

Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro

Jukić, Antonija

Master's thesis / Diplomski rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:812334>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-25**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Antonija Jukić

Split, 2018.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Antonija Jukić

**Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu
koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro**

Diplomski rad

Split, 2018.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

| | | |
|-------------------------|--------|--------|
| Prihvaćeno: 13.04.2018. | | |
| Čl. broj | Broj | Prilog |
| 02 | 124/13 | |

STUDIJ: **DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Antonija Jukić

BROJ INDEKSA: 636

KATEDRA: **Katedra za privrednu hidrotehniku**

PREDMET: Integralno upravljanje vodnim resursima

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro

Opis zadatka:

Kandidatkinja je zadužena za prikupljanje svih dostupnih podataka o slivu rijeke Jadro, te mora sudjelovati u osmišljavanju i provođenju analize stanja istog u kontekstu Okvirne direktive o vodama. U ovom diplomskom radu potrebno je napraviti analizu varijacija protoka za različite godine, usporedbu mjerenih podataka koncentracije hranjivih tvari ishođenih od strane Hrvatskih voda s proračunatim krivuljama trajanja protoka i opterećenja za predmetne vremenske periode. Kandidatkinja također treba napraviti procjenu unosa hranjivih tvari (ukupni dušik i ukupni fosfor) na području sliva u skladu s adekvatnom literaturom, te provjeriti jeli vodno tijelo u riziku. Finalno, kandidatkinja mora u skladu s odabranom i testiranom teorijskom funkcijom distribucije koncentracije napraviti niz scenarija za različite raspone potencijalnih opterećenja vodotoka, kako bi procijenila vjerojatnost prekoračenja graničnih koncentracija hranjivih tvari s obzirom na varijacije protoka.

U Splitu, 15.04.2018.

Mentor: Prof.dr.sc. Roko Andričević

Komentor: dr.sc. Morena Galešić

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:

Doc. dr. sc. Veljko Srzić

Utjecaj varijacija protoka na raspodjelu koncentracija hranjivih tvari u rijeci Jadro

Sažetak:

Ovim diplomskim radom analizirana je korelacija protoka u ljetnom periodu godine koji se smatra kritičnim. Za ljetne sezone analiziran je utjecaj potencijalnog opterećenja koje bi izazvalo granična stanja koncentracija nutrijenata (BPK₅, N i P). U razmatranje je uzeto razdoblje od 2010. – 2016. kako bi se prikazale varijacije protoka u uzastopnom nizu godina. Nakon prikupljanja svih dostupnih podataka o slivu rijeke Jadro, osmišljena je i provedena analiza vodnog stanja u kontekstu Okvirne direktive o vodama.

Provedena analiza je obuhvaćala statističku obradu, te određivanje i testiranje teorijske distribucije koncentracije hranjivih tvari. U sklopu analize napravljena je i procjena unosa hranjivih tvari na području sliva, te je provjereno da li je vodno tijelo u riziku. Proračunate su krivulje trajanja opterećenja na kojima su prikazana točkasta opterećenja dobivena iz mjerenih podataka za 2014. i 2015. godinu.

Gljučne riječi:

monitoring, rijeka Jadro, analiza rizika, funkcija gustoće vjerojatnosti, kumulativna funkcija gustoće, hidrogram, TMDL, koncentracija, opterećenje, vjerojatnost, prekoračenje

Flow variation impact on the distribution of concentrations nutrients in the river Jadro

Abstract:

This thesis analyzes the correlation of the flow in the summer period of the year which is considered critical. For the summer season, the impact of potential loads that would cause threshold conditions of nutrient concentrations (BPK₅, N and P) was analyzed. The period from 2010. to 2016. was taken into account in order to show fluctuations in the successive series of years. After collecting all available data on the Jadro river basin, an analysis of the water status in the context of the Water Framework Directive has been developed and carried out.

The carried out analysis included statistical processing, determination and testing of theoretical distributions of nutrient concentration. As part of the analysis, an estimate of nutrient inputs in the area of the basin was made, and it was checked whether the water body was at risk. Load curves are calculated showing the exact loads obtained from measured data for 2014 and 2015.

Keywords:

monitoring, Jadro river, risk analysis, probability density function, cumulative density function, hydrogram, TMDL (Total Maximum Daly Load), concentracion, load, probability, survival function

Zahvala

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Roku Andričeviću na susretljivosti i stručnoj pomoći. Veliku zahvalnost dugujem svojoj komentorici dr.sc. Moreni Galešić, koje mi je pomogla svojim savjetima pri izradi ovog diplomskog rada i što je imala strpljenja i vremena za mene. Također, zahvaljujem se svim svojim prijateljicama i prijateljima, koji su uvijek bili uz mene i koji su mi pomogli pri izradi ovog rada. Posebnu zahvalnost iskazujem svojoj cijeloj obitelji koja me je uvijek podržavala i upućivala na pravi put. Najveću zaslugu za moje postignuće pripisujem svojim roditeljima, koji su uvijek bili TU, uz mene i bez kojih sve ovo ne bi bilo moguće.

Veliko HVALA svima!

S a d r Ź a j

| | |
|---|-----------|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1. Okvirna direktiva o vodama (Water Framework Directive - WFD) | 1 |
| 1.1.1. Ključna načela EU Direktive | 5 |
| 1.1.2. Glavne akcije ODV | 6 |
| 1.2. Upravljanja vodama u RH | 7 |
| 1.3. Stanje voda | 10 |
| 1.4. Monitoring (Program usklađenja monitoringa) | 13 |
| 1.5. Program mjera | 16 |
| 2. KONCEPT DIPLOMSKOG RADA | 18 |
| 2.1. Motivacija | 18 |
| 2.2. Ciljevi rada | 19 |
| 3. RIJEKA JADRO | 20 |
| 3.1. Povijesni značaj rijeke Jadro | 20 |
| 3.2. Općenito o rijeci Jadro | 21 |
| 3.3. Hidrološke značajke rijeke Jadro | 24 |
| 3.4. Hidrogeološka svojstva slivnog područja | 26 |
| 3.4.1. Fliš | 27 |
| 3.5. Analiza vodnog tijela rijeke Jadro | 29 |
| 3.5.1. Identifikacija vodnih tijela | 29 |
| 3.5.2. Zone sanitarne zaštite | 30 |
| 3.5.3. Klasifikacija voda prema Uredbi o klasifikaciji voda | 31 |
| 4. METODOLOGIJA | 32 |
| 4.1. Protok rijeke Jadro | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.1. Toplinski udar 2003. godine | 36 |
| 4.2. Hidrogram protoka | 38 |
| 4.3. Krivulja trajanja protoka..... | 38 |
| 4.4. Odabir teorijske funkcije distribucije koncentracije opterećenja | 40 |
| 4.4.1. Procjena koncentracije za primjerno opterećenje L od 100 kg/dan | 40 |
| 4.4.2. Definiranje teorijske raspodjele koncentracije | 42 |
| 4.4.3. Kolmogorov- Smirnovljev test | 46 |
| 4.5. TMDL pristup..... | 48 |
| 4.5.1. Krivulja Trajanja Protoka i Krivulja Trajanja Opterećenja | 48 |
| 4.5.2. TMDL analiza vodotoka rijeke Jadro za 2014. i 2015. godinu | 50 |
| 4.5.3. Usporedba mjerenih koncentracija i krivulja trajanja opterećenja | 53 |
| 4.6. Procjena rizika preko definicije o vodnim tijelima | 57 |
| 4.6.1. Procjena rizika za potencijalne scenarije (rizik vodnog tijela, krivulje vj. prekoračenja) | 58 |
| 4.6.2. Kategorizacija rizika | 58 |
| 4.6.3. Analiza opterećenja | 59 |
| 4.6.4. Procjena rizika za tromjesečje 2003. i 2016. godine | 62 |
| 4.6.5. Rezultati procjene rizika | 65 |
| 4.7. Analize vjerojatnosti prekoračenja graničnog opterećenja za različite raspone opterećenja | 70 |
| 4.7.1. Rezultat analize vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti pokazatelja za opterećenje L= 100kg/dan, 2003. godina | 70 |
| 4.7.2. Rezultat analize vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti pokazatelja za opterećenje L= 100kg/dan, 2016. godina | 74 |
| 4.7.3. Rezultati analize vjerojatnosti prekoračenja graničnih vrijednosti pokazatelja za raspon opterećenja | 75 |
| 5. ZAKLJUČAK I BUDUĆE SMJERNICE | 78 |

| | |
|--|-----------|
| 6. LITERATURA | 80 |
| 7. PRILOZI | 83 |
| 7.1. Prilozi obrade protoka sa mjerne postaje Majdan | 84 |
| 7.1.1. Obrada protoka za 2003. godinu | 84 |
| 7.1.2. Obrada protoka za 2010. godinu | 85 |
| 7.1.3. Obrada protoka za 2011. godinu | 86 |
| 7.1.4. Obrada protoka za 2012. godinu | 87 |
| 7.1.5. Obrada protoka za 2013. godinu | 88 |
| 7.1.6. Obrada protoka za 2014. godinu | 89 |
| 7.1.7. Obrada protoka za 2015. godinu | 90 |
| 7.1.8. Obrada protoka za 2016. godinu | 91 |
| 7.2. Vodna tijela rijeke Jadro i njihova stanja | 92 |
| 7.2.1. Vodno tijelo JKRN0067_001, Jadro | 92 |
| 7.2.2. Vodno tijelo JKRN0302_001, Ozrnski potok | 94 |
| 7.2.3. Stanje priobalnog vodnog tijela | 96 |
| 7.2.4. Stanje prijelaznih vodnih tijela | 96 |
| 7.2.5. Stanje tijela podzemne vode JKGI_11 – CETINA | 96 |
| 7.3. Kolmogorov – Smirnovljev test | 97 |
| 7.4. Nadzorni i operativni monitoring prijelaznih i priobalnih voda 2014_2015 | 98 |
| 7.4.1. Tip vode i podaci o postajama | 100 |
| 7.4.2. Podaci o N_{tot} i P_{tot} korišteni za proračun | 101 |
| 7.5. Topografske granice dalmatinskih slivova..... | 102 |

1. UVOD

„Voda nije komercijalni proizvod kao neki drugi, nego je naslijeđe koje treba čuvati, zaštititi i shodno tome postupati.“

(DIREKTIVA 2000/60/EC, Izdanja I. sv. 2)

1.1. Okvirna direktiva o vodama (Water Framework Directive - WFD)

Okvirna direktiva o Vodama (WFD 2000/60/EC) Europskog Parlamenta i Vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje Europske zajednice na području politike upravljanja voda, ukratko Okvirna Direktiva o vodama EU-a, usvojena je 23. listopada 2000. godine.

Okvirna direktiva o vodama (skraćeno ODV) je najznačajniji dio EU zakona o vodi koji pruža opsežan pregled vodnih ekosustava i upravljanja vodom s krajnjim ciljem da se poboljša i integrira način na koji se upravlja vodnim tijelima, te u konačnici da se postigne *dobar vodni status*¹ svih vodnih tijela u državama članicama EU.

Države članice Europske unije, Norveška i Europska Komisija razvile su zajedničku strategiju za podršku implementacije Direktive 2000/ 60/ EC kojom se uspostavlja okvir za djelovanje Zajednice na području politike voda (Zajednička strategija implementacije (CIS- Common Implementation Strategy) Okvirne direktive o vodama (WFD- Water Framework Directive)). Glavni cilj ove strategije je da se omogući dosljedna i skladna implementacija Okvirne direktive. Naglasak je na metodološkim pitanjima povezanim sa zajedničkim razumijevanjem tehničkih i znanstvenih implikacije Okvirne direktive o vodama.

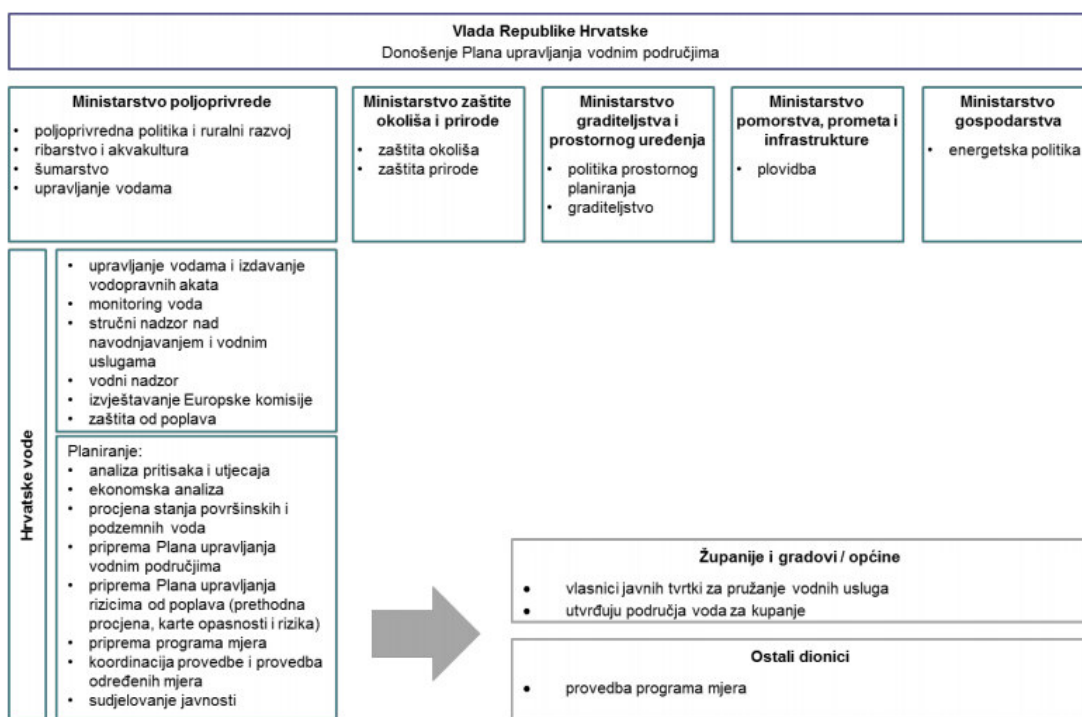
U kontekstu te zajedničke strategije provedbe (CIS²), uspostavljeno je niz radnih skupina i zajedničkih aktivnosti radi izrade i testiranja pravno neobvezujućih Vodiča. Strateška koordinacijska skupina nadgleda rad tih radnih skupina i podnosi izvještaj izravno dužnosnicima odgovornima za vodnu politiku država članica Europske unije i Komisije koji imaju ulogu glavnog tijela nadležnog za donošenje odluka o Zajedničkoj strategiji provedbe.

¹ Dobar vodni status se dodjeljuje vodnom tijelu kada to vodno tijelo ima dobar ekološki i kemijski status za površinske vode, te kemijsko i količinsko stanje za podzemne vode.

² CIS, Common Implementation Strategy

Kao rezultat četverogodišnjih rasprava koje su pokrenuli dužnosnici odgovorni za vodnu politiku uz pomoć Skupine za izradu dokumenata, izrađeno je nekoliko dokumenata za identificiranje nekih ključnih pitanja i davanje preporuka vezanih uz ciljeve zaštite okoliša i iznimke. Sav taj rad je objedinjen u jednom konsolidiranom dokumentu koji daje cjelovit pregled pitanja ciljeva zaštite okoliša i iznimaka. Vodiči će biti od posebne koristi stručnjacima ili voditeljima projekta koji rade za državne organizacije u Hrvatskoj.

Hrvatske vode (HV) su tijelo nadležno za upravljanje vodama u Hrvatskoj pod okriljem Ministarstva poljoprivrede s Direkcijom u Zagrebu i šest regionalnih odjela širom zemlje. Hrvatske vode su glavno tijelo odgovorno za provedbu ODV-a u Hrvatskoj, uključujući i izradu Planova upravljanja vodnim područjima za čitavu Hrvatsku. [1]



Slika 1. Organigram ključnih tijela za upravljanje vodama i izradu Plana upravljanja vodnim područjima (Hrvatske vode, travanj 2015.) [2]

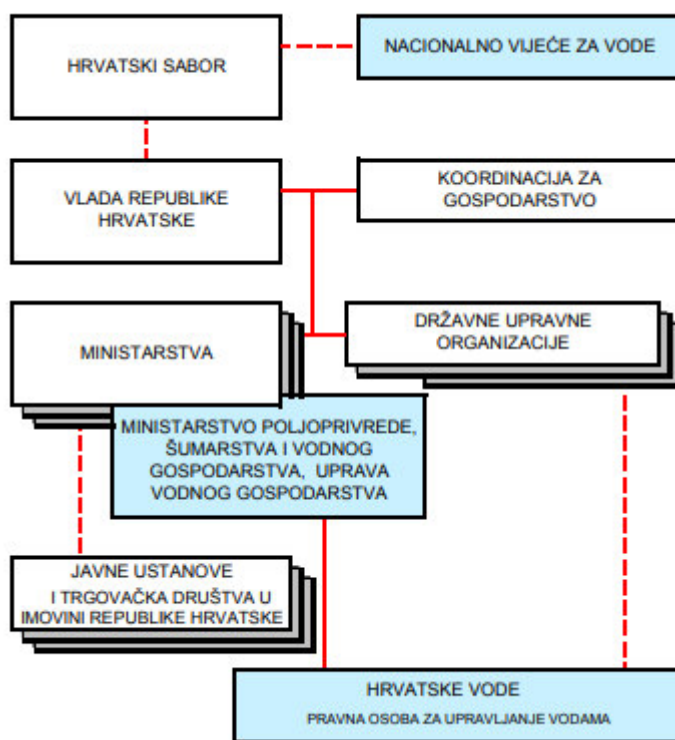
Cilj uvođenja Okvirne direktive je integriranje svih aspekata vodnog okoliša u svrhu djelotvornosti i održivosti istog, a svrha je da uspostavi okvir za zaštitu europskih voda kako bi članice EU-e postigle „dobar vodni status“.

S razvojem integriranog upravljanja vodom u zemalja diljem svijeta raste svijest o korištenju vode i povećanoj svijesti o korelaciji vodenih sistema s ostalim fizičkim i društveno-ekonomskim sustavima, te je na taj način oblikovana sustavna namjera Okvirne direktive.

S obzirom da Direktiva ima naglasak na riječi „okvirna“, služi za uspostavljanje uspješne i učinkovite zaštite vode na lokalnoj razini na način da pruža zajednički pristup i zajedničke ciljeve. Međutim, mehanizmi i specifične mjere potrebne za postizanje „dobrog stanja“ ostavljeni su na odluku i odabir svakoj državi članici EU-e i bit će odgovornost nadležnih vlasti imenovanih na razini države.

Ovlašteni i odgovorni nositelji tih aktivnosti jesu: Hrvatski sabor, Nacionalno vijeće za vode, Vlada Republike Hrvatske, Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnoga gospodarstva i druga tijela državne uprave, jedinice lokalne i regionalne (područne) samouprave, te Hrvatske vode kao pravna osoba za upravljanje vodama.

Nacionalno vijeće za vode, imenovano od strane Hrvatskog sabora, osnovano je sa zadatkom usklađivanja različitih interesa i razmatranja sustavnih pitanja iz područja upravljanja vodama na najvišoj razini.



Slika 2. Upravljanje vodama u državnom ustroju (Zakona o vodama (»Narodne novine«, br. 107/95. i 150/05.)) [3]

Direktiva nudi integrirani i koordinirani pristup upravljanja vodama u Europi temeljen na konceptu planiranja slivnih područja. Shvaćanje da se slivna područja razlikuju u društveno-političkim i prirodnim aspektima dovelo je do promjene u razmatranju menadžmenta slivnih područja i sistemskog razmišljanja.

Direktiva uključuje istovremeno i površinske i podzemne vode, pri čemu površinske vode uključuju rijeke i jezera (kopnene vode), kao i obalne i prijelazne vode (npr. estuariji). ODV predviđa jasan plan za postizanje dobrog statusa svih *vodnih tijela*³ (Slika 3. Prikaz podjele rijeke na vodna tijela).

Počinje sa karakterizacijom površinskih i podzemnih vodenih sistema i naposljetku rezultira s opsežnim planom za upravljanje riječnim slivom koji se sastoji od detaljnih postupaka za postizanje dobrog vodnog statusa.

Temeljne točke za osiguranje održivog upravljanja riječnim slivom:

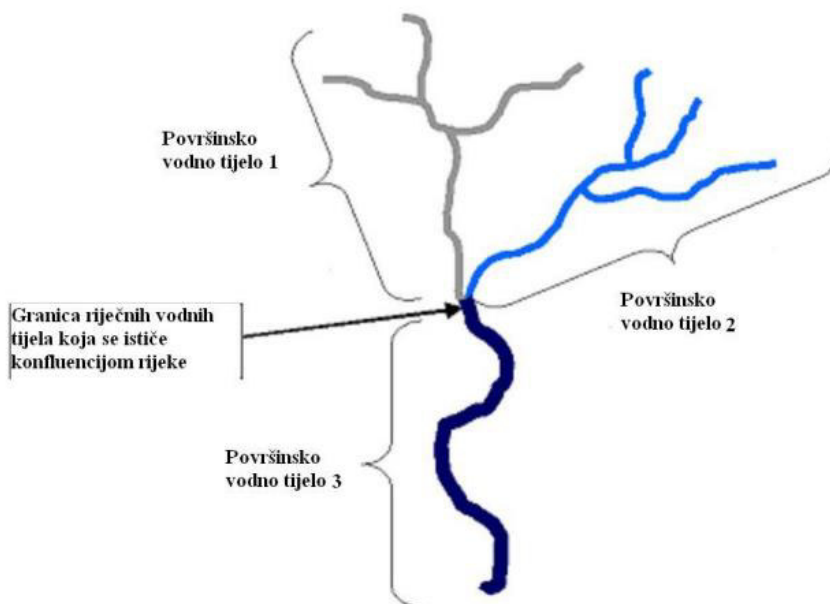
- Prvo, morate znati točno gdje se nalaze problemi
- Drugo, morate slijediti ekonomska načela
- I treće, javnost mora biti uključena [3]

U skladu s teorijom sustava stavljaajući naglasak na interakcije i međuovisnost unutar sustava koji čini funkcionalnu cjelinu, potrebno je razumijevanje odnosa između zemlje i vode pod različitim društveno- ekonomskim pokretačima u upravljanju vodnim resursima.

Putem ODV (WFD) zajedno sa Strategijom implementacije (CIS) rekurzivni proces privremenog cilja i revizija na temelju naučenog, ODV je uvela eksperimentalni pristup upravljanja vodom nudeći mnogo više fleksibilnosti nego kod prethodnih direktiva i mogućnosti za kontinuiranu politiku učenja i prilagodbe izbora koji su dostupni državama članicama. Za razliku od bilo koje druge direktive o okolišu koja propisuje specifične ciljeve, ODV nije ciljno utemeljeno zakonodavstvo, a jedini značajni izuzetak je da sadašnja vodna tijela ne dožive pogoršanje statusa iz prvog u drugi razred. Umjesto toga, postavlja specifične operativne i tehničke obveze provedbe za države članice koje bi mogle biti upućene Sudu pravde Europske unije ako te iste obveze nisu ispravno slijedili.

ODV se promatra kao prva Europska Direktiva koja se usredotočila na održivosti okoliša i dijelom zbog toga, njeno uvođenje i inovacije stvorili su revolucionarni prestiž za Direktivu, koji se smatra potencijalom i vodičem za buduće propise o zaštiti okoliša. [4]

³ Vodno tijelo mora biti jedinstvena pod-jedinica riječnog sliva (vodnog područja) na koju se odnose ekološki ciljevi Direktive. (Vlada, "Identifikacija vodnih tijela," 2003)



Slika 3. Prikaz podjele rijeke na vodna tijela [5]

1.1.1. Ključna načela EU Direktive

ODV se temelji na 5 ključnih načela:

1. **Cjelovitost:** cijeli vodeni sustav je uzet u obzir na koordiniran način, sinergije⁴ su identificirane, a dupliciranje izbjegnuto. Vodni sustav uključuje podzemnu vodu, površinsku vodu i morsku vodu.
2. **Integrirani pristup:** povezuje se s drugim sektorima, kao što su agronomija i prostorno uređenje.
3. **Transparentnost:** sudjelovanje javnosti i savjetovanje je središnji predmet.
4. **Ekonomski pristup:** ekonomičnost mjera i učinkovita uporaba vode kroz odgovarajuće politike cijene su ključna pitanja.
5. **Ekološki pristup:** sveukupni cilj je postići dobru kvalitetu vodenog tijela. To uključuje dobar ekološki status koji je ocijenjen kroz opsežan biološki monitoring. (Izvor: Dimas, 2007) [6]

⁴ Sinergija označuje simultane akcije pojedinaca koje zajedno imaju veći efekt nego suma njihovih pojedinačnih efekata ili jednostavnije (2+2=5)

1.1.2. Glavne akcije ODV

Glavne akcije koje države članice EU moraju poduzeti su:

- Odrediti pojedinačne slivove za svoj državnoj teritoriji i grupirati ih u pojedinačna vodna područja te imenovati nadležna tijela do 2003. godine (Član 3., Član 24.);
- Okarakterizirati vodna područja u skladu sa pritiscima, utjecajima i ekonomskoj analizi korištenja voda, uključujući registar zaštićenih područja unutar pojedinog vodnog područja do 2004. godine (Član 5., Član 6., Aneks II. i Aneks III.);
- Provesti zajedno s Europskom Komisijom među-kalibraciju klasifikacijskih sistema ekološkog statusa do 2006. godine (Član 2(22), Aneks V.);
- Operacionalizirati monitoring mreže do 2006. godine (Član 8.);
- Na osnovu ispravnog monitoringa i analize karakteristika riječnih slivova, uspostaviti do 2009. godine program mjera za postizanje ekoloških ciljeva Okvirne Direktive o Vodama (Član 11., Aneks III.);
- Izraditi i objaviti *Planove upravljanja riječnim slivovima* za svaki pojedini riječni sliv, uključujući određenje jako izmijenjenih vodnih tijela, do 2009. godine (Član 13., Član 4.3);
- Provesti politike cijena vode u svrhu očuvanja održivosti vodnih resursa do 2010. godine (Član 9.);
- Operacionalizirati programe mjera do 2012. godine (Član 11.);
- Provesti programe mjera i postići ekološke ciljeve do 2015. godine (Član 4.). [7]

Zadani ciljevi ODV-a su:

- Zaštita dobrog statusa i restauraciju svih vodnih tijela;
- Sprječavanje pogoršanja statusa, i
- Učinkovito i održivo korištenje voda.

Kao glavni cilj ODV je da sve vode postignu stanje dobrog ili visokog ekološkog statusa. Praćenje je neophodno za procjenu njihovog trenutnog stanja, kako bi se utvrdilo koliko je daleko neko vodno tijelo od dobrog ili visokog ekološkog statusa, što ukazuje na potrebu za upravljanjem u tom procesu. Zbog ekološke varijabilnosti i priznanja o različitostima vodnih tijela (npr. različite vrste estuarija ili laguna), karakteriziraju se različite definicije kvalitete, te se ekološki status ne može standardizirati apsolutno diljem Europe.

1.2. Upravljanja vodama u RH

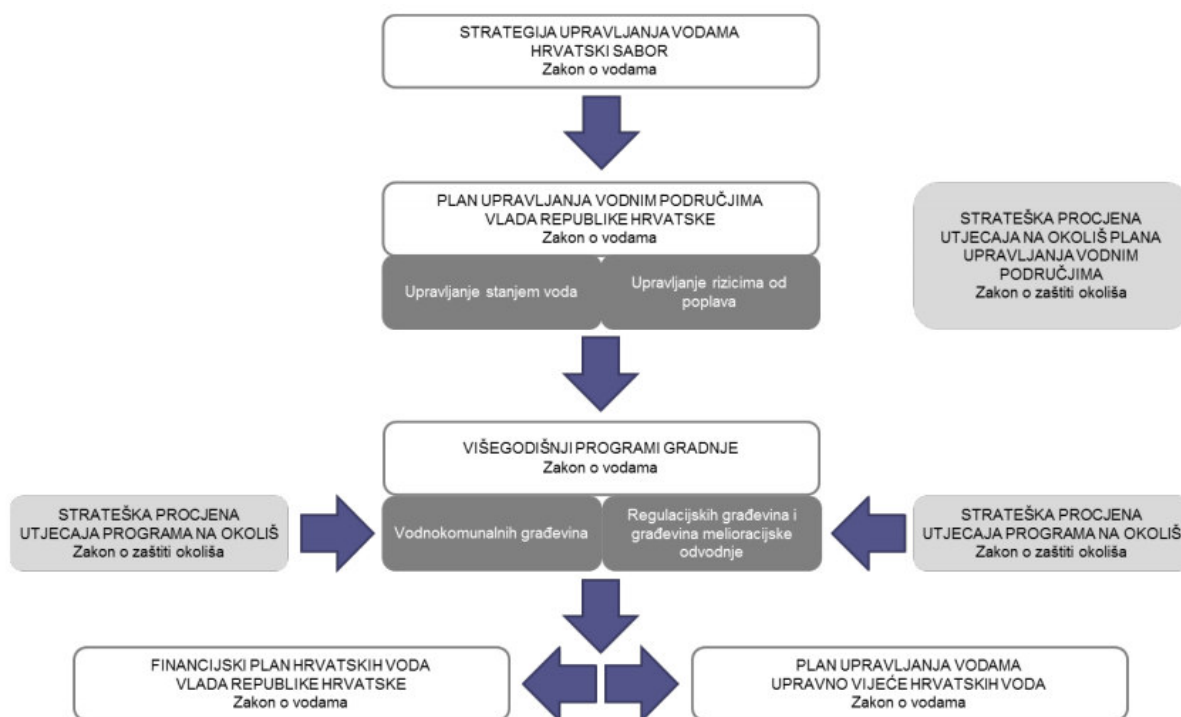
Novi Zakon o vodama na snagu je stupio početkom 1991. godine, a donio je radikalne promjene u organizaciji vodnoga gospodarstva: osnivaju se javna vodoprivredna poduzeća za slivna područja. Prvi Zakon o vodama i Zakon o financiranju vodnog gospodarstva u samostalnoj Republici Hrvatskoj, Hrvatski je sabor donio 1993. godine, a potom 1995. godine.

1996. godine osnivaju se **Hrvatske vode**. Pritom se razdvajaju poslovi upravljanja od djelatnosti građenja, tehničkog i gospodarskog održavanja i slično. Hrvatske vode zadržavaju isključivo poslove javne službe, a za poslove operativnog upravljanja vodama ustrojeni su vodno gospodarski odjeli na svakom od četiri vodna područja te Zagreb.

Usklađivanje vodnog zakonodavstva s pravnom stečevinom Europske unije započelo je donošenjem Zakona o izmjenama i dopunama **Zakona o vodama** i Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o financiranju vodnoga gospodarstva u prosincu 2005. godine.

2008. godine donesen je temeljni strateški dokument vodnoga gospodarstva - **Strategija upravljanja vodama**.

Posljednji planski dokument za upravljanje vodama Vlada je donijela u srpnju 2016. godine, a riječ je o **Planu upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2016.-2021.**



Slika 4. Planski dokumenti upravljanja vodama [8]

Odluka o utvrđivanju granica vodnih područja uvažava, osim manjih iznimaka, vododjelnice slivova Save, Drave i Dunava i Jadranskog mora. Kao manje teritorijalne jedinice za upravljanje vodama utvrđena su *slivna područja*⁵.

Danas, na području države organizirana su 34 slivna područja kojima upravljaju 32 vodnogospodarske ispostave i Vodnogospodarski odjel za slivno područje Grada Zagreba Hrvatskih voda.



Slika 5. Vodna područja i područja podslivova sa značajnijim vodotocima [8]

Zbog svog položaja, teritorij Republike Hrvatske hidrografski pripada slivu Jadranskog mora i slivu Crnog mora, te prema članku 31. Zakona o vodama podijeljen je na dva vodna područja:

- Vodno područje rijeke Dunav (VPD) i Jadransko vodno područje (JVP).

⁵ Slivno područje, u okviru vodnog područja, obuhvaća jedan ili više slivova manjih vodotoka za koje se, zbog povezanosti vodne problematike, izgrađenoga vodnog sustava i gospodarskih uvjeta, osigurava jedinstveno upravljanje vodama.

Granica između vodnih područja na teritoriju Republike Hrvatske prati prirodnu hidrografsko- hidrogeološku vododijelnicu između crnomorskog i jadranskog sliva. Ostale granice vodnog područja su definirane državnom granicom na kopnu, dok je na moru određena crtom razgraničenja priobalnog i otvorenog mora.

Hrvatska je radi svog teritorija dužna regulirati međunarodnu suradnju ugovorima, potpisanim konvencijama i sporazumima iz područja voda koji predstavljaju su dio pravnog okvira za upravljanje vodama u Hrvatskoj. Što se tiče Jadranskog sliva, suradnju regulira Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja i s njom je vezan Protokol o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja s kopna.

Vodni sektor je značajan pokretač gospodarstva, osobito kroz pripremu, izgradnju, opremanje, održavanje i pogon vodnih građevina i sustava, što znatno pridonosi društveno-ekonomskom razvoju. [3]

Planiranje upravljanja vodnim područjem je tro stupanjski proces koji uključuje:

- Analizu značajki vodnih područja
- Utvrđivanje značajnih vodnogospodarskih pitanja koja će biti predmet rješavanja u planskom razdoblju 2016. – 2021.
- Određivanje programa mjera za rješavanje utvrđenih vodnogospodarskih pitanja i opravdanje izuzeća za vodna tijela za koja se ne planira dostizanje zadanih ciljeva do kraja planskoga razdoblja

Upravljanje stanjem voda u okviru Plana upravljanja vodnim područjima je strukturirano na način da slijedi logiku i zahtjeve Zakona o vodama, odnosno Okvirne direktive o vodama.

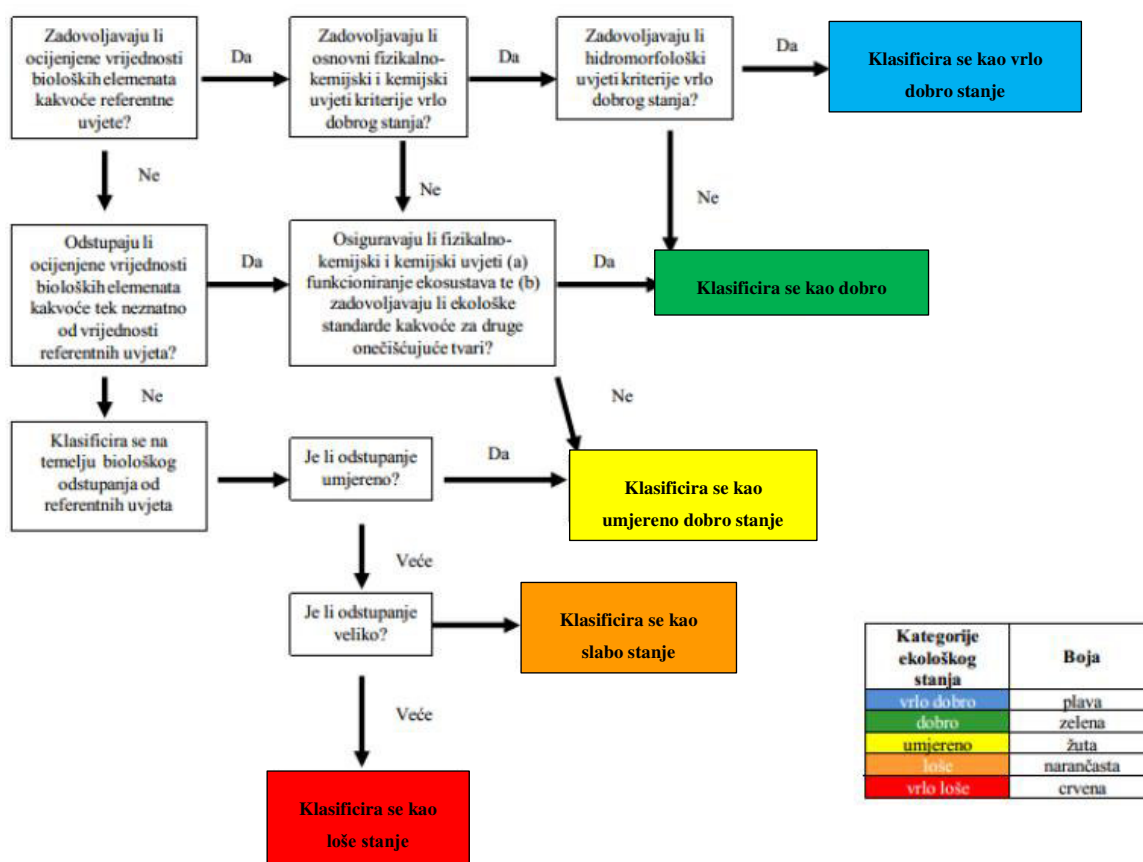
- Za svako vodno područje su prema zahtjevu članka 45. Zakona o vodama posebno provedene analize njegovih značajki i pregled utjecaja ljudskog djelovanja na stanje površinskih voda, uključivo prijelaznih i priobalnih voda, te podzemnih voda.
- Ekonomska analiza korištenja voda provedena je na razini Republike Hrvatske.
- Rezultati analiza značajki vodnih područja, koje uključuju i procjenu stanja površinskih voda, uključivo i prijelaznih i priobalnih voda te podzemnih voda i identifikaciju antropogenih opterećenja i utjecaja na vode analiziraju se na razini vodnih tijela.
- Program investicijskih mjera i program monitoringa razrađeni su po vodnim područjima. Program regulatornih i administrativnih mjera definiran je jedinstveno za čitav državni teritorij. [8]

1.3. Stanje voda

Stanje voda se opisuje na razini vodnih tijela koja predstavljaju osnovne jedinice za analizu značajki i upravljanje kakvoćom voda. Vodna tijela se moraju odrediti na način da se omogući odgovarajući, dovoljno jednoznačan opis ekološkog i kemijskog stanja površinskih voda, odnosno količinskog i kemijskog stanja podzemnih voda.

Određivanje vodnih tijela počinje analizom prirodnih značajki voda na temelju kojih se, na nekom području, ukupnost voda dijeli na jasno određene, približno prirodno homogene elemente. Glavni element za izdvajanje tijela površinskih voda je njihova tipologija utemeljena na povezanosti bioloških zajednica i abiotičkih značajki površinskih voda. Za izdvajanje tijela podzemnih voda koristi se hidrauličko razgraničenje na temelju prirodnog kemijskog sastava podzemnih voda.

Stanje tijela površinske vode određeno je njegovim ekološkim i kemijskim stanjem, ovisno o tome koja od dviju ocjena je lošija. Ovisno o pojedinačnim ocjenama relevantnih elemenata kakvoće, vodna tijela se klasificiraju u pet klasa ekološkoga stanja: vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše.[2]



Slika 6. Relativna uloga bioloških, fizikalno-kemijskih i kemijskih te hidromorfoloških elemenata kakvoće u klasifikaciji ekološkog stanja površinskih voda (prema Uredbi) [9]

Podaci i analize pokazatelja stanja voda ukazuju na činjenicu da su vodni resursi Republike Hrvatske izloženi utjecaju ljudskih aktivnosti. Ljudske djelatnosti opterećuju okoliš i ostavljaju posljedice na kakvoći pojedinih sastavnica okoliša. Na području voda to se opaža u manjem ili većem pogoršanju pojedinih elemenata kakvoće voda, a moguće i trajnom negativnom utjecaju na vode. Utjecajem se smatra ukupna posljedica opterećenja na vodnom okolišu koju nije uvijek lako kvantitativno opisati jer ne postoji jednostavna metoda za iskazivanje kompleksnih utjecaja kao što su nestanak vrsta, fragmentacija staništa i slične dugotrajne promjene u vodnom okolišu.

*Monitoring*⁶ je započeo 2015. godine te je u potpunosti prilagođen potrebama upravljanja vodama čime će se osigurati značajno povećanje pouzdanosti analiza i procjena u narednom planskom razdoblju.

Određene su referentne vrijednosti i granice klasa za odabrane elemente kakvoće za sve tipove rijeka. Neke od vrijednosti su određene na temelju prostornih i povijesnih podataka, ali u velikoj mjeri su određene na temelju ekspertnih procjena.

Sustav ocjenjivanja kemijskog i biološkog stanja površinskih voda potpuno je normativno uređen, a odgovarajući monitoring s obzirom na broj mjernih mjesta, pokazatelje i učestalost mjerenja se postupno uspostavlja. Posljedica toga je smanjena pouzdanost klasifikacije kemijskog stanja površinskih voda na pojedinim vodnim tijelima.

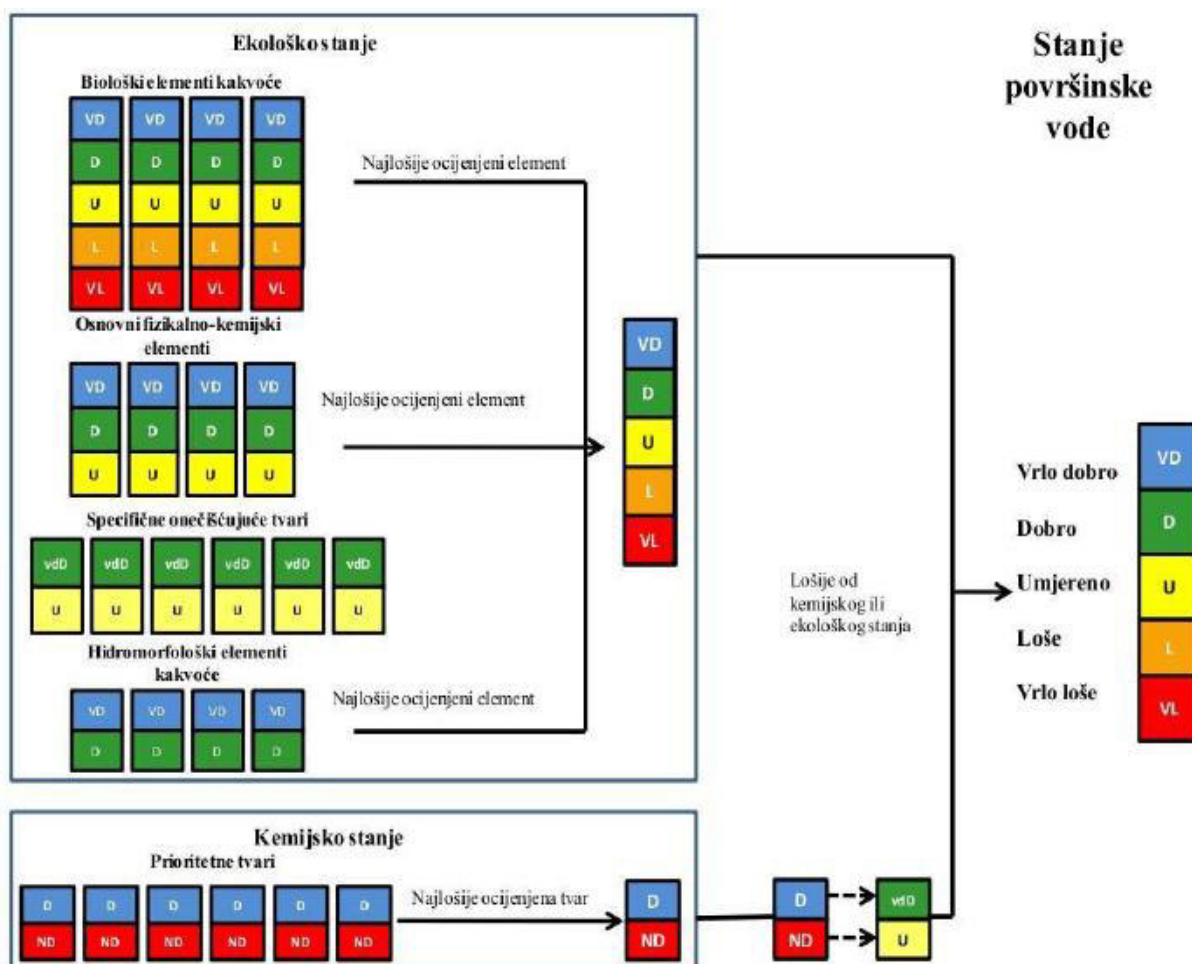
Tablica 1. Normirani elementi kakvoće za ocjenu ekološkog stanja površinskih voda [2]

| Element kakvoće | | Rijeke |
|--------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Biološki | Fitoplankton | + |
| | Makroalge | N |
| | Morske cvjetnice (Angiosperms) | N |
| | Makrofite | + |
| | Fitobentos | + |
| | Makrozoobentos | + |
| | Ribe | + |
| Fizikalno-kemijski i kemijski | Prozirnost | N |
| | Toplinski uvjeti | - |
| | Režim kisika | + |
| | Zaslanjenost | - |
| | Zakiseljenost | + |
| | Hranjive tvari | + |
| | Specifične onečišćujuće tvari | + |
| Hidromorfološki | Hidrološki režim | + |
| | Uzdužni kontinuitet | + |
| | Morfološki uvjeti | + |

N – element kakvoće nije primjenjiv za tu kategoriju površinske vode

⁶ »Monitoring« je proces opetovanog promatranja jednog ili više pokazatelja kakvoće i količina voda, prema utvrđenom programu.

Površinske vode se klasificiraju u dvije klase kemijskoga stanja prema koncentraciji pojedinih prioriteta tvari, a to su: dobro stanje i nije postignuto dobro stanje. Površinsko vodno tijelo je u dobrom kemijskom stanju ako prosječna i maksimalna godišnja koncentracija svake prioritetne tvari ne prekoračuje standarde kakvoće. Zbog toga možemo reći da je kemijsko stanje voda izraženo prisutnošću prioriteta tvari u površinskoj vodi, sedimentu i bioti⁷. Prioritetne tvari prate se dvanaest puta tijekom odgovarajuće godine. Dodatno se uvodi praćenje prioriteta tvari u bioti jedan puta u tri godine u razdoblju od 2016. do 2018. godine. Tvari koje se predviđaju pratiti u bioti propisane su člankom 22. uredbi o standardu kakvoće voda. [10]



Slika 7. Shematski prikaz postupka klasifikacije stanja vodnih tijela površinskih voda (prema Uredbi) [2]

⁷ BIOTA- Bio-tracing Adriatic water masses (Bioindikator vodenih masa u Jadranu)

1.4. Monitoring (Program usklađenja monitoringa)

Monitoring stanja voda potpuno se usklađuje s odredbama *Uredbe o standardu kakvoće voda*⁸. Zakon o vodama jednoznačno je odredio Hrvatske vode institucijom nadležnom za provođenje nadzora nad stanjem površinskih kopnenih, prijelaznih i priobalnim voda te podzemnih voda, što uključuje i sustavno praćenje stanja voda (monitoring). Hrvatske vode su nadležne za tumačenje rezultata monitoringa stanja o čemu izrađuju godišnje izvješće koje se dostavlja ministarstvu nadležnom za vodno gospodarstvo i Agenciji za zaštitu okoliša. [10]

Monitoring stanja voda je ključna komponenta u upravljanju vodama. Institucija nadležna za uzimanje uzoraka i izradu analiza u okviru monitoringa je Glavni vodnogospodarski laboratorij Hrvatskih voda. Za dio monitoringa koji se ne može obaviti u Glavnom vodnogospodarskom laboratoriju, zbog bilo kakvih razloga (npr. nedostatka opreme, manjak zaposlenika ili stručne osposobljenosti) sklapaju se ugovori s ovlaštenim laboratorijima o uslugama na temelju provedenih otvorenih postupaka javne nabave.

Glavni vodnogospodarski laboratorij Hrvatskih voda, angažiranjem dodatnih kadrova, zadovoljio bi potrebe provedbe monitoringa bioloških elemenata kakvoće i prioriternih tvari, kao jedini u Republici Hrvatskoj koji može odgovoriti nacionalnim i europskim zakonskim zahtjevima, a manji dio monitoringa bi i dalje provodili „vanjski“ ovlaštene.

Monitoring stanja voda sistematiziran je u tri osnovna dijela sukladno cilju monitoringa:

1. *nadzorni monitoring* koji ima za cilj utvrđivanje dugoročnih promjena,
2. *operativni monitoring* na osnovi kojeg se utvrđuje promjene nastale provedbom programa mjera na vodama za koja je utvrđeno da ne zadovoljavaju ciljeve zaštite voda,
3. *istraživački monitoring* za utvrđivanje nejasnih i nepoznatih odnosa u okviru DPSIR⁹ ciklusa.

Kriteriji za oblikovanje programa monitoringa ovise o vrsti monitoringa i kategoriji voda na koju se monitoring odnosi.

⁸ Uredba o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/13, 78/15) propisuje standard kakvoće voda za površinske vode, uključivo i priobalne vode i vode teritorijalnog mora te podzemne vode, posebni ciljevi zaštite voda, kriteriji za utvrđivanje ciljeva, zaštite voda, uvjeti za produženje rokova za postizanje ciljeva zaštite voda, elementi za ocjenjivanje stanja voda, monitoring stanja voda i izvještavanje o stanju voda.

⁹ DPSIR ciklus (eng. Driver- Pressure-Status- Impact- Response) su Pokretač-Opterećenje-Stanje-Utjecaj-Odgovor

Monitoring stanja obuhvaća pokazatelje potrebne da se utvrdi:

- (i) zapremnina, razina, protok, brzina i hidromorfološke značajke u mjeri odgovarajućoj za ekološko ili kemijsko stanje i ekološki potencijal, ekološko i kemijsko stanje i ekološki potencijal za površinske kopnene vode,
- (ii) ekološko i kemijsko stanje i ekološki potencijal za prijelazne i priobalne vode,
- (iii) kemijsko stanje za vode teritorijalnoga mora,
- (iv) količinsko i kemijsko stanje za podzemne vode.

Uz navedeno, monitoring će obuhvatiti i druge pokazatelje sukladno odredbama posebnih propisa po kojima su određena zaštićena područja (područja posebne zaštite voda). Programom monitoringa potrebno je predvidjeti mjerna mjesta, pokazatelje i učestalost mjerenja.

Zbog ograničene baze podataka za referentnu 2012. godinu, za ocjenu ekološkog i kemijskog stanja svih kategorija površinskih voda, nisu mogli biti korišteni svi relevantni elementi i pokazatelji kakvoće. Monitoring stanja površinskih voda se još usklađuje s odredbama Uredbe o standardu kakvoće voda.

Ocjena ekološkog stanja bila je moguća samo na dio vodnih tijela na kojima je ocijenjeno biološko stanje. To su vodna tijela na kojima je proveden monitoring bioloških elemenata kakvoće i uzvodna vodna tijela na koja je rezultate bioloških ispitivanja bio moguće ekstrapolirati (vodna tijela koja se nalaze u istom tipu i koja su isto ocijenjena).

Ostala vodna tijela ocijenjena su samo prema pratećim elementima kakvoće. To je učinjeno na način da svi prateći elementi, osnovni i specifični fizikalno - kemijski i hidromorfološki, imaju istu težinu, a mjerodavan je najlošije ocijenjeni prateći element.

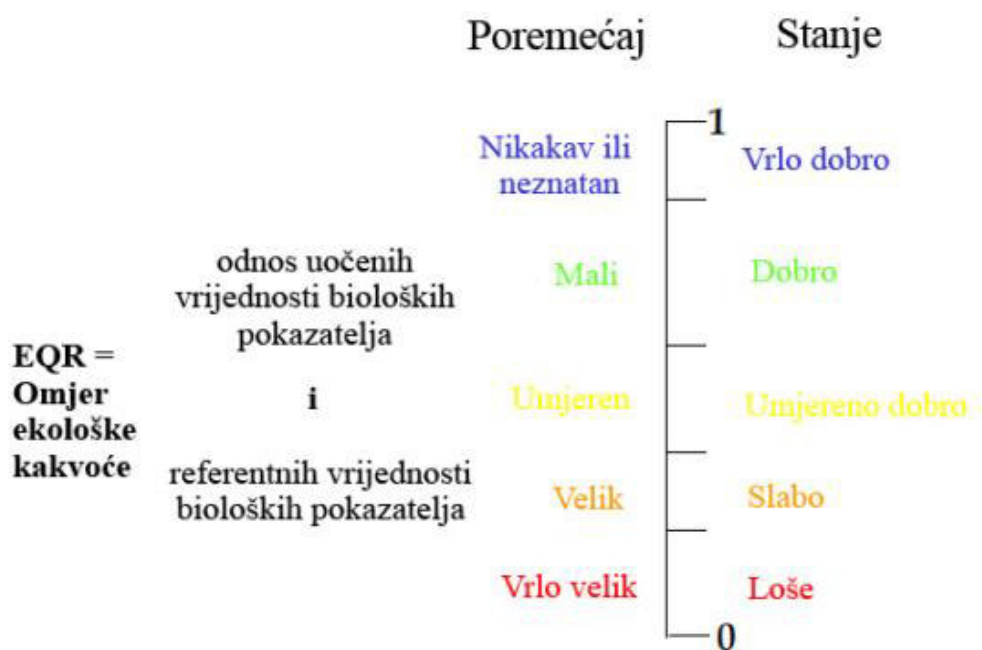
Izrađuje se višegodišnji program usklađenog monitoringa i odgovarajući godišnji planovi monitoringa koji će za naredni plansko razdoblje osigurati potpuniju i pouzdaniju bazu podataka za ocjenu stanja vode, te bolje poznavanje uzoraka i prirode pojedinih problema na vodama. Na taj način će se dobiti pouzdanija procjena učinka mjera na pojedine elemente kakvoće voda.

Ocjena stanja voda temelji se na podacima koji su uglavnom prikupljeni do 2012. godine, s tim da su svi podaci reinterpetirani u skladu s novousvojenom tipologijom i standardima kakvoće voda. Ta okolnost, uz druge čimbenike nesigurnosti u rezultatima monitoringa, umanjuje pouzdanost ocjene stanja površinskih voda, jer dopušta mogućnost da utjecaj dijela postojećih opterećenja nije obuhvaćen ili je tek djelomično obuhvaćen ocjenom.

Tablica 2. Kriteriji za procjenu pouzdanosti ocjene stanja površinskih vodnih tijela [2]

| Razina pouzdanosti | Ekološko stanje | Kemijsko stanje |
|--------------------|--|--|
| Niska | Nema podataka monitoringa na vodnom tijelu i na 2 njemu susjedna vodna tijela. | Nema podataka monitoringa |
| Srednja | Dobri podaci o pratećim elementima kakvoće i/ili ograničeni podaci za barem jedan biološki element kakvoće | Ograničeni podaci za neke ili sve prioritetne tvari koje se ispuštaju na vodnom području |
| Visoka | Dobri podaci za barem jedan biološki element kakvoće i najrelevantnije podržavajuće elemente | Dobri podaci za sve prioritetne tvari koje se ispuštaju na vodnom području |

U svrhu osiguranja kompatibilnosti sustava monitoringa, rezultati sustava izražavaju se kao omjeri ekološke kakvoće za potrebe klasifikacije ekološkog stanja. Ti omjeri predstavljaju odnos između vrijednosti bioloških pokazatelja uočenih za određeno tijelo površinske vode i vrijednosti za te pokazatelje u referentnim uvjetima važećima za to tijelo. Omjer se iskazuje brojčanom vrijednošću između nula i jedan, s time da vrlo dobro ekološko stanje predstavlja vrijednosti blizu jedan, a loše ekološko stanje prikazuju vrijednosti blizu nule. [9]



Slika 8. Predloženi omjer ekološke kakvoće Okvirnom direktivom [9]

1.5. Program mjera

Program mjera se primjenjuje na sve vodotoke, bez obzira na njihovu veličinu, odnosno primjenjuju se i na vodnim tijelima slivne površine manje od 10km² rijeka. Osnova za utvrđivanje programa mjera sastoji se od procijenjenog stanja vode i propisanih ciljeva zaštite voda sa rokovima do kojih ciljevi trebaju biti postignuti.

S obzirom na ulogu monitoringa vezanu uz praćenje i kontrolu efikasnosti provedbe aktivnosti i mjera administrativnog i tehničkog odnosno planskog i operativnog upravljanja vodama, učestalost mjerenja se planira, organizira i odvija u:

- šestogodišnjim ciklusima (prema Okvirnoj direktivi o vodama – Planski ciklusi),
- trogodišnjim ciklusima (prema Okvirnoj direktivi o vodama),
- godišnjim ciklusima (prema Okvirnoj direktivi o vodama, Zakonu o vodama – za potrebe operativnog upravljanja).

U razdoblju 2016. - 2021. godina planirano je provesti niz različitih mjera u cilju postizanja najmanje dobrog stanja voda. Detaljan popis mjera sadržan je u poglavlju C.5. Sažetak programa mjera, a sistematizirane su prema Pravilniku o sadržaju Plana upravljanja vodnim područjima (Narodne novine, br. 74/13 i 53/16)¹⁰.

U definiranju programa mjera za upravljanje stanjem voda u razdobljima 2016. - 2021. godina i 2022. - 2027. godina polazi se od pretpostavke da će se preostale mjere, predviđene postojećim provedbenim planovima i programima za zaštitu voda, osobito mjere za kontrolu onečišćenja iz točkastih i raspršenih izvora proizašle iz propisa Europske realizirati u zadanim rokovima

Potpuno usklađenje godišnjeg plana praćenja stanja površinskih i podzemnih voda planira se provesti postupno do kraja 2015. godine čime se plan praćenja stanja voda terminski usklađuje i s drugim ciklusom plana upravljanja vodnim područjima koji počinje 2016. godine. [8]

Tablica 3. prikazana u nastavku prikazuje usklađenje ciklusa provedbe monitoringa s planskim ciklusima. Do kraja 2021. godine je potrebno ispuniti uvjete dane drugim ciklusom plana upravljanja vodnim područjima, koji je startao u 2016. godini.

¹⁰ Članak 13. i dodatak VII. Okvirne direktive o vodama

Tablica 3. Usklađenje ciklusa provedbe monitoringa s planskim ciklusima [10]

| Godina | Ciklusi nadzornog monitoringa | Ciklusi operativnog monitoringa | Ciklusi pripreme Plana | Ciklusi Plana | Godina |
|--------|--|--|---|---|--------|
| 2007. | | | | | 2007. |
| 2008. | | | | | 2008. |
| 2009. | Nadzorni monitoring za II. ciklus plana | | | | 2009. |
| 2010. | | Operativni monitoring I. ciklusa prema stanju voda 2010. (da ustanovi ili potvrdi status rizičnog / ne-dobrog vodnog tijela) | | I. CIKLUS PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2010. - 2015. | 2010. |
| 2011. | | | | | 2011. |
| 2012. | | | 2012. | | |
| 2013. | Nadzorni monitoring za III. ciklus plana | Operativni monitoring I. ciklusa prema stanju voda 2010. (za ocjenu učinka mjera provedenih do 2012., te za ocjenu statusa) | Razdoblje pripreme II. PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2016. - 2021. | II. CIKLUS PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2016. - 2021. | 2013. |
| 2014. | | | | | 2014. |
| 2015. | | 2015. | | | |
| 2016. | | 2016. | | | |
| 2017. | | 2017. | | | |
| 2018. | | Operativni monitoring II. ciklusa prema stanju voda 2016. (da ustanovi ili potvrdi status rizičnog / ne-dobrog vodnog tijela) | | | 2018. |
| 2019. | Nadzorni monitoring za IV. ciklus plana | Operativni monitoring II. ciklusa prema stanju voda 2016. (za ocjenu učinka mjera provedenih do 2018., te za ocjenu statusa) | Razdoblje pripreme III. PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2022. - 2027. | III. CIKLUS PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2022. - 2027. | 2019. |
| 2020. | | | | | 2020. |
| 2021. | | 2021. | | | |
| 2022. | | 2022. | | | |
| 2023. | | 2023. | | | |
| 2024. | | Operativni monitoring III. ciklusa prema stanju voda 2022. (da ustanovi ili potvrdi status rizičnog / ne-dobrog vodnog tijela) | | | 2024. |
| 2025. | Nadzorni monitoring za V. ciklus plana | Operativni monitoring III. ciklusa prema stanju voda 2022. (za ocjenu učinka mjera provedenih do 2024., te za ocjenu statusa) | Razdoblje pripreme IV. PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2028. - 2033. | IV. CIKLUS PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2028. - 2033. | 2025. |
| 2026. | | | | | 2026. |
| 2027. | | 2027. | | | |
| 2028. | | 2028. | | | |
| 2029. | | 2029. | | | |
| 2030. | | Operativni monitoring IV. ciklusa prema stanju voda 2028. (da ustanovi ili potvrdi status rizičnog / ne-dobrog vodnog tijela) | | | 2030. |
| 2031. | Nadzorni monitoring za VI. ciklus plana | Operativni monitoring IV. ciklusa prema stanju voda 2028. (za ocjenu učinka mjera provedenih do 2030., te za ocjenu statusa) ... | Razdoblje pripreme V. PLANA UPRAVLJANJA VODNIM PODRUČJIMA 2034. - 2039. | | 2031. |
| 2032. | | | | | 2032. |
| 2033. | | | | | 2033. |
| | | | | | 2033. |

Legenda:

| |
|--|
| Ciklusi za ocjenu stanja voda za II. ciklus Plana upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. |
| Ciklusi za ocjenu stanja voda za III. ciklus Plana upravljanja vodnim područjima 2022. - 2027. |
| Ciklusi za ocjenu stanja voda za IV. ciklus Plana upravljanja vodnim područjima 2028. - 2033. |
| Ciklusi za ocjenu stanja voda za V. ciklus Plana upravljanja vodnim područjima 2034. - 2039. |

2. KONCEPT DIPLOMSKOG RADA

2.1. Motivacija

Osiguravanje dovoljne količine pitke vode zadovoljavajuće kvalitete postaje glavni problem današnjice kao i osnova budućeg razvoja. Gotovo polovica državnog teritorija Republike Hrvatske izgrađuju okršene karbonatne stijene, a one predstavljaju spremnik velikih količina podzemne vode izrazite kakvoće. Zbog toga je potrebno mnogo pažnje posvetiti njihovoj zaštiti. U svijetu se koriste metode procjene prirodne ranjivosti¹¹ kao jedan od alata u definiranju odgovarajuće zaštite vodnih tijela. [11]

Činjenica je da je kvaliteta vode na izvoru rijeke Jadro na visokoj razini, ali je potrebno osigurati uvjete očuvanja takvog stanja s obzirom na intenzitet urbanizacije i sličnih procesa ljudske djelatnosti u Dalmatinskoj zagori (npr. Dugopolje) što može izravno utjecati na kvalitetu vode obzirom na slivnu povezanost sa rijekom Cetinom te Žrnovnicom.

Klimatske promjene imaju veliki utjecaj na ljudske i prirodne sustave, te nastavak emisije stakleničkih plinova, za uzrok će imati nastavak zagrijavanja zemljine površine što će utjecati na kvalitetu života na njoj. Posljedice promjena hidrološkog režima rijeka, ali i drugih vodnih tijela, teško je dati bez cjelovite analize.

Hrvatska je država koja je pokazala ranjivost na klimatske promjene, te se već sada s njima suočava. Rizik porasta razine mora, promjene ponašanja i migracijskih obrazaca morskih riba zbog zagrijavanja morske vode, ima određeni utjecaj na hidrologiju i vodne resurse. Veće temperature zraka za posljedicu imaju veću potrebu za vodom.

Na području cijele Hrvatske bilježi se porast srednje godišnje temperature zraka, a trendovi godišnjih i sezonskih količina oborina daju podatak o smanjenju oborina na pojedinim područjima RH (južno priobalje, područje Gorskog Kotara, Istra,...)

Pod vrlo vjerojatnim utjecajem klimatskih promjena su sve češće i sve intenzivnije poplave. Sve potrebne mjere i aktivnosti za ostvarenje postavljenih ciljeva, uglavnom su predviđene zakonskim strateškim, programskim i planskim dokumentima Hrvatskih voda i RH.

Direktiva 2007/60/EZ Europskog parlamenta i vijeća od 23. listopada 2007. godine dala je dokument o procjeni i upravljanju rizicima od poplava. [12]

¹¹ Metode procjene prirodne ranjivosti temelje se na pretpostavci da prirodna fizička, kemijska i biološka obilježja vodonosnog sustava mogu pružiti određeni stupanj zaštite podzemne vode od onečišćenja.

2.2. Ciljevi rada

Prvobitni cilj je bio prikupiti sve moguće podatke te na osnovu tih podataka provesti adekvatne analize koje će dati ocjenu postojećeg stanja sliva rijeke Jadro, te potencijalne scenarije u budućim upravljanjima. U tom kontekstu, cilj je vidjeti postojeće stanje te kako će se to stanje ponašati s obzirom na različite vrijednosti protoka i opterećenja.

Na osnovu prikupljenih podataka, koji su rezultat sastanaka s predstavnicima institucija kao što su Hrvatske vode, Institut za oceanografiju i ribarstvo i različitih tvrtki iz područja hidrotehnike, izvršena je analiza ovisnosti opterećenja i varijacija protoka u kontekstu Okvirne direktive o vodama.

Idući cilj je bio napraviti analizu varijacija protoka za različite godine, usporediti mjerene podatke koncentracija hranjivih tvari ishodenih od navedenih institucija s proračunatim krivuljama trajanja protoka i opterećenja za predmetne vremenske periode. U skladu s tim također treba napraviti procjenu unosa hranjivih tvari na područje sliva, te provjeriti dali je vodno tijelo u riziku.

Finalno, u skladu s odabranom i testiranom teorijskom funkcijom distribucije koncentracije potrebno je napraviti niz scenarija za različite raspone potencijalnih opterećenja vodotoka, kako bi se procijenila vjerojatnost prekoračenja graničnih koncentracija hranjivih tvari s obzirom na varijacije protoka.

3. RIJEKA JADRO

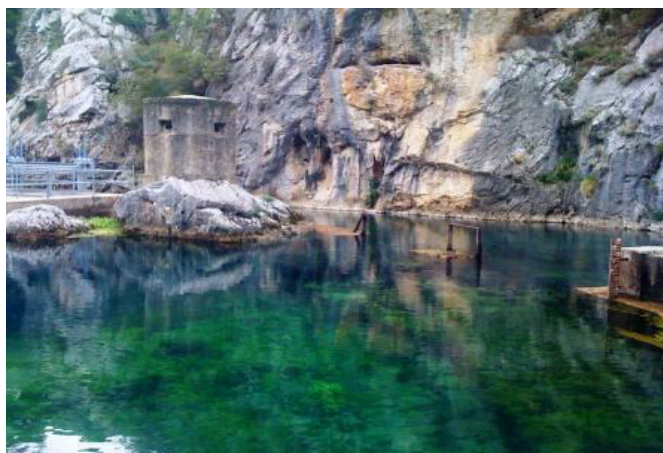
3.1. Povijesni značaj rijeke Jadro

Za vrijednosti rijeke Jadro znali su i davni narodi. Povoljni klimatski uvjeti, plodno tlo i vodom bogato tlo pogodovali su da se na ušću rijeke Jadro razvije velegrad Salona. cca 60.000 stanovnika živjelo je u visoko urbaniziranim uvjetima s riješenom vodoopskrbom i kanalizacijom.

Vode rijeke Jadro razlijevale su se vodovodima i fontanama, a privukle su i velikog rimskog cara Dioklecijana koji je blizini sagradio svoju palaču i pio vodu iz te rijeke.

U vrijeme izgradnje njegove rezidencije u III. st .n.e., izgrađen je 9 km dug vodovod, sa 4 akvadukta i tunelom, što predstavlja remek djelo graditeljstva. Unutar Dioklecijanove palače sustavom kanala riješena je odvodnja vode u more, a otpadne vode izvan zidina otjecale su prirodnim potocima. Dijelove vodovoda i kanalizacije i danas pronalazimo prilikom radova u Palači. Prodom Avara i dolaskom Slavena uništen je Dioklecijanov vodovod te je bila prekinuta opskrba grada vodom. Otpadne vode, zbog sve veće količine, uvjetovane rastom stanovništva, počele su zagađivati podzemne vode i dolazilo je do obolijevanja ljudi. Nastala situacija naglasila je važnost zbrinjavanja otpadnih voda, kao i rješavanje pitanja vodoopskrbe. Tadašnja gradska vlast, 1878. godine, odlučila je obnoviti stari Dioklecijanov vodovod i ponovno dovesti vodu s izvora Jadra u Grad. 1880. godine, završena je obnova vodovoda, te tu godinu uzimamo kao početak organizirane vodoopskrbe i odvodnje, što predstavlja prekretnicu daljnjeg razvoja Grada i cijelog područja. [13]

Tu je grob kraljice Jelene koja se umivala u bistroj vodi rijeke Jadro. Ona ju je nadahnula da se na otočiću koji tvore njezine vode sagrade crkve u kojima će se kruniti i pokapati hrvatski kraljevi. Iako je potok Sveti Ilija, koji nedaleko utječe u Jadro, gotovo potopio njezine ostatke, Šuplja crkva i danas govori o krunidbi kralja Zvonimira koja se u njoj dogodila 1075. godine. Zato je mala rijeka Jadro veliki simbol hrvatskoga naroda. [14]



Slika 9. Izvor rijeke Jadro [15]

3.2. Općenito o rijeci Jadro

Rijeka Jadro teče od svog izvora na zapadnom obronku Mosora kroz aluvijalnu dolinu i grad Solin te se ulijeva u Kaštelanski zaljev formirajući korito dužine 4.3 km (*Slika 11.*) s ukupnim padom od oko 30 %. Kroz urbano područje grada Solina tok rijeke se račva u više rukavaca, čije se vode opet vraćaju u glavno korito rijeke. Topografski sliv rijeke Jadro je relativno malen, a obuhvaća oko 22 km². Stvarni hidrološki sliv je znatno veći.

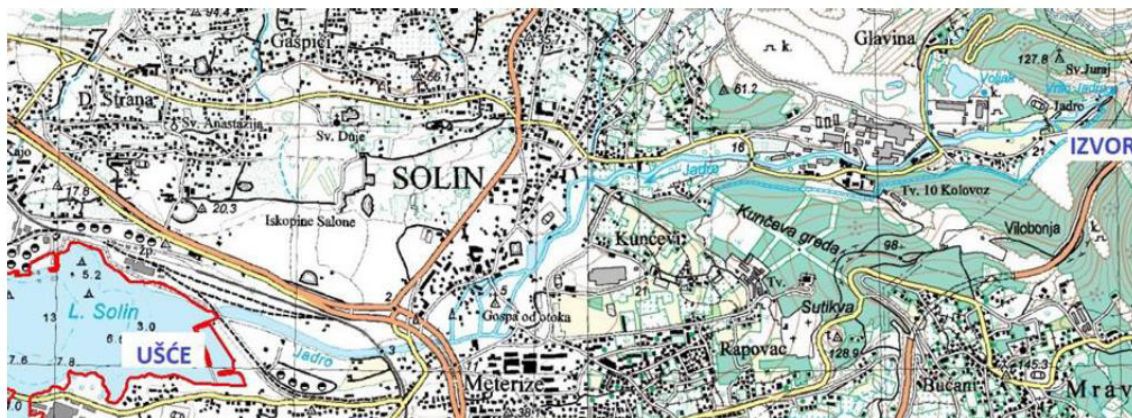
Granice kao i površina sliva krškog izvora Jadra nije do sada određena unatoč brojnim pokušajima (Bonacci, 1987.; 2011.; Denić-Jukić i Jukić, 2003.; Jukić i Denić-Jukić, 2008.; 2009.; Kapelj i sur., 2008.; 2009.). Prema novijim istraživanjima ona je veća od 400 km², što znači da se dijelom prihranjuje iz krškog vodonosnika koji vjerojatno dijeli sa susjednim vodotocima. Slivno područje izvora Jadra uglavnom se promatra kao cjelina sa slijevnim područjem izvora Žrnovnice, a graniči sa slivovima rijeke Panta na zapadu, rijeke Čikole na sjeveru te rijeke Cetine na istoku.



Slika 10. Sliv rijeke Jadro

Složenost podzemnih tokova i veličina sliva osiguravaju kontinuitet ovog izvora tijekom cijele godine. Izvor je na koti 34.2 m n. m., a prihranjuje se podzemnim vodama iz daljeg karbonatnog zaleđa. Na samom izvoru zahvaćaju se vode za vodoopskrbu Splita već 1700 godina, a danas i za susjedne gradove - Solin, Kaštela i Trogir. Danas su za tu svrhu u upotrebi dva cjevovoda (Dioklecijanov kanal propusne moći 550-880 l/s i Novi betonski kanal kapaciteta 2000 l/s u gornjem i 1350 l/s u donjem dijelu.).

Dio voda s izvora usmjeren je na malu hidroelektranu, koja više nije u funkciji, čije se vode ulijevaju u glavno korito oko 300 m nizvodno od izvora. Preostale količine vode koje se ne zahvaćaju na samome izvoru otječu preko preljeva u glavno korito. Količine vode zahvaćene za vodoopskrbu kontinuirano se mjere pomoću limnigrafa postavljenih 1994. na samome početku Dioklecijanovog i Novog kanala. Za praćenje protoka koji ostaju u koritu rijeke Jadro, nakon zahvaćanja voda za vodoopskrbu, koriste se podatci s vodokazne postaje Vidovića most (1949.-1983.) i Majdan (od 1984.). Stanica Vidovića most bila je smještena na istoimenom mostu (km 2+650). Nešto uzvodnije od mosta nalazi se stanica Majdan koja je danas u funkciji (km 3+150) (Slika 11.).



Slika 11. Tok rijeke Jadro od izvora do ušća. [16]

Rijeka Jadro prihvaća nekoliko manjih i dva veća pritoka – Poklinovac i Rupotina. Na svom uzvodnom dijelu toka na stacionaži 3+550 rijeka Jadro prima desni prtok Poklinovac. To je bujični tok s povremenim tečenjem. Ušće bujice uzvodno je od mjernog profila Majdan pa su ovi bujični dotoci uključeni u mjerenja na limnigrafu.

Drugi značajan prtok rijeke Jadro je bujica Rupotina koja se ulijeva na čvorištu Šljukica (km 2+000), oko 1150 m nizvodno od hidrološkog profila Majdan. Potrebno je naglasiti da se radi o bujičnom vodotoku koji povremeno prihranjuje tok rijeke Jadro i to u kišnom dijelu godine, donoseći značajne količine nanosa. U ljetnom razdoblju korito bujice Rupotina je uglavnom suho, bez dotoka u korito rijeke. [17]

Obala oko korita same rijeke je uređena na gotovo cijelog dionici. Samo najuzvodniji dio riječne obale i korita (uzvodno od mosta kod pogona Voljak) ostao je u prirodnom stanju. Taj je dio radi zaštite endemske pastrve solinke godine 1984. proglašen posebnim ihtiološkim rezervatom. Nizvodno rijeka vodom opskrbljuje i ribogojilište Ritterman.

Voda iz izvora koja protječe koritom rijeke Jadra pruža ključnu podršku održivom ekološkom i društvenom razvoju cijeloga područja kroz koji protječe. Osobito je važna za grad Solin, a ne smije se ni zanemariti ekološka uloga slatkih voda rijeke Jadro u održivom razvoju osjetljivog ekosustava Kaštelanskoga zaljeva.

Prema pokazateljima kakvoće, rijeka Jadro pripada prvoj kategoriji voda na cijelom toku, od izvora do vodnih pragova nizvodno od središnjeg dijela grada Solina. Nizvodni dio rijeke, koji je pod utjecajem mora, i ušće pripadaju drugoj kategoriji voda. [18]

Suma protoka kroz dva spomenuta kanala predstavlja količine vode koje su izravno i bespovratno odvedene rijeci Jadro, dok protoci definirani na profilu Majdan nizvodni predstavljaju preostale vodne količine iz samog izvora koje se upuštaju u korito rijeke Jadra. Kako do profila Majdan nizvodni, udaljenog 1186 m od izvora Jadro, nema nikakvih pritoka (a sliv se neznajno povećava) može se s visokom pouzdanošću pretpostaviti da suma protoka kroz dva kanala s protocima na tom profilu predstavlja prirodni protok iz izvora Jadra ili njegovu ukupnu izdašnost.

Ekološki prihvatljivi protok je onaj minimalni protok koji u danim uvjetima (klime, tla, okoliša, postojeće flore i faune) treba osigurati očuvanje biološko-ekološke ravnoteže analiziranog vodotoka i njegovog sliva. [19]

Biološki minimum rijeke Jadro je definiran na osnovi obrađenih proračuna i podataka stručnjaka Građevinskog fakulteta u Splitu koji su izradili studiju o biološkom minimumu, gdje je usvojeno da minimalni protok Jadra u koritu mora biti $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$. [16]

Što se tiče samog upravljanja kakvoćom vode izvora rijeke Jadro, u svom radu autorica Fistanić ističe kako je potrebna veća angažiranost vlasti i struke oko preciznijeg određivanja uzroka zagađenja vode sliva Cetinskog područja Trilja, jer isti ima utjecaj na sliv rijeke Jadro.

Izdvaja i niz faktora koji narušavaju kvalitetu vode sliva Cetine i Jadra. Neki od njih su nesavjesnost lokalnog stanovništva pri poljoprivrednim aktivnostima u vidu prekomjernog zagađenja tla, dužina prometnica koje prate tok rijeke Cetine, brojni divlji deponiji smeća i neadekvatnosti sanitarnog okruženja u vidu slabo razgranate ili uopće ne postojeće kanalizacijske mreže u velikom dijelu Dalmatinske zagore. (Fistanić (2004:48-57)) [20]

3.3. Hidrološke značajke rijeke Jadro

Izvor rijeke Jadro zasigurno je najdragocjenija hidrološka pojava splitske regije. Specifičnost izvora rijeke Jadro je upravo u njegovoj gospodarsko - socijalnoj funkciji. Jadro je iznimno važan izvor pitke vode, unatoč tome što mu je sliv mnogo manji od rijeke Cetine i kao takav zaslužuje poseban i kvalitetan monitoring. [21]

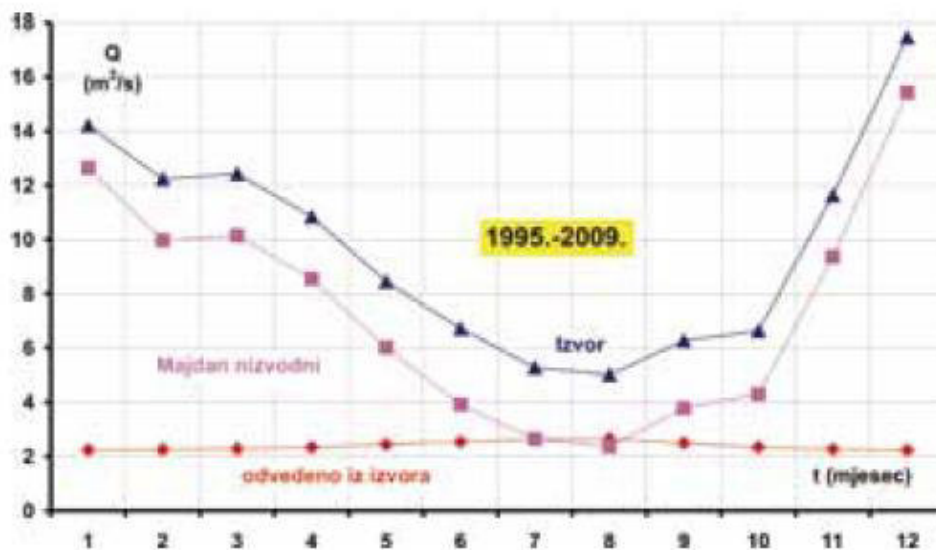
Pregledom znanstvenog članka (Hidrološka analiza odvođenja vode iz krškog izvora rijeke Jadro, Bonacci) u kojem je napravljena analiza hidroloških podataka prikupljenih u razdoblju od 1. siječnja 1995. do 31. prosinca 2009., vidljivo je da su kritična razdoblja tijekom ljetnog perioda. Osobito srpanj i kolovoz, kada su prirodni protoci izvora rijeke Jadro niski, temperature vode i zraka visoke, a potreba za vodom sve veća. U tim mjesecima, a ponekad i u rujnu, iz izvora se odvodi više ok 50% prirodnog protoka, što je sa staništa održivog gospodarenja ovim vodnim resursom neodrživo. Ta činjenica indicira povećanu ekološku opasnost za srednji i donji tok Jadra.

Ovaj članak tretirao je prvenstveno problematiku odvođenja vode iz izvora Jadra za potrebe vodoopskrbe. Ukazano je na zabrinjavajuće trendove povećavanja potrošnje vode posebno u kritičnom sušnom i vrućem dijelu godine. Naglašava se da je vodoopskrba vjerojatno glavni, ali nikako ne i jedini korisnik. Za očekivati je da će se pritisak na korištenje voda Jadra povećavati, što će uzrokovati brojne probleme u bliskoj budućnosti, a osobito one vezane s već danas nedovoljno šticećenim i osjetljivim krškim okolišem (Bonacci, 2009.). [19]

Isto tako, utvrdio je visoki koeficijent korelacije između vrlo visokih ljetnih temperatura i najnižih količina protoka (mjenjenih na mjernoj stanici Majdan u razdoblju između 1995. i 2009. godine).

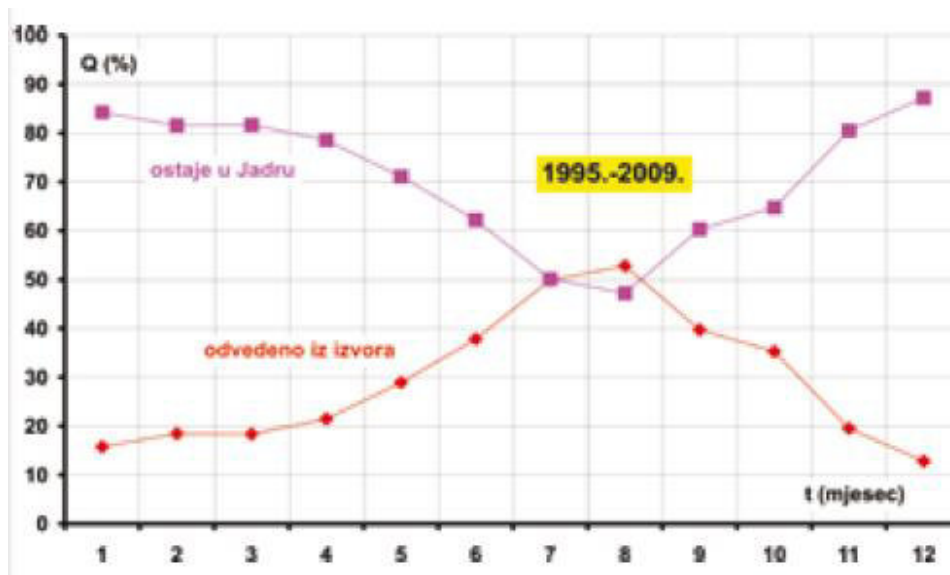
Na slikama danim u nastavku grafički je prikazan niz od 180 podataka srednjih mjesečnih protoka odvedenih iz izvora Jadra za potrebe vodoopskrbe (crvena boja), ukupne izdašnosti Jadra na izvoru (modra boja) i Jadra na vodomjernom profilu Majdan nizvodni (ljubičasta boja) u razdoblju od siječnja 1995. do prosinca 2009. Ovaj grafički prikaz jasno ukazuje da se problemi s održivim upravljanjem vodnim resursima rijeke Jadro javljaju tijekom sušnog razdoblja, prvenstveno u srpnju i kolovozu, a nerijetko se produžuju i u mjesec rujna.

U spomenutim mjesecima odvede se više vode iz izvora nego što ostane u samoj rijeci što može imati (i najvjerojatnije ima iako se to nedovoljno prati) vrlo negativne posljedice za sve ostale korisnike, a prije svega na okoliš. [19]



Slika 12. Grafički prikaz srednjih mjesečnih količina u razdoblju 1995.-2009., izraženih u m³/s, odvedenih iz izvora Jadra (crvena boja) te srednjih mjesečnih količina na izvoru Jadra (modra boja) i vodomjernom profilu Majdan nizvodni (ljubičasta boja) [19]

Isti zaključak moguće je donijeti i na osnovi grafičkog prikaza danog na Slika 12. Na njemu su ucrtani srednji mjesečni protoci, izraženi u m³/s, u razdoblju 1995.-2009. odvedeni iz izvora Jadra za potrebe vodoopskrbe (crvena boja), srednji mjesečni protoci izvoru Jadra (modra boja) i srednji mjesečne protoci izmjereni na vodomjernom profilu Majdan nizvodni (ljubičasta boja).



Slika 13. Grafički prikaz srednjih mjesečnih količina u razdoblju 1995.-2009., izraženih u %, odvedenih iz izvora Jadra (crvena boja) te srednjih mjesečnih količina koje ostaju u vodotoku (ljubičasta boja) [19]

Na Slika 13. grafički su prikazane srednje mjesečne količine, izražene u %, u razdoblju 1995.-2009. odvedene iz izvora Jadra (crvena boja) te srednje mjesečne količine koje ostaju u vodotoku (ljubičasta boja). Iz ovog se prikaza jasno vidi da se tijekom kritičnih mjeseci (srpanj i kolovoz) iz izvora Jadra uzima od 50 % ili više od njegove ukupne prirodne izdašnosti.

3.4. Hidrogeološka svojstva slivnog područja

Osnovne spoznaje o hidrogeološkim obilježjima pojedinih slivova obično su dobivene klasičnim geološkim, strukturnim, hidrogeološkim i hidrološkim istraživanjima. [22]

Jadro je pouzdan izvor vode dobre kakvoće zahvaljujući specifičnim hidrogeološkim i drugim prirodnim značajkama slijevnog područja. Izvor danas ima uže, direktno, i šire, indirektno, slijevno područje. Uže slijevno područje jest ono prirodno, koje je postojalo i u antičko doba. Vanjsko ili prošireno slijevno područje odnosi se i na dio slijeva rijeke Cetine.

Reljef slijevnog područja vertikalno je dobro razveden, a karakteriziraju ga tipični krški fenomeni: vapnenački grebeni, zaravni, škrape, jame, uske i suhe udoline, uvale, ponikve i manja plodna polja.

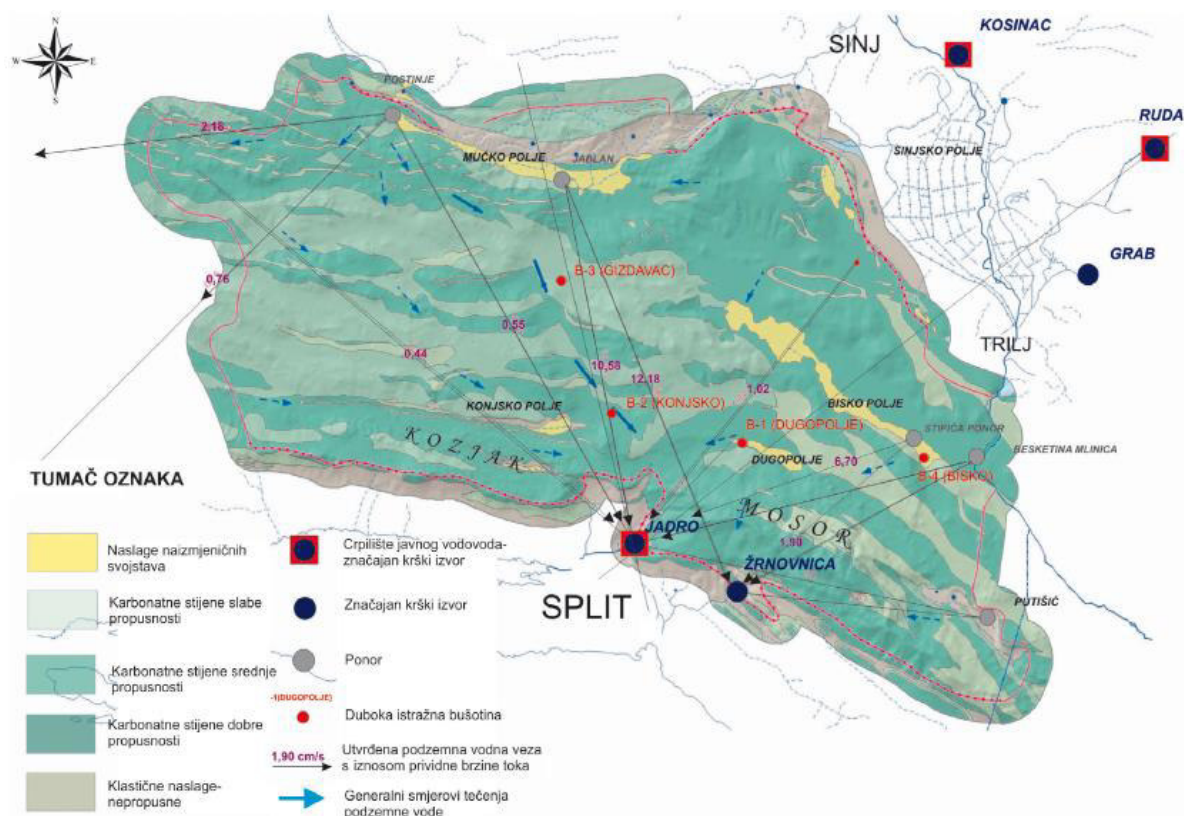
Krš je veoma heterogeno područje koje se u hidrološkom smislu sastoji od karbonatne stijenske mase sa sistemom provodnika i akumulacionih prostora (*Gjetvaj, 2006.*).

Na području sliva nalazi se više od 100 prirodnih ponora i jama. Slijevno područje izvora Jadro pripada vanjskim Dinaridima, a karakterizira ga prevlast karbonatnih stijena i visok stupanj tektonske poremećenosti. Tvore ga sedimentne stijene trijasa, jure, krede, tercijara i kvartara. To je kamenjar sa siromašnim vegetacijskim pokrivačem. [23]

Područje sliva rijeke Jadro odlikuje se naglašenom razlomljenošću i prisutnom tektonskom aktivnošću. Tektonska aktivnost rezultira i promjenama strukturnih odnosa osobito sustava rasjeda i pukotina.

Sami površinski dio sliva rijeke Jadro, površinski je siromašan vodom zbog izraženog krškog reljefa. Međutim, sve podzemne vode Dalmatinske zagore izbijaju na površinu povremeno u malim krškim poljima, karakterizirani povremenim flišnim¹² naslagama. Zatim ponovno poniru u podzemlje te izviru na površinu na mjestima dodira nepropusnog flišnog tla i karbonatnih uzvisina Mosora i okolnih gora i planina.

¹² **Fliš** je serija sedimentnih stijena u kojima se najčešće smjenjuju lapori, pješčenjaci, glineni škriljci i vapnenci. Nastao je djelovanjem turbiditnih struja, koje prate snažno djelovanje tektonike. U našim primorskim krajevima pretežno je eocenske starosti i privredno vrlo značajan



Slika 14. Shematska hidrogeološka karta preljevnoga područja izvora Jadra i Žrnovnice bez strukturalnih elemenata (S. Kapelj – J. Kapelj – D. Jukić – V. Denić-Jukić 2008.) [22]

3.4.1. Fliš

Tok rijeke Jadro se smjestio upravo na dodiru flišnih naslaga sa propusnim karbonatima Mosora, te na flišnim naslagama koritom teče stalnim površinskim tokom do ušća u Jadransko more, odnosno Kaštelanski zaljev. Karakteristike fliša su intenzivna boranja, rasjedanja i formiranja brojnih pukotinskih sustava i razlomljenih zona. Intenzivna tektonika uzrokuje nastanak polegnutih i prebačenih bora, te ljuskavu strukturu.

Već sama morfologija područja nameće diferenciranje naslaga fliša na barem dvije jedinice s različitim potencijalom trošenja:

- „tvrdi fliš“ je čvršći, otporniji na fizikalno trošenje i dominantno sadrži krupnozrnatiye klastite i/ili uglavnom karbonatne sedimente: karbonatne breče, kalkarenite, vapnence i kalcitične lapore
- „mekani fliš“ je podložan fizikalnom trošenju, a u njemu dominiraju inženjerska svojstva pelitnih i glinovitih sedimenata; predstavljen je laporima, glinovitim laporima s mjestimičnim tankim proslojcima krupnozrnastijih sedimenata, uglavnom kalkarenita.



Slika 15. Fliš [24]

Sedimenti „tvrdog fliša“ nisu toliko podložni fizikalnom trošenju što se lako može uočiti proučavanjem morfologije područja. Međutim i u tim materijalima tijekom geološkog vremena nastaju zone trošenja. Za razliku od tvrdog fliša, za mekani je fliš karakteristično da se trošenje manifestira degradiranjem fizikalnih i mehaničkih značajki materijala stijene.

„Mekani fliš“ je gotovo uvijek prekriven slojem eluvijalnog tla. Tlo se gotovo redovito sastoji od dviju zona: donja je zona mješavina glinovitog i laporovitog materijal s trošnim kršjem matične stijene, a u gornjoj zoni izostaje kršje matične stijene a udio gline znatno je veći.

3.5. Analiza vodnog tijela rijeke Jadro

Stanje voda opisuje se na razini vodnih tijela koja predstavljaju osnovne jedinice za analizu značajki upravljanja kakvoćom voda. Da bi ispunila svoju svrhu, vodna tijela moraju biti određena tako da omogućuje odgovarajući, dovoljno jednoznačan opis ekološkog i kemijskog stanja površinskih voda.

3.5.1. Identifikacija vodnih tijela

Za potrebe Planova upravljanja vodnim područjima, provodi se načelno delineacija i proglašavanje zasebnih vodnih tijela površinskih voda na:

- tekućicama s površinom sliva većom od 10 km²,
- stajaćicama površine veće od 0.5 km²,
- prijelaznim i priobalnim vodama bez obzira na veličinu.

Vodna tijela predstavljaju klasifikacijsku i upravljačku jedinicu u sklopu Direktive. Neka od njih utvrdit će se prema zahtjevima iz Direktive, a druga u skladu s praktičnim pitanjima vodnog upravljanja.

Za vrlo mala vodna tijela (do 10 km²) koja se zbog veličine, a prema Zakonu o vodama odnosno Okvirnoj direktivi o vodama, ne proglašavaju zasebnim vodnim tijelom primjenjuju se uvjeti zaštite kako slijedi:

- Sve manje vode koje su povezane s vodnim tijelom koje je proglašeno Planom upravljanja vodnim područjima, smatraju se njegovim dijelom i za njih važe isti uvjeti kao za to veće vodno tijelo.
- Za manja vodna tijela koja nisu proglašena Planom upravljanja vodnim područjima i nisu sastavni dio većeg vodnog tijela, važe uvjeti kao za vodno tijelo iste kategorije (tekućica, stajaćica, prijelazna voda ili priobalna voda) najosjetljivijeg ekotipa iz pripadajuće ekoregije.

Prijelazne vode su tijela površinske vode u blizini ušća rijeka, koja su po svojoj naravi boćata uslijed blizine priobalnih voda, ali su pod znatnim utjecajem slatkovodnih dotoka.

Priobalna voda znači površinsku vodu s one strane crte koja gleda prema kopnu a čija je svaka točka na udaljenosti od jedne nautičke milje na strani okrenutoj prema pučini od najbliže točke osnovne crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda, te se gdje je to moguće proteže do vanjske granice prijelaznih voda.

3.5.2. Zone sanitarne zaštite

Institut za geološka istraživanja 1988. god. (*Fritz F. , 1988 - Izvori Jadro i Žrnovnica, Dio hidrogeoloških istražnih radova potrebnih za prijedlog zona sanitarne zaštite izvora*) provodi hidrogeološke istražne radove kojima su određene zone sanitarne zaštite izvorišta Jadro i Žrnovnica. [25]

Prema Pravilniku o utvrđivanju zona sanitarne zaštite izvorišta (NN br. 66/2011 članak 17.) na temelju članka 90. Zakona o vodama (NN br. 153/09) :

Zone sanitarne zaštite izvorišta sa zahvaćanjem iz vodonosnika s pukotinskom i pukotinsko- kaveronožnom poroznošću su:

- zona ograničenja - IV zona
- zona ograničenja i nadzora - III zona
- zona strogog ograničenja i nadzora - II zona
- zona strogog režima zaštite i nadzora - I. zona [26]

Lokacija sliva rijeke Jadro sa prikazom zona sanitarnih zaštita nalazi se na području koje prostorno-planski reguliraju sljedeći dokumenti:

- Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije (Službeni glasnik Splitsko-dalmatinske županije, broj 1/03, 8/04, 5/05 (usklađenjem s Uredbom o ZOP-u), 5/06 (ispravak usklađenja s Uredbom o ZOP-u) 13/07, 9/13 i 147/15 (rješenja o ispravcima grešaka)) (u daljnjem tekstu: PPSDŽ). [27]
- Prostorni plan uređenja Općine Klis "Službeni vjesnik Općine Klis", broj 4/00, 2/09, 5/17, 8/17 (pročišćeni tekst) (u daljnjem tekstu PPUOK). [28]
- Prostorni plan uređenja grada Solina ("Službeni glasnik Grada Solina", broj 4/06, 4/08- uskl. (izvan snage), 6/10, 5/14, 6/15,5/17, 12/17 (pročišćeni tekst)) [29]
- Prostorni plan uređenja općine Dugopolje ("Službeni vjesnik Općine Dugopolje", broj 6/04, 6/07, 3/14, 4/14 (pročišćeni tekst),3/17, 7/17 (pročišćeni tekst)) [30]

3.5.3. Klasifikacija voda prema Uredbi o klasifikaciji voda

Prema uredbi o klasifikaciji voda, rijeka Jadro pripada I kategoriji voda na cijelom toku od izvora do vodnih pragova nizvodno od centra grada. Nizvodni dio rijeke koji je pod utjecajem mora i samo ušće pripadaju II kategoriji voda (Kapelj et al., 2006).

Dopuštene granične vrijednosti pokazatelja za vrste voda prikazane su u *Tablica 4.* :

Tablica 4. Dopuštene granične vrijednosti pokazatelja za pojedine vrste voda [31]

TABLICA 1

| SKUPINE POKAZATELJA | POKAZATELJI mjerna jedinica | I VRSTA | II VRSTA | III VRSTA | IV VRSTA | V VRSTA |
|---|---|--------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| A FIZIKALNO- KEMIJSKI | pH | 8,5-6,5 | 6,5-6,3 8,5-9,0 | 6,3-6,0 9,0-9,3 | 6,0-5,3 9,3-9,5 | <5,3 >9,5 |
| | Alkalitet * mg CaCO ₃ /l | >200 | 200-100 | 100-20 | 20-10 | <10 |
| | Električna vodljivost μScm ⁻¹ | <500 | 500-700 | 700-1000 | 1000-2000 | >2000 |
| B REŽIM KISIKA | Otopljeni kisik ** mgO ₂ /l | >7 | 7-6 | 6-4 | 4-3 | <3 |
| | Zasićenje kisikom ** % | | | | | |
| | tekućice: | 80-110 | 70-80 110-120 | 50-70 120-140 | 20-50 140-150 | <20 >150 |
| | stajaćice: -epilimnij | 90-110 | 70-90 110-120 | 50-70 120-130 | 30-50 130-150 | <30 >150 |
| | -hipolimnij | 90-70 | 70-50 | 50-30 | 30-10 | <10 |
| KPK -Mn mgO ₂ /l | <4 | 4-8 | 8-15 | 15-30 | >30 | |
| BPK ₅ mgO ₂ /l | <2 | 2-4 | 4-8 | 8-15 | >15 | |
| C HRANJIVE TVARI | Amonij mgN/l | <0,10 | 0,10-0,25 | 0,25-0,60 | 0,60-1,50 | >1,50 |
| | Nitriti mgN/l | <0,01 | 0,01-0,03 | 0,03-0,10 | 0,10-0,20 | >0,20 |
| | Nitrati ** mgN/l | < 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-4,0 | 4,0-10,0 | >10,0 |
| | Ukupni dušik mgN/l | <1,0 | 1,0-3,0 | 3,0-10,0 | 10,0-20,0 | >20,0 |
| | Ukupni fosfor mgP/l | | | | | |
| tekućice: | <C 10 | 0,10-0,25 | 0,25-0,60 | 0,60-1,5 | >1,5 | |
| stajaćice: | <C 01 | 0,01-0,025 | 0,025-0,06 | 0,06-0,15 | >0,15 | |
| D MIKROBIOLOŠKI | Broj koliformnih bakt UK/l | <5x10 ² | 5x10 ² -5x10 ³ | 5x10 ³ -10 ⁵ | 10 ⁵ -10 ⁶ | >10 ⁶ |
| | Broj fekalnih koliforma FK/l | <2x10 ⁴ | 2x10 ⁴ -10 ⁵ | 10 ⁵ -10 ⁶ | 10 ⁶ -10 ⁸ | > 10 ⁸ |
| | Broj aerobnih bakterija BK/ml | < 10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 10 ⁴ -10 ⁵ | 10 ⁵ -7,5x10 ⁵ | > 7,5x10 ⁵ |
| E BIOLOŠKI | P-B indeks saprobnosti (S) ** | 1,0-1,8 | 1,8-2,3 | 2,3-2,7 | 2,7-3,2 | 3,2-4,0 |
| | Biotički indeks ** | < 10 | 8 - 9 | 6 - 7 | 4 - 5 | < 4 |
| | Stupanj trofije ** | oligotrofan | mezotrofan | umjereno eutrofan | eutrofan | hipertrofan |

Opaska: Mjerodavna vrijednost pokazatelja koja je na granici dopuštene vrijednosti za određenu vrstu vode pripisuje se lošijoj vrsti vode.

* Ne odnosi se na krške vode.

** Ne odnosi se na podzemne vode.

Pokazatelji u zatamnjenim redovima će se obvezno ispitivati nakon 2000. godine.

4. METODOLOGIJA

Prikupljanjem i obradom dobivenih podataka određeni su elementi analize stanja sliva. Obradom protoka, te testiranjem teorijske distribucije koncentracije hranjivih tvari, procijenjeno je opterećenje u skladu s literaturom i određeno je stanje vodnog tijela Jadro nizvodno od mjerne postaje Majdan.

Kao primjer najkritičnije godine, promatrat će se 2003. godinu za koji je utvrđeno da je bila jedna od najtoplijih i najsušnji godina u Europi. Najduži niz uzastopnih vrućih dana u Splitu je zabilježen 2003. godine. Trajao je 47 dana, od 10. srpnja do 25. kolovoza 2003. godine. Te je godine u kolovozu bilo ukupno 30 vrućih dana. [32]

Primjer za usporedbu sa najkritičnijom godinom će biti 2016.godina, jer su to najnoviji podaci izmjerenih protoka na hidrometeorološkoj postaji Majdan, na nizvodnom dijelu rijeke Jadro.

Diplomskim radom su analizirani fizikalno- kemijski pokazatelji onečišćenja BPK₅, N i P. Kapacitet potrošnje kisika za razgradnju organskih i bioloških tvari u otpadnim vodama, uz djelovanje bakterija naziva se biokemijska potrošnja kisika (BPK). BPK₅ vrijednost zapravo označava razliku između koncentracije kisika na početku i nakon pet dana inkubacije. Tijekom inkubacije prvo dolazi do razgradnje organskog i biljnog materijala (biooksidacija), a zatim se preostali kisik troši na razgradnju amonijaka i amonijevih iona u otpadnim vodama. Taj postupak naziva se nitrifikacija i za određivanje BPK₅ vrijednosti je nepovoljan.

Općenito se dušik i fosfor nazivaju hranjivima u vodi. Povećanjem njihove koncentracije dolazi do eutrofikacije, a time i pojave „cvjetanja algi“. Eutrofikacija je proces prihranjivanja nekog vodenog sustava, čime se pospješuje rast i razvoj autotrofnih organizama. Plivajuće čestice kao što su ulja i suspendirane čestice utječu na izgled vode, bistroću te otapanje kisika u vodi. Otpadne vode s povećanim udjelom plivajućih čestica su mutne te imaju izrazito niske koncentracije otopljenog kisika. [33]

Analiza počinje statističkom obradom podataka procijenjenog opterećenja L=100kg/dan i pripadajućih protoka sa mjerne postaje Majdan za ljetna razdoblja 2003. i 2016. godine

Nakon statističke obrade i dobivenih grafičkih prikaza učestalosti, slijedi odabir teorijskih distribucija koje će se najbolje prilagođavati empirijskoj, te neparametarski KS test koji za rezultat ima prihvaćanje ili odbijanje pojedinih teorijskih raspodjela.

S obzirom na ustupljene podatke od Hrvatskih voda o nadzornom i operativnom monitoringu rijeke Jadro, prikazana je usporedba mjerenih koncentracija i dobivenih krivulja opterećenja za dušik i fosfor.

Napravljena je i analiza procjene rizika preko definicije o vodnim tijelima, te su dani rezultati procijene prekoračenja graničnog opterećenja za dušik i fosfor s pripadajućim vjerojatnostima o prelaženju praga rizika.

Zadnjim poglavljem izvršena je analiza vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti pokazatelja (BPK₅, N i P) za opterećenje od 100kg/dan.

Finalno, u skladu s odabranom i testiranom teorijskom funkcijom distribucije koncentracije potrebno je napraviti niz scenarija za različite raspone potencijalnih opterećenja vodotoka, kako bi se izvršila procjena vjerojatnosti prekoračenja graničnih koncentracija hranjivih tvari s obzirom na varijacije protoka.

4.1. Protok rijeke Jadro

Protok vode je jedan od najosnovnijih i najvažnijih hidrauličkih i hidroloških elemenata vodnog toka. Pomoću njega se određuju i ostali parametri vodotoka.

Protok predstavlja količinu nekog fluida (tekućina ili plin) koji protječe promatranim presjekom u vremenskom intervalu. U hidrološkoj praksi se pod pojmom "količina" redovito podrazumijeva volumen vode koji se najčešće iskazuje u kubnim metrima u sekundi (m^3/s). Ako su iznosi protoka maleni, protok se može iskazati i u litrama u sekundi (l/s).

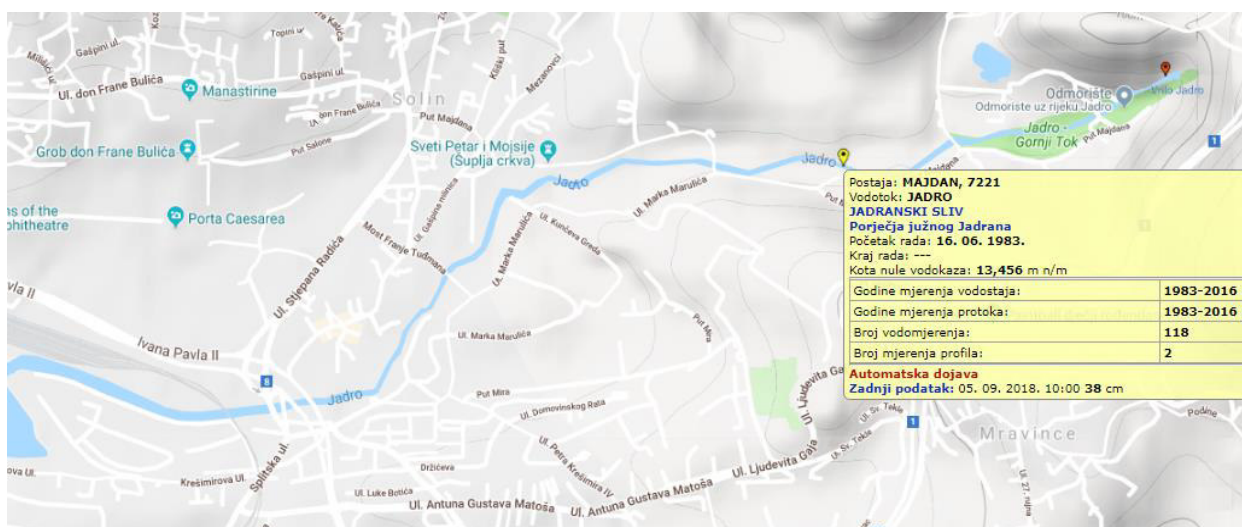
Podaci mogu biti dostupni u različitoj rezoluciji (satni, dnevni, ...). U slučaju raspoloživih satnih protoka, standardna praksa je osrednjavanje satnih protoka po danu, a to znači da se zbroje svi dnevni izmjene protoci i podjele sa brojem mjerenja da bi se dobili srednji dnevni protoci.

Sa službene stranice Državnog hidrometeorološkog zavoda, DHMZ- Sektor za hidrologiju, preuzeti su podaci o srednjim dnevnim protocima za 2003., 2010.-2016. godinu. Obrada istih uz osrednjavanje u svrhu dobivanja srednjih dnevnih protoka s izračunatim minimalnim mjesečnim, srednjim i maksimalnim mjesečnim vrijednostima protoka prikazana je u skupnoj tablici u poglavlju 7.1. *Prilozi obrade protoka sa mjerne postaje Majdan.*

Promatrana lokacija vodomjerne postaje sa njenim podacima dana je na *Slika 16*.

Za dobivanje srednjih mjesečnih protoka, obrada se izvršila na način da se zbroje svi srednji dnevni protoci tog mjeseca, te podjele sa brojem dana tog istog mjeseca.

Uz srednje mjesečne protoke, izračunati su minimalni i maksimalni mjesečni protok. Minimalni mjesečni protok određen je na temelju najmanjeg srednjeg dnevnog protoka tog mjeseca, a maksimalni na temelju najvećeg srednjeg dnevnog protoka.

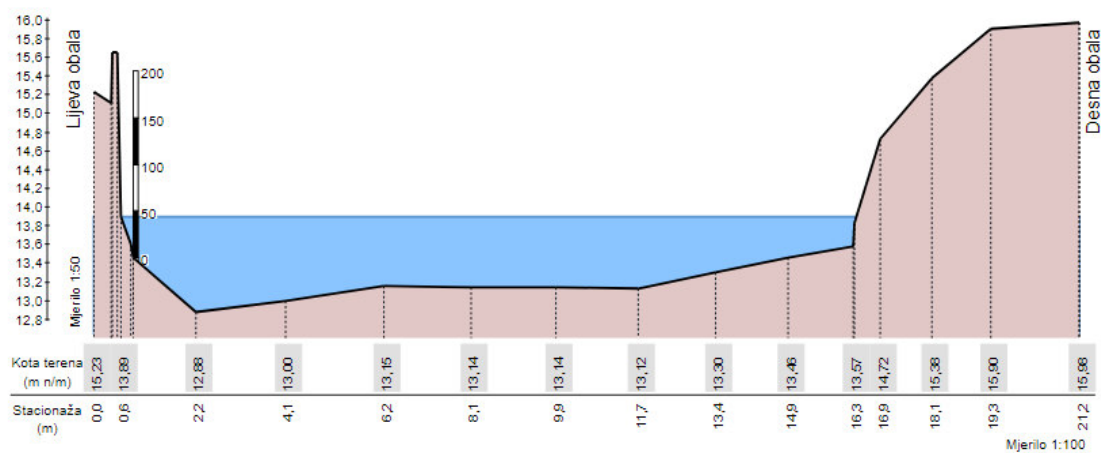


Slika 16. Prikaz mjerne postaje Majdan sa njenim podacima [34]

POPREČNI PRESJEK KORITA

Šifra: 7221
 Postaja: MAJDAN
 Vodotok: JADRO

Kota nule: 13,456 m n/m
 Vodostaj: 44 cm
 Datum mjerenja: 8. 7. 2014.



Slika 17. Poprečni presjek korita rijeke Jadro [34]

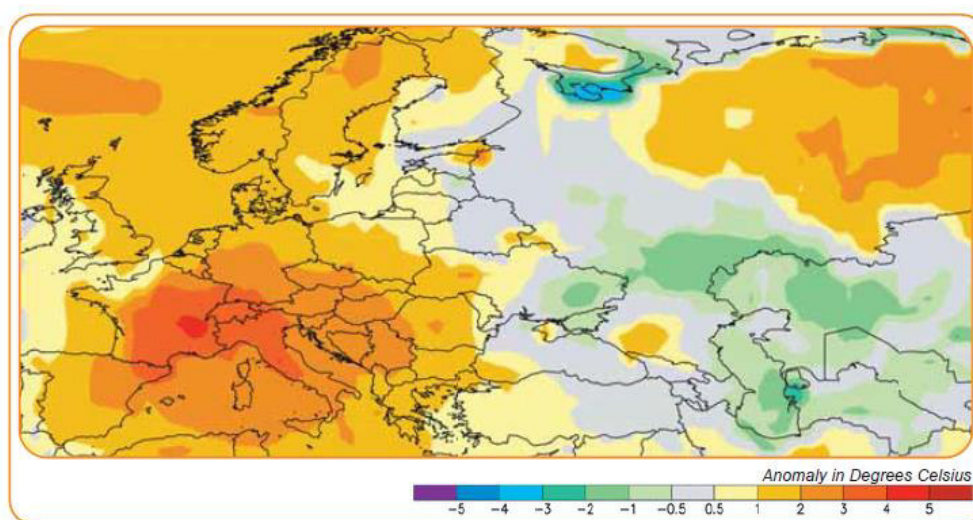
4.1.1. Toplinski udar 2003. godine

Od 1950. godine do danas, na velikom području Europe, pojavilo se mnogo intenzivnih i vremenski dugih toplinskih valova. Imali su značajan učinak na stopu smrtnosti populacije, regionalnu ekonomiju zahvaćenog područja i prirodne ekosustave. Najsnažniji toplinski val zabilježen je 2010. godine na području Euroazije, a drugi najsnažniji zabilježen je 2003. godine na području centralne Europe.

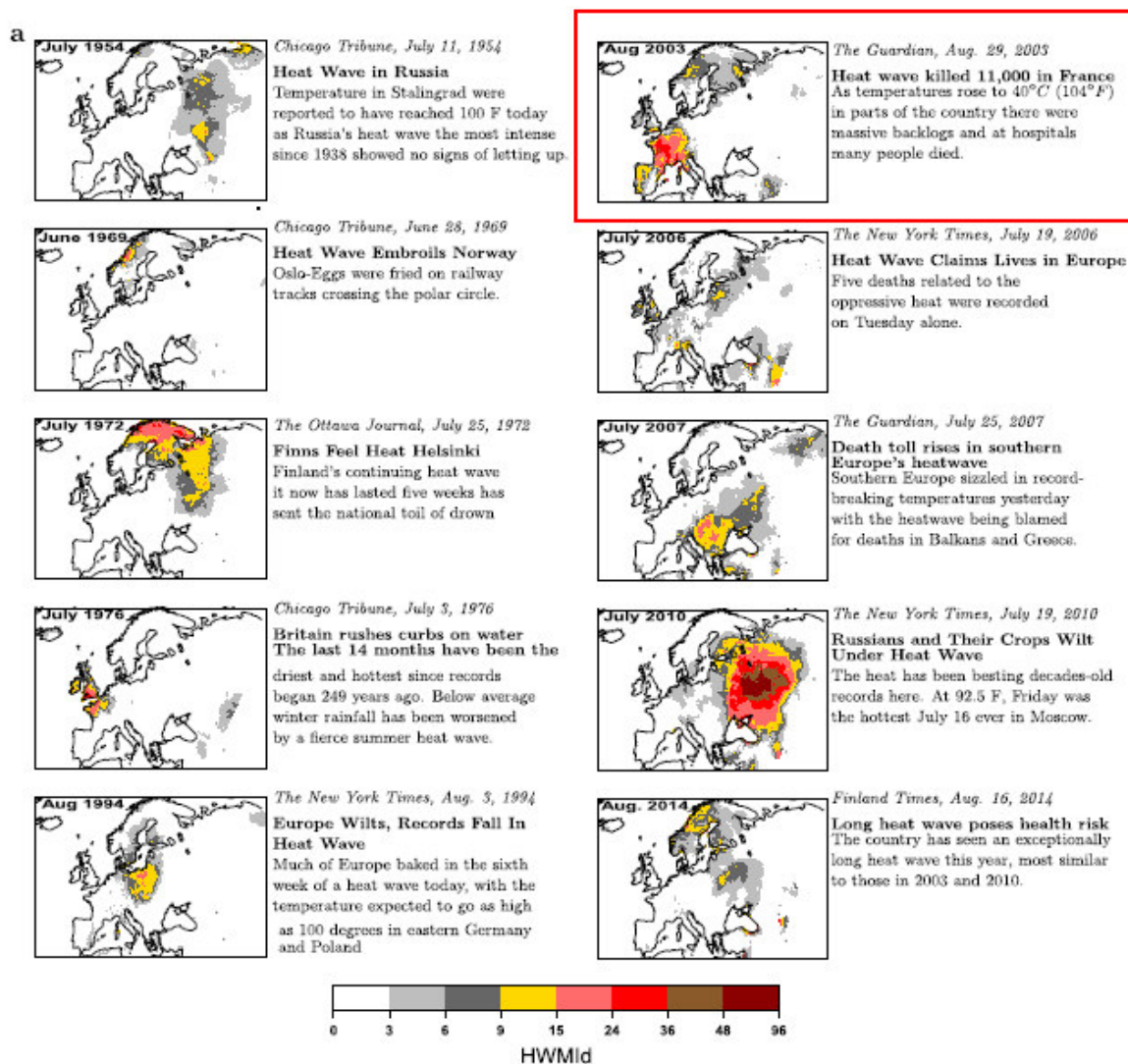
Prema najnovijim istraživanjima, toplinski valovi su klasificirani univerzalnim indeksom intenziteta toplinskog vala (HWMI – novel heat wave magnitude index) koji sumira nekoliko pokazatelja kao što su temperature koje prelaze normaliziranu graničnu vrijednost temperaturne anomalije intenzivnih toplinskih događaja u jedinstveni broj. Međutim u studiji (*Slika 19.*) pokazano je da taj indeks ima određene granice kod klasifikacije iznimno vrućih toplinskih događaja. Zbog toga je uveden novi modificirani dnevni indeks intenziteta toplinskog vala (HWMI_d – heat wave magnitude index daily).[35]

U ljetnom razdoblju 2003., kao direktna posljedica toplinskog vala, procijenjeno je da je poginulo ukupno između 20 000 i 70 000 ljudi. Na nekim dijelovima Europe, posebno u Francuskoj, zabilježeno je opadanje vodostaja u rijekama što je posebno narušilo režime rada nuklearnih elektrana koje za hlađenje reaktora koriste vodu iz rijeka. [36]

Utjecaji toplinskog vala zabilježeni su i za sezonsku morsku struju koja se javlja u Mediteranskom moru (Atlantic Ionian Stream), te na stratifikaciju mora. [35]



Slika 18. Prikaz ekstremnih devijacija od prosječne temperature za vrijeme toplinskog vala 2003. god [36]

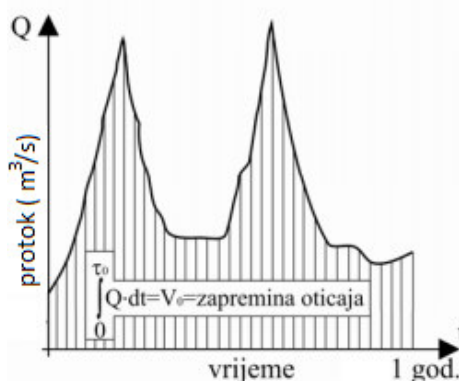


Slika 19. Prostorna raspodjela HWMId vrijednosti da 10 najsnažnijih toplinskih valova u razdoblju 1950 – 2015. [35].

Na slici 21. prikazana je prostorna raspodjela vrijednosti modificiranog dnevnog indeksa intenziteta toplinskog vala (HWMId). Vidi se da HWMId na području centralne Europe poprima najveće vrijednosti 2003. godine (označeno crvenim kvadratom).

4.2. Hidrogram protoka

Hidrogram protoka je grafički prikaz protoka Q u funkciji vremena t , $Q = f(t)$.



Slika 20. Općeniti prikaz hidrograma otjecanja [37]

Na hidrogramima su direktno vidljive varijacije protoka tokom promatranog vremena, u ovom slučaju tokom cijele godine. Preko njih se najlakše odredi bezoborinsko vrijeme, ali i druge karakteristike promatranog vodotoka. Analiza opadajućeg dijela hidrograma otjecanja koji odgovara bezoborinskom razdoblju zove se analiza recesije.

Prikazom svih srednjih dnevnih protoka u odnosu na vrijeme dobije se hidrogram protoka za svaku od promatranih godina.

Svi hidrogrami dobiveni analizom protoka promatranih godina, prikazani su u poglavlju Prilozi 7.1. *Prilozi obrade protoka sa mjerne postaje Majdan.*

4.3. Krivulja trajanja protoka

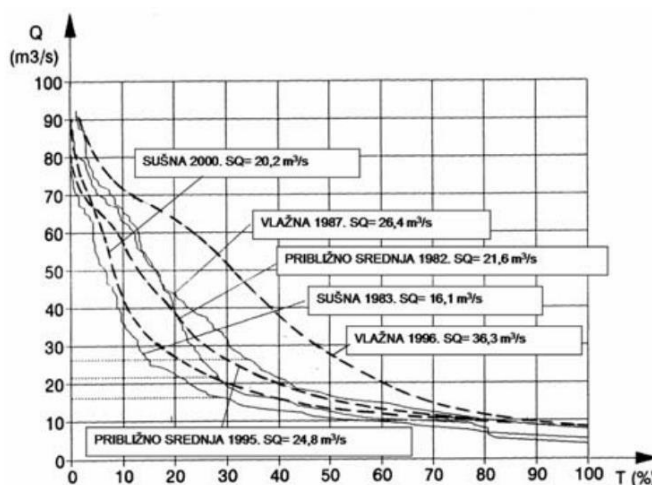
Krivulja trajanja protoka je krivulja koja pokazuje postotak vremena ili broj dana u godini, tijekom kojih je vodostaj ili protok jednak danim količinama ili veći od njih bez obzira na kronološki slijed.

Konstrukcija krivulje trajanja temelji se na krivulji učestalosti promatrane hidrološke varijable (vodostaj ili protoka). Krivulje trajanja pokazuju hidrološke karakteristike protoka za neki riječni profil unutar riječnog sliva i mogu poslužiti za usporedbu među slivovima.

Krivulja trajanja protoka, zajedno s hijetogramom, nivogramom, hidrogramom, krivuljom trajanja vodostaja i krivuljama učestalosti vodostaja i protoka, pripada osnovnim grafičkim prikazima u hidrologiji.

Nagib krivulje trajanja ovisi o vrsti ulaznih podataka – jesu li protoci srednji dnevni, srednji mjesečni ili srednji godišnji.

Uobičajeno je, a i najispravnije, primjenjivati krivulje trajanja određene na osnovi srednjih dnevnih protoka. Krivulje trajanja srednjih dnevnih protoka za prosječnu godinu, konstruirane na osnovi podataka iz višegodišnjega razdoblja, redovito su zaglađene. Ovo se svojstvo može iskoristiti na teorijskoj osnovi upotrebom teorijskih raspodjela. Prema tome, krivulje trajanja definirane na osnovi podataka iz dugih vremenskih nizova moguće je dobro aproksimirati teorijskim krivuljama raspodjela s najviše tri parametra. Preporučaju se log-normalna raspodjela $X \sim LN(\mu, \sigma^2)$, jer ona najbolje opisuje prirodne pojave kod kojih slučajna varijabla ne može poprimiti negativne vrijednosti.



Slika 21. Primjer krivulja trajanja protoka za različite karakteristične godine (vlažnu, približno srednju i sušnu) [38]

Konstrukcija krivulje trajanja protoka temelji se na osnovi razmatrane hidrološke varijable, srednjih dnevnih protoka, koji su rangirani od najveće vrijednosti protoka do najmanje. Brojčano se rangira svaki podatak počevši s 1 za najveću vrijednost do n za najmanju, od n ukupnih podataka. [38]

Postotak vremena kada je promatrana hidrološka vrijednost bila premašena računa se prema izrazu:

$$\text{postotak} = \frac{\text{rang}}{\text{ukupni broj podatka}} \cdot 100 \quad (1)$$

Konstruirane krivulje trajanja za godine 2003., 2010.- 2016. prikazane su u poglavlju 7.1. Prilozi obrade protoka sa mjerne postaje Majdan.

4.4. Odabir teorijske funkcije distribucije koncentracije opterećenja

4.4.1. Procjena koncentracije za primjerno opterećenje L od 100 kg/dan

Za početnu analizu ovisnosti najnižih vrijednosti protoka za kritično razdoblje uzeto je potencijalno opterećenje od 100 kg/dan. Zbog analiziranja najsušnijeg perioda godine (lipanj, srpanj i kolovoz), zanemaren je utjecaj bujičnog toka Rupotina, koji ne prihranjuje tok rijeke Jadro tokom tog perioda. Promatranje samo ljetnog perioda je iz razloga što su tada protoci u rijeci najmanji, a to nam rezultira većim koncentracijama. Te ukoliko zadovoljimo granične koncentracije pokazatelja sa najmanjim protocima, u ostalom dijelu godine će sigurno zadovoljiti.

Tablica 5. Prikaz protoka za godine korištene za izradu analize

| Dan / mjesec | Protoci m ³ /s za 2003. god. | | | Protoci m ³ /s za 2016. god. | | |
|--------------|---|--------|---------|---|--------|---------|
| | lipanj | srpanj | kolovoz | lipanj | srpanj | kolovoz |
| 1 | 2.378 | 2.139 | 1.887 | 3.424 | 2.868 | 2.389 |
| 2 | 2.378 | 2.045 | 1.887 | 3.584 | 2.805 | 2.489 |
| 3 | 2.378 | 2.043 | 1.887 | 4.665 | 2.830 | 2.458 |
| 4 | 2.378 | 2.207 | 1.850 | 4.774 | 2.677 | 2.436 |
| 5 | 2.378 | 2.207 | 1.856 | 3.819 | 2.661 | 2.344 |
| 6 | 2.378 | 2.207 | 1.837 | 3.626 | 2.742 | 2.390 |
| 7 | 2.378 | 2.091 | 1.810 | 3.445 | 2.653 | 2.536 |
| 8 | 2.378 | 2.070 | 1.792 | 3.388 | 2.653 | 2.460 |
| 9 | 2.378 | 2.111 | 1.765 | 3.388 | 2.605 | 2.352 |
| 10 | 2.378 | 2.100 | 1.745 | 3.538 | 2.742 | 2.376 |
| 11 | 2.378 | 2.079 | 1.755 | 3.632 | 2.645 | 2.299 |
| 12 | 2.230 | 2.043 | 1.770 | 3.692 | 2.718 | 2.345 |
| 13 | 2.200 | 2.050 | 1.782 | 4.143 | 2.718 | 2.292 |
| 14 | 2.200 | 2.043 | 1.758 | 4.411 | 2.734 | 2.345 |
| 15 | 2.207 | 2.043 | 1.662 | 4.026 | 2.669 | 2.314 |
| 16 | 2.111 | 2.043 | 1.384 | 3.793 | 2.799 | 2.322 |
| 17 | 2.104 | 2.043 | 1.323 | 3.582 | 2.745 | 2.246 |
| 18 | 2.056 | 2.043 | 1.310 | 3.412 | 2.694 | 2.335 |
| 19 | 2.043 | 2.043 | 1.274 | 3.388 | 2.719 | 2.345 |
| 20 | 2.353 | 2.018 | 1.259 | 3.388 | 2.678 | 2.299 |
| 21 | 2.453 | 2.013 | 1.284 | 3.280 | 2.629 | 2.307 |
| 22 | 2.453 | 1.992 | 1.300 | 3.217 | 2.629 | 2.307 |
| 23 | 2.378 | 1.945 | 1.338 | 3.173 | 2.671 | 2.328 |
| 24 | 2.378 | 1.933 | 1.338 | 3.144 | 2.678 | 2.337 |
| 25 | 2.378 | 1.942 | 1.338 | 3.074 | 2.629 | 2.291 |
| 26 | 2.179 | 1.946 | 1.338 | 3.030 | 2.591 | 2.353 |
| 27 | 2.118 | 1.887 | 1.338 | 2.978 | 2.606 | 2.294 |
| 28 | 2.173 | 1.887 | 1.338 | 2.995 | 2.517 | 2.291 |
| 29 | 2.152 | 1.887 | 1.338 | 2.978 | 2.501 | 2.331 |
| 30 | 2.207 | 1.887 | 1.338 | 2.986 | 2.450 | 2.348 |
| 31 | - | - | 1.338 | - | - | 2.375 |

Iz podataka o protocima prethodno prikazani u *Tablica 5.* dobivena je izlazna koncentracija za vodno tijelo prema izrazu:

$$C = \frac{L}{Q} \cdot 0,011574 \quad (2)$$

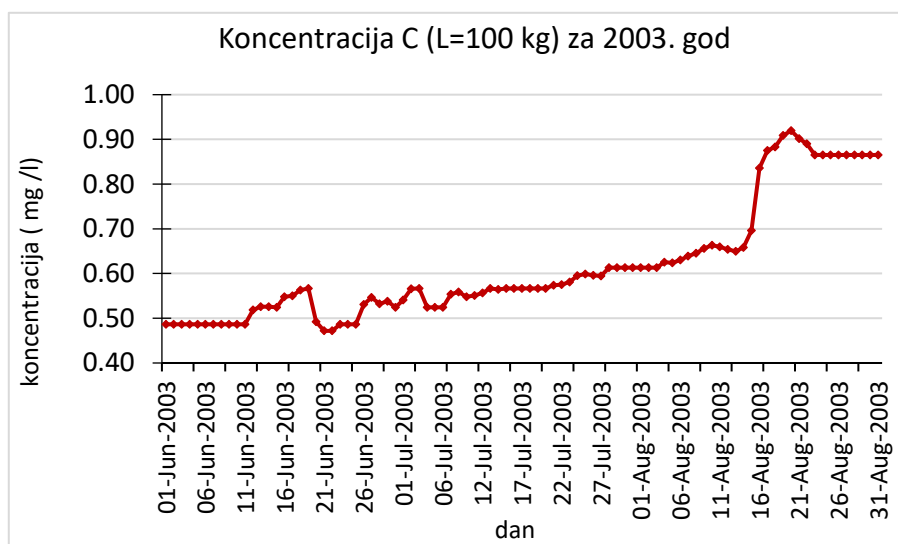
gdje je:

L (kg/ dan) opterećenje vodnog tijela (uzrokovano N i P)

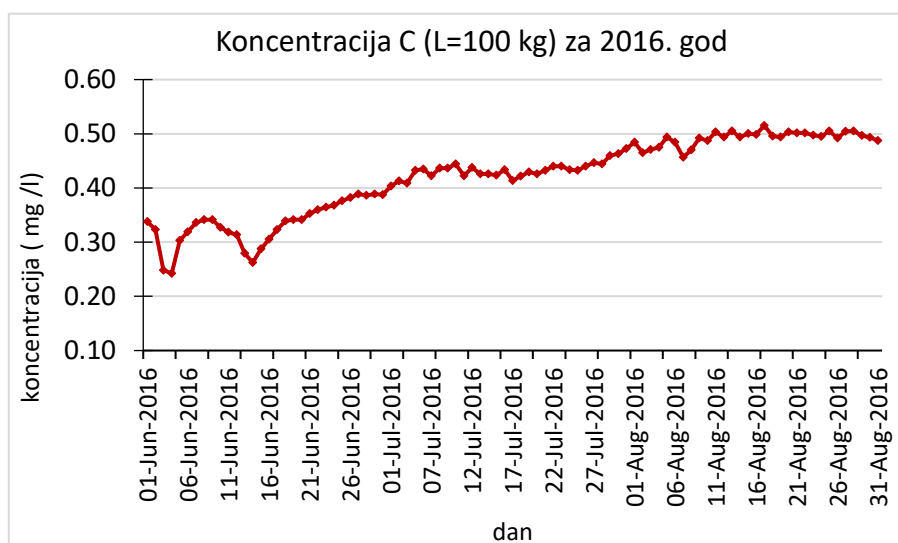
Q (m³/ s) protok (tromjesečje 2003. i 2016. godine)

C (mg/ l) je koncentracija na izlaznom profilu vodnog tijela.

Dobivena koncentracija vrijedi za bilo koji pokazatelj, jer je dobivena iz potencijalnog opterećenja.



Graf 1. Vremenski slijed koncentracije za tromjesečje 2003. godine



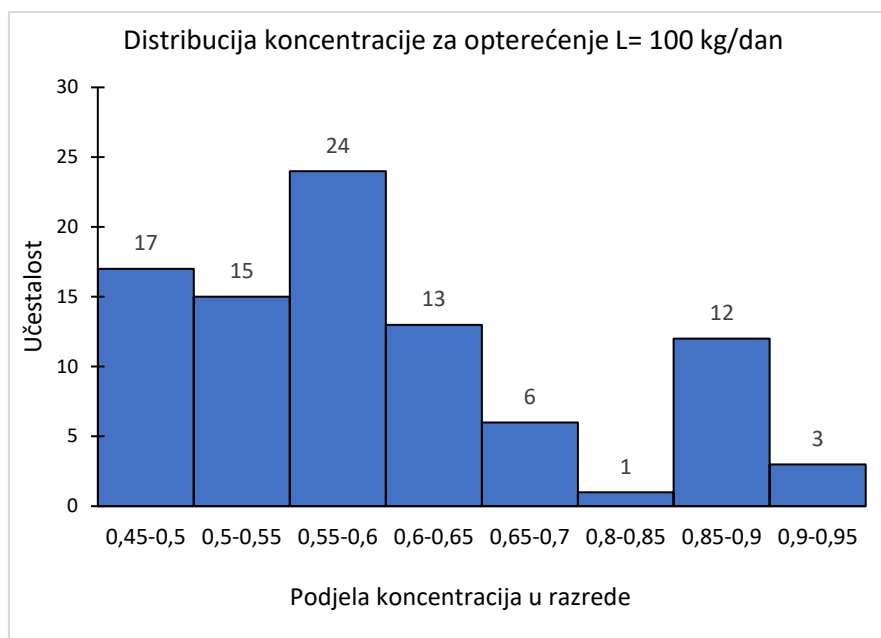
Graf 2. Vremenski slijed koncentracije za tromjesečje 2016. godine

4.4.2. Definiranje teorijske raspodjele koncentracije

Za definiranje empirijske raspodjele, potrebno je dobivene podatke o koncentraciji svrstati u razrede. Na taj način dobijemo prikaz učestalosti pojedine koncentracije.

Obrada podataka za 2003. godinu:

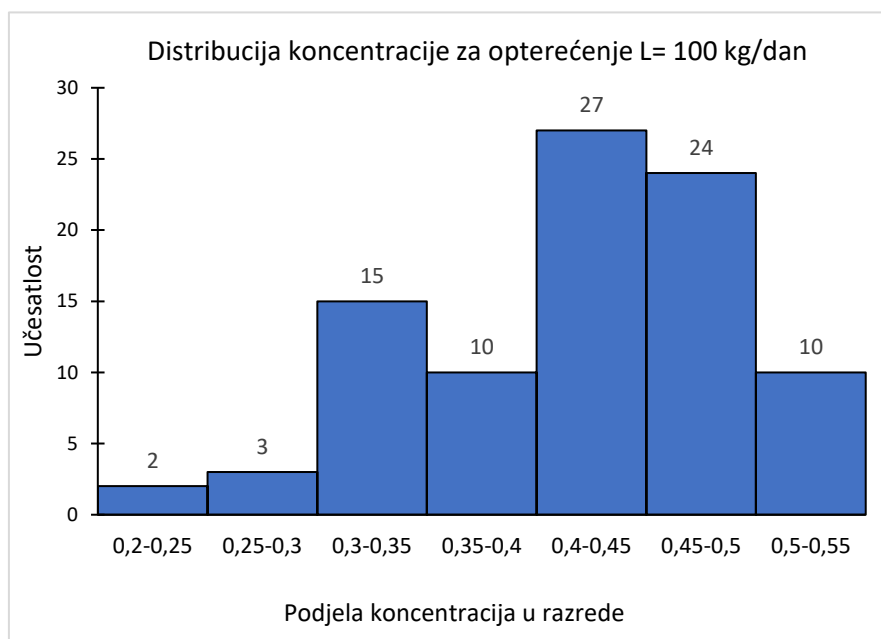
| Koncentracija C (mg/l) | Učestalost |
|---------------------------|------------|
| 0,45-0,5 | 17 |
| 0,5-0,55 | 15 |
| 0,55-0,6 | 24 |
| 0,6-0,65 | 13 |
| 0,65-0,7 | 6 |
| 0,8-0,85 | 1 |
| 0,85-0,9 | 12 |
| 0,9-0,95 | 3 |
| SUMA | 91 |



Graf 3. Grafički prikaz učestalosti za tromjesečje 2003. god.

Obrada podataka za 2016. godinu:

| Koncentracija C (mg/l) | Učestalost |
|---------------------------|------------|
| 0,2-0,25 | 2 |
| 0,25-0,3 | 3 |
| 0,3-0,35 | 15 |
| 0,35-0,4 | 10 |
| 0,4-0,45 | 27 |
| 0,45-0,5 | 24 |
| 0,5-0,55 | 10 |
| SUMA | 91 |



Graf 4. Grafički prikaz učestalosti za tromjesečje 2016. god.

Za procjenu parametara teorijske distribucije potrebno je analizirati uzorak koncentracije.

Teorijske distribucije korištene za opisivanje empirijske distribucije su Normalna $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ i Log normalna $X \sim LN(\mu, \sigma^2)$ razdioba. Odabrane su upravo njih dvije jer one najbolje opisuju prirodne pojave.

Srednja vrijednost i standardna devijacija teorijskih distribucija dobivene su na temelju uzoraka dobivenih koncentracija.

Teorijska distribucija je definirana na temelju parametara distribucije i generiranih vrijednosti slučajne varijable.

Normalna razdioba $X \sim N(\mu, \sigma^2)$

Slučajna varijabla X ima normalnu raspodjelu ako je njena funkcija gustoće vjerojatnosti:

$$f(x) = \frac{1}{(\sigma\sqrt{2\pi})} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (3)$$

Gdje x može biti $(-\infty, \infty)$.

Funkcija normalne distribucije je:

$$F(x) = \frac{1}{(\sigma\sqrt{2\pi})} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (4)$$

Normalna distribucija je izuzetno važna u statistici i često se koristi u prirodnim i društvenim naukama, a za procjenu slučajnosti proučavanih varijabli, čije distribucije nisu poznate.

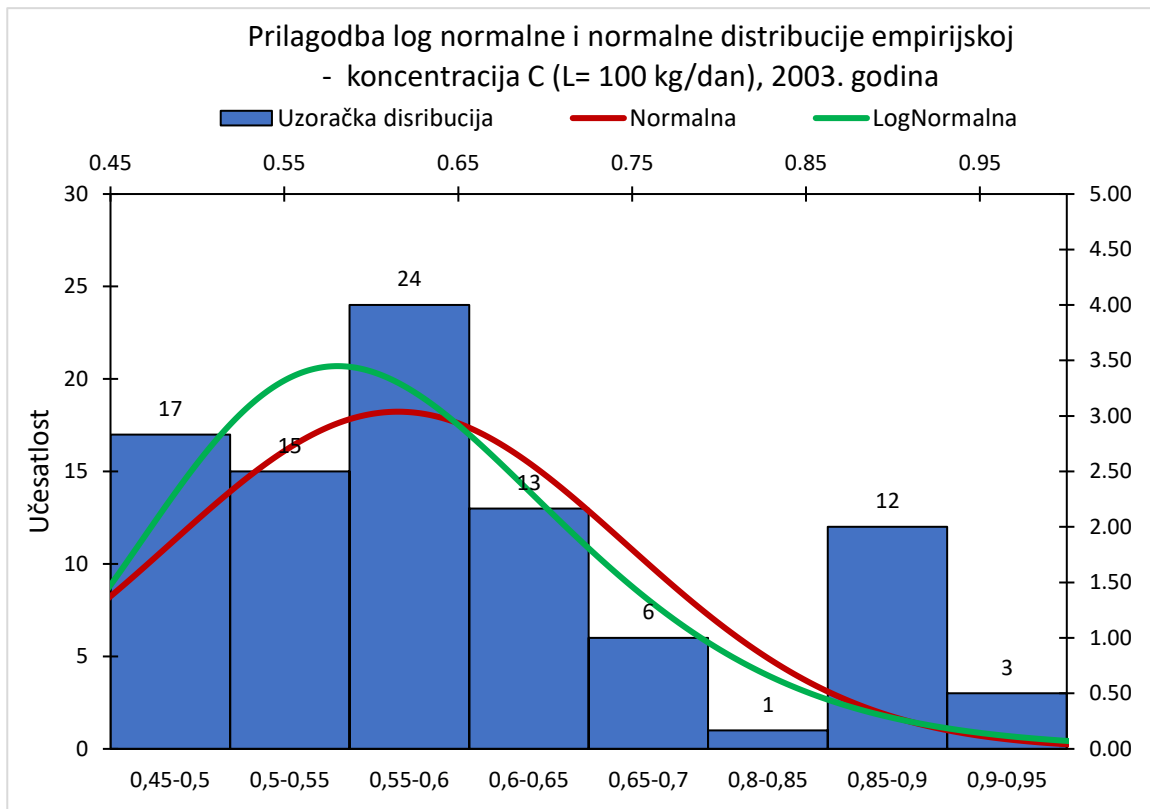
Log normalna razdioba $X \sim LN(\mu, \sigma^2)$

Slučajna varijabla X ima log normalnu raspodjelu ako slučajna varijabla $Y = \ln(X)$ ima normalnu razdiobu $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$.

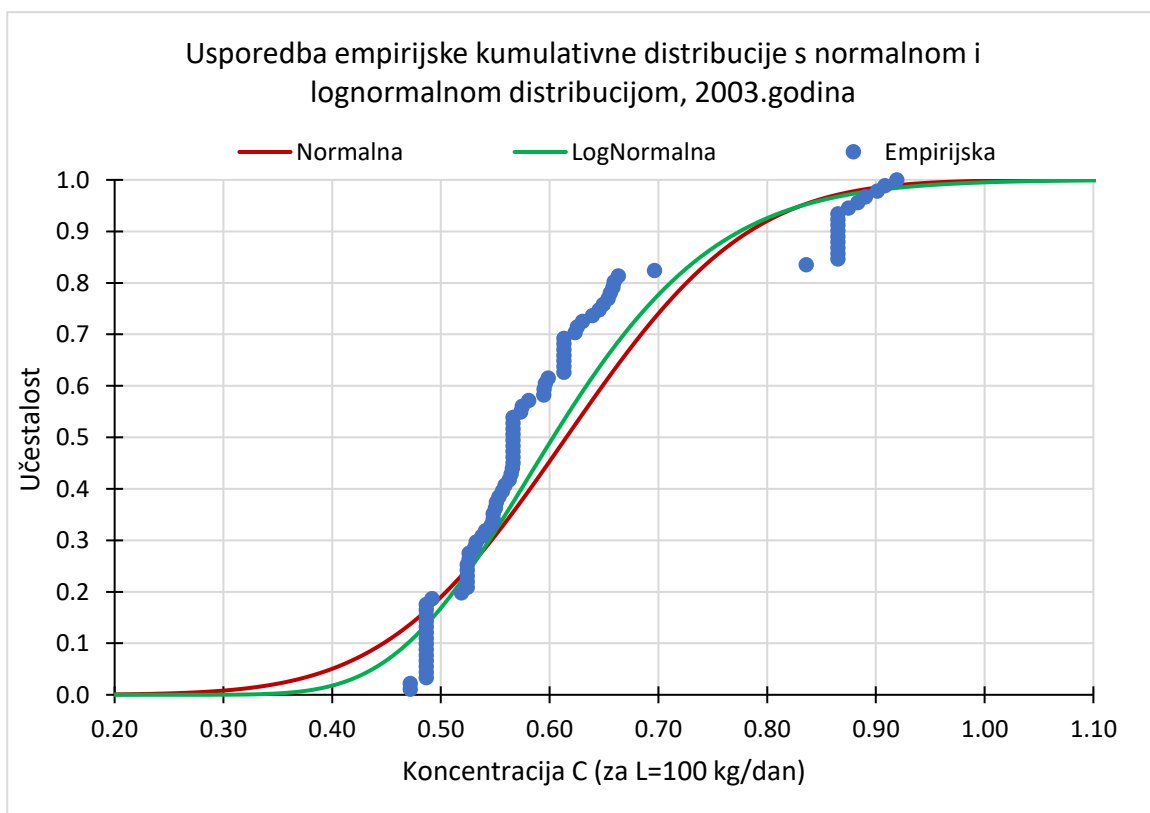
$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right)^2}, & x > 0 \end{cases} \quad (5)$$

Kumulativna funkcija log normalne distribucije dana je izrazom:

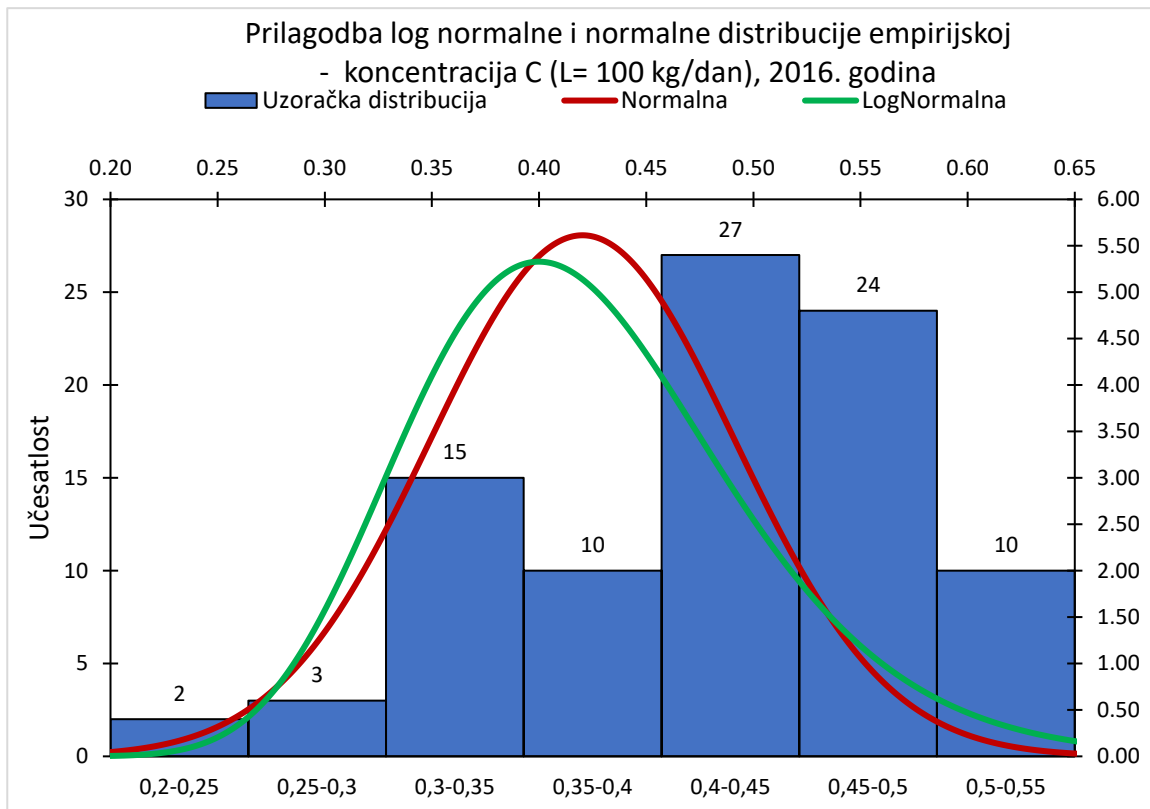
$$F(x) = 0,5 + \Phi\left(\frac{\ln x - \mu}{\sigma}\right), \quad x > 0 \quad (6)$$



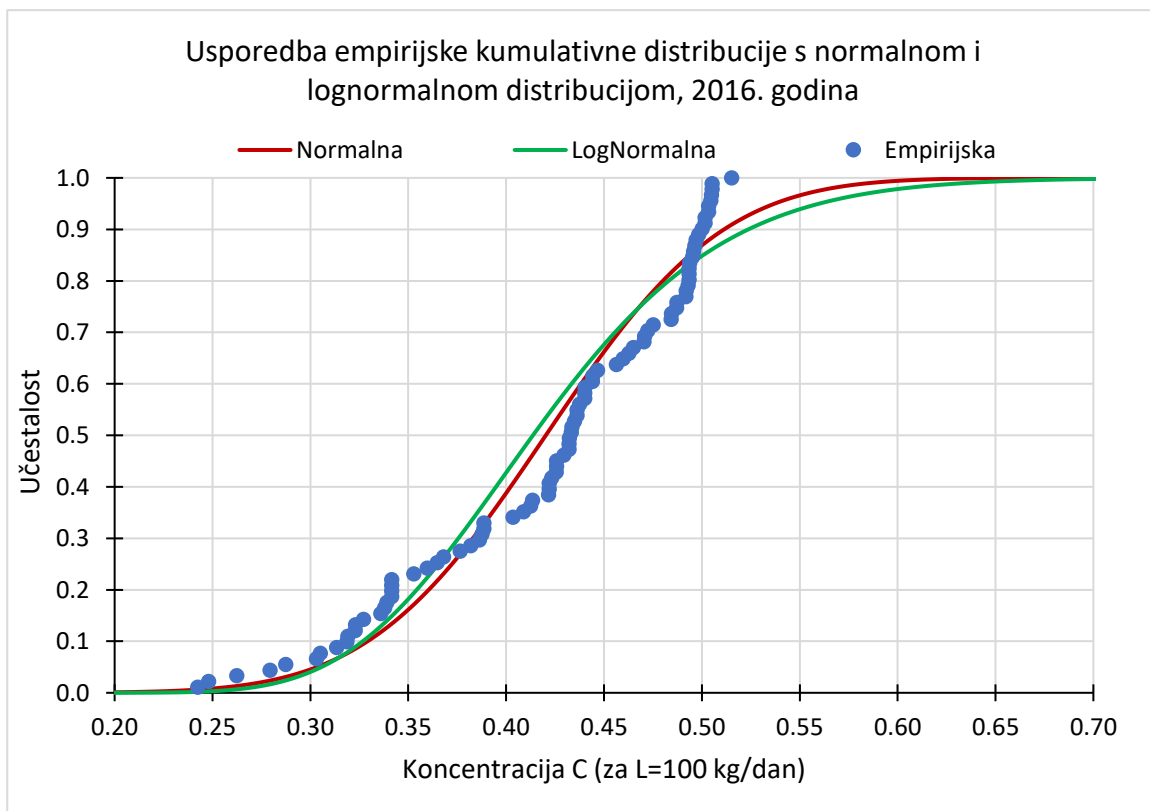
Graf 5. Grafički prikaz usporedbe PDF empirijske distribucije sa PDF teorijskih distribucija



Graf 6. Grafički prikaz usporedbe CDF empirijske distribucije sa CDF teorijskih distribucija



Graf 7. Grafički prikaz usporedbe PDF empirijske distribucije sa PDF teorijskih distribucija



Graf 8. Grafički prikaz usporedbe CDF empirijske distribucije sa CDF teorijskih distribucija

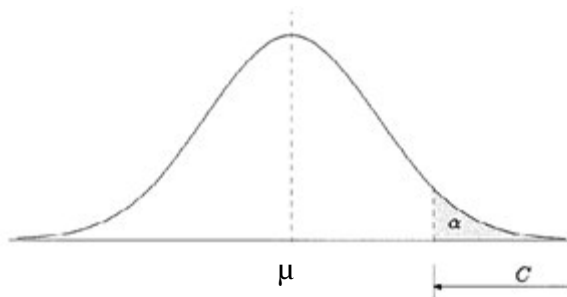
4.4.3. Kolmogorov- Smirnovljev test

Kolmogorov- Smirnovljev test (KS- test) je neparametarski test značajnosti, a primjenjiv je samo u slučaju kada obilježje X ima kontinuiranu funkciju distribucije vjerojatnosti $F(x)$. Ovaj test se zasniva na uspoređivanju funkcije distribucije vjerojatnosti $F(x)$ s empirijskom ili uzoračkom funkcijom distribucije $F_n(x)$.

Empirijska distribucija $F_n(x)$ aproksimira funkciju distribucije $F(x) = P(X \leq x)$ slučajne varijable X i aproksimacija je to bolja što je dimenzija uzorka n veća.

Funkcija $F_n(x)$ ovisi o slučajnom uzorku (X_1, X_2, \dots, X_n) i može se shvatiti kao vrijednost pripadne statistike:

$$\hat{F}_n(x) = \frac{\text{broj } X_i - \text{ova koji su } \leq x}{n}, \quad x \in \mathbb{R} \quad (7)$$



Slika 22. Prikaz kritičnog skupa i razine značajnosti testirane hipoteze

C predstavlja kritični skup za test, te ako vrijednost iz uzetog uzorka upadne u taj kritični skup, hipoteza se odbacuje, vjerojatnost α se naziva razina značajnosti [39]

Formalni zapis glasi:

$$P(D_n \geq D_{n,\alpha}) = \alpha \quad (8)$$

Vrijednost D_n predstavlja razliku vrijednosti empirijske funkcije gustoće i teorijske funkcije gustoće. Odredit ćemo broj $D_{n,\alpha}$ tako da je vjerojatnost P odstupanja ne manja od broja $D_{n,\alpha}$ jednaka α , gdje je α „mali broj“.

Broj $D_{n,\alpha}$ predstavlja kritičnu vrijednost, a ovisi o veličini uzorka n i α , a očitano je iz tablice u prilogu broj 7.3.

Ako je $D_n \geq D_{n,\alpha}$ hipoteza se odbacuje, a ako je $D_n < D_{n,\alpha}$, nema razloga da se na temelju ostvarenog uzorka odbaci hipoteza.

Rezultat KS testa prikazani su redom za 2003. godinu. te za 2016. godinu.

Tablica 6. Prikaz rezultata KS testa za 2003. godinu

| 2003. godina | D_n (Normalna) | D_n (Log Normalna) |
|---|------------------|----------------------|
| D_n | 0.19846 | 0.16432 |
| $D_{n,\alpha}$ ($\alpha=0,01$ i $n=91$) | 0.16820 | 0.16820 |
| | ne prihvaća se | prihvaća se |

Tablica 7. Prikaz rezultata KS testa za 2016. godinu

| 2016. godina | D_n (Normalna) | D_n (Log Normalna) |
|---|------------------|----------------------|
| D_n | 0.12318 | 0.15669 |
| $D_{n,\alpha}$ ($\alpha=0,01$ i $n=91$) | 0.16820 | 0.16820 |
| | prihvaća se | prihvaća se |

Za razinu značajnosti $\alpha = 0,01$ test se ne prihvaća za Normalnu razdiobu, a prihvaća se za Log normalnu razdiobu. Zbog toga je u daljnjoj analizi korištena samo Log normalna razdioba.

4.5. TMDL pristup

TMDL (Total maximum daily load) predstavlja procjenu ukupnog maksimalnog dnevnog opterećenja promatranog ekološkog ili kemijskog pokazatelja onečišćenja koje vodno tijelo može prihvatiti bez prekoračenja standarda kvalitete vodnog tijela. Pristup je primjenjiv za točkasta i difuzna opterećenja.

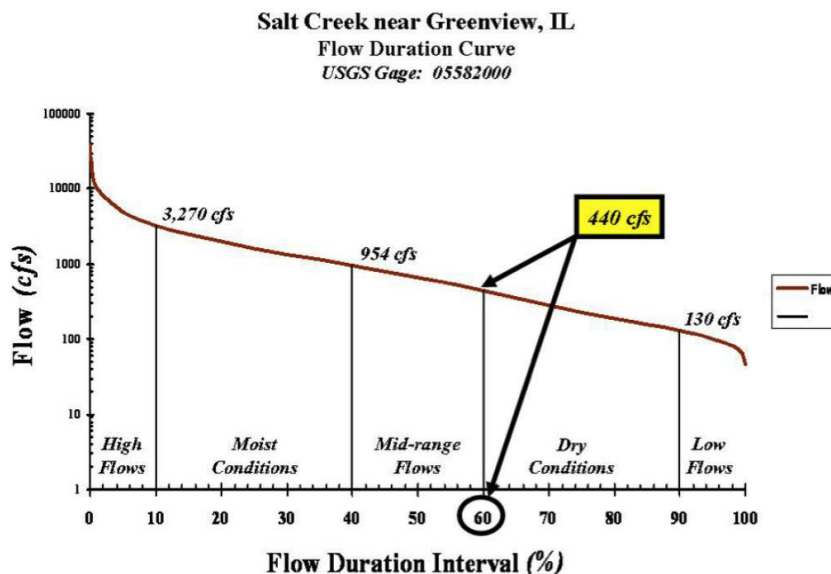
Ukupno maksimalno dnevno opterećenje je zapravo rezultat analize trenutne kvalitete u vodnom tijelu za određeni onečišćivač, te analize trenutnih i eventualnih opterećenja na vodno tijelo. Uz pomoć graničnih vrijednosti koje TMDL daje mogu se izraditi planovi i programi mjera koji će stanje vodnog tijela približiti ciljanom stanju koje je propisano Okvirnom direktivom o vodama. [40]

4.5.1. Krivulja Trajanja Protoka i Krivulja Trajanja Opterećenja

TMDL pristup koristi krivulje trajanja, kojima karakterizira varijabilnost koncentracija za različite režime tečenja. Koristeći krivulje trajanja možemo bolje razumjeti učestalost i intenzitet prekoračenja standarda kvalitete vodnog tijela.

Krivulja trajanja je grafički prikaz koji predstavlja postotak vremena tijekom kojeg je vrijednost promatranog parametra jednaka ili prekoračena. Analogno krivulja trajanja opterećenja može prikazivati kumulativnu učestalost srednjih dnevnih protoka, koncentracija ili dnevno opterećenje, te predstavlja postotak vremena tijekom kojeg je vrijednost opterećenja jednaka ili prekoračena.

Krivulje trajanja protoka (KTP) mogu se podijeliti u nekoliko sekcija koje opisuju veličine protoka u vodotoku. Najčešće se dijele na zone koje predstavljaju velike protoke (0-10% trajanja protoka), vlažne uvjete (10-40% trajanja protoka), srednje protoke (40-60%), suhe uvjete (60-90%) i male protoke (90-100%). [40]



Slika 23. Primjer krivlje trajanja protoka s podjelom na zone [40]

Krivulje trajanja protoka (KTP) su temelji za izrade krivulja trajanja opterećenja (KTO), a krivulje trajanja opterećenja su temelj TMDL analiza. Krivulja trajanja opterećenja se određuje za svaki biološki ili fizikalno- kemijski element kvalitete.

Prvi korak u izradi krivulje trajanja opterećenja je konstrukcija krivulje trajanja protoka pri čemu se najčešće koriste srednji dnevni protoci. Krivulju trajanja opterećenja izrađujemo iz krivulje trajanja protoka koristeći sljedeći izraz:

$$KT(L) = KT(Q) \cdot C_{gr} \quad (9)$$

Gdje:

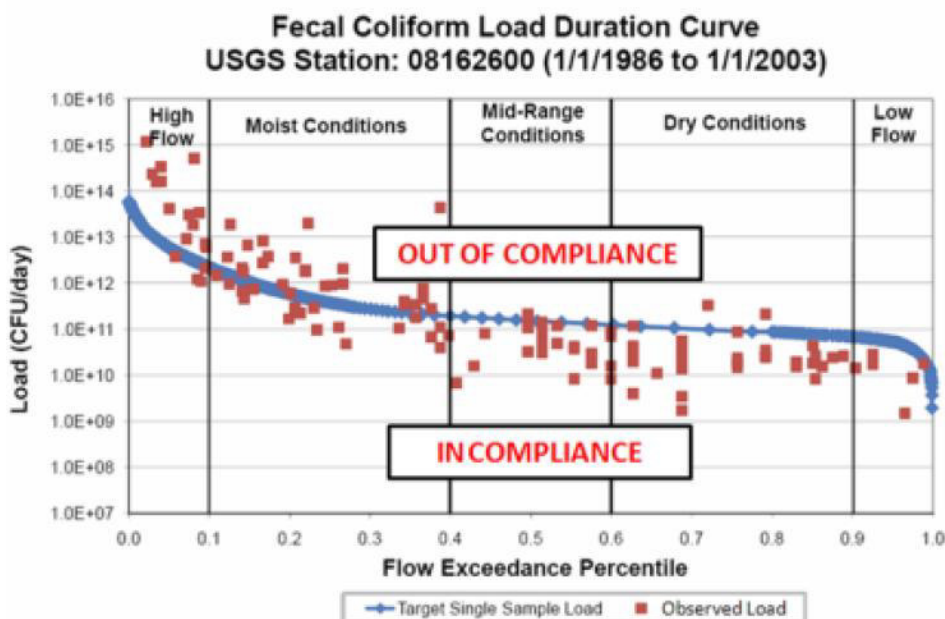
KT (L) predstavlja krivulju trajanja opterećenja,

KT(Q) krivulju trajanja protoka za određeni profil u rijeci,

C_{gr} graničnu koncentraciju promatranog elementa kvalitete koja je najčešće konstantna za sve protoke.

Tako izrađena krivulja trajanja opterećenja predstavlja dozvoljeno opterećenje u vodnom tijelu za različite režime tečenja i daje nam uvid u postotak dana u promatranom periodu za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka ili prekoračena.

Također nam daje mogućnost da mjerene vrijednosti na terenu usporedimo s graničnom krivuljom opterećenja i vidimo da li je maksimalno opterećenje prekoračeno samo za velike protoke, male protoke ili za cijeli raspon režima tečenja. Upravo iz tog razloga važno je u trenutku mjerenja koncentracije u vodotoku također izmjeriti i protok.



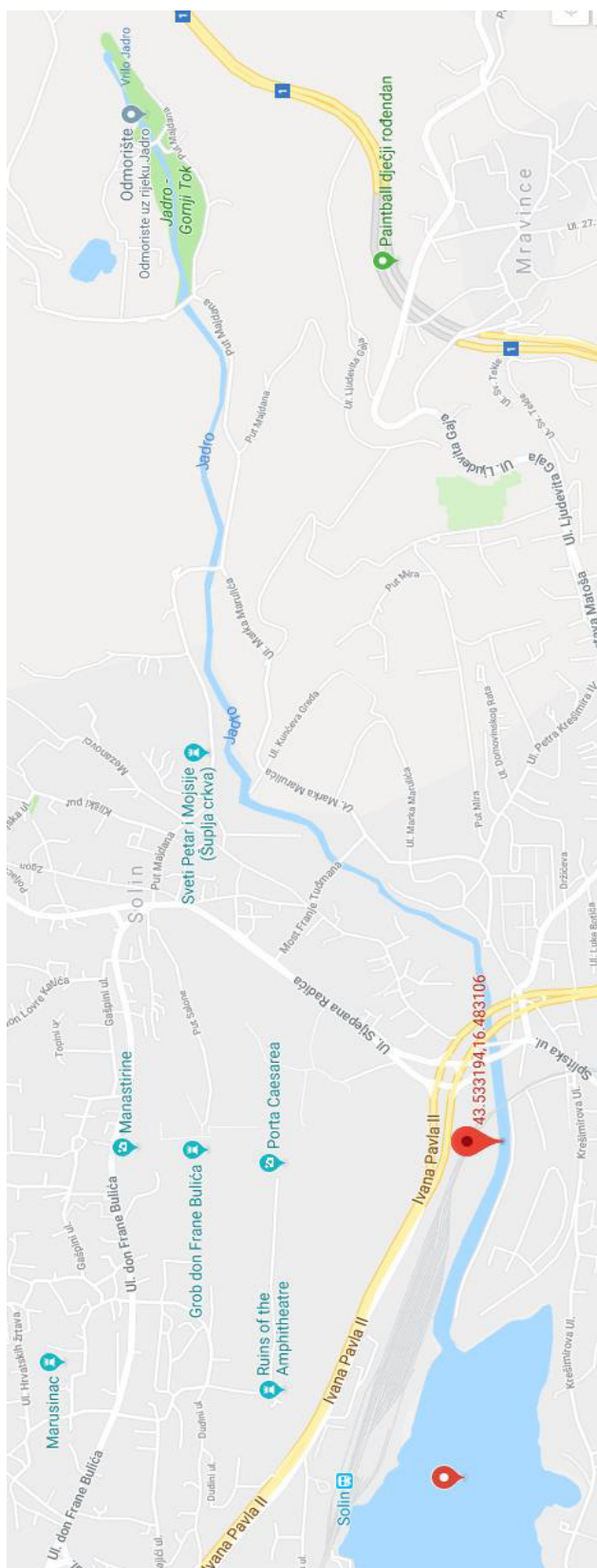
Slika 24. Primjer usporedbe mjerenih vrijednosti koncentracija s krivuljom trajanja opterećenja [41]

Na Slika 24. koja prikazuje primjer usporedbe mjerenja uzetih u programu monitoringa s krivuljom trajanja opterećenja koja predstavlja maksimalno dozvoljeno dnevno opterećenje, vidi se da mjerene vrijednosti koncentracija koje se nalaze iznad KTO prekoračuju maksimalno dozvoljeno opterećenje za određeni protok, dok su mjerene koncentracije čije su vrijednosti ispod KTO u skladu s zahtjevima kvalitete vodnog tijela.

4.5.2. TMDL analiza vodotoka rijeke Jadro za 2014. i 2015. godinu

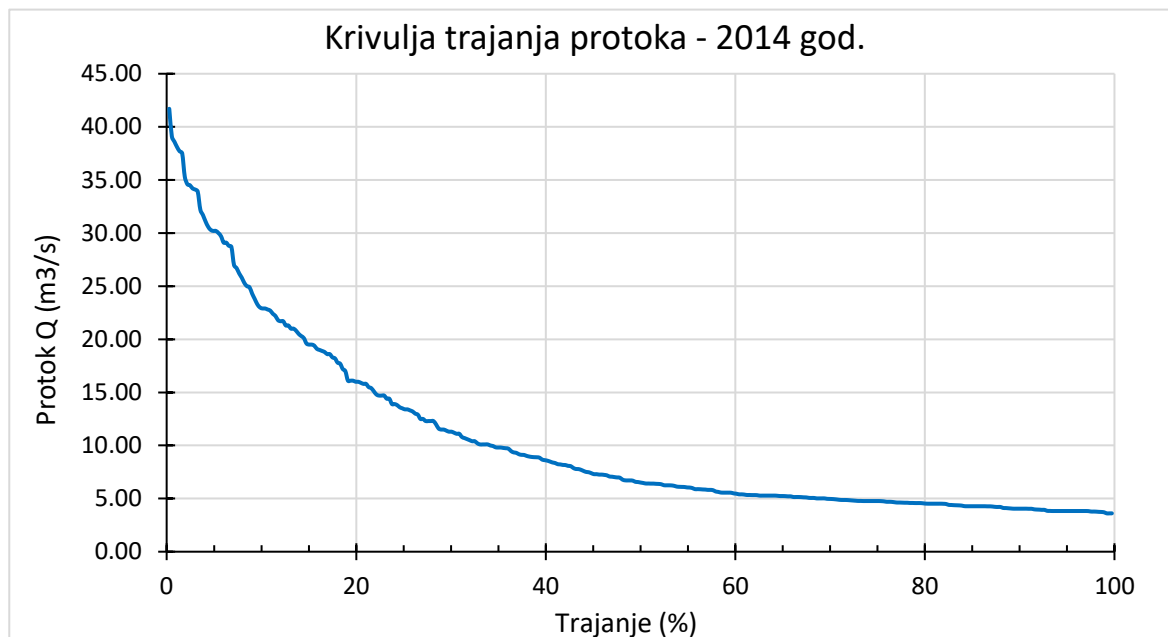
TMDL pristupom analizirana su opterećenja nutrijenata N i P. Iako su na raspolaganju bili podatci o srednjim dnevnim protocima na mjernoj postaji Majdan za 2003., 2010. – 2016. god. za analizu su odabrane 2014. i 2015. god jer su samo za te dvije godine bili na raspolaganju mjereni podatci o koncentracijama N i P.

Podatke o mjerenim koncentracijama N i P, ali i drugih fizikalno-kemijskih i bioloških pokazatelja, ustupile su Hrvatske vode koje su provele mjerenja u sklopu programa „Nadzorni i operativni monitoring prijelaznih i priobalnih voda 2014_2015“. Podaci iz programa monitoringa dati su u poglavlju 7.4. Treba napomenuti da iako mjerenja nisu izvršena točno na profilu Majdan nego na mjestu nizvodno od mjerne postaje (Slika 25), za potrebe ove analize pretpostavljeno je da su te koncentracije mjerodavne za profil Majdan.

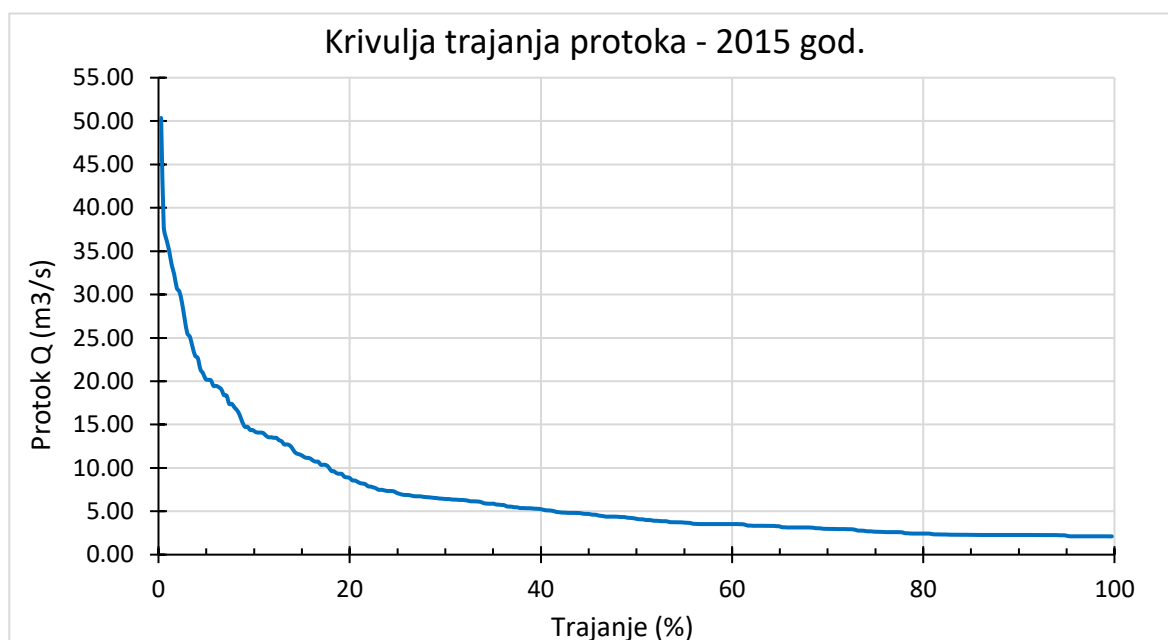


Slika 25. Slika s prikazom mjerne postaje s koordinatama

Prvi korak je konstrukcija krivulja trajanja protoka na temelju podataka o srednjim dnevnim protocima za 2014. i 2015. god. koji su dati u sklopu poglavlja 7.1.6. i 7.1.7.



Graf 9 Krivulja trajanja protoka (KTP) za 2014. god

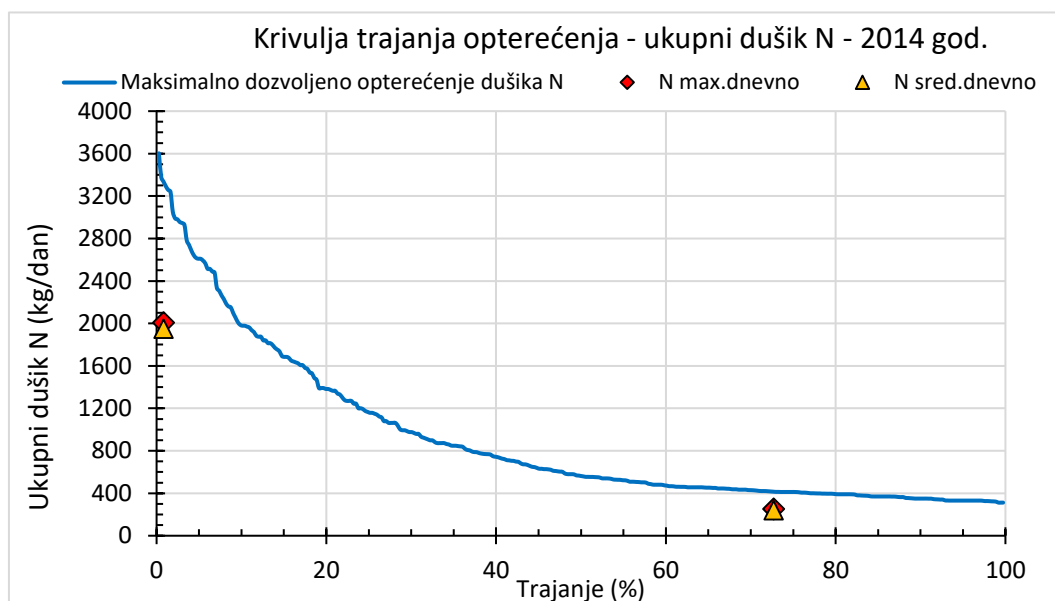


Graf 10 Krivulja trajanja protoka (KTP) za 2015. god

Koristeći izraz $KT(L) = KT(Q) \cdot C_{gr}$ iz prikazanih krivulja trajanja protoka napravljene su krivulje trajanja opterećenja za N i za P. Granične vrijednosti koncentracija C_{Ngr} i C_{Pgr} definirane su u *Tablica 4*.

4.5.3. Usporedba mjerenih koncentracija i krivulja trajanja opterećenja

Na izrađenim krivuljama trajanja opterećenja za nutrijente N i P prikazana su opterećenja dobivena iz mjerenih koncentracija danih programom „Nadzorni i operativni monitoring prijelaznih i priobalnih voda 2014_2015“ (*Prilog 7.4.2.*). Navedeni postupak omogućuje detekciju prekoračenja dozvoljene vrijednosti dnevnog opterećenja te ukazuje u kojem režimu protoka se ista događa.



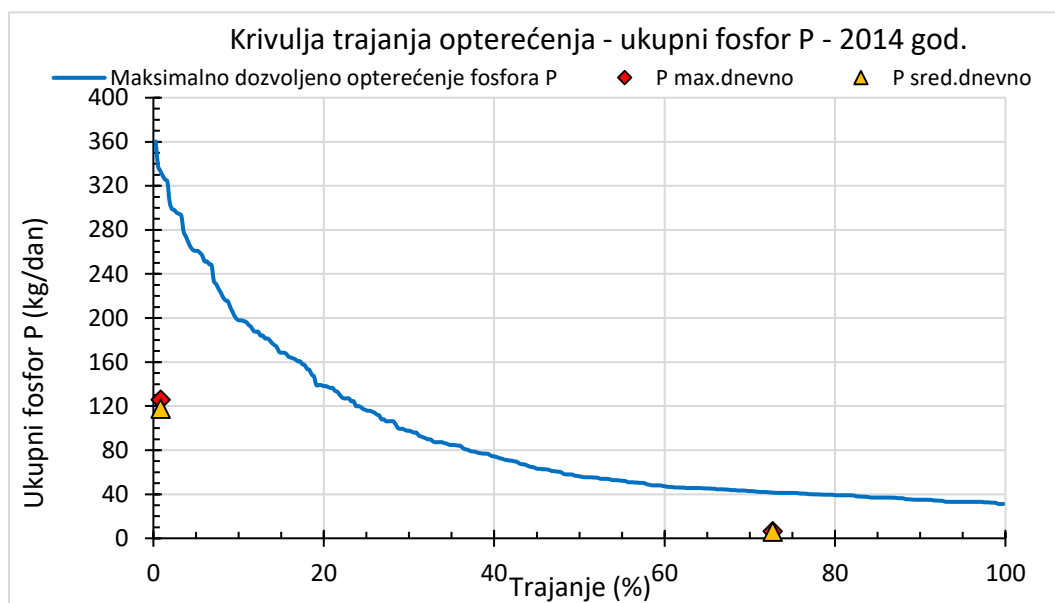
Graf 11. Krivulja trajanja maksimalno dozvoljenog dnevnog opterećenja s mjerenim koncentracijama N za 2014. god

Graf 11. prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja dušikom ($N_{\text{gran}}=1,0$ mg/l) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Na taj način se dobije uvid u postotak dana u periodu 2014. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka ili prekoračena od dozvoljene.

Crveni i žuti markeri predstavljaju opterećenja dobivena od stvarnih mjerenja dušika. Crveni označava maksimalno dnevno opterećenje, a žuti srednje dnevno opterećenje.

Markeri koji se nalaze u zoni od 0 – 10% trajanja su u zoni visokih protoka, a to znači da se monitoring odvijao upravo u vrijeme visokih protoka. Opterećenje dobiveno iz izmjerene koncentracije ukupnog dušika, za vrijeme velikih protoka, ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za pripadajući režim. Maksimalna vrijednost opterećenja ukupnog dušika je 2006,78 kg/dan, a srednja vrijednost je 1950,03 kg/dan.

U zoni suhih uvjeta, od 60 – 90% trajanja, opterećenje ukupnog dušika također ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke. Maksimalno opterećenje dušika je 251,93 kg/dan, a srednja vrijednost je 240,69 kg/dan.



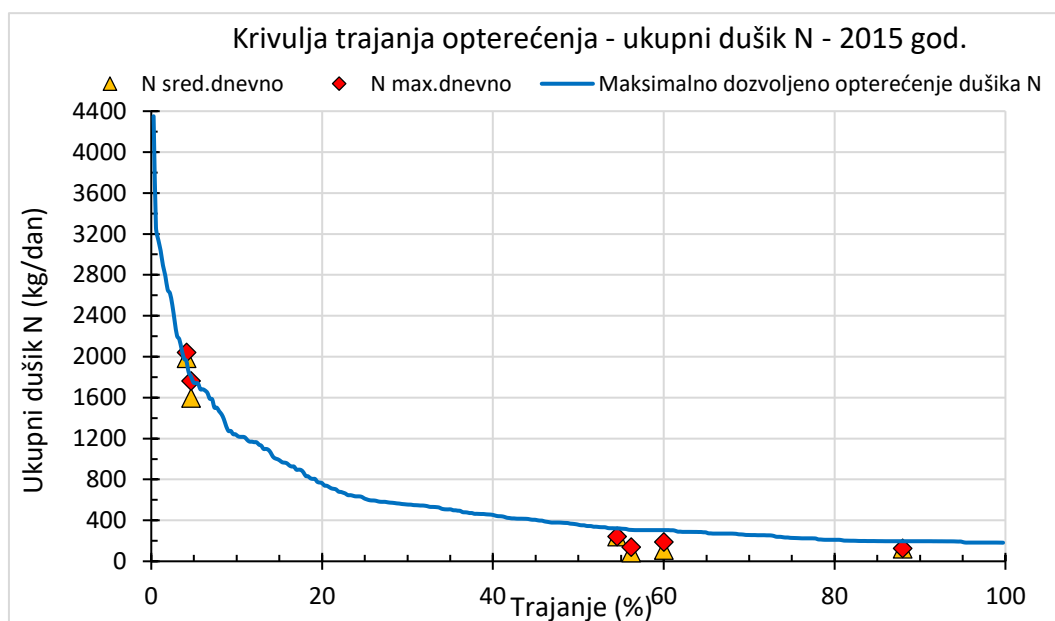
Graf 12 Krivulja trajanja maksimalno dozvoljenog dnevnog opterećenja s mjerenim koncentracijama P za 2014. god

Graf 12. prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja fosforom ($P_{\text{gra}}=0,1 \text{ mg/l}$) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Na taj način se dobije uvid u postotak dana u periodu 2014. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka ili prekoračena od dozvoljene.

Crveni i žuti markeri predstavljaju opterećenja dobivena od stvarnih mjerenja fosfora. Crveni označava maksimalno dnevno opterećenje, a žuti srednje dnevno opterećenje.

Markeri koji se nalaze u zoni od 0 – 10% trajanja su u zoni visokih protoka, a to znači da se monitoring odvijao upravo u vrijeme visokih protoka. Opterećenje dobiveno iz izmjerene koncentracije ukupnog fosfora, za vrijeme velikih protoka, ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za pripadajući režim. Maksimalna vrijednost opterećenja ukupnog fosfora je 126,02 g/dan, a srednja vrijednost je 117,91 kg/dan.

U zoni suhijh uvjeta, od 60 – 90% trajanja, opterećenje ukupnog fosfora također ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke. Maksimalno opterećenje fosfora je 6,48 kg/dan, a srednja vrijednost je 6,04 kg/dan.



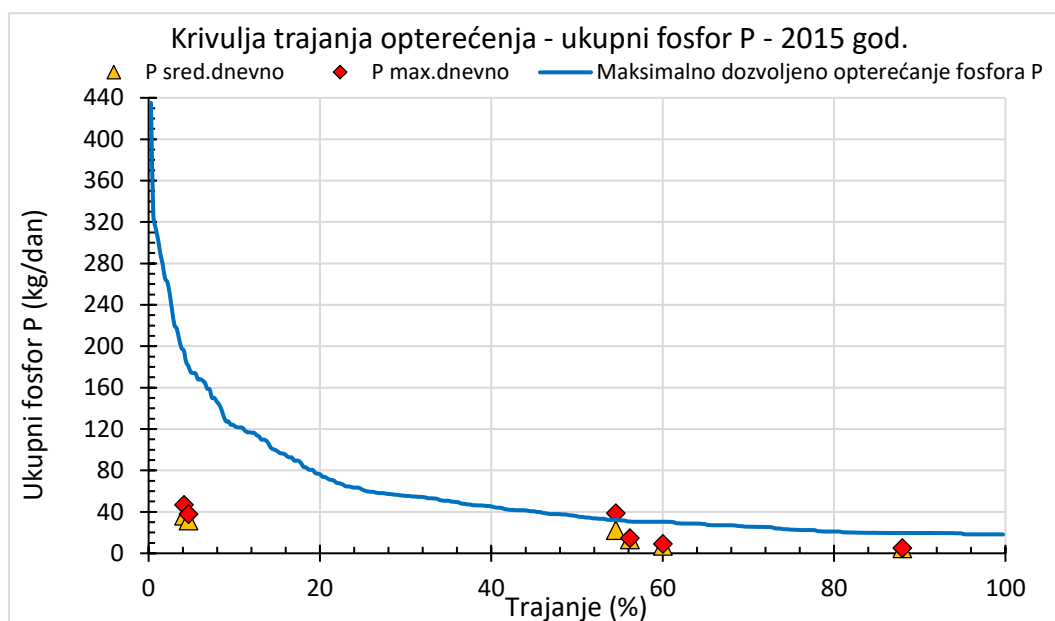
Graf 13. Krivulja trajanja maksimalno dozvoljenog dnevnog opterećenja s mjerenim koncentracijama N za 2015. god

Graf 13. prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja dušikom ($N_{\text{gran}}=1,0 \text{ mg/l}$) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Na taj način se dobije uvid u postotak dana u periodu 2015. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka ili prekoračena od dozvoljene.

Crveni i žuti markeri predstavljaju opterećenja dobivena od stvarnih mjerenja dušika. Crveni označava maksimalno dnevno opterećenje, a žuti srednje dnevno opterećenje. Marker koji se nalaze u zoni od 0 – 10% trajanja su u zoni visokih protoka, a to znači da se monitoring odvijao upravo u vrijeme visokih protoka. Jedno od opterećenja dobivenih na temelju maksimalnih izmjerenih koncentracija dušikom, za vrijeme velikih protoka, prelazi maksimalnu dozvoljenu vrijednost. Opterećenje dobiveno iz izmjerene koncentracije ukupnog dušika jednaka je 2041,03 kg/dan, a srednja vrijednost je 1984,53 kg/dan. Opterećenje dobiveno iz druge izmjerene maksimalne vrijednosti je 1762,11 kg/dan, te se vidi da je jako blizu graničnoj vrijednosti. Iz toga se može zaključiti da je površinsko otjecanje uslijed padalina koje je i uzrokovalo više protoke, donijelo određeno opterećenje u vodotok.

Opterećenja dobivena na temelju izvršenih mjerenja za vrijeme srednjih protoka su prikazana u zoni od 40-60% trajanja. Vidi se da su maksimalne vrijednosti jako blizu graničnoj. Izvršena su tri mjerenja za tri različita dana, a opterećenja na temelju njihovih maksimalnih vrijednosti su 241,96 kg/dan, 137,7 kg/dan i 188,47 kg/dan.

U zoni suhih uvjeta, od 60 – 90% trajanja, opterećenje dušikom također ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke, iako su jako blizu.



Graf 14. Krivulja trajanja maksimalno dozvoljenog dnevnog opterećenja s mjerenim koncentracijama N za 2015. god

Graf 14. prikazuje krivulju trajanja maksimalnog dozvoljenog dnevnog opterećenja fosforom ($P_{gran}=0,1$ mg/l) koja predstavlja dozvoljeno opterećenje u promatranom vodnom tijelu za različite režime tečenja. Na taj način se dobije uvid u postotak dana u periodu 2015. godine za koje je vrijednost maksimalnog opterećenja jednaka ili prekoračena od dozvoljene.

Crveni i žuti markeri predstavljaju opterećenja dobivena na temelju stvarnih mjerenja fosfora. Crveni označava maksimalno dnevno opterećenje, a žuti srednje dnevno opterećenje.

Markeri koji se nalaze u zoni od 0 – 10% trajanja su u zoni visokih protoka, a to znači da se monitoring odvijao upravo u vrijeme visokih protoka. Opterećenje dobiveno na temelju izmjerenih koncentracija opterećenja fosforom, za vrijeme velikih protoka, ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za velike protoke. Opterećenje dobiveno na temelju izmjerene maksimalne vrijednosti fosfora su 46,88 kg/dan i 37,72 kg/dan, a srednje vrijednosti su 36,12 kg/dan i 31,68 kg/dan.

Opterećenja dobivena na temelju mjerenja izvršenih za vrijeme srednjih protoka su prikazana u zoni od 40-60% trajanja. Vidi se da jedna od maksimalnih vrijednosti prelazi graničnu i to s maksimalnim opterećenjem od 38,68 kg/dan. Srednja vrijednost za taj dan je 22,45 kg/dan.

U zoni suhih uvjeta, od 60 – 90% trajanja, izmjerena je samo jedna koncentracija fosfora na temelju koje je izračunato opterećenje fosforom koja ne prelazi maksimalno dozvoljeno opterećenje za male protoke.

4.6. Procjena rizika preko definicije o vodnim tijelima

Identifikacija rizika je neophodna pri formuliranju problema koji uključuju neizvjesnosti nesigurnosti. Rizik je mogućnost štetnih posljedica kao što su gubitak i štete uzrokovane izlaganjem nekoj opasnosti.

Uzimajući u obzir definiciju rizika kao mogućnost gubitaka (ozljede, smrti, ekonomski gubici, ekološka šteta) vidi se rizik opisuje sa dva ključna elementa:

$$\text{RIZIK} = \text{OPASNOST} \times \text{RANJIVOST SUSTAVA}$$

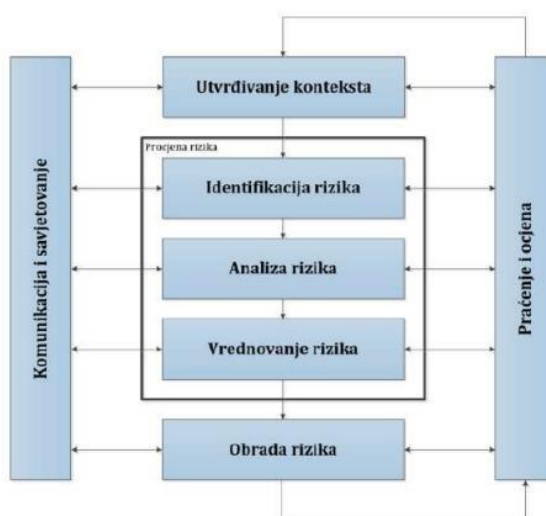
Opasnost predstavlja potencijalni izvor štete, dok ranjivost sustava predstavlja mogućnost sistema da se nosi s određenom opasnošću. Ranjivost sustava se može procijeniti mjerenjem mogućeg stupnja onečišćenja ili ozbiljnosti posljedica ako se neki incident dogodi.

U inženjerskim znanostima rizik se prikazuje kao vjerojatnost pojave događaja i analize srodnih posljedica. Rizik onečišćenja vode može se opisati pomoću karakteristične varijable izražavajući stanje kakvoće vode. [42]

Za ispunjavanje okolišnih ciljeva Okvirne direktive o vodama, svaka država članica treba provesti sljedeće analize :

1. procjena rizika (ranjivost, hazard, rizik) za točkaste onečišćivače
2. procjena rizika (ranjivost, hazard, rizik) za raspršene onečišćivače – poljoprivreda

Nakon definiranja okolišnih ciljeva, odnosno ciljeva za kakvoću i količinski status površinskih voda, analiza rizika temeljem analize postojećeg stanja procjenjuje da li će promatrano vodno tijelo biti u riziku neispunjavanja tih ciljeva na kraju slijedećeg razdoblja analize.



Slika 26. Proces upravljanja rizikom [43]

4.6.1. Procjena rizika za potencijalne scenarije (rizik vodnog tijela, krivulje vj. prekoračenja)

Procjena rizika u odnosu na raspodjelu koncentracije opterećenja (fizikalno-kemijskih parametara) za svako vodno tijelo definira se u tri kategorije:

- vodno tijelo je u riziku
- vodno tijelo je vjerojatno u riziku
- vodno tijelo nije u riziku

Određivanje kategorije temelji se na položaju granične vrijednosti promatranog parametra u funkciji raspodjele koncentracije svakog vodnog tijela.

4.6.2. Kategorizacija rizika

| | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Vodno tijelo je u riziku: | $C_g < P(16)$ |
| Vodno tijelo je vjerojatno u riziku: | $P(16) < C_g < P(84)$ |
| Vodno tijelo nije u riziku: | $C_g > P(84)$ |

Prema „**Uredbi o klasifikaciji voda**, (Urednički pročišćeni tekst, “Narodne novine”, broj 77/98 i **137/08**), članak 4., tablica 1.“ određene su granične vrijednosti emisija otpadnih tvari: [26]

$$\text{BPK}_5 < 2 \text{ mgO}_2 / \text{l}$$

$$\text{N} < 1,0 \text{ mgN} / \text{l}$$

$$\text{P} < 0,01 \text{ mgP} / \text{l}$$

4.6.3. Analiza opterećenja

Procjena je napravljena koristeći podatke o površini sliva rijeke Jadro i koristeći digitalnu bazu podataka Hrvatske agencije za okoliš i prirodu o stanju zemljišnog pokrova i namjeni korištenja zemljišta. [44]

Površina sliva rijeke Jadro dobivena je od nadležnog tijela za vode RH., prema zahtjevu (Klasa: 008-02/18-02/0000519, Uruđbeni broj: 15-18-1), u obliku digitalnog .shp file-a.

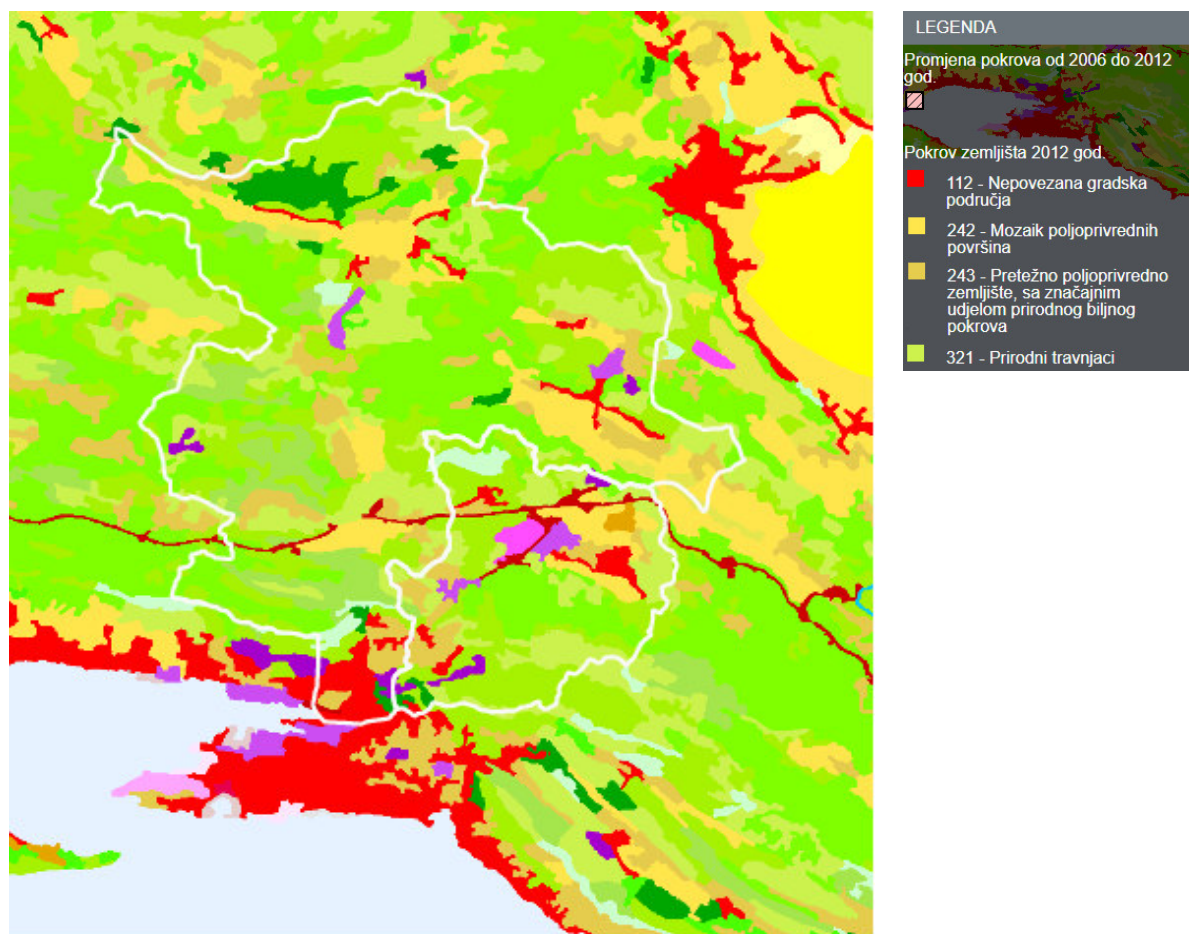
ODV definira točkasta, difuzna i mješovita opterećenja zavisno o tome da li postoje uređaji za pročišćavanje voda i na kojem stupnju tretmana su izgrađeni. Opterećenja na vodna tijela se definiraju u analizi pritiska i utjecaja. Upravo procjena opterećenja na vodna tijela je jedan od važnih kriterija za odabir broja i veličine vodnih tijela u riječnom slivu.

Kao raspršeni izvori onečišćenja obrađene su kopnene površine različitih namjena opterećene onečišćujućim tvarima, koje su tu izložene složenim procesima razgradnje i dijelom mogu dospjeti u vode, a primarno su bile emitirane u druge medije okoliša: tlo ili zrak. Za mjerodavno opterećenje površina provedena je analiza za dušik i fosfor, određivanjem prostornog rasporeda dušika i fosfora iznijetog na promatrane površine putem mineralnih i organskih gnojiva.

Rezultati analize i pritiska svih vodnih tijela imaju za posljedicu definiranje "Programa mjera" koje nakon usvajanja Plana Upravljanja Riječnim Bazonom postaju obveza zemlje članice.

Promatrano vodno tijelo proteže se od mjerne postaje Majdan, te nizvodno do početka prijelaznog vodnog tijela. Pritok bujice Rupotina nije uzet u obzir jer je uglavnom suh, tok rijeke Jadro prihranjuje samo u kišnom dijelu godine, a i na taj način smo a strani sigurnosti.

U nastavku u Tablica 8. su dani rezultati analize pritiska promatranog vodnog tijela rijeke Jadro.



Slika 27. Namjena površina prema digitalnom sustavu CORINA sa prikazom slivnog područja rijeke Jadro

Tablica 8. Namjena površina prema digitalnom sustavu CORINA

| 112 Nepovezana gradska područja | | |
|---|-------------|-------------|
| P ₁₁₂ (Ha) | N (kg/ha/y) | P(kg/ha/y) |
| 1091.660825 | 5.3 | 0.84 |
| Opterećenje (kg/y) | 5785.802373 | 916.995093 |
| 242 Mozaik poljoprivrednih površina | | |
| P ₂₄₂ (Ha) | N (kg/ha/y) | P(kg/ha/y) |
| 2859.809647 | 17 | 0.24 |
| Opterećenje (kg/y) | 48616.764 | 686.3543153 |
| 321 Prirodni travnjaci | | |
| P ₃₂₁ (Ha) | N (kg/ha/y) | P(kg/ha/y) |
| 5758.006585 | 3 | 0.12 |
| Opterećenje (kg/y) | 17274.01976 | 690.9607902 |
| 243 Pretežno poljoprivredno zemljište, sa značajnim udjelom prirodnog biljnog pokrova | | |
| P ₂₄₃ (Ha) | N (kg/ha/y) | P(kg/ha/y) |
| 2316.933865 | 12 | 0.24 |
| Opterećenje (kg/y) | 27803.20638 | 556.0641276 |

Izraz za izračun ukupnog opterećenja za nutrijente N i P na promatrano vodno tijelo

$$L_{Ukupno} \text{ (kg/ dan)} = P_i \text{ (Ha)} \cdot l^* \text{ (kg / Ha/ y} \cdot 365 \text{)} \quad (10)$$

Tablica 9. Ukupno opterećenje za N i P

| Ukupno opterećenje L (kg/dan) | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| N_{tot} (kg/dan) | P_{tot} (kg/dan) |
| 11.3561407 | 0.325385197 |

Prikaz stvarnog stanja difuznog zagađenja za područje Splitsko- dalmatinske županije je dano „Planom upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021., Nacrt, Hrvatske vode, travanj 2015.“. [8]

Tablica 10. Primjena dušika (N) i fosfora (P) na korištenom poljoprivrednom zemljištu, izdvojeno za Splitsko-dalmatinsku županiju

| Županija | Korištena površina (ha) | Dušik (N) | | | | | | Fosfor (P) | | | | | |
|----------------------|-------------------------|-----------|-------|----------|-------|--------|-------|------------|-------|----------|-------|--------|-------|
| | | Mineralni | | Organski | | Ukupni | | Mineralni | | Organski | | Ukupni | |
| | | t | kg/ha | t | kg/ha | t | kg/ha | t | kg/ha | T | kg/ha | t | kg/ha |
| Splitsko-dalmatinska | 96.431 | 1.923 | 20 | 887 | 9 | 2.810 | 29 | 294 | 3 | 216 | 2 | 510 | 5 |

4.6.4. Procjena rizika za tromjesečje 2003. i 2016. godine

Na temelju procijenjenog difuznog opterećenja i podataka o protoku na mjernoj postaji Majdan, za odabrano vodno tijelo, izračunate su koncentracije za nutrijente N i P prikazane grafički u nastavku.

Izlaznu koncentraciju po vodnim tijelima računamo prema izrazu:

$$C = \frac{L_{ukupno}}{Q} \cdot 0,011574 \quad (11)$$

gdje je:

L ukupno (kg/ dan) opterećenje vodnog tijela (uzrokovano N i P)

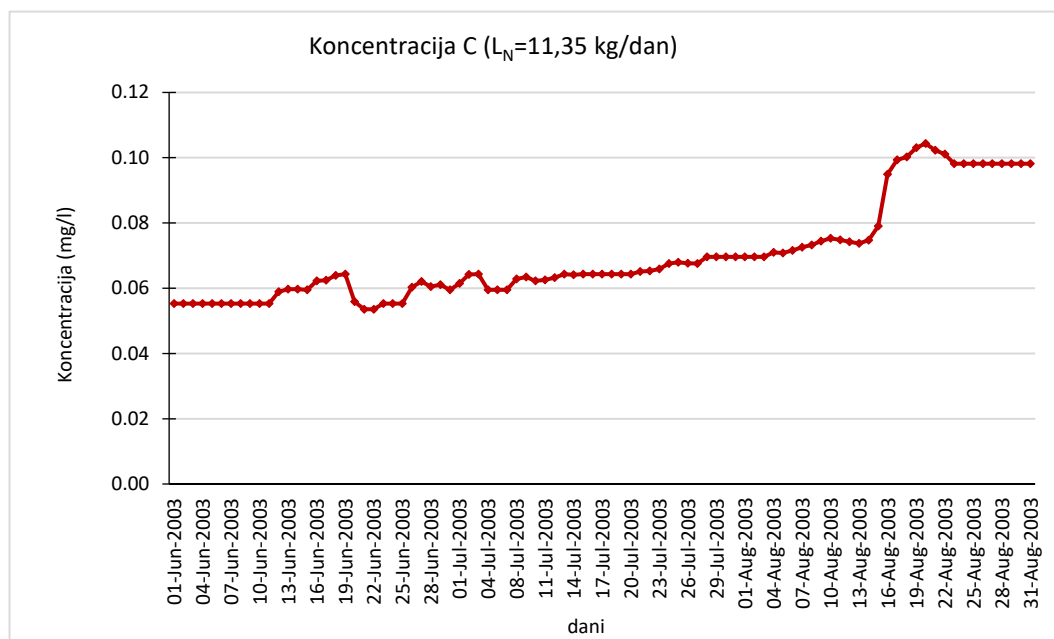
Q (m³/ s) protok (tromjesečje 2003. i 2016. godine)

C (mg/ l) je koncentracija na izlaznom profilu vodnog tijela.

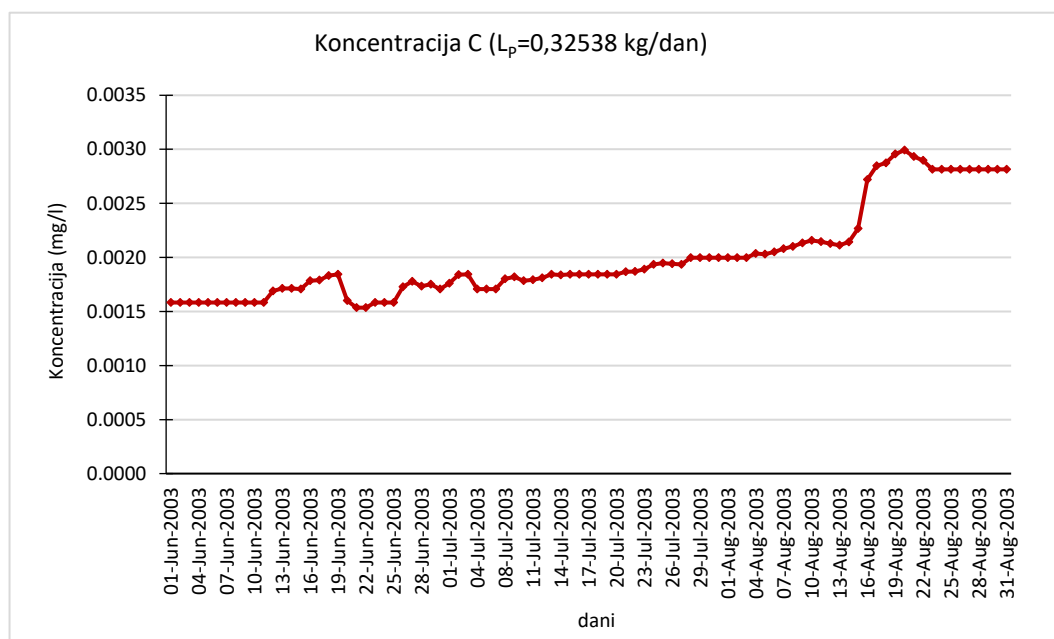
Tablica 11. Protoci za 2003. i 2016.godinu za ljetno razdoblje

| Dan / mjesec | Protoci m ³ /s za 2003. god. | | | Protoci m ³ /s za 2016. god. | | |
|--------------|---|--------|---------|---|--------|---------|
| | lipanj | srpanj | kolovoz | lipanj | srpanj | kolovoz |
| 1 | 2.378 | 2.139 | 1.887 | 3.424 | 2.868 | 2.389 |
| 2 | 2.378 | 2.045 | 1.887 | 3.584 | 2.805 | 2.489 |
| 3 | 2.378 | 2.043 | 1.887 | 4.665 | 2.830 | 2.458 |
| 4 | 2.378 | 2.207 | 1.850 | 4.774 | 2.677 | 2.436 |
| 5 | 2.378 | 2.207 | 1.856 | 3.819 | 2.661 | 2.344 |
| 6 | 2.378 | 2.207 | 1.837 | 3.626 | 2.742 | 2.390 |
| 7 | 2.378 | 2.091 | 1.810 | 3.445 | 2.653 | 2.536 |
| 8 | 2.378 | 2.070 | 1.792 | 3.388 | 2.653 | 2.460 |
| 9 | 2.378 | 2.111 | 1.765 | 3.388 | 2.605 | 2.352 |
| 10 | 2.378 | 2.100 | 1.745 | 3.538 | 2.742 | 2.376 |
| 11 | 2.378 | 2.079 | 1.755 | 3.632 | 2.645 | 2.299 |
| 12 | 2.230 | 2.043 | 1.770 | 3.692 | 2.718 | 2.345 |
| 13 | 2.200 | 2.050 | 1.782 | 4.143 | 2.718 | 2.292 |
| 14 | 2.200 | 2.043 | 1.758 | 4.411 | 2.734 | 2.345 |
| 15 | 2.207 | 2.043 | 1.662 | 4.026 | 2.669 | 2.314 |
| 16 | 2.111 | 2.043 | 1.384 | 3.793 | 2.799 | 2.322 |
| 17 | 2.104 | 2.043 | 1.323 | 3.582 | 2.745 | 2.246 |
| 18 | 2.056 | 2.043 | 1.310 | 3.412 | 2.694 | 2.335 |
| 19 | 2.043 | 2.043 | 1.274 | 3.388 | 2.719 | 2.345 |
| 20 | 2.353 | 2.018 | 1.259 | 3.388 | 2.678 | 2.299 |
| 21 | 2.453 | 2.013 | 1.284 | 3.280 | 2.629 | 2.307 |
| 22 | 2.453 | 1.992 | 1.300 | 3.217 | 2.629 | 2.307 |
| 23 | 2.378 | 1.945 | 1.338 | 3.173 | 2.671 | 2.328 |
| 24 | 2.378 | 1.933 | 1.338 | 3.144 | 2.678 | 2.337 |
| 25 | 2.378 | 1.942 | 1.338 | 3.074 | 2.629 | 2.291 |
| 26 | 2.179 | 1.946 | 1.338 | 3.030 | 2.591 | 2.353 |
| 27 | 2.118 | 1.887 | 1.338 | 2.978 | 2.606 | 2.294 |
| 28 | 2.173 | 1.887 | 1.338 | 2.995 | 2.517 | 2.291 |
| 29 | 2.152 | 1.887 | 1.338 | 2.978 | 2.501 | 2.331 |
| 30 | 2.207 | 1.887 | 1.338 | 2.986 | 2.450 | 2.348 |
| 31 | - | - | 1.338 | - | - | 2.375 |

Prikaz vremenske serije koncentracija dušika i fosfora za 2003. godinu.

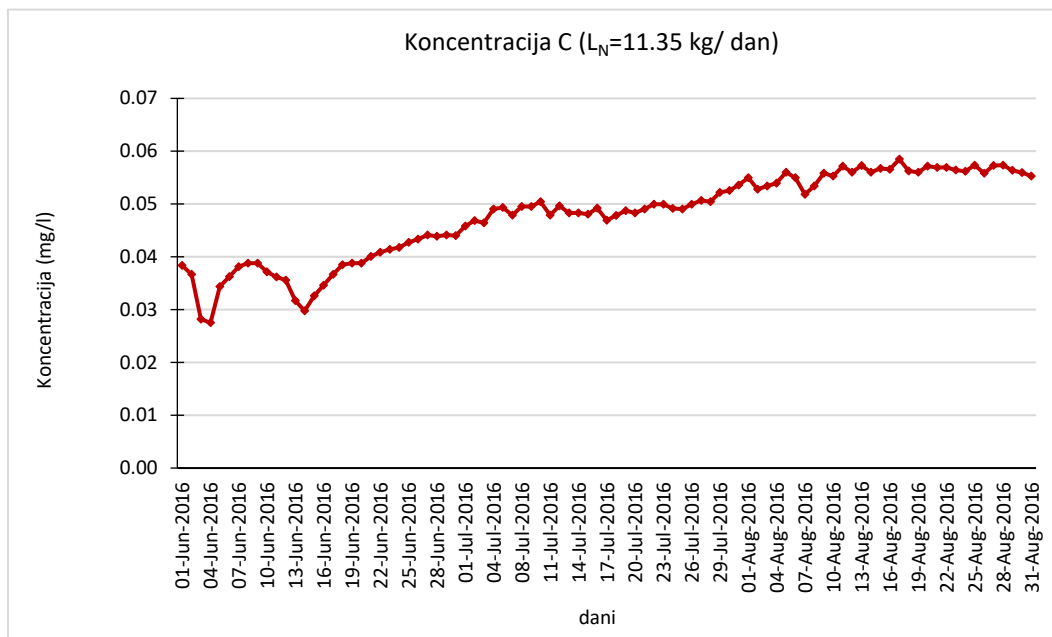


Graf 15. Prikaz vremenske serije koncentracije za opterećenje uzrokovano dušikom N, godina 2003.

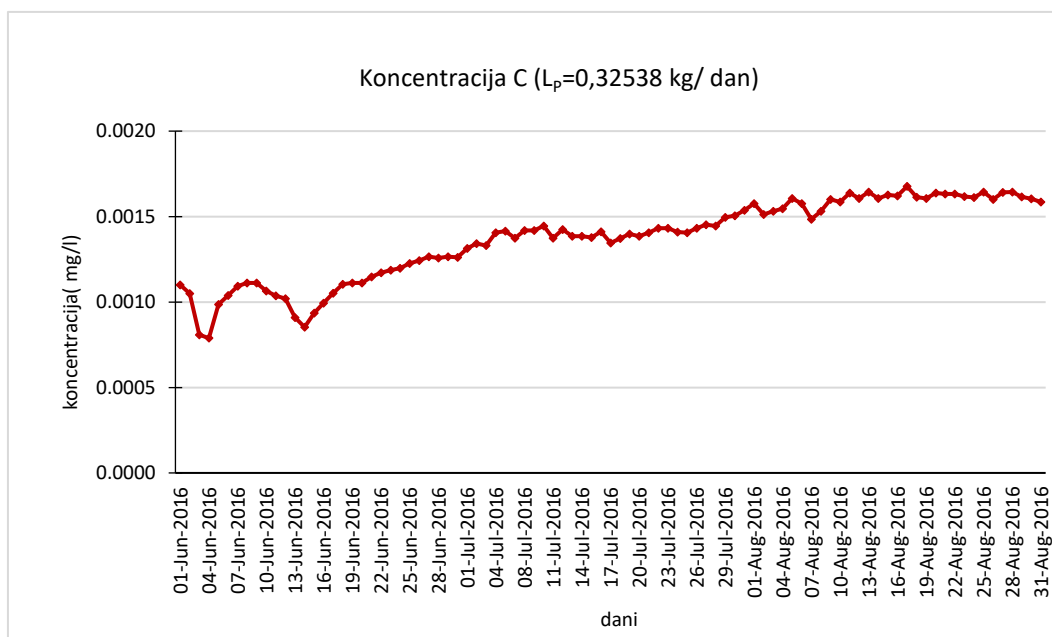


Graf 16. Prikaz vremenske serije koncentracije za opterećenje uzrokovano fosforom P, godina 2003.

Prikaz vremenske serije koncentracija dušika i fosfora za 2016. godinu.



Graf 17. Prikaz vremenske serije koncentracije za opterećenje uzrokovano dušikom N, godina 2016.



Graf 18. Prikaz vremenske serije koncentracije za opterećenje uzrokovano fosforom P, godina 2016

4.6.5. Rezultati procjene rizika

Obradom dobivenih podataka o koncentracijama određeni su parametri log normalne distribucije preko kojih je izračunata teorijska funkcija gustoće, Log normalne distribucija.

Parametri lognormalne distribucije, srednja vrijednost i standardna devijacija, određeni su prema uzorku (koncentraciji).

Procjena rizika definirana je sa dva parametra zagađenja, dušik (N) i fosfor (P). U nastavku su prikazani konačni rezultati procjene rizika za odabrano vodno tijelo rijeke Jadro.

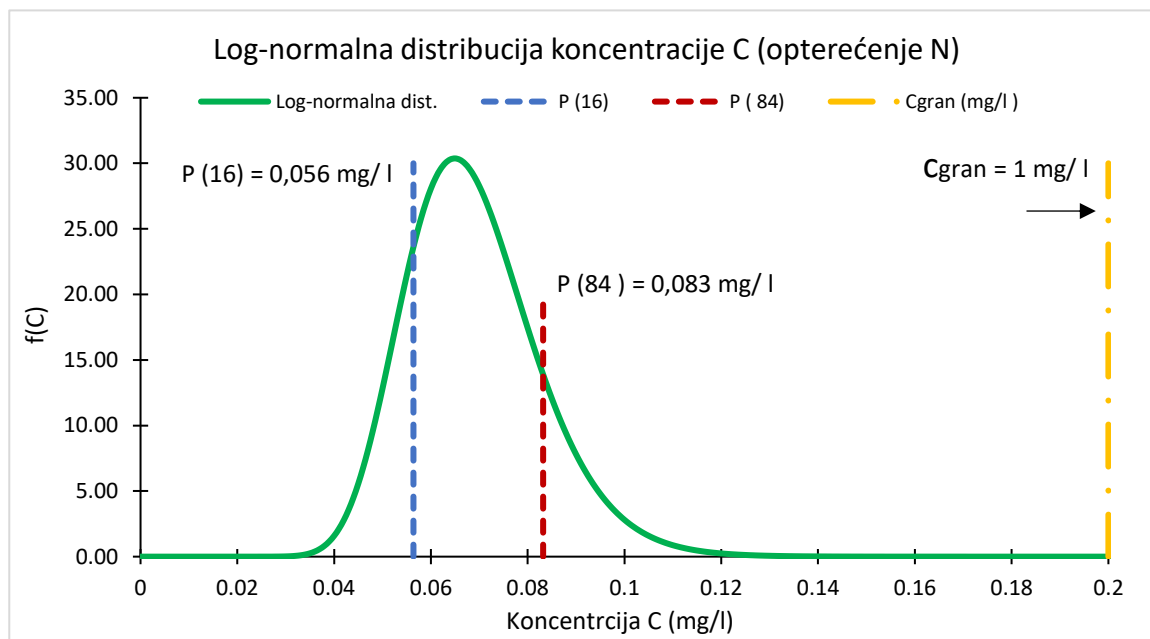
Tablica 12. Rezultati procjene rizika za 2003. godinu

| 2003. godina | Pokazatelj | P(16) (mg/l) | P(84) (mg/l) | Granična vrijednosti (mg/l) | Rizik |
|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|
| Vodno tijelo | N | 0,056 | 0,083 | 1,0 | Vodno tijelo nije u riziku |
| | P | 0,0016 | 0,00238 | 0,1 | Vodno tijelo nije u riziku |

Tablica 13. Rezultati procjene rizika za 2016. godinu

| 2016. godina | Pokazatelj | P(16) (mg/l) | P(84) (mg/l) | Granična vrijednosti (mg/l) | Rizik |
|--------------|------------|--------------|--------------|-----------------------------|----------------------------|
| Vodno tijelo | N | 0,039 | 0,0564 | 1,0 | Vodno tijelo nije u riziku |
| | P | 0,00112 | 0,0016 | 0,1 | Vodno tijelo nije u riziku |

Rezultat procijene rizika prekoračenja graničnog opterećenja za dušik N za promatrano vodno tijelo rijeke Jadro, 2003. godina

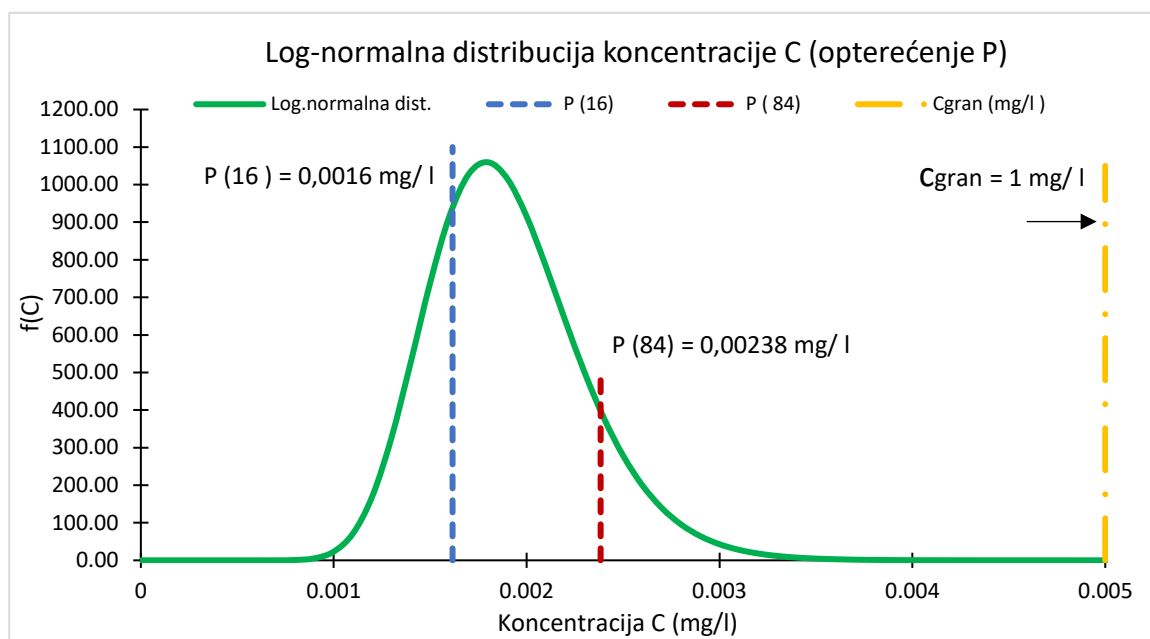


Graf 19. Graf funkcije gustoće koncentracije C sa graničnom vrijednosti Cgran od N, 2003.god

Na dijagramu funkcije gustoće Log normalne raspodjele, uspoređujući graničnu vrijednosti i P(84) vidljivo je da vodno tijelo nije u riziku.

$$1,0 > P(84) = 0,083 \text{ mg/l}$$

Rezultat procijene rizika prekoračenja graničnog opterećenja za fosfor P za promatrano vodno tijelo rijeke Jadro, 2003. godina

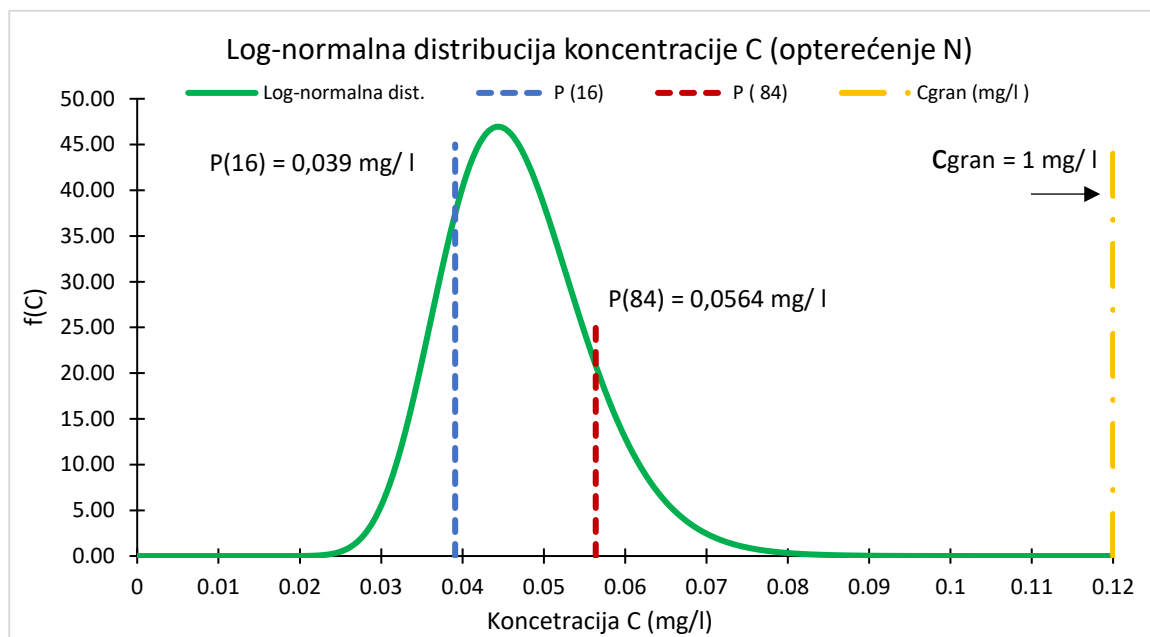


Graf 20 Graf funkcije gustoće koncentracije C sa graničnom vrijednosti C_{gran} od P, 2003.god.

Na dijagramu funkcije gustoće Log normalne raspodjele uspoređujući graničnu vrijednosti i $P(84)$ vidljivo je da vodno tijelo nije u riziku.

$$0,1 > P(84) = 0,00238 \text{ mg/l}$$

Rezultat procijene rizika prekoračenja graničnog opterećenja za dušik N za promatrano vodno tijelo rijeke Jadro, 2016. godina

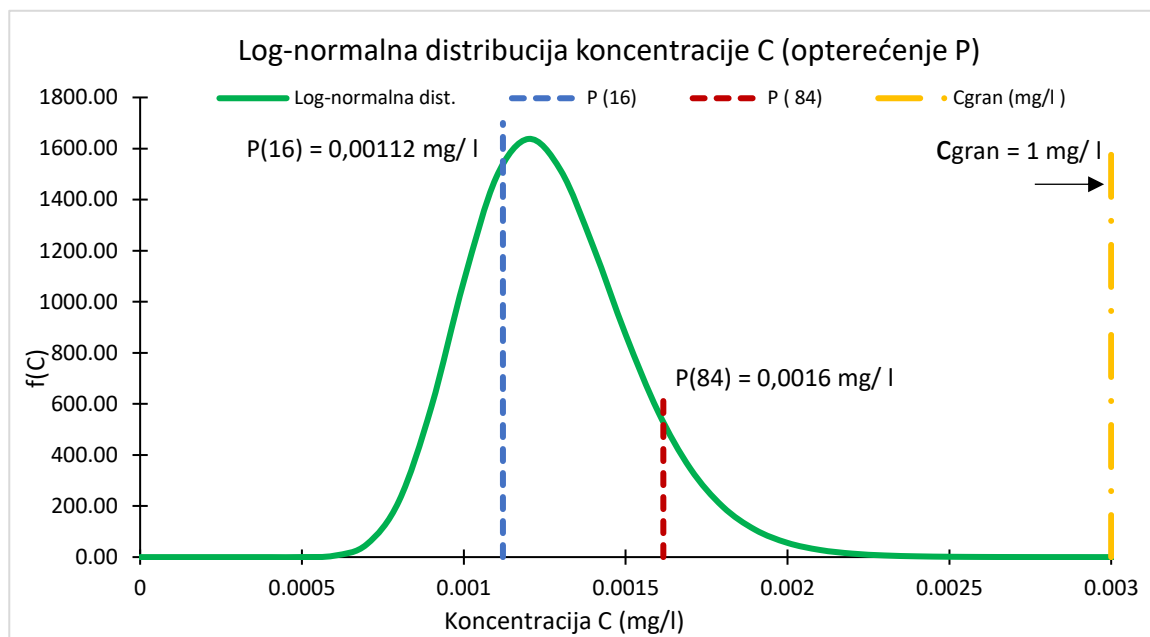


Graf 21. Graf funkcije gustoće koncentracije C sa graničnom vrijednosti C_{gran} od N, 2016.god

Na dijagramu funkcije gustoće Log normalne raspodjele uspoređujući graničnu vrijednosti i $P(84)$ vidljivo je da vodno tijelo nije u riziku.

$$1,0 > P(84) = 0,0564 \text{ mg/l}$$

Rezultat procijene rizika prekoračenja graničnog opterećenja za fosfor P za promatrano vodno tijelo rijeke Jadro, 2016. godina



Graf 22. Graf funkcije gustoće koncentracije C sa graničnom vrijednosti C_{gran} od P, 2016.god

Na dijagramu funkcije gustoće Log normalne raspodjele uspoređujući graničnu vrijednosti i P(84) vidljivo je da vodno tijelo nije u riziku.

$$0,1 > P(84) = 0,0016 \text{ mg/l}$$

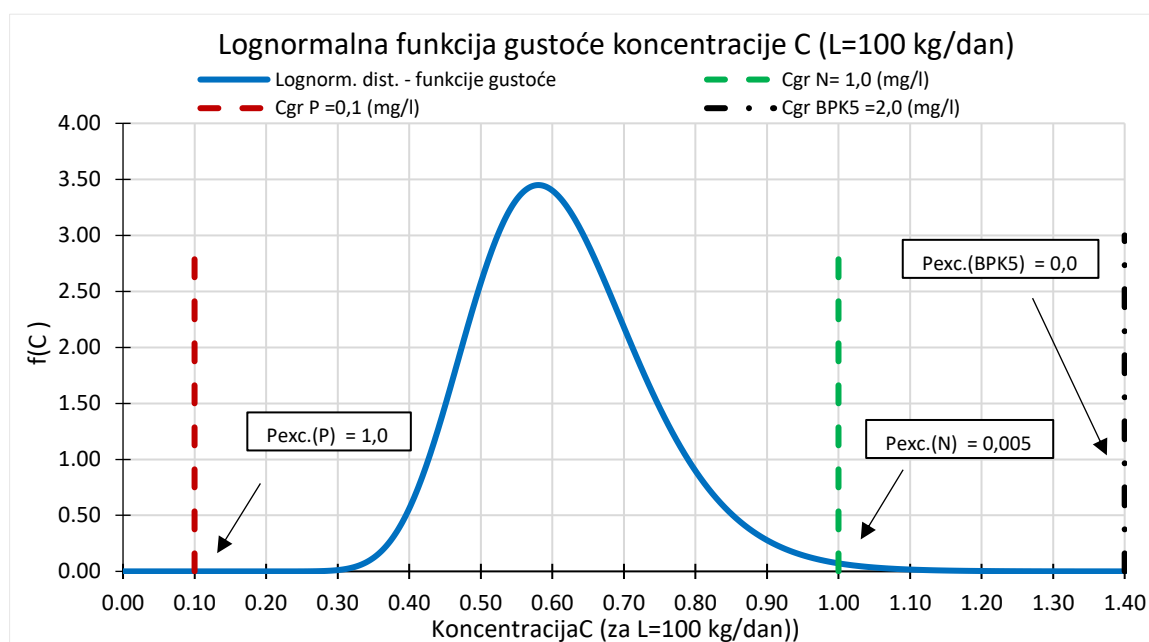
4.7. Analize vjerojatnosti prekoračenja graničnog opterećenja za različite raspone opterećenja

U nastavku će biti prikazano kako se na osnovu nekog primjernog opterećenja može dobiti vjerojatnost prekoračenja graničnih vrijednosti hranjivih tvari u površinskim vodama (Tablica 4. *Dopuštene granične vrijednosti pokazatelja za pojedine vrste voda* [31]) a u ovisnosti o varijacijama protoka.

4.7.1. Rezultat analize vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti pokazatelja za opterećenje $L=100\text{kg/dan}$, 2003. godina

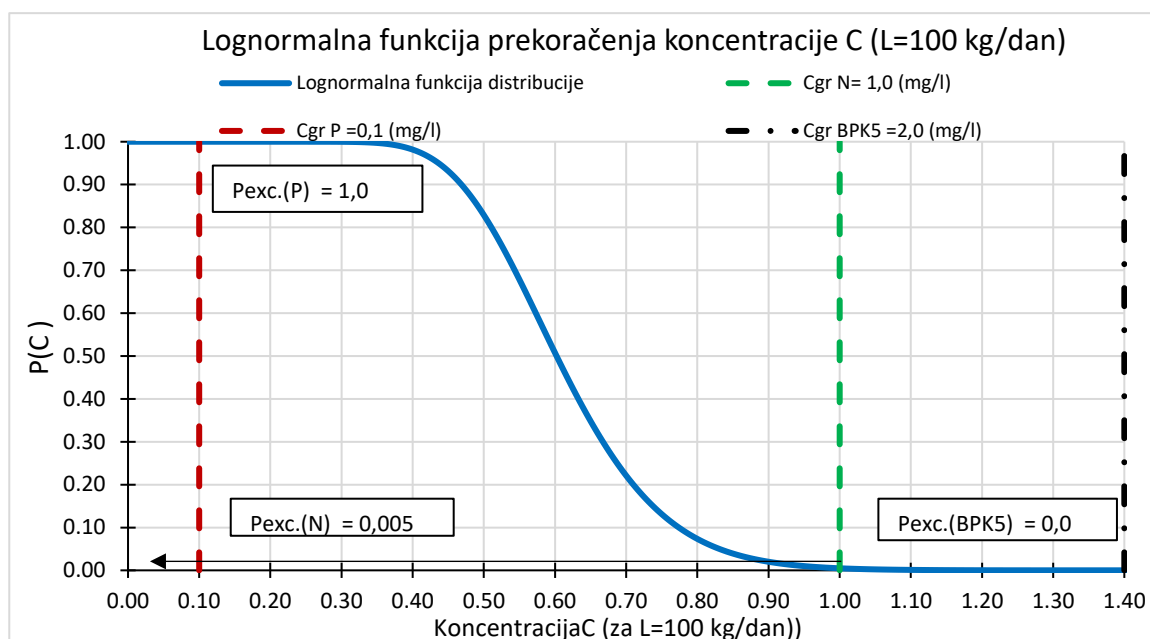
Za opterećenje od 100kg/dan prikazan je primjer funkcije gustoće koncentracije za 2003.godinu sa pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja.

Iz podataka o protocima na mjernoj postaji Majdan i odabrane vrijednosti opterećenje $L=100\text{kg/dan}$ određena je empirijska razdioba koncentracija (11). Na osnovu nje definirana je teorijska funkcija gustoće prikazana na *Graf 23*.



Graf 23. Grafički prikaz Log normalne funkcije gustoće sa pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja za 2003. god

Iz definirane funkcije gustoće na *Graf 24*. prikazana je funkcija prekoračenja s pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja za promatrane pokazatelje (BPK_5 , N i P).



Graf 24. Grafički prikaz Log normalne funkcije prekoračenja sa pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja za 2003. god

Za 2003. godinu vrijednosti vjerojatnosti prekoračenja su:

$$P(\text{BPK}_5) = 0,0$$

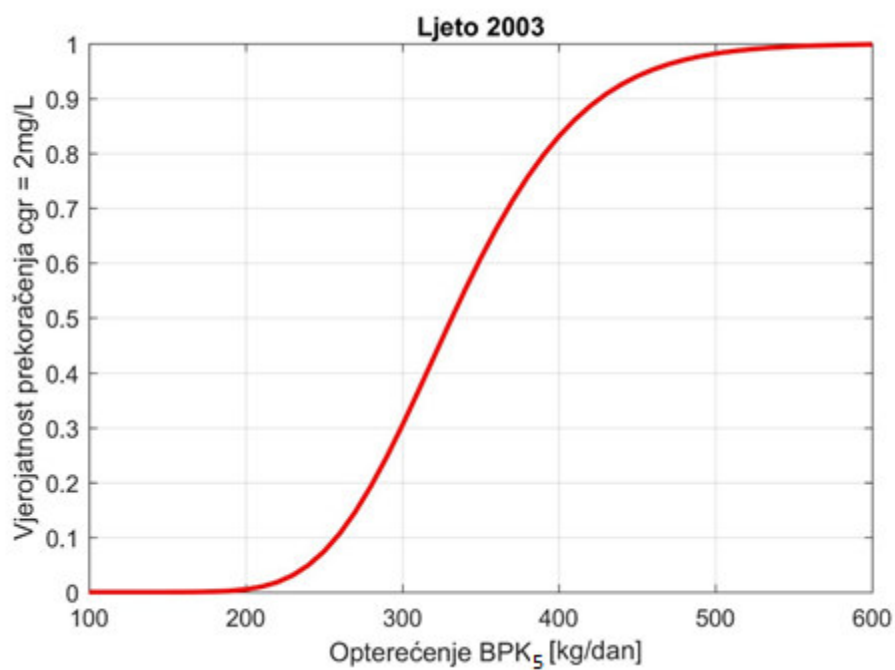
$$P(N) = 0,005$$

$$P(P) = 1,0$$

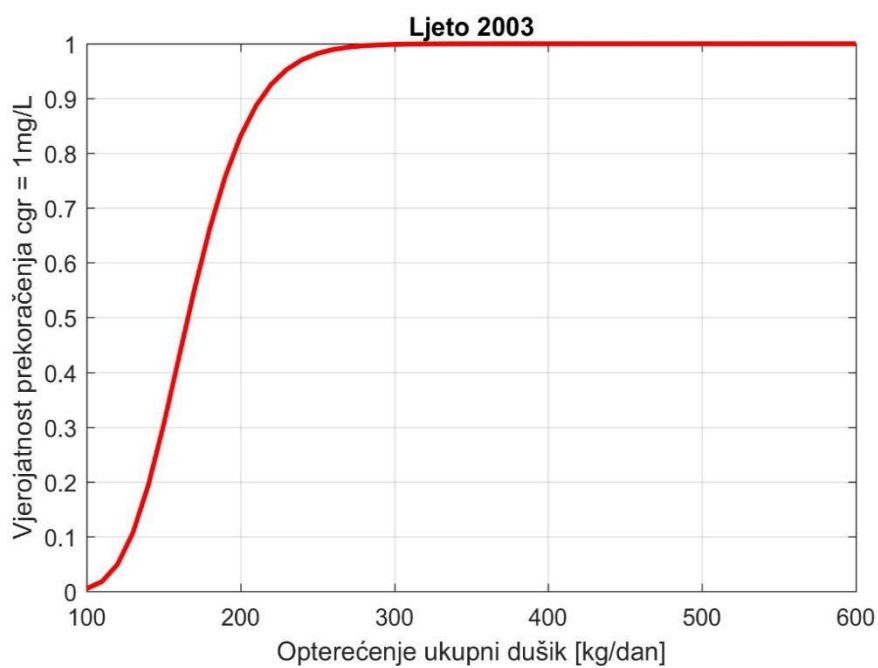
Krivulje dane u nastavku prikazuju vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti koncentracije za mjerodavni raspon opterećenja. Iz dijagrama se da primijetiti da se za jednake režime protoka povećanjem opterećenja povećava se vjerojatnost prekoračenja granične vrijednosti koncentracije. Mjerodavni raspon opterećenja je prilagođen promatranom pokazatelju i pripadajućoj graničnoj koncentraciji.

Iz Graf 24. se vidi da za opterećenje L=100kg/dan nema prekoračenja granične vrijednosti, te se to isto može vidjeti na Graf 25. Iz tog razloga je napravljena pozadinska analiza za raspon opterećenja od 100- 600kg, što znači da je za svako opterećenje iz raspona napravljena pripadajuća krivulja prekoračenja, te je očitana vjerojatnost prekoračenja granične vrijednosti. Upravo svaka ta točka (vjerojatnosti prekoračenja za svako opterećenje iz raspona), predstavlja krivulju prekoračenja određene granične vrijednosti koncentracije prikazanu na Graf 25.

Za dušik je ponovljen isti raspon, ali je iz Graf 26. vidljivo da za opterećenje od 100kg ima nekog prekoračenja. Njegovu točnu vrijednost smo dobili prethodnim grafom, Graf 24.

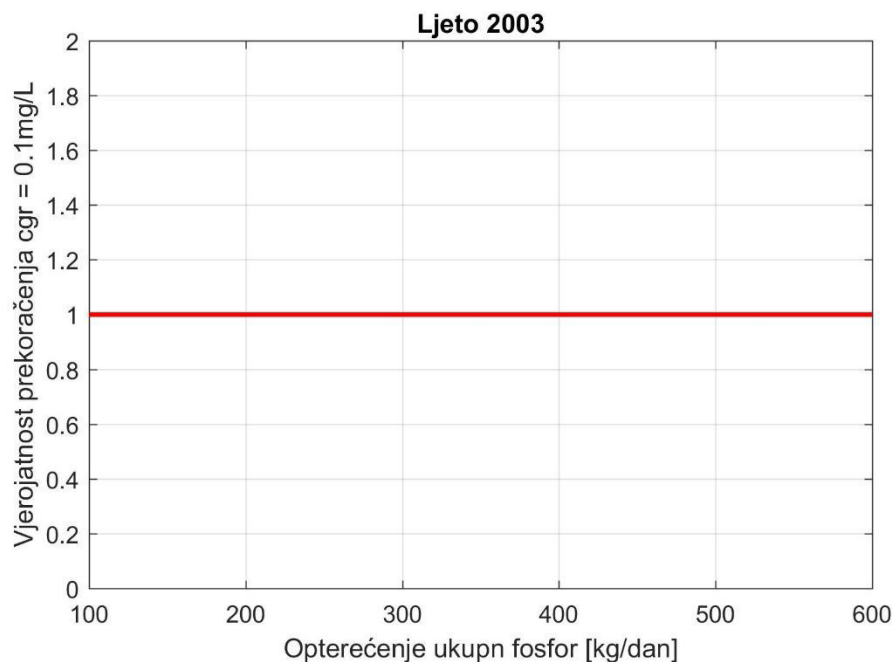


Graf 25. Prikaz vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti koncentracije BPK_5 za raspon dnevnih opterećenja

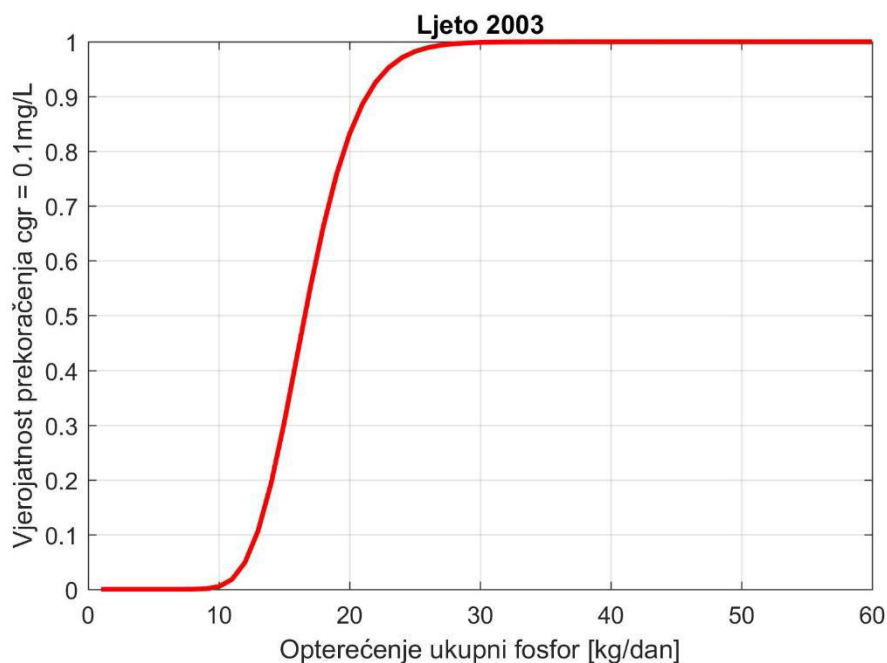


Graf 26. Prikaz vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti koncentracije N za raspon dnevnih opterećenja

Za fosfor su dana dva grafa. Graf 27. prikazuje isti raspon opterećenja kao kod prethodnih pokazatelja, no zbog male granične vrijednosti koncentracije, za cijeli raspon opterećenja, dolazi do 100%-tnog prekoračenja. Iz tog razloga je raspon reduciran, smanjen na dovoljno malenu vrijednost da se iz novog grafa, *Graf 28.* može očitati prva vrijednost opterećenja za koju će doći do 100%-tnog prekoračenja.



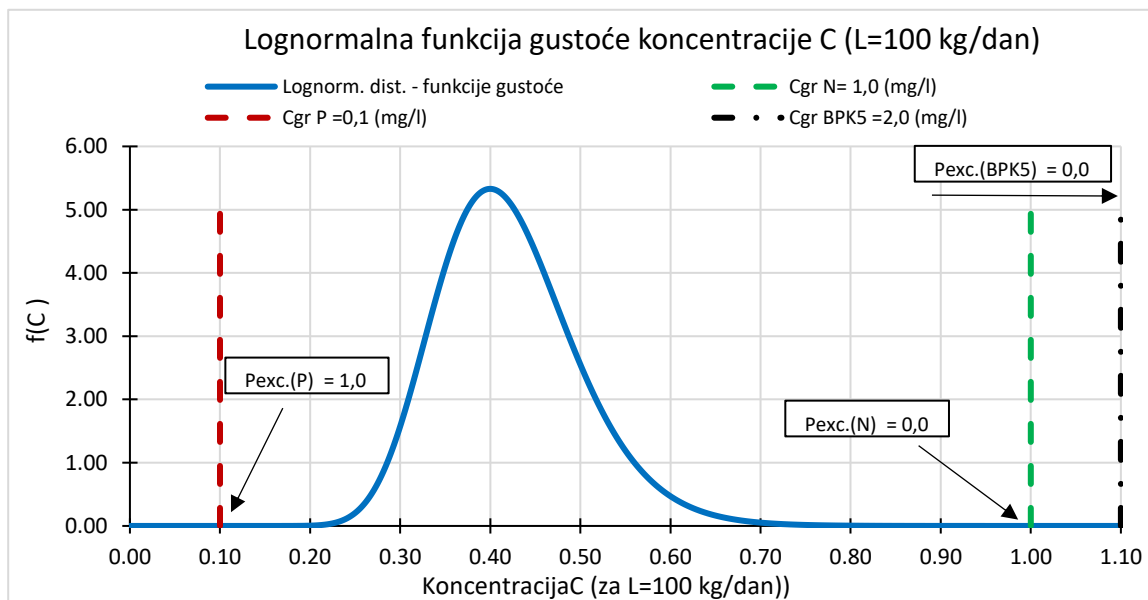
Graf 27. Prikaz vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti koncentracije P za raspon dnevnih opterećenja



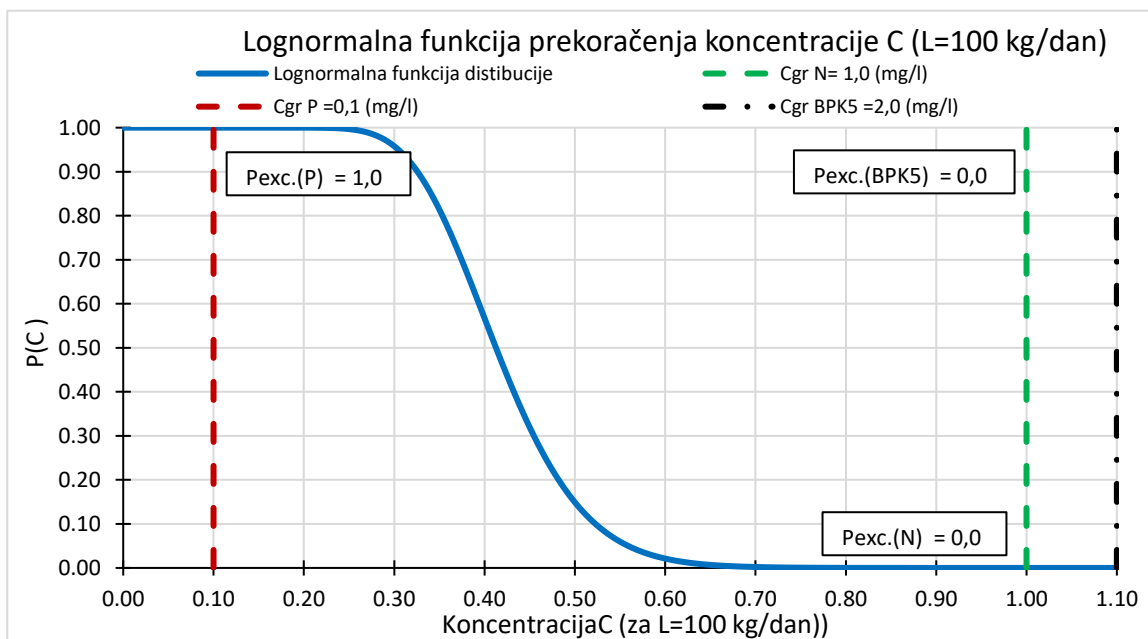
Graf 28. Prikaz vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti koncentracije P za raspon dnevnih opterećenja

4.7.2. Rezultat analize vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti pokazatelja za opterećenje $L=100\text{ kg/dan}$, 2016. godina

Metodologija izrade je jednaka kao i za 2003.godinu, što je opisano poglavlju 4.7.1.



Graf 29. Grafički prikaz Log normalne funkcije gustoće sa pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja za 2016. god



Graf 30. Grafički prikaz Log normalne funkcije prekoračenja sa pripadajućim vjerojatnostima prekoračenja za 2016. god

Za 2016. godinu vrijednosti vjerojatnosti prekoračenja su:

$$P(\text{BPK}_5) = 0,0$$

$$P(N) = 0,00$$

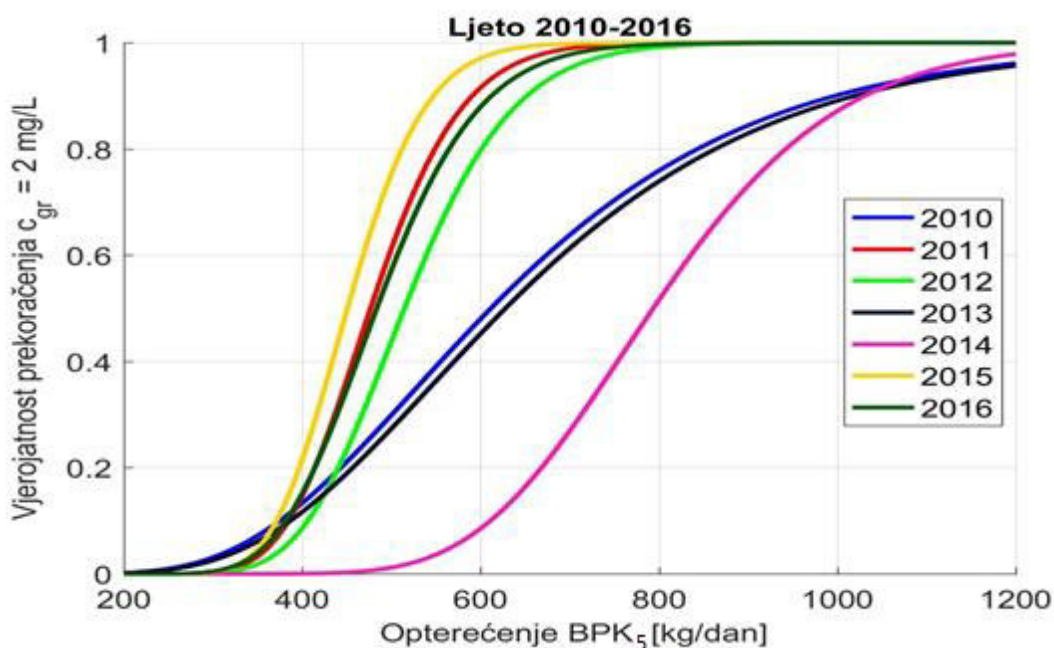
$$P(P) = 1,0$$

Za 2016. godinu nisu posebno prikazani grafovi vjerojatnosti prekoračenja graničnih vrijednosti pokazatelja, već je u nastavku dan niz godina kako bi dobili uvid u utjecaj varijabilnosti protoka za različite godine i njihove karakteristike.

4.7.3. Rezultati analize vjerojatnosti prekoračenja graničnih vrijednosti pokazatelja za raspon opterećenja

Vodeći se metodologijom prethodne analize za opterećenje od 100kg/dan za BPK₅, N i P, te dobivanjem vrijednosti prekoračenja graničnih stanja, prikazana je krivulja odnosa vjerojatnosti prekoračenja i opterećenja.

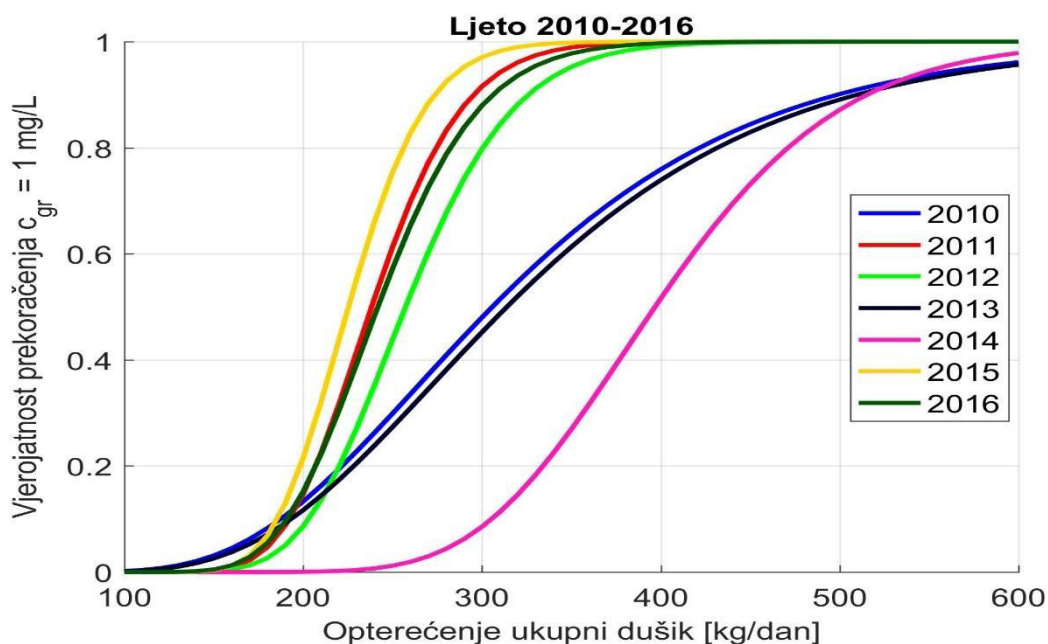
U nastavku je provedena ista analiza, ali s različitim rasponom opterećenja za svaki od pokazatelja, te za niz od zadnjih 7 godina za koje su prikupljeni podaci o protoku. Uzastopni niz godina uzet je u razmatranje kako bi se vidio utjecaj varijacije protoka na vjerojatnost prekoračenja granične vrijednosti koncentracije pojedinog pokazatelja.



Slika 28. Grafički prikaz funkcionalne ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja i opterećenja BPK₅

Slika 28. prikazuje odnos ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja o pripadajućim protocima za raspon opterećenja od 200 - 1200kg/dan za biološku potrošnju kisika (BPK₅). Varijacija protoka s obzirom na godine promatranja je vidljiva kroz različite nagibe krivulja. Sušna razdoblja se očituju strmijim nagibom krivulja te bržem ostvarenju viših vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti BPK₅=2,0 mg/l. Razlog tome je što se za jednaku vrijednost opterećenja, a za manji protok, puno brže ostvaruje prekoračenje.

Vlažna razdoblja su karakterizirana krivuljama za 2010., 2013. i 2014. godinu. Za razliku od sušnih perioda, nagib krivulja je blaži što se vidi kroz sporije prekoračenje graničnih vrijednosti pokazatelja BPK_5 za jednak raspon opterećenja.

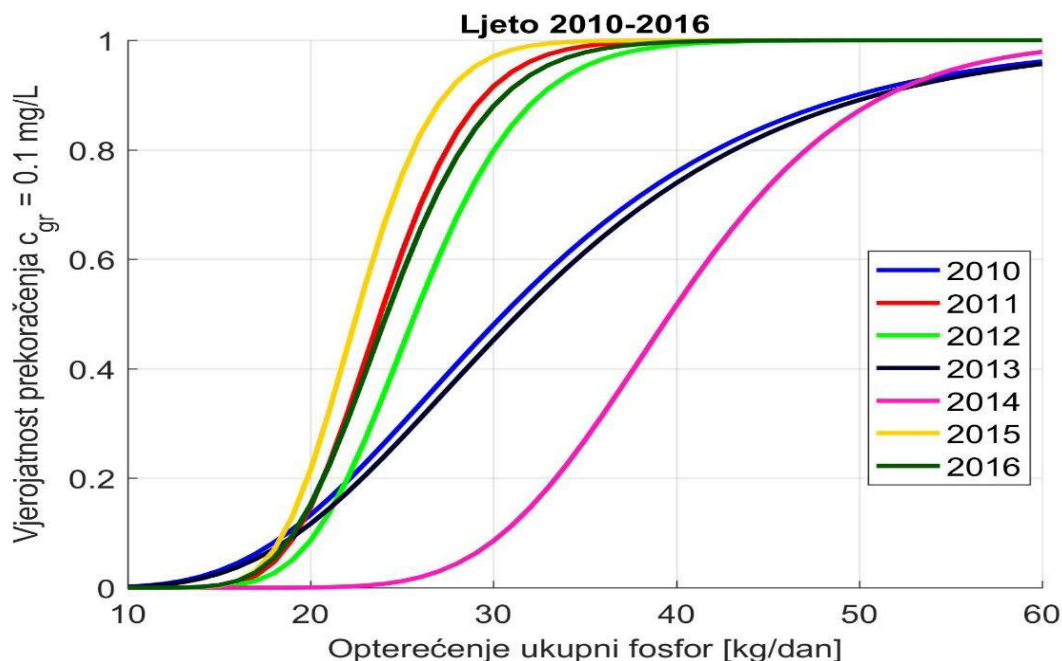


Slika 29. Grafički prikaz funkcionalne ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja i opterećenja N

Slika 29. prikazuje odnos ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja o pripadajućim protocima za raspon opterećenja od 100 - 600kg/dan za ukupni dušik (N). Raspon opterećenja je promijenjen u odnosu na BPK_5 iz razloga što se, očekivano, granična koncentracija od 1mg/L ostvaruje ranije.

Slično kao i u slučaju BPK_5 sušna razdoblja (2011., 2012., 2015. i 2016.) se očituju strmijim nagibom krivulja te bržem ostvarenju viših vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti $N=1,0$ mg/l. Razlog tome je što se za jednaku vrijednost opterećenja, a za manji protok, puno brže ostvaruje prekoračenje.

Vlažna razdoblja su karakterizirana krivuljama za 2010., 2013. i 2014. godinu. Za razliku od sušnih perioda, nagib krivulja je blaži što se vidi kroz sporije prekoračenje graničnih vrijednosti pokazatelja N za jednak raspon opterećenja.



Slika 30. Grafički prikaz funkcionalne ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja i opterećenja P

Slika 30. prikazuje odnos ovisnosti vjerojatnosti prekoračenja za raspon opterećenja od 10- 60kg/dan za P. Raspon je promijenjen u odnosu na BPK₅ i N iz razloga što već za raspon od 60kg/dan dolazi do prekoračenja, te je na ovaj način povećana rezolucija rezultata u interesnom području opterećenja.

Slično kao i u prethodnim slučajevima, sušna razdoblja (2011., 2012., 2015. i 2016.) se očituju strmijim nagibom krivulja te bržem ostvarenju viših vjerojatnosti prekoračenja granične vrijednosti $P=0,1 \text{ mg/l}$. Razlog tome je što se za jednaku vrijednost opterećenja, a za manji protok, puno brže ostvaruje prekoračenje.

Vlažna razdoblja su karakterizirana krivuljama za 2010., 2013. i 2014. godinu. Za razliku od sušnih perioda, nagib krivulja je blaži što se vidi kroz sporije prekoračenje graničnih vrijednosti pokazatelja P za jednak raspon opterećenja.

5. ZAKLJUČAK I BUDUĆE SMJERNICE

Izvor i vodotok Jadro predstavljaju jedan od najvrjednijih vodnih fenomena Dinarskog krša u Hrvatskoj. Potrebe za vodom ovog izvora i vodotoka su sve veće. U njegovom slivu i koritu se vrše zahvati koji potencijalno mogu narušiti kvalitetu vode, te bitno smanjiti prirodnu količinu vode. Ovakvi problemi zahtijevaju ozbiljan inženjerski, ali i znanstveni pristup kako bi se svi faktori adekvatno uzeli u obzir i pronašla sveobuhvatna rješenja. Na osnovu analiza i proučavanja biti će potrebno postaviti ili prilagoditi postojeće programe monitoringa te programe mjera dane Okvirnom direktivom o vodama, a u svrhu održivog upravljanja vodnim resursima izvora i vodotoka rijeke Jadro.

Ovim diplomskim radom analizirana je korelacija protoka u ljetnom periodu godine koji se smatra kritičnim kako u smislu količina, tako i kakvoće vode. Za ljetne sezone analiziran je utjecaj potencijalnog opterećenja koje bi izazvalo granična stanja koncentracija promatranih nutrijenata (BPK₅, ukupni duši i ukupni fosfor). U razmatranje je uzeto razdoblje od 2010. – 2016. kako bi se prikazale varijacije protoka u uzastopnom nizu godina. Nakon prikupljanja svih dostupnih podataka o slivu rijeke Jadro, osmišljena je i provedena analiza vodnog stanja u kontekstu Okvirne direktive o vodama.

Provedena analiza je obuhvaćala statističku obradu prikupljenih podataka o protocima za različite godine, te određivanje i testiranje teorijske distribucije koncentracije hranjivih tvari. U sklopu analize napravljena je i procjena unosa hranjivih tvari na području sliva, te je provjereno da li je vodno tijelo u riziku. Proračunate su i krivulje trajanja opterećenja na kojima su prikazana točkasta opterećenja dobivena iz mjerenih podataka o koncentracijama hranjivih tvari ishodenih od strane odgovarajućih institucija za 2014. i 2015. godinu. Na kraju su određene projekcije vjerojatnosti prekoračenja graničnih vrijednosti koncentracija hranjivih tvari za potencijalne raspone srednjih dnevnih opterećenja u ljetnim mjesecima za spomenuti niz godina (2010. - 2016.).

Održivo upravljanje vodnim resursima zahtjeva odgovarajuće znanje o funkcioniranju tog ekstremno složenog sustava.

Industrija i naselja mogu izradom retencijskih bazena zadržavati i kontrolirano ispuštati opterećenja u vodna tijela u periodima kada je povoljan hidrološki režim. S obzirom na podatke o protocima, o periodu velikih kiša i vremenima ispiranja površina može se odrediti vrijeme reduciranja i zadržavanja opterećenja (alokacija opterećenja). Na rijekama gdje postoje

elektrane i mjesta zadržavanja (čuvanja) vode, može se regulirati količina protoka nizvodno te na taj način kontrolirati koncentraciju onečišćivača vodnog tijela. Koristeći krivulje prekoračenja i TMDL krivulje može se uspostaviti program aktivnog praćenja protoka i padalina te na osnovu njih regulirati ispuštanja u vodno tijelo. Na temelju prostornih planova, poznatih stvarnih protoka promatranog vodnog tijela i TMDL krivulja mogu se raditi buduće projekcije alokacije opterećenja.

Opisanom aktivnom analizom bi se omogućila pomoć adekvatnom donošenju odluka na razini upravljanja vodnim slivom, čija održivost ima iznimnu važnost za pripadajući okoliš i u konačnici ljude i ljudske aktivnosti koje direktno i indirektno ovise o dobrom stanju sliva.

Provedena analiza može se koristiti kao pomoćni alat prilikom izrade budućih programa monitoringa i kao osnova za jednu od glavnih odrednica ODV, a to je izrada i objava Plan upravljanja riječnim slivom rijeke Jadro.

6. LITERATURA

- [1] “Vodič za izradu Planova revitalizacije vodotoka u Hrvatskoj,” *Prijedlog*, 2013.
- [2] “Plan upravljanja vodnim područjima 2016. - 2021. 1,” *Nar. novine ISSN 0027-7932*, 2016.
- [3] “Strategija upravljanja vodama,” *Hrvat. sabor 2900, Narodne novine*«, br. 107/95. i 150/05.), 2008.
- [4] T. Giakoumis and N. Voulvoulis, “Progress with the WFD implementation in five European basins: Significant differences but similar problems,” no. September, 2017.
- [5] “Implementacija ODV-a u slivu rijeka Neretva – Trebišnjica U susret karakterizaciji riječnog sliva Strateške smjernice Juni 2009 Projekat : Živjeti Neretvu faza III,” 2009.
- [6] Š. Zoran, “Sustavi gospodarenja vodom, skripta,” *Sveučilište u Zadru, Zadar*, 2016.
- [7] E. Unija, *Procesi planiranja - zajednička strategija implementacije okvirne direktive o vodama*. 2000.
- [8] Vlada Republike Hrvatske, “Plan upravljanja vodnim područjima,” *Nacrt*, 2013.
- [9] *Prijelazne i priobalne vode - tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi*. 2003.
- [10] Hrvatske vode, “Program usklađenja monitoringa,” 2016.
- [11] J. Loborec, “Primjena višekriterijske analize u svrhu odabira optimalne metode procjene prirodne ranjivosti krških vodonosnika,” vol. 115, pp. 193–202, 2016.
- [12] 2007/60/EZ EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA, *Direktiva o procjeni i upravljanju rizicima od poplava*. 2007.
- [13] “Vodovod i kanalizacija, Povijesni razvoj.” [Online]. Available: <http://www.vik-split.hr/o-nama/povijesni-razvoj>.
- [14] P. Natura, “Hrvatska vodoprivreda Jadran i bioraznolikost,” 2013.
- [15] “Osnovna škola Visoka Split - Obnovljivi izvori energije - Izvor rijeke Jadro.” [Online]. Available: http://www.os-visoka-st.skole.hr/obnovljiviizvorienergije?news_id=601.
- [16] Z. S. Ekotop d.o.o., “ELABORAT ZAŠTITE OKOLIŠA ZA POSTUPAK OCJENE O POTREBI PROCJENE UTJECAJA ZAHVATA NA OKOLIŠ,” 2018.
- [17] I. Ljubenković and M. Vranješ, “ZASLANJIVANJE UŠĆA RIJEKE JADRO,” 2013.

- [18] "Jadro - Virtualni muzej grada Solina." [Online]. Available: <https://vmgs.hr/ostale-znamenitosti/jadro.html>.
- [19] O. Bonacci, "HIDROLOŠKA ANALIZA ODVOĐENJA VODE IZ KRŠKOG IZVORA RIJEKE JADRO," 2012.
- [20] D. Pollak, R. Buljan, and A. Toševski, "Inženjerskogeološke i geotehničke značajke fliša u području Kaštela," 2009.
- [21] J. Miljak, "Hidrološke značajke Kaštela," *Sveučilište u Zadru, Zadar*, 2017.
- [22] S. Kapelj, J. Kapelj, and M. Švonja, "Hidrogeološka obilježja sliva Jadra i Žrnovnice," 2011.
- [23] K. Marasović and J. Margeta, "Istraživanje antičkih vodnih zahvata na izvoru rijeke Jadro," 2017.
- [24] M. S. Storchak, "Glacial and cryogenic forms." [Online]. Available: https://studopedia.ru/19_395598_lodovikovi-i-kriogeni-formi.html.
- [25] T. A. Jadra, R. Split, and Z. Sanitarne, "Izvori šta jadra i žrnovnice split zone sanitarne zaštite," 2010.
- [26] Narodne novine, "UREDBA O KLASIFIKACIJI VODA," *Narodne novine, broj 77/98 i 137/08*.
- [27] Zavod za prostorno uređenje Splitsko-dalmatinske županije, "Prostorni plan Splitsko-dalmatinske županije," *Službeni glasnik Splitsko-dalmatinske županije*. [Online]. Available: <http://zzpu-sdz.hr/prostorni-plan-županije>.
- [28] Zavod za prostorno uređenje Splitsko-dalmatinske županije, "torni planovi Općine Klis," *Službeni vjesnik Općine Klis*, broj 4/00, 2000. [Online]. Available: <http://zzpu-sdz.hr/prostorni-plan-uređenja-grada-ili-općine?id=131>.
- [29] Zavod za prostorno uređenje Splitsko-dalmatinske županije, "Prostorni plan Grada Solina," *Službeni glasnik Grada Solina*, broj 4/06, 4/08. [Online]. Available: <http://zzpu-sdz.hr/prostorni-plan-uređenja-grada-ili-općine?id=33>.
- [30] Zavod za prostorno uređenje Splitsko-dalmatinske županije, "Prostorni plan Općine Dugopolje," *Službeni vjesnik Općine Dugopolje*, broj 6/04, 6/07, 3/14, 4/14, 2014. [Online]. Available: <http://zzpu-sdz.hr/prostorni-plan-uređenja-grada-ili-općine?id=115>.

- [31] Narodne novine, "Uredba o klasifikaciji voda," *Narodne novine, broj 107/95*. [Online]. Available: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/1998_06_77_1037.html. [Accessed: 06-Sep-2018].
- [32] Ned, "Meteorološki rekordi u 2015. godini," *Crometeo*, 2016. [Online]. Available: <https://www.crometeo.hr/meteoroloski-rekordi-u-2015-godine/>.
- [33] D. Matej, "Određivanje BPK i KPK parametara te anionskih tenzida MBAS metodom u industrijskim otpadnim vodama," 2016.
- [34] "DHMZ - Sektor za hidrologiju." [Online]. Available: <http://hidro.dhz.hr/>.
- [35] S. Russo, J. Sillmann, and E. M. Fischer, "Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades," *Environ. Res. Lett.*, vol. 10, no. 12, p. 124003, 2015.
- [36] A. De Bono, G. Giuliani, S. Kluster, and P. Peduzzi, "Impacts of summer 2003 heat wave in Europe," *Environ. Alert Bull. UNEP*, no. August, p. 4, 2004.
- [37] Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, "Inženjerska hidrologija," *Prezentacija "Hidrogram."*
- [38] R. Žugaj, Ž. Andrei, K. Pavli, and L. Fuštar, "Krivulje trajanja protoka," 2011.
- [39] Prof. dr. sc. Božo Vrdoljak, *Vjerojatnost i statistika*. 2007.
- [40] U.S. Environmental Protection Agency, "An Approach for Using Load Duration Curves in the Development of TMDLs," p. 68, 2007.
- [41] M. Kamerath, "GLRI TOTAL MAXIMUM DAILY LOAD," no. 312, 2011.
- [42] M. Kranj, "OCJENA STANJA I RIZIKA CJELINA PODZEMNIH VODA NA KRŠKOM PODRUČJU U REPUBLICI HRVATSKOJ Završno izvješće," 2009.
- [43] "Hrvatski zavod za norme - HRN ISO 31000 - Upravljanje rizikom." [Online]. Available: <https://www.hzn.hr/default.aspx?id=55>.
- [44] P. Ljiljana, Aleksić Irena, "Prostorna sistematizacija hidrografskih podataka za vodno poručje dalmatinskih slivova," 2008.

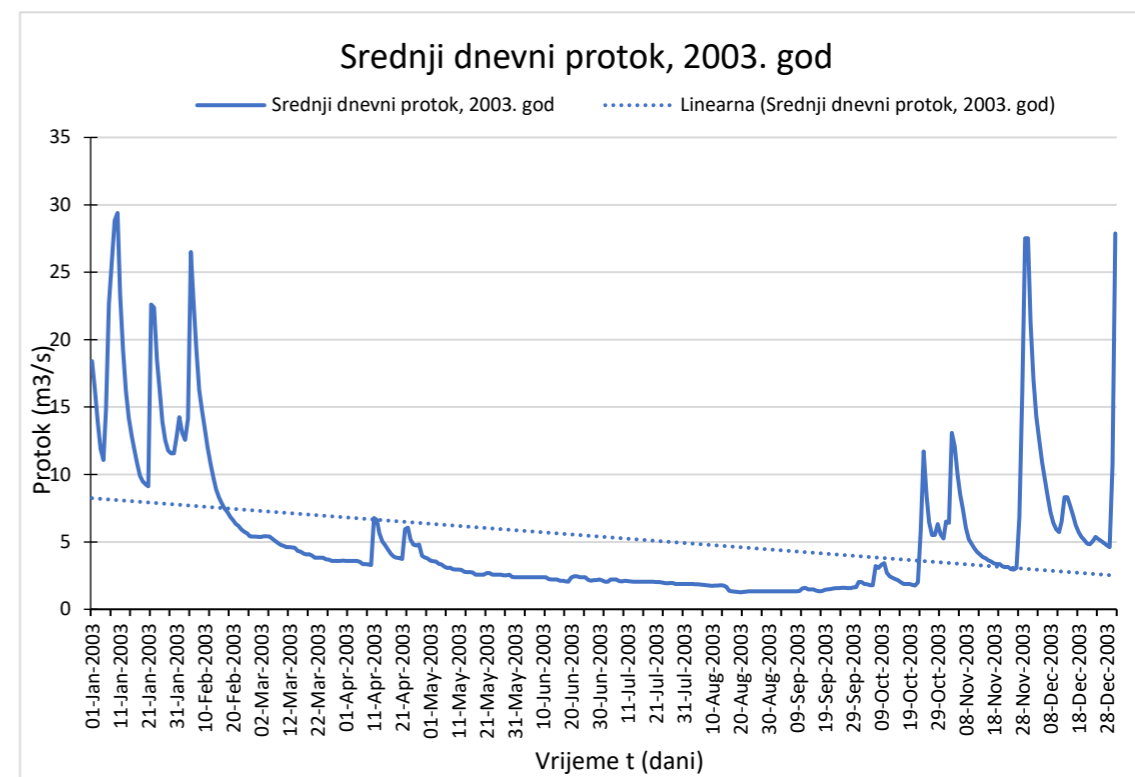
7. PRILOZI

7.1. Prilozi obrade protoka sa mjerne postaje Majdan

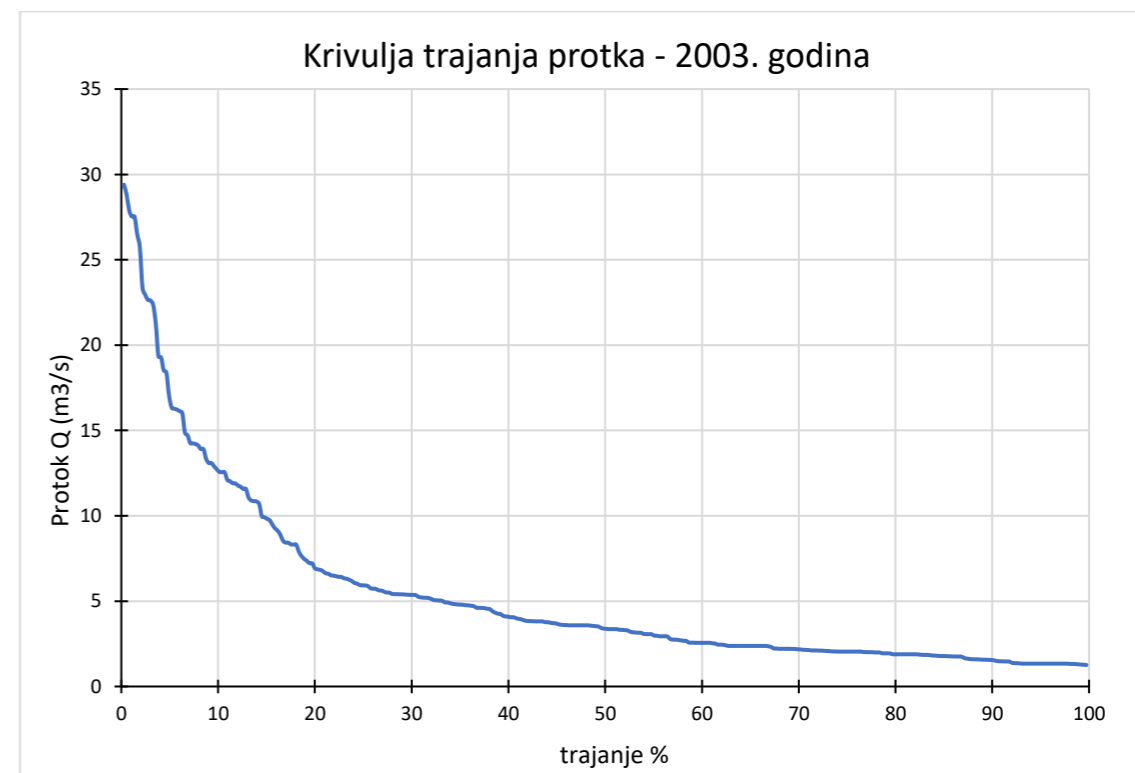
7.1.1. Obrada protoka za 2003. godinu

Tablica 14. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2003. godinu

| 2003. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 18.400 | 14.243 | 5.368 | 3.583 | 3.614 | 2.378 | 2.139 | 1.887 | 1.338 | 2.010 | 6.516 | 21.261 |
| 2 | 16.329 | 13.091 | 5.363 | 3.583 | 3.565 | 2.378 | 2.045 | 1.887 | 1.338 | 2.010 | 6.420 | 17.052 |
| 3 | 13.907 | 12.560 | 5.409 | 3.583 | 3.547 | 2.378 | 2.043 | 1.887 | 1.338 | 1.869 | 13.091 | 14.262 |
| 4 | 11.905 | 14.120 | 5.411 | 3.583 | 3.375 | 2.378 | 2.207 | 1.850 | 1.338 | 1.850 | 12.099 | 12.567 |
| 5 | 11.072 | 26.501 | 5.387 | 3.583 | 3.322 | 2.378 | 2.207 | 1.856 | 1.323 | 1.784 | 9.970 | 10.898 |
| 6 | 14.865 | 22.957 | 5.223 | 3.509 | 3.161 | 2.378 | 2.207 | 1.837 | 1.336 | 1.782 | 8.537 | 9.740 |
| 7 | 22.656 | 19.342 | 5.052 | 3.361 | 3.070 | 2.378 | 2.091 | 1.810 | 1.338 | 3.203 | 7.359 | 8.430 |
| 8 | 25.733 | 16.273 | 4.928 | 3.354 | 3.079 | 2.378 | 2.070 | 1.792 | 1.338 | 3.064 | 6.024 | 7.212 |
| 9 | 28.820 | 14.714 | 4.784 | 3.319 | 2.975 | 2.378 | 2.111 | 1.765 | 1.338 | 3.299 | 5.200 | 6.421 |
| 10 | 29.400 | 13.331 | 4.703 | 3.283 | 2.942 | 2.378 | 2.100 | 1.745 | 1.360 | 3.427 | 4.840 | 5.937 |
| 11 | 23.341 | 12.030 | 4.609 | 6.761 | 2.942 | 2.378 | 2.079 | 1.755 | 1.540 | 2.702 | 4.534 | 5.722 |
| 12 | 19.288 | 10.859 | 4.603 | 6.635 | 2.926 | 2.230 | 2.043 | 1.770 | 1.598 | 2.443 | 4.243 | 6.497 |
| 13 | 16.222 | 9.818 | 4.591 | 5.624 | 2.783 | 2.200 | 2.050 | 1.782 | 1.482 | 2.322 | 4.056 | 8.318 |
| 14 | 14.205 | 8.883 | 4.553 | 5.026 | 2.746 | 2.200 | 2.043 | 1.758 | 1.465 | 2.226 | 3.871 | 8.320 |
| 15 | 12.894 | 8.301 | 4.326 | 4.753 | 2.746 | 2.207 | 2.043 | 1.662 | 1.470 | 2.145 | 3.766 | 7.637 |
| 16 | 11.898 | 7.886 | 4.267 | 4.408 | 2.730 | 2.111 | 2.043 | 1.384 | 1.370 | 1.997 | 3.643 | 6.925 |
| 17 | 10.839 | 7.471 | 4.140 | 4.104 | 2.574 | 2.104 | 2.043 | 1.323 | 1.338 | 1.887 | 3.532 | 6.249 |
| 18 | 9.915 | 7.221 | 4.055 | 3.928 | 2.568 | 2.056 | 2.043 | 1.310 | 1.350 | 1.887 | 3.391 | 5.729 |
| 19 | 9.475 | 6.866 | 4.087 | 3.815 | 2.558 | 2.043 | 2.043 | 1.274 | 1.457 | 1.887 | 3.361 | 5.359 |
| 20 | 9.262 | 6.612 | 3.993 | 3.805 | 2.558 | 2.353 | 2.018 | 1.259 | 1.475 | 1.812 | 3.361 | 5.124 |
| 21 | 9.121 | 6.339 | 3.831 | 3.728 | 2.676 | 2.453 | 2.013 | 1.284 | 1.497 | 1.757 | 3.175 | 4.878 |
| 22 | 22.618 | 6.172 | 3.815 | 5.927 | 2.676 | 2.453 | 1.992 | 1.300 | 1.554 | 1.993 | 3.147 | 4.821 |
| 23 | 22.374 | 5.916 | 3.815 | 6.061 | 2.566 | 2.378 | 1.945 | 1.338 | 1.558 | 5.888 | 3.147 | 5.033 |
| 24 | 18.515 | 5.751 | 3.825 | 5.178 | 2.558 | 2.378 | 1.933 | 1.338 | 1.578 | 11.702 | 2.978 | 5.375 |
| 25 | 16.133 | 5.632 | 3.709 | 4.802 | 2.558 | 2.378 | 1.942 | 1.338 | 1.592 | 8.427 | 2.942 | 5.203 |
| 26 | 13.911 | 5.427 | 3.690 | 4.727 | 2.558 | 2.179 | 1.946 | 1.338 | 1.592 | 6.463 | 3.062 | 5.057 |
| 27 | 12.545 | 5.399 | 3.583 | 4.794 | 2.513 | 2.118 | 1.887 | 1.338 | 1.570 | 5.504 | 6.835 | 4.928 |
| 28 | 11.772 | 5.399 | 3.593 | 3.960 | 2.529 | 2.173 | 1.887 | 1.338 | 1.570 | 5.504 | 16.026 | 4.758 |
| 29 | 11.573 | - | 3.583 | 3.841 | 2.558 | 2.152 | 1.887 | 1.338 | 1.607 | 6.311 | 27.528 | 4.609 |
| 30 | 11.573 | - | 3.583 | 3.766 | 2.410 | 2.207 | 1.887 | 1.338 | 1.634 | 5.566 | 27.528 | 10.700 |
| 31 | 12.728 | - | 3.603 | - | 2.378 | - | - | 1.338 | - | 5.256 | - | 27.880 |
| Qmin | 9.121 | 5.399 | 3.583 | 3.283 | 2.378 | 2.043 | 1.887 | 1.259 | 1.323 | 1.757 | 2.942 | 4.609 |
| Qsred | 15.913 | 10.683 | 4.371 | 4.346 | 2.831 | 2.284 | 2.033 | 1.556 | 1.456 | 3.548 | 7.139 | 8.481 |
| Qmax | 29.400 | 26.501 | 5.411 | 6.761 | 3.614 | 2.453 | 2.207 | 1.887 | 1.634 | 11.702 | 27.528 | 27.880 |



Graf 31. Hidrogram protoka za 2003. godinu

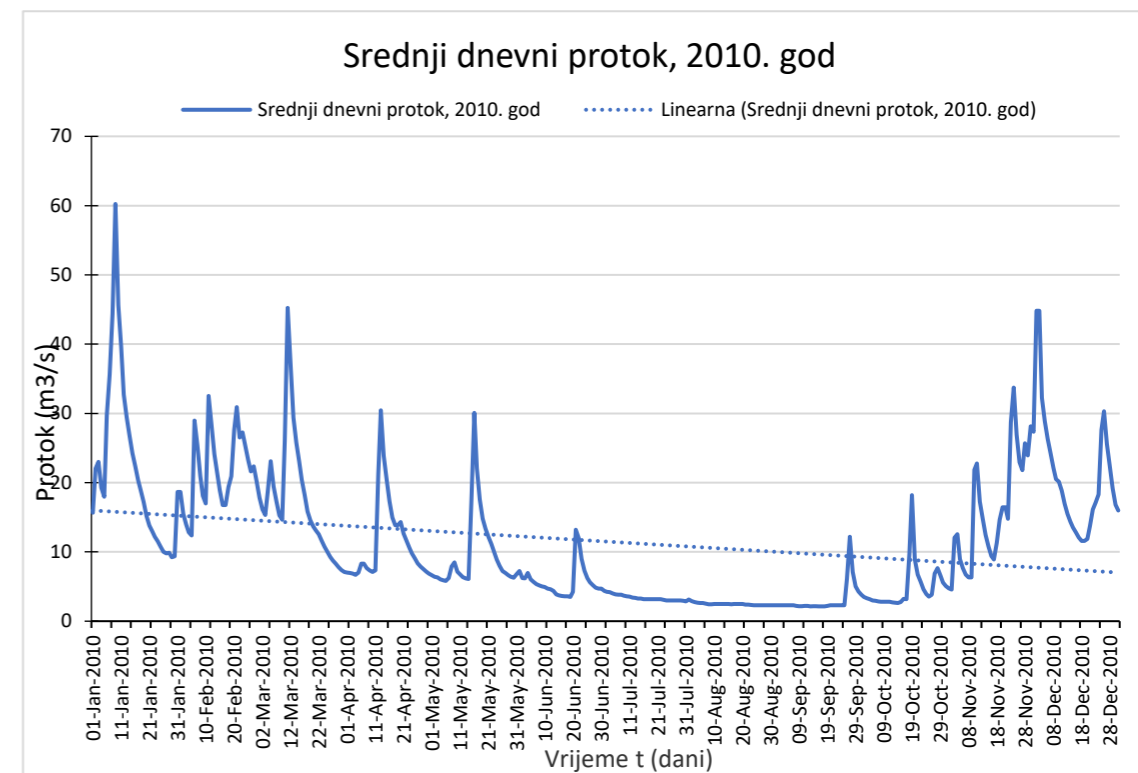


Graf 32. Krivulja trajanja protoka za 2003. godinu

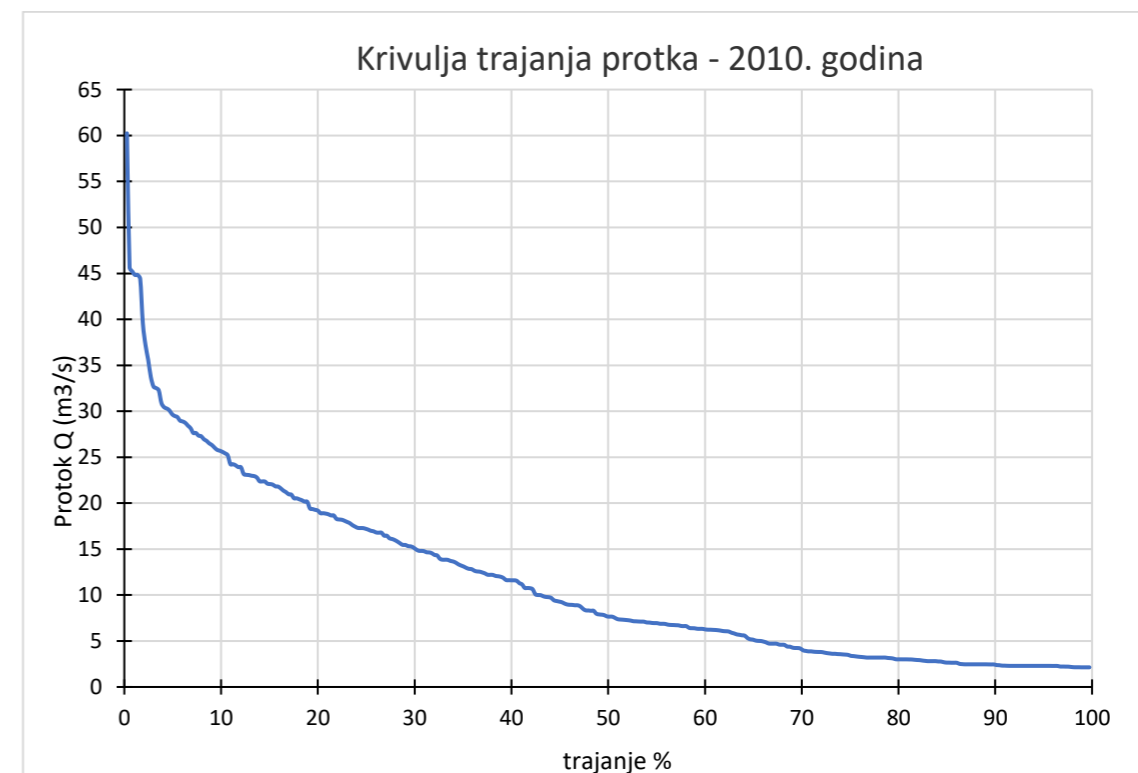
7.1.2. Obrada protoka za 2010. godinu

Tablica 15. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2010. godinu

| 2010. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|
| Dan /mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 15.635 | 18.663 | 17.832 | 7.012 | 6.621 | 7.223 | 4.395 | 3.136 | 2.285 | 3.801 | 4.734 | 27.352 |
| 2 | 22.016 | 15.459 | 16.180 | 6.950 | 6.432 | 6.215 | 4.242 | 2.920 | 2.296 | 3.491 | 4.581 | 44.832 |
| 3 | 22.983 | 13.957 | 15.327 | 6.859 | 6.338 | 6.201 | 4.184 | 2.768 | 2.305 | 3.324 | 12.049 | 44.832 |
| 4 | 19.272 | 12.851 | 18.790 | 6.708 | 6.062 | 6.969 | 3.987 | 2.655 | 2.298 | 3.155 | 12.573 | 32.270 |
| 5 | 17.960 | 12.362 | 23.085 | 7.022 | 5.906 | 6.034 | 3.875 | 2.638 | 2.298 | 3.007 | 8.942 | 28.889 |
| 6 | 29.685 | 28.985 | 19.431 | 8.291 | 5.828 | 5.678 | 3.818 | 2.630 | 2.298 | 2.962 | 7.653 | 26.335 |
| 7 | 35.612 | 25.422 | 17.291 | 8.291 | 6.232 | 5.331 | 3.809 | 2.517 | 2.298 | 2.876 | 6.742 | 24.236 |
| 8 | 44.393 | 20.967 | 15.301 | 7.653 | 7.898 | 5.158 | 3.686 | 2.452 | 2.212 | 2.811 | 6.325 | 22.119 |
| 9 | 60.240 | 18.090 | 14.642 | 7.321 | 8.505 | 5.005 | 3.580 | 2.452 | 2.182 | 2.811 | 6.325 | 20.533 |
| 10 | 45.661 | 16.996 | 26.049 | 7.123 | 7.157 | 4.945 | 3.541 | 2.465 | 2.152 | 2.811 | 21.830 | 20.149 |
| 11 | 39.575 | 32.520 | 45.217 | 7.343 | 6.722 | 4.710 | 3.390 | 2.465 | 2.225 | 2.811 | 22.785 | 18.863 |
| 12 | 32.695 | 28.430 | 37.188 | 21.197 | 6.389 | 4.611 | 3.361 | 2.465 | 2.225 | 2.699 | 17.289 | 16.941 |
| 13 | 29.489 | 24.117 | 29.371 | 30.443 | 6.171 | 4.391 | 3.289 | 2.465 | 2.138 | 2.650 | 14.822 | 15.458 |
| 14 | 26.784 | 21.365 | 25.802 | 23.905 | 6.078 | 3.877 | 3.262 | 2.465 | 2.145 | 2.638 | 12.461 | 14.366 |
| 15 | 24.246 | 18.906 | 23.059 | 20.528 | 17.456 | 3.743 | 3.200 | 2.486 | 2.145 | 2.776 | 10.784 | 13.530 |
| 16 | 22.359 | 16.788 | 20.419 | 17.316 | 30.099 | 3.652 | 3.200 | 2.458 | 2.138 | 3.235 | 9.436 | 12.821 |
| 17 | 20.316 | 16.788 | 18.225 | 14.976 | 22.077 | 3.611 | 3.200 | 2.465 | 2.138 | 3.200 | 8.889 | 12.084 |
| 18 | 18.907 | 19.359 | 15.823 | 13.850 | 17.616 | 3.611 | 3.200 | 2.465 | 2.138 | 9.697 | 11.300 | 11.604 |
| 19 | 17.216 | 20.930 | 14.552 | 13.850 | 14.806 | 3.523 | 3.200 | 2.465 | 2.216 | 18.199 | 14.656 | 11.604 |
| 20 | 15.181 | 27.636 | 13.654 | 14.311 | 13.348 | 4.237 | 3.200 | 2.465 | 2.298 | 8.889 | 16.461 | 11.858 |
| 21 | 13.831 | 30.895 | 13.103 | 12.652 | 12.196 | 13.215 | 3.200 | 2.385 | 2.298 | 6.752 | 16.461 | 13.718 |
| 22 | 12.956 | 26.512 | 12.549 | 11.621 | 11.162 | 11.989 | 3.095 | 2.369 | 2.298 | 5.721 | 14.780 | 16.102 |
| 23 | 12.213 | 27.281 | 11.629 | 10.632 | 10.097 | 8.979 | 3.015 | 2.325 | 2.292 | 4.596 | 28.740 | 17.121 |
| 24 | 11.556 | 25.207 | 10.765 | 9.771 | 8.931 | 7.294 | 3.008 | 2.298 | 2.298 | 3.928 | 33.737 | 18.293 |
| 25 | 10.748 | 23.177 | 10.003 | 9.084 | 7.978 | 6.235 | 3.006 | 2.298 | 2.298 | 3.569 | 26.958 | 27.639 |
| 26 | 9.995 | 21.609 | 9.292 | 8.337 | 7.265 | 5.621 | 3.006 | 2.298 | 6.130 | 3.837 | 22.942 | 30.300 |
| 27 | 9.796 | 22.361 | 8.766 | 7.869 | 6.945 | 5.193 | 2.990 | 2.298 | 12.206 | 6.877 | 21.805 | 25.580 |
| 28 | 9.871 | 20.164 | 8.324 | 7.529 | 6.639 | 4.858 | 2.998 | 2.298 | 7.113 | 7.682 | 25.708 | 22.390 |
| 29 | 9.221 | - | 7.819 | 7.145 | 6.397 | 4.715 | 2.936 | 2.298 | 5.018 | 6.618 | 23.918 | 19.190 |
| 30 | 9.357 | - | 7.381 | 6.879 | 6.272 | 4.715 | 2.842 | 2.319 | 4.282 | 5.586 | 28.157 | 16.810 |
| 31 | 18.663 | - | 7.105 | - | 6.784 | - | - | 2.291 | - | 5.061 | - | 15.986 |
| Qmin | 9.221 | 12.362 | 7.105 | 6.708 | 5.828 | 3.523 | 2.842 | 2.291 | 2.138 | 2.638 | 4.581 | 11.604 |
| Qsred | 22.207 | 21.707 | 17.225 | 11.416 | 9.626 | 5.718 | 3.390 | 2.477 | 3.022 | 4.776 | 15.795 | 21.091 |
| Qmax | 60.240 | 32.520 | 45.217 | 30.443 | 30.099 | 13.215 | 4.395 | 3.136 | 12.206 | 18.199 | 33.737 | 44.832 |



Graf 33. Hidrogram protoka za 2010. godinu

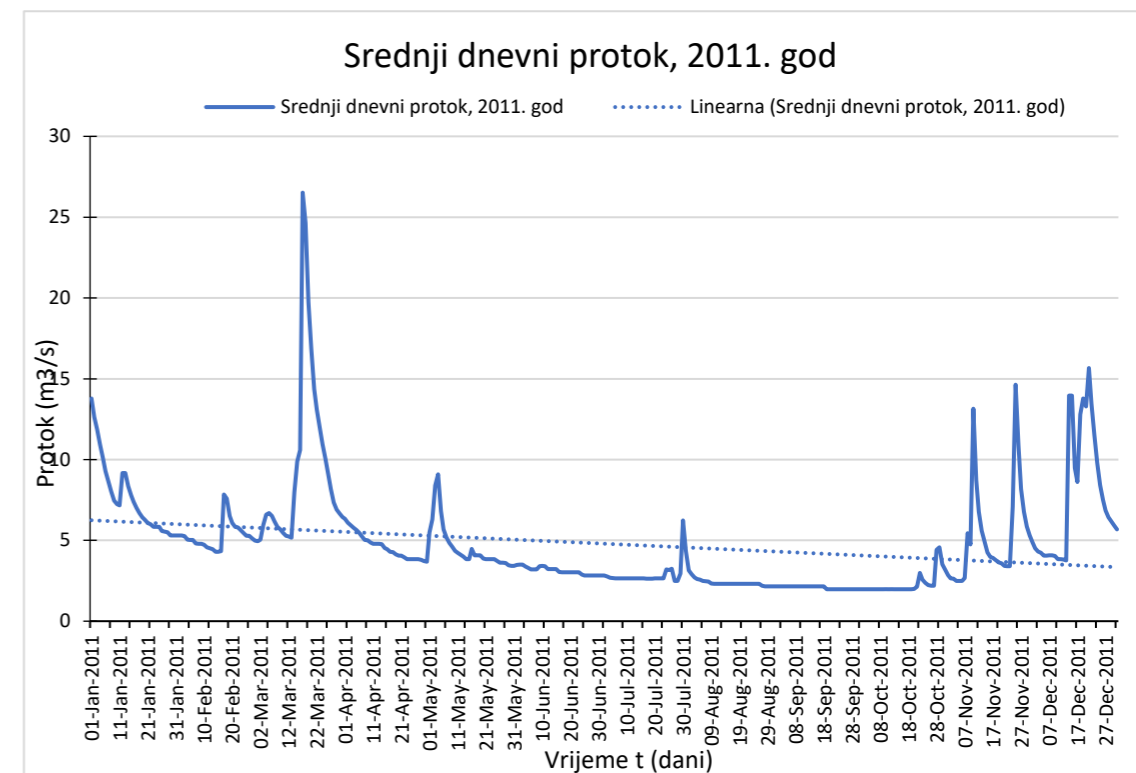


Graf 34. Krivulja trajanja protoka za 2010. godinu

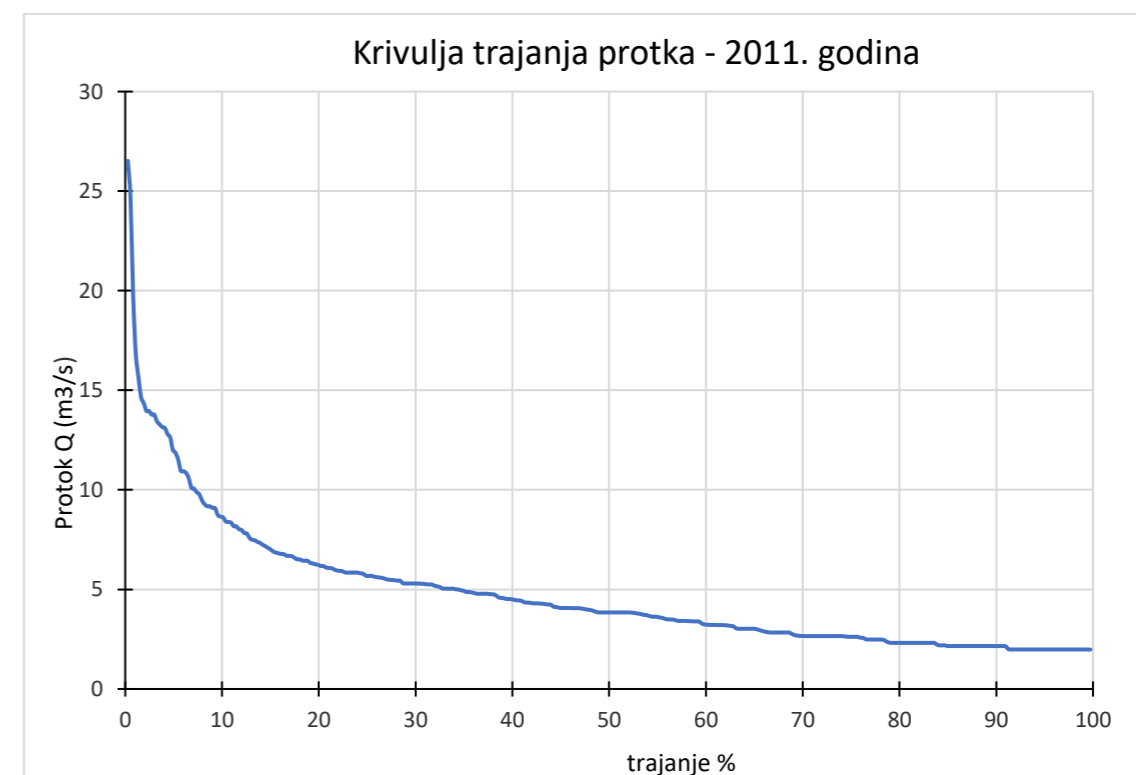
7.1.3. Obrada protoka za 2011. godinu

Tablica 16. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoke, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2011. godinu

| 2011. godina | | | | | | | | | | | | |
|----------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|
| dan/mj esec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 13.774 | 5.297 | 4.951 | 6.328 | 5.473 | 3.488 | 2.835 | 3.145 | 2.156 | 1.985 | 2.855 | 4.870 |
| 2 | 12.635 | 5.297 | 5.039 | 6.098 | 6.303 | 3.491 | 2.835 | 2.912 | 2.156 | 1.985 | 2.656 | 4.515 |
| 3 | 11.862 | 5.255 | 5.952 | 5.932 | 8.386 | 3.497 | 2.773 | 2.712 | 2.156 | 1.985 | 2.623 | 4.305 |
| 4 | 10.934 | 5.042 | 6.587 | 5.785 | 9.094 | 3.387 | 2.685 | 2.618 | 2.156 | 1.985 | 2.498 | 4.230 |
| 5 | 10.107 | 5.036 | 6.685 | 5.648 | 6.811 | 3.295 | 2.668 | 2.571 | 2.156 | 1.985 | 2.483 | 4.058 |
| 6 | 9.282 | 5.036 | 6.508 | 5.483 | 5.681 | 3.209 | 2.656 | 2.483 | 2.156 | 1.985 | 2.483 | 4.058 |
| 7 | 8.654 | 4.816 | 6.173 | 5.247 | 5.179 | 3.206 | 2.640 | 2.478 | 2.156 | 1.985 | 2.663 | 4.067 |
| 8 | 8.026 | 4.782 | 5.843 | 5.036 | 4.847 | 3.201 | 2.656 | 2.455 | 2.156 | 1.985 | 5.439 | 4.067 |
| 9 | 7.467 | 4.782 | 5.681 | 5.004 | 4.611 | 3.395 | 2.656 | 2.327 | 2.156 | 1.985 | 4.753 | 4.031 |
| 10 | 7.241 | 4.720 | 5.460 | 4.869 | 4.352 | 3.419 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.979 | 13.151 | 3.844 |
| 11 | 7.168 | 4.565 | 5.290 | 4.782 | 4.243 | 3.401 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 8.735 | 3.840 |
| 12 | 9.176 | 4.512 | 5.250 | 4.782 | 4.116 | 3.229 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.979 | 6.778 | 3.826 |
| 13 | 9.176 | 4.447 | 5.156 | 4.782 | 4.003 | 3.217 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 5.605 | 3.763 |
| 14 | 8.355 | 4.300 | 7.985 | 4.762 | 3.847 | 3.217 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 4.929 | 13.963 |
| 15 | 7.807 | 4.297 | 9.885 | 4.524 | 3.844 | 3.217 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 4.259 | 13.963 |
| 16 | 7.386 | 4.337 | 10.596 | 4.450 | 4.478 | 3.049 | 2.656 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 3.982 | 9.479 |
| 17 | 7.003 | 7.835 | 26.520 | 4.288 | 4.081 | 3.023 | 2.620 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 3.925 | 8.619 |
| 18 | 6.690 | 7.585 | 24.647 | 4.280 | 4.067 | 3.023 | 2.620 | 2.316 | 2.156 | 1.985 | 3.785 | 12.801 |
| 19 | 6.440 | 6.510 | 19.752 | 4.128 | 4.067 | 3.023 | 2.620 | 2.316 | 1.985 | 1.985 | 3.637 | 13.777 |
| 20 | 6.255 | 6.067 | 16.825 | 4.058 | 3.873 | 3.023 | 2.656 | 2.316 | 1.985 | 2.003 | 3.573 | 13.295 |
| 21 | 6.073 | 5.843 | 14.358 | 4.049 | 3.844 | 3.023 | 2.656 | 2.316 | 1.985 | 2.137 | 3.419 | 15.656 |
| 22 | 6.003 | 5.808 | 13.104 | 3.961 | 3.844 | 3.023 | 2.656 | 2.316 | 1.985 | 2.992 | 3.407 | 13.440 |
| 23 | 5.843 | 5.615 | 12.016 | 3.844 | 3.844 | 3.023 | 2.656 | 2.316 | 1.985 | 2.573 | 3.393 | 11.531 |
| 24 | 5.843 | 5.434 | 10.958 | 3.844 | 3.844 | 2.877 | 3.210 | 2.316 | 1.985 | 2.374 | 7.089 | 9.783 |
| 25 | 5.843 | 5.287 | 10.065 | 3.844 | 3.711 | 2.835 | 3.165 | 2.316 | 1.985 | 2.225 | 14.640 | 8.416 |
| 26 | 5.580 | 5.277 | 9.073 | 3.844 | 3.628 | 2.835 | 3.240 | 2.316 | 1.985 | 2.190 | 10.852 | 7.495 |
| 27 | 5.546 | 5.117 | 8.167 | 3.844 | 3.628 | 2.835 | 2.483 | 2.191 | 1.985 | 2.190 | 8.174 | 6.847 |
| 28 | 5.499 | 4.993 | 7.334 | 3.808 | 3.592 | 2.835 | 2.483 | 2.156 | 1.985 | 4.416 | 6.770 | 6.435 |
| 29 | 5.297 | - | 6.902 | 3.723 | 3.459 | 2.835 | 2.950 | 2.156 | 1.985 | 4.573 | 5.856 | 6.172 |
| 30 | 5.297 | - | 6.665 | 3.673 | 3.419 | 2.835 | 6.236 | 2.156 | 1.985 | 3.527 | 5.312 | 5.920 |
| 31 | 5.297 | - | 6.446 | - | 3.419 | - | 4.330 | 2.156 | - | 3.186 | - | 5.683 |
| Qmin | 5.297 | 4.297 | 4.951 | 3.673 | 3.419 | 2.835 | 2.483 | 2.156 | 1.985 | 1.979 | 2.483 | 3.763 |
| Qsred | 7.663 | 5.282 | 9.544 | 4.623 | 4.567 | 3.132 | 2.889 | 2.383 | 2.088 | 2.325 | 5.324 | 7.637 |
| Qmax | 13.774 | 7.835 | 26.520 | 6.328 | 9.094 | 3.497 | 6.236 | 3.145 | 2.156 | 4.573 | 14.640 | 15.656 |



Graf 35. Hidrogram protoka za 2011. godinu

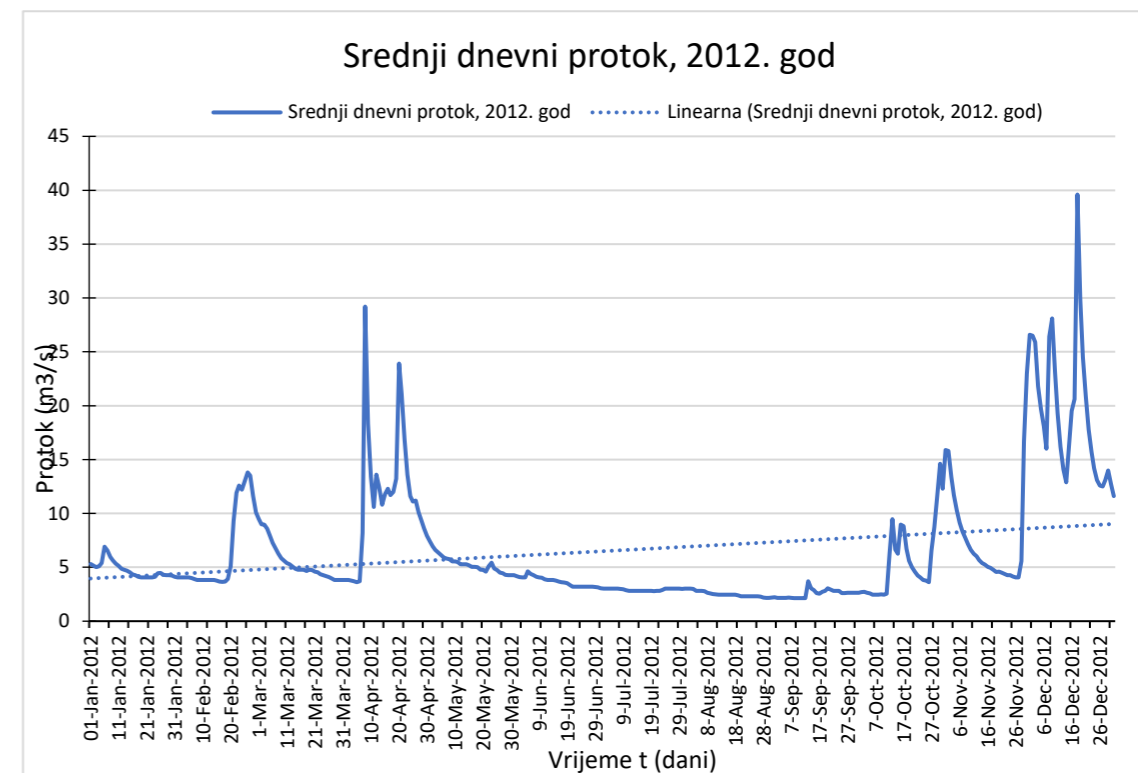


Graf 36. Krivulja trajanja protoka za 2011. godinu

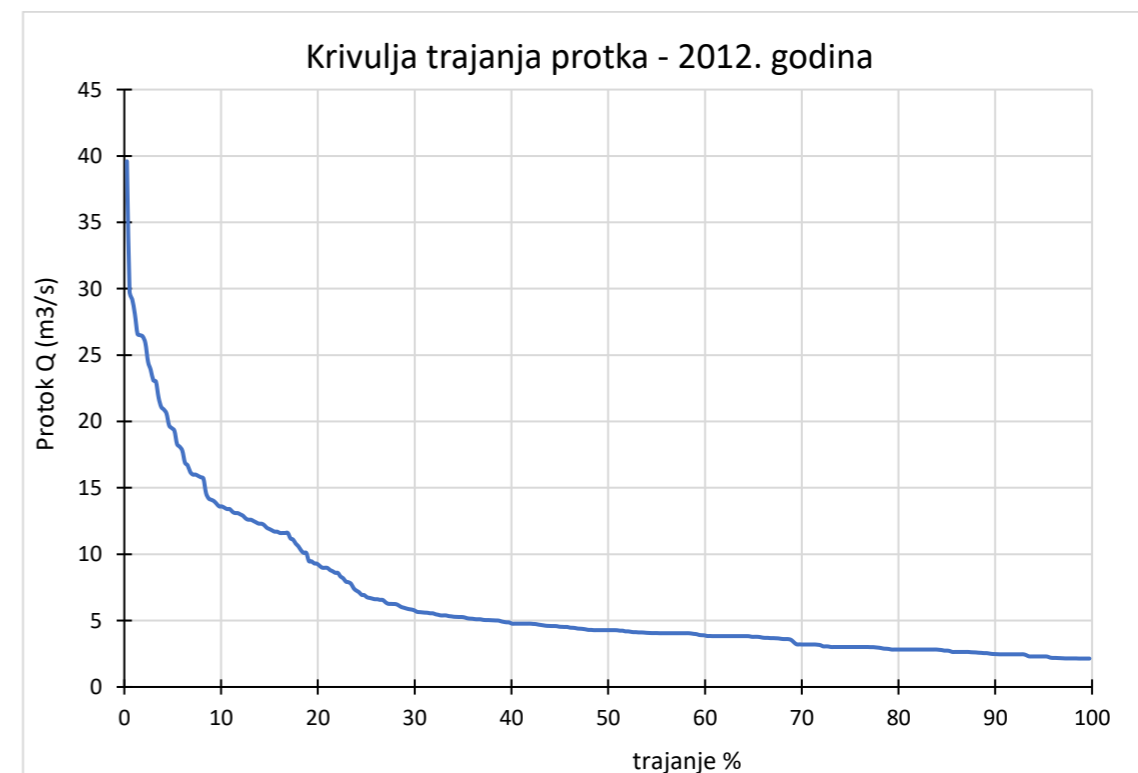
7.1.4. Obrada protoka za 2012. godinu

Tablica 17. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2012. godinu

| 2012. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|--------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studen | prosinac |
| 1 | 5.320 | 4.060 | 9.470 | 3.830 | 7.430 | 4.190 | 3.060 | 3.010 | 2.220 | 2.640 | 15.900 | 26.600 |
| 2 | 5.150 | 4.050 | 8.990 | 3.830 | 6.940 | 4.100 | 3.010 | 3.010 | 2.170 | 2.710 | 15.800 | 26.500 |
| 3 | 5.020 | 4.050 | 8.970 | 3.780 | 6.610 | 4.050 | 3.010 | 2.980 | 2.150 | 2.740 | 13.400 | 25.900 |
| 4 | 5.100 | 4.050 | 8.590 | 3.700 | 6.390 | 4.060 | 3.010 | 2.820 | 2.150 | 2.640 | 11.700 | 21.800 |
| 5 | 5.390 | 4.050 | 7.890 | 3.610 | 6.150 | 4.640 | 3.010 | 2.820 | 2.150 | 2.580 | 10.300 | 19.700 |
| 6 | 6.920 | 4.000 | 7.260 | 3.720 | 5.910 | 4.390 | 3.010 | 2.820 | 2.190 | 2.460 | 9.140 | 18.100 |
| 7 | 6.560 | 3.900 | 6.760 | 8.190 | 5.830 | 4.280 | 3.010 | 2.780 | 2.150 | 2.460 | 8.320 | 16.000 |
| 8 | 5.970 | 3.830 | 6.250 | 29.200 | 5.770 | 4.110 | 3.000 | 2.640 | 2.140 | 2.460 | 7.770 | 26.400 |
| 9 | 5.640 | 3.830 | 5.860 | 18.300 | 5.550 | 4.050 | 2.960 | 2.570 | 2.140 | 2.480 | 7.140 | 28.100 |
| 10 | 5.340 | 3.830 | 5.600 | 13.400 | 5.550 | 4.030 | 2.860 | 2.520 | 2.140 | 2.460 | 6.610 | 23.100 |
| 11 | 5.140 | 3.830 | 5.390 | 10.600 | 5.480 | 3.890 | 2.820 | 2.490 | 2.140 | 2.550 | 6.260 | 19.300 |
| 12 | 4.860 | 3.830 | 5.270 | 13.600 | 5.290 | 3.830 | 2.820 | 2.470 | 2.140 | 6.240 | 6.030 | 16.200 |
| 13 | 4.770 | 3.830 | 5.060 | 12.400 | 5.280 | 3.830 | 2.820 | 2.460 | 3.700 | 9.480 | 5.660 | 14.100 |
| 14 | 4.700 | 3.830 | 4.870 | 10.800 | 5.270 | 3.820 | 2.820 | 2.460 | 3.060 | 6.660 | 5.390 | 12.900 |
| 15 | 4.540 | 3.760 | 4.770 | 11.800 | 5.180 | 3.780 | 2.820 | 2.460 | 2.880 | 6.270 | 5.240 | 16.000 |
| 16 | 4.340 | 3.680 | 4.770 | 12.300 | 5.040 | 3.680 | 2.820 | 2.460 | 2.600 | 8.980 | 5.030 | 19.500 |
| 17 | 4.280 | 3.660 | 4.770 | 11.700 | 5.040 | 3.610 | 2.820 | 2.460 | 2.550 | 8.810 | 4.940 | 20.600 |
| 18 | 4.130 | 3.670 | 4.670 | 12.000 | 5.010 | 3.600 | 2.820 | 2.460 | 2.740 | 6.710 | 4.770 | 39.600 |
| 19 | 4.050 | 3.920 | 4.770 | 13.200 | 4.770 | 3.530 | 2.820 | 2.400 | 2.820 | 5.620 | 4.580 | 29.800 |
| 20 | 4.070 | 5.100 | 4.750 | 23.900 | 4.770 | 3.350 | 2.800 | 2.310 | 3.050 | 5.000 | 4.600 | 24.500 |
| 21 | 4.050 | 9.290 | 4.610 | 21.100 | 4.590 | 3.210 | 2.820 | 2.300 | 2.930 | 4.590 | 4.520 | 20.900 |
| 22 | 4.050 | 11.900 | 4.530 | 16.900 | 5.110 | 3.210 | 2.820 | 2.300 | 2.820 | 4.240 | 4.400 | 17.800 |
| 23 | 4.050 | 12.600 | 4.370 | 13.600 | 5.440 | 3.200 | 2.890 | 2.300 | 2.820 | 4.060 | 4.280 | 15.700 |
| 24 | 4.130 | 12.200 | 4.280 | 11.600 | 4.900 | 3.200 | 3.010 | 2.300 | 2.820 | 3.840 | 4.270 | 14.200 |
| 25 | 4.440 | 13.000 | 4.190 | 11.100 | 4.740 | 3.200 | 3.010 | 2.300 | 2.620 | 3.780 | 4.160 | 13.100 |
| 26 | 4.470 | 13.800 | 4.080 | 11.200 | 4.520 | 3.200 | 3.010 | 2.300 | 2.610 | 3.630 | 4.050 | 12.600 |
| 27 | 4.300 | 13.500 | 3.980 | 10.100 | 4.460 | 3.200 | 3.010 | 2.290 | 2.640 | 6.560 | 4.050 | 12.500 |
| 28 | 4.280 | 11.600 | 3.840 | 9.310 | 4.300 | 3.200 | 3.010 | 2.190 | 2.640 | 8.720 | 5.590 | 13.100 |
| 29 | 4.280 | 10.100 | 3.830 | 8.600 | 4.280 | 3.180 | 3.010 | 2.160 | 2.640 | 11.600 | 16.700 | 14.000 |
| 30 | 4.240 | - | 3.830 | 7.940 | 4.280 | 3.150 | 3.000 | 2.150 | 2.640 | 14.600 | 23.000 | 12.700 |
| 31 | 4.110 | - | 3.830 | - | 4.280 | - | 3.010 | 2.180 | - | 12.300 | - | 11.600 |
| Qmin | 4.050 | 3.660 | 3.830 | 3.610 | 4.280 | 3.150 | 2.800 | 2.150 | 2.140 | 2.460 | 4.050 | 11.600 |
| Qsred | 4.764 | 6.440 | 5.487 | 11.510 | 5.295 | 3.692 | 2.926 | 2.489 | 2.549 | 5.480 | 7.787 | 19.448 |
| Qmax | 6.920 | 13.800 | 9.470 | 29.200 | 7.430 | 4.640 | 3.060 | 3.010 | 3.700 | 14.600 | 23.000 | 39.600 |



Graf 37. Hidrogram protoka za 2012. godinu

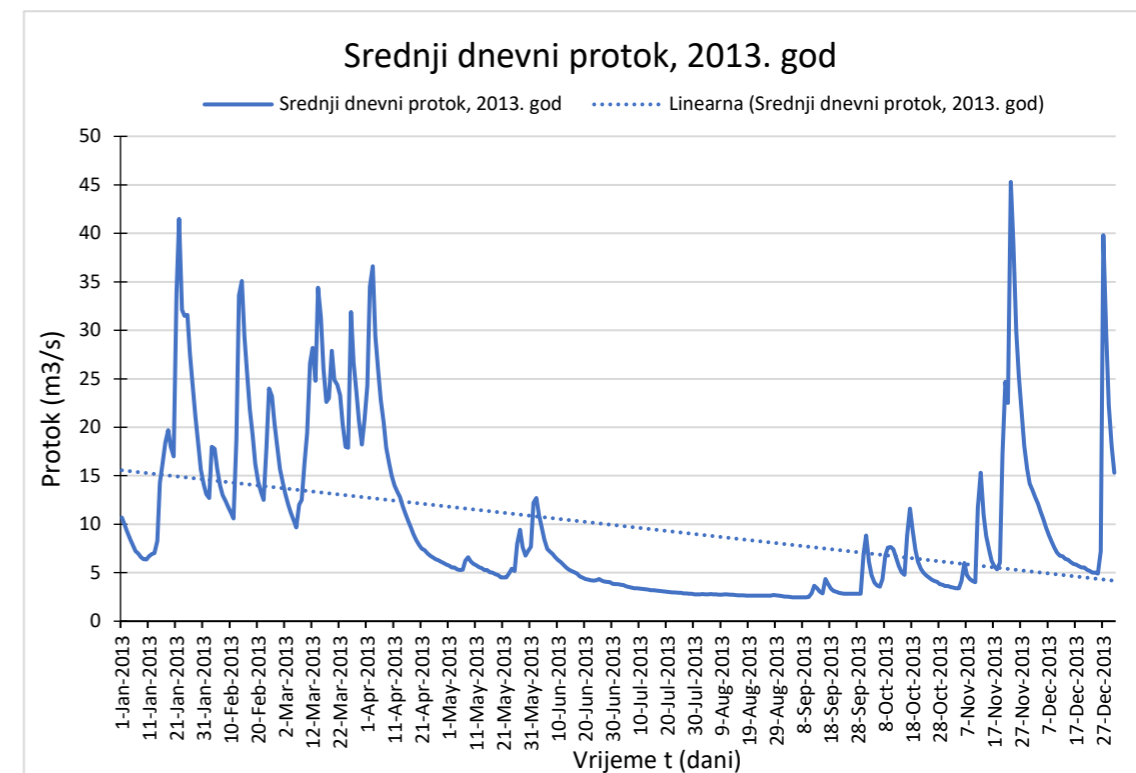


Graf 38. Krivulja trajanja protoka za 2012. godinu

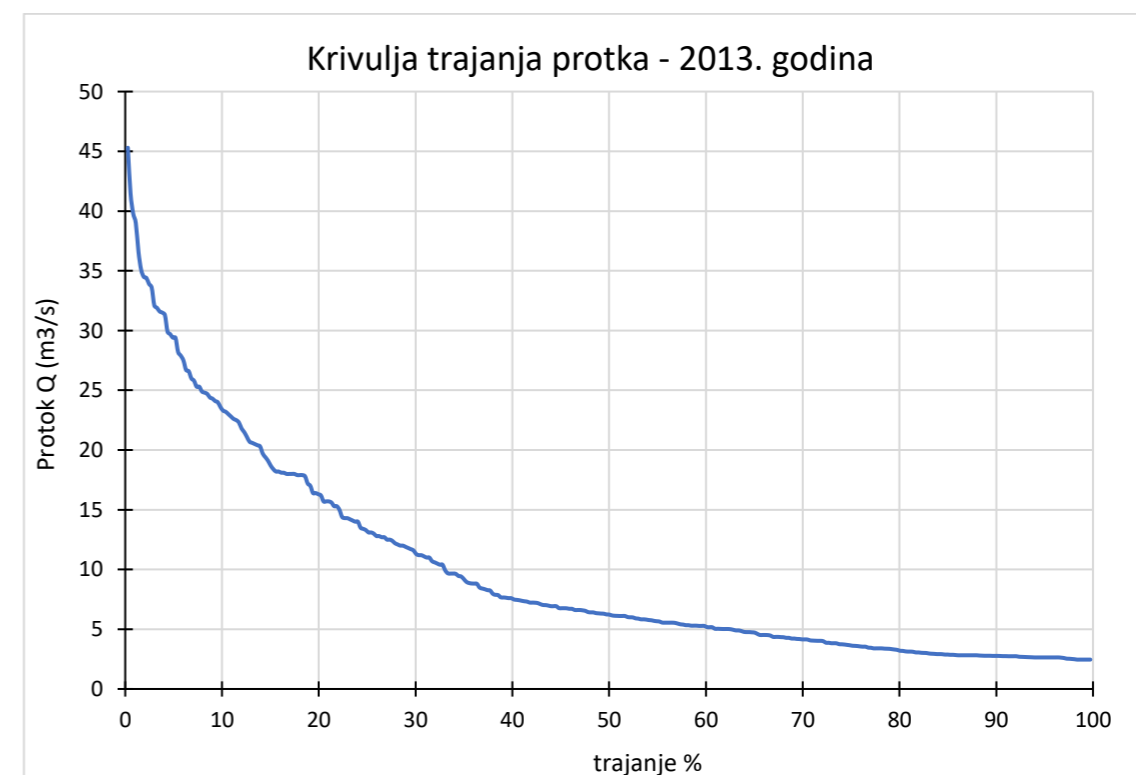
7.1.5. Obrada protoka za 2013. godinu

Tablica 18. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2013. godinu

| 2013. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 10.700 | 13.100 | 14.300 | 24.300 | 5.750 | 12.200 | 3.830 | 2.780 | 2.540 | 8.830 | 3.540 | 13.500 |
| 2 | 9.930 | 12.700 | 13.100 | 34.500 | 5.550 | 12.700 | 3.820 | 2.800 | 2.530 | 6.110 | 3.450 | 12.800 |
| 3 | 9.210 | 18.000 | 12.000 | 36.600 | 5.550 | 11.000 | 3.750 | 2.780 | 2.510 | 4.760 | 3.400 | 12.100 |
| 4 | 8.490 | 17.800 | 11.200 | 29.400 | 5.340 | 9.640 | 3.720 | 2.770 | 2.460 | 4.000 | 3.400 | 11.300 |
| 5 | 7.880 | 15.700 | 10.400 | 25.800 | 5.280 | 8.410 | 3.590 | 2.790 | 2.460 | 3.690 | 4.150 | 10.500 |
| 6 | 7.220 | 14.000 | 9.660 | 22.800 | 5.300 | 7.460 | 3.540 | 2.750 | 2.460 | 3.560 | 6.000 | 9.660 |
| 7 | 6.980 | 13.000 | 12.000 | 20.500 | 6.230 | 7.190 | 3.460 | 2.770 | 2.460 | 4.330 | 4.760 | 8.870 |
| 8 | 6.610 | 12.400 | 12.500 | 17.900 | 6.610 | 6.930 | 3.400 | 2.740 | 2.460 | 6.770 | 4.340 | 8.240 |
| 9 | 6.410 | 11.800 | 16.400 | 16.300 | 6.160 | 6.580 | 3.400 | 2.740 | 2.460 | 7.600 | 4.140 | 7.600 |
| 10 | 6.350 | 11.200 | 19.400 | 15.000 | 5.890 | 6.310 | 3.360 | 2.750 | 2.490 | 7.660 | 4.030 | 7.100 |
| 11 | 6.710 | 10.600 | 26.600 | 14.000 | 5.770 | 6.110 | 3.330 | 2.760 | 2.910 | 7.430 | 11.700 | 6.760 |
| 12 | 6.930 | 18.700 | 28.200 | 13.400 | 5.560 | 5.810 | 3.300 | 2.740 | 3.660 | 6.540 | 15.300 | 6.710 |
| 13 | 7.020 | 33.600 | 24.800 | 12.800 | 5.470 | 5.550 | 3.270 | 2.740 | 3.380 | 5.700 | 11.000 | 6.440 |
| 14 | 8.270 | 35.100 | 34.400 | 11.900 | 5.280 | 5.300 | 3.200 | 2.690 | 3.060 | 5.040 | 8.820 | 6.330 |
| 15 | 14.300 | 29.400 | 31.300 | 11.100 | 5.280 | 5.170 | 3.190 | 2.650 | 2.880 | 4.780 | 7.380 | 6.110 |
| 16 | 16.400 | 25.300 | 26.000 | 10.400 | 5.040 | 5.030 | 3.150 | 2.660 | 4.360 | 8.800 | 6.240 | 5.910 |
| 17 | 18.400 | 21.800 | 22.600 | 9.680 | 5.020 | 4.900 | 3.130 | 2.680 | 3.870 | 11.600 | 5.650 | 5.830 |
| 18 | 19.700 | 19.100 | 23.000 | 8.970 | 4.850 | 4.620 | 3.110 | 2.640 | 3.370 | 9.460 | 5.340 | 5.670 |
| 19 | 18.000 | 16.200 | 27.900 | 8.350 | 4.740 | 4.470 | 3.060 | 2.640 | 3.130 | 7.340 | 6.020 | 5.550 |
| 20 | 17.000 | 14.400 | 24.900 | 7.860 | 4.520 | 4.360 | 3.030 | 2.640 | 3.020 | 6.120 | 17.200 | 5.530 |
| 21 | 33.900 | 13.300 | 24.400 | 7.490 | 4.520 | 4.280 | 3.010 | 2.640 | 2.920 | 5.410 | 24.700 | 5.300 |
| 22 | 41.500 | 12.500 | 23.300 | 7.310 | 4.520 | 4.220 | 2.970 | 2.640 | 2.860 | 5.000 | 22.500 | 5.180 |
| 23 | 32.100 | 18.000 | 20.300 | 7.030 | 4.950 | 4.180 | 2.950 | 2.640 | 2.820 | 4.720 | 45.300 | 5.020 |
| 24 | 31.500 | 24.000 | 18.000 | 6.750 | 5.390 | 4.220 | 2.940 | 2.640 | 2.820 | 4.510 | 39.000 | 5.020 |
| 25 | 31.600 | 23.200 | 17.900 | 6.610 | 5.170 | 4.360 | 2.920 | 2.640 | 2.820 | 4.280 | 29.900 | 4.900 |
| 26 | 27.500 | 20.400 | 31.900 | 6.410 | 7.970 | 4.190 | 2.880 | 2.640 | 2.820 | 4.150 | 25.300 | 7.230 |
| 27 | 24.100 | 17.900 | 26.700 | 6.300 | 9.420 | 4.070 | 2.860 | 2.640 | 2.820 | 4.050 | 21.500 | 39.800 |
| 28 | 21.100 | 15.700 | 23.600 | 6.130 | 7.640 | 4.040 | 2.820 | 2.700 | 2.820 | 3.830 | 18.100 | 29.700 |
| 29 | 18.200 | - | 20.600 | 5.990 | 6.760 | 4.030 | 2.820 | 2.670 | 2.840 | 3.740 | 15.700 | 22.300 |
| 30 | 15.600 | - | 18.200 | 5.830 | 7.230 | 3.870 | 2.770 | 2.620 | 6.930 | 3.620 | 14.200 | 18.100 |
| 31 | 14.100 | - | 20.700 | - | 7.670 | - | 2.780 | 2.590 | - | 3.610 | - | 15.300 |
| Qmin | 6.350 | 10.600 | 9.660 | 5.830 | 4.520 | 3.870 | 2.770 | 2.590 | 2.460 | 3.560 | 3.400 | 4.900 |
| Qsred | 16.249 | 18.175 | 20.847 | 13.914 | 5.820 | 6.040 | 3.205 | 2.696 | 3.031 | 5.711 | 13.069 | 10.334 |
| Qmax | 41.500 | 35.100 | 34.400 | 36.600 | 9.420 | 12.700 | 3.830 | 2.800 | 6.930 | 11.600 | 45.300 | 39.800 |



Graf 39. Hidrogram protoka za 2013. godinu

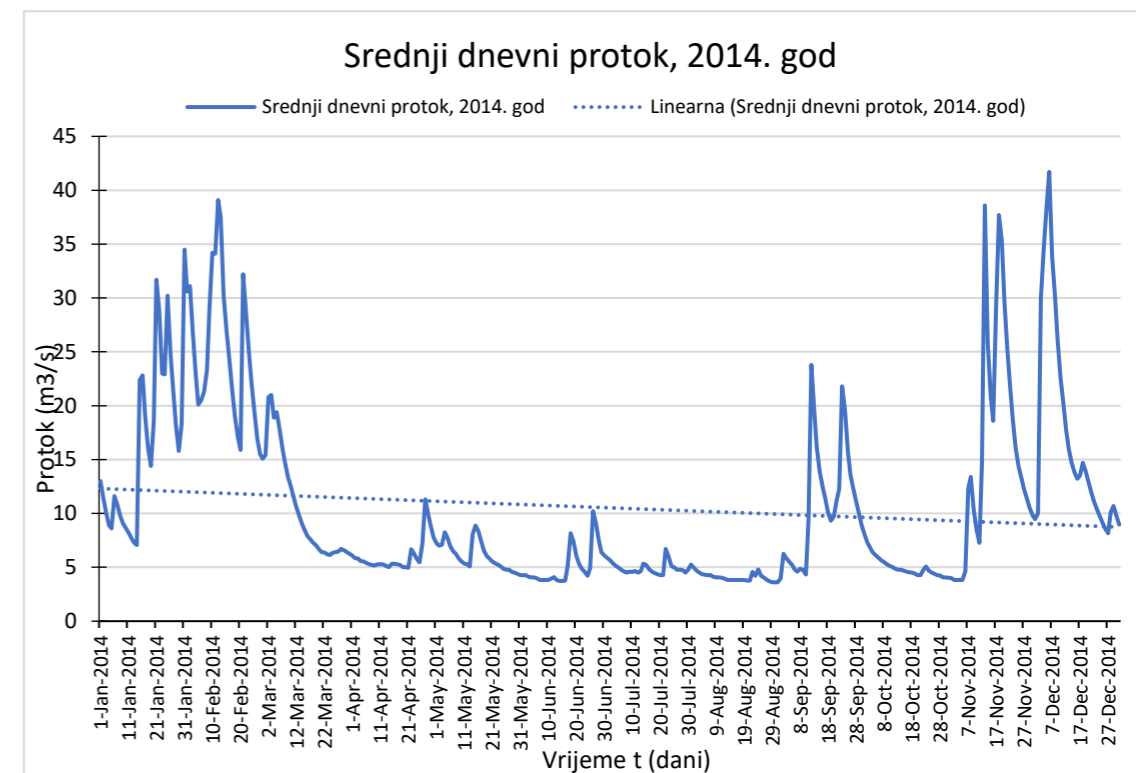


Graf 40. Krivulja trajanja protoka za 2013. godinu

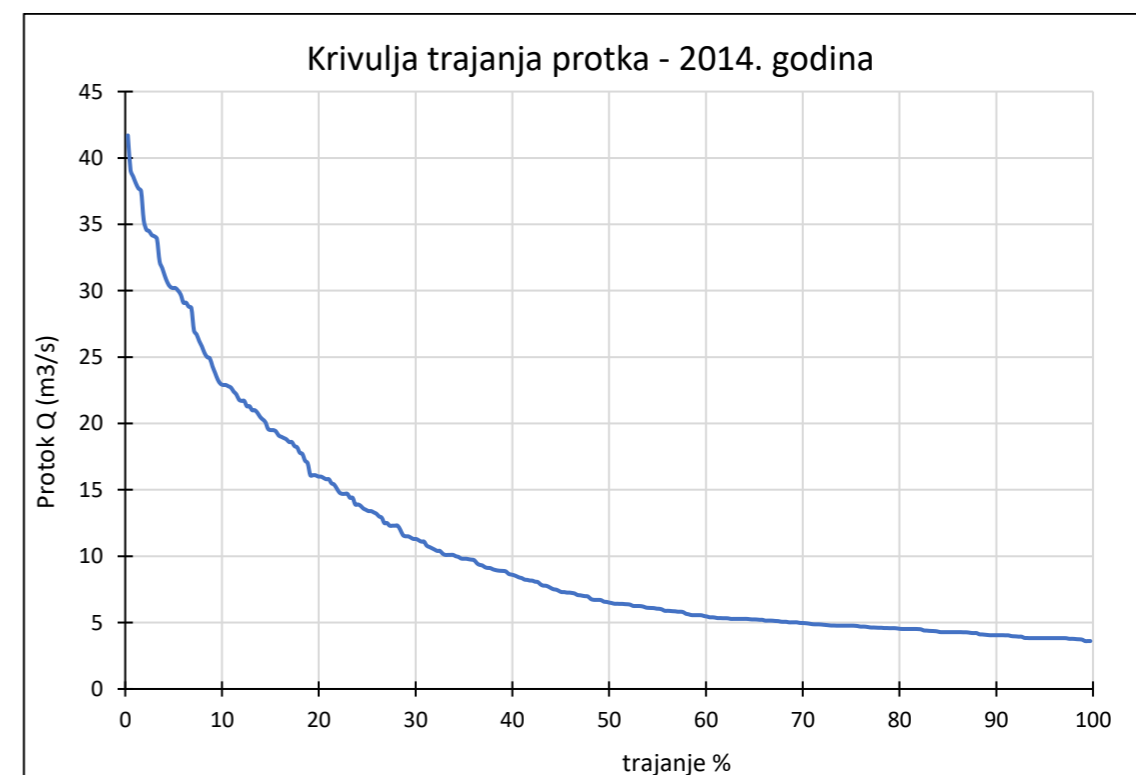
7.1.6. Obrada protoka za 2014. godinu

Tablica 19. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2014. godinu

| 2014. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|--------|----------|---------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 13.000 | 30.600 | 15.400 | 6.090 | 7.230 | 4.280 | 5.890 | 4.960 | 3.970 | 8.080 | 3.990 | 9.470 |
| 2 | 11.500 | 31.100 | 20.800 | 5.850 | 6.990 | 4.270 | 5.670 | 4.690 | 6.250 | 7.300 | 3.840 | 10.000 |
| 3 | 10.100 | 26.700 | 21.000 | 5.820 | 7.080 | 4.110 | 5.400 | 4.520 | 5.890 | 6.790 | 3.830 | 30.000 |
| 4 | 8.920 | 22.900 | 18.900 | 5.570 | 8.240 | 4.050 | 5.150 | 4.370 | 5.560 | 6.380 | 3.830 | 34.600 |
| 5 | 8.620 | 20.100 | 19.400 | 5.550 | 7.780 | 4.050 | 4.970 | 4.290 | 5.240 | 6.110 | 3.830 | 38.100 |
| 6 | 11.600 | 20.500 | 17.800 | 5.400 | 6.970 | 3.960 | 4.770 | 4.280 | 4.820 | 5.880 | 4.630 | 41.700 |
| 7 | 10.800 | 21.300 | 16.000 | 5.280 | 6.510 | 3.830 | 4.630 | 4.280 | 4.610 | 5.630 | 12.300 | 33.900 |
| 8 | 9.810 | 23.300 | 14.700 | 5.230 | 6.240 | 3.830 | 4.520 | 4.120 | 4.860 | 5.490 | 13.400 | 30.200 |
| 9 | 9.110 | 29.100 | 13.400 | 5.150 | 5.860 | 3.830 | 4.590 | 4.050 | 4.760 | 5.280 | 10.400 | 26.200 |
| 10 | 8.670 | 34.200 | 12.500 | 5.280 | 5.560 | 3.830 | 4.580 | 4.050 | 4.340 | 5.120 | 8.490 | 22.700 |
| 11 | 8.220 | 34.100 | 11.500 | 5.280 | 5.340 | 3.940 | 4.660 | 4.040 | 9.350 | 5.020 | 7.260 | 20.300 |
| 12 | 7.710 | 39.100 | 10.600 | 5.280 | 5.280 | 4.090 | 4.510 | 3.940 | 23.800 | 4.880 | 14.800 | 17.700 |
| 13 | 7.300 | 37.500 | 9.810 | 5.140 | 5.070 | 3.820 | 4.620 | 3.830 | 19.500 | 4.770 | 38.600 | 16.000 |
| 14 | 7.060 | 30.300 | 9.020 | 5.020 | 8.060 | 3.740 | 5.340 | 3.830 | 16.100 | 4.770 | 25.800 | 14.700 |
| 15 | 22.400 | 27.000 | 8.400 | 5.320 | 8.890 | 3.750 | 5.210 | 3.830 | 13.900 | 4.700 | 21.000 | 13.800 |
| 16 | 22.800 | 24.300 | 7.890 | 5.330 | 8.350 | 3.780 | 4.840 | 3.830 | 12.500 | 4.590 | 18.600 | 13.200 |
| 17 | 19.000 | 21.700 | 7.600 | 5.280 | 7.480 | 5.150 | 4.610 | 3.830 | 11.300 | 4.530 | 29.100 | 13.500 |
| 18 | 16.100 | 19.100 | 7.260 | 5.210 | 6.560 | 8.160 | 4.490 | 3.830 | 10.100 | 4.520 | 37.700 | 14.700 |
| 19 | 14.400 | 17.200 | 7.020 | 5.020 | 6.040 | 7.390 | 4.360 | 3.830 | 9.310 | 4.410 | 35.300 | 13.900 |
| 20 | 18.600 | 15.900 | 6.720 | 5.020 | 5.790 | 6.050 | 4.280 | 3.780 | 9.700 | 4.280 | 29.700 | 12.900 |
| 21 | 31.700 | 32.200 | 6.420 | 4.940 | 5.560 | 5.330 | 4.280 | 3.770 | 11.200 | 4.280 | 25.300 | 12.000 |
| 22 | 28.800 | 28.700 | 6.390 | 6.690 | 5.380 | 4.870 | 6.710 | 4.580 | 12.300 | 4.780 | 21.700 | 11.100 |
| 23 | 23.000 | 25.000 | 6.200 | 6.260 | 5.260 | 4.560 | 5.990 | 4.210 | 21.800 | 5.060 | 18.800 | 10.400 |
| 24 | 22.900 | 22.200 | 6.130 | 5.820 | 5.060 | 4.210 | 5.110 | 4.800 | 19.600 | 4.700 | 16.100 | 9.740 |
| 25 | 30.200 | 19.500 | 6.350 | 5.460 | 4.870 | 4.910 | 4.980 | 4.220 | 15.800 | 4.520 | 14.400 | 9.180 |
| 26 | 24.900 | 17.000 | 6.410 | 7.190 | 4.770 | 10.200 | 4.770 | 4.050 | 13.600 | 4.400 | 13.300 | 8.570 |
| 27 | 21.300 | 15.500 | 6.470 | 11.300 | 4.770 | 9.120 | 4.770 | 3.850 | 12.300 | 4.270 | 12.300 | 8.170 |
| 28 | 18.200 | 15.100 | 6.710 | 10.100 | 4.580 | 7.510 | 4.740 | 3.710 | 11.100 | 4.250 | 11.400 | 10.100 |
| 29 | 15.800 | - | 6.580 | 8.850 | 4.520 | 6.420 | 4.520 | 3.610 | 9.950 | 4.070 | 10.500 | 10.700 |
| 30 | 18.300 | - | 6.410 | 7.790 | 4.380 | 6.100 | 4.780 | 3.610 | 8.900 | 4.050 | 9.830 | 9.770 |
| 31 | 34.500 | - | 6.250 | - | 4.280 | - | 5.240 | 3.610 | - | 4.040 | - | 8.960 |
| Qmin | 7.060 | 15.100 | 6.130 | 4.940 | 4.280 | 3.740 | 4.280 | 3.610 | 3.970 | 4.040 | 3.830 | 8.170 |
| Qsred | 16.623 | 25.043 | 10.517 | 6.051 | 6.089 | 5.105 | 4.935 | 4.071 | 10.747 | 5.063 | 16.001 | 17.299 |
| Qmax | 34.500 | 39.100 | 21.000 | 11.300 | 8.890 | 10.200 | 6.710 | 4.960 | 23.800 | 8.080 | 38.600 | 41.700 |



Graf 41. Hidrogram protoka za 2014. godinu

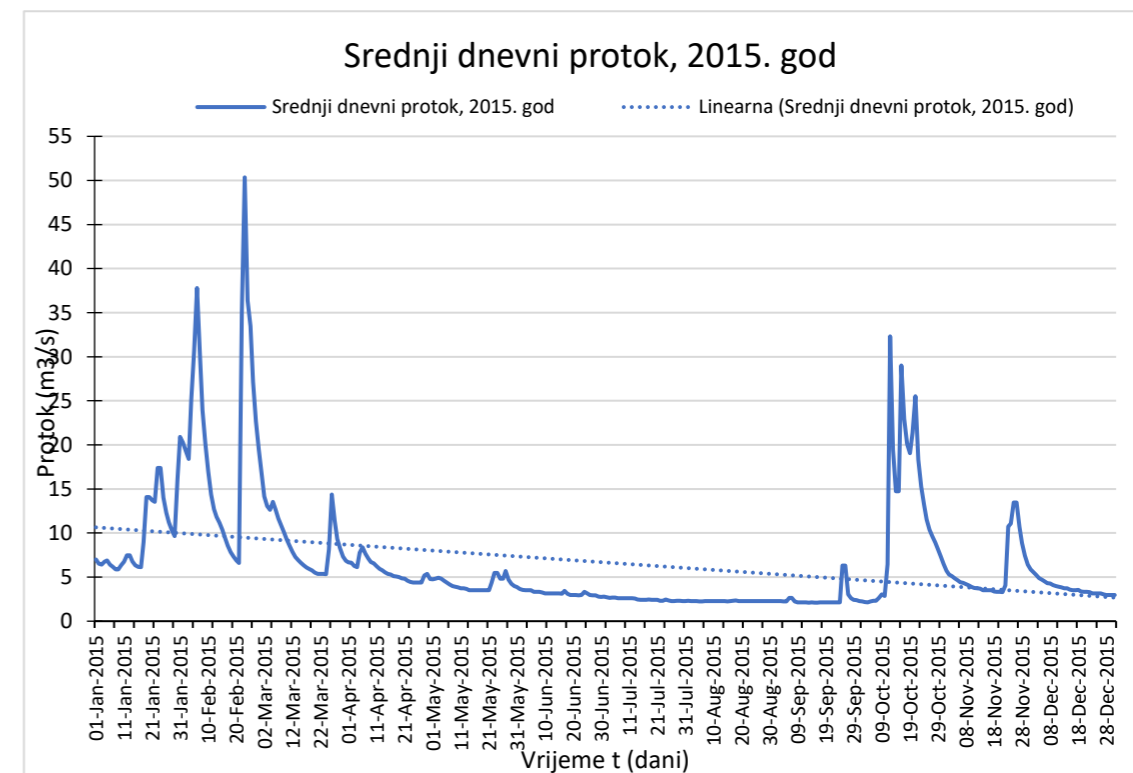


Graf 42. Krivulja trajanja protoka za 2014. godinu

7.1.7. Obrada protoka za 2015. godinu

Tablica 20. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoka, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2015. godinu

| 2015. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 7.017 | 20.242 | 16.647 | 6.674 | 4.735 | 3.672 | 2.771 | 2.298 | 2.271 | 2.283 | 5.726 | 5.874 |
| 2 | 6.530 | 19.319 | 14.149 | 6.638 | 4.813 | 3.551 | 2.720 | 2.271 | 2.262 | 2.232 | 5.298 | 5.565 |
| 3 | 6.413 | 18.391 | 13.076 | 6.283 | 4.925 | 3.526 | 2.656 | 2.271 | 2.258 | 2.160 | 5.101 | 5.244 |
| 4 | 6.734 | 25.111 | 12.619 | 6.145 | 4.806 | 3.526 | 2.692 | 2.291 | 2.258 | 2.117 | 4.851 | 4.897 |
| 5 | 6.881 | 30.732 | 13.539 | 7.759 | 4.607 | 3.510 | 2.692 | 2.258 | 2.633 | 2.240 | 4.646 | 4.700 |
| 6 | 6.433 | 37.808 | 12.715 | 8.398 | 4.376 | 3.328 | 2.598 | 2.258 | 2.643 | 2.325 | 4.430 | 4.516 |
| 7 | 6.152 | 30.313 | 11.637 | 7.658 | 4.170 | 3.325 | 2.598 | 2.275 | 2.233 | 2.332 | 4.338 | 4.328 |
| 8 | 5.873 | 23.945 | 10.843 | 7.114 | 3.980 | 3.314 | 2.592 | 2.278 | 2.117 | 2.625 | 4.213 | 4.265 |
| 9 | 5.873 | 20.158 | 10.068 | 6.724 | 3.913 | 3.272 | 2.598 | 2.271 | 2.117 | 3.044 | 4.071 | 4.105 |
| 10 | 6.348 | 16.975 | 9.306 | 6.550 | 3.856 | 3.168 | 2.598 | 2.271 | 2.117 | 2.868 | 3.886 | 3.989 |
| 11 | 6.728 | 14.365 | 8.568 | 6.235 | 3.731 | 3.136 | 2.598 | 2.291 | 2.117 | 6.462 | 3.768 | 3.913 |
| 12 | 7.483 | 12.712 | 7.881 | 5.956 | 3.731 | 3.136 | 2.572 | 2.281 | 2.111 | 32.309 | 3.721 | 3.849 |
| 13 | 7.483 | 11.834 | 7.282 | 5.777 | 3.649 | 3.136 | 2.442 | 2.267 | 2.117 | 19.461 | 3.688 | 3.740 |
| 14 | 6.773 | 11.160 | 6.929 | 5.545 | 3.526 | 3.136 | 2.432 | 2.261 | 2.104 | 14.743 | 3.526 | 3.740 |
| 15 | 6.362 | 10.367 | 6.621 | 5.378 | 3.526 | 3.136 | 2.432 | 2.252 | 2.114 | 14.743 | 3.526 | 3.569 |
| 16 | 6.161 | 9.392 | 6.335 | 5.284 | 3.526 | 3.105 | 2.432 | 2.264 | 2.117 | 29.000 | 3.526 | 3.526 |
| 17 | 6.122 | 8.545 | 6.083 | 5.113 | 3.526 | 3.447 | 2.467 | 2.327 | 2.117 | 22.935 | 3.526 | 3.526 |
| 18 | 8.977 | 7.849 | 5.896 | 5.077 | 3.526 | 3.123 | 2.432 | 2.338 | 2.117 | 20.100 | 3.354 | 3.535 |
| 19 | 14.079 | 7.341 | 5.769 | 5.016 | 3.526 | 2.969 | 2.432 | 2.271 | 2.117 | 19.049 | 3.328 | 3.354 |
| 20 | 14.079 | 6.888 | 5.523 | 4.854 | 3.526 | 2.951 | 2.432 | 2.271 | 2.117 | 21.373 | 3.328 | 3.328 |
| 21 | 13.733 | 6.591 | 5.362 | 4.824 | 3.510 | 2.966 | 2.320 | 2.271 | 2.117 | 25.520 | 3.312 | 3.322 |
| 22 | 13.539 | 35.141 | 5.350 | 4.600 | 4.355 | 2.936 | 2.305 | 2.271 | 2.117 | 18.339 | 4.074 | 3.280 |
| 23 | 17.386 | 50.350 | 5.350 | 4.473 | 5.460 | 2.966 | 2.477 | 2.271 | 2.117 | 15.295 | 10.726 | 3.136 |
| 24 | 17.386 | 36.373 | 5.318 | 4.385 | 5.460 | 3.322 | 2.345 | 2.271 | 6.311 | 13.204 | 11.079 | 3.136 |
| 25 | 14.022 | 33.474 | 8.126 | 4.385 | 4.818 | 3.159 | 2.271 | 2.271 | 6.311 | 11.547 | 13.471 | 3.136 |
| 26 | 12.300 | 27.166 | 14.382 | 4.385 | 4.818 | 2.983 | 2.271 | 2.265 | 3.052 | 10.367 | 13.471 | 3.136 |
| 27 | 11.197 | 22.666 | 11.389 | 4.385 | 5.708 | 2.936 | 2.298 | 2.271 | 2.612 | 9.615 | 10.713 | 3.023 |
| 28 | 10.326 | 19.467 | 9.326 | 5.172 | 4.699 | 2.921 | 2.298 | 2.271 | 2.432 | 8.912 | 8.839 | 2.977 |
| 29 | 9.655 | - | 8.249 | 5.373 | 4.242 | 2.782 | 2.291 | 2.271 | 2.397 | 8.194 | 7.433 | 2.951 |
| 30 | 16.098 | - | 7.344 | 4.787 | 4.001 | 2.764 | 2.291 | 2.271 | 2.283 | 7.356 | 6.407 | 2.951 |
| 31 | 20.918 | - | 6.848 | - | 3.862 | - | 2.298 | 2.271 | - | 6.486 | - | 2.951 |
| Qmin | 5.873 | 6.591 | 5.318 | 4.385 | 3.510 | 2.764 | 2.271 | 2.252 | 2.104 | 2.117 | 3.312 | 2.951 |
| Qsred | 9.841 | 20.524 | 8.985 | 5.698 | 4.223 | 3.173 | 2.473 | 2.275 | 2.527 | 11.588 | 5.712 | 3.792 |
| Qmax | 20.918 | 50.350 | 16.647 | 8.398 | 5.708 | 3.672 | 2.771 | 2.338 | 6.311 | 32.309 | 13.471 | 5.874 |



Graf 43. Hidrogram protoka za 2015. godinu

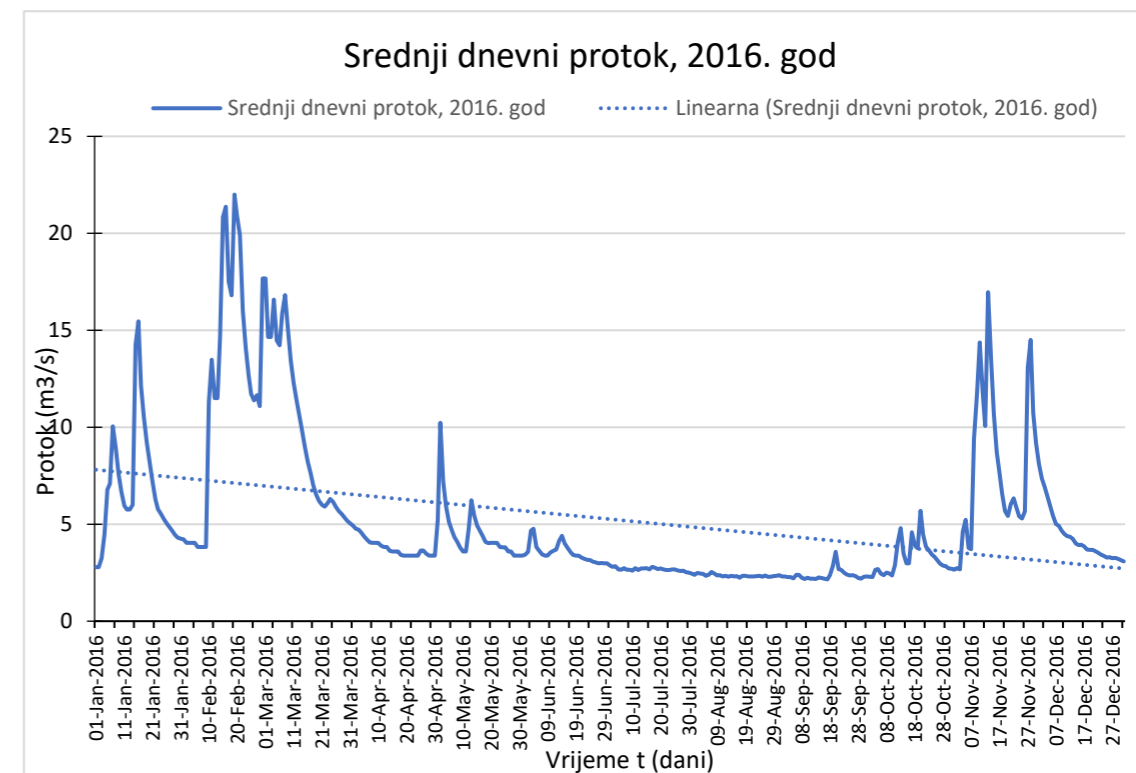


Graf 44. Krivulja trajanja protoka za 2015. godinu

7.1.8. Obrada protoka za 2016. godinu

Tablica 21. Tablični prikaz srednjih dnevnih protoke, te min., sred. i max. mjesečnih protoka za 2016. godinu

| 2016. godina | | | | | | | | | | | | |
|--------------|----------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|---------|-------|----------|---------|----------|
| Dan / mjesec | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj | lipanj | srpanj | kolovoz | rujan | listopad | studeni | prosinac |
| 1 | 2.781 | 4.218 | 17.667 | 4.938 | 5.234 | 3.424 | 2.868 | 2.389 | 2.307 | 2.307 | 2.661 | 8.098 |
| 2 | 2.781 | 4.036 | 14.662 | 4.772 | 10.223 | 3.584 | 2.805 | 2.489 | 2.315 | 2.293 | 2.734 | 7.351 |
| 3 | 3.243 | 4.036 | 14.662 | 4.710 | 7.191 | 4.665 | 2.830 | 2.458 | 2.269 | 2.270 | 2.662 | 6.905 |
| 4 | 4.480 | 4.036 | 16.590 | 4.567 | 5.907 | 4.774 | 2.677 | 2.436 | 2.269 | 2.659 | 4.624 | 6.397 |
| 5 | 6.781 | 4.045 | 14.480 | 4.368 | 5.106 | 3.819 | 2.661 | 2.344 | 2.203 | 2.687 | 5.225 | 5.932 |
| 6 | 7.094 | 3.821 | 14.231 | 4.197 | 4.683 | 3.626 | 2.742 | 2.390 | 2.390 | 2.450 | 3.780 | 5.423 |
| 7 | 10.056 | 3.821 | 15.865 | 4.058 | 4.337 | 3.445 | 2.653 | 2.536 | 2.390 | 2.374 | 3.703 | 5.016 |
| 8 | 8.961 | 3.821 | 16.818 | 4.045 | 4.082 | 3.388 | 2.653 | 2.460 | 2.241 | 2.504 | 9.398 | 4.919 |
| 9 | 7.591 | 3.821 | 15.043 | 4.045 | 3.785 | 3.388 | 2.605 | 2.352 | 2.174 | 2.462 | 11.617 | 4.674 |
| 10 | 6.646 | 11.319 | 13.423 | 4.045 | 3.593 | 3.538 | 2.742 | 2.376 | 2.240 | 2.361 | 14.372 | 4.502 |
| 11 | 5.958 | 13.490 | 12.267 | 3.888 | 3.593 | 3.632 | 2.645 | 2.299 | 2.188 | 2.881 | 11.839 | 4.384 |
| 12 | 5.760 | 11.494 | 11.380 | 3.821 | 4.813 | 3.692 | 2.718 | 2.345 | 2.195 | 4.077 | 10.060 | 4.356 |
| 13 | 5.760 | 11.494 | 10.652 | 3.821 | 6.231 | 4.143 | 2.718 | 2.292 | 2.174 | 4.801 | 16.962 | 4.234 |
| 14 | 6.006 | 14.674 | 9.842 | 3.631 | 5.441 | 4.411 | 2.734 | 2.345 | 2.254 | 3.481 | 13.634 | 4.010 |
| 15 | 14.240 | 20.838 | 8.969 | 3.602 | 4.930 | 4.026 | 2.669 | 2.314 | 2.222 | 2.987 | 10.698 | 3.924 |
| 16 | 15.470 | 21.372 | 8.218 | 3.602 | 4.646 | 3.793 | 2.799 | 2.322 | 2.186 | 2.987 | 8.728 | 3.942 |
| 17 | 12.140 | 17.487 | 7.630 | 3.602 | 4.374 | 3.582 | 2.745 | 2.246 | 2.152 | 4.582 | 7.603 | 3.852 |
| 18 | 10.514 | 16.807 | 7.009 | 3.408 | 4.096 | 3.412 | 2.694 | 2.335 | 2.377 | 3.903 | 6.564 | 3.686 |
| 19 | 9.227 | 22.000 | 6.528 | 3.388 | 4.026 | 3.388 | 2.719 | 2.345 | 2.837 | 3.757 | 5.682 | 3.675 |
| 20 | 8.193 | 20.895 | 6.206 | 3.388 | 4.045 | 3.388 | 2.678 | 2.299 | 3.571 | 5.697 | 5.427 | 3.675 |
| 21 | 7.196 | 19.906 | 6.007 | 3.388 | 4.045 | 3.280 | 2.629 | 2.307 | 2.693 | 4.466 | 6.040 | 3.605 |
| 22 | 6.282 | 16.027 | 5.904 | 3.388 | 4.045 | 3.217 | 2.629 | 2.307 | 2.637 | 3.842 | 6.330 | 3.526 |
| 23 | 5.781 | 14.120 | 6.082 | 3.388 | 3.821 | 3.173 | 2.671 | 2.328 | 2.487 | 3.652 | 5.884 | 3.436 |
| 24 | 5.544 | 12.712 | 6.295 | 3.388 | 3.815 | 3.144 | 2.678 | 2.337 | 2.406 | 3.447 | 5.415 | 3.359 |
| 25 | 5.278 | 11.712 | 6.154 | 3.649 | 3.803 | 3.074 | 2.629 | 2.291 | 2.352 | 3.316 | 5.288 | 3.276 |
| 26 | 5.050 | 11.394 | 5.889 | 3.645 | 3.602 | 3.030 | 2.591 | 2.353 | 2.375 | 3.129 | 5.660 | 3.293 |
| 27 | 4.853 | 11.657 | 5.681 | 3.479 | 3.602 | 2.978 | 2.606 | 2.294 | 2.318 | 2.973 | 13.072 | 3.250 |
| 28 | 4.658 | 11.091 | 5.519 | 3.388 | 3.388 | 2.995 | 2.517 | 2.291 | 2.216 | 2.873 | 14.513 | 3.258 |
| 29 | 4.452 | 17.667 | 5.356 | 3.388 | 3.388 | 2.978 | 2.501 | 2.331 | 2.190 | 2.840 | 10.739 | 3.215 |
| 30 | 4.302 | - | 5.178 | 3.388 | 3.388 | 2.986 | 2.450 | 2.348 | 2.292 | 2.727 | 9.160 | 3.144 |
| 31 | 4.252 | - | 5.049 | - | 3.388 | - | - | 2.375 | - | 2.709 | - | 3.087 |
| Min | 2.781 | 3.821 | 5.049 | 3.388 | 3.388 | 2.978 | 2.450 | 2.246 | 2.152 | 2.270 | 2.661 | 3.087 |
| Sred | 6.817 | 11.856 | 9.847 | 3.813 | 4.536 | 3.532 | 2.675 | 2.353 | 2.364 | 3.210 | 8.002 | 4.368 |
| Max | 15.470 | 22.000 | 17.667 | 4.938 | 10.223 | 4.774 | 2.868 | 2.536 | 3.571 | 5.697 | 16.962 | 8.098 |



Graf 45. Hidrogram protoka za 2016. godinu

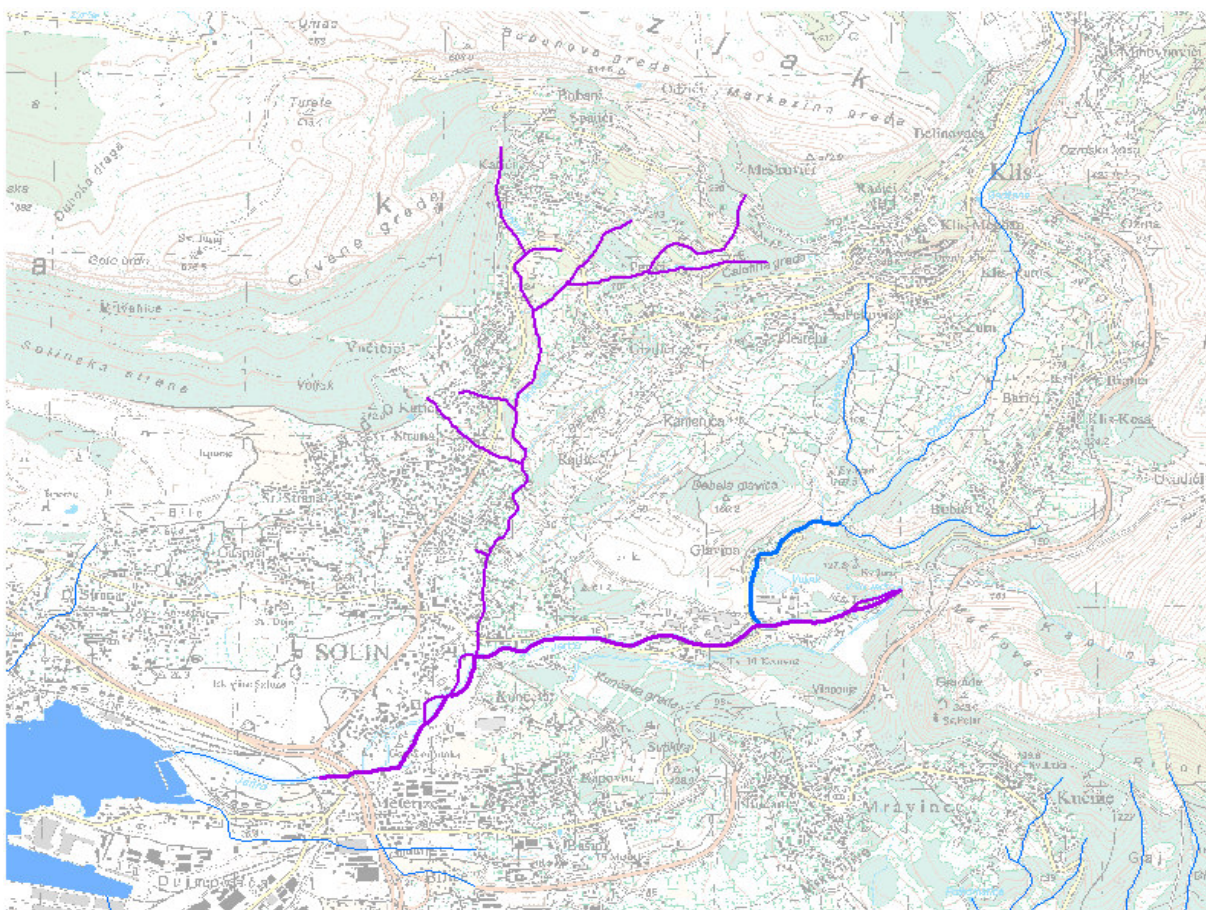


Graf 46. Krivulja trajanja protoka za 2016. godinu

7.2. Vodna tijela rijeke Jadro i njihova stanja

7.2.1. Vodno tijelo JKRN0067_001, Jadro

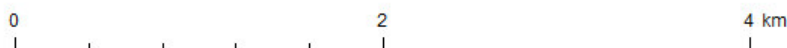
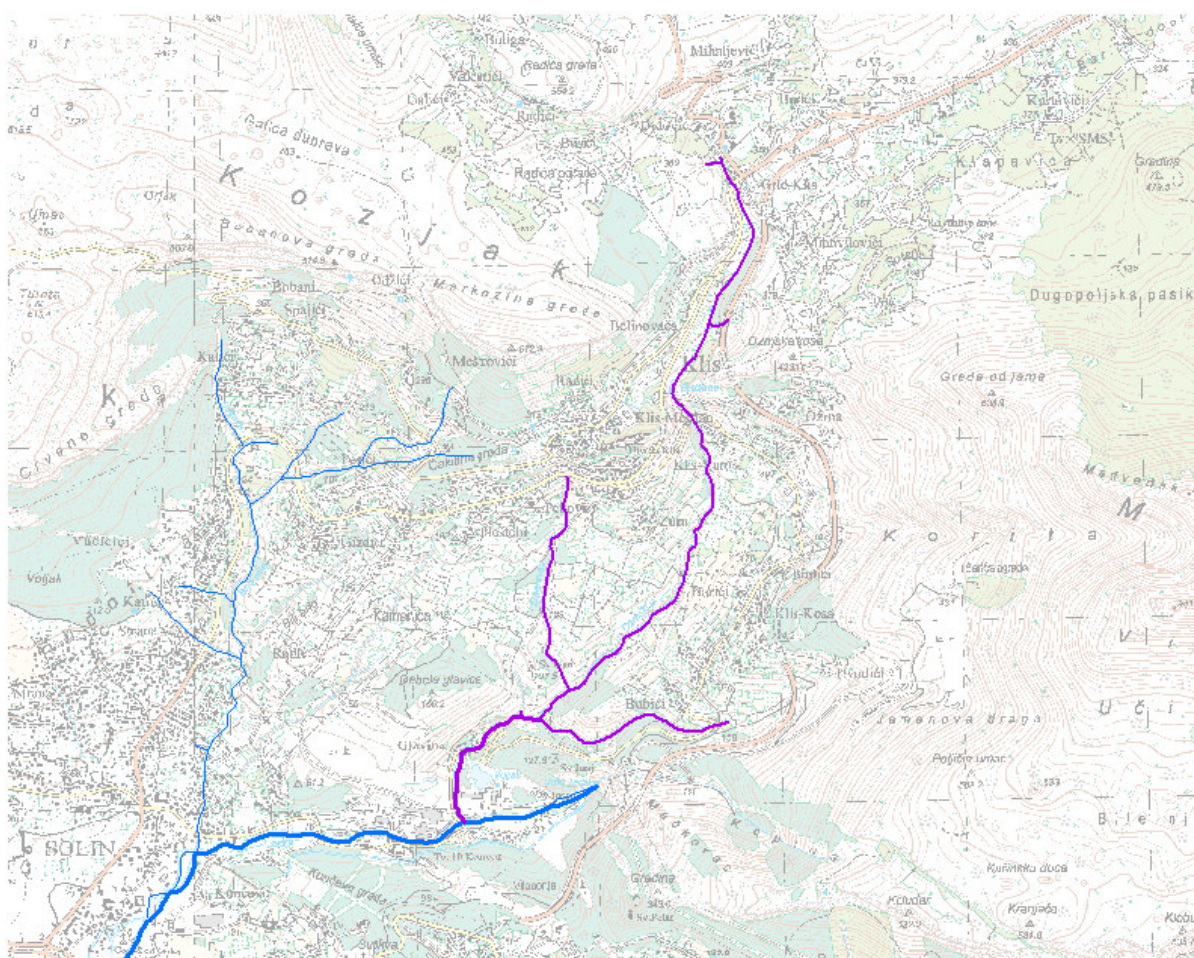
| OPĆI PODACI VODNOG TIJELA JKRN0067_001 | |
|--|---|
| Šifra vodnog tijela: | JKRN0067_001 |
| Naziv vodnog tijela | Jadro |
| Kategorija vodnog tijela | Tekućica / River |
| Ekotip | Nizinske tekućice kratkih tokova s padom >5‰ (14) |
| Dužina vodnog tijela | 3.5 km + 7.71 km |
| Izmjenjenost | Prirodno (natural) |
| Vodno područje: | Jadransko |
| Podsliv: | Kopno |
| Ekoregija: | Dinaridska |
| Države | Nacionalno (HR) |
| Obaveza izvješćivanja | EU |
| Tijela podzemne vode | JKGI-11 |
| Zaštićena područja | HR53010037, HR2000931, HR378031*, HR81101*, HRCM_41031018*, HROT_71005000* (* - dio vodnog tijela) |
| Mjerne postaje kakvoće | 40121 (izvorište, Jadro) |



| STANJE VODNOG TIJELA JKRN0067_001 | | | | | |
|---|--|--|--|--|---|
| PARAMETAR | UREDBA NN 73/2013* | ANALIZA OPTEREĆENJA I UTJECAJA | | | |
| | | STANJE | 2021. | NAKON 2021. | POSTIZANJE CILJEVA OKOLIŠA |
| Stanje, konačno Ekolosko stanje Kemijsko stanje | dobro dobro dobro stanje | vrlo loše vrlo loše dobro stanje | vrlo loše vrlo loše dobro stanje | vrlo loše vrlo loše dobro stanje | ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve postiže ciljeve |
| Ekolosko stanje Biološki elementi kakvoće Fizikalno kemijski pokazatelji Specifične onečišćujuće tvari Hidromorfološki elementi | dobro dobro dobro vrlo dobro dobro | vrlo loše dobro dobro vrlo dobro vrlo loše | vrlo loše nema ocjene dobro vrlo dobro vrlo loše | vrlo loše nema ocjene dobro vrlo dobro vrlo loše | ne postiže ciljeve nema procjene procjena nije pouzdana postiže ciljeve ne postiže ciljeve |
| Biološki elementi kakvoće Fitobentos Makrozoobentos | dobro dobro dobro | dobro dobro dobro | nema ocjene nema ocjene nema ocjene | nema ocjene nema ocjene nema ocjene | nema procjene nema procjene nema procjene |
| Fizikalno kemijski pokazatelji BPK5 Ukupni dušik Ukupni fosfor | dobro vrlo dobro vrlo dobro dobro | dobro vrlo dobro vrlo dobro dobro | dobro vrlo dobro vrlo dobro dobro | dobro vrlo dobro vrlo dobro dobro | procjena nije pouzdana postiže ciljeve postiže ciljeve procjena nije pouzdana |
| Specifične onečišćujuće tvari arsen bakar cink krom fluoridi adsorbilni organski halogeni (AOX) poliklorirani bifenili (PCB) | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve |
| Hidromorfološki elementi Hidrološki režim Kontinuitet toka Morfološki uvjeti Indeks korištenja (ikv) | dobro vrlo loše vrlo loše vrlo loše dobro | vrlo loše vrlo loše vrlo loše vrlo loše dobro | vrlo loše vrlo loše vrlo loše vrlo loše dobro | vrlo loše vrlo loše vrlo loše vrlo loše dobro | ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve procjena nije pouzdana |
| Kemijsko stanje Klorfenvinfos Klorpirifos (klorpirifos-etil) Diuron Izoproturon | dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje | dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje | dobro stanje nema ocjene nema ocjene nema ocjene nema ocjene | dobro stanje nema ocjene nema ocjene nema ocjene nema ocjene | postiže ciljeve nema procjene nema procjene nema procjene nema procjene |
| <p>NAPOMENA:</p> <p>NEMA OCJENE: Fitoplankton, Makrofiti, Ribe, pH, KPK-Mn, Amonij, Nitrati, Ortofosfati, Pentabromdifenileter, C10-13 Kloroalkani, Tributilkositrovi spojevi, Trifluralin</p> <p>DOBRO STANJE: Alaklor, Antracen, Atrazin, Benzen, Kadmijski spojevi, Tetraklorugljik, Ciklodienski pesticidi, DDT ukupni, para-para-DDT, 1,2-Dikloretan, Diklormetan, Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP), Endosulfan, Fluoranten, Heksaklorbenzen, Heksaklorbutadien, Heksaklorcikloheksan, Olovo i njegovi spojevi, Živa i njezini spojevi, Naftalen, Nikal i njegovi spojevi, Nonilfenol, Oktilfenol, Pentaklorbenzen, Pentaklorfenol, Benzo(a)piren, Benzo(b)fluoranten; Benzo(k)fluoranten, Benzo(g,h,i)perilen; Ideno(1,2,3-cd)piren, Simazin, Tetrakloretilen, Trikloretlen, Triklorbenzeni (svi izomeri), Triklormetan</p> <p>*prema dostupnim podacima</p> | | | | | |

7.2.2. Vodno tijelo JKRNO302_001, Ozrnski potok

| OPĆI PODACI VODNOG TIJELA JKRNO302_001 | |
|--|---|
| Šifra vodnog tijela: | JKRNO302_001 |
| Naziv vodnog tijela | Ozrnski p. |
| Kategorija vodnog tijela | Tekućica / River |
| Ekotip | Nizinske male povremene tekućice (16B) |
| Dužina vodnog tijela | 0.902 km + 6.47 km |
| Izmjenjenost | Prirodno (natural) |
| Vodno područje: | Jadransko |
| Podsliv: | Kopno |
| Ekoregija: | Dinaridska |
| Države | Nacionalno (HR) |
| Obaveza izvješćivanja | EU |
| Tijela podzemne vode | JKGI-11 |
| Zaštićena područja | HR2000931, HR2001352, HR81101*, HRCM_41031018*, HROT_71005000* (* - dio vodnog tijela) |
| Mjerne postaje kakvoće | |



| STANJE VODNOG TIJELA JKRN0302_001 | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| PARAMETAR | UREDBA NN 73/2013* | ANALIZA OPTEREĆENJA I UTJECAJA | | | |
| | | STANJE | 2021. | NAKON 2021. | POSTIZANJE CILJEVA OKOLIŠA |
| Stanje, konačno Ekolosko stanje Kemijsko stanje | umjereno umjereno dobro stanje | loše loše dobro stanje | loše loše dobro stanje | loše loše dobro stanje | ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve postiže ciljeve |
| Ekolosko stanje Fizikalno kemijski pokazatelji Specifične onečišćujuće tvari Hidromorfološki elementi | umjereno umjereno vrlo dobro dobro | loše loše vrlo dobro loše | loše loše vrlo dobro loše | loše umjereno vrlo dobro loše | ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve postiže ciljeve ne postiže ciljeve |
| Biološki elementi kakvoće | nema ocjene | nema ocjene | nema ocjene | nema ocjene | nema procjene |
| Fizikalno kemijski pokazatelji BPK5 Ukupni dušik Ukupni fosfor | umjereno umjereno dobro loše | loše umjereno dobro loše | loše umjereno dobro loše | umjereno umjereno dobro umjereno | ne postiže ciljeve procjena nije pouzdana dobro ne postiže ciljeve |
| Specifične onečišćujuće tvari arsen bakar cink krom fluoridi adsorbilni organski halogeni (AOX) poliklorirani bifenili (PCB) | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro vrlo dobro | postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve postiže ciljeve |
| Hidromorfološki elementi Hidrološki režim Kontinuitet toka Morfološki uvjeti Indeks korištenja (ikv) | dobro loše loše loše vrlo dobro | loše loše loše loše vrlo dobro | loše loše loše loše vrlo dobro | loše loše loše loše vrlo dobro | ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve ne postiže ciljeve postiže ciljeve |
| Kemijsko stanje Klorfenvinfos Klorpirifos (klorpirifos-etil) Diuron Izoproturon | dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje | dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje dobro stanje | dobro stanje nema ocjene nema ocjene nema ocjene nema ocjene | dobro stanje nema ocjene nema ocjene nema ocjene nema ocjene | postiže ciljeve nema procjene nema procjene nema procjene nema procjene |
| NAPOMENA: NEMA OCJENE: Biološki elementi kakvoće, Fitoplankton, Fitobentos, Makrofiti, Makrozoobentos, Ribe, pH, KPK-Mn, Amonij, Nitrati, Ortofosfati, Pentabromdifenileter, C10-13 Kloroalkani, Tributilkositrovi spojevi, Trifluralin DOBRO STANJE: Alaklor, Antracen, Atrazin, Benzen, Kadmij i njegovi spojevi, Tetraklorugljik, Ciklodienski pesticidi, DDT ukupni, para-para-DDT, 1,2-Dikloreten, Diklormetan, Di(2-etilheksil)ftalat (DEHP), Endosulfan, Fluoranten, Heksaklorbenzen, Heksaklorbutadien, Heksaklorcikloheksan, Olovo i njegovi spojevi, Živa i njezini spojevi, Naftalen, Nikal i njegovi spojevi, Nonilfenol, Oktifenol, Pentaklorbenzen, Pentaklorfenol, Benzo(a)piren, Benzo(b)fluoranten; Benzo(k)fluoranten, Benzo(g,h,i)perilen; Ideno(1,2,3-cd)piren, Simazin, Tetrakloretilen, Trikloretilen, Triklorbenzeni (svi izomeri), Triklormetan *prema dostupnim podacima | | | | | |

7.2.3. Stanje priobalnog vodnog tijela

| VODNO TIJELO | Prozirnost | Otopljeni kisik u površinskom sloju | Otopljeni kisik u priodnom sloju | Ukupni anorganski dušik | Ortofosfat | Ukupni fosfor | Klorofil a | Fitoplankton | Makroalge | Bentički beskralješnjaci (makrozoobentos) | Morske cvjetnice | Biološko stanje | Specifične onečišćujuće tvari | Hidromorfološko stanje | Ekološko stanje | Kemijsko stanje | Ukupno stanje |
|--------------|--------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|-----------|---|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| O313-KASP | dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | dobro stanje | - | vrlo dobro stanje | - | dobro stanje | vrlo dobro stanje | umjereno stanje | umjereno stanje | dobro stanje | umjereno stanje |

7.2.4. Stanje prijelaznih vodnih tijela

| VODNO TIJELO | Prozirnost | Otopljeni kisik u površinskom sloju | Otopljeni kisik u priodnom sloju | Ukupni anorganski dušik | Ortofosfat | Ukupni fosfor | Klorofil a | Fitoplankton | Makrofiti | Bentički beskralješnjaci (makrozoobentos) | Ribe | Biološko stanje | Specifične onečišćujuće tvari | Hidromorfološko stanje | Ekološko stanje | Kemijsko stanje | Ukupno stanje |
|--------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|---|--------------|-----------------|-------------------------------|------------------------|-----------------|---|-----------------|
| P1_2-JA | umjereno/loše/vrlo loše stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | umjereno/loše/vrlo loše stanje | dobro stanje | vrlo dobro stanje | dobro stanje | - | - | dobro stanje | dobro stanje | vrlo dobro stanje | dobro stanje | dobro stanje | nije postignuto dobro stanje (za ukupno stanje=umjereno stanje) | umjereno stanje |
| P2_2-JAP | dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | vrlo dobro stanje | dobro stanje | dobro stanje | dobro stanje | dobro stanje | dobro stanje | vrlo dobro stanje | umjereno stanje | umjereno stanje | dobro stanje (za ukupno stanje=vrlo dobro/dobro stanje) | dobro stanje |

7.2.5. Stanje tijela podzemne vode JKGI_11 – CETINA

| Stanje | Procjena stanja |
|-------------------|-----------------|
| Kemijsko stanje | dobro |
| Količinsko stanje | dobro |
| Ukupno stanje | dobro |

7.3. Kolmogorov – Smirnovljev test

Vrijednosti $D_{n,\alpha}$ za koje je $P(D_{n\geq}D_{n,\alpha}) = \alpha$ u Kolmogorov-Smirnovljevine testu.

| n | $\alpha = 0.20$ | $\alpha = 0.10$ | $\alpha = 0.05$ | $\alpha = 0.02$ | $\alpha = 0.01$ |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.900 | 0.950 | 0.975 | 0.990 | 0.995 |
| 2 | 0.684 | 0.776 | 0.842 | 0.900 | 0.929 |
| 3 | 0.565 | 0.636 | 0.708 | 0.785 | 0.829 |
| 4 | 0.493 | 0.565 | 0.624 | 0.689 | 0.734 |
| 5 | 0.447 | 0.509 | 0.563 | 0.627 | 0.669 |
| 6 | 0.410 | 0.468 | 0.519 | 0.577 | 0.617 |
| 7 | 0.381 | 0.436 | 0.483 | 0.538 | 0.576 |
| 8 | 0.359 | 0.410 | 0.454 | 0.507 | 0.542 |
| 9 | 0.339 | 0.387 | 0.430 | 0.480 | 0.513 |
| 10 | 0.323 | 0.369 | 0.409 | 0.457 | 0.486 |
| 11 | 0.308 | 0.352 | 0.391 | 0.437 | 0.468 |
| 12 | 0.296 | 0.338 | 0.375 | 0.419 | 0.449 |
| 13 | 0.285 | 0.325 | 0.361 | 0.404 | 0.432 |
| 14 | 0.275 | 0.314 | 0.349 | 0.390 | 0.418 |
| 15 | 0.266 | 0.304 | 0.338 | 0.377 | 0.404 |
| 16 | 0.258 | 0.295 | 0.327 | 0.366 | 0.392 |
| 17 | 0.250 | 0.286 | 0.318 | 0.355 | 0.381 |
| 18 | 0.244 | 0.279 | 0.309 | 0.346 | 0.371 |
| 19 | 0.237 | 0.271 | 0.301 | 0.337 | 0.361 |
| 20 | 0.232 | 0.265 | 0.294 | 0.329 | 0.352 |
| 21 | 0.226 | 0.259 | 0.287 | 0.321 | 0.344 |
| 22 | 0.221 | 0.253 | 0.281 | 0.314 | 0.337 |
| 23 | 0.216 | 0.247 | 0.275 | 0.307 | 0.330 |
| 24 | 0.212 | 0.242 | 0.269 | 0.301 | 0.323 |
| 25 | 0.208 | 0.238 | 0.264 | 0.295 | 0.317 |
| 26 | 0.204 | 0.233 | 0.259 | 0.290 | 0.311 |
| 27 | 0.200 | 0.229 | 0.254 | 0.284 | 0.305 |
| 28 | 0.197 | 0.225 | 0.250 | 0.279 | 0.300 |
| 29 | 0.193 | 0.221 | 0.246 | 0.275 | 0.295 |
| 30 | 0.190 | 0.218 | 0.242 | 0.270 | 0.290 |
| 35 | 0.177 | 0.202 | 0.224 | 0.251 | 0.269 |
| 40 | 0.165 | 0.189 | 0.210 | 0.235 | 0.252 |
| 45 | 0.156 | 0.179 | 0.198 | 0.222 | 0.238 |
| 50 | 0.148 | 0.170 | 0.188 | 0.211 | 0.226 |
| 55 | 0.142 | 0.162 | 0.180 | 0.201 | 0.216 |
| 60 | 0.136 | 0.155 | 0.172 | 0.193 | 0.207 |
| 65 | 0.131 | 0.149 | 0.166 | 0.185 | 0.199 |
| 70 | 0.126 | 0.144 | 0.160 | 0.179 | 0.192 |
| 75 | 0.122 | 0.139 | 0.154 | 0.173 | 0.185 |
| 80 | 0.118 | 0.135 | 0.150 | 0.167 | 0.179 |
| 85 | 0.114 | 0.131 | 0.145 | 0.162 | 0.174 |
| 90 | 0.111 | 0.127 | 0.141 | 0.158 | 0.169 |
| 95 | 0.108 | 0.124 | 0.137 | 0.154 | 0.165 |
| 100 | 0.106 | 0.121 | 0.134 | 0.150 | 0.161 |

7.4. Nadzorni i operativni monitoring prijelaznih i priobalnih voda 2014_2015

| ISTRAŽIVANJA | PARAMETAR | KRATICA | JEDINICA | |
|---|---------------------------------------|---|--|---|
| FIZIKALNO-KEMIJSKIH I BIOLOŠKIH ZNAČAJKI VODENOG STUPCA | Prozirnost Termohalina svojstva | Prozirnost Temperatura Salinitet | SECCHI T S m (°C) - | |
| | Kemijske osobine | Sadržaj otopljenog kisika Zasićenje morske vode kisikom Kiselost/Lužnatost morske vode Koncentracija nitrata Koncentracija nitrita Koncentracija amonijevih soli Koncentracija ukupno otopljenog anorganskog dušika Koncentracija ukupno otopljenog dušika Koncentracija otopljenog organskog dušika Koncentracija ortofosfata Koncentracija ukupno otopljenog fosfora Koncentracija otopljenog organskog fosfora Koncentracija ortosilikata Koncentracija ukupnog organskog ugljika | O2 O2 (%) pH NO3 NO2 NH4 DIN NTot NOrg PO4 PTot POrg SiO4 TOC | ml/L % - mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mmol m ⁻³ mg dm ⁻³ |
| | Fitoplankton | Koncentracija klorofila <u>a</u> Ukupna brojnost fitoplanktona | Chl a UBR | mg m ⁻³ Broj/L |
| | | Ostale kratice Dubina uzorkovanja Verrtikalni poteg Nansenovom mrežom (125 mikrometara) Brojnost < 1 jedinice L ⁻¹ Uzorak sakupljen, određivanje nije moguće Uzorak sakupljen, brojanje nije moguće | z Poteg + - nebrojivo | m m |

| | | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|
| BIOGEOKEMIJSKE ZNAČAJKE SEDIMENTA | Oksido redukcijsko stanje | Redoks potencijal | EH | |
| | Sadržaj biogenih elemenata | Koncentracija anorganskog fosfora | AP | mV |
| | | Koncentracija organskog fosfora | OP | μmol g ⁻¹ |
| | | Koncentracija ukupnog fosfora | TP | μmol g ⁻¹ |
| | Udio organskog ugljika | C-ORG | μmol g ⁻¹ | |
| | Udio ukupnog dušika | N-UK | % | |

| | | | |
|----------------|--|----------|--|
| Makrofiti | | ZOSTEROX | <i>Zostera noltii</i> indeks (Testna metoda) |
| Makrozoobentos | | M-AMBI | Multimetrijski AMBI - biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica |
| Ribe | | M-EFI | Modificirani EFI za ribe u estuarnim područjima |

Sve vrijednosti
ispod granice
kvantifikacije
(GK) prikazani su
kao pola
vrijednosti GK

| | | |
|------------------|-------|----------|
| GK | | |
| NO ₃ | 0.033 | (umol/L) |
| NO ₂ | 0.005 | (umol/L) |
| NH ₄ | 0.133 | (umol/L) |
| PO ₄ | 0.066 | (umol/L) |
| P _{tot} | 0.066 | (umol/L) |
| SiO ₄ | 0.053 | (umol/L) |

7.4.1. Tip vode i podaci o postajama

| NADZORNI I OPERATIVNI MONITORING PPRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA 2014 2015 | | | | | | |
|--|---|----------------------------|--------------------|----------------|--------------------------|--|
| TIP VODE | ESTUARIJ / VODNO TIJELO PRIOBALNE VODE | OZNAKA VODNOG TIJELA | PODACI O POSTAJAMA | | | MONITORING |
| | | | Zem. širina | Zem. dužina | Dubina postaje (m) | |
| Prijelazne | Jadro | P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | 2 | Nadzorni + Operativni |
| Prijelazne | Jadro | P2_2-JAP | 43.534097 | 16.471131 | 5.5 | Nadzorni + Operativni |
| Prijelazne | Jadro | P2_2-JAP | 43.5359000 | 16.4688500 | 13 | Operativni |
| Prijelazne | Jadro | P2_2-JAP | 43.534892 | 16.475120 | | Nadzorni ribe |
| Prijelazne | Jadro | P1_2-JA | 43.533475 | 16.486864 | | Nadzorni/ Operativni ribe |
| Prijelazne | Jadro | P2_2-JAP | 43.534889 | 16.473073 | | Nadzorni/ Operativni morske cvjetnice |
| Priobalne | Sjeverni rub Kaštelanskog zaljeva, Trogirski zaljev, Marinski zaljev | O313-KASP | 43.541706 | 16.401844 | 22 | Nadzorni + Operativni |
| Priobalne | Sjeverni rub Kaštelanskog zaljeva, Trogirski zaljev, Marinski zaljev | O313-KASP | 43.530000 | 16.453333 | 21 | Operativni |

7.4.2. Podaci o N_{tot} i P_{tot} korišteni za proračun

| NADZORNI I OPERATIVNI MONITORING PRIJELAZNIH VODA_2014_2015 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------|-----|-----|-----|---|--------------------|---|--|------------------|-----------------|-------|--------------|
| PARAMETRI ISTRAŽIVANJA | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VODNO TIJELO | ZEM. ŠIRINA | ZEM. DUŽINA | NADZORNI MONITORING | OPERATIVNI MONITORING | VRJEME UZORKOVANJA | | | | | | DUBINA UZORKOVANJA | FIZIKALNO-KEMIJSKI PARAMETRI, SECCHI, T, S, O ₂ , O ₂ (%), pH | HRANJIVE SOLI, NO ₃ , NO ₂ , NH ₄ , DIN, PO ₄ , SiO ₄ | | ORGANSKI UGLJIK | | FITOPLANKTON |
| | | | | | GODINA | MJESEC | DAN | SAT | MIN | Z | | | N _{tot} | P _{tot} | TOC | Chl a | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2014 | 8 | 24 | 10 | 0 | 0 | 43.37 | 0.436 | 0.60 | 1.23 | 112960 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2014 | 8 | 24 | 10 | 0 | 2 | 39.50 | 0.505 | 0.74 | 1.15 | 59090 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2014 | 11 | 13 | 12 | 35 | 0 | 40.53 | 1.220 | 0.52 | 0.57 | 8880 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2014 | 11 | 13 | 12 | 35 | 2 | 42.96 | 1.063 | 1.17 | 0.59 | nebrojivo | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 1 | 31 | 11 | 15 | 0 | 56.61 | 0.458 | <0,5 | 0.19 | 229880 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 1 | 31 | 11 | 15 | 2 | 69.61 | 0.674 | <0,5 | 0.24 | 201700 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 2 | 27 | 11 | 50 | 0 | 70.29 | 0.773 | 0.57 | 0.2 | 42310 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 2 | 27 | 11 | 50 | 2 | 74.41 | 0.418 | 0.58 | 0.22 | 55380 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 5 | 12 | 10 | 45 | 0 | 53.59 | 0.624 | 3.03 | 2.1 | 8844880 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 5 | 12 | 10 | 45 | 2 | 52.69 | 3.874 | 2.95 | 48.63 | nebrojivo | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 6 | 2 | 11 | 0 | 0 | 32.05 | 1.254 | 0.76 | 0.78 | 65180 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 6 | 2 | 11 | 0 | 2 | 7.24 | 1.525 | 1.30 | 26.35 | 1747440 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 8 | 20 | 11 | 35 | 0 | 45.47 | 0.765 | 0.72 | 0.82 | 152530 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 8 | 20 | 11 | 35 | 2 | 43.33 | 0.825 | 1.20 | 9.47 | 274340 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 11 | 17 | 12 | 30 | 0 | 44.17 | 0.529 | 0.99 | 0.14 | 109370 | | |
| P1_2-JA | 43.533194 | 16.483106 | da | da | 2015 | 11 | 17 | 12 | 30 | 2 | 7.77 | 0.970 | 1.24 | 0.75 | 637803 | | |

