

Utjecaj međusektorskih odnosa na potrošnju i onečišćenje vode u gospodarstvu Republike Hrvatske

Čegar, Saša

Doctoral thesis / Disertacija

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Economics / Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:192:520695>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**



SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Economics and Business - FECRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET RIJEKA
POSLIJEDIPLOMSKI DOKTORSKI STUDIJ EKONOMIJE I
POSLOVNE EKONOMIJE

Saša Čegar

**UTJECAJ MEĐUSEKTORSKIH ODNOSA
NA POTROŠNJU I ONEČIŠĆENJE VODE
U GOSPODARSTVU REPUBLIKE
HRVATSKE**

DOKTORSKI RAD

Rijeka, 2016.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
EKONOMSKI FAKULTET RIJEKA
POSLIJEDIPLOMSKI DOKTORSKI STUDIJ EKONOMIJE I
POSLOVNE EKONOMIJE

Saša Čegar

**UTJECAJ MEĐUSEKTORSKIH ODNOSA
NA POTROŠNJU I ONEČIŠĆENJE VODE
U GOSPODARSTVU REPUBLIKE
HRVATSKE**

DOKTORSKI RAD

Mentor: Prof.dr.sc. Nada Denona Bogović

Rijeka, 2016.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF ECONOMICS IN RIJEKA
POSTGRADUATE DOCTORAL STUDY IN ECONOMICS
AND BUSINESS ECONOMICS

Saša Čegar

**THE IMPACT OF INTERSECTORAL
RELATIONS ON WATER CONSUMPTION
AND WATER POLLUTION IN THE
CROATIAN ECONOMY**

DOCTORAL THESIS

Rijeka, 2016

Mentor rada: Prof.dr.sc. NADA DENONA BOGOVIĆ

Doktorski rad obranjen je dana 16.07.2016. godine na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci, pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Dr.sc. DAVOR MIKULIĆ, znanstveni savjetnik u trajnom zvanju na Ekonomskom institutu u Zagrebu – predsjednik
2. Prof.dr.sc. NADA DENONA BOGOVIĆ, redovita profesorica u trajnom zvanju na Ekonomskom fakultetu u Rijeci, mentor i član
3. Izv.prof.dr.sc. SAŠA DREZGIĆ, izvanredni profesor na Ekonomskom fakultetu u Rijeci, član

SAŽETAK

Osnovni cilj ove doktorske disertacije je utvrditi koji sektori u hrvatskom gospodarstvu imaju najveći kumulativan utjecaj na nacionalne vodne resurse. U tu svrhu, u disertaciji je razvijen prošireni input-output model na temelju kojeg je izvršena analiza utjecaja međusektorskih veza u hrvatskom gospodarstvu na ukupnu potrošnju vode i ispuštanje otpadnih voda. Rezultati modela ukazuju da se hrvatsko gospodarstvo temelji na vodom i vodnim onečišćenjem intenzivnoj ekonomskoj strukturi u okviru koje su izravni pritisci na vodne resurse najvećim dijelom koncentrirani u nekolicini bazičnih industrijskih sektora. S obzirom da ti sektori svojim outputima direktno ili indirektno podupiru proizvodnje svih ostalih sektora u nacionalnom gospodarstvu, razina finalne potražnje u ostatku gospodarstva ima značajan utjecaj na potrošnju i onečišćenje vode u tim sektorima. Uvažavajući modelom dobivene rezultate koji ukazuju da najznačajniji neposredni gospodarski potrošači i onečišćivači vode imaju ključnu poziciju u proizvodno-opskrbnim lancima u nacionalnom gospodarstvu, zaključak je disertacije da bi primjena represivnih instrumenata vodne politike nad sektorima koji svoju proizvodnju dominantno temelje na upotrebi vodnih resursa mogla izazvati negativne multiplikativne efekte u hrvatskom gospodarstvu. Zbog toga je u Hrvatskoj nužno napustiti sektorski pristup u donošenju i provođenju politika zaštite i korištenja vodnih resursa i usmjeriti se na praktično usvajanje suvremenih načela i standarda integralnog upravljanja vodnim resursima. To se posebno odnosi na jačanje kapaciteta za planiranje i ostvarivanje ekološko učinkovitih, razvojno poticajnih i integriranih mjera nacionalne vodne politike.

Ključne riječi: vodni resursi, gospodarstvo, integralno upravljanje vodnim resursima, okolišno-ekonomski računi vodnih resursa, međusektorski odnosi, hibridni input-output model

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to determine the sectors of the Croatian economy having the greatest cumulative impact on national water resources. For this purpose, an extended input-output model was developed to analyse the impact of inter-sectoral relations within the Croatian economy concerning total water usage and wastewater discharge. The indicators derived from the model show that the Croatian economy is based on a water intensive and wastewater intensive economic structure where direct pressures on water resources are mainly concentrated within few basic industrial sectors. Since outputs of these sectors directly or indirectly support the production of all other sectors within the national economy, the level of final demand in the rest of the economy has significant impact on their water consumption and wastewater discharge patterns. Since the model results indicate that the most important water consumers and polluters are the one having a key position in the national economy production and supply chains, the conclusion of the thesis is that the use of repressive water policy instruments in water intensive sectors could cause a negative multiplier effect on the Croatian economy overall. Therefore, it is necessary to abandon the sectoral approach in making and implementing water usage and protection policies and to focus on the practical adoption of modern principles and standards of integrated water resources management. This especially refers to strengthening the capacity for planning and realisation of eco-efficient, development incentive and integrated national water policy measures.

Keywords: water resources, economy, integrated water resources management, environmental-economic accounts of water resources, cross-sectoral relations, hybrid input-output model

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	I
ABSTRACT	II
1. UVOD	1
1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA	1
1.2. ZNANSTVENA HIPOTEZA I POMOĆNE HIPOTEZE	7
1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	8
1.4. ZNANSTVENE METODE.....	9
1.5. STRUKTURA RADA.....	11
2. TEMELJNI KONCEPTI I TEORIJSKI PRISTUPI U IZUČAVANJU MEĐUODNOSA GOSPODARSTVA I VODNIH RESURSA.....	13
2.1. POJMOVNO ODREĐENJE I KLASIFIKACIJA VODNIH RESURSA.....	13
2.1.1. Definicija vodnih resursa	13
2.1.2. Tipovi vodnih resursa.....	20
2.2. EKONOMSKI I EKOLOŠKI ASPEKTI MEĐUODNOSA GOSPODARSTVA I VODNIH RESURSA.....	24
2.3. TEORIJSKE ODREDNICE I TEMELJNA OBILJEŽJA VODE KAO EKONOMSKOG I EKOLOŠKOG DOBRA.....	30
2.3.1. Voda kao ekološko dobro.....	30
2.3.1.1. Voda - strukturni element života na Zemlji.....	31
2.3.1.2. Ekološke usluge vode	33
2.3.2. Voda kao ekonomsko dobro	42
2.4. OSNOVNI PRINCIPI I PRETPOSTAVKE INTEGRALNOG UPRAVLJANJA VODNIM RESURSIMA	47
2.5. SPECIFIČNOSTI NACIONALNOG SUSTAVA INTEGRIRANIH RAČUNA VODNIH RESURSA.....	51
2.6. SUVREMENE METODE I KONCEPTI MJERENJA GOSPODARSKOG UTJECAJA NA VODNE RESURSE	57
2.6.1. Pokazatelji gospodarskog utjecaja na vodne resurse	58
2.6.2. Integrirane metode procjene i analize gospodarskog utjecaja na vodne resurse	61
2.6.2.1. Vodeni otisak.....	62

2.6.2.2. Metoda procjene utjecaja životnog ciklusa proizvoda na okoliš.....	66
2.6.2.3. Input-output analiza.....	69
3. SUVREMENI TRENDOW I IZAZOW U PODRUČJU GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA S POSEBNIM OSVRTOM NA REPUBLIKU HRVATSKU.....	71
3.1. STANJE I RASPOLOŽIVOST VODNIH RESURSA U HRVATSKOJ I SVIJETU.....	71
3.1.1. Svjetski vodni resursi.....	71
3.1.2. Vodni resursi u Republici Hrvatskoj.....	77
3.2. NAJZNČAJNIJI ANTROPOGENI I PRIRODNI FAKTORI UTJECAJA NA VODNE RESURSE.....	80
3.3. EKOLOŠKE I EKONOMSKE IMPLIKACIJE SUVREMENE KRIZE VODE..	83
3.4. NACIONALNI I MEĐUNARODNI KONTEKST VODNE POLITIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	87
3.5. PRODUKTIVNOST VODE U HRVATSKOJ I EUROPSKIM ZEMLJAMA.....	91
4. INTEGRIRANI MULTISEKTORSKI INPUT-OUTPUT MODEL POTROŠNJE I ONEČIŠĆENJA VODE U REPUBLICI HRVATSKOJ.....	95
4.1. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	95
4.2. DEFINICIJA I OPIS METODOLOŠKOG OKVIRA MODELA.....	99
4.2.1. Tradicionalni Leontijevljev input-output model.....	100
4.2.1.1. Simetrična input-output tablica.....	100
4.2.1.2. Tablica tehničkih koeficijenata i inverzna Leontijevljeva matrica.....	108
4.2.2. Hibridni input-output model potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda.....	120
4.2.2.1. Proširenje hibridnog input-output modela i koeficijenti potrošnje vode i emisije vodenog otpada.....	120
4.2.2.2. Vodeni otisak i otisak otpadnih voda.....	124
4.2.2.3. "Pull" i "Push" indeksi.....	126
4.3. OPIS KORIŠTENIH PODATAKA.....	130
4.4. IZRAČUN I ANALIZA POKAZATELJA MODELA.....	134
4.4.1. Obilježja direktne i indirektne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu.....	135

4.4.2. Obilježja direktnih i indirektnih tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu	146
4.4.3. Analiza sektorskih pokazatelja vodenog otiska i otiska otpadnih voda....	158
4.4.4. Analiza "Pull" i "Push" efekata potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu.....	165
4.5. INTERPRETACIJA REZULTATA MODELA	168
 5. PRIJEDLOG SMJERNICA ZA UNAPREĐENJE NACIONALNE POLITIKE GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA	172
5.1. JAČANJE KAPACITETA ZA IMPLEMENTACIJU INTEGRALNOG UPRAVLJANJA VODNIM RESURSIMA.....	172
5.2. USPOSTAVA NACIONALNOG SUSTAVA INTEGRIRANIH OKOLIŠNO-EKONOMSKIH RAČUNA VODNIH RESURSA	174
 6. ZAKLJUČAK	179
POPIS LITERATURE.....	184
POPIS TABLICA.....	197
POPIS GRAFIKONA	197
POPIS SHEMA.....	198
POPIS ZEMLJOVIDA	198
POPIS PRILOGA.....	199

1. UVOD

Uvodni dio rada podijeljen je na sljedeće tematske jedinice: **1) problem, predmet i objekti istraživanja, 2) radna hipoteza i pomoćne hipoteze, 3) svrha i cilj istraživanja, 4) znanstvene metode i 5) struktura rada.**

1.1. PROBLEM, PREDMET I OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs, ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Njezina fizička, kemijska i biološka svojstva čine ju vitalnim faktorom vijabilnosti svjetskih ekosustava, a samim time i neophodnim uvjetom za život čovjeka. Voda je izvor života koji nema alternative, stoga se stalna dostupnost čiste i zdrave vode nameće kao *conditio sine qua non* očuvanja integriteta i održivosti usluga ekosustava, zadovoljenja osnovnih ljudskih potreba te stabilnosti društveno-ekonomskog razvoja čovječanstva. Slijedom činjenice da su svi oblici postojanja na Zemlji i sve ljudske aktivnosti više ili manje vezane uz vodu, jasno proizlazi važnost razumijevanja fenomena koji određuju odnos suvremenog društva prema vodi.

Gledano s aspekta ukupnog razvoja određenog prostora ili zajednice, problematika održivog gospodarenja vodnim resursima ogleda se u nastojanjima da interesi očuvanja vodnih resursa za buduće generacije budu od iste važnosti kao ekonomski i razvojni interesi današnjih generacija. Drugim riječima, donositelji razvojnih odluka moraju biti svjesni da posljedice ekoloških eksternalija važećih obrazaca alokacije i korištenja vodnih resursa u procesima unapređivanja gospodarskih i društvenih struktura mogu postati ograničavajućim čimbenikom njihova budućeg razvoja. Ako se uzme u obzir da pitanje održivosti vodnih resursa zadire u sve sfere društvenog i gospodarskog života pojedine države, onda je očito da uspostava održive ravnoteže između zaštite cjelokupnog vodnog okoliša i zadovoljavanja ukupnih potreba za vodom nije moguća bez prethodnog razvoja i implementacije nacionalnog sustava gospodarenja vodnim resursima koji je kadar na integralan način obuhvatiti i nositi se sa svim fenomenima koji uzrokuju probleme korištenja i zaštite vodnih resursa ili proizlaze iz njihova nastanka.

Premda danas u znanstvenim i stručnim krugovima postoji širok konsenzus da je kriza vode prvenstveno rezultat neadekvatnih nacionalnih sustava gospodarenja vodom, praksa je pokazala da većina država, bez obzira na dosegnuti stupanj društvene i gospodarske razvijenosti, još uvijek nije uspjela kreirati i uspostaviti nacionalnu politiku vodnih resursa koja je u potpunosti konzistentna s osnovnim načelima održivog razvoja . Razlog tome je što se u stvarnosti primjenjuje konzervativan modus kreiranja vodnih politika čija je okosnica selektivan i jednodimenzionalan pristup u postavljanju ciljeva zaštite i namjene vodnih resursa, a sukladno tome i odabira mjera za njihovo provođenje. Brojni autori apostrofiraju da je upravo usmjerenost na zadovoljavanje izoliranih i parcijalnih potreba za vodom, bez pravog razumijevanja ukupnosti situacije koja ih određuje, glavni uzrok fragmentarnosti i neusklađenosti cjelokupnih nacionalnih sustava gospodarenja vodnim resursima, stoga nastojanja za uvođenjem suvremenih standarda zaštite i upravljanja vodnim okolišem u pojedine segmente njihova djelovanja na koncu ne mogu polučiti očekivanim makroekonomskim i makroekološkim efektima. S tim u vezi, umjesto fokusiranja na ispunjavanje specifičnih zahtjeva za vodom, vodna politika mora biti integralni dio jednog šireg strateškog okvira koji je, sukladno društvenom sporazumu o općem razvojnom usmjerenju, s jedne strane sposoban potaknuti optimizaciju raspodjele ograničenih vodnih resursa između međusobno konkurirajućih korisnika, dok je s druge strane spreman ponuditi mjerodavna rješenja za uravnoteženo i efikasno postizanje sveukupnog smanjenja negativnog utjecaja na vodne resurse.

Polazeći od toga da je osnovna svrha ekonomskih aktivnosti povećanje društvenog blagostanja u uvjetima ograničenih resursa i neograničenih potreba, a uvažavajući općeprihvaćeno stajalište da su ekonomske strukture koje to mogu postići uz minimalni mogući utjecaj na okoliš poželjnije od onih koje to ne mogu, sasvim je jasno da proces osmišljavanja i razvijanja sveobuhvatne koncepcije zaštite i gospodarenja vodnim resursima mora započeti sa sagledavanjem toka njihova korištenja u okviru povratne sprege između različitih dijelova ekonomskog sustava, odnosno proizvodnih sektora. Dakle, važno je pojmiti da voda nije samo jedan od najvažnijih fundamenata opstojnosti biosfere, već ona kao proizvodni faktor direktno ili indirektno doprinosi stvaranju svih ekonomskih dobara i usluga, što znači da se obujam i intenzitet potrošnje i onečišćenja vode unutar granica jedne nacionalne ekonomije može povezati s proizvodnjama rezidentnih gospodarskih djelatnosti. S obzirom na to da *modus operandi* cjelokupnog proizvodnog sustava nacionalnog

gospodarstva podrazumijeva da proizvodni sektori nisu izolirani entiteti, već su oni međusobno povezani i uvjetovani na način da u proizvodnju svakog sektora ulazi dio proizvodnje drugih sektora, svaka promjena u agregatnoj proizvodnji utjecat će na tokove potrošnje i zagađenja vodnih resursa uzduž proizvodno-opskrbnih lanaca između primarnih i finalnih proizvodnja, bilo da su one dio nacionalnog gospodarstva ili ga opskrbljuju proizvodima. Prema tome, posve je razumljivo zašto detekcija strukture i posebnosti intermedijarne potražnje na razini nacionalnog gospodarstva predstavlja ključ za utvrđivanje složenosti njegova ukupnog pritiska na raspoložive resurse svježe vode.

Do sad se u ekonomskoj praksi premalo pažnje posvećivalo činjenici da uspostavljeni intersektorski odnosi u proizvodnji i potrošnji ekonomskih dobara snažno djeluju na značajke, veličine i međuodnose ekonomskih i fizičkih tokova u nacionalnom gospodarstvu zbog čega u brojnim zemljama relevantne državne institucije i agencije ne provode redovita integrirana istraživanja takvog tipa. Posljedica toga je nedostatak kvalitetne informacijske osnovice o prirodi utjecaja ekonomskih struktura na generiranje potrošnje i onečišćenja prirodnih resursa, ali i osjetljivosti istih na varijacije u kvaliteti i dostupnim zalihama prirodnih resursa koji se koriste u društvenoj reprodukciji, što u konačnici donositeljima razvojnih politika može dati krive smjernice za odlučivanje. To se svakako odnosi i na definiranje politike održivog gospodarenja vodnim resursima, pri čemu je nužno istaknuti da fokusiranje na ukupne izravne sektorske pritiske čini osnovni nedostatak konvencionalne metodologije izrade statističko-dokumentacijske osnove koja se koristi u procesima strateškog planiranja vodnih resursa na nacionalnoj razini. Pokazatelji o ukupnoj izravnoj sektorskoj potrošnji vode i ispuštanju otpadnih voda samo su odraz simptoma trenutne vodne produktivnosti i intenzivnosti nacionalnog gospodarstva, a ne suštinskih strukturnih uzroka koji su do toga doveli, stoga oni ne mogu biti objektivan kriterij za razvoj intersektorske politike učinkovitog korištenja i zaštite nacionalnih vodnih resursa.

Gledajući s aspekta postojanja složenih veza i odnosa između tokova proizvoda i tokova korištenja vode unutar strukture intermedijarne potrošnje na nacionalnoj razini, kvalitetna procjena kumulativnog utjecaja određenog gospodarskog sektora na vodne resurse, uz podatke o neposrednoj sektorskoj potrošnji i onečišćenju vode, mora uzeti u obzir i dio potrošnje i onečišćenja vode drugih sektora, a koji je ekvivalentan njihovom udjelu u lancu stvaranja vrijednosti proizvodnje predmetnog gospodarskog sektora. Na taj način moguće je

utvrditi i sagledati direktne i indirektne efekte pojedinih proizvodnih djelatnosti na potrošačku i ne-potrošačku upotrebu vode u nacionalnom gospodarstvu te kvantificirati njihov cjelokupan učinak na vodne resurse. Dakako, pri tome je nužno koristiti metodologiju koja omogućava objedinjavanje i usklađivanje podataka o tokovima dobara i usluga i sektorskim pritiscima na vodni okoliš u obliku pogodnom za razvoj specifičnih makroekonomskih agregata i pokazatelja, a koji su neophodni za razumijevanje širokog spektra ekonomskih i ekoloških pitanja u području održivog upravljanja vodnim resursima.

Kada se govori o relevantnosti primjene pojedinih metoda i tehnika u analizi intersektorskih odnosa u nacionalnom gospodarstvu i s njima povezanih okolišnih učinaka, recentne znanstvene i teorijske spoznaje u području istraživanja interakcije gospodarstva i okoliša pokazuju da integrirani ekonomsko-okolišni input-output modeli predstavljaju snažan i robustan analitički alat za evaluaciju veza između ekonomskih i okolišnih veličina u gospodarskim procesima. U klasičnoj makroekonomskoj analizi input-output modeli temelje se na monetarnim input-output tablicama koje su integralni dio sustava nacionalnih računa i primarno se koriste za utvrđivanje vrijednosti ostvarenih ekonomskih transakcija između različitih sektora u nacionalnom gospodarstvu, što omogućava izračun dodane vrijednosti svakog gospodarskog sektora u procesu formiranja finalne proizvodnje. Ako se takve tablice prošire s okolišnim podacima za svaki sektor (npr. podacima o emisijama onečišćenja ili potrošnji resursa), stvorit će se podatkovna osnovica za identifikaciju ključnih izravnih i neizravnih pokretača pritiska na okoliš u nacionalnom gospodarstvu. Uvažavajući cjelovit obuhvat monetarnih i fizičkih aspekata društvene proizvodnje u integriranim input-output modelima, praktična primjena ovakvih modela u procesu nacionalnog strateškog planiranja može osigurati kvalitetnu i znanstveno utemeljenu podlogu za razvoj i provođenje integriranih vodnih politika koje su sposobne na optimalan način alocirati ukupne društvene troškove i koristi smanjenja negativnih gospodarskih učinaka na vodni okoliš.

U kontekstu opisane problematike, definiran je **problem istraživanja** ove doktorske disertacije:

Da bi se ostvarilo održivo upravljanje vodnim resursima, potrebno je politiku upravljanja vodama uskladiti s nizom drugih sektorskih politika, a posebice s opće nacionalnom makroekonomskom politikom koja čini temeljnu pokretačku snagu

gospodarskog rasta i razvoja. Pretpostavka toga je primjena cjelovitog pristupa u izradi strateškog okvira upravljanja vodama, kao osnove za razvoj i provođenje integralne nacionalne vodne politike, a čija je glavna zadaća uspostaviti optimalnu ravnotežu između ukupnih razvojnih potreba i zaštite vodnih resursa. Da bi se to postiglo, nužno je u izradi statističko-dokumentacijske osnove strateškog planiranja vodnih resursa koristiti multisektorske analitičke metode koje mogu na konzistentan način povezati podatke o ekološkim i ekonomskim efektima korištenja vode u nacionalnom gospodarstvu i prikazati ih u formi primjerenoj za donošenje odluka. Problem je što se u službenim statistikama, analizama i studijama fenomenu upravljanja vodama još uvijek pristupa monosektorski, zbog čega donositelji odluka ne mogu procijeniti kako se ekonomske i vodne performanse u pojedinom sektoru odražavaju na sve ostale gospodarske sektore, a samim time niti utvrditi primjerene modalitete za koordinaciju nacionalne politike upravljanja vodama s drugim razvojnim politikama.

Na temelju prepoznatog problema istraživanja, koji ima teorijsko i empirijsko uporište u znanstvenoj i stručnoj literaturi, proizlazi znanstvena i praktična potreba da se na paradigmi Republike Hrvatske sustavno istraže međusektorski odnosi koji utječu na tokove potrošnje i onečišćenja vodnih resursa u nacionalnom gospodarstvu. Naime, unatoč činjenici da su na globalnom planu obnovljive zalihe svježe vode u količinskom smislu više nego dovoljne da zadovolje ukupne svjetske potrebe za vodom, kombinirani učinak njihove nejednolike prostorno-vremenske raspodjele te socio-ekonomskih, klimatskih i ekoloških prilika koje danas vladaju u svijetu, doveo je do toga da u mnogim zemljama vodni resursi postaju ograničavajući čimbenik razvoja. Hrvatska u tom pogledu svakako prednjači pred drugim zemljama jer sva važeća recentna međunarodna izvješća pokazuju da se Hrvatska po pitanju raspoloživosti i kvalitete svježe vode svrstava u skupinu zemalja koje su relativno bogate ovim resursom. Slijedom toga, a poštivajući opći stav međunarodne zajednice da će voda postati najvažniji strateški resurs 21. stoljeća, može se reći da izdašni obnovljivi resursi pitke vode predstavljaju jednu od najznačajnijih razvojnih komparativnih prednosti Hrvatske pred drugim zemljama. Upravo iz tog razloga, u aktualnoj nacionalnoj *Strategiji upravljanja vodama*, koja je donesena u ožujku 2009. godine i čiji je sadržaj usklađen sa svim relevantnim direktivama Europske unije, eksplicitno se navodi da su resursi svježe vode od prvorazrednog nacionalnog interesa za Republiku Hrvatsku, stoga se politika njihove zaštite i gospodarenja mora definirati i provoditi u skladu s najvišim europskim standardima održivog razvoja. To se

u prvom redu odnosi na postizanje koherentnosti i komplementarnosti prioriteta cjelovite zaštite vodnog bogatstva i općeg gospodarskog razvoja, što iz perspektive problema višegodišnje prisutnosti nepovoljnih kretanja u hrvatskom gospodarstvu implicira da se kriteriji definiranja i izgradnje nacionalnog okvira integralne politike gospodarenja i zaštite vodnih resursa moraju uskladiti s nastojanjima za revitalizacijom i razvojem hrvatskog gospodarstva. Naravno, za postizanje toga nužno je prethodno predvidjeti i prepoznati u kojim bi se sve razvojnim aspektima mogli pojaviti zahtjevi za boljim reguliranjem utjecaja rasta i diversifikacije nacionalnog gospodarstva na vodne resurse. U tom smislu, odabir i primjena primjerene metodologije za uključivanje vodne statistike u strukturnu makroekonomsku analizu nameće se kao ključna u pripremi i izradi kvalitetne informacijske podloge za donošenje odluka o upravljanju vodnim resursima na državnoj razini.

Definirani problem istraživanja i obrazloženje naslova teme doktorske disertacije odredili su okvir za **predmet istraživanja**:

Istražiti, analizirati, povezati i na sustavan način izložiti dosadašnje teorijske i znanstvene spoznaje o međupovezanosti gospodarstva i vodnih resursa; na temelju relevantne znanstvene literature iznijeti i objasniti temeljna obilježja vode kao ekonomskog i ekološkog dobra te sagledati osnovna načela, instrumente i specifičnosti održive politike gospodarenja i zaštite vodnih resursa; utvrditi i elaborirati najznačajnije čimbenike degradacije i zagađenja vodnih resursa; prikazati stanje i raspoloživost vodnih resursa u Hrvatskoj i svijetu te u kontekstu toga analizirati strukturu kretanja potrošnje i onečišćenja vodnih resursa na nacionalnoj i globalnoj razini; definirati i na primjeru gospodarstva Republike Hrvatske primijeniti metodologiju za analizu utjecaja intermedijarne potrošnje na korištenje i onečišćenje vode; interpretirati rezultate multisektorskog modela potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj i dati preporuke za njihovu daljnju primjenu.

Znanstveni problem i predmet znanstvenog istraživanja odnose se na dva međusobno povezana **objekta znanstvenog istraživanja**, a to su: **medusektorski odnosi u nacionalnom gospodarstvu i vodni resursi.**

1.2. RADNA HIPOTEZA I POMOĆNE HIPOTEZE

Sukladno određenom problemu, predmetu i objektima znanstvenog istraživanja postavljena je i temeljna znanstvena hipoteza:

Koristeći se znanstveno utemeljenim spoznajama o čimbenicima koji uvjetuju i utječu na strukturu, veličine i odnose između ekonomskih tokova i tokova vode u procesu društvene reprodukcije moguće je utvrditi izravne i neizravne ekološko-ekonomske efekte korištenja vodnih resursa u gospodarskom sustavu Republike Hrvatske te na temelju istih predložiti konkretne smjernice za unapređenje nacionalne politike gospodarenja i zaštite vodnih resursa.

Tako postavljena temeljna znanstvena hipoteza, implicira više **pomoćnih hipoteza** (kr. P.H.):

P.H.1. Na temelju sustavne analize stručne i znanstvene literature o gospodarskoj i ekološkoj važnosti vode, inherentnim obilježjima vode kao ekonomskog i prirodnog resursa, te faktorima utjecaja na raspoloživost i stanje voda, moguće je utvrditi osnovne teorijske pretpostavke za održivo gospodarenje vodnim resursima.

P.H.2. S obzirom na komplementarnost klasifikacija koje se koriste u organizaciji i prikazivanju podataka u nacionalnim računima Hrvatske i specijaliziranim statističkim izvorima podataka o potrošnji i onečišćenju vode na prostoru Republike Hrvatske, a uvažavajući znanstveno utemeljene metodološke kriterije za povezivanje podataka o monetarnim i nemonetarnim tokovima u gospodarstvu, moguće je osigurati kvalitetnu podatkovnu osnovicu za razvoj multisektorskog makroekonomskog input-output modela potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj.

P.H.3. Primjenom hibridnog multisektorskog input-output modela potrošnje i onečišćenja vode moguće je utvrditi i ocijeniti kolika je vodna intenzivnost po gospodarskim sektorima u Republici Hrvatskoj.

P.H.4. Na temelju spoznaja o suvremenim metodološkim standardima za praćenje i analizu tokova vode u gospodarskom sustavu, moguće je predložiti osnovne mehanizme za uspostavu

nacionalnog sustava integriranih okolišno-ekonomskih računa vodnih resursa u Republici Hrvatskoj.

P.H.5. Dobro osmišljenim, dosljednim i koordiniranim ekonomskim i regulatornim mjerama vodne politike, moguće je potaknuti održivo korištenje i zaštitu vodnih resursa u Republici Hrvatskoj.

1.3. SVRHA I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Sukladno problemu i predmetu istraživanja te postavljenoj temeljnoj znanstvenoj hipotezi i pomoćnim hipotezama određeni su **svrha i ciljevi istraživanja**.

Svrha istraživanja je razraditi konceptualno-metodološki okvir za razvoj i izgradnju hibridnog multisektorskog input-output modela potrošnje i zagađenja vodnih resursa te primjenom tog modela utvrditi i analizirati povezanost između uspostavljenih međusektorskih odnosa unutar proizvodne strukture hrvatskog gospodarstva i generiranja tokova vode i otpadnih voda na prostoru Republike Hrvatske.

Cilj istraživanja je procijeniti i kvantificirati direktne i indirektne učinke gospodarskih aktivnosti na korištenje vode u Republici Hrvatskoj, odnosno identificirati one gospodarske sektore koji imaju najveći utjecaj na agregatnu potražnju za vodom i koji najviše doprinose ukupnom opterećenju okoliša otpadnim vodama, te na osnovu toga, a uvažavajući načela ekološke i ekonomske efikasnosti, predložiti osnovne module za uspostavu cjelovitog nacionalnog sustava gospodarenja i zaštite vodnih resursa.

Kako bi se na primjeren način riješio formulirani problema istraživanja, proveo definirani predmet istraživanja, dokazala postavljena znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze te ostvarili svrha i postavljeni ciljevi istraživanja, u ovoj disertaciji nužno je dati znanstveno utemeljene odgovore na brojna pitanja od kojih se posebno ističu sljedeća:

1. Koja je gospodarska i ekološka važnost vode kao resursa?
2. Kakvo je stanje vodne bilance u Hrvatskoj i svijetu?

3. Koji su najznačajniji antropogeni i prirodni faktori utjecaja na stanje i raspoloživost vodnih resursa?
4. Koja je razlika između konvencionalne i suvremene paradigme vodne politike?
5. Putem kojih instrumenata se provodi nacionalna politika upravljanja vodnim resursima u Republici Hrvatskoj?
6. Čime je sve uvjetovan međudnos između ekonomskih tokova i tokove vode u gospodarskom sustavu?
7. Koji se sve teorijski i empirijski pristupi koriste u izučavanju ekoloških i ekonomskih aspekata korištenja vodnih resursa u nacionalnom gospodarstvu?
8. Koji su metodološki kriteriji za povezivanje podataka o intermedijarnoj potrošnji s podacima o korištenju i onečišćenju vode?
9. Kako izmjeriti i na koji način kvantificirati direktne i indirektne učinke gospodarskih sektora na vodne resurse?
10. Kakva je struktura i kretanje agregatne potrošnje i onečišćenja vode u Hrvatskoj i svijetu?
11. Kolika je vodna produktivnost hrvatskog gospodarstva i kakva je ona u usporedbi s drugim zemljama?
12. Koji gospodarski sektori imaju najveći direktan, a koji indirektan, učinak na generiranje potrošnje i onečišćenja vodnih resursa u Republici Hrvatskoj?
13. Kako će se promjene u strukturi nacionalnog gospodarstva odraziti na ukupnu potrošnju i onečišćenje vode u Republici Hrvatskoj?
14. Koje implikacije za nacionalnu vodnu politiku imaju spoznaje o utjecaju uspostavljenih intersektorskih odnosa u hrvatskom gospodarstvu na vodne resurse?

1.4. ZNANSTVENE METODE

Obzirom na općenitu složenost te interdisciplinarnu prirodu znanstvenog sagledavanja i razumijevanja ekonomskih i ekoloških aspekata međudnosa između gospodarstva i pojedinih sastavnica prirodnog okoliša, sasvim je jasno da se metodološki okvir za cjelovito i sustavno istraživanje utjecaja nacionalne gospodarske strukture na potrošnju i onečišćenje vodnih

resursa mora temeljiti na diversificiranom znanstveno-istraživačkom pristupu. Stoga, kako bi se u potpunosti zadovoljili kriteriji objektivnosti, pouzdanosti i preciznosti, tijekom provedbe disertacijskog istraživanja, ali i izvršavanja postupaka formuliranja, prezentiranja i interpretacije postignutih rezultata istraživanja, korišteno je više različitih znanstvenih metoda. Sam odabir i način upotrebe određene znanstvene metode, ili kombinacije više njih, odredile su specifičnosti elaboracije pojedinih tematskih jedinica, odnosno realizacije istraživačkih i stvaralačkih zadataka koji su njih proizašli.

Budući da teorijske pretpostavke za sveobuhvatnu analizu utjecaja gospodarstva na vodne resurse potječu iz različitih znanstvenih disciplina, za potrebe izrade teorijskog dijela ove doktorske disertacije provedeno je opsežno istraživanje literature, a sve kako bi se na sustavan i pregledan način izložile najznačajnije teorijske perspektive i paradigme u području istraživanja međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa. S tim u vezi, pri utvrđivanju, prezentaciji i interpretaciji najvažnijih znanstvenih i teorijskih spoznaja o gospodarenju i zaštiti vodnih resursa korišten je širok dijapazon standardnih znanstvenih metoda kao što su: induktivna i deduktivna metoda, metoda analize i sinteze, povijesna metoda, metoda generalizacije i specijalizacije, metoda apstrakcije i konkretizacije, metoda dokazivanja i opovrgavanja, metoda deskripcije, komparativna metoda, metoda klasifikacije, metoda kompilacije kod preuzimanja tuđih ideja i spoznaja te brojne druge metode.

Izrada analitičko-empirijskog dijela ove doktorske disertacije zasnivala se na prakticiranju metodologije *proširenog Leontijevljevog input-output modela*. Odabir tog modela determinirala je potreba za korištenjem integriranog analitičkog alata koji omogućava povezivanje i bilanciranje fizičkih i monetarnih podataka iz različitih statističkih izvora u jedinstvenu analitičku strukturu. Multisektorski okvir *proširenog Leontijevljevog input-output modela* čini pogodnu metodološku osnovu za utvrđivanje i analizu intermedijarnih odnosa unutar nacionalnog gospodarstva, a temeljem toga i za procjenu multiplikativnih utjecaja tih odnosa na različite ekonomske, društvene i okolišne varijable, stoga su njegove analitičke u potpunosti odgovarale znanstveno-istraživačkim intencijama ove doktorske disertacije. Kako je za konstrukciju jednog takvog makroekonomskog modela nužno kompilirati odgovarajuće podatke iz različitih tematskih područja u input-output format, za potrebe razvoja input-output modela potrošnje i onečišćenja vodnih resursa u Republici Hrvatskoj izrađene su posebne hibridne input-output matrice. To se postiglo povezivanjem konvencionalne monetarne

simetrične input-output tablice nacionalne proizvodnje s količinskim podacima o sektorskoj potrošnji i onečišćenju voda. Na taj način stvorena je podatkovna osnovica za modeliranje izračuna tehničkih koeficijenata zavisnosti između proizvodnji sektora hrvatskog gospodarstva, a na temelju toga i za izvođenje kompozitnih pokazatelja njihovih direktnih i indirektnih učinaka na vodne resurse.

1.5. STRUKTURA RADA

Rezultati provedenog disertacijskog istraživanja predloženi su u šest međusobno povezanih dijelova.

U prvom dijelu, **UVODU**, obrazložena je problematika i definirani su problem, predmet i objekti disertacijskog istraživanja, postavljena je temeljna znanstvena hipoteza i pomoćne hipoteze, određena je svrha i cilj istraživanja, navedene su znanstvene metode koje su korištene u istraživanju te u prezentaciji rezultata istraživanja i opisana je struktura rada.

Drugi dio ima naslov **TEMELJNI KONCEPTI I TEORIJSKI PRISTUPI U IZUČAVANJU MEĐUODNOSA GOSPODARSTVA I VODNIH RESURSA**. U njemu je iznesena definicija i klasifikacija vodnih resursa, prikazani su osnovi tipovi tokova vode koji se javljaju između gospodarstva i okoliša, sagledana je višestruka uloga vode kao temeljnog ekološkog i ekonomskog dobra, objašnjeni su fundamentalni principi integralnog upravljanja vodnim resursima, elaborirana je struktura integriranog sustava računovodstvenog praćenja vodnih resursa kao ključne pretpostavke integralnog upravljanja vodnim resursima i dan je pregled najvažnijih pokazatelja i analitičkih alata koji se koriste u području istraživanja međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa.

U trećem dijelu, s naslovom **SUVREMENI TRENDVI I IZAZOVI U PODRUČJU GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA S POSEBNIM OSVRTOM NA REPUBLIKU HRVATSKU**, razmotreno je postojeće stanje i raspoloživost vodnih resursa u Hrvatskoj i svijetu, utvrđeni su najznačajniji antropogeni i prirodni izvori pritiska na vodne resurse, elaborirani su uzroci i posljedice suvremene krize vode, analizirane su specifičnosti gospodarske potrošnje vode u Republici Hrvatskoj i drugim zemljama i istaknute su najvažnije strateške odrednice međunarodne i nacionalne vodne politike.

U četvrtom dijelu disertacije razvijen je prošireni input-output model hrvatskog gospodarstva na osnovu kojeg je izvršena analiza utjecaja strukturnih odnosa i međusektorskih veza u hrvatskom gospodarstvu na potrošnju vode i ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda u okoliš. Na temelju dobivenih rezultata pokazatelja modela utvrđeno je koji sektori u nacionalnom gospodarstvu imaju najveći direktan i indirektan učinak na gospodarsku potrošnju i onečišćenje vode. Sukladno tome, naslov ovog dijela glasi **INTEGRIRANI MULTISEKTORSKI INPUT-OUTPUT MODEL POTROŠNJE I ONEČIŠĆENJA VODE U REPUBLICI HRVATSKOJ**.

PRIJEDLOG SMJERNICA ZA UNAPREĐENJE NACIONALNE POLITIKE GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA naslov je petog dijela ove doktorske disertacije, a u kojem su utvrđene smjernice za jačanje infrastrukturnih, financijskih, institucionalnih, znanstveno-istraživačkih, informacijskih i ljudskih kapaciteta za planiranje i provedbu integriranih vodnih politika u Republici Hrvatskoj. Pored toga, predloženi su koraci za nadogradnju sustava nacionalnih računa i uspostavu satelitskih računa vode, kao osnovne pretpostavke za izradu kvalitetne i pouzdane dokumentacijsko-informacijske osnovice za uspješno donošenje i realizaciju odluka u području održivog gospodarenja i zaštite nacionalnih vodnih resursa.

U posljednjem dijelu, **ZAKLJUČKU**, dana je sinteza teorijskih i empirijskih rezultata provedenog disertacijskog istraživanja kojima je dokazana postavljena temeljna znanstvena hipoteza i kojima su ostvareni svrha i ciljevi istraživanja.

2. TEMELJNI KONCEPTI I TEORIJSKI PRISTUPI U IZUČAVANJU MEĐUODNOSA GOSPODARSTVA I VODNIH RESURSA

S obzirom na višestruku ulogu i obilježja vode kao ključnog ekološkog i ekonomskog dobra, a samim time i postojanja složenih veza i odnosa između svih izravnih i neizravnih korisnika vode u gospodarstvu te njihovog utjecaja na ukupno stanje vodnih resursa, cjelovito mjerenje, analiza i istraživanje gospodarskih fenomena koji djeluju na raspodjelu, količinu i kvalitetu vodnih resursa na određenom području, kao i cjelovito vrednovanje vode, podrazumijeva integraciju i primjenu različitih hidroloških i ekonomskih koncepata, metoda i kategorija. Stoga, kako bi se na konzistentan način elaborirali najvažniji teorijski i metodološki aspekti u izučavanju međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa, u okviru ovog dijela disertacije obrađene su sljedeće tematske jedinice: **1) pojmovno određenje i klasifikacija vodnih resursa, 2) ekonomski i ekološki aspekti međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa, 3) teorijske odrednice i temeljna obilježja vode kao ekološkog i ekonomskog dobra, 4) osnovni principi i pretpostavke integralnog upravljanja vodnim resursima, 5) specifičnosti nacionalnog sustava integriranih računa vodnih resursa i 6) suvremene metode i koncepti mjerenja gospodarskog utjecaja na vodne resurse.**

2.1. POJMOVNO ODREĐENJE I KLASIFIKACIJA VODNIH RESURSA

Specifičnost ove tematike zahtijeva da se ona iznese u dvije tematske jedinice: **1) definicija vodnih resursa i 2) tipovi vodnih resursa.**

2.1.1. Definicija vodnih resursa

Uvažavajući da pojam *resurs* predstavlja opći naziv za prirodna, proizvedena i apstraktna dobra koja se mogu koristiti kao sredstva za zadovoljavanje ljudskih potreba (i.e. Mikić et al., 2011), pod *vodnim resursima* načelno se podrazumijeva voda u bilo kojem od svojih oblika i gdje god da se ona nalazi, koja jest ili može biti od vrijednosti za čovjeka (i.e. Robinson, 2008). U tom kontekstu, kategorijalna razlika između svih postojećih količina vode na Zemlji i vodnih resursa proizlazi iz stvarnih ili potencijalnih mogućnosti iskorištavanja vode za različite namjene, a koje su u prvom redu determinirane sastavom, formom, volumenom i

dostupnošću vode u okolišu.¹ Stoga, iako gotovo tri četvrtine Zemljine površine čini hidrosfera², bitno je naglasiti da se samo mali dio ukupne vodene mase na Zemlji može smatrati resursom u pravom smislu te riječi.

Radi potpunog razumijevanja obuhvata i klasifikacijskih obilježja vodnih resursa, potrebno je prvo iznijeti nekoliko osnovnih činjenica o vodi.

Elementarna definicija vode je da je to kemijski spoj dva atoma vodika i jednog atoma kisika koji pri normalnoj temperaturi i tlaku ima svojstva tekućine bez boje, okusa i mirisa. Kao temeljni građevni element i preduvjet života, voda je najrasprostranjenija tvar na Zemlji i nalazi se u svim dijelovima biosfere³ (u atmosferi, na površini i pod zemljom), a specifična je po tome što se u prirodi javlja u sva tri agregatna stanja⁴. Osim toga, voda je univerzalno otapalo koje posjeduje izvrstan kapacitet otapanja različitih vrsta tvari, stoga se u prirodi ne može naći apsolutno čista voda, odnosno voda koja ne sadržava dodatne supstance u sebi, što znači da kemijski sastav prirodne vode na Zemlji nije jedinstven. S obzirom na to da struktura i količina otopljenih tvari u vodi bitno utječu na njezine osnovne značajke, a samim time i na njezinu uporabnu vrijednost za čovjeka u smislu resursa, podjela vodnih tijela prema ovom kriteriju predstavlja osnovno polazište za distinkciju „korisne“ vode od ostalih pojava oblika vode na određenom području.

Glavna podjela vode prema kemijskom sastavu vrši se na temelju saliniteta vode, odnosno ukupnog masenog udjela otopljenih anorganskih soli u vodi. Salinitet je bezdimenzijska veličina koja se uglavnom iskazuje u promilima (‰), pri čemu salinitet od 1 ‰ indicira da je u 1 kilogramu vode otopljeno 1 gram soli. Ovisno o utvrđenoj prosječnoj godišnjoj razini

¹ "Okoliš je prirodno i svako drugo okruženje organizama i njihovih zajednica uključivo čovjeka, koje omogućuje njihovo postojanje i njihov daljnji razvoj: zrak, vode, tlo, zemljina kamena kora, energija te materijalna dobra i kulturna baština kao dio okruženja kojeg je stvorio čovjek; svi u svojoj raznolikosti i ukupnosti materijalnog djelovanja" (Zakon o zaštiti okoliša, NN 78/15 čl. 4).

² Hidrosfera (iz grčkog imena za *vodenu kuglu*, *hydōr*, "voda" i *sphaira* "kugla") je ukupna vodena masa na Zemlji koja obuhvaća svu vodu na, ispod i iznad Zemljine površine bez obzira u kakvom se agregatnom stanju ta voda nalazi. To uključuje sve tekuće i smrznute površinske vode, podzemne vode zadržane u tlu i stijenama te vodenu paru u atmosferi (i.e. hydrosphere, n.d.).

³ Biosfera predstavlja skup svih živih ekosustava na Zemlji. Biosfera obuhvaća donji dio atmosfere, čitavu hidrosferu i površinski sloj litosfere (The Biosphere, n.d.)

⁴ U krutom stanju voda se u prirodi pojavljuje u formi leda koji se pojavljuje na vodenim površinama tijekom zimskog razdoblja, tvori trajne ledenjake ili se javlja na Zemljinoj površini u obliku naslaga snijega ili tuče. Pojavni oblici vode u tekućem stanju su kiša, rosa, oborinska otjecanja te gotovo sva podzemna i nadzemna tijela vode na Zemlji. Plinovita stanja vode u prirodi su vodena para, magla i različiti tipovi oblaka u atmosferi.

koncentracije otopljenih soli u podzemnim i nadzemnim hidrološkim strukturama, na Zemlji se mogu razlikovati 6 osnovnih tipova saliniteta vode (cf. shema 2.1.).

Shema 2.1. Podjela vode prema stupnju saliniteta



Izvor: Izrada doktoranda prema *Pravilnik o sadržaju plana upravljanja vodnim područjima NN br. 74/13 i 53/16, Prilog 2*

Opće je poznato da se raspon vrijednosti saliniteta za slatku vodu uzima kao referentno mjerilo kakvoće i prihvatljivosti korištenja vode za različite kućanske, gospodarske i druge namjene, a slijedom toga i kao najvažnija odrednica upotrebljivosti dostupnih vodnih izvora, i to iz dva razloga:

1. voda koja sadrži prekomjernu koncentraciju otopljenih anorganskih soli ne udovoljava zdravstvenim standardima za vodu za piće, pripremanje hrane i održavanje osobne higijene;
2. izravno korištenje zaslanjene vode u djelatnostima u kojima je voda neophodan resurs može rezultirati neželjenim i ozbiljnim ekološkim, gospodarskim i društvenim posljedicama.

To potvrđuju i rezultati relevantnih znanstvenih istraživanja prema kojima dugotrajno navodnjavanje poljoprivrednih površina bočatom ili slanom vodom uzrokuje degradaciju plodnosti tla, čime se smanjuje potencijalni prinos uzgajanih poljoprivrednih kultura te pogoršava kvaliteta poljoprivrednih proizvoda (cf. FAO, 2005). Štoviše, pokazalo se da nekontrolirano prakticiranje navodnjavanja zaslanjenom vodom može dovesti do toga da tla koja su inicijalno bila pogodna za razvoj poljoprivrednih djelatnosti postanu trajno nepogodna za bilo kakav oblik poljoprivredne proizvodnje. Pored negativnih utjecaja na poljoprivrednu produktivnost, ekološki nepovoljne promjene u tlu nastale uslijed sekundarnog zaslanjivanja⁵

⁵ Pojam *sekundarno zaslanjivanje* podrazumijeva onečišćenje tla solima koje nije nastalo prirodnim putem.

moгу također izazvati smanjenje količine i raznolikosti prirodne vegetacije, što s vremenom može polučiti izrazito negativne učinke za čovjeka i prirodu (cf. Herbert et al., 2015). Naime, osim što se s uništavanjem biljnog pokrova gube brojna staništa i narušava prirodna ravnoteža u kopnenim ekosustavima, tla bez biljnog pokrova sklona su vodnoj eroziji i nemaju sposobnost zadržavanja i filtracije vode, čineći tako vodu u svom neposrednom okolišu neprikladnom za ljudsku i životinjsku potrošnju.⁶ Problem je i što slane otopine imaju korozivno djelovanje na konstrukcijske materijale, pa tako s porastom saliniteta vodnih tokova koji se koriste u javnoj vodoopskrbi, navodnjavanju te određenim proizvodnim i energetskim pogonima, ali i vodnih tokova koji su u doticaju s pojedinim društvenim i gospodarskim objektima ili nekim drugim oblicima fizičke infrastrukture (npr. cestovna infrastruktura), rastu ukupni troškovi popravka i održavanja fiksnih fondova, a samim time i smanjuje se njihova operativna efikasnost (cf. NSW, 2000). Naravno, svi ti fenomeni doprinose povećanju društvenih troškova i smanjenju kvalitete života što naposljetku može potaknuti iseljavanje stanovništva iz ruralnih i urbanih sredina koje su pogođene kaskadnim efektima korištenja zaslanjene vode te na taj način dodatno ugroziti njihovu razvojnu perspektivu.

Da bi se izbjegle moguće posljedice spomenutih negativnih eksternalija, sve zahvaćene količine vode koje po tipu saliniteta ne odgovaraju slatkoj vodi moraju se prije puštanja u vodoopskrbne i irigacijske mreže, uz obradu standardnim metodama pročišćavanja i dezinfekcije vode, podvrgnuti i postupku desalinizacije. Međutim, važno je istaknuti da je desalinizacija izrazito skup, energetski intenzivan i ekološki štetan proces, stoga slana vodna tijela poput mora nisu kvalitetan resurs za dobivanje vode. Konzekventno tome, većina ljudskih izravnih i neizravnih potreba za vodom prvenstveno se odnosi na izvore slatke vode, a sve zbog toga što je slatka voda, za razliku od ostalih tipova vode prikazanih na shemi 2.1., u potpunosti pogodna za proizvodnju i opskrbu stanovništva i gospodarstva pitkom vodom ili nekim drugim specifičnim kategorijama vode za konačnu upotrebu. Upravo iz tog razloga u stručnom i znanstvenom diskursu pod pojmom *vodni resursi* podrazumijevaju se *slatkovodni resursi* tj. *resursi svježe vode* koji se sastoje od mreža rijeka, jezera te ostalih površinskih i podzemnih voda iz kojih je moguće osigurati vodu za piće i proizvodnju hrane ili vodu namijenjenu za zadovoljavanje nekih drugih egzistencijalnih i esencijalnih potreba čovjeka

⁶ Također, na ogoljelim tlima povećava se rizik od poplava, odnosno povećava se vjerojatnost nastanka materijalne štete na ugroženim područjima.

(cf. Eionet, n.d). Analogno tome, kategorija vodno gospodarstvo označava disciplinu koja se bavi ekonomskom valorizacijom slatke vode te modalitetima njezinog razumnog i efikasnog iskorištavanja, upotrebe i zaštite (i.e. Mikić et al., 2011). Poštivajući navedene definicije, ***pojam vodni resursi u okviru ove disertacije korišten je u kontekstu resursa slatke/svježe vode.***

Budući da se s porastom saliniteta iznad granične vrijednosti za slatku vodu pogoršava kakvoća i umanjuje uporabivost vode, razvrstavanje i grupiranje sastavnica hidrosfere prema ovom kvalitativnom svojstvu prirodnih voda predstavlja primarni korak u utvrđivanju raspoloživosti vodnih resursa na Zemlji (cf. tablica 2.1.).

Tablica 2.1. Raspodjela vode na Zemlji

Sastavnice hidrosfere	Količina vode (10 ³ km ³)	Udio u ukupnoj količini slatke vode na Zemlji (%)	Udio u ukupnoj količini vode na Zemlji (%)
Slana voda	1.351.038,90	/	97,4728
Mora, oceani i zaljevi	1.338.000,00	/	96,5321
Podzemna zaslanjena voda	12.870,00	/	0,9285
Zaslanjena jezera	85,40	/	0,0062
Zaleđena mora	83,50	/	0,0060
Slatka voda	35.029,11	100	2,5272
Ledeni pokrov, glečeri, trajni snijeg	24.064,00	68,6971	1,7361
Podzemna slatka voda	10.530,00	30,0607	0,7597
Površinska slatka voda	104,59	0,2986	0,0075
<i>Rijeke</i>	2,12	0,0061	0,0002
<i>Slatka jezera</i>	91,00	0,2598	0,0066
<i>Močvare</i>	11,47	0,0327	0,0008
Vodena para u atmosferi	12,90	0,0368	0,0009
Voda u tlu	316,50	0,9035	0,0228
<i>Trajno zaleđena voda u tlu</i>	300,00	0,8564	0,0216
<i>Vlaga u tlu</i>	16,50	0,0471	0,0012
Biološka voda (voda u organizmima)	1,12	0,0032	0,0001
Ukupno	1.386.068,01	/	100

Izvor: Shiklomanov, I. A. (1993): *World fresh water resources*, in Peter H. G. (ed.) *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*, Oxford University Press, New York [dostupno na: https://www.2000litergesellschaft.ch/fileadmin/user_upload/Referenzen_und_Literatur/GLEICK_1993_Water_in_Crisis.pdf, pogledano: 18.10.2015.]

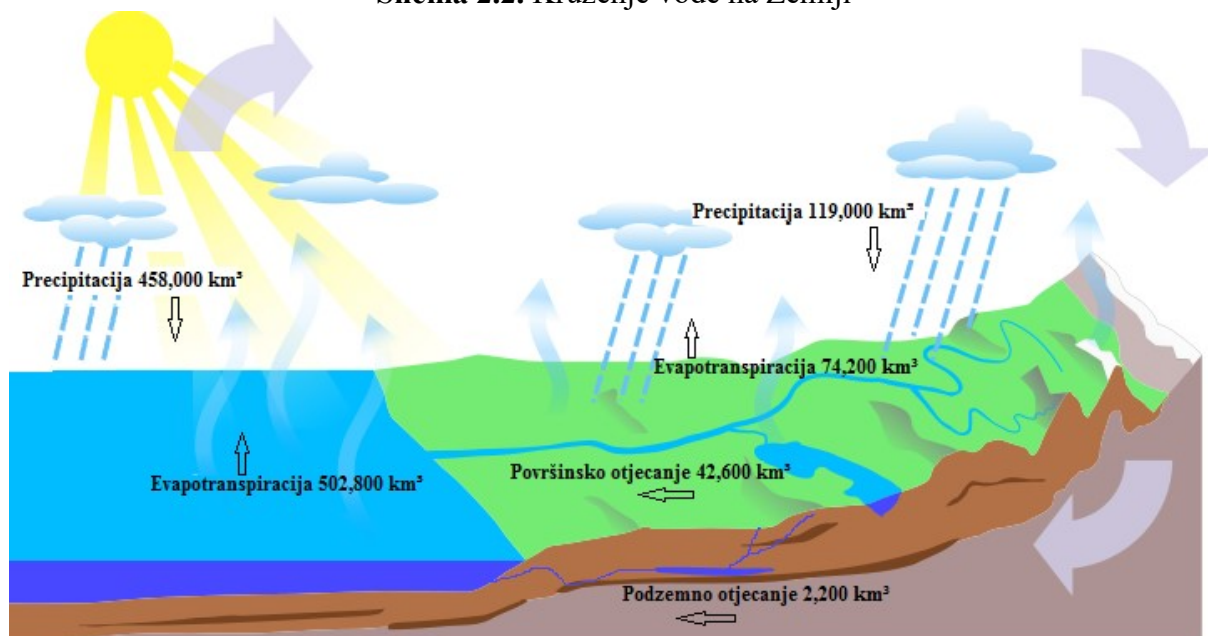
Sukladno važećim procjenama, na Zemlji ima oko 1.386 milijuna kubičnih kilometara vode. Međutim, svega 2,5% tog volumena otpada na slatku vodu, nužnu za opstanak biljnog i

životinjskog svijeta te samog čovjeka, dok čak 97,5 % ukupnog volumena vode na Zemlji čini slana voda koja, kao što je već prethodno elaborirano, nije prikladna za piće, navodnjavanje i većinu industrijskih procesa, stoga se može koristiti samo za određene namjene.⁷ Glavnina slatke vode (68,7 %) „zarobljena“ je u formi leda i stalnog snježnog pokrivača na područjima oko Sjevernog i Južnog pola i na planinskim vrhovima. Sljedećih 30,1 % slatke vode sadržano je u podzemnim vodama, a svega 0,27 % slatkovodnih resursa koncentrirano je u riječnim sustavima, jezerima i akumulacijama tj. u površinskim vodnim tijelima koja su najpristupačnija za ljudsku uporabu i presudna za vitalnost vodnih i od vode zavisnih ekosustava. Preostalih 0,9 % od ukupne količine slatke vode na Zemlji nalazi se u obliku močvara, vodene pare i vode vezane u tlu i živim organizmima.

Prikazane veličine u tablici 2.1. opisuju tzv. statičku strukturu prirodnih zaliha vode u hidrosferi. Dakle, radi se o raspoređenim prosječnim količinama vode koje su u dugom vremenskom razdoblju istovremeno prisutne u nadzemnim i podzemnim vodnim tijelima i atmosferi. Ipak, u „realnom vremenu“ voda u prirodi je u stalnom pokretu između oceana, kopna i atmosfere, prelazeći pritom iz jednog agregatnog stanja u drugo, zbog čega komponente hidrosfere tijekom kraćih vremenskih razdoblja (npr. godine, godišnjeg doba ili mjeseca) osciliraju u volumenu vode. Taj proces naziva se kruženje vode na Zemlji ili globalni hidrološki ciklus vode (cf. shema 2.2.).

⁷ Slana voda se uglavnom koristi za dobivanje standardne soli (natrij klorida) te za specifične zdravstvene i terapijske svrhe, a u priobalnim industrijskim postrojenjima ponekad se koristi za hlađenje.

Shema 2.2. Kruženje vode na Zemlji



Izvor: Izradio doktorand na osnovu ilustracije preuzete s portala QUA [dostupno na: <http://quagroup.com/hydrologic-cycle/>, preuzeto: 17.10.2015.] i podataka preuzetih iz Shiklomanov, I.A. (1998): *World water resources A new appraisal and assessment for the 21st century*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris [dostupno na: <http://biosinfonet.yolasite.com/resources/World%20water%20resources.pdf>, preuzeto: 18.10.2015.]

Na godišnjoj razini u globalnom hidrološkom ciklusu sudjeluje 577.000 km³ vode, od čega ukupna količina oborina koja dopiše na kopno iznosi oko 119.000 km³. Otprilike 62% oborinskih voda vraća se s kopnene Zemljine površine putem evapotranspiracije⁸ natrag u atmosferu, dok preostalih 38% ili 44.800 km³ vode čini otjecanje koje obnavlja tijela podzemne i površinske vode, što zapravo, teoretski gledano, predstavlja ukupnu godišnju količinu obnovljivih vodnih resursa koji su na raspolaganju za ljudsko korištenje. Uvažavajući neravnomjernu vremensku i teritorijalnu distribuciju obnovljivih vodnih resursa i faktore koji utječu na njihovu dostupnost i iskoristivost, u svakoj zemlji postoji više različitih tipova vodnih resursa.

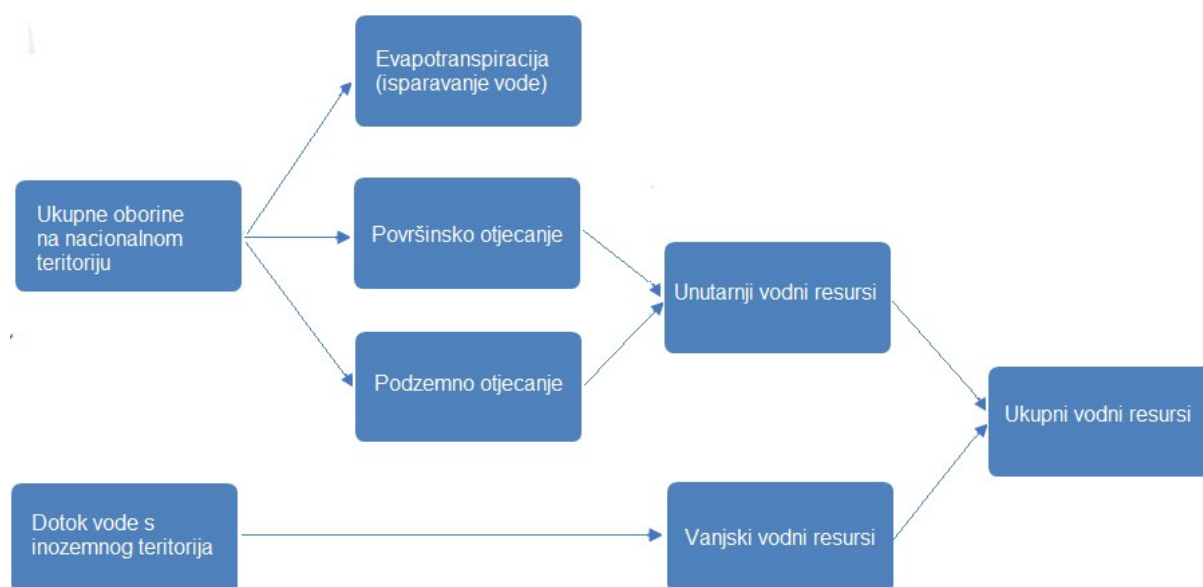
Podjela vodnih resursa prema različitim tipovima vodnih resursa dana je u sljedećoj tematskoj jedinici.

⁸ Evapotranspiracija je gubitak vode sa Zemljine površine putem isparavanja s vodenih i vlažnih površina te transpiracijom kroz pore biljaka (Evapotranspiracija, n.d.).

2.1.2. Tipovi vodnih resursa

Gledajući s pozicije problematike praćenja, planiranja, upravljanja i zaštite raspoloživih vodnih zaliha i tokova na nekom ekonomskom prostoru⁹, u okviru koncepta vodnih resursa postoji više tipova resursa, a koji se sukladno odgovarajućima klasifikacijskim kriterijima (npr. obnovljivost, teritorijalno porijeklo, iskoristivost i sl.) mogu razvrstati na: obnovljive i neobnovljive vodne resurse, prirodne i stvarne vodne resurse, unutarnje i vanjske vodne resurse, iskoristive vodne resurse te alternativne ili nekonvencionalne vodne resurse (cf. shema 2.3.).

Shema 2.3. Osnovni tipovi vodnih resursa



Izvor: priredio doktorand na osnovu FAO (2003): *Review of world water resources by country*, Water reports 23, Rome, p. 4 i 7 [dostupno na: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr23e.pdf>, preuzeto 05.10.2015.] i UN (2012): *International Recommendations for Water Statistics*, Statistics Division of Department of Economic and Social Affairs, New York, p. 20 [dostupno na: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/irws/irwswebversion.pdf>, preuzeto 02.10.2015.]

S obzirom na prirodnu obnovljivost, vodni resursi mogu biti obnovljivi ili neobnovljivi. **Obnovljivi vodni resursi** su prirodni resursi čiji se tokovi i zalihe ne smanjuju nakon određenog stupnja eksploatacije, već se pomoću permanentnih procesa hidrološkog ciklusa regeneriraju i vraćaju na prijašnje razine. Iako su sve površinske i podzemne vode, u načelu, obnovljivi prirodni resursi, vodna tijela, smještena u dubokim i izoliranim podzemnim vodonosnicima, koja, iz ljudske perspektive i u odnosu na kapacitet vodonosnika u kojem se

⁹ Primjerice podzemni bazeni fosilne vode koji se nalaze duboko ispod površine Zemlje.

nalaze, imaju relativno zanemarivu prirodnu stopu i vremensku dinamiku punjenja vodom, smatraju se **neobnovljivim vodnim resursima**. Dok se obnovljivi vodni resursi mjere i iskazuju kao dugoročni godišnji prosjek volumena protoka podzemnih i nadzemnih voda u jednoj zemlji, količinsko stanje neobnovljivih vodnih resursa ekvivalentno je procijenjenom ukupnom volumenu neobnovljivih zaliha podzemne vode unutar promatranog teritorija u određenom trenutku vremena.

Polazeći od toga da procesi nastajanja vodnih resursa unutar državnih granica nisu zatvorenog karaktera, neophodno je u nacionalnim bilancama vodnih resursa¹⁰ diferencirati unutarnje od vanjskih vodnih resursa. **Unutarnji vodni resursi** odnose se na onaj dio nacionalnih vodnih resursa koji se generira isključivo iz endogenih oborina i utvrđuju se prema prosječnom godišnjem volumenu otjecanja oborinskih voda u nadzemne i podzemne vode. **Vanjski vodni resursi** impliciraju obnovljive vodne resurse koji se ne stvaraju na nacionalnom teritoriju, a obuhvaćaju dotok vode iz uzvodnih zemalja i dio pograničnih rijeka i jezera. Prema međunarodnoj metodologiji procjene vodnih resursa, kumulativni eksterni dotok vode u neku zemlju jednak je volumenu prosječnog godišnjeg prekograničnog protoka površinskih i podzemnih voda iz njezinih susjednih zemalja. Sukladno istoj, u situaciji kada su prirodna ili umjetna vodna tijela smještena uzduž međugraničnih područja, bez da u potpunosti ulaze u teritorijalni prostor ijedne zemlje, svaka zemlja može polagati pravo na prisvajanje određenog postotka zajedničkih voda. Ako između pojedinih zemalja ne postoji formalni bilateralni sporazum za reguliranje takve vodne problematike, u tom slučaju praktično bi bilo ravnomjerno raspodijeliti utvrđene međugranične vodne rezerve, odnosno procijenjeni prosječni godišnji tok vode, ovisno o tome radi li se o vodama stajaćicama ili tekućicama.

Povrh razmatranja specifičnosti izvora formiranja i obnavljanja vodnih tijela, prilikom konstatiranja ukupno raspoloživog potencijala podzemne i nadzemne vode unutar područja pojedine države važno je također razlikovati prirodne od stvarnih vodnih resursa. Pridjevi „prirodni“ i „stvarni“ indiciraju na to da li se bilanciranje vodnih resursa provodi jedino u skladu s prirodnim uvjetima ili se u obzir uzimaju i izvjesni ljudski utjecaji. Drugim riječima, **prirodni vodni resursi** odražavaju ukupnu količinu vodnih resursa koja se putem prirodnog

¹⁰ Vodna bilanca predstavlja fundamentalni koncept mjerenja u hidrologiji koji se temelji na procjeni volumena različitih komponenti hidrološkog ciklusa na određenom području i tijekom određenog vremenskog perioda. Vodna bilanca količinski opisuje sve ulazne i izlazne tokove vode te prati promjene u stanju ukupno raspoloživih vodnih zaliha na nekom području (cf. Water balance, n.d.).

hidrološkog ciklusa može generirati na teritoriju jedne zemlje. Mjerilo *stvarnih vodnih resursa*, pored iznesenog, uključuje i dio transgraničnog protoka vode koji se temeljem formalnih ili neformalnih međudržavnih sporazuma/ugovora mora rezervirati za potrebe uzvodnih i nizvodnih zemalja te razinu eventualne redukcije unutarnjih i vanjskih vodnih resursa uzrokovanu pretjeranim zahvaćanjem vode.¹¹

Pored prethodno opisanih tipova vodnih resursa, prilikom razmatranja raspoloživih izvora vode iz kojih je na određenom prostoru i u određenom vremenu moguće osigurati vodu za ljudsko korištenje potrebno je uzeti u obzir i tzv. **nekonvencionalne ili alternativne vodne resurse**, a koji uključuju proizvodnju svježe vode desalinizacijom bočate i slane vode, obradu i ponovnu uporabu različitih tokova otpadnih voda¹² nastalih u kućanstvu i gospodarstvu te skupljanje kišnice u područjima gdje ne postoje dostupna tijela podzemne i nadzemne vode. Nekonvencionalni vodni resursi posebno su važni za one zemlje koje su pogođene ekstremnom oskudicom obnovljivih resursa vode.

Osim raspoloživosti, ključno atributivno obilježje koje se koristi u klasifikaciji vodnih resursa jest njihova potencijalna iskoristivost. Dakle, ovisno o eksploatacijskim mogućnostima vode na određenom području, u dekompoziciji strukture ukupno raspoloživih vodnih resursa moguće je, gospodarski gledano, izdvojiti najvažniji tip vodnih resursa, a to su tzv. *iskoristivi vodni resursi*. Prilikom utvrđivanja količina stvarno iskoristive vode na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj ili nekoj drugoj teritorijalnoj razini, nužno je uzeti u obzir brojne faktore kao što su, primjerice, kvaliteta i fizička dostupnost vode; minimalna razina vodnog toka koja je potrebna za zadovoljavanje ljudskih i ekoloških potreba¹³; okolišna, tehnička i ekonomska izvodljivost postupaka zahvaćanja, skladištenja, pročišćavanja i distribucije vode; te ostalih prirodnih i antropogenih faktora koji u konačnici mogu limitirati realne prilike za upotrebu raspoloživih vodnih resursa.

¹¹ Pod uvjetom stabilnosti prirodno-klimatskih i hidromorfoloških čimbenika, prirodni vodni resursi smatraju se stalnim tijekom vremena, dok stvarni vodni resursi mogu varirati uslijed promjene obrazaca zahvaćanja i korištenja vode.

¹² Otpadna voda je voda korištena u kućanstvu, industrijskim postrojenjima ili nekim drugim gospodarskim i društvenim objektima koja bez adekvatne obrade nema korisnu svrhu, odnosno ne ispunjava fizičke, kemijske, biološke ili neke druge standarde kakvoće vode (cf. UN, 2015, p. 7).

¹³ Budući da vodna tijela imaju neposrednu i vitalnu ulogu u očuvanju bioraznolikosti i održivosti vodnih i uz vodu vezanih ekosustava, maksimalna količina vode koju je iz vodnih tijela podzemnih ili nadzemnih voda ekološki prihvatljivo zahvatiti i koristiti za ljudske potrebe istovjetna je razlici između njihove dugoročne prosječne godišnje stope obnavljanja (volumena) i biološkog minimuma protoka vode koji je potreban za normalno funkcioniranje hidrološkog režima vodnih tijela i njima pripadajućih ekosustava.

Imajući u vidu posebnosti pojedinih aspekata namjenskog korištenja vode (npr. poljoprivredna proizvodnja, proizvodnja električne energije ili potrošnja sektora kućanstva), generalno se može konstatirati da je jačina djelovanja prethodno navedenih faktora varijabilnosti volumena iskoristivih vodnih resursa uvjetovana sljedećim fenomenima (i.e. FAO, 2003, pp. 4-6; UN, 2012, p. 22):

- **Promjene prirodnih i klimatskih okolnosti** koje mogu promijeniti režim površinskih i podzemnih voda; fragmentirati hidrografske i hidrogeološke sustave; utjecati na pogodnost lokacija za izgradnju vodne infrastrukture (npr. sustava za navodnjavanje ili brana za hidroelektrane); i djelovati na kvalitetu vode. Sve to, naposljetku, može ograničiti ili pospješiti razvoj vodnih resursa.
- **Funkcionalna obilježja i infrastrukturni kapaciteti primjenjivih sustava upravljanja vodnim režimom**¹⁴ koji uz prirodne modifikatore vodnih tokova čine najvažniju determinantu ponude vodnog sektora. To se u prvom redu odnosi na izvedivost, ekonomsku isplativost i efikasnost tehnoloških rješenja za zahvaćanje, obradu, akumulaciju, distribuciju i korištenje konvencionalnih i alternativnih izvora vode.
- **Ukupna potražnja za vodom** čija razina i struktura određuju prihvatljivost internih i eksternih troškova razvoja i upravljanja vodnim resursima. To se posebno odnosi na odluke o alokaciji vodnih resursa između međusobno konkurirajućih *in situ* (na/u samom vodnom tijelu) i *ex situ* (koji se zasnivaju na apstrakciji vode) oblika korištenja vode.¹⁵

Koncepcija iskoristivih vodnih resursa zapravo ukazuje na to da se jedino kroz povezivanje i sagledavanje prostorno-vremenskih značajki rasprostranjenosti vodnih resursa s jedne strane i ukupnih situacijskih ograničenja njihova korištenja¹⁶ s druge strane može dobiti realna slika o tome koliko je obnovljivih zaliha svježe vode na raspolaganju za ljudske potrebe. U zbilji, maksimalna godišnja količina vode koju je moguće i opravdano eksploatirati u nekoj zemlji značajno je manja od ukupne godišnje količine oborina i otjecanja putem kojih se obnavljaju

¹⁴ Vodni režim je tok stanja vode u okolišu koji je uvjetovan prirodnim i antropogenim utjecajima, a uključuje cjelokupnu dinamiku permanentnih promjena kvalitativnih i kvantitativnih osobina vode te dinamiku odnosa vode sa svim sastavnicama okoliša (cf. Regulacija vodnog režima, n.d.).

¹⁵ Primjerice, da li koristiti vodu iz rijeke za navodnjavanje poljoprivrednih površina ili očuvati prirodni režim rijeke za rekreativno-turističke svrhe. Ukoliko se društvo odluči za drugu opciju, raspoloživa količina riječne vode neće predstavljati poljoprivredni resurs.

¹⁶ Misli se na sveukupne prirodne, tehničko-tehnološke i socio-ekonomske odrednice korištenja vode.

podzemna i nadzemna tijela slatke vode na njezinom teritoriju. Ipak, važno je napomenuti da su iskoristivi vodni resursi dinamička kategorija koja se razlikuje od zemlje do zemlje i koja se neprestano mijenja s obzirom na društvene, tehnološke, ekonomske, političke i prirodne promjene u nacionalnom, ali i u relevantnom inozemnom okruženju¹⁷. Prema tome, iskoristivi vodni resursi su ustvari dio obnovljivih vodnih resursa koji su u datom vremenu i uvjetima na dispoziciji za korištenje, a obično se izražavaju prema namjeni i u odabranoj jedinici volumena godišnje.

S obzirom da iskoristivost vodnih resursa u nekoj zemlji ovisi o čitavom nizu faktora koji mogu biti specifični samo za tu zemlju, vrlo je teško uspoređivati i rangirati nacionalne vodne resurse prema tom kriteriju. Primjerice, razvoj vodnih resursa u zemljama koje su suočene s problemom visokog vodnog stresa sigurno se jednim dijelom temelji i na vodama niske kvalitete, odnosno vodama koje prije same upotrebe zahtijevaju ekstenzivnu i skupu obradu, dok se u zemljama koje su relativno bogate kvalitetnim obnovljivim zalihama vode takav tip vodnih resursa vjerojatno ne smatra pogodnim ili isplativim za iskorištavanje. Stoga, zbog poteškoća u preciznom mjerenju iskoristivih vodnih resursa na nacionalnoj razini, sve relevantne međunarodne organizacije za vodnu statistiku (npr. UN-Water, FAO, World Bank, Eurostat) uzimaju **ukupne stvarne obnovljive vodne resurse** kao mjeru godišnje količine vode koja je na raspolaganju za korištenje unutar teritorijalnih granica pojedine zemlje.

2.2. EKONOMSKI I EKOLOŠKI ASPEKTI MEĐUODNOSA GOSPODARSTVA I VODNIH RESURSA

Voda je nedvojbeno jedan od najvitalnijih prirodnih resursa koji podržava gotovo sve aspekte suvremenog socio-ekonomskog života, stoga su raspoloživost i kvaliteta vodnih resursa faktori koji mogu dodatno potaknuti ili ograničiti razvoj nacionalnih gospodarstava. Izuzev toga što voda predstavlja temelj cjelokupnog života i postojanja na Zemlji te osigurava biološki integritet svih ekosustava, ona je ujedno i neophodna komponenta mnogih proizvodnih i uslužnih aktivnosti, zbog čega je stabilna i sigurna opskrba vodom nužna pretpostavka normalnog funkcioniranja većine gospodarskih djelatnosti. S obzirom na ulogu i zastupljenost vode u procesima društvene reprodukcije, u današnjim bi okolnostima globalna

¹⁷ To se posebno odnosi na zemlje koje pripadaju istom slivnom području.

nestašica iskoristivih vodnih resursa dovela do nesagledivih ekonomskih posljedica i stanja opće egzistencijalne neizvjesnosti. Razlog tome je što je voda prijeko potreban primaran faktor proizvodnje u osnovnim segmentima gospodarstva, a koji se prema gospodarskoj namjeni vode mogu podijeliti na sljedeće kategorije (i.e. Uses of water, n.d.):

- ***Upotreba vode u komercijalne svrhe*** – podrazumijeva upotrebu vode u ugostiteljskim i turističkim objektima, uredskim zgradama i drugim poslovnim objektima te državnim, javnim i civilnim institucijama.
- ***Upotreba vode u prerađivačkoj industriji*** – količina potrebne vode za industrijske namjene u prvom redu ovisi o tehnološko-tehničkim specifičnostima i opsegu proizvodnje u pojedinim prerađivačkim djelatnostima, a uglavnom se koristi u različitim procesima pripreme, obrade, razrjeđivanja (ili otapanja) i čišćenja koji se odvijaju u proizvodnim pogonima industrijskih postrojenja. U pravilu, glavni izravni potrošači vode u prerađivačkom sektoru su metalurgija, strojogradnja, kemijska industrija, industrija prerade nafte, industrija papira i prehrambena industrija.
- ***Upotreba vode u poljoprivredi*** – navodnjavanje poljoprivrednih kultura najznačajniji je antropogeni faktor korištenja vode. Pored toga, voda je u poljoprivrednoj proizvodnji potrebna i za uzgoj stoke, perad i slatkovodne ribe.
- ***Upotreba vode u rudarstvu*** – voda se u rudarstvu upotrebljava prilikom ekstrakcije prirodnih minerala (ugljena i ruda), tekućina (sirove nafte i ukapljenih plinova) i plinova, a služi kao sredstvo pri postupcima vađenja, drobljenja, razdvajanja, probiranja, ispiranja i sl.
- ***Upotreba vode u energetici*** – hidroenergetski potencijal vode koristi se za proizvodnju električne energije u hidroelektranama. Također, značajni oblik korištenja vode u energetici je i hlađenje postrojenja u termoelektranama i nuklearnim elektranama.

Pored navedenih gospodarskih namjena, voda je svakodnevno potrebna u prometu ljudi i roba, u kućanstvu¹⁸, ali i za obavljanje mnogih ekoloških funkcija (više o tome cf. tematska jedinica 2.3.1.). Stoga, ako se uzme u obzir da je voda konačan resurs koji ima temporalna i

¹⁸ Primjerice voda za piće, pripremu hrane, kupanje, pranje rublja i posuđa, ispiranje toaleta, zalijevanje travnjaka i vrtova i sl.

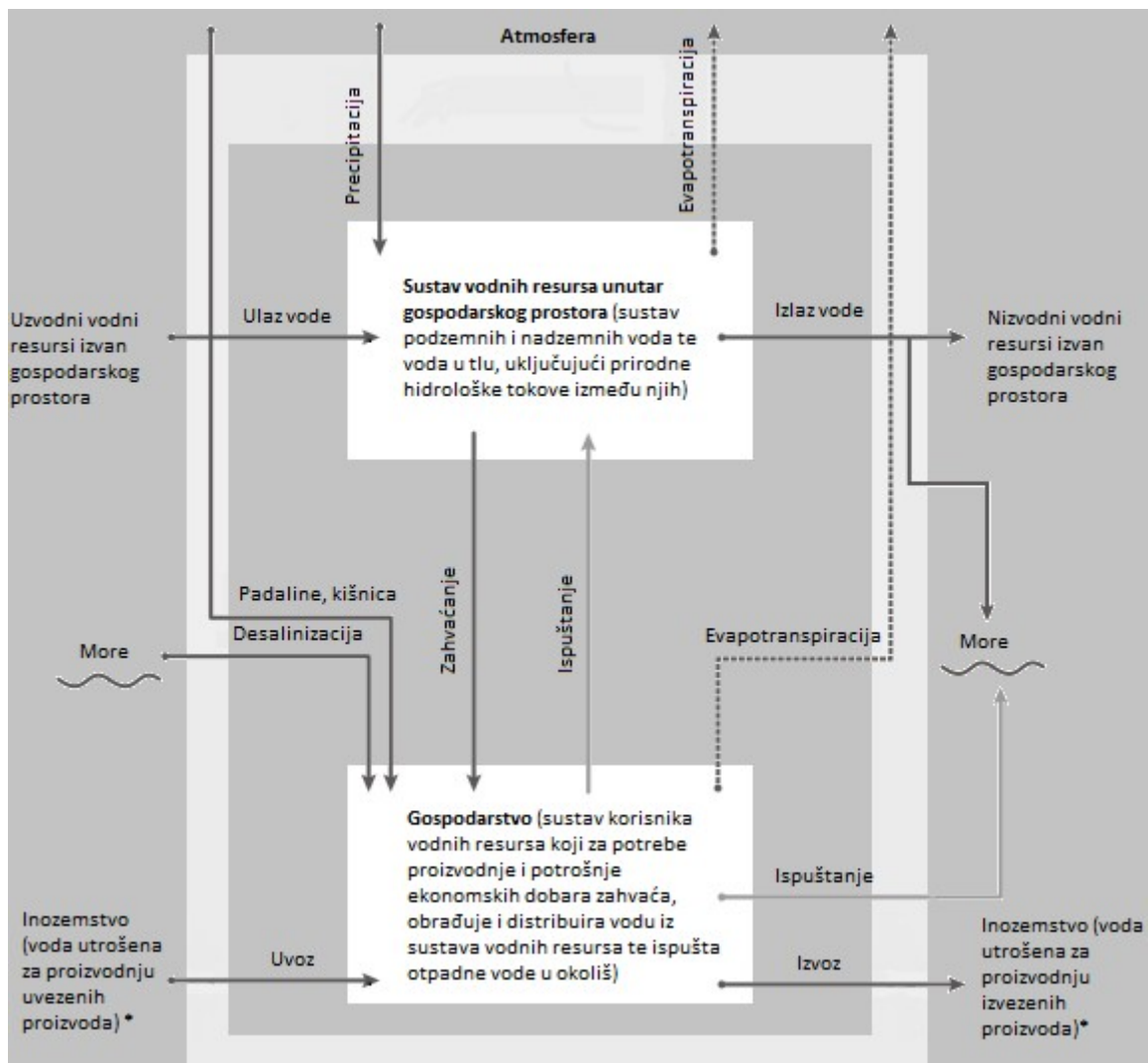
lokalna ograničenja u smislu njegove dostupnosti i prikladnosti za korištenje, postizanje dinamičke ravnoteže između ukupne ponude i potražnje za vodom izrazito je kompleksno i osjetljivo pitanje, posebno iz razloga što oskudica vodnih resursa može narušiti odnose i rezultirati konfliktima između različitih antropogenih i prirodnih korisnika vode.

Budući da se dosadašnji rast svih svjetskih ekonomija temeljio na konvencionalnim ekonomskim modelima koji su u strateškom pogledu zanemarivali održivost međuodnosa gospodarstva¹⁹ i vodnih resursa, suvremeni gospodarski ciklusi korištenja vode u potpunoj su suprotnosti s općim ekološkim principima i funkcijama kruženja vode u prirodi.²⁰ Sukladno tome, a u svrhu utvrđivanja i sagledavanja fundamentalnih razloga zašto ekonomske aktivnosti u gospodarstvu određene teritorije imaju negativan utjecaj na raspodjelu, količinu i kakvoću raspoloživih vodnih resursa, na sljedećoj shemi prikazani su osnovni tipovi tokova vode između gospodarstva i okoliša.

¹⁹ Gospodarstvo je ukupnost ekonomskih aktivnosti proizvodnje, potrošnje, razmjene i akumulacije poduzetih od strane rezidentnih gospodarskih jedinica na nekom prostoru. Gospodarske jedinice su u suštini jedinice koje mogu posjedovati imovinu, preuzimati obveze te se angažirati u gospodarskim aktivnostima i transakcijama s drugim jedinicama, samostalno i za svoj račun. Nacionalno gospodarstvo se definira kao cjelokupan skup rezidentnih gospodarskih jedinica neke zemlje (SNA 2008, p. 17).

²⁰ Ekološki principi su osnovne pretpostavke o načinu funkcioniranja i održavanja prirodne dinamičke ravnoteže ekosustava i vezani su uz interne i eksterne faktore stabilnosti neposrednih i posrednih odnosa između svih živih i neživih elemenata ekosustava, a koji ako se naruše ljudskim ili prirodnim djelovanjem mogu povratno negativno utjecati na čovjeka i njegove djelatnosti (više o tome cf. Jarvis, 2000). Ekološke funkcije vode i značaj vode kao ekološkog dobra detaljnije su objašnjeni u okviru tematske jedinice 2.3.1.

Shema 2.4. Tokovi vode između gospodarstva i okoliša



Izvor: Priredio doktorand

*Detaljnije objašnjeno u okviru koncepta virtualnih voda koji je iznesen u tematskoj jedinici 4.2.2.2.

Svako gospodarstvo povezano je s vodnim resursima na dva načina. Prvo, vodni resursi predstavljaju materijalni input za ekonomske procese koji uključuju aktivnosti potrošnje i proizvodnje dobara i usluga. Drugo, apsorpcijski kapacitet vodnih resursa služi kao konačni prijemnik otpadnih voda i drugih rezidualnih nusprodukata ekonomskih procesa koji se ispuštaju u okoliš. Degradacija vodnih resursa odnosi se na pretjeranu eksploataciju vodnih tijela podzemnih i nadzemnih voda, a zagađenje vodnih resursa podrazumijeva pretjeranu uporabu apsorpcijskog kapaciteta vodnih prijemnika otpada u okolišu. Budući da su izdašnost i apsorpcijski kapacitet vodnih resursa prirodni faktori koji omogućavaju ili podržavaju brojne ekonomske aktivnosti, do degradacije i zagađenja vodnih resursa dolazi zbog nepromišljenog i pretjeranog iskorištavanja vode u svrhu gospodarskog rasta i razvoja.

Pretjerano iskorištavanje vodnih resursa zapravo je posljedica ekološke neefikasnosti gospodarstava kao cjelovitih sustava. Naime, u kontekstu hidrološkog ciklusa, cjelokupno gospodarstvo nekog područja može se promatrati kao sustav koji apstrahira vodu iz vodnog okoliša²¹ u kojem taj sustav egzistira i nakon korištenja ponovno je vraća u vodni okoliš. Problem je u tome što se do sad vjerovalo kako će neiscrpni vodni resursi omogućiti neograničene količine vode za gospodarske potrebe te da opterećenje vodnih resursa onečišćujućim tvarima nikada neće narušiti njihova kvalitativna svojstva (više o tome cf. tematska jedinica 3.3.). Zbog toga su iz perspektive toka vodnih resursa gotovo sve makrogospodarske cjeline ustrojene prema jednostavnom linearnom modelu koji funkcionira na način da gospodarske jedinice putem masivne vodne infrastrukture primaju dotok vodnih resursa koji se uslijed njihove upotrebe transformiraju u štetne otpadne vode i potom ispuštaju natrag u okoliš. Budući da je tendencija takvog modela gospodarskog korištenja vode nelimitirano zadovoljavanje pojedinačnih potreba za vodom, a ne optimizacija raspodjele, distribucije i upotrebe vodnih resursa u procesu društvene reprodukcije, kumulativan učinak povećanja razine proizvodnje i potrošnje u gospodarstvu koje se zasniva na linearnim tokovima vode je povećana stopa iscrpljivanja i zagađivanja vodnih resursa (cf. shema 2.4.).

Uvažavajući činjenicu da su svi materijalni i energetski tokovi na Zemlji determinirani s nepromjenjivim zakonima termodinamike, radi potpunog razumijevanja negativnog utjecaja gospodarstva na vodne resurse, nužno je sagledati njihov odnos i s aspekta ovih prirodnih zakonitosti. Prvi zakon termodinamike odnosi se na pojavu rezidualnih tokova ekonomskih aktivnosti i direktno je povezan s problemom zagađivanja vodnih resursa, dok je drugi zakon termodinamike, zakon entropije, izravno povezan s problemom oskudice vodnih resursa.

Prvi zakon termodinamike govori da je ukupna energija i materija u svemiru nepromjenjiva. Energija i materija se ne mogu stvoriti ili uništiti, već mogu samo prelaziti iz jednog oblika u drugi. To znači da ukupna količina materije/energije koja se unosi u bilo koji proizvodni proces mora biti jednaka količini materije/energije nakon tog proizvodnog procesa (i.e. Bryant, 2011). Ako se gospodarstvo promatra kao sustav u kojem vladaju zakoni termodinamike, onda se može reći da otpadne vode u gospodarstvu nastaju zbog

²¹ Prema *Zakonu o vodama (NN 153/2009)* "vodni okoliš" je vodni sustav, uključivo vodne i o vodi ovisne ekosustave (organizme i njihove zajednice), čovjeka te materijalnu i kulturnu baštinu koju je stvorio čovjek u ukupnosti uzajamnog djelovanja.

nusprodukata procesa pretvaranja materijalnih inputa u konačne proizvode. Do toga dolazi iz razloga što se u bilo kojem tipu proizvodnje, pored željenog outputa, oslobađaju i rezidualni fizički tokovi u obliku krutih, tekućih ili plinovitih onečišćujućih tvari koji se otapaju u vodi korištenoj kao osnovni medij za proizvodne tehnološke procese ili vodi korištenoj za neke druge namjene, poput primjerice hlađenja i čišćenja proizvodnih pogona.²² S obzirom da je prema prvom zakonu termodinamike onečišćenje tokova vode u gospodarstvu neizbježna posljedica aktivnosti vezanih uz proizvodnju dobara i usluga, kvaliteta vode koju gospodarstvo vraća u okoliš, ukoliko prethodno nije adekvatno obrađena, u pravilu je znatno lošija od kvalitete vode zahvaćene iz okoliša, što naposljetku ima negativan utjecaj na promjenu fizičko-kemijskih i bioloških svojstava vodnog tijela prijemnika otpadnih voda.

Osim što prakticiranje linearnog modela gospodarskog korištenja vode doprinosi pogoršavanju općeg ekološkog stanja vodnih resursa, drugi zakon termodinamike ukazuje da zadržavanje takve paradigme međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa može ugroziti sigurnost ponude dovoljnih količina vode za ukupne gospodarske i druge ljudske potrebe. Drugi zakon termodinamike implicira da se entropija u izoliranim sustavima neprestano povećava, tj. da se korisni oblici materije i energije neprestano pretvaraju u nekorisne. Za smanjenje entropije u nekom prirodnom ili antropogenom sustavu neophodno je osigurati permanentno uvođenje materije i energije u taj sustav, čime se direktno povećava entropija u njegovom okruženju (cf. Asafu-Adjaye, 2005, tematska jedinica 2.). S obzirom na to da proces entropije nije reverzibilan, zadovoljavanje neprekidno rastućih potreba za vodom u gospodarskom sustavu u kojem dominiraju linearni tokovi vode može se ostvariti jedino kroz intenzivniju eksploataciju dostupnih vodnih resursa. Stoga, ako prosječna stopa zahvaćanja vode iz podzemnih i nadzemnih vodnih resursa i prosječno vremensko zadržavanje zahvaćene vode u gospodarstvu nadilaze dinamiku njihove prirodne obnove, izvori tih resursa (i.e. vodna tijela) u konačnici će presušiti.

Zbog osjetljivosti ograničenih vodnih resursa, ekološke eksternalije postojećih modaliteta gospodarskog korištenja vode počele su imati poguban utjecaj na održivost vodnih resursa, a konzekventno tome i narušavati opstojnost međuodnosa između svih vodnih i o vodi ovisnih

²² Također, nusprodukti proizvodnih aktivnosti su i razni raspršeni onečišćivači u okolišu koji posredstvom hidrološkog ciklusa dospijevaju u podzemna i nadzemna vodna tijela i umanjuju njihova ekološka i uporabna svojstva.

prirodnih i antropogenih sustava (više o tome cf. tematska jedinica 3.3.). Dugoročno gledano, trajno umanjeње količinskog i kvalitativnog stanja raspoloživih slatkih voda, ali i svih drugih prirodnih resursa određenog područja, može se izbjeći jedino kroz postizanje održive koegzistencije i koevolucije između cjelokupnog društveno-gospodarskog i prirodnog kompleksa koji postoje na tom području. S aspekta vodne politike, to zahtijeva napuštanje dominantnog jednodimenzionalnog pristupa u upravljanju vodama i otpadnim vodama te uvažavanje prirodnih zakonitosti, odnosno prirodnih granica iskorištavanja apsorpcijskog i količinskog kapaciteta vodnih resursa. Naravno, navedeno podrazumijeva radikalne promjene u razvoju, alokaciji, zaštiti i gospodarenju vodnim resursima, a čija se koncepcija, provođenje i koordinacija prvenstveno moraju uskladiti sa specifičnim obilježjima vode kao ekološkog, društvenog i ekonomskog dobra koja, ovisno o razini promatranja i kontekstu korištenja vode, mogu imati potpuno različite konotacije.

U svrhu što boljeg razumijevanja raznovrsnosti i složenosti izvora i tokova vodnih resursa, kako u pogledu njihove pojavnosti i funkcije u prirodi, tako i u pogledu njihove uloge i prisutnosti u procesu društvene reprodukcije, u sljedećoj tematskoj jedinici ove disertacije sistematizirane su i objašnjene najvažnije determinante i značajke vode kao ključnog ekološkog i ekonomskog dobra.

2.3. TEORIJSKE ODREDNICE I TEMELJNA OBILJEŽJA VODE KAO EKOLOŠKOG I EKONOMSKOG DOBRA

S obzirom na različitost i složenost sadržaja koji proizlaze iz naslova ove tematske jedinice, radi preglednosti i sistematičnosti razrade fenomena vode kao kompleksnog dobra, ova tematska jedinica podijeljena u dvije cjeline: **1) voda kao ekološko dobro i 2) voda kao ekonomsko dobro.**

2.3.1. Voda kao ekološko dobro

Najvažnije spoznaje o vodi kao ekološkom dobru elaborirane su u dvije tematske jedinice: **1) voda – strukturni element života na Zemlji i 2) ekološke usluge vode.**

2.3.1.1. Voda – strukturni element života na Zemlji

Ne samo da se svi živi organizmi najvećim dijelom sastoje od vode (biljni i životinjski organizmi 50-95%, ljudski organizam oko 60%), nego je voda i osnovni medij u kojem se odvijaju sve fiziološke reakcije i procesi u njihovim tijelima (WBGU, 1998). Razlog tome je što voda u stanicama tijela biljaka i životinja omogućava otapanje i miješanje različitih organskih i anorganskih kemijskih spojeva, razgradnju i prijenos hranjivih tvari, odvajanje i eliminaciju otpadnih tvari te regulaciju i održavanje konstantne temperature, što su ujedno i ključne pretpostavke normalnog funkcioniranja i opstanka svih jednostavnih i složenih oblika života (i.e. Hanslmeier, 2010, p. 31). Zapravo, najvažnije svojstvo vode kao osnovne strukturne komponente živih sustava proizlazi upravo iz njezine sposobnosti da zadrži agregatno stanje tekućine unutar širokog raspona temperature. Pod atmosferskim uvjetima koji vladaju na Zemljinoj površini, voda može ostati tekućina u rasponu temperature od 0 do 100 Celzijeva stupnja, zbog čega različite forme života imaju urođene predispozicije opstanka u promjenjivim toplinskim okolnostima, specifičnim za raznolike tipove prirodnih staništa koja postoje na Zemlji, bez da se zamrznu ili prokuhaju.²³ Stvar je u tome što voda zbog visokog stupnja vrelišta ima velik toplinski kapacitet, tako da žive stanice pomoću isparavanja relativno male količine vode mogu brzo reagirati na povećanje njihove temperature te na taj način otkloniti ili ublažiti nepoželjne efekte njihova pregrijavanja.

Uz to što je voda idealno otapalo i regulator topline, velika površinska napetost vode je također svojstvo koje vodu čini posebnim i nezamjenjivim unutarnjim biološkim faktorom živih organizama. Budući da površinske molekule tekuće vode imaju sklonost povezivanja s istovrsnim molekulama (i.e. kohezija) i ne pokazuju sklonost povezivanja s molekulama zraka ili druge materije koja ih okružuje (i.e. adhezija), na površini vode stvara se tanki, elastični sloj zbog kojeg kapi vode poprimaju oblik kompaktne sfere. Ova prirodna sposobnost vode zapravo je osnovni čimbenik stvaranja agregata organskih spojeva jer djelovanje površinske napetosti vode omogućava organizaciju određenih skupina molekula unutar jedne jedinstvene cjeline i održava opstojnost takve biološke cjeline u interakciji s drugim graničnim molekularnim strukturama, a što je ustvari bilo presudno za nastanak i evoluciju cjelokupnog

²³ Tome dodatno doprinosi i činjenica da točke ledišta i vrelišta vodenih otopina u prirodi i živim bićima variraju ovisno o njihovom sastavu i talku kojem su izložene. Više o tome cf. Generalić (2015) i Filipović & Lipanović (1995).

života na Zemlji (cf. Evreinova et. al., 1974). Time je površinska napetost vode s vremenom dobila važnu funkciju u koncentraciji različitih otopina i disperzija tvari na membranama pojedinih funkcionalnih i strukturnih jedinica u složenim živim organizmima (npr. stanica, tkivo, organ itd.). Osim toga, površinska napetost vode uzrokuje i pojavu kapilarnosti vode, odnosno uzdizanja vode u uskim cijevima (i.e. kapilarama) usprkos gravitaciji, što je od posebnog značaja za život i razvoj biljne flore na Zemlji, budući da kapilarne sile omogućavaju protok vode i nutrijenata u korijenu i provodnom sustavu biljaka (cf. Capillary Action, n.d.).

Zašto je upravo voda, za razliku od drugih tekućina u prirodi (npr. brom i živa), postala osnovni građevni element života, najbolje se može predložiti ako se na temelju prethodno iznesenih fizičkih značajki tvari izvrši usporedba vode sa svim ostalim poznatim tekućinama na Zemlji (cf. tablica 2.2.).

Tablica 2.2. Fiziološke prednosti vode u odnosu na druge tekućine

Svojstvo	Povoljnost u odnosu na druge tekućine	Vitalna funkcija u živim organizmima
Topljivost	Najbolja sposobnost i najveći kapacitet otapanja tvari od svih poznatih tekućina u prirodi	Osnovna pretpostavka za sve kemijske, fizičke i biološke procese u živim organizmima
Površinska napetost	Najveća od svih poznatih tekućina u prirodi	Ključno za fiziologiju stanica
Toplinska provodljivost ²⁴	Najbolja od svih poznatih tekućina u prirodi	Važno za metaboličke procese unutar i između stanica
Latentna toplota ²⁵	Najveća latentna toplota taljenja i isparavanja od svih poznatih tekućina u prirodi	Omogućava termostatsku funkciju vode u živim organizmima
Providnost	Relativno velika za vidljivu svjetlost; velika apsorpcija za infracrvenu i ultraljubičastu svjetlost	Važna za fotosintezu

Izvor: Priredio doktorand na temelju podataka i informacija objavljenih na portalu *Exploring Our Fluid Earth* [dostupno na: <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/>]

Uvažavajući istaknute prednosti vode u odnosu na druge prirodne tekućine, sasvim je jasno zašto je voda tijekom razvoja biosfere postala glavni strukturni i funkcionalni fundament svih jednostavnih i kompleksnih oblika života na Zemlji. Stoga, promatrajući anatomiju živih organizama na razini sadržaja i bioloških procesa koji su zastupljeni unutar i između njihovih

²⁴ Zbog dobre toplinske provodljivosti vode, neprekidno zagrijavanje određenog površinskog ili unutarnjeg dijela tijela vodene otopine ne dovodi do kontinuiranog porasta njegove temperature iz razloga što se dodatna toplinska energija brzo širi na ostatak vodenog sadržaja.

²⁵ Latentna toplota (L) je količina topline koja se apsorbira ili oslobodi kada tvar promijeni svoje agregatno stanje.

stanica, uistinu se može ustvrditi da je u svojoj osnovi sav život izgrađen od vode i da se sav život odvija u vodi. Vezano uz to, bitno je razumjeti da živa bića egzistiraju kao otvoreni sustavi i da prilikom interakcije živih bića s okolišem (i.e. izmjene tvari i energije) dolazi do značajnih promjena u koncentraciji i sastavu vode u njihovim tijelima i stanicama, zbog čega svaki živi organizam mora pravodobno nadoknaditi potrošene ili izgubljene količine vode, a sve kako bi održao i sačuvao dobro stanje vlastitog metabolizma. Iako postoje razlike u vremenskom trajanju u kojem pojedine vrste mogu izdržati bez uzimanja dodatnih količina vode, nedovoljan unos i gubitak vode u organizmu bilo koje jedinice dovest će do prestanka rada njezinih vitalnih funkcija, a konzekventno tome i do umiranja te jedinice (cf. Kramer & Boyer, 1995). Upravo iz tog razloga redovito korištenje i dostupnost vode odgovarajuće kvalitete osnovan je preduvjet za formaciju, razvoj, održavanje i opstanak svih oblika života na Zemlji.

Osim toga što se zbog specifičnih svojstava vode sve žive tvari najvećim dijelom sastoje od vode i što se niti jedan biološki proces u tijelu živih bića ne može odvijati bez vode, značaj vode kao osnovnog preduvjeta života na Zemlji ogleda se i u njezinoj ulozi u osiguravanju ekološke povezanosti, bioraznolikosti i održivosti ekosustava te u proizvodnji/pružanju i obnavljanju brojnih ekoloških dobara i usluga, odnosno koristi od fizičkih, kemijskih i bioloških funkcija ekosustava, a koje ne samo da su bitne za održavanje sveobuhvatne varijabilnosti života u biosferi, nego o njima izravno ili neizravno ovisi dobrobit i blagostanje cjelokupnog čovječanstva. S tim u vezi, u sljedećoj tematskoj jedinici dan je pregled osnovnih kategorija ekoloških usluga vode i objašnjena je ekonomska vrijednost brojnih koristi za čovjeka koje proizlaze iz tih usluga, a koje su određene distribucijom, raspoloživošću, stanjem i dinamikom kruženja vode u prirodi.

2.3.1.2. Ekološke usluge vode

Ekološka posebnost vode ne proizlazi samo iz činjenice da je voda esencijalna hranjiva tvar i elementarni sastojak svih živih organizama, nego je voda i medij koji pokreće, usklađuje, povezuje i održava brojne prirodne procese na Zemlji.

Pojavnost i izmjena tranzicijskih svojstava vode u različitim fazama hidrološkog ciklusa u funkciji su osnovnog regulatornog mehanizma energetske i materijalne bilance u globalnom ekosustavu. Primjerice, s obzirom na relativno visoku vrijednost albeda²⁶, snježne i ledene površine doprinose održavanju povoljnog odnosa između ukupno reflektirane i ukupno apsorbirane količine Sunčeve energije koja je dospjela na Zemlju te tako sprječavaju njezino pregrijavanje.²⁷ S druge strane, zbog relativno visoke latentne topline isparavanja i taljenja vode, prilikom promjene agregatnih stanja vode u hidrološkom ciklusu, odnosno odmrzavanja, isparavanja, kondenzacije i zamrzavanja vode, vežu se i oslobađaju velike količine toplinske energije, što vodu čini fundamentalnim sredstvom prijenosa toplinske energije između oceana, atmosfere i kopna, a samim time i glavnom pokretačkom snagom ukupnih vremenskih i klimatskih prilika na Zemlji. Također, vodena para je ujedno i najznačajniji staklenički plin u atmosferi, stoga najviše doprinosi prirodnom efektu staklenika koji podiže i održava temperaturu na Zemljinoj površini u granicama pogodnim za život čovjeka i svih drugih živih organizama.²⁸

Zbog toga što je voda izvrsno otapalo i medij za prienos, razmjenu i hlađenje materijalno-energetskih tokova unutar i između samoorganizirajućih (i.e. samoregulirajućih) ekosustava²⁹ na Zemlji, rasprostranjenost i kruženje vode u prirodi podupire i regulira sve poznate sedimentacijske i biogeokemijske cikluse, što je od presudne važnosti za održavanje dinamičke ravnoteže tvari na Zemlji.³⁰ S aspekta hidrološkog ciklusa, ciklička kretanja tvari u prirodi započinju s erozijskim djelovanjem tekuće vode koja uzrokuje odvajanje čestica s

²⁶ Albedo je omjer između odbijenog i primljenog elektromagnetskog zračenja koje je dospjelo na neku površinu ili u neko sredstvo (i.e. Albedo, n.d.).

²⁷ Sličnu ulogu u reguliranju temperature na Zemlji imaju i oblaci koji se sastoje od kapljica vode i kristalića leda (cf. Maradin, 2008).

²⁸ Da nema prirodnog efekta staklenika prosječna vrijednost temperature na Zemlji iznosila bi -18 Celzijevih stupnjeva, sva voda bi se zaledila i vladali bi uvjeti u kojima većina današnjih živih vrsta na Zemlji ne bi mogla opstati. Prema važećim znanstvenim procjenama, aproksimativno 70 do 80% prirodnog efekta staklenika posljedica je vodene pare i oblaka (cf. Gregory, 2015).

²⁹ Ekosustav je osnovna funkcionalna i organizacijska jedinica u biosferi koja se sastoji od pojedinih staništa i biocenoza (ili njihovih mreža), međusobno uvjetovanih i povezanih kružnim tokovima tvari i energije, tako da svaka promjena u bilo kojoj od njegovih živih i neživih sastavnica, u većoj ili manjoj mjeri, djeluje na ekosustav u cjelini. Ekosustavi razlikuju se prema veličini i stupnju složenosti. Biosfera je najveći i najsloženiji ekosustav na Zemlji jer obuhvaća sve organizme i njihov okoliš (cf. Cifrić, 1989, p. 50 i Ekosustav, n.d.).

³⁰ Sedimentacijski ciklusi podrazumijevaju kruženje netopivih čestica u prirodi koje se pod utjecajem vode ili zračnih struja odvajaju, transportiraju, nakupljaju i talože na stjenkama ili površini različitih reljefnih cjelina. Biokemijski ciklusi predstavljaju kruženje ugljika, kisika, vodika, dušika, fosfora i drugih hranjivih tvari između okoliša i organizma. Uloga vode u navedenim ciklusima detaljno je obrađena u Wetzel (2001) i Slaymaker & Embleton-Hamann (2009).

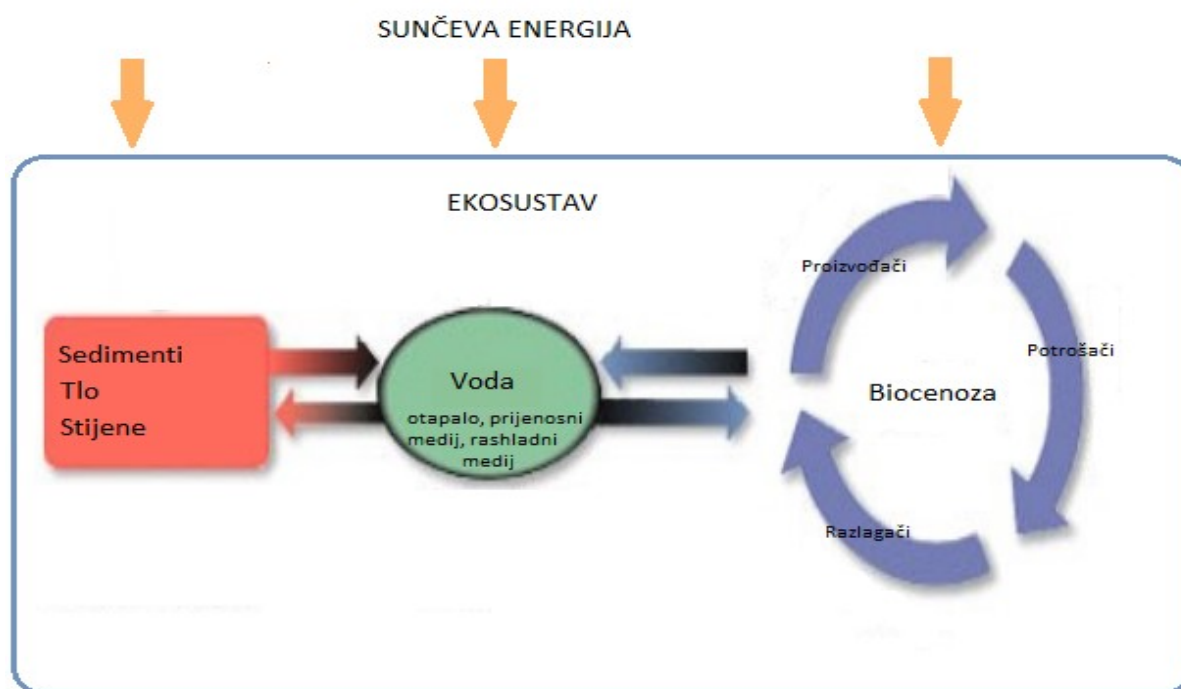
organskih i anorganskih materijala sadržanih u ili na različitim slojevima litosfere do kojih dopire voda i s oborinskim ispiranjem raspršenih tvari u okolišu. Potom se komponente erodiranog i ispranog materijala suspendiraju ili otapaju u vodi te putem otjecanja prenose u površinske i podzemne vodotokove, mora i oceane ili neke druge hidrološke sastavnice, posredstvom kojih otopljene organske tvari (i.e. nutrijenti i nositelji energije) i krute čestice (i.e. sedimenti) dopijevaju u različita vodena, kopnena i morska staništa. Naposljetku, dio suspendiranih i otopljenih tvari koje prenosi voda taloži se na/u pojedinim abiotičkim (i.e. neživim) sastavnicama okoliša, a dio ulazi u hranidbene lance biotičkih zajednica (i.e. biocenoza)³¹ u određenim staništima, pri čemu se ostaci razgradnje organskih i anorganskih tokova u hranidbenim lancima, pod utjecajem vode kao medija, ponovno dekomponiraju i prenose u druge posredne ili neposredne dijelove ekosustava.³²

Na sljedećoj shemi ilustrirana je uloga vode u cikličkom kretanju materije i energije na razini pojedinog ekosustava.

³¹ Biocenoza je samodostatna zajednica različitih biljnih i životinjskih vrsta te gljiva i mikroorganizama, nastanjenih u jednom ograničenom životnom prostoru, odnosno biotopu ili staništu (i.e. Biocenosis, n.d.).

³² Hranidbeni lanci predstavljaju odnose između živih organizama u nekom ekosustavu i načina kako organizmi dolaze do hrane, a sastoje se od proizvođača, potrošača i razlagača. Svi hranidbeni lanci uvijek započinju s procesom fotosinteze u biljnim organizmima i završavaju s mikroorganizmima koji razlažu nežive organske tvari i emitiraju ih nazad u sastavnice okoliša. Odnosi ishrane u hranidbenim lancima detaljnije su objašnjeni u Krčmar i Hackenberger (2015).

Shema 2.5. Uloga vode kao osnovnog prirodnog medija u ekosustavu



Izvor: Izradio doktorand na osnovu ilustracija preuzetih iz Rockström, J. et al. (2014): *Water resilience for human prosperity*, Cambridge University Press, p.5 i *Nutrient Cycles* (n.d.), [dostupno na: http://www.mhhe.com/biosci/esp/2001_gbio/folder_structure/ec/m3/s3/, preuzeto: 21.12.2015]

S jedne strane, participacija vode u kruženju tvari između biotičkih i abiotičkih čimbenika u okolišu omogućava neprekidno formiranje, oblikovanje i mijenjanje geoloških struktura i reljefnih oblika na Zemlji, a s druge strane omogućava obnavljanje živih komponenti ekosustava i doprinosi daljnjem razvoju bioraznolikosti.

Kao što je već spomenuto, za mnoge vrste voda nije samo osnovna životna namirnica i građevni element, nego ona predstavlja i njihovo jedino stanište. Štoviše, biološka evolucija Zemlje započela je u vodi, stoga je dostignuti stupanj ukupne biološke raznolikosti na Zemlji upravo rezultat raznovrsnih organizama koji su tijekom vremena nastajali i evoluirali u različitim vodenim staništima i postupno se širili u druge sastavnice okoliša. Osim u moru i oceanima, bogata raznolikost života razvila se u svim kopnenim vodnim tijelima poput primjerice rijeka, jezera, močvara, podzemnih rijeka i bazena, vlažnih tla te drugih tipova vodenih i vlažnih staništa (i.e. biotopa), gdje su uslijed međudjelovanja biocenoza

prilagođenih na život u takvim sredinama i specifičnih abiotičkih uvjeta koji tamo prevladavaju stvoreni jedinstveni vodeni ekosustavi.³³

Vodeni ekosustavi u uskoj su interakciji s kopnenim ekosustavima i atmosferom, a zbog svojih iznimnih kemijskih, fizičkih, bioloških i drugih inherentnih obilježja imaju centralnu ulogu u stvaranju i pružanju brojnih ekoloških usluga važnih za život čovjeka i opstojnost njegovih djelatnosti. U znanstvenoj i stručnoj literaturi pojam *ekološke usluge* (i.e. *usluge ekosustava*) ima antropocentričnu konotaciju i upotrebljava se prilikom sistematizacije i vrednovanja svih koristi koje čovjek ima od zdravih ekosustava. Pritom, ekološke usluge definiraju se kao kapaciteti prirodnih procesa i sastavnica za opskrbljivanje i pružanje dobara i usluga koje izravno ili neizravno zadovoljavaju ljudske potrebe (cf. Groot et al., 2002). Ključna značajka svih neopipljivih i opipljivih blagodati ekoloških usluga je njihova stalnost u smislu regeneracije i raspoloživosti za čovjeka, što znači da ekološke usluge osiguravaju i permanentno obnavljaju brojne materijalne i nematerijalne prirodne produkte koji se neprekidno troše u procesu društvene reprodukcije ili omogućavaju, podupiru i štite različite aspekte ljudskog postojanja i djelovanja. Budući da ekološke usluge nisu rezultat ljudskog rada, niti su pod efektivnom kontrolom gospodarskih subjekata, one su u ekonomskom žargonu potpuno besplatne i tretiraju se kao slobodno dobro. Ipak, to ne znači da su one apsolutne u svom djelovanju.

Za potpuno razumijevanje kapaciteta ekoloških usluga potrebno je naglasiti da su ekološke usluge zapravo ishodi prirodne samoregulacije ekosustava, a koja kao temeljni princip njihovog funkcioniranja ima određena intrinzična ograničenja. Naime, na razini procesa ekosustavi su u suštini povezani ciklusi retroaktivnih lančanih reakcija koji omogućavaju konstantnu kontrolu i održavanje optimalnog odnosa između svih ulaznih, izlaznih i unutarnjih parametara ekosustava (npr. karakteristične i invazivne vrste, otpadne tvari, hrana, energija, ekstremni vremenski uvjeti i sl.). Što je pojedini ekosustav diverzificiraniji i što su međuodnosi unutar njega složeniji, to je njegova djelotvornost stabilnija i otpornija na utjecaje umjetnog reduciranja njegovih izvornih biotičkih i abiotičkih elemenata i utjecaje

³³ Dakle, u širem smislu vodeni ekosustavi odnose se na sve one organizacijske i funkcionalne jedinice biosfere u kojima je voda neposredan i dominantan okolišni faktor, bilo da se radi o ekosustavima gdje je voda ujedno i isključivi životni prostor ili o tzv. polu-vodenim ekosustavima u kojima je voda odredila sve ostale abiotičke i biotičke faktore te modificirala njihova strukturna i funkcionalna ekološka obilježja. Pri tome se u pravilu misli na močvarna i vlažna područja gdje je površinski sloj tla natopljen vodom i gdje je uglavnom zastupljena hidrofilna vegetacija (i.e. Mioduszewski, 2006, p. 68-69 i Vučijak et al., 2011, p. 29).

unosu tj. pridruživanja novih elemenata u taj ekosustav (cf. Great Barrier Reef Outlook Report 2009, pp. 146-147). Međutim, pretjerano opterećivanje, smanjivanje ili gubitak ključnih sastavnica određenog ekosustava može trajno narušiti njegovu primarnu strukturu i funkcionalnost, a posljedično tome i umanjiti njegovu korisnost za čovjeka. Prema tome, razina, kvaliteta i elastičnost ponude ekoloških usluga isključivo je uvjetovana očuvanjem dobrog stanja i integriteta ekosustava na Zemlji.

Najznačajnije usluge vodenih ekosustava vezane su uz raspoloživost obnovljivih izvora pitke vode i obnovljivih izvora biljnih i životinjskih sirovina koji su presudni za širok dijapazon gospodarskih i kućanskih aktivnosti. Pored toga, vodeni ekosustavi i hidrološki ciklus izravno pružaju još niz drugih ekoloških usluga važnih za čovjeka i njegovo blagostanje ili podupiru ekološke usluge vezanih ekosustava, a koje se prema *Milenijskoj procjeni ekosustava* (eng. *Millennium Ecosystem Assessment*)³⁴ mogu podijeliti na usluge opskrbljivanja, usluge regulacije, kulturološke usluge i usluge podržavanja (cf. tablica 2.3.).

Tablica 2.3. Ekološke usluge vode i vodenih ekosustava

EKOLOŠKE USLUGE	OPIS I PRIMJERI
Opskrbljivanje	
Hrana	Proizvodnja i obnavljanje fondova jestivih vrsta životinja, biljaka i gljiva (npr. riba, divljač, voće, povrće, žitarice)
Svježa voda	Akumuliranje vode za razne potrošačke i ne-potrošačke namjene u kućanstvu i gospodarstvu (npr. voda za piće i održavanje higijene, voda za poljoprivrednu i industrijsku proizvodnju, voda za proizvodnju električne energije, voda za transport i sl.)
Sirovine	Proizvodnja organskih sirovina tj. biomase koja se može koristiti kao građevinski materijal, tekstilno vlakno ili energent (npr. trupci, ogrjevno drvo, treset, pamuk)
Biokemikalije	Ekstrakcija i otapanje biokemikalija iz biotičkih elemenata ekosustava (npr. minerali, vitamini, toksini, lijekovi)
Genetski materijal	Vodeni ekosustavi i vlažna staništa izvor su i skladište autohtonog i egzotičnog genetskog materijala koji je primjerice ključan u identificiranju produktivnih, otpornih i ljekovitih sorti biljaka
Sedimenti	Opskrba anorganskim fluvijalnim materijalima koji se koriste u industriji i građevinarstvu (npr. šljunak, pijesak, glina)
Regulacija	
Regulacija klime	Reguliranje temperature, oborina i bioloških procesa koji utječu na klimu (npr. kontrola razine stakleničkih plinova u atmosferi kroz zahvaćanje i otpuštanje CO ₂ prilikom rasta i razgradnje biomase)
Regulacija vodenih tokova	Obnavljanje vodnih tijela u hidrološkom ciklusu (npr. podzemnih izvora vode koji se koriste za vodoopskrbu)

³⁴ Dostupno na: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

Pročišćavanje vode i razgradnja otpada	Apsorpcija, asimilacija i recikliranje viška hranjivih tvari i onečišćujućih tvari u okolišu (npr. prirodna filtracija vode pri prolasku kroz razne slojeve tla, zahvaćanje nitrata u močvarnim područjima)
Regulacija erozije	Obnavljanje tla i drugih geomorfoloških struktura putem nanošenja i taloženja sedimenata; smanjivanje erozije i sprječavanje nastanka klizišta kroz razvoj vegetacije
Regulacija prirodnih hazarda	Zaštita od poplava i vremenskih nepogoda (npr. zaustavljanje poplavnih tokova u močvarnim područjima i na muljevitim obalama blizu riječnih ušća, ublažavanje posljedica suša)
Oprašivanje	Osiguravanje staništa oprašivačima i doprinos poljoprivrednim djelatnostima (npr. proizvodnja meda)
Kultura	
Duhovne, vjerske i stvaralačke vrijednosti	Mnoge religije pridaju duhovne i vjerske vrijednosti vodi i vodenim ekosustavima, a koji su ujedno i izvor nadahnuća za različite oblike stvaralaštva (npr. u umjetnosti)
Obrazovne vrijednosti	Hidrološki ciklus i vodeni ekosustavi imaju centralnu ulogu u opstojnosti biosfere stoga predstavljaju osnovno polazište za izučavanje i razumijevanje uzročno-posljedične veze između prirodnih i antropogenih procesa
Estetske vrijednosti	Očuvana vodena područja predstavljaju estetsku vrijednost koja doprinosi razvoju selektivnih oblika turizma vezanih uz prirodnu baštinu
Rekreacija	Uvjeti i prilike za razne rekreacijske aktivnosti na vodi i unapređenje zdravlja (npr. plivanje, rafting, pecanje, razvoj sportskog i zdravstvenog turizma)
Podržavanje	
Kruženje hranjivih tvari	Hidrološki ciklus i vodeni ekosustavi sudjeluju u biogeokemijskim ciklusima posredstvom kojih dolazi do spajanja, skladištenja, razgradnje, obrade i recikliranja hranjivih tvari (npr. održavanje plodnosti tla i opskrba biljaka hranjivim tvarima)
Bioraznolikost i otpornost ekosustava	Složenija bioraznolikost ekosustava povećava otpornost ekosustava i njegovu sposobnost da održi svoje ekološke funkcije i usluge u promjenjivim unutarnjim i vanjskim uvjetima (npr. otpornost na štetočine i invazivne vrste, otpornost na promijenjene klimatske okolnosti, otpornost na pojačane emisije onečišćujućih tvari)

Izvor: Obrada i interpretacija doktoranda prema klasifikaciji i opisu ekoloških usluga vode iznesenih u: Korsgaard, L. (2006): *Environmental flows in integrated water resources management: Linking flows, services and values*, Institute of Environment & Resources, Technical University of Denmark (Doctoral dissertation), p. 12-13, [dostupno na: <http://www2.er.dtu.dk/publications/fulltext/2006/MR2006-188.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]; Mayers, J. et al. (2009): *Water ecosystem services and poverty under climate change: Key issues and research priorities*. International Institute for Environment and Development, London, UK, Natural Resource Issues, No. 17, p. 12, [dostupno na: <http://pubs.iied.org/pdfs/13549IIED.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]; Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*, World Resources Institute, Washington, DC, p. 2, [dostupno na: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]

Kategorizacija osnovnih ekoloških usluga prikazana u prethodnoj tablici potvrđuje koliko je dobar ekološki status vodenih ekosustava bitan za dobrobit čovjeka.³⁵ Pri normalnom funkcioniranju vodenih ekosustava odvija se niz složenih i povezanih procesa koji održavaju uvjete pogodne za život čovjeka, doprinose ljudskom zdravlju i kvaliteti života, pročišćavaju i

³⁵ To se posebno odnosi na slatkovodne ekosustave jer je u njima koncentrirana glavina lako dostupnih i upotrebljivih resursa svježe vode na Zemlji.

obnavljaju izvore pitke vode, omogućavaju primarnu proizvodnju hrane, energije i građevinskih materijala, ublažavaju ekstremne vremenske prilike te pružaju još brojne druge ekološke usluge koje su presudne za dobrobit i razvoj čovječanstva. No, sukladno već iznesenoj konstataciji, važno je shvatiti da otpornost i mogućnosti ekosustava nisu neograničene. Održivost vodenih ekosustava, a samim time i održivost dostignute razine diverzificiranosti i kvalitete njihovih ekoloških usluga, ovise o sastavu i gustoći vodenih biocenoza, varijabilnosti temperature i koncentraciji štetnih tvari u vodenim staništima, a ponajviše o količini i dinamici protoka vode koji održavaju cjelovitost vodenih ekosustava.³⁶ Problem je što antropogeni modaliteti modifikacije režima vode u okolišu nisu prilagođeni osnovnim funkcionalnim principima kruženja vode u prirodi, stoga ekološki efekti primjene dominantnog linearnog pristupa u upravljanju i gospodarenju vodnim resursima (cf. tematska jedinica 2.2.) djeluju destabilizirajuće na sve navedene fundamente vodenih ekosustava te tako umanjuju produktivnost njihovog prirodnog servisa. U cilju zadovoljavanja sve većih potrošačkih i ne-potrošačkih potreba za vodom, ljudi su značajno promijenili hidromorfologiju dostupnih podzemnih i nadzemnih vodnih tijela što je uzrokovalo izrazito negativne promjene u raspodjeli, količini, kvaliteti i vremenu zadržavanja vode u vodenim i s njima povezanim ekosustavima (cf. Kampa & Hansen, 2004). Iako su te promjene omogućile ubrzani gospodarski i društveni napredak, one su istovremeno oslabile izvornu sposobnost samoregulacije vodenih ekosustava, a posljedično tome i podkapacitirale brojne vitalne i za čovjeka vrijedne ekološke usluge.

Do sada se prilikom planiranja vodnih resursa i poticanja razvoja vodom intenzivnih djelatnosti nije uzimao u obzir cost/benefit odnos između ukupne vrijednosti ekoloških usluga očuvanih vodenih ekosustava i ukupne vrijednosti dijela društvene proizvodnje koji se namjerava ostvariti na osnovu degradacije, zagađenja ili potpunog uništavanja vodenih ekosustava. Razlog tome je što većina ekoloških usluga ne kotiraju na tržištu zbog čega ne postoje vidljive cijene na temelju kojih se može lako utvrditi njihova vrijednost na početku i na kraju određenog ekonomskog razdoblja. S obzirom na to da se prilikom izrade investicijskih i razvojnih dokumenata koji se dijelom tiču i određenih utjecaja ili zahvata u vodnom okolišu uglavnom koriste kategorije, koncepti i metode za utvrđivanje vrijednosti

³⁶ Definicije i granične vrijednosti mjernih parametara na osnovu kojih se utvrđuje dobar status bioloških, hidro-morfoloških i fizikalno-kemijskih elemenata pojedinih tipova podzemnih i nadzemnih vodnih tijela detaljnije su objašnjene u *Priručnik o načinu određivanja statusa voda i provedbi monitoringa*, Zelena akcija, Zagreb, 2012, [dostupno na: <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com>, preuzeto: 30.12.2015.]

ekonomskih stanja i tokova koji su isključivo posljedica tržišnih transakcija, takvi dokumenti ne mogu pružiti kvalitetne informacije o razmjeru mogućih ekoloških eksternalija realizacije određenog investicijskog projekta ili gospodarskog usmjerenja nekog područja, a sukladno tome mogu dati i potpuno krive smjernice za odlučivanje.

Kako bi ukazali da je za postizanje maksimalne koristi od alokacije i upotrebe vodnih resursa nužno, pored različitih društvenih i gospodarskih namjena vode, uzeti u obzir i minimalnu količinu i razinu ekološkog statusa vode koja je neophodna za normalno funkcioniranje vodenih ekosustava, brojni autori se najčešće referiraju na rezultate istraživanja Costanze i suradnika koji su 1997. godine izračunali kako godišnja ekonomska vrijednost ekoloških usluga svih ekosustava na Zemlji iznosi 33,3 trilijuna dolara, što je gotovo dvostruko više od ukupnog svjetskog BDP-a koji je te godine iznosio 18 trilijuna dolara (cf. Costanza et al., 1997, p. 256). Recentne procjene pokazuju da samo koristi od usluga ekosustava rijeka i jezera na globalnoj razini dosežu kumulativnu godišnju vrijednost od čak 2,5 trilijuna dolara (i.e. Costanza et al., 2014, p. 156). Slijedom navedenog, a uvažavajući pretpostavku da su ljudski utjecaji na kvalitativne i kvantitativne značajke prirodnog režima vode prvenstveno usmjereni ka stvaranju novih društvenih vrijednosti i porastu općeg blagostanja, može se zaključiti da svi oblici supstitucije dijelova vodenih i vlažnih staništa s "jeftinijim" proizvedenim kapitalom³⁷ te sve umjetno izazvane promjene prirodne raspodjele i svojstava raspoloživih količina vode u prostoru i vremenu koje trajno ugrožavaju vodene i s vodom povezane ekosustave imaju izrazito visoke oportunitetne društvene troškove, stoga u tom kontekstu nikako ne mogu biti ekonomične. Pritom, Costanzinu procjenu novčane vrijednosti ekoloških usluga ne smije se promatrati kao cijenu nadoknade prirodnog servisa ekosustava antropogenim sustavima i aktivnostima, već isključivo kao cijenu štete koja uvelike premašuje proizvodne mogućnosti suvremenog društva. Ekološke usluge produkt su kompleksne interakcije između abiotičkih prirodnih struktura, materijalnih i energetskih cikličkih kretanja u prirodi te svih biljnih i životinjskih vrsta na Zemlji, stoga ljudski rad i tehnologije nikada neće moći nadomjestiti gubitak prirodnog kapitala,³⁸ niti napraviti ono što priroda radi besplatno.

³⁷ Proizvedeni kapital obuhvaća materijalna dobara, odnosno dugotrajnu imovinu koja pridonosi procesu proizvodnje (npr. zgrade, strojevi, oprema, infrastruktura, tehnologija, itd.) (Črnjar & Črnjar, 2009, p. 87)

³⁸ Prirodni kapital čine svi procesi, resursi i koristi koje proizvodi ekosustav, a bitni su za održavanje života na zemlji te opstanak ljudskih i gospodarskih aktivnosti (npr. prirodna bogatstva, biološka raznolikost, krajobraz,

Pored toga što je voda integralni dio biosfere i fundamentalno ekološko dobro, voda je također i ekonomsko dobro koje se koristi za zadovoljavanje različitih proizvodnih i potrošačkih potreba. Budući da je voda ograničen resurs nad kojim postoji rivalitet između brojnih alternativnih upotreba, ne tretiranje vode kao ekonomskog dobra može dovesti do prevelikih društvenih troškova upravljanja vodnim resursima i pretjerane eksploatacije vodnih resursa, što u konačnici može izazvati brojne ekonomske i društvene konflikte te postati ključno ograničenje gospodarskog razvoja. Međutim, zbog svoje vitalne važnosti za prirodu i čovjeka, voda nije uobičajeno ekonomsko dobro kojim se može efikasno upravljati isključivo na osnovu tržišnih kriterija i tržišnih mehanizama alokacije resursa. Stoga, u cilju potpunog razumijevanja ekonomske koncepcije vode i važnosti primjene ekonomskog pristupa u upravljanju vodnim resursima, u sljedećoj tematskoj jedinici obrazložena su temeljna obilježja vode kao ekonomskog dobra.

2.3.2. Voda kao ekonomsko dobro

S obzirom da spominjanje vode u kontekstu ekonomskog dobra izaziva brojne kontroverze u javnosti, pri razmatranju ekonomske koncepcije vode najbolje je započeti s pretpostavkom da voda nema nikakvu ekonomsku vrijednost. To bi značilo da je voda u potpunosti slobodno i besplatno dobro, pri čemu *slobodno* implicira da su dostupnost vode i svi oblici njezinog korištenja izuzeti od bilo kakvih ograničenja, a *besplatno* da se potrebe za vodom mogu zadovoljiti bez ikakvih troškova. Drugim riječima, da je voda u potpunosti slobodno i besplatno dobro ona ne bi bila oskudna i ranjiva, mogla bi istovremeno i neograničeno zadovoljiti sve njezine alternativne upotrebe i ne bi mogla izazvati nikakav oblik konkurencije ili konflikta. Dakle, iz navedenog sasvim je razvidno da voda pokazuje osnovne značajke ekonomskog dobra, a to su vrijednost i trošak, što znači da upravljanje vodnim resursima mora biti usmjereno na efikasnu alokaciju vodnih resursa i maksimizaciju društvenih koristi od upotrebe vode (cf. da Cunha, 2009).

Iako je međunarodna i znanstvena zajednica u načelu prihvatila ideju o vodi kao ekonomskom dobru, oprečna stajališta javljaju se kada je u pitanju definiranje ekonomskih kriterija za donošenje odluka o vodnim resursima. Razlog tome je što je voda zbog svojih obilježja

tlo, staništa, regulacija klime, kontrola erozije, obnovljivi i neobnovljivi izvori energije, itd.) (i.e. Costanza, 2008).

izrazito kompleksno dobro stoga se vodne resurse kao takve ne može u potpunosti poistovjetiti niti s jednim tipom ekonomskog dobra. Pojedinačno gledajući, ta obilježja nisu isključivo karakteristična za vodu, već su ona uobičajena i za druga dobra te se u pravilu uzimaju kao osnovno polazište za ekonomsku klasifikaciju pojedinih dobara, a samim time i kao osnovno polazište pri odabiru odgovarajućih pristupa i modela za njihovo upravljanje. Međutim, zbog kombinacije višestrukih obilježja koja voda istovremeno pokazuje teško je odrediti jedinstvenu ekonomsku definiciju vode, odnosno precizirati kojem tipu ekonomskog dobra voda pripada (cf. Savenije, 2002). Upravo iz tog razloga ne postoji općeprihvaćeno teorijsko i aplikativno rješenje za vrednovanje i upravljanje vodom kao ekonomskim dobrom, već je ono uvjetovano prirodnim, društvenim i ekonomskim posebnostima situacije koja određuje kontekst korištenja i zaštite vode na nekom području.

Posebnost vode kao ekonomskog dobra očituje se u sljedećem (i.e. Van der Zaag & Savenije, 2006, pp. 10-11):

- **Voda je neophodna.** Voda je potrebna ljudima, životinjama i biljkama. Voda je vitalna sastavnica okoliša i osnovna pretpostavka svih antropogenih i prirodnih procesa. Zbog činjenice da bez vode ne bi bilo života na Zemlji, ne postoji niti jedna ljudska aktivnost koja ne ovisi o vodi.
- **Voda je oskudna.** Oskudnost vode kao resursa proizlazi iz njezine količinske, vremenske i prostorne ograničenosti. Gledano s aspekta održivosti, ljudi dugoročno mogu koristiti samo obnovljive zalihe vode, stoga je maksimalna količina zahvaćanja vode iz određenog vodnog tijela determinirana s brzinom njegove prirodne obnove. Pored toga, na svim geografskim razinama prisutan je problem neravnomjerne prostorne i vremenske distribucije raspoloživih količina vode, što dodatno otežava namjensko upravljanje vodama, odnosno zadovoljavanje društvenih i ekonomskih potreba za vodom.
- **Voda je tok.** Voda je nepredvidiv resurs koji zauzima prostor i vrijeme na način da stalno mijenja svoju raspoloživost. Za razliku od drugih obnovljivih ili neobnovljivih prirodnih resursa koji su uglavnom stacionarnog karaktera (npr. zemlja, šume, fosilna nalazišta, itd.), voda je u stalnom pokretu i pod stalnim utjecajem klimatskih prilika, stoga je vodom teško upravljati. S obzirom da dinamika i smjer površinskih tokova

vode nisu usklađeni s vremenom i mjestom potrošnje vode, potrebna su velika infrastrukturna ulaganja kako bi se zadovoljile ljudske potrebe za vodom.

- **Voda je sustav.** Svi pojavni oblici vode u prirodi međusobno su povezani i uvjetovani, bilo da su dio jedinstvene cjeline umreženih tijela podzemnih i nadzemnih voda ili su povezani putem hidroloških procesa. To znači da promjene u bilo kojoj fazi hidrološkog ciklusa ili promjene u režimu pojedinih vodnih tijela mogu utjecati na kakvoću i količinu vode u njezinom nizvodnom toku ili na stanje nekih drugih vodnih tijela. Primjerice, ukoliko zbog vodoopskrbe kućanstva dođe do prekomjernog zahvaćanja vode iz podzemnih vodonosnika koji prihranjuju rijeku, smanjit će se raspoloživa količina vode u rijeci koja se može koristiti za navodnjavanje. Također, ukoliko određeni gospodarski subjekt ne pročišćava otpadne vode koje ispušta u rijeku, takvim ponašanjem nanosi negativne eksternalije svim nizvodnim korisnicima vode.
- **Voda nema supstituta.** Za razliku od ostalih ekonomskih dobara, voda nema alternativu. Primjerice, energija se može dobiti iz nafte, plina, ugljena, biomase, solarnih elektrana ili hidroelektrana. Slično tome, hrana bogata ugljikohidratima može se dobiti proizvodnjom voća, povrća, žitarica ili proizvodnjom njihovih prerađevina. Međutim, za vodu ne postoje alternativni resursi koji bi po svojim karakteristikama bili odgovarajući supstituti za vodu ili resursi iz kojih je moguće proizvesti vodu. Iako ljudi na nekom području, ovisno o hidrografskim i klimatskim specifičnostima tog područja i samoj namjeni vode, mogu koristiti podzemnu vodu, površinsku vodu ili kišnicu, u suštini se radi o vodi koja kruži unutar istog vodnog sustava, odnosno vodi koja potječe iz istog izvora.
- **Vodom se ne može slobodno trgovati.** Iako voda ima široku primjenu, kućanstva i gospodarski korisnici mogu u pravilu redovito koristiti vodu jedino u blizini njezinih površinskih i podzemnih tokova ili vodonosnika. Razlog tome su visoki proizvodni i transakcijski troškovi realokacije vodnih resursa zbog kojih, izuzev flaširane vode, ne postoje primjeri gdje se značajne količine vode redovito prevoze na velike udaljenosti radi namjenskog korištenja. S obzirom da trgovina u slučaju vode ne može u potpunosti ispuniti svoju interlokalnu i intertemporalnu funkciju, oportuno je da vodno intenzivne djelatnosti (npr. poljoprivreda) budu zastupljene u onim područjima koja su

relativno bogate vodom, bilo u obliku redovitih oborina ili tokova površinske i podzemne vode.

Pored gore navedenih obilježja vode, postoje još brojni drugi društveni i ekonomski aspekti koji vodu čine kompleksnim i jedinstvenim dobrom u usporedbi s drugim ekonomskim dobrima. Primjerice, budući da je voda osnovna pretpostavka života i fundamentalno ljudsko pravo, kada su u pitanju osnovne egzistencijalne potrebe za vodom ne smije doći do isključenosti niti jedne socijalne skupine iz njezine potrošnje. Također, zbog široke primjene vode u proizvodnji i potrošnji dobara i usluga i ne postojanja supstituta koji mogu kvalitetno nadomjestiti vodu u većini njezinih namjena, evidentan je izrazito visok stupanj društvene ovisnosti o vodi. Stoga, uvažavajući s jedne strane neprocjenjivu društvenu važnost vode, a s druge sve nesavršenosti slobodnog tržišta u proizvodnji i alokaciji ekonomskih dobara, vodni resursi nikako ne smiju biti u apsolutnom privatnom vlasništvu, već javna vlast mora imati ključnu ulogu u osiguravanju sigurnog pristupa vodi i reguliranju svih hazarda povezanih s vodom. Tim više što je potražnja za vodom izrazito diversificirana i što različiti korisnici vode imaju potpuno različite preferencije prema vodi. Naime, postoje potrošači koji pokazuju relativno visoku spremnost na plaćanje, a koriste male količine vode (npr. kućanstva i određene industrije), zatim postoje potrošači koji pokazuju relativno nisku spremnost na plaćanje, a potrebne su im velike količine vode (npr. poljoprivrednici) i postoje oni potrošači koji nemaju sposobnost plaćanja za vodu koju koriste (dio najsiromašnijeg stanovništva). Prema tome, iako se u svim navedenim slučajevima radi o istom ekonomskom dobru, priroda njegove potražnje je potpuno drugačija, stoga je nemoguće povezati sve potrošače vode u jedinstveno tržište. S tim u vezi, javlja se i problem makroekonomske međuovisnosti između vodno intenzivnih sektora i ostatka gospodarstva zbog čega kvaliteta i raspoloživost vode izravno ili neizravno utječe na sve ekonomske aktivnosti, što dodatno otežava donošenje ekonomskih odluka u području upravljanju vodnim resursima. No, ono što možda predstavlja najveći izazov u postizanju optimalnog korištenja i zaštite vodnih resursa je to što svi prirodni vodni sustavi imaju obilježja zajedničkog dobra nad kojima je zbog njihove široke prostorne distribucije gotovo nemoguće uspostaviti potpunu kontrolu i regulaciju korištenja vode (i.e. Atapattu, p. 202).

Uvažavajući višedimenzionalnu problematiku upravljanja vodom kao ekonomskim dobrom, prilikom definiranja ekonomskog okvira za postizanje efikasne alokacije i optimalnog korištenja vodnih resursa nužno je uzeti u obzir (i.e. Ostrom, 2007):

1. **attribute vodnog sustava** (npr. veličina i granica slivnih područja, stanje postojeće vodne infrastrukture (npr. produktivnost, gubici vode), antropogeni i prirodni elementi vodne bilance, količinsko i kvalitativno stanje ukupnih vodnih zaliha, dinamika promjena u vodnom sustavu i sl.),
2. **attribute jedinica vodnih resursa koje generira vodni sustav** (npr. prostorni raspored, tip i veličina obnovljivih i neobnovljivih vodnih tijela, prosječna raspoloživost i stupanj obnovljivosti tijela podzemne i nadzemne vode, relativna raspoloživost vodnih resursa (npr. po stanovniku ili u odnosu na ukupne godišnje potrebe za vodom), ekonomska vrijednost vodnih resursa i sl.),
3. **elemente sustava upravljanja vodnim resursima** (npr. institucionalni ustroj, instrumenti upravljanja, sustav kontrole i praćenja, javni i privatni dionici, modaliteti zajedničkog odlučivanja, uređenje imovinsko-pravnih odnosa u području upravljanja vodnim resursima (i.e. javno, privatno i javno-privatno vlasništvo), ustavna pravila i sl.),
4. **obilježja korisnika vodnih resursa** (npr. lokacija i broj korisnika vode, namjene vode i postojeće tehnologije korištenja vode, socio-ekonomske kategorije korisnika vode, stupanj izravne ovisnosti pojedinih kategorija korisnika vode o vodnim resursima, karakteristike točkastih i raspršenih izvora onečišćenja vode, tehnologije obrade otpadnih voda i sl.),
5. **interakciju između korisnika vodnih resursa** (npr. konflikti u pogledu upravljanja vodnim resursima, modaliteti međusektorskog odlučivanja, razmjena informacija, ekonomska povezanost, mogućnosti utjecaja na nositelje vodne politike i sl.)
6. **eksterne faktore utjecaja na raspoloživost i kvalitetu vodnih resursa** (npr. klimatske promjene, dotok vode i otpada s drugih teritorija i sl.)
7. **efekte upravljanja i korištenja vodnih resursa** (npr. eksternalije, efikasnost upravljanja, ekološka održivost korištenja vodnih resursa, jednakost društvenih skupina u korištenju vodnih resursa, itd.)

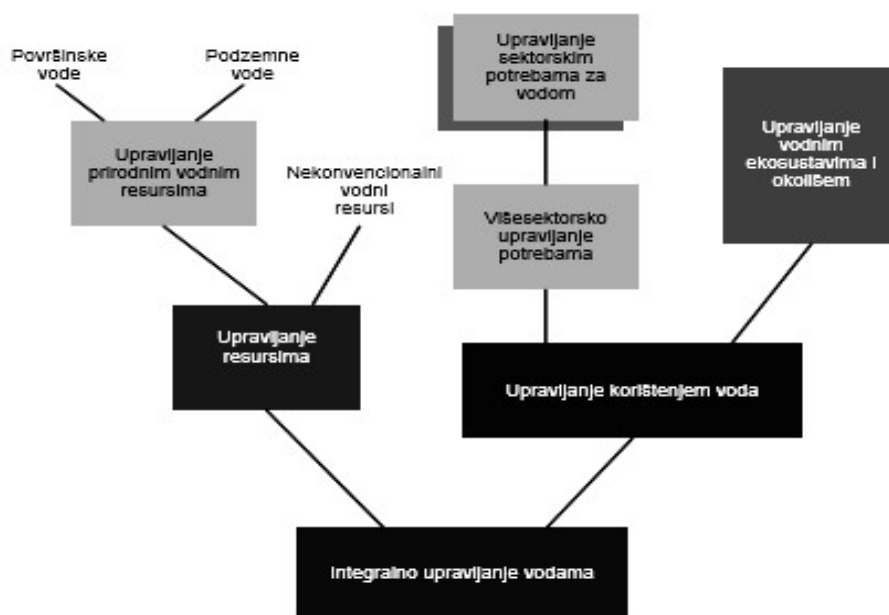
Drugim riječima, aplikativna primjena koncepcije vode kao ekonomskog dobra mora biti komplementarni dio jednog šireg konteksta upravljanja i zaštite vodnih resursa, a koji se temelji na uvažavanju karakteristika raspoloživosti i kvalitete pojava oblika vode na različitim prostorno-vremenskim razinama, primjeni intersektorskog pristupa u razmatranju ekonomskih, društvenih, ekoloških, kulturnih i političkih interesa u vezi vodnih resursa, kao i identificiranju suprotstavljenih ciljeva koji iz toga proizlaze, poštivanju načela međugeneracijske jednakosti i održivosti po pitanju korištenja vode te uključivanju svih dionika u proces donošenja odluka o bitnim pitanjima vode.

Povezivanje okolišnih, društvenih i ekonomskih aspekata korištenja i zaštite vodnih resursa u procesima razvoja i provedbe vodnih politika temeljna je pretpostavka tzv. koncepta integralnog upravljanja vodnim resursima, a koji je detaljnije razrađen u nastavku ovog dijela disertacije.

2.4. OSNOVNI PRINCIPI I PRETPOSTAVKE INTEGRALNOG UPRAVLJANJA VODNIM RESURSIMA

Integralno upravljanje vodnim resursima (eng. *Integrated Water Resources Management - IWRM*) može se definirati kao sustavan i permanentan proces razvoja, alokacije, zaštite i praćenja kvalitativnog i kvantitativnog stanja vodnih resursa koji obuhvaća niz koordiniranih mjera i aktivnosti čija je svrha na pravedan način maksimizirati ekonomske i društvene koristi od raspoloživih vodnih resursa, bez ugrožavanja opstojnosti vodenih i uz vodu vezanih ekosustava i reduciranja njihovog kapaciteta za pružanje ekoloških usluga (i.e. GWP, 2000; Cap-Net, 2006). Pristup IWRM uzima u obzir višestruku ulogu vode kao sastavnice ekosustava, prirodnog resursa i ključnog ekonomskog i društvenog dobra, a koja je prvenstveno determinirana s rasporedom i općim stanjem pojava oblika vode u okolišu. Sukladno tome, IWRM koncept promovira uravnoteženo i održivo upravljanje vodnim resursima, uvažavajući pritom potrebe svih prirodnih, društvenih i ekonomskih korisnika vode, kao i ukupnost i složenost njihovog uzajamnog djelovanja na vodni okoliš (cf. shema 2.6.).

Shema 2.6. Integralno upravljanje vodnim resursima



Izvor: Margeta, J. (2011): *Promjene u svijetu i gospodarenje urbanim vodnim sustavom*, Građevinar, Vol. 63 No. 12., p. 1075 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 05.12.2015.]

Konceptualni okvir IWRM-a formuliran je 1992. godine na *Međunarodnoj konferenciji o vodama u Dublinu* i temelji se na četiri osnovna principa (tzv. Dublinski principi):

1. Svježa voda je konačan i ranjiv resurs koji je esencijalan za održavanje života, razvoja i okoliša.

Percepcija vode kao konačnog resursa temelji se na činjenici da je, dugoročno gledajući, ukupna količina dostupne slatke vode koja se putem hidrološkog ciklusa generira na određenom području i tijekom određenih godišnjih sezona fiksna, dok ranjivost vode kao resursa proizlazi iz limitiranih kapaciteta prirodnih procesa uslijed kojih dolazi do pročišćavanja vode u hidrološkom ciklusu. U tom smislu, ljudske aktivnosti mogu značajno utjecati na raspoloživost i kvalitetu vodnih resursa. S jedne strane, prekomjerno zahvaćanje vode iz podzemnih i nadzemnih tokova, ne pročišćavanje otpadnih voda koje se ispuštaju u okoliš i intervencije u prostoru koje mijenjanju prirodni režim i dinamiku obnavljanja vodnih tijela mogu trajno narušiti količinsko i kvalitativno stanje iskoristivih vodnih resursa. No, s druge strane, kroz primjenu inovativnih načina regulacije prostorne i vremenske varijabilnosti prirodnih tokova vode, razvoj višefunkcionalne vodne infrastrukture i korištenje učinkovitih tehnika za obradu i ponovnu uporabu otpadnih voda može se značajno povećati iskoristivost zahvaćenih količina vode, smanjiti stupanj onečišćenja vode, a konzekventno tome i povećati kvaliteta i relativna raspoloživost vodnih resursa. Pritom, zbog postojanja reverzibilnog

odnosa između čovjeka i prirode, svaka značajnija pozitivna ili negativna promjena u stanju vodnih resursa, bez obzira na uzroke tih promjena, imat će povratan utjecaj istog predznaka na sve izravne i neizravne korisnike vode. Stoga, prepoznajući ograničenost prirodnih procesa obnavljanja i pročišćavanja vodnih resursa i postojanje složene uzročno-posljedično povezanosti između svih fenomena koji ovise i utječu na vodne resurse, ovaj princip ukazuje na potrebu za primjenom holističkog pristupa u upravljanju vodnim resursima, odnosno za povezivanjem pitanja društveno-ekonomskog razvoja sa zaštitom okoliša na svim razinama javnog odlučivanja o vodnim resursima. Navedeno ne podrazumijeva samo regulaciju vodnog sustava, već ono uključuje i koordinaciju ljudskih aktivnosti koje utječu na potražnju za vodom, opterećuju vodne resurse različitim oblicima onečišćenja i određuju načine korištenja zemljišta u vodnim područjima. U ekonomskom kontekstu, prvi Dublinski princip zapravo nalaže da se prilikom donošenja odluka o proizvodnim i potrošačkim aktivnostima koje mogu imati izravan ili neizravan utjecaj na vodne resurse moraju uzeti u obzir i svi društveni troškovi i koristi koje iz toga proizlaze.

2. Razvoj i upravljanje vodnim resursima mora se temeljiti na participativnom pristupu, odnosno suradnji korisnika, planera i donositelja odluka na svim razinama upravljanja vodnim resursima.

S obzirom da je voda fundamentalno ekološko, društveno i ekonomsko dobro, pitanja vezana uz vodu predmet su interesa svih pripadnika društva. Prema tome, predstavnici svih društvenih skupina predstavljaju jednako važne dionike u zaštiti i upravljanju vodnim resursima koji se iz tog razloga ne smiju ni na koji način isključiti iz procesa osmišljavanja vodnih i s njima povezanih politika. Pritom, participativno odlučivanje ne znači samo provođenje javnog savjetovanja i rasprava o pojedinim aspektima ili elementima vodne problematike, već ono podrazumijeva postizanje dugoročnog konsenzusa i zajedničkih odluka o strateškim smjernicama razvoja, zaštite i korištenja vodnih resursa, kao i instrumentima njihove cjelovite provedbe. U tom smislu, nositelji javne vlasti na nacionalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini moraju koordinirano osmisliti efikasne mehanizme i osigurati potrebne kapacitete koji će omogućiti kvalitetno uključivanje svih dionika u proces donošenja vodnih politika. To se posebno odnosi na jačanje obrazovnih kapaciteta koji su usmjereni na podizanje razine svijesti, znanja i kompetencija o važnim vodnim pitanjima, zatim razvoj integriranih sustava praćenja svih oblika pritisaka na vodne resurse i njima izazvanih hidroloških promjena te uspostavu kvalitetnih i transparentnih izvora informiranja o svim

relevantnim aspektima korištenja i zaštite vodnih resursa. Razlog tome je što sama tehnička rješenja za uključivanje dionika u proces razvoja i donošenja vodnih politika (npr. radne skupine, javne tribine, anketiranje dionika, okrugli stolovi, predstavništva nižih teritorijalnih jedinica ili gospodarskih sektora u nacionalnim tijelima, itd.) neće imati nikakvog efekta ukoliko se istovremeno ne poveća njihova sposobnost za cjelovito sagledavanje vodne problematike, a samim time i njihova sposobnost za proaktivno participiranje u donošenju društveno važnih odluka u području integriranog upravljanja vodnim resursima.

3. Žene imaju središnju ulogu u pružanju, upravljanju i očuvanju vode

Ovaj princip IWRM-a u korespondenciji je s prethodno objašnjenim pristupom participativnog odlučivanja o korištenju i zaštiti vodnih resursa, a odnosi se na općenitu društvenu poziciju žena kao donositelja odluka koja je u pravilu pod dominantnim utjecajem nametnutih rodni hijerarhija unutar različitih kultura, zbog čega žene često imaju ograničene mogućnosti djelovanja u području upravljanja vodnim resursima. Opće je poznato da žene igraju važnu ulogu u korištenju vode u mnogim sektorima (npr. kućanstvu, poljoprivredi), dok istovremeno imaju inferiorniju ulogu u odnosu na muškarce po pitanju analize ključnih problema vode, planiranja razvoja vodnih resursa i upravljanja vodnim resursima. IWRM stoga promovira rodnu osviještenost i nalaže da se prilikom razvoja mehanizama za potpunu i efektivnu participaciju žena na svi razinama upravljanja vodnim resursima moraju uzeti u obzir načini na koje različita društva dodjeljuju određene socijalne, ekonomske i kulturološke uloge muškarcima i ženama te sukladno tome prošire aktivnosti kroz koje se žene mogu značajnije uključiti u procese IWRM-a.

4. Voda ima ekonomsku vrijednost u svim aspektima njezinog korištenja i stoga se mora tretirati kao ekonomsko dobro.

Intenzivne antropogene promjene u vodenom okolišu koje ugrožavaju održivost vodnih resursa prvenstveno su posljedica iskrivljene percepcije o izdažnosti i apsorpcijskom kapacitetu prirodnih izvora vode, odnosno poimanja vode kao besplatnog i neograničenog dobra. Posljedica toga je da se danas mnoge zemlje suočavaju s problemom kako zaštititi i raspodijeliti oskudne resurse vode između višestrukih korisnika, a da se pri tom osiguraju najveće ekonomske, društvene i ekološke koristi. S obzirom na to da je oskudnost fundamentalna determinanta ekonomije kao znanosti, vodom se mora upravljati kao ekonomskim dobrom jer se jedino na taj način može postići efikasna i pravedna zaštita i

raspodjela vodnih resursa u procesima postizanja društvenih ciljeva. Međutim, u praksi se često koncepciji vode kao ekonomskom dobru pristupa na pogrešan način, iz razloga što se primarno ističe uloga ekonomske cijene vode u upravljanju vodnim resursima. Naime, ekonomska cijena je instrument vodne politike, a ne kriterij za njezino donošenje, stoga se u procesu strateškog planiranja vodnih resursa prvo mora utvrditi vrijednost vode kao posebna ekonomska kategorija. Vrijednost vode određuje se prema principu oportunitetnog troška, što u kontekstu gospodarenja i zaštite vodnih resursa na nacionalnoj razini znači da je potrebno procijeniti kako će se realokacija vodnih resursa u gospodarskim sektorima odraziti na razinu finalne proizvodnje. S obzrom da je jedino na temelju takvih spoznaja moguće koncipirati ekonomski i ekološki efikasne instrumente vodne politike, važno je na nacionalnoj razini uspostaviti integrirani okolišno-ekonomski sustav praćenja gospodarskih pritisaka na vodne resurse.

Osnovna jedinica integralnog upravljanja vodnim resursima je vodno područje, odnosno jedinstvena površina kopna i mora koja se sastoji od jednog ili više susjednih riječnih slivova s njihovim pripadajućim podzemnim, prijelaznim i priobalnim vodama (Zakon o vodama, NN br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14, čl. 3). IWRM koncept nalaže da se upravljanje vodama i vodnim sustavima u okviru vodnih područja mora prilagoditi gospodarskim i razvojnim interesima neke zemlje, što znači da strategije, planovi i politike upravljanja vodama na svim razinama javne vlasti moraju biti u funkciji postizanja općih društvenih, ekoloških i gospodarskih ciljeva razvoja. Naravno, za postizanje toga nužno je razviti i uspostaviti cjeloviti i svrhoviti računovodstveni sustav okolišno-ekonomskih računa, a koji je sposoban pratiti i povezati promjene ekonomskih stanja i tokova u nacionalnom gospodarstvu s promjenama u raspoloživosti i kvaliteti vodnih resursa te osigurati relevantne podatke za kvalitetno planiranje i mjerenje uspješnosti provedbe integriranih politika u području zaštite i gospodarenja nacionalnim vodnim resursima. O ulozi, strukturi i mogućnostima spomenutog sustava detaljnije se raspravlja u sljedećoj tematskoj jedinici.

2.5. SPECIFIČNOSTI NACIONALNOG SUSTAVA INTEGRIRANIH RAČUNA VODNIH RESURSA

Budući da donositelji odluka mogu ciljano utjecati samo na ono što se može izmjeriti, za kvalitetno donošenje i praćenje uspješnosti provođenja odgovarajućih integriranih politika

održivog upravljanja i zaštite vodnih resursa neophodna je primjena računovodstvenog okvira koji omogućava povezivanje ekonomskih, hidroloških i drugih podataka o interakciji gospodarstva i vodnih resursa na konzistentan i koherentan način, a na osnovu toga i izradu informacijske osnovice za cjelovito sagledavanje različitih aspekata vodne problematike u makroekonomskom kontekstu. Upravo iz tog razloga Statistički odjel UN-a (eng. *United Nations Statistics Division – UNSD*), u suradnji s drugim relevantnim institucijama, razvio je *Sustav integriranih okolišno-ekonomskih računa za vodu* (eng. *System of Integrated Environmental and Economic Accounts for Water*, dalje u tekstu: SEEA-Water), koji je nakon višegodišnjeg procesa dorade, unaprjeđivanja i revizije usvojen kao prvi međunarodni računovodstveni standard za nacionalno integralno računovodstvo vodnih resursa.³⁹

SEEA-Water pruža opsežan konceptualni računovodstveni okvir za mjerenje, prikupljanje, obradu, agregiranje i organizaciju podataka o najrazličitijim aspektima međudnosa gospodarstva i vodenog okoliša te integraciju i ujednačavanje podataka koji potječu iz različitih ekonomskih, ekoloških i socio-demografskih statističkih izvora. Na taj način SEEA-Water računi daju kvalitetnu podlogu za izračun makroekonomskih agregata i pokazatelja koji su neophodni za cjelovito razumijevanje brojnih i složenih pitanja vezanih za područje integriranog upravljanja i zaštite vodnih resursa (cf. tematska jedinica 2.6.1.).

Shemom koja slijedi ilustrirana je uloga SEEA-Water računa u nacionalnom statističkom sustavu.

³⁹ Razvoj SEEA-Water računovodstvenog okvira započeo je izradom *Priručnika o nacionalnom računovodstvu - Integrirano okolišno i ekonomsko računovodstvo*, poznatijim pod akronimom SEEA (eng. *System of Integrated Environmental and Economic Accounts*), koji objavljen 1993. godine od strane Statističkog odjela UN-a (UNSD). SEEA 1993 publiciran je kao skup međunarodnih preporuka i osnovnih smjernica za bilanciranje ekoloških i ekonomskih tokova unutar nacionalnog prostora. U priručniku je dana sinteza različitih pristupa, koncepata i metodologija iz područja okolišnog računovodstva i računovodstva prirodnih resursa i predložene su smjernice za njihovu integraciju u SNA standard. SEEA 1993 verzija nije eksplicitno pokrivala problematiku računovodstva voda, već je ona bila uklopljena u širi kontekst praćenja međudnosa gospodarstva i okoliša, bez posebno razrađenih statističkih i računovodstvenih definicija, klasifikacija i pravila koja su prilagođena obilježjima vode kao prirodnog i gospodarskog resursa. Kako bi riješio taj problem, UNSD je 2003. godine formirao Londonsku grupu za razvoj okolišno-ekonomskih računa za vodu. Rezultat njihovog zajedničkog rada na razvoju integriranog sustava nacionalnog računovodstva vodnih resursa, rezimiranju međunarodnih iskustava u računovodstvenom praćenju i vrednovanju vodnih resursa te revidiranju i poboljšanju radnih verzija tog sustava (SEEA 2003 i SEEA-Water 2007) bila je kompilacija i objava SEEA-Water 2012 standarda. U usporedbi s prethodnim verzijama, SEEA-Water 2012 standard daje jasnije metodološke upute kako vodnu statistiku prilagoditi formatu i zahtjevima ekonomskog računovodstva i koristi metode mjerenja i valorizacije koje bolje odražavaju ekološku, ekonomsku i društvenu dimenziju međudnosa gospodarstva i vodnih resursa. (cf. Čegar, 2012, pp. 17-22; Jian et al., 2016, p. 157).

Shema 2.7. Informacijska piramida i piramida korisnika SEEA-Water računa



Izvor: priredio doktorand na temelju sheme prikazane u Godfrey, J.M., Keryn, C. (2012): *Water Accounting - International Approaches to Policy and Decision-making*, Edward Elgar Publishing Limited, p.34 [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 02.04.2016.]

Podatci o vodama i korištenju voda uobičajeno se prikupljaju, analiziraju i diseminiraju od strane statističkih tijela koja djeluju u sklopu različitih javnih institucija, agencija ili zavoda, a koja su specijalizirana za određene segmente vodne problematike ili sektore koji su značajni korisnici vode (npr. navodnjavanje, vodoopskrba, odvodnja otpadnih voda, investicije u zaštitu voda, vodne naknade, zdravstvena ispravnost vode, itd.). S obzirom da takva tijela u pravilu izrađuju podatke za posebne namjene, njihova statistička istraživanja temelje se na različitim definicijama, konceptima i kategorijama. Posljedica toga je nekonzistentnost i metodološka neujednačenost neovisno izrađenih hidroloških i ekonomskih podataka o korištenju vode, što značajno smanjuje njihovu usporedivost i analitičku vrijednost.

SEEA-Water dizajniran je kao sustav satelitskih računa koji proširuje statistički i analitički kapacitet SNA 2008 sustava, stoga koristi koncepte, klasifikacije, definicije, tablice i račune koji su konzistentni sa SNA 2008 standardom.⁴⁰ SEEA-Water sustav izgrađen je oko skupa međusobno povezanih računa tokova u kojima su na sustavan način organizirani podatci o

⁴⁰ SNA 2008 (eng. System of National Accounts 2008) je posljednja verzija međunarodnog statističkog standarda za nacionalne račune koji je usvojen od strane Statističke komisije UN-a (UNSC). SNA 2008 okvir pruža cjeloviti, konzistentan i fleksibilan set makroekonomskih računa namijenjenih za različite analitičke i istraživačke svrhe, kao i za svrhe donošenja nacionalnih politika. SNA 2008 dostupan je putem sljedećeg linka: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>

tokovima vode između gospodarstva i okoliša nastalih u određenom razdoblju, zajedno s bilancama stanja koje bilježe stanje vodnih resursa na početku i na kraju promatranog razdoblja. Zbog primjene ekonomskih principa u organizaciji podataka, SEEA-Water računovodstveni okvir omogućava kompilaciju podataka iz različitih specijaliziranih statističkih izvora i njihovu prezentaciju u formatu primjerenom za namjene ekonomske analize, donošenje odluka ili kreiranje nacionalnih politika. Bitno je istaknuti da je SEEA-Water izrazito kompleksan računovodstveni sustav stoga njegova potpuna implementacija nije u interesu ili je izvan dosega administrativnih kapaciteta većine zemalja. Ipak, nemogućnost potpune uspostave SEEA-Water sustava ne treba shvatiti kao kritiku njegove primjerenosti ili relevantnosti iz razloga što je SEEA-Water osmišljen zbog potrebe za definiranjem konceptualnog okvira kako bi cjeloviti nacionalni sustav računovodstva vodnih resursa trebao izgledati, a ne zato što sve zemlje trebaju takav računovodstveni sustav. Navedeno odražava činjenicu da se opći gospodarski uvjeti i problemi povezani s vodom razlikuju među zemljama, a samim time razlikuje se i potreba za okolišno-ekonomskim informacijama o stanju i korištenju vodnih resursa.

Središnji SEEA-Water računovodstveni okvir sastoji se od sljedećih kategorija računa:

1. **Računi fizičkih tokova vode** objedinjuju podatke o tokovima vode između gospodarstva i okoliša, podatke o tokovima vode unutar samog gospodarstva i podatke o tokovima onečišćujućih tvari koje su dodane ili uklonjene iz upotrijebljenih količina vode. Sukladno definicijama i klasifikacijama koje se koriste u standardnim tablicama ponude i uporabe u SNA (cf. tematska jedinica 4.2.1.1.), računi fizičkih tokova vode prate potrošnju i onečišćenje vodnih resursa, kako na razini pojedinih proizvodnih djelatnosti i sastavnica finalne uporabe, tako i na razini cjelokupnog gospodarstva. Svrha ovih satelitskih računa je dati uvid u fizičke efekte promjena, kretanja i strukturnih odnosa u gospodarstvu u smislu njihovog utjecaja na vodne resurse.
2. **Hibridni računi vode** povezuju fizičke i monetarne tablice ponude i uporabe. Pojam *hibridni* ukazuje na kombinaciju podataka iskazanih u različitim jedinicama mjere u okviru istog računovodstvenog formata (i.e. računa), a koji opisuju različite aspekte gospodarskih procesa. Hibridni računi omogućavaju usporedbu gospodarskih učinaka

pojedinih djelatnosti ili sektora finalne potrošnje⁴¹ s ukupnim pritiscima na vode koji su izravno uzrokovani njihovim aktivnostima, stoga ovi računi pružaju kvalitetnu podlogu za izračun različitih pokazatelja efikasnosti i intenzivnosti gospodarskog korištenja odnosno utjecaja na vode. Primjerice, u hibridnim računima mogu se povezati podatci o volumenu gospodarske potrošnje vode i podatci o bruto dodanoj vrijednosti po djelatnostima te na taj način izmjeriti njihovu vodnu efikasnost.

3. **Ekonomski računi vode** sastavljeni su na temelju disagregiranih elemenata SNA koji su relevantni za upravljanje i zaštitu vodnih resursa. To se primjerice odnosi na troškove povezane sa zahvaćanjem, pročišćavanjem i distribucijom vode do krajnjih korisnika i obradom otpadnih voda prije njihovog ponovnog korištenja ili ispuštanja u okoliš; cijenu i ukupne troškove vodnih usluga za privatne, javne i gospodarske korisnike; namete i subvencije koji određuju ekonomsku cijenu vodnih usluga u pojedinim sektorima; vrijednost ostvarenih transakcija između sektora koje su povezane sa zaštitom vodnih resursa i povećanjem efikasnosti korištenja vodnih resursa; vrijednost proizvedenih dobara i usluga namijenjenih za smanjenje negativnog utjecaja na vode i vodni okoliš; ili neke druge specifične segmente monetarnih tokova koji su nastali uslijed ekonomskih aktivnosti usmjerenih na očuvanje, zaštitu i poboljšanje uporabe vode kao resursa.
4. **Računi imovine** namijenjeni su za procjenu količinskog stanja vodnih resursa na početku i na kraju određenog računovodstvenog razdoblja, odnosno za mjerenje i praćenje svih negativnih i pozitivnih promjena u volumenu raspoloživih obnovljivih i neobnovljivih vodnih zaliha koje su nastale tijekom tog razdoblja, bez obzira da li su te promjene rezultat ekonomskih aktivnosti, hidroloških pojava ili nekih drugih čimbenika. Primjerice, u računima imovine za nacionalne vodne resurse iskazuju se godišnja povećanja i smanjenja u prirodnoj aktivnosti uzrokovana oborinama, evapotranspiracijom, prekograničnim dotokom i odtokom vode, zahvaćanjem vode iz okoliša za gospodarske potrebe, ispuštanjem upotrijebljenih voda u okoliš i sl. Posebnost ovih računa je u tome što oni povezuju agregatni učinak različitih prirodnih i antropogenih utjecaja na ekstrakciju i obnavljanje vodnih resursa i tako prikazuju u

⁴¹ Značaj gospodarskih djelatnosti u nacionalnoj ekonomiji mjeri se kroz njihov relativan doprinos u formiranju bitnih makroekonomskih agregata (npr. ukupne dodane vrijednosti). Analogno tome, značaj određenog sektora finalne potrošnje proizlazi iz njegovog udjela u ukupnim izdacima za finalnu potrošnju.

kojoj mjeri ti utjecaji doprinose neto povećanju ili smanjenju ukupno raspoloživih količina vode na nekom području.

5. **Računi kvalitete** opisuju i prate promjene u kvalitativnom stanju vodnih resursa. Budući da je teško procijeniti i kvantificirati u kojoj mjeri određeni čimbenici doprinose pogoršanju ili poboljšanju kvalitativnih značajki vodnih resursa, računi kvalitete prikazuju samo utvrđene vrijednosti mjerodavnih pokazatelja specifičnih elemenata kvalitativnog stanja grupiranih vodnih tijela podzemne i nadzemne vode na početku i na kraju računovodstvenog razdoblja, bez detaljnije specifikacije prirodnih i antropogenih utjecaja koji su uzrokovali promjene tih vrijednosti.
6. **Računi vrednovanja vodnih resursa** prate promjene u vrijednosti raspoloživih vodnih resursa, a obuhvaćaju metode i tehnike vrednovanja koje se u ekonomskoj analizi uobičajeno koriste kada zabilježene vrijednosti tržišnih transakcija određenom ne proizvedenom imovinom ne odražavaju u potpunosti njezinu pravu ekonomsku vrijednost ili kada je potrebno procijeniti ukupnu vrijednost onih prirodnih resursa koji nisu u ničijem vlasništvu, niti su pod nečijom izravnom upravljačkom kontrolom, a koji potencijalno mogu donijeti ili već donose određene ekonomske i društvene koristi.⁴²

Kao što je već naglašeno, modularna struktura SEEA-Water računovodstvenog okvira dozvoljava parcijalnu kompilaciju prethodno opisanih kategorija računa i time omogućava postupnu izgradnju i razvoj integralnog sustava računovodstva vodnih resursa. S obzirom da je SEEA-Water u smislu implementacije fleksibilan sustav, on je primjenjiv u bilo kojoj zemlji i može se tematski i sadržajno oblikovati prema specifičnim nacionalnim potrebama, ali i određenim ograničenjima koja se mogu javiti prilikom prikupljanja, obrade, izrade i

⁴² Metode za vrednovanje bilo kojeg oblika prirodne aktive, pa tako i vodnih resursa, mogu se podijeliti na dvije osnovne grupe: *metode za utvrđivanje otkrivenih preferencija* i *metode za utvrđivanje iskazanih preferencija*. *Metode za utvrđivanje otkrivenih preferencija* koriste dostupne podatke s postojećih tržišta kako bi se na temelju njih utvrdila vrijednost ne-tržišnih dobara. Ove metode baziraju se na cijenama prirodne imovine koja već kotira na tržištu, a koja posjeduje iste ili slične attribute prirodnog resursa ili komponente okoliša čija se vrijednost želi procijeniti. *Metode za utvrđivanje iskazanih preferencija* koriste se kada vrijednost okoliša ili prirodnog resursa nije izravno mjerljiva ili se ne može utvrditi na osnovu promatranja tržišta. U tom slučaju, istraživači pomoću posebno osmišljenih upitnika prikupljaju podatke koji su potrebni za utvrđivanje svih nužnih elemenata za procjenu ukupne vrijednosti određene prirodne aktive. Komponente vrijednosti vodnih resursa i metode koje se u praksi najčešće koriste za njihovo vrednovanje detaljnije su obrađeni u UN (2012): *System of Environmental-Economic Accounting for Water*, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division New York (pp. 123-136).

diseminaciji vodno-ekonomskih podataka i pokazatelja.⁴³ Prilikom planiranja razvoja i uspostave integralnog sustava nacionalnog računovodstva vodnih resursa trebalo bi se prvo fokusirati na one račune vode koji su relevantni za određene nacionalne prioritete u području zaštite i upravljanja vodama i račune za čiju kompilaciju već postoji sva potrebna statistika. Primjerice, u zemljama koje se suočavaju s problemom oskudice vodnih resursa i prekomjerne vodne potrošnje važno je prvo uspostaviti mehanizme mjerenja i redovitog prikupljanja hidroloških podataka koji su potrebni za kompilaciju računa fizičkih tokova vode i računa imovine vode, a sve kako bi donositelji integralne vodne politike mogli identificirati ključne potrošače vode i na temelju toga osmisliti odgovarajuće mjere za efikasnu i pravednu alokaciju iskoristivih vodnih resursa između i unutar različitih sektora te mjere za optimalno smanjenje ukupne potrošnje vode. S druge strane, u zemljama gdje postoje značajni problemi zagađenja vode oportuno je prvo razviti i uspostaviti račune emisije i hibridne račune koji će pružiti kvalitetnu podlogu za formulaciju politika usmjerenih na smanjenje štetnih emisija u vodni okoliš te omogućiti procjenu i praćenje ekonomskih efekata provedbe tih politika.

SEEA-Water računi pokrivaju sve važne aspekte međuodnosa gospodarstva i vodnih resursa zbog čega pružaju kvalitetnu i cjelovitu podatkovnu osnovicu za izračun specifičnih pokazatelja i primjenu složenih analitičkih i prognostičkih alata koji se koriste za identifikaciju i analizu ključnih međusektorskih pitanja u području integriranog upravljanja vodnim resursima, a na osnovu toga osiguravaju i kvalitetnu osnovicu za iznalaženje i oblikovanje odgovarajućih politika za uspješno rješavanje tih pitanja.

2.6. SUVREMENE METODE I KONCEPTI MJERENJA GOSPODARSKOG UTJECAJA NA VODNE RESURSE

Pregled najvažnijih pokazatelja i analitičkih alata koji se koriste u kvantificiranju i analizi gospodarskih pritisaka na vodne resurse podijeljen je u dvije tematske jedinice: **1) pokazatelji gospodarskog utjecaja na vodne resurse i 2) integrirane metode procjene i analize gospodarskog utjecaja na vodne resurse.**

⁴³ Navedeno je u prvom redu uvjetovano s dostignutom razinom gospodarske, društvene i institucionalne razvijenosti u nekoj zemlji, stanjem vodnog okoliša, administrativnim kapacitetima, raspoloživoj statistici vode, troškovima redovitih statističkih istraživanja i sl.

2.6.1. Pokazatelji gospodarskog utjecaja na vodne resurse

Kako bi se dobila cjelovita slika o ukupnom gospodarskom utjecaju na vodne resurse, nužno je koristiti set tematskih pokazatelja koji opisuju različite aspekte međudnosa gospodarstva i vodnih resursa, odnosno pokazatelja na osnovu kojih je moguće utvrditi ključne hidrološko-ekonomske učinke i efekte gospodarskog korištenja vode. S obzirom da su za donositelje integriranih vodnih politika, osim spoznaja u stanju vodnih resursa i razini vodnog stresa kojim su izloženi korisnici vode u nekoj zemlji, od posebne važnosti i informacije o količini i intenzitetu gospodarske potrošnje i onečišćenja vode te informacije o efikasnosti korištenja vode u procesima proizvodnje i potrošnje dobara i usluga, svaka potpuna analiza gospodarskog utjecaja na vodne resurse mora uzeti u obzir dvije osnovne skupine pokazatelja vodne statistike - **pokazatelje raspoloživosti vodnih resursa i pokazatelje pritiska na vodne resurse.**

Raspoloživost vodnih resursa može se iskazati u apsolutnom i relativnom smislu. ***Pokazatelji apsolutne raspoloživosti vode*** odražavaju količinsko stanje različitih tipova vodnih resursa u nekoj zemlji (cf. tematska jedinica 2.1.2.), a koriste se za kvantifikaciju i praćenje promjena u volumenu vodnih resursa koji su pod isključivom ingerencijom nacionalne vodne politike i vodnih resursa koji se moraju dijeliti ili upravljati zajedno s drugim zemljama. S obzirom da pokazatelji apsolutne raspoloživosti vode daju samo jednostavnu okolišnu perspektivu o kvantitativnom statusu nacionalnih vodnih resursa, pri određivanju strateških smjernica nacionalne vodne politike puno je važnije poznavanje relativne raspoloživosti vodnih resursa, a koja se može odrediti na osnovu različitih demografskih, ekonomskih ili teritorijalnih parametara.

U istraživačkoj praksi najčešće se koriste sljedeći pokazatelji ***relativne raspoloživosti vodnih resursa:***

- ***Ukupni obnovljivi vodni resursi po stanovniku*** je pokazatelj koji prikazuje omjer volumena ukupnih obnovljivih vodnih resursa u nekoj zemlji i veličine njezinog stanovništva. Vrijednost ovog pokazatelja predstavlja relativnu mjeru prirodne izdašnosti vodnih resursa na određenom teritoriju, odnosno ukazuje da li je prosječna godišnja količina vode koja se prirodnim putem generira u nekoj zemlji dostatna za

zadovoljavanje ukupnih izravnih i neizravnih potreba postojećeg stanovništva za vodom (cf. tematska jedinica 3.1.1.)

- ***Gustoća vodnih resursa*** je srednji volumen obnovljivih vodnih resursa na površini određenog područja, a izračunava se kao omjer volumena prosječnog godišnjeg protoka vode na nekom području i ukupne površine tog istog područja. Usporedba teritorijalnih jedinica u nekoj zemlji prema kriteriju gustoće vodnih resursa važna je za utvrđivanje neusklađenosti između geografskog razmještaja obnovljivih količina vode i razvojnih potreba za vodom.
- ***Koeficijent ovisnosti*** pokazuje stupanj ovisnosti pojedine zemlje o vodnim resursima koji se generiraju izvan teritorijalnog područja te zemlje, a izračunava se kao omjer godišnjeg volumena eksternih obnovljivih vodnih resursa i ukupnih obnovljivih vodnih resursa. S porastom koeficijenta ovisnosti raste i relativni značaj kumulativnog dotoka vode iz inozemnih zemalja u odnosu na vodne resurse koji se obnavljaju iz endogenih oborina. Postoji i komplementarni pokazatelj, tzv. ***koeficijent neovisnosti***, a koji mjeri relativni značaj vlastitih vodnih resursa, odnosno pokazuje stupanj autonomije pojedine zemlje u odnosu na eksterne vodne resurse. Koeficijent neovisnosti dobije se stavljanjem u odnos godišnjeg volumena unutarnjih i ukupnih obnovljivih vodnih resursa.
- ***Indeks eksploatacije vodnih resursa*** izražava ukupnu godišnju količinu zahvaćene vode kao postotak dugoročnog prosjeka ukupno raspoloživih obnovljivih vodnih resursa. Ovaj pokazatelj indicira raspoloživost vodnih resursa s aspekta postojeće razine i modaliteta njihove eksploatacije i ukazuje da li su stope zahvaćanja podzemne i nadzemne vode iz okoliša dugoročno održive. Prema literaturi, indeks eksploatacije vodnih resursa veći od 20% implicira prisutnost vodnog stresa, dok indeks eksploatacije vodnih resursa veći od 40% upozorava na postojanje izrazito jake konkurencije za vodom zbog koje je agregatna stopa zahvaćanja vode dosegla razinu koja može trajno ugroziti zdravlje slatkovodnih ekosustava (cf. Alcamo et al., 2000).

Pokazatelji raspoloživosti vodnih resursa daju kreatorima nacionalnih vodnih politika sliku o tome koliku je količinu vode u nekoj zemlji teoretski moguće alocirati za ljudske potrebe i koliki je stupanj vodnog stresa u toj zemlji. No, kako bi se prepoznali ključni problemi

gospodarenja nacionalnim vodnim resursima i utvrdili prioritete za njihovo rješavanje, potrebno je identificirati najznačajnije izvore izravnog pritiska na vodne resurse u nacionalnom gospodarstvu. U tu svrhu posebno je važno koristiti pokazatelje koji povezuju ekonomske outpute na različitim gospodarskim razinama i utjecaje na vodne resurse te pokazatelje koji mjere efikasnost transformacije vode kao proizvodnog inputa u konačne proizvode i usluge.

Primjeri često korištenih ***pokazatelja gospodarskih pritisaka na vodne resurse*** su:

- ***Ukupna godišnja potrošnja vode i količina ispuštenih otpadnih voda*** su pokazatelji koji mjere izravan doprinos pojedinih sektora ukupnom gospodarskom pritisku na vodne resurse. Mogu se iskazati u apsolutnim jedinicama ili kao postotni udio pojedinih sektora u agregatnoj gospodarskoj potrošnji vode i emisiji vodenog otpada. Svrha analize ovih pokazatelja je utvrditi najznačajnije neposredne potrošače i onečišćivače vode u nacionalnom gospodarstvu.
- ***Produktivnost vode*** odražava vrijednost ili količinu ostvarenog outputa po jedinici utrošene vode i predstavlja jedan od osnovnih pokazatelja efikasnosti korištenja vode u gospodarstvu. Iako se relativiziranjem monetarnih mjera outputa (npr. prihod, bruto vrijednost proizvodnje, bruto dodana vrijednost, dohodak, itd.) po osnovi utrošene vode u proizvodne svrhe ne može utvrditi isključiv doprinos vode kao proizvodnog faktora u stvaranju ekonomske vrijednosti, produktivnost vode pokazuje široko definirane socio-ekonomske benefite od izravne uporabe vode u pojedinoj djelatnosti, sektoru ili cjelokupnom gospodarstvu, stoga se izvedenice ovog pokazatelja u pravilu koriste pri primarnoj procjeni potencijalnih ekonomskih efekata realokacije vodnih resursa između određenih gospodarskih sektora ili teritorijalnih cjelina.
- ***Intenzivnost korištenja vode*** je recipročan oblik pokazatelja produktivnosti vode i mjeri količinu utrošene vode po jedinici ostvarenog outputa. Izračun intenzivnosti gospodarskog korištenja vode služi za identificiranje onih sektora ili dijelova gospodarstva koji pri danoj razini i strukturi društvene proizvodnje stvaraju relativno najveći pritisak na vodne resurse, odnosno sektora koji imaju relativno najveću pokretačku snagu potrošnje vode. Pokazatelji vodne intenzivnosti imaju veliku važnost u planiranju održivog korištenja vodnih resursa iz razloga što oni, za razliku od pokazatelja produktivnosti vode koji ukazuju na izravne ekonomske učinke

korištenja vode, pomažu u boljem razumijevanju utjecaja proizvodnih aktivnosti u određenim sektorima na kretanje ukupne gospodarske potrošnje vode.⁴⁴

Pokazatelji pritisaka na vodne resurse predstavljaju apsolutne i relativne mjere okolišnih i ekonomskih performansi gospodarskog korištenja vode stoga primarno služe za komparativnu analizu vodom ili vodnim onečišćenjem intenzivnih djelatnosti. Međutim, identificiranje ključnih izravnih potrošača i onečišćivača vode u nekom gospodarstvu nije dovoljno za suštinsku spoznaju prirode njegovog agregatnog utjecaja na vodne resurse. Naime, postoje proizvodne djelatnosti koje ne troše velike količine vode, niti ispuštaju otpadne vode u okoliš, ali čije proizvodne aktivnosti, kumulativno gledajući, značajno opterećuju vodne resurse. Kod takvih djelatnosti opterećenja na vodne resurse javljaju ranije u njihovom proizvodnom lancu i na geografskim lokacijama koje mogu biti značajno udaljene od mjesta njihove zastupljenosti. Zbog toga vrijednosti standardnih pokazatelja gospodarskih pritisaka na vodne resurse nisu relevantne za te djelatnosti jer ne odražavaju njihov kumulativan utjecaj na potrošnju i onečišćenje vode u nacionalnom gospodarstvu. U tu svrhu potrebno je koristiti integrirane analitičke i simulacijske alate koji se u smislu obuhvata, metodološke složenosti te definiranja, mjerenja i normiranja ulaznih i izlaznih parametara opterećenja na vodne resurse mogu prilagoditi i oblikovati prema specifičnim istraživačkim potrebama.

Najčešće korištene metode za procjenu, analizu i simulaciju kumulativnih gospodarskih efekata na vodne resurse detaljnije su obrađene u sljedećoj tematskoj jedinici.

2.6.2. Integrirane metode procjene i analize gospodarskog utjecaja na vodne resurse

Postoje tri osnovne metode koje se koriste za procjenu i analizu izravnih i neizravnih gospodarskih utjecaja na vodne resurse, a čija praktična primjena može biti korisna za donositelje odluka na svim razinama integriranog upravljanja vodnim resursima. To su: **1) vodeni otisak i 2) metoda procjene utjecaja životnog ciklusa proizvoda na okoliš i 3) input-output analiza.**

⁴⁴ Pokazatelji produktivnosti i intenzivnosti mogu se formulirati i u kontekstu opterećenja apsorpcijskog kapaciteta vodnih resursa na način da odražavaju ostvarenu vrijednost outputa po jedinici onečišćenja koje se ispušta u vodne prijemnike otpada u okolišu (npr. m³ ispuštene otpadne vode), odnosno da odražavaju ukupnu količinu onečišćenja vode koja nastaje pri proizvodnji jedne jedinice outputa.

2.6.2.1. Vodeni otisak

Vodeni otisak pokazatelj je kumulativnog utjecaja proizvođača i potrošača na vodne resurse koji uzima u obzir direktnu i indirektnu upotrebu vode. Gledano s aspekta finalnog outputa, vodeni otisak mjeri upotrebu vode u cjelokupnom proizvodno-opskrbnom lancu koji podupire proizvodnju određenog finalnog proizvoda ili pružanje određene finalne usluge. Posebnost vodenog otiska je u tome što je on kompozit više različitih pokazatelja potrošnje i onečišćenja vode, a koji su strukturirani prema prirodnim izvorima vodnih resursa i tipovima onečišćenja kojima se opterećuju vodni resursi, pri čemu se svi pokazatelji vodenog otiska mogu temporalno i geografski specificirati.

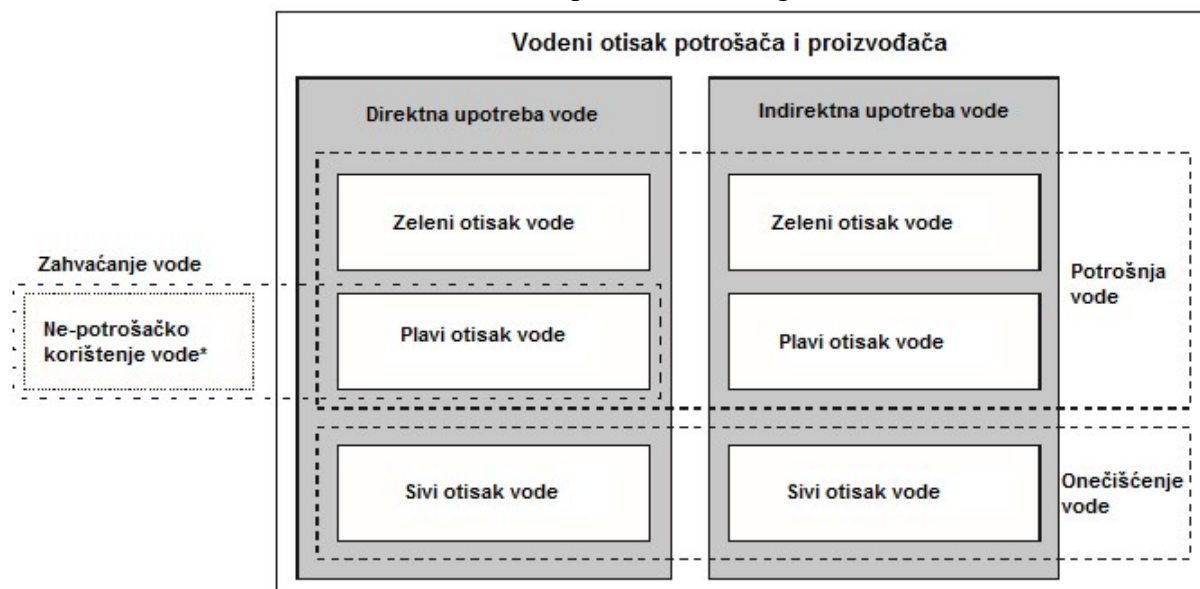
Prema metodologiji vodenog otiska, ukupan utjecaj pojedinog entiteta na vodne resurse može se podijeliti na tri osnovne komponente (Hoekstra et al., 2011, p. 2):

1. **Otisak plave vode** koji se odnosi se na potrošnju vode zahvaćenu iz tijela površinske i podzemne vode.
2. **Otisak zelene vode** koji se odnosi se na potrošnju kišnice u mjeri u kojoj se ona ne pretvara u otjecanja koja obnavljaju izvore plave vode.
3. **Otisak sive vode** koji se odnosi na količinu vode potrebnu za asimilaciju i razgradnju onečišćenja koja se ispuštaju u vodni okoliš.

Procjena ukupnog vodenog otiska uključuje direktnu i indirektnu upotrebu plave, zelene i sive vode, a isključuje onaj dio zahvaćene plave vode koji je vraćen u njezine prirodne izvore.⁴⁵ Zbog toga vodeni otisak, za razliku od klasičnih pokazatelja i agregata vodne statistike koji mjere volumen zahvaćene ili direktno potrošene plave vode, daje puno širu sliku o tome koliko je zapravo potrebno vode da bi potrošači i proizvođači na nekom području zadovoljili sve svoje potrebe (cf. shema 2.8.).

⁴⁵ Primjerice, ispusti upotrijebljene vode zadovoljavajuće kakvoće u vodne prijemnike otpada u okolišu (npr. rijeka, jezero).

Shema 2.8. Komponente vodenog otiska



Izvor: priredio doktorand prema shematskom prikazu vodenog otiska prikazanog u Hoekstra et al. (2011): *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*, Earthscan, London, UK [dostupno na: <http://waterfootprint.org/en/resources/publications/>, preuzeto: 20.12.2015.], p. 3

*osim korištenja vode u samom vodnom tijelu, ne-potrošačko korištenje vode odnosi se i na volumen zahvaćene plave vode koji je vraćen u vodni okoliš.

Svrha procjene vodenog otiska je kvantificirati, analizirati i ocijeniti povezanost pojedinog gospodarskog ili društvenog entiteta s problemom oskudnosti i zagađenja vode te vidjeti kako taj entitet može postati održiviji u pogledu njegovog sveukupnog pritiska na vodne resurse. Sam postupak i obuhvat procjene vodenog otiska prvenstveno ovisi o fokusu istraživačkog interesa i raspoloživim podacima. Tako se, primjerice, može procijeniti vodeni otisak specifičnog procesa ili aktivnosti, finalnog proizvoda ili usluge, potrošača ili grupe potrošača, poduzeća, djelatnosti, sektora ili cjelokupnog nacionalnog gospodarstva. Također, moguće je koristiti i alternativni pristup u procjeni vodenog otiska te, sukladno istraživačkom kontekstu i zadanim ciljevima, definirati računovodstveni okvir za procjenu vodenog otiska grada, regije, države ili neke druge teritorijalne jedinice. Prema potrebi, istraživanje direktnih i indirektnih pritisaka na vodne resurse koji su povezani s djelovanjem pojedinog fenomena može se usmjeriti na procjenu samo jedne od komponenti vodenog tiska (cf. tematska jedinica 4.2.2.2.).

Cjelokupan postupak procjene vodenog otiska sastoji se od četiri osnovne faze:

1. **Određivanje ciljeva i obuhvata procjene vodenog otiska**
2. **Izračun vodenog otiska**
3. **Procjena održivosti vodenog otiska**

4. Formulacija smjernica za smanjenje ili promjenu strukture vodenog otiska

S obzirom na postojanje više različitih razina upravljanja vodnim resursima (npr. nacionalna, regionalna, sektorska, itd.) i specifičnih ekonomskih, društvenih i okolišnih pitanja vode koja se javljaju u procesu donošenja vodnih i s njima povezanih razvojnih politika, u prvoj fazi procjene vodenog otiska važno je razmotriti ključne razloge zbog kojih se namjerava izračunati i analizirati vodeni otisak određenog fenomena te u skladu s tim jasno definirati pretpostavke, ciljeve i analitički obuhvat samog postupka procjene vodenog otiska. Primjerice, kreatori nacionalnih politika mogu biti zainteresirani za bolje razumijevanje ovisnosti proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva o inozemnim vodnim resursima ili ih mogu zanimati spoznaje o tome u kojoj mjeri inozemna potražnja stvara pritisak na domaće vodne resurse. Za donositelje odluka o razvoju regionalnih gospodarstava koja se dominantno temelje na poljoprivredi mogu biti važne informacije o efektima alokacije oskudnih vodnih resursa između poljoprivrednih proizvodnji visoke i niske dodane vrijednosti, dok recimo nositelji razvoja pojedinih poduzeća može zanimati koliko su njihovi postojeći proizvodno-opskrbeni lanaci osjetljivi na moguće promjene u vodnim resursima.

Druga faza postupka procjene vodenog otiska je tzv. računovodstvena faza u kojoj se prikupljaju podatci i kompiliraju računi za izračun pojedinih komponenti vodenog otiska. Obuhvat i razina detaljnosti računovodstvene faze prvenstveno ovisi o odlukama donesenim u prethodnoj fazi i o kvaliteti dostupnih podataka koji se planiraju koristiti prilikom izračuna kumulativnih pritisaka na vodne resurse. Izazovi vezani za kompilaciju računa vodenog otiska uglavnom se odnose na istraživačka pitanja kao što su:

- Koja je prostorno-vremenska razina relevantna za analizu?
- Da li uzeti u obzir sve komponente vodenog otiska (i.e. plavu, zelenu i sivu vodu) ili samo jednu od njih?
- Da li je u procjenu vodenog otiska potrebno uključiti i direktnu i indirektnu potrošnju/onečišćenje vode?
- Gdje postaviti granice proizvodno-opskrbenih lanaca koji podupiru proizvodnju ili potrošnju promatranog entiteta?
- Kako kvantificirati indirektne i direktne pritiske na vodne resurse za koje nisu dostupni podatci?

S obzirom na prostorni i vremenski obuhvat istraživanja poveznih proizvodnih i potrošačkih aktivnosti, mogu se prepoznati tri osnovne razine izračuna vodenog otiska (cf. tablica 2.4.)

Tablica 2.4. Prostorno-vremenske razine izračuna vodenog otiska

Razine	Prostorni obuhvat	Vremenski obuhvat	Izvori podataka o korištenju vode
A	Svijet i svijetske regije	Godišnje	Globalne baze podataka o vodnim resursima i znanstvena literatura o potrošnji vode i emisijama koje su tipične za proizvodnju određenih proizvoda ili odvijanje određenih tehnoloških procesa
B	Zemlja, regija ili vodno područje	Godišnje ili mjesečno	Osim prethodno navedenih izvora, nacionalna vodna statistika i podatci područnih statističkih jedinica
C	Specifično vodno tijelo ili lokalitet	Mjesečno ili dnevno	Empirijski podatci, rezultati ciljanih mjerenja i ispitivanja

Izvor: priredio doktorand prema Hoekstra et al. (2011): *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*, Earthscan, London, UK [dostupno na: <http://waterfootprint.org/en/resources/publications/>, preuzeto: 20.12.2015.], p. 12

Nakon izrade inventara tokova plave, zelene i sive vode koji su direktno ili indirektno povezani s procesima proizvodnje i potrošnje dobara i usluga te izračuna agregiranih pokazatelja vodenog otiska, slijedi faza evaluacije održivosti vodenog otiska. Svrha ove faze je utvrditi da li su postojeći obrasci upotrebe i onečišćenja vode u granicama održivosti prirodnih vodnih resursa. Ovisno o perspektivi evaluacije, održivost vodenog otiska određenog proizvoda, procesa, proizvođača, potrošača ili sustava može se sagledati u kontekstu njegovog doprinosa globalnom vodenom otisku čovječanstva ili u kontekstu njegovog doprinosa agregatnoj vrijednosti vodenog otiska na specifičnom geografskom području. Potreba za analizom kontribucije pojedinog faktora globalnom vodenom otisku temelji se na činjenici da su svjetski vodni resursi oskudni i ograničeni. Stoga, u smislu opće međugeneracijske jednakosti i odgovornosti, uvijek mora postojati osviještenost i zabrinutost za one gospodarske ili društvene faktore koji generiraju iznadprosječno opterećenje na svjetske vodne resurse. S druge strane, procjena održivosti vodenog otiska iz geografske perspektive važna je za razumijevanje u kojoj mjeri promatrani entiteti direktno ili indirektno ovise o vodnim područjima ili tijelima gdje su stope zahvaćanja i onečišćenja vode dosegnule kritičnu razinu tj. razinu koja počinje nadilaziti prirodnu sposobnost njihovog obnavljanja i pročišćavanja.

U posljednjoj fazi procjene vodenog otiska, tzv. fazi odgovora, formuliraju se moguće opcije, strategije ili politike za smanjenje vodenog otiska, a koje se moraju razraditi i precizirati u skladu s nadležnostima pojedinih nositelja integriranih politika upravljanja vodnim resursima, kao i potrebama svih ključnih dionika. Primjerice, gledano s pozicije uloge nacionalne vlade u poticanju održivog razvoja ukupnog gospodarstva, odgovori na povećane pritiske na svjetske i nacionalne vodne resurse koje stvara dostignuta razina i struktura agregatne domaće proizvodnje i potrošnje mogu se iskazati u obliku integriranih i koordiniranih mjera i akcija koje je potrebno provesti u okviru različitih resornih ministarstava nadležnih za upravljanje vodama, zaštitu okoliša, prostorno planiranje, energiju, gospodarstvo i međunarodnu razmjenu. Pritom, te mjere moraju biti komplementarne i usklađene s općim strateškim interesima pojedine zemlje, što znači da ako u nekoj zemlji vodom ili vodnim onečišćenjem intenzivne djelatnosti imaju ključnu ulogu u generiranju ukupnog gospodarskog rasta, tada nacionalna strategija za smanjenje vodenog otiska mora biti primarno usmjerena na rasterećenje izvora plave vode kroz povećanje efikasnosti zahvaćanja, distribucije i gospodarske potrošnje vode, implementaciju učinkovitih tehnologija i metoda za pročišćavanje i ponovnu uporabu vode te veće korištenje alternativnih izvora vode. S druge strane, opće prilike u pojedinoj zemlji i njezinom okruženju mogu biti takve da je oportuno i ekonomski opravdano koristiti potpuno drugačiji pristup za smanjenje ukupnog vodenog otiska nacionalnog gospodarstva, a koji podrazumijeva realokaciju vodnih resursa, restrukturiranje nacionalne gospodarske osnovice kroz poticanje razvoja vodom ne-intenzivnih djelatnosti te jačanje trgovinskih i gospodarskih odnosa sa zemljama koje su realtivno bogate vodnim resursima.

2.6.2.2. Metoda procjene utjecaja životnog ciklusa proizvoda na okoliš

Metoda procjene utjecaja životnog ciklusa proizvoda na okoliš (eng. *Life cycle assessment - LCA*) je ISO standardizirani alat (ISO 14040/14044/14046)⁴⁶ za cjelovito mjerenje okolišnih utjecaja koji nastaju tijekom životnog ciklusa pojedinog proizvoda, usluge, procesa,

⁴⁶ ISO je akronim za Međunarodnu organizaciju za normizaciju (eng. *International organization for standardization*) koja se bavi pripremom, usvajanjem i objavljivanjem međunarodnih normi i dokumenata koji su u funkciji općeg gospodarskog razvoja i uklanjanja prepreka u međunarodnoj trgovini. Primjena ISO standarda osigurava sigurnost i kvalitetu proizvoda i usluga, olakšava međunarodno poslovanje i trgovinu te doprinosi unaprjeđenju radnog, životnog i prirodnog okruženja. Svi ISO standardi, uključujući i one koji opisuju principe, zahtjeve i smjernice za primjenu LCA metode, dostupni su na službenim mrežnim stranicama ISO organizacije (cf. <http://www.iso.org/iso/home.html>).

aktivnosti, projekta ili neke druge funkcionalne jedinice. Primjerice, procjena sveukupnog okolišnog utjecaja određenog proizvoda LCA metodom temelji se na definiranju, kvantifikaciji i bilanciranju svih ulaznih (npr. gorivo, voda, specifični materijali, itd.) i izlaznih (npr. CO₂, otpadne vode, kruti otpad, toplina, itd.) tokova koji su povezani s razvojem, proizvodnjom, distribucijom, korištenjem i održavanjem tog proizvoda (uključujući njegovu konačnu obradu i zbrinjavanje nakon što postane otpad) te ocjeni u kojoj mjeri ti tokovi doprinose pojedinoj kategoriji negativnog utjecaja na okoliš (npr. onečišćenje zraka, degradacija količinskog stanja podzemnih voda, globalnom zatopljenju i sl.). LCA metoda osmišljena je kako bi donositeljima odluka pomogla u odabiru onih funkcionalnih jedinica koje imaju najmanje štetan utjecaj na okoliš i zdravlje čovjeka, ali i u pronalaženju načina za poboljšanje ekološke efikasnosti cjelokupnog sustava koji podupire životni ciklus pojedinih funkcionalnih jedinica.

Prema ISO 14040 standardu postupak primjene LCA metode strukturiran je u četiri osnovna koraka:

1. Definiranje svrhe i obuhvata istraživanja

Definicija svrhe istraživanja podrazumijeva određivanje polazišta za primjenu LCA metode (npr. promjena dizajna proizvoda, uvođenje nove tehnologije proizvodnje, diversifikacija ponude, izgradnja novog postrojenja ili zgrade, itd.), specifikaciju razloga za primjenu LCA metode (npr. odabir tehnologije koja uzrokuje najmanju potrošnju resursa, identificiranje procesa u životnom ciklusu projekta koji najviše onečišćuju okoliš, procjena kako će promjene karakteristika postojećih proizvoda ili načina na koji se oni proizvode utjecati na okoliš kroz sve faze njihovog životnog ciklusa, itd.) i klasifikaciju donositelja odluka koji će koristiti rezultate istraživanja (npr. menadžeri, nositelji javnih politika, inženjeri, itd.).

Definicija obuhvata primjene LCA metode odnosi se na odabir, razinu detaljnosti, mjerenje, prikaz, povezivanje i interpretaciju pokazatelja koji su značajni za prethodno utvrđenu svrhu istraživanja. To je ujedno najvažniji i najzahtjevniji korak u cjelokupnom postupku primjene LCA metode iz razloga što o njemu ovisi točnost, kvaliteta i upotrebljivost dobivenih rezultata. Dakle, u ovom koraku važno je jednoznačno precizirati kvantitativne reference funkcionalne jedinice koja je predmet analize,⁴⁷ utvrditi složenost i odrediti granice

⁴⁷ Ako se uspoređuje više različitih proizvoda, usluga ili tehnologija proizvodnje, onda se funkcionalna jedinica mora definirati u obliku koji je ekvivalentan njihovim potrebama.

proizvodnog sustava koji će se obuhvatiti analizom te na osnovu toga definirati set pokazatelja pomoću kojih će se kvantificirati i analizirati određeni okolišni utjecaji.⁴⁸ Naravno, na samo definiranje obuhvata i razine detaljnosti planiranog istraživanja utjecat će i ograničenja vezana uz dostupnost podataka i mogućnosti mjerenja ekoloških performansi procesa koji se odvijaju u pojedinim fazama životnog ciklusa promatrane funkcionalne jedinice.

2. Izrada inventara svih ulaznih i izlaznih tokova u životnom ciklusu promatrane funkcionalne jedinice

Izrada LCA inventara determinirana je svrhom i obuhvatom istraživanja, a odnosi se na kvantifikaciju i sistematizaciju materijalnih i energetske veličina koje pojedini LCA sustav izmjenjuje s okolišem. U pogledu utjecaja na vodne resurse, u ovom koraku aplikacije LCA metode za svaku fazu životnog ciklusa promatrane funkcionalne jedinice izračunava se volumen ulaznih tokova vode prema tipu i geografskoj lokaciji njihovog izvora i volumen ili masa različitih onečišćivača koji se ispuštaju u vodni okoliš.

3. Određivanje utjecaja na okoliš

U trećem koraku procjene utjecaja na okoliš LCA metodom prethodno izračunate veličine svih ulaznih i izlaznih materijalnih i energetske tokova, odnosno tokova potrošnje resursa i emisija otpada, pripisuju se točno određenoj kategoriji utjecaja na okoliš s ciljem identificiranja relativne veze između svakog pojedinog procesa u analiziranom proizvodnom sustavu i pojedine kategorije utjecaja na okoliš koja se može javiti na različitim geografskim razinama (npr. porast vodnog stresa ili pogoršanje kvalitete podzemnih voda na nekom području). Na osnovu toga mogu se uspoređivati kumulativni okolišni učinci različitih proizvodnih sustava.

4. Interpretacija

U posljednjem koraku postupka primjene LCA metode analiziraju se svi prethodno dobiveni rezultati i zaključci. Generalna svrha ovog koraka je izdvojiti one faze, procese ili aktivnosti u životnom ciklusu promatrane funkcionalne jedinice čiji kumulativni okolišni učinci prema rezultatima provedenog istraživanja značajno odstupaju od pretpostavljenih, standardnih ili

⁴⁸ Prema LCA terminologiji pojam *proizvodni sustav* podrazumijeva ukupnost procesa koji su povezani s životnim ciklusom određene funkcionalne jedinice, dok se postupak određivanja granica proizvodnog sustava odnosi na identificiranje i sistematizaciju onih procesa koji su relevantni za svrhu istraživanja. Radi preglednosti i razumljivosti, definirane granice proizvodnog sustava najčešće se prezentiraju pomoću dijagrama toka.

propisanih granica unutar kojih bi oni bili zadovoljavajući te utvrditi da li se ti rezultati mogu smatrati pouzdanima s obzirom na pretpostavke, ograničenja i obuhvat provedenog istraživanja. Uvažavajući kontekst inicijalno specificiranih razloga za primjenu LCA metode, kao i djelokrug i odgovornosti donositelja odluka koji će primijenjivati ishode LCA istraživanja u svom radu, na kraju ovog koraka potrebno je formulirati konkretne preporuke i smjernice za buduće djelovanje.

Iako je postupak procjene ukupnog gospodarskog utjecaja na vodne resurse pomoću LCA metode vrlo sličan postupku procjene vodenog otiska, radi se o metodama koje su primarno razvijene za različite svrhe. Za razliku od vodenog otiska koji je kao analitički alat isključivo namijenjen za procjenu volumena direktne i indirektne potrošnje vodnih resursa, LCA metoda osmišljena je radi mjerenja, evaluacije i usporedbe sveukupnog utjecaja životnog ciklusa određenog proizvoda ili proizvodne jedinice na okoliš. Pritom, LCA metoda omogućava kvantifikaciju i usporedbu višestrukih okolišnih učinaka koji mogu nastati uslijed korištenja samo jednog resursa ili emisije samo jednog tipa onečišćivača, kao i povezivanje potrošnje različitih resursa i emisije različitih onečišćivača s točno određenom kategorijom utjecaja na okoliš (npr. eutrofikacija vodnih resursa). U tom smislu, primjena LCA metodologije puno je složeniji i zahtjevniji proces od procjene vodenog otiska.

2.6.2.3. *Input-output analiza*

Budući da su svi relevantni teorijski i praktični aspekti primjene metodologije input-output analize detaljno razrađeni u tematskoj jedinici 4.2., u okviru ove tematske jedinice iznesene samo osnovne razlike i prednosti *input-output analize* u odnosu na prethodno elaborirane metode u pogledu procjene i analize gospodarskih utjecaja na vodne resurse.

I vodeni otisak i LCA metoda temelje se na tzv. *odozdo prema gore* pristupu što znači da se prilikom primjene ovih metoda prvo kreće od konkretnog proizvoda ili gospodarske aktivnosti, a zatim se prema funkcionalnom (i.e. procesnom) principu slijede tokovi potrošnje i onečišćenja vode koji su povezani s nastankom tog proizvoda, odnosno djelovanjem te aktivnosti. S obzirom da je iz perspektive *odozdo prema gore* vrlo teško na sustavan i pregledan način obuhvatiti i povezati sve procese koji izravno ili neizravno podupiru određeni proizvodni lanac, a samim time i bilancirati ulazne i izlazne tokove vode u tim procesima,

metoda vodenog otiska i LCA metoda imaju ograničene mogućnosti u pogledu procjene i analize sveukupnih pritisaka na vodne resurse koji su povezani s tokovima proizvodnje i potrošnje u nacionalnom ili regionalnom gospodarstvu. Zbog toga se za takve potrebe najčešće koriste metode input-output analize. Input-output analiza zasnovana je na *odozgo prema dolje* pristupu, što znači da se u okviru input-output analize prvo polazi od vrijednosti pokazatelja izravne potrošnje i onečišćenja vode na makroekonomskoj razini, temeljem kojih se onda pomoću input-output tablica i posebnih matematičkih postupaka procjenjuje multiplikativan utjecaj potrošačkih i proizvodnih aktivnosti pojedinih sektora na potrošnju i onečišćenje vode.

Input-output analiza zasniva se na sustavu jednadžbi koje opisuju uspostavljene međusektorske veze u proizvodnoj strukturi određenog gospodarstva, uključujući njihove veze s izvorima finalne potrošnje i ponude primarnih inputa unutar i izvan granica tog gospodarstva. Time se omogućava cjelovita procjena sveukupnih pritisaka na vodne resurse koji nastaju uslijed zadovoljavanja finalne potražnje za outputom pojedinog sektora, bez obzira na stupanj složenosti proizvodnih lanaca koji podupiru njegovu proizvodnju. Na taj način izbjegava se nastajanje tzv. pogrešaka sakaćenja i multipliciranja - tipičnih mjernih pogrešaka za *odozdo prema gore* metode koje proizlaze iz kompleksnosti sustavnog identificiranja proizvodnih lanaca i uspostavljenih procesnih veza između njih, što značajno umanjuje pouzdanost rezultata procjene kumulativnih pritisaka na vodne resurse dobivenih primjenom *odozdo prema gore* metoda.⁴⁹

Još jedna bitna prednost input-output analize je u tome što se njezin metodološki okvir usko oslanja na standardnu statistiku nacionalnih računa i s njima usklađenih satelitskih računa okoliša, što istraživačima omogućava kontinuiranu dostupnost i provjeru podataka.

⁴⁹ Pogreške sakaćenja nastaju prilikom nepreciznog definiranja granica proizvodnog sustava na kojem se temelji obavljanje pojedine djelatnosti te time i izostavljanja određenih proizvodnih lanaca iz obuhvata procjene (cf. fusnota 47). Pogreške multipliciranja nastaju kada nije napravljena jasna razlika između različitih proizvodnih lanaca zbog čega dolazi do višestrukog obračunavanja pojedinih komponenti procjene kumulativnih pritisaka na vodne resurse (više o tome cf. Giljum, S. et al., 2013, pp. 13-14).

3. SUVREMENI TRENDOW I IZAZOW U PODRUČJU GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA S POSEBNIM OSVRTOM NA REPUBLIKU HRVATSKU

U okviru ovog dijela rada obrađene su sljedeće tematske jedinice: **1) stanje i raspoloživost vodnih resursa u Hrvatskoj i svijetu, 2) najznačajniji antropogeni i prirodni faktori utjecaja na vodne resurse, 3) ekološke i ekonomske implikacije suvremene krize vode, 4) nacionalni i međunarodni kontekst vodne politike u Republici Hrvatskoj, 5) analiza relevantnih pokazatelja potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj.**

3.1. STANJE I RASPOLOŽIVOST VODNIH RESURSA U HRVATSKOJ I SVIJETU

Sukladno naslovu, ovaj dio disertacije razrađen je kroz dvije tematske jedinice: **1) svjetski vodni resursi i 2) vodni resursi u Republici Hrvatskoj.**

3.1.1. Svjetski vodni resursi

Procjenjuje se da je ovisno o načinu prehrane i životnom stilu za svaku osobu u prosjeku potrebno potrošiti između 2000 i 5000 litara vode kako bi se zadovoljile njezine ukupne dnevne potrebe za hranom, vodom za piće i vodom namijenjenom za sanitarnu potrošnju. Imajući to u vidu, a uvažavajući recentne podatke o relativnoj raspoloživosti svjetskih vodnih resursa prema kojima je na globalnoj razini godišnje po svakom stanovniku raspoloživo 5.996 km³ obnovljivih vodnih resursa (cf. tablica 3.1.), može se ustvrditi da su obnovljive vodne zalihe na Zemlji teoretski i više nego dostatne za zadovoljavanje sveukupnih potreba svjetskog stanovništva za vodom, čak i ako se uzme u obzir proizvodnja obuće i odjeće te proizvodnja svih drugih potrošnih i nepotrošnih dobara (FAO, 2016). Međutim, kao što je već prije spomenuto, problem je u tome što pojavni oblici slatke vode nisu ravnomjerno raspoređeni na Zemlji, a dobar dio njih je i teško dostupan. Stoga, iako kumulativno gledajući svi kontinenti u načelu raspolazu s dovoljnim količinama obnovljivih vodnih resursa, zbog neravnomjernog geografskog rasporeda lako dostupnih površinskih i podzemnih slatkovodnih tijela, kao i neravnomjerne geografske i vremenske distribucije oborina koje ih obnavljaju, u stvarnosti postoje izrazite razlike između i unutar kontinenata, regija i zemalja u pogledu apsolutne i relativne raspoloživosti vodnih resursa.

U sljedećoj tablici prikazani su podaci o apsolutnoj i relativnoj raspoloživosti obnovljivih vodnih resursa po kontinentima.

Tablica 3.1. Raspoloživost obnovljivih vodnih resursa po kontinentima u 2014. godini

Kontinenti	Oborine		Obnovljivi vodni resursi		
	Godišnja visina (mm)	Godišnji volumen (km ³)	Godišnji volumen (km ³)	% svjetskih vodnih resursa	Godišnji volumen po stanovniku (m ³)
Afrika	677	20.371	3.931	9,2	3.545
Sjeverna Afrika	96	550	47	0,1	274
Subsaharska Afrika	815	19.821	3.884	9,0	4.143
Amerika	1.104	44.408	19.655	45,8	20.259
Sjeverna Amerika	637	13.881	6.077	14,2	12.725
Srednja Amerika i Karibi	2.018	1.515	729	1,7	8.467
Južna Amerika	1.638	29.012	12.849	29,9	31.610
Azija	828	26.855	11.865	27,6	2.756
Bliski istok	217	1.422	484	1,1	1.503
Srednja Azija	273	1.271	242	0,6	2.545
Južna i istočna Azija	1.139	24.162	11.139	26,0	2.865
Europa	545	12.561	6.578	15,3	8.846
Zapadna i srednja Europa	829	4.099	2.128	5,0	3.969
Istočna Europa	467	8.462	4.449	10,4	21.466
Oceanija	586	4.733	892	2,1	29.582
Australija i Novi Zeland	574	4.598	819	1,9	29.409
Ostali pacifički otoci	2.055	135	73	0,2	31.669
Ukupno	814	108.928	42.921	100,0	5.996

Izvor: FAO (2014): *Long-term average annual precipitation and internal renewable water resources* [dostupno na: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/tables/WorldData-IRWR_eng.pdf, preuzeto: 15.02.2016]

Iz podataka prikazanih u tablici 3.1. vidljive su značajne interkontinentalne nejednakosti u raspodjeli svjetskih vodnih resursa, a prema kojima na američke kontinente, koji zajedno čine 30% ukupne kopnene površine na Zemlji, otpada čak 46% godišnjih obnovljivih vodnih resursa. Navedeno ukazuje da je Amerika kao kopnena cjelina vodom najbogatiji dio svijeta, sa zabilježenom relativnom raspoloživošću obnovljivih vodnih resursa od 55.000 litara vode po stanovniku dnevno. Od ukupnog godišnjeg volumena obnovljivih vodnih resursa koji su rasprostranjeni širom sjeverne, srednje i južne Amerike, najviše je koncentrirano na području južne Amerike (65%), a koja u odnosu na sve promatrane kontinentalne i subkontinentalne

regije ima i najveću relativnu raspoloživost obnovljivih vodnih resursa - 86.000 litara vode po stanovniku dnevno.

Za razliku od Amerike, na Oceaniju, koja zauzima 6% kopnene površine na Zemlji, otpada svega 2% godišnjeg volumena svjetskih obnovljivih vodnih resursa, što je u apsolutnom smislu čini vodom najsiromašnijim kontinentom na Zemlji. Ipak, Oceanija je kontinent koji zbog niske gustoće naseljenosti bilježi izrazito visoku relativnu raspoloživost vode, a koja mjerena na dnevnoj razini iznosi čak 81.000 litara vode po stanovniku. S druge strane, na području Oceanije evidentne su velike regionalne nejednakosti u raspodjeli raspoloživih obnovljivih resursa slatke vode, što je posebno izraženo na primjeru Australije, gdje je u nekim naseljenim dijelovima već dugi niz godina prisutan problem oskudice vode.

Europa, na koju otpada 15,3% obnovljivih resursa vode na Zemlji, dnevno raspolaže s 24.000 litara vode po stanovniku. Iako je Europa na kontinentalnoj razini relativno bogata vodom, postoje značajne razlike u raspoloživosti obnovljivih vodnih resursa unutar i između pojedinih dijelova Europe i to ponajviše zbog neravnomjerne geografske i vremenske distribucije oborina. Posebno su izraženi dispariteti između vodom bogatih nordijskih zemalja i pojedinih zemalja u centralnoj i južnoj Europi (npr. Cipar, Malta, Poljska i Češka).

Azija, najveći i najnaseljeniji kontinet,⁵⁰ dnevno raspolaže sa 7.550 litara obnovljivih vodnih resursa po stanovniku, pri čemu podatci FAO-a pokazuju kako najveće azijske zemlje imaju ispodprosječnu raspoloživost obnovljivih vodnih resursa u odnosu na kontinentalni prosjek. Kina raspolaže s 5.500 litara vode po stanovniku dnevno, uz izrazito velike razlike u vodnom bogatstvu između regija na sušnom sjeveru i vlažnom jugu Kine, dok dnevna raspoloživost obnovljivih vodnih resursa na teritoriju Indije iznosi 4.200 litara vode po stanovniku, uz isto tako značajne razlike između sušnog sjevero-zapada i vlažnog istoka Indije.

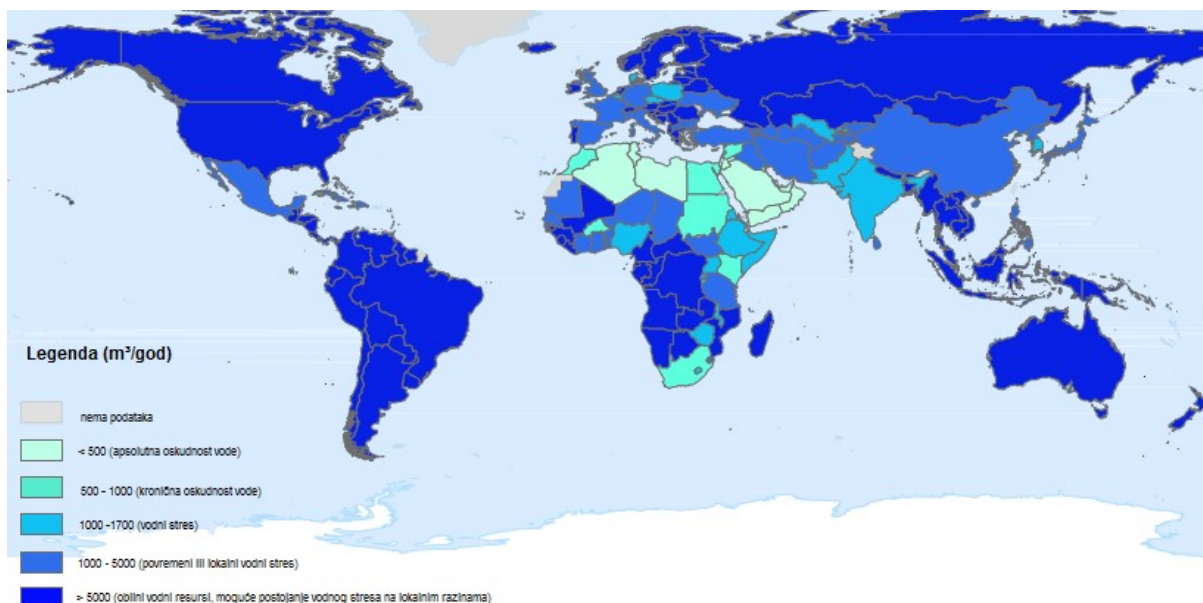
Sjeverna Afrika i Arapski poluotok vodom su najsiromašnije svjetske regije u kojima je raspoloživo svega 750, odnosno 230 litara vode po stanovniku dnevno, što je daleko ispod graničnih količina potrebnih za zadovoljavanje osnovnih ljudskih potreba za vodom. Zanimljivo je da na području Afrike godišnje padne gotovo dvostruko veći volumen oborina

⁵⁰ Azija zauzima cca 30% kopnene površine Zemlje, a samo u Kini i Indiji živi čak 36,5 % svjetskog stanovništva (cf. UN, 2015)

nego na području Europe. Međutim, zbog iznadprosječnih temperatura afrički kontinent godišnje evapotranspiracijom izgubi čak 80,7% oborinskih voda.

Uspoređujući relativnu raspoloživost ukupnih obnovljivih vodnih resursa po zemljama mogu se uočiti još veći ekstremi (cf. zemljovid 3.1.).

Zemljovid 3.1. Ukupni obnovljivi vodni resursi po stanovniku po zemljama u 2014. godini



Izvor: FAO (2015): *Total renewable water resources per inhabitant in 2014 (m³/year)* [dostupno na: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/maps/TRWR.Cap_eng.pdf, preuzeto: 15.02.2016]

Podatci Aquastata⁵¹ o raspoloživim obnovljivim vodnim resursima za 2014. godinu ukazuju kako je vodni stres prisutan u 52 zemlje svijeta (< 1.700 m³ po stanovniku godišnje), od kojih su čak njih 19 izrazito oskudne vodom (< 500 m³ po stanovniku godišnje), dok prema *per capita* kriteriju 83 zemlje obiluju vodnim resursima (> 5.000 m³ po stanovniku godišnje). S problemom apsolutne oskudice vode uglavnom su suočene zemlje na području sjeverne Afrike i Bliskog istoka gdje je ujedno smještena i vodom najsiromašnija zemlja svijeta - Kuvajt koji godišnje raspolaže sa svega 5,14 m³ obnovljivih vodnih resursa po stanovniku. Koliko su velike varijacije u raspoloživosti vodnih resursa po zemljama najbolje odražava podatak da je u Islandu, koji je u relativnom smislu vodom najbogatija zemlja svijeta, godišnje raspoloživo čak 516.090 m³ obnovljivih vodnih resursa po stanovniku.

⁵¹ Globalni informacijski sustav o vodama UN-ove organizacije za prehranu i poljoprivredu (eng. Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO). Preglednik glavne baze podataka Aquastata dostupan je putem ovog linka: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en>

Za razliku od količinskog stanja vodnih resursa, izrazito je teško pouzdano usporediti zemlje prema kvalitativnom stanju njihovih vodnih resursa. Razlog tome je što je kvaliteta vode promjenjiva kategorija koja značajno ovisi o vremenskim okolnostima, tipu i lokaciji izvora vode, specifičnoj namjeni vode, kontekstu i tehnologiji upotrebe vode i slično. S druge strane, dinamika pojavnosti i međusobna interakcija faktora kvalitete vodnih resursa (kao što su primjerice pozadinsko onečišćenje voda, režim toka i volumen vodnih tijela te količina i godišnja raspodjela padalina na nekom prostoru) dodatno kompliciraju i otežavaju sva praktična nastojanja za konzistentnim i pravovremenim mjerenjem i praćenjem promjena u kvaliteti vodnih resursa, ali i preciznim određivanjem doprinosa pojedinih uzročnika tim promjenama. Zbog toga u praksi još uvijek ne postoji uniforman sustav mjerenja kvalitete ukupnih zaliha vodnih resursa na osnovu kojeg je moguće ocijeniti, usporediti i rangirati zemlje.

Nedostatak konsenzusa glede mjernih pristupa, parametara i sveobuhvatnih pokazatelja kvalitete vode na međunarodnoj razini dovela je do nedosljednosti i podatkovnih praznina u međunarodnoj vodnoj statistici, što uvelike otežava određivanje globalnih ciljeva po pitanju kvalitete vode, a samim time i odabir relevantnih pokazatelja za praćenje i mjerenje efekata ostvarenja tih ciljeva. S obzirom na neusporedivost podataka o stupnju zagađenja i kvaliteti vodnih resursa u različitim zemljama, za analizu performansi pojedinih zemalja po pitanju kvalitete vode prikladnije je koristiti alternativnu metriku, a koja je primarno usmjerena na mjerenje neposrednih pokretača smanjenja kvalitete vodnih resursa. To se u prvom redu odnosi na ispušte nepročišćenih otpadnih voda u okoliš. Naime, budući da nepročišćeni tokovi otpadnih voda sadrže štetne tvari, bakterije i viruse koji mogu ozbiljno naštetiti ekosustavima i ugroziti zdravlje ljudi, obrada otpadnih voda prije ispuštanja u okoliš zapravo čini ključnu determinatu očuvanja i unapređenja kvalitete vodnih resursa (cf. Hsu, A. et al., 2016, p. 57).

Imajući to u vidu, potrebno je ukazati na poražavajuće rezultate provedenih studija o globalnoj proizvodnji, obradi i korištenju otpadnih voda (cf. Hsu, A. et al., 2016; Sato, T. et al., 2013; UNESCO, 2012):

- Više od 80% otpadnih voda u svijetu ispušta se u okoliš bez odgovarajuće prethodne obrade.
- U čak 23% zemalja otpadne vode nastale u kućanstvima i gospodarstvu ne podvrgavaju se niti jednom postupku obrade otpadnih voda.

- Zemlje s relativno većim dohotkom u pravilu imaju veće kapacitete za obradu i pročišćavanje voda, pa tako zemlje visokog dohotka u prosjeku pročišćavaju 70% od ukupne količine generiranih otpadnih voda, zemlje višeg srednjeg dohotka 38%, zemlje nižeg srednjeg dohotka 28%, dok se u zemljama niskog dohotka u prosjeku obrađuje svega 8% nastalih otpadnih voda.
- Osnovni razlog ograničenih mogućnosti pročišćavanja otpadnih voda u zemljama u razvoju je taj što planiranje i ulaganje u razvoj infrastrukture za prikupljanje i obradu otpadnih voda nije pratilo rast stanovništva i gradova, a posljedično tome i potreba za obradom sve većih količina otpadnih voda. Zbog toga se veći dio otpadnih voda u zemljama u razvoju ispušta u prirodne prijamnike bez pročišćavanja. Posebno su zabrinjavajuće procjene koje govore kako se 90% otpadnih voda u zemljama u razvoju direktno ispušta u rijeke i otvorena vodna tijela.
- Sukladno izraženim razlikama u ekonomskom bogatstvu između zemalja različitih regija, evidentne su i značajne razlike između svjetskih regija u pogledu izgrađenih kapaciteta za obradu otpadnih voda. Primjerice, u Sjevernoj Americi obrađuje se 75% generiranih otpadnih voda, Europi 71%, Srednjem Istoku i Sjevernoj Africi 51%, području bivšeg Sovjetskog saveza 28% dok se u Latinskoj Americi obrađuje svega 20% od ukupne količine generiranih otpadnih voda.

Nekontrolirano opterećenje vodnih resursa otpadnim vodama narušilo je dobar ekološki i kemijski status voda u brojnim zemljama. UN procjenjuje da danas u svijetu 1,8 milijardi ljudi diljem svijeta koristi izvore vode za piće koji su kontaminirani, što naravno ima drastične posljedice za zdravlje i život tih ljudi, a posebno za djecu najmlađe dobi. Zbog toga se u novom UN-ovom *Programu održivog razvoja do 2030. godine* ističe kako je omogućavanje pristupa čistoj vodi i sanitarijama svim ljudima jedan od ključnih globalnih ciljeva održivog razvoja. Naravno, u dostizanju tog cilja presudnu ulogu imat će napredak svih zemalja u području obrade, recikliranja i ponovne uporabe pročišćenih otpadnih voda, a sukladno tome i minimiziranja količina opasnih kemikalija i materijala koji se putem vodenog otpada ispuštaju u okoliš (cf. UN Sustainable Development Goals).

3.1.2. Vodni resursi u Republici Hrvatskoj

Prema podacima statističkog ureda Europske zajednice (kr. Eurostat)⁵² Republika Hrvatska godišnje raspolaže s $111,7 \times 10^9 \text{ m}^3$ obnovljivih vodnih resursa. Od toga 23,4% čine unutarnji vodni resursi koji se generiraju putem endogenih oborina, a 76,6% otpada na vanjske vodne resurse koji ulaze na područje Republike Hrvatske iz uzvodnih zemalja. Glavnina nacionalnih obnovljivih vodnih resursa sadržana je u tokovima površinske vode, dok prosječna godišnja količina vode kojom se prihranjuju podzemni vodonosnici na području Republike Hrvatske iznosi $20,3 \times 10^9 \text{ m}^3$, što predstavlja oko 20% ukupnog godišnjeg volumena obnovljivih vodnih resursa (cf. Gereš et al., 2006, p. 15; Hrvatske vode, 2015, p. 48).

Uspoređujući raspoloživost vode u Republici Hrvatskoj po *per capita* osnovi s drugim zemljama, može se konstatirati da je Hrvatska relativno bogata vodnim resursima. Prema podacima Aquastat-a⁵³ Hrvatska godišnje raspolaže s 24.882 m^3 vode po stanovniku,⁵⁴ po čemu zauzima 3. mjesto u Europi i 32. mjesto na svijetu (cf. grafikon 3.1.).⁵⁵

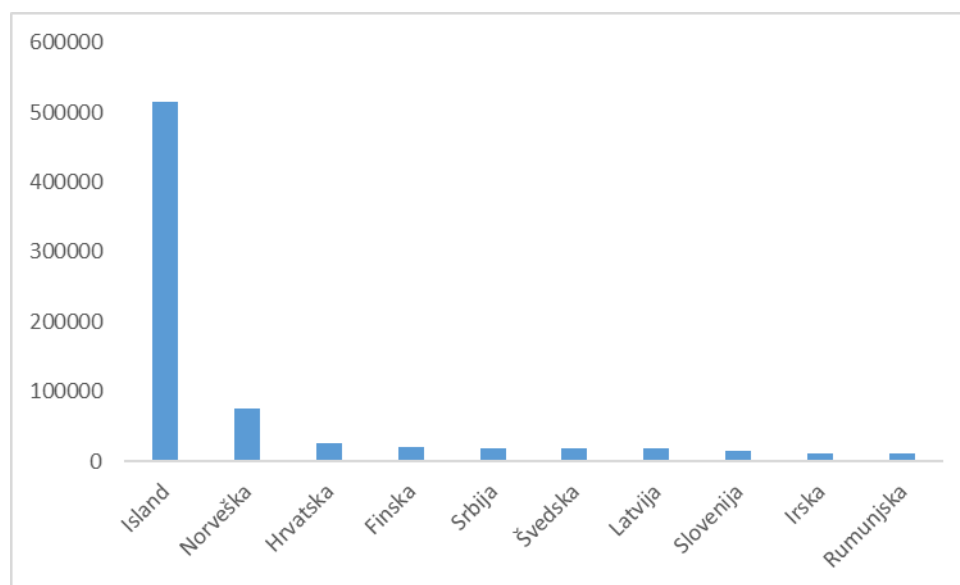
⁵² Dostupno na: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

⁵³ Online preglednik Aquastat-a dostupan je na: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>

⁵⁴ Potrebno je naglasiti da postoje određene razlike u podacima o apsolutnoj i relativnoj raspoloživosti vode koji su objavljeni u različitim statističkim izvorima. Primjerice, za razliku od Aquastat-a, podatci Eurostat-a govore da je u Hrvatskoj godišnje raspoloživo $26.198,11 \text{ m}^3$ vode po stanovniku, dok je prema posljednje objavljenim podacima Hrvatskih voda u Hrvatskoj godišnje raspoloživo 26.062 m^3 vode po stanovniku. Razlog tome je što različiti statistički izvori uzimaju u obzir različita dugoročna razdoblja za procjenu prosječne vodne bilance kao i različite godine za procjenu broja stanovnika. S obzirom da je Aquastat globalna baza podataka koja pokriva gotovo sve zemlje za koje postoji dostupna vodna statistika, a zbog usporedivosti relativne raspoloživosti vodnih resursa Hrvatske s drugim zemljama svijeta, analiza u nastavku ove tematske jedinice temelji se na recentnim podacima FAO-ve baze podataka Aquastat.

⁵⁵ Iz rang liste europskih zemalja izuzeta je transkontinentalna Rusija koja godišnje raspolaže s 31.543 m^3 vode po stanovniku.

Grafikon 3.1. Prvih deset europskih zemalja po količini obnovljivih vodnih resursa po stanovniku u 2014. godini (m³)



Izvor: priredio doktorand na temelju podataka preuzetih iz FAO-ove baze podataka Aquastat

Unatoč tome što vodnu bilancu Hrvatske obilježava relativno visok koeficijent ovisnosti o vanjskim vodnim resursima (76,6%), bitno je naglasiti da Hrvatska ima izrazito izdašne unutarnje obnovljive vodne resurse. Hrvatska godišnje raspolaže s 6086,5 m³ vode po stanovniku koja se obnavlja isključivo iz unutarnjih oborina, dok godišnji volumen zahvaćanja vode u Hrvatskoj iznosi svega 3,7% njezinih unutarnjih vodnih resursa. To znači da i po *per capita* kriteriju i po kriteriju indeksa eksploatacije Hrvatska ima značajno bogatstvo u unutarnjim vodnim resursima (cf. tematska jedinica 2.6.1. i 3.1.1.).

Suprotno uvriježenom stajalištu o visokoj kvaliteti vodnih resursa u Hrvatskoj, rezultati nacionalnog monitoringa voda daju jednu drugačiju sliku o njihovom trenutnom statusu. Prema ocjeni stanja površinskih i podzemnih voda u Republici Hrvatskoj koja se temelji na rezultatima nacionalnog monitoringa kakvoće i opće ekološke funkcije voda u 2012. godini, a koja je objavljena u dokumentu pod nazivom *Pregled značajnih vodnogospodarskih pitanja* (dalje u tekstu: *Dokument*), izrađenog u okviru pripreme *Plana upravljanja vodnim područjima za plansko razdoblje 2016.-2021.* (cf. Hrvatske Vode, 2015), vodni resursi Republike Hrvatske izloženi su značajnom utjecaju antropogenih aktivnosti. Prikupljeni i analizirani podaci s 321 mjerne postaje ukazuju kako na oko 58% ispitanih vodnih tijela vodotoka i 54% vodnih tijela jezera nije postignuto zadovoljavajuće ekološko stanje površinskih voda. Znatno je povoljnija situacija kada se govori o kemijskom statusu površinskih voda, pri čemu na 8% ispitanih vodnih tijela rijeka nije postignuto dobro

kemijsko stanje voda, dok su sva monitoringom obuhvaćena vodna tijela jezera bila u dobrom kemijskom stanju. Ipak, u *Dokumentu* je naglašeno kako zbog ograničenog opsega provedenog nacionalnog monitoringa voda u 2012. godini i nepotpunog fonda korištenih podataka ocjena kemijskog stanja površinskih voda ima vrlo nisku razinu pouzdanosti. Isto vrijedi i za ocjenu kemijskog stanja podzemnih voda, a prema kojoj su u promatranoj godini samo četiri tijela podzemnih voda u Hrvatskoj bila u lošem kemijskom stanju.

Indikativno je što se u *Dokumentu* ističe kako usporedni podatci za 2009. i 2012. godinu ne ukazuju na napredak u kvalitativnim aspektima općeg stanja voda u Hrvatskoj i to posebno iz razloga što se razdoblje monitoringa preklapa s razdobljem izrazite ekonomske recesije u hrvatskom gospodarstvu, a koja je trajala od 2009. do 2015. godine. Naime, ako uslijed višegodišnjeg pada proizvodnje i potrošnje u nacionalnom gospodarstvu, kao osnovnih pokretača pritisaka na okoliš, nije došlo do značajnijeg napretka u ekološkom i kemijskom stanju površinskih i podzemnih voda, postavlja se pitanje kakve će onda posljedice za nacionalno vodno bogatstvo imati budući rast hrvatskog gospodarstva? Glavni razlog za takvu situaciju u Hrvatskoj je nedostatak infrastrukturnih kapaciteta za gospodarenje otpadnim vodama zbog čega Hrvatska ima ispodprosječnu stopu pročišćavanja otpadnih voda u odnosu na druge zemlje. Prema podacima globalne baze podataka o obradi otpadnih voda po zemljama u Hrvatskoj je 2012. godine obrađeno svega 13,2% nastalih otpadnih voda, po čemu Hrvatska zauzima tek 81. mjesto od ukupno 146 zemalja u kojima je te godine zabilježeno pročišćavanje otpadnih voda (cf. Malik, 2013). To zapravo dodatno potvrđuje tezu o postojanju uske veze između raspoloživih kapaciteta za pročišćavanje otpadnih voda i postignutog kvalitativnog stanja vodnih resursa na kojoj se zasniva ranije spomenuti alternativni pristup praćenja napretka u očuvanju i unapređenju kvalitete vodnih resursa (cf. tematska jedinica 3.1.1., p. 75). Stoga, ako u Hrvatskoj uskoro ne dođe do odgovarajućeg infrastrukturnog razvoja u području prikupljanja i obrade otpadnih voda, ali i vodoopskrbe (cf. tematska jedinica 4.4.2.), budući rast nacionalnog gospodarstva mogao bi imati ozbiljne posljedice po pitanju otpornosti vodenih ekosustava i kvalitete vodnih resursa.

3.2. NAJZNAČAJNIJI ANTROPOGENI I PRIRODNI FAKTORI UTJECAJA NA VODNE RESURSE

Voda je neraskidivo povezana s društvenim i ekonomskim razvojem. Osim što vodni resursi i ekološke usluge koje oni pružaju ili podupiru imaju esencijalnu ulogu u reguliranju klime i očuvanju dobrog stanja ekosustava i zdravlja ljudi, vodni resursi su neophodni za proizvodnju hrane, energije i mnogih industrijskih proizvoda. Problem je što postojeći načini opskrbe vodom u količinama i kvaliteti koje su potrebne za zadovoljavanje svih ljudskih potreba generiraju značajne pritiske na vodne resurse i time ozbiljno ugrožavaju njihovu dugoročnu održivost.

Najznačajniji izvori utjecaja na vodne resurse mogu se podijeliti na pet osnovnih sektora (cf. Corcoran, et al., 2010; Rodriguez, et al. 2013; WWAP, 2014; UN, 2015):

1. **Poljoprivreda** koja na globalnoj razini najviše doprinosi zahvaćanju vode za ljudske potrebe te predstavlja jedan od glavnih antropogenih izvora raspršenih onečišćivača vodnih resursa. Na poljoprivredu otpada gotovo 70% ukupne godišnje količine zahvaćene vode u svijetu. Procjenjuje se da će do 2050. godine poljoprivredni sektor morati proizvesti 60% više hrane na globalnoj razini i čak 100% više hrane u zemljama u razvoju. Problem je što su postojeće stope zahvaćanja vode i potrošnje agrokemijskih sredstava za potrebe intenzivne poljoprivredne, kao dominantnog načina poljoprivredne proizvodnje, dugoročno neodržive stoga će s povećanjem intenzivne poljoprivrede doći i do bržeg isušivanja podzemnih i površinskih vodonosnika, smanjenja prosječnog volumena riječnih tokova i povećanja saliniteta poljoprivrednih površina. Upravo iz tog razloga postizanje proizvodnje dovoljnih količina hrane za potrebe rastućeg svjetskog stanovništva, uz istovremeno smanjenje potrošnje i onečišćenja vode u poljoprivrednoj proizvodnji, nameće se kao jedan od ključnih izazova današnjice.
2. **Energija** čija raspoloživost i sigurnost opskrbe ima fundamentalnu važnost za gospodarski i društveni razvoj. Pritom, postoji uska uzročno-posljedična veza između korištenja energije i vode. S jedne strane, gotovo svi oblici primarne i finalne energije koji se koriste za različite potrebe u kućanstvima i gospodarstvu zahtijevaju vodu u barem jednoj od faza njihovog životnog ciklusa, a koji uključuje proizvodnju, konverziju, distribuciju i uporabu energije. To se posebno odnosi na vodu potrebnu za

proizvodnju hidroenergije i hlađenje postrojenja u nuklearnim i termalnim elektranama, ali i vodu potrebnu za proizvodnju i transport fosilnih goriva i njihovih derivata. S druge strane, energija je ključan faktor u obavljanju vodnih djelatnosti. Procjenjuje se da se u svrhu zahvaćanja, obrade i isporuke vode do krajnjih korisnika koristi gotovo 8% globalne godišnje proizvodnje energije, dok troškovi za električnu energiju u prosjeku čine od 5% do 30% ukupnih operativnih troškova isporučitelja vodnih usluga (cf. World Bank, 2012). Projekcije pokazuju da će do 2035. godine ukupna potražnja za energijom na globalnoj razini porasti za trećinu, uz istovremeni porast potražnje za električnom energijom za čak 70%. Uvažavajući visok stupanj vodne intenzivnosti postojeće strukture globalne proizvodnje energije, a u kojoj dominiraju termalna postrojenja i konvencionalni izvori energije, sasvim je sigurno da će, ukoliko ne dođe do značajnijih promjena u svjetskim energetske bilancama, zadovoljavanje sve većih razvojnih potreba za energijom generirati neodržive pritiske na svjetske vodne resurse.

3. **Prerađivačka industrija** u okviru koje postoji velik broj vodno intenzivnih i onečišćenjem intenzivnih djelatnosti, a od kojih se posebno ističu djelatnosti metalne, naftne, papirne, tekstilne i prehrambene industrije. Voda se u prerađivačkom sektoru koristi ili kao sirovina za proizvodnju različitih proizvoda (npr. prehrambeni i kozmetički proizvodi) ili kao faktor koji podržava proizvodne procese (npr. kao sredstvo za hlađenje, zagrijavanje, ispiranje, otapanje i sl.). Budući da značajan dio prerađivačkih djelatnosti izravno ovisi o vodi, projekcije govore da će do 2050. godine u odnosu na 2000. godinu globalna potražnja za vodom u prerađivačkoj industriji porasti za čak 400%. S porastom industrijske proizvodnje porast će i količina proizvedenog otpada i otpadnih voda u industrijskim postrojenjima i pogonima koji trenutno predstavljaju jedan od najznačajnijih izvora anorganskog, organskog i termalnog zagađenja vodnih resursa. Prema podacima UN-a, u zemljama u razvoju se čak 70% industrijskih otpadnih voda ispušta u okoliš bez prethodnog pročišćavanja što izrazito negativno djeluje na kvalitetu i zdravstvenu ispravnost podzemnih i površinskih voda. Stoga, ako ekspanziju industrijske proizvodnje na globalnoj razini istovremeno ne poprat drastično povećanje stupnja i učinkovitosti pročišćavanja otpadnih voda, doći će do daljnje degradacije kvalitete svjetskih vodnih resursa i povećanja ekoloških rizika za zdravlje ljudi i okoliš.

4. **Stanovništvo** koje koristi vodu za piće, pripremanje hrane i druge potrebe u kućanstvu kao što su čišćenje, kuhanje, kupanje, održavanje higijene i zadovoljavanje drugih sanitarnih potreba. Također, potrebe stanovništva za vodom podrazumijevaju i količine vode neophodne za proizvodnju dobara i usluga koje ljudi svakodnevno konzumiraju ili koriste. Stoga, iako na sektor kućanstva izravno otpada svega 12% ukupne godišnje količine zahvaćene vode na globalnoj razini, zbog enormnih količina vode koje se troše i onečišćuju kako bi se zadovoljile sve potrebe suvremenog čovjeka, dinamika rasta, način života i potrošačke navike stanovništva imaju snažan utjecaj na vodne resurse. To se posebno odnosi na urbano stanovništvo čije rastuće potrebe za hranom, odjećom, energijom, stambenim objektima, motornim vozilima, kućanskim aparatima te drugim potrošnim i trajnim dobrima stvaraju sve veće opterećenje na svjetske vodne resurse. U 2014. godini 54% svjetskog stanovništva živjelo je u gradovima, a procjenjuje se da će do 2050. godine u gradovima živjeti dvije trećine svjetskog stanovništva koje će do tada premašiti broj od 9 milijardi ljudi. Izravni pritisci rasta gradova na vodne resurse ogledaju se u povećanom zahvaćanju površinskih i podzemnih voda za potrebe vodoopskrbe stanovništva i gospodarskih subjekata, ispuštanju nepročišćenih otpadnih voda nastalih u gradskim naseljima i gospodarskim zonama te širenju asfaltiranih površina koje sprječavaju obnavljanje podzemnih voda i povećavaju rizik od poplava. Također, značajan faktor utjecaja gradskih sredina na vodne resurse je zastarjela i nerazvijena vodna infrastruktura koja u većini slučajeva ne prati razvojne potrebe gradova, što dodatno pojačava urbane pritiske na vodne resurse. Budući da prostorna ekspanzija gradova i rast gradskog stanovništva nisu popraćene s nadogradnjom i poboljšanjem sustava vodoopskrbe i sustava odvodnje otpadnih voda, velik broj gradova, a posebno gradova u zemljama u razvoju, suočen je s problemom prekomjernog zagađenja vode i njegovim ekološkim, zdravstvenim, socijalnim i ekonomskim posljedicama koje stvaraju velike društvene troškove (npr. zdravstveni troškovi, troškovi ublažavanja i otklanjanja ekoloških hazarda, troškovi uzrokovani padom produktivnosti rada zbog pogoršavanja općeg zdravlja stanovništva itd.).
5. **Ekosustavi** čije su potrebe za vodom determinirane njihovim intrinzičnim obilježjima i rasponu ekoloških usluga koje oni pružaju. S obzirom da većina ekoloških usluga koje su presudne za opstanak ljudi izravno ovise o vodi, očuvanje dobrog stanja slatkovodnih ekosustava i osiguravanje ekološkog minimuma vode za potrebe

kopnenih i močvarnih ekosustava ima neprocjenjivu ekološku, društvenu i ekonomsku važnost. Zanemarivanje važnosti ravnoteže između antropogenih i prirodnih potreba za vodom dovodi do degradacije i zagađenja vodnih resursa, a samim time i do narušavanja vitalnih funkcija ekosustava i stabilnosti klimatskih elemenata i pojava, što za posljedicu ima intenziviranje prirodnih procesa koji negativno utječu na raspoloživost, kvalitetu i mogućnosti korištenja vodnih resursa (npr. poplave, suše, cvjetanje vode).

Osim što su svi prethodno navedeni sektori korištenja vode međusobno povezani i uvjetovani, na njihovo ponašanje izravno utječu i brojni eksterni faktori (npr. klimatske promjene, demografske promjene, prehrambene navike, tehnološki razvoj, ekonomski rast, međunarodna trgovina, društvene norme, i sl.), a koji zapravo dominantno određuju razinu njihove sadašnje i buduće potražnje za vodom, kao i razinu njihovog sadašnjeg i budućeg opterećenja vodnih resursa štetnim tvarima. S obzirom da se do sada nije dovoljno pažnje posvećivalo toj činjenici, upravljanje vodnim resursima tradicionalno se temeljilo na jednodimenzionalnom sektorskom pristupu za kojeg se danas smatra da je temeljni uzrok nastanka globalne krize vode. O glavnim nedostacima tradicionalnog fragmentiranog načina upravljanja vodnim resursima i posljedicama globalne krize vode detaljnije se govori u sljedećoj tematskoj jedinici.

3.3. EKOLOŠKE I EKONOMSKE IMPLIKACIJE SUVREMENE KRIZE VODE

Sve do početka 20. stoljeća egzistirala je postojanost između potreba svjetskog stanovništva i raspoloživih vodnih resursa (Durate & Yung, 2011). Potražnja za količinama svježe vode bila je relativno mala u odnosu na njezine obnovljive zalihe, a antropogeni utjecaj nije značajnije utjecao na hidrološki ciklus vode (Rogers, 2006). Međutim, tijekom tog perioda globalna ekonomija nije imala današnje razmjere u smislu eksploatacije prirodnih resursa, stoga je prirodna sposobnost hidrološkog ciklusa, da kroz procese samoobnavljanja i samopročišćavanja osigura dostatne količine kvalitetne svježe vode, stvorila iluziju o neiscrpnosti vodnih resursa (i.e. Gereš, 2004, p. 356). U takvim okolnostima nije se vodilo računa o razmjeru iscrpljivanja i zagađenja vodnih resursa, već su jedino bili važni mehanizmi njihove alokacije (i.e. Daly, 2008). Zbog velike raspoloživosti vode, nositelji planiranja i razvoja vodnih resursa bili su fokusirani isključivo na premošćivanje jaza između

anticipiranih potreba za vodom i postojećih vodoopskrbnih kapaciteta (i.e. Gleick, P.H., 2000). U tom smislu, gospodarenje vodom tradicionalno se bavilo samo stranom ponude, odnosno bilo je usmjereno na iznalaženje tehničkih rješenja za zahvaćanje, tretiranje, skladištenje i opskrbu vodom, a sve u cilju savladavanja vremenske i prostorne neravnomjernosti dotoka vode i društveno-ekonomskih potreba. Sukladno tome, konvencionalna vodna paradigma nametnula je otvaranje novih izvorišta vode i velike infrastrukturne projekte kao primarni modalitet usklađivanja hidrološkog ciklusa i permanentno rastućih stanja i tokova u procesima društvene reprodukcije.

Važno je naglasiti da se sličan pristup *de facto* primjenjivao i u gospodarenju drugim prirodnim resursima, a isti je proizašao iz dominantnog antropocentričnog svjetonazora i njegova poimanja prirodnog okoliša jedino kroz prizmu zadovoljavanja ljudskih potreba. U ozračju tehnološkog optimizma, derivata antropocentrizma koji je determinirao dosadašnji razvoj modernog industrijskog društva (cf. Cifrić, 2014), smatralo se da će neiscrpn prirodn resursi omogućiti proizvodnju neograničene količine proizvoda te da otpad, nastao u procesima proizvodnje i konzumacije tih proizvoda, nikada neće prijeći apsorpcijski kapacitet okoliša. Takvo prevladavajuće epistemološko uvjerenje o rezilijenciji prirodnog kapitala utjecalo je na određivanje postulata neoklasične ekonomije kao *mainstream* ekonomske znanosti, a posljedično i na formiranje i provođenje nacionalnih ekonomskih politika kao praktičnih djelatnosti. U tom kontekstu, prirodni kapital je u neoklasičnoj sintezi promatran kao apsolutno raspoloživ faktor te se iz tog razloga nije uzimao u obzir prilikom izvođenja teorijskih i empirijskih analiza utjecaja pojedinih proizvodnih faktora na ekonomski rast i *vice versa*. Analogno tome, u ekonomskom planiranju relevantni su bili samo ljudski i proizvedeni činitelji proizvodnje, zbog čega se privređivanje u svim svjetskim ekonomijama temeljilo na ekonomskim modelima koji su potpuno zanemarivali međuodnos gospodarstva i okoliša (cf. tematska jedinica 2.2.), bilo da se radi o mikro, mezo ili makro gospodarskoj razini. Time su stvorene ekonomske pretpostavke za neograničeno iskorištavanje prirodnog potencijala Zemlje i implementaciju koncepta beskonačnog ekonomskog rasta (cf. Denona Bogović & Čegar, 2012; Strahinja, 2004, p. 118-125; Giacomo de Sabata, 1995, p. 199-200).

Eksponencijalni rast globalnog društveno-ekonomskog kompleksa tijekom 20. stoljeća koji se temeljio na primjeni konvencionalne vodne paradigme i neograničenoj eksploataciji vode ugrozio je održivost vodnog okoliša. Naime, u uvjetima demografske eksplozije i rapidne

urbanizacije, popraćene ekspanzijom intenzivne poljoprivredne, industrijske i energetske proizvodnje, generirani su neodrživi pritisci na svjetske vodne zalihe, kako u pogledu njihove izdašnosti, tako i u pogledu njihove kvalitete. U prilog tome govori podatak da se u prošlom stoljeću svjetska potrošnja svježe vode povećala šest puta, što je više nego dvostruko u odnosu na rast svjetskog stanovništva (Melville et al., 2010, p. 68), pri čemu su antropogene aktivnosti koje su bile usmjerene na zadovoljavanje sve većih javnih i privatnih potreba za vodom uzrokovale ekstremne promjene u prirodnim vodnim režimima (ie. Pereira, Cordery & Iacovides 2009, p. 127). Iako su te promjene omogućile sigurnu opskrbu nacionalnih gospodarstava s vodom, te osigurale pitku vodu i sanitarne uvjete za dostojan život milijardi ljudi, s vremenom su dovele do oskudice vode u mnogim dijelovima svijeta⁵⁶. Radi masovne izgradnje vodnih građevina za zahvaćanje vode i zadovoljavanje potrošnih potreba za vodom⁵⁷, brojne zemlje su ugrozile održivost svojih vodnih područja, odnosno inicirale su ekstrakciju prirodnih vodotokova i rezervoara vode koja nadilazi sposobnost njihovog naturalnog obnavljanja, što je u konačnici dovelo do smanjenja raspoložive količine vode na njihovim teritorijima (cf. Water, UN, 2012).

Osim prekomjernog crpljenja nadzemnih i podzemnih voda, izravna posljedica odvijanja potrošačkih i proizvodnih aktivnosti u okviru svih ekonomija jesu i različiti vidovi nepotrošnog korištenja voda, a koji isto tako imaju izravan negativan utjecaj na stanje i raspoloživost vodnih resursa. Štoviše, rezultati relevantnih znanstvenih istraživanja o antropogenom utjecaju na svjetske vode ukazuju da je globalni trend diferencijacije izvora onečišćenja voda i povećanja količina ispuštanja onečišćujućih tvari u vodni okoliš prouzročio pogoršanje kakvoće vodnih tijela širom svijeta te rezultirao situacijom da danas gotovo petina svjetskog stanovništva živi u područjima tzv. vodnog stresa⁵⁸ (cf. UNEP, 2008). Procjenjuje se da će, ukoliko se nastave dosadašnji razmjeri degradacije i kontaminacije hidroloških sastavnica, do 2025. godine 2,8 milijardi ljudi živjeti u zemljama ili regijama

⁵⁶ Oskudica vode nastaje kada je količina zahvaćene svježe vode iz jezera, rijeka ili podzemnih voda na nekom području toliko velika da postojeće zalihe vode na tom području više nisu dostatne za zadovoljavanje svih ljudskih ili ekoloških potreba, što dovodi do povećanja konkurencije između različitih korisnika vode i drugih vidova potražnje za vodom (European Environmental Agency, Water Scarcity).

⁵⁷ Pojam *potrošno korištenje vode* podrazumijeva zahvaćanje, distribuciju i potrošnju vode za različite gospodarske potrebe ili potrebe stanovništva, dok se pod pojmom *nepotrošno korištenje vode* impliciraju emisije onečišćenja u vodni okoliš i zadovoljavanja određenih potreba za vodom u ili na samom vodnom tijelu, kao što je primjerice uzgajanje riba, transport, kupanje i sl. (i.e. FAO, 1993).

⁵⁸ *Vodni stres* je širi pokazatelj od *Oskudice vode* iz razloga što uporabne mogućnosti vodnih resursa sagledava u kontekstu kvantitete i kvalitete vode (European Environmental Agency, Water Stress).

apsolutne nestašice vode, dok bi čak dvije trećine svjetskog stanovništva moglo živjeti u uvjetima visokog vodnog stresa (cf. UNDP, 2006; UN-Water, FAO, 2007).

Povrh prethodno opisane dihotomije negativnih ekoloških efekata neposrednog ljudskog djelovanja na slatkovodne resurse, dodatni rizik za sigurnost opskrbe vodom predstavljaju i globalne klimatske promjene. Razlog tomu je što prosječni porast temperature na globalnim i regionalnim ljestvicama potiče ubrzavanje i intenziviranje hidroloških ciklusa, uslijed čega dolazi do povećanja varijacija u količinama i učestalosti padalina, a konzekventno tome i do promjena u trajanju i obilježjima godišnjih doba. Dekadni trendovi u kretanju hidroloških veličina, opaženi od strane mnogih nacionalnih i regionalnih hidrometeoroloških zavoda, ukazuju da će na Zemlji zbog novonastalih klimatskih okolnosti u skoroj perspektivi dominirati dva osnovna tipa vremenskih sezona - sezone intenzivnih kiša i sve duže i toplije sezone suša. Na to upozoravaju i najvažnije recentne studije o utjecaju klimatskih nestalnosti na vodni sektor, a koje naglašavaju da bi prisutnost predviđenih vremenskih ekstrema dugoročno mogla voditi ka kvalitativnoj i kvantitativnoj redukciji vodnih bilanci diljem svijeta; i to ponajviše radi pojačavanja već objašnjenog dvojakog negativnog antropogenog učinka na prirodne kapacitete korištenja vodnih resursa (cf. Bates et al., 2008).⁵⁹

Osim višestrukih negativnih ekoloških utjecaja, očekivani klimatski scenarij mogao bi po pitanju vode dovesti do stanja egzistencijalne neizvjesnosti u gotovo svim svjetskim regijama (cf. Pacific Institute, 2013). Naime, ovisno o geomorfološkim i hidrološkim specifičnostima datog geografskog područja, prognozirani klimatski epilog u nekim predjelima može uzrokovati veću prosječnu godišnju raspoloživost vode, a u drugima manju, što znači da će pri novonastaloj oborinskoj preraspodjeli na koncu doći i do neravnomjerne preraspodjele resursa svježe vode na globalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Prema općem stavu međunarodne znanstvene i političke zajednice, pri takvom razvoju događaja jačat će geopolitička uloga vode kao strateškog resursa, a ono što zabrinjava, u takvim prilikama realno je za očekivati pojavu sve češćih anti-društvenih aktivnosti, poput narušavanja temeljnog ljudskog prava na

⁵⁹ Primjerice, povećanje intenziteta, trajanja i prostornog obuhvata kišnih razdoblja u zimskom periodu, kada su ljudske i ekološke potrebe za vodom najmanje, uzrokuje prekomjernu akumulaciju vode u prirodnim vodospremištima, a nadalje i razorne poplave. Posljedice tih pojava prvenstveno se manifestiraju kroz intenzivniju infiltraciju polutanata u hidrološki ciklus te pojačano zagađenje vodnih sastavnica. Za razliku od zime, ljetna sušna razdoblja ubrzavaju procese degradacije izvorišta vode jer su tada ljudske i vegetacijske potrebe za vodom najizraženije, stoga oskudica oborina stvara dodatni pritisak na raspoložive resurse svježe vode (cf. Adams & Peck, 2008).

vodu ili vođenja ratova radi nadzora i kontrole nad tuđim izvorima vode (cf. Dekanić & Lay, 2008; Melville et al., 2010).

Iz sagledanih simptoma suvremene krize vode sasvim je razvidno da je ona rezultat dugogodišnjeg nerazumijevanja višenamjenske uloge vode kao oskudnog i osjetljivog resursa od strane donositelja razvojnih i vodnih politika, što je u praksi dovodilo do neusklađenosti prioriteta različitih dionika vode, a samim time i do neracionalnog i prekomjernog korištenja i onečišćenja vode u odnosu na prirodni kapacitet raspoloživih vodnih resursa. Zbog toga kreatori vodnih i s njima povezanih politika moraju napustiti tradicionalni sektorski pristup donošenja odluka o vodnim resursima te razraditi i usvojiti pristup koji se temelji na načelima integralnog upravljanja vodama, što je ujedno i jedna od glavnih međunarodnih smjernica za održivo upravljanje, zaštitu i korištenje resursa podzemnih i površinskih voda.

Temeljne odrednice međunarodne i hrvatske vodne politike iznesene su sljedećoj tematskoj jedinici.

3.4. NACIONALNI I MEĐUNARODNI KONTEKST VODNE POLITIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ

S obzirom da su u mnogim dijelovima svijeta negativne promjene u količinskom i kvalitativnom stanju vodnih resursa koje su nastale pod utjecajem antropogenih i njima induciranih prirodnih čimbenika počele narušavati opstojnost vitalnih ekosustava, ugrožavati sigurnost i zdravlje ljudi te ograničavati sveukupni društveno-ekonomski razvoj, očuvanje obnovljivih i neobnovljivih zaliha vodnih resursa te zaštita i poboljšanje njihove kakvoće prepoznati su i prihvaćeni na međunarodnoj razini kao jedan od glavnih prioriteta današnjice. Upravo iz tog razloga pitanje vode uključeno je u sve relevantne međunarodne i nacionalne razvojne dokumente i zastupljeno je u gotovo svim područjima i razinama vođenja javnih politika.

Važnu ulogu u podizanju globalne svijesti o ograničenosti vodnih resursa i promicanju integralne uloge vode u održivom razvoju imale su dvije međunarodne konferencije održane 1992. godine: *Konferencija o vodama i održivom razvoju* (Dublin) i *Konferencija o okolišu i razvoju* (Rio de Janeiro). Slijedom spoznaje da je voda oskudan i ograničen resurs koji ima

esencijalnu ulogu u podržavanju svih prirodnih i antropogenih procesa, na konferenciji u Dublinu formulirana su i usvojena četiri osnovna načela integralnog upravljanja vodnim resursima prema kojima se upravljanje vodnim resursima mora temeljiti na percepciji vode kao ekonomskom dobru u svim aspektima upotrebe vode te primjeni participativnog pristupa u donošenju odluka o vodama na svim teritorijalnim i administrativnim razinama, odnosno uključivanju svih dionika u proces osmišljavanja i provedbe integriranih politika zaštite i gospodarenja vodnim resursima (cf. tematska jedinica 2.4.). Slično tome, u poglavlju 18 Agende 21, UN-ovog globalnog akcijskog programa za održivi razvoj koji je predstavljen i usvojen na konferenciji u Rio de Janeiru, ističe se da sve zemlje u svrhu postizanja održivog upravljanja vodnim resursima moraju razviti i implementirati odgovarajuće procedure za usklađivanje i integriranje sektorskih planova upravljanja vodama u kontekst općeg gospodarskog i društvenog razvoja te stvoriti nužne pretpostavke za efikasnu koordinaciju tehničkih, okolišnih, ekonomskih i društvenih aspekata integralnog upravljanja vodnim resursima.

Kao odgovor na suvremene izazove vezane za upravljanje i zaštitu vodnih resursa, Europska unija usvojila je u listopadu 2000. godine *Okvirnu direktivu o vodama 2000/60/EZ* (dalje u tekstu: ODV) kojom je uspostavljen okvir za uvođenje jedinstvene vodne politike u svim zemljama Europske unije. ODV predstavlja temeljni europski dokument za integralno upravljanje vodama koji usmjeren na poticanje održivog korištenja vodnih resursa te zaštitu i poboljšanje ekološkog statusa vodnih ekosustava. EU je ODV-om definirala principe i standarde europske politike upravljanja vodama čiji je glavni cilj postići i očuvati dobro stanje svih površinskih i podzemnih voda na području EU. Pod tim se podrazumijeva osiguravanje dugoročne ravnoteže između zahvaćanja i prihranjivanja vodnih tijela podzemnih i površinskih voda, kao i reduciranje ukupnog onečišćenja voda do mjere koja neće trajno ugroziti njihova kvalitativna svojstva.

ODV obvezuje sve EU članice na poštivanje sljedećih načela:

- **Cjelovitost:** površinskim i podzemnim vodama mora se upravljati jedinstveno i u skladu s općim načelima održivog razvoja, što znači da zadovoljavanje svih potreba današnjih generacija za vodom ne smije ugroziti prava i mogućnosti budućih generacija da to isto ostvare za sebe.

- **Integracija:** politika upravljanja vodnim resursima mora biti integrirana u nacionalnu ekonomsku politiku i sve sektorske politike koje mogu imati značajan utjecaj na vodne resurse (npr. industrijska politika, energetska politika, poljoprivredna politika, politika gospodarenja otpadom, politika upravljanja prostorom itd.), pri čemu informacijski sustav koji podupire upravljanje vodnim resursima mora imati razvijene mehanizme za međusektorsku suradnju, razmjenu informacija i evaluaciju učinaka mjera pojedinih sektorskih politika s aspekta njihovog utjecaja na vodne resurse.
- **Transparentnost:** planiranje upravljanja vodnim resursima je trajan i transparentan proces koji se mora provoditi u redovitim planskim ciklusima i temeljiti na jasnim društvenim, ekonomskim i okolišnim pokazateljima korištenja vodnih resursa, uz aktivnu suradnju i sudjelovanje svih dionika te redovito praćenje i izvještavanje o rezultatima provedbe vodnih politika.
- **Ekonomičnost:** odluke o upravljanju vodnim resursima moraju se zasnivati na procjeni svih kratkoročnih i dugoročnih troškova i koristi njihove provedbe. To se posebno odnosi na odluke o prihvatljivosti ulaganja u izgradnju i razvoj vodne infrastrukture gdje je važno uzeti u obzir ekonomske implikacije održavanja novo izgrađene ili adaptirane vodne infrastrukture, mogućnosti povrata troškova od njezinog korištenja te utjecaje na okoliš koji se javljaju tijekom njezinog životnog vijeka.

U Republici Hrvatskoj upravljanje vodnim resursima regulirano je *Zakonom o vodama* (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14) koji je u potpunosti usklađen s ODV-om i ostalim pratećim vodnim direktivama (cf. Vodno zakonodavstvo EU, Hrvatske vode). U ovom zakonu utvrđeni su ključni prioriteti upravljanja sveukupnim nacionalnim vodnim resursima od kojih se posebno ističu:

- osiguravanje dovoljnih količina kvalitetne pitke vode za potrebe vodoopskrbe stanovništva,
- osiguravanje dovoljnih količina vode odgovarajuće kvalitete za različite gospodarske i druge razvojne potrebe,
- postizanje i očuvanje dobrog stanja voda radi zaštite zdravlja i blagostanja ljudi i zaštite vodnih i o vodi ovisnih ekosustava.

Zakonom o vodama propisano je donošenje *Strategije upravljanja vodama, Plana upravljanja vodnim područjima i višegodišnjih programa gradnje komunalnih, regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i građevina za melioracije*. Sukladno Zakonu o vodama, Strategija upravljanja vodama temeljni je strateški dokument za vodne djelatnosti u Republici Hrvatskoj kojim se utvrđuju dugoročni ciljevi nacionalne politike u upravljanju i zaštiti voda. Glavni cilj Strategije upravljanja vodama je postizanje cjelovitog i usklađenog vodnog režima na cjelokupnom teritoriju Republike Hrvatske. Plan upravljanja vodnim područjima predstavlja osnovni instrument za ostvarivanje postavljenih ciljeva upravljanja i zaštite voda. Donosi se za razdoblje od 6 godina, a s obzirom da njegov program mjera mora biti usklađen s obvezama i rokovima koje proizlaze iz brojnih EU direktiva, vremenski je usklađen s planovima ostalih država članica EU.⁶⁰ Sukladno Strategiji upravljanja vodama i Planu upravljanja vodnim područjima, višegodišnjim programima gradnje utvrđuju se ključni investicijski projekti u području upravljanja i zaštite vodnih resursa, uključujući predviđene modalitete, vremenski okvir, nositelje, red prvenstva i praćenje provedbe tih projekata. Bitno je naglasiti da svi navedeni dokumenti čine stratešku i plansku okosnicu upravljanja vodnim resursima u Republici Hrvatskoj stoga je obavezno redovito i sustavno pratiti izvršenje mjera i politika koje iz njih proizlaze, ali i periodički novelirati sadržaje tih dokumenata u skladu s novim spoznajama o nacionalnoj vodnoj problematici, međunarodnim obavezama ili razvojnim potrebama.

Odlukom o donošenju *Plana upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021.* (NN 66/16) dovršen je proces izrade svih relevantnih planskih, programskih i izvršnih dokumenata propisanih Zakonom o vodama za spomenuto plansko razdoblje, čime su postignuti temelji za daljnji razvoj vodnih resursa u Republici Hrvatskoj prema načelima utemeljenim na pravnoj stečevini EU, a samim time zadovoljeni su i svi potrebni preduvjeti za povlačenje sredstava iz EU fondova namijenjenih za unapređenje integralnog sustava zaštite i upravljanja vodama u Republici Hrvatskoj.

U nastavku su istaknuti ključni izazovi vodne politike u Republici Hrvatskoj koji su prepoznati u *Planu upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021.*:

⁶⁰ Republika Hrvatska ima dva vodna područja: vodno područje rijeke Dunava i jadransko vodno područje.

- Iako je u Hrvatskoj uspostavljen nacionalni sustav praćenja stanja voda, on je još uvijek nepotpun u smislu vremenske i prostorne pokrivenosti, ali i mjerenja svih relevantnih elemenata kakvoće vode, stoga se pomoću istog ne mogu dobiti potpune i pouzdane informacije o stanju vodnih resursa u Hrvatskoj.
- U Hrvatskoj postoji relativno visoka prosječna priključenost stanovništva na sustav javne vodoopskrbe (84%), međutim zbog dotrajalosti infrastrukture gubitak vode u sustavu je izrazito visok. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku u 2015. godini kumulativan gubitak vode u javnoj vodoopskrbi iznosio je čak 61% ukupne količine isporučene vode (cf. statističko izvješće Pr 6.1.2. Skupljanje, pročišćavanje i distribucija vode u 2015.).
- Jedan od najvećih problema očuvanja i unapređenja kvalitete vodnih resursa u Hrvatskoj je nerazvijenost javnih sustava za prikupljanje, odvodnju i pročišćavanje otpadnih voda. Trenutno u Hrvatskoj čak 54% stanovništva nije priključeno na sustav javne odvodnje, a pored toga što Hrvatska ima ispodprosječan postotak obrade prikupljenih otpadnih voda, gotovo trećina obrađenih otpadnih u Hrvatskoj podvrgava se samo postupku predobrade ili primarnog čišćenja otpadnih voda.

Rezimirajući spomenute izazove može se ustvrditi da oni ustvari impliciraju nedostatnost postojećih infrastrukturnih kapaciteta za provedbu i praćenje vodnih i s njima povezanih politika, što znači da bez njihovog rješavanja regulatorni, ekonomski ili obrazovni instrumenti vodne politike koji su primarno usmjereni na povećanje efikasnosti korištenja vode ili smanjenje nastanka otpadnih voda u vodno intenzivnim djelatnostima neće polučiti željene učinke. Drugim riječima, bez daljnje nadogradnje i modernizacije cjelokupne vodne infrastrukture u Hrvatskoj, pozitivne promjene u ponašanju korisnika i onečišćivača vode neće značajno doprinijeti kumulativnom smanjenju pritiska na vodne resurse.

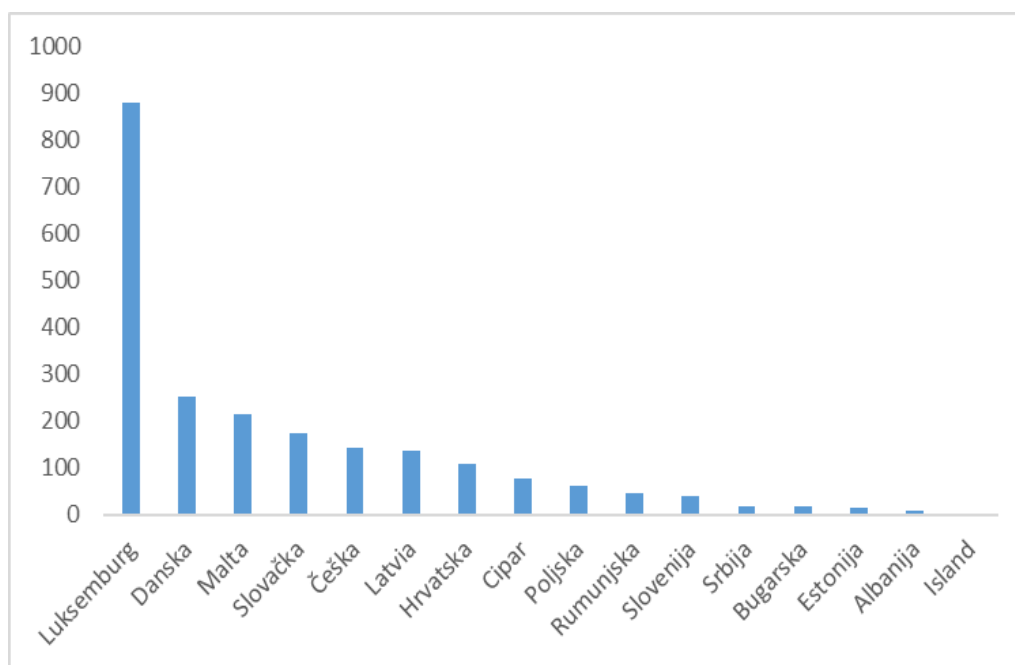
3.5. PRODUKTIVNOST VODE U HRVATSKOJ I EUROPSKIM ZEMLJAMA

Na produktivnost vode u nacionalnom gospodarstvu snažno utječe zastupljenost vodno intenzivnih djelatnosti u procesima proizvodnje i raspodjele ekonomskih dobara i usluga. Relativno niža razina produktivnosti vode primarno znači da je ekonomska i industrijska struktura nacionalnog gospodarstva intenzivna u pogledu korištenja vode, dok je visoka

produktivnost vode obilježje onih nacionalnih gospodarstva koja zahtijevaju relativno manje količine vode u stvaranju bruto društvenog proizvoda. Prema tome, značajnije promjene produktivnosti vode u nacionalnom gospodarstvu mogu nastati uslijed promjena u njegovoj ekonomskoj i industrijskoj strukturi ili poboljšanja prosječne efikasnosti zahvaćanja, isporuke i korištenja vode za gospodarske potrebe.

Na sljedećem grafikonu prikazane su vrijednosti produktivnosti vode za Republiku Hrvatsku i odabrane europske zemlje.⁶¹

Grafikon 3.2. Produktivnost vode u Hrvatskoj i odabranim europskim zemljama u 2013. godini (BDP/m³ iskazanom po standardu pariteta kupovne moći)



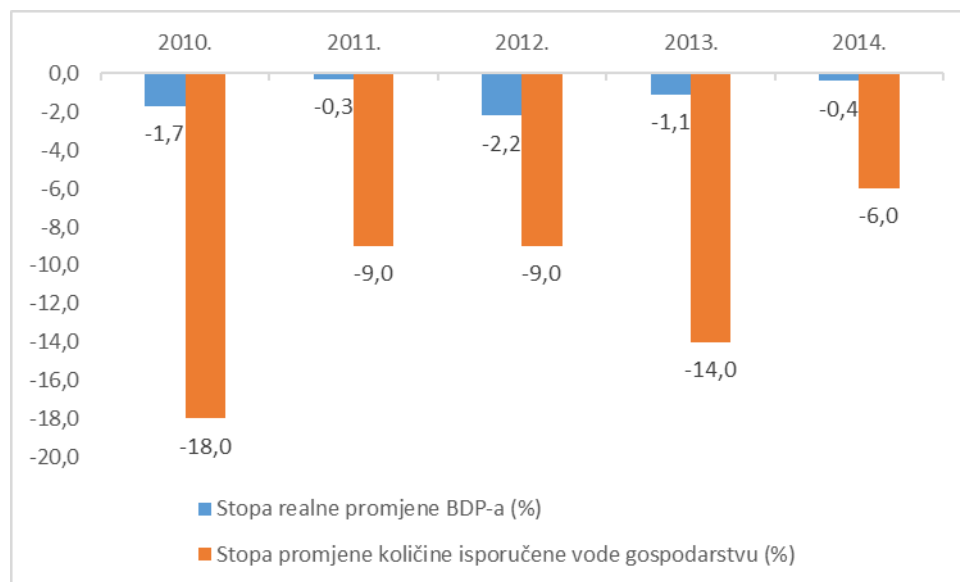
Izvor: priredio doktorand na temelju podataka preuzetih iz baze podataka Eurostat

Uspoređujući Hrvatsku u odnosu na druge europske zemlje u kontekstu korištenja vode kao proizvodnog faktora vidljivo je da Hrvatska ima relativno malu produktivnost vode, odnosno da pripada onoj skupini zemalja koje ostvaruju relativno manji proizvodni učinak po utrošenoj jedinici vode. To navodi na zaključak da se hrvatsko gospodarstvo temelji na vodno

⁶¹ Europa ima atipičnu strukturu zahvaćanja vode prema namjenama u odnosu na druge kontinente, pri čemu se čak 51% vode zahvaća za industrijske potrebe, dok se u svim ostalim kontinentima više od polovice vode zahvaća za potrebe poljoprivrede (cf. Aquastat). Navedeno indicira na postojanje specifične tehničke osnove proizvodnje na području Europe u pogledu korištenja vode, stoga je dostignuta razina produktivnosti vode u Hrvatskoj uspoređena samo s onim europskim zemljama za koje su u vrijeme pisanja disertacije bili dostupni recentni podatci.

intenzivnoj ekonomskoj strukturi, na što ukazuju i usporedni podatci o relativnim promjenama BDP-a Hrvatske i volumena ukupno isporučene vode rezidentnim gospodarskim korisnicima (cf. grafikon 3.3.).

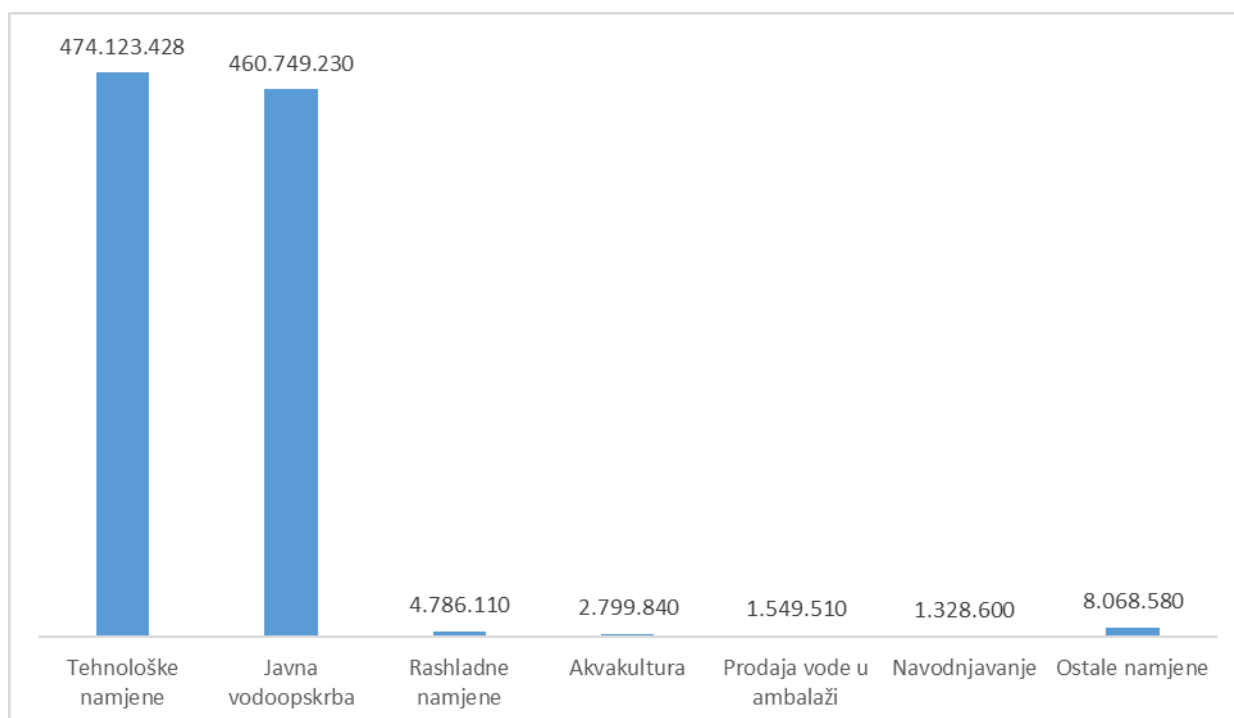
Grafikon 3.3. Kretanje stope promjene BDP-a Republike Hrvatske i stope promjene ukupne godišnje količine vode isporučene gospodarstvu u razdoblju od 2010. do 2014. godine



Izvor: priredio doktorand na temelju podataka preuzetih s mrežnih stranica DZS-a

Iz grafikona 3.3. vidljivo je da u promatranom razdoblju recesije u nacionalnom gospodarstvu nije došlo do tzv. dematerijalizacije društvene proizvodnje u pogledu gospodarskog korištenja vode, odnosno do značajnijeg odvajanja kretanja realne vrijednosti BDP-a i gospodarskih potreba za vodom, već sasvim suprotno. Pad ekonomske aktivnosti u nacionalnom gospodarstvu popraćen je relativno manjim padom isporučenih godišnjih količina vode za gospodarske namjene, što znači da u proizvodnoj strukturi hrvatskog gospodarstva dominiraju vodno intenzivne djelatnosti, a koje su najvećim dijelom koncentrirane u industrijskom sektoru. To se najbolje vidi iz podataka Hrvatskih voda o godišnjim količinama zahvaćene vode prema različitim namjenama, a prema kojima se gotovo polovica od ukupno zahvaćene količine vode u Hrvatskoj koristi za tehnološke namjene (cf. grafikon 3.4.).

Grafikon 3.4. Ukupne količine zahvaćene vode po namjenama (mil. m³/god., stanje 2012. godine)



Izvor: priredio doktorand na temelju preuzetih iz Hrvatske vode (2015): *Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. – pregled značajnih vodnogospodarskih pitanja*, Zagreb, veljača 2015., pp. 46-47

Spoznaje o razini i kretanju ukupne produktivnosti vode nisu dovoljne za potpuno razumijevanje i predviđanje kako će se promjene u razini outputa nacionalnog gospodarstva odraziti na potrošnju i onečišćenje vodnih resursa. Za to je potrebno kvantificirati stupanj povezanosti vodno intenzivnih djelatnosti s ostatkom proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva te na taj način utvrditi koji sektori u direktnom i indirektnom smislu imaju najveću pokretačku snagu gospodarske potrošnje vode i stvaranja otpadnih voda.

Upravo tom istraživačkom zadatku posvećen je dio doktorske disertacije koji slijedi u nastavku.

4. INTEGRIRANI MULTISEKTORSKI INPUT-OUTPUT MODEL

POTROŠNJE I ONEČIŠĆENJA VODE U REPUBLICI HRVATSKOJ

U okviru ovog dijela disertacije iznesen je teorijsko-metodološki okvir input-output modela na temelju kojeg su analizirani učinci međusektorskih veza u nacionalnom gospodarstvu na tokove potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj i prikazani su rezultati spomenute analize. Sukladno tome, ovaj dio disertacije strukturiran je u pet osnovnih cjelina: **1) pregled dosadašnjih istraživanja, 2) definicija i opis metodološkog okvira modela, 3) opis korištenih podataka, 4) izračun i analiza pokazatelja modela i 5) interpretacija rezultata modela.**

4.1. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Vitalna ekonomska funkcija vodnih resursa, kako je već istaknuto u prethodnim tematskim jedinicama ove disertacije, očituje se u tome da je voda neophodan primarni faktor proizvodnje dobara i usluga u brojnim djelatnostima primarnog i sekundarnog sektora, ali i osnovna pretpostavka za obavljanje čitavog niza specifičnih gospodarskih djelatnosti u uslužnim sektorima. Holistički gledano, zbog postojanja kompleksne povezanosti između produktivnosti vode u vodno intenzivnim gospodarskim granama i dostignute razine ekonomske aktivnosti u djelatnostima koje su s njima povezane u lancu stvaranja dodane vrijednosti, može se reći da gotovo svi dijelovi određene ekonomije izravno ili neizravno utječu i ovise o stanju i raspoloživosti vodnih resursa (cf. EPA, 2012). Ako se uzme u obzir da je direktno korištenje vodnih resursa uglavnom koncentrirano u poljoprivrednoj, energetske i prerađivačkoj proizvodnji, a čiji outputi potiču ili podupiru poslovanje u uslužnim sektorima, kao što su, primjerice, trgovina, transport, upravljanje nekretninama ili turizam, sasvim je jasno zašto negativne promjene u količini i kvaliteti vodnih resursa za gospodarske namjene mogu izazvati nepoželjne multiplikativne efekte u čitavom gospodarstvu neke zemlje ili regije. S obzirom na to da su razina i intenzitet sveukupnog utjecaja određenog gospodarstva na vodne resurse uvjetovani obilježjima i složenošću proizvodno-opskrbnih lanaca u tom gospodarstvu, za potpuno razumijevanje uloge i značaja pojedinih sektora u procesima gospodarske potrošnje i onečišćenja vode potrebno je analizi međudnosa tokova stvaranja i

uporabe ekonomskih dobara i tokova vode između gospodarstva i okoliša pristupiti iz sustavne perspektive (i.e. Guan & Hubacek, 2008, p. 2).⁶²

Opće je poznato da input-output analiza pruža cjelovit i konzistentan okvir za utvrđivanje i kvantifikaciju direktnih i indirektnih međuzavisnosti između svih sektora unutar proizvodnog sustava nacionalnog gospodarstva, ali i za ispitivanje njegovih veza s vanjskim okruženjem. U svojoj osnovi, input-output analiza promatra proizvodni sustav nacionalnog gospodarstva kao složeni otvoreni sustav sastavljen od više proizvodnih sektora, međusobno povezanih tokovima intermedijarnih proizvoda, koji interakciju s vanjskim okruženjem ostvaruju kroz isporuke finalnih proizvoda krajnjim korisnicima i nabavku primarnih inputa od neproizvodnih sektora.⁶³ Na taj način, input-output analiza omogućava procjenu multiplikativnih ekonomskih efekata koje mogu izazvati promjene u razini proizvodne aktivnosti pojedinih sektora, bilo da su one uzrokovane vanjskim ili unutarnjim faktorima (i.e. Somun-Kapetanović et al., 2009, p. 333).

Iako se određeni oblici analize međusektorskih odnosa mogu pronaći u ranijoj ekonomskoj literaturi (cf. Quesnay, 1759; Marx, 1867; Walars, 1874), glavnim začetnikom input-output analize smatra se Wassily Leontief, američki ekonomist i profesor na Harvardskom sveučilištu ruskog podrijetla, koji je 1973. godine zbog zasnivanja i razvoja metodologije input-output analize dobio Nobelovu nagradu za ekonomiju.⁶⁴ Praktična primjena

⁶² Bitno je naglasiti da se u svim relevantnim međunarodnim konvencijama, sporazumima, direktivama i preporukama o zaštiti i održivom korištenju vodnih resursa ističe kako je pri izradi informacijske podloge za definiranje, planiranje i donošenje nacionalnih politika gospodarenja vodama nužno koristiti upravo takav pristup. Tako se, primjerice, u načelima integralnog upravljanja vodnim resursima koja su usvojena na *Konferenciji o vodama i održivom razvoju*, održanoj u Dublinu 1992. godine (tzv. Dublinska načela), ističe kako učinkovito upravljanje vodnim resursima zahtijeva povezivanje i usklađivanje sveukupnog socio-ekonomskog razvoja s očuvanjem i zaštitom vodnih resursa. U *Agendi 21* donesenoj na *Konferenciji o okolišu i razvoju* održanoj pod pokroviteljstvom UN-a u Rio de Janeirou 1992. godine navodi se kako sve društvene i ekonomske aktivnosti ovise o stanju i raspoloživosti voda, stoga vodna politika mora biti integralni dio svih nacionalnih politika, a posebno ekonomske politike. Navedeno, između ostalog, implicira i uspostavu sustava okolišno-ekonomskih računa u svim zemljama, a sve kako bi donositelji odluka mogli bolje razumjeti ulogu vodnih resursa u procesu društvene reprodukcije, kao i njezin utjecaj na stanje i raspoloživost vodnih resursa. Prema *Okvirnoj direktivi o vodama Europske unije (2000/60/EC)* sve članice Europske unije moraju razviti i uspostaviti sustav za integralno praćenje i upravljanje vodnim resursima te uključiti pitanja očuvanja i zaštite vodnih resursa u sveukupni nacionalni gospodarski okvir.

⁶³ U kontekstu input-output analize, svi sektori koji proizvode dobra i pružaju usluge nazivaju se proizvodni sektori.

⁶⁴ Leontief je prvo razvio zatvoreni input-output model koji je predstavio u radu *Interrelation of Prices, Output, Savings and Investment - A Study in Empirical Application of the Economic Theory of General Interdependence*, objavljenom 1937. godine. Kasnije, Leontief je razvio i otvoreni input-output model gospodarstva koji je 1944. godine objavio u okviru rada *Output, Employment, Consumption and Investment*.

metodologije input-output analize u početku je bila uglavnom ograničena na procjenu i analizu učinka različitih komponenti finalne potražnje na domaću proizvodnju, bruto dodanu vrijednost i zaposlenost (i.e. Mikulić et al., 2014, p. 77). No, sve otkako su 1960-ih godina utvrđene teorijske i metodološke pretpostavke za proširenje analitičkog okvira tradicionalnih input-output modela i povezivanje monetarnih podataka o međusektorskim tokovima dobara i usluga s fizičkim podacima o potrošnji resursa i emisijama u okoliš, tehnike input-output analize postale su općeprihvaćeni empirijski alat u istraživanju najrazličitijih aspekata međuodnosa gospodarstva i okoliša (cf. Cruz, 2002, p. 3). Razlog tome je što prošireni input-output modeli omogućavaju kvantifikaciju ukupnih direktnih i indirektnih učinaka promjene razine finalne potražnje za određenim proizvodima na potrošnju resursa i emisiju štetnih tvari u svim sektorima promatranog gospodarstva, a samim time osiguravaju kvalitetnu podlogu za sustavnu i integralnu projekciju ukupnih okolišnih efekata provođenja planiranih ekonomskih i sektorskih politika (cf. Tukker et al., 2006, pp. 19-31).⁶⁵

Hibridna input-output analiza prvotno se najviše koristila u istraživanju utjecaja gospodarskih struktura na potrošnju energije i emisiju stakleničkih plinova, dok se zbog nepostojanja odgovarajućih podataka o korištenju i onečišćenju voda vrlo rijetko primjenjivala u istraživanju vodne problematike (cf. Durate & Yung, 2011). Međutim, nakon što je Statistički odjel UN-a 1993. godine objavio priručnik *Integrirano okolišno i ekonomsko računovodstvo* (eng. *System of Integrated Environmental and Economic Accounts, SEEA*) u kojem su iznijete metodološke smjernice za povezivanje okolišne statistike sa sustavom nacionalnih računa, nacionalne statističke institucije u brojnim zemljama počele su koristiti ekonomske klasifikacije u prikupljanju, organizaciji i objavljivanju podataka iz područja vodne statistike. Time su stvorene osnovne pretpostavke za intenzivniju primjenu input-output analize u istraživanju gospodarskih pritisaka na vodne resurse što je u posljednjih 20-ak godina doprinijelo snažnom razvoju ovog specifičnog znanstveno-istraživačkog područja. Rezultat toga je velik broj objavljenih znanstvenih djela koja su proizašla iz empirijskih istraživanja različitih aspekata utjecaja međusektorskih odnosa na potrošnju i onečišćenje vode, provedenih na primjeru brojnih regionalnih, nacionalnih i nadnacionalnih gospodarstava.

⁶⁵ Prošireni input-output modeli u okviru kojih su monetarne input-output tablice nadograđene s podacima o specifičnim proizvodnim faktorima ili efektima iskazanim u nemonetarnim jedinicama mjere nazivaju se hibridni input-output modeli.

Iz pregleda literature vidljivo je da su autori pomoću input-output modela analizirali širok raspon specifičnih problema i pitanja vezanih uz gospodarsku uporabu vode. Tako su, primjerice, Eunbyeong et al. (1999) analizirali obilježja intermedijarnih veza sektora vodoopskrbe prema unaprijed i prema unazad i temeljem toga ocijenili njegovu ulogu i važnost u cjelokupnom gospodarstvu Južne Koreje. Lenzen i Foran (2001) su primjenom input-output metodologije analizirali multiplikativne učinke rasta stanovništva i potrošnje kućanstva na potrošnju vode u gospodarstvu Australije. Leistritz et al. (2002) razvili su input-output model za procjenu ekonomskih efekata predloženih mjera kontrole poplava na slivnom području regije Sjeverna Dakota u Sjedinjenim Američkim Državama. Sánchez-Chóliz i Duarte (2005) su na osnovu input-output tablice Španjolske i satelitskih računa nacionalne vodne statistike analizirali utjecaj proizvodnih procesa na zagađenje vodnih resursa u španjolskom gospodarstvu. Hubacek i Sun (2005) su za potrebe scenario analize utjecaja društvenih i ekonomskih promjena u Kini na stanje i raspoloživost ukupnih nacionalnih vodnih resursa povezali hidrološki model tokova vode u glavnim slivnim područje Kine i regionalni input-output model socio-ekonomskih aktivnosti u glavnim ekonomsko-upravnim dijelovima Kine. Velasquez (2006) je u svom radu provela input-output analizu obilježja direktne i indirektno potrošnje vode u gospodarstvu španjolske pokrajine Andaluzije. Kobayashi i Oyasato (2008) su aplicirajući metodu proširene input-output analize procijenili ukupnu potrošnju vode Japana uključujući i vodu koja je bila potrebna za proizvodnju uvezenih dobara i usluga. Yu et al. (2010) su pomoću proširenog regionalnog input-output modela procijenili domaće i neto uvezene vodene otiske ekonomskih sektora i sektora kućanstva u jugo-istočnoj i sjevero-istočnoj Engleskoj. Qin (2011) je temeljem hibridnog input-output modela utvrdio koji sektori direktno i indirektno najviše doprinose potrošnji vode i proizvodnji otpadnih voda u gospodarstvu slivnog područja rijeke Haihe u Kini. Daniels et al. su u svom radu iz 2011. godine dali pregled i kritički osvrt na postojeća znanja o konceptu vodenog otiska i važnosti primjene input-output metoda u procesu planiranja vodnih resursa, s posebnim naglaskom na mogućnosti primjene okolišnog multi-regionalnog input-output modela u analizi tokova virtualne vode unutar i između regija koje su povezane s proizvodno-opskrbnim lancima. Hristov et al. (2012) su u svom radu istražili utjecaj međusektorskih odnosa u nacionalnom gospodarstvu na potrošnju vodnih resursa u Republici Makedoniji. Chakraborty i Mukhopadhyay (2012) su tradicionalni input-output model nadogradili s matricom koeficijenata za različite polutante u otpadnim vodama koje se ispuštaju u gospodarstvu Indije te na taj način analizirali intenzitet i strukturu direktnog i

indirektnog onečišćenja pojedinih industrija u indijskom gospodarstvu. Yakovleva i Kudryavtseva (2013) su pomoću metode proširene input-output analize procijenile utjecaj vanjskotrgovinske razmjene na ukupne direktne i indirektne potrebe za vodom u ključnim industrijskim sektorima Rusije, dok su Di Cosmo et al. (2014), koristeći input-output model proizvodnih podsustava, analizirali obilježja i ključne pokretače gospodarske potrošnje vode u Europskoj uniji.

Iako je hrvatska ekonomska znanost dala značajan doprinos u razvoju input-output analize, kako u teorijskom, tako i u aplikativnom smislu, u Hrvatskoj do sada nije provedeno i objavljeno niti jedno empirijsko istraživanje koje se temelji na aplikaciji metodologije hibridne input-output analize, bilo da je riječ o vodama ili nekom drugom prirodnom resursu.⁶⁶ U dosadašnjim istraživanjima obilježja ukupne potrošnje vode i ukupne emisije vodenog otpada u hrvatskom gospodarstvu korištene su isključivo analize zasnovane na apsolutnim i relativnim pokazateljima izravnih sektorskih pritisaka na vode (cf. Gereš, 2002; 2003). Posljednja značajnija istraživanja takvog tipa provedena su za potrebe izrade glavnih nacionalnih strateških i planskih dokumenata vezanih uz zaštitu i upravljanje vodama u Republici Hrvatskoj (cf. Strategija upravljanja vodama, 2009; Plan provedbe vodno-komunalnih direktiva, 2010; Plan upravljanja vodnim područjima, 2013, 2015).

4.2. DEFINICIJA I OPIS METODOLOŠKOG OKVIRA MODELA

Kako bi se na pregledan i sustavan način izložile specifičnosti korištenog hibridnog input-output modela koji se temelji na metodologiji tzv. proširenog Leontijevljevog input-output modela te objasnili postupci izračuna vodno-ekonomskih pokazatelja modela na osnovu kojih je provedena analiza utjecaja međusektorskih odnosa u hrvatskom gospodarstvu na potrošnju i onečišćenje vodnih resursa, ovaj dio disertacije podijeljen je na sljedeće tematske jedinice: **1) tradicionalni Leontijevljev input-output model i 2) hibridni input-output model potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda.**

⁶⁶ Od domaćih autora koji su dio svog znanstveno-istraživačkog opusa posvetili području input-output analize posebno se ističu: Branko Horvat, Mijo Sekulić i Mate Babić. Pregled njihovih najznačajnijih radova iz tog područja, kao i detaljan opis razvitka input-output analize u Hrvatskoj dan je u Jurčić (2000). Od najnovije objavljenih radova domaćih autora iz područja međusektorske analize u kojima su ispitana obilježja i specifičnosti strukturnih odnosa u hrvatskom gospodarstvu i analizirana uloga i učinci ključnih ekonomskih sektora na proizvodne, potrošačke i trgovinske aktivnosti u nacionalnom gospodarstvu izdvajaju se: Botrić (2013), Buturac et al. (2014), Lovrinčević i Mikulić (2014), Keček et al. (2015).

4.2.1. Tradicionalni Leontijevljev input-output model

Radi obuhvata i složenosti tematike koja proizlazi iz ovog naslova, temeljna polazišta i mogućnosti primjene tradicionalnog Leontijevljevog input-output modela razrađene su kroz tri tematske jedinice: **1) simetrična input-output tablica, 2) tablica tehničkih koeficijenata i Leontijevljeva inverzna matrica i 3) osnovne pretpostavke i ograničenja Leontijevljevog input-output modela.**

4.2.1.1. Simetrična input-output tablica

Polazeći od toga da se dobra i usluge proizvodnih sektora, osim za pojedine komponente finalne potrošnje, koriste i u proizvodnjama nekih drugih sektora ili čak u samim tim sektorima, *tradicionalni Leontijevljev input-output model* daje odgovor na pitanje koju razinu proizvodnje svaki od postojećih sektora dane ekonomije mora postići da bi se zadovoljila ukupna potražnja za određenim proizvodom (i.e. Barnett, Ziegler & Byleen, 2006, p. 250). Drugim riječima, osnovna svrha temeljnog input-output modela je utvrditi i kvantificirati međusektorske odnose u procesima proizvodnje i potrošnje dobara i usluga na jedinstvenom ekonomskom prostoru i tijekom određenog vremenskog razdoblja, a sve kako bi se mogli kvantitativno obuhvatiti direktni i indirektni gospodarski učinci autonomnih promjena u razini proizvodnje pojedinog sektora ili u određenom ekonomskom fenomenu (npr. osobna potrošnja kućanstva, državna potrošnja, kapitalne investicije, izvoz, tehnologija i dr.).⁶⁷

S obzirom na to da su svi proizvodni sektori ujedno proizvođači/isporučitelji *outputa*⁶⁸ i potrošači/primatelji *inputa*⁶⁹ koji te funkcije ostvaruju kroz transakcije s ostalim dijelovima ekonomske strukture kojoj pripadaju, u kontekstu statistike nacionalnih (i.e. društvenih) računa pod izrazom *međusektorski (i.e. međuindustrijski) odnosi* podrazumijevaju se podatci

⁶⁷ Ovisno o istraživačkim ciljevima i adekvatnosti raspoložive ekonomske statistike, osnovni input-output model može se primjerice, osim analize sektorskih odnosa u okviru nacionalnog gospodarstva, primijeniti i na paradigmi regionalnog gospodarstva, gospodarstva određene društveno-političke ili ekonomske zajednice, složenog poduzeća i sl. Općenito, svaki sustav koji se sastoji od više međusobno povezanih produktivnih dijelova može se s aspekta metodologije osnovnog input-output modela promatrati kao složeni proizvodni sustav te u tom smislu i analizirati primjenom istog (i.e. Leontief, 1986, p. 19).

⁶⁸ Sva dobra ili usluge (i.e. novostvorena vrijednost) proizvedena u određenom periodu od strane pojedinca, poduzeća, sektora ili nekog drugog gospodarskog subjekta, bilo da su namijenjena za potrošnju ili daljnju proizvodnju (cf. Sabolić, p. 75).

⁶⁹ Temeljni proizvodni faktori ili ulazni resursi koji se u procesu proizvodnje transformiraju u željeni output (cf. Sabolić, p. 75).

o ukupno ostvarenim transakcijama između pojedinih sektora, odnosno podatci o ponudi i uporabi intermedijarnih proizvoda unutar promatrane ekonomije. U integriranom sustavu nacionalnih računa intermedijarni tokovi dobara i usluga prezentiraju se u formatu biproporcionalne transakcijske matrice - u ekonomskoj literaturi poznatijoj kao *matrica intermedijarne potrošnje*, koja čini jezgru *simetrične input-output tablice* nacionalnog gospodarstva (cf. SNA 2008, p. 511). Input-output tablice pružaju fundamentalnu podatkovnu osnovu za konstrukciju input-output modela, a radi boljeg razumijevanja njihove uloge u nacionalnom računovodstvu i važnosti njihove primjene u makroekonomskoj analizi, u nastavku se daje prikaz i pojašnjenje konceptualnog okvira input-output tablice na razini cjelokupnog nacionalnog gospodarstva (cf. tablica 4.1.).⁷⁰

Tablica 4.1. Pojednostavljeni primjer simetrične input-output tablice

input \ output		Intermedijarne uporabe					Finalne uporabe			Ukupan output
		Sektor 1	Sektor 2	Sektor 3	Sektor 4	Sektor 5	Finalna potrošnja	Bruto investicije	Izvoz	
Intermedijarne isporuke	Sektor 1									
	Sektor 2									
	Sektor 3									
	Sektor 4									
	Sektor 5									
Primarni inputi	Dodana vrijednost*									
	Uvoz									
	Ukupan input									

* neto porezi na proizvodnju i uvoz, amortizacija, bruto naknade zaposlenima i poslovni višak

Izvor: priredio doktorand na temelju input-output tablice Republike Hrvatske za 2010. godinu objavljenoj na mrežnim stranicama DZS-a

⁷⁰ Razlog zašto se u okviru ove tematske jedinice, pored svih ostalih praktičnih inačica input-output tablice, posebno razmatra standardni format nacionalne input-output tablice, nije samo zbog toga što je input-output tablica hrvatskog gospodarstva osnovno polazište analize u ovoj disertaciji, već i zbog toga što se u službenoj ekonomskoj statistici gotovo jedino nacionalne input-output tablice izrađuju na osnovu izvornih podataka. Naime, input-output tablice gospodarstava nižih teritorijalnih cjelina, koje su u sastavu pojedinih zemalja, u praksi se uglavnom izводе pomoću specifičnih metoda i ključeva prilagodbe postojećih nacionalnih input-output tablica, a s ciljem da novo dobivene tablice što vjernije odražavaju rezultate cjelokupne privredne aktivnosti u promatranim područjima (više o tome cf. Deng, X. et al., 2014; Marto Sargento, 2009). Za razliku od toga, input-output tablice gospodarstava viših teritorijalnih cjelina, kojima pojedine zemlje pripadaju, dobivaju se na osnovu posebnih metoda kompilacije dviju ili više input-output tablica različitih nacionalnih gospodarstava u jednu jedinstvenu input-output tablicu nadnacionalne ekonomije (više o tome cf. Rueda-Cantuch et al., 2009; WIOD). Razlozi široke primjene navedenih pristupa prvenstveno su praktične naravi, a očituju se u tome da je za konstrukciju izvorne input-output tablice određene geografske, ekonomske, administrativne ili neke druge regije, koja je u prostornom smislu manja ili veća od države kojoj ista u cijelosti ili djelomično pripada, neophodno postojanje takvog sustava integriranih ekonomskih računa u kojem su prikazani strukturni ili agregatni podatci o ekonomskim aktivnostima unutar predmetne regije, te između te regije i njezinog neposrednog i posrednog gospodarskog okruženja, prethodno prikupljeni i obrađeni prema teritorijalnom principu. Naravno, osim u manjem dijelu razvijenih zemalja, većina nacionalnih statističkih sustava nema dostatne ljudske, materijalne i institucionalne kapacitete za provedbu redovitih statističkih istraživanja takvog tipa, stoga se regionalne input-output tablice najčešće generiraju upotrebom tzv. ne istraživačkih metoda.

Prikazujući istovremeno kompoziciju korištenih inputa u sektorskim proizvodnjama na koje je raščlanjeno nacionalno gospodarstvo i uporabu njihovog ostvarenog outputa po različitim sektorima intermedijarne i finalne potrošnje, simetrična input-output tablica daje kvantitativnu sliku međusektorske povezanosti i ovisnosti u procesu formiranja i raspodjele ukupnog društvenog proizvoda tijekom jedne godine. Kao što je vidljivo iz gore ilustriranog primjera (cf. tablica 4.1.), cjelokupna godišnja privredna aktivnost nacionalne ekonomije, uključujući njezinu ukupno ostvarenu razmjenu dobara i usluga s inozemstvom, predložena je u simetričnoj input-output tablici kroz tri međusobno povezana kvadranta: kvadrant I, kvadrant II i kvadrant III.

U **kvadrantu I** sadržana je već spomenuta *matrica intermedijarne potrošnje* koja po svojoj vertikalnoj i horizontalnoj osi ima identičnu klasifikaciju, redosljed i broj proizvodnih sektora, a što ustvari predstavlja pomno raščlanjen i sustavan prikaz računa nacionalne proizvodnje. Budući da u stvarnosti postoji velik broj proizvodnih djelatnosti i još znatno veći broj proizvoda, pri čemu se u okviru jedne djelatnosti može istovremeno proizvoditi više različitih proizvoda ili, s druge strane, jedan te isti proizvod mogu proizvoditi različite djelatnosti, praktički je nemoguće, u analitičkom smislu, na pregledan način dekomponirati nacionalnu proizvodnju na broj jedinica koji je istovjetan broju proizvodnih djelatnosti, a pogotovo to nije moguće napraviti prema svim vrstama proizvoda. Upravo iz tog razloga, prvi korak u izradi matrice intermedijarne potrošnje, što je ujedno i najvažniji korak u procesu konstrukcije cjelokupne nacionalne input-output tablice, odnosi se na postupak raščlanjivanja proizvodnog računa na točno specificiran broj proizvodnih sektora, a koji se može izvršiti na dva načina: *proizvod-proizvod* i *djelatnost-djelatnost*. U suštini, oba načina svode se na agregaciju više ili manje srodnih proizvodnih jedinica u jedan specifičan proizvodni sektor, samo se razlikuju u pretpostavkama na temelju kojih se ta agregacija provodi (cf. shema 4.1.).

Prije samog objašnjenja spomenutih pretpostavki, važno je prvo naglasiti da je input-output tablica zapravo izvedeni (i.e. transformirani) oblik *tablica ponude i uporabe* koje čine središnji dio sustava nacionalnih računa. Tablice ponude i uporabe su skupina matrica koje opisuju kako ponude različitih vrsta dobara i usluga potječu od domaćih djelatnosti i uvoza te kako su te ponude alocirane između intermedijarnih i finalnih uporaba, uključujući izvoz (OECD, 2001). Njihova posebnost je u tome što one pružaju cjeloviti računovodstveni okvir za uravnoteženu integraciju svih ostalih nacionalnih računa u jedan konzistentni sustav tablica

ponude i uporabe, čime se omogućava otklanjanje diskrepancija između podataka dobivenih putem različitih statističkih istraživanja te u konačnici osigurava kvalitetna podloga za bilanciranje ekonomskih veličina koje su inicijalno obračunate korištenjem diferentnih klasifikacija, principa, koncepata, pristupa i metoda. To se u prvom redu odnosi na povezivanje i usklađivanje različitih koncepata vrednovanja tokova dobara i usluga u okviru nacionalnog računovodstva (i.e. kupovne i proizvodne cijene) te iskazivanje svih aspekata njihove ponude i uporabe u homogenim, tj. bazičnim cijenama.⁷¹ Konzekventno tome, uvođenjem tablica ponude i uporabe u sustav nacionalnih računa poboljšava se točnost procjene BDP-a i postiže se podudarnost rezultata izračuna BDP-a na osnovu sve tri općeprihvaćene metode - proizvodna, rashodovna i dohodovna metoda (cf. Eurostat, 2014, pp. 72-77).

Poštivajući definiranu svrhu i ciljeve provedenog disertacijskog istraživanja, izvan je tematskog opsega ove disertacije razraditi cjelokupan teorijski i metodološki obuhvat izrade i praktične primjene ovog ključnog elementa nacionalnih računa. Stoga, tablice ponude i uporabe su dalje u tekstu interpretirane jedino u pogledu njihove strukture, a s intencijom da se što bolje objasne suštinska obilježja različitih modela homogenih proizvodnih entiteta koje je moguće ekstrahirati iz ovih tablica i od njih kompilirati središnju transakcijsku matricu simetrične input-output tablice. Osnovni predložak integrirane tablice ponude i uporabe prikazan je sljedećom tablicom.⁷²

⁷¹ Primjena homogenih cijena u mjerenju i iskazivanju međusektorskih tokova dobara i usluga posebno je važna s aspekta input-output analize u okviru koje se ukupno ostvarene godišnje vrijednosti intermedijarnih nabavki i isporuka interpretiraju kao tehničke veze između proizvodnih sektora. Navedeno podrazumijeva da jedinična vrijednost utroška/iskorupke određenog proizvodnog inputa mora predstavljati istu fizičku količinu bez obzira o kojem se sektoru radi. U tom smislu, vrednovanje tokova dobara i usluga prema kupovnim cijenama je najmanje homogen pristup iz razloga što se trgovačke i transportne marže i neto porezi značajno razlikuju od sektora do sektora. Vrednovanje u proizvodnim cijenama je homogenija opcija jer su iz vrijednosti ostvarenih transakcija eliminirane trgovačke i transportne marže, no primjena ovog koncepta još uvijek može iskriviti sliku o strukturi i intenzitetu tehničkih veza u gospodarstvu zbog različitih udjela neto poreza u cijenama proizvoda. Upravo iz tog razloga bazične cijene predstavljaju najprihvatljiviji koncept vrednovanja u input-output sustavima budući da ne sadrže niti trgovačke i transportne marže, niti neto poreze, stoga najbolje odražavaju stupanj međusektorske povezanosti u gospodarstvu (cf. Rainer, 2000).

⁷² Integrirana tablica ponude i uporabe produkt je procesa bilanciranja zasebnih tablica ponude i tablica uporabe dobara i usluga u nacionalnom gospodarstvu, a sva tri oblika tablica zajedno tvore tzv. sustav ponude i uporabe u okviru društvenog računovodstva.

Tablica 4.2. Osnovna forma i struktura tipične tablice ponude i uporabe

PONUDA						
	Djelatnosti				Ostatak svijeta	Ukupno za gospodarstvo
Proizvodi	Proizvodnja				Uvoz	Ukupna ponuda
UPORABA						
	Djelatnosti	Kućanstva	Država	Kapitalna dobra	Ostatak svijeta	Ukupno za gospodarstvo
Proizvodi	Intermedijarna potrošnja	Izdaci za finalnu potrošnju	Izdaci za finalnu potrošnju	Akumulacija	Izvoz	Ukupna uporaba
	Dodana vrijednost					

Izvor: priredio doktorand na temelju DZS (1997): *SNA - Sustav nacionalnih računa 1993*, Zagreb, p. 120

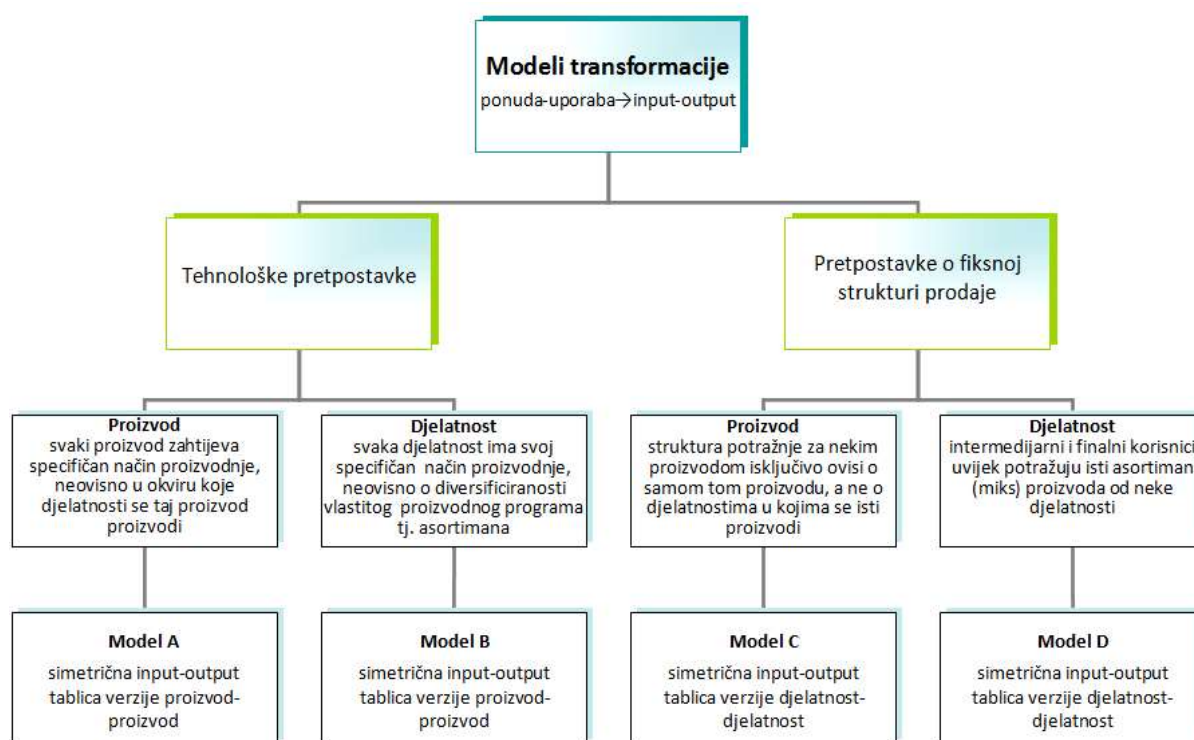
Uspoređujući integriranu tablicu ponude i uporabe i simetričnu input-output tablicu, može se vidjeti da, osim toga što se u tablici ponude i uporabe zasebno iskazuju komponente podrijetla i komponente apsorpcije dobara i usluga u nacionalnom gospodarstvu, među njima postoji još jedna značajna konceptualna razlika po pitanju organizacije i prezentacije podataka o tokovima dobara i usluga u procesu društvene reprodukcije. Naime, za razliku od simetrične input-output tablice, naslovi stupaca i redaka u dijelu tablice ponude i uporabe u kojem se prikazuju godišnji rezultati cjelokupne proizvodne aktivnosti u nacionalnom gospodarstvu nisu određeni prema istovjetnoj klasifikaciji ekonomske statistike, već se stupci temelje na klasifikaciji djelatnosti, a redovi na klasifikaciji proizvoda.⁷³ Time su proizvodnja i intermedijarna potrošnja pojedinih djelatnosti, ali i ostali izvori ponude i uporabe dobara i usluga u nacionalnom gospodarstvu, raščlanjeni po kategorijama proizvoda. Međutim, zbog takvog prikaza društvene proizvodnje i njezine raspodjele, integrirana tablica ponude i uporabe nema primjerena algebarska svojstva za utvrđivanje složenosti i intenziteta međusektorskih veza u nacionalnoj proizvodnoj strukturi. Razlog tome je već spomenuta činjenica da sve djelatnosti ne proizvode samo proizvode koji su po svojim fizičkim karakteristikama ili intrinzičnoj prirodi tipični za te djelatnosti (i.e. primarna dobra i usluge), nego dio njihovog outputa čine i neki proizvodi koji se prema kriteriju gospodarskog podrijetla vežu za druge djelatnosti (i.e. sekundarna dobra i usluge). Stoga, odnos *proizvod-*

⁷³ Navedeno se odnosi na proizvodnu matricu u tablici ponude i matricu intermedijarne potrošnje u tablici uporabe koje zajedno čine središnji dio integrirane tablice ponude i uporabe (cf. tablica 4.2.).

djelatnost nikako ne može biti dobar pokazatelj ukupne vrijednosti ili količine proizvoda koju je neka djelatnost isporučila drugoj djelatnosti ili nabavila od iste.

Za dosljedno kvantificiranje ukupnog doprinosa pojedinih proizvodnih sektora u stvaranju outputa drugih sektora i obrnuto, nužno je podatke sadržane u sustavu ponude i uporabe pregrupirati, agregirati i konvertirati u simetričnu input-output tablicu prema načelu čiste djelatnosti (i.e. načelo homogenog proizvodnog sektora). U sljedećoj shemi prikazana su četiri osnovna modela za transformaciju tablica ponude i uporabe u simetričnu input-output tablicu i iznesene su pretpostavke na kojima se ti modeli temelje.

Shema 4.1. Modeli transformacije tablica ponude i uporabe u simetričnu input-output tablicu



Izvor: Izrada doktoranda na osnovu metodoloških objašnjenja preuzetih iz Eurostat/European Commission (2008): *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*, pp. 295-297

Restrukturiranjem i nadogradnjom proizvodnog računa prema gore prikazanim modelima sastavljanja input-output-tablica dobivaju se kvantitativne veličine direktnih međusektorskih veza u procesima međufazne proizvodnje i potrošnje, zbog čega se vrijednosti u ćelijama matrice intermedijarne potrošnje u kvadrantu I, bez obzira o kojoj se verziji simetrične input-output tablice radi, uvijek mogu dvojako interpretirati (cf. National accounts, NBSC):

- 1) Prema vertikalnoj interpretaciji, vrijednosti u ćelijama matrice intermedijarne potrošnje odražavaju ukupnu količinu ili vrijednost dobara ili usluga koju je jedan sektor nabavio/kupio od drugog sektora tijekom predmetne godine.
- 2) Prema horizontalnoj interpretaciji, vrijednosti u ćelijama matrice intermedijarne potrošnje odražavaju ukupnu količinu ili vrijednost dobara ili usluga koju je jedan sektor isporučio/prodao drugom sektoru tijekom predmetne godine.

Sukladno tome, zbroj svih iznosa u pojedinom stupcu kvadranta I predstavlja ukupnu vrijednost ili količinu intermedijarnih inputa⁷⁴ koji su utrošeni u procesu proizvodnje određenog sektora nacionalnog gospodarstva, dok zbroj svih iznosa u pojedinom retku kvadranta I pokazuje vrijednosnu ili količinsku kvantifikaciju udjela proizvedenih intermedijarnih proizvoda u ukupnom outputu danog sektora, utrošenih za vlastite potrebe i u proizvodnjama ostalih gospodarskih sektora. Dakle, zbog matričnog prikaza proizvodnih odnosa, a koji je dizajniran na način da povezuje oba identiteta međufaznih tokova dobara i usluga (i.e. sektore ponude i sektore uporabe intermedijarnih proizvoda), kvadrant I input-output tablice daje uvid u strukturu i veličinu uspostavljenih direktnih međuzavisnosti između svih homogenih sektora na koje je dezagregiran proces društvene proizvodnje.

Kvadrant II input-output tablice ili *matrica finalne uporabe* je horizontalna ekstenzija kvadranta I, stoga ima identične naslove redaka kao matrica intermedijarne potrošnje, a naslovi stupaca u ovoj matrici impliciraju pojedine komponente finalne uporabe društvenog proizvoda. Time je postignuto da se tokovi dobara i usluga izvan proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva mogu iskazati po istom principu kao i tokovi intermedijarnih proizvoda. U tom smislu, ovaj dio input-output tablice opisuje količinsku ili vrijednosnu strukturu ponude i uporabe finalnih proizvoda u nacionalnom gospodarstvu, odnosno iskazuje konačnu raspodjelu toka društvenog proizvoda po sastavnicama finalne potrošnje i sektorima proizvodnje dobara i usluga namijenjenih finalnoj potrošnji. Slijedom navedenog, kvadrant I i kvadrant II zajedno odražavaju dvodimenzionalnu strukturu ukupno proizvedenih dobara i

⁷⁴ Navedeno se odnosi isključivo na intermedijarna dobra i usluge koja su proizvedena unutar nacionalnog gospodarstva iz razloga što se uvezena intermedijarna dobra i usluge, uključujući i druge kategorije uvoza, u suvremenim input-output sustavima tretiraju kao jedan od primarnih inputa, odnosno egzogenih proizvodnih faktora. Klasifikacija i struktura primarnih inputa sadržani su u kvadrantu III input-output tablice nacionalnog gospodarstva što je detaljnije objašnjeno u nastavku ove tematske jedinice.

usluga u nacionalnom gospodarstvu, i to prema izvorima njihova podrijetla i prema korisnicima njihove namjenske raspodjele.

Kvadrant III input-output tablice, odnosno *matrica dodane vrijednosti*, je vertikalna ekstenzija računa nacionalne proizvodnje čiji redovi označavaju tzv. primarne inpute u procesu stvaranja ekonomskog outputa. Za razliku od intermedijarnih inputa, primarni inputi su oni faktori proizvodnje koji u okviru input-output modela imaju egzogena obilježja tj. nisu proizvedeni u nijednom od proizvodnih sektora promatrane ekonomije.⁷⁵ Prema tome, ovaj dio input-output tablice pokazuje udio i strukturu dodane vrijednosti i udio uvezene vrijednosti u ukupnoj godišnjoj proizvodnji pojedinih sektora te tako ilustrira značaj pojedinih egzogenih faktora nacionalne proizvodnje u primarnoj raspodjeli društvenog proizvoda. Stoga, uzevši u obzir vertikalnu interpretaciju matrice intermedijarne potrošnje, podaci u kvadrant I i kvadrantu III, kao koherentnoj cjelini, integriraju izvore sektorskih inputa s vrijednosnim komponentama njihovog outputa.

Uvažavajući proporcije unutar i između sva tri kvadranta input-output tablice, sasvim je razvidno zašto primjena ovakvog podatkovnog formata u okviru sustava nacionalnih računa omogućava sveobuhvatan i sustavan prikaz agregatnih i strukturnih odnosa između različitih dijelova nacionalnog gospodarstva koji su ostvareni tijekom jednogodišnjeg ciklusa ukupne društvene reprodukcije. S tim u vezi, a radi boljeg razumijevanja zašto su u dosadašnjoj elaboraciji korišteni pojmovi *količina* i *vrijednost*, na kraju ove tematske jedinice važno je istaknuti da se u načelu gotovo svi input-output tokovi mogu pratiti i iskazati u fizičkom (i.e. naturalnom) i monetarnom (i.e. vrijednosnom) smislu.⁷⁶ Međutim, iako fizičke jedinice mjere bolje odražavaju količinu dobara i usluga koju jedan sektor troši od drugih sektora i obrnuto, postoje značajni problemi u fizičkom mjerenju transakcija kada ekonomski sektori u svom proizvodnom/prodajnom asortimanu imaju više od jednog proizvoda. Upravo iz tog razloga ekonomski odjeli u okviru relevantnih nacionalnih statističkih zavoda u praksi uglavnom izrađuju i objavljuju monetarne input-output tablice. Stoga, ako se input-output relacije promatraju isključivo s vrijednosnog aspekta, onda je važno pojmiti da se u simetričnoj monetarnoj input-output tablici zapravo preko transakcijske matrice povezuju tokovi

⁷⁵ Izuzev uvoza, svi primarni inputi su neproizvodne prirode, a obuhvaćaju one faktore proizvodnje koji se od privatnih ili državnih vlasnika unajmljuju, kupuju ili koriste za odgovarajuće naknade, dohotke ili namete.

⁷⁶ To se ponajviše odnosi na tokove intermedijarnih i finalnih dobara, dok se kategorije dodane vrijednosti koje nemaju fizički ekvivalent (npr. porezi, subvencije i sl.) ne mogu pratiti niti iskazati u fizičkom smislu.

formiranja i raspodjele ukupno ostvarene vrijednosti proizvodnje u nacionalnom gospodarstvu, pri čemu stupci tablice pokazuju udio i strukturu prenesene (i.e. međufazne) i dodane vrijednosti u ukupnom outputu danog sektora, a redovi strukturu raspodjele vrijednosti njegova outputa na ostale vidove društvene proizvodnje i potrošnje.

4.2.1.2. Tablica tehničkih koeficijenata i inverzna Leontijevljeva matrica

Iako simetrične input-output tablice daju detaljan prikaz strukturnih veza u nacionalnom gospodarstvu, one su više računovodstvene, odnosno deskriptivne naravi te kao takve nemaju funkciju analitičkog ili simulacijskog modela. Stoga, kako bi se na razini cjelokupnog gospodarstva mogli analizirati ukupni proizvodni i ekonomski efekti promjena u finalnoj potražnji za proizvodima ili uslugama određenih sektora, potrebno je izvornu input-output tablicu preoblikovati u model nacionalnog gospodarstva s točno definiranim endogenim i egzogenim varijablama.⁷⁷

Ako se nacionalno gospodarstvo raščlani na n sektora, onda se input-output relacije opisane u prethodnoj tematskoj jedinici mogu formulirati na način prikazan u sljedećoj tablici.

Tablica 4.3. Endogene i egzogene varijable u osnovnom input-output modelu

Input \ Output	Intermedijarne uporabe						Finalne uporabe	Ukupni output
	Sektori	1	...	j	...	n		
Intermedijarni inputi	1	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	f_1	X_1
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	i	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{in}	f_i	X_i
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	n	x_{n1}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	f_n	X_n
Primarni inputi		p_1	...	p_j	...	p_n		
Ukupni input		X_1	...	X_j	...	X_n		

Izvor: priredio doktorand

⁷⁷ Interpretacija izvoda osnovnog *Leontijevljevog input-output modela* koja je iznesena u okviru ove tematske jedinice temelji se na Frenger (1978), p. 274; Leontief (1986), p. 22-27; Ten Raa (2006), p. 14-23; Eurostat/European Commission (2008), p. 486-489; Miller & Blair (2009), p. 10-34.

Elementi matrice intermedijarne potrošnje obično se označavaju s x_{ij} , gdje je i sektor koji isporučuje intermedijarne proizvode (i.e. output), a j sektor koji troši intermedijarne proizvode (i.e. input). Time su dijelovi outputa svakog sektora iskazani kao proizvodni inputi drugih sektora, što znači da oznaka x_{ij} predstavlja dio ostvarene vrijednosti godišnjeg outputa i -tog sektora koji je utrošen u proizvodnji j -tog sektora. U kontekstu proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva intermedijarne isporuke i uporabe su endogeno uvjetovane veličine iz razloga što je razina intermedijarne potrošnje svakog sektora prvenstveno određena količinom njegovog outputa, za razliku od potrošnje krajnjih potrošača čije odluke o korištenju, upotrebi ili konzumiranju proizvoda određenih sektora ne zavise o proizvedenim količinama tih proizvoda.⁷⁸ Slijedom toga, finalne uporabe (f_i) se u input-output analizi uzimaju kao egzogene, odnosno zadane veličine. Isto obilježje imaju i primarni inputi (p_j), a koji se ne stvaraju u domaćoj proizvodnji već potječu iz uvoza i iz tzv. *sektora plaćanja*, stoga su ponude i cijene faktora dodane vrijednosti društvene proizvodnje također egzogenog karaktera.

S obzirom da postoji jednakost između ukupnih tokova proizvodnje i ukupnih tokova potrošnje svih dobara i usluga koji su proizvedeni u nacionalnom gospodarstvu, sektorski outputi se mogu definirati na dva načina: kao zbroj svih endogenih i egzogenih faktora njihove proizvodnje i kao zbroj svih endogenih i egzogenih faktora njihove uporabe. Ako se uzme u obzir da X_i označava bruto vrijednost proizvodnje sektora i , a f_i ukupnu finalnu uporabu proizvodnje sektora i , onda, promatrano s aspekta potražnje, jednadžba ukupnog godišnjeg outputa sektora i glasi:

$$X_i = x_{i1} + \dots + x_{ij} + \dots + x_{in} + f_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + f_i \quad (1)$$

Jednadžba (1) prikazuje distribuciju sektorske proizvodnje po kojoj se sva količina proizvodnje nekog sektora utroši ili kroz međusektorske uporabe ili kroz finalne uporabe pa je prema tome ukupno ostvarena vrijednost outputa sektora i jednaka zbroju svih

⁷⁸ Primjerice potražnja automobilske industrije za čelikom ili nekim drugim proizvodima metalurgije izravno je povezana s brojem proizvedenih automobila, što znači da će potrošnja čelika u automobilskoj industriji rasti s porastom njezine proizvodnje, a samim time povećat će se i isporuke proizvoda metalurgije automobilskoj industriji i obrnuto. S druge strane, odluka države o nabavi novih službenih vozila ovisi raspoloživim proračunskim sredstvima, stanju postojećih voznih parkova ili provođenju određenih politika države (npr. unutarnje sigurnosti), dok recimo odluka o kupnji automobila u kućanstvu ovisi o raspoloživom kućnom budžetu, prijevoznim potrebama i životnom stilu članova kućanstva te brojnim drugim faktorima kupnje automobila koji nisu povezani s količinama njegove proizvodnje.

isporuka/prodaja sektora i intermedijarnim i finalnim korisnicima.⁷⁹ Budući da za svaki od n sektora vrijedi ista jednakost, cjelokupno gospodarstvo jedne zemlje može se opisati sljedećim sustavom linearnih jednadžbi:

$$\begin{aligned} X_1 &= x_{11} + \dots + x_{1j} + \dots + x_{1n} + f_1 \\ &\vdots \\ X_i &= x_{i1} + \dots + x_{ij} + \dots + x_{in} + f_i \\ &\vdots \\ X_n &= x_{n1} + \dots + x_{nj} + \dots + x_{nn} + f_n \end{aligned}$$

a koji u kraćoj verziji zapisa poprima oblik: $X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + f_i$, za svaki $i = 1, 2, \dots, n$. (2)

Uvažavajući fundamentalnu pretpostavku da su međusektorske veze u kratkom roku nepromjenjive⁸⁰, ukupni tokovi proizvoda od sektora i prema sektoru j u danom vremenskom razdoblju u potpunosti su determinirani s ostvarenom količinom proizvodnje sektora j u tom istom razdoblju. To znači da se s povećanjem outputa sektora j automatski povećavaju i količine njegovih nabava od sektora koji ga izravno opskrbljuju proizvodnim inputima. Za koliko neki sektor i mora povećati isporuke inputa sektoru j da bi sektor j u određenom opsegu povećao svoju proizvodnju ovisi o tome koliki je stupanj (i.e. intenzitet) djelovanja inputa sektora i na proizvodnju sektora j . Intenziteti odnosa između sektorskih outputa i intermedijarnih inputa potrebnih za proizvodnju tih outputa iskazuju se tzv. *tehničkim koeficijentima proizvodnje*⁸¹, a koji se, sukladno oznakama varijabli u tablici 4.3., mogu definirati sljedećim matematičkim izrazom:

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j} \quad \text{za svaki } i = 1, 2, \dots, n \text{ i svaki } j = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

⁷⁹ Navedeno ne znači da se modelom pretpostavlja kako se sva proizvedena dobra u gospodarstvu jedne zemlje moraju prodati ili potrošiti, nego da se vrijednost svih intermedijarnih i primarnih inputa utrošenih u proizvodnji jednog sektora raspoređuje na sve ostale proizvodne sektore (uključujući i sam taj sektor) i finalne uporabe. Primjerice, vrijednost proizvedenih finalnih dobara i usluga koja nisu prodana finalnim kupcima utjecat će na porast vrijednosti zaliha finalnih proizvoda koje su također komponenta ukupne finalne uporabe društvene proizvodnje. Upravo iz tog razloga kada se govori o tokovima finalnih proizvoda tehnički je ispravnije koristiti termin *uporaba* umjesto *potrošnja*.

⁸⁰ Detaljnije objašnjenje svih pretpostavki i ograničenja osnovnog Leontijevljevog input-output modela dano je u tematskoj jedinici 4.2.1.3. Tijekom matematičkog izvođenja samog modela iznijete su pretpostavke na kojem se temelje pojedine matematičke formulacije dok su u sljedećoj tematskoj jedinici sagledane implikacije tih pretpostavki, a koje se moraju uzeti u obzir prilikom korištenja metodologije input-output analize.

⁸¹ U literaturi se još nazivaju i *input-output koeficijenti* ili *koeficijenti direktnih inputa*.

Tehnički koeficijent a_{ij} predstavlja dio proizvodnje i -tog sektora koji je utrošen u proizvodnji jedne jedinice outputa j -tog sektora. Osnovna pretpostavka input-output modela o nepromjenjivim međusektorskim vezama podrazumijeva da su tehnički koeficijenti konstantne veličine tj. da oni mjere fiksne odnose između inputa koji ulaze i outputa koji izlaze iz proizvodnji postojećih sektora u nacionalnom gospodarstvu. Također, modelom se pretpostavlja da sektori uvijek koriste iste inpute u fiksnim proporcijama, odnosno da pri bilo kojoj razini proizvodnje ostvaruju identičnu strukturu utrošaka intermedijarnih faktora proizvodnje. Zbog navedenih pretpostavki svi sektori u input-output modelu imaju konstantne prinose na opseg što znači da će se output određenog sektora povećati/smanjiti za 1 % jedino ako se svi njegovi inputi povećaju/smanje za 1 %. Drugim riječima, modelom je predviđeno da se s promjenom opsega sektorskih proizvodnji proporcionalno mijenjaju i količine svih inputa koji ulaze u te proizvodnje.

Ako se setovi tehničkih koeficijenata proizvodnje za svih n sektora danog gospodarstva kompiliraju i prezentiraju u formatu simetrične input-output tablice dobit će se *matrica tehničkih koeficijenata*⁸² koja prikazuje stupnjeve direktnih zavisnosti između proizvodnji sektora na koje je raščlanjeno promatrano gospodarstvo (tzv. proizvodne potrebe prvog reda):

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1i} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ a_{i1} & \cdots & a_{ij} & \cdots & a_{in} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nj} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Matrica tehničkih koeficijenata je kvadratna matrica reda n čiji elementi a_{ij} zadovoljavaju jednadžbu (3) i obično se označava s $\mathbf{A}$. Stupci matrice $\mathbf{A}$ prikazuju strukturu intermedijarnih utrošaka potrebnih za proizvodnju jedne jedinice outputa j -tog sektora, dok redovi matrice $\mathbf{A}$ prikazuju vrijednosti isporuka outputa i -tog sektora koje su potrebne za proizvodnju jedne jedinice outputa u ostalim gospodarskim sektorima, uključujući i output i -tog sektora.⁸³

⁸² U literaturi je također poznata i pod nazivima *strukturna matrica*, *matrica direktnih inputa* i *matrica direktnih potreba*.

⁸³ Izračun matrice tehničkih koeficijenata Republike Hrvatske na osnovu koje je izrađen input-output model korišten u ovoj disertaciji priložen je u Prilogu 1.

Uvažavajući definiciju tehničkih koeficijenata prikazanu jednažbom (3) i pretpostavke na kojima se ona zasniva, vrijednost ukupne količine proizvodnih inputa koju je sektor i isporučio sektoru j (x_{ij}) može se iskazati kao funkcija outputa sektora j ($x_{ij} = a_{ij}X_j$).

Uvrštavanjem navedene supstitucije u sustav jednažbi (2) dobije se sljedeći izraz:

$$X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}X_j + f_i, i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Sustavom linearnih jednažbi (4) uspostavljene su jedino eksplicitne veze između sektorskih outputa stoga on kao takav još uvijek nema prikladnu matematičku formu za procjenu ukupnih učinaka promjene razine finalne potražnje za određenim outputom na razinu proizvodnje svih sektora u nacionalnom gospodarstvu. Naime, kako bi opskrbljivači određenog sektora proizveli dovoljnu količinu proizvodnih inputa za njegove potrebe oni isto tako moraju utrošiti inpute koje su im isporučili njihovi opskrbljivači, a koji su prethodno u procesu proizvodnje tih inputa također utrošili inpute od svojih opskrbljivača i tako dalje. Dakle, zbog postojanja složene mreže proizvodnih lanaca koji povezuju sve proizvodne sektore u nacionalnom gospodarstvu, porast finalne potražnje za proizvodima bilo kojeg sektora generirat će valove sukcesivnog povećanja outputa u svim dijelovima nacionalnog gospodarstva. Sukladno tome, za potpuno razumijevanje multiplikativnog efekta proizvodnje dodatne jedinice finalnog outputa danog sektora nužno je osim direktnih međusektorskih tokova utvrditi i intenzitete indirektnih međusektorskih tokova dobara i usluga koji su povezani s proizvodnjom te iste jedinice outputa. U kontekstu sustava jednažbi sektorskih proizvodnji (4) to znači da je potrebno pronaći nove vrijednosti $X_1, \dots, X_n$ koje nastaju uslijed promjene bilo kojeg f_i . S obzirom da su a_{ij} konstante, a $f_1, \dots, f_n$ zadane vrijednosti, sustav jednažbi (4) je zapravo sustav od n linearnih jednažbi s n nepoznanica. Prema tome, matematički problem kvantifikacije kumulativnog učinka promjene razine finalne potražnje za određenim outputom na cjelokupnu domaću proizvodnju moguće je riješiti pomoću matrica.

Ako se pored već definirane matrice tehničkih koeficijenata $\mathbf{A}$ (a_{ij}) formiraju i jednostupčane matrice ($n, 1$) ukupnog outputa $\mathbf{X}$ (X_i) i finalne potražnje $\mathbf{f}$ (f_i):

$$X_i = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_i \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix} \quad \text{i} \quad f_i = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_i \\ \vdots \\ f_n \end{bmatrix},$$

onda se sustav jednadžbi (4) može zapisati u sljedećem matričnom obliku:

$$\mathbf{X} = \mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{f} \quad (5)$$

a čije rješenje daje osnovni *Leontijevljev input-output model* društvene proizvodnje kojim je iskazana međuovisnost između razine bruto outputa svakog od n sektora i razine finalne potražnje za outputom svakog od n sektora:

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{f} \quad (6)$$

gdje je sukladno prethodno definiranim makroekonomskim identitetima:

$\mathbf{X}$ = vektor proizvodnje

$\mathbf{f}$ = vektor finalne potražnje

$\mathbf{A}$ = matrica tehničkih koeficijenata

$\mathbf{I}$ = jedinična matrica

$(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ = inverzna Leontijevljeva matrica ($\mathbf{L}$)

Veza između vektora proizvodnje i vektora finalne potražnje u osnovnom input-output modelu (6) određena je matricom multiplikatora $\mathbf{L}$ koja se u literaturi uobičajeno po začetniku moderne input-output analize naziva *inverzna Leontijevljeva matrica* ili *matrica Leontijevljevih multiplikatora*, a poznata je i pod nazivom *matrica ukupnih potreba*. Matrica $\mathbf{L}$ (l_{ij}) je kvadratna matrica reda n čiji su elementi generički koeficijenti koji indiciraju ukupan učinak jedinične promjene finalne potražnje za outputom sektora j ($\Delta f_j = 1$) na output sektora i (ΔX_i):

$$l_{ij} = \frac{\partial X_i}{\partial f_j}, \quad \mathbf{L} = \begin{bmatrix} l_{11} & \cdots & l_{1i} & \cdots & l_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ l_{i1} & \cdots & l_{ij} & \cdots & l_{in} \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & \cdots & l_{nj} & \cdots & l_{nn} \end{bmatrix} \quad (7)$$

pri čemu zbroj elemenata u j -tom stupcu matrice $\mathbf{L}$ odražava sveukupnu količinu dodatne proizvodnje koju svi sektori nekog gospodarstva moraju ostvariti da bi sektor j zadovoljio

jednu jedinicu finalne potražnje za svojim proizvodima, dok zbroj elemenata u i -tom retku matrice L predstavlja ukupnu količinu dodatne proizvodnje sektora i koja je potrebna da bi svi sektori danog gospodarstva zadovoljili jednu jedinicu finalne potražnje za svojim proizvodima. Iz toga slijedi da je u osnovnom input-output modelu (6) ukupna domaća proizvodnja X zapravo rezultat iterativnog procesa prilagodbe sektorskih outputa na lančane zahtjeve za intermedijarnim dobrima koji su potrebni da bi se zadovoljila dana razina i struktura ukupne finalne potražnje f za proizvodima svih sektora u određenom nacionalnom gospodarstvu.

Prethodno prezentirani model predstavlja verziju tzv. otvorenog statičkog input-output modela⁸⁴, a koji se ujedno i najčešće primjenjuje u znanstveno-istraživačkoj praksi i to posebno kada su u pitanju različiti oblici proširene i hibridne input-output analize. Pored ovog modela postoje još dvije verzije statičkog input-output modela, a to su djelomično zatvoreni statički input-output model i potpuno zatvoreni statički input-output model. Sva tri modela imaju istu matematičku osnovu ali se razlikuju u pogledu poimanja i definiranja egzogenih i endogenih faktora društvene proizvodnje. Djelomično zatvoreni input-output modeli temelje se na pretpostavci da je potrošnja pojedinih neproizvodnih sektora također uvjetovana promjenama u razini ukupne društvene proizvodnje. Primjerice, uslijed porasta finalne potražnje za proizvodima jednog ili više sektora u nacionalnom gospodarstvu ne dolazi samo do porasta intermedijarne potražnje tih sektora nego raste i njihova potražnja za primarnim faktorima proizvodnje kao što je radna snaga. Posljedično tome dolazi do porasta prihoda u sektoru kućanstva, a samim time i raste osobna potrošnja, koja potom dodatno utječe na proizvodne procese u nacionalnom gospodarstvu. Stoga, ako se proizvodna matrica proširi za još jedan red s podacima o troškovima rada i za još jedan stupac s podacima o osobnoj potrošnji, uspostaviti će se tehnička povezanost između sektora kućanstva i svih proizvodnih sektora, što omogućava procjenu i analizu induciranih efekata promjene prihoda i potrošnje u sektoru kućanstva na razinu proizvodne aktivnosti u danom gospodarstvu. U tom slučaju kaže se da je input-output model zatvoren s obzirom na sektor kućanstva (i.e. Tanaka, 2011, pp. 76, 90; Temurshoev, 2004, pp. 4-5).⁸⁵ Za razliku od toga, potpuno zatvoreni model opisuje

⁸⁴ Osnovna input-output analiza je oblik statičke ekonomske analize iz razloga što se temelji na podacima o međusektorskim odnosima u danom gospodarstvu koji su rezultat ekonomskih procesa i pojava nastalih tijekom određenog vremenskog razdoblja, najčešće jedne godine.

⁸⁵ Važno je naglasiti da, ovisno o kontekstu namjene input-output analize i razini detaljnosti korištenih podataka, rezultati dobiveni korištenjem djelomično zatvorenih input-output modela nemaju uvijek analitičku pouzdanost.

situaciju u kojoj niti jedan faktor proizvodnje i potrošnje nije egzogeno uvjetovan, odnosno u kojoj postoji tehnička povezanost između svih inputa i outputa u proizvodnom sustavu. Drugim riječima, ovaj model odražava međusektorske odnose u proizvodnom sustavu sa zatvorenim procesom reprodukcije u okviru kojeg se svi inputi proizvode i svi outputi koriste kao proizvodni inputi (cf. Baranzini et al, 2015, pp. 110-115, Miller & Blair, 2009, pp. 34-41). To znači da se u zatvorenoj input-output analizi svi elementi finalne potrošnje i svi primarni inputi promatraju kao dio proizvodnog procesa (cf. tablica 4.1.).⁸⁶ Budući da niti jedan realni proizvodni sustav nacionalne, regionalne ili neke druge ekonomije nema obilježja potpuno zatvorenog proizvodnog sustava, aplikativna primjena ove verzije statičkog input-output modela gotovo je u potpunosti napuštena (i.e. Jurčić, 2000, p. 1315).

Osim navedenih statičkih modela razvijena je i dinamička verzija input-output modela koja pokazuje funkcionalnu vezu između finalnih i intermedijarnih uporaba proizvodnje u početnom razdoblju te potrebnog kapitala i radne snage za povećanje proizvodnje u sljedećim razdobljima. Ova verzija input-output modela prikladnija je za predviđanja u dužem roku jer uzima u obzir dinamička svojstva proizvodnih sustava, odnosno mjeri njihove strukturne i tehnološke promjene u različitim vremenskim razmacima.⁸⁷ Iako dinamički input-output modeli bolje odražavaju stvarne gospodarske procese, ograničavajuće je to što je za njihovu konstrukciju potrebna velika količina detaljnih podataka za barem dva različita razdoblja, a koji često autorima nisu dostupni, stoga ovi modeli nemaju toliko široku praktičnu primjenu

Primjerice, kod spomenutog zatvorenog modela s obzirom na sektor kućanstva, a koji je se u praksi zapravo i najviše koristi, važno je uzeti u obzir da u stvarnosti postoje znatno složeniji obrasci ukupne privatne potrošnje koji se u pravilu ne mogu objasniti jednostavnom linearnom vezom s dohocima od rada. Razlog tome je što različiti dohodovni razredi imaju različite dohodovne elastičnosti stoga isti u pravilu drugačije reagiraju na povećanje ili smanjenje plaća. Upravo iz tog razloga potrebno je na temelju specifičnih kriterija za promatrano gospodarstvo dodatno dezagregirati sektor kućanstva prije njegove inkorporacije u proizvodnu matricu (i.e. Miller & Blair, 2009, p. 40). S tim uvezi, upitne su i pretpostavke o postojanju fiksnog i linearnog odnosa između promjena u dohocima od rada i direktnog i indirektnog utjecaja sektora kućanstva na potrošnju ili zagađenje određenog prirodnog resursa (i.e. Polenske, 2006, p. 45). Stoga, kako bi se utvrdila opravdanost i pouzdanost primjene djelomično zatvorenih input-output modela u izučavanju i analizi ekoloških i proizvodnih efekata promjene određenog ekonomskog fenomena, preporuka je da se prije njihove konstrukcije i aplikacije provede posebno istraživanje o obilježjima egzogenih sektora koji se namjeravaju iskazati kao strukturni dio proizvodnog sustava.

⁸⁶ Zbog toga je zbroj svih tehničkih koeficijenata u stupcima **A** matrice koja opisuje direktne međusektorske odnose u potpuno zatvorenom input-output modelu jednak 1.

⁸⁷ Sukladno tome, konstrukcija dinamičkih input-output modela temelji se na primjeni složenijih matematičkih metoda. Naime, za razliku od statičkih modela, dinamički input-output modeli sastoje se od sustava diferencijalnih jednadžbi.

(cf. Idenburg & Wilting, 2000; Chen et al. 2005; Duchin, 2009).⁸⁸ Također, praksa je pokazala da razvoj proširenih ekološko-ekonomskih dinamičkih modela često zahtijeva previše pretpostavki i neodređenosti stoga takvi modeli u pravilu nemaju analitičku transparentnost i pouzdanost kao što to imaju prošireni statički input-output modeli. Zbog toga neki autori smatraju da se dinamički modeli ne bi trebali koristiti kao bolja zamjena za tradicionalne hibridne input-output modele, već jedino kao dodatni prognostički alati (i.e. Mattila, 2013, p. 45).

S obzirom na to da je osnovni cilj ove disertacije utvrditi sektore koji u direktnom i indirektnom smislu najviše utječu na potrošnju i onečišćenje vodnih resursa u nacionalnom gospodarstvu, u analizi međusektorskih tokova potrošnje vode i tokova otpadnih voda korištene su metode proširenog (i.e. hibridnog) otvorenog statičkog input-output modela.

4.2.1.3. Osnovne pretpostavke i ograničenja Leontijevljevog input-output modela

Kao što je to slučaj kod svih ekonomskih modela i Leontief je prilikom izvođenja svog modela proizvodnje morao usvojiti određene pretpostavke, a koje jednim dijelom proizlaze iz samih kriterija raščlanjivanja sektora u sustavu nacionalnih računa i izrade input-output tablica kao temeljnog preduvjeta primjene input-output analize, dok se drugim dijelom te pretpostavke odnose na specifikaciju sektorskih funkcija proizvodnje u danom gospodarstvu, odnosno na definiranje prirode funkcionalnih odnosa između utrošenih inputa i dobivenih outputa u sektorskim proizvodnjama. Uvažavajući prethodnu elaboraciju metodologije bilanciranja i modeliranja međusektorskih odnosa u nacionalnom gospodarstvu, osnovne pretpostavke Leontijevljevog input-output modela mogu se sistematizirati i sažeti na sljedeći način (i.e. Gretton, 2013, p. 4; Gupta, 2009, pp. 635-637):

1. Sva poduzeća u okviru određenog sektora koriste istu tehnologiju i proizvode identične proizvode što implicira potpunu homogenost sektorskih proizvodnji. Time proizvodna funkcija opisana jednadžbom (1) odražava agregatnu vrijednost outputa svih poduzeća u okviru danog sektora, a koji se može upotrijebiti kao intermedijarni input u vlastitoj proizvodnji i proizvodnji drugih sektora ili kao gotov proizvod za finalnu uporabu.

⁸⁸ To se u prvom redu odnosi na input-output tablice i na podatke o investicijama u fiksni kapital i podatke o promjenama zaliha po sektorima, a koji su nužni preduvjet svake dinamičke input-output analize.

2. Svi proizvodni inputi savršeni su komplementi u proizvodnom procesu stoga ne postoji mogućnost njihove međusobne supstitucije. Ova pretpostavka podrazumijeva da sektori imaju fiksnu strukturu proizvodnih utrošaka, odnosno da su udjeli inputa u konačnom outputu (i.e. tehnički koeficijenti) konstantni. Iz toga proizlazi da se potrošnja svih intermedijarnih i primarnih inputa u određenom sektoru mijenja proporcionalno s promjenom razine njegove proizvodnje (i.e. konstantan prinos na opseg proizvodnje).
3. Svi sektori imaju apsolutnu dostatnost proizvodnih kapaciteta zbog čega je svako povećanje finalne potražnje popraćeno s razmjernim povećanjem društvene proizvodnje. Drugim riječima, modelom se pretpostavlja da je ponuda intermedijarnih i finalnih proizvoda neograničena i savršeno elastična, što također podrazumijeva konstantnu raspoloživost primarnih faktora proizvodnje po fiksnim cijenama (npr. izvori kapitala, radna snaga) kao i nepostojanje čimbenika koji mogu ograničiti odgovore sektora na povećane zahtjeve za njihovim proizvodima.

Budući da navedene pretpostavke ne odražavaju realno ekonomsku stvarnost, postoje i određena ograničenja u primjeni Leontijevljevog modela, a koja se očituju u sljedećem (i.e. OECD, 1992; Jain & Ohri, 2006, p. 234; NWT Bureau of Statistics, 2006, p. 8):

1. U smislu modeliranja proizvodnih odnosa pretpostavka o potpunoj homogenosti proizvodnje je nerealna budući da diversifikacija proizvodnog asortimana predstavlja jednu od osnovnih poslovnih strategija prilagodbe promjenjivim tržišnim okolnostima te očuvanja ili poboljšanja profitabilnosti poduzeća u bilo kojem sektoru. Osim toga, čak su i najdetaljnije input-output tablice dobivene agregiranjem grupa proizvoda ili grupa djelatnosti koje zahtijevaju tj. koriste različitu tehnologiju proizvodnje i različitu kombinaciju proizvodnih inputa, što znači da one u stvarnosti mogu izazvati sasvim drugačije ekonomske efekte.
2. Pretpostavka o konstantnoj raspoloživosti proizvodnih faktora ne uzima u obzir problem kolektivne konkurencije nad istima zbog čega u stvarnosti pojedini sektori ne mogu značajno povećati svoju proizvodnju bez prisvajanja dijela resursa potrebnih za povećanje proizvodnje u drugim sektorima (npr. kvalitetna radna snaga, povoljni izvori financiranja, prirodni resursi). Prema tome, stvarni multiplikativni učinci promjene razine finalne potražnje za određenim proizvodom ili grupom proizvoda

uvjetovani su s ukupnom raspoloživošću i adekvatnosti proizvodnih faktora u nekoj zemlji.

3. Zbog pretpostavke o konstantnom prinosu na opseg model ne uzima u obzir efekte ekonomije i diseconomije razmjera, a koje mogu značajno utjecati na potrebe određenog sektora za intermedijarnim dobrima. Budući da u stvarnosti različiti proizvođači imaju različite proizvodne funkcije i različitu intenzivnost proizvodnje, realno je za očekivati da će promjena razine proizvodnih aktivnosti određenog sektora imati drugačiji multiplikativni učinak na agregatnu proizvodnju gospodarstva nego što to sam model pokazuje.
4. Pretpostavka o fiksnoj strukturi inputa i nemogućnosti njihove supstitucije zanemaruje brojne endogene i egzogene ekonomske faktore koji utječu na produktivnost pojedinih sektora, a koji samim time i djeluju na stupanj međusektorske zavisnosti u procesu društvene proizvodnje. Primjerice, ostvarenjem mogućnosti povećanja efikasnosti proizvodnje odnosno mogućnosti povećanja proizvodnje kroz realokaciju inputa smanjuju se potrebe pojedinog sektora za proizvodima nekih njegovih dobavljača, a sukladno tome smanjuje se i relativan utjecaj finalne potražnje za proizvodima tog sektora na proizvodnje drugih sektora u nacionalnom gospodarstvu. Pored toga, rast ili pad potražnje za proizvodnim resursima u stvarnosti dovodi do promjene relativnih cijena inputa što također može uzrokovati supstituciju inputa u pojedinim sektorima (npr. supstitucija domaćih intermedijarnih dobara uvozom), a posljedično tome i promijeniti intermedijarne odnose u nacionalnom gospodarstvu.
5. U praksi postoji značajan vremenski razmak između prikupljanja podataka potrebnih za izradu input-output tablica i njihovog objavljivanja što dovodi u pitanje aktualnost tehničkih koeficijenata proizvodnje, a samim time i prognostičke mogućnosti statičkih modela. Input-output tablice daju sliku cjelokupnog stanja gospodarstva i njegovih unutarnjih i vanjskih odnosa koji su evidentirani u određenoj godini stoga se temeljem samo jedne input-output tablice ne mogu utvrditi dugoročni trendovi tehnoloških i strukturnih promjena u proizvodnom sustavu promatranog gospodarstva, niti procijeniti efekti tih promjena na kretanje ukupne proizvodnje.⁸⁹

⁸⁹ Do promjene tehničke osnove proizvodnih procesa u nacionalnom gospodarstvu (i.e. tehničkih koeficijenata) dolazi uslijed tehnoloških promjena (npr. promjena u veličini i strukturi kapitalnih zaliha, promjena u kvaliteti kapitalnih dobara, promjena u potrošnji proizvodnih inputa, promjena u proizvodnim asortimanima), promjena relativnih cijena, promjena obrazaca vanjskotrgovinske razmjene te diversifikacije proizvodne strukture

Unatoč svim navedenim ograničenjima, a koja se isključivo odnose na preciznost i pouzdanost input-output modela kao simulacijskih i prognostičkih alata, u znanstvenoj i stručnoj zajednici postoji općeprihvaćeno stajalište kako je kapacitet input-output analize u istraživanju ekonomskih struktura i utvrđivanju sveukupne uloge i značaja pojedinih sektora u procesu društvene proizvodnje jedinstven i nezamjenjiv. Razlog tome je što **A** matrica daje vjernu sliku tehničke strukture proizvodnog sustava neke zemlje u određenom periodu vremena i na određenoj razini ukupne ekonomske aktivnosti, što uz primjenu input-output analize omogućava identifikaciju i kvantifikaciju uspostavljenih direktnih i indirektnih odnosa između svih sektora nacionalnog gospodarstva, odnosno omogućava sagledavanje nacionalnog gospodarstva kao složenog sustava međupovezanih i međuzavisnih dijelova. Osim toga, iako je realno za očekivati da tehnički koeficijenti proizvodnje variraju tijekom vremena, brojna istraživanja pokazala su da se značajne promjene u tehničkoj osnovi proizvodnih procesa u nacionalnom gospodarstvu ne događaju tako brzo (cf. Sun & Wong, 2014; Hermannsson, 2010), stoga input-output modeli predstavljaju korisne i efektivne alate za konzistentno predviđanje i planiranje budućih kretanja u nacionalnom gospodarstvu.⁹⁰ Uostalom i sam Leontief je ustvrdio da je njegov input-output sustav pokušaj primjene ekonomske teorije sveukupne međuovisnosti u empirijskom istraživanju direktnih i indirektnih veza između različitih dijelova gospodarstva (cf. Gerking, 2012, p. 2), stoga svrha input-output modela kao prognostičkih alata nije precizno kvantificirati buduće efekte promjena u određenim ekonomskim faktorima, nego ukazati na smjer i magnitudu tih efekata (i.e. Curaj & Pook, 2012, p. 345). Upravo iz tog razloga primjena input-output pristupa u makroekonomskoj analizi i planiranju svakako može doprinijeti boljem razumijevanju relativnog značaja pojedinih sektora u poticanju proizvodnje i zaposlenosti (i.e. Silva, 2001, p. 8), kao i boljem razumijevanju njihovog utjecaja na ukupnu potrošnju energije i prirodnih resursa te ukupnu emisiju štetnih tvari u pojedine sastavnice okoliša (i.e. Kagawa, 2011, p. 66; Dobos & Floriska, 2005, p. 3).

nacionalnog gospodarstva (i.e. pojava novih djelatnosti) što izravno utječe na proizvodne specifičnosti i mogućnosti nacionalnog gospodarstva, ali i na gospodarski značaj pojedinih sektora (i.e. Fatemi, 2002, p. 6; Sun, 2007, p. 9).

⁹⁰ Izuzetak su jedino brzo rastuća ili tehnološki visoko razvijena gospodarstva gdje se tehnološke i strukturne promjene odvijaju znatno brže. Upravo iz tog razloga preporuka Eurostata je da se input-output tablice izrađuju svakih pet godina, s tim da se u praksi nacionalne input-output tablice u pravilu izdaju svakih pet do deset godina.

4.2.2. Hibridni input-output model potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda

Kako bi se na pregledan način prezentirao postupak izvođenja hibridnog input-output modela i objasnili modelom dobiveni pokazatelji, ovaj dio disertacije podijeljen je na sljedeće tematske jedinice: **1) proširenje hibridnog input-output modela i koeficijenti potrošnje vode i emisije vodenog otpada, 2) vodeni otisak i otisak otpadnih voda i 3) "Pull" i "Push" indeksi.**

4.2.2.1. Proširenje hibridnog input-output modela i koeficijenti potrošnje vode i emisije vodenog otpada

Prvi korak u izgradnji hibridnog input-output modela je proširenje tradicionalnog formata monetarne input-output tablice za dva vektor-retka u fizičkim jedinicama koji sadrže podatke o ukupnoj godišnjoj potrošnji vode i ispuštanju otpadnih voda po sektorima na koje je raščlanjeno nacionalno gospodarstvo.⁹¹ Na taj način korištene količine vode za gospodarske namjene i količine ispusta otpadnih voda gospodarskog podrijetla iskazane su u proširenim input-output tablicama kao primarni inputi, čime je uspostavljena veza između proizvodnih aktivnosti sektora i tokova vode između gospodarstva i okoliša (cf. tablica 4.4.).⁹²

⁹¹ Objašnjenje cjelokupnog postupka konstrukcije i izvođenja hibridnog input-output modela predstavljenog u ovoj tematskoj jedinici, a na osnovu kojeg je izvršena analiza direktnih i indirektnih tokova potrošnje vode i tokova otpadnih voda u gospodarstvu Republike Hrvatske, temelji se na sljedećoj literaturi: Velasquez (2006), Guan i Hubacek (2006), Qin (2011) i Hristov et. al. (2012).

⁹² Iako su otpadne vode, uključujući sve druge vrste otpada i štetnih emisija gospodarskog podrijetla, nusprodukti proizvodnih procesa, one se tehnički mogu interpretirati i kao količina onečišćenja, odnosno količina opterećenja apsorpcijskog kapaciteta okoliša koja je potrebna da bi se proizvela jedna jedinica određenog outputa. Temeljem toga, tokovi otpada se u proširenim input-output modelima najčešće matematički iskazuju kao proizvodni inputi.

Tablica 4.4. Endogene i egzogene varijable u hibridnom input-output modelu

Input \ Output	Intermedijarne uporabe						Finalne uporabe	Ukupni output
	Sektori	1	...	j	...	n		
Intermedijarni inputi	1	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1n}	f_1	X_1
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	i	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{in}	f_i	X_i
	$\vdots$	$\vdots$		$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	n	x_{n1}	...	x_{nj}	...	x_{nn}	f_n	X_n
Ukupni input		X_1	...	X_j	...	X_n		
Potrošnja vode		w_{11}	...	w_{1j}	...	w_{1n}		
Ispuštanje otpadnih voda		w_{21}	...	w_{2j}	...	w_{2n}		

Izvor: priredio doktorand

Svaki sektor prilikom proizvodnje svog output mora, uza sve potrebne intermedijarne i primarne inpute, koristiti i određene količine vode, ali isto tako mora ispustiti i određene količine otpadnih voda u okoliš. Prema teoriji proširene input-output analize, veza između ukupnih proizvodnih tokova određenog sektora j i njegovog izravnog utjecaja na vodne resurse može se kvantitativno iskazati pomoću koeficijenata potrošnje vode (d_{1j}) i koeficijenata ispuštanja otpadnih voda (d_{2j}), a koji se izračunavaju dijeljenjem količine ukupne godišnje potrošnje vode sektora j (w_{1j}) i količine ukupne godišnje emisije otpadnih voda sektor j (w_{2j}) s ukupnom vrijednošću njegovog godišnjeg inputa (X_j):

$$d_{kj} = \frac{w_{kj}}{X_j}, \quad k = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n. \quad (8)$$

Navedeni koeficijenti mjere intenzivnost sektora j u smislu potrošnje vode i emisije vodenog otpada (jedinica: m³/mil. HRK) i odražavaju magnitudu direktnih efekata međusektorskih odnosa na potrošnju i onečišćenje vodnih resursa (i.e. efekti prvog reda). U input-output modelu ti se efekti prikazuju u obliku dijagonalne matrice reda n ($\hat{d}_k$) čiji su elementi na glavnoj dijagonali sektorski koeficijenti direktne potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda (d_{kj}):

$$\hat{d}_k = \begin{bmatrix} d_{k1} & \cdots & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & & \vdots \\ 0 & \cdots & d_{kj} & \cdots & 0 \\ \vdots & & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 0 & \cdots & d_{kn} \end{bmatrix}, \quad k = 1, 2.$$

Pored direktne potrošnje i onečišćenja vodnih resursa, svaki sektor j koristeći proizvode drugih sektora ostvaruje i određenu razinu indirektno potrošnje vode i indirektno emisije vodenog otpada. Razlog tome je što sektori koji svojim proizvodima neposredno ili posredno podupiru proizvodnju sektora j , da bi proizveli te proizvode, također moraju koristiti vodne resurse i opteretiti okoliš otpadnim vodama. S obzirom da elementi *inverzne Leontijevljeve matrice* (7) odražavaju sveukupne direktne i indirektno potrebe za intermedijarnim inputima u proizvodnji jedne jedinice finalnog outputa, množenjem matrice koeficijenata direktne potrošnje vode ($\hat{d}_1$) i matrice koeficijenata direktnog ispuštanja otpadnih voda ($\hat{d}_2$) s *inverznom Leontijevljevom matricom* (7) može se za svaki od n sektora utvrditi koliko je u cjelokupnom gospodarstvu potrebno potrošiti vode i ispustiti otpadnih voda u okoliš da bi se proizvela jedna jedinica njihovog outputa:

$$T_k = \hat{d}_k (I - A)^{-1}, \quad k = 1, 2. \quad (9)$$

Matrice T_1 i T_2 su kvadratne matrice reda n čiji elementi (tk_{ij}) odražavaju intenzivnost ukupnog direktnog i indirektnog utjecaja sektorskih outputa na vodne resurse. Pritom, zbroj svih elemenata u j -tom stupcu ovih matrica (t_{kj}) predstavlja kumulativnu količinu vode/otpadnih voda koja se u nacionalnom gospodarstvu mora dodatno potrošiti/ispustiti kako bi se proizveli svi inputi koji su direktno ili indirektno potrebni za proizvodnju jedne jedinice outputa j -tog sektora. Analogno horizontalnoj interpretaciji input-output tokova, zbroj elemenata u i -tom retku T_k matrica (t_{ki}) predstavlja ukupnu količinu vode/otpadnih voda koju sektor i mora dodatno potrošiti/ispustiti kako bi proizveo inpute koji su izravno ili neizravno potrebni za jedinično povećanje outputa u svim sektorima nacionalnog gospodarstva.

Na osnovu izvedenih koeficijenata intenzivnosti direktne i ukupne potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda mogu se vrlo lako za svaki od n sektora nacionalnog gospodarstva izračunati multiplikatori njihove potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u okoliš:

$$m_{kj}^d = \frac{t_{kj}}{d_{kj}}, k = 1, 2. \quad (10)$$

$$m_{kj}^{ind} = m_{kj}^d - 1, k = 1, 2. \quad (11)$$

pri čemu multiplikator m_{kj}^d pokazuje za koliko će se povećati ukupna direktna i indirektna potrošnja vode sektora j ako se njegova direktna potrošnja vode poveća za 1 m³ ($k = 1$), odnosno za koliko će se povećati ukupna direktna i indirektna emisija otpadnih voda sektora j ako se količina izravno ispuštenog vodenog otpada u sektoru j poveća za 1 m³ ($k = 2$). Za razliku od toga, multiplikator m_{kj}^{ind} odražava omjer između indirektnog i direktnog efekta jedinične promjene outputa sektora j na vodne resurse, što znači da pokazuje za koliko će se povećati indirektna potrošnja vode sektora j ako se njegova direktna potrošnja vode poveća za 1 m³ ($k = 1$), odnosno za koliko će se povećati indirektna emisija otpadnih voda sektora j ako se direktna emisija otpadnih voda u sektoru j poveća za 1 m³ ($k = 2$).

Na osnovu izvedenog input-output modela potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda i definicija modelom dobivenih pokazatelja intenzivnosti direktnih, indirektnih i ukupnih sektorskih pritisaka na vodne resurse, mogu se formulirati matrice međusektorskih tokova vode i tokova otpadnih voda (W_k):

$$W_k = T_k - \hat{d}_k, \quad k = 1, 2. \quad (12)$$

gdje T_k označava matrice koeficijenata ukupne potrošnje vode i ukupnog ispuštanja otpadnih voda po jedinici outputa, a $\hat{d}_k$ dijagonalne matrice direktne potrošnje vode i direktnog ispuštanja otpadnih voda po jedinici outputa. Novo dobivene matrice W_k su kvadratne matrice reda n čiji elementi w_{ij}^{inter} odražavaju ukupnu količinu vode/otpadnih voda koju će sektor i dodatno potrošiti/ispustiti za svaku dodatnu jedinicu outputa sektora j . Iz toga slijedi da je zbroj elemenata u j -tom stupcu W_k matrica, gledano na razini jedinične proizvodnje, jednak ukupnoj indirektnoj potrošnji vode, odnosno ukupnoj indirektnoj emisiji otpadnih voda sektora j . Budući da W_k matrice prikazuju strukturu intermedijarnih tokova vode i otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, iste se mogu konvertirati u matrice tehničkih koeficijenata vode/otpadnih voda Q_k (qk_{ij}), a koji se, slično kao i konvencionalni tehnički koeficijenti proizvodnje a_{ij} (3), izračunavaju na sljedeći način:

$$qk_{ij} = \frac{wk_{ij}^{inter}}{d_{kj}}, k = 1, 2. \quad (13)$$

Tehnički koeficijenti vode/otpadnih voda qk_{ij} indiciraju količinu dodatne potrošnje vode/emisije otpadnih voda u sektoru i generiranu 1 m³ potrošnje vode/emisije otpadnih voda u sektoru j . Prema tome, zbroj elemenata u j -tom stupcu Q_k matrica zapravo je jednak vrijednosti multiplikatora indirektna potrošnje vode/emisije otpadnih voda koji je definiran jednadžbom (11).

4.2.2.2. Vodeni otisak i otisak otpadnih voda

Na osnovu izračuna direktne i indirektna potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda po jedinici sektorskih outputa moguće je procijeniti i veličinu i strukturu ukupnog vodenog otiska i ukupnog otiska otpadnih voda nacionalne proizvodnje. Koncept vodenog otiska prvi su razvili Hoekstra i Hung (2002) definirajući ga kao ukupnu količinu vode koja je upotrijebljena u proizvodnji dobara i usluga potrošenih od strane stanovnika neke zemlje, uključujući njihovu direktnu potrošnju vode. Koncept vodenog otiska nadilazi tradicionalne pokazatelje ukupne nacionalne potrošnje vode iz razloga što u obzir uzima i vanjsko trgovinske tokove virtualnih voda. Virtualna voda je mjera ukupne godišnje količine vode koja je direktno ili indirektno iskorištena za proizvodnju određenog proizvoda, odnosno mjera kumulativne potrošnje vode u cjelokupnom proizvodnom lancu određenog dobra ili usluge (cf. Hoekstra & Chapagain, 2008). Gledano iz perspektive odredišta konačne uporabe proizvoda, uvoz virtualnih voda u određenu zemlju je zapravo indirektna potrošnja inozemnih vodnih resursa od strane rezidenata te zemlje, stoga uvezene količine virtualnih voda doprinose njezinom vodenom otisku. Suprotno tome, izvoz virtualnih voda iz određene zemlje je indirektna potrošnja njezinih vodnih resursa od strane stanovnika ili gospodarskih subjekata drugih zemalja, stoga izvezena količina virtualnih voda ne ulaze u kalkulaciju vodenog otiska te zemlje. Iz toga slijedi da je nacionalni vodeni otisak zbroj ukupne domaće potrošnje vode (i.e. domaći vodeni otisak) i neto uvoza virtualnih voda (i.e. neto uvezeni vodeni otisak). Analogno tome, nacionalni otisak otpadnih voda dobije se zbrajanjem ukupne količine otpadnih voda koje su ispuštene u nacionalni okoliš (i.e. domaći otisak otpadnih voda) i količine neto uvezenih virtualnih otpadnih voda (i.e. neto uvezeni otisak otpadnih voda), pri čemu pojam virtualne otpadne vode implicira kumulativnu emisiju otpadnih voda u cjelokupnom proizvodnom lancu određenog dobra ili usluge (cf. Guan & Hubacek, 2006).

S obzirom da metodološki okvir input-output analize, između ostalog, omogućava i kvantifikaciju svih direktnih i indirektnih učinaka robne razmjene s inozemstvom, kombiniranjem prethodno definiranog hibridnog input-output modela potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda s metodama izračuna spomenutih otisaka opterećenja vodnih resursa moguće je za sve sektore na koje je raščlanjen proizvodni sustav nacionalnog gospodarstva procijeniti veličine njihovih domaćih, neto uvezenih i ukupnih otisaka vode i otpadnih voda. Stoga, u kontekstu ove disertacije domaći vodeni otisak (eng. *domestic fresh water footprint*, DWF) je ukupna količina vode iz nacionalnih vodnih resursa koju su domaći proizvođači utrošili u procesima proizvodnje dobara i usluga umanjena za količinu vode koje je utrošena za proizvodnju izvezenih dobara i usluga.⁹³ Slično tome, domaći otisak otpadnih voda (eng. *domestic wastewater footprint*, DWWF) je ukupna količina otpadnih voda koju su domaći proizvođači ispustili u nacionalni okoliš umanjena za količinu otpadnih voda koje su nastale tijekom proizvodnje izvezenih dobara i usluga. Navedeni sektorski pokazatelji potrošnje i onečišćenja vode mogu se izračunati na osnovu sljedećih jednadžbi:

$$DWF = \hat{d}_1(I - A)^{-1} \hat{f}_{dom} \quad (14)$$

$$DWWF = \hat{d}_2(I - A)^{-1} \hat{f}_{dom} \quad (15)$$

gdje su:

$\hat{d}_1$ = dijagonalna matrica koeficijenata direktne potrošnje vode

$\hat{d}_2$ = dijagonalna matrica koeficijenata direktnog ispuštanja otpadnih voda

$(I - A)^{-1}$ = inverzna Leontijevljeva matrica

$\hat{f}_{dom}$ = dijagonalna matrica domaće potražnje⁹⁴

Puno je teže precizno procijeniti uvezene vodene otiske i otiske otpadnih voda iz razloga što uvezeni proizvodi potječu iz različitih zemalja u kojima vladaju različiti tehnološki uvjeti proizvodnje. U nedostatku potrebnih podataka, pri procjeni uvezenih otisaka pretpostavlja se da je direktna i indirektna intenzivnost potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u procesima proizvodnje uvezenih proizvoda ista kao i kod domaćih proizvoda. Ova pretpostavka zapravo znači da su količine tokova virtualnih voda i tokova virtualnih otpadnih voda između pojedine zemlje i inozemstva određene strukturom i saldom njezine vanjsko trgovinske robne razmjene

⁹³ Misli se na otisak tzv. *plave vode*, a koja se odnosi se na sve površinske i podzemne resurse pitke vode nekog područja (cf. tematska jedinica 2.6.2.).

⁹⁴ Domaća potražnja za svaki sektor dobivena je oduzimanjem vrijednosti izvoza od vrijednosti ukupne finalne potražnje (cf. prilog 1).

(cf. Renault, 2002). U tom smislu, a pod uvjetom zadržavanja postojeće tehničke osnove proizvodnih procesa u nacionalnom gospodarstvu, tako izračunati pokazatelji otiska jasno pokazuju u kojoj mjeri bi se dodatno opteretili nacionalni vodni resursi kada bi se dio uvoza supstituirao domaćom proizvodnjom, odnosno o kojoj mjeri bi se smanjila potrošnja i onečišćenje nacionalnih vodnih resursa kada bi se dio domaće proizvodnje supstituirao uvozom. Sukladno tome, pokazatelji neto uvezenih vodenih otisaka (eng. *net imported fresh water footprint* NIWF) i neto uvezenih otisaka otpadnih voda (eng. *net imported wastewater footprint* NIWWF) gospodarskih sektora mogu se izračunati na sljedeći način:

$$\text{NIWF} = \hat{d}_1 \cdot (I - A)^{-1} \cdot (\hat{x} - \hat{m}) \quad (16)$$

$$\text{NIWWF} = \hat{d}_2 \cdot (I - A)^{-1} \cdot (\hat{x} - \hat{m}) \quad (17)$$

gdje su $\hat{x}$ i $\hat{m}$ dijagonalne matrice izvoza i uvoza.

Naposljetku, zbrajanjem domaćeg i neto uvezenog vodenog otiska te domaćeg i neto uvezenog otiska otpadnih voda za svaki pojedini sektor dobit će se pokazatelji ukupnog vodenog otiska (eng. *total fresh water footprint*, TWF) i ukupnog otiska otpadnih voda (eng. *domestic wastewater footprint*, TWWF):

$$\text{TWF} = \text{DWF} + \text{NIWF} \quad (18)$$

$$\text{TWWF} = \text{DWWF} + \text{NIWWF} \quad (19)$$

a koji predstavljaju sveukupnu direktnu i indirektnu godišnju potrošnju vode i emisiju vodenog otpada od strane rezidentnih gospodarskih sektora.

4.2.2.3. "Pull" i "Push" indeksi

Za cjelovito sagledavanje složenosti i intenziteta međusektorskih veza u procesu društvene proizvodnje, kao i specifičnih implikacija koje iz tih veza proizlaze, važno je uzeti u obzir da proizvodna aktivnost svakog od sektora u određenom nacionalnom gospodarstvu izaziva dvojake efekte u proizvodnom sustavu tog gospodarstva. S jedne strane, kao što je već prethodno naglašeno u objašnjenju osnovnog Leontijevljevog input-output modela, uslijed promjene razine outputa određenog sektora doći će do promjene njegove potražnje za inputima koje proizvode drugi sektori, a s druge strane doći će i do promjene u količini ponude njegovih proizvoda, odnosno inputa koji su potrebni drugim sektorima da bi proizveli svoj output. To znači da se utjecaj outputa pojedinog sektora može promatrati s aspekta

finalnog produkta nekog proizvodnog lanca ili s aspekta utroška u proizvodnim lancima koji podupiru finalnu proizvodnju drugih sektora. Stoga, ovisno o smjeru integracije (i.e. vezivanja) intermedijarnih tokova dobara i usluga u proizvodnom sustavu nacionalnog gospodarstva, a samim time i smjeru utjecaja pojedinog sektora na razinu proizvodnje ostalih sektora, u kontekstu input-output analize razlikuju se dvije kategorije međusektorskih veza (cf. Miller & Blair, 2009, p. 556, 558):

- 1) *Veza unatrag* (eng. *backward linkages*) odnosi se na povezanost određenog sektora sa sektorima koji direktno ili indirektno zadovoljavaju njegove potrebe za proizvodnim inputima, pri čemu ukupna snaga veze unatrag sektora j (BL_j) predstavlja mjeru u kojoj ukupni output proizvodnog sustava nacionalnog gospodarstva podupire zadovoljavanje finalne potražnje za proizvodima sektora j , a računa se kao zbroj elemenata u j -tom stupcu *inverzne Leontijevljeve matrice* (7):

$$BL_j = \sum_{i=1}^n l_{ij} \quad (20)$$

- 2) *Veza unaprijed* (eng. *forward linkages*) odnosi se na povezanost određenog sektora sa sektorima čije proizvodnje posredno ili neposredno ovise o njegovom outputu, pri čemu ukupna snaga veze unaprijed sektora i (FL_i) predstavlja mjeru u kojoj output sektora i podupire zadovoljavanje finalne potražnje za proizvodima svih sektora u proizvodnom sustavu nacionalnog gospodarstva, a računa se kao zbroj elemenata u i -tom retku *inverzne Ghosheve matrice*⁹⁵:

$$FL_i = \sum_{j=1}^n g_{ij} \quad (21)$$

Primjerice, ako sektor 1 ima veću snagu *veze unatrag* od sektora 2, onda sektor 1 ima i veći gospodarski značaj u usporedbi sa sektorom 2. Razlog tome je što povećanje outputa sektora 1 može generirati veću razinu ukupne proizvodne aktivnosti u nacionalnom gospodarstvu

⁹⁵ Profesor Ambica Ghosh sa sveučilišta u Cambridgeu 1958. godine razvio je alternativni input-output model u kojem se međusektorske veze u gospodarstvu promatraju sa strane ponude. Za razliku od izvornog *Leontijevljevog modela* potražnje koji preko $(I-A)^{-1}$ matrice povezuje ukupan output (X) i finalnu potražnju (f), *Ghoshev model* preko $(I-B)^{-1}$ matrice povezuje ukupan output (X) i primarne inpute (p): $X = (I-B)^{-1} p$. Pritom, B matrica, poznatija kao *Ghosheva matrica*, označava matricu *tehničkih koeficijenata alokacije* ($b_{ij} = x_{ij} / X_i$) koji mjere fiksne udjele intermedijarnih isporuka pojedinih sektora u njihovom ukupnom outputu. Elementi *inverzne Ghosheve matrice* g_{ij} odražavaju sveukupan učinak jedinične promjene u primarnim inputima sektora i na ukupan output sektora j (više o tome cf. Davar, 2005; Maresa & Sancho, 2012). Izračun B i G matrice za Republiku Hrvatsku dan je u prilogu 4. i prilogu 6.

nego što to može ekvivalentno povećanje outputa sektora 2. Slično tome, ako sektor 1 ima veću snagu *veze unaprijed* od sektora 2, onda veći dio ukupne proizvodne aktivnosti u nacionalnom gospodarstvu ovisi o outputu sektora 2, što znači da je ekspanzija proizvodnje sektora 1 gospodarski potrebija od ekvivalentne ekspanzije proizvodnje sektora 2. Dakle, što je veći stupanj angažiranosti ekonomske strukture nacionalnog gospodarstva u stvaranju i raspodjeli outputa određenog sektora to je i veći pokretački potencijal nacionalne proizvodnje tog sektora.

Osim što usporedba snaga sektorskih veza unatrag i unaprijed pruža mehanizam za identifikaciju ključnih gospodarskih sektora, primjenom istog pristupa moguće je utvrditi i koji sektori u procesima isporuke i uporabe intermedijarnih dobara imaju najveći utjecaj na potrošnju vode i ispuštanje otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu. S tim da je potrebno naglasiti kako sektori koji ostvaruju najveće vrijednosti prethodno opisanih pokazatelja veze unaprijed i unatrag ne moraju nužno biti i glavni generatori potrošnje vode i nastanka vodenog otpada, već su to oni sektori kod kojih u intermedijarnim tokovima proizvodnje i alokacije njihovog outputa najviše sudjeluju vodom i vodnim onečišćenjem intenzivni sektori. Stoga, u kontekstu gospodarskih pritisaka na vodne resurse *veza unatrag* podrazumijeva jačinu utjecaja promjene finalne potražnje sektora j na potrošnju vode i nastanak otpadnih voda u sektorima koji ga direktno ili indirektno opskrbljuju proizvodnim inputima, dok *veza unaprijed* predstavlja mjeru osjetljivosti promjene potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u sektoru i na promjenu finalne potražnje za proizvodima drugih sektora (i.e. Yu et. al, 2010, p. 1143).

Ukupna snaga *veze unatrag* sektora j u smislu potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda (B_j^k) računa se kao zbroj elemenata u j -tom stupcu matrice koeficijenata ukupne potrošnje vode (T_1) i matrice koeficijenata ukupne emisije vodenog otpada (T_2) (cf. jednadžba 9):

$$B_j^k = \sum_{i=1}^n tk_{ij}, \quad k = 1, 2. \quad (22)$$

Ukupna snaga *veze unaprijed* sektora i u smislu potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda (F_i^k) računa se kao zbroj elemenata u i -tom retku matrice koeficijenata ukupnih isporuka

vode (V_1) i matrice koeficijenata ukupnih isporuka vodenog otpada (V_2)⁹⁶, a koje se dobiju množenjem dijagonalnih matrica koeficijenata direktne potrošnje vode i koeficijenata direktnog ispuštanja otpadnih voda s *inverznom Ghoshevom matricom* ($V_k = \hat{d}_k (I - B)^{-1}$, $k = 1, 2$):

$$F_i^k = \sum_{j=1}^n v k_{ij}, \quad k = 1, 2. \quad (24)$$

Međusektorske veze *unaprijed* i *unazad* po osnovi utjecaja na vodne resurse mogu se matematički definirati i u obliku *pull* i *push indeksa* koji odražavaju relativni značaj pojedinih sektora u cjelokupnom procesu potrošnje i onečišćenja vode u nacionalnom gospodarstvu (cf. Duarte & Sánchez-Chóliz, 1998; Alonso, 2004; Yu et al., 2010; Qin, 2011; Bekchanov, et al. 2014):⁹⁷

$$PLI_j^k = \frac{B_j^k}{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n B_j^k}, \quad k = 1, 2. \quad (25)$$

$$PSI_i^k = \frac{F_i^k}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i^k}, \quad k = 1, 2. \quad (26)$$

Ako je vrijednost *pull indeksa* potrošnje vode (PLI_j^1) i *pull indeksa* emisije vodenog otpada (PLI_j^2) određenog sektora veća od 1, to znači da će jedinično povećanje finalne potražnje za proizvodnjom tog sektora rezultirati iznadprosječnim povećanjem potrošnje vode i iznadprosječnim povećanjem ispuštanja otpadnih voda u svim sektorima nacionalnog gospodarstva. S druge strane, ako je vrijednost *push indeksa* potrošnje vode (PSI_i^1) i *push indeksa* emisije vodenog otpada (PSI_i^2) određenog sektora veća od 1, to znači da će jedinično povećanje finalne potražnje za proizvodnjom svih sektora u nacionalnom gospodarstvu dovesti do iznadprosječnog povećanja potrošnje vode i iznadprosječnog ispuštanja otpadnih voda u tom sektoru. Sukladno tome, sektori koji imaju vrijednosti spomenutih indeksa veću

⁹⁶ Misli se na količine vode i vodenog otpada koje su utrošene, odnosno ispuštene u okoliš prilikom proizvodnje intermedijarnih proizvoda.

⁹⁷ Od svih u literaturi predloženih metoda za mjerenje relativnog značaja pojedinih sektora u međupovezanom proizvodnom sustavu, autori najčešće koriste indekse koje je definirao Rasmussen (1956), a koji mjere odstupanje pokazatelja *veza unaprijed* i *veza unazad* u odnosu na njihovu prosječnu vrijednost. Isti indeksi korišteni su i ovom istraživanju.

od 1 predstavljaju ključne sektore u pogledu cjelokupnog gospodarskog pritiska na nacionalne vodne resurse (i.e. Yu et. al, 2007).

4.3. OPIS KORIŠTENIH PODATAKA

Hibridna input-output tablica na osnovu koje su izračunati i analizirani svi prethodno opisani pokazatelji hibridnog multisektorskog modela potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj dobivena je obradom i kompilacijom monetarne input-output tablice hrvatskog gospodarstva za 2010. godinu, preuzete s mrežnih stranica Državnog zavoda za statistiku (DZS) i količinskih podataka o direktnoj sektorskoj potrošnji vode i ispuštanju otpadnih voda, također preuzetih s mrežnih stranica DZS-a te mrežnih stranica Agencije za zaštitu okoliša (AZO) i Hrvatskih voda.

Monetarne input-output tablice sastavni su dio publicirane statistike nacionalnih računa Republike Hrvatske, a radi se o simetričnim input-output tablicama verzije proizvod – proizvod koje su izvedene u bazičnim cijenama prema modelu B transformacije (cf. tematska jedinica 4.2.1.1.). U svom izvornom obliku, input-output tablica Republike Hrvatske za 2010. godinu izrađena je na razini 65 agregiranih sektora, nastalih povezivanjem 65 djelatnosti NKD-a 2007. i 65 skupina proizvoda KPD-a 2008.⁹⁸ Međutim, takav podatkovni format nije prikladan za integriranje dostupnih podataka o vodnim i ekonomskim tokovima u hrvatskom gospodarstvu iz razloga što podatci u spomenutoj input-output tablici i podatci o gospodarskom korištenju vode u 2010. godini, iako organizirani prema istom statističkom standardu (NKD 2007.), nisu objavljeni na istoj razini agregacije (i.e. detaljnosti). Stoga, kako bi se monetarni input-output podatci u potpunosti uskladili s klasifikacijskim obilježjima dostupne vodne statistike i prilagodili posebnostima strukture gospodarskog korištenja vode u Republici Hrvatskoj, potrebno je bilo izvornu verziju simetrične input-output tablice za 2010. godinu svesti na oblik 24x24 (cf. prilog 1). Reduciranje izvorne nacionalne input-output tablice izvršeno je na temelju postupaka agregiranja (i.e. zbrajanja) njezinih redova i stupaca

⁹⁸ Input-output tablica Republike Hrvatske za 2010. godinu koja je izrađena na razini agregacije 65x65 može se preuzeti na mrežnim stranicama Državnog zavoda za statistiku (DZS) putem sljedećeg linka http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/12-01-04_01_2015.xlsx (30.10.2015).

Važeća Nacionalna klasifikacija djelatnosti (NKD 2007.) dostupna je na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_06_58_1870.html (30.10.2015).

Važeća Klasifikacija proizvoda po djelatnostima Republike Hrvatske (KPD 2008.) dostupna je na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_09_108_3198.html (30.10.2015).

čime je proizvodni sustav nacionalne ekonomije u konačnici raščlanjen na 24 sektora (cf. tablica 4.5.).

Tablica 4.5. Klasifikacija proizvodnih sektora

Oznaka	Naziv sektora	Oznaka	Naziv sektora
1	Primarni sektor	13	Proizvodnja metala i gotovih metalnih proizvoda, osim strojeva i opreme
2	Rudarstvo i vađenje	14	Proizvodnja računala, elektroničkih i optičkih proizvoda te električne opreme
3	Proizvodnja prehrambenih proizvoda; Proizvodnja pića; Proizvodnja duhanskih proizvoda	15	Proizvodnja strojeva i uređaja, d. n.
4	Proizvodnja tekstila; Proizvodnja odjeće; Proizvodnja kože i srodnih proizvoda	16	Proizvodnja motornih vozila, prikolica, poluprikolica i ostalih prijevoznih sredstava
5	Prerada drva i proizvoda od drva i pluta, osim namještaja; proizvodnja proizvoda od slame i pletarskih materijala	17	Proizvodnja namještaja; Ostala prerađivačka industrija
6	Proizvodnja papira i proizvoda od papira	18	Popravak i instaliranje strojeva i opreme
7	Tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa	19	Opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija
8	Proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda	20	Skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom
9	Proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda	21	Gospodarenje otpadom i sanacija okoliša ⁹⁹
10	Proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i farmaceutskih pripravaka	22	Gradnja zgrada
11	Proizvodnja proizvoda od gume i plastike	23	Djelatnosti pružanja smještaja i pripreme i usluživanja hrane i pića
12	Proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	24	Ostale uslužne djelatnosti

Izvor: priredio doktorand

Tako novo formirana input-output tablica proširena je po vertikalnoj osi dodavanjem dva nova retka u kojima su, sukladno klasifikaciji proizvodnih sektora prikazanih u tablici 4.5, prezentirani količinski podatci o ukupnoj izravnoj godišnjoj potrošnji vode i ispuštanju otpadnih voda. Na taj način izvedena je hibridna input-output tablica koja prikazuje razinu izravnih pritisaka na vodne resurse po ukupno ostvarenoj vrijednosti outputa za svaki pojedini sektor u promatranoj godini (cf. prilog 2).

⁹⁹ Ovaj sektor dobiven je agregiranjem sljedećih djelatnosti: *Uklanjanje otpadnih voda; Skupljanje otpada, djelatnosti obrade i zbrinjavanja otpada; uporaba materijala; Djelatnosti sanacije okoliša te ostale djelatnosti gospodarenja otpadom*

Prije same kompilacije hibridne input-output tablice, a svrhu što preciznijeg određivanja razmjera razmatranih gospodarskih pritisaka na vodne resurse, podatci o potrošnji i onečišćenju vode u određenim sektorima morali su se dodatno selektirati, obraditi ili aproksimirati. To se u prvom redu odnosi na sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* na koji, prema agregatnim podacima, otpada čak 99,4 % od ukupno korištene vode u industriji. Ipak, važno je razumijeti da gotovo sva voda koja se koristi za proizvodnju električne energije samo prolazi kroz hidroelektrane stoga istu nizvodno mogu ponovno koristiti neki drugi gospodarski subjekti. Upravo iz tog razloga, a kako bi se u modelu izbjeglo dvostruko obračunavanje utrošene vode u industrijskoj proizvodnji, primarnim inputom u navedenom sektoru smatra se samo voda vezana u proizvodnji, voda korištena za hlađenje postrojenja te voda korištena za sanitarne i ostale namjene.¹⁰⁰ Slično obilježje ima i voda namijenjena uzgoju riba, stoga ovaj oblik gospodarskog korištenja vode nije uzet u obzir prilikom procjene ukupne godišnje potrošnje vode u *primarnom sektoru*. Potrošnja vode u primarnom sektoru procijenjena je na osnovu podataka o prosječnom korištenju vode za navodnjavanje u razdoblju od 2009. do 2012. godine preuzetih iz *Izvješća o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj* AZO-a (2014, p. 160) i dostavljenim podacima DZS-a o količinama vode koje su 2010. godine iz sustava javne vodoopskrbe isporučene sektoru poljoprivrede, šumarstvo i ribarstvo.

Budući da se na nacionalnoj razini ne provode adekvatna periodična statistička istraživanja o potrošnji vode u uslužnom dijelu nacionalnog gospodarstva, u službenoj statistici ne postoje podatci o godišnjoj direktnoj potrošnji vode za pojedine uslužne grane ili djelatnosti. No, iako se područja djelatnosti koja se svrstavaju u uslužnu domenu gospodarstva međusobno značajno razlikuju po svojim inherentnim ekonomskim obilježjima, pretpostavka je da je poslovanje u većini uslužnih djelatnosti takve prirode da one svoje potrebe za vodom uglavnom zadovoljavaju putem sustava javne vodoopskrbe. Sukladno tome, u modelu se smatra da je ukupno isporučena količina vode uslužnim djelatnostima iz sustava javne vodoopskrbe ekvivalentna njihovoj ukupnoj direktnoj potrošnji vode.¹⁰¹ Slijedom toga, a kako

¹⁰⁰ Podatci o iskorištenim količinama vode koje su sektoru *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* i svim drugim industrijskim sektorima isporučeni putem sustava javne vodoopskrbe, vlastitih vodozahvata i drugih vodoopskrbnih sustava objavljeni su u statističkom izvješću DZS-a *Korištenje voda i zaštita voda od zagađivanja u industriji u 2010.* koje se može preuzeti putem sljedećeg linka: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2011/06-01-01_01_2011.htm (30.10.2015)

¹⁰¹ Ukupna godišnja količina isporučene vode uslužnim djelatnostima izvedena je iz izvješća o isporučenim količinama vode iz sustava javne vodoopskrbe u 2010. godini, dostavljenim od strane DZS-a, u kojem su podatci

bi se monetarni podatci u objavljenoj nacionalnoj input-output tablici za 2010. uskladili s raspoloživom vodnom statistikom za sektor usluga, potrebno je bilo izvršiti agregaciju svih javnih i komercijalnih uslužnih djelatnosti u jedan jedinstveni sektor – *ostale uslužne djelatnosti*. Od svih uslužnih sektora u modelu je jedino posebno izdvojen sektor *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* iz razloga što voda predstavlja ključni faktor pružanja usluga u okviru ovog sektora. Potrošnja vode u sektoru *djelatnosti pripreme i usluživanja hrane i pića* procijenjena je temelju koeficijenta potrošnje vode u turističkim djelatnostima objavljenim u *Izvešću AZO-a o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj* (2014, p. 92) i podataka DZS-a o ukupno isporučenim količinama vode iz sustava javne vodoopskrbe u 2010. godini.

Kada je riječ o kvantifikaciji i analizi ukupnih količina onečišćenja vodnih resursa važno je znati da se negativni utjecaji gospodarskih aktivnosti na vodne resurse mogu javiti u obliku točkastih i raspršenih izvora onečišćenja. Pod točkastim izvorima onečišćenja podrazumijevaju se izravna ispuštanja onečišćenja u vode iz kanalizacijskog sustava i uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, dok raspršene izvore onečišćenja čine onečišćujuće tvari na ili u tlu koje putem oborinskog otjecanja odlaze u vodni okoliš (cf. Strategija upravljanja vodama, pp. 75-80). Zbog nedostatka odgovarajućih podataka o gospodarskom podrijetlu raspršenih polutanata, u modelu su uzeti u obzir samo točkasti izvori onečišćenja, s tim da se podatci o točkastim izvorima onečišćenja isključivo odnose na količine otpadnih voda koje su bez prethodnog pročišćavanja ispuštene u vodne prijamnike.

Glavni razlog zašto se provedena analiza, od svih mjerenih kategorija gospodarskog utjecaja na vode, temelji jedino na nepročišćenim otpadnim vodama proizlazi iz potrebe za unapređenjem jedne od fundamentalnih funkcija hrvatske vodne politike, a koja se odnosi na osmišljavanje i provođenje onih aktivnosti čiji je primarni cilj efikasno reduciranje i/ili potpuno otklanjanje negativnih utjecaja na vodne resurse na razini čitavog nacionalnog gospodarstva. Kako su otpadne vode zapravo osnovni medij putem kojeg rezidualni fizički tokovi gospodarskih aktivnosti u vidu opasnih i drugih tvari dopijevaju u podzemne i nadzemne vode i na taj način narušavaju njihova kvalitativna obilježja, za sve vrste otpadnih

strukturirani prema sljedećim gospodarskim sektorima: A - *poljoprivreda, šumarstvo i ribarstvo*, B - *rudarstvo i vađenje*, C - *prerađivačka industrija*, D - *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija*, E - *opskrba vodom; uklanjanje otpadnih voda, gospodarenje otpadom*, F – *građevinarstvo*, G - *trgovina na veliko i na malo; popravak motornih vozila i motocikala, ostala područja djelatnosti*.

voda, ovisno o koncentraciji i strukturi tvari koje pojedine vrste otpadnih voda sadrže,¹⁰² postoje točno propisani stupnjevi procesa pročišćavanja koje iste moraju proći prije njihovog sigurnog ispuštanja u okoliš.¹⁰³ U tom smislu, a uvažavajući činjenicu da gotovo 75 % upotrijebljene vode u hrvatskom gospodarstvu nije podvrgnuto niti jednom od odgovarajućih procesa pročišćavanja prije ispuštanja u vodne prijemnike¹⁰⁴, određivanje intenziteta izravnog i neizravnog doprinosa svih gospodarskih sektora u generiranju tokova nepročišćenih otpadnih voda predstavlja temeljni pokazatelj njihove kumulativne odgovornosti za postojeću razinu i strukturu onečišćenja vodnih resursa, a samim time i ključno polazište za kreiranje i uspostavu dosljednog i sveobuhvatnog nacionalnog okvira politike prevencije gospodarskog zagađenja vodnih resursa te minimizacije s time povezanih vodnih hazarda.

Količine ispuštenih nepročišćenih otpadnih voda prema modelom definiranim industrijskim sektorima izračunate su na temelju podataka objavljenim u statističkom priopćenju DZS-a o korištenju voda i zaštiti voda od zagađivanja u industriji u 2010. godini (cf. tablica 4.5., sektori od oznake 2 do 21), dok su količine nepročišćenih otpadnih voda za sve ostale sektore procijenjene na osnovu podataka dostupnih u *Registru onečišćavanja okoliša (ROO)*¹⁰⁵ koji je u formi baze podataka dostupan na mrežnim stranicama AZO-a.

4.4. IZRAČUN I ANALIZA POKAZATELJA MODELA

Sukladno specifičnoj analitičkoj namjeni pojedinih apsolutnih i relativnih pokazatelja dobivenih hibridnim input-output modelom potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u hrvatskom gospodarstvu, ovaj je dio disertacije podijeljen na sljedeće tematske jedinice: **1) obilježja direktne i indirektne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu, 2) obilježja direktnih i indirektnih tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, 3) analiza sektorskih pokazatelja vodenog otiska i otiska otpadnih voda i 4) analiza "Pull" i "Push" efekata potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu.**

¹⁰² Navedeno je uvjetovano materijalnim inputima te tehnologijom i tehnikama proizvodnje u djelatnostima iz kojih potječu otpadne vode.

¹⁰³ Otpadne vode je sigurno ispustiti okoliš kada su granične vrijednosti svih tvari sadržanih u otpadnim vodama u okvirima prihvatljivim za zdravlje ljudi i opstojnost izloženih ekosustava (cf. *Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda* NN br. 153/2009, 63/2011, 130/2011 i 56/2013).

¹⁰⁴ Izračun doktoranda na osnovu statističkih izvješća DZS-a o korištenju voda i zaštiti voda od zagađivanja u industriji i statističkih izvješća o javnoj odvodnji.

¹⁰⁵ Preglednik registra onečišćavanja okoliša dostupan je putem sljedećeg linka: <http://roo-preglednik.azo.hr/>

4.4.1. Obilježja direktne i indirektne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu

Sukladno prethodno iznesenom metodološkom okviru korištenog hibridnog input-output modela, opisu korištenih i obrađenih podataka iz službene vodne statistike i statistike nacionalnih računa te definiranoj sektorskoj klasifikaciji nacionalnog gospodarstva, u sljedećoj tablici prikazani su izračuni pokazatelja direktne potrošnje vode, pokazatelja direktne, indirektne i ukupne vodne intenzivnosti te direktnih i indirektnih multiplikatora sektorske potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu.

Tablica 4.6. Pokazatelji direktne i indirektne sektorske potrošnje vode u gospodarstvu Republike Hrvatske, 2010. godina

Oznaka sektora	Direktna potrošnja vode (m ³)	%	Direktna potrošnja vode (m ³ /mil. HRK)	Indirektna potrošnja vode (m ³ /mil. HRK)	Ukupna potrošnja vode (m ³ /mil. HRK)	Direktni multiplikator	Indirektni multiplikator
1	12.671.000,0	2,56	459,37	1.192,67	1.652,04	3,60	2,60
2	2.303.000,0	0,47	114,09	134,93	249,02	2,18	1,18
3	31.049.000,0	6,28	748,09	922,72	1.670,81	2,23	1,23
4	3.645.000,0	0,74	267,20	754,47	1.021,66	3,82	2,82
5	484.000,0	0,10	128,26	683,75	812,01	6,33	5,33
6	4.603.000,0	0,93	740,94	645,54	1.386,48	1,87	0,87
7	103.000,0	0,02	30,75	1.268,68	1.299,43	42,26	41,26
8	143.794.000,0	29,06	7.431,70	304,97	7.736,67	1,04	0,04
9	92.258.000,0	18,65	5.826,37	1.216,29	7.042,66	1,21	0,21
10	645.000,0	0,13	80,81	420,69	501,50	6,21	5,21
11	107.000,0	0,02	15,73	542,41	558,14	35,48	34,48
12	10.169.000,0	2,06	1.398,87	897,20	2.296,07	1,64	0,64
13	1.913.000,0	0,39	106,02	287,95	393,96	3,72	2,72
14	1.798.000,0	0,36	88,97	260,63	349,60	3,93	2,93
15	166.000,0	0,03	14,63	149,86	164,49	11,24	10,24
16	1.120.000,0	0,23	69,86	240,29	310,15	4,44	3,44
17	332.000,0	0,07	47,26	406,88	454,15	9,61	8,61
18	73.000,0	0,01	8,74	1.177,97	1.186,71	135,78	134,78
19	133.412.000,0	26,96	9.784,74	2.487,81	12.272,56	1,25	0,25
20	1.621.000,0	0,33	523,89	832,32	1.356,20	2,59	1,59
21	154.000,0	0,03	26,45	1.293,06	1.319,51	49,88	48,88
22	1.948.000,0	0,39	40,21	812,77	852,97	21,21	20,21
23	15.412.000,0	3,11	475,02	886,71	1.361,73	2,87	1,87
24	35.012.000,0	7,08	108,14	641,49	749,63	6,93	5,93

Izvor: izračun doktoranda

Prema procijenjenim količinama vode koje su iz sustava javne vodoopskrbe i/ili vlastitih vodozahvata isporučene rezidentnim gospodarskim jedinicama u 2010. godini, ukupna direktna neto potrošnja vode u gospodarstvu Republike Hrvatske te je godine iznosila 494,8 milijuna m³ vode. Apsolutno gledajući, najznačajniji izravni potrošači vode u nacionalnom gospodarstvu bili su industrijski sektori od kojih se u strukturi direktne agregatne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu najviše ističu prerađivački sektori *proizvodnja koks* i

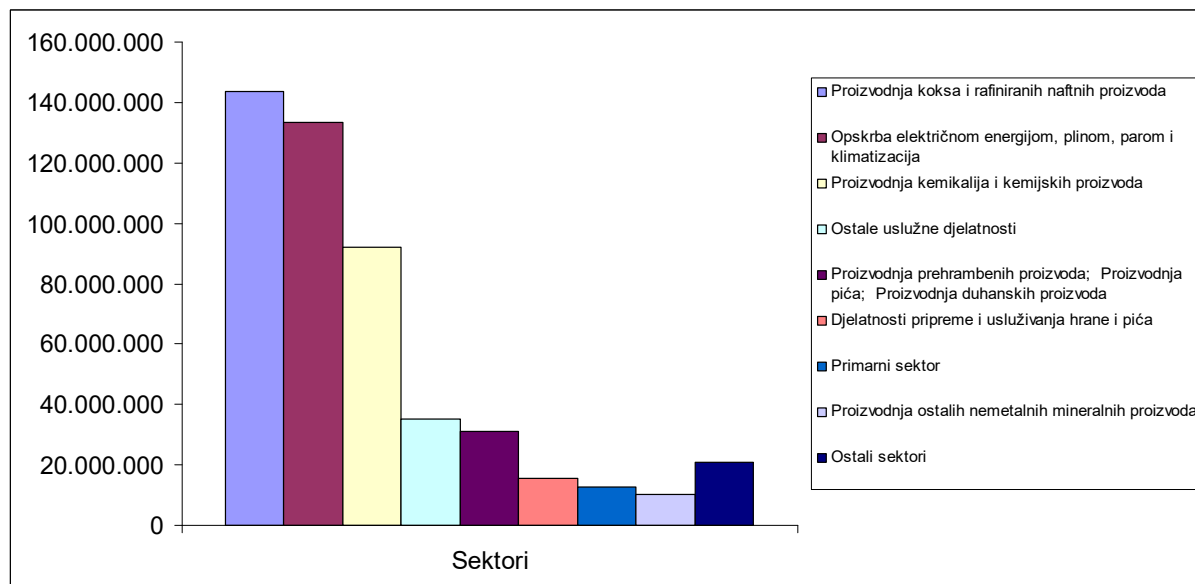
rafiniranih naftnih proizvoda (8) (26,96%) i proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9) (18,65%) te energetski sektor opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19) (26,96%). Od ostalih prerađivačkih sektora značajnu razinu izravne potrošnje vode u 2010. godini ostvarili su još i sektor *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda (3)*, s ukupnim udjelom od 6,28% u neposrednoj potrošnji vode za gospodarske potrebe te sektor *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (12)* na koji je iste godine otpadalo 2,06% od ukupne količine izravno utrošene vode u nacionalnom gospodarstvu.

U uslužnom dijelu hrvatskog gospodarstva najveća izravna potrošnja vode zabilježena je u sektoru *ostale uslužne djelatnosti (24)* u kojem je 2010. godine bilo koncentrirano 7,08% ukupne gospodarske potrošnje vode te u sektoru *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* koji je u promatranoj godini potrošio 3,11% od ukupno isporučene količine vode gospodarskim jedinicama na području Republike Hrvatske.¹⁰⁶ Zanimljivo je da *primarni sektor (1)* generira svega 2,56% direktne gospodarske potrošnje vode u Republici Hrvatskoj, dok se istovremeno na globalnoj razini javlja kao najznačajniji faktor vodne potrošnje. Razlog tome je što se poljoprivredna proizvodnja u Hrvatskoj još uvijek dominantno zasniva na korištenju zelene vode (i.e. oborinske vode, cf. tematska jedinica 2.6.) stoga u većini hrvatskih ruralnih krajeva ne postoje razvijeni sustavi navodnjavanja poljoprivrednih površina. Kumulativni udio preostalih 16 sektora u strukturi ukupno ostvarene direktne gospodarske potrošnje vode u 2010. godini iznosio je 4,25%, pri čemu su pojedinačni udjeli većine tih sektora bili ispod razine 0,5%. Primjerice, sektor *gradnja zgrada (22)*, koji nakon sektora *ostale uslužne djelatnosti (24)* bilježi najveću vrijednost proizvodnje (cf. prilog 1), participira s udjelom od svega 0,39% u procijenjenoj količini ukupne direktne potrošnje vode u gospodarstvu Republike Hrvatske.

¹⁰⁶ Unatoč tome što iz strukturnih podataka u tablici 4.6. proizlazi da sektor *ostale uslužne djelatnosti (24)* u usporedbi s ostalim sektorima ima relativno značajan udio u ukupnoj direktnoj potrošnji vode u nacionalnom gospodarstvu, bitno je naglasiti da visina njegovog udjela (7,08%) odražava kumulativnu direktnu potrošnju vode gotovo cjelokupnog tercijarnog sektora u širem smislu, a koji je tijekom promatrane godine stvorio 49% dodane vrijednosti i ostvario 47,5% vrijednosti ukupne proizvodnje u hrvatskom gospodarstvu (cf. prilog 1). Dakle, za razliku od ostalih sektora, tu se ipak radi o znatno široj gospodarskoj osnovici i višoj razini agregacije djelatnosti. Stoga, ako se promatra direktna potrošnja vode pojedinih sektora na primarnoj razini dezagregacije hrvatskog gospodarstva, onda se može ustvrditi da je ukupna količina neposredno potrošene vode u uslužnim djelatnostima zanemariva u odnosu na ukupnu potrošnju vode industrijskih djelatnosti. U tom smislu, sektor *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* nameće se kao najznačajniji direktni potrošač vode u uslužnom dijelu nacionalnog gospodarstva budući da samostalno troši gotovo polovicu ostvarene količine direktne potrošnje vode svih ostalih uslužnih djelatnosti.

Na sljedećem grafikonu dan je prikaz apsolutne količine potrošnje vode po sektorima u nacionalnom gospodarstvu.

Grafikon 4.1. Direktna potrošnja vode po gospodarskim sektorima (2010. godina, u m³)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.6.

Relativiziranjem ukupne direktne godišnje potrošnje vode u promatranim sektorima po osnovi ostvarene vrijednosti njihovog godišnjeg outputa utvrđeno je da proizvodnje prethodno istaknutih industrijskih sektora, osim što dominantno utječu na ukupnu direktnu potrošnju vode, pokazuju i znatno veću vodnu intenzivnost u odnosu na ostatak gospodarstva. Najveći utrošak vode kao primarnog inputa po jedinici proizvedenog outputa zabilježen je u sektoru *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) koji po milijunu kuna ostvarene vrijednosti godišnjeg outputa (dalje u tekstu: jedinici outputa) direktno utroši 9.784,74 m³ vode. Slijede ga sektori *proizvodnja koka i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) s ostvarenom razinom direktne potrošnje vode od 7.431,70 m³ po jedinici outputa i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) koji po svakoj proizvedenoj jedinici outputa neposredno utroši 5.826,37 m³ vode.¹⁰⁷ Sagledani pokazatelji direktne vodne potrošnje ukazuju da ove tri industrije imaju najveću apsolutnu i relativnu izravnu ovisnost o vodnim resursima, što je prvenstveno posljedica kapitalnih, tehnoloških, organizacijskih i radnih specifičnosti njihovih

¹⁰⁷ Iako sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) ima za 2,1 postotna boda manji udio u ukupnoj direktnoj potrošnji vode od sektora *proizvodnja koka i rafiniranih naftnih proizvoda* (8), sektor 19 ima veću potrošnju vode po jedinici proizvodnje zbog relativno većeg negativnog odstupanja u ostvarenoj vrijednosti proizvodnje u odnosu na sektor 8 (cf. prilog 1).

raspoloživih proizvodnih kapaciteta koji neposredno troše značajne količine vode.¹⁰⁸ Da je tome tako potvrđuju i izračuni vodne intenzivnosti za druge gospodarske sektore prema kojima je intenzivnost izravne potrošnje vode u svim ostalim sektorskim proizvodnjama ispod razine 1000 m³/mil. HRK. Izuzetak je jedino prerađivački sektor *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (12)* čija direktna potrošnja vode po jedinici outputa iznosi 1398,87 m³. Po kriteriju vodne intenzivnosti, od ostalih prerađivačkih sektora ističe se još i sektor *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda (3)*, a koji kao četvrti najznačajniji izravni industrijski potrošač vode¹⁰⁹ pri svakoj proizvedenoj vrijednosti outputa od milijun kuna neposredno utroši 748,09 m³ vode.

U pogledu direktne potrošnje vode, cjelokupni sektor *ostale uslužne djelatnosti (24)* pokazuje ispodprosječnu vodnu intenzivnost od 108,14 m³ utrošene vode po jedinici outputa, što je za 2,68% manje od vrijednosti medijana (111,12 m³/mil. HRK)¹¹⁰, dok potrošnja vode po jedinici outputa sektora *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* iznosi 475,02 m³. Time se ugostiteljstvo i u ovom aspektu ističe kao najznačajniji izravni potrošač vode u sektoru usluga. Slična razina izravne potrošnje vode po proizvedenom učinku prisutna je i u *primarnom sektoru (1)*, a koji zbog niske stope navodnjavanja ima relativno malu vodnu intenzivnost proizvodnje (459,37 m³/mil. HRK) u odnosu na usporedne sektore energetskih, kemijskih i naftno-prerađivačkih djelatnosti.¹¹¹

Na sljedećem grafikonu prikazane su vrijednosti pokazatelja direktne potrošnje vode po jedinici outputa za sektore koji su najveći izravni potrošači vode u hrvatskom gospodarstvu.

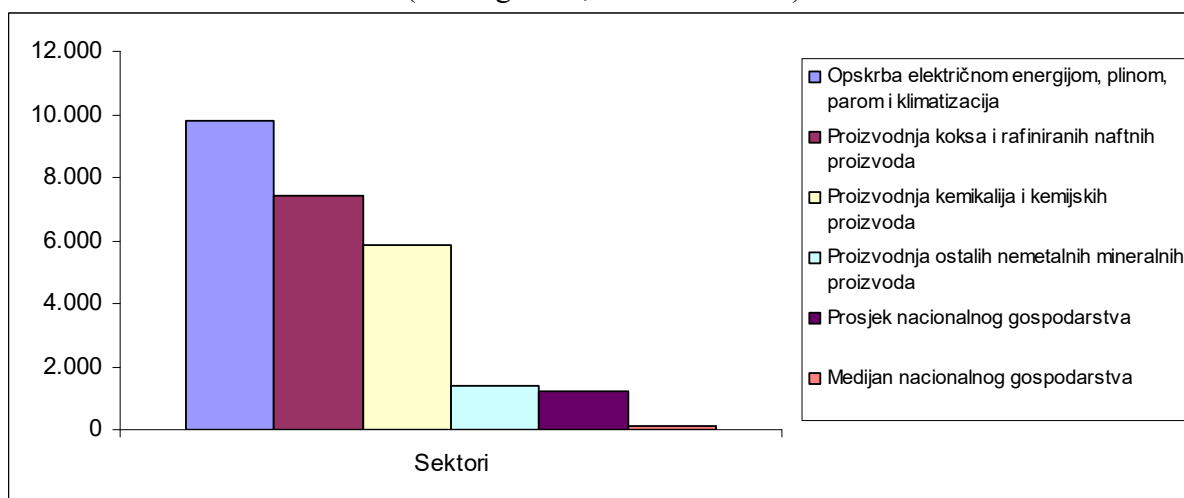
¹⁰⁸ Sektori *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)*, *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* i *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19)* zajedno su 2010. godine ostvarili čak 74,67% direktne gospodarske potrošnje vode.

¹⁰⁹ Misli se na apsolutnu direktnu potrošnju vode

¹¹⁰ Izračun doktoranda na osnovu podataka o strukturi direktne potrošnje vode prikazanih u tablici 4.6. S obzirom da vrijednosti pokazatelja intenzivnosti direktne potrošnje vode za sektore 8, 9 i 19 značajno premašuju utvrđene vrijednosti istog pokazatelja za sve ostale sektore, u ovom slučaju primjerenije je koristiti medijan kao odraz tipične vrijednosti sektorske vodne intenzivnosti u hrvatskom gospodarstvu nego aritmetičku sredinu. Naime, 20 od 24 promatrana sektora imaju znatno manju vrijednost pokazatelja intenzivnosti izravne potrošnje vode od prosječne vrijednosti za sve sektore, a koja iznosi 1189,01 m³/mil. HRK (cf. tablica 4.6.).

¹¹¹ Pored svih do sada istaknutih gospodarskih korisnika vode, utvrđeno je da još jedino u sektorima *proizvodnja tekstila; proizvodnja odjeće; proizvodnja kože i srodnih proizvoda (4)*, *proizvodnja papira i proizvoda od papira (6)* i *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom (20)* izravna vodna intenzivnost značajno premašuje vrijednost medijana (i.e. duplo i više).

Grafikon 4.2. Intenzivnost direktne potrošnje vode u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)



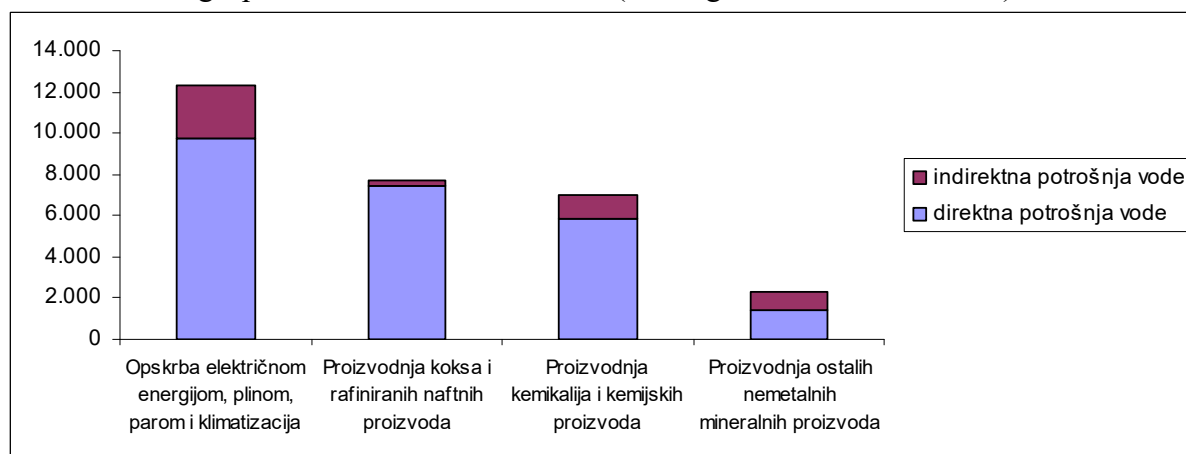
Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.6.

Kako bi se dobila potpuna slika o razmjeru utjecaja promatranih sektora na agregatnu potrošnju vodnih resursa u hrvatskom gospodarstvu, nužno je pored prethodno analiziranih pokazatelja direktne potrošnje vode uzeti u obzir i pokazatelje ukupne i indirektno vodne intenzivnosti sektorskih proizvodnji. Ukupna vodna intenzivnost pokazuje količinu kumulativne vodne potrošnje u nacionalnom gospodarstvu koju je generirala proizvodnja jedne jedinice outputa određenog sektora, dok indirektna vodna intenzivnost predstavlja relativnu mjeru neizravne potrošnje vode, a odnosi na onaj dio ukupne potrošnje vode po jedinici outputa određenog sektora koji se utrošio za proizvodnju intermedijarnih inputa korištenih u procesima proizvodnje tog istog outputa.

Vrijednosti pokazatelja ukupne vodne intenzivnosti također potvrđuju da su sektori *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19), *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) najznačajniji potrošači vode u hrvatskom gospodarstvu te indiciraju da ukupna količina vode koja se u nacionalnoj ekonomskoj strukturi utroši zbog proizvodnje jedne jedinice njihovog outputa uvelike premašuje komparativne količine ukupne vodne potrošnje po jedinici outputa u drugim promatranim sektorima (cf. tablica 4.6.). Intenzivnost ukupne potrošnje vode u navedenim industrijskim sektorima redom iznosi: 12.272,56 u m³/mil. HRK, 7.736,67 u m³/mil. HRK i 7.042,66 u m³/mil. HRK. Koliko su to relativno visoki intenziteti potrošnje vode u odnosu na druge sektorske proizvodnje najbolje se može ilustrirati činjenicom da *sektor proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12), koji ima četvrtu najveću

intenzivnost ukupne potrošnje vode, troši čak za 67,4% manje vode po jedinici proizvedenog outputa nego sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9). Međutim, važno je naglasiti da razinu ukupne potrošnje vode u ovim sektorima najvećim dijelom određuju njihove izravne potrebe za vodom, što je vidljivo iz odnosa između ostvarene direktne i indirektno potrošnje vode po proizvedenoj jedinici outputa u dotičnim sektorima (cf. grafikon 4.3.).

Grafikon 4.3. Struktura ukupne potrošnje vode po jedinici outputa u najznačajnijim gospodarskim korisnicima vode (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.6.

Iz strukturnih obilježja ukupne potrošnje vode po sektorima prikazanih na grafikonu 4.3. razvidno je kako se u proizvodnjama industrijskih sektora za koje je prethodno utvrđeno da su najveći gospodarski potrošači vode vežu relativno male količine indirektno potrošnje vode. Drugim riječima, ukupna količina vode koja je ostatku nacionalnog gospodarstva bila potrebna za proizvodnju inputa koji su utrošeni po milijunu kuna vrijednosti proizvedenog učinka u promatranim sektorima znatno je manja od ukupne količine vode koja se izravno utrošila u tim sektorima prilikom proizvodnje te iste jedinice outputa. Ovu tvrdnju mogu potkrijepiti i multiplikatori sektorske potrošnje vode, a čije vrijednosti govore da (cf. tablica 4.6.):

- sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) za svaki 1 m³ direktno potrošene vode indirektno potroši 0,25 m³ vode,
- sektor *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) za svaki 1 m³ direktno potrošene vode indirektno potroši 0,04 m³ vode,

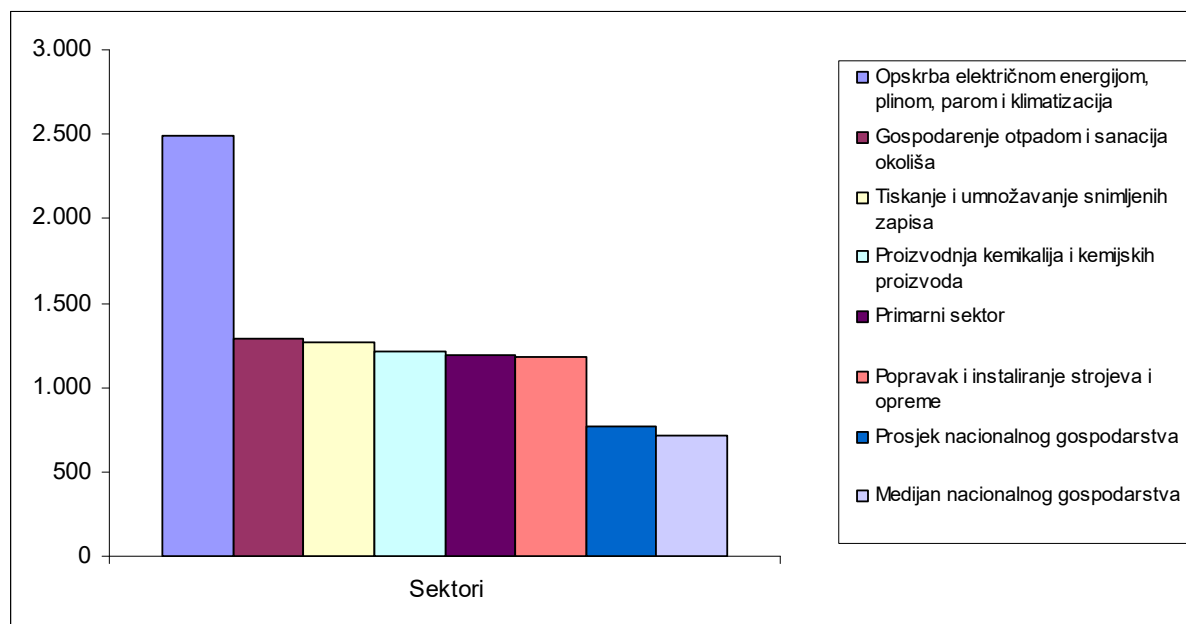
- sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* za svaki 1 m³ direktno potrošene vode indirektno potroši 0,21 m³ vode.

Dakle, s obzirom na izrazito visok udio direktne potrošnje vode u ukupno ostvarenoj potrošnji vode po jedinici outputa u sektorima *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19)* (79,73%), *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)* (96,06%) i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* (82,73%), a imajući u vidu da ovi dijelovi hrvatske industrije zajedno čine čak tri četvrtine ukupne direktne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu, može se konstatirati da glavnina vodnih tokova koji se za gospodarske namjene zahvaćaju iz raspoloživih podzemnih i nadzemnih vodnih resursa na području Republike Hrvatske "ulaze" u proces društvene reprodukcije upravo kroz ove sektore te se putem uspostavljenih intermedijarnih veza u obliku virtualnih voda distribuiraju u druge proizvodne i uslužne dijelove nacionalnog gospodarstva. Prema tome, iako energetska, kemijska i naftno-prerađivačka proizvodnja nemaju značajan utjecaj na potrošnju vode u ostalim gospodarskim sektorima, ove sektorske proizvodnje zbog relativno visoke vodne intenzivnosti i dominantne zastupljenosti u strukturi direktne vodne potrošnje imaju prevladavajući izravan utjecaj na ukupnu gospodarsku potražnju za vodom, a samim time i na ukupnu količinu zahvaćanja vode iz nacionalnih vodnih resursa. Stoga, sasvim je razumljivo zašto se baš ti sektori u važećem nacionalnom strateškom i planskom okviru gospodarenja vodnim resursima ističu kao ključni faktori opterećenja na vode u Hrvatskoj.

Međutim, s druge strane, ako se u razmatranje uzmu razine intenzivnosti indirektna potrošnje vode i vrijednosti indirektnih multiplikatora potrošnje vode po sektorima, može se uočiti da sektori koji imaju relativno male izravne potrebe za vodom i čije proizvodne aktivnosti na prvi pogled nemaju značajan utjecaj na agregatnu potražnju za vodom, zapravo čine snažne pokretače gospodarske potrošnje vode u Republici Hrvatskoj.

Na sljedećem grafikonu prikazani su sektori koji su u promatranoj godini ostvarili najveću razinu indirektna potrošnje vode po jedinici proizvedenog outputa.

Grafikon 4.4. Intenzivnost indirektne potrošnje vode u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.6.

Unatoč tome što je u ukupnoj potrošnji vode sektora *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) evidentan nizak stupanj zastupljenosti indirektne potrošnje vode, ovaj sektor apsolutno gledajući ipak ima najveću indirektnu potrošnju vode po jedinici outputa (2.487,81 m³/mil. HRK). Razlog tome je što se gotovo 50% vrijednosti njegove intermedijarne potrošnje ostvaruje uporabom dijela vlastitih proizvoda i proizvoda sektora *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) (cf. prilog 1), a čije proizvodnje same po sebi neposredno troše najveće količine vode. Prema strukturi intermedijarne potrošnje vode, čak 95,58% indirektne potrošnje vode sektora *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) vezano je uz korištenje navedenih intermedijarnih proizvoda, pri čemu se 35,83% odnosi na proizvodnju intermedijarnih proizvoda za vlastite potrebe (cf. prilog 7). Isto vrijedi i za sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9), a kod kojeg je čak 67,56% indirektne potrošnje vode isključivo posljedica transakcija između djelatnosti unutar samog tog sektora (cf. prilog 1, prilog 7). S obzirom da je kod ovih sektora značajan dio indirektne vodne potrošnje po jedinici outputa ustvari samopotrošnja vode (i.e. internu

potrošnja vode), pokazatelji intenzivnosti indirektne potrošnje vode u suštini samo dodatno ukazuju na visoku izravnu ovisnost ovih sektora o vodnim resursima.¹¹²

Ekstremno odstupanje intenzivnosti direktne potrošnje vode energetske, kemijske i naftno-prerađivačkog sektora u odnosu na ostatak gospodarstva ujedno i objašnjava zašto se podudaraju vrijednosti prosjeka i medijana intenzivnosti indirektne potrošnje vode za cjelokupno nacionalno gospodarstvo. Naime, kako se glavina zahvaćenih količina vode za gospodarske namjene primarno isporučuju energetske, kemijske i naftno-prerađivačkom sektoru, ukupna potrošnja vode u svim ostalim sektorima najvećim je dijelom uvjetovana razinom njihove indirektne potrošnje vode. Budući da navedeni ključni direktni potrošači vode isporučuju proizvode široke gospodarske namjene koji su u većoj ili manjoj mjeri zastupljeni u strukturi intermedijarne potrošnje svih sektora, značajan postotak posredne potrošnje vode u predmetnim sektorskim proizvodnjama nastaje uslijed trošenja upravo tih proizvoda. S tim u vezi, dolazi i do ravnomjernije distribucije indirektne potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu. U tom pogledu, grafikon 4.4. u principu pokazuje da sektori *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)*, *tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa (7)*, *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)*, a za koje je analizom utvrđeno da imaju zanemarivu direktnu potrošnju vode po jedinici outputa i zanemariv udio u agregatnoj direktnoj gospodarskoj potrošnji vode (cf. tablica 4.6.), zapravo indirektno troše najveće količine vode po jedinici proizvedenog outputa, a koje redom iznose: 1.293,06 m³/mil. HRK, 1.269,68 m³/mil. HRK, 1.178,97 m³/mil. HRK. To znači da vodno intenzivni sektori koji im isporučuju proizvodne inpute troše značajne količine vode kako bi zadovoljili njihovu intermedijarnu potražnju.

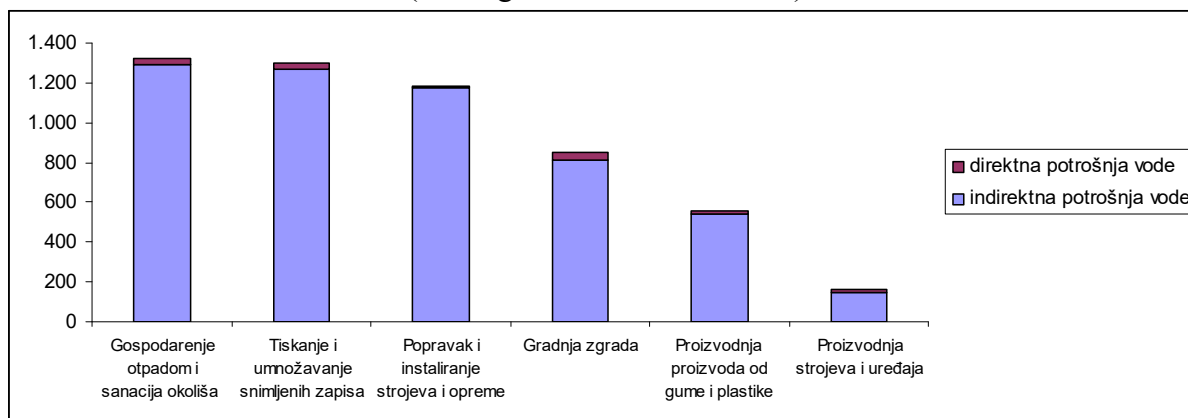
Osim njih, po intenzivnosti indirektne potrošnje vode ističe se i *primarni sektor (1)* koji po jedinici outputa posredno troši 1.192,67 m³ vode. Štoviše, iz intersektorskih transfera virtualnih voda vidljivo je da u strukturi ukupne indirektne potrošnje vode primarnog sektora, uz već spomenute ključne industrijske korisnike vodnih resursa, značajan udio imaju sektor *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda (3)* te samopotrošnja virtualnih voda putem korištenja dijela vlastite proizvodnje za interne

¹¹² Značajan postotak samopotrošnje vode također je prisutan i u ostalim sektorima za koje je prethodno utvrđeno da imaju visoku razinu ukupne potrošnje vode po jedinici outputa, kao što su primjerice primarni sektor, prehrambena industrija i proizvodnja nemetalnih mineralnih proizvoda (cf. prilog 7).

potrebe. Pored toga, indikativna je i izražena povratna sprega između primarnog i prehrambenog sektora u vidu isporuke i potrošnje virtualnih voda (cf. prilog 7). Time i međusektorski odnosi u hrvatskom gospodarstvu upućuju na činjenicu da se proizvodno-opskrbeni lanac sustava poljoprivredne proizvodnje u pravilu temelji na djelatnostima čiji razvoj izravno ovisi o vodi, što implicira da bi se s porastom poljoprivredne proizvodnje i većim korištenjem vodnih resursa za navodnjavanje multiplicirali indirektni i direktni tokovi potrošnje vode u nacionalnom gospodarstvu.

Naposljetku, važno je naglasiti da oni sektori koji imaju veći stupanj zastupljenosti indirektnu potrošnje vode u ukupnoj potrošnji vode po jedinici outputa, imaju i potencijalno veću snagu za iniciranje (i.e. pokretanje) potrošnje vode u cijelom gospodarstvu, bez obzira na to kolika im je trenutna razina apsolutne potrošnje vode u usporedbi s drugim sektorima. Pokretački potencijal gospodarske potrošnje vode, pored već prethodno istaknutih značajnih indirektnih korisnika vode, posebno je izražen i kod sektora *gradnja zgrada* (22), *proizvodnja proizvoda od gume i plastike* (11) i *proizvodnja strojeva i uređaja* (17) (cf. grafikon 4.5.).

Grafikon 4.5. Struktura ukupne potrošnje vode po jedinici outputa u odabranim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.6.

U kojem omjeru nagla ekspanzija proizvodnje ovih sektora može utjecati na porast agregatne potražnje za vodom najbolje odražavaju vrijednosti njihovih multiplikatora vodne potrošnje, a prema kojima za svaki 1 m³ direktno potrošene vode (cf. tablica 4.6.):

- sektor *popravak i instaliranje strojeva i opreme* (18) indirektno potroši 134,78 m³ vode,
- sektor *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša* (21) indirektno potroši 48,88 m³ vode,

- sektor *tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa (7)* indirektno potroši 41,26 m³ vode,
- sektor *proizvodnja proizvoda od gume i plastike (11)* indirektno potroši 34,48 m³ vode,
- sektor *gradnja zgrada (22)* indirektno potroši 20,21 m³ vode i
- sektor *proizvodnja strojeva i uređaja (17)* indirektno potroši 10,24 m³ vode.

Primjerice, ako se vrijednost indirektnog multiplikatora potrošnje vode sektora *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)*, a što je ujedno i najveća utvrđena vrijednost ovog pokazatelja u odnosu na sve ostale promatrane gospodarske sektore, dekomponira i interpretira s aspekta pojedinih sektora koji ga opskrbljuju proizvodnim inputima, onda se može konstatirati da za svaki 1 m³ direktno potrošene vode u sektoru *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)*, sektor *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)* mora dodatno potrošiti 66,72 m³ vode, sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19)* mora dodatno potrošiti 48,82 m³ vode, sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* mora dodatno potrošiti 9,85 m³ vode, dok ostatak gospodarstva mora dodatno potrošiti 9,39 m³ vode, a sve kako bi se pri danoj razini proizvodnje sektora *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)* zadovoljila njegova ukupna intermedijarna potražnja za proizvodnim inputima. Koristeći obrnuti pristup moguće je u strukturi intermedijarne ponude svakog sektora izmjeriti i snagu indirektnih poluga njegove vodne potrošnje, pa tako primjerice za svaki potrošeni 1 m³ vode u sektorima *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)*, *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)* i *gradnja zgrada (22)*, sektor *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)*, koji je u apsolutnom smislu najveći direktni potrošač vode, mora dodatno potrošiti 66,72, 8,09 i 6,10 m³ vode (cf. prilog 8).¹¹³

Iz provedene analize izvedenih apsolutnih i relativnih pokazatelja gospodarske potrošnje vode jasno proizlazi da hrvatsko gospodarstvo ima izrazito homogenu sektorsku strukturu direktne potrošnje vode prema kojoj se najveći dio vode iz okoliša zahvaća za potrebe nekolicine industrijskih sektora, a tek u manjem postotku za djelatnosti uslužnog i primarnog sektora. Budući da se tu radi o bazičnim industrijama koje u distribucijskim mrežama svojih proizvoda

¹¹³ Pod pojmom *dodatna potrošnja vode* misli se na količinu potrošnje vode koju određeni sektor morao ostvariti da bi svojom proizvodnjom zadovoljio ukupne direktne i indirektno potrebe za proizvodnim inputima drugog sektora nužnih za proizvodnju jedne jedinice njegovog outputa.

zahvaćaju sve dijelove gospodarstva, ukupna količina indirektno potrošnje vode u svim sastavnicama ekonomske strukture nacionalnog gospodarstva, a samim time i kumulativan utjecaj istih na potrošnju vode u nacionalnom gospodarstvu, u najvećoj je mjeri uvjetovana intenzitetom njihovih intermedijarnih odnosa s energetske, kemijske i naftno-prerađivačkim sektorom. Stoga, prilikom procjene budućih gospodarskih potreba za vodom i planiranja vodnih resursa, kako na razini pojedinih sektora, tako i na razini cjelokupnog gospodarstva, posebno treba obratiti pažnju na utvrđenu prirodu direktnih i indirektnih tokova potrošnje vode u procesu društvene proizvodnje.

Uvažavajući tipove vodnih tokova koji se javljaju između gospodarstva i okoliša (cf. tematska jedinica 2.2.), radi boljeg i potpunijeg razumijevanja kompleksnosti utjecaja proizvodnih procesa u nacionalnom gospodarstvu na raspoložive vodne resurse, nužno je osim ključnih gospodarskih potrošača vode utvrditi i koji gospodarski sektori u direktnom i indirektnom smislu najviše doprinose generiranju i ispuštanju otpadnih voda u vodne i druge prijemnike u okolišu Republike Hrvatske. Sukladno tome, u sljedećoj tematskoj jedinici izneseni su rezultati analize tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu.

4.4.2. Obilježja direktnih i indirektnih tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu

Slijedom istog metodološkog i analitičkog pristupa kojim su utvrđeni najznačajniji apsolutni i relativni gospodarski potrošači vode, a na osnovu podataka preuzetih iz službenih izvora nacionalne vodne i ekonomske statistike, u sljedećoj tablici prikazana je struktura ukupne količine ispuštenih nepročišćenih otpadnih voda prema pojedinim sektorskim izvorima i prikazane su vrijednosti izračunatih pokazatelja direktne, indirektno i ukupne intenzivnosti sektorskih ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda kao i vrijednosti direktnih i indirektnih multiplikatora tokova nepročišćenih otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu.

Tablica 4.7. Pokazatelji direktnih i indirektnih tokova nepročišćenih otpadnih voda u gospodarstvu Republike Hrvatske, 2010. godina

Oznaka sektora	Direktno ispuštanje otpadnih voda (m ³)	%	direktno ispuštanje otpadnih voda (m ³ /mil. HRK)	indirektno ispuštanje otpadnih voda (m ³ /mil. HRK)	ukupno ispuštanje otpadnih voda (m ³ /mil. HRK)	direktni multiplikator	indirektni multiplikator
1	2.596.000,0	2,69	94,11	265,92	360,04	3,83	2,83
2	2.041.000,0	2,12	101,11	36,05	137,17	1,36	0,36
3	8.540.000,0	8,85	205,76	172,70	378,47	1,84	0,84
4	1.300.000,0	1,35	95,30	171,97	267,27	2,80	1,80
5	436.000,0	0,45	115,54	137,48	253,03	2,19	1,19
6	1.065.000,0	1,10	171,43	102,64	274,08	1,60	0,60
7	93.000,0	0,10	27,76	265,38	293,15	10,56	9,56
8	25.411.000,0	26,34	1.313,32	85,65	1.398,96	1,07	0,07
9	28.536.000,0	29,58	1.802,13	287,02	2.089,16	1,16	0,16
10	57.000,0	0,06	7,14	88,19	95,33	13,35	12,35
11	95.000,0	0,10	13,97	127,72	141,68	10,14	9,14
12	3.332.000,0	3,45	458,36	153,41	611,77	1,33	0,33
13	981.000,0	1,02	54,37	50,57	104,93	1,93	0,93
14	222.000,0	0,23	10,99	48,96	59,95	5,46	4,46
15	139.000,0	0,14	12,25	25,52	37,77	3,08	2,08
16	744.000,0	0,77	46,41	43,38	89,79	1,93	0,93
17	293.000,0	0,30	41,71	87,07	128,78	3,09	2,09
18	66.000,0	0,07	7,90	167,06	174,96	22,14	21,14
19	1.167.000,0	1,21	85,59	317,05	402,64	4,70	3,70
20	2.361.000,0	2,45	763,05	119,32	882,36	1,16	0,16
21	148.000,0	0,15	25,42	268,44	293,86	11,56	10,56
22	286.000,0	0,30	5,90	140,49	146,39	24,80	23,80
23	9.034.000,0	9,36	278,44	124,32	402,76	1,45	0,45
24	7.525.000,0	7,80	23,24	79,40	102,64	4,42	3,42

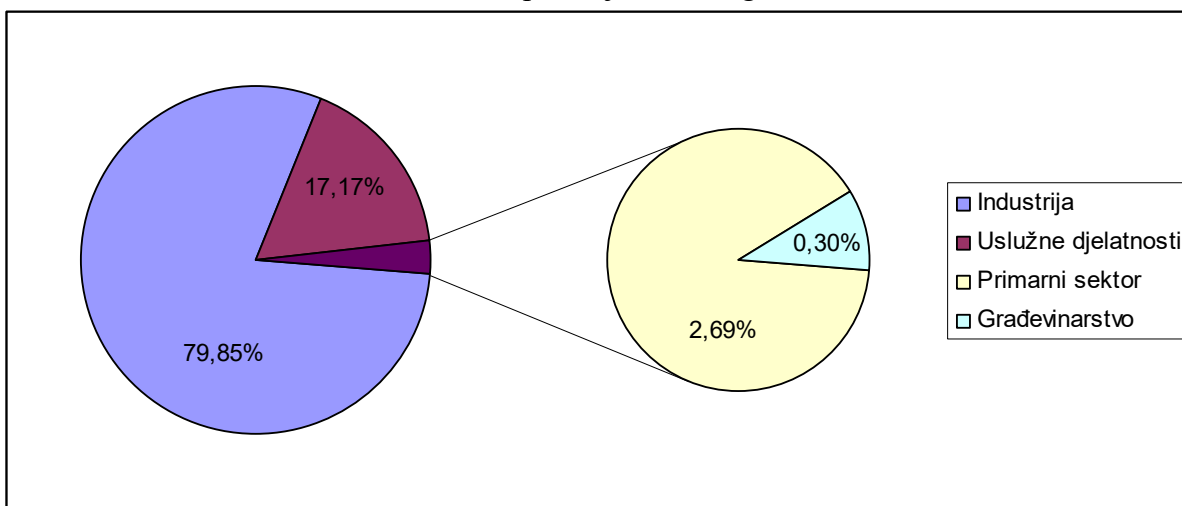
Izvor: izračun doktoranda

Prije same analize rezultata istraživanja o razmjeru direktnih i indirektnih utjecaja pojedinih gospodarskih sektora na generiranje tokova nepročišćenih otpadnih voda koje su ispuštene u nacionalni okoliš (dalje u tekstu: otpadnih voda) potrebno je naglasiti da industrijske otpadne vode u pravilu imaju nepovoljniji sastav i stupanj zagađenja od otpadnih voda koje nastaju u poljoprivrednim i uslužnim djelatnostima iz razloga što, ovisno o njihovom industrijskom porijeklu, sadrže veću koncentraciju štetnih i toksičnih tvari kao što su primjerice organske i anorganske kemikalije, kloridi, dušikovi i fosfori spojevi, teški metali, ulja i sl. (cf. Shi, 2009).

Prema podacima u tablici 4.7., u 2010. godini rezidentne gospodarske jedinice ukupno su ispustile 96,47 milijuna m³ otpadnih voda u nacionalni okoliš. Od toga, iz područja industrijskih djelatnosti bilo je ukupno 77,03 milijuna m³ otpadnih voda (79,85%), iz područja uslužnih djelatnosti 16,56 milijuna m³ otpadnih voda (17,17%), iz područja djelatnosti primarnog sektora 2,6 milijuna m³ otpadnih voda (2,69%), dok je područje građevinskih djelatnosti bilo odgovorno za 0,29 milijuna m³ otpadnih voda (0,3%) koje su bez prethodne obrade izravno ispuštene u prijemnike vodenog otpada na području Republike Hrvatske (npr. javnu kanalizaciju, vodotokove, more, tlo i sl.).

Na sljedećem grafikonu prikazani su udjeli pojedinih sektora nacionalnog gospodarstva u ukupno proizvedenoj godišnjoj količini otpadnih voda.

Grafikon 4.6. Struktura ukupne količine nepročišćenih otpadnih voda u gospodarstvu prema izvorima ispuštanja u 2010. godini



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.7.

U apsolutnom smislu i na sektorskoj razini, najznačajniji izravni industrijski onečišćivači vode bili su sektori *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9), a u čijim je tehnološkim i proizvodnim procesima nastalo čak 55,92% od ukupno ispuštenih količina otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu. Od ostalih industrijskih sektora, u agregatnoj strukturi promatrane kategorije utjecaja na okoliš ističu se još i *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda* (3) (8,85%), *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12) (3,45%), *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom* (20) (2,45%) i *rudarstvo i vađenje* (2) (2,12%). Svi drugi industrijski sektori zajedno su proizveli 7,06% od ukupne godišnje količine otpadnih voda koje su gospodarski subjekti ispustili u okoliš.

Nakon industrijskih sektora, najveće količine otpadnih voda potječu iz uslužnih sektora nacionalnog gospodarstva i to najviše iz sektora *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* (23) (9,36%), a koji je po spomenutom kriteriju ujedno i treći najznačajniji gospodarski onečišćivač vodnih resursa, dok se na *ostale uslužne djelatnosti* (24)

odnosi 7,80% upotrijebljenih voda koje su bez prethodne obrade vraćene u okoliš.¹¹⁴ Iako *primarni sektor (1)* i *sektor gradnja zgrada (22)* u odnosu na ostale dijelove gospodarstva ispuštaju relativno male količine otpadnih voda (cf. grafikon 4.6.), bitno je istaknuti da su djelatnosti u okviru ovih sektora, posebice poljoprivredne djelatnosti, jedni od glavnih izvora raspršenih onečišćivača okoliša koji pogoršavaju kvalitetu prirodnih voda i na taj način značajno opterećuju apsorpcijski kapacitet vodnih resursa (cf. Weiner & Matthews, pp. 233-235).¹¹⁵

Ako se ukupne godišnje količine otpadnih voda koje su pojedini sektori direktno ispustili u okoliš stave u odnos s ostvarenom vrijednošću njihovog godišnjeg outputa, može se vidjeti da industrijski sektori *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)* i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)*, osim što proizvode najveće količine otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, u usporedbi s ostalim gospodarskim sektorima ostvaruju i daleko veći stupanj opterećenja okoliša otpadnim vodama po ekvivalentnom ekonomskom učinku. U promatranoj godini intenzivnost direktne emisije (i.e. ispusta) otpadnih voda kemijskog sektora bila je na razini 1.802,13 m³/mil. HRK, a naftno-prerađivačkog sektora 1.313,32 m³/mil. HRK, što je čak za 72,11% više od sektora *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom (20)* koji je u 2010. godini, kao treći najznačajniji sektor po intenzivnosti direktnih vodnih emisija, po svakoj proizvedenoj jedinici outputa neposredno opterećivao okoliš s 763,05 m³ otpadnih voda. Iako je apsolutna i relativna razina direktnih ispusta otpadnih voda u sektoru isporučitelja vodnih usluga značajno manja u usporedbi sa spomenutim ključnim industrijskim izvorima otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, signifikantne su implikacije nastanka otpadnih voda u ovom sektoru. Naime, uvažavajući da djelatnosti sektora *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom (20)* u društvenoj podjeli rada imaju funkciju savladavanja vremenske i prostorne neujednačenosti između dostupnosti vode u

¹¹⁴ Sektoru *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* zasigurno se može pripisati i dio otpadnih voda iz kućanstva koja se bave iznajmljivanjem soba i apartmana. No, zbog nedostatka objektivne podloge za njihovu procjenu one nisu obuhvaćene modelom. Kada se govori o udjelu sektora *ostale uslužne djelatnosti (24)*, potrebno je još jednom napomenuti da se tu ipak radi o kumulativnoj količini vodenog otpada od cjelokupnog ostatka uslužnog sektora, a koji je nastao uslijed procesa stvaranja polovice dodane vrijednosti hrvatskog gospodarstva te se stoga u kontekstu razine agregacije kojom su izvedeni ostali sektori ovaj sektor ne može smatrati u tolikoj mjeri značajnim neposrednim uzročnikom onečišćenja voda.

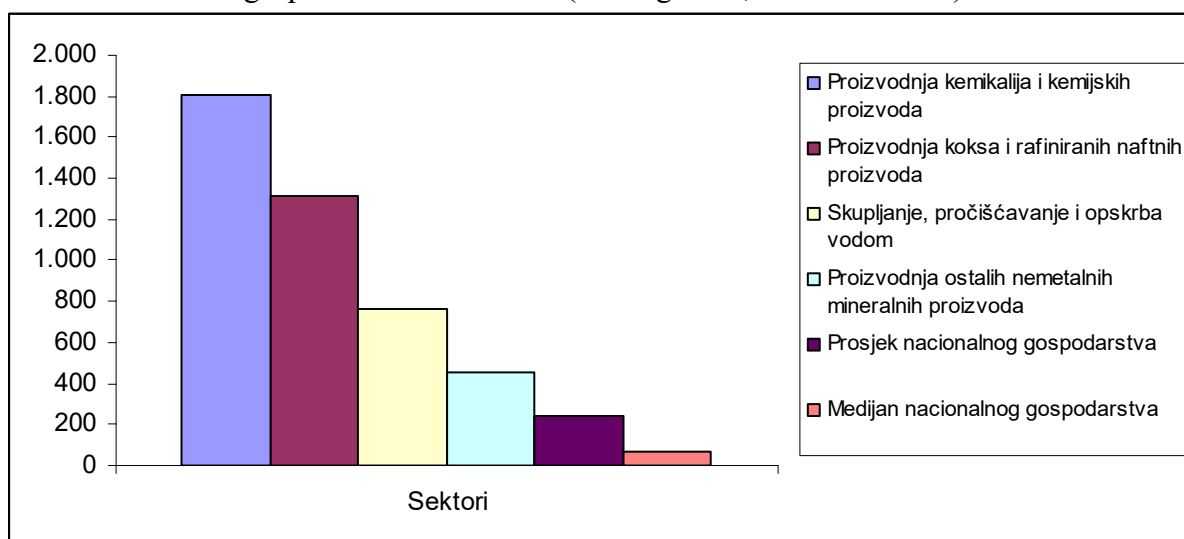
¹¹⁵ Problem kod raspršenih onečišćivača je što ih je nemoguće nadzirati i kontrolirati u okolišu. Dakle, osim malog dijela oborinskih voda koje se prikupljaju kanalskim sustavima, ne postoje razvijene tehnike za prikupljanje i pročišćavanje raspršene otpadne tvari u okolišu. Stoga, jedino rješenje je reducirati njihovu količinu na samom mjestu nastanka (npr. korištenjem adekvatnih filtera ispušnih plinova, prirodnih gnojiva s malom koncentracijom nitrata, materijala koji su otporni na eroziju i nisu štetni za okoliš i sl.).

prirodi i potreba za vodom u kućanstvu i gospodarstvu, onda vrijednost pokazatelja intenzivnosti direktnog ispuštanja otpadnih voda za ovaj sektor govori da se u Republici Hrvatskoj po svakom milijunu kuna vrijednosti isporučene vode direktno u okoliš ispusti 763,05 m³ otpadnih voda, a koje su nastale prilikom skupljanja, obrade i distribucije vode iz različitih hidroloških izvora te održavanja objekata vodoopskrbnih sustava. Navedeno zapravo dodatno upozorava na neefikasnost vodoopskrbnih sustava u Republici Hrvatskoj u kondicioniranju i distribuciji vode za različite gospodarske i društvene namjene, jer ne samo da u postojećim vodoopskrbnim mrežama nastaju enormni gubici vode, nego količine ispuštenih otpadnih voda po jedinici outputa u usporednim sektorima ukazuju i da proces stvaranja vrijednosti u vodnom sektoru ima relativno visoku intenzivnost vodnog onečišćenja. Primjerice, medijan predmetnog pokazatelja za nacionalno gospodarstvo iznosi svega 69,98 m³/mil. HRK.¹¹⁶ To je posebno važno s aspekta određivanja i koordinacije prioriteta nacionalne vodne politike iz razloga što provedba mjera za povećanje ekološke efikasnosti alokacije, korištenja i zaštite vodnih resursa u proizvodnim procesima nacionalnog gospodarstva neće polučiti željene učinke ukoliko se istovremeno ne unaprijedi ekološka efikasnost vodne infrastrukture i opreme, ali i tehnika obrade, proizvodnje i distribucije vode za gospodarske korisnike.

Osim istaknutih sektora, u industrijskom dijelu gospodarstva značajnu intenzivnost ispuštanja otpadnih voda po jediničnoj vrijednosti proizvedenog outputa bilježe još i prerađivački sektori *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (12)* (458,36 m³/mil. HRK) i *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda (3)* (205,76 m³/mil. HRK). Intenzivnost direktnih ispusta nepročišćenih otpadnih voda svih drugih industrijskih sektora bila je u promatranoj godini ispod razine 200 m³/mil. HRK (cf. grafikon 4.7.).

¹¹⁶ Kao i kod potrošnje vode, medijan je primjereniji odraz tipične sektorske intenzivnosti direktnog ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda iz razloga što vrijednosti tog pokazatelja za kemijski i naftno-prerađivački sektor značajno odstupaju od drugih sektora, a samim time i nerealno povećavaju njegovu prosječnu vrijednost na razini nacionalnog gospodarstva.

Grafikon 4.7. Intenzivnost direktnog ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)

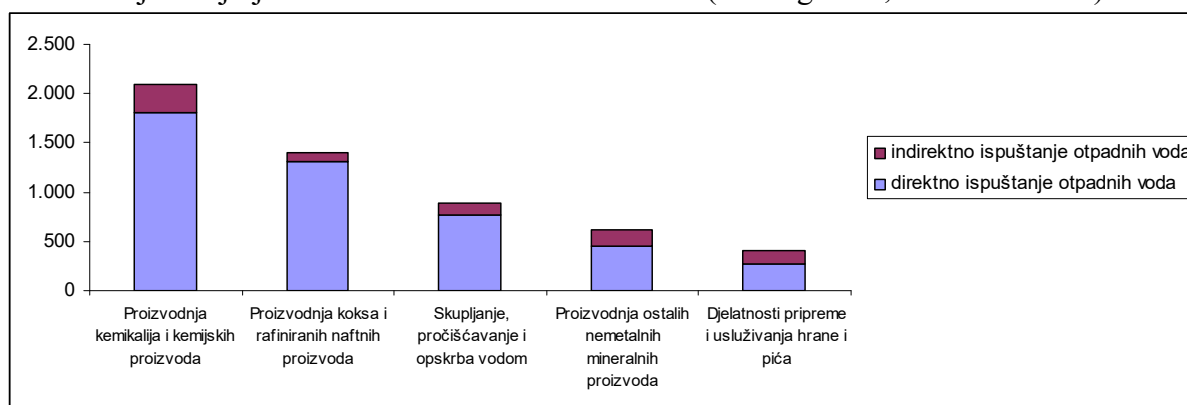


Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.7.

Analizirajući ostala područja gospodarskih djelatnosti, može se zaključiti da cjelokupni sektor *ostale uslužne djelatnosti (24)* u pogledu direktne proizvodnje otpadnih voda po jedinici outputa bilježi ispodprosječnu intenzivnost (23,24 m³/mil. HRK), za razliku od sektora *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* koji po milijunu kuna vrijednosti ostvarenog outputa izravno u okoliš ispusti 278,44 m³ nepročišćenog vodenog otpada. Time djelatnosti ugostiteljskog sektora definitivno pokazuju obilježja onečišćenjem intenzivnih djelatnosti budući da i u apsolutnom i u relativnom smislu spadaju u pet najvećih neposrednih proizvođača otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu. S druge strane, proizvodnja *primarnog sektora (1)* ostvaruje znatno niži stupanj ispuštanja nepročišćenih upotrijebljenih voda po jedinici outputa (94,11 m³/mil. HRK), dok sektor *gradnja zgrada (22)* ostvaruje najmanji intenzitet onečišćenja u cijelom gospodarstvu - 5,90 m³ nepročišćenih otpadnih voda po milijunu kuna ostvarene vrijednosti outputa.

Iz strukture ukupnog opterećenja okoliša otpadnim vodama po jedinici outputa razvidno je da sektori koji bilježe najveći intenzitet ispuštanja vodenog otpada ujedno ostvaruju i najveće ukupne količine otpadnih voda po vrijednosti proizvedenog učinka, pri čemu je, kao i u kod potrošnje vode, njihova ukupna razina vodenog onečišćenja dominantno određena količinama otpadnih vode koje oni sami direktno ispuštaju u okoliš (cf. grafikon 4.8.).

Grafikon 4.8. Struktura ukupnih nepročišćenih otpadnih voda po jedinici outputa u najznačajnijim onečišćivačima vodnih resursa (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.7.

Dakle, iz prikazanih odnosa između razine direktnih i indirektnih tokova vodenog otpada u sektorima za koje je utvrđeno da po jedinici outputa kumulativno vežu najveće količine nepročišćenih otpadnih voda može se uočiti da tek mali dio tih otpadnih voda nastaje u proizvodnjama intermedijarnih dobara koje ti sektori koriste, dok je veći dio izravan nusprodukt njihovih proizvodnih procesa. Navedeno potvrđuju i sektorski multiplikatori otpadnih voda prema kojima se (cf. tablica 4.7.):

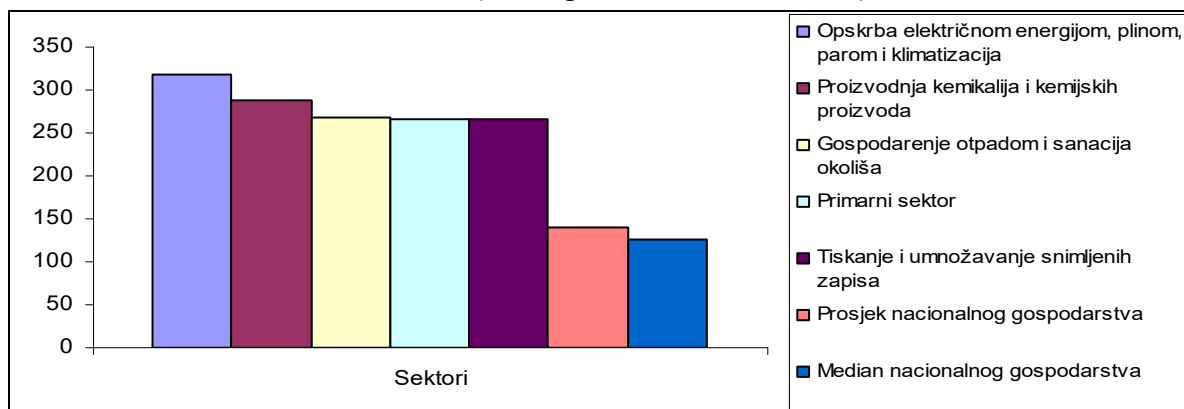
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) u ostatku gospodarstva ispusti 0,16 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) u ostatku gospodarstva ispusti 0,07 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom* (20) u ostatku gospodarstva ispusti 0,07 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12) u ostatku gospodarstva ispusti 0,33 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* (23) u ostatku gospodarstva ispusti 0,45 m³ otpadnih voda.

Slijedom spoznaje da su razine ukupnog opterećenja okoliša otpadnima vodama po jedinici outputa sektora *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) gotovo isključivo određene otpadnim vodama koje se izravno

generiraju u njihovim proizvodnjama, a uvažavajući činjenicu da navedeni sektori direktno u okoliš ispuštaju više od polovice godišnje emisije vodenog otpada nastalog u nacionalnom gospodarstvu, može se ustvrditi da proizvodne aktivnosti ovog dijela hrvatske industrije predstavljaju najznačajnije gospodarske faktore utjecaja na kvalitetu vodnih resursa u Republici Hrvatskoj. Međutim, budući da su njihovi proizvodi, ali i proizvodi drugih značajnih onečišćivača vode, sastavni dio miksa proizvodnih inputa koji se troše u ostalim dijelovima gospodarstva, dio odgovornosti za nastanak otpadnih voda u ovim sektorima snose i sektori koji participiraju u intermedijarnoj raspodjeli njihovog outputa. Stoga, promatrajući proizvodnju otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu u kontekstu međusektorskih odnosa može se ustanoviti da intermedijarni tokovi otpadnih voda imaju sličan obrazac kao i intermedijarni tokovi potrošnje vodnih resursa, odnosno da sektori koji naizgled nemaju bitan učinak na opterećenje okoliša vodenim otpadom zapravo čine važne inicijatore proizvodnje i ispuštanja otpadnih voda u Republici Hrvatskoj.

Na sljedećem grafikonu prikazani su sektori koji su u promatranoj godini ostvarili najveći stupanj indirektnog ispuštanja otpadnih voda po jedinici outputa.

Grafikon 4.9. Intenzivnost indirektnog ispuštanja otpadnih voda u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.7.

Iz prikazanih vrijednosti na grafikonu 4.9. vidljivo je da najveću količinu indirektnih ispusta otpadnih voda po jedinici outputa bilježi sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) (317,05 m³/mil. HRK), što znači da se u procesu stvaranja outputa u ovom sektoru najviše troše proizvodi onečišćenjem intenzivnih sektora. To se prvenstveno odnosi na sektor *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8), a s kojim je povezano čak 83,86% indirektna proizvodnje vodenog otpada energetskog sektora (cf. prilog 9). Iako je

u strukturi ukupno ispuštenih otpadnih voda po jedinici ostvarenog outputa u sektoru u *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* zastupljen relativno mali udio indirektnih tokova otpadnih voda, kemijski sektor je u promatranoj godini zabilježio drugu najveću intenzivnost indirektnog onečišćenja otpadnim vodama (287,02 m³/mil. HRK). Razlog tome je što se značajan dio vrijednosti intermedijarne potrošnje kemijske industrije, koja je ujedno i najveći direktni proizvođač otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, odnosi na upotrebu vlastitih proizvoda (41,54%), stoga je relativno visok stupanj indirektnog ispuštanja otpadnih voda po jedinici outputa kemijske industrije izravno vezan za količine otpadnih voda koje nastaju u njezinoj proizvodnji.¹¹⁷ U tom smislu, navedeno samo dodatno ukazuje na jačinu neposrednog ekološkog utjecaja postojećih tehnologija i uvjeta proizvodnje u kemijskom sektoru.

Osim spomenutih industrijskih sektora, po razini intenzivnosti indirektnog ispuštanja otpadnih voda ističu se još i sektori *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)* (268,44 m³/mil. HRK), *primarni sektor (1)* (265,92 m³/mil. HRK) i *tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa (7)* (265,38 m³/mil. HRK). Ono što je posebno znakovito je i da djelatnosti sektora *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)*, a čiji je primarni cilj reducirati ili u potpunosti otkloniti efekte proizvodnih ili ljudskih aktivnosti koji imaju ili mogu imati štetan učinak na pojedine sastavnice okoliša ili zdravlje ljudi, također značajno utječu na generiranje tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu. Prema strukturi intermedijarne potrošnje sektora *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)* očito je da se poslovi vezani uz čišćenje i sanaciju kontaminiranih područja, prevenciju i minimizaciju prirodnih hazarda te sprječavanje nastanka, upotrebu i zbrinjavanje otpada u velikoj mjeri oslanjaju na proizvode kemijske industrije (cf. prilog 1), zbog čega čak 71,92% indirektno ispuštenih otpadnih voda po jedinici proizvedenog outputa u ovom dijelu nacionalnog gospodarstva nastaje uslijed trošenja kemijskih proizvoda (cf. prilog 9).

U pogledu čimbenika koji utječu na indirektne tokove vodenog otpada u hrvatskom gospodarstvu, bitno je naglasiti da pored toga što je najveći dio neposrednog gospodarskog opterećenja okoliša otpadnim vodama koncentriran u sektorima *proizvodnja koksa i*

¹¹⁷ Čak 88,56% količine indirektnih otpadnih voda po jedinici outputa u sektoru *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* vezano uz transakcije između djelatnosti unutar samog tog sektora (cf. prilog 1 i prilog 9).

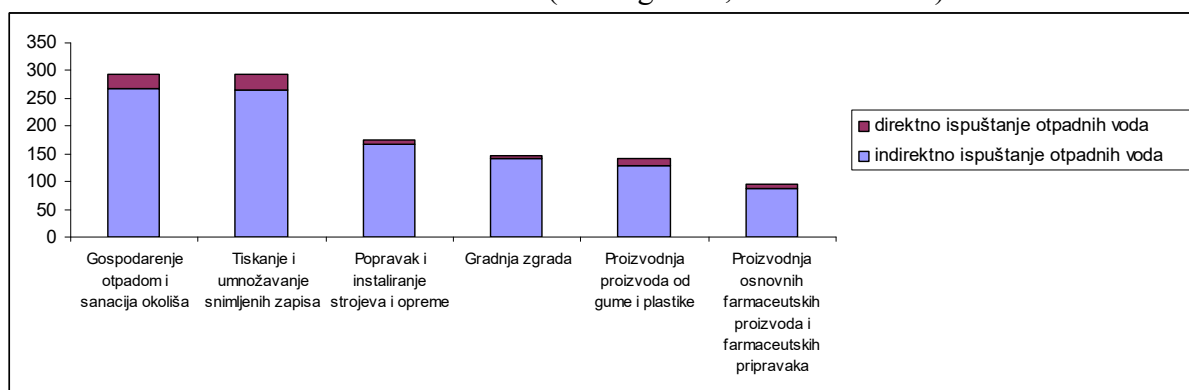
rafiniranih naftnih proizvoda (8) i proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9), više od polovice njihovog ukupnog outputa troši se u drugim gospodarskim sektorima (cf. prilog 1), stoga je razina intenziteta indirektnog ispuštanja otpadnih voda u svim pojedinim sastavnicama nacionalne ekonomske strukture dominantno uvjetovana razinom direktnog onečišćenja okoliša otpadnim vodama u kemijskoj i naftno-prerađivačkoj industriji.¹¹⁸ Ugostiteljski sektor i prehrambena industrija, iako imaju relativno značajan udio u ukupnoj količini ispuštenog vodenog otpada u okoliš, nemaju toliko snažan utjecaj na indirektno onečišćenje drugih gospodarskih sektora, iz razloga što je glavnina njihove proizvodnje namijenjena finalnoj potrošnji.¹¹⁹

Osim ključnih direktnih i indirektnih gospodarskih onečišćivača vodnih resursa, za potpuno razumijevanje međuodnosa između gospodarskih tokova i tokova otpadnih voda nužno je utvrditi i koji sektori imaju najveći pokretački potencijal proizvodnje i emitiranja vodenog otpada. Što je kod sektora izraženiji udio indirektnih otpadnih voda u ukupno ispuštenoj količini otpadnih voda po jedinici outputa, to im je i izraženija potencijalna snaga za generiranje otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, bez obzira na to kolika je trenutna razina njihovog direktnog i ukupnog opterećenja okoliša otpadnim vodama. Uz prethodno spomenute sektore *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21) i tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa (7)*, po tom kriteriju posebno se ističu i sektori *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)*, *gradnja zgrada (22)*, *proizvodnja proizvoda od gume i plastike (11)* i *proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i farmaceutskih pripravaka (10)* (cf. grafikon 4.10).

¹¹⁸ Zbog toga što značajan dio proizvodnog asortimana kemijske i naftno-prerađivačke industrije čine bazični industrijski proizvodi koji podupiru cjelokupnu ostalu proizvodnju dolazi i do manjih razlika u razini indirektno intenzivnosti ispuštanja otpadnih voda između promatranih sektora (cf. tablica 4.7.). Na to upućuju i približno jednake vrijednosti medijana i prosjeka količine indirektnih ispusta vodenog otpada po jedinici outputa za cijelo gospodarstvo (cf. grafikon 4.9.).

¹¹⁹ Udio intermedijarnih proizvoda u ukupno ostvarenoj vrijednosti proizvodnje sektora *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda (3)* u 2010. godini bio je 13,31%, a sektora *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* 11,83% (cf. prilog 1).

Grafikon 4.10. Struktura ukupnih nepročišćenih otpadnih voda po jedinici outputa u odabranim sektorima (2010. godina, u m³/mil. HRK)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka prikazanih u tablici 4.7.

Kolika je potencijalna snaga utjecaja ovih sektora na intenzitet ispuštanja gospodarskog vodenog otpada u okoliš najbolje pokazuju vrijednosti njihovih multiplikatora otpadnih voda, a prema kojima se (cf. tablica 4.7.):

- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *gradnja zgrada (22)* u ostatku gospodarstva ispusti 23,80 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *popravak i instaliranje strojeva i opreme (18)* u ostatku gospodarstva ispusti 21,14 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *proizvodnja osnovnih farmaceutskih proizvoda i farmaceutskih pripravaka (10)* u ostatku gospodarstva ispusti 12,35 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *gospodarenje otpadom i sanacija okoliša (21)* u ostatku gospodarstva ispusti 10,56 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *tiskanje i umnožavanje snimljenih zapisa (7)* u ostatku gospodarstva ispusti 9,56 m³ otpadnih voda,
- za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektoru *proizvodnja proizvoda od gume i plastike (11)* u ostatku gospodarstva ispusti 9,14 m³ otpadnih voda.

Primjerice, ako se sagledaju multiplikativni učinci sektora *gradnja zgrada (22)*, a koji u postojećoj strukturi društvene proizvodnje bilježi najveću vrijednost indirektnog multiplikatora otpadnih voda, može se vidjeti da za svaki 1 m³ direktno ispuštenih otpadnih voda u sektoru *gradnja zgrada (22)*, sektor *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda*

(8) mora dodatno ispustiti 7,34 m³ otpadnih voda, sektor *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12) mora dodatno ispustiti 6,38 m³ otpadnih voda, sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) mora dodatno ispustiti 4,67 m³ otpadnih voda, dok ostali sektori gospodarstva, kako bi svojom proizvodnjom zadovoljili ukupne direktne i indirektne potrebe građevinskih djelatnosti za intermedijarnim dobrima, moraju u okoliš dodatno ispustiti 5,40 m³ otpadnih voda. S druge strane, promatrajući intenzitete međusektorskih transfera otpadnih voda iz perspektive ponude intermedijarnih dobara moguće je za sve sektore utvrditi ključne poluge njihovog izravnog utjecaja na onečišćenje voda, pa tako primjerice za svaki 1 m³ ispuštenih otpadnih voda u sektorima *popravak i instaliranje strojeva i opreme* (18), *gradnja zgrada* (22) i *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19), sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) mora u prijemnike otpadnih voda dodatno ispustiti 13,04, 7,34 i 3,11 m³ otpadnih voda (cf. prilog 10).¹²⁰

Na temelju analize apsolutnih i relativnih pokazatelja neposrednog i posrednog opterećenja okoliša otpadnim vodama može se zaključiti da postoje sličnosti između modaliteta tokova potrošnje vode i tokova otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu. Glavni izvori otpadnih voda nalaze se u području industrijskih djelatnosti, s tim da većinu gospodarskog vodenog otpada ispuštaju kemijski i naftno-prerađivački sektor. S obzirom da značajan dio outputa ovog dijela prerađivačke industrije upotrebljavaju drugi sektori u procesima međufazne potrošnje u nacionalnom gospodarstvu, agregatna količina direktnih emisija otpadnih voda kemijske i naftno-prerađivačke industrije u velikoj je mjeri uvjetovana s udjelom pojedinih sektora u strukturi njihove intermedijarne ponude kao i opsegom proizvodnje tih sektora. Ugostiteljstvo i prehrambena industrija također predstavljaju ključne direktne onečišćivače vodnih resursa, međutim ovi sektori u pravilu čine zadnje karike proizvodno-vrijednosnih lanaca, stoga njihove emisije otpadnih voda ne utječu toliko na intenzivnost indirektnih tokova otpadnih voda u ostalim dijelovima proizvodnog sustava nacionalnog gospodarstva. Uvažavajući da su pri zadanim proizvodnim uvjetima emisije vodenog otpada na razini nacionalnog gospodarstva kao cjeline u prvom redu određene opisanim međusektorskim odnosima u procesu društvene proizvodnje, prilikom procjene utjecaja budućeg gospodarskog rasta i promjena u gospodarskoj strukturi na kretanje agregatne količine otpadnih voda, a

¹²⁰ Pod *dodatnim ispustima otpadnih voda* misli se na emisiju onih količina vodenog otpada u određenom sektoru čiji je nastanak direktno ili indirektno povezan sa zadovoljavanjem potreba za proizvodnim inputima u nekom drugom sektoru.

samim time i planiranja optimalne kombinacije mjera i instrumenata za upravljanje otpadnim vodama gospodarskog porijekla, od suštinske je važnosti uzeti u obzir i nove spoznaje o naravi nastanka i distribucije direktnih i indirektnih tokova otpadnih voda u postojećoj strukturi hrvatskog gospodarstva.

4.4.3. Analiza sektorskih pokazatelja vodenog otiska i otiska otpadnih voda

Kako niti jedno gospodarstvo nije samodostatno niti su gospodarske proizvodnje isključivo namijenjene domaćim potrebama, vanjskotrgovinska razmjena neizostavan je dio procesa stvaranja i raspodjele outputa u svim sektorima određenog gospodarstva. To znači da rezidentne gospodarske jedinice kroz potrošnju uvezenih intermedijarnih dobara neizravno koriste i onečišćuju vodne resurse drugih zemalja, ali istovremeno i dijelom svoje proizvodnje za izvoz opterećuju nacionalne vodne resurse radi zadovoljavanja inozemne potražnje. Prema tome, za cjelovitu procjenu ukupnih utrošaka vode i ispusta vodenog otpada koji su povezani s proizvodnjom dobara i usluga u pojedinim sektorima potrebno je, osim direktnih i indirektnih pritisaka na vodne resurse unutar nacionalnog gospodarstva, uzeti u obzir i virtualne tokove vode i otpadnih voda koji su sadržani u robnoj razmjeni između nacionalnog gospodarstva i ostatka svijeta. Uključivanjem robne razmjene s inozemstvom u sektorske bilance ukupne direktne i indirektno potrošnje vode i ukupne direktne i indirektno emisije otpadnih voda moguće je utvrditi vodene otiske i otiske otpadnih voda rezidentnih sektora ali i cjelokupnog nacionalnog gospodarstva. Navedeni pokazatelji imaju veliku analitičku vrijednost jer, s jedne strane, daju dobru sliku o tome u kojoj mjeri promjene u razini i strukturi uvoza i izvoza mogu dodatno opteretiti ili relaksirati nacionalne vodne resurse, a s druge strane ukazuju i na proizvodne potencijale neiskorištenih vodnih resursa.

Slijedom iznesenog, u sljedećoj tablici prikazane su vrijednosti izračunatih pokazatelja domaćih i neto uvoznih vodenih otisaka i otisaka otpadnih voda za svaki od promatranih sektora nacionalnog gospodarstva.

Tablica 4.8. Vodeni otisak i otisak otpadnih voda sektorskih proizvodnji hrvatskog gospodarstva u 2010. godini

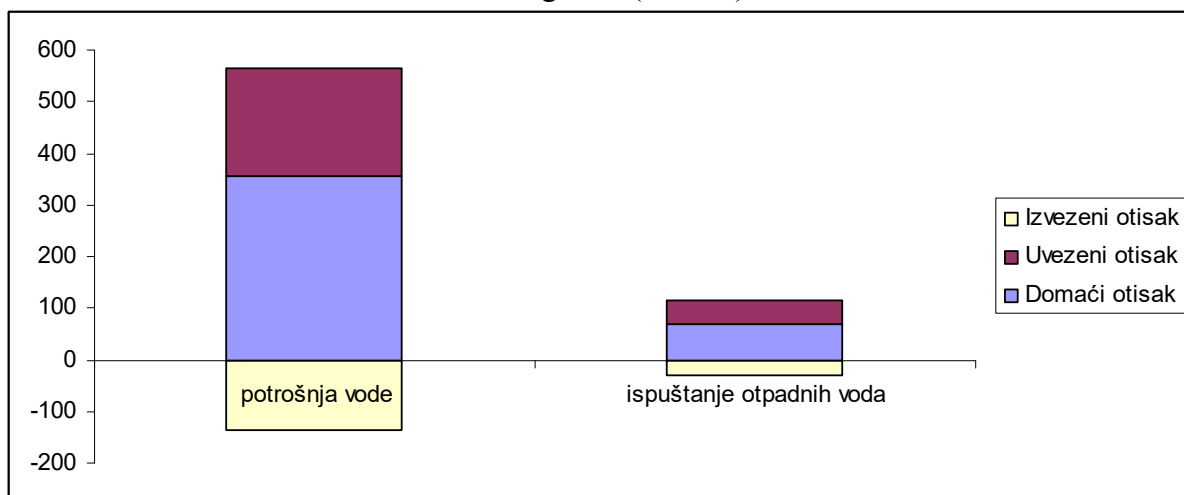
Oznaka sektora	Domaći vodeni otisak (u m ³)	Neto uvozni vodeni otisak (u m ³)	Ukupni vodeni otisak (u m ³)	Domaći otisak otpadne vode (u m ³)	Neto uvozni otisak otpadne vode (u m ³)	Ukupni otisak otpadne vode (u m ³)
1	10.699.024,94	1.209.404,10	11.908.429,04	2.191.987,12	247.779,42	2.439.766,54
2	1.669.542,34	1.855.370,41	3.524.912,76	1.479.607,43	1.644.294,84	3.123.902,27
3	26.897.222,06	3.211.867,46	30.109.089,52	7.398.057,15	883.421,31	8.281.478,45
4	3.016.694,13	1.188.719,03	4.205.413,16	1.075.912,86	423.960,15	1.499.873,01
5	157.540,73	-81.758,52	75.782,22	141.916,86	-73.650,24	68.266,62
6	3.359.820,83	1.806.558,15	5.166.378,98	777.364,59	417.984,88	1.195.349,47
7	101.637,23	971,15	102.608,39	91.769,54	876,87	92.646,41
8	87.684.841,04	-3.601.090,76	84.083.750,28	15.495.497,00	-636.377,86	14.859.119,14
9	53.437.949,52	41.106.394,74	94.544.344,27	16.528.705,67	12.714.475,50	29.243.181,17
10	449.149,33	205.748,52	654.897,85	39.692,27	18.182,43	57.874,69
11	75.304,61	62.402,95	137.707,57	66.859,24	55.404,49	122.263,73
12	7.226.877,77	990.959,20	8.217.836,97	2.367.976,86	324.700,17	2.692.677,04
13	1.210.203,65	912.281,48	2.122.485,13	620.601,04	467.824,43	1.088.425,46
14	1.245.632,06	632.158,53	1.877.790,59	153.798,84	78.052,94	231.851,79
15	129.357,07	96.296,29	225.653,36	108.317,07	80.633,64	188.950,70
16	657.405,30	153.997,40	811.402,70	436.704,95	102.298,28	539.003,22
17	222.035,93	82.344,93	304.380,86	195.953,40	72.671,88	268.625,28
18	42.816,71	-13.011,09	29.805,62	38.710,99	-11.763,45	26.947,55
19	111.214.126,12	20.710.671,98	131.924.798,10	972.827,67	181.163,27	1.153.990,94
20	1.528.292,81	-2.154,94	1.526.137,87	2.225.971,20	-3.138,68	2.222.832,52
21	97.244,29	-38.312,70	58.931,59	93.455,55	-36.819,99	56.635,56
22	1.891.008,36	-37.864,63	1.853.143,73	277.632,64	-5.559,18	272.073,46
23	15.129.551,16	1.174.389,84	16.303.940,99	8.868.437,92	688.388,13	9.556.826,04
24	29.284.914,81	-1.647.455,41	27.637.459,40	6.294.098,71	-354.081,51	5.940.017,19
Ukupno	357.428.192,80	69.978.888,13	427.407.080,93	67.941.856,54	17.280.721,71	85.222.578,26

Izvor: izračun doktoranda

Prema podacima u tablici 4.8. ukupni vodeni otisak proizvodnje hrvatskog gospodarstva iznosio je u 2010. godini 427,7 milijuna m³, od čega se 357,4 milijuna m³ odnosi na potrošnju domaćih vodenih resursa, a 69,98 milijuna m³ na neto uvezenu količinu virtualnih voda. S obzirom na strukturu i negativni saldo robne razmjene s inozemstvom (cf. prilog 1), Hrvatska je u promatranoj godini ostvarila suficit u međunarodnoj razmjeni virtualnih voda, pri čemu je vodeni otisak uvezenih proizvoda koji su se utrošili u domaćoj proizvodnji iznosio 207,3 milijuna m³ vode (i.e. količina indirektna potrošnje inozemnih vodnih resursa od strane rezidentnih gospodarskih sektora), dok su rezidentni sektori za potrebe izvezena proizvoda ukupno potrošili 137,4 milijuna m³ vode (i.e. količina indirektna potrošnje domaćih vodnih resursa od strane nerezidentnih gospodarskih jedinica).

Otisak nacionalne proizvodnje po osnovi opterećenja okoliša vodenim otpadom bio je u 2010. godini 85,2 milijuna m³ otpadnih voda, pri čemu su domaći proizvođači radi zadovoljavanja domaće potražnje u okoliš isпустили 67,9 milijuna m³ otpadnih voda, dok je neto uvezeni otisak vodenog otpada hrvatskog gospodarstva u promatranoj godini iznosio 17,3 milijuna m³ otpadnih voda. Pozitivna veličina neto uvezenog otiska otpadnih voda također je posljedica negativnog salda ostvarene robne razmjene s inozemstvom, s tim da je za potrebe proizvodnje izvezenih dobara i usluga u prijemnike vodenog otpada na području Republike Hrvatske ukupno ispušteno 28,5 milijuna m³ otpadnih voda (i.e. količina indirektnog onečišćenja nacionalnog okoliša od strane nerezidentnih gospodarskih jedinica), dok su inozemni proizvođači u procesu stvaranja dobara i usluga koja su utrošena u domaćoj proizvodnji opteretili okoliš s 45,8 milijuna m³ otpadnih voda (i.e. količina indirektnog onečišćenja okoliša u inozemstvu od strane rezidentnih sektora).

Grafikon 4.11. Struktura vodenog otiska i otiska otpadnih voda hrvatskog gospodarstva u 2010. godini (mil. m³)



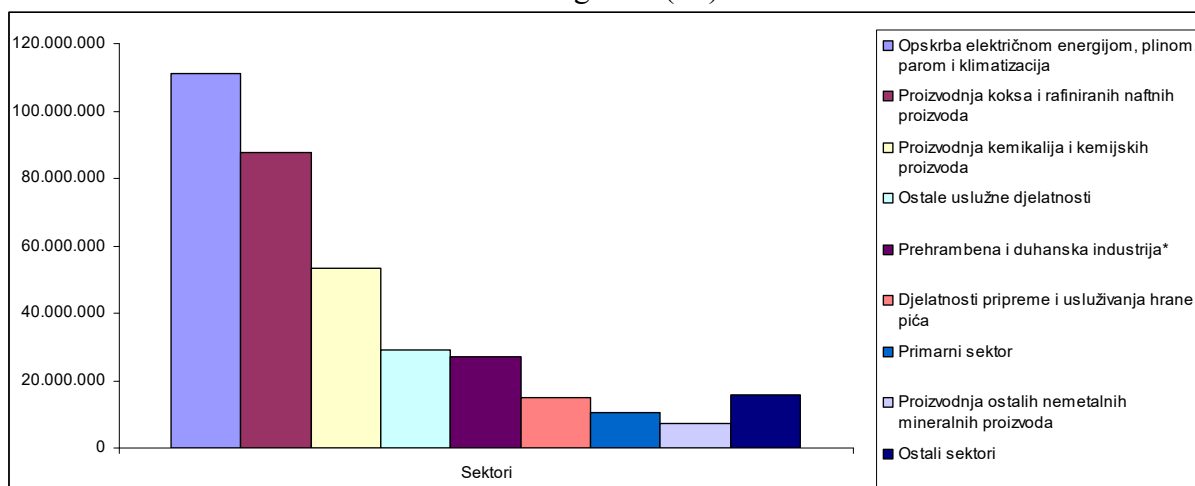
Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka u tablici 4.8.

Daleko najveće domaće vodene otiske imaju sektori *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) (111,2 milijuna m³), *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) (87,7 milijuna m³) i *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) (53,4 milijuna m³), a slijede ih *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda* (3) (26,9 milijuna m³), *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* (23) (15,1 milijuna m³), *primarni sektor* (1) (10,7 milijuna m³) i *sektor proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12) (7,2 milijuna m³). Svi ostali sektori zajedno odgovorni su za svega 13,3 % ukupnog domaćeg vodenog otiska nacionalne

proizvodnje (47,6 milijuna m³). Kombinirajući rezultate o ukupnoj direktnoj i indirektnoj potrošnji vode koja je bila uključena u godišnju proizvodnju dobara i usluga za domaće potrebe i rezultate o direktnoj i indirektnoj vodnoj intenzivnosti promatranih sektora (cf. tablica 4.6.), može se zaključiti da direktna potrošnja vode najviše doprinosi vodenom otisku energetske industrije, naftno-prerađivačke industrije, kemijske industrije i industrije nemetalnih proizvoda, dok se glavnina domaćeg vodenog otiska prehrambene i duhanske industrije, sektora ugostiteljstva i poljoprivrednog sektora odnosi na intermedijarnu potrošnju dobara i usluga koje podupiru vodno intenzivni proizvodni lanci.

Na sljedećem grafikonu prikazani su sektori čije proizvodnje imaju najveći domaći vodeni otisak.

Grafikon 4.12. Domaći vodeni otisak ključnih potrošača vode u nacionalnom gospodarstvu u 2010. godini (m³)



Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka u tablici 4.8.

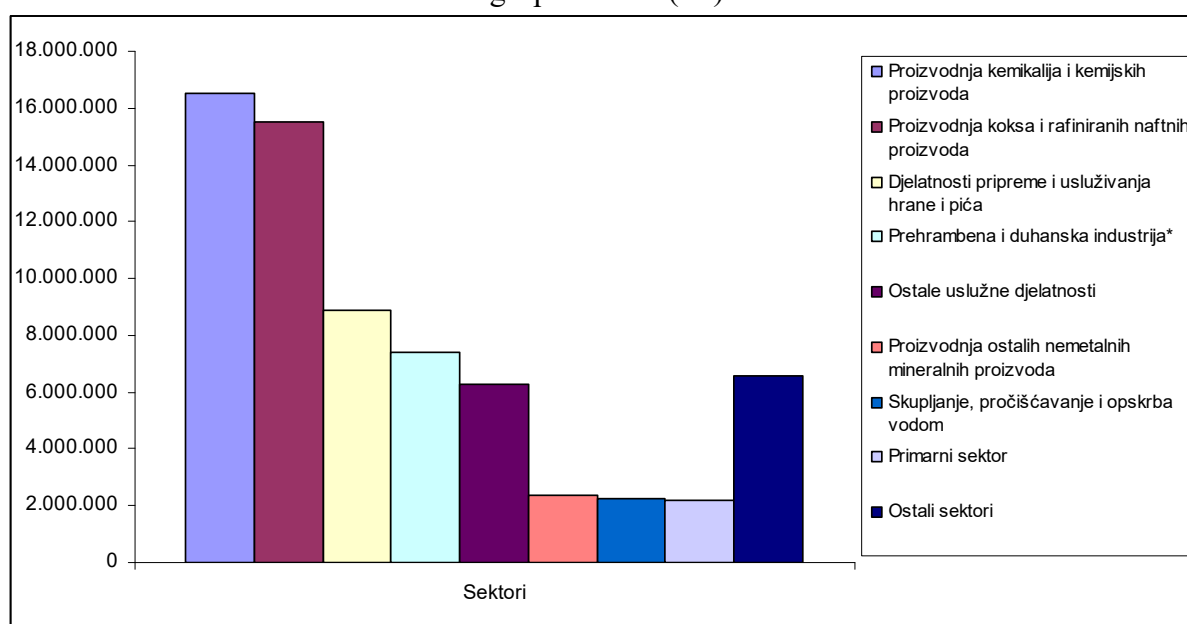
* Sektor 3

U ukupnom domaćem otisku otpadnih voda nacionalne proizvodnje najviše participiraju sektori *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) (16,5 milijuna m³), *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) (15,5 milijuna m³), *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* (23) (8,9 milijuna m³) i *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda* (3) (7,4 milijuna m³), a relativno značajan otisak otpadnih voda bilježe i sektori *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda* (12) (2,4 milijuna m³), *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom* (20) (2,2 milijuna m³) i *primarni sektor* (1) (2,2 milijuna m³). Prema strukturi ukupnih emisija vodenog otpada po jedinici outputa (cf. tablica 4.7.) gotovo 74% kumulativnog opterećenja nacionalnog okoliša

otpadnim vodama koje je generirala godišnja proizvodnja primarnog sektora za domaće potrebe nastalo je indirektnim putem, odnosno kroz kupovinu proizvodnih inputa od drugih rezidentnih sektora, dok je veći dio domaćeg otiska proizvodnje u ostalim istaknutim sektorima produkt direktnog ispuštanja otpadnih voda u okoliš.

Na sljedećem grafikonu prikazani su sektori čije proizvodnje imaju najveći domaći otisak otpadnih voda.

Grafikon 4.13. Domaći otisak otpadnih voda ključnih onečišćivača vode u nacionalnom gospodarstvu (m³)



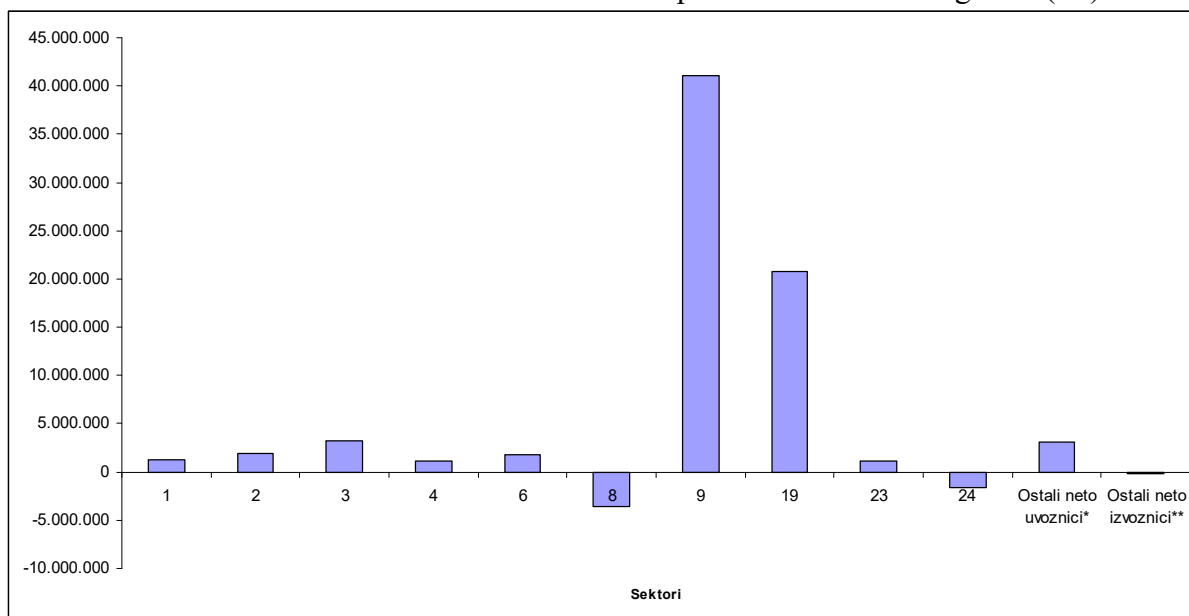
Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka u tablici 4.8.

* Sektor 3

U pogledu međunarodnih tokova potrošnje vode i emisije vodenog otpada Hrvatska je, ukupno gledajući, neto uvoznik virtualnih voda i virtualnih otpadnih voda. No, s obzirom na razlike u razini vodne intenzivnosti između promatranih sektora u hrvatskom gospodarstvu, kao i ostvarenom saldu njihove robne razmjene s inozemstvom, postoje varijacije u procijenjenim veličinama neto uvezenih otisaka potrošnje i onečišćenja vodnih resursa po sektorima, a samim time postoje razlike u jačini utjecaja ekonomskih odnosa pojedinih sektora s inozemstvom na kretanja u trgovinskoj bilanci virtualnih tokova vode i otpadnih voda. Uvažavajući pretpostavku jednake intenzivnosti potrošnje i onečišćenja vode u proizvodnji domaćih i inozemnih proizvoda, na grafikonima 4.14. i 4.15. prikazana je distribucija neto uvezenog vodenog otiska i otiska otpadnih voda po ključnim sektorima

hrvatskog gospodarstva. Sektori koji se nalaze iznad horizontalne linije su neto uvoznici virtualnih voda/otpadnih voda, a sektori koji se nalaze ispod horizontalne linije su neto izvoznici virtualnih voda/otpadnih voda.

Grafikon 4.14. Neto uvezeni vodeni otisak po sektorima u 2010. godini (m³)

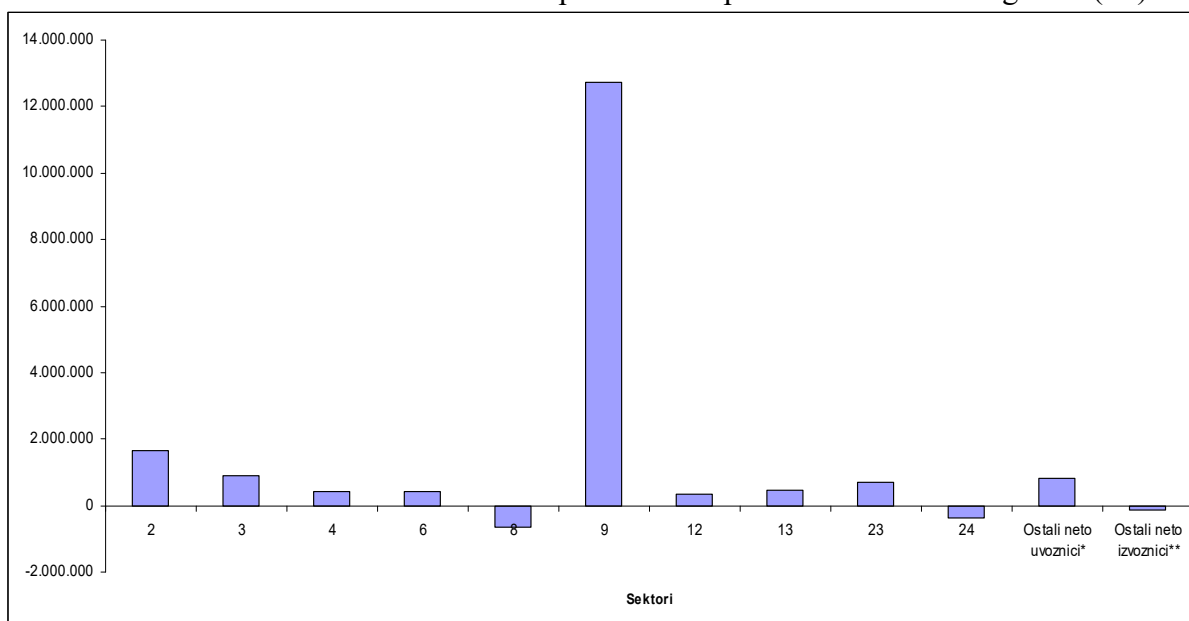


Izvor: priredio doktorand osnovu podataka u tablici 4.8.

* Sektori 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17

** Sektori 5, 18, 20, 21, 22

Grafikon 4.15. Neto uvezeni otisak otpadnih voda po sektorima u 2010. godini (m³)



Izvor: priredio doktorand osnovu podataka u tablici 4.8.

* Sektori 1, 7, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19

** Sektori 5, 18, 20, 21, 22

Prema podacima za 2010. godinu, najznačajniji neto uvoznik virtualnih voda je sektor *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) (41,1 milijuna m³), a koji je ujedno i najznačajniji neto uvoznik virtualnih otpadnih voda (12,7 milijuna m³). Od ostalih neto uvoznika virtualnih voda ističe se još i sektor *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19), čiji godišnji neto uvoz ima vodeni otisak od 20,7 milijuna m³ vode, dok pored kemijske industrije jedino još neto uvoz sektora *rudarstvo i vađenje* (2) ima otisak otpadnih voda veći 1 milijun m³ nepročišćenog vodenog otpada (1,6 milijuna m³). S druge strane, izračunati pokazatelji otiska sektorskih proizvodnji ukazuju da su *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) i *ostale uslužne djelatnosti* (24) ključni izvoznici virtualnih voda i virtualnih otpadnih voda, budući da zajedno ostvaruju čak 96,8% ukupnog neto izvoza virtualnih voda i 88,3% ukupnog neto izvoza virtualnih otpadnih voda.¹²¹

Temeljem dobivenih rezultata kompozitnih pokazatelja gospodarske potrošnje vode i emisije vodenog otpada, a uvažavajući obilježja strukturnih odnosa u nacionalnom gospodarstvu koja su predložena recentnom input-output tablicom Republike Hrvatske, može se zaključiti da je pozitivan saldo vanjskotrgovinskih tokova virtualnih voda i virtualnih otpadnih voda prvenstveno rezultat nedostatnosti i strukturne neprilagođenosti ukupne nacionalne industrijske, energetske i poljoprivredne proizvodnje potrebama domaćih proizvođača, zbog čega se značajan dio međufazne potrošnje rezidentnih sektora odnosi na korištenje uvezenih inputa, odnosno na indirektno opterećenje inozemnih vodnih resursa.¹²² S druge strane, relativno male količine izvezenih virtualnih voda i virtualnih otpadnih voda mogu se objasniti nerazvijenosti vodno intenzivnih izvoznih grana i dominantnim udjelom uslužnog sektora u strukturi ukupnog izvoza Republike Hrvatske.¹²³

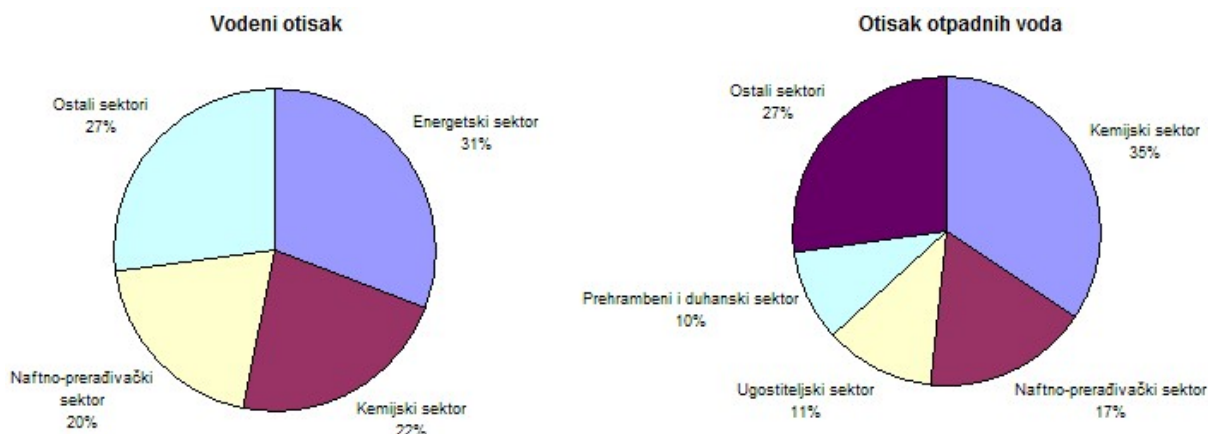
Naposljetku, agregiranjem neto uvezenih i domaćih otisaka vode i otpadnih voda može se utvrditi sektorska struktura ukupnog direktnog i indirektnog opterećenja hrvatskog gospodarstva na vodne resurse (cf. grafikon 4.16).

¹²¹ Gledajući apsolutne veličine procijenjenih pokazatelja, vodeni otisak ostvarenog neto izvoza naftno-prerađivačkog sektora u 2010. godini iznosio je 3,6 milijuna m³, a otisak otpadnih voda 0,64 milijuna m³. Vodeni otisak neto izvoza sektora ostale uslužne djelatnosti te je godine iznosio 1,6 milijuna m³, a otisak otpadnih voda 0,35 milijuna m³.

¹²² U 2010. godini udio uvoza u ukupno ostvarenoj vrijednosti hrvatske proizvodnje iznosio je čak 17 % (cf. prilog 1).

¹²³ U 2010. godini sektor *ostale uslužne djelatnosti* (24) participirao je u ukupno ostvarenom izvozu hrvatskog gospodarstva s udjelom od 44,2% (cf. prilog 1).

Grafikon. 4.16. Struktura ukupnog vodenog otiska i ukupnog otiska otpadnih voda hrvatskog gospodarstva prema ključnim sektorima



Izvor: priredio doktorand osnovu podataka u tablici 4.8.

Prema strukturi procijenjenog ukupnog vodenog otiska vidljivo je da najveće vodene otiske imaju sektori *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija* (19) (131,9 milijuna m³), *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) (94,5 milijuna m³) i *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) (84,1 milijuna m³), a na koje zajedno otpada čak 72,7% vodenog otiska hrvatskog gospodarstva. U pogledu opterećenja vodnih resursa otpadnim vodama, najveće otiske ostvarili su sektori *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda* (9) (29,2 milijuna m³), *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda* (8) (14,9 milijuna m³), *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića* (23) (9,6 milijuna m³) i *proizvodnja prehrambenih proizvoda; proizvodnja pića; proizvodnja duhanskih proizvoda* (3) (8,3 milijuna m³). Navedeni sektori dominiraju u strukturi ukupnog otiska otpadnih voda sa zajedničkim udjelom od 72,7%, što ukazuje da glavnina vodenog otiska hrvatskog gospodarstva nastaje uslijed korištenja njihovih proizvoda.

4.4.4. Analiza "Pull" i "Push" efekata potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu

Za cjelovitu analizu i razumijevanje uloge svakog pojedinog sektora u cjelokupnom procesu gospodarske potrošnje vode i emisije vodenog otpada nužno je izmjeriti i relativizirati disperziju snage njihovih intermedijarnih veza *prema unaprijed* i *prema unatrag* s ostatkom proizvodnog sustava nacionalnog gospodarstva, a sve kako bi se identificirali oni sektori koji kroz uporabu i isporuku intermedijarnih dobara najviše utječu na korištenje i onečišćenje

vodnih resursa, odnosno kako bi se utvrdilo koji sektori u procesu društvene proizvodnje izazivaju najveći *pull* i *push* efekt potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda (cf. tematska jedinica 4.2.2.1.). S tim u vezi, u sljedećoj tablici prikazani su rezultati *pull* i *push* indeksa potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda za promatrane sektore hrvatskog gospodarstva.

Tablica 4.9. "Pull" i "Push" indeksi sektorske potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u hrvatskom gospodarstvu

Oznaka sektora	Potrošnja vode		Ispuštanje otpadnih voda	
	"Pull" indeks	"Push" indeks	"Pull" indeks	"Push" indeks
1	0,84	0,50	0,95	0,62
2	0,13	2,96	0,36	2,37
3	0,85	0,47	1,00	0,69
4	0,52	0,17	0,70	0,31
5	0,41	0,23	0,67	0,56
6	0,71	0,80	0,72	1,07
7	0,66	0,04	0,77	0,11
8	3,95	5,02	3,68	4,00
9	3,60	3,85	5,49	6,09
10	0,26	0,16	0,25	0,15
11	0,29	0,37	0,37	0,57
12	1,17	0,91	1,61	1,50
13	0,20	0,29	0,28	0,47
14	0,18	0,11	0,16	0,08
15	0,08	0,09	0,10	0,15
16	0,16	0,08	0,24	0,18
17	0,23	0,10	0,34	0,21
18	0,61	0,43	0,46	0,39
19	6,27	6,15	1,06	0,73
20	0,69	0,42	2,32	2,42
21	0,67	0,27	0,77	0,25
22	0,44	0,04	0,38	0,04
23	0,70	0,29	1,06	0,82
24	0,38	0,22	0,27	0,23

Izvor: izračun doktoranda

Dobiveni rezultati indeksa međusektorske ovisnosti pokazuju da sektori *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)*, *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)* i *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19)* bilježe najveće vrijednosti *pull* indeksa i *push* indeksa potrošnje vode. S obzirom da su vrijednosti oba indeksa za spomenute industrijske sektore veće od 1, ovi sektori imaju dominantnu ulogu u cjelokupnom procesu gospodarske potrošnje vode u Republici Hrvatskoj. To znači da će jedinična promjena finalne potražnje za proizvodima energetskog, kemijskog i naftno-prerađivačkog sektora uzrokovati iznadprosječnu promjenu potrošnje vode u hrvatskom gospodarstvu, odnosno da će jedinična

promjena ukupne finalne potražnje u hrvatskom gospodarstvu generirati iznadprosječnu promjenu potrošnje vode u ovim sektorima. Od ostalih promatranih sektora jedino još sektor *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (12)* ima vrijednost *pull indeksa* potrošnje vode veću od 1, što ukazuje da ovaj sektor također ima značajnu snagu *veze unatrag*, odnosno da u relativno većoj mjeri potiče ukupnu potrošnju vode prilikom kupovine intermedijarnih proizvoda nego što to u prosjeku čine ostali sektori u nacionalnom gospodarstvu.¹²⁴ S druge strane, promatrajući relativnu disperziju veza unaprijed vidljivo je da osim energetskog, kemijskog i naftno-prerađivačkog sektora i sektor *rudarstvo i vađenje (2)* ima vrijednost *push indeksa* potrošnje vode veću od 1. Navedeno indicira iznadprosječnu osjetljivost sektora *rudarstvo i vađenje (2)* na jediničnu promjenu finalne potražnje u svim sektorima, što znači da ovaj sektor relativno više troši vode prilikom isporuke intermedijarnih proizvoda nego što to u prosjeku čine ostali sektori u nacionalnom gospodarstvu.¹²⁵

Iz rezultata *pull* i *push indeksa* ispuštanja otpadnih voda razvidno je da su za sektore *proizvodnja koksa i rafiniranih naftnih proizvoda (8)*, *proizvodnja kemikalija i kemijskih proizvoda (9)*, *proizvodnja ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda (12)* i *skupljanje, pročišćavanje i opskrba vodom (20)* vrijednosti oba indeksa veće od 1 iz čega proizlazi da ovi sektori imaju ključnu poziciju u cjelokupnom procesu nastanka i emisije vodenog otpada u hrvatskom gospodarstvu. Dakle, jedna dodatna jedinica finalne potražnje za njihovim proizvodima inducirat će iznadprosječno povećanje ispuštanja otpadnih voda u nacionalnom gospodarstvu, dok će jedinično povećanje finalne potražnje u svim sektorima rezultirati s iznadprosječnim povećanjem količine ispuštenih otpadnih voda u spomenutim dijelovima hrvatske industrije. Rezultati *pull indeksa* ispuštanja otpadnih voda pokazuju da sektori *opskrba električnom energijom, plinom, parom i klimatizacija (19)* i *djelatnosti pružanja smještaja pripreme i usluživanja hrane i pića (23)* također imaju relativno izraženiju snagu vezivanja tokova otpadnih voda *prema unatrag* u odnosu na druge sektore, što znači da efekti njihove intermedijarne potrošnje stvaraju iznadprosječno opterećenje okoliša otpadnim

¹²⁴ Važno je naglasiti da distribucija rezultata *pull indeksa* potrošnje vode u potpunosti odgovara vrijednostima pokazatelja direktne i indirektne potrošnje vode budući da je za sektore čije proizvodnje pokazuju iznadprosječan *pull efekt* potrošnje vode prethodno utvrđeno da imaju najveću intenzivnost ukupne potrošnje vode (cf. tablica 4.6.).

¹²⁵ Iako sektor *rudarstvo i vađenje (2)* bilježi relativno male vrijednosti pokazatelja direktne i indirektne potrošnje vode (cf. tablica 4.6.), razlog iznadprosječnog *push efekta* potrošnje vode u ovom sektoru je u tome što čak 98% ukupne vrijednosti njegovog outputa (cf. prilog 1) otpada na intermedijarnu potrošnju stoga je gotovo sva direktna potrošnja vode ovog sektora u funkciji proizvodnje inputa za druge sektore u nacionalnom gospodarstvu.

vodama.¹²⁶ Nasuprot tome, distribucija vrijednosti *push indeksa* upućuje na relativno značajan *push efekt* ispuštanja otpadnih voda u sektorima *rudarstvo i vađenje (2)* i *proizvodnja papira i proizvoda od papira (6)* što znači da će u situaciji dodatne jedinice finalne potražnje u svim sektorima nacionalnog gospodarstva doći do iznadprosječnog povećanja emisije vodenog otpada u industriji rudarstva i vađenja i industriji papira.¹²⁷

4.5. INTERPRETACIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Na osnovu prezentiranih rezultata istraživanja o obilježjima direktne i indirektne gospodarske potrošnje vode i emisije vodenog otpada u Republici Hrvatskoj može se zaključiti da se hrvatsko gospodarstvo temelji na vodom i vodnim onečišćenjem intenzivnoj ekonomskoj strukturi u okviru koje su izravni pritisci na vodne resurse najvećim dijelom koncentrirani u djelatnostima energetskog, naftno-prerađivačkog i kemijskog sektora. S obzirom da su to bazične industrije koje svojim outputima direktno ili indirektno podupiru proizvodnje u svim ostalim sektorima, značajan dio njihove agregatne potrošnje vode i emisije otpadnih voda u okoliš uvjetovan je razinom finalne potražnje u ostatku hrvatskog gospodarstva. Navedeno potvrđuju i pokazatelji i multiplikatori indirektne potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda, a koji ukazuju na visok stupanj zastupljenosti ključnih industrijskih potrošača i onečišćivača vode u proizvodno-opskrbnim lancima koji su uspostavljeni u nacionalnom gospodarstvu. Konačni efekt toga je da sektori čije proizvodnje imaju relativno male potrebe za vodom i koji opterećuju okoliš s relativnom malim količinama otpadnih voda, kao što su primjerice građevinski sektor ili sektor gospodarenja otpadom i sanacije okoliša, također imaju značajan utjecaj na ukupnu gospodarsku potrošnju vode i emisiju otpadnih voda. Stoga, iako u strukturi agregatne gospodarske potrošnje vode i emisije otpadnih voda dominira nekolicina industrijskih sektora, zbog složenosti i snage njihovih intermedijarnih veza prema unaprijed i prema unazad, povećanje razine proizvodne aktivnosti u bilo kojem sektoru nacionalnog gospodarstva izazvat će dodatne pritiske na nacionalne vodne resurse. To se najbolje može vidjeti iz vrijednosti pull i push indeksa iz kojih je razvidno da industrijski sektori koji u

¹²⁶ S obzirom da sektori koji imaju najveću relativnu snagu vezivanja otpadnih voda *prema unatrag* ujedno bilježe i najveći intenzitet ukupnog opterećenja okoliša otpadnim vodama po jedinici ostvarenog outputa, može se konstatirati da dobivene vrijednosti *push indeksa* ispuštanja otpadnih voda u potpunosti potvrđuju rezultate analize pokazatelja direktne i indirektne emisije vodenog otpada (cf. tablica 4.7.).

¹²⁷ Iznadprosječna osjetljivost ispuštanja otpadnih voda u navedenim sektorima na promjene u ostalim dijelovima proizvodnog sustava nacionalnog gospodarstva je relativno visok stupanj integracije njihovog outputa u proizvodne lance drugih sektora (cf. prilog 1).

kumulativnom smislu najviše opterećuju vodne resurse ujedno pokazuju i relativno najveću osjetljivost na promjene u ostatku proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva.

S druge strane, iz rezultata pokazatelja vodenog otiska i otiska otpadnih voda indikativno je da proizvodni sektori koji u apsolutnom i relativnom smislu najviše opterećuju vodne resurse, istovremeno ostvaruju i najveće neto uvezene otiske vode i otpadnih voda. Navedeno upućuje na velik potencijal za razvoj vodno intenzivnih izvoznih gospodarskih grana te za supstituciju dijela uvoza kroz poticanje domaće proizvodnje u onim gospodarskim djelatnostima koje se primarno oslanjaju na vodne resurse, a što se posebno odnosi na djelatnosti u okviru elektroenergetskog sektora, poljoprivrednog sektora i prehrambene industrije. Međutim, uvažavajući utvrđena obilježja direktnih i indirektnih tokova potrošnje vode u procesu društvene proizvodnje u nacionalnom gospodarstvu, sasvim je razvidno kako će multiplikativni efekti porasta proizvodnje u spomenutim sektorima značajno utjecati na porast ukupne gospodarske potrošnje vode i na porast ukupnog opterećenja okoliša otpadnim vodama gospodarskog podrijetla. Upravo iz tog razloga, a kako bi se na optimalan način uskladili interesi očuvanja vodnih resursa i interesi općeg gospodarskog razvoja Republike Hrvatske, mišljenje je doktoranda da je potrebno proširiti upravljački kapacitet provedbe vodne politike u Republici Hrvatskoj i to posebno u onom dijelu koji se odnosi na planiranje i praćenje prilagođavanja vodnogospodarskog razvitka s potrebama ukupnog gospodarskog razvitka Republike Hrvatske. Naime, prema važećem zakonskom okviru nadležne institucije za provedbu vodne politike u Republici Hrvatskoj, a koja se temelji na načelima, ciljevima i smjernicama za integralno upravljanje vodnim resursima sadržanim u Okvirnoj direktivi o vodama Europske unije (2000/60/EC), su Ministarstvo poljoprivrede, kao središnje tijelo državne uprave nadležno za upravljanje vodama i Hrvatske vode, kao pravna osoba s javnim ovlastima za upravljanje vodama. S obzirom da svi dobiveni rezultati provedene hibridne input-output analize indiciraju kako u Republici Hrvatskoj ključnu ulogu u cjelokupnom procesu gospodarskog korištenja vodnih resursa imaju specifični industrijski sektori, oportuno je da uz Ministarstvo poljoprivrede jedan od nositelja nacionalne vodne politike bude i Ministarstvo gospodarstva u kojem su ustrojene Uprava za industriju i Uprava za energetiku i rudarstvo. Time će se osigurati preduvjeti za postizanje koherentnosti i komplementarnosti u planiranju strateških ciljeva i prioriteta cjelovite zaštite i gospodarenja vodnim resursima.

Kako bi se postigla uspješna realizacija ciljeva vodne politike nužno je razviti i implementirati niz specifičnih i praktičnih instrumenata kao što su elementi ekonomske cijene vode, regulatorni i ekonomski instrumenti za poticanje održivog korištenja voda, mehanizmi za sankcioniranje ilegalnog korištenja vode te aktivnosti za podizanje razine svijesti svih dionika o problematici vode (cf. Regionalni centar zaštite okoliša, 2010, p. 13). Budući da je provedeno istraživanje pokazalo da najveći direktni gospodarski potrošači i onečišćivači vode imaju značajnu poziciju u proizvodno-opskrbnim lancima u nacionalnom gospodarstvu, a samim time predstavljaju i temelj za budući rast i diversifikaciju nacionalnog gospodarstva, mišljenje je doktoranda da mjere i instrumenti gospodarske vodne politike ne bi trebale biti represivnog karaktera. Dodatno financijsko opterećenje i ograničavanje korištenja vode u gospodarskim subjektima koji svoje poslovanje ili proizvodnju temelje na upotrebi vodnih resursa moglo bi izazvati negativne multiplikativne učinke u hrvatskom gospodarstvu, a koje je ionako suočeno s problemom višegodišnjih nepovoljnih kretanja. Takve okolnosti u hrvatskom gospodarstvu nameću potrebu za razvojem ekološki učinkovitih i razvojno poticajnih instrumenata gospodarske vodne politike. Međutim, problem je što trenutno ne postoji sveobuhvatna dokumentacijsko-informacijska osnovica koja bi bila kvalitetna podloga za donošenje takvih instrumenata, a koja bi primjerice mogla ponuditi odgovore na pitanja vezana uz gospodarske i ekološke učinke postojećih regulatornih i ekonomskih instrumenata gospodarske vodne politike ili primjerice pitanja vezana uz kumulativne učinke dosadašnjih investicija u području održivog korištenja i zaštite vodnih resursa. S tim u vezi, doktorand smatra da je neophodno proširiti analitički kapacitet nacionalnog računovodstva i uspostaviti satelitske račune vode, a putem kojih bi se osim gospodarske potrošnje i onečišćenja vode pratili i svi relevantni ekonomski (monetarni) pokazatelji korištenja i zaštite vodnih resursa u nacionalnom gospodarstvu.

Naposljetku, iako se Hrvatska svrstava u skupinu zemalja koje su relativno bogate vodom, važno je uzeti u obzir da se vodna područja i podpodručja na prostoru Republike Hrvatske značajno razlikuju u pogledu prostornog i vremenskog rasporeda podzemnih i nadzemnih voda, ali i u pogledu razvijenosti i strukture regionalnih gospodarstva koja su zastupljena u tim područjima (cf. Strategija upravljanja vodama, 2009; Plan upravljanja vodnim područjima, 2013). U tom kontekstu, za donositelje odluka u području nacionalne vodne politike od ključne je važnosti razumijevanje kako procesi unutar i između regionalnih gospodarstava utječu na njihove potrebe za vodnim resursima. Navedeno svakako predstavlja

izazov za doktoranda i motiv za nastavak njegovog istraživanja, a koje će se temeljiti na konstrukciji i primjeni multiregionalnog hibridnog input-output modela potrošnje i onečišćenja vode u Republici Hrvatskoj.

5. PRIJEDLOG SMJERNICA ZA UNAPREĐENJE NACIONALNE POLITIKE GOSPODARENJA I ZAŠTITE VODNIH RESURSA

Ovaj perspektivni dio doktorske disertacije podijeljen je u dvije tematske jedinice: **1) jačanje kapaciteta za planiranje i provođenje integriranih vodnih politika i 2) uspostava nacionalnog sustava integriranih okolišno-ekonomskih računa vodnih resursa**

5.1. JAČANJE KAPACITETA ZA PLANIRANJE I PROVOĐENJE INTEGRIRANIH VODNIH POLITIKA

Ako u nekoj zemlji ne postoje odgovarajući kapaciteti za kvalitetno, integrirano i koordinirano planiranje, provedbu i praćenje uspješnosti nacionalnih vodnih politika, kreatori tih politika neće biti sposobni definirati i implementirati prikladne, provedive i održive ciljeve. Stoga, kako bi se u Hrvatskoj u dugoročnom razdoblju osigurao kontinuitet u donošenju i ostvarivanju učinkovitih politika integralnog upravljanja vodnim resursima, potrebno je neprestano razvijati i jačati kapacitete za njihovo planiranje i provedbu, a koji se sastoje u sljedećem:

- **Infrastrukturni kapaciteti** - uključuju sve fizičke komponente vodnoopskrbnih sustava, melioracijskih sustava, sustava za odvodnju i obradu otpadnih voda i sustava za praćenje promjena u količinskom i kvalitativnom stanju vodnih resursa. Bez razvoja adekvatne vodne infrastrukture koja je prilagođena razvojnim potrebama stanovništva i gospodarstva nije moguće provoditi kvalitetne mjere za povećanje efikasnosti alokacije, korištenja i zaštite vodnih resursa. Za Hrvatsku su posebno važni investicijski projekti izgradnje multifunkcionalnih tipova vodne infrastrukture koji mogu istovremeno zadovoljiti više različitih potreba za vodom (npr. vodoopskrba i proizvodnja energije). Razvoj vodne infrastrukture kroz takve projekte osigurat će optimalnije korištenje prostora, omogućiti povoljniji ekonomski tok cjeloživotnog vijeka infrastrukturnih objekata i ostvariti višestruke društvene koristi.
- **Institucionalni kapaciteti** – jačanje institucionalnih kapaciteta ne odnosi se samo na uspostavu potrebnih institucija i aktiviranje njihovih funkcija i ovlasti kao upravljačkih ili izvršnih tijela u okviru nacionalnog sustava integralnog upravljanja

vodnim resursima,¹²⁸ već ono podrazumijeva i jačanje međuinstitucionalne i međusektorske suradnje u hijerarhiji donošenja i provedbe odluka koje su izravno ili neizravno povezane s vodama. To se može postići kroz osnivanje stručnih vijeća za vodna područja, sastavljenih od relevantnih znanstvenika, stručnjaka i predstavnika javnog i privatnog sektora koji se bave vodnim gospodarstvom, upravljanjem vodama te drugim važnim djelatnostima po pitanju voda,¹²⁹ a koja bi imala koordinacijsku, savjetodavnu i kontrolnu ulogu u procesu integralnog upravljanja vodnim područjima kao jedinstvenim cjelinama. Zbog razlika u prirodnim, ekonomskim i demografskim značajkama vodnih područja u Hrvatskoj, a koja se uz to i ne poklapaju s teritorijalnim i administrativnim ustrojem Hrvatske, izuzetno je komplicirano na integriran i koordiniran način planirati i provoditi politike održivog korištenja, gospodarenja i zaštite vodnih resursa, stoga bi uspostava takvih ili sličnih javnih tijela značajno unaprijedila i ubrzala međuinstitucionalnu i međusektorsku suradnju u procesu stvaranja i implementacije vodnih politika.

- **Ljudski kapaciteti** – podrazumijevaju stjecanje i razvoj kompetencija ljudi koji rade ili će raditi u vodnom sektoru u širem smislu. Jačanje ljudskih kapaciteta za integralno upravljanje vodnim resursima zahtijeva provedbu obrazovanja o ekološkim, društvenim i ekonomskim aspektima korištenja i zaštite voda na svim razinama formalnog i neformalnog obrazovanja. U tome svakako važnu ulogu ima osmišljavanje i pokretanje novih interdisciplinarnih studija te programa cjeloživotnog učenja koji će moći zadovoljiti potrebe za deficitarnim znanjima i osposobiti stručnjake za najrazličitije poslove upravljanja vodnim resursima (npr. upravljanje vodnogospodarskim djelatnostima, planiranje integriranih politika razvoja i zaštite vodnih resursa, vođenje i unapređenje informacijskog sustava upravljanja i zaštite vodnih resursa, rješavanje prekograničnih pitanja vode i slično).
- **Financijski kapaciteti** – imaju ključnu ulogu u upravljanju vodnim resursima budući da o njima direktno ovisi uspješnost korištenja i razvoja svih drugih segmenata planiranja i provedbe integralne nacionalne politike upravljanja i zaštite vodnih resursa. Zbog toga je prilikom izrade strateških i planskih dokumenata u području

¹²⁸ Navedeno također uključuje i njihovu administrativnu infrastrukturu kao što su primjerice uredi, komunikacijske mreže, razrađeni upravni postupci i poslovni procesi i slično.

¹²⁹ Primjerice gospodarenje otpadom, urbanizam, prostorno planiranje, zaštita okoliša, poljoprivredna proizvodnja, energetika, industrijske djelatnosti, turizam itd.

upravljanja vodnim resursima potrebno na rigorozan, objektivan i integriran način pristupiti planiranju potrebnih financijskih sredstava. To znači da takav financijski plan mora uzeti u obzir dosadašnje trendove i strukturna obilježja korištenja vode, kao i organizacijske i funkcionalne aspekte provedbe vodnih politika na razini i između pojedinih nositelja vodne politike. Također, on mora biti usklađen i s financijskim planovima drugih nacionalnih politika. Financijske kapacitete provedbe vodnih politika u Hrvatskoj moguće je povećati kroz veću iskorištenost EU fondova, ali i kroz primjenu javno-privatnog partnerstva u pružanju određenih vodnih usluga koje po svojoj prirodi ili načinu isporuke nemaju obilježja javnog dobra. To se primarno odnosi na već spomenute projekte izgradnje multifunkcionalne vodne infrastrukture kod kojih bi uključivanje privatnih partnera u njihovu izgradnju i upravljanje značajno smanjilo investicijske troškove, troškove održavanja i financijske rizike za javnog partnera.

Prilikom razrade konkretnih mjera i aktivnosti za jačanje sveukupnog upravljačkog i provedbenog kapaciteta vodnih politika u Republici Hrvatskoj moraju se uzeti u obzir svi prethodno navedeni segmenti, iz razloga što bi eventualne slabosti ili deficitarnosti u bilo kojem od njih mogle značajno ograničiti mogućnosti upravljanja hrvatskim vodama. Isto tako, kao što je već više puta naglašeno u disertaciji, u Hrvatskoj je potrebno povećati informacijski kapacitet za integralno upravljanje vodama i to kroz nadogradnju sustava nacionalnih računa sa sustavom satelitskih računa za vodne resurse koji bi omogućio redovito prikupljanje i povezivanje različitih tematskih podataka o stanju, korištenju i zaštiti voda te ovisno o specifičnim potrebama i kontekstu određene vodne problematike osigurao pouzdane pokazatelje za odlučivanje o vodnim politikama i praćenje njihove realizacije.

U sljedećoj tematskoj jedinici predloženi koraci za uspostavu takvog sustava u Republici Hrvatskoj.

5.2. USPOSTAVA NACIONALNOG SUSTAVA INTEGRIRANIH OKOLIŠNO-EKONOMSKIH RAČUNA VODNIH RESURSA

Uspostava sustava integriranih okolišno-ekonomskih računa vodnih resursa, kao satelitske komponente središnjeg okvira sustava nacionalnih računa, može se inicirati putem pilot

projekta. Svrha pilot projekta bila bi testirati institucionalne i administrativne mogućnosti primjene SEEA-Water sustava, odnosno oblikovati adekvatan računovodstveni okvir za eksperimentalnu kompilaciju nacionalnih računa i raspoložive vodne statistike prema SEEA-Water smjericama. Uvažavajući fleksibilnost SEEA-Water sustava koja dopušta da se računi pojedinih računovodstvenih modula prilagode specifičnim obilježjima i razvojnim interesima pojedine zemlje, prije same kompilacije SEEA-Water računa važno je precizirati njihovu aplikativnu svrhu i ciljeve. Drugim riječima, radi usklađivanja nacionalnog računovodstva vodnih resursa s nacionalnim strateškim potrebama i prioritetima nužno je prethodno prepoznati najznačajnije aspekte utjecaja budućeg gospodarskog rasta i razvoja Republike Hrvatske na vodni okoliš te sukladno tome oblikovati strukturne elemente satelitskih računa pomoću kojih će se pratiti ekonomski tokovi i s njima povezani tokovi potrošnje i onečišćenja vode u nacionalnom gospodarstvu.

Primjerice, jedan od osnovnih ciljeva vodne politike u Republici Hrvatskoj odnosi se na postizanje održivog upravljanja vodnim resursima. Da bi se postiglo održivo upravljanje vodnim resursima, potrebno je provoditi niz politika i praktičnih pristupa, uključujući politiku ekonomske cijene vode i vodnih usluga, politiku povećanja ekološke efikasnosti vodoopskrbe, odvodnje i korištenja vode, politiku regulacije vodnih djelatnosti i korisnika vode i politiku informiranja i komuniciranja javnosti o ključnim pitanjima vode. Budući da se formiranje svake nacionalne politike mora temeljiti na kvalitetnim informacijama, izbor instrumenata za učinkovito upravljanje vodnim resursima svakako nameće potrebu za dizajniranjem računovodstvenog okvira koji je sposoban dati odgovore na pitanja kao što su:

- Kako vodne naknade djeluju na profitabilnost pojedinih gospodarskih sektora?
- Koji su mogući gospodarski efekti investicija u vodoopskrbne djelatnosti i djelatnosti zaštite voda?
- Koji su očekivani efekti alternativnih scenarija gospodarskog razvoja na agregatnu potražnju za vodom i da li su oni održivi u odnosu na raspoložive količine obnovljivih vodnih resursa?
- Koliki će biti društveni troškovi i koristi od povećanog korištenja alternativnih izvora vode?
- Kako će promjene u poljoprivrednoj, energetskejoj, industrijskoj i drugim sektorskim politikama utjecati na ukupne potrebe za vodom?

- Kako trgovinski odnosi s drugim zemljama utječu na ukupnu potrošnju i onečišćenje nacionalnih vodnih resursa?
- Koji će biti socijalni i ekonomski učinci cjenovne reforme u sektoru javne vodoopskrbe i odvodnje?
- Kako postići dematerijalizaciju rasta nacionalnog gospodarstva u pogledu potrošnje i onečišćenja vode?

Zbog interdisciplinarnosti prirode mjerenja i vrednovanja interakcije gospodarstva i vodnog okoliša, u proces razvijanja programa za implementaciju nacionalnog sustava računovodstva vodnih resursa moraju se uključiti svi dionici. Ključni dionici u ovom procesu bili bi predstavnici statističkih institucija; resornih ministarstva koja provode mjere politike zaštite okoliša, politike upravljanja prirodnim resursima i gospodarskih politika; predstavnici znanstvenih i obrazovnih institucija koje se bave proučavanjem međudnosa gospodarstva i okoliša; predstavnici gospodarstvenika; predstavnici raznih udruga za zaštitu prirode i okoliša i sl. U svrhu toga, primjereno je da se na početku pilot projekta organizira nacionalni okrugli stol za ključne dionike ovog procesa. Stručna rasprava između visokih predstavnika javnih ustanova koje obavljaju poslove prikupljanja, obrade i objedinjavanja podataka o ekonomskim, hidrološkim i s njima povezanim tokovima, kao i predstavnika institucija koje koriste takve podatke, važna je kako bi se:

- Rezimirali osnovni ciljevi gospodarske politike i politike upravljanja i zaštite voda;
- Procijenili dostupnost podataka o stanju vodnog okoliša;
- Utvrdio status statističko-dokumentacijske osnovice nacionalnih računa;
- Predstavio SEEA-Water računovodstveni okvir (važnost računovodstvenih informacija, koncepti, metode, potrebni institucionalni i ljudski resursi, itd.)
- Definirao opseg nacionalnog projekta za implementaciju integriranog okolišno-ekonomskog računovodstva vodnih resursa;
- Postigao sporazum o mehanizmima nadzora, koordinacije i provedbe SEEA-Water sustava.

Analiza rezultata okruglog stola determinirat će zadatke i odgovornosti tijela koja će sudjelovati u implementaciji SEEA-Water sustava. Budući da SEEA-Water sustav predstavlja ekološku nadogradnju klasičnog SNA sustava, oportuno je da nacionalni koordinator programa za implementaciju integriranog okolišno-ekonomskog računovodstva bude *Državni zavod za statistiku*, odnosno institucija koja je već nadležna za nacionalno računovodstvo. Naime, praksa je pokazala da nacionalni računovođe lakše razumiju računovodstvena pravila za povezivanje gospodarskih kretanja s promjenama u stanju okoliša, za razliku od ekoloških statističara koji nisu upoznati sa SNA metodologijom (UN, 2000, p. 166).

Nakon formiranja institucionalne infrastrukture, sljedeći zadatak je osmisлити pilot kompilaciju nacionalnih računa okoliša. Iako je prikladno da se pilot kompilacija prilagodi raspoloživoj statistici, početna dostupnost podataka ne smije biti ograničavajući faktor u izgradnji računovodstvenog okvira. Za analizu gospodarskog utjecaja na vodne resurse i obrnuto, neophodne su dugoročne serije podataka, stoga nacionalni računovodstveni okvir treba dizajnirati za potrebe dugoročnog praćenja gospodarskih i ekoloških kretanja. Realno je za očekivati da će inicijalni računovodstveni sustav imati podatkovne praznine koje zahtijevaju određene procjene ili aproksimacije, no to će biti dobro iskustvo u modificiranju informacijske osnovice u kasnijim fazama razvoja SEEA-Water okvira. Razvoj računovodstva vodnih resursa ne zahtijeva nužno veliku i diverzificiranu bazu podataka u prvoj fazi implementacije. Naprotiv, SEEA-Water koncept pruža organizacijske smjernice za povezivanje postojećih statistika radi provjere dosljednosti podataka i boljeg razumijevanja korelacije između gospodarskih procesa i promjena stanja u vodnom okolišu. Na taj način mogu se identificirati praznine ili preklapanja podataka te unaprijediti kvaliteta podataka koji se unose u SEEA-Water matrice. Na primjer, podatci o potrošnji vode preuzeti iz statističkih upitnika nacionalnih računa mogu se značajno razlikovati od podataka koje su prikupile Hrvatske vode.

Nakon kompilacije nacionalnih računa i usvajanja plana za učinkovitu harmonizaciju i koordinaciju prikupljanja podataka od strane relevantnih državnih institucija, potrebno je organizirati edukativne seminare s ciljem upoznavanja administrativnog osoblja s konceptima i metodama računovodstva vodnih resursa. Primjena i iskoristivost nacionalnog sustava računovodstva vodnih resursa na duži rok ovisit će o razini znanja i sposobnosti ljudi koji sudjeluju u procesu prikupljanja, obrade, agregiranja i diseminacije podataka na bilo kojoj od

njegovih razina. Edukativni seminari osobito su važni za osoblje onih institucija koje u okviru svojih djelatnosti nikada prije nisu primjenjivale računovodstvena načela; bilo da su ona konvencionalne ili ekološke naravi. Primjerice, djelatnici u mjernim postajama za kakvoću vode specijalizirani su za specifičnu okolišnu statistiku, ali nisu upoznati sa računovodstvenim pravilima bilanciranja podataka. S druge strane, ekonomski statističari i nacionalni računovođe nemaju iskustva u prikupljanju i sintezi ekoloških podataka. U tom pogledu, sve institucije koje sudjeluju u izgradnji sustava okolišno-ekonomskih računa moraju se obvezati na permanentnu suradnju te pružanje znanja i podataka iz svoje domene djelovanja. Suradnja je nužna radi konzistentnosti upotrebe računovodstvenih koncepata i metoda, edukacije osoblja i monitoringa napretka na svim razinama provedbe programa.

Naposlijetku, kako bi se otklonili metodološki nedostaci pilot kompilacije nacionalnih SEEA-Water računa i predložile preporuke za njihovo poboljšanje, na kraju pilot faze potrebno je ocijeniti efikasnost koordinacijskih mehanizama za prikupljanje podataka, utvrditi pouzdanost dobivenih računovodstvenih informacija i rezimirati iskustva u primjeni odabranih računovodstvenih koncepata i metoda. U nadolazećim godinama, rad na razvoju integriranog računovodstvenog sustava vodnih resursa determinirat će iskustva u provedbi pilot projekta i konačni rezultati pilot projekta, pri čemu će veliku ulogu u optimizaciji sustava imati diseminacija prikupljenih statističkih podataka i formiranih makroekonomskih agregata. Objava inicijalnih rezultata istraživanja ne samo da će povećati svijest o važnosti integriranih okolišno-ekonomskih računa u području upravljanja vodnim resursima i u određivanju budućih nacionalnih razvojnih pravaca, nego će pomoći i u identificiranju kvalitetnijih izvora podataka i oblika statističkih istraživanja.¹³⁰

¹³⁰ Često čelni ljudi organizacija koje su odgovorne za prikupljanje podataka o određenim društvenim, ekološkim ili ekonomskim fenomenima nisu svjesni mogućnosti korištenja statistika kojima raspolažu. Publiciranjem podataka prikupljenih pilot kompilacijom integriranih okolišno-ekonomskih računa postoji vjerojatnost da će stručnjaci, koji koriste podatke iz različitih izvora, povezati podatkovne praznine u pilot kompilaciji s alternativnim statistikama i pokrenuti inicijativu za njihovim uključivanjem u institucionalnu infrastrukturu nacionalnog računovodstva vodnih resursa.

6. ZAKLJUČAK

Pod pojmom vodni resursi podrazumijevaju se slatkovodni resursi tj. resursi svježe vode koji se sastoje od mreža rijeka, jezera te ostalih površinskih i podzemnih voda koje se obnavljaju u hidrološkom ciklusu, a iz kojih je moguće osigurati vodu za piće i proizvodnju hrane ili vodu za zadovoljavanje nekih drugih ljudskih potreba. S obzirom da vodni resursi nisu ravnomjerno raspoređeni u prostoru i vremenu, niti se obnavljaju ujednačenom dinamikom, u svakoj zemlji postoje različiti tipovi vodnih resursa: obnovljivi, neobnovljivi, prirodni, stvarni, unutarnji, vanjski, iskoristivi i alternativni. Zbog nemogućnosti provođenja periodične i dosljedne procjene iskoristivih vodnih resursa po zemljama, ukupna godišnja količina vode koja je u nekoj zemlji raspoloživa za zadovoljavanje ljudskih potreba uobičajeno se u međunarodnoj statistici iskazuje pomoću pokazatelja količine ukupnih stvarnih obnovljivih vodnih resursa, a koji mjeri dugoročan prosjek godišnjeg volumena obnovljivih vodnih resursa unutar granica određenog nacionalnog prostora.

Gledano s aspekta prirode i smjera tokova vode koji se javljaju između gospodarstva i okoliša, mogu se prepoznati dvije osnovne gospodarske funkcije vodnih resursa: 1) vodni resursi koriste se u procesima proizvodnje i potrošnje dobara i usluga i 2) vodni resursi asimiliraju ispuste i emisije otpadnih tvari koje su nastale u procesima proizvodnje i potrošnje dobara i usluga. Sukladno tome, pretjerano zahvaćanje vodnih resursa za potrebe proizvodnje i potrošnje može dovesti do degradacije količinskog stanja vodnih resursa, dok pretjerano opterećenje vodenog okoliša različitim oblicima otpada može dovesti do negativnih promjena u kvalitativnim svojstvima vodnih resursa. S obzirom na prirodu interakcije gospodarstva i vodnih resursa, za postizanje neometanog razvoja ljudske civilizacije, bez ugrožavanja dobrog stanja vodnih resursa, ključno je suštinsko poznavanje i uvažavanje ograničenih mogućnosti apsorpcijskog i eksploatacijskog kapaciteta svih slatkovodnih sastavnica hidrosfere na Zemlji, kao i razumijevanje složene uloge vode kao temeljnog ekološkog, ekonomskog i društvenog dobra.

Povezivanje okolišne, društvene i ekonomske dimenzije korištenja i zaštite vodnih resursa glavna je odlika koncepta integralnog upravljanja vodnim resursima, a koji predstavlja sustavan i permanentan proces razvoja, alokacije, zaštite i praćenja kvalitativnog i količinskog stanja vodnih resursa. Integralno upravljanje vodnim resursima usmjereno je na donošenje i

provođenje koordiniranih mjera i aktivnosti čiji je krajnji cilj na pravedan i efikasan način maksimizirati društveno-ekonomske koristi od potrošačkog i ne-potrošačkog korištenja raspoloživih vodnih resursa, bez ugrožavanja održivosti vodenih i uz vodu vezanih ekosustava te narušavanja njihovih ekoloških usluga. U smislu ukupnog razvoja pojedine zemlje, integralno upravljanje vodama implicira cjelovito povezivanje nacionalnih vodnih politika s općim gospodarskim i razvojnim interesima, što znači da strateški i planski okvir upravljanja vodama na svim razinama javne vlasti mora biti u funkciji postizanja općih društvenih, ekoloških i gospodarskih razvojnih ciljeva. Budući da kreatori vodnih politika mogu ciljano utjecati samo na one aspekte međudnosa gospodarstva i vodnih resursa koji se mogu izmjeriti, za kvalitetnu implementaciju koncepta integralnog upravljanja nacionalnim vodnim resursima neophodno je prethodno uspostaviti konzistentan i svrhovit sustav okolišno-ekonomskih računa koji je sposoban pratiti i povezati promjene ekonomskih stanja i tokova u nacionalnom gospodarstvu s promjenama u raspoloživosti i kvaliteti vodnih resursa. Jedino takav sustav može osigurati kvalitetne podatke za planiranje i mjerenje uspješnosti provedbe integriranih politika u području zaštite i gospodarenja vodnim resursima.

Zbog potrebe za konzistentnim povezivanjem ekonomske i vodne statistike Statistički odjel UN-a, u suradnji s drugim međunarodnim institucijama, razvio je prvi međunarodni standard za razvoj i implementaciju integralnog računovodstva vodnih resursa na nacionalnoj razini, poznatog pod nazivom *Sustav integriranih okolišno-ekonomskih računa za vodu* (SEEA-Water). SEEA-Water pruža metodološki i računovodstveni okvir za ujednačavanje klasifikacijskih obilježja monetarnih i fizičkih podataka o interakciji gospodarstva i vodnih resursa, a na osnovu toga i za izvođenje specifičnih pokazatelja koji su neophodni za cjelovito praćenje i sagledavanje vodne problematike iz perspektive sveukupnog gospodarskog razvoja.

Svaka potpuna analiza dostatnosti vodnih resursa i efikasnosti njihovog korištenja u nacionalnom gospodarstvu mora obuhvatiti dvije skupine pokazatelja: 1) pokazatelje raspoloživosti vodnih resursa i 2) pokazatelje pritisaka na vodne resurse. Pritom, posebno su važni pokazatelji relativne raspoloživosti budući da oni količinsko stanje vodnih resursa relativiziraju po osnovi različitih kriterija kao što su primjerice broj stanovnika, prostorni raspored vodnih resursa ili ukupni volumen zahvaćanja vode, što pomaže u ocjeni prisutnosti i dostignute razine vodnog stresa u nekoj zemlji. Za razliku od toga, pokazatelji gospodarskih pritisaka na vodne resurse mjere intenzivnost i produktivnost korištenja vode u nacionalnom

gospodarstvu, odnosno oni s jedne strane služe za identificiranje najznačajnijih izravnih gospodarskih pokretača potrošnje i onečišćenja vode, a s druge strane za procjenu ekonomskih benefita od izravne upotrebe vode kao proizvodnog faktora.

Pokazatelji pritiska na vodne resurse pokazuju samo izravnu potrošnju i onečišćenje vode po ostvarenom ekonomskom učinku i obrnuto, stoga oni kao takvi ne mogu dati potpunu sliku o pokretačkoj snazi i sveukupnom utjecaju pojedinog gospodarstva, sektora, djelatnosti, poduzeća ili proizvodnog pogona na vodne resurse. U tu svrhu nužno je koristiti složene analitičke metode na osnovu kojih je moguće kvantificirati i analizirati ukupne izravne i neizravne gospodarske tokove potrošnje i onečišćenja vode. Ovisno o istraživačkom pristupu, razlikuju se *odozdo prema gore* i *odozgo prema dolje* metode. *Odozdo prema gore* metode temelje se na procesnom, odnosno funkcionalnom principu toka vode u proizvodnim lancima i najčešće se koriste za procjenu kumulativnih pritiska na vodne resurse koje stvara određeni proizvod, subjekt ili aktivnost. Za razliku od toga, pri korištenju *odozgo prema dolje* metoda prvo se kreće od ukupnih količina potrošnje i onečišćenja vode na razini gospodarstva pojedine zemlje ili regije, a temeljem kojih se onda pomoću posebnih matematičkih postupaka i proširenih input-output tablica procjenjuje multiplikativan utjecaj potrošačkih i proizvodnih aktivnosti pojedinih sektora na vodne resurse.

Potreba za istraživanjem i boljim razumijevanjem međupovezanosti između direktnih i indirektnih izvora utjecaja na vodne resurse proizlazi iz sve izraženijih ekonomskih, društvenih i ekoloških implikacija suvremene krize vode, a koje se očituju u spiralnim učincima, s jedne strane, neodrživih obrazaca potrošnje i onečišćenja vode, a s druge strane stalno rastućih potreba za vodom, što posljedično dovodi do sve većeg vodnog stresa i pogoršanja kvalitete vodnih resursa na globalnoj razini, a samim time i do sve češćih konflikata između međusobno konkurirajućih korisnika oskudnih vodnih resursa. Osnovni uzrok krize vode je nerazumijevanje složene funkcije vode kao oskudnog i osjetljivog prirodnog resursa zbog čega u praktičnim aspektima upravljanja vodnim resursima dolazi do neusklađenosti između potreba i prioriteta različitih dionika vode u odnosu na nosivi kapacitet vodnog okoliša. Stoga je globalna primjena paradigme upravljanja vodnim resursima koja je dominantno usmjerena na zadovoljavanje pojedinačnih potreba za vodom i rješavanje pojedinačnih problema povezanih s vodom, bez potpunog razumijevanja međuovisnosti

između prirodnih, društvenih i ekonomskih faktora koji ih određuju, generirala neracionalne i prekomjerne pritiske na vodni okoliš.

Kao odgovor na izazove povezane s održivim upravljanjem i zaštitom vodnih resursa Europska unija usvojila je *Okvirnu direktivu o vodama* kojom je uspostavljen okvir za uvođenje jedinstvene europske vodne politike čiji je glavni cilj postići i očuvati dobro stanje svih površinskih i podzemnih voda na području EU. Sukladno tome, Republika Hrvatska je u potpunosti uskladila svoj zakonodavni i strateški okvir upravljanja vodama s *Okvirnom direktivom o vodama* i ostalim pratećim direktivama čime su stvoreni temelji za održivi razvoj i zaštitu nacionalnih vodnih resursa prema načelima i standardima integralnog upravljanja vodama koji počivaju na pravnoj stečevini EU. To je posebno važno iz razloga što se Hrvatska, unatoč relativno velikom vodnom bogatstvu, suočava sa značajnim izazovima u pogledu održivog gospodarenja vodnim resursima. S jedne strane, zbog zastarjele vodoopskrbne infrastrukture i nerazvijene infrastrukture za odvodnju i obradu otpadnih voda, komunalno-vodni sustavi u Hrvatskoj su u ekološkom smislu neefikasni i neučinkoviti te kao takvi dodatno intenziviraju pritiske na vodne resurse koji nastaju uslijed proizvodnih i potrošačkih aktivnosti. S druge strane, hrvatsko gospodarstvo pokazuje sva obilježja vodno intenzivnog gospodarstva, što znači da je kretanje ukupne gospodarske potrošnje vode u Hrvatskoj usko povezano s kretanjem njezinog BDP-a. Navedeno upozorava da bi u takvim uvjetima budući rast nacionalnog gospodarstva mogao ozbiljno ugroziti vodne resurse kojima Hrvatska raspolaže.

Kako bi se utvrdilo koji gospodarski sektori u Hrvatskoj imaju najveći multiplikativan utjecaj na potrošnju i onečišćenje vode, u disertaciji je razvijen *prošireni hibridni input-output model potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u hrvatskom gospodarstvu* na temelju kojeg je izvršena analiza stupanja izravne i neizravne povezanosti vodno intenzivnih djelatnosti s ostatkom proizvodne strukture nacionalnog gospodarstva te su na osnovu toga identificirani ključni gospodarski pokretači pritisaka na vodne resurse. Modelom dobiveni rezultati ukazuju da energetski, naftno-prerađivački i kemijski sektor predstavljaju najznačajnije izravne pokretače pritisaka na vodne resurse u nacionalnom gospodarstvu. Međutim, budući da je veći dio njihove proizvodnje u funkciji zadovoljavanja intermedijarne potrošnje drugih sektora, finalna potražnja u ostatku gospodarstva ima snažan multiplikativan efekt na potrošnju vode i nastanak otpadnih voda tim sektorima. To je zbog toga što spomenute bazične industrije

imaju iznadprosječnu snagu veza prema unaprijed i prema unazad u pogledu gospodarskog korištenja vode, stoga proizvodni lanci koji participiraju u procesu stvaranja i raspodjele njihovog outupta troše relativno velike količine vode, odnosno stvaraju relativno velike količine otpadnih voda. S druge strane, pokazatelji modela indiciraju kako se potrebe za vodno intenzivnim primarnim inputima u hrvatskom gospodarstvu dobrim dijelom zadovoljavaju kroz uvoz, a ne domaću proizvodnju, iako Hrvatska u pogledu izdašnosti vodnih resursa ima značajne komparativne prednosti za proizvodnju upravo takvih proizvoda i usluga. Navedeno indicira na postojanje znatnih potencijala za supstituciju dijela uvoza domaćom proizvodnjom, ali i jačanje izvoza kroz razvoj vodno intenzivnih djelatnosti, što može doprinijeti diverzifikaciji ekonomske strukture i rastu hrvatskog gospodarstva. To se posebno na djelatnosti elektroenergetskog, poljoprivrednog i prehrambenog sektora.

Uvažavajući modelom utvrđena obilježja i specifičnosti direktnih i indirektnih tokova potrošnje vode i proizvodnje vodenog otpada u hrvatskom gospodarstvu, donositelji razvojnih politika moraju, osim ekonomskih efekata, uzeti u obzir i multiplikativne efekte promjena u strukturi rasta nacionalne proizvodnje na vodne resurse. U svrhu toga, a kako bi se na optimalan način uskladile potrebe za postizanjem i očuvanjem dobrog stanja vodnih resursa i poticanjem sveukupnog gospodarskog razvoja, u Hrvatskoj je nužno povećati i unaprijediti infrastrukturne, institucionalne, financijske, ljudske i informacijske kapacitete za planiranje i provedbu integralnog upravljanja vodnim resursima. Pritom, posebno je važno uložiti napore u nadogradnju sustava nacionalnih računa kroz uspostavu satelitskih računa za vode koji su prilagođeni standardima statističkog praćenja ekonomskih pojava. Na taj način omogućit će se cjelovito praćenje relevantnih fizičkih i ekonomsko-financijskih pokazatelja korištenja i zaštite vodnih resursa u nacionalnom gospodarstvu te osigurati kvalitetna informacijska osnovica za odlučivanje o razvoju i vodama.

POPIS LITERATURE

Albedo (n.d.), Hrvatski jezični portal [dostupno na: <http://hjp.novi-liber.hr/>, preuzeto: 19.12.2015.]

Alcamo, J., Henrich, T., Rösch, T., (2000): *World Water in 2025 – Global modeling and scenario analysis for the World Commission on Water for the 21st Century*, Report A0002, Centre for Environmental System Research, University of Kassel, Germany [dostupno na: <http://www.env-edu.gr/Documents/World%20Water%20in%202025.pdf>, preuzeto: 05.02.2016.]

Alonso, E.V. (2004): *Impact Analysis and Extraction Method: Applications on water resources in Andalusia*, Regional Economic Applied Laboratory, University of Illinois [dostupno na: <https://www.iioa.org/conferences/intermediate-2004/pdf/426.pdf> , preuzeto: 15.01.2016.]

Aquastat database, Food and Agriculture Organization of the United Nations [dostupno na: <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/>]

Asafu-Adjaye, J. (2005): *Environmental economics for non-economists - Techniques and Policies for Sustainable Development*, 2nd Edition, The University of Queensland, Australia

Atapattu, N.K., (2002): Economic valuing of water, World Water Assessment Programme Sri Lanka Case Study: Ruhuna Basins pp. 200-212 [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 10.12.2015.]

AZO (2014): *Izyješće o stanju okoliša u Republici Hrvatskoj*, 2014. (razdoblje od 2009. do 2012.), Agencija za zaštitu okoliša, Republika Hrvatska [dostupno na: <http://www.azo.hr/lgs.axd?t=16&id=5462>, preuzeto: 05.06.2015.]

Baranzini, M.L., Rotondi, C., Scazzieri, R. (eds.) (2015): *Resources, Production and Structural Dynamics*, Cambridge University Press [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 19.02.2016.]

Barnett, R.A., Ziegler, M. R., Byleen, K.E. (2006): *Primijenjena matematika za poslovanje, ekonomiju, znanosti o živom svijetu i humanističke znanosti*, MATE d.o.o. Zagreb, osmo izdanje

Bekchanov, M. et al. (2014): *Integrating input-output modeling with multi-criteria analysis to assess options for sustainable economic transformation: the case of Uzbekistan*, In *The Global Water System in the Anthropocene* (pp. 229-245), Springer International Publishing [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 17.01.2016.]

Biocenosis (n.d.), Biology online dictionary, [dostupno na: <http://www.biology-online.org/dictionary/Biocenosis>, preuzeto: 22.12.2015.]

Botrić, V. (2013): *Identifying Key Sectors in Croatian Economy Based on Input-Output Tables*, EIZ Working Papers, The Institute of Economics, Zagreb [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 11.10.2015.]

Buturac, G., Lovrinčević, Ž., Mikulić, D., (2014): *Export competitiveness of croatian textile industry--cms analysis and importance for economy*, Tekstil, Vol. 63 No. 3-4 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 10.12.2015.]

Capillary Action (n.d.), [dostupno na: <http://science.jrank.org/pages/1182/Capillary-Action.html>, preuzeto: 15.12.2015.]

Cap-Net (2006): *Tutorial on Basic Principles of Integrated Water Resources Management*, Cap-Net, Capacity Building Network for Integrated Water Resources Management [dostupno na: <https://www.viawater.nl/files/iwrmt-tutorial-on-basic-principles-of-iwrm.pdf>, preuzeto: 25.02.2016.]

Cifrić, I. (1989): *Socijalna ekologija*, Globus, Zagreb

Chakraborty, D., Mukhopadhyay, K. (2012): *Water Pollution in India: An Input Output Analysis*, The 20th International Input-Output Conference and the 2nd Edition of the International School of Input-Output Analysis, Bratislava, Slovakia, June 24-29 [dostupno na: <https://www.iioa.org/conferences/20th/papers.html>, preuzeto: 16.02.2016.]

Chen, X., Guo, J.E. and Yang, C. (2005): *Chinese Economic Development and Input-Output Extension*, 15th International conference on input-output techniques, Beijing, PR China, June 2009 [dostupno na: <https://www.iioa.org/conferences/15th/pdf/chenxikang.pdf>, pogledano: 01.02.2016.]

Costanza et al. (1997): *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, Nature, [dostupno na: http://www.uvm.edu/giec/publications/Nature_Paper.pdf, preuzeto: 15.12.2015.]

Costanza, R. et al. (2014): *Changes in global value of ecosystem services*, Global Environmental Change, pp. 152-158 [dostupno na: <https://www.researchgate.net/>, pogledano: 17.12.2015.]

Corcoran, E. et al. (2010): *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development*, A Rapid Response Assessment, United Nations Environment Programme, UN-HABITAT, GRID-Arendal [dostupno na: http://www.unep.org/pdf/SickWater_screen.pdf, preuzeto: 18.02.2016.]

Cruz, L.M. (2002): *Estimation of the production of CO2 emissions by the Portuguese economy in an input-output framework*, Proceedings of the 14th International Conference on Input-Output Techniques "Ecological and Economic Sustainability in the New Economy", October 2002 [dostupno na: https://www.iioa.org/conferences/14th/files/Cruz_Lus.pdf, preuzeto: 21.12.2015.]

Curaj, A., Pook, K. (eds.) (2012): *FenRIAM full guide: Proposal for a Foresight-enriched Research Infrastructure Impact Assessment Methodology*, EU project RIFI (grant agreement no 228293), ISBN: 978-973-711-318-4 [dostupno na: <http://uefiscdi.gov.ro/Upload/12fa1792-0d22-4d82-98e2-9269410ef10d.pdf>, preuzeto: 05.12.2015.]

Čegar, S. (2012): *Nacionalni sustav računovodstva okoliša*, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci (magistarski rad, PSS Računovodstvo)

Črnjar, M., Črnjar, K. (2009): *Menadžment održivog razvoja*, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu u Opatiji Sveučilišta u Rijeci, Glosa, Rijeka

da Cunha, L.V. (2009): *Water: A human right or an economic resource?*, Water Ethics, pp. 97-113 [dostupno na: <http://ww.caragillis.com/Pierce/2013/Phil%2028/Water-Ethics-2007.pdf>, preuzeto: 20.11.2015.]

Daniels, P. L., Lenzen, M., Kenway, S. J. (2011): *The ins and outs of water use—a review of multi-region input–output analysis and water footprints for regional sustainability analysis*

and policy, Economic Systems Research 23(4), pp. 353-370 [dostupno na: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09535314.2011.633500>, pogledano: 03.03.2016.]

Davar, E. (2005): *Input-Output System Models: Leontief versus Ghosh*, 15th International Input-Output Conference, Beijing, China, PR [dostupno na: https://www.iioa.org/conferences/15th/pdf/ezra_davar.pdf, preuzeto: 13.02.2016.]

De Groot, R.S. et al. (2002): *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services*, Ecological economics, 41(3), pp. 393-408 [dostupno na: <http://www.journals.elsevier.com/ecological-economics>, preuzeto: 02.12.2015.]

Deng, X. et al. (2014): *Approach of Input-Output Table at Regional Level*, In Integrated River Basin Management, Springer Berlin Heidelberg, pp. 19-34 [dostupno na: <http://www.springer.com/gp/book/9783662434659>, preuzeto: 01.12.2015.]

Di Cosmo, V., Hyland, M., Llop, M., (2014) *Disentangling water usage in the European Union: A decomposition analysis*, Water resources management, 28(5), pp.1463-1479 [dostupno na: <https://www.esri.ie/pubs/JACB201410.pdf>, preuzeto: 16.02.2016.]

Dobos, I. and Floriska, A. (2005): A dynamic Leontief model with non-renewable resources, Economic Systems Research, 17(3), pp. 317-326 [dostupno na: <http://edok.lib.uni-corvinus.hu/67/1/DobosFloriska40.pdf>, pogledano: 01.03.2016.]

Duarte, R., J. Sánchez-Chóliz (1998): *Regional Productive Structure and Water Pollution: An Analysis using the Input-Output Model*, In: 38th Congress of The European Regional Science Association, August -1st September 1998, Vienna, European Regional Science Association [dostupno na: <http://www.econstor.eu/handle/10419/113438>, preuzeto: 15.01.2016.]

Duchin, F. (2009): *Input Output Economics and Material Flows, Handbook of input-output economics in industrial ecology*, Suh, S. (ed.), Springer Science & Business Media, Vol. 23, [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 01.02.2016.]

DZS (1997): SNA - Sustav nacionalnih računa 1993, Zagreb

EC et al. (2009): *System of National Accounts 2008*, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations and World Bank, New York [dostupno na: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>, preuzeto: 15.02.2016.]

Eionet (n.d.), European Environment Information and Observation Network [dostupno na: <http://www.eionet.europa.eu/>, preuzeto: 01.12.2014]

Ekosustav (n.d.), Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža [dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/>, preuzeto: 21.12.2015.]

EPA (2012): *The importance of water to U.S. economy*, United States Environmental Protection Agency, Office of Water, December 2012 [dostupno na: https://issuu.com/christinadianparrionova/docs/water_and_the_u.s._economy, pogledano: 05.11.2015.]

Eunnyeong, H., Junyoung, P., Tai-Yoo, K. (1999): *Input-output analysis on the Korean water supply industry*, in Singh, V.P., Seo, W. II, Sonu, J.H. (eds): Water Resources Planning and Management: Proceedings of the International Conference on Water, Environment, Ecology, Socio-economics and Health Engineering (WEESHE), October 18-21, 1999, Seoul National

University, Seoul, Korea, pp. 104-112 [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 16.02.2016.]

Eurostat (2014): *Essential SNA: Building the basics*, Eurostat Manuals and Guidelines, 2014 edition, Luxembourg: Publications Office of the European Union [dostupno na: <http://ec.europa.eu/eurostat/>, preuzeto: 15.12.2015.]

Eurostat database, Statistical office of the European Union [dostupno na: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>]

Eurostat/European Commission (2008) *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities [dostupno na: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/>, preuzeto: 16.02.2016.]

Evapotranspiracija (n.d.), Leksikografski zavod Miroslav Krleža [dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=18696>, pogledano: 10.12.2015.]

Evreinova, T.N. et al. (1974): *Coacervate systems and origin of life*, Origins of Life and Evolution of Biospheres, 5(1), pp. 201-205, [dostupno na: <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00927024>, pregledano: 02.01.2015.]

Exploring Our Fluid Earth [dostupno na: <https://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/>]

Fatemi, A. S. (2002): *Input-output economics* [dostupno na: lid01.econ.unipr.it/docenti/messori/docs/files/input-oputput.doc, preuzeto: 20.12.2015.]

FAO (1993): *Water policies and demand management*, The State of Food and Agriculture, Rome [dostupno na: <http://www.fao.org/docrep/003/t0800e/t0800e0c.htm>, preuzeto 20.12.2015.]

FAO (2003): *Review of world water resources by country*, Water reports 23, Rome [dostupno na: <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr23e.pdf>, preuzeto 05.10.2015.]

FAO (2005): *20 things to know about the impact of salt water on agricultural land in Aceh province*, United Nations Food and Agriculture Organization – Field Guide on Salinity in Aceh, March 2005 [dostupno na: <http://www.fao.org/ag/tsunami/docs/saltwater-guide.pdf>, preuzeto: 10.11.2015.]

Filipović, I., Lipanović, S. (1995): *Opća i anorganska kemija*, Školska knjiga

Frenger, P. (1978): *Factor substitution in the interindustry model and the use of inconsistent aggregation*, Production economics: Approach to theory and applications, Amsterdam [dostupno na: <https://eml.berkeley.edu/~mcfadden/prodecon/apps/ch17.pdf>, preuzeto: 31.01.2016.]

Generalić, E. (2015): *Povišenje vrelišta*, Hrvatski kemijski rječnik & glosar [dostupno na: <http://glossary.periodni.com>, preuzeto: 22.12.2015.]

Gereš, D. (2003): *Upravljanje potražnjom vode*, Građevinar, 55(06.), pp.329-338 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 10.08.2015.]

Gereš, D., (2002): *Održivo iskorištavanje vode u Hrvatskoj i u Europi*, Građevinar, 54(06), pp.345-353 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 10.08.2015.]

Gereš, D. et al. (2006): *Korištenje voda i vodna politika u EU*, X. znanstveno stručni skup Voda i javna vodoopskrba, Hrvatski zavod za javno zdravstvo i županijski zavodi za javno zdravstvo, Starigrad-Paklenica, pp. 13-29 [dostupno na: <https://bib.irb.hr/>, preuzeto: 02.04.2016.]

Gerking, S.D. (2012): *Estimation of stochastic input-output models: some statistical problems*, Springer Science & Business Media, Vol. 3 [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 10.02.2016.]

Ghosh, A. (1958): *Input-Output Approach in an Allocative System*, *Economica*, 25 (97), pp. 58-64 [dostupno na: <http://www.jstor.org/>, pogledano: 10.01.2016.]

Giljum, S. et al. (2013): *State-of-play of national consumption-based indicators, A review and evaluation of available methods and data to calculate footprint-type (consumption-based) indicators for materials, water, land and carbon*, Sustainable Europe Research Institute, Vienna [dostupno na: http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/FootRev_Report.pdf, preuzeto: 15.10.2016.]

Godfrey, J.M., Keryn, C. (2012): *Water Accounting - International Approaches to Policy and Decision-making*, Edward Elgar Publishing Limited [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 02.04.2016.]

Great Barrier Reef Outlook Report 2009, Great Barrier Reef Marine Park Authority, Australian Government, July 2009 [dostupno na: http://www.gbrmpa.gov.au/__data/assets/pdf_file/0018/3843/OutlookReport_Full.pdf, preuzeto: 11.12.2015.]

Gregory, K. (2015): *Providing Insight Into Climate Change* [dostupno na: <http://www.friendsofscience.org/index.php?id=681>, preuzeto: 20.12.2015.]

Gretton, P. (2013): *On input-output tables: uses and abuses, Productivity Commission Staff Research Note*, Australian Productivity Commission [dostupno na: <http://www.pc.gov.au/research/supporting/input-output-tables/input-output-tables.pdf>, preuzeto: 16.02.2016.]

Guan, D., Hubacek, K. (2008): *A new and integrated hydro-economic accounting and analytical framework for water resources: A case study for North China*, *Journal of Environmental Management*, Volume 88 (4), pp. 1300-1313 [dostupno na: <http://eprints.whiterose.ac.uk/4736/1/hubackek2.pdf>, preuzeto: 10.11.2015.]

Guan, D., Hubacek, K., (2006): *Assessment of regional trade and virtual water flows in China*, *Ecological economics*, 61(1), pp. 159-170 [dostupno na: <http://down.cenet.org.cn/upfile/94/201036202754178.pdf>, preuzeto: 05.12.2015.]

Gupta, K.R. (2009): *Economics of development and planning*, Volume 2, Atlantic Publishers & Dist [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 10.02.2015.]

GWP (2000): *Integrated Water Resources Management*, GWP Technical Committee (TEC) Paper No. 4. Global Water Partnership, Stockholm, Sweden [dostupno na: <http://www.gwp.org>, preuzeto: 15.02.2015.]

Hanslmeier, A. (2010): *Water in the Universe* (Vol. 368), Springer Science & Business Media [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 15.07.2015.]

Herbert, E.R. et al. (2015): *A global perspective on wetland salinization: ecological consequences of a growing threat to freshwater wetlands*, *Ecosphere* [dostupno na: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/ES14-00534.1/full>, pogledan 10.01.2016]

Hermannsson, K. et al. (2010): *An HEI-disaggregated input-output table for Scotland*, Fraser of Allander Institute, Department of Economics, University of Strathclyde [dostupno na: <https://ewds.strath.ac.uk>, preuzeto: 05.01.2016.]

- Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K. (2008): *Globalization of Water: Sharing the Planet's Freshwater Resources*, Blackwell Publishing, Oxford, UK [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 05.11.2015.]
- Hoekstra, A.Y. et al. (2011): *The Water Footprint Assessment Manual - Setting the Global Standard*, Earthscan, London, UK [dostupno na: <http://waterfootprint.org/en/resources/publications/>, preuzeto: 20.12.2015.]
- Hoekstra, A.Y., Hung, P.Q. (2002): *A Quantification of Virtual Water Flows Between Nations in Relation to International Crop Trade*, Value of Water Research Report Series 11, National Institute for Public Health and the Environment, Netherlands, IHE Delft [dostupno na: <http://waterfootprint.org/media/downloads/Report11.pdf>, preuzeto: 10.01.2016.]
- Hristov, J., et al. (2012): *Input-Output analysis for water consumption in Macedonia*, European summer school in resource and environmental economics: management of international water [dostupno na: <http://www.feem-web.it/ess/ess12/files/papers/hristov>, preuzeto: 05.09.2015.]
- Hrvatske vode (2015): *Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. – pregled značajnih vodnogospodarskih pitanja*, Zagreb, veljača 2015. [dostupno na: <http://www.voda.hr/hr/plan-upravljanja-vodnim-podrucjima>, preuzeto: 02.04.2016.]
- Hsu, A. et al. (2016): *2016 Environmental Performance Indeks*, New Haven, CT: Yale University [dostupno na: http://epi.yale.edu/sites/default/files/2016EPI_Full_Report_opt.pdf, pogledano: 15.02.2016.]
- Hubacek, K., Sun, L. (2005): *Economic and societal changes in China and their effects on water use a scenario analysis*, Journal of Industrial Ecology, 9 (1 - 2), pp. 187-200 [dostupno na: <http://onlinelibrary.wiley.com>, pogledano: 03.03.2016.]
- Hydrosphere* (n.d.), The American Heritage® Science Dictionary, [dostupno na: <http://dictionary.reference.com/browse/hydrosphere>, preuzeto: 10.07.2015.]
- Idenburg, A., Wilting, H. (2000): *DIMITRI: a dynamic input-output model to study the impacts of technology related innovations*, In XIII International Conference on Input-Output Techniques University of Macerata, Italy, August 2000 [dostupno na: https://www.iioa.org/conferences/13th/files/Idenburg&Wilting_DMITRI.pdf, preuzeto: 15.01.2016.]
- Input-output tablica Republike Hrvatske za 2010. godinu*, Statističko izvješće Državnog zavoda za statistiku Pr 12.1.4. [dostupno na: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2015/12-01-04_01_2015.xlsx, preuzeto: 30.10.2015.]
- ISO, International organization for standardization [dostupno na: <http://www.iso.org/iso/home.html>, pogledano: 20.10.2015.]
- Jain, T. R., Ohri, V. K (2006): *Development Economic*, VK Publications, New Delhi [dostupno na: <https://books.google.hr>, preuzeto: 16.02.2016.]
- Jarvis, P.J. (2000): *Ecological principles and environmental issues*, Pearson Education [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 05.08.2015.]
- Jian, F.H., Song, X.Y., Li, L.L. (2016): The evolution and enlightenment of water resources accounting from accounts to balance sheet, Sciences in Cold and Arid Regions, Vol. 8 Issue 2, pp. 156-162 [dostupno na: <file:///F:/2016/predložak%20za%20članak%20o%20seea.pdf>, preuzeto: 02.05.2016.]

- Jurčić, L., (2000): *Razvitak input-output analize u Hrvatskoj*, Ekonomski pregled, 51 (11-12), pp. 1313-1333 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/28825>, preuzeto: 02.12.2015.]
- Kagawa, S. (2011): *Frontiers of environmental input-output analysis*, Routledge, Vol. 15 [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 01.03.2016.]
- Kampa, E., Hansen, W. (2004): *Heavily Modified Water Bodies: Synthesis of 34 Case Studies in Europe*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg [dostupno na: <http://download.springer.com/>, preuzeto: 17.12.2015.]
- Keček, D. et al. (2015): *Sinergijski učinci input-output modela i Markovljevih lanaca za međusektorsku analizu*, Privredna kretanja i ekonomska politika, Vol.24, No. 2 (137), pp. 37-60 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 10.01.2016.]
- Klasifikacija proizvoda po djelatnostima Republike Hrvatske* (KPD 2008) [dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_09_108_3198.html, preuzeto: 30.10.2015.]
- Kobayashi, Y., & Oyasato, N. (2008): *An estimation of embodied intensity of water consumption in Japan based on input-output analysis method*, Journal of Life Cycle Assessment, Japan, 4(4), 359-366 [dostupno na: https://www.jstage.jst.go.jp/article/lca/4/4/4_359/_article, pogledano: 03.03.2016.]
- Korištenje voda i zaštita voda od zagađivanja u industriji u 2010.*, Statističko izvješće Državnog zavoda za statistiku Pr 6.1.1. [dostupno na: http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2011/06-01-01_01_2011.htm, preuzeto: 30.10.2015.]
- Korsgaard, L. (2006): *Environmental flows in integrated water resources management: Linking flows, services and values*, Institute of Environment & Resources, Technical University of Denmark (Doctoral dissertation), [dostupno na: <http://www2.er.dtu.dk/publications/fulltext/2006/MR2006-188.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]
- Kramer, P.J., Boyer, J.S. (1995): *Functions and properties of water*, In Water relations of plants and soils, Academic press, pp. 16-41 [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 22.11.2015.]
- Krčmar, S., Hackenberger, K. D. (2015): *Odnosi ishrane u životnoj zajednici, 9. predavanje iz ekologije životinja*, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Odjel za Biologiju, Osijek [dostupno na: <https://www.google.hr>, preuzeto: 21.12.2015.]
- Leistritz, F.L., Leitch, J., Bangsund, D., (2002): *Regional economic impacts of water management alternatives: the case of Devils Lake, North Dakota, USA*, Journal of environmental management, 66(4), pp. 465-473 [dostupno na: <http://www.sciencedirect.com/>, pogledano: 03.03.2016.]
- Lenzen, M., Foran, B. (2001): *An input-output analysis of Australian water usage*, Water Policy, 3(4), pp. 321-340 [dostupno na: <http://down.cenet.org.cn/>, preuzeto: 23.10.2015.]
- Leontief, W. (1986): *Input-output economics*, Oxford University Press, New York, second edition [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 10.02.2015.]
- Lovrinčević, Ž., Mikulić, D. (2014): *Utjecaj šumarstva i drvne industrije na gospodarstvo Hrvatske*, Šumarski list, Vol. 138, No. 11-12, pp. 551-561 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 10.12.2015.]
- Malik, O. (2013): *Global database of National Wastewater Treatment*, New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy [dostupno na:

<https://www.google.hr/#q=%22Global+database+of+National+Wastewater+Treatment%22>, preuzeto: 20.03.2016.]

Maradin, M. (2008): Efekt staklenika i Kyotski protokol [dostupno na: <http://www.geografija.hr/svijet/efekt-staklenika-i-kyotski-protokol-1-dio/>, preuzeto: 20.12.2015.]

Maresa, A., Sancho, F. (2012): *Leontief versus Ghosh: two faces of the same coin*, Document de Treball, XREAP 2012-18, Xarxa de Referència en Economia Aplicada [dostupno na: <http://www.ub.edu/ubeeconomics/wp-content/uploads/2013/01/XREAP2012-18.pdf>, preuzeto: 13.02.2016.]

Margeta, J. (2011): *Promjene u svijetu i gospodarenje urbanim vodnim sustavom*, Građevinar, Vol. 63 No. 12., pp. 1069-1077 [dostupno na: <http://hrcak.srce.hr/>, preuzeto: 05.12.2015.]

Marto Sargento, A. L. (2009): *Introducing input–output analysis at the regional level: basic notions and specific issues*, The Regional Economics Applications Laboratory (REAL), University of Illinois [dostupno na: <http://www.real.illinois.edu/d-paper/09/09-t-4.pdf>, preuzeto: 20.12.2015.]

Mattila, T.J. (2013): *Input-output analysis of the networks of production, consumption and environmental destruction in Finland*, Aalto University publication series [dostupno na: <http://lib.tkk.fi/>, preuzeto: 15.01.2016.]

Mayers, J. et al. (2009): *Water ecosystem services and poverty under climate change: Key issues and research priorities*, International Institute for Environment and Development, London, UK, Natural Resource Issues, No. 17, [dostupno na: <http://pubs.iied.org/pdfs/13549IIED.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]

Mikić, M., Orsag, S., Pološki Vokić, N., Švaljek, S., ur. (2011): *Ekonomski leksikon*, Leksikografski zavod Miroslav Krleža i Masmedia, Zagreb

Mikulić, D. et al. (2014): *Metodološki priručnik za procjenu učinaka propisa na određene makroekonomske varijable*, Ekonomski institut Zagreb [dostupno na: <http://www.eizg.hr>, preuzeto: 10.12.2015.]

Millennium Ecosystem Assessment [dostupno na: <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>]

Millennium Ecosystem Assessment (2005): *Ecosystems and human well-being: wetlands and water*, World Resources Institute, Washington, DC, [dostupno na: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>, preuzeto: 24.12.2015.]

Miller, R.E., Blair, P.D. (2009): *Input-Output analysis – Foundations and Extensions*, Cambridge University Press

Mioduszewski, W. (2006): *The protection of wetlands as valuable natural areas and water cycling regulators*, Journal of Water and Land Development, no. 10, [dostupno na: <http://www.degruyter.com/>, preuzeto: 24.12.2015.]

Nacionalna klasifikacija djelatnosti (NKD 2007) [dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2007_06_58_1870.html preuzeto: 30.10.2015.]

National accounts, National Bureau of Statistics of China (NBSC) [dostupno na: <http://www.stats.gov.cn/english/statisticaldata/yearlydata/YB1999e/ce.htm>, pogledano 20.11.2015.]

NSW (2000): *All about salinity*, in NSW Salinity Strategy, New South Wales Government pp. 10-22 [dostupno na: <http://www.environment.nsw.gov.au/>, preuzeto: 02.10.2015.]

Nutrient Cycles (n.d.), [dostupno na: <http://www.mhhe.com/>, preuzeto: 21.12.2015]

NWT Bureau of Statistics (2006): *NWT Input-Output Model – An Overview*, NWT Bureau of Statistics Government of the Northwest Territories, June 2006 [dostupno na: <http://www.statsnwt.ca/economy/multipliers/NWT%20IO%20Model-Overview.pdf>, preuzeto: 05.01.2016.]

OECD (1992): *Structural change and industrial performance: a seven country growth decomposition study*, OECD, Paris

Ostrom, E., (2007): *A diagnostic approach for going beyond panaceas*, Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(39), pp. 15181-15187 [dostupno na: <http://www.pnas.org/content/104/39/15181.full.pdf>, preuzeto: 10.01.2016.]]

Plan provedbe vodno-komunalnih direktiva, Vlada Republike Hrvatske, Zagreb, Studeni 2010. [dostupno na: <http://www.voda.hr/>, preuzeto: 25.11.2015.]

Plan upravljanja vodnim područjima, Hrvatske vode, Zagreb, Lipanj 2013. [dostupno na: <http://www.voda.hr/>, preuzeto: 25.11.2015.]

Polenske, K. (ed.) (2006): *The technology-energy-environment-health (TEEH) chain in China: a case study of cokemaking*, Springer Science & Business Media, Vol. 8 [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 15.02.2016.]

Površinska napetost (n.d.), Hrvatska enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža [dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/>, preuzeto: 21.12.2015.]

Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda, NN br. 153/2009, 63/2011, 130/2011 i 56/2013 [dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2014_04_43_801.html, preuzeto: 25.10.2015.]

Pravilnik o sadržaju plana upravljanja vodnim područjima, NN br. 74/13 i 53/16 dostupno na: <http://www.propisi.hr/print.php?id=12397>, preuzeto: 25.10.2015.]

Priručnik o načinu određivanja statusa voda i provedbi monitoringa, Zelena akcija, Zagreb, 2012, [dostupno na: <http://s3-eu-west-1.amazonaws.com>, preuzeto: 30.12.2015.]

Qin, C. (2011): *Mitigating China's water scarcity and pollution: environmental and economic accounting, modelling and policy analysis*, Issue 196 of ITC publication [dostupno na: https://www.itc.nl/library/papers_2011/phd/qin.pdf, pogledano: 01.09.2015.]

Rainer, N. (2000): *Eurostat's ESA 95 manual on Input-Output: Valuation matrices*, 13th International Conference on Input-Output Techniques 21-25 August 2000, Macerata, Italy [dostupno na: <https://www.iioa.org>, preuzeto: 12.12.2015.]

Rasmussen, P. (1956): *Studies in intersectoral relation*, Amsterdam: North Holland

Registar onečišćavanja okoliša, Agencija za zaštitu okoliša [dostupno na: <http://roo-preglednik.azo.hr/>]

Regulacija vodnog režima (n.d), [dostupno na: <https://www.grad.unizg.hr>, preuzeto: 01.01.2016.]

Renault, D. (2002): *Value of virtual water in food: principles and virtues*, In A. Y. Hoekstra (ed.) Proceedings of the Expert Meeting, UNESCO-IHE, 12–13 Dec 2002 [dostupno na: <http://www.fao.org/nr/water/docs/virtualWater.pdf>, preuzeto: 21.12.2015.]

Robinson, L.N. (ed.) (2008): *Water resources research progress*, Nova Science Publishers, New York [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 15.10.2015.]

Rockström, J. et al. (2014): *Water resilience for human prosperity*, Cambridge University Press [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 05.01.2016.]

Rodriguez, D. J. et al. (2013): *Thirsty energy*, Water Partnership Program, World Bank [dostupno na: <http://www-wds.worldbank.org/>, preuzeto: 24.03.2016.]

Rueda-Cantuche, J.M. et al. (2009): *A symmetric input–output table for EU27: latest progress*, Economic Systems Research, 21(1), pp. 59-79 [dostupno na: <http://www.tandfonline.com>, preuzeto: 20.12.2015.]

Sabolić, D. (2013): *Osnovni pojmovi iz teorije proizvodnje*, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu, Materijali s predavanja, Zagreb, 10. travnja 2013. [dostupno na: <https://bib.irb.hr/>, preuzeto: 15.10.2015.]

Sánchez-Chóliz, J., Duarte, R. (2005): *Water pollution in the Spanish economy: analysis of sensitivity to production and environmental constraints*, Ecological Economics, 53(3), pp. 325-338 [dostupno na: <http://www.sciencedirect.com/>, pogledano: 10.09.2015.]

Sato, T. et al. (2013): Global, regional, a country level need for data on wastewater generation, treatment, and use, *Agricultural Water Management*, Vol. 130, pp. 1-13 [dostupno na: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377413002163>, pogledano: 15.03.2016.]

Savenije, H.H.G. (2002): *Why water is not an ordinary economic good, or why the girl is special*, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, 27 (11), pp.741-744 [dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/222528522_Why_water_is_not_an_ordinary_economic_good_or_why_the_girl_is_special, preuzeto: 15.11.2015.]

Shi, H., (2009): *Industrial wastewater–types, amounts and effects in point sources of pollution: local effects and control*, Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University-Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Japan [dostupno na: <http://www.eolss.net/sample-chapters/c09/e4-11-02-02.pdf>, preuzeto: 14.01.2015.]

Shiklomanov, I. A. (1993): *World fresh water resources*, in Peter H. G. (ed.) *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*, Oxford University Press, New York [dostupno na: https://www.2000litergesellschaft.ch/fileadmin/user_upload/Referenzen_und_Literatur/GLEI CK_1993_Water_in_Crisis.pdf, pogledano: 18.10.2015.]

Shiklomanov, I.A. (1998): *World water resources A new appraisal and assessment for the 21st century*, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris [dostupno na: <http://biosinfonet.yolasite.com/resources/World%20water%20resources.pdf>, preuzeto: 18.10.2015.]

Silva, M.A.S. (2001): *Environmental Input-Output Analysis: Application to Portugal*, Universidade Técnica de Lisboa [dostupno na: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.119.9170&rep=rep1&type=pdf>, preuzeto: 20.12.2015.]

Slaymaker, O., Embleton-Hamann, C. (2009): *Geomorphology and global environmental change*, Cambridge University Press [dostupno na: <https://books.google.hr/>, pogledano: 02.01.2016.]

Somun-Kapetanović, R. et al., (2009): *Kvantitativne metode u ekonomiji i menadžmentu*, Ekonomski fakultet u Sarajevu [dostupno na: <http://www.academia.edu>, pogledano: 20.11.2015.]

Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, Zagreb, Ožujak 2009. [dostupno na: http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/strategija_upravljanja_vodama.pdf, preuzeto: 12.11.2014]

Sun, Y.Y. (2007): *Adjusting Input–Output models for capacity utilization in service industries*, *Tourism Management*, 28(6), pp. 1507-1517 [dostupno na: preuzeto: <http://ir.nuk.edu.tw:8080/bitstream/310360000Q/12995/2/Post%20script%20manuscript.pdf>, 01.03.2016.]

Sun, Y.Y., Wong, K.F. (2014): *Stability of input–output coefficients by capacity utilization for short-term tourism demand fluctuation*, *Tourism Economics*, 20(3), pp. 509-526 [dostupno na: <http://www.ingentaconnect.com>, pogledano: 05.01.2016.]

Supply and use tables (n.d.), Glossary of Statistical Terms, OECD [dostupno na: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2609>, pogledano: 08.11.2015.]

System of National Accounts 2008 - 2008 SNA, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations and World Bank, New York, 2009, [dostupno na: <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>, preuzeto: 10.12.2015.]

Tanaka, F.J. (2011): *Applications of Leontief's Input-Output Analysis in Our Economy* [dostupno na: http://reposit.sun.ac.jp/dspace/bitstream/10561/874/1/v45n1p29_tanaka.pdf, preuzeto: 02.12.2016.]

Temurshoev, U. (2004): *Key sectors in the Kyrgyzstan Economy*, Cerge-Ei Discussion Paper Series, pp. 135. [dostupno na: https://www.cerge-ei.cz/pdf/dp/DP135_2004.pdf, preuzeto: 01.02.2016.]

Ten Raa, T. (2006): *The economics of input-output analysis*, Cambridge University Press [dostupno na: <https://www.researchgate.net>, preuzeto: 16.02.2016.]

The Biosphere (n.d.), Biology: Exploring Life Online Textbook, Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Prentice Hall, 2004, [dostupno na: <http://www.mtchs.org/BIO/biologyexploringlife/text/>, preuzeto: 21.12.2015.]

Tukker, A. et al. (2006): *Environmentally extended input-output tables and models for Europe*, *European Commission, Joint Research*, Institute for Prospective Technological Studies, Report EUR 22194 EN [dostupno na: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur22194en.pdf>, preuzeto: 15.12.2015.]

UN (2015): *Wastewater Management A UN-Water Analytical Brief* [dostupno na: http://www.unwater.org/fileadmin/user_upload/unwater_new/docs/UN-Water_Analytical_Brief_Wastewater_Management.pdf, preuzeto: 10.11.2015.]

UN (2015): *Water for a sustainable world*, The United Nations World Water Development Report [dostupno na: <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002318/231823E.pdf>, preuzeto: 12.03.2016.]

UN (2012): *International Recommendations for Water Statistics*, Statistics Division of Department of Economic and Social Affairs, New York [dostupno na: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/irws/irwswebversion.pdf>, preuzeto 02.10.2015.]

UN (2012): *System of Environmental-Economic Accounting for Water*, Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division New York [dostupno na: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawaterwebversion.pdf>, preuzeto 11.10.2015.]

UNESCO (2012): *Managing water under uncertainty and risk*, The United Nations World Water Development Report 4, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris [dostupno na: <http://www.unesco.org/>, preuzeto: 10.12.2015.]

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division UN (2015): *World Population Prospects: The 2015 Revision*, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, Data Booklet ST/ESA/SER.A/377 [dostupno na: http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2015_DataBooklet.pdf, preuzeto: 05.05.2016.]

UN Sustainable Development Goals [dostupno na: <http://www.un.org/>, pogledano: 7.2.2016.]

Van der Zaag, P., Savenije, H.H.G. (2006): *Water as an economic good: the value of pricing and the failure of markets*, Unesco-IHE [dostupno na: http://waterfootprint.org/media/downloads/Report_19_Water_as_an_Econ_Good_1.pdf, preuzeto: 02.12.2015.]

Velazquez, E. (2006): *An input-output model of water consumption: analysing intersectoral water relationships in Andalusia*, *Ecological Economics*, 56(2), pp. 226-240. [dostupno na: http://www.huellahidrica.org/Reports/Velazquez_2006.pdf, pogledano: 10.09.2015.]

Vold, T., Buffett, D.A. (eds.) (2008): *Ecological Concepts, Principles and Applications to Conservation*, BC, 36 pp [dostupno na: www.biodiversitybc.org, preuzeto: 26.11.2015.]

Vučijak, B. et al. (2011): *Voda za život: Osnove integralnog upravljanja vodnim resursima*, Institut za hidrotehniku građevinskog fakulteta u Sarajevu, Sarajevo, [dostupno na: <http://ba.one.un.org/content/dam/unct/bih/PDFs/OsnoveIWRMbs.pdf>, preuzeto: 24.12.2015]

Water balance (n.d.), International Water Management Institute [dostupno na: http://iwmi.dhigroup.com/hydrological_cycle/waterbalance.html, pogledano: 12.02.2015.]

WBGU (German Advisory Council on Global Change) (1998): *World in Transition: Ways Towards Sustainable Management of Freshwater Resources*, Annual Report 1997, Springer, Berlin, Heidelberg and New York [dostupno na: <http://www.wbgu.de>, pogledano: 17.01.2015.]

Weiner, R.F., Matthews, R.A. (eds.) (2003): *Environmental engineering*, Butterworth-Heinemann, Elsevier Science (USA) [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 15.01.2015.]

Wetzel, R.G., (2001): *Limnology: lake and river ecosystems*, Gulf Professional Publishing [dostupno na: <https://books.google.hr>, pogledano: 20.01.2015.]

What Is The Hydrologic Cycle? (n.d.) [dostupno na: <http://quagroup.com/hydrologic-cycle/>, preuzeto: 17.10.2015.]

World Input-Output Database (WIOD) [dostupno na: http://www.wiod.org/new_site/home.htm, pogledano: 25.11.2015.]

WWAP (2014): *Water and Energy*, The United Nations World Water Development Report 2014, United Nations World Water Assessment Programme, UNESCO, Paris [dostupno na: <http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741E.pdf>, preuzeto: 12.03.2016.]

Yakovleva, E., Kudryavtseva, O. (2013): *The Application of Intersectoral Input-Output Model for Water Consumption and Air Pollution in Russia* [dostupno na: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2260915, preuzeto: 05.08.2015.]

Yu, Y., Hubacek, K., Feng, K. and Guan, D. (2010): *Assessing regional and global water footprints for the UK*, *Ecological Economics*, 69 (5) [dostupno na: <https://geog.umd.edu/sites/geog.umd.edu/files/pubs/UK%20water%20footprint.pdf>, preuzeto: 14.02.2016.]

Yu, Y., Hubacek, K., Guan, D., Feng, K. (2007): *Construction and Application of Regional Input-Output Models: Assessing Water Consumption in South East and North East of England*, 16th International Input-Output Conference of the International Input-Output Association (IIOA), Istanbul, Turkey [dostupno na: <https://scholar.google.hr/>, preuzeto: 10.02.2016.]

Zakon o zaštiti okoliša, NN, br. 78/15 [dostupno na: <http://www.zakon.hr/z/194/Zakon-o-za%C5%A1titi-okoli%C5%A1a>, pogledno:15.10.2015.]

Zakon o vodama, NN, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14 [dostupno na: <http://www.zakon.hr/z/124/Zakon-o-vodama>, pogledno:12.11.2015.]

POPIS TABLICA

R.br.	Naslov	Stranica
1.	Raspodjela vode na Zemlji	17
2.	Fiziološke prednosti vode u odnosu na druge tekućine	32
3.	Ekološke usluge vode i vodenih ekosustava	38
4.	Prostorno-vremenske razine izračuna vodenog otiska	65
5.	Raspoloživost obnovljivih vodnih resursa po kontinentima u 2014. godini	72
6.	Pojednostavljeni primjer simetrične input-output tablice	101
7.	Osnovna forma i struktura tipične tablice ponude i uporabe	104
8.	Endogene i egzogene varijable u osnovnom input-output modelu	108
9.	Endogene i egzogene varijable u hibridnom input-output modelu	121
10.	Klasifikacija proizvodnih sektora	131
11.	Pokazatelji direktne i indirektna sektorske potrošnje vode u gospodarstvu Republike Hrvatske, 2010. godina	135
12.	Pokazatelji direktnih i indirektnih tokova nepročišćenih otpadnih voda u gospodarstvu Republike Hrvatske, 2010. godina	147
13.	Vodeni otisak i otisak otpadnih voda sektorskih proizvodnji hrvatskog gospodarstva u 2010. godini	159
14.	"Pull" i "Push" indeksi sektorske potrošnje vode i ispuštanja otpadnih voda u hrvatskom gospodarstvu	166

POPIS GRAFIKONA

R.br.	Naslov	Stranica
1.	Prvih deset europskih zemalja po količini obnovljivih vodnih resursa po stanovniku u 2014. godini (m ³)	78
2.	Produktivnost vode u Hrvatskoj i odabranim europskim zemljama u 2013. godini (BDP/m ³ iskazanom po standardu pariteta kupovne moći)	92
3.	Kretanje stope promjene BDP-a Republike Hrvatske i stope promjene ukupne godišnje količine vode isporučene gospodarstvu u razdoblju od 2010. do 2014. godine	93
4.	Ukupne količine zahvaćene vode po namjenama (mil. m ³ /god., stanje 2012. godine)	94
5.	Direktna potrošnja vode po gospodarskim sektorima (2010. godina, u m ³)	137
6.	Intenzivnost direktne potrošnje vode u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	139
7.	Struktura ukupne potrošnje vode po jedinici outputa u najznačajnijim gospodarskim korisnicima vode (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	140
8.	Intenzivnost indirektna potrošnje vode u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	142

9.	Struktura ukupne potrošnje vode po jedinici outputa u odabranim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	144
10.	Struktura ukupne količine nepročišćenih otpadnih voda u gospodarstvu prema izvorima ispuštanja u 2010. godini	148
11.	Intenzivnost direktnog ispuštanja nepročišćenih otpadnih voda u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	151
12.	Struktura ukupnih nepročišćenih otpadnih voda po jedinici outputa u najznačajnijim onečišćivačima vodnih resursa (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	152
13.	Intenzivnost indirektnog ispuštanja otpadnih voda u odabranim gospodarskim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	153
14.	Struktura ukupnih nepročišćenih otpadnih voda po jedinici outputa u odabranim sektorima (2010. godina, u m ³ /mil. HRK)	156
15.	Struktura vodenog otiska i otiska otpadnih voda hrvatskog gospodarstva u 2010. godini (mil. m ³)	160
16.	Domaći vodeni otisak ključnih potrošača vode u nacionalnom gospodarstvu u 2010. godini (m ³)	161
17.	Domaći otisak otpadnih voda ključnih onečišćivača vode u nacionalnom gospodarstvu (m ³)	162
18.	Neto uvezeni vodeni otisak po sektorima u 2010. godini (m ³)	163
19.	Neto uvezeni otisak otpadnih voda po sektorima u 2010. godini (m ³)	163
20.	Struktura ukupnog vodenog otiska i ukupnog otiska otpadnih voda hrvatskog gospodarstva prema ključnim sektorima	165

POPIS SHEMA

R.br.	Naslov	Stranica
1.	Podjela vode prema stupnju saliniteta	15
2.	Kruženje vode na Zemlji	19
3.	Osnovni tipovi vodnih resursa	20
4.	Tokovi vode između gospodarstva i okoliša	27
5.	Uloga vode kao osnovnog prirodnog medija u ekosustavu	36
6.	Integralno upravljanje vodnim resursima	48
7.	Informacijska piramida i piramida korisnika SEEA-Water računa	53
8.	Komponente vodenog otiska	63
9.	Modeli transformacije tablica ponude i uporabe u simetričnu input-output tablicu	105

POPIS ZEMLJOVIDA

R.br.	Naslov	Stranica
1.	Ukupni obnovljivi vodni resursi po stanovniku po zemljama u 2014. godini	74

Prilog 1. Input-output tablica Republike Hrvatske za 2010. godinu u mil. HRK (24x24)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4.358,68	0,12	6.562,56	164,27	325,87	148,68	46,55	0,03	161,08	123,24	122,40	5,78	2,15	0,31	1,23	28,65
2	11,32	3.105,10	1.350,34	0,91	20,76	20,78	18,63	7.406,10	97,85	23,07	24,89	242,09	58,24	6,81	14,34	3,72
3	888,36	0,06	972,56	153,86	15,41	16,96	3,80	0,07	129,37	34,87	18,82	2,79	0,60	0,30	0,20	0,34
4	2,84	2,27	13,53	726,69	2,16	6,04	8,52	0,15	1,26	1,01	11,11	44,75	3,64	3,15	3,47	9,89
5	1,73	3,30	249,59	301,98	427,00	12,51	11,51	5,67	13,78	2,16	19,44	48,89	43,70	24,12	12,22	26,39
6	4,33	4,49	738,27	99,98	54,25	372,25	276,18	3,96	280,91	54,95	43,71	65,24	34,55	36,64	12,79	27,13
7	0,00	0,16	19,23	3,48	0,77	33,93	60,45	0,24	3,02	1,62	3,52	1,63	1,53	1,38	0,71	3,97
8	468,99	104,14	355,86	24,46	9,35	8,16	9,50	239,83	33,67	3,90	5,88	65,48	47,47	23,00	7,19	8,71
9	1.987,85	20,19	969,40	764,66	72,21	139,85	263,44	42,57	1.904,49	217,70	287,88	234,10	129,17	196,18	29,56	28,17
10	10,60	0,00	239,70	0,00	1,67	0,00	0,70	0,00	17,10	416,62	2,63	0,08	0,04	0,00	0,01	0,00
11	35,50	34,69	998,01	169,22	45,00	39,72	358,49	9,88	120,01	104,18	455,81	604,66	107,92	217,44	88,82	279,45
12	30,99	15,06	248,32	34,49	21,58	0,43	2,33	5,84	22,75	23,91	6,63	214,40	58,26	91,79	20,31	53,71
13	112,57	29,36	561,82	144,91	91,41	10,77	240,93	84,16	188,56	44,75	239,63	189,22	2.132,86	822,76	399,44	922,39
14	4,89	2,23	37,82	9,73	6,01	1,09	17,94	1,26	4,06	0,99	8,18	41,11	67,21	1.620,98	97,38	390,40
15	19,75	7,15	165,49	39,25	9,51	8,56	16,05	13,60	16,76	13,03	13,10	29,41	82,51	167,47	286,30	549,49
16	8,30	0,86	2,70	14,83	0,44	10,62	0,07	0,06	0,13	0,00	0,36	1,06	38,39	73,28	100,41	1.342,62
17	3,24	0,41	31,67	75,92	27,99	1,79	4,63	0,73	9,16	6,23	3,15	50,28	23,83	65,86	2,95	21,02
18	689,46	14,57	285,93	33,01	17,35	33,94	26,95	36,29	80,57	23,60	15,61	45,01	143,99	172,74	75,38	125,66
19	257,36	26,68	601,69	129,62	40,39	117,09	64,05	41,34	280,28	49,00	34,77	181,42	99,42	68,00	22,60	35,50
20	8,89	0,38	25,64	8,27	1,00	0,62	0,91	0,43	9,18	2,20	0,95	1,88	1,60	1,32	0,38	4,19
21	12,49	3,71	67,17	15,92	14,12	89,79	81,30	1,64	7,99	8,11	56,07	30,99	68,54	12,15	4,32	14,35
22	18,19	5,46	102,34	20,76	8,94	4,94	6,76	7,24	18,17	6,43	5,48	28,99	18,69	13,75	6,00	8,20
23	47,88	0,38	27,18	3,90	1,05	2,29	0,66	0,54	3,18	1,64	0,94	2,37	3,37	2,53	1,67	5,14
24	3.116,68	756,87	6.873,82	1.458,46	442,23	626,09	678,39	1.701,17	1.180,86	600,55	514,65	1.088,90	1.617,41	1.672,27	868,37	2.060,36
Ukupno	12.100,89	4.137,66	21.500,64	4.398,58	1.656,45	1.706,92	2.198,74	9.602,78	4.584,17	1.763,75	1.895,59	3.220,54	4.785,09	5.294,25	2.056,06	5.949,45
Porezi umanjeni za subvencije	-49,55	120,86	-276,08	157,89	8,94	47,99	49,73	277,50	108,25	15,40	21,89	98,84	116,14	144,10	63,89	246,78
Intermedijarni inputi	12.051,34	4.258,52	21.224,56	4.556,47	1.665,40	1.754,91	2.248,46	9.880,28	4.692,42	1.779,15	1.917,48	3.319,38	4.901,23	5.438,35	2.119,95	6.196,22
Naknade zaposlenicima	2.610,64	871,83	6.357,88	2.193,11	651,90	698,02	735,97	2.085,30	910,61	790,66	571,10	1.143,42	2.060,75	2.088,91	901,40	2.044,21
Ostali porezi umanjeni za subvencije	34,04	10,52	113,48	21,59	5,45	11,35	8,51	31,27	46,13	20,17	7,73	34,67	17,72	14,93	7,78	24,70
Bruto poslovni višak	9.699,49	1.046,82	5.013,65	605,68	203,05	836,58	338,06	2.262,67	483,11	1.108,01	270,52	519,95	685,92	1.155,90	331,02	89,29
Uvoz	3.188,13	13.997,27	8.794,64	6.264,74	1.247,70	2.911,48	18,72	5.089,21	9.702,28	4.283,79	4.034,58	2.252,03	10.378,90	11.510,45	7.986,86	7.677,91
Dodana vrijednost	15.532,30	15.926,45	20.279,64	9.085,13	2.108,10	4.457,43	1.101,26	9.468,45	11.142,14	6.202,63	4.883,93	3.950,07	13.143,29	14.770,19	9.227,06	9.836,12
Ukupni input	27.583,64	20.184,97	41.504,20	13.641,61	3.773,49	6.212,34	3.349,72	19.348,73	15.834,56	7.981,78	6.801,41	7.269,45	18.044,52	20.208,54	11.347,01	16.032,34

Input-output tablica Republike Hrvatske za 2010. godinu u mil. HRK - nastavak

Oznake sektora	17	18	19	20	21	22	23	24	Ukupna intermedijarna potrošnja	Finalna potrošnja	Bruto investicije	Izvoz	Ukupne finalne uporabe	Ukupni output
1	141,23	2,18	14,29	0,91	24,03	43,37	697,28	2.053,25	15.028,11	8.760,74	1.911,76	1.883,03	12.555,53	27.583,64
2	25,16	540,37	1.536,03	35,17	39,92	964,18	993,19	3.265,17	19.804,13	0,00	13,48	367,36	380,84	20.184,97
3	35,76	0,37	1,92	5,78	36,43	22,14	2.296,25	885,16	5.522,18	30.978,22	49,37	4.954,43	35.982,02	41.504,20
4	88,47	6,38	0,18	1,83	7,97	34,10	29,92	535,51	1.544,84	10.015,41	9,68	2.071,69	12.096,77	13.641,61
5	90,64	15,18	15,20	2,38	3,96	160,14	9,95	252,42	1.753,84	0,00	4,77	2.014,88	2.019,65	3.773,49
6	34,52	17,88	3,86	5,15	77,17	55,77	308,44	1.780,57	4.393,01	949,69	3,44	866,20	1.819,33	6.212,34
7	1,33	1,61	1,68	0,40	0,71	0,87	1,71	104,00	247,94	3.091,14	4,91	5,73	3.101,78	3.349,73
8	8,92	519,10	2.425,31	32,68	88,92	875,04	372,74	3.946,97	9.685,27	3.761,21	7,48	5.894,77	9.663,46	19.348,74
9	141,15	62,32	5,13	21,99	496,84	238,00	258,46	1.208,83	9.720,15	1.738,54	9,50	4.366,37	6.114,41	15.834,56
10	2,04	0,00	1,23	0,25	1,38	4,03	9,02	2.972,15	3.679,24	2.532,12	4,00	1.766,41	4.302,54	7.981,78
11	96,97	131,66	6,66	35,97	47,18	529,85	147,30	1.197,38	5.861,80	102,92	4,09	832,59	939,60	6.801,41
12	17,59	47,93	10,79	82,28	16,03	3.555,26	123,28	765,57	5.469,52	182,38	6,08	1.611,47	1.799,93	7.269,45
13	387,08	405,27	21,51	67,40	460,56	2.362,10	493,60	3.429,70	13.842,75	178,24	456,89	3.566,65	4.201,77	18.044,52
14	65,75	480,67	51,01	25,73	9,45	517,03	28,56	1.357,86	4.847,33	5.464,29	4.895,25	5.001,67	15.361,21	20.208,54
15	15,68	142,39	9,11	9,51	10,20	410,11	309,81	1.502,58	3.846,82	27,91	5.744,38	1.727,90	7.500,19	11.347,01
16	2,54	175,24	0,35	5,19	122,27	132,44	4,51	1.454,33	3.491,02	2.749,48	4.151,98	5.639,86	12.541,32	16.032,34
17	151,18	5,98	1,77	3,07	3,97	11,53	42,74	1.636,55	2.185,64	2.634,28	298,49	1.906,17	4.838,94	7.024,58
18	18,39	325,37	234,80	111,83	59,27	214,55	312,31	2.918,66	6.015,24	5,02	0,00	2.332,38	2.337,40	8.352,64
19	32,29	257,71	1.050,17	91,42	133,49	511,72	1.029,17	6.880,36	12.035,55	1.334,92	0,00	264,22	1.599,14	13.634,70
20	2,25	1,36	3,57	77,09	30,81	39,06	373,72	830,10	1.425,78	1.668,40	0,00	0,00	1.668,40	3.094,18
21	6,87	34,28	131,17	22,96	248,70	117,05	202,34	1.343,22	2.595,27	1.556,55	0,00	1.670,19	3.226,73	5.822,00
22	6,51	20,80	25,76	73,99	53,04	2.614,50	139,52	2.223,61	5.438,07	1.834,38	40.308,92	868,59	43.011,89	48.449,96
23	1,79	3,13	4,03	3,82	13,84	50,53	231,71	3.425,22	3.838,80	28.605,83	0,00	0,00	28.605,83	32.444,63
24	668,26	1.320,61	1.682,33	572,57	905,38	15.492,03	4.675,57	73.435,90	124.009,72	156.916,86	10.138,03	32.692,33	199.747,22	323.756,93
Ukupno	2.042,37	4.517,78	7.237,84	1.289,37	2.891,54	28.955,41	13.091,10	119.405,06	266.282,01	265.088,56	68.022,50	82.304,88	415.415,93	681.697,94
Porezi umanjeni za subvencije	53,68	363,50	1.331,29	48,94	126,10	1.014,04	696,27	6.303,83	11.090,24	34.235,03	2.014,44	235,93	36.485,40	47.575,65
Intermedijarni inputi	2.096,05	4.881,27	8.569,13	1.338,31	3.017,64	29.969,45	13.787,37	125.708,89	277.372,25	299.323,59	70.036,93	82.540,81	451.901,34	729.273,59
Naknade zaposlenicima	934,33	1.785,09	1.203,45	1.062,74	1.655,96	11.188,83	8.761,08	105.918,07	159.225,28					
Ostali porezi umanjeni za subvencije	9,47	15,87	3,41	16,65	28,66	209,32	299,55	2.108,35	3.101,32					
Bruto poslovni višak	374,62	1.052,12	1.771,41	676,48	935,17	7.057,66	6.993,50	74.627,60	118.138,27					
Uvoz	3.610,11	618,29	2.087,29	0,00	184,57	24,71	2.603,13	15.394,02	123.860,82					
Dodana vrijednost	4.928,53	3.471,37	5.065,56	1.755,87	2.804,36	18.480,51	18.657,26	198.048,04	404.325,69					
Ukupni input	7.024,58	8.352,64	13.634,70	3.094,18	5.822,00	48.449,96	32.444,63	323.756,93	681.697,94					

Izvor: priredio doktorand na osnovu izvorne input-output tablice Republike Hrvatske za 2010. godinu (65x65) [dostupno na: <http://www.dzs.hr/>, preuzeto: 30.10.2015.]

Prilog 2. Proširena input-output tablica Republike Hrvatske (u mil. HRK) s podacima o gospodarskoj potrošnji vode (w1, u m³) i ispuštanju otpadnih voda (w2, u m³)

oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Finalna potražnja	Ukupni output
1	4.358,68	0,12	6.562,56	164,27	325,87	148,68	46,55	0,03	161,08	123,24	122,40	5,78	2,15	0,31	1,23	28,65	141,23	2,18	14,29	0,91	24,03	43,37	697,28	2.053,25	12.555,53	27.583,64
2	11,32	3.105,10	1.350,34	0,91	20,76	20,78	18,63	7.406,10	97,85	23,07	24,89	242,09	58,24	6,81	14,34	3,72	25,16	540,37	1.536,03	35,17	39,92	964,18	993,19	3.265,17	380,84	20.184,97
3	888,36	0,06	972,56	153,86	15,41	16,96	3,80	0,07	129,37	34,87	18,82	2,79	0,60	0,30	0,20	0,34	35,76	0,37	1,92	5,78	36,43	22,14	2.296,25	885,16	35.982,02	41.504,20
4	2,84	2,27	13,53	726,69	2,16	6,04	8,52	0,15	1,26	1,01	11,11	44,75	3,64	3,15	3,47	9,89	88,47	6,38	0,18	1,83	7,97	34,10	29,92	535,51	12.096,77	13.641,61
5	1,73	3,30	249,59	301,98	427,00	12,51	11,51	5,67	13,78	2,16	19,44	48,89	43,70	24,12	12,22	26,39	90,64	15,18	15,20	2,38	3,96	160,14	9,95	252,42	2.019,65	3.773,49
6	4,33	4,49	738,27	99,98	54,25	372,25	276,18	3,96	280,91	54,95	43,71	65,24	34,55	36,64	12,79	27,13	34,52	17,88	3,86	5,15	77,17	55,77	308,44	1.780,57	1.819,33	6.212,34
7	0,00	0,16	19,23	3,48	0,77	33,93	60,45	0,24	3,02	1,62	3,52	1,63	1,53	1,38	0,71	3,97	1,33	1,61	1,68	0,40	0,71	0,87	1,71	104,00	3.101,78	3.349,73
8	468,99	104,14	355,86	24,46	9,35	8,16	9,50	239,83	33,67	3,90	5,88	65,48	47,47	23,00	7,19	8,71	8,92	519,10	2.425,31	32,68	88,92	875,04	372,74	3.946,97	9.663,46	19.348,74
9	1.987,85	20,19	969,40	764,66	72,21	139,85	263,44	42,57	1.904,49	217,70	287,88	234,10	129,17	196,18	29,56	28,17	141,15	62,32	5,13	21,99	496,84	238,00	258,46	1.208,83	6.114,41	15.834,56
10	10,60	0,00	239,70	0,00	1,67	0,00	0,70	0,00	17,10	416,62	2,63	0,08	0,04	0,00	0,01	0,00	2,04	0,00	1,23	0,25	1,38	4,03	9,02	2.972,15	4.302,54	7.981,78
11	35,50	34,69	998,01	169,22	45,00	39,72	358,49	9,88	120,01	104,18	455,81	604,66	107,92	217,44	88,82	279,45	96,97	131,66	6,66	35,97	47,18	529,85	147,30	1.197,38	939,60	6.801,41
12	30,99	15,06	248,32	34,49	21,58	0,43	2,33	5,84	22,75	23,91	6,63	214,40	58,26	91,79	20,31	53,71	17,59	47,93	10,79	82,28	16,03	3.555,26	123,28	765,57	1.799,93	7.269,45
13	112,57	29,36	561,82	144,91	91,41	10,77	240,93	84,16	188,56	44,75	239,63	189,22	2.132,86	822,76	399,44	922,39	387,08	405,27	21,51	67,40	460,56	2.362,10	493,60	3.429,70	4.201,77	18.044,52
14	4,89	2,23	37,82	9,73	6,01	1,09	17,94	1,26	4,06	0,99	8,18	41,11	67,21	1.620,98	97,38	390,40	65,75	480,67	51,01	25,73	9,45	517,03	28,56	1.357,86	15.361,21	20.208,54
15	19,75	7,15	165,49	39,25	9,51	8,56	16,05	13,60	16,76	13,03	13,10	29,41	82,51	167,47	286,30	549,49	15,68	142,39	9,11	9,51	10,20	410,11	309,81	1.502,58	7.500,19	11.347,01
16	8,30	0,86	2,70	14,83	0,44	10,62	0,07	0,06	0,13	0,00	0,36	1,06	38,39	73,28	100,41	1.342,62	2,54	175,24	0,35	5,19	122,27	132,44	4,51	1.454,33	12.541,32	16.032,34
17	3,24	0,41	31,67	75,92	27,99	1,79	4,63	0,73	9,16	6,23	3,15	50,28	23,83	65,86	2,95	21,02	151,18	5,98	1,77	3,07	3,97	11,53	42,74	1.636,55	4.838,94	7.024,58
18	689,46	14,57	285,93	33,01	17,35	33,94	26,95	36,29	80,57	23,60	15,61	45,01	143,99	172,74	75,38	125,66	18,39	325,37	234,80	111,83	59,27	214,55	312,31	2.918,66	2.337,40	8.352,64
19	257,36	26,68	601,69	129,62	40,39	117,09	64,05	41,34	280,28	49,00	34,77	181,42	99,42	68,00	22,60	35,50	32,29	257,71	1.050,17	91,42	133,49	511,72	1.029,17	6.880,36	1.599,14	13.634,70
20	8,89	0,38	25,64	8,27	1,00	0,62	0,91	0,43	9,18	2,20	0,95	1,88	1,60	1,32	0,38	4,19	2,25	1,36	3,57	77,09	30,81	39,06	373,72	830,10	1.668,40	3.094,18
21	12,49	3,71	67,17	15,92	14,12	89,79	81,30	1,64	7,99	8,11	56,07	30,99	68,54	12,15	4,32	14,35	6,87	34,28	131,17	22,96	248,70	117,05	202,34	1.343,22	3.226,73	5.822,00
22	18,19	5,46	102,34	20,76	8,94	4,94	6,76	7,24	18,17	6,43	5,48	28,99	18,69	13,75	6,00	8,20	6,51	20,80	25,76	73,99	53,04	2.614,50	139,52	2.223,61	43.011,89	48.449,96
23	47,88	0,38	27,18	3,90	1,05	2,29	0,66	0,54	3,18	1,64	0,94	2,37	3,37	2,53	1,67	5,14	1,79	3,13	4,03	3,82	13,84	50,53	231,71	3.425,22	28.605,83	32.444,63
24	3.116,68	756,87	6.873,82	1.458,46	442,23	626,09	678,39	1.701,17	1.180,86	600,55	514,65	1.088,90	1.617,41	1.672,27	868,37	2.060,36	668,26	1.320,61	1.682,33	572,57	905,38	15.492,03	4.675,57	73.435,90	199.747,22	323.756,93
Ukupni input	27.583,64	20.184,97	41.504,20	13.641,61	3.773,49	6.212,34	3.349,72	19.348,73	15.834,56	7.981,78	6.801,41	7.269,45	18.044,52	20.208,54	11.347,01	16.032,34	7.024,58	8.352,64	13.634,70	3.094,18	5.822,00	48.449,96	32.444,63	323.756,93		
w1 (m³)	12.671.000	2.303.000	31.049.000	3.645.000	484.000	4.603.000	103.000	143.794.000	92.258.000	645.000	107.000	10.169.000	1.913.000	1.798.000	166.000	1.120.000	332.000	73.000	133.412.000	1.621.000	154.000	1.948.000	15.412.000	35.012.000		
w2 (m³)	2.596.000	2.041.000	8.540.000	1.300.000	436.000	1.065.000	93.000	25.411.000	28.536.000	57.000	95.000	3.332.000	981.000	222.000	139.000	744.000	293.000	66.000	1.167.000	2.361.000	148.000	286.000	9.034.000	7.525.000		

Izvor: priredio doktorand na osnovu podataka opisanih u tematskoj jedinici 4.3.

Prilog 3. Matrica tehničkih koeficijenata proizvodnje za Republiku Hrvatsku (A matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,1580	0,0000	0,1581	0,0120	0,0864	0,0239	0,0139	0,0000	0,0102	0,0154	0,0180	0,0008	0,0001	0,0000	0,0001	0,0018	0,0201	0,0003	0,0010	0,0003	0,0041	0,0009	0,0215	0,0063
2	0,0004	0,1538	0,0325	0,0001	0,0055	0,0033	0,0056	0,3828	0,0062	0,0029	0,0037	0,0333	0,0032	0,0003	0,0013	0,0002	0,0036	0,0647	0,1127	0,0114	0,0069	0,0199	0,0306	0,0101
3	0,0322	0,0000	0,0234	0,0113	0,0041	0,0027	0,0011	0,0000	0,0082	0,0044	0,0028	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0051	0,0000	0,0001	0,0019	0,0063	0,0005	0,0708	0,0027
4	0,0001	0,0001	0,0003	0,0533	0,0006	0,0010	0,0025	0,0000	0,0001	0,0001	0,0016	0,0062	0,0002	0,0002	0,0003	0,0006	0,0126	0,0008	0,0000	0,0006	0,0014	0,0007	0,0009	0,0017
5	0,0001	0,0002	0,0060	0,0221	0,1132	0,0020	0,0034	0,0003	0,0009	0,0003	0,0029	0,0067	0,0024	0,0012	0,0011	0,0016	0,0129	0,0018	0,0011	0,0008	0,0007	0,0033	0,0003	0,0008
6	0,0002	0,0002	0,0178	0,0073	0,0144	0,0599	0,0824	0,0002	0,0177	0,0069	0,0064	0,0090	0,0019	0,0018	0,0011	0,0017	0,0049	0,0021	0,0003	0,0017	0,0133	0,0012	0,0095	0,0055
7	0,0000	0,0000	0,0005	0,0003	0,0002	0,0055	0,0180	0,0000	0,0002	0,0002	0,0005	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0003
8	0,0170	0,0052	0,0086	0,0018	0,0025	0,0013	0,0028	0,0124	0,0021	0,0005	0,0009	0,0090	0,0026	0,0011	0,0006	0,0005	0,0013	0,0621	0,1779	0,0106	0,0153	0,0181	0,0115	0,0122
9	0,0721	0,0010	0,0234	0,0561	0,0191	0,0225	0,0786	0,0022	0,1203	0,0273	0,0423	0,0322	0,0072	0,0097	0,0026	0,0018	0,0201	0,0075	0,0004	0,0071	0,0853	0,0049	0,0080	0,0037
10	0,0004	0,0000	0,0058	0,0000	0,0004	0,0000	0,0002	0,0000	0,0011	0,0522	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0003	0,0092
11	0,0013	0,0017	0,0240	0,0124	0,0119	0,0064	0,1070	0,0005	0,0076	0,0131	0,0670	0,0832	0,0060	0,0108	0,0078	0,0174	0,0138	0,0158	0,0005	0,0116	0,0081	0,0109	0,0045	0,0037
12	0,0011	0,0007	0,0060	0,0025	0,0057	0,0001	0,0007	0,0003	0,0014	0,0030	0,0010	0,0295	0,0032	0,0045	0,0018	0,0034	0,0025	0,0057	0,0008	0,0266	0,0028	0,0734	0,0038	0,0024
13	0,0041	0,0015	0,0135	0,0106	0,0242	0,0017	0,0719	0,0043	0,0119	0,0056	0,0352	0,0260	0,1182	0,0407	0,0352	0,0575	0,0551	0,0485	0,0016	0,0218	0,0791	0,0488	0,0152	0,0106
14	0,0002	0,0001	0,0009	0,0007	0,0016	0,0002	0,0054	0,0001	0,0003	0,0001	0,0012	0,0057	0,0037	0,0802	0,0086	0,0244	0,0094	0,0575	0,0037	0,0083	0,0016	0,0107	0,0009	0,0042
15	0,0007	0,0004	0,0040	0,0029	0,0025	0,0014	0,0048	0,0007	0,0011	0,0016	0,0019	0,0040	0,0046	0,0083	0,0252	0,0343	0,0022	0,0170	0,0007	0,0031	0,0018	0,0085	0,0095	0,0046
16	0,0003	0,0000	0,0001	0,0011	0,0001	0,0017	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0021	0,0036	0,0088	0,0837	0,0004	0,0210	0,0000	0,0017	0,0210	0,0027	0,0001	0,0045
17	0,0001	0,0000	0,0008	0,0056	0,0074	0,0003	0,0014	0,0000	0,0006	0,0008	0,0005	0,0069	0,0013	0,0033	0,0003	0,0013	0,0215	0,0007	0,0001	0,0010	0,0007	0,0002	0,0013	0,0051
18	0,0250	0,0007	0,0069	0,0024	0,0046	0,0055	0,0080	0,0019	0,0051	0,0030	0,0023	0,0062	0,0080	0,0085	0,0066	0,0078	0,0026	0,0390	0,0172	0,0361	0,0102	0,0044	0,0096	0,0090
19	0,0093	0,0013	0,0145	0,0095	0,0107	0,0188	0,0191	0,0021	0,0177	0,0061	0,0051	0,0250	0,0055	0,0034	0,0020	0,0022	0,0046	0,0309	0,0770	0,0295	0,0229	0,0106	0,0317	0,0213
20	0,0003	0,0000	0,0006	0,0006	0,0003	0,0001	0,0003	0,0000	0,0006	0,0003	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001	0,0000	0,0003	0,0003	0,0002	0,0003	0,0249	0,0053	0,0008	0,0115	0,0026
21	0,0005	0,0002	0,0016	0,0012	0,0037	0,0145	0,0243	0,0001	0,0005	0,0010	0,0082	0,0043	0,0038	0,0006	0,0004	0,0009	0,0010	0,0041	0,0096	0,0074	0,0427	0,0024	0,0062	0,0041
22	0,0007	0,0003	0,0025	0,0015	0,0024	0,0008	0,0020	0,0004	0,0011	0,0008	0,0008	0,0040	0,0010	0,0007	0,0005	0,0005	0,0009	0,0025	0,0019	0,0239	0,0091	0,0540	0,0043	0,0069
23	0,0017	0,0000	0,0007	0,0003	0,0003	0,0004	0,0002	0,0000	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0001	0,0001	0,0003	0,0003	0,0004	0,0003	0,0012	0,0024	0,0010	0,0071	0,0106
24	0,1130	0,0375	0,1656	0,1069	0,1172	0,1008	0,2025	0,0879	0,0746	0,0752	0,0757	0,1498	0,0896	0,0828	0,0765	0,1285	0,0951	0,1581	0,1234	0,1850	0,1555	0,3198	0,1441	0,2268

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 4. Matrica tehničkih koeficijenata alokacije za Republiku Hrvatsku (B matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,1580	0,0000	0,2379	0,0060	0,0118	0,0054	0,0017	0,0000	0,0058	0,0045	0,0044	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0010	0,0051	0,0001	0,0005	0,0000	0,0009	0,0016	0,0253	0,0744
2	0,0006	0,1538	0,0669	0,0000	0,0010	0,0010	0,0009	0,3669	0,0048	0,0011	0,0012	0,0120	0,0029	0,0003	0,0007	0,0002	0,0012	0,0268	0,0761	0,0017	0,0020	0,0478	0,0492	0,1618
3	0,0214	0,0000	0,0234	0,0037	0,0004	0,0004	0,0001	0,0000	0,0031	0,0008	0,0005	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	0,0000	0,0000	0,0001	0,0009	0,0005	0,0553	0,0213
4	0,0002	0,0002	0,0010	0,0533	0,0002	0,0004	0,0006	0,0000	0,0001	0,0001	0,0008	0,0033	0,0003	0,0002	0,0003	0,0007	0,0065	0,0005	0,0000	0,0001	0,0006	0,0025	0,0022	0,0393
5	0,0005	0,0009	0,0661	0,0800	0,1132	0,0033	0,0031	0,0015	0,0037	0,0006	0,0052	0,0130	0,0116	0,0064	0,0032	0,0070	0,0240	0,0040	0,0040	0,0006	0,0011	0,0424	0,0026	0,0669
6	0,0007	0,0007	0,1188	0,0161	0,0087	0,0599	0,0445	0,0006	0,0452	0,0088	0,0070	0,0105	0,0056	0,0059	0,0021	0,0044	0,0056	0,0029	0,0006	0,0008	0,0124	0,0090	0,0496	0,2866
7	0,0000	0,0000	0,0057	0,0010	0,0002	0,0101	0,0180	0,0001	0,0009	0,0005	0,0011	0,0005	0,0005	0,0004	0,0002	0,0012	0,0004	0,0005	0,0005	0,0001	0,0002	0,0003	0,0005	0,0310
8	0,0242	0,0054	0,0184	0,0013	0,0005	0,0004	0,0005	0,0124	0,0017	0,0002	0,0003	0,0034	0,0025	0,0012	0,0004	0,0005	0,0005	0,0268	0,1253	0,0017	0,0046	0,0452	0,0193	0,2040
9	0,1255	0,0013	0,0612	0,0483	0,0046	0,0088	0,0166	0,0027	0,1203	0,0137	0,0182	0,0148	0,0082	0,0124	0,0019	0,0018	0,0089	0,0039	0,0003	0,0014	0,0314	0,0150	0,0163	0,0763
10	0,0013	0,0000	0,0300	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000	0,0021	0,0522	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0005	0,0011	0,3724
11	0,0052	0,0051	0,1467	0,0249	0,0066	0,0058	0,0527	0,0015	0,0176	0,0153	0,0670	0,0889	0,0159	0,0320	0,0131	0,0411	0,0143	0,0194	0,0010	0,0053	0,0069	0,0779	0,0217	0,1760
12	0,0043	0,0021	0,0342	0,0047	0,0030	0,0001	0,0003	0,0008	0,0031	0,0033	0,0009	0,0295	0,0080	0,0126	0,0028	0,0074	0,0024	0,0066	0,0015	0,0113	0,0022	0,4891	0,0170	0,1053
13	0,0062	0,0016	0,0311	0,0080	0,0051	0,0006	0,0134	0,0047	0,0104	0,0025	0,0133	0,0105	0,1182	0,0456	0,0221	0,0511	0,0215	0,0225	0,0012	0,0037	0,0255	0,1309	0,0274	0,1901
14	0,0002	0,0001	0,0019	0,0005	0,0003	0,0001	0,0009	0,0001	0,0002	0,0000	0,0004	0,0020	0,0033	0,0802	0,0048	0,0193	0,0033	0,0238	0,0025	0,0013	0,0005	0,0256	0,0014	0,0672
15	0,0017	0,0006	0,0146	0,0035	0,0008	0,0008	0,0014	0,0012	0,0015	0,0011	0,0012	0,0026	0,0073	0,0148	0,0252	0,0484	0,0014	0,0125	0,0008	0,0008	0,0009	0,0361	0,0273	0,1324
16	0,0005	0,0001	0,0002	0,0009	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0024	0,0046	0,0063	0,0837	0,0002	0,0109	0,0000	0,0003	0,0076	0,0083	0,0003	0,0907
17	0,0005	0,0001	0,0045	0,0108	0,0040	0,0003	0,0007	0,0001	0,0013	0,0009	0,0004	0,0072	0,0034	0,0094	0,0004	0,0030	0,0215	0,0009	0,0003	0,0004	0,0006	0,0016	0,0061	0,2330
18	0,0825	0,0017	0,0342	0,0040	0,0021	0,0041	0,0032	0,0043	0,0096	0,0028	0,0019	0,0054	0,0172	0,0207	0,0090	0,0150	0,0022	0,0390	0,0281	0,0134	0,0071	0,0257	0,0374	0,3494
19	0,0189	0,0020	0,0441	0,0095	0,0030	0,0086	0,0047	0,0030	0,0206	0,0036	0,0025	0,0133	0,0073	0,0050	0,0017	0,0026	0,0024	0,0189	0,0770	0,0067	0,0098	0,0375	0,0755	0,5046
20	0,0029	0,0001	0,0083	0,0027	0,0003	0,0002	0,0003	0,0001	0,0030	0,0007	0,0003	0,0006	0,0005	0,0004	0,0001	0,0014	0,0007	0,0004	0,0012	0,0249	0,0100	0,0126	0,1208	0,2683
21	0,0021	0,0006	0,0115	0,0027	0,0024	0,0154	0,0140	0,0003	0,0014	0,0014	0,0096	0,0053	0,0118	0,0021	0,0007	0,0025	0,0012	0,0059	0,0225	0,0039	0,0427	0,0201	0,0348	0,2307
22	0,0004	0,0001	0,0021	0,0004	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0001	0,0001	0,0006	0,0004	0,0003	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0005	0,0015	0,0011	0,0540	0,0029	0,0459
23	0,0015	0,0000	0,0008	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0004	0,0016	0,0071	0,1056
24	0,0096	0,0023	0,0212	0,0045	0,0014	0,0019	0,0021	0,0053	0,0036	0,0019	0,0016	0,0034	0,0050	0,0052	0,0027	0,0064	0,0021	0,0041	0,0052	0,0018	0,0028	0,0479	0,0144	0,2268

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 5. Inverzna Leontijevljeva matrica za Republiku Hrvatsku (L matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,1989	0,0007	0,1992	0,0239	0,1212	0,0339	0,0282	0,0015	0,0181	0,0228	0,0265	0,0078	0,0024	0,0023	0,0018	0,0054	0,0300	0,0042	0,0039	0,0047	0,0117	0,0074	0,0431	0,0127
2	0,0253	1,1868	0,0601	0,0111	0,0215	0,0163	0,0277	0,4639	0,0197	0,0105	0,0122	0,0603	0,0127	0,0076	0,0068	0,0090	0,0127	0,1258	0,2419	0,0415	0,0335	0,0547	0,0625	0,0340
3	0,0414	0,0003	1,0324	0,0146	0,0101	0,0052	0,0052	0,0007	0,0108	0,0064	0,0050	0,0025	0,0009	0,0008	0,0006	0,0012	0,0075	0,0015	0,0013	0,0037	0,0093	0,0030	0,0757	0,0055
4	0,0006	0,0003	0,0011	1,0568	0,0014	0,0015	0,0038	0,0004	0,0004	0,0005	0,0022	0,0075	0,0006	0,0006	0,0006	0,0013	0,0140	0,0015	0,0005	0,0016	0,0022	0,0023	0,0016	0,0025
5	0,0009	0,0003	0,0078	0,0271	1,1285	0,0029	0,0056	0,0007	0,0016	0,0007	0,0040	0,0090	0,0035	0,0020	0,0016	0,0028	0,0158	0,0031	0,0019	0,0020	0,0019	0,0056	0,0015	0,0017
6	0,0045	0,0008	0,0230	0,0118	0,0201	1,0665	0,0954	0,0014	0,0228	0,0096	0,0098	0,0135	0,0038	0,0037	0,0024	0,0041	0,0078	0,0052	0,0023	0,0050	0,0192	0,0061	0,0140	0,0088
7	0,0002	0,0000	0,0008	0,0004	0,0005	0,0060	1,0191	0,0001	0,0004	0,0003	0,0007	0,0005	0,0002	0,0002	0,0001	0,0004	0,0003	0,0004	0,0002	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0005
8	0,0304	0,0078	0,0230	0,0090	0,0132	0,0104	0,0170	1,0184	0,0102	0,0053	0,0061	0,0209	0,0080	0,0057	0,0041	0,0064	0,0069	0,0785	0,2025	0,0269	0,0288	0,0330	0,0262	0,0244
9	0,1018	0,0021	0,0490	0,0732	0,0390	0,0342	0,1083	0,0044	1,1410	0,0370	0,0568	0,0469	0,0119	0,0149	0,0053	0,0069	0,0303	0,0148	0,0047	0,0148	0,1071	0,0153	0,0187	0,0098
10	0,0030	0,0006	0,0092	0,0020	0,0028	0,0017	0,0038	0,0014	0,0027	1,0564	0,0018	0,0025	0,0015	0,0014	0,0012	0,0021	0,0020	0,0027	0,0023	0,0031	0,0031	0,0049	0,0032	0,0129
11	0,0058	0,0027	0,0306	0,0172	0,0180	0,0099	0,1221	0,0024	0,0111	0,0166	1,0741	0,0950	0,0091	0,0148	0,0103	0,0236	0,0180	0,0222	0,0032	0,0191	0,0140	0,0236	0,0100	0,0074
12	0,0030	0,0012	0,0083	0,0041	0,0082	0,0011	0,0031	0,0013	0,0026	0,0040	0,0020	1,0322	0,0046	0,0060	0,0027	0,0052	0,0039	0,0082	0,0023	0,0317	0,0057	0,0822	0,0064	0,0046
13	0,0137	0,0033	0,0255	0,0198	0,0388	0,0088	0,0998	0,0085	0,0193	0,0108	0,0477	0,0417	1,1390	0,0551	0,0452	0,0798	0,0697	0,0699	0,0098	0,0378	0,1043	0,0721	0,0265	0,0210
14	0,0038	0,0006	0,0040	0,0026	0,0044	0,0020	0,0097	0,0012	0,0018	0,0013	0,0028	0,0090	0,0063	1,0892	0,0113	0,0316	0,0121	0,0683	0,0072	0,0145	0,0058	0,0167	0,0040	0,0078
15	0,0032	0,0008	0,0067	0,0047	0,0049	0,0029	0,0084	0,0018	0,0024	0,0028	0,0034	0,0065	0,0066	0,0107	1,0274	0,0405	0,0040	0,0218	0,0028	0,0065	0,0054	0,0131	0,0122	0,0074
16	0,0024	0,0004	0,0022	0,0025	0,0019	0,0035	0,0034	0,0009	0,0011	0,0009	0,0013	0,0021	0,0039	0,0056	0,0109	1,0935	0,0017	0,0261	0,0020	0,0049	0,0261	0,0064	0,0022	0,0072
17	0,0015	0,0004	0,0026	0,0073	0,0099	0,0013	0,0037	0,0008	0,0015	0,0016	0,0014	0,0089	0,0024	0,0045	0,0011	0,0029	1,0232	0,0027	0,0014	0,0030	0,0025	0,0037	0,0029	0,0071
18	0,0349	0,0017	0,0170	0,0065	0,0122	0,0098	0,0162	0,0041	0,0088	0,0058	0,0058	0,0112	0,0116	0,0121	0,0091	0,0128	0,0066	1,0462	0,0228	0,0437	0,0171	0,0122	0,0162	0,0145
19	0,0216	0,0034	0,0281	0,0184	0,0222	0,0280	0,0367	0,0069	0,0266	0,0118	0,0117	0,0369	0,0115	0,0088	0,0061	0,0095	0,0114	0,0436	1,0911	0,0440	0,0372	0,0281	0,0446	0,0332
20	0,0011	0,0002	0,0016	0,0013	0,0011	0,0007	0,0016	0,0004	0,0011	0,0007	0,0006	0,0011	0,0006	0,0005	0,0004	0,0009	0,0009	0,0010	0,0010	1,0265	0,0066	0,0023	0,0127	0,0038
21	0,0023	0,0006	0,0044	0,0030	0,0065	0,0175	0,0309	0,0010	0,0021	0,0022	0,0104	0,0074	0,0055	0,0019	0,0014	0,0028	0,0026	0,0069	0,0123	0,0106	1,0474	0,0062	0,0089	0,0067
22	0,0029	0,0008	0,0054	0,0034	0,0049	0,0025	0,0057	0,0017	0,0026	0,0020	0,0022	0,0066	0,0025	0,0020	0,0016	0,0025	0,0025	0,0052	0,0042	0,0287	0,0127	1,0614	0,0073	0,0101
23	0,0045	0,0007	0,0042	0,0023	0,0030	0,0023	0,0041	0,0016	0,0017	0,0016	0,0017	0,0031	0,0018	0,0016	0,0014	0,0027	0,0021	0,0034	0,0028	0,0046	0,0055	0,0065	1,0100	0,0143
24	0,2171	0,0617	0,2875	0,1812	0,2210	0,1678	0,3460	0,1448	0,1335	0,1229	0,1329	0,2464	0,1474	0,1376	0,1182	0,2128	0,1598	0,2704	0,2242	0,3018	0,2708	0,4923	0,2472	1,3300

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 6. Inverzna Ghosheva matrica za Republiku Hrvatsku (G matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	1,1989	0,0005	0,2997	0,0118	0,0166	0,0076	0,0034	0,0011	0,0104	0,0066	0,0065	0,0020	0,0016	0,0017	0,0007	0,0031	0,0076	0,0013	0,0019	0,0005	0,0025	0,0130	0,0507	0,1488
2	0,0346	1,1868	0,1236	0,0075	0,0040	0,0050	0,0046	0,4447	0,0154	0,0041	0,0041	0,0217	0,0114	0,0076	0,0038	0,0072	0,0044	0,0521	0,1634	0,0064	0,0097	0,1313	0,1005	0,5456
3	0,0275	0,0001	1,0324	0,0048	0,0009	0,0008	0,0004	0,0003	0,0041	0,0012	0,0008	0,0004	0,0004	0,0004	0,0002	0,0005	0,0013	0,0003	0,0004	0,0003	0,0013	0,0035	0,0592	0,0429
4	0,0013	0,0004	0,0034	1,0568	0,0004	0,0007	0,0009	0,0005	0,0005	0,0003	0,0011	0,0040	0,0008	0,0009	0,0005	0,0015	0,0072	0,0009	0,0005	0,0004	0,0009	0,0083	0,0039	0,0603
5	0,0068	0,0018	0,0858	0,0978	1,1285	0,0047	0,0050	0,0034	0,0067	0,0015	0,0072	0,0174	0,0166	0,0108	0,0050	0,0119	0,0295	0,0069	0,0068	0,0016	0,0030	0,0718	0,0133	0,1455
6	0,0201	0,0025	0,1536	0,0259	0,0122	1,0665	0,0514	0,0044	0,0582	0,0123	0,0107	0,0158	0,0110	0,0119	0,0044	0,0105	0,0088	0,0070	0,0050	0,0025	0,0180	0,0474	0,0731	0,4577
7	0,0013	0,0002	0,0093	0,0018	0,0005	0,0112	1,0191	0,0005	0,0020	0,0008	0,0014	0,0010	0,0010	0,0010	0,0005	0,0019	0,0007	0,0009	0,0010	0,0003	0,0007	0,0039	0,0027	0,0496
8	0,0433	0,0081	0,0493	0,0063	0,0026	0,0033	0,0029	1,0184	0,0083	0,0022	0,0022	0,0079	0,0075	0,0060	0,0024	0,0053	0,0025	0,0339	0,1427	0,0043	0,0087	0,0827	0,0440	0,4088
9	0,1773	0,0026	0,1285	0,0631	0,0093	0,0134	0,0229	0,0054	1,1410	0,0187	0,0244	0,0215	0,0135	0,0190	0,0038	0,0070	0,0135	0,0078	0,0040	0,0029	0,0394	0,0468	0,0384	0,2001
10	0,0102	0,0015	0,0480	0,0034	0,0013	0,0013	0,0016	0,0034	0,0053	1,0564	0,0016	0,0023	0,0033	0,0035	0,0017	0,0042	0,0017	0,0028	0,0039	0,0012	0,0022	0,0299	0,0130	0,5252
11	0,0234	0,0080	0,1865	0,0346	0,0100	0,0090	0,0601	0,0069	0,0258	0,0194	1,0741	0,1015	0,0241	0,0439	0,0172	0,0555	0,0186	0,0273	0,0064	0,0087	0,0120	0,1679	0,0477	0,3540
12	0,0112	0,0033	0,0472	0,0077	0,0043	0,0009	0,0014	0,0034	0,0056	0,0044	0,0019	1,0322	0,0114	0,0167	0,0042	0,0114	0,0038	0,0095	0,0044	0,0135	0,0046	0,5479	0,0285	0,2059
13	0,0210	0,0037	0,0586	0,0149	0,0081	0,0030	0,0185	0,0091	0,0169	0,0048	0,0180	0,0168	1,1390	0,0618	0,0284	0,0709	0,0271	0,0324	0,0074	0,0065	0,0336	0,1937	0,0476	0,3769
14	0,0052	0,0006	0,0083	0,0017	0,0008	0,0006	0,0016	0,0011	0,0014	0,0005	0,0009	0,0032	0,0057	1,0892	0,0063	0,0251	0,0042	0,0282	0,0048	0,0022	0,0017	0,0400	0,0064	0,1244
15	0,0077	0,0015	0,0243	0,0057	0,0016	0,0016	0,0025	0,0031	0,0033	0,0019	0,0020	0,0042	0,0105	0,0191	1,0274	0,0572	0,0025	0,0160	0,0033	0,0018	0,0028	0,0559	0,0350	0,2126
16	0,0042	0,0005	0,0058	0,0021	0,0005	0,0014	0,0007	0,0011	0,0010	0,0004	0,0005	0,0009	0,0044	0,0070	0,0077	1,0935	0,0007	0,0136	0,0017	0,0009	0,0095	0,0194	0,0045	0,1459
17	0,0058	0,0011	0,0152	0,0142	0,0053	0,0012	0,0018	0,0023	0,0033	0,0018	0,0013	0,0092	0,0062	0,0130	0,0017	0,0066	1,0232	0,0032	0,0028	0,0013	0,0021	0,0253	0,0133	0,3259
18	0,1153	0,0040	0,0842	0,0106	0,0055	0,0073	0,0065	0,0094	0,0168	0,0055	0,0047	0,0098	0,0250	0,0292	0,0124	0,0245	0,0055	1,0462	0,0373	0,0162	0,0119	0,0708	0,0631	0,5619
19	0,0438	0,0050	0,0855	0,0184	0,0061	0,0128	0,0090	0,0098	0,0309	0,0069	0,0058	0,0197	0,0152	0,0130	0,0050	0,0112	0,0059	0,0267	1,0911	0,0100	0,0159	0,0997	0,1061	0,7888
20	0,0102	0,0013	0,0216	0,0056	0,0013	0,0015	0,0017	0,0028	0,0056	0,0018	0,0014	0,0025	0,0033	0,0032	0,0014	0,0048	0,0020	0,0028	0,0044	1,0265	0,0124	0,0368	0,1336	0,3926
21	0,0107	0,0021	0,0310	0,0069	0,0042	0,0187	0,0178	0,0033	0,0057	0,0031	0,0122	0,0093	0,0172	0,0066	0,0027	0,0077	0,0032	0,0099	0,0288	0,0056	1,0474	0,0520	0,0497	0,3723
22	0,0017	0,0003	0,0046	0,0010	0,0004	0,0003	0,0004	0,0007	0,0009	0,0003	0,0003	0,0010	0,0009	0,0008	0,0004	0,0008	0,0004	0,0009	0,0012	0,0018	0,0015	1,0614	0,0049	0,0677
23	0,0038	0,0004	0,0053	0,0010	0,0003	0,0004	0,0004	0,0010	0,0008	0,0004	0,0004	0,0007	0,0010	0,0010	0,0005	0,0013	0,0004	0,0009	0,0012	0,0004	0,0010	0,0097	1,0100	0,1424
24	0,0185	0,0038	0,0369	0,0076	0,0026	0,0032	0,0036	0,0087	0,0065	0,0030	0,0028	0,0055	0,0082	0,0086	0,0041	0,0105	0,0035	0,0070	0,0094	0,0029	0,0049	0,0737	0,0248	1,3300

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 7. Matrica međusektorskih tokova vode (W₁ matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	91,39	0,33	91,50	10,98	55,68	15,55	12,94	0,71	8,30	10,46	12,18	3,57	1,12	1,04	0,83	2,48	13,78	1,91	1,80	2,17	5,38	3,39	19,82	5,83
2	2,89	21,31	6,86	1,27	2,46	1,86	3,16	52,93	2,25	1,19	1,39	6,88	1,45	0,87	0,78	1,03	1,45	14,35	27,59	4,73	3,83	6,24	7,13	3,88
3	30,98	0,22	24,22	10,89	7,57	3,91	3,90	0,49	8,07	4,76	3,77	1,88	0,66	0,63	0,47	0,90	5,62	1,13	0,96	2,73	6,99	2,23	56,62	4,11
4	0,17	0,07	0,29	15,18	0,37	0,40	1,03	0,09	0,12	0,12	0,58	2,00	0,16	0,16	0,17	0,34	3,74	0,41	0,14	0,42	0,59	0,63	0,43	0,68
5	0,12	0,04	1,00	3,47	16,48	0,37	0,72	0,08	0,20	0,09	0,51	1,16	0,44	0,26	0,21	0,36	2,03	0,40	0,24	0,26	0,25	0,72	0,20	0,22
6	3,36	0,57	17,03	8,72	14,89	49,27	70,66	1,04	16,93	7,10	7,24	10,00	2,81	2,71	1,77	3,02	5,79	3,83	1,69	3,67	14,26	4,50	10,37	6,51
7	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,18	0,59	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
8	225,69	57,67	170,64	66,76	97,94	77,05	125,98	136,85	75,82	39,44	45,70	155,61	59,73	42,70	30,64	47,60	51,43	583,12	1.504,60	200,13	213,92	245,30	194,79	181,57
9	593,13	12,05	285,61	426,67	227,49	199,26	630,85	25,59	821,76	215,85	330,98	273,46	69,10	86,89	30,79	40,04	176,79	86,11	27,18	86,43	624,17	89,12	109,20	57,01
10	0,24	0,05	0,75	0,16	0,23	0,14	0,31	0,11	0,22	4,55	0,15	0,20	0,12	0,11	0,09	0,17	0,16	0,22	0,19	0,25	0,25	0,40	0,26	1,05
11	0,09	0,04	0,48	0,27	0,28	0,16	1,92	0,04	0,17	0,26	1,17	1,49	0,14	0,23	0,16	0,37	0,28	0,35	0,05	0,30	0,22	0,37	0,16	0,12
12	4,13	1,65	11,56	5,73	11,49	1,50	4,37	1,78	3,57	5,59	2,87	45,04	6,42	8,39	3,74	7,25	5,46	11,52	3,27	44,41	8,00	115,00	8,95	6,47
13	1,46	0,35	2,70	2,10	4,12	0,93	10,59	0,90	2,04	1,15	5,06	4,42	14,74	5,85	4,79	8,46	7,39	7,41	1,04	4,01	11,05	7,65	2,80	2,23
14	0,34	0,05	0,36	0,23	0,39	0,18	0,86	0,11	0,16	0,12	0,25	0,80	0,56	7,94	1,00	2,81	1,08	6,07	0,64	1,29	0,52	1,48	0,35	0,69
15	0,05	0,01	0,10	0,07	0,07	0,04	0,12	0,03	0,03	0,04	0,05	0,10	0,10	0,16	0,40	0,59	0,06	0,32	0,04	0,10	0,08	0,19	0,18	0,11
16	0,17	0,03	0,16	0,18	0,13	0,25	0,24	0,06	0,07	0,06	0,09	0,14	0,27	0,39	0,76	6,53	0,12	1,82	0,14	0,34	1,83	0,45	0,16	0,50
17	0,07	0,02	0,12	0,35	0,47	0,06	0,17	0,04	0,07	0,08	0,07	0,42	0,11	0,21	0,05	0,14	1,10	0,13	0,07	0,14	0,12	0,17	0,14	0,33
18	0,31	0,01	0,15	0,06	0,11	0,09	0,14	0,04	0,08	0,05	0,05	0,10	0,10	0,11	0,08	0,11	0,06	0,40	0,20	0,38	0,15	0,11	0,14	0,13
19	211,71	33,28	274,93	179,80	217,36	274,12	358,90	67,33	260,42	115,21	114,43	360,76	112,54	85,93	59,33	93,13	111,65	426,68	891,37	430,37	364,33	274,64	436,30	325,03
20	0,60	0,11	0,84	0,66	0,55	0,38	0,81	0,23	0,57	0,37	0,34	0,57	0,30	0,26	0,21	0,49	0,45	0,54	0,53	13,90	3,45	1,23	6,67	1,97
21	0,06	0,02	0,12	0,08	0,17	0,46	0,82	0,03	0,06	0,06	0,28	0,20	0,15	0,05	0,04	0,07	0,07	0,18	0,32	0,28	1,25	0,17	0,24	0,18
22	0,12	0,03	0,22	0,14	0,20	0,10	0,23	0,07	0,10	0,08	0,09	0,27	0,10	0,08	0,06	0,10	0,10	0,21	0,17	1,16	0,51	2,47	0,29	0,41
23	2,14	0,33	1,98	1,11	1,40	1,10	1,97	0,76	0,82	0,76	0,80	1,46	0,87	0,78	0,69	1,28	0,99	1,60	1,32	2,20	2,62	3,07	4,77	6,78
24	23,48	6,68	31,09	19,59	23,89	18,15	37,41	15,66	14,44	13,29	14,37	26,65	15,95	14,89	12,79	23,01	17,28	29,24	24,25	32,64	29,29	53,23	26,73	35,68

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 8. Matrica tehničkih koeficijenata vode (Q₁ matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,20	0,00	0,12	0,04	0,43	0,02	0,42	0,00	0,00	0,13	0,77	0,00	0,01	0,01	0,06	0,04	0,29	0,22	0,00	0,00	0,20	0,08	0,04	0,05
2	0,01	0,19	0,01	0,00	0,02	0,00	0,10	0,01	0,00	0,01	0,09	0,00	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03	1,64	0,00	0,01	0,14	0,16	0,02	0,04
3	0,07	0,00	0,03	0,04	0,06	0,01	0,13	0,00	0,00	0,06	0,24	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,12	0,13	0,00	0,01	0,26	0,06	0,12	0,04
4	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,08	0,05	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01
5	0,00	0,00	0,00	0,01	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
6	0,01	0,00	0,02	0,03	0,12	0,07	2,30	0,00	0,00	0,09	0,46	0,01	0,03	0,03	0,12	0,04	0,12	0,44	0,00	0,01	0,54	0,11	0,02	0,06
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,49	0,51	0,23	0,25	0,76	0,10	4,10	0,02	0,01	0,49	2,90	0,11	0,56	0,48	2,09	0,68	1,09	66,72	0,15	0,38	8,09	6,10	0,41	1,68
9	1,29	0,11	0,38	1,60	1,77	0,27	20,52	0,00	0,14	2,67	21,04	0,20	0,65	0,98	2,10	0,57	3,74	9,85	0,00	0,16	23,60	2,22	0,23	0,53
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00
12	0,01	0,01	0,02	0,02	0,09	0,00	0,14	0,00	0,00	0,07	0,18	0,03	0,06	0,09	0,26	0,10	0,12	1,32	0,00	0,08	0,30	2,86	0,02	0,06
13	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,34	0,00	0,00	0,01	0,32	0,00	0,14	0,07	0,33	0,12	0,16	0,85	0,00	0,01	0,42	0,19	0,01	0,02
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,09	0,07	0,04	0,02	0,70	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,09	0,00	0,21	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
19	0,46	0,29	0,37	0,67	1,69	0,37	11,67	0,01	0,04	1,43	7,27	0,26	1,06	0,97	4,06	1,33	2,36	48,82	0,09	0,82	13,77	6,83	0,92	3,01
20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,06	0,00	0,03	0,13	0,03	0,01	0,02
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00	0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,18	0,00	0,00	0,10	0,08	0,01	0,06
24	0,05	0,06	0,04	0,07	0,19	0,02	1,22	0,00	0,00	0,16	0,91	0,02	0,15	0,17	0,87	0,33	0,37	3,35	0,00	0,06	1,11	1,32	0,06	0,33

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 9. Matrica međusektorskih tokova otpadnih voda (W₂ matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	18,72	0,07	18,75	2,25	11,41	3,19	2,65	0,15	1,70	2,14	2,50	0,73	0,23	0,21	0,17	0,51	2,82	0,39	0,37	0,44	1,10	0,69	4,06	1,19
2	2,56	18,89	6,08	1,13	2,18	1,65	2,80	46,91	1,99	1,06	1,23	6,10	1,29	0,77	0,69	0,91	1,29	12,72	24,45	4,20	3,39	5,53	6,32	3,44
3	8,52	0,06	6,66	2,99	2,08	1,07	1,07	0,13	2,22	1,31	1,04	0,52	0,18	0,17	0,13	0,25	1,55	0,31	0,27	0,75	1,92	0,61	15,57	1,13
4	0,06	0,03	0,11	5,41	0,13	0,14	0,37	0,03	0,04	0,04	0,21	0,71	0,06	0,06	0,06	0,12	1,34	0,15	0,05	0,15	0,21	0,22	0,15	0,24
5	0,11	0,04	0,90	3,13	14,84	0,33	0,65	0,08	0,18	0,08	0,46	1,04	0,40	0,23	0,19	0,32	1,83	0,36	0,22	0,23	0,22	0,65	0,18	0,20
6	0,78	0,13	3,94	2,02	3,44	11,40	16,35	0,24	3,92	1,64	1,67	2,31	0,65	0,63	0,41	0,70	1,34	0,89	0,39	0,85	3,30	1,04	2,40	1,51
7	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,17	0,53	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	39,88	10,19	30,15	11,80	17,31	13,62	22,26	24,18	13,40	6,97	8,08	27,50	10,55	7,55	5,41	8,41	9,09	103,05	265,89	35,37	37,80	43,35	34,42	32,09
9	183,46	3,73	88,34	131,97	70,36	61,63	195,13	7,91	254,17	66,76	102,37	84,58	21,37	26,88	9,52	12,38	54,68	26,63	8,41	26,73	193,06	27,57	33,77	17,63
10	0,02	0,00	0,07	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,40	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,04	0,02	0,09
11	0,08	0,04	0,43	0,24	0,25	0,14	1,71	0,03	0,15	0,23	1,03	1,33	0,13	0,21	0,14	0,33	0,25	0,31	0,04	0,27	0,20	0,33	0,14	0,10
12	1,35	0,54	3,79	1,88	3,76	0,49	1,43	0,58	1,17	1,83	0,94	14,76	2,10	2,75	1,22	2,38	1,79	3,78	1,07	14,55	2,62	37,68	2,93	2,12
13	0,75	0,18	1,39	1,07	2,11	0,48	5,43	0,46	1,05	0,59	2,59	2,27	7,56	3,00	2,46	4,34	3,79	3,80	0,53	2,06	5,67	3,92	1,44	1,14
14	0,04	0,01	0,04	0,03	0,05	0,02	0,11	0,01	0,02	0,01	0,03	0,10	0,07	0,98	0,12	0,35	0,13	0,75	0,08	0,16	0,06	0,18	0,04	0,09
15	0,04	0,01	0,08	0,06	0,06	0,04	0,10	0,02	0,03	0,03	0,04	0,08	0,08	0,13	0,34	0,50	0,05	0,27	0,03	0,08	0,07	0,16	0,15	0,09
16	0,11	0,02	0,10	0,12	0,09	0,16	0,16	0,04	0,05	0,04	0,06	0,10	0,18	0,26	0,51	4,34	0,08	1,21	0,09	0,23	1,21	0,30	0,10	0,34
17	0,06	0,02	0,11	0,30	0,41	0,05	0,15	0,04	0,06	0,07	0,06	0,37	0,10	0,19	0,04	0,12	0,97	0,11	0,06	0,13	0,10	0,15	0,12	0,29
18	0,28	0,01	0,13	0,05	0,10	0,08	0,13	0,03	0,07	0,05	0,05	0,09	0,09	0,10	0,07	0,10	0,05	0,36	0,18	0,35	0,13	0,10	0,13	0,11
19	1,85	0,29	2,40	1,57	1,90	2,40	3,14	0,59	2,28	1,01	1,00	3,16	0,98	0,75	0,52	0,81	0,98	3,73	7,80	3,76	3,19	2,40	3,82	2,84
20	0,87	0,15	1,23	0,97	0,81	0,55	1,18	0,34	0,83	0,53	0,49	0,82	0,43	0,38	0,30	0,71	0,66	0,78	0,77	20,25	5,02	1,79	9,72	2,86
21	0,06	0,02	0,11	0,08	0,16	0,45	0,78	0,03	0,05	0,06	0,27	0,19	0,14	0,05	0,04	0,07	0,07	0,17	0,31	0,27	1,20	0,16	0,23	0,17
22	0,02	0,00	0,03	0,02	0,03	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,17	0,08	0,36	0,04	0,06
23	1,25	0,19	1,16	0,65	0,82	0,65	1,15	0,44	0,48	0,45	0,47	0,85	0,51	0,46	0,40	0,75	0,58	0,94	0,78	1,29	1,54	1,80	2,80	3,97
24	5,05	1,43	6,68	4,21	5,14	3,90	8,04	3,37	3,10	2,86	3,09	5,73	3,43	3,20	2,75	4,95	3,71	6,29	5,21	7,02	6,29	11,44	5,75	7,67

Izvor: izračun doktoranda

Prilog 10. Matrica tehničkih koeficijenata otpadnih voda (Q₂ matrica)

Oznake sektora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	0,20	0,00	0,09	0,02	0,10	0,02	0,10	0,00	0,00	0,30	0,18	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,07	0,05	0,00	0,00	0,04	0,12	0,01	0,05
2	0,03	0,19	0,03	0,01	0,02	0,01	0,10	0,04	0,00	0,15	0,09	0,01	0,02	0,07	0,06	0,02	0,03	1,61	0,29	0,01	0,13	0,94	0,02	0,15
3	0,09	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,04	0,00	0,00	0,18	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,04	0,04	0,00	0,00	0,08	0,10	0,06	0,05
4	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,01
5	0,00	0,00	0,00	0,03	0,13	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,04	0,05	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00	0,01
6	0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,07	0,59	0,00	0,00	0,23	0,12	0,01	0,01	0,06	0,03	0,02	0,03	0,11	0,00	0,00	0,13	0,18	0,01	0,06
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,42	0,10	0,15	0,12	0,15	0,08	0,80	0,02	0,01	0,98	0,58	0,06	0,19	0,69	0,44	0,18	0,22	13,04	3,11	0,05	1,49	7,34	0,12	1,38
9	1,95	0,04	0,43	1,38	0,61	0,36	7,03	0,01	0,14	9,35	7,33	0,18	0,39	2,45	0,78	0,27	1,31	3,37	0,10	0,04	7,59	4,67	0,12	0,76
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00
12	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,05	0,00	0,00	0,26	0,07	0,03	0,04	0,25	0,10	0,05	0,04	0,48	0,01	0,02	0,10	6,38	0,01	0,09
13	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,00	0,20	0,00	0,00	0,08	0,19	0,00	0,14	0,27	0,20	0,09	0,09	0,48	0,01	0,00	0,22	0,66	0,01	0,05
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,01	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,09	0,00	0,15	0,00	0,00	0,05	0,05	0,00	0,01
17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01
18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00
19	0,02	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,11	0,00	0,00	0,14	0,07	0,01	0,02	0,07	0,04	0,02	0,02	0,47	0,09	0,00	0,13	0,41	0,01	0,12
20	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,07	0,04	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,10	0,01	0,03	0,20	0,30	0,03	0,12
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,01
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
23	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,01	0,04	0,03	0,02	0,01	0,12	0,01	0,00	0,06	0,31	0,01	0,17
24	0,05	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02	0,29	0,00	0,00	0,40	0,22	0,01	0,06	0,29	0,22	0,11	0,09	0,80	0,06	0,01	0,25	1,94	0,02	0,33

Izvor: izračun doktoranda

ŽIVOTOPIS

Saša Čegar rođen je 1980. godine u Rijeci gdje je završio osnovnu školu i gimnaziju. Diplomirao je 2008. godine na Ekonomskom fakultetu u Rijeci, smjer Međunarodna razmjena, unutar 10 najboljih studenata generacije. Tijekom studija bio je primatelj državne stipendije A kategorije za najbolje studente Republike Hrvatske i demonstrator na kolegiju Poslovna organizacija. Nakon završenog fakulteta, 2009. godine upisuje poslijediplomski specijalistički studij Računovodstvo na Ekonomskom fakultetu u Rijeci koji je završio 2012. godine. Od 2008. do 2009. godine bio je angažiran kao stručni suradnik na kolegiju Statistika na Ekonomskom fakultetu u Rijeci, a u 2009. godini na istom fakultetu postaje asistent na Katedri za nacionalnu ekonomiju i razvoj gdje 2010. godine upisuje doktorski studij Ekonomije i poslovne ekonomije. Do sada je bio koautor na više znanstvenih radova objavljenih u međunarodno priznatim znanstvenim časopisima, zbornicima s međunarodnih znanstvenih skupova i znanstvenim monografijama, ali i koautor na brojnim istraživačkim studijama i strateškim dokumentima iz područja lokalnog i regionalnog razvoja. Kao predstavnik fakulteta i njegovog istraživačkog Centra za lokalni ekonomski razvoj bio je u sudionik i voditelj brojnih radionica, prezentacija, okruglih stolova, radnih sastanaka i panela koji su se održavali u okviru istraživačkih projekata, ljetnih škola te znanstvenih i stručnih konferencija. Aktivno se bavio i sportom te je kao član kluba dizača utega „Kvarner“ iz Rijeke i dugogodišnji reprezentativac bio višestruki prvak i rekorder države te osvajač medalja na međunarodnim natjecanjima. Trenutno obnaša dužnost predsjednika kluba dizača utega „Kvarner“ iz Rijeke.

1. Znanstveni radovi objavljeni u časopisima koji su referirani u jednoj od bibliografskih baza podataka referentnih za područje društvenih znanosti i/ili imaju međunarodni uređivački odbor i inozemne recenzente:

Cerović, Lj., Maradin, D., Čegar, S., 2014. *From the Restructuring of the Power Sector to Diversification of Renewable Energy Sources: Preconditions for Efficient and Sustainable Electricity Market*. International Journal of Energy Economics and Policy, Vol. 4, No. 4, pp. 599-609, ISSN: 2146-4553 (časopis ima međunarodni uređivački odbor i inozemne recenzente) (rad na engleskom jeziku). Indeksacija u bazama: SCOPUS, EconLit, DOAJ

Denona Bogović, N., Čegar, S., 2012. *Education Principles in a Model of Strong Sustainability. Problems of Education in the 21st Century*, Vol. 44, No. 2, pp. 10-19, ISSN: 1822-7864 (časopis ima međunarodni uređivački odbor i inozemne recenzente) (rad na engleskom jeziku). Indeksacija u bazama: Index Copernicus, EBSCO, PubGet

2. Znanstveni radovi objavljeni u publikaciji s međunarodnog znanstvenog skupa koja je referirana u bibliografskim bazama i/ili ima međunarodno uredništvo i inozemne recenzente

Denona Bogović, N., Čegar, S. 2016. *Green Economy as a Development Model of Eastern Croatia*, 5. Međunarodni znanstveni simpozij Gospodarstvo istočne Hrvatske - vizija i razvoj, Mašek Tonković, A. (ur.), Ekonomski fakultet Osijek, Osijek 02-04. lipnja 2016., ISSN: 1848-9559, str. 646-654, (konferencija ima međunarodni programski odbor i recenzente) (rad na engleskom jeziku). Indeksacija u bazama: WoS

Denona Bogović, N., Čegar, S. 2016. *Economic Characteristics and Developmental Prospects of East Croatia* 4. Međunarodni znanstveni simpozij Gospodarstvo istočne Hrvatske - vizija i razvoj, Mašek Tonković, A. (ur.), Ekonomski fakultet Osijek, Osijek 21-23. svibnja 2016., ISSN: 1848-9559, str. 62-70, (konferencija ima međunarodni programski odbor i recenzente) (rad na engleskom jeziku). Indeksacija u bazama: WoS

Denona Bogović, N., Čegar, S., 2010., *Environmental protection – changes in educational system*, MIPRO 2010, 33rd International Convention, Proceedings: Computers in Education, Čičin-Šain, M., Uroda, I., Turčić Prstić, I., Sluganović, I. (ur.), MIPRO, Opatija, 24-28. svibnja 2010., ISBN: 978-953-233-054-0, str. 164-169 (konferencija ima međunarodni programski odbor i recenzente) (rad na engleskom jeziku). Indeksacija u bazama: SCOPUS, IEEE Xplore

3. Poglavlja u knjizi

Host, A., Ježić, Z., Čegar, S., 2015. *SWOT analiza*, Strategija gospodarskog razvitka Grada Crikvenice, Denona Bogović, N. (ur.), Ekonomski fakultet u Rijeci, CLER, Rijeka, ISBN: 978-953-7813-22-2, str. 116-120 (rad na hrvatskom jeziku)

Ježić, Z., Čegar, S., 2015. *Prirodni i izgrađeni resursi*, Strategija gospodarskog razvitka Grada Crikvenice, Denona Bogović, N. (ur.), Ekonomski fakultet u Rijeci, CLER, Rijeka, ISBN: 978-953-7813-22-2, str. 13-36 (rad na hrvatskom jeziku)

Ježić, Z., Čegar, S., 2015. *Vizija Grada Crikvenice, Strategija gospodarskog razvitka Grada Crikvenice*, Denona Bogović, N. (ur.), Ekonomski fakultet u Rijeci, CLER, Rijeka, ISBN: 978-953-7813-22-2, str. 120 (rad na hrvatskom jeziku)

Denona Bogović, N., Čegar, S. 2012. *Obrazovanje za održivi razvoj*, Ljudski potencijali i ekonomski razvoj, Karaman Aksentijević, N. (ur.), Sveučilište u Rijeci, Ekonomski fakultet Rijeka, ISBN: 978-953-7813-03-1, str. 232-242 (rad na hrvatskom jeziku)

4. Ostali radovi

Ježić, Z., Čegar, S., 2011. *Book review: Management of Sustainable Development: Economics-Ecology-Environmental Protection; Menadžment održivog razvoja: Ekonomija – Ekologija – Zaštita okoliša (Mladen Črnjar, Kristina Črnjar)*, Zbornik radova Ekonomskog fakulteta u Rijeci : časopis za ekonomsku teoriju i praksu, Ekonomski fakultet u Rijeci, Vol. 29, No. 1., Rijeka, ISSN: 1331-8004, str. 231-234 (rad na engleskom jeziku). Inedksacija u bazama: WoS, SCOPUS

IZJAVA

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je doktorska disertacija isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, što pokazuje korištenje bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nezadovoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada, te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Saša Čegar

(vlastoručni potpis)

U Rijeci, 18.07.2016.