te se intenzivno počinju provoditi razne akcije, novi zakoni pa čak i prosvjedi. Tako su i trenutni milenijski ciljevi Ujedinjenih naroda također povezani s temom održivog razvoja.

U počecima čovječanstva, suživot čovjeka s prirodom i okolišem bio je uvelike kvalitetniji. Čovjek je imao poštovanja prema prirodi i okolišu. Kasnije, pojavom pomagala i vatre, čovjek je prirodu počeo prihvaćati kao neiscrpan resurs za zadovoljavanje svojih potreba. Danas, nakon pretjerane urbanizacije, industrijalizacije i stalnog rasta na području tehnologije, priroda trpi ogromne negativne posljedice. Posljedice na okoliš u tolikom su razmjeru da je ponekad potrebno pravno postupanje kako bi se one spriječile ili smanjile, a primjer takvog postupanja može se vidjeti još davne 1297. godine kada je u Engleskoj donesen zakon koji zabranjuje bacanje otpada na ulice, što je do tada bilo uobičajeno (Herceg, 2013).

Održivi razvoj je razvoj koji udovoljava trenutnim potrebama bez da ugrožava mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje vlastite potrebe (WCED, 1987).

Prema Hercegu (2013), održivi razvoj obuhvaća (...) *sustav društvenih i ekonomskih uvjeta i aktivnosti koje štite divlje vrste i umjetni okoliš za sadašnje i buduće generacije, korištenje prirodnih resursa na ekonomičan i prikladan način u pogledu očuvanja ekosustava i osiguranje poboljšanja kvalitete života i očuvanje biološko-kulturne raznolikosti u dugoročnom periodu s aspekta ekosustava kao cjeline* (str. 30). Održivo korištenje definira se kao iskorištavanje sastavnica prirode u opsegu koji ne ometa njihove regenerativne sposobnosti i ne utječe na smanjenje prirodnih resursa i biološke raznolikosti, kako bi se održala njihova sposobnost zadovoljavanja potreba sadašnjih i budućih generacija.

Prema Larsenu i Gujeru (1997), pojam održivog razvoja temelji se na ideji da prirodne resurse treba ravnomjerno podijeliti u prostoru i vremenu, što predstavlja i problematiku održivog razvoja vode čija se količina danas dovoljno kontrolira, ali istovremeno neefikasno rješava.

Prema Pavić-Rogošić (2010), potrebno je oblikovanje politika i strategija za provođenje održivog razvoja kod velikih, srednjih i malih obiteljskih poduzeća, uslužnih djelatnosti,

organskih poljoprivreda i ostalih održivih gospodarskih inicijativa na nacionalnoj i međunarodnoj razini.

Prema Flintu (2004), u model održivog razvoja ubrajaju se tri sastavnice: ekonomska, ekološka te društvena. Model ekonomske vitalnosti bavi se razvojem održivog razvoja u smislu zaštite i/ili unaprjeđenja količine prirodnih resursa kroz kontinuirana poboljšanja u svakodnevnom načinu života, različitim politikama vladajućih te tehnologiji koja omogućuje današnjem društvu očuvanje i zaštitu prirodnih resursa u većoj mjeri nego što je to bilo prošlih desetljeća. Drugi model, model ekološkog integriteta, podrazumijeva razumijevanje procesa cjelokupnog prirodnog sustava te na taj način osigurava zdravu strategiju ekonomskog razvoja. Model društvene jednakosti, kao posljednji model održivog razvoja, jamči jednak pristup prirodnim resursima svim ljudima čineći na takav način ukupno društveno blagostanje koje je pomoću cijene, kao čimbeniku očuvanja vode, pravocrtno usmjereno na učinkovito korištenje i očuvanje vode u svijetu.

Danas postoje različita shvaćanja održivog razvoja, no sva imaju zajedničku osnovnu misao kao ona koja je prvi put usvojena na Općoj skupštini Ujedinjenih naroda 1987. godine. Održivo razvijanje usko je vezano s ekologijom, točnije primijenjenom ekologijom. Prema Hercegu (2013), primijenjena ekologija proučava optimalno korištenje prirodnih resursa uz očuvanje okoliša. Kako su okoliš, ekologija i održivi razvoj isprepleteni dokazuje i definicija Agencije za zaštitu okoliša Sjedinjenih Američkih Država koja okoliš definira kao skup svih vanjskih čimbenika koji utječu na život organizama te dijeli okoliš na dva aspekta: fizikalni i društveni. Fizikalni obuhvaća vodu, zrak, tlo i geomorfološke oblike, a društveni etiku, ekonomiju, estetiku, politiku i religiju.



**Slika 5** Tri sastavnice održivog razvoja,  
 pribavljeno 28.6.2020. s

[https://www.split.hr/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?language=hr-HR&Command=Core\\_Download&EntryId=6078&PortalId=0](https://www.split.hr/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?language=hr-HR&Command=Core_Download&EntryId=6078&PortalId=0)

Iako postoje i prirodni izvori onečišćenja okoliša koji su sve većih razmjera, još uvijek najveću opasnost prirodi predstavlja čovjek. Čovjekov utjecaj kroz svakodnevnicu i različite gospodarske djelatnosti najveći je izvor onečišćenja za okoliš. Posljedice dovode do nekada trajnih problema u okolišu te zagađenja. Zagađenje, iako se smatra sinonimom onečišćenja, predstavlja viši stupanj onečišćenja koje je određeno različitim unaprijed postavljenim parametrima. Ona se najčešće primjenjuju kod proizvoda za ljudsku uporabu (Herceg, 2013).

Najznačajniji poticaj globalnog priznanja koncepta održivog razvoja ostvaren je 1992. godine u Rio de Janeiru konferencijom Ujedinjenih naroda o okolišu i razvoju. Na spomenutoj konferenciji svjetski su državници prihvatili preporuke komisije te je stvorena Deklaracija o okolišu i razvoju te Agenda 21 koja se prevodi kao Radni program za dvadeset i prvo stoljeće. Agenda 21 odnosi se na preporuke za održivo gospodarenje ekološkim resursima, ali za razliku od prethodnih verzija agende za očuvanje okoliša, ono se paralelno odnosi i na rješavanje nezaposlenosti, siromaštva, socijalnih tenzija i dugova najsiromašnijih država (Herceg, 2013).

Prema Pavić-Rogošić (2010), globalno podržani koncepti održivog razvoja utvrđeni su obuhvaćajući Deklaraciju iz Rija i Agendu 21, Deklaraciju i Plan provedbe iz Johannesburga te principe Milenijske deklaracije UN (pretvoreni u Milenijske razvojne ciljeve). Koncept je sažeto prikazan na navedeni način:

- uključivanje problematike okoliša u razvojne politike
- primijeniti princip plaćanja troškova za okoliš od strane korisnika (zagađivača)
- uključenost svih društvenih sudionika u donošenje odluka kroz savjetovanja i dijaloge te stvaranje partnerstva
- dostupnost informacijama i pristup pravosuđu
- rodna i generacijska ravnopravnost i solidarnost
- hijerarhija između lokalne i globalne razine
- dostupnost uslugama i financiranjima koja su neophodna za zadovoljavanje osnovnih potreba.

Iako je postignut značajan napredak tijekom već spomenutih osam Milenijskih razvojnih ciljeva, on nije vidljiv u svim državama, stoga su ciljevi ponovno definirani 2012. godine. Novih se sedamnaest cjelovitijih ciljeva odnose na program za sljedeće razdoblje koje se planira ispuniti do 2030. godine. Agenda 2030 za održivi razvoj formirana je za rješavanje brojnih problema današnjice u okviru održivog razvoja i spomenute tri sastavnice. Kako su prethodni ciljevi bili definirani u pogledu ostvarenja temeljnih ljudskih prava i potreba, tako se i novi ciljevi odnose na isto, no mnogo opsežnije kroz očuvanje globalnog ekosistema, ali i gospodarstva. Ciljevi Agende 2030 jedinstveni su te izvedivi u svim državama i zajednicama. Prema Agendi 2030, lokalne zajednice trebaju dati sav mogući doprinos pri stvaranju održivih gradova i zajednica kako bi postali dio globalnog partnerstva presudnog za provođenje ciljeva održivog razvoja. Prema prognoziranju Ujedinjenih naroda, broj stanovnika po gradovima povećat će se za oko 30 %, stoga je važno osigurati održivo življenje stanovništva. Održivo življenje ogleda se kroz pristup osnovnim uslugama kao što su javni prijevoz, učinkovito gospodarenje otpadom i slično. Osim toga, potrebno je obnoviti i osigurati kvalitetne instalacije (vodovod, kanalizacija i električna energija) te poboljšati izolacije na stambenim objektima i slično. Poseban problem javlja se kod turističkih gradova za vrijeme sezone. Količina električne energije i vode koja su unaprijed propisana često mogu biti nedovoljna kod dolaska većeg broja posjetitelja. Osim toga, instalacije su često zastarjele te se javljaju i veliki gubitci električne energije i vode. Suradujući s Fondom za zaštitu okoliša i energetske

učinkovitosti, gradovi imaju mogućnost raspisati natječaje za energetska obnova zgrada te trebaju promicati korištenje obnovljivih izvora energije kojima bi se, ako ne u potpunosti, uvelike smanjila emisija ugljikovog oksida (CO<sub>2</sub>) (Grad Split, 2019).

Laboratorij održivog razvoja LORA, prema Ujedinjenim narodima, navodi sedamnaest globalnih ciljeva za održivi razvoj koji obuhvaćaju:

1. okončanje svih oblika siromaštva u svim državama
2. okončanje gladi kroz osiguravanje opskrbe hranom, unaprjeđenjem kvalitete prehrane i promoviranje održive poljoprivrede
3. promoviranje zdravog života i dobrobiti ljudi svih dobnih skupina
4. osiguravanje kvalitetnog obrazovanja za sve i promoviranje cjeloživotnog učenja
5. postizanje rodne ravnopravnosti i osnaživanje žena i djevojčica
6. osiguravanje pitke vode i sanitarnih uvjeta za sve
7. osiguravanje pristupa pouzdanoj, pristupačnoj, modernoj i održivoj energiji za sve
8. promoviranje inkluzivnog i održivog ekonomskog rasta, osiguravanje dostojanstvenog zaposlenja za sve
9. izgradnja izdržljive infrastrukture, promoviranje održive industrije i poticanje inovativnosti
10. smanjivanje nejednakosti između i unutar država
11. postizanje inkluzivnih, sigurnih, izdržljivih i održivih gradova i naselja
12. osiguravanje modela održive proizvodnje i potrošnje
13. poduzimanje hitnih akcija za suzbijanje klimatskih promjena i njihovih posljedica
14. zaštita i održivo korištenje oceana, mora i morskih resursa
15. održivo upravljanje šumama, suzbijanje dezertifikacije, zaustavljanje degradacije zemljišta i daljnjeg gubitka biološke raznolikosti
16. promoviranje miroljubivog, inkluzivnog i pravednog društva
17. učvršćivanje globalnog partnerstva za održivi razvoj (LORA, 2019).

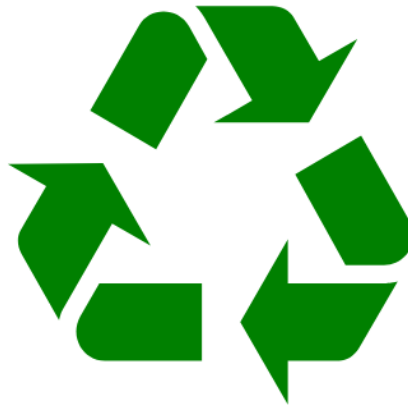
Budući da su osobni automobili veliki onečišćivači, neminovno je poboljšanje javnog prijevoza kroz osuvremenjivanje prijevoznih sredstava radi ugodnije vožnje te smanjenje cijene prijevoza kako bi čovjeku vremenski i ekonomski isplativije bilo otići na određite javnim prijevozom. Osim navedenog, veliki problem predstavljaju i velike količine otpada koje se u Republici Hrvatskoj još uvijek ne saniraju na odgovarajući način, iako su poduzete određene mjere. Kada bi se razdvajanje otpada i recikliranje provodilo, uštedjela bi se

ogromna količina energije i vode koja se koristi u različitim ciklusima proizvodnje. Potrebno je provesti učinkovitije mjere kako bi se čovjek obavezao provoditi ovu naviku. Provođenje učinkovitog modela moglo bi biti smanjenje cijene komunalnih usluga kućanstvima koja razdvajaju otpad. Na ovaj način kućanstva bi, radi smanjenja potrošnje novca, bila primorana razdvajati otpad. Sličan model provode neke prodavaonice odjećom koje kupcu nude popust za određenu količinu stare odjeće, kao i prodavaonice koje kupca nagrade određenim iznosom novca na kartici vjernosti ukoliko ne kupi plastičnu vrećicu. Ovakav način djelovanja kompanija naziva se društveno odgovorno poslovanje. Prema Pavić-Rogošić (2010), navedeni model djelovanja prelazi propisane zakone koje moraju poštivati, odnosno temeljen je na dobrovoljnosti. Ove kompanije u svoje poslovanje implementiraju svijest o okolišu i brigu za društvo te na taj način, osim dobrobiti koju donose, promoviraju svoju kompaniju radi povećanja profita. Osim ostvarenog profita, kompanije na ovaj način stječu nove partnere, proširuju djelovanja i što je najvažnije, promoviraju te u nekoj mjeri utječu na ljudska prava, ekološku osviještenost i održivi razvoj.

Prevenција i smanjenje količine otpada najznačajnije su karike u gospodarenju otpada. One uključuju navedeno smanjenje korištenja toksičnih i plastičnih ambalaža te korištenje višekratnih i biološki razgradivih, odnosno reciklirajućih materijala, čime se smanjuje kako količina otpada, tako i štetan učinak na čovjekovo zdravlje. U svrhu smanjenja korištenja takvih ambalaža postoje i novčani nameti poput poreza na zagađenja i prirodne izvore (plastične vrećice) te razne kaucije kojima se jamči da će ambalaža biti vraćena proizvođaču za daljnje zbrinjavanje (višekratna ambalaža – povratna). Osim toga potiče se proizvodnja koja kroz sve faze proizvodnog ciklusa koristi pristup s ciljem prevencije ili minimalizacije rizika po ljude i okoliš, potiču se kompostiranja u kućanstvima te ponovno korištenje otpadnih materijala (ponovno korištenje opeke) (Herceg, 2013).

Recikliranje predstavlja postupak ponovne uporabe otpada u proizvodnom procesu. Temelji se na gledanju otpada kao sirovina te se korisni, već korišteni materijali, ne bacaju nego koriste u ponovnoj proizvodnji. Reciklirati se mogu stari papir, željezo, tekstil, plastika i slično. Velike prednosti recikliranja su ekonomske naravi (smanjena potrošnja na resurse), smanjeno korištenje energije i općenito prirodnih dobara te očuvanje okoliša. Važnost recikliranja možemo vidjeti u primjeru proizvodnje papira korištenjem sirovih materijala te proizvodnje recikliranog papira, gdje se u proizvodnji papira iskoristi 240000 litara vode, 4700 kWh energije i 2 stabla, dok se za proizvodnju recikliranog papira iskoristi tek 180 litara

vode, 2750 kWh energije i niti jedno stablo. Iz ovog primjera možemo vidjeti kako samo jedna proizvodna grana može utjecati na više aspekata prirodnih resursa, s pravilnim zbrinjavanjem i ponovnim korištenjem otpada. Sustav recikliranja različito je zastupljen u pojedinim državama. U Njemačkoj se tako reciklira 30 - 40 % otpada, u Japanu 80 - 90 %, dok u Hrvatskoj tek 6 - 8 %. Recikliranje predstavlja simbol tri strjelice koje zatvaraju krug te predstavljaju odvojeno sakupljanje, preradu i ponovnu uporabu (Slika 6). Postupak recikliranja biološki razgradivog otpada naziva se kompostiranje (Herceg, 2013).



**Slika 6 Simbol recikliranja,**

pribavljeno 14.7.2020. s [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:General\\_Recycling\\_Symbol.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:General_Recycling_Symbol.svg)

Osim navedenih različitih poticaja za recikliranje, vrlo je važno educirati javnost iz razloga nepoznavanja sastava pojedinih ambalaža. Tako nerijetko ljudi vrećice *snack* proizvoda odlažu u spremnike za plastiku ili Tetra Pak ambalažu mliječnih proizvoda u spremnike za papir.

Oporaba predstavlja ponovnu obradu otpada za primjenu u materijalne i energetske svrhe. Otpad koji nema mogućnost recikliranja koristi se u energetske svrhe, a odlagati se može tek malen dio bezvrijednih ostataka. Takav je otpad potrebno oporabljivati na način da ne ugrožava ljudsko zdravlje, ne šteti okolišu ili šteti u najmanjoj mogućoj mjeri. Neki od načina uporabe su: uporaba za goriva (energiju), obnavljanje otpadnog otapala, obnavljanje otpadnih metala i njihovih spojeva, regeneracija kiselina ili lužina, ponovna prerada i uporaba otpadnih ulja, uporaba otpadnih sastojaka za smanjivanje onečišćenja i drugo (Herceg, 2013).

Odlaganje otpada na odlagališta najmanje je poželjan način zbrinjavanja otpada. Ono podrazumijeva trajno odlaganje koje isključuje svaki način iskorištavanja otpada. Ovakav način zbrinjavanja otpada je najstariji te je i danas često korišten. Otpad se odlaže te prepušta prirodnoj razgradnji. Kod ovakvog načina važno je kontrolirati otpad kako ne bi utjecao na prirodu, na primjer kako ne bi za vrijeme oborina onečistio podzemne vode. Takva kontrolirana odlagališta nazivaju se sanitarna odlagališta, a predstavljaju odlagališta u kojem su podzemne vode, oborinske vode i zrak zaštićeni od onečišćenja te su odlagališta zaštićena od prisutnosti životinja i ljudi (Herceg, 2013).

### **3.1. Učinkovito korištenje vode**

Očuvanje vode i njezino učinkovito korištenje do današnjeg dana nisu dobile dovoljnu razinu pažnje, odnosno onoliko koliko zaslužuju. Ipak, često se o ovoj temi govori na velikim skupštinama IISD-a (*The International Institute for Sustainable Development*), odnosno Međunarodnog instituta za održivi razvoj čija je glavna misija promicanje ljudskog razvoja i održivosti okoliša kroz inovativna istraživanja, komunikaciju i partnerstva. Često se na spomenutim skupštinama govori o problematici učinkovitog korištenja vode, no bez konkretnih i kvalitetnih provedbi potencijalnih prijedloga na navedeni problem (IISD).

Za provedbu održivog upravljanja vodnim resursima potrebno je stvoriti političke, zakonske, financijske i organizacijske uvjete te osigurati potporu stanovništva koje će prihvatiti donesene politike. Kod održivog upravljanja potrebno je stabilizirati i ublažiti već loša stanja voda te poduzimati mjere prije nego se onečišćenja vode i propadanja vodnih ekosustava dogode. Države su te koje se moraju pobrinuti za zaštitu vodnih resursa i omogućiti, kroz razne programe, održivo korištenje voda. Važno je napomenuti kako različiti sektori gospodarstva svih država u većoj ili manjoj mjeri (ne)učinkovito koriste vodu kao resurs koji im donosi konačan proizvod. Tako primjerice poljoprivreda iziskuje ogromne količine vode kako bi kao konačan proizvod tržištu ponudila plodove voća, povrća i slično. Također, voda koja se koristi za navodnjavanje polja na kojima se uzgajaju povrće i voće često je voda koja se povlači iz obližnjih rijeka.

Prema Biswasu (1991), upravo je navodnjavanje polja iz obližnjih rijeka veliki problem spomenute gospodarske grane u kojoj je čest slučaj da više od polovice količine vode koja je preuzeta navodnjavanjem iz neke rijeke uopće ne pristigne do željenog polja. Učinkovito upravljanje navodnjavanjem nesumnjivo će biti jedna od glavnih mogućnosti očuvanja budućnosti vode u poljoprivredi.



Radeći na razvoju strategije učinkovitog korištenja voda i zaštiti njezinih svojstava nije nužno gledati na održivost iste kao problem znanosti ili ekonomije, već kao održivost koja je utemeljena na različitim etičkim i vjerskim vrijednostima te kao održivost koja je utemeljena na jednakim doprinosima različitih svjetskih kultura. Ovakve moralne dužnosti su dužnosti svih pojedinaca, odnosno potrošača vode koja se ubraja u prirodne resurse koji su presudni čovjekovom opstanku. Vladajući svojim politikama mogu unaprijediti očuvanje količine vode pomoću modela poticanja poslovnih subjekata kojima omogućuju kvalitetniju i efikasniju infrastrukturu, što uzročno-posljedično omogućuje efektivniju kontrolu zaštite vode.

Potrebno je stvaranje senzibiliteta po pitanju učinkovitog iskorištavanja ekoloških resursa i ekološke osviještenosti pojedinaca. Pojedinci imaju malu mogućnost utjecaja na ovakav globalni problem, a često je niti nemaju radi utjecaja vladajućih. Takav primjer je gradsko grijanje, čija se snaga ne može samostalno kontrolirati te na taj način uštedjeti energiju. Ipak, utjecajem na pojedince koji mogu utjecati na velike sustave (donositelji odluka u gospodarstvu, politici i upravljačkim strukturama), korak smo bliže ka ostvarivanju zajedničkih ciljeva (AZOO, 2011).

Iako je čovjeku u prosjeku potrebno oko 40 do 50 litara vode na dan kako bi osigurao kvalitetan život te kao takvim osigurao očuvanje količine vode, ukupnoj ljudskoj populaciji potrebna je ravnoteža vode u atmosferi, oceanima, močvarama, ledenjacima i drugim vodenim stajalištima kako ne bi došlo do izvanrednog stanja koje se predviđa ukoliko se akcijske mjere ne započnu donositi u skorije vrijeme. Globalizam u ovome slučaju odigrava izuzetno veliku i opasnu ulogu u kojoj monopolisti na tržištu, putem vlastitih industrijskih zona u kojima se nalaze firme, ispuštaju zagađujuće plinove i dimove te naposljetku onemogućavaju građanima zdrav i kvalitetan život, odnosno uvjeti za ljudski život na takav način neizbježno se pogoršavaju. Važno je napomenuti kako je prvenstvena odgovornost ipak na pojedincu koji stvara potražnju za takvim proizvodima koje spomenuti monopolisti iz sekunde u sekundu proizvode te na takav način opravdavaju zagađenje okoliša.

Cijena vode može utjecati na brojne aspekte gospodarskih djelatnosti i kućanstava, a uzročno-posljedično na efikasniji postupak: zaštite vode u svijetu, raspodjele vode između industrijskih grana, stvaranja dodatnih prihoda koji bi mogli biti korišteni za unaprjeđenje održavanje vodnih sustava, ukupnog utjecaja na okoliš. Prema Gerešu (2003), u Republici Hrvatskoj cijena vodoopskrbe i odvodnje sastoji se od nekoliko elemenata: osnovna cijena ili cijena komunalnih usluga, naknada za iskorištavanje voda (izvor državnih prihoda), naknada

za zaštitu voda te koncesija za vode i javna vodna dobra. Svi navedeni elementi koji određuju cijenu vodoopskrbe i odvodnje uvelike utječu na očuvanje vode u cjelini te kao takvi direktno i/ili indirektno unaprjeđuju/štete kvaliteti vode u Republici Hrvatskoj.

Cijena također može utjecati na racionalniju potrošnju vode u cjelini. Primjerice, postavljanjem optimalnije cijene vode za poljoprivrednike koji koriste vodu za navodnjavanje polja moguće je očekivati racionalniju uporabu vode kao glavnog resursa za proizvodnju gotovog proizvoda. Distribucija vode bi u tome slučaju bila racionalnija i pravednija, a u konačnici bi takav postupak doveo do učinkovitijeg očuvanja vode na globalnoj razini. Nadalje, vladini prihodi povećali bi se zbog povećanja cijene vode te bi isti iznos mogli uložiti u sustav navodnjavanja ili druge sustave koji su do današnjeg vremena većinom neučinkoviti po pitanju očuvanja vode. Ipak, povećanje cijene vode može dovesti do nezadovoljstva potrošača te se ovakav postupak do sada ne primjenjuje u državama, iako će se u narednim godinama morati doći do kompromisnog rješenja koje će omogućiti bolje očuvanje vode u cijelosti.

Rast broja stanovnika i veći životni standardi istih popratno uzrokuju rast potrošnje vode, kako na gospodarskom tako i na nivou kućanstva. Unaprjeđenje tehnološkog razvitka direktno odgovara rastu potrošnje vode te na takav način nudi rješenje današnjem društvu kroz čitavi niz ekoloških i prirodnih aspekata. Tehnološki je razvitak s aspekta kućanskih aparata u posljednjih 20 godina uštedio značajnu količinu vode te istovremeno omogućio da se nekvalitetna voda prerađivačkim metodama koristi u najraznovrsnije svrhe. Upravo je zato tehnološki razvitak jedan od temeljnih načina pomoću kojih održivi razvoj može pravovremeno i ubrzano, ali istovremeno i kvalitetno i efikasno, odgovoriti današnjim zahtjevima vezanim za očuvanje vode.

Prema Gerešu (2003), strojevi za pranje rublja trošili su vode u litrama po ciklusu: u 1970. godini – 175 l, u 1980. – 142 l, u 1990. – 85 l, u 1998. – 50 l, dok su strojevi za pranje posuđa trošili vodu u litrama po ciklusu: u 1970. – 59 l, u 1980. – 45 l, u 1990. – 24 l, u 1998. – 13 l. Pretvoreno u postotak, strojevi za pranje rublja su u 1998. godini trošili 71,43 % manje vode nego li je to bilo u 1970. godini. Također, strojevi za pranje posuđa su u 1998. godini trošili gotovo 78 % manje vode nego li je to bilo u 1970. godini. Navedeni podaci svjedoče o izuzetno velikom i važnom utjecaju tehnologije na današnju potrošnju vode te na ovakav način tehnologija nesumnjivo doprinosi očuvanju vode općenito. Ipak, veliki broj kućanstava koristi kućanske aparate koji imaju dugovječan rok trajanja te još uvijek ne prepoznaju

dovoljnu potrebu zamjene za nove aparate, odnosno zbog nedostatka financijskih sredstava te neprepoznavanja štetnog utjecaja istih na količinu vode, ne mijenjaju aparate za novije generacije aparata čija funkcija obuhvaća uštedu vode.

**Tablica 5 Utjecaj tehnologije na uštedu vode**

Oprema	Opis	Ušteda vode
slavine - sa zračnim dodatkom	uvođenjem zračnih mjehurića u vodu, smanjuje se protok, a učinak je jednak.	ušteda oko 50%
- s termostatom	održava određenu temperaturu vode	ušteda oko 50% vode i energije
- s infracrvenim senzorom	voda je na raspolaganju kad je objekt u funkciji	redukcija od 70% do 80%
- elektronska slavina	voda može teći određeno vrijeme	ušteda oko 55%
zahod dvostruka regulacija	za 6 l/ispiranje za 3 l/ispiranje	ušteda oko 60%

Pribavljeno iz Gereš, 2003.

Navedena tablica detaljno opisuje koliko slavine s različitim tehnološkim dodacima i opremom uštede vodu. Primjerice, uvođenjem zračnih mjehurića u vodu smanjuje se njen protok, dok je učinak u tome slučaju jednak te takav postupak ušteduje vodu za čak 50 %. Nadalje, slavine s infracrvenim senzorom funkcioniraju na način da voda teče iz slavine samo onda kada je određeni objekt u dometu senzora te onemogućava prazno korištenje vode. Ovakav postupak ušteduje vodu za čak 55 %. Općenito govoreći, količina vode u kućanstvima ušteduje se za više od 50 % korištenjem ovakvih i sličnih tehnoloških oprema te na taj način istovremeno omogućava kontrolu vode i efikasnu potrošnju vode (Gereš, 2003).

Pristup pitkoj vodi određene kakvoće pravo je svih stanovnika grada te ga je potrebno osigurati. Problem se javlja kod vodoopskrbe većih gradova, posebice turističkih za vrijeme sezone u kojima grad nema dozvoljen pristup onolikoj količini vode kolika je gradu tada potrebna. Dodatan su problem već spomenuti gubitci vode prouzrokovani lošim infrastrukturnama (Grad Split, 2019).

### **3.2. Obrazovanje za održivi razvoj**

Održivi razvoj princip je postupanja danas za bolje sutra. Obrazovanje za održivi razvoj okarakterizirano je kao izuzetno važna komponenta u ostvarivanju međunarodno dogovorenih ciljeva. Odgoj i obrazovanje neophodni su za ostvarivanje ciljeva održivog razvoja. Obrazovanje je potrebno provesti radi shvaćanja neophodnosti promjena ponašanja te umijeće

djelovanja za ostvarenje ciljeva kod pojedinca, naroda i država koje trebaju stvoriti uvjete rješavanja gospodarskih, društvenih i okolišnih problema današnjice. Koncept obrazovanja za održivi razvoj promoviran je kroz Agendu 21 i rezoluciju Ujedinjenih naroda o Desetljeću obrazovanja za održivi razvoj. Gospodarska komisija Ujedinjenih naroda za Europu 2005. godine donijela je Strategiju obrazovanja za održivi razvoj koja potiče uvođenje i promicanje obrazovanja za održivi razvoj u zemljama regije Gospodarske komisije ujedinjenih naroda za Europu, u čijoj pripadnosti je i Republika Hrvatska (Prirodoslovna lepeza za mlade znanstvenike, 2015).

Za ispunjenje ciljeva Desetljeća obrazovanja za održivi razvoj Ujedinjenih naroda važno je osposobiti poučavatelje (prosvjetne djelatnike) provedbom različitih stručnih usavršavanja u suglasju s navedenim ciljevima te Strategijama održivog razvoja Republike Hrvatske, a u suodnosu kurikularnih promjena u (hrvatskom) obrazovnom sustavu. S obzirom na kompleksnost održivog razvoja, teško je utvrditi način obrazovanja učenika za održivi razvoj. Neke od tema su: mir i sigurnost, ekonomija, društvena odgovornost, ljudska prava, raznolikost, jednakost spolova, zdravstvena zaštita, upravljanje prirodnim resursima, zaštita okoliša, demokracija, klimatske promjene, održivost u proizvodnji i potrošnji. Ovakva vrsta obrazovanja bliska je programu Škole za život koja predstavlja obrazovanje za život u 21. stoljeću. *Cilj obrazovanja za održivi razvoj je osposobiti današnje učenike za vrijeme koje dolazi, vrijeme u kojem će oni biti dio radno aktivnog stanovništva, u kojem će donositi odgovorne i dalekosežne odluke.* Stvarne potrebe obrazovanja za budućnost koja slijedi vrlo je teško predvidjeti, stoga se one moraju temeljiti na način da se djeluje na samog učenika, kako bi oblikovao svoje stavove i vrijednosti, a ne samo stekao teoretska znanja o problemu. Ova problematika nikako ne bi smjela ostati još jedna od tema na razini teorijskih znanja u kurikulumu, nego stjecanje proceduralnih znanja i razvijanje mogućnosti za život u skladu s potrebama današnjice. Dakako, važno je optimalno iskazivanje situacije, odnosno važno je učenicima govoriti onoliko koliko je primjereno njihovoj dobi, kako se učenici ne bi osjećali bespomoćno te bi u tom slučaju ishod bio kontradiktoran očekivanom (AZOO, 2011).

Nacionalni okvirni kurikulum temeljni je dokument za provođenje odgojno-obrazovnog sustava koji je, za razliku od dosadašnjeg sustava, usmjeren na učenička postignuća. Nadalje, njime su definirane vrijednosti koje daju posebnu pozornost obrazovanju o održivom razvoju: znanje, solidarnost, identitet i odgovornost, ali i međupredmetne teme: zdravlje, sigurnost i zaštita okoliša, poduzetništvo, građanski odgoj i obrazovanje, osobni i socijalni razvoj,

uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije te učiti kako učiti. Svaka od navedenih tema prepoznaje se u obrazovanju za održivi razvoj te je važno interdisciplinarno ih provoditi u svim odgojno-obrazovnim područjima (Mićanović, 2011).

U literaturama postoje brojne preporuke o poučavanju održivog razvoja, izdvojene su preporuke UNESCO-a:

*Obrazovanje za održivost usmjereno je na vrijednosti:*

- *uvažavanje drugih (sadašnjih i budućih generacija)*
- *uvažavanje različitosti*
- *obzir prema prirodnim resursima našega planeta*
- *razumijevanje, smisao za pravednost, odgovornost, spremnost na dijalog, istraživački duh i odgovorno djelovanje (UNESCO, 2005)*

*Pedagoška načela obrazovanja za održivi razvoj:*

- *interdisciplinarnost i cjelovitost*
- *orijentiranost na vrijednosti*
- *poticanje kritičkog razmišljanja*
- *orijentiranost na rješavanje problema*
- *metodička raznolikost*
- *otvorenost za sudjelovanje*
- *lokalna relevantnost (UNESCO, 2005) (Mićanović, 2011, str. 20)*

Odabir tema vrlo je kompleksan proces. Važno je voditi računa o uzrastu i spremnosti djece za suočavanje s određenim situacijama, pratiti najnovije trendove, što češće integrirati ove teme u ostale predmete, kvalitetno uskladiti teme održivog razvoja s povezanim temama iz nastavnog plana i programa kako bi ih djeca razumjela i slično. Budući da škola ima veliku slobodu u kvaliteti i intenzitetu provođenja održivog obrazovanja, važna je uključenost i trud, prije svega, ravnatelja. Ozračje među zaposlenicima škole treba biti pozitivno, a oni moraju biti motivirani za rad i uvođenje novina u obrazovni sustav. Također, od iznimne je važnosti i spomenuta edukacija zaposlenika radi mogućnosti kvalitetnog provođenja i upućenosti u problem. U obrazovanje o održivosti moguće je uključiti sve zaposlenike i vanjske suradnike kako bi obrazovanje bilo što kvalitetnije i produktivnije. Danas, kada se govori o temama

okoliša i održivog razvoja, mogućnosti su iznimno velike. Europska unija i same države potiču aktivnosti vezane uz navedene probleme te će ih nerijetko i financijski poduprijeti.

*Obrazovanje za održivi razvoj odražava brigu za obrazovanje visoke kvalitete koje pokazuje karakteristike kao što su:*

- *interdisciplinarno i holističko: učenje za održivi razvoj ugrađeno u cijeli kurikulum, ne kao poseban predmet;*
- *vođeno vrijednostima: dijeljenje vrijednosti i principa podupirući održivi razvoj;*
- *kritičko mišljenje i rješavanje problema: vodi pouzdanju u rješavanju dilema i izazova održivog razvoja;*
- *multimetodično: riječ, umjetnost, drama, debate, iskustvo, ... različite pedagogije koje modeliraju procese;*
- *«sudjelujuće» donošenje odluka: učenici sudjeluju u odlukama o tome kako će učiti;*
- *lokalno relevantno: uzima u obzir lokalna kao i globalna pitanja i koristi jezik(e) koji učenici najčešće koriste (Mrnjauš, 2008, str. 31).*

Jedna od najvažnijih komponenti u učenju o održivom razvoju zasigurno je spomenuto uključivanje cjelokupne škole i učenika u aktivno življenje, odnosno školovanje u skladu s održivim razvojem. Učenici bi u školama trebali sortirati otpad, voditi računa o trošenju i ponovnom korištenju vode, ponovno koristiti otpadne materijale kada je to moguće - čaše od jogurta iz kuhinje za likovnu kulturu, zaliti cvijeće iskorištenom vodom, ostatke iz školske kuhinje odvojiti za sklonište životinja i slično. Kada su učenici aktivno uključeni u održivi razvoj, mnogo je veća mogućnost da će ga usvojiti te provoditi u svojim domovima nego kada se ono odvija samo kroz izravno teorijsko poučavanje. Mnogi autori poput Slunjski (2006) ističu važnost aktivnog učenja kako bi učenici razvili sposobnost samostalnog rješavanja navedenih problema.

Zaključno, obrazovanje o održivom razvoju potrebno je provoditi kod svih dobnih skupina kako bi se svijest ljudi povećala, a održivo življenje počelo zaista provoditi. Roditelje djece predškolskih i školskih ustanova važno je uključiti u sustav obrazovanja kako bi obrazovanje bilo produktivnije. Razlog tomu je slijeđenje primjera roditelja, ali i različitih medija koji imaju velik utjecaj na formiranje djeteta. Prema Pletenac i Breslauer (2008), mediji danas igraju veliku ulogu u životu djeteta, no važno je ne gledati ga kao nužnu opasnost za dijete

nego uz pomoć roditelja kontrolirati i koristiti medije za korisne stvari, odnosno za razvoj kompetencija djeteta, kako socijalnih tako i kognitivnih. Roditelji, odgajatelji i učitelji trebaju pronalaziti sadržaje koji će djetetu biti izvor spoznaja, primjer i motivacija za razvoj u skladu održivog i kvalitetnog življenja.

## 4. INTEGRIRANA NASTAVA

U školama i danas prevladava nastava organizirana po satima u trajanju od 45 minuta i prema rasporedu sati koji je često nepromijenjen cijelu školsku godinu. Zahtjevi današnjice odavno su promijenjeni, no organizacija nastave ostala je gotovo ista. Integrirana nastava način je učenja koji ne odstupa od propisanog plana i programa, no ima mogućnost učenja dodatnog sadržaja na zanimljiv način sukladan propisanim nastavnim temama. Tema integrirane nastave trebala bi biti učenicima što zanimljivija te ih potaknuti na što veću aktivnost, dok bi učiteljeva uloga trebala bila usmjeravajuća i nadgledajuća.

*Temelj integrirane nastave je tematsko poučavanje čije polazište je zajednička tema koja se proučava s različitih gledišta. Osim što sjedinjuje sadržaje poučavanja, posebnost takve nastave jest i organizacija aktivnosti učenika tijekom nastavnog dana kroz nastavne etape različitog trajanja, čime se u potpunosti odstupa od predmetno-satnog sustava (Skupnjak, 2009, str. 260).*

### 4.1. Integrirani dan



Slika 7 Prikaz tematske mreže integriranog dana



**NASLOV SREDIŠNJE TEME:** Svjetski dan voda

**RAZRED:** treći

**PLANIRANO TRAJANJE RADA:** jedan dan

**NASTAVNA SREDSTVA I POMAGALA:** fotografije, staklene boce, šuplje kocke, vage, voda, čaše, vodene boje, kist, papiri, pribor za pisanje, led, štapići

**KLJUČNI POJMOVI:** veliko početno slovo, značenje vode za život čovjeka, obujam tekućine, mjerne jedinice i mjerenje; sviranje, pjevanje i improviziranje, slikarska tekstura

**CILJ INTEGRIRANE NASTAVE:** Cilj integriranog učenja je aktivno i suradničko učenje o središnjoj temi. Učenici će uz zanimljive aktivnosti učiti o vodi te se kreativno izražavati i učiti uvažavati ostale učenike. Učitelj će pripremiti sve potrebne materijale za nastavu, a za vrijeme samog izvođenja integrirane nastave minimalno je aktivan. Učenici samostalno odrađuju zadatke, iznose ideje, izvode zaključke i surađuju.

**ISHODI UČENJA:**

Učenik će:

- primjenjivati pravilo o pisanju višočlanih vlastitih imenica u pisanju imena voda i gora u zavičaju
- razlikovati gore i vode
- razumjeti važnost vode za život ljudi, biljaka i životinja
- razlikovati čistu od pitke vode
- uočiti utjecaj čovjeka na onečišćenje i potrošnju vode
- objasniti načine zaštite i čuvanja voda
- upoznati jedinicu za mjerenje obujma tekućine (litra)
- procijeniti obujam tekućina
- usporediti različite obujme tekućina
- prepoznati slikarsku teksturu, transparentnost i nijanse
- primijeniti slikarsku teksturu, transparentnost i nijanse na svom likovnom radu
- izražajno pjevati pjesmu Tekla voda Karašica

## 1. AKTIVNOST

### Vodeni instrument: Tekla voda Karašica

Učenici su podijeljeni u pet skupina.

Svaka skupina uzima štapiće za sviranje i unaprijed pripremljenih šest boca u koje ulijevaju vodu prema učiteljičinim uputama - oznakama na bocama.

Učiteljica najprije razgovara s učenicima o količini vode u bocama. Zatim učenici uspoređuju boce te ih slažu prema napunjenosti - prva boca slijeva nadesno je s najviše, a zadnja s najmanje vode.

Učiteljica pita učenike što će se dogoditi ako lagano udarimo štapićem o bocu s vodom – razgovaraju o zvuku kojeg će proizvesti, a zatim učenici sami isprobavaju.

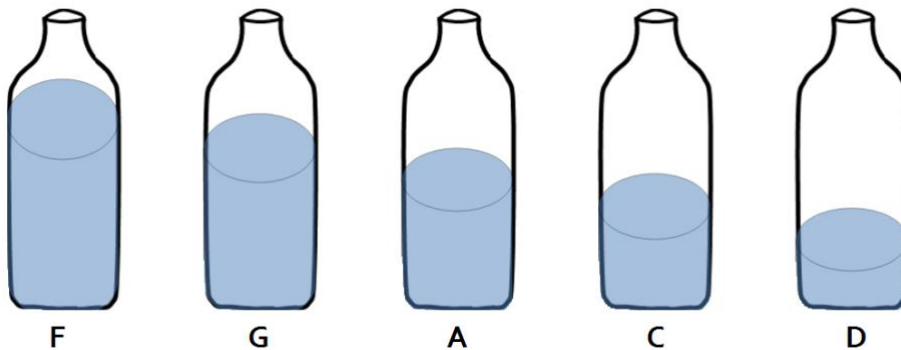
Učenici uočavaju razliku u tonovima kod različito napunjenih boca.

Zaključuju da boca s najviše vode proizvodi najniži ton, a boca s najmanje vode proizvodi najviši ton. Zatim učiteljica s učenicima pjeva pjesmu Tekla voda Karašica.

Nakon pjevanja, učenici na različite načine u grupi te međugrupno izvode pjesmu.

Primjer:

1. jedan učenik svira, ostali iz grupe pjevaju te se po kiticama izmjenjuju za uloge
2. dvije grupe pjevaju, druge dvije sviraju / jedna grupa pjeva, ostale sviraju
3. djevojčice pjevaju, dječaci sviraju i obrnuto



Slika 8 Primjer boca s vodom za sviranje

## 2. AKTIVNOST

### Razvrstavanje voda i gora u košarice

Učenici na papirićima dobivaju velikim tiskanim slovima napisana imena gora i voda. Zadatak učenika je razvrstati dobivena imena u dvije košarice – smeđa košarica gore, plava vode. Učiteljica provjerava s učenicima razvrstano (Slika 9).

Zatim učenici u bilježnice zapisuju pojmove iz košarica prema pravilima o pisanju velikog početnog slova u imenima gora i voda. Zajedno provjeravaju zadatak te analiziraju odgovore.

Nakon ponovljenih pravila o pisanju velikog početnog slova i analize radova, učiteljica s učenicima priča o vodama:

Kakve vode poznajemo? Razvrstati vode iz zadatka.

Koje se nalaze u našoj blizini? Pričamo o rijeci Dravi, Kopačkom ritu, ribnjacima i ostalim vodama koje su u blizini.

Za što se koriste te vode?

Koje životinje žive u njima?

Poznajemo li još neke vode koje nisu ovdje navedene?



Slika 9 Prikaz zadatka razvrstavanje voda i gora

## 3. AKTIVNOST

### Igra: Kakva je voda?

Učenici u grupi trebaju osmisliti što više pridjeva koji opisuju vodu – kakva može biti voda?

Primjer riječi: čista, bistra, prljava, slana, duboka i slično.

Igra započinje na učiteljičin znak, a traje dok se kockica leda na učiteljičinom stolu ne otopi.

Grupa s najviše valjanih riječi je pobjednička.

#### 4. AKTIVNOST

##### **Zaštita i očuvanje voda**

Učiteljica razgovara s učenicima: Rekli smo da voda može biti prljava i čista.

Gdje možemo vidjeti čistu vodu?

Je li svaka čista voda pogodna za piće?

Tko onečišćuje vodu? Zašto?

Što nam poručuje narodna izreka "Voda je izvor života."?

Komu je sve potrebna voda?

Zašto se Zemlja naziva plavim planetom? (pokazati učenicima globus)

Kakva voda prevladava?

Je li slatka voda zaista okusom slatka? Ima li u njoj šećera?

Zatim učiteljica u bocu od jedne litre ulijeva vodu, objašnjava da ona predstavlja svu vodu na Zemlji, zatim ulijeva vodu u čep te govori da on predstavlja slatku vodu na Zemlji. Nakon toga učiteljica izlijeva kapljicu vode iz čepa i objašnjava da ona predstavlja količinu pitke vode na Zemlji. S učenicima razgovara o problemu onečišćenja i povezuje s već spomenutim potrebama živih bića za vodom.

Što će se dogoditi u budućnosti ako čovjek nastavi zagađivati vodu?

Učiteljica učenike potiče na promišljanje o smanjenju potrošnje vode u svakodnevnim situacijama te o sprječavanju nepotrebnog onečišćenja vode.

Razgovor o korištenju vode u kućanstvu, ali i u poljoprivredi.

#### 5. AKTIVNOST

##### **Igra: Na koji način možemo pomoći vodi?**

Učiteljica se nadovezuje na prethodnu aktivnost, priča o zaključku važnosti vode za ljude i životinje. Slikovito učenicima objašnjava kako barem jedna litra sačuvane vode dnevno, znači mnogo. Povezuje to s ušteđenom jednom kunom dnevno - koliko bi uštedjeli za par godina. Iako jedna kuna ne zvuči puno, itekako možemo uštedjeti s vremenom. Tako je i s vodom, svaka litra vode je važna!

Sljedeći zadatak je na papir ispisati što više načina na koje mogu svakodnevno uštedjeti vodu. Primjeri: nasipati u čašu onoliko koliko ćeš popiti, koristiti pola kotlića za ispiranje toaleta, podijeliti čašu na likovnom s prijateljem iz klupe, uključiti perilicu rublja kada je puna, kod pranja zubi ne ostavljati mlaz, posuđe prati u posudi - ne pod stalnim mlazom, voće i povrće prati u posudi - ne pod mlazom, sačuvati iskorištenu vodu kada je moguće i upotrijebite je

ponovno (za oprati nešto, navodnjavati vrt i cvijeće, napojiti životinje), skratiti vrijeme tuširanja, sakupljati kišnicu za vrt i cvijeće i slično.

Grupa s najviše valjanih savjeta je pobjednička. Nakon što su pročitali savjete, učiteljica priča s učenicima o tome što sve čuvamo takvim ponašanjem.

## 6. AKTIVNOST

### Mjerenje obujma tekućine

Pribor: šuplja kocka, vaga, boca s jedne od prethodnih aktivnosti.

Učiteljica učenicima govori da uzmu bocu koju su napunili vodom.

Uspoređivali smo količinu tekućine koja se nalazi u bocama. Koliko tekućine se nalazi u boci koja je sada ispred vas?

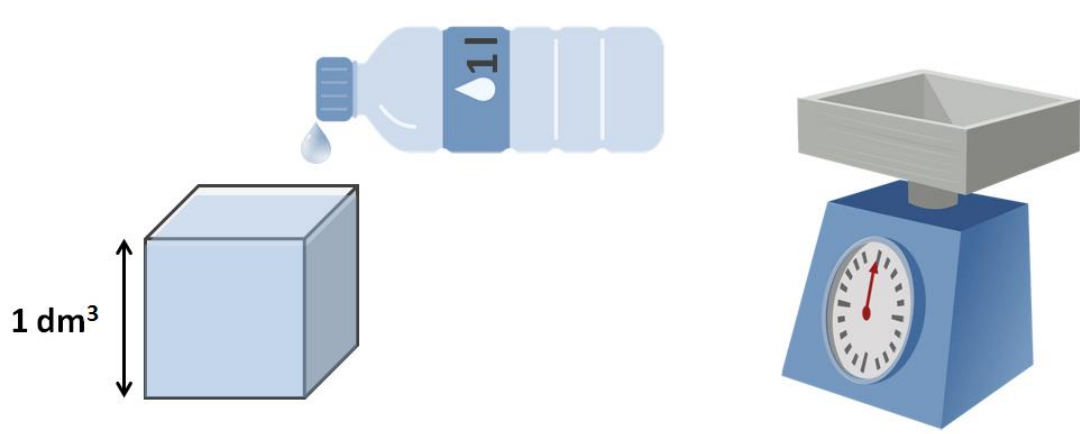
Učenici zaključuju da je boca puna i da se u njoj nalazi 1 litra tekućine, odnosno vode.

Učiteljica s učenicima ponavlja do sada naučeno o mjernim jedinicama i njihovim odnosima.

Nakon toga učenici će usporediti veličinu pripremljene šuplje kocke obujma 1 dm<sup>3</sup> s bocom.

Što je veće? Kako to možemo provjeriti?

Učenici samostalno provjeravaju odnos veličina boce i kocke pomoću dobivenog pribora (Slika 10). Važu vodu u boci, zatim je presipaju u kocku te je opet važu, uspoređuju popunjenost posuda s vodom kod presipavanja. U grupama iznose zaključke te ih zapisuju i skiciraju postupke u bilježnicu.



Slika 10 Prikaz praktičnog dijela zadatka mjerenja obujma

## 7. AKTIVNOST

### **Igra: Što čujemo?**

Učiteljica učenicima pušta različite zvukove, a učenici uz grupni dogovor zapisuju o čemu se na audio snimci radi. Nakon svih snimki slijedi provjera rješenja. Grupa koja skupi najviše bodova je pobjednička.

Primjer zvukova: kiša, vodopad, valovi, vodokotlić, hodanje po snijegu i slično.

## 8. AKTIVNOST

### **Napravimo označivač za knjige**

Učiteljica priprema fotografiju mora koja će biti motivacija učenicima za slikanje. Učiteljičin motiv treba udovoljavati uvjetima koji su važni za aktivnost, odnosno treba sadržavati velik broj različitih nijansi plave boje.

Učenici promatraju fotografiju te razgovaraju s učiteljicom o fotografiji. Zatim uzimaju pribor za slikanje vodenim bojama te vodu korištenu u prethodnim aktivnostima.

Učiteljica učenicima postavlja pitanja:

Je li vodena boja topiva u vodi? Učenici isprobavaju.

Što je još topivo, a što nije?

Nakon toga razgovaraju o tehnici slikanja vodenim bojama:

Kako ćemo uz pomoć vode dobiti svjetlije i tamnije boje? Povezuju to s do sada naučenim.

Zatim učenici oslikavaju papir manjih dimenzija prema motivu s fotografije. Kada se rad osuši, učenici flomasterom ispisuju poruku o vodi na njega. Učiteljica kasnije plastificira papire koji će im služiti kao označivači za čitanje knjiga.

**PRIJEDLOG:** na kraju dana proglasiti najuspješniju grupu koja osvaja diplome i simbolične nagrade (olovke s izrekama o vodi i slično).

## 5. ZAKLJUČAK

Voda, kao najvažniji životni resurs, nažalost poprima sve veću problematiku u današnjem društvu. Velika odgovornost o navedenoj problematici stavlja se na odgojno-obrazovni sustav, stoga je važno osposobiti djelatnike sustava za kvalitetnije i produktivnije provođenje ekoloških tema, ali i sam doprinos učitelja u provođenju istih. Kroz razne istraživačke aktivnosti, projekte, ekološke i interaktivne radionice potrebno je utjecati na podizanje razine svijesti o ekološkim čimbenicima kako bi u konačnici stvorili buduće generacije ljudi koje će kvalitetno prenositi znanja i svijest o navedenoj problematici. Također, kroz ovakve aktivnosti razvijat će se i samoregulirano učenje, suradničko učenje, komunikacijske vještine, kreativnost, sposobnost istraživačkog učenja i druge vještine koje doprinose učenju.

Smatram kako se obrazovanje treba prilagoditi novijim mogućnostima i zahtjevima te je potrebno promijeniti tradicionalan način obrazovanja i uložiti dodatne napore u organizaciji suvremenog načina učenja kako bi ono bilo produktivnije. Na takav način omogućilo bi se kvalitetnije prenošenje znanja koje je djeci potrebno za buduće učinkovitije korištenje vode, odnosno život u skladu s prirodom i održivim razvojem.

## LITERATURA

1. Ball, P. (1999). U P. Raos (2004). *H2O: biografija vode*. Zagreb: Izvori.
2. Biswas, A. K. (1991). Water for sustainable development in the 21st Century: a Global Perspective. U *International Journal of Water Resources Development* 7(4) (str. 219-224).
3. Brezovnjački, A. (2011). *Mitovi i činjenice o pitkoj vodi*. Zagreb: AMG
4. Chavan, R. B. (2014). Environmental Sustainability through Textile Recycling. *Journal of Textile Science & Engineering*, 2, 1-5.
5. Flint, R.W. (2004). The sustainable development of water resources. *Water resources update*, 127, 48-59.
6. Harlem Brundtland, G; Vieira de Mello, S (2003.): *Right to water*. France: World Health Organization .
7. Herceg, N. (2013). *Okoliš i održivi razvoj*. Zagreb: Synopsis
8. Larsen, T.A., Gujer, W. (1997). The concept of sustainable urban water management. *Water Science and Technology*, 35(9), 3-10.
9. Lovrić, D., Lovrić, M. (2013). Zaštita okoliša. *Kemija u industriji*, 62 (7-8), 279–282.
10. Marušić, J., Šturlan, S., Kolovrat, I. (1995). Značenje, ratne štete i obnova vodoprivrednih objekata. U D. Gereš (ur.), *1. hrvatska konferencija o vodama: Održivi razvoj i upravljanje vodama* (str. 59-74). Zagreb: JVP "HRVATSKA VODOPRIVREDA".
11. Mrnjaus, K. (2008). Obrazovanje za održivi razvoj. U Uzelac, D. (ur.), *Cjeloživotno učenje za održivi razvoj* (str. 29-34). Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Učiteljski fakultet u Rijeci
12. Pletenac, K., Breslauer, N. (2008). Uloga medija i odgoj za održivi razvoj djece predškolske dobi. U D. Uzelac (ur.), *Cjeloživotno učenje za održivi razvoj* (str. 239-244). Rijeka: Učiteljski fakultet.
13. Slunjski, E. (2006). *Stvaranje predškolskog kurikulumu u vrtiću – organizaciji koja uči*. Zagreb: Mali profesor.
14. Štrkalj, A. (2014). *Onečišćenje i zaštita voda*. Sisak: Metaluriški fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
15. Vojvodić, V. (2006). Zaštita okoliša. *Kemija u industriji*, 55 (6), 284–286.
16. Državni zavod za statistiku. *Statistika voda*. Zagreb: Državni zavod za statistiku.

Pribavljeno 25.6.2020. s

[https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px\\_tableid=KV12.px&px\\_path=&px\\_language=hr&px\\_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353](https://www.dzs.hr/PXWeb/Menu.aspx?px_tableid=KV12.px&px_path=&px_language=hr&px_db=Okolis&rxid=a930def6-4f8b-4750-8f93-05847a422353)



17. EEA (2020). *European bathing water quality in 2019*. Copenhagen: European Environment Agency. Pribavljeno 28.6. 2020. s <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/state-of-bathing-water/european-bathing-water-quality-in-2019>
18. Engelhardt, T. L. (2010). *Coagulation, flocculation and clarification of drinking water*. Drinking water sector. Hach Company. Pribavljeno 25.6.2020. s <https://www.hach.com/asset-get.download.jsa?id=20934281154>
19. Gereš, D. (2003). Upravljanje potražnjom vode. *Građevinar*, 55(6/2003), 329-338. Pribavljeno 13.7.2020. s <http://hrcak.srce.hr/10942>
20. Grad Split (2019). *Lokalni plan provedbe Agende 2030 za održivi razvoj, Grad Split*. Split: Urbanex. Pribavljeno 28.6.2020. s [https://www.split.hr/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?language=hr-HR&Command=Core\\_Download&EntryId=6078&PortalId=0](https://www.split.hr/DesktopModules/Bring2mind/DMX/API/Entries/Download?language=hr-HR&Command=Core_Download&EntryId=6078&PortalId=0)
21. HAOP (2007). *Izješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj*. Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. Pribavljeno 25.6.2020. s [http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06\\_integrirane/dokumenti/niso/Izvjescje%20o%20stanju%20okolisa%20u%20RH\\_1997\\_2007.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/niso/Izvjescje%20o%20stanju%20okolisa%20u%20RH_1997_2007.pdf)
22. HAOP (2019). *Izješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2013. do 2016.* Zagreb: Hrvatska agencija za okoliš i prirodu. Pribavljeno 28.6.2020. s [http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06\\_integrirane/dokumenti/niso/IZVI\\_OKOLIS\\_2013-2016.pdf](http://www.haop.hr/sites/default/files/uploads/dokumenti/06_integrirane/dokumenti/niso/IZVI_OKOLIS_2013-2016.pdf) (237str)
23. HEP (2016). *Hidroelektrane*. Pribavljeno 25.6.2020. s <https://www.hep.hr/proizvodnja/hidroelektrane-1528/1528>
24. HZJZ (2019a). *Izješćaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2018. godinu*. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Pribavljeno 25.6.2020. s <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/izvjestaj-o-zdravstvenoj-ispravnosti-vode-za-ljudsku-potrosnju-u-republici-hrvatskoj-za-2018-godinu/>
25. HZJZ (2019b). *Služba za zdravstvenu ekologiju*. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Pribavljeno 25.6.2020. s <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/>
26. HZJZ (2020). *Odjel za kontrolu zdravstvene ispravnosti voda i vodoopskrbu*. Zagreb: Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Pribavljeno 25.6.2020. s <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/odjel-za-kontrolu-zdravstvene-ispravnosti-voda-i-vodoopskrbu/>

27. IISD. *About IISD*. Winnipeg: The International Institute for Sustainable Development. Pribavljeno 9.7.2020. s <https://www.iisd.org/about-iisd>
28. LORA (2019). *Globalni ciljevi za održivi razvoj*. Zagreb: Laboratorij održivog razvoja. Pribavljeno 14.7.2020. s <http://lora.bioteka.hr/un-ciljevi-odrzivog-razvoja/>
29. MacGrill, M. (2018). Water: Do we really need 8 glasses a day?. *Medical News Today*. Pribavljeno 24.6.2020. s <https://www.medicalnewstoday.com/articles/306638?fbclid=IwAR3vMpG5TjnQj1R0FE-xEpY1c-t9Y7nOFYKbевb1QSlMArp2ky7Vwg2GXrs>
30. Mićanović, M. (ur.). (2011). *Obrazovanje za održivi razvoj: priručnik za osnovne i srednje škole*. Zagreb: AZOO. Pribavljeno 10.7.2020. s [https://www.azoo.hr/images/izdanja/OOR\\_2011\\_web.pdf](https://www.azoo.hr/images/izdanja/OOR_2011_web.pdf)
31. MZOE (2020a). *Ocjene kakvoće mora za kupanje*. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Pribavljeno 28.6.2020. s <http://baltazar.izor.hr/plazepub/kakvoca>
32. MZOE (2020b). *Ocjene kakvoće voda za kupanje*. Ministarstvo zaštite okoliša i energetike. Pribavljeno 28.6.2020. s <http://baltazar.izor.hr/plazekpub/kakvoca>
33. Narodne novine (2007). *Zakon o zaštiti okoliša*. (Članak 23). Zagreb: Narodne novine. Pribavljeno 25.6.2020. s [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007\\_10\\_110\\_3226.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_10_110_3226.html)
34. Narodne novine (2013). *Uredba o standardu kakvoće voda*. (Članak 1). Zagreb: Narodne novine. Pribavljeno 25.6.2020. s [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013\\_06\\_73\\_1463.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_06_73_1463.html)
35. Narodne novine (2019). *Zakon o vodama*. (Članak 1. Stavka 1.). Zagreb: Narodne novine. Pribavljeno 25.6.2020. s [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_07\\_66\\_1285.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_07_66_1285.html)
36. Pavić-Rogošić, L. (2010). *Održivi razvoj*. Zagreb: Odraz. Pribavljeno 13.7.2020. s [http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi\\_razvoj.pdf](http://www.odraz.hr/media/21831/odrzivi_razvoj.pdf)
37. Prirodoslovna lepeza za mlade znanstvenike (2015). *Održivi razvoj i racionalna uporaba energije*. Zagreb: Gornjogradska gimnazija. Pribavljeno 14.7.2020. s <http://e-learning.gornjogradska.eu/energijaekologijaengleski-ucenici/5-odrzivi-razvoj-i-racionalna-uporaba-energije/>
38. Skupnjak, D. (2009). Integrirana nastava—prijedlog integracije u početnoj nastavi matematike. *Napredak: časopis za pedagoški teoriju i praksu*, 150(2) (str. 260-270). Pribavljeno 17.7.2020. s <http://hrcak.srce.hr/82803>

39. WCED (1987). *Energy: The power to develop*. Berlin: World Commission on Environment and Development. Pribavljeno 9.7.2020. s [https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/152/WCED\\_v17\\_doc149.pdf?sequence](https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/152/WCED_v17_doc149.pdf?sequence)