



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HEMIJU, BIOHEMIJU I ZAŠTITU
ŽIVOTNE SREDINE



mr Vesna Pešić

**PROCENA RIZIKA PO KVALITET POVRŠINSKIH
VODNIH TELA NA OSNOVU IDENTIFIKOVANIH
KONCENTRISANIH IZVORA ZAGAĐENJA**

- doktorska disertacija -

Novi Sad, 2016. godina

Tajna uspeha u životu nije u tome da čovek radi ono što voli, već da voli ono što radi.

Čerčil

*Hvala svima
koji su na bilo koji način doprineli
da se ovaj rad izvede do kraja*

Sadržaj

1.	UVOD.....	1
2.	OPŠTI DEO.....	4
2.1.	Izvori zagađivanja akvatičnih ekosistema.....	5
2.1.1.	Tačkasti (koncentrisani) izvori zagađivanja.....	7
2.1.2.	Difuzni (rasuti) izvori zagađivanja.....	10
2.2.	Zagađujuće materije u vodenim ekosistemima.....	12
2.3.	Posledice zagađivanja akvatičnih ekosistema.....	24
2.3.1.	Rastvoreni kiseonik.....	25
2.3.2.	Eutrofikacija.....	28
2.3.3.	Toksične supstance.....	32
2.3.4.	Kontaminirani sediment.....	33
2.3.5.	Samoprečišćavanje vodotoka.....	38
2.4.	Koncept održivog razvoja i integralno upravljanje vodama.....	41
2.4.1.	Zaštita voda od zagađivanja i njihovo održivo korišćenje.....	47
2.4.2.	Zakonska regulativa u oblasti kvaliteta voda u našoj zemlji.....	53
2.4.3.	Monitoring voda.....	57
2.4.4.	Identifikacija vodnih tela.....	60
2.4.5.	Status voda.....	63
2.5.	Analiza pritisaka i uticaja.....	69
2.5.1.	Identifikacija izvora zagađenja (vodećih sila i pritisaka).....	75
2.5.2.	Karakterizacija značajnih pritisaka.....	77
2.5.3.	Procena uticaja usled značajnih pritisaka na vodno telo.....	82
2.5.4.	Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda na površinske vodotokove.....	85
2.6.	Procena rizika.....	87
2.6.1.	Formulacija problema.....	91
2.6.2.	Analiza rizika.....	92
2.6.3.	Karakterizacija rizika.....	93
2.6.4.	Donošenje odluka i upravljanje rizikom.....	95
2.7.	Prečišćavanje otpadnih voda.....	97

3.	EKSPERIMENTALNI DEO	101
3.1.	Opis ispitivanog područja.....	101
3.2.	Identifikacija i karakterizacija koncentrisanih izvora zagađivanja.....	103
3.3.	Određivanje značajnih pritisaka	105
3.4.	Stanje – kvalitet recipijenta	106
3.5.	Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda	107
3.5.1.	Kôd procene rizika.....	108
3.5.2.	Ukupni maksimalni dnevni unos zagađenja.....	109
4.	REZULTATI I DISKUSIJA	112
4.1.	Identifikacija koncentrisanih izvora zagađenja kao vodećih sila.....	112
4.2.	Utvrđivanje značajnih pritisaka	122
4.3.	Stanje vodotoka.....	133
4.3.1.	Kvalitet vode vodotoka.....	133
4.3.2.	Kvalitet sedimenta u vodotocima.....	155
4.4.	Procena uticaja	167
4.4.1.	Procena uticaja za vode.....	167
4.4.2.	Procena uticaja za sedimente	171
4.5.	Maksimalno dnevno opterećenje vodotoka.....	173
4.6.	Procena rizika	187
5.	ZAKLJUČAK	204
6.	LITERATURA.....	210
7.	PRILOG	233

1. UVOD

Sve veće korišćenje površinskih voda dovodi do njihovog jačeg zagađivanja preko ispuštanja neprečišćenih ili nedovoljno prečišćenih otpadnih voda nastalih u industrijskim proizvodnim procesima kao i gradskih otpadnih voda. Zagađenje vode predstavlja svaka fizička, hemijska ili biološka promena u kvalitetu vode koja ima specifičan direktan ili indirektan uticaj na vodne resurse. Izvori zagađenja u različitoj meri deluju na vodne resurse. Njihov uticaj na vodene sisteme dovodi do brojnih posledica: zamućenje, promena boje i mirisa vode, taloženje materijala na dnu, poremećen hemijski sastav vode, nemogućnost samoprečišćavanja, prisustvo toksičnih supstanci, remećenje i uništavanje životnih zajednica, degradirani pejzaž u priobalnim delovima itd. Ove posledice su u bliskoj međusobnoj vezi. Identifikacija tipova, karaktera i nivoa zagađenja preduslovi su za procenu rizika kome su usled zagađenja izloženi vodeni sistemi, a preko njih i životna sredina.

Neadekvatno upravljanje vodama ima za posledicu i povećanje potreba za vodom i sve veću potrošnju. Osnov upravljanja vodama jeste da se vodni resursi održe i povećaju, tj. da se: sprečava dalje pogoršavanje i štiti i poboljšava status vodenih ekosistema; promovise održivo korišćenje vode; smanjuje izlivanje i potpuno ukida emisija prioriternih supstanci; osigurava postepeno umanjeno zagađenja podzemnih voda i sprečava njihovo dalje zagađivanje. Ključni cilj upravljanja vodama je postizanje najmanje "dobrog statusa" svih voda (*Water Framework Directive 2000/60/EC*). Dostizanje ovih ciljeva obuhvata smanjenje zagađenja putem smanjenja ili ukidanja emisije (ispuštanja) opasnih supstanci i ostalih zagađenja.

Ispitivanjem kvaliteta površinskih voda dobijaju se informacije o statusu voda, koje daju osnove za donošenje odluka vezanih za upravljanje vodama (*Li i dr., 2010*). Radi ispunjenja cilja dobrog statusa vode neophodno je sagledati kvalitet kroz ekološki i hemijski status površinskih voda (*Achleitner i dr., 2005*). Status voda podrazumeva određen kvalitet strukture i funkcionisanja vodenih ekosistema. Ekološki status vode se definiše prvenstveno preko kvaliteta zajednica živih organizama, ali isto tako podrazumeva i hidromorfološke i fizičko-hemijske elemente kvaliteta. Hemijski status podrazumeva poštovanje graničnih vrednosti emisije zagađenja i potpuno odsustvo prioriternih supstanci. Osnovni razlozi za proveru kvaliteta površinskih voda su: određivanje mogućnosti primene pojedinačnih površinskih voda koje zadovoljavaju granice kvaliteta za vodu, procena pogoršanja kvaliteta vode i smanjenja raznovrsnosti vodenog životinjskog sveta, određivanje efekata i posledica specifičnih ispuštanja u određenom delu vodotoka. Zato je veoma važno uspostavljanje monitoringa sistema površinskih voda, koji mora biti projektovan da osigura sveobuhvatan pregled ekološkog i hemijskog statusa unutar svakog rečnog sliva. Pri projektovanju monitoringa potrebno je definisati pristup i neophodne kriterijume (*Anon., 2003b*). Rezultati monitoringa

predstavljaju osnove za održavanje kvaliteta voda i planiranja strategije za njihovo korišćenje (Ouyang, 2005).

Okvirna direktiva o vodama EU (*Water Framework Directive, 2000/60/EC*) i američki pristup TMDL (*US EPA, 1991*), nalažu integralno sagledavanje procesa u vodotocima, kao i precizno definisanje lokacije i kvaliteta i kvantiteta otpadnih voda iz koncentrisanih, ali i iz rasutih izvora.

Jedna od ključnih faza u izradi plana upravljanja rečnim slivom jeste analiza pritisaka i uticaja na vodna tela (*Water Framework Directive, 2000/60/EC*). U ovoj analizi široko se koristi analitički okvir «Vodeća sila, Pritisak, Stanje, Uticaj, Odgovor» («Driver, Pressure, State, Impact, Response», DPSIR), kao konceptualna osnova za analizu pritisaka i uticaja, a koji uvažava složenost interakcija u životnoj sredini i pruža sredstvo za njihovo analiziranje tj. za opisivanje interakcije između društva i životne sredine (Anon., 2002). Vodeće sile rezultuju pritiscima (emisijom polutanata) koji utiču na stanje životne sredine i koji mogu uticati na ljudsko zdravlje ili ekosisteme. Pritisak zagađenja vodnih resursa je rezultat aktivnosti koja može direktno prouzrokovati pogoršanje statusa vodnog tela. Stanje vodnog tela koje rezultira iz antropogenih i prirodnih faktora se ogleda u pogoršanju kvaliteta voda (povećanje koncentracije organskih materija, pad koncentracije rastvorenog kiseonika, eutrofikacija). Uzimajući u obzir procese u vodama moguće je izvršiti predviđanje procesa u vodotocima (Lee i Lin, 2007). Odgovori (regulatori) imenuju vodeće sile da redukuju njihov direktan pritisak ili indirektni efekat na stanje životne sredine i ljudsko zdravlje. Efekti pritisaka na površinska vodna tela su pretnje za ljudsko zdravlje usled smanjenja raspoložive količine voda koje se mogu koristiti za dobijanje vode za piće, gubitak staništa i biodiverziteta u povezanim kopnenim ekosistemima i ekosistemima površinskih voda. Stoga je važna procena uticaja koja treba da koristi informacije iz pregleda pritisaka u kombinaciji sa dostupnim monitoring podacima okoline, da se odredi verovatnoća da telo površinske vode neće uspeti da ispuni svoje kvalitativne ciljeve (Andreadakis i dr., 2006). Za tela u riziku da ne ispune svoje specificirane ciljeve, neophodno je razmotriti implementaciju dodatnog monitoringa i programa mera.

DPSIR analitički okvir može da pruži efikasna rešenja pri rešavanju realnih problema i predstavlja koristan alat u donošenju odluka u oblasti zaštite od zagađivanja. Pored toga, ovaj analitički okvir omogućuje povezanost naučnih otkrića (istraživanja) sa realnim pitanjima i donošenjem odluka (Tscherning i dr., 2012). Glavni cilj analize pritisaka i uticaja jeste identifikovati gde i do koje mere ljudske aktivnosti mogu dovesti u opasnost dostizanje ciljeva životne sredine poboljšavanja i očuvanja kvaliteta voda; odnosno, analiza pritisaka i uticaja konačno implicira procenu rizika (Borja i dr., 2006). Procena verovatnoće da vodno telo neće postići dobar hemijski i ekološki status vrši se na osnovu poređenja hemijskog i/ili ekološkog statusa i graničnih vrednosti odabranih bioloških, hemijskih i fizičkih indikatora (Anon., 2001; Rekolainen i dr., 2003; McAvoy i dr., 2003). U oceni kvaliteta vode koriste se različiti modeli za razumevanje ekoloških procesa, predviđanje odziva

vodenog ekosistema prema promenama unosa nutrijenata, izvođenje alternativa upravljanja vodama i podršku procesu izrade zakona (Cox, 2003; Horn i dr., 2004; Chapra i dr., 2006; Arhonditsis i dr., 2007). Za male rečne basene, zbog uticaja tačkastih izvora zagađenja kao i zbog varijacija u pogledu hidromorfologije i vegetacije, neophodno je uspostaviti model koji uzima u obzir odnos ugljenik-azot (Marsili-Libelli i Giusti, 2008).

Rizik može biti definisan kao proizvod verovatnoće da se događaj odigra, kao i da se procene posledice tog događaja. Procena rizika predstavlja važan deo procesa karakterizacije sliva i prosuđivanje o izgledima da vodno telo ne ispuni postavljene ciljeve životne sredine. Ključna uloga modeliranja rizika jeste da poveže pritiske i uticaje. Podela puteva koji su podložni mobilnosti zagađivača i osetljivost recipijenta na uticaj predstavlja važnu procenu rizika u slučaju da vodno telo ne može da ispuni postavljene standarde (Irvine i dr., 2005; EPA, 2003).

Problem kvaliteta vode je usko povezan sa kvalitetom sedimenta i predstavlja kompleksnu sintezu procesa i faktora u sedimentu i vodi. Problem kvaliteta vode i sedimenta se ne može pojednostavljeno vezivati samo za jednu od faza nego se problem kvaliteta mora pratiti u okviru sistema sediment/voda (Chao i dr., 2010).

Da bi se ostvarili ciljevi upravljanja životnom sredinom potrebno je uspostaviti kontinualnu povezanost između promena koje se dešavaju u prirodi, nauci, tehnologijama, institucionalnom organizovanju, ponašanju/vladanju društva i pojedinca i drugim oblastima koje su u direktnoj vezi sa stanjem životne sredine.

Istraživanja u sklopu ovog rada obuhvataju sledeće korake: identifikacija i karakterizacija izvora pritisaka, analiza značaja pritisaka, identifikacija i karakterizacija kvaliteta površinskih voda, procena uticaja i procena rizika neispunjenja ciljeva kvaliteta površinskih voda. Analiza rezultata je u skladu sa odgovarajućom aktuelnom zakonskom regulativom.

Cilj ovog rada jeste razvoj metodološkog okvira za analizu antropogenih pritisaka, procenu uticaja i preliminarnu procenu rizika površinskih voda. Metodologija se zasniva na korišćenju raspoloživih podataka i dobijenih rezultata o izvorima pritisaka, samim pritiscima, stanju vodnih tela, procenama značaja izvora pritisaka kao i procenama rizika. Cilj je da se identifikuju vodna tela koja su u riziku nepostizanja ciljeva kvaliteta površinskih voda kako bi se mogao utvrditi odgovarajući program mera radi poboljšanja ili očuvanja kvaliteta vode. Glavni cilj rada je da se izvrši procena rizika od koncentrisanih izvora zagađenja po kvalitet površinskih vodnih tela i primena metodologije procene u svrhe integralnog upravljanja vodama kako bi se kvalitet vode kanala Hidrosistema DTD popravio i podigao na odgovarajući zahtevani nivo. Krajnja svrha istraživanja je da obezbedi naučnu i stručnu osnovu u cilju poboljšanja i očuvanja kvaliteta vodotoka.

2. OPŠTI DEO

Voda ne samo da je mesto nastanka života na Zemlji, već je oduvek bila i ključni element u opstanku civilizacija. Predstavlja najosnovniju životnu materiju i ima nemerljiv značaj za živi svet, ekosisteme i planetu Zemlju. Voda je prirodno dobro čije su rezerve ograničene i sa njim se ne može potpuno slobodno raspolagati. Razvoj civilizacije uslovio je sve veće korišćenje vodenih resursa, ali i njihovo sve jače zagađivanje preko ispuštanja neprečišćenih ili nedovoljno prečišćenih otpadnih voda nastalih u industrijskim proizvodnim procesima kao i posledica življenja stanovništva.

Cilj politike zaštite životne sredine je postizanje visokog nivoa zaštite ostvarivanjem sledećih prioriteta, kao što su:

- očuvanje, zaštita i unapređenje kvaliteta životne sredine;
- zaštita zdravlja ljudi;
- odgovorno i racionalno korišćenje prirodnih resursa i
- promovisanje mera na međunarodnom nivou koje doprinose rešavanju regionalnih ili globalnih problema životne sredine, a naročito borbi protiv klimatskih promena.

Zahvaljujući kruženju, opšta količina vode na Zemlji se ne smanjuje pa se čini da je voda praktično neiscrpna. U toku godišnjeg hidrološkog ciklusa kvalitet površinskih voda zavisi od atmosferskih padavina, nanosa, odnosno erozije tla u slivu, naseljenosti i razvoja industrije u slivnom području (*Dalmacija i Agbaba, 2008*). Prirodni tokovi nastaju kao posledica oticanja vode koja na zemljinu površinu dospeva iz atmosfere u vidu padavina, ili iz podzemlja. Za stvaranje nanosa (sedimenta) u rečnom koritu najodgovornija je erozija.

Akvatični ekosistemi predstavljaju jedinstvo životne sredine i organizama koji je naseljavaju. Sistem voda-sediment čini svojevrsnu životnu sredinu, kao izvor nutrijenata (npr. azota i fosfora) i sklonište je za veliki broj vrsta organizama. Sediment je deo akvatičnog ekosistema u kojem je fizičko-hemijskim interakcijama povezan sa vodom. Kvalitet sedimenta je izuzetno važan kako za formiranje kvaliteta voda tako i za procese u akvatičnim ekosistemima i zato je radi sveobuhvatne slike o kvalitetu akvatičnog sistema nužno njegovo definisanje (*Dalmacija, 2010*). Sediment je čvrsta faza akvatičnog sistema, koju čine biološki, biohemijski i hemijski depoziti. Sediment predstavlja esencijalnu, dinamičku komponentu svih akvatičnih sistema koja zbog snažno izražene tendencije vezivanja može biti rezervoar akumuliranih, toksičnih i perzistentnih jedinjenja prirodnog i antropogenog porekla (*USEPA, 2001*). Brojni fizičko-hemijski i biohemijski procesi (rastvaranje, adsorpcija, desorpcija, isparavanje, fotoliza, hidroliza, oksido-redukcija, stvaranje micela, taloženje, jonska izmena, stvaranje kompleksa, metabolički procesi i bioakumulacija) utiču na raspodelu materija u sistemu sediment/voda, opredeljuju oblike nalaženja, ponašanje i sudbinu polutanata (*Connell i dr., 2004; Newman i Unger, 2003*).

2.1. Izvori zagađivanja akvatičnih ekosistema

Voda je neophodna radi navodnjavanja u poljoprivrednoj proizvodnji, u industriji u proizvodnim procesima i kao medijum u sistemima za hlađenje ili zagrevanje, kao i za potrebe domaćinstava (voda za piće, higijenu, pranje, rekreativne potrebe itd.).

Zagađenost akvatičnih sistema za posledicu ima ispoljavanje toksičnih efekata na živi svet njihovih ekosistema, predstavlja problem svuda u svetu, a posebno u zemljama sa dugom industrijskom tradicijom, a naročito u onima u kojima se prečišćavanju otpadnih voda ne pridaje dovoljna pažnja. Zagađenje vode predstavlja svaka fizička, hemijska ili biološka promena u kvalitetu vode koja ima negativan uticaj na organizme koji tu vodu konzumiraju ili žive u njoj. Različiti oblici zagađivanja voda najčešće se ne pojavljuju pojedinačno, već u kombinacijama i kao rezultat antropogenih aktivnosti jeste smanjenje kvaliteta vode u akvatičnim ekosistemima. Glavnu ulogu u zagađivanju voda imaju gradske i industrijske otpadne vode, koje se ispuštaju u prirodne recipijente, kao i spiranje sa poljoprivrednih površina koje otiče u prirodne vodotoke i izaziva niz ekoloških i sanitarnih problema (*Gilbert i Wendy, 2003; Kunwar i dr., 2005*).

Pod zagađenom (otpadnom) vodom u širem smislu podrazumeva se svaka voda koja je upotrebljena u bilo koju svrhu. Upotrebljene i druge vode koje sadrže zagađenja organskog i neorganskog porekla u vidu nerastvornih primesa, suspenzija, koloida ili rastvora, temperaturnog opterećenja (*Burke i dr., 2005*) obuhvataju sledeće vrste voda:

- sanitarno-fekalne vode od naselja (komunalne vode) i industrije,
- jako zagađene vode iz industrijskih pogona i stočnih farmi,
- uslovno čiste vode (rashladne),
- druge vode (geotermalne, ležišne, vode iz ribnjaka i dr.).

Iako se potencijalne zagađujuće materije (zagađivači) mogu podeliti na više različitih načina, svaki od njih se može svrstati u jednu od četiri kategorije: biološki agensi, rastvorene materije, nerastvorne materije i sedimenti, toplota. Neke od ovih primesa dobijaju status zagađivača samo kada su u njoj prisutne u većim koncentracijama ili u nekim slučajevima popravljaju kvalitet vode (energija ili nutrijenti). Sa druge strane su toksične materije koje su štetne bez obzira koliki im je sadržaj u vodi.

U prirodnim vodenim tokovima mešanje pospešuje ispiranje i eroziju rečnog sliva. Usled erozije u rečnom koritu dolazi do stvaranja nanosa, tj. sedimenata. Sastav i fizičke karakteristike nanosa utiču na stepen vezivanja organskih i neorganskih prirodnih i zagađujućih materija koje se mogu naći u prirodnim vodama. Fizičko-hemijske karakteristike sedimenta (pH, redoks-potencijal, sadržaj sulfida, organske materije i gline) utiču na pojavne oblike i vezivanje toksičnih komponenti i njihovih metabolita za čestice sedimenta, a time i na njihovu mobilnost, a za posledicu imaju bioakumulaciju i biomagnifikaciju u živim organizmima u manjoj ili većoj meri. Zagađenost sedimenata, koja

za posledicu ima ispoljavanje toksičnih efekata na živi svet akvatičnih ekosistema, predstavlja veliki problem.

Jedan od načina na koji čovek upotrebljava prirodne vodne resurse je njihovo korišćenje za prihvatanje i asimilaciju otpadnih voda. Tom prilikom se narušava kvalitet vodoprijemnika što se ogleda u pogoršavanju fizičkih osobina vode (mutnoće, boje, mirisa), pojavi plivajućih materija na površini i akumuliranju otpadnog mulja na dnu, promeni hemijskih osobina vode (pH, sadržaj organskih i neorganskih materija), smanjenja koncentracije rastvorenog kiseonika i osiromašenju akvatične populacije.

Štetno dejstvo zagađujućih materija obično se posmatra sa tri aspekta:

- uticaja na vodoprijemnike,
- uticaja na sistem za odvođenje i
- uticaja na prečišćavanje otpadnih voda.

Sami izvori zagađivanja mogu biti (*Burke i dr., 2005*):

- tačkasti (koncentrisani), koji su potpuno lokacijski definisani i koji se mogu mnogo lakše kontrolisati (npr. ispušt komunalne ili industrijske otpadne vode u recipijent kroz cev ili kanal) i
- rasuti (difuzni), koje je mnogo teže kontrolisati (npr. površinsko oticanje sa urbanih površina ili sa poljoprivrednog zemljišta) (slika 1).



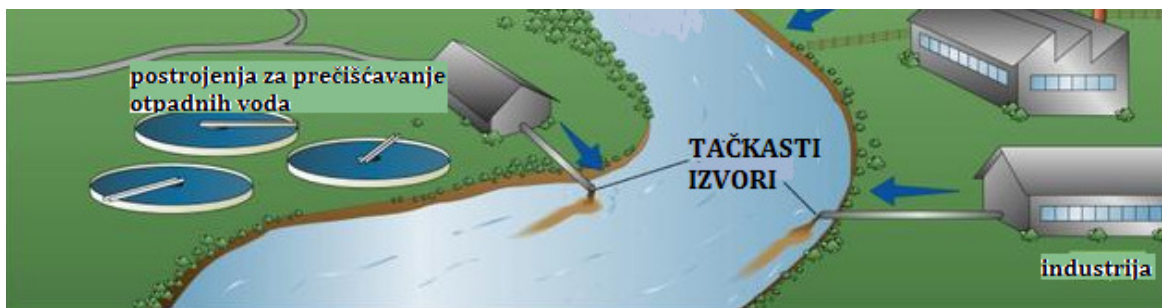
Slika 1. Difuzni i tačkasti izvori zagađivanja vodotoka

Različite aktivnosti mogu izazvati pogoršanje kvaliteta vode:

- Poljoprivredne aktivnosti (primena pesticida, đubriva i drugih hemijskih proizvoda);
- Sistemi za prečišćavanje otpadnih voda, ukoliko ne funkcionišu na propisani način;
- Izgradnja mostova i uređenje rečnih obala mogu izazvati promene u rečnom toku i nivou podzemnih voda;
- Istakanje naftnih prerađevina i hemikalija iz tankera uništava vodene ekosisteme;
- Mnogi gradovi nemaju objekte za preradu otpadnih voda. Direktno ispuštanje otpadnih voda u reke uništava vodene ekosisteme;
- Velika koncentracija životinja u svinjarstvu i živinarstvu intenzivnog tipa proizvodnje oslobađa velike količine otpada, čije ispuštanje u reke bez odgovarajućeg prečišćavanja izaziva pomor vodenog biljnog i životinjskog sveta i negativne efekte po ljudsko zdravlje;
- Reke često mogu biti zagađene kanalizacionim vodama ili bujicama kišnice;
- Odlaganje otpada u vodenim površinama smanjuje kvalitet vode i uništava vodene ekosisteme;
- Ispuštanje neprerađene ili nedovoljno prerađene industrijske vode u reke štetno je po vodene biljke i životinje i zdravlje ljudi;
- Vađenje peska i šljunka iz reka uništava obale i uvećava sedimentaciju (*Dalmacija i Agbaba, 2008*).

2.1.1. Tačkasti (koncentrisani) izvori zagađivanja

Glavne koncentrisane (tačkaste) zagađivače čine naselja (sa ili bez industrije), dislocirane industrije i industrijske zone, poljoprivredni objekti (stočne farme, ekonomije) i uređene deponije. Najveći uticaj na kvalitet rečnog basena imaju gradske i industrijske otpadne vode, koje ispuštanjem konstituenata permanentno zagađuju prirodne izvore. Koncentrisani zagađivači su obično locirani na obalama reka, jezera ili mora (slika 2).



Slika 2. Koncentrisani (tačkasti) izvori zagađivanja voda

Komunalne otpadne vode predstavljaju vode koje urbana naselja preko svojih kanalizacionih sistema ispuštaju u vodu sredinu. Glavna karakteristika otpadnih voda stanovništva je relativno visoko organsko zagađenje i veliki sadržaj mikroorganizama (Negulescu, 2011), od kojih su neki patogeni. Razvojem kućne hemije raste koncentracija određenih specifičnih materija, od kojih se ističu površinski aktivne materije (Lara-Martín i dr., 2008) i dezinfektanti. Prisustvo deterdženata u vodi uzrokuje stvaranje pene na površini, zbog čega je onemogućena razmena gasova iz atmosfere u vodu, odnosno sprečava se difundovanje kiseonika iz atmosfere u vodu što se nepovoljno odražava na akvatični živi svet. Osim toga, postojani su u vodi – slabo se oksiduju i teško razgrađuju. Njihova razgradnja pod uticajem mikroorganizama traje od nekoliko dana do nekoliko meseci. U sastav deterdženata često ulaze i fosfatna jedinjenja koja predstavljaju izvor hrane vodenim biljkama i algama. Iz tog razloga prisustvo deterdženata u vodi može biti uzrok eutrofizacije. Sve veća upotreba lekova, u humanoj i životinjskoj populaciji, dovodi do kontinualnog zagađivanja vodenih ekosistema nakon njihovog izlučivanja iz organizma (Ashton i dr., 2004). Zbog toga je bitno primeniti odgovarajuće tehnologije kojima se postiže efikasno uklanjanje toksičnih supstanci (Reif i dr., 2008; Joss i dr., 2006). U kanalizacionim otpadnim vodama mogu se naći otpaci hrane, masnoće, ljudske i životinjske izlučevine, deterdženti i drugo. Karakteristične zagađujuće materije su organske materije, nutrijenti (azot, fosfor), masti i deterdženti (Degremont, 2007). Odnos hemijske i biološke potrošnje kiseonika predstavlja indeks biorazgradivosti i varira od 0,4-0,8 za komunalne otpadne vode (Srinivas, 2008). Na komunalnu kanalizacionu mrežu mogu se priključivati i mnoga industrijska postrojenja i kišna kanalizacija. Na taj način se komunalne otpadne vode mogu dodatno opteretiti hemijskim sredstvima poreklom iz industrijskih proizvodnih procesa i zagađenjima koje nose atmosferske vode i sadrže teško razgradive organske materije.

Industrijske otpadne vode potiču iz proizvodnih procesa i obuhvataju procesne, rashladne, sanitarne i otpadne vode od čišćenja opreme i postrojenja. Njihova količina i sastav zavisi od niza faktora i specifična je za svaku granu, a često i za svaku industriju. Voda se troši za tehnološke svrhe, napajanje kotlova i rashlađivanje. Naravno imajući u vidu poreklo i karakter zagađenja pojedinih grana industrije, pored organskih materija industrijske otpadne vode sadrže niz specifičnih supstanci. U otpadnim vodama industrije može se pojaviti veliki broj najraznovrsnijih zagađujućih materija, što svakako zavisi od tipa industrijske proizvodnje (Blanchard i dr., 2004). Upotrebljene industrijske vode su često agresivne, opterećene muljem i otrovnim materijama. Najveći zagađivači organskim materijama su otpadne vode prehrambene industrije, hemijske i petrohemijske industrije i industrije celuloze i papira. Organska jedinjenja kao zagađivači vode mogu različito da deluju na kvalitet vode u zavisnosti od njihove razgradnje. U vezi sa tim organske materije se dele na: organske materije koje se brzo razgrađuju u vodi, organske materije čija se razgradnja obavlja veoma sporo, organske materije koje ne podležu razgradnji i organske materije čije je dejstvo toksično. Materije koje se razgrađuju u vodi utiču na potrošnju kiseonika čime se smanjuje njegova količina i dovodi u pitanje opstanak organizama. Od

toksičnih organskih materija najčešće se javlja fenol kao sporedni produkt niza procesa u hemijskoj industriji kao i drugim industrijama. Najveći zagađivači neorganskim materijama su hemijska industrija (fabrike kiselina, azotare, fabrike amonijaka) i metalna industrija. U vode preko ovih objekata stižu toksični i agresivni elementi i jedinjenja kao što su: cijanidi, joni teških metala, mineralne kiseline i alkalije i drugo. Otpadne vode iz industrije i domaćinstava, koje se ispuštaju u vodene tokove, su obično bogate organskim materijama i imaju visoku potrebu za kiseonikom u vodi. Posledica toga je smanjivanje sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi.

Otpadne vode poljoprivrede tačkastih izvora zagađivanja potiču prvenstveno sa stočnih farmi sa tečnim izđubivanjem. Glavna karakteristika tečnog stajnjaka je visoko organsko zagađenje. Pri tome znatan deo prisutnih organskih materija se nalazi u taložnom suspendovanom obliku. Osnovne kategorije zagađujućih materija koje se mogu naći u vodi, a potiču od poljoprivrednih delatnosti, jesu nutrijenti, posebno nitrati, fosfati, različiti pesticidi, stajsko đubrivo i otpad od prerade hrane (www.icpdr.org/agriculture.htm). Osnovni načini zagađivanja su primena mineralnih đubriva i pesticida, iscrpljivanje prirodnih hranljivih komponenti i đubriva u zemljištu, nakupljanje soli i minerala zbog navodnjavanja, odlaganje stajskog đubriva, odlaganje otpadaka iz poljoprivrede, odlaganje otpadaka iz proizvodnje hrane i pored mnogobrojnih načina zagađivanja posebno treba navesti doprinos poljoprivredne proizvodnje, tačnije povećanje površina za poljoprivrednu proizvodnju na eroziju zemljišta. Spiranjem zemljišta, sa poljoprivrednih površina u površinske vode dospevaju uglavnom mineralna veštačka đubriva i pesticidi. Svojim sastavom i količinom, oni remete hemijski sastav površinskih voda i njihovih obala i procese u njima. To dovodi do poremećaja u kvalitetu vode kao i živog sveta u njima. Količine pesticida u vodi su velike, a njihovo prisustvo zavisi od perzistentnosti (otpornosti na transformaciju) i od upotrebljenih količina. Osnovni hemijski proces koji u vodi dovodi do razlaganja pesticida jeste proces hidrolize, odnosno reakcija između pesticida i vode. Tokom ovih reakcija nastaju novi, često manje otrovni produkti od onih osnovnih. Perzistentnost pesticida karakteriše vreme poluhidrolize, tj. potrebno vreme da se od prisutne količine razloži polovina. To vreme iznosi od nekoliko dana do više meseci. Osim ovih pesticida koji relativno brzo dospevaju u površinske vode, pesticidi koji se dugo zadržavaju u zemljištu izvor su stalnog i dugotrajnog zagađenja voda. Veštačka đubriva kao izvori nutrijenata za rast i razvoj biljaka, posebno azota, fosfora i kalijuma, spiranjem u površinske vode mogu da izazovu prenamnožavanje vodenih biljaka i planktona što dovodi do poremećaja nivoa kiseonika. Povećana industrijska i poljoprivredna proizvodnja, zajedno sa velikim brojem stanovništva, koja je povezana sa kanalizacionim sistemima će rezultirati povećanjem ispuštanja organskog otpada i hranljivih materija u površinske vode (Kristensen, 2004).

Otpadne vode sa deponija (ocedne vode) nastaju prolaskom atmosferskih voda kroz deponije pri čemu dolazi do ekstrakcije rastvorljivih, koloidnih i suspendovanih suspcstanci iz otpada. Ove ocedne vode mogu sadržati najraznovrsnije zagađujuće materije, među

njima i toksične i predstavljaju jedan od najsloženijih izvora zagađivanja, te je zbog toga veoma važno njihovo prečišćavanje. Količina i intenzitet nastanka ovih voda zavisi od starosti deponije, vrste otpada, klimatskih faktora i sl.

Zagađenje iz koncentrisanih izvora se može kontrolisati regulatornim putem, tj. uspostavljanjem kontrole ispuštanja i uvođenjem graničnih vrednosti emisije.

2.1.2. Difuzni (rasuti) izvori zagađivanja

Difuzni izvori zagađenja su bitni faktori degradacije kvaliteta vode u mnogim rečnim sistemima. Difuzno zagađivanje površinskih voda nutrijentima potiče od spiranja poljoprivrednih površina a nakon sve veće upotrebe veštačkih đubriva, pesticida kao i hemikalija za povećanje prinosa kultura. Ono je najizraženije u oblastima u kojima dominiraju oranice. Tri su načina na koja zagađujuće materije, koje su rezultat poljoprivrednih aktivnosti, nalaze put do voda: oticanjem vode koja se proceđuje kroz zemljište, ispiranjem rastvorljivih hranljivih materija koje dolaze iz ekskreta domaćih životinja i erozijom površinskih slojeva tla (slika 3).



Slika 3. Difuzni (rasuti) izvori zagađivanja voda

Zagađenje voda usled upotrebe različitih pesticida postaje sve veći problem. Pošto su pesticidi „napravljeni da ubijaju“, ne iznenađuje to što u vodenim ekosistemima uništavaju floru i faunu i prete ljudskoj populaciji zagađujući izvore pijaće vode. Kod

difuznih (rasutih) zagađivača je teško odrediti doprinos zagađenju jer ono dospeva u vodna tela sa širokog područja. U rasute zagađivače spadaju:

- poljoprivredna zemljišta sa kojih se spiraju pesticidi i đubriva;
- kisele kiše;
- smetlišta;
- saobraćajnice;
- lokacije za eksploataciju peska i šljunka.

Zagađujuće materije koje potiču iz difuznih izvora zagađivanja su raznovrsne: nutrijenti, različite vrste organskih i toksičnih materija (pesticidi), suspendovani sedimenti, raznovrsne plivajuće materije, nafta, ulja, masti, patogeni mikroorganizmi... (slika 4).



Slika 4. Zagađujuće materije koje potiču iz difuznih izvora zagađivanja

Zagađenje iz difuznih izvora je teško kontrolisati. U mnogim razvijenim zemljama od ukupne količine nutrijenata koja dospeva u reke, čak 60 do 80% potiče iz difuznih izvora (tj. najviše sa poljoprivrednih površina). Na smanjenje unosa nutrijenata se može uticati prelaskom na organsku poljoprivredu, korišćenjem stajnjaka umesto veštačkih đubriva i sl.

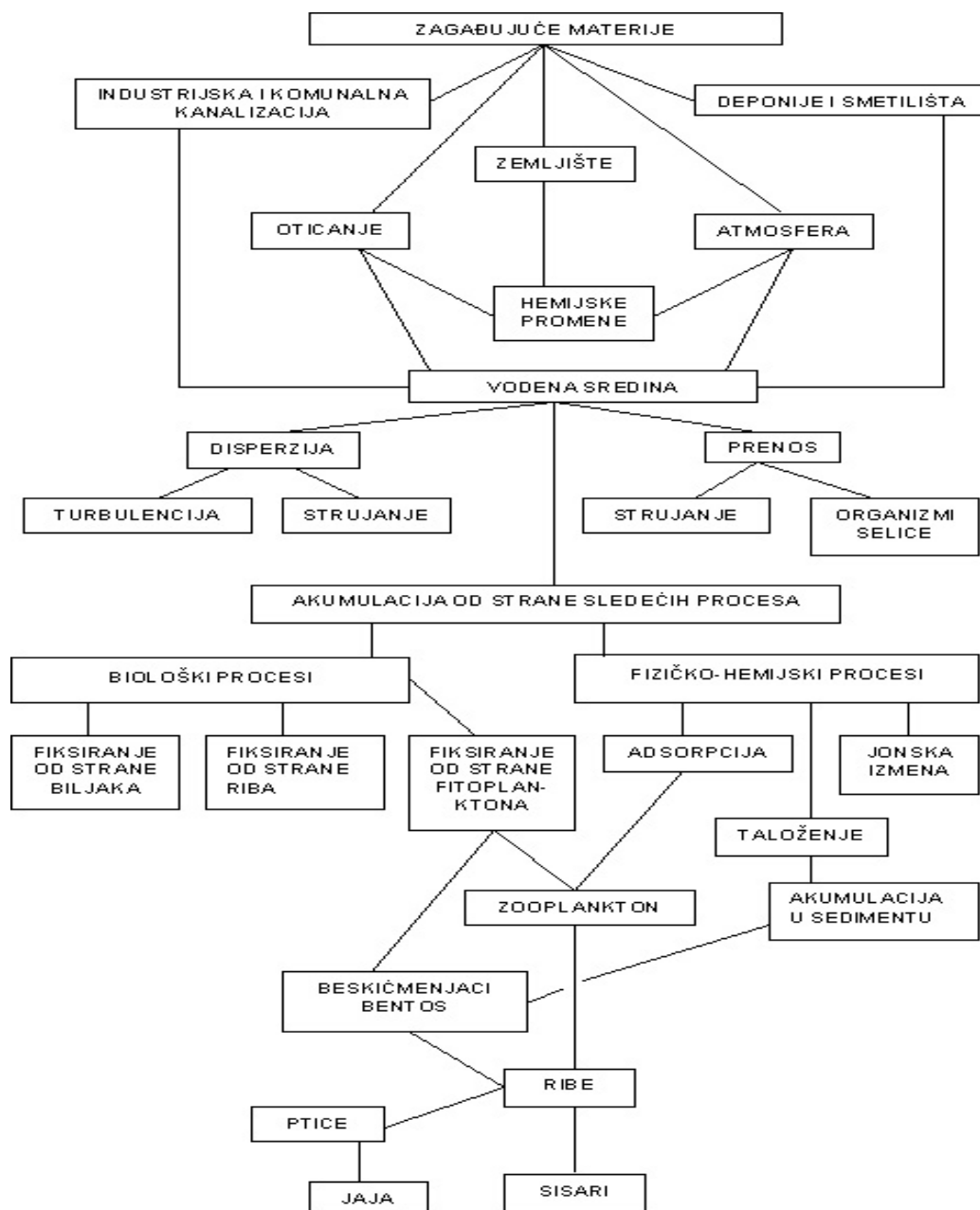
Monitoring rasutih izvora zagađenja, za razliku od koncentrisanih nije moguće trajno uspostaviti. On podrazumeva definisanje izvora, tj. supstanci koje predstavljaju zagađenje, kao i puteve kojima te supstance stižu do recipijenta (www.epa.gov). Rasute zagađivače čine: hemizacija zemljišta pesticidima i mineralnim đubrivima, smetlišta (divlje deponije industrijskog i komunalnog otpada), atmosferske padavine (kisele kiše), saobraćaj (Burke i dr., 2005). Ovi izvori zagađenja sadrže razgradljive organske materije; makronutrijente, makropolutanti i različite grupe agenasa koji deluju direktno ili kao modificirajući faktori.

2.2. Zagađujuće materije u vodenim ekosistemima

Kada zagađujuće materije dospeju u vodeni ekosistem mogu izazvati mnogobrojne fizičke, hemijske i biološke promene u njemu. Ove promene se ogledaju kroz promene ponašanja zagađujućih materija u životnoj sredini, kao i promene uticaja zagađujućih materija na stanje životne sredine. Različite zagađujuće materije će se različito ponašati i kretati u prirodnoj sredini, što je uslovljeno: fizičko-hemijskim karakteristikama samih kontaminanta, procesima transporta i transformacije u životnoj sredini (Connell i dr., 2004; Newman i Unger, 2003). Proces koji se dešava nakon dospevanja zagađenja u vodenu sredinu zavise od njihove prirode (rastvorljivosti i biorazgradljivosti), ali i od osobina prirodne vodene sredine (slika 5). Zagađenja u vodenoj sredini izložena su fizičkom procesu disperzije i razblaživanja, a mogu biti podvrgnuta i hemijskim i biološkim reakcijama. Zagađujuće materije se zapravo samo prenose kroz čitav ekosistem od izvora do recipijenata, krećući se kroz vazduh, vodu ili zemljište i uz različite oblike transformacija (slika 6). Transport i transformacije zagađenja u životnoj sredini uslovljeni su: fizičko-hemijskim karakteristikama kontaminanata, procesima u transporta u životnoj sredini, abiotičkim i biotičkim procesima transformacije. U prirodnim vodama kao izuzetno složenim sredinama, različite materije, bez obzira da li se radi o prirodnim sastojcima voda ili o supstancama koje u njih dospevaju čovekovom aktivnošću, podležu jednom ili većem broju različitih procesa. Od ovih fizičko-hemijskih, odnosno biohemijskih procesa, koji bitno opredeljuju oblike nalaženja, ponašanje i sudbinu supstancija u vodenoj sredini, posebno su značajni: rastvaranje, adsorpcija, isparavanje, fotoliza, hidroliza, oksido-redukcija, metabolitički procesi i bioakumulacija.

Kvalitet otpadnih voda zavisi od vrste industrije (industrijskog sektora), ali često i unutar jedne iste vrste industrije kvalitet nastalih otpadnih voda se može razlikovati, kao

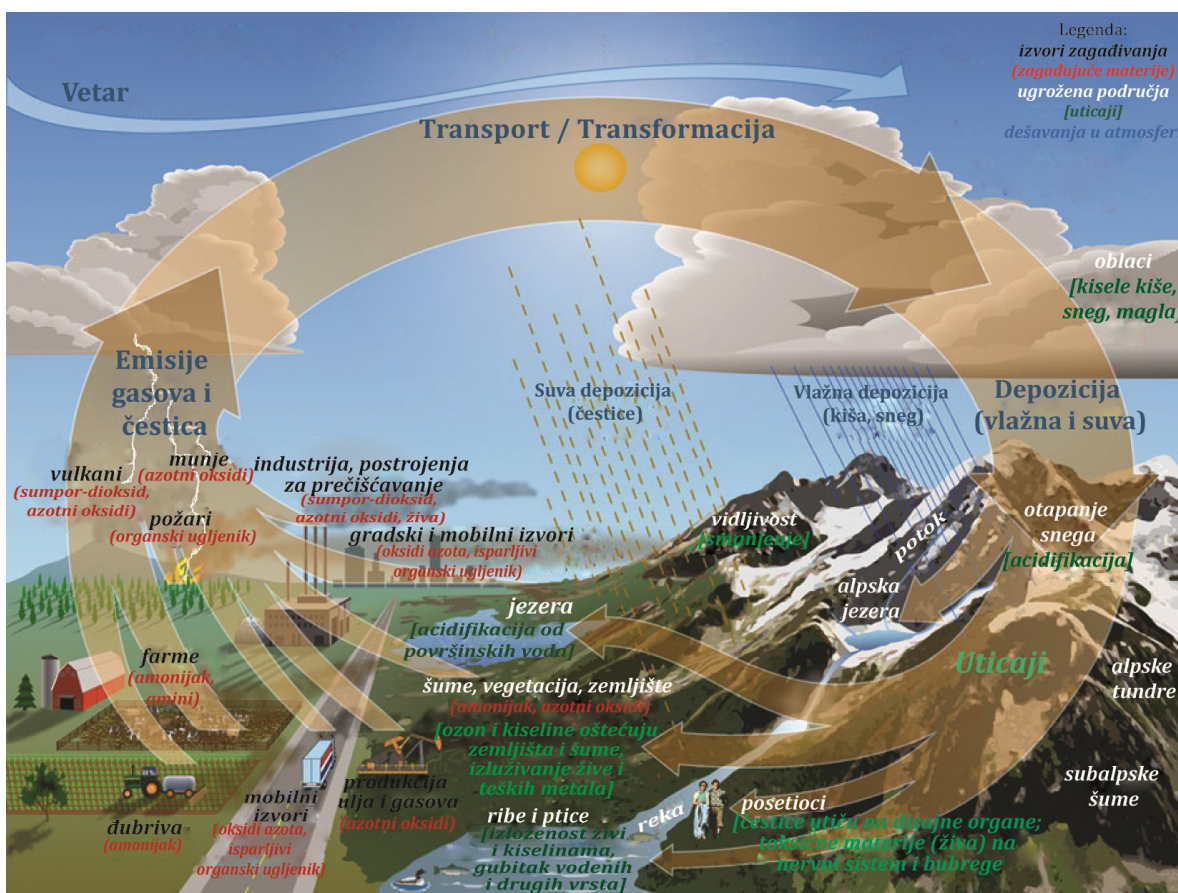
posledica primenjene tehnologije proizvodnje, primenjenih sirovina i pomoćnih sredstava, režima rada i ostalog. Zagađujuće materije se dele na: neorganske soli, kiseline, organske materije, suspendovane materije, plivajuće čvrste i tečne materije, boje, toksične materije, mikroorganizme, radioaktivne materije, koje imaju različite uticaje na recipijente (tabela 1) (Metclaf i Eddy, 1991).



Slika 5. Raspodela zagađenja i procesi u vodenom ekosistemu (Olsen i Burges, 1976)

Hemijsko zagađenje površinskih voda predstavlja veliku pretnju za vodene organizme, usled akumulacije zagađenja u vodenom staništu, akutne i hronične toksičnosti, što dovodi do gubitka staništa i biodiverziteta a time predstavlja i pretnju za ljudsko zdravlje (Malaj i dr., 2014).

Vodena sredina karakteriše se varijacijama sadržaja suspendovanih materija, koloidnih čestica, prirodnih i sintetičkih liganada, oksido-redukcionih uslova, stepena mešanja voda i gustine raseljenja živih organizama u vertikalnom profilu. Raspodela i migracija zagađujućih materija u prirodnim vodama u značajnoj meri zavise od kombinacije ovih promena. Vrednosti pojedinih parametara i njihove promene neposredno utiču na živi svet u vodenoj sredini.



Slika 6. Izvori zagađenja, transport, transformacija i depozicija zagađujućih materija i njihovi uticaji na ekosistem

U odsustvu termalnih ispuštanja temperatura površinske vode zavisi od klimatskih uslova (sezonske varijacije temperature), boje vode, zapremine vode, dubine vode, širine korita, načina dotoka vode i pritoka, vegetacije na obali. Promena temperature od samo

nekoliko stepeni celzijusa dovodi do toga da se vodeni organizmi sele u druge oblasti vodenog ekosistema kako bi regulisali svoju telesnu temperaturu (Bečelić i Tamaš, 2004). Temperatura vode ima uticaj i na konstituente vode, koji ili menjaju oblik (npr. jonizacija amonijaka) ili menjaju koncentraciju (rastvoreni kiseonik) sa promenom temperature. Ukoliko temperatura raste, veća količina rastvorenog kiseonika je potrebna za održanje života u akvatičnoj sredini, tj. uslovi visoke temperature i niske koncentracije rastvorenog kiseonika ugrožavaju život akvatičnih organizama (EPA, 2001).

Suspendovane materije potiču od prirodne depozicije ili od ispuštenih otpadnih voda. Nemaju direktan zdravstveno/sanitarni značaj. Materija koja je suspendovana u mirnoj vodi sastoji se od laganih čestica koje se ne talože, ili se talože vrlo sporo. Sadržaj suspendovanih materija u vodi je od izuzetnog značaja iz sledećih razloga: (1) čestice na primer mogu poticati od: rasta algi (i na taj način ukazivati na ozbiljno eutrofičko stanje), pranja peščanih jama, kamenoloma, rudnika; (2) čestice mogu da smanje prodor svetlosti u vodi i na taj način ugroze akvatični živi svet, naročito u ribnjacima; (3) može doći i do njihove depozicije na dnu korita reke i jezera zbog čega može doći do razvoja septičkih (anaerobnih) uslova; i (4) one mogu ukazivati na nepoželjno ispuštanje komunalnih otpadnih voda (tabela 1).

Glavne izvore *organskog zagađenja* u rekama predstavljaju komunalne i industrijske otpadne vode, farme i ribnjaci, naročito ukoliko otpadne vode nisu na adekvatan način tretirane. Pored toga, povremene pojave kao što su spiranja sa urbanih površina predstavljaju značajan izvor organskih materija. Obzirom da organska materija predstavlja izvor hrane za više vrsta organizama, promene u rekama nakon upuštanja otpadnih voda imaju direktan uticaj na biotu u njima. Lako razgradiva organska materija u otpadnim vodama ima veći i direktan uticaj na rečnu biotu u odnosu na teže razgradive organske materije. Ispusti otpadnih voda koji sadrže lako razgradive organske materije dovode do pogoršanja kvaliteta rečnih ekosistema, što je uzrokovano većom dostupnošću hrane drugačijeg kvaliteta za heterotrofne organizme, prekrivanjem staništa rečnog korita muljem i u ekstremnim slučajevima deoksigenacijom vode. Specifični uticaji uglavnom zavise od dva faktora: povećanja koncentracije organskih materija u rečnoj vodi i kvaliteta ispuštenih organskih materija. Procesima dekompozicije i razređenja smanjuje se koncentracija organskih materija nizvodno od mesta ispuštanja otpadnih voda i na određenoj udaljenosti koncentracija organskih materija se može izjednačiti sa koncentracijom organskih materija uzvodno od izliva. Ovakve promene su uočljivije u manjim tokovima. U poslednjih nekoliko decenija razvijeni su modeli koji opisuju promenu koncentracije rastvorenog kiseonika u vremenu i prostoru u rečnom toku. Ovakve modele razvila je IWA (Međunarodna asocijacija za vode), tj. radna grupa koja se bavi modelovanjem kvaliteta rečne vode (Shanahan i dr., 2001, Reichert i dr., 2001) i USEPA (Chapra i Pelletier, 2003). Noviji modeli kvaliteta vode rečnih tokova daju opis promena hemijskih varijabli kao što su rastvoreni kiseonik, biološka potrošnja kiseonika i amonijak.

Tabela 1. Zagađenja u otpadnoj vodi i njihov uticaj na recipijent

Zagađenje	Uticaj na recipijent
Suspendovane materije	Suspendovane materije mogu taloženjem obrazovati mulj; stvaranje anaerobnih uslova kada se netretirana otpadna voda ispušta u vodoprijemnik.
Biodegradabilne organske materije	Sastoje se od proteina, ugljenih hidrata i masti; biodegradabilne materije se mere najčešće u obliku i HPK. Ako se ispuštaju netretirane u površinske vode, njihovom biološkom stabilizacijom se smanjuje izvor rastvorenog kiseonika što dovodi do obrazovanja septičkih uslova.
Nutrijenti	Azot i fosfor, zajedno sa ugljenikom su esencijalni nutrijenti za rast. Kod ispuštanja u vodene sisteme ovi nutrijenti mogu dovesti do rasta neželjenih vodenih organizama. Glavni izvor ove vrste zagađenja je poljoprivreda.
Primarni polutanti	Određena organska i neorganska jedinjenja koja su odabrana na osnovu njihovih poznatih (ili na osnovu sumnje) kancerogenih, mutagenih i teratogenih osobina kao i velike akutne toksičnosti. Mnoga ova jedinjenja se nalaze u otpadnoj vodi.
Sintetičke organske materije	Ove organske materije su većim delom rezistentne na konvencionalne metode tretmana. Tipični predstavnici su deterđenti, fenoli, nafta, benzin i pesticidi. Glavni izvor ovog zagađenja su saobraćaj, industrija, urbane sredine i poljoprivreda.
Toksični metali	Toksični metali uobičajeno dospevaju u otpadne vode iz male privrede i industrije i moraju se ukloniti u predtremenu jer utiču na efikasnost biološkog procesa prečišćavanja i kvalitet nastalog mulja.
Rastvorene neorganske materije	Neorganski konstituenti kao što su kalcijum, natrijum i sulfati se dodaju originalnoj vodi za vodosnabdevanje domaćinstva tokom njene upotrebe i potrebno je ukloniti ih u slučaju ponovne upotrebe voda.
Patogeni	Zarazne bolesti se mogu prenositi preko patogenih organizama (bakterije, virusi, parazitski crvi) koji u vodu dospevaju iz otpadnih i fekalnih voda.
Sedimenti	Usled erozije zemljišta može doći do taloženja nerastvorljivih čestica zemlje i drugih čvrstih materijala vremenom se talože u vodi, najčešće. U smislu mase, ovo je izrazito najveći zagađivač vode. Sedimenti zamućuju vodu, onemogućavaju fotosintezu i prekidaju lanac ishrane u vodenim staništima.

Kako razgradnja organskih materija zahteva potrošnju kiseonika, značajno zagađenje ovim materijama dovodi do stvaranja uslova deoksigenacije u rečnoj vodi. Iz tog razloga, rastvoreni kiseonik predstavlja jedan od najvažnijih indikatora organskog zagađenja. Međutim, njegovo korišćenje je u tradicionalnim monitoring programima ograničeno imajući u vidu dnevne varijacije ovog parametra, naročito u malim tokovima. Procesi fotosinteze i respiracije dovode do supersaturacije odnosno kritičnog nivoa kiseonika u površinskim tokovima. Pored toga, bakterije vrše oksidaciju amonijaka do nitrata dovodeći do pada nivoa rastvorenog kiseonika nizvodno od ispuštanja otpadnih

voda, bez nitrifikacije, i taj efekat se najčešće pripisuje efektu organskog zagađenja. Nizvodno od izliva otpadnih voda, mineralizacija organskih materija dovodi do povećanja koncentracije CO₂ što za posledicu ima pad pH vrednosti u vodi i povećanje potrošnje kiseonika.

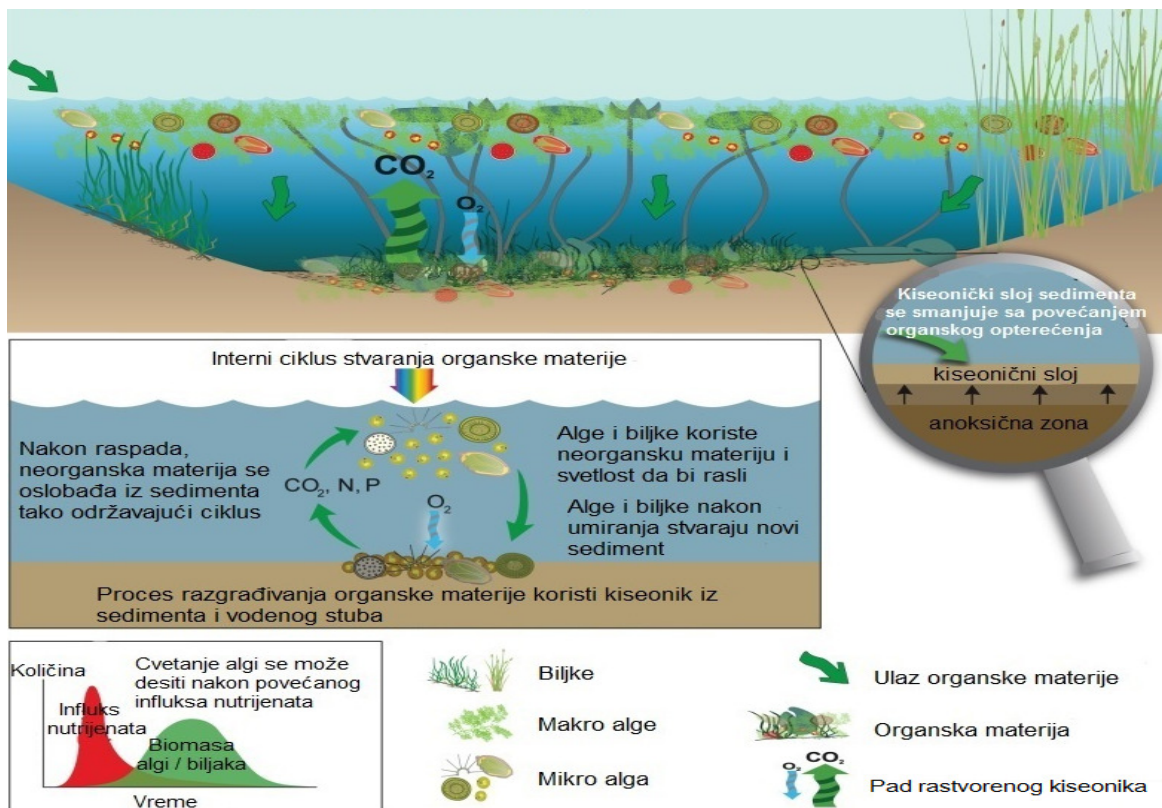
Biološka potrošnja kiseonika potiče od prisutnih organskih materija koje u vodu dospevaju prirodnim putem ili sa otpadnim vodama. Nema direktan značaj za zdravlje, ali je indikator ukupnog kvaliteta vode. Kada organska materija dospe u vodno telo ona služi kao izvor hrane bakterijama koje su tu prisutne. Ovo će pre ili kasnije dovesti do razgradnje organske materije u jednostavnija organska jedinjenja, a potom do jedinjenja kao što su ugljen-dioksid i voda. Ako je pre dospevanja organske materije recipijent ne zagađen, voda u recipijentu će biti zasićena rastvorenim kiseonikom (DO), ili skoro zasićena, i bakterije prisutne u vodi će biti aerobnog tipa. Zbog čega će razgradnja dodatih organskih materija biti aeroban proces – bakterije će se razmnožavati, degradirati otpad i tom prilikom trošiti rastvoreni kiseonik. Ako je količina prisutnog otpada dovoljno velika, brzina kojom bakterije troše kiseonik će prevazići brzinu kojom kiseonik dospeva u vodu iz atmosfere ili putem fotosinteze, zbog čega voda u recipijentu postaje anaerobna (EPA, 2001). Vrednost rastvorenog kiseonika može biti redukovana ispuštanjem nekog neorganskog otpada, koji reaguje sa kiseonikom tokom BPK inkubacionog perioda, količina potrošenog kiseonika za ovu reakciju doprineće izmerenoj BPK vrednosti uzorka. Diskutabilno je, međutim, da će u ovakvim slučajevima, gde se opadanje nivoa rastvorenog kiseonika odvija pre svega hemijskom, a ne biohemijskom reakcijom, rezultati i dalje reflektovati maksimalni pad nivoa rastvorenog kiseonika u recipijentu (Dalmacija i Agbaba, 2004).

Hemijska potrošnja kiseonika potiče od prisutnih organskih materija koje u vodu dospevaju prirodnim putem ili sa otpadnim vodama. Nema direktan značaj za zdravlje, ali je indikator ukupnog kvaliteta vode.

Biološka i hemijska potrošnja kiseonika, kao i ukupna hemijska potrošnja kiseonika predstavljaju veoma važne indikatore u merenju organskog zagađenja. Analiza BPK predstavlja meru potrošnje kiseonika od strane mikroorganizama za oksidaciju organskih materija i amonijaka nakon određenog vremenskog perioda (5, 7 ili 25 dana). HPK predstavlja ukupan sadržaj organskih materija u rekama ukoliko neorganske materije nisu prisutne u značajnim koncentracijama u otpadnim vodama. Oksidacija na visokoj temperaturi i u prisustvu pogodnog katalizatora daje ukunu hemijsku potrošnju kiseonika. Odnos HPK/BPK₅ takođe određuje količinu bionerazgradive organske materije prisutne u otpadnoj vodi (Menalem i Jaramillo, 2012).

Organske materije u vodotoke mogu dospeti prirodnim putem (opadanje lišća), antropogenim (industrijske i komunalne otpadne vode) i difuznim putem (spiranje sa urbanih i poljoprivrednih površina). Organska materija dospela u akvatične ekosisteme se može ili skladištiti u vidu nanosa ili nizvodno prenositi ili može učestvovati u metabolizmu i respiraciji vodenih organizama. Kada otpadne vode dospeju u vodotok remete

koncentraciju organske materije u samom recipijentu. Promene u sadržaju organske materije mogu dovesti do pada koncentracije rastvorenog kiseonika u vodi i anoksičnih uslova. U oblastima sa povećanim hranljivim materijama dolazi do cvetanja algi i povećanog rasta biljaka, naročito u delovima gde je dostupna sunčeva svetlost. Organske materije koje mogu indirektno izazvati smanjenje sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi predstavljaju kiseonik-zahtevajuće supstance (Kolbe, 2005). Organizmi koji učestvuju u razlaganju ove organske materije procesom disanja dovode do redukcije sadržaja rastvorenog kiseonika (porast potrošnje kiseonika). Kiseonik-zahtevajuće supstance uključuju sirovu vodu, otpadnu vodu prehrambene industrije i otpad sa farmi. Količina kiseonika potrebna za razgradnju organske materije predstavlja biohemijsku potrošnju kiseonika. Na taj način se ostvaruje ciklus kruženja organske materije u vodotoku, nakon unosa u vodotok razgrađuju je razlagači (mikroorganizmi), pretvarajući je u ugljen-dioksid i vodu, koji služe za proces fotosinteze, kojim se oslobađa kiseonik i nova biomasa (slika 7).

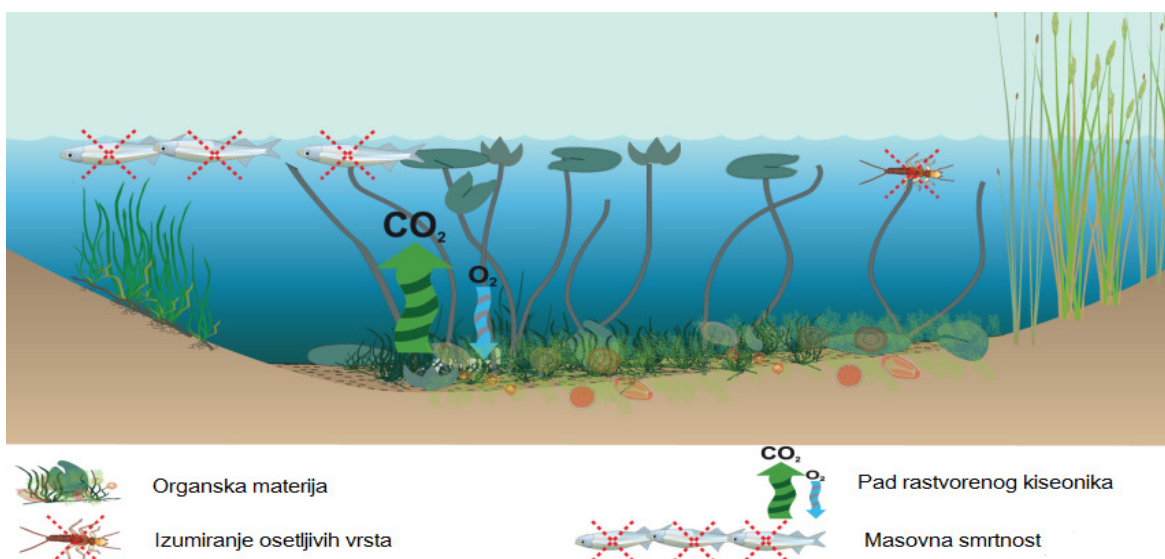


Slika 7. Ciklus produkcije organske materije u vodotoku

Obogaćivanje tokova neorganskim *nutrijentima* može prouzrokovati sledeće uticaje (Nijboer i dr., 2004):

- Povećanje stepena primarne produkcije i rasta biomase algi i biljaka: povećanje sadržaja nutrijenata može potencijalno da dovede do rasta algi i makrofita ukoliko ostali uslovi u tokovima tome doprinose (npr. svetlost).
- Promene u zajednicama: promene u sadržaju i formi nutrijenata mogu da dovedu do smene spororastućih vrsta osetljivih na nutrijente do brzo rastućih vrsta tolerantnih na nutrijente. Kompeticija za svetlošću izazvana rastom može se javiti između epifita, makrofita i fitoplanktona što utiče na balans između datih vrsta i biljaka. To se odražava na makroinvertebrate i ribe kroz staništa i lanac ishrane.
- Smanjenje kiseonika: visok nivo nutrijenata favorizuje visoku biomasu algi i biljaka i povećava stepen razgradnje. Ukoliko alge i biljke proizvode kiseonik tokom dana, one ga troše noću i povećanjem biomase dolazi do povećanog usvajanja kiseonika noću. Takođe, do smanjenja kiseonika u površinskim vodama dolazi kao posledica raspadanja organske materije čiji je sadržaj sa druge strane usko povezan sa sadržajem nutrijenata u vodi.
- Toksičnost: u ekstremnim slučajevima eutrofikacije, kombinacijom visokog nivoa nutrijenata i padom sadržaja kiseonika, može doći do formiranja toksičnih supstanci kao što je nitrit i amonijak koji ukoliko su prisutni u visokim koncentracijama mogu biti letalni za ribe i invertebrate.

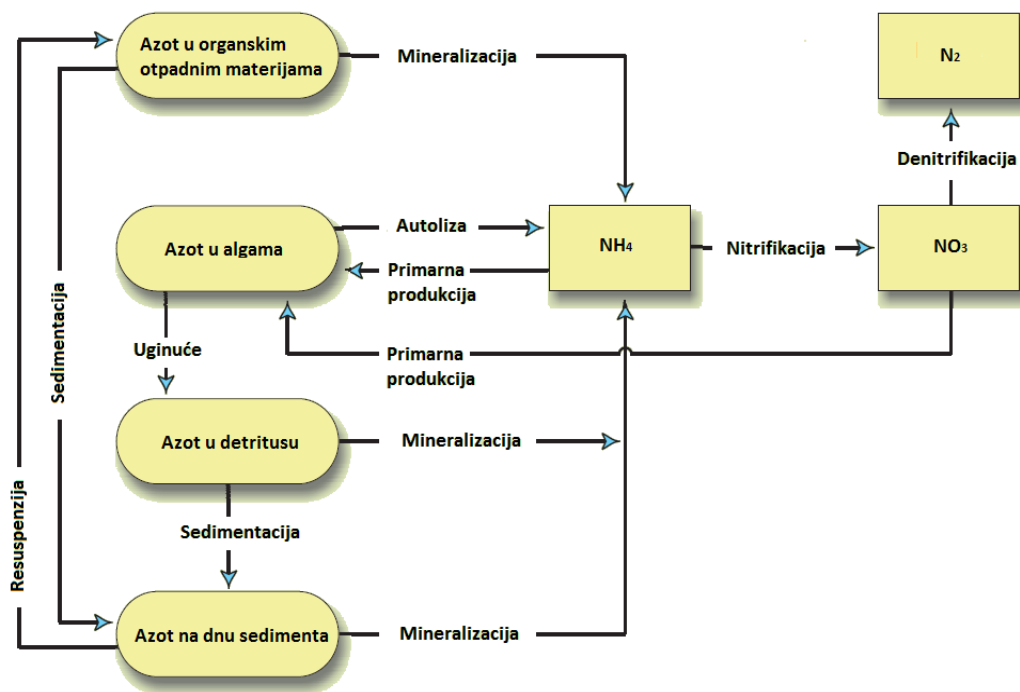
Usled povećane produkcije biomase nakon unosa organske materije i nutrijenata u vodotoku, dolazi do smanjenja sadržaja rastvorenog kiseonika, što nepovoljno utiče na žive organizme u vodotoku (slika 8).



Slika 8. Uticaj organske materije na živi svet vodotoka

Azotne materije u vodu dospevaju iz nekoliko izvora uključujući atmosferu, leguminozne biljke, biljni otpad, životinjski ekskrement, kanalizaciju, azotna đubriva i

industrijske otpadne vode (Rončević i dr., 2004). Kjeldalov azot predstavlja zbir organski vezanog azota i amonijaka. U vodu dospeva putem prirodno prisutne organske materije (treset, lišće itd.) ili iz otpadnih voda. Nitrati u površinsku i podzemnu vodu dospevaju kao posledica poljoprivrednih aktivnosti (primenom velikih količina neorganskih đubriva i stajnjaka), ispuštanja otpadnih voda, oksidacijom azotnog otpada iz ljudskih i životinjskih ekskremenata, uključujući i septičke jame. Koncentracije nitrata se u površinskim vodama mogu menjati vrlo brzo spiranjem đubriva sa zemljišta, usvajanjem od strane fitoplanktona i denitrifikacijom, dok se koncentracije u podzemnim vodama veoma sporo menjaju. Nitriti u vodama uglavnom vode poreklo od netretiranog ili delimično tretiranog otpada. Sa zdravstveno/sanitarnog aspekta su važni zbog izazivanja methemoglobinemije. Nitrit se obično javlja u veoma niskim koncentracijama čak i u efluentima procesa tretmana otpada, uglavnom zbog toga što azot ima tendenciju da se nalazi u stabilnijim više redukovanim (kao amonijak) ili više oksidovanim (kao nitrat) formama (EPA, 2001). Amonijak je generalno prisutan u prirodnim vodama, iako u veoma malim količinama, kao posledica mikrobioloških aktivnosti koji prouzrokuju redukciju jedinjenja koja sadrže azot (Agbaba i dr., 2008; Rončević i dr., 2004; EPA, 2001). U vodu dospeva putem metaboličkih, poljoprivrednih i industrijskih procesa, kao i dezinfekcijom vode hlorom u obliku hloramina. Na slici 9 je prikazan ciklus kruženja azota u vodenom toku.

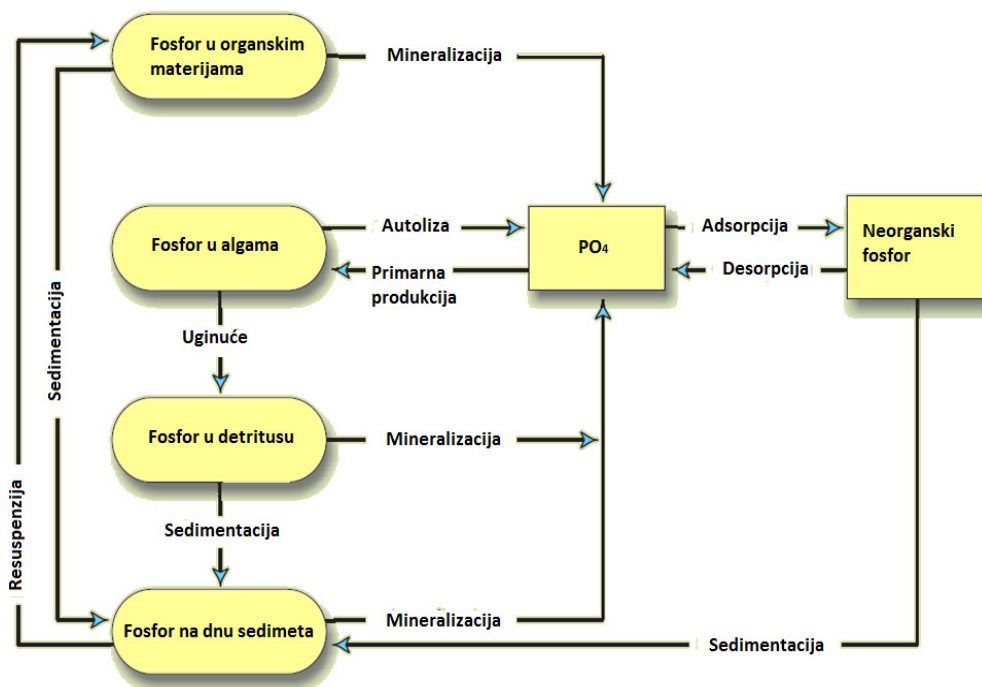


Slika 9. Ciklus kruženja azota u vodenoj sredini i sedimetu (Loucks i van Beek, 2005)

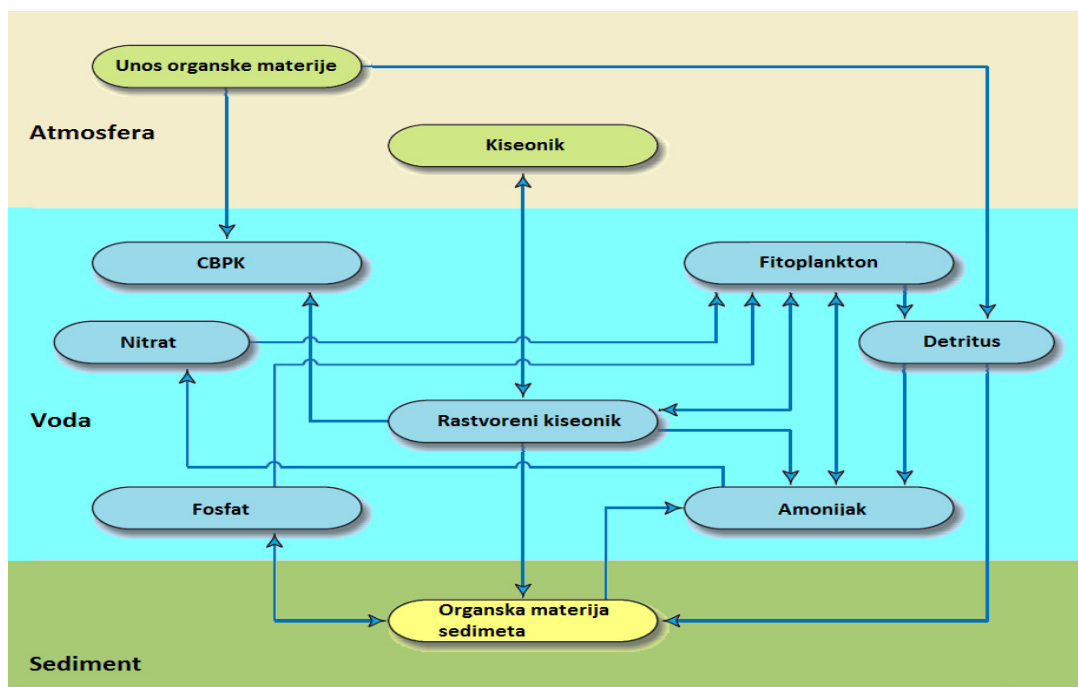
Fosfor se u prirodi nalazi u biljkama, mikro-organizmima, u životinjskom otpadu itd. Široko se primenjuje kao veštačko đubrivo u poljoprivredi i glavni je konstituent deterdženata, naročito onih koji se koriste u domaćinstvu. Spiranje sa zemljišta i ispuštanje komunalnih otpadnih voda su glavni izvori fosfora u površinskim vodama. Fosfati se mogu javiti u obliku orto-fosfata, meta- ili polifosfata i organski vezanih fosfata. Na slici 10 je prikazan ciklus kruženja fosfora u vodenoj sredini. Fosfor nema zdravstveno/sanitarni značaj. Značaj fosfora u principu se odnosi na fenomen eutrofikacije reka i jezera. Ukoliko fosfor u vodotok dospeva zajedno sa azotom u obliku nitrata dolazi do rasta algi i drugih biljaka što dovodi do cvetanja vode i značajne dnevne oscilacije koncentracije rastvorenog kiseonika. U anaerobnim uslovima koji se javljaju usled intenzivne potrošnje kiseonika za oksidaciju organske materije, anaerobne bakterije nastavljaju procese degradacije što vodi ka produkciji metana umesto CO₂ i vodnik sulfida. Slika 11 ilustruje međusobne interakcije ciklusa kiseonika, azota i fosfora u vodotoku. Kiseonik se troši od strane ugljenične BPK (CBPK) i od strane sedimenta. Interakcija između vode i sedimenta u rekama je na prvom mestu važna zbog fosfora (House, 2003). Čestični fosfor može da se taloži na dnu vodotoka. Ukoliko je koncentracija rastvorljivog reaktivnog fosfora u vodenom stubu veća nego ravnotežna koncentracija fosfora, fosfor će se adsorbovati na sedimentu.

Sadržaj neorganskih nutrijenata u vodotoku zavisi od protoka vode, temperature i svetlosti (Jarvie i dr., 2003), koji variraju godišnje, od minimalne temperature i svetlosti i maksimalnog protoka u zimskom periodu do maksimalne temperature i nivoa svetlosti i minimalnog protoka u letnjem periodu. Najveći uticaj nutrijenata je u proleće/leto kada je potencijal rasta algi i biljaka najveći, a protok najmanji. Protok ima značajan uticaj na sve procese i uticaje izvora nutrijenata. Određuje vreme kontakta između nutrijenata i sedimenta i bioloških elemenata i tako određuje količinu nutrijenata koja može biti usvojena. Protok može da razblaži zagađenje ispušteno iz tačkastih izvora, tako da sadržaj nutrijenata varira sa vremenom iako je opterećenje zagađenjem iz tačkastih izvora najčešće konstantno tokom godine (Mainstone i Parr, 2002).

Ispušteni azot i fosfor iz difuznih i tačkastih izvora nalaze se u rastvorljivoj i/ili čestičnoj formi. Antropogene aktivnosti i pritoke mogu uzrokovati prostorne varijacije u koncentraciji nutrijenata. Tako, nivo fosfora nizvodno od izliva otpadnih voda iz postrojenja za tretman otpadnih voda opada sa povećanjem razblaženja, asimilacijom algi i sedimentacijom. Ulazi pritoka sa nižim sadržajem nutrijenata mogu lokalno da redukuju koncentraciju nutrijenata u glavnom toku. U najuzvodnijim deonicama toka, gornji slojevi sedimenta su u aerobnim uslovima, koji su povoljni za pojavu nitrifikacije i razgradnju organskih materija. Amonijak učestvuje u ovim procesima a usvaja se od strane algi i viših biljaka što dovodi do smanjenja njegove koncentracije ka nizvodnim deonicama. Procesom nitrifikacije amonijaka povećava se koncentracija nitrata duž rečnog toka, ali u odsustvu dodatnih izvora azota, koncentracija nitrata će se smanjiti usled denitrifikacije i usvajanja od strane algi i biljaka (Peterson i dr., 2001). Na slici 11 je prikazana interakcija ciklusa kiseonika, azota i fosfora u vodotoku.

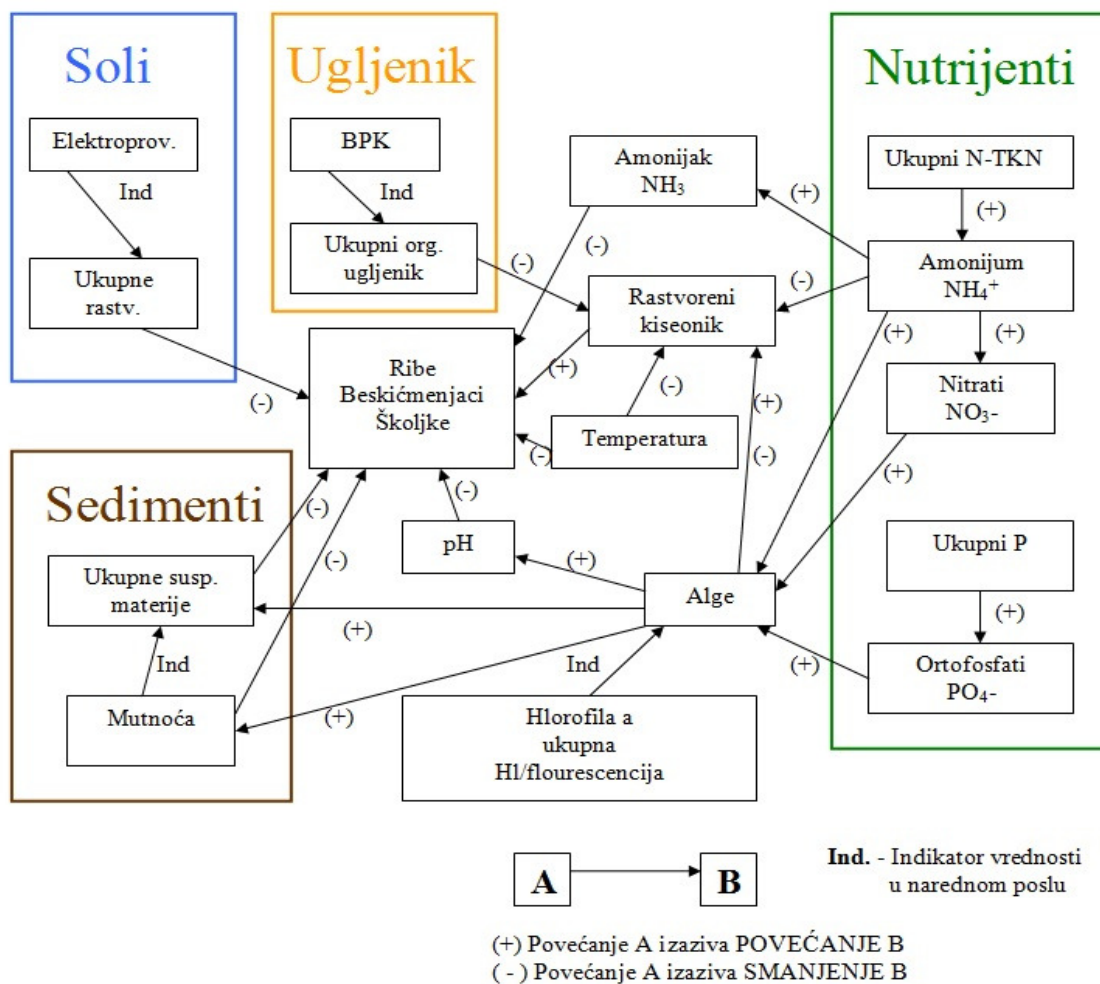


Slika 10. Ciklus kruženja fosfora u vodenoj sredini i sedimentu (Loucks i van Beek, 2005)



Slika 11. Interakcija ciklusa kiseonika, azota i fosfora u vodotoku (Loucks i van Beek, 2005)

Kvalitet vodotoka na bilo kom mestu toka određuju uticaji kombinovanih efekata mnogih procesa. Veoma je važno ustanoviti vrste zagađujućih materija, kao i njihove koncentracije prisutne u vodotocima zbog njihovog međusobnog uticaja (slika 12).



Slika 12. Veza između parametara kvaliteta vode (Wesley, 1999)

Dospevanje otpadnih voda koje sadrže *metale* i neorganske soli u vodeni ekosistem može da uzrokuje mnogobrojne fizičke, hemijske i biološke promene u njemu, a koje se mogu svrstati u dve kategorije: (1) promene, vezane za uticaj uslova životne sredine na ponašanje metala i soli; (2) promene vezane za uticaj metala na stanja životne sredine (Dalmacija i Agbaba, 2008). Rastvorljivost metala u prirodnim vodama zavisi od nekoliko faktora: pH, tip i koncentracija liganda i helatnog agensa i oksidaciono stanje komponenti minerala i redoks sredine sistema. Metali koji su prisutni u rekama, mogu biti prirodnog i antropogenog porekla (Akçay i dr., 2003; Evans i dr., 2003; Prego i Cobelo-Garcia, 2003).

Antropogeni izvori metala se akumuliraju u lokalnom sedimentu i utiču na lanac ishrane, međutim, brzina akumulacije se razlikuje od vrste do vrste kao i od tipa teškog metala (Harris i Santos, 2000). U prirodnim vodama metali se mogu nalaziti kao slobodni joni, kao neorganski jonski parovi, sorbovani na koloidima, kao precipitati, organske čestice. Metali vezati prirodne i veštačke organske materije (ugljenikove atome gradeći organometalne spojeve, karboksilne grupe gradeći soli organskih kiselina, elektron-donorske atome O, N, S, P) obrazujuć organske ili neorganske komplekse. Metali su veoma toksični jer su, u jonskom obliku ili u sklopu jedinjenja, rastvorljivi u vodi i lako se mogu adsorbovati od strane živih organizama. Metali kao katjoni ili sastavni delovi anjonskih jedinjenja lako stupaju u interakcije s makromolekulima biloškog materijala, formirajući jonske ili vodonične veze. Moguće je formiranje i organometalnih jedinjenja s različitim konstituentima biološkog materijala kao i kompleksa. Na usvajanje metala i stepen njihove toksičnosti prema akvatičnim organizmima značajno utiču različiti fizičko-hemijski i biološki faktori.

Glavne kategorije *toksičnih materija* antropogenog porekla, naročito onih koje mogu da izazovu značajne biološke i ekološke probleme u akvatičnoj sredini predstavljaju sintetički organski pesticidi, industrijske hemikalije iz hemijske proizvodnje, naftni ugljovodonici, soli metala i ostala neorganska jedinjenja, kao i tečni industrijski otpad (efluenti). Neke od ovih materija se normalno nalaze u vodenoj sredini u minimalnim nutritivnim koncentracijama. Sadržaj zagađujućih materija u životnoj sredini uslovljen je ne samo količinom koja je dospela u životnu sredinu, već i fizičkim i hemijskim osobinama tih jedinjenja, abiotičkim i biotičkim karakteristikama ekosistema u koji dospevaju, kao i procesima koji utiču na njihovu dalju sudbinu (transport, transformaciju i dispoziciju) (Lidman, 2005).

2.3. Posledice zagađivanja akvatičnih ekosistema

Zagađenost prirodne vode je direktno uslovljena njenom budućom namenom. Do zagađivanja vodnih resursa može doći i prirodnim putem, nezavisno od čovekove aktivnosti, unošenjem u njih različitih produkata raspadanja ostataka flore i faune i erozijom zemljišta pod dejstvom površinskog oticanja. Ovakav način zagađivanja je izvan uticaja čoveka i probleme nastale ovim putem priroda rešava samoprečišćavanjem. Ove prirodne promene kvaliteta vode je bitno pratiti zbog kvantifikacije polutanata unetih antropogenim putem.

Na kvalitet i kvantitet recipijenta u najvećoj meri utiču ljudske aktivnosti. Izvori zagađenja u različitoj meri deluju na vodne resurse. Njihov uticaj na vodene sisteme dovodi do brojnih posledica: zamućenje, promena boje i mirisa vode, taloženje materijala na dnu, poremećen hemijski sastav vode, nemogućnost samoprečišćavanja, prisustvo toksičnih supstanci, remećenje i uništavanje životnih zajednica, degradirani pejzaž u

priobalnim delovima itd. Za održavanje živog sveta u vodama neophodna je prirodna ravnoteža hemijskog sastava sredine i međusobnih odnosa živih bića. Unošenjem zagađujućih materija ova ravnoteža se remeti. Ulaskom zagađenja u lanac ishrane postoji opasnost povećanja koncentracije opasnih materija u organizmima višeg reda, uključujući i čoveka. Na žalost, neželjene posledice mogu se primetiti tek nakon višegodišnjeg nagomilavanja zagađenja u životnoj sredini, kada često već bude kasno i kada dolazi do trajnog oštećenja ekosistema. Identifikacija tipova, karaktera i nivoa zagađenja preduslovi su za procenu rizika kome su usled zagađenja izloženi vodeni sistemi, a preko njih i životna sredina, uključujući tu i ljude.

Najvažniji uticaji ispuštanja visokopterećenih otpadnih voda, industrijalizacije i urbanizacije na površinske vode imaju za posledicu pad rastvorenog kiseonika, eutrofikaciju, pojavu toksičnih supstanci i taloženja sedimenata.

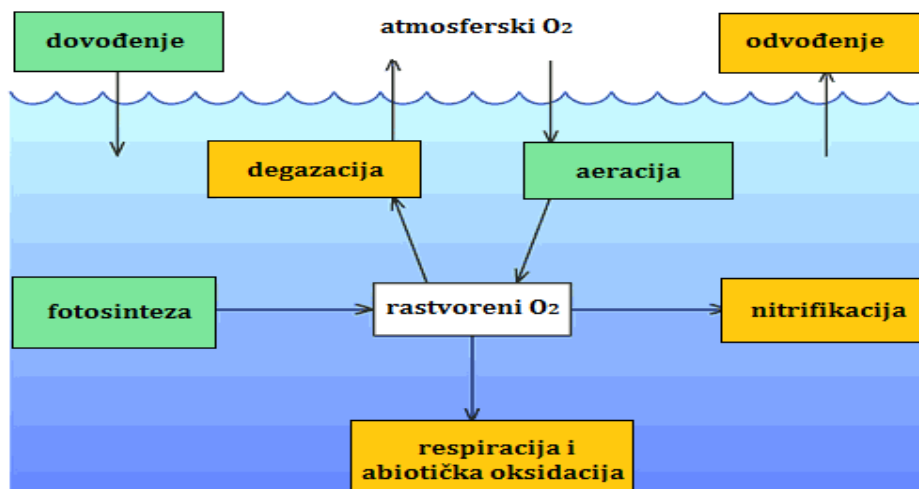
2.3.1. Rastvoreni kiseonik

Kiseonik je najvažniji rastvoren gas u vodi, neophodan je za život u vodenoj sredini i određuje kvalitet vode. Voda na 25°C sadrži 8,3 mg/l rastvorenog kiseonika. Koncentracija rastvorenog kiseonika u površinskim vodama zavisi od godišnjeg doba, dubine voda, uslova reaeracije, životnih aktivnosti vodenih makro- i mikroorganizama. Sadržaj kiseonika u površinskim vodama opredeljen je njegovim dospevanjem iz vazduha, na šta utiče i sadržaj soli rastvorenih u vodi, pri čemu koncentracija kiseonika opada sa porastom njihovog sadržaja. Sniženje koncentracije rastvorenog kiseonika može da ukaže na zagađenost voda organskim jedinjenjima.

Dospevanjem organske materije u akvatičnu sredinu aktiviraju se biološke aktivnosti mikroorganizama, koje uz utrošak kiseonika dovode do pretvaranja organske materije u konačne, mineralne proizvode, a deficit kiseonika se nadoknađuje procesom reaeracije tj. unošenjem kiseonika iz vazduha. Efekat reaeracije zavisi od toga koliko je snažno turbulentno kretanje vode i od stepena deficita. Koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi predstavlja ravnotežu između procesa proizvodnje kiseonika (fotosinteza) i potrošnje kiseonika (respiracija, nitrifikacija, hemijska oksidacija), kao i odnosa iz atmosfere razmene (aeracija, reaeracija) (slika 13).

Sa povećanjem dubine intenzitet fotosinteze se smanjuje. Potrošnja kiseonika pri disanju biljaka i obrazovanje kiseonika pri fotosintezi menjaju se u zavisnosti od prozračnosti vode, doba dana i godišnjeg doba. Rast vodenih biljaka moguć je samo iznad nivoa nazvanog nivo kompenzacije odnosno, pri pozitivnom balansu fotosinteza-disanje. Maksimum sadržaja rastvorenog kiseonika zapaža se leti, u periodu intenzivne fotosintetske aktivnosti biljnih organizama. U zimskom periodu sadržaj kiseonika u vodi se naglo smanjuje zbog otežane reaeracije i sa dospevanjem samo podzemnih voda koje

gotovo da i ne sadrže rastvoreni kiseonik. U slojevima pri dnu kiseonika ima manje, s obzirom da on učestvuje u procesima oksidacije sedimenata (slika 14). Usled raspadanja organske materije iz sedimenata, ugljeničnih i azotnih jedinjenja, dolazi do potrošnje kiseonika, što zahteva ponovno dovođenje vazduha.



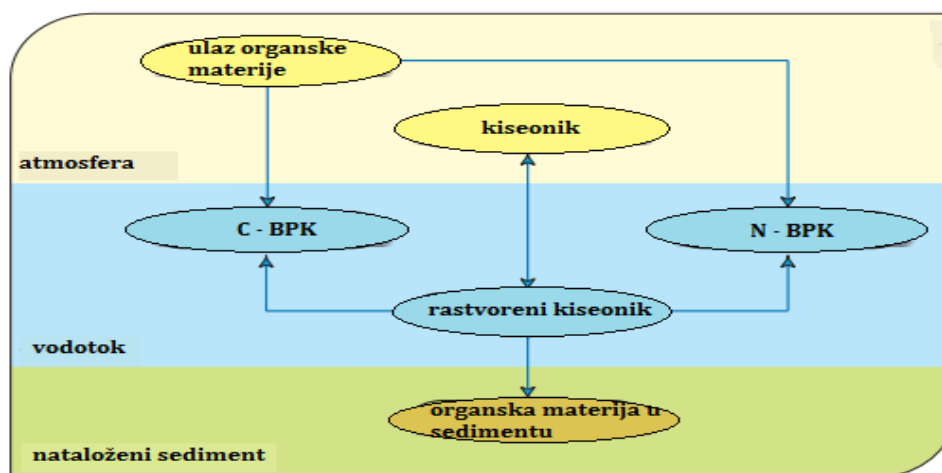
Slika 13. Razmena kiseonika u vodotocima

(proces koji povećavaju koncentracije kiseonika su označeni zelenim,
a procesi koji smanjuju koncentracije kiseonika su označeni žutim)

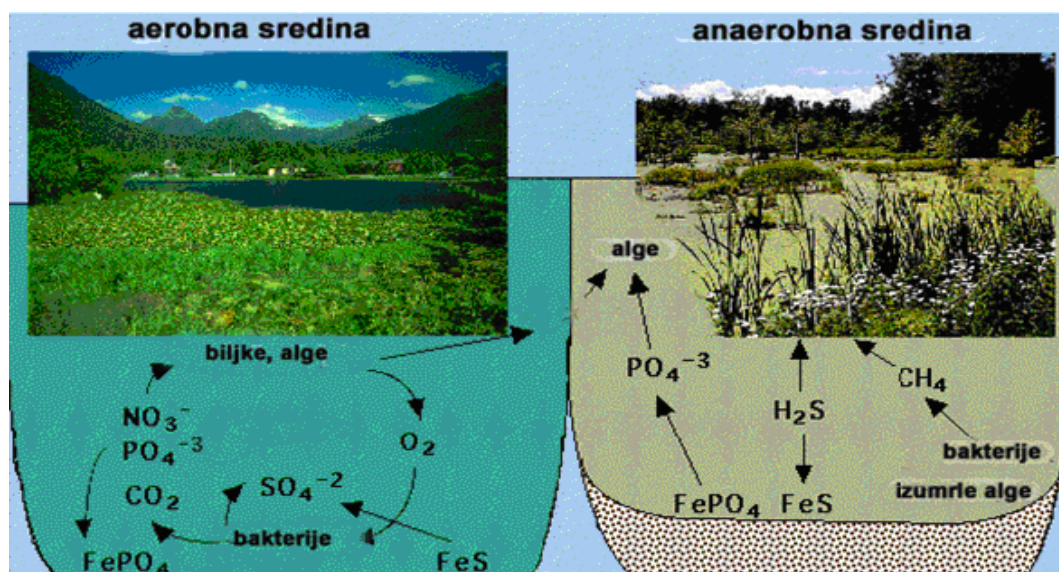
Ispuštanje voda sa visokim organskim sadržajem, kombinacijom dejstava, vodi smanjenju sadržaja rastvorenog kiseonika, povećanju organskog sadržaja u vodenim tokovima i nastanku toksičnog vodonik-sulfida (Chin, 2013). Porast koncentracije organske materije (što se dešava nakon ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda) dovodi do smanjenja koncentracije rastvorenog kiseonika, a nizak nivo kiseonika ugrožava život određenih vrsta riba. Mnogi akvatični organizmi (ribe, invertebrate i aerobni mikroorganizmi) zavise od rastvorenog kiseonika i pri padu koncentracije ispod 5 mg/l, mobilna akvatična fauna migrira u oblast sa dovoljnom koncentracijom kiseonika. Ukoliko je izrazito nizak nivo kiseonika, toliko da je nemerljiv u dužem vremenskom periodu, aktivnosti živog sveta se svode na aktivnosti anaerobnih bakterija koje proizvode gasove kao što su metan i vodonik-sulfid (slika 15).

Na slici 16 dat je primer tipičnih efekata na kvalitet vode nizvodno od ispusta otpadne vode (Friedrich i dr., 1996). Komunalna otpadna voda, bez sintetičkih i štetnih supstanci (hlorovani ugljovodonici i deterdženti), se karakteriše visokim sadržajem lako biorazgradljive organske materije. Sadrži i veliki broj bakterija, virusa i ostalih patogena, koji predstavljaju potencijalnu opasnost po zdravlje ljudi. Tokom procesa biodegradacije otpada u rečnom sistemu, može se uočiti početni nagli pad sadržaja kiseonika, što predstavlja rezultat mikrobnog disanja tokom procesa samoprečišćavanja (Ostroumov,

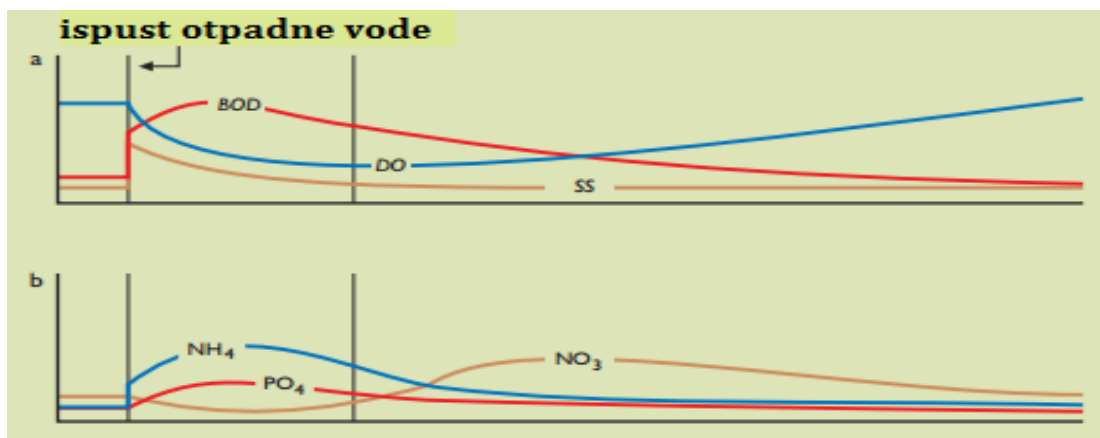
2005). Međutim, mikrobna aktivnost takođe dovodi do porasta sadržaja nutrijenata i štetnih supstanci (vodonik- sulfid, amonijum joni). Vodonik-sulfid je veoma toksičan, ali amonijum joni su lakše usvojivi nutrijenti u odnosu na nitrata. Međutim, ako pH vrednost premaši 8,5, dolazi do brzog porasta sadržaja nejonizovanog amonijaka, koji je veoma toksičan za populaciju riba. Fosfati takođe postaju dostupni nakon biološkog razlaganja organskog otpada. Ove promene hemijskog sastava vode su praćene značajnim promenama strukture biote, gde neke vrste iskorišćavaju pojavu porasta nutrijenata ili ispoljavaju toleranciju na smanjen sadržaj kiseonika (Kurilenko i Osmolovskaya, 2007).



Slika 14. Interakcije kiseonika u vodotoku



Slika 15. Procesi u vodi u aerobnim i anaerobnim uslovima

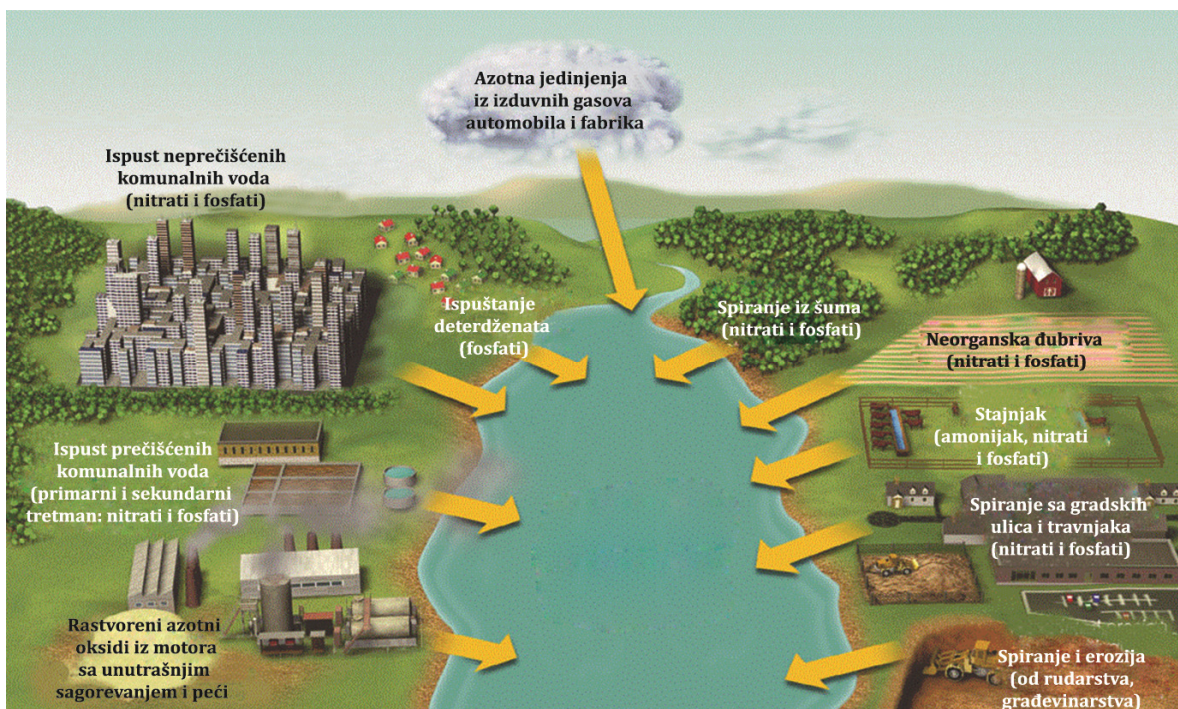


Slika 16. Fizičke i hemijske promene kvaliteta vode nizvodno od ispusta otpadne vode

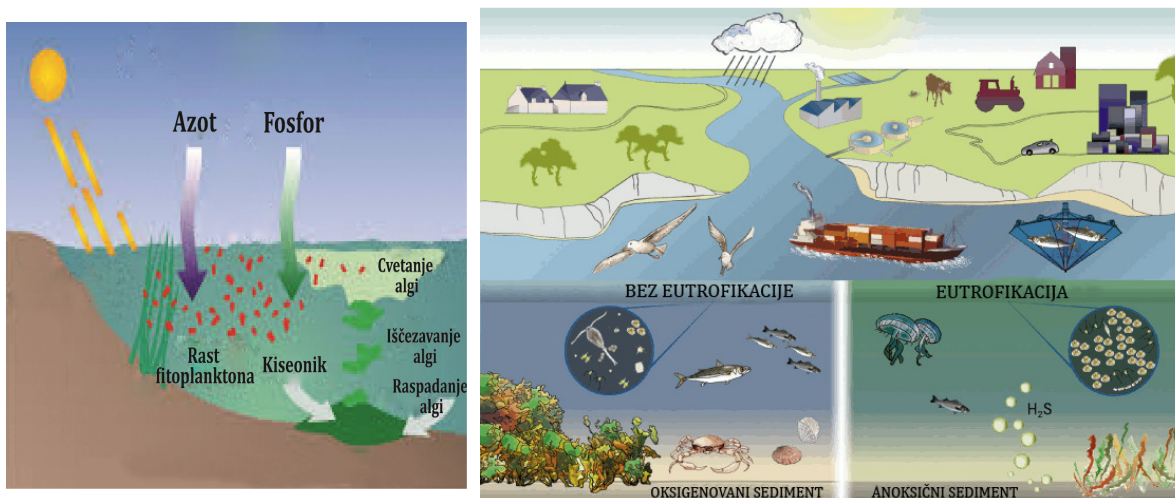
2.3.2. Eutrofikacija

Povećane koncentracije nekih hemijskih jedinjenja mogu delovati razorno na akvatične ekosisteme, forsiranjem razvoja pojedinih njihovih komponenti koje ih koriste kao hranu. Ova pojava je *eutrofikacija* i može biti izazvana unošenjem viška biorazgradljivih organskih materija koje služe kao hrana razgrađivačima (Burke i dr., 2005; Jung i dr., 2010). Problem nastaje onda kada se aktivnost razgrađivača, koji organsku materiju koriste i kao izvor energije i kao izvor hrane, toliko intenzivira zahvaljujući višku hrane, da oni utroše sav raspoloživi kiseonik za njenu oksidaciju (biohemijska potrošnja kiseonika). U uslovima potpunog odsusutva rastvorenog kiseonika praktično svi aerobni organizmi (ribe i zooplankton) izumiru i dolazi do razvoja anaerobnih vrsta i nastajanja toksičnih produkata neprijatnog mirisa i do drastičnog pada kvaliteta vode. Drugi način pospešivanja eutrofikacije je unošenje viška neorganskih nutrijenata (azota i fosfora) koji su ograničavajući faktor u razvoju biljaka. Jedan deo ovih nutrijenata unosi se sa organskim zagađivačima u čijem sastavu se nalaze, a drugi deo sa njihovim organskim jedinjenjima. Na slici 17 je prikazano dospevanje nutrijenata u vodotoke.

Azot i fosfor predstavljaju kontrolišuće nutrijente i stimulišu razvoj akvatičnih biljnih vrsta. To sa jedne strane, zahvaljujući dnevnoj fotosinteznoj aktivnosti, povećava sadržaj rastvorenog kiseonika u vodi, ali, sa druge strane, respiracija biljaka i razgradnja mrtvog biljnog materijala stvaraju uslove smanjene koncentracije rastvorenog kiseonika i nastanak anaerobnih uslova. Visoke koncentracije N i P mogu uzrokovati štetno cvetanje algi. Kao posledica ovih procesa, voda u tim tokovima postaje zagađena, neprijatnog mirisa, neupotrebljiva za kupanje i piće, a u njoj prestaju da žive usled nedostatka kiseonika živi organizmi, kao što su rakovi, ribe ili vodene biljke.



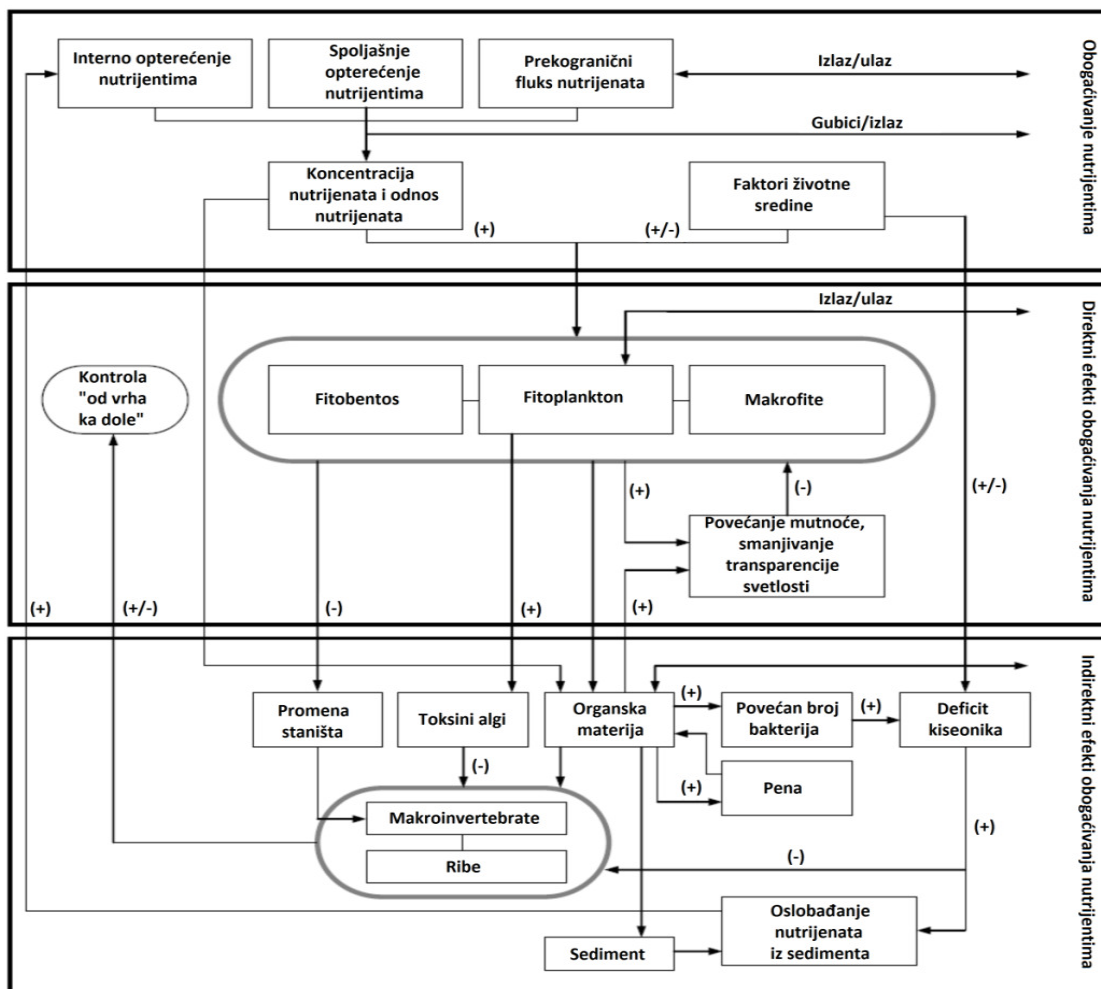
Slika 17. Načini dospevanja nutrijenata u vodotoke



Slika 18. Procesi u vodenom ekosistemu nakon unosa nutrijenata

Na slici 19 prikazan je opšti konceptualni model za procenu eutrofikacije u svim kategorijama površinskih voda. Dijagram opisuje proces eutrofikacije, različite elemente i procese koji su delimično uključeni u ekološke uticaje koji se mogu javiti. Uticaj hidroloških i morfoloških promena i njihov potencijalni uticaj na eutrofikaciju nisu detaljno predstavljeni na dijagramu već su sumirani pod “faktori okoline”. Veoma je važno razumeti

kompleksnost procesa eutrofikacije, kako zbog procene ekološkog statusa vodnog tela, tako i zbog planiranja odgovarajućih mera za ublažavanje (npr. dobro je poznato da efekti kontrolne mere “od vrha ka dole” na eutrofikaciju, kao što je npr. biomanipulacija pomoću predatorskih vrsta riba, mogu biti od velikog značaja) (Anon., 2009).

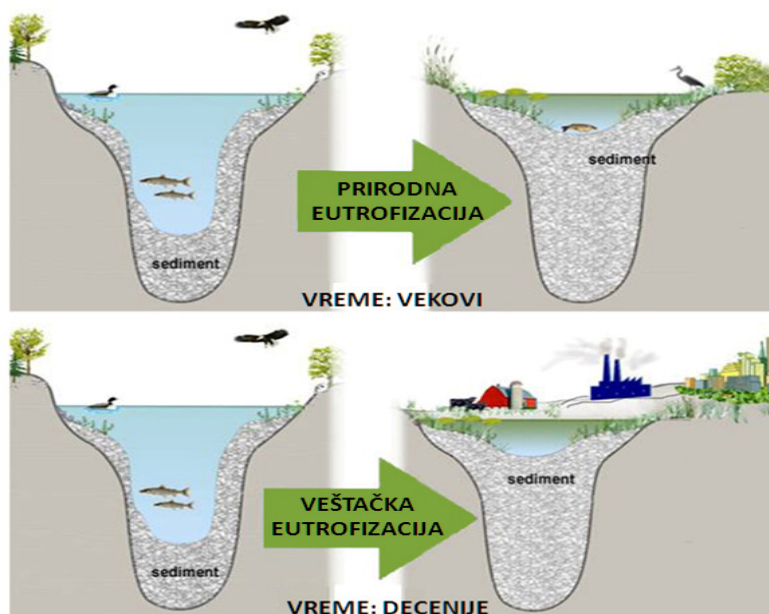


Slika 19. Opšti konceptualni model za procenu eutrofikacije u svim kategorijama površinskih voda ((+)- označava povećanje; (-)-označava smanjenje; zaokruženi delovi označavaju biološke elemente kvaliteta) (Anon., 2009)

Eutrofikacija predstavlja primarni problem u većini površinskih voda širom sveta i smanjenje unosa nutrijenata bi bilo od suštinskog značaja za poboljšanje kvaliteta voda. U tu svrhu se razvijaju različiti modeli u okviru kvaliteta vode (*Water quality modeling, WQM*) koji služe kao uspešni alati za kontrolu unosa zagađenja (nutrijenata) i podržavaju donošenje odluka (Zou i dr., 2006, 2009; Liu i dr., 2008; Purandara i dr., 2012). Ovakvi modeli mogu da se primene i za procene uticaja na kvalitet vode usled neke buduće

poljoprivredne aktivnosti (Rounsevell i dr., 2005; Ewert i dr., 2005) ili usled pojačanog urbanog rasta (Kepner i dr., 2004).

Proces eutrofikacije može biti prirodna i antropogena. *Prirodna eutrofikacija* je vrlo spor proces i može trajati hiljadama godina. Naime, nakon uginuća nižih i viših biljnih i životinjskih organizama iz voda, oni podležu bakterijskoj razgradnji, mineralizuju se i postaju izvor hranjivih materija za vodene biljke (fitoplankton) (Blanco i Lal, 2008). Prirodna eutrofikacija dovodi vremenom do postepenog umiranja vodotoka, pretvarajući organizme koji žive u njemu u mulj i blato (slika 20). *Antropogena eutrofikacija* (uzrokovana delovanjem čoveka) temelji se na unosu neorganskih materija koje podstiču primarnu produkciju (npr. veštačka đubriva) (Schindler, 2012). Remeti se uravnotežena stabilnost ekosistema i dolazi do porasta izvorne (autohtone) biljne mase, a time i organskog materijala što uzrokuje eutrofikaciju (Sharpley i dr., 2003). Primer antropogene eutrofikacije je cvetanje jezera uz pojavu cijanobakterija kao posledica povećanog dotoka industrijskih otpadnih voda.



Slika 20. Povećanje količine sedimenta pri prirodnoj i veštačkoj eutrofikaciji

Proces eutrofikacije prirodnim putem je spor i često reverzibilan, ali antropogene aktivnosti ubrzavaju proces kroz ulaz N i P i umanjuju puferski kapacitet ekosistema. Pri većim koncentracijama rastvorenih hranjivih materija u vodi dolazi do bržeg rasta algi. Prekomeran rast algi guši druge biljke. Eventualno kada dođe do smrti algi, one koriste dostupni kiseonik u vodi, smanjuju nivo kiseonika na minimum i ugrožavaju akvatični život. Hranjive materije i sediment pospešuju eutrofikaciju u jezerima, barama i zalivima (Blanco i Lal, 2008).

2.3.3. Toksične supstance

Ogromne količine različitih zagađujućih materija delom nastaju kao industrijski proizvod, a delom kao otpadna materija. Porast hemijskog zagađenja i njegovo dospevanje u životnu sredinu, rezultovalo je ispoljavanjem niza štetnih efekata. Zagađujuće materije koje na ovaj način dospevaju u vodenu sredinu karakterišu različita fizičko-hemijska svojstva i shodno njima različita perzistentnost, toksičnost i mogućnost bioakumulacije.

Polutant ili *toksični agens* je agens koji može da izazove negativan efekat u biološkom sistemu, ozbiljno narušavajući njegovu strukturu ili funkcionisanje ili, pak, prouzrokujući smrt, a obuhvata i negativne abiotičke promene (ekstremne vrednosti temperature i pH, smanjenje sadržaja rastvorenog kiseonika i povećanje suspendovanih materija ili sedimentacije). Glavne kategorije toksičnih materija antropogenog porekla, naročito onih koje mogu da izazovu značajne biološke i ekološke probleme u akvatičnoj sredini su sintetički organski pesticidi, industrijske hemikalije iz hemijske proizvodnje, naftni ugljovodonici, soli metala i ostala neorganska jedinjenja i tečni industrijski otpad (efluenti). Neke od ovih materija se normalno nalaze u vodenoj sredini u minimalnim nutritivnim koncentracijama. Sadržaj zagađujućih materija u životnoj sredini uslovljen je ne samo količinom koja je dospela u životnu sredinu, već i fizičkim i hemijskim osobinama tih jedinjenja, abiotičkim i biotičkim karakteristikama ekosistema u koji dospevaju, kao i procesima koji utiču na njihovu dalju sudbinu (transport, transformaciju i dispoziciju) (Lidman, 2005).

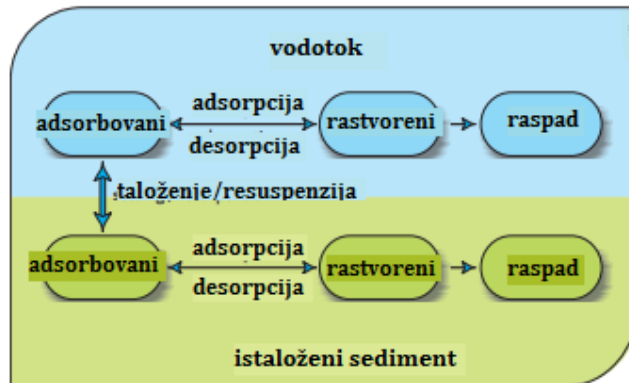
Transportnim procesima polutanti se raspodeljuju u različite delove životne sredine (atmosfera, hidrosferu, litosferu), u zavisnosti od afiniteta komponenti ka svakoj od ovih faza (Connell i dr., 2004). Procesi koji se odvijaju u životnoj sredini mogu se generalno predstaviti kao procesi izmene između dve faze i to: vegetacija/atmosfera, zemlja/atmosfera, atmosfera/voda, sediment/voda i biota/voda (Connell i dr., 2004; Newman i Unger, 2003). Pored ovih glavnih procesa izmene u životnoj sredini mogu biti zastupljeni i neki drugi specifični za određene segmente životne sredine, kao što je na primer proces izmene suspendovani sediment/voda.

Toksične supstance biotičkim i abiotičkim transformacijama mogu biti konvertovane u druge forme manje, neizmenjene ili pak, veće toksičnosti. Najznačajnije reakcije abiotičkih transformacija su hidroliza (npr. estri kao što su organofosforni i karbamatni insekticidi), oksidacija i fotoliza (veliki broj hemijskih supstanci). Oksidacija i hidroliza rezultuju formiranjem produkata koji sadrže hidroksilne, karbonilne i druge polarne funkcionalne grupe, što dalje rezultuje povećanjem polarnosti nastalih produkata, a tim i povećanjem njihove rastvorljivosti u vodi. Kada su u pitanju lipofilne komponente, njihovi transformacioni produkti takođe su polarnije i u vodi rastvorljivije komponente, čime ove komponente lakše podležu ekskreciji i uklanjanju iz organizma (Connell i dr., 2004).

Toksičnost je relativno svojstvo koje se odnosi na potencijal hemijske supstance da izazove negativan efekat na živi organizam i funkcija je koncentracije, sastava/osobina toksične supstance kojoj je organizam izložen (npr. eksterno ili interno) i vremena ekspozicije. Najčešće se podaci o toksičnosti koriste za poređenje hemijskih supstanci ili procenu osetljivosti različitih vrsta na iste.

2.3.4. Kontaminirani sediment

Sediment, tj. nanos u rečnom koritu je posledica erozije, odnosno spiranja zemljišta. Površinsko spiranje je prisutno na svim padinama čiji je nagib 1-3%. Ovim procesom u vode rečnog sliva dospevaju različite supstance. Kvalitet nanosa (sedimenta) je važna komponenta u programima zaštite i kontrole kvaliteta vode. Sastav i fizičke karakteristike nanosa utiču na stepen vezivanja organskih i neorganskih prirodnih i zagađujućih materija koje se mogu naći u prirodnim vodama (slika 21). Fizičko-hemijske karakteristike sedimenta (pH, redoks-potencijal, sadržaj sulfida, organske materije i gline) utiču na pojavne oblike i vezivanje toksičnih komponenti i njihovih metabolita za čestice sedimenta, a time i na njihovu mobilnost, a za posledicu imaju bioakumulaciju i biomagnifikaciju u živim organizmima u manjoj ili većoj meri.



Slika 21. Prikaz procesa adsorpcije/desorpcije i raspadanja toksičnih materija u vodotoku i sedimentu

Kada neprečišćena otpadna voda dospe u vodotok, dolazi do oksidacije organske materije, pri čemu se troši rastvoreni kiseonik iz vodotoka i na taj način se ugrožavaju vrste u vodotoku koje koriste kiseonik. Prema tome, javljaju se dva negativna efekta: nagomilavanje mulja u vodotoku i ekološka šteta usled smanjivanja koncentracije rastvorenog kiseonika ispod biološkog minimuma. Azotne i fosforne materije izazvaće eutrofizaciju vodotoka i stimulišaće organsku produkciju. Nakon prolaska vegetacionog perioda za alge, one će postati supstrat za mikroorganizme i prolaskom kroz lanac ishrane

doćiće do dodatnog porasta mulja u vodotoku i potrošnje kiseonika. Pojava toksičnih polutanata pogoršava navedene negativne procese. Izdvojeni mulj i autohtoni mulj u vodotoku zbog nagomilavanja toksičnih polutanata postaje i sam toksičan.

Formirani sediment koji nastaje usled mikrobiološke oksidacije organskih materija taloži se na dno kanala. Sa druge strane, nastaje određena količina sedimenta usled eutrofizacije i rasta makrofita koji su stimulisani prisustvom azotnih i fosfornih jedinjenja u vodi. U slučajevima ugrožavanja vodotoka, bilo zbog smanjenja protoka ili negativnih efekata u kanalu, nastali sediment se mora u određenim vremenskim intervalima izmuljivati, tj. uklanjati iz kanala i najčešće se deponuje pored nasipa na površinama koje su za to pogodne. Pretpostavka je da su za nastajanje mulja (sedimenta) u sporotekućim rekama najodgovornije neprečišćene otpadne vode i može se izračunati teorijska količina mulja (sedimenta) u vodotoku koji potiče od biološke razgradnje organskih materija iz otpadnih voda. Jedan deo rastvorenih, koloidnih i suspendovanih organskih materija se oksiduje u novu biomasu, a drugi deo se pretvara u energiju koja je potrebna mikroorganizmima za metaboličke procese. Najbrže se oksiduju rastvorene organske materije, zatim koloidne i na kraju suspendovane organske materije, koje pre nego što dospeju u ćeliju moraju prvo da se hidrolizuju, tj. rastvore. Prema tome, za izračunavanje količine nastalog mulja (sedimenta) u vodotoku potrebno je u otpadnoj vodi izmeriti, tj. utvrditi količinu rastvorenih i koloidnih organskih materija i suspendovanih neorganskih i organskih materija.

Sediment ima takve osobine da može fizičko-hemijskim procesima da vezuje kontaminante (organske i neorganske) koji dospevaju u akvatične sisteme i na taj način sedimenti predstavljaju rezervoare polutanata (*Zoumis i dr., 2001*). Zagađenje sedimenta može imati mnogo štetnih efekata na ekosistem, kako jasno vidljivih tako i onih diskretnih i nevidljivih. U mnogim oblastima zagađenja, vidljivi i lako prepoznatljivi dokazi o štetnom dejstvu na rezidentnu biotu su podudarni sa procenjenim koncentracijama u sedimentu (*Akcaj i dr., 2003*). Češći su manje vidljivi efekti na biološke zajednice i ekosisteme koji su uslovljeni različitim koncentracijama kontaminanata u sedimentu i teže ih je identifikovati. Brojni fizičko-hemijski i biohemijski procesi utiču na raspodelu materija u sistemu sediment/voda, opredeljuju oblike nalaženja, ponašanje i sudbinu polutanata. Od ovih procesa posebno su značajni: rastvaranje, adsorpcija, desorpcija, isparavanje, fotoliza, hidroliza, oksido-redukcija, stvaranje micela, taloženje, jonska izmena, stvaranje kompleksa, metabolički procesi i bioakumulacija.

Distribucija metala u sedimentu može ukazati na potencijalnu opasnost po okolinu kroz način na koji su metali povezani. Interesovanje za ove tehnike je porastao posle povezivanja stepena mobilnosti sa procenom rizika (na primer ukoliko je metal mobilniji, veći je i rizik vezan za njega). Ukupna koncentracija metala nije dovoljna da definiše toksičnost sedimenta jer različiti sedimenti pokazuju različit stepen toksičnosti u zavisnosti od toga za koju fazu u sedimentu su metali vezani (*Pertsemli i Voutsas, 2007*). U kom će se obliku i u kolikoj meri naći metali u sedimentu zavisi od vrste metala i osobina

sedimenta (minerološki sastav, sadržaj organskih materija, veličina čestica i ukupnih adsorptivnih površina, redoks potencijal, pH, temperatura itd.). Metali se u sedimentu mogu naći u šest frakcija i u zavisnosti od toga za koju su fazu vezani pokazuju različit stepen mobilnosti (Pertsemli i Voutsas, 2007) (slika 22).

U oksidovanom sedimentu (oksičnim uslovima), metali mogu biti adsorbovani na česticama gline, oksidima gvožđa, mangana i aluminijuma (koji prekrivaju površinu čestica gline) ili rastvorenim i čestičnim organskim materijama. Sa opadanjem koncentracije kiseonika u sedimentu i prelaskom sa oksičnih na anoksične uslove, najčešće usled mikrobiološke degradacije organskih materija, dolazi do rastvaranja oksida metala na površini čestica sedimenta. U sedimentima sa deficitom kiseonika, mnogi metali stupaju u reakciju sa sulfidima nastalim bakterijskom i gljivičnom aktivnosti, gradeći nerastvorne metal sulfide.



Slika 22. Oblici nalaženja metala u čvrstoj fazi

Pod pogodnim uslovima, neki metali u sklopu sedimenata i suspendovanih čestica se vraćaju u gornji sloj vode vršeći remobilizaciju i difuziju na gore. Procesi koji utiču na oslobađanje metala iz sedimenta su:

- povećana koncentracija soli (alkalnih i zemnoalkalnih katjona),

- promene redox uslova,
- promene pH vrednosti,
- prisustvo kompleksirajućih agenasa,
- biohemiska transformacija.

Slične koncentracije kontaminanata mogu prouzrokovati različite biološke uticaje na različite sedimente, jep je toksičnost uslovljena stepenom kojim hemijske supstance vezuju druge konstituente u sedimentu (Guo i dr., 2004). Interakcije organskih i neorganskih supstanci u sistemu sediment/voda utiču na njihovu pokretljivost i biološku aktivnost izazivajući pozitivan ili negativan uticaj na biodostupnost (Kuang-Chung i dr., 2001; Tričković i dr. 2007; Prica, 2008; Prica i dr. 2008). Sedimenti u dužem vremenskom periodu mogu predstavljati sekundarni izvor zagađivanja voda i zbog toga je važno izvršiti karakterizaciju sedimenta, tj. sistema voda-sediment.

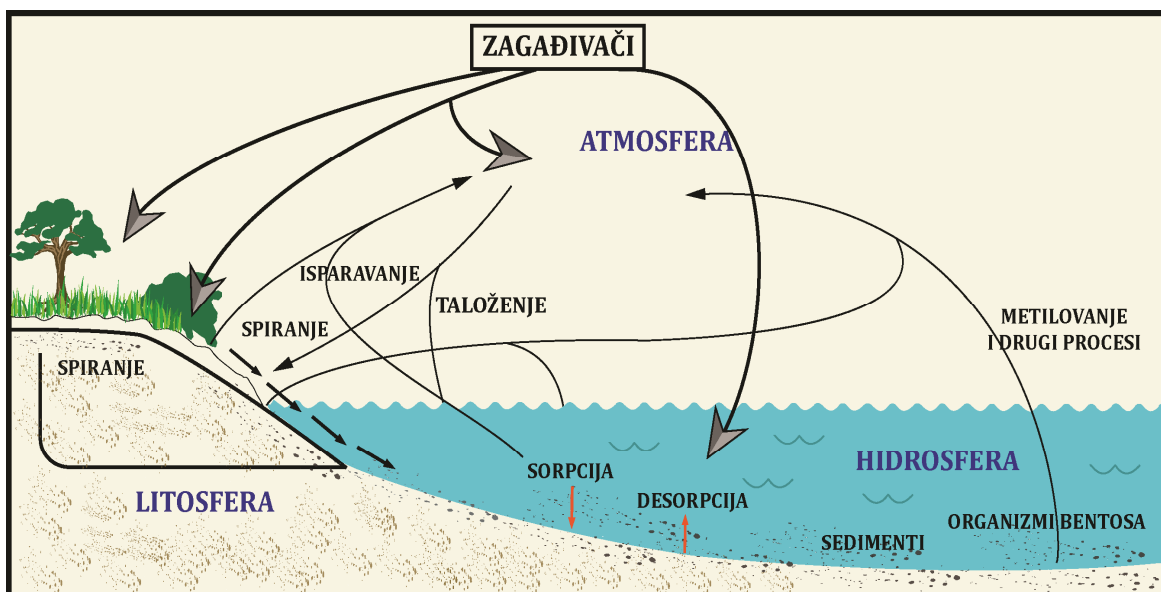
Mnoge dostupne informacije o kvalitetu sedimenta ukazuju na visok stepen kontaminacije kako u svetu, tako i kod nas (Abessa i dr., 2008; Rodrigues i dr., 2013; Prica i dr., 2010; Velimirović i dr., 2011; Rajić i dr., 2012; Prica i dr., 2012a, 2012b; Dalmacija i dr., 2012a; Rajić i dr., 2013). Kontaminirani sediment predstavlja značajan ekološki problem iz više razloga:

- kontaminirani sediment može biti toksičan za akvatične organizme (organizme bentosa, ribe) i ugrožavati njihov opstanak usled smanjenja rasta i reproduktivnosti;
- određene zagađujuće materije podležu bioakumulaciji i biomagnifikaciji kroz lanac ishrane, tako da i viši organizmi mogu biti pogođeni negativnim uticajem zagađenog sedimenta;
- zagađeni sedimenti mogu ugroziti zdravlje ljudi usled direktnog izlaganja putem kontakta sa sedimentom ili konzumiranja zagađene ribe i/ili školjki;
- eksploatacija vodenih ekosistema može biti ugrožena prisustvom zagađenog sedimenta usled smanjenja brojnosti vrsta riba ili pak, smanjenja konzumacije ribe, pa time i ribolova.

Kapacitet sedimenata za vezivanje polutanata varira u zavisnosti od specifičnih geohemijskih osobina sedimenta, od toga zavisi i stepen biodostupnosti zagađujućih supstanci u sedimentu. Biodostupnost polutanata uslovljena je vrstom i intenzitetom interakcija u sistemu voda/sediment i zavisi od fizičko-hemijskih interakcija u sistemu sediment/voda, geohemijskih osobina sedimenta (sadržaj organske materije, gline, sulfida, i dr.), uslova sredine (pH, redoks-potencijal, temperatura, specifična težina i dr.) (Hongwu i dr., 2014). Na slici 23 su prikazani procesi u životnoj sredini nakon dospevanja zagađujućih materija. Transport i transformacija polutanata u vodotocima su veoma složeni procesi izučavaju se uz pomoć matematičkih modela (Huang i dr., 2007).

Kontaminiranost sedimenata znatno varira prostorno, ali i vremenski, usled hidrološke dinamike (npr. sa povećanjem učestalosti poplava), ili usled razlika u njihovoj teksturi i hemijskim karakteristikama (Palma i dr., 2014b).

Polutanti relevantni za sediment su jedinjenja sa liste prioriternih polutanata (Council Directive 2000/60/EC), ali i razna druga jedinjenja (lekovi, steroidi, hormoni, površinski aktivne materije, industrijski aditivi...). Dospevanje većih količina azotnih i fosfornih materija u akvatične sisteme, remeti se uravnotežena stabilnost ekosistema i to može dovesti do uslova pogodnih za pojavu eutrofizacije. Deo neorganskih i organskih materija koje sadrže nutrijente se taloži kao inertni materijal, a deo podleže fizičko-hemijskoj i mikrobiološkoj mineralizaciji rezultujući nastajanjem rastvornog fosfata koji može biti adsorbovan na hidratisanim oksidima gvožđa i predstavlja mobilnu frakciju fosfora. Pri anaerobnim uslovima dolazi do ponovnog rastvaranja i oslobađanja fosfora u vodenu fazu.



Slika 23. Procesi u životnoj sredini nakon dospevanja zagađujućih materija

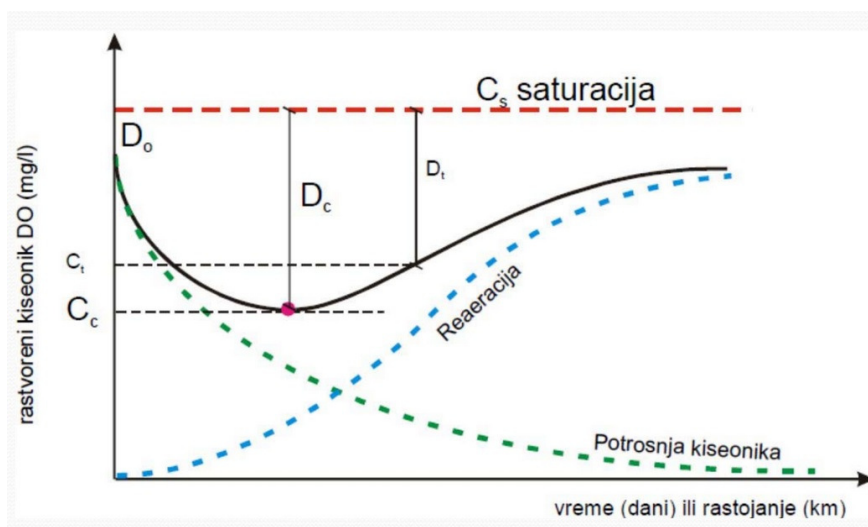
Kada se karakterizacijom sedimenta i procenom rizika utvrdi da je sediment zagađen iznad nivoa koji zahteva remedijaciju neophodno je pristupiti njegovoj remedijaciji. Koji će se način remedijacije odabrati zavisi od samih osobina lokaliteta i specifičnosti sedimenta (Dalmacija i Agbaba, 2008; Dalmacija, 2012). Tokom izmuljivanja neminovno dolazi do oslobađanja polutanata, pri čemu njihova količina zavisi od primenjene tehnike izmuljavanja (USEPA, 1996).

2.3.5. Samoprečišćavanje vodotoka

Pojave zagađivanja vodoprijemnika aktiviraju određene fizičke, hemijske i biološke procese u samom akvatičnom ekosistemu, kojima se on brani od narušavanja svoje ekološke ravnoteže i čini sve što može da negativni uticaj stranih otpadnih materija u što većoj meri neutrališe. To znači da se aktivira potencijalni samoprečišćavajući kapacitet sistema. Sposobnost samoprečišćavanja prijemnika otpadnih voda zavisi od velikog broja faktora i varira od recipijenta do recipijenta. Samoprečišćavanje predstavlja delimično ili potpuno obnavljanje stanja akvatičnog ekosistema prirodnim procesima, do onog u kom se on nalazio pre zagađivanja. Ovaj proces se sastoji iz niza reakcija koje proizvode transformacije čija je posledica nastajanja hemijskih jedinjenja koja imaju manje štetan uticaj na kvalitet vode.

Reaeracija i biološka potrošnja kiseonika kao dve osnovne reakcije koje se dešavaju u toku procesa samoprečišćavanja predstavljaju osnov za određivanje prostorne i vremenske raspodele rastvorenog kiseonika tj. bilansa kiseonika. Rezultanta procesa reaeracije (povećanje rastvorenog kiseonika u vodi) i deoksigenacije (smanjenje rastvorenog kiseonika u vodi) predstavlja realni sadržaj rastvorenog kiseonika duž celog vodotoka. Na slici 24 predstavljena je kriva rastvorenog kiseonika u prirodnoj vodi.

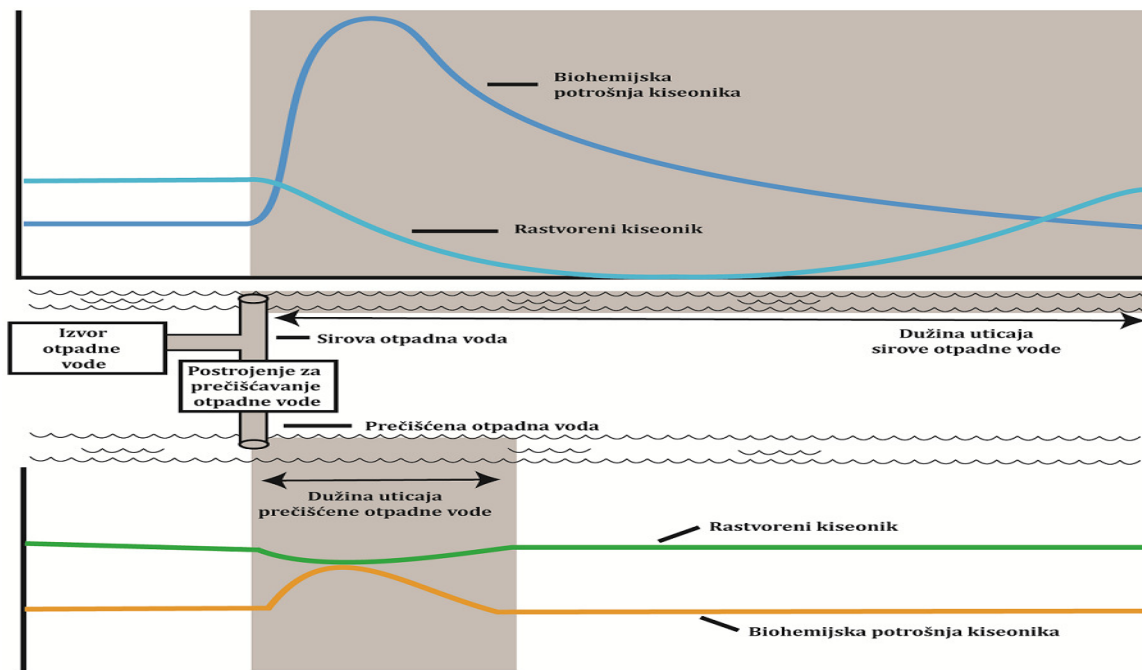
Nesumnjivo je da je fotosinteza, koja doprinosi povećanju sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi u toku njenog samoprečišćavanja, izraženija kako proces mineralizacije organske materije napreduje. Mutnoća nastala unošenjem nerastvorne organske materije u vodu istovremeno biva sve manja i manja.



Slika 24. Kriva rastvorenog kiseonika u prirodnoj vodi

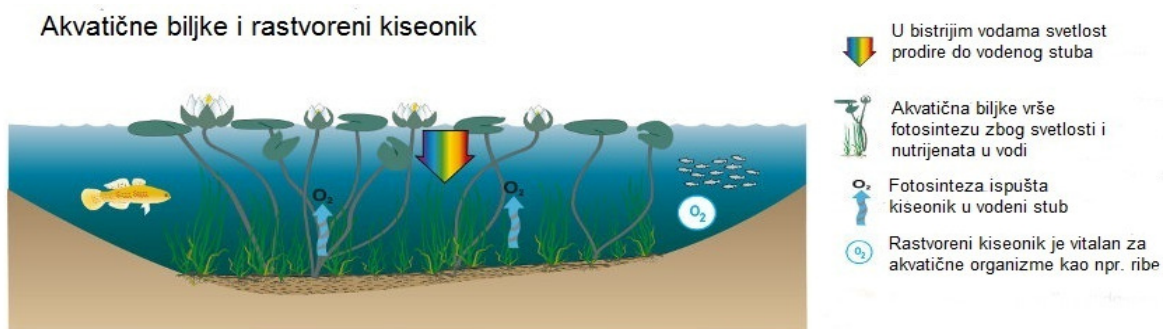
Usled ovih procesa vodoprijemnik se može po isteku određenog vremena od momenta zagađivanja regenerisati i približno povratiti u prvobitno stanje samo ukoliko intenzitet zagađenja ne premašuje pomenuti kapacitet. U tom slučaju, u toku tog perioda energetski sadržaji pojedinih zagađujućih materija bivaju utrošeni, zagađenjem uvećana BPK vrednost njegove vode se smanjuje, brzina apsorpcije kiseonika iz atmosfere, koja je u početku zaostajala za brzinom njegovog trošenja, dostiže je ili čak nadmašuje. Voda postaje bistrija i usled povećane fotosintetske aktivnosti u njoj raste sadržaj rastvorenog kiseonika i ponovo se pojavljuju viši oblici akvatičnog života. Ukoliko intenzitet zagađenja nadmaši ovaj asimilativni kapacitet recipijenta, koji se može posmatrati kao neka vrsta prirodnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda određenog kapaciteta, on postaje trajno zagađen, uz praktično nepovratno smanjeni kvalitet svoje vode (slika 25).

Rastvorljivost kiseonika u vodi zavisi od temperature, turbulencije na površini vode, vazdušnog pritiska, veličine kontaktne površine i količine kiseonika u vodi ili u vazduhu. Prisustvo organskih materija u vodi može da smanji količinu kiseonika na nulu (kao u slučaju otpadnih voda). Nezagađene površinske vode su obično zasićene kiseonikom, a prezasićenje može biti posledica previše velike turbulencije vode ili velikog rasta vodenih biljaka, koje konzumiraju ugljen-dioksid i oslobađaju kiseonik tokom fotosinteze, naročito tokom sunčanih dana (Negulescu, 2011). Kada su svetlosni uslovi povoljniji, akvatične biljke stvaraju kiseonik i ispuštaju ga u vodeni stub, povećavajući tako nivo rastvorenog kiseonika u vodi i stvarajući povoljnije uslove za akvatične organizme (slika 26).



Slika 25. Proces samoprečišćavanja vodotoka

Akvatični ekosistemi poseduju prirodnu sposobnost oporavka od kiseonik-zahtevajućih supstanci pomoću fizičkih, hemijskih i bioloških procesa. Ovo tzv. biološko čišćenje ili autopurifikacija (samoprečišćavanje) odvija se u sukcesivnim etapama, od kojih je svaka okarakterisana prisustvom određenog oblika azotnih jedinjenja, slobodnog ugljen-dioksida, mirisom, mikrobim sastavom, prisustvom karakterističnih grupa ili vrsta organizama, pri čemu oni imaju karakter bioindikatora (Ostroumov, 2005; Kurilenko i Osmolovskaya, 2007).



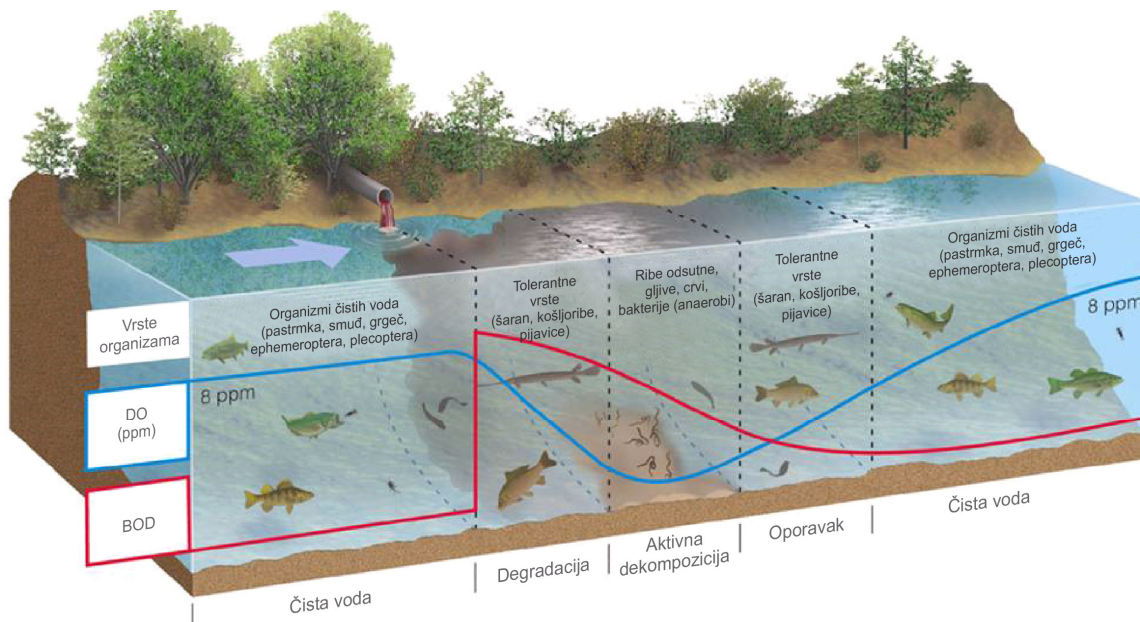
Slika 26. Uticaj rastvorenog kiseonika na akvtične biljke

Kada veća količina otpada dospe u akvtični ekosistem nastaje *degradacija*. Organska materija u otpadu predstavlja izvor hrane mnogim organizmima, pri čemu dolazi do značajnog rasta bakterija i drugih mikro-organizama (Bradley i Owen, 2007). Rast bakterija stvara povećanu potrebu za dostupnim kiseonikom. Broj prisutnih vrsta je smanjen, smenjivanjem manje tolerantnih vrsta sa nekoliko tolerantnih vrsta. Zone promene kvaliteta vode usled organskog opterećenja prikazane su na slici 27.

Nakon početne degradacije, nastupa *aktivna dekompozicija*. U nedostatku količine rastvorenog kiseonika, sredina postaje anoksična. Meteorolški uslovi, kao što su toplota i sunčeva svetlost, mogu doprineti porastu potrošnje kiseonika usled razlaganja organske materije (Lozovik i dr., 2007). Redukovan sadržaj kiseonika u hipoksičnoj sredini može da dovede do uginuća mnogih prisutnih vrsta organizama, dalje smanjujući njegov sadržaj. Organizmi koji mogu da žive bez kiseonika (anaerobi) ili koju se mogu prilagoditi ovakvim uslovima se ubrzano razvijaju. Brojnost prisutnih vrsta je mala a prisutni organizmi će se hraniti organskom materijom sve dok je ima u akvtičnom ekosistemu.

Aktivna dekompozicija postepeno prelazi u *fazu oporavka*. Ova faza se karakteriše ekstremnim dnevnim fluktuacijama sadržaja rastvorenog kiseonika. Količina organske materije opada zajedno sa brojem tolerantnih vrsta organizama. Potrošnja kiseonika od strane mikroorganizama se smanjuje, pri čemu sadržaj rastvorenog kiseonika počinje da raste i pojavljuju se aerobne vrste organizama. Suspendovan materijal je redukovan i rast

algi je dominantan, izazivajući visoku produktivnost. Bujan rast algi izaziva porast sadržaja rastvorenog kiseonika, ali tokom noći dolazi do pada njegovog sadržaja.



Slika 27. Promene kvaliteta vode usled unosa organskog opterećenja

Nakon oporavka, akvatični ekosistem počinje da dobija većinu prvobitnih karakteristika. Međutim, neki ekosistemi ne mogu da dostignu ovu fazu, ako je promena kvaliteta vode većeg intenziteta ili hronična. U tom slučaju vodotok nastavlja proces samoprečišćavanja, ali karakteristike neke druge faze ostaju nepromenjene.

2.4. Koncept održivog razvoja i integralno upravljanje vodama

Značaj vode za ljude, za živi svet, za ekosisteme, za planetu kao celinu, veliki je i višestruk, počev od toga da je voda uslov života pa do mnogih drugih funkcija. Osim što je neophodna za održavanje biljnog, životinjskog i ljudskog života, ona je jeftin izvor energije i jedna od najvažnijih industrijskih sirovina u mnogim tehnološkim procesima.

Cilj održivog korišćenja vodnih resursa je razvoj integralnog upravljanja na bazi regulatornih i institucionalnih osnova usmereno na postepeno usklađivanje sa standardima, tehnologijama i propisima Evropske Unije. Osnovu za uspešno upravljanje vodama predstavljaju sledeći principi održivog razvoja vodnih resursa (WHO/UNEP, 1997):

- ekonomski, po kojem je voda osetljiv i ograničen resurs sa važnim ekosistemskim funkcijama,
- institucionalni princip zahteva uključivanje korisnika u upravljanje vodama, uključujući vladu, civilni i privatni sektor,
- princip instrumenata u upravljanju vodama podrazumeva sistem u kome „korisnik plaća“, „zagađivač plaća“ i aspekte bazirane na zahtevima tržišta.

Praktična politika zaštite životne sredine rukovodi se specifičnim načelima koja obuhvataju: načelo predostrožnosti; načelo prevencije i načelo otklanjanja štete nanete životnoj sredini na njenom izvoru i načelo „zagađivač plaća“. Ova načela predstavljaju uzore, kako u definisanju politike zaštite životne sredine, tako i u donošenju pojedinačnih razvojnih odluka koje mogu uticati na životnu sredinu, prirodne resurse ili zdravlje stanovništva. Razvoj industrije i preduzetništva povezan je sa stvaranjem novih, manje poznatih ili nepoznatih, rizika po zdravlje ljudi, životinja i biljaka.

Načelo **predostrožnosti** je povezano sa pitanjem uspostavljanja ravnoteže između preduzetničkih prava i sloboda individua, industrija i organizacija i potrebe smanjenja rizika negativnih efekata na životnu sredinu, ljude i prirodna dobra. Otuda je ovo načelo u bliskoj vezi sa pitanjem upravljanja rizicima u postupku donošenja odluka koje mogu imati uticaj na životnu sredinu, odnosno sa potencijalnim posledicama nepreduzimanja mera predostrožnosti.

Načelo **prevencije** polazi od shvatanja da je neprihvatljivo čekati da se ekološka šteta dogodi, već je potrebno preduzeti mere da se mogućnost njenog nastupanja predvidi i spreči, a tamo gde se javi, ograniči na najmanju moguću meru i spreči širenje njenih posledica. Načelo prevencije računa sa poznatim rizicima i uzrocima nastupanja konkretne štete u životnoj sredini, dok načelo predostrožnosti proširuje preventivno delovanje politike i prava životne sredine na situacije gde nema pune naučne izvesnosti o mogućnosti realizacije rizika, tako da se oni dopunjuju. Evropska Unija je razvila različite pravne instrumente preventivne prirode, kao što su procedure procene uticaja na životnu sredinu razvojnih projekata pre njihove realizacije, sistem dozvola uslovljenih preduzimanjem mera sprečavanja emisija zagađenja ili njihovog ograničenja putem primene standarda najboljih dostupnih tehnika (*Best Available Techniques, BAT*).

Načelo „**zagađivač plaća**“ polazi od načela pravičnosti, tj. razumne pretpostavke da troškove mera predostrožnosti, prevencije i otklanjanja posledica štete nanete životnoj sredini treba da snosi, pre svega, lice koje je svojom delatnošću te rizike proizvelo. Ovo načelo se odnosi na pitanje odgovornosti i na pitanje pravične distribucije troškova politike zaštite životne sredine unutar društva.

Vodoprivredna osnova Republike Srbije (*Sl. glasnik RS, 11/02*) je dokument kojim se utvrđuje osnovna strategija korišćenja voda, zaštite voda i zaštite od voda na teritoriji Republike Srbije i daju rešenja kojima se obezbeđuje održavanje i razvoj vodnog režima, uz

najpovoljnija i najcelishodnija tehnička i finansijska rešenja za jedinstveno upravljanje vodama.

Zakonom o zaštiti životne sredine uređuje se integralni sistem zaštite životne sredine kojim se obezbeđuje ostvarivanje prava čoveka na život i razvoj u zdravoj životnoj sredini i uravnotežen odnos privrednog razvoja i životne sredine u Republici Srbiji, a upravljanje prirodnim vrednostima ostvaruje se planiranjem održivog korišćenja i očuvanja njihovog kvaliteta i raznovrsnosti (*Sl. glasnik RS, 135/2004, 36/2009, 72/2009*). Upravljanje vodama je osnovna delatnost za to zaduženih državnih ustanova prema kojima se u skladu načela održivog razvoja, ostvaruje celovit nadzor i upravljanje. Integrisano upravljanje je proces koordinacije zaštite, upravljanja i razvoja vodnih, zemljišnih i ostalih srodnih resursa između sektora kako bi se povećala ekonomska i društvena korist uz očuvanje i obnavljanje ekosistema.

Pravni status voda i integralno upravljanje vodama se uređuje *Zakonom o vodama* (*Sl. glasnik RS, 30/2010*). Ovaj zakon daje osnov za propisivanje standarda kvaliteta vode na teritoriji Srbije; način ocenjivanja i sistem praćenja (monitoring) i informisanje javnosti o stanju kvaliteta vode i regulisanje određenih zagađujućih procesa. Zakon predviđa dva pristupa upravljanja kvalitetom:

- upravljanje kvalitetom na bazi ciljeva (određuju se minimalni zahtevi kvaliteta vode u životnoj sredini, kako bi se ograničilo kumulativno dejstvo emisija iz tačkastih i difuznih izvora zagađenja, a koji se fokusiraju na određen nivo kvaliteta vode koji nije štetan po životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Bazira se na statusu recipijenta zagađenja utvrđivanjem određenih ciljeva kvaliteta koje treba dostići u izvesnom vremenu ili sačuvati i unaprediti ukoliko je status vode već u skladu sa ciljevima kvaliteta) i
- utvrđivanje graničnih vrednosti emisija za određene zagađujuće materije (usmeren na određivanje maksimalnih dozvoljenih količina zagađujućih materija koje se ispuštaju iz pojedinačnog izvora i na krajnji rezultat određenih tehnoloških procesa (tretman otpadnih voda, industrijske otpadne vode, dejstva poljoprivrednih aktivnosti), odnosno na količine zagađujućih materija koje mogu biti ispuštene u vodu. Zasniva na regulisanju izvora zagađenja preko graničnih vrednosti emisija).

Integrisano upravljanje vodama u smislu Zakona o vodama, čini skup mera i aktivnosti usmerenih na održavanje i unapređenje vodnog režima, obezbeđivanje potrebnih količina voda zahtevanog kvaliteta za različite namene, zaštitu voda od zagađivanja i zaštitu od štetnog dejstva voda. Zaštita voda sprovodi se u skladu sa planom zaštite voda od zagađivanja. Plan zaštite voda od zagađivanja sadrži: mere za kontrolu, sprečavanje, prekidanje i smanjivanje unošenja u vode hazardnih supstanci; mere za sprečavanje unošenja i odlaganje otpadnih i drugih materija na područjima na kojima to može uticati na pogoršanje kvaliteta voda; mere za prečišćavanje otpadnih voda; mere prevencije i kontrole unošenja rasutih zagađenja, radi sprečavanja njihovog uticaja itd. Za upravljanje zaštitom voda u Planu upravljanja vodama po Zakonu o vodama bitno je

utvrditi pritiske i uticaje ljudskih aktivnosti na status površinskih i podzemnih voda (uključujući procenu zagađivanja od koncentrisanih i rasutih zagađivača, kao i pregled korišćenja zemljišta) i identifikovati ugrožena područja. Nakon toga se moraju uspostaviti osmatračke (monitoring) mreže i na osnovu rezultata odrediti ekološki i hemijski status površinskih voda. Nakon izrade planova koji karakterišu postojeće stanje može se pristupiti postavljanju ciljeva za kvalitet voda.

Voda je ekološki osetljiv resurs i stoga upravljanje vodama zahteva interdisciplinarni pristup upravljanju. Integrisano upravljanje uključuje niz institucionalnih, upravljačkih, pravnih i operativnih aktivnosti u planiranju, razvoju i upravljanju resursima vode za održivi razvoj u celini. Upravljanje vodnim resursima povezuje znanja iz oblasti voda kako bi moglo da se obezbedi očuvanje i razvoj vodnih resursa i njihovo razumno korišćenje. U upravljanje vodama uključuju se nauka, zakon, politika i javnost, a da bi ove aktivnosti davale rezultate neophodno je da se sistem upravljanja neprekidno snabdeva informacijama o stanju i ponašanju životne sredine. Upravljanje vodama sprovodi se tako da se vode mogu koristiti i opterećivati, a otpadne vode ispuštati u recipijente uz primenu odgovarajućih tretmana, na način i do nivoa koji ne predstavlja opasnost za prirodne procese ili za obnovu kvaliteta i količine vode i koji ne umanjuje mogućnost njihovog višenamenskog korišćenja, uz primenu i sprovođenje standarda za ispuštanje otpadnih voda (*Konterman i dr., 2003*).

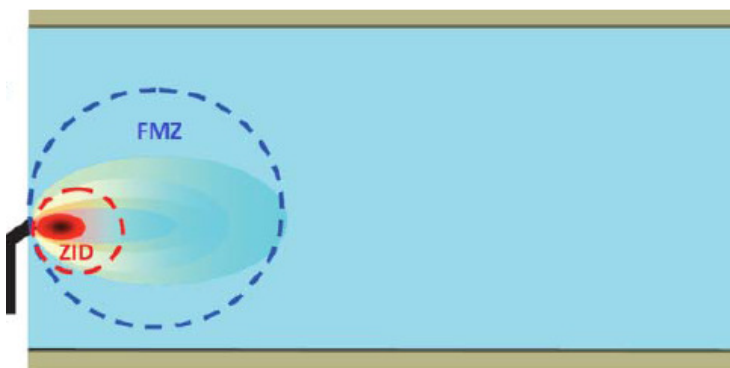
Pored Zakona o vodama, postoji regulativa koja takođe u manjoj ili većoj meri reguliše pitanja vezana za oblast voda. To su, pre svega: zakon o zaštiti životne sredine (*Sl. glasnik RS, 135/2004, 101/2005, 36/2009 i 72/2009*), zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (*Sl. glasnik RS, 135/04*), zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu (*Sl. glasnik RS, 135/04*), zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine (*Sl. glasnik RS, 135/04*).

Postoje dva fundamentalno različita načina za kontrolu zagađenja životne sredine, koji se zasnivaju na principima sprečavanja zagađenja i nivoa zasićenosti. Princip sprečavanja zagađenja pretpostavlja da su svi ekološki pritisci potencijalno štetni i treba da se spreče kad god je moguće, što dovodi do standarda koji su na osnovu onoga što je tehnološki moguće izvodljivi i socio-ekonomski. Princip nivoa zasićenosti pretpostavlja da okruženje može da se nosi sa određenom količinom zagađenja, a izazov je da se ograniči zagađenje na nivo na kome nema štetnih efekata (*Ragas, 2000*).

Osnovu upravljanja kvalitetom voda u svetskoj praksi čine dva tipa graničnih koncentracija: jedna se odnosi na kvalitet voda u vodoprijemnicima (*stream standards*), druga na ispuštenu (otpadnu) vodu (*effluent standards*). U slučaju prvog tipa graničnih koncentracija, u vodoprijemnik se može ispuštati otpadna voda, bez ograničenja količine i kvaliteta, sve dok se ne prekorače propisane granične vrednosti (maksimalno dozvoljene koncentracije – MDK) kvaliteta za vodu vodoprijemnika. Diskutabilno je međutim, gde treba proveriti uticaj ispuštene otpadne vode na kvalitet vode vodoprijemnika, npr. nakon potpunog mešanja dve vrste voda, ili u određenoj tački, nizvodno od ispusta i sl. Primena

se komplikuje u slučaju više ispuštača na jednom vodoprijemniku, jer se javlja dilema, koji ispuštač u kom obimu ima pravo korišćenja slobodnog kapaciteta vodoprijemnika, tj. mogućnost opterećenja po pojedinim parametrima, uzimajući u obzir i samoprečišćavajuću moć vodoprijemnika (Ragas i dr., 1999).

Zona mešanja je zona površinske vode koja se nalazi nizvodno u blizini mesta ispuštanja, odnosno emisije pojedinačnih prioriternih supstanci iz tačkastih izvora zagađivanja u kojoj dolazi do njihovog razblaživanja i mešanja sa vodom prijemnika i u okviru čije granice koncentracija datih supstanci može da prekorači vrednosti za standard kvaliteta životne sredine (Sl. glasnik RS, 24/2014). Efluenti otpadnih voda koji ne dostignu standard kvaliteta životne sredine na mestu gde dospevaju u recipijent će neminovno dovesti do toga da je i u zoni mešanja standard kaliteta životne sredine prekoračen. Važna normativna pitanja koja se odnose na zonu mešanja su: maksimalno dozvoljena veličina zone(a) mešanja i maksimalno dozvoljene koncentracije u zoni mešanja (Ragas i dr., 2005; Jirka, 2010). U SAD se razlikuju dva kriterijuma koja se odnose na koncentracije toksičnih supstanci, ali se razlikuju i dve zone mešanja (slika 28). Prva zona je *akutna zona ili zona inicijalnog razređenja* (Zone of initial dilution, ZID) koja predstavlja oblast neposredno oko ispusta. U ovoj zoni se primenjuje kriterijum maksimalne koncentracije za akutnu toksičnost koji može biti prekoračen, ali treba biti ispunjen na granici zone. Druga zona je *hronična zona ili formalna zona mešanja* (Formal mixing zone, FMZ) u kojoj treba biti ispunjen kriterijum za akutnu toksičnost, dok kriterijum za hroničnu toksičnost može biti prekoračen unutar zone, ali treba biti ispunjen na granici zone. Kriterijum maksimalne koncentracije je skoro ekvivalentan sa kriterijumom maksimalno dozvoljenih koncentracija koji se primenjuje u EU (Jirka i dr., 1996). Teorijski, maksimalne dimenzije zone mešanja bi trebalo da budu bazirane na naučnim studijama u kojima postoji veza između dimenzije zone mešanja i pojave negativnog uticaja. Međutim, veoma je malo naučnih podataka o dimenzijama zona mešanja, te je regulacija zona mešanja često zasnovana na normativnim pretpostavkama na osnovu pojave negativnih uticaja (Ragas, 2000; Schnurbush, 2000).



ZID - zona inicijalnog razblaženja u kojoj su dozvoljeni akutni i hronični efekti,

FMZ - formalna zona mešanja u kojoj je dozvoljeni hronični efekat

Slika 28. Zone mešanja u SAD (Anon., 2010; Ceka, 2011)

Drugi tip graničnih vrednosti odnosi se na kvalitet ispuštene otpadne vode (granična vrednost emisije). Emisioni standardi se relativno lako mogu sprovesti i kontrolisati, obezbeđuju jednakost pred zakonom ali ne garantuju uvek kvalitet koji omogućuje korišćenje vode za predviđene namene. Kontrola zagađenja na izvoru (otpadne vode) dopušta mogućnost da se zagađenja nakupljaju i tako udruženo terete životnu sredinu. To se dešava u slučaju da vodotok opterećuje mnogo izvora zagađenja. Zato se emisioni standardi za svaki konkretni slučaj razmatraju zajedno sa imisionim standardima, jer emisioni standardi predstavljaju minimalni zahtev koji se odnosi na svaki izvor zagađenja, a oštrije norme mogu se postaviti u slučajevima kada to zahtevaju lokalni uslovi i potrebe. S druge strane, standardi kvaliteta voda mogu da potcene efekat koji neke supstance imaju na ekosisteme jer su nedovoljna naučna saznanja o delovanju tih supstanci, njihovoj toksičnosti i prenošenju kroz ekosistem.

Zbog ovakvih nedostataka postojećih pristupa kontrole zagađenja voda razvijen je kombinovani pristup, koji obuhvata postavljanje ograničenja na izvoru zagađenja (proglašenjem graničnih vrednosti emisije), kao i uspostavljanje standarda kvaliteta životne sredine. Ispuštanje polutanata, naročito iz tačkastih izvora, mora da ispuni oba zahteva. Za većinu zemalja u Evropi ova nova politika predstavlja značajno odstupanje od trenutne prakse menadžmenta kvaliteta vode koja je kontrolisala zagađenja jednim od ova dva mehanizma, ali obično ne i kombinacijom (Jirka i dr., 2004). Kombinovani pristup u kontrolisanju zagađivanja voda podrazumeva primenu dva načina kontrole zagađivanja:

- putem propisivanja gornje granice koncentracije u vodotokovima (EQS) i
- putem graničnih vrednosti emisija (GVE).

To praktično znači da se za koncentrisane zagađivače koji ispuštaju otpadne vode u vodene sisteme postavljaju određena ograničenja emisije, dok se istovremeno postavljaju jasni standardi kvaliteta vodenih sistema koji se nalaze pod pritiskom otpadnih voda. Emisione granične vrednosti mogu biti izražene kao masa, koncentracija ili nivo emisije koji se ne sme prekoračiti u toku određenog vremena. Primenuju se na mestima gde emisija (otpadne vode) napušta instalacije. Odnos GVE/EQS opisuje uticaj polutanata na ekosistem. Smatra se da GVE imaju za cilj da štite od akutnih (letalnih) efekata na organizme, dok je uloga EQS sprečavanje dugogodišnjeg hroničnog efekta. Kod rasutih izvora zagađenja, međutim, nije moguće sprovesti kontrolu emisije putem postavljanja graničnih vrednosti. Zato se, kada su u pitanju rasuti zagađivači, sprovode "najbolje dostupne prakse" zaštite i različiti programi kontrole zagađenja voda putem spiranja zemljišta i zagađenih površina (direktiva koja se odnosi na integralno sprečavanje i kontrolu zagađenja, direktiva koja se odnosi na prečišćavanje urbanih otpadnih voda, direktiva koja se odnosi na zaštitu voda od zagađivanja nitratima iz poljoprivrednih izvora itd.) (Council Directive 96/61/EC; Council Directive 91/271/EEC; Council Directive 91/676/EEC).

Kvalitet površinskih voda se može kontrolisati redukcijom koncentracije efluenta, smanjenjem uzvodne koncentracije, smanjenjem zapremine efluenta, povećanjem protoka uzvodno (*Burke i dr., 2005*).

Veoma je važno da se upravljanje otpadnim vodama može smatrati kao deo integrisanog, punog životnog ciklusa, sistema za upravljanje ekosistemom, koji radi u sve tri dimenzije održivog razvoja (socijalnih, ekonomskih i ekoloških), kao i geografskih granica, a uključuje i slatkovodne i morske vode (*Corcoran i dr., 2010*).

2.4.1. Zaštita voda od zagađivanja i njihovo održivo korišćenje

Prirodne karakteristike prostora, način njegovog korišćenja, kao i prostorni raspored stanovništva, elementi su od suštinskog značaja za stanje životne sredine. Sveukupni razvoj civilizacije uslovljava promene u prostoru. Prostor se koristi kako bi se zadovoljile potrebe za stanovanjem, energijom, pitkom vodom, saobraćajnom povezanošću, privrednom proizvodnjom i uslugama. Neke su zemlje prostor iskoristile do te mere da su uzrokovale nedostatak zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju, a nivo izgrađenosti infrastrukture i urbanizacija fragmentirali su prostor uzrokujući niz ekoloških problema (zagađenje zemljišta, vode i vazduha, smanjivanje površina staništa biljnog i životinjskog sveta).

Zaštita voda jeste skup mera i aktivnosti kojima se kvalitet voda štiti i unapređuje, uključujući i od uticaja prekograničnog zagađenja, a usmerava ka: očuvanju života i zdravlja ljudi; smanjenju zagađenja i sprečavanju daljeg pogoršanja stanja voda; obezbeđenju neškodljivog i nesmetanog korišćenja voda za različite namene; zaštitu vodnih i priobalnih ekosistema i postizanju standarda kvaliteta životne sredine u skladu sa propisom kojim se uređuje zaštita životne sredine i ciljevi životne sredine (*Sl. glasnik RS, 30/2010*).

Zaštita voda uključuje načelo održivog razvoja i integrisano upravljanje vodama radi osiguranja odgovarajućeg vodnog režima (količine i kvaliteta voda), koji se zasniva na odredbama zakona o vodama, zakona o režimu voda, planovima zaštite voda od zagađenja i drugim propisima iz oblasti zaštite voda od zagađivanja. Zaštita voda od zagađivanja može se ostvariti na dva osnovna načina: jedan je da se u prirodne vode ne ispuštaju otpadne vode, a drugi je prečišćavanje otpadnih voda, uklanjanje zagađenja iz atmosferskog vazduha i pravilno odlaganje otpadnog materijala, kako bi se sprečilo zagađenje voda koja je u kontaktu sa atmosferom i zemljištem. Otpadne vode bi se morale u kružni tok vode vratiti samo onoliko zagađene koliko se mogu samoprečistiti i takvog kvaliteta da nemaju negativan uticaj na vodeni ekosistem. Pored toga, voda u industriji bi se trebala koristiti u zatvorenom ciklusu, što predstavlja dalekosežni cilj upravljanja svim materijalnim dobrima i energijom. Moraju se za svakog zagađivača uvesti ekonomski instrumenti kako bi se uspostavio pravi menadžment u ovoj oblasti. Instrumenti moraju

imati, pored obezbeđivanja učešća zagađivača u upravljanju vodama, podsticajne mere i na kraju kaznene mere (Pešić i dr, 2005; Bečelić i dr., 2005; Bečelić i dr., 2006; Bečelić i dr. 2007; Bečelić i Dalmacija, 2008; Bečelić i dr., 2008; Dalmacija i dr., 2009d; Dalmacija i dr., 2010d; Bečelić-Tomin i dr., 2013).

Opšti pristup u kontroli koncentrisanih izvora zagađenja je primena graničnih vrednosti emisije (GVE), dok je difuzne izvore zagađenja mnogo teže kontrolisati i odrediti njihov ukupan doprinos opštem zagađenju voda, i samim tim je teško primeniti određene standarde.

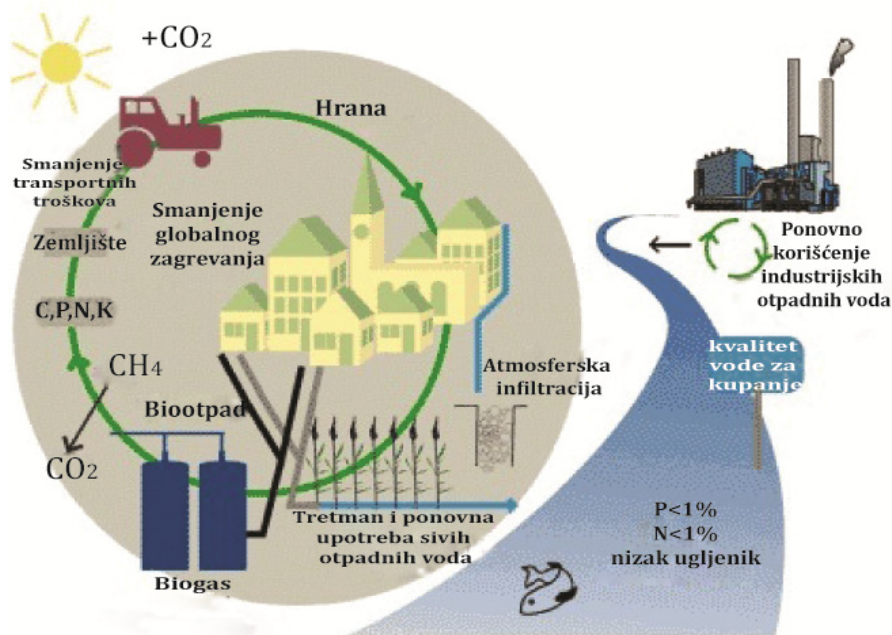
Okvirna direktiva Evropske Unije o vodama (*Water Framework Directive EU, 2000/60/EC*) je najviši i najsveobuhvatniji zakonski instrument u oblasti voda pa se zato popularno naziva i „evropski ustav o vodama“. Radi rešavanja problema zagađenih voda i postizanja cilja - održivog korišćenja voda, uveden je integralni pristup upravljanju kvalitetom i zaštiti voda, koji se izričito zahteva Okvirnom direktivom o vodi EU, kao i američkim konceptom ukupnog maksimalnog dnevnog opterećenja (*Total Maximum Daily Loads, TMDL*). Globalni cilj koji sprovođenje Direktive ima jeste da se vodni resursi održe i povećaju. Ovim okvirnim principima se: sprečava dalje pogoršavanje i zaštićuje i poboljšava status vodenih ekosistema; promovise održivo korišćenje vode, smanjuje izlivanje i potpuno ukida emisija prioriternih supstanci.

Osnovni principi nove evropske politike sadržani u Direktivi su (Chave, 2002):

- visoke mere zaštite,
- usvajanje principa predostrožnosti,
- preduzimanje preventivnih akcija,
- rešavanje problema zagađenja na njegovom izvoru,
- primena principa da "zagađivač plaća",
- integracija zaštite voda i okoline u politike drugih sektora,
- primena dostupnih naučnih i tehničkih saznanja i podataka uz uzimanje u obzir različitosti uslova u regionu,
- sagledavanje troškova i koristi,
- prepoznavanje potrebe za međunarodnom saradnjom i
- usvajanje principa da sve one mere koje mogu efikasnije biti preduzete na državnom nivou ne budu predmet rada na nivou Evropske unije.

Sistem održivog upravljanja otpadnim vodama podrazumeva da se hranljive materije ponovo koriste. Na taj način nema potrebe za korišćenjem hemijskih (veštačkih) đubriva i smanjeno je ispuštanje nutrijenata u vodotoke. Industrijske otpadne vode koje sadrže toksične materije ne treba da se mešaju sa ostalim (komunalnim), već da se tretiraju odvojeno. Atmosferske vode treba da se odvojeno sakupljaju i tretiraju

infiltracijom. Otpadne vode su mešavina nutrijenata, koji se mogu koristiti u poljoprivredi. Odvajanjem otpadnih voda postižu se uštede energije i efikasnije korišćenje i recikliranje vode i nutrijenata. Konvencionalna rešenja zahtevaju efikasno korišćenje mulja otpadnih voda (slika 29).



Slika 29. Sistem održivog upravljanja otpadnim vodama

(http://www.unep.or.jp/ietc/publications/freshwater/sb_summary/2.asp)

Ključni cilj koji Direktiva postavlja je postizanje najmanje “dobrog statusa” svih voda. Mere koje države Evropske Unije treba da primene kako bi dostigle postavljeni cilj obuhvataju smanjenje zagađenja putem smanjenja ili ukidanja emisije (ispuštanja) opasnih supstanci i ostalih zagađenja. Primena Direktive odnosi se na sve dostupne vodne resurse, odnosno na: površinske vode; podzemne vode; zaštićena područja.

U Sjedinjenim Američkim Državama je problematika kontrole zagađenja površinskih voda regulisana Zakonom o čistim vodama SAD (*Clean Water Act*), koji je implementiran od strane US EPA (*US Environmental Protection Agency*), čiji su osnovni ciljevi: obnavljanje i održavanje hemijskog, fizičkog i biološkog integriteta svih voda, obezbeđivanje kvaliteta vode u cilju zaštite i održanja biodiverziteta i moguće korišćenje vode za rekreaciju i kontrola ispuštanja zagađujućih materija. Vodeći princip kod obnavljanja oštećenih akvatičnih ekosistema u SAD je princip maksimalnog dnevnog opterećenja (*Total Maximum Daily Loads, TMDL*), koji je primenljiv kako za tačkaste tako i za difuzne zagađivače (*Park i dr., 2009*). Isti pristup u rešavanju problematike zaštite voda,

dele EU zakonodavstvo i zakonodavstvo SAD u oblasti voda, što može da ima značajan uticaj na zemlje u razvoju na reformu vodne politike i nadležnih institucija.

Određivanje TMDL-a predstavlja određivanje količine zagađenja koje se dnevno može ispustiti u vodotok a da se pri tome ne naruši njegov propisani/zahtevani kvalitet. Osnovna svrha TMDL-a je da vodotok čiji je kvalitet ugrožen, dostigne kvalitet propisan standardima. Pri određivanju maksimalne količine datog zagađenja koje može biti ispušteno u vodno telo, mora se voditi računa o preraspodeli dozvoljenog opterećenja iz različitih izvora. Ukoliko ukupno zagađenje vodi poreklo od više koncentrisanih i rasutih izvora, pojedinačni udeo tih zagađenja u ukupnom maksimalno dozvoljenom kapacitetu opterećenja vodotoka predstavljen je preaspodelom opterećenja zagađivača.

TMDL predstavlja sumu individualnih opterećenja iz koncentrisanih izvora i preraspodelu opterećenja iz rasutih izvora uključujući opterećenje koje potiče iz prirode, sa uračunatom granicom sigurnosti (Schneider i Anderson, 2007; Zhang i dr., 2015). TMDL se može opisati sledećom jednačinom:

$$TMDL = LC = \Sigma WLA + \Sigma LA + MOS$$

gde:

- LC predstavlja kapacitet opterećenja (*Loading capacity*), ili najveću količinu opterećenja koje vodno telo može da primi, a da ne dođe do prekoračivanja vrednosti propisanih standardom kvaliteta voda;
- WLA čini opterećenje poreklom iz koncentrisanih izvora (*Wasteload allocation*), ili udeo TMDL-a koji se odnosi na postojeće ili buduće izvore opterećenja;
- LA se odnosi na rasuta zagađenja (*Load allocation*) i predstavlja udeo TMDL-a preraspodeljen na postojeće ili buduće rasute izvore zagađenja ili prirodnog zagađenja i
- MOS - granica sigurnosti (*Margin of safety*), koja uračunava nesigurnost u vezi sa odnosom između opterećenja zagađivačima i kvaliteta vode vodoprijemnika.

Postupak proračuna i dokumentovanja TMDL-a obično podrazumeva niz zadataka, uključujući karakterizaciju ugroženih površinskih voda i pripadajućeg sliva, identifikaciju izvora zagađenja, postavljanje ciljeva, izračunavanje količine opterećenja koju voda može da primi, priprema izveštaja kao osnova za buduće korake za zaštitu površinskih voda.

USEPA (*United States Environmental Protection Agency*) je razvila nekoliko protokola kao programske i tehničke podrške za izradu dokumentacije za one koji su uključeni u razvoj TMDL modela (USEPA, 1991; 1999b; 1999e; 2008; 2012).

Kao vodič i okvir za izradu TMDL-a služe ledeći koraci, koji se mogu izvršiti istovremeno ili iterativno u zavisnosti od situacije i specifičnosti lokacije:

- Identifikacija uzroka (problema)
- pokazatelja (indikatora) kvaliteta vode i ciljeva

- Procena izvora zagađenja
- Veza između ciljeva kvaliteta vode i izvora
- Raspodela opterećenja zagađenja
- Naknadni monitoring i procena
- Sklapanje TMDL.

Identifikacija problema. Cilj identifikacije uzroka jeste da se nađu ključni faktori i informacije za navedene površinske vode koji opisuju prirodu pogoršanja kvaliteta i kontekst za TMDL (USEPA, 1991; 1999b; 1999c).

Određivanje indikatora kvaliteta vode i ciljnih vrednosti ima za cilj određivanje numeričkih ili merljivih indikatora i ciljnih vrednosti koje mogu biti korišćene pri procenivanju u kojoj meri vodno telo zadovoljava postavljene standarde kvaliteta vode. Često je ciljna vrednost za TMDL numerički standard kvaliteta vode za zagađivača koji se razmatra. Ukoliko ne postoje numeričke vrednosti standarda kvaliteta vode, mera ugroženosti vodnog tela je uslovljena opisnim standardima ili se određuje u skladu sa željenim namenama (USEPA, 1999a; 1999b; 1999c).

Procena izvora zagađenja podrazumeva identifikaciju svih zagađivača, njihov doprinos opterećenju zagađujućim materijama u datom vodnom telu, kao i precizno određivanje lokacije, tipa i veličine (USEPA, 1999b).

Da bi se razvio TMDL, potrebno je definisati *vezu između odabranih indikatora ili ciljnih vrednosti i identifikovanog izvora*, kojom se uspostavlja uzročno-posledična relacija između zagađivača koji je od interesa i izvora zagađenja. Sezonska varijabilnost može uticati na tu vezu, posebno ukoliko se radi o rasutim izvorima zagađenja, sa uticajima kakav su padavine (USEPA, 1999b).

Preraspodela opterećenja. Opterećenje zagađivačima, zasnovano na uspostavljenoj vezi, koje ne prelazi kapacitet opterećenja i koji vodi ka postizanju standarda kvaliteta vode, se može odrediti. Ta opterećenja su raspoređena ili „preraspodeljena“ među značajnim izvorima zagađenja. Preraspodelu opterećenja zagađenjem čini dozvoljena količina za postojeće ili buduće koncentrisane zagađivače i dozvoljena opterećenja iz prirodnih izvora i iz postojećih i budućih rasutih izvora opterećenja. Granica sigurnosti se obično definiše kroz ovaj korak kako bi se pri analizi uzela u obzir i nesigurnost, iako se ona može odrediti i pri drugim komponentama TMDL-a. Granica sigurnosti se može primeniti implicitno, korišćenjem nepromenljivih pretpostavki u TMDL procesu, ili eksplicitno, odvajanjem izvesnog dela dostupnog opterećenja.

Razvijen TMDL treba da sadrži *plan monitoringa* kako bi se odredilo da li je primena TMDL-a rezultirala u postizanju standarda kvaliteta vode i da bi se podržale bilo kakve revizije TMDL vrednosti koje sa mogu zahtevati. Naknadni monitoring se preporučuje za sve TMDL vrednosti koje uključuju nesigurnost pri razvoju TMDL-a (USEPA 1991, 1997,

1999a). Za mnoga vodna tela, ĉiji je kvalitet ugrožen, postoji nedostatak podataka (Wesley, 1999). Taĉnost TMDL plana bi trebalo da bude baĉirana na pouĉdanosti analiĉe TMDL-a: stroĉiji plan monitoringa bi trebalo da bude ukljuĉen na TMDL sa veĉom nesigurnošću i u sluĉajevima gde su utiĉaji po Źivotnu sredinu i ekonomske poslediĉe veĉeg obima.

Pri sastavljanju TMDL-a ulaĉe u obĉir oni elementi TMDL-a Źahtevani statutom ili regulativom gde su jasno naĉnaĉeni, ali se obeĉbeđuju i dodatne informaĉije koje olakšavaju pregled TMDL-a.

Proraĉun maksimalnog ukupnog dnevnog optereĉenja moĉe doprineti saĉhanju na koliko je potrebno smanjiti emitovano optereĉenje u Źilju efikasnijeg upravljanja vodnim telima (Zhao i dr., 2012; Wang i dr., 2015).

Raĉvoj TMDL-a je speĉifiĉan na svaku lokaĉiju. U tu svrhu neophodni su obimni podaci merenja na uspostavu osnovnih uslova kvaliteta voda, izvora Źagađenja, kao i dinamiku vodenog sistema. Potreban stepen analiĉe na svaku komponentu TMDL raĉvoja moĉe da varira od jednostavnog, skrining nivoa pristupa Źasnovanog na ograniĉenim podacima do detaljne analiĉe koja moĉe trajati nekoliko meseĉi ili ĉak godina da se Źavrši. Raĉni faktori utiĉu na stepen analiĉe na svaki pristup: tip i stepen Źagađenja; fiziĉki, biološki, hemijski proĉesi dešavanja u vodi; veliĉina sliva; broj izvora; podaci i resursi na raspolaganju; vrste i troškovi potrebni na sprovođenje akĉije TMDL.

Odluke koje se odnose na obim analiĉe uvek se moraju doneti na liĉu mesta kao deo sveobuhvatnog pristupa na rešavanje problema. TMDL je u suštini proĉes rešavanja problema na šta se ne moĉe primeniti unapred propisani pristup, jer se svaki sluĉaj raĉlikuje. Ne samo da se raĉliĉite TMDL studije raĉlikuju u složenosti, nego i stepen složenosti u metodama koje se koriste u okviru pojedinaĉnih TMDL komponenti takođe mogu bitno da variraju (USEPA; 1999d).

U SAD su se još od 1996. godine poĉeli usvajati propisi na osnovu ukupnog maksimalnog dnevnog optereĉenja, kojim se ograniĉava ukupna masa (optereĉenje) Źagađujuĉih materija koje se moĉe ispustiti u vodno telo a da se ne naruši njegov kvalitet (Drolc i dr., 2007; Stringfellow, 2008; Stringfellow i dr., 2008; Tiemeyer i dr., 2010).

Poslediĉa raĉvoja društva je porast optereĉenja na Źivotnu sredinu, a oštećenje prirodnih ekosistema ugrožava odrŹivi raĉvoj društva. Sistemi Źaštite Źivotne sredine na podršku u donošenju odluka (*environmental decision support systems, EDSS*) u Ź primenu raĉnih alata (ekoloških modela, baĉa podataka, geografskih informaĉionih sistema) je vaŹno sredstvo u kontroli Źagađenja vode i simuliranja stanja Źivotne sredine u realnom vremenu (Quinn i dr., 2010). Zbog velike raĉlike uslova u vodenim sredinama, ne postoji opšti model pogodan na sve vrste Źagađenja Źivotne sredine, nego je potrebno modifikovati stare modele ili iĉgraditi potpuno nove na nove primene. Modelovanje je Źnaĉajna komponenta u donošenju odluka u oblasti Źivotne sredine. Postoji veliki broj softvera raĉvijenih na ove namene (Obropta i dr., 2008; Weng i dr., 2010; Huang i dr., 2010; Liao i dr., 2011; Kim i dr., 2012; Ge i dr., 2013; Zhang i dr., 2013).

Značajne količine difuznog zagađenja su u slivovima koji sadrže velike površine poljoprivrednog i šumskog zemljišta. Kada su još i velike sezonske varijacije u padavinama, postoje i varijacije u količini zagađenja. Za proženu difuznog zagađenja, potrebno je kontinualno praćenje tokom dugog vremenskog perioda, što je skupo i zahtevno. U slučajevima koji nemaju merne podatke, difuzno zagađenje se može efikasno izračunati korišćenjem modela, koji imaju za cilj da razviju planove upravljanja kvalitetom voda (Bicknell i dr., 2000; Even i dr., 2000).

2.4.2. Zakonska regulativa u oblasti kvaliteta voda u našoj zemlji

Važećim propisima u oblasti voda uređuje se zaštita voda od zagađivanja, zaštita od štetnog dejstva voda, korišćenje i upravljanje vodama, kao dobrima od opšteg interesa, uslovi i način obavljanja vodoprivredne delatnosti, donošenje i sprovođenje mera zaštite voda, organizovanje, finansiranje i nadzor vodoprivredne delatnosti, kao i hidrološka delatnost.

Korišćenje voda, u smislu *Zakona o vodama (Sl. glasnik RS, 30/2010)*, obuhvata korišćenje: površinskih i podzemnih voda za snabdevanje vodom za piće, sanitarno-higijenske potrebe, za potrebe industrije i druge namene; vode za navodnjavanje; vodnih snaga za proizvodnju električne energije i pogon uređaja; vode za ribnjake; vode za plovidbu i vode za sport, rekreaciju i turizam. Prema zakonu o vodama radi očuvanja ili dostizanja dobrog ekološkog, hemijskog i kvantitativnog statusa voda ili njihovog dobrog ekološkog potencijala, utvrđuju se vodna tela površinskih voda, uključujući veštačka vodna tela, značajno izmenjena vodna tela, kao i vodna tela podzemnih voda. Vodna tela površinskih voda razvrstavaju se u tipove, na osnovu obaveznih (nadmorska visina, geografska širina i dužina, geologija, veličina sliva) i izbornih (udaljenost od izvora, morfološki parametri, oblik doline i drugo) parametara. Za tipove vodnih tela određuju se referentni uslovi s obzirom na biološke elemente kvaliteta vode.

Prema *Pravilniku o referentnim uslovima (Sl. glasnik RS, 67/2011)* za tipove površinskih voda propisani su referentni uslovi za svaki tip vodotoka, osim veštačkog, koji odgovaraju vrednostima elemenata kvaliteta pri odličnom ekološkom statusu tog tipa vodotoka. Specifični referentni uslovi određuju se za: biološke parametre, definisane kao značajne za ocenu ekološkog statusa za dati tip; fizičko-hemijske parametre relevantne za dati tip, koji su od značaja za biološke parametre; hidromorfološke parametre, koji su od značaja za biološke parametre za dati tip.

Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 96/2010) utvrđuje vodna tela površinskih i podzemnih voda. Prema ovom pravilniku definisano je 493 vodna tela na vodotocima, 5 jezera i 153 podzemna vodna tela.

Cilj **zakona o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađenja** (Sl. glasnik RS, 135/04) je uspostavljanje jedinstvenog sistema sprečavanja i kontrole zagađenja određenih industrijskih aktivnosti koje imaju značajan uticaj na zdravlje, imovinu i životnu sredinu u celini (energetika, hemijska industrija, proizvodnja đubriva, metalska industrija, rudarstvo, industrija cementa, agroindustrija, farme, postrojenja za upravljanje otpadom itd.), primenom metode integrisane dozvole. Zakon o ISKZ se zasniva na sledećim pristupima: integrisan pristup i individualan pristup, najbolje dostupne tehnike, fleksibilnost i učešće javnosti (Sl. glasnik RS, 135/2004). Zakonom o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine uređuju se uslovi i postupak izdavanja integrisane dozvole za postrojenja i aktivnosti koja mogu imati negativne uticaje na zdravlje ljudi, životnu sredinu ili materijalna dobra, vrste aktivnosti i postrojenja, nadzor i druga pitanja od značaja za sprečavanje i kontrolu zagađivanja životne sredine. Fokus u oblasti regulisanja zagađenja, koje potiče iz industrijskih sektora, je na eko-efikasnosti, preventivnim merama zaštite životne sredine, regulatornim mehanizmima i njihovoj primeni u okviru kojih je i primena integrisanog sprečavanja i kontrole zagađivanja životne sredine. Brojne studije (Honkasalo i dr., 2005; EEA, 2008; Styles i dr., 2009) su dokazale da integrisana dozvola ima značajan pozitivan uticaj na životnu sredinu, od kojih su pojedine (Clinch i Kerins, 2002; EC, 2007) ukazale na ukupnu društvenu korist pri primeni najboljih dostupnih tehnika u redukciji specifičnih zagađujućih materija.

Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011) propisuje parametre ekološkog i hemijskog statusa za reke i jezera, parametre ekološkog potencijala za veštačka vodna tela i značajno izmenjena vodna tela i parametre hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, na osnovu kojih se za vodna tela površinskih i podzemnih voda vrši ocena statusa.

Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, br. 50/12) utvrđuju se granične vrednosti zagađujućih supstanci u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu, kao i rokovi za njihovo dostizanje. Granične vrednosti zagađujućih materija su pokazatelji opštih parametara, kiseoničnog režima, nutrijentnih supstanci, saliniteta, metala, organskih supstanci i mikrobioloških parametara u površinskim vodama i date su za pojedinačne klase površinskih voda utvrđene propisom kojim se određuju parametri ekološkog i hemijskog statusa za površinske vode (tabela 2).

Uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, 50/2012) utvrđuju se granične vrednosti zagađujućih materija za ocenu statusa i trenda kvaliteta sedimenta, odnosno ciljna vrednost, maksimalno dozvoljena koncentracija i remedijaciona vrednost kao i vrednosti zagađujućih materija koje se koriste pri izmuljavanju i dislokaciji sedimenta iz vodotoka odnosno ciljna i remedijaciona vrednost, vrednost limita i verifikacioni nivo (tabela 3).

Tabela 2. Kriterijumi za klasifikaciju površinske vode i njihova namena

Klasa	Kriterijum	Namena vode
I	odličan ekološki status	snabdevanje vodom za piće uz prethodni tretman filtracijom i dezinfekcijom, kupanje i rekreaciju, navodnjavanje, industrijsku upotrebu (procesne i rashladne vode)
II	dobar ekološki status	
III	umeren ekološki status	snabdevanje vodom za piće uz prethodni tretman koagulacijom, flokulacijom, filtracijom i dezinfekcijom, kupanje i rekreaciju, navodnjavanje, industrijsku upotrebu (procesne i rashladne vode)
IV	slab ekološki status	snabdevanje vodom za piće uz primenu kombinacije prethodno navedenih tretmana i unapređenih metoda tretmana, navodnjavanje, industrijsku upotrebu (procesne i rashladne vode)
V	loš ekološki status	ne mogu se koristiti ni u jednu svrhu

Tabela 3. Kriterijum za klasifikaciju sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim materijalom za svaku klasu

Klasa	Kriterijum	Načini postupanja sa izmuljenim sedimentom
0	\leq Ciljna vrednost	Koncentracije zagađujućih supstanci u sedimentu su na nivou prirodnog fona. Sedimenti mogu biti dislocirani bez posebnih mera zaštite.
1	$>$ Ciljna vrednost i \leq Vrednost limita	Sediment je neznatno zagađen. Prilikom dislokacije dozvoljeno je odlaganje bez posebnih mera zaštite u pojasu širine do 20 m u okolini vodotoka.
2	$>$ Vrednost limita i \leq Verifikacioni limit	
3	$>$ Verifikacioni nivo \leq Remedijaciona vrednost	Sediment je zagađen. Nije dozvoljeno njegovo odlaganje bez posebnih mera zaštite. Neophodno je čuvanje u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih supstanci u okolinu.
4	$>$ Remedijaciona vrednost	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna je remedijacija ili čuvanje izmuljenog materijala u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih supstanci u okolinu.

Ciljna vrednost predstavlja graničnu vrednost za koncentraciju zagađujuće supstance u sedimentu ispod koje su negativni uticaji na okolinu zanemarljivi i ona predstavlja dugoročni cilj kvaliteta sedimenta. *Maksimalno dozvoljena koncentracija* predstavlja graničnu vrednost za koncentraciju zagađujuće supstance u sedimentu iznad koje su negativni uticaji na okolinu verovatni. Ukoliko je prekoračena maksimalno dozvoljena koncentracija za bar jednu zagađujuću supstancu u zapremini od 25 m³ sedimenta na datom lokalitetu, neophodno je inicirati istraživački monitoring u okviru koga bi se utvrdilo da li postoje negativni ekotoksični efekti na rezidencijalnu biotu. U

specifičnim slučajevima zbog specifičnih uslova vezanih za dati lokalitet i zbog sinergističkog delovanja prisutnih zagađujućih supstanci, moguće je da koncentracija zagađujuće supstance koja je između ciljne vrednosti i maksimalno dozvoljene koncentracije izaziva negativne ekotoksične efekte na rezidencijalnu biotu. Ako postoje bilo kakve sumnje da takvi efekti postoje, neophodno je sprovesti istraživački monitoring u cilju procene stvarnog rizika za akvatičnu sredinu. *Remedijaciona vrednost* predstavlja graničnu vrednost iznad koje postoji neprihvatljiv rizik za akvatičnu sredinu ili rizik prenošenja zagađenja putem akvatične sredine. Ukoliko je prekoračena remedijaciona vrednost za bar jednu zagađujuću supstancu u zapremini od 25 m³ na datom lokalitetu, neophodno je razmotriti opcije dislokacije i/ili remedijacije sedimenta. Prilikom ocene kvaliteta sedimenta granične vrednosti za standardni sediment (koji sadrži 10% organske materije i 25% gline) se moraju korigovati za dati sediment uzimajući u obzir izmereni sadržaj organske materije i sadržaj gline u datom sedimentu. Tako korigovane granične vrednosti porede se sa izmerenim koncentracijama zagađujućih supstanci u sedimentu. Kriterijumi za klasifikaciju, kao i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom u zavisnosti od određene klase sedimenta, dati su u tabeli 3. Klasifikacija se vrši za svaku zagađujuću supstancu ili klasu supstanci koje su date u Uredbi. Konačna klasa sedimenta se određuje na osnovu klase najlošije klasifikovane zagađujuće supstance.

Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, 1/2016) se odnosi na emisije za određene grupe ili kategorije zagađujućih supstanci u tehnološkim otpadnim vodama pre njihovog ispuštanja u kanalizaciju, tehnološkim i drugim otpadnim vodama koje se neposredno ispuštaju u recipijent, vodama koje se posle prečišćavanja ispuštaju iz sistema javne kanalizacije u recipijent i otpadnim vodama koje se iz septičkih i sabirnih jama ispuštaju u recipijent, odnosno na regulisanje ispuštanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda u prijemnike. U uredbi su date granične vrednosti emisije (GVE) za 49 navedenih sektora, koje su zasnovane na primeni najboljih dostupnih tehnika. Rok za dostizanje GVE je 31. decembar 2030. godine, dok nova postrojenja moraju odmah zadovoljiti GVE. Neophodno je da svi obveznici uredbe u svoje akcione planove uvrste rokove za postepeno dostizanje GVE, a inspekcija će svake treće godine kontrolisati ispunjenost ciljeva.

Postavljanje GVE proizišle iz pristupa zasnovanog na kvalitetu vode recipijenta zavisice od karakteristika polutanata koji se ispuštaju u vodotok. Razlika treba da postoji između konvencionalnih polutanata (BPK, azot i fosfor) i ispuštanja toksičnih polutanata (metali i perzistentni organski polutanti). Glavne stavke u regulaciji konvencionalnih polutanata su raspodela opterećenja ukupnog zagađenja kod više ispuštanja i suočavanje sa vremenskim varijacijama karakteristika efluenta i karakteristika akvatičnog ekosistema.

Pored gore navedenih vrednosti za kvalitet površinskih voda moraju se uzeti u obzir i granične vrednosti za prioritete i prioritete hazardne supstance u površinskim vodama koje su definisane **Uredbom o graničnim vrednostima prioriteta i**

prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (Sl. glasnik RS, 24/2014).

Donošenjem Pravilnika o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 96/2010), Pravilnika o referentnim uslovima za tipove površinskih voda (Sl. glasnik RS, 67/2011) i Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011) stekli su se uslovi da se monitoring organizuje u skladu sa zahtevima Okvirne direktive o vodi EU (Council Directive 2000/60/EC), kroz uspostavljanje nadzornog i operativnog monitoringa.

2.4.3. Monitoring voda

Monitoring podrazumeva sistematski nadzor pojedinih hemijskih ili fizičkih karakteristika emisije, ispuštanja otpadnih voda u životnu sredinu, ekvivalentnih parametara ili tehničkih mera, itd. Zasnovan je na ponovljenim merenjima ili zapažanjima, sa odgovarajućom učestalošću u skladu sa dokumentovanim i dogovorenim procedurama, i vrši se u cilju pružanja korisnih informacija o emisiji voda iz proizvodnog ciklusa neke tehnologije ili naselja. Monitoring kvaliteta otpadnih voda esencijalni je preduslov u obezbeđivanju usaglašenosti sa legislativama na polju zaštite životne sredine, a koje se odnose na ispuštanje tretiranih efluenta u prirodne vodotoke i kontrolu efikasnosti postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Različiti razlozi sprovođenje monitoringa otpadnih voda zahtevaju i različite pristupe istom (Tsoumanis i dr., 2010). Izbor pristupa zavisi od više faktora, uključujući verovatnoću prekoračenja GVE za vode, posledice prekoračenja GVE, potrebne preciznosti, troškove, jednostavnost, brzinu, pouzdanost, i dr.

Potrebno je pratiti kvalitet voda i sedimenta u dužem vremenskom periodu kako bi se dobili uporedivi podaci koji služe za tačno razumevanje stanja u vodama. Sprovođenjem monitoring programa identifikuju se oblasti u vodnom području koje povećavaju zagađenje i mogu se odrediti sektori koji doprinose zagađenju (industrijski, komunalni, poljoprivredni ili drugi). Takođe se mogu utvrditi antropogeni uticaji na stanje voda, uključujući one koji potpadaju pod specijalnu zaštitu i uticaji crpljenja podzemnih i površinskih voda na kvantitativno i kvalitativno stanje voda.

Cilj monitoringa je da ustanovi koherentan i sveobuhvatan pregled statusa voda unutar svakog slivnog područja i omogući klasifikovanje površinskih voda. To ne znači da monitoring mesta automatski trebaju biti u svim vodnim telima. Zemlje članice treba da osiguraju posmatranje dovoljnog broja vodnih tela reprezentativnih za svaki predloženi tip vodnog tela i da odrede koliko mesta je potrebno u svakom pojedinom vodnom telu da se odredi njegov ekološki i hemijski status (Dalmacija, 2012). Postoji fleksibilnost u pogledu frekventnosti monitoringa koja se ogleda u tome da pojedine karakteristike i elementi

kvaliteta voda (kod površinskih voda) više variraju od drugih. Jedan važan aspekt pri izradi monitoring programa je kvantifikacija vremenske i prostorne varijabilnosti elemenata kvaliteta vode, kao i parametara koji indiciraju elemente kvaliteta vode površinskih vodnih tela.

Kako bi se omogućilo utvrđivanje efekta mera za efikasno upravljanje vodom i pratio status površinskih voda neophodno je obezbediti sisteme monitoringa. U monitoring treba uključiti i postrojenja za preradu industrijskih i komunalnih otpadnih voda, poljoprivredu, šumarstvo, rudarenje, rukovanje otpadom i ostale aktivnosti koje mogu imati uticaj na stanje voda.

Sistemom monitoringa, odnosno praćenja stanja voda, obezbeđuje se:

- utvrđivanje kvalitativnog (biološkog i hemijskog) i kvantitativnog stanja voda;
- ustanovljavanje tačaka izvora zagađenja i procena njihovog uticaja na zagađenje voda;
- ustanovljavanje i karakterizacija izvora difuznog zagađenja i procena njihovog uticaja na zagađenje voda;
- određivanje sektora koji doprinose zagađenju (industrijski, komunalni, poljoprivredni i dr.);
- utvrđivanje uticaja čovekovih aktivnosti na stanje voda;
- utvrđivanje uticaja crpljenja podzemnih i površinskih voda na količinu i kvalitet voda.

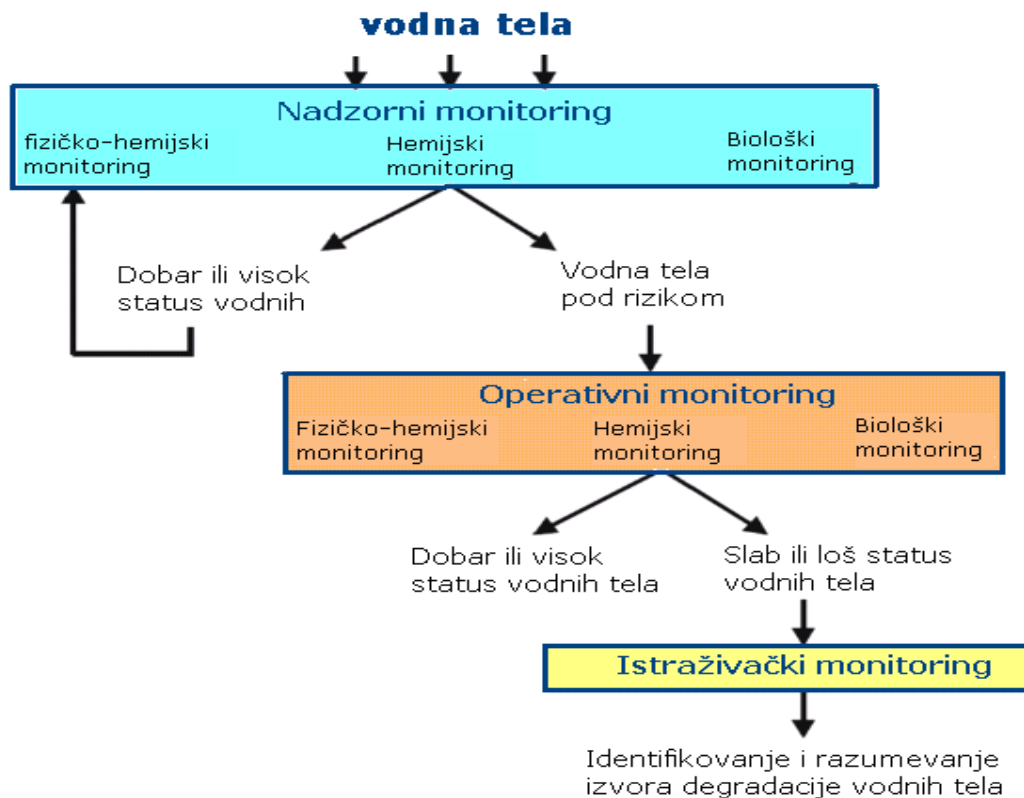
Da bi se sproveli Akcioni planovi redukcije zagađenja iz tačkastih izvora neophodno je pre svega obezbediti potrebne podatke za upravljanje otpadnim vodama na nivou same fabrike u saradnji sa zagađivačima. Upravljanje vodama na nivou fabrike podrazumeva pregled trenutnih situacija, prikupljanje neophodnih podataka vezanih za tokove vode unutar instalacije i podataka "sopstvenog monitoringa" otpadnih voda. Pri tome je neophodno razdvojiti i sprovesti dve vrste industrijskog monitoringa: monitoring emisije (industrijske emisije na mestu ispuštanja iz izvora zagađenja) i monitoring procesa (monitoring fizičkih i hemijskih parametara procesa u cilju provere, korišćenja kontrole procesa i tehnika optimizacije) (Pešić i dr., 2006; Bečelić i dr., 2007).

Sistem monitoringa sastoji se od:

- nadzornog monitoringa;
- operativnog monitoringa;
- istraživačkog monitoringa;
- monitoringa zaštićenih oblasti (slika 30).

Nadzorni monitoring se vrši radi dobijanja podataka o kvalitetu svih voda unutar oblasti, ocenjivanja dugoročnih promena prirodnih uslova i ocenjivanja dugoročnih promena koje su uzrok intenzivne ljudske delatnosti. Za površinska vodna tela, Okvirna Direktiva o vodama zahteva da se posmatra dovoljan broj vodnih tela u okviru programa

nadzornog monitoringa kako bi se osigurala procena celokupnog statusa površinskih voda svakog sliva i podsliva unutar slivnog područja.



Slika 30. Različiti tipovi programa monitoringa (Sanchez i Porcher, 2009)

Operativni monitoring se koristi da ustanovi ili potvrdi status rizičnog vodnog tela i dobijeni podaci se koriste za određivanje odnosa kvaliteta sredine, za kvalifikaciju statusa vodnih tela uključenih u operativni monitoring. Operativni monitoring je fokusiran na posmatranju indikativnih parametara za određivanje elemenata kvaliteta voda koji su najosetljiviji na pritisak kojem je vodno telo izloženo i treba da se ustanovi za sva vodna tela koja su bila identifikovana nakon analize ljudskog uticaja na životnu sredinu i/ili na bazi rezultata nadzornog monitoringa kao ona tela koja su pod rizikom da ne ispune relevantne ekološke ciljeve. Monitoring mora takođe, biti ustanovljen za sva tela u koja se ispuštaju prioritetne supstance. Broj odabranih monitoring stanica treba da bude odgovarajući da bi se mogao oceniti uticaj sve tri specificirane vrste pritiska: iz koncentrisanih izvora, difuznih izvora i hidromorfološki pritisci. Za monitoring svih značajnih pritisaka, može se ukazati potreba za više od jednog mernog mesta po vodnom telu, a u slučajevima gde je vodno telo izloženo većem broju tačkastih izvora zagađenja, mogu biti odabrana reprezentativna merna mesta za monitoring veličine i uticaja izvora

zagađenja u celini. Za difuzne izvore, odabrana vodna tela trebaju biti reprezentativna za odgovarajući rizik određivanja prisustva difuznog zagađenja kao i rizik nepostizanja dobrog statusa površinske vode. Kod operativnog monitoringa važno je odabrati one biološke i hidromorfološke elemente kvaliteta vode koji su najosetljiviji na pritisak kojem je izloženo vodno telo (*Sanchez i Porcher, 2009*).

Istraživački monitoring se vrši kada se žele pronaći razlozi prelaska graničnih vrednosti, razlozi za nepostizanje ekoloških ciljeva i radi utvrđivanja uticaja slučajnih zagađenja (*Sanchez i Porcher, 2009*). Rezultati istraživačkog monitoringa se koriste u svrhu davanja informacija potrebnih za ustanovljavanje mera za postizanje ekoloških ciljeva kao i specifičnih mera neophodnih za saniranje efekata slučajnog/incidentnog zagađenja.

Za efikasan nadzor (monitoring) i upravljanje vodama neophodna su pouzdana i precizna određivanja hemijskih indikatota kvaliteta vode (*Donohue i Irvine, 2008*). Samo simultana merenja kvaliteta vode i hidroloških veličina (brzina, vodostaj, proticanje, zapremina) mogu dati procenu transporta zagađenja.

Vreme kada se provodi monitoring treba odabrati tako da se na minimum smanji uticaj sezonskih varijacija na rezultat, i da se na taj način osigura da rezultati zaista održavaju promene u vodama kao rezultat promene u antropogenom pritisku.

Cilj opisa/ocene vodnih tela je da se pruži jedan tačan uvid u status površinskih i podzemnih voda i da se omogući solidna baza za upravljanje vodenom sredinom. Broj vodnih tela traženih za program monitoringa zavisi od stepena varijacije statusa vodne sredine kao i od veličine i karakteristika površinskih voda. Tamo gde su brojne i značajne razlike u statusu, zahtevaće se posmatranje velikog broja vodnih tela, kako bi se te razlike oslikale. Tamo gde je status sličan, zahtevaće se posmatranje manjeg broja vodnih tela.

2.4.4. Identifikacija vodnih tela

Okvirna Direktiva o Vodama predstavlja osnov za upravljanje vodama na teritoriji Evropske Unije. Osnovna prostorna jedinica na kojoj se vrši upravljanje vodama je prirodni, hidrološki sliv. Glavni cilj direktive je sprečavanje daljeg pogoršavanja i zaštita akvatičnih ekosistema, a uspešnost sprovođenja ciljeva Direktive meri se vrednošću statusa "vodnih tela". Vodno telo je jedinica za procenu dostizanja ciljeva životne sredine i istovremeno jedinica za izveštavanje o stanju voda. Stoga se sve analize koje se sprovode radi definisanja postojećeg stanja voda, pritiska koji deluju na vodna tela i odgovarajućih nepovoljnih uticaja, ocene rizika od nedostizanja cilja Direktive, vezuju se za vodno telo.

"Vodno telo površinske vode je poseban i značajan element površinske vode, kao što je jezero, akumulacija, potok, reka ili kanal, deo potoka, reke ili kanala, mešovita voda ili pojas priobalne morske vode" (*Član 2 Direktive*). Vodno telo površinske vode mora biti jasno određen element, sa homogenim prirodnim ili antropogenim karakteristikama.

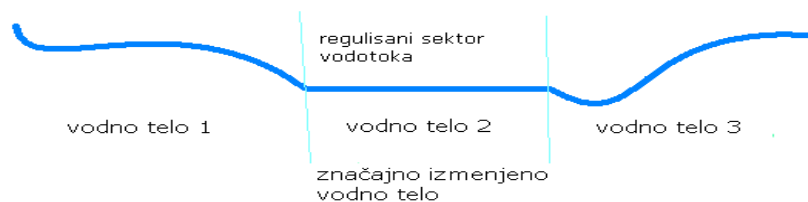
Vodna tela treba da budu jedinstvene pod-jedinice rečnog sliva (odnosno vodnog područja) na koje se odnose ekološki ciljevi Okvirne Direktive o vodama, tako da je glavna svrha njihove identifikacije da se omogući tačan opis njihovog statusa i njegovo upoređenje sa ekološkim ciljevima Direktive.

Osnovna podela površinskih voda na vodna tela podrazumeva njihovo razvrstavanje prema prirodnim karakteristikama: kategoriji površinske vode, tipu, geografskim, fizičkim, hidrološkim, morfološkim. Ova podela najčešće nije dovoljna imajući u vidu samu svrhu identifikacije vodnih tela – jasno definisanje statusa voda, tako da je najčešće neophodna dalja podela na osnovu pritiska i nepovoljnih uticaja, korišćenja vode za razne potrebe, statusa i sl.

Vodna tela ne smeju pripadati različitim kategorijama površinskih voda. Kako bi vodna tela bila jasno određeni elementi površinskih voda, ona se ne smeju medusobno preklapati niti biti sastavljena od elemenata površinske vode koji se ne dotiču. Vodno telo ne može pripadati različitim tipovima površinskih voda (Anon., 2003a).



Pri identifikaciji vodnih tela se moraju uzeti u obzir i geografske ili hidromorfoloke karakteristike jer mogu u znatnoj meri da utiču na karakteristike vodnog tela. Detaljna podela podrazumeva razmatranje statusa sektora vodotoka kao kriterijuma za podelu na vodna tela.



S obzirom na samu svrhu podele vodotoka na vodna tela, neophodno je da ona budu jedinstvenih karakteristika u pogledu statusa.



Dokument *Guidance Document No. 2 Identification of Water Bodies* daje uputstva i definicije, kao i praktične smernice za identifikovanje tipa vodnog tela za površinske i podzemne vode (Anon., 2003a).

Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 96/2010) u našoj zemlji utvrđuje vodna tela površinskih i podzemnih voda. Prema ovom pravilniku definisano je 493 vodna tela na vodotocima, 5 jezera i 153 podzemna vodna tela.

Ključni cilj Okvirne direktive o vodama je da se postigne integrisano upravljanje vodnim resursima na nivou rečnog sliva. Prema Okvirnoj direktivi značajno izmenjena i veštačka vodna tela predstavljaju specifične kategorije vodnih tela koje se uvode u praksu upravljanja vodama sa početkom primene direktive u zemljama Evropske unije.

Značajno izmenjena vodna tela predstavljaju sektore vodotoka koji su ljudskom aktivnošću, za potrebe korišćenja voda ili zaštite od voda, bitno izmenjena (to su npr. akumulacije, regulisana korita u punom profilu sa primenom veštačkih materijala za osiguranje obala, nasipi izgrađeni neposredno uz obalu reke čime se znatno smanjuje prirodna plavna površina i dr.). Jednom određeno vodno telo kao značajno izmenjeno ili veštačko ima za cilj postizanje dobrog ekološkog potencijala i dobrog hemijskog statusa (Anon., 2003d).

Tri važne komponente definišu značajno izmenjena vodna tela: fizički izmenjena ljudskom aktivnošću; značajno promenjena u karakteru; određena prema listi aktivnosti čiji je rezultat značajna izmena vodnih tela. Svakako, vodna tela se smatraju značajno izmenjenim u karakteru ukoliko su i hidrologija i morfologija predmet značajne izmene. Fizička promena ima za cilj hidromorfološke promene vodnog tela koje su veoma uočljive u smislu odstupanja od hidromorfoloških karakteristika koje bi postojale tu da nije promena. Ove hidromorfološke karakteristike su dugoročne i menjaju morfološke i hidrološke karakteristike. Najčešće fizičke promene uključuju brane i ustave koje remete kontinuitet reke i prouzrokuju izmene hidrološkog i hidrauličkog režima. Hidrološke promene manjeg obima neće uzrokovati velike hidromorfološke uticaje samostalno, ali mogu imati značajan uticaj kada deluju sa ostalim promenama (Anon., 2003d).

Aktivnosti čiji je rezultat značajna izmena vodnih tela (*Council Directive 2000/60/EC*) su plovidba (uključujući objekte luka) i rekreacija; aktivnosti koje su dovele do zaliha vode (snabdevanje vodom za piće, proizvodnja električne energije, navodnjavanje); regulacija vode, zaštita od poplava, odvodnjavanje zemljišta.

Veštačka vodna tela su ona vodna tela koja su stvorena ljudskom aktivnošću na lokaciji gde ranije nije postojalo vodno telo i koje nije oformljeno neposrednom fizičkom promenom, pomeranjem ili poravnanjem postojećeg vodnog tela. Uključuju kanale izgrađene za potrebe plovidbe, odvodne kanale za navodnjavanje, jezera stvorena od strane čoveka, pristaništa i luke, građevinske jame, iskopine šljunka, površinska rudarska jezera. Pod veštačkim vodnim telima se ne smatraju: tela koja su promenila kategoriju

usled fizičkih modifikacija; već se smatraju jako modifikovanim vodnim telima (npr. formiranje rezervoara usled postavljanja brana na reci); pomerena ili poravnana vodna tela (npr. poravnana reka koja teče novoizgrađenim kanalom na prethodno suvom zemljištu) (Anon., 2003d).

Dokument Evropske komisije Guidance Document Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies opisuje smernice za određivanje značajno izmenjenih i veštačkih vodnih tela (Anon., 2003d). Dati su opisi za uspostavljanje referentnih uslova, ekoloških ciljeva na kojima se zasniva klasifikacija statusa, kao i aktivnosti neophodne da se utvrde odgovarajuće vrednosti za maksimalni ekološki potencijal i dobar ekološki potencijal.

Ciljevi za prirodna, veštačka i značajno izmenjena vodna tela postavljeni su vezano za referentne uslove. Opšti cilj Okvirne Direktive o vodama je da se postigne “dobar ekološki status” i “dobar hemijski status” za prirodna vodna tela, kao i dobar ekološki potencijal za značajno izmenjena ili veštačka vodna tela.

2.4.5. Status voda

Status voda podrazumeva određen kvalitet strukture i funkcionisanja vodenih ekosistema. On može biti odličan, dobar, osrednji, loš i veoma loš. Status voda se definiše posebno za površinske i posebno za podzemne vode. Status površinskih voda obuhvata ekološki i hemijski status, dok status podzemnih voda obuhvata hemijski i kvantitativan status. Aneks V Direktive sadrži elemente kvaliteta za klasifikaciju svakog od navedenih statusa (odličan, dobar, osrednji) i to za reke, jezera, prelazne i priobalne vode. Za kategoriju značajno izmenjenih ili veštačkih vodotoka klasifikacija se vrši na osnovu ekološkog potencijala (maksimalan, dobar ili osrednji).

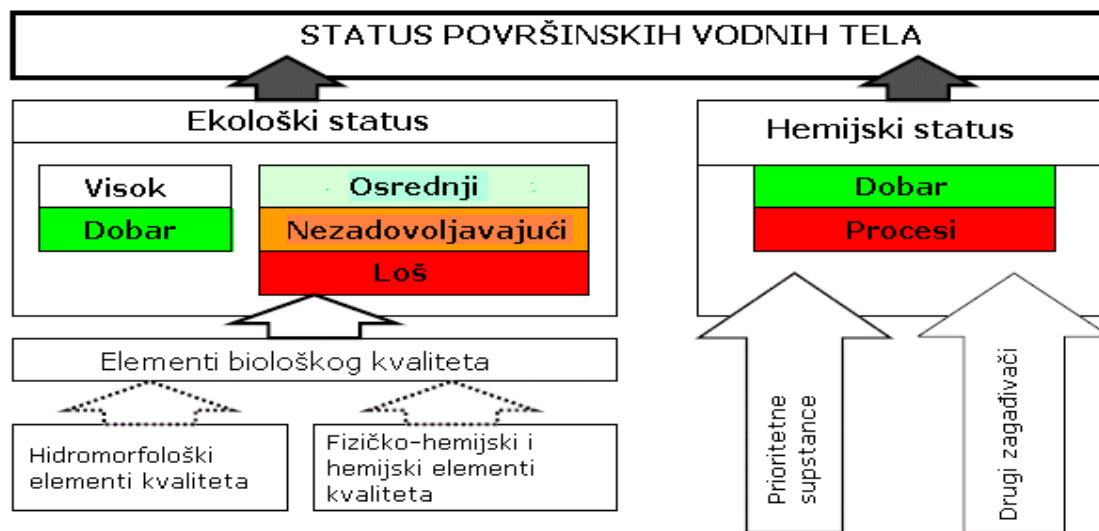
Prema Okvirnoj direktivi o vodama neophodno je izvršiti klasifikaciju svih voda, odrediti hemijski i ekološki status, pripremiti posebne programe upravljanja životnom sredinom u cilju postizanja dobrog kvaliteta voda (von der Ohe i dr., 2009; Gottardo i dr., 2011). Za procenu ekološkog statusa važni su biološki parametri (Birk i dr., 2012), parametri eutrofikacije (Phillips i dr., 2013; Hellsten i dr., 2014; Poikane i dr., 2015), parametri acidifikacije (Böhmer i dr., 2014; Poikane i dr., 2015).

Ekološki status vode se definiše prvenstveno preko kvaliteta zajednica živih organizama, ali isto tako podrazumeva i hidromorfološke i fizičko-hemijske elemente kvaliteta.

Hemijski status podrazumeva poštovanje graničnih vrednosti emisije zagađenja i potpuno odsustvo prioriternih supstanci. Prioritetne supstance su polutanti koji predstavljaju značajan rizik za vodenu sredinu i vodosnabdevanje i za njih je neophodno preduzeti mere postepenog smanjenja. Posebno su definisane i prioritne hazardne

supstance (opasne supstance) kojima u potpunosti treba onemogućiti da dospeju u životnu sredinu. Jedan od ciljeva Direktive jeste eliminacija hazardnih supstanci iz akvatičnih ekosistema i smanjenje njihove koncentracije do prirodnog nivoa. Postizanje ovako visokog hemijskog kvaliteta je uslov da se dobije dobar “ekološki status” površinskih voda koje se onda mogu koristiti kao izvor vode za piće (slika 31).

“Dobar status” površinskih voda određen je “dobrim ekološkim i hemijskim statusom” koji podrazumevaju nizak nivo hemijskih zagađenja i zdrav ekosistem. Da bi se postigao “dobar ekološki status” moraju se razmotriti faktori koji utiču na vodene ekosisteme (zagađenje i morfološke promene). Dobar status voda je postignut ukoliko su obe komponente statusa (ekološki i hemijski na osnovu ocene parametara kvaliteta dobile ocenu barem “dobar”). Crpljenje vode za potrebe navodnjavanja ili industrije takođe može doprineti oštećivanju ekosistema ukoliko se nivo vode u jezerima i rekama time spušta ispod kritične tačke. Ekološki potencijal je status značajno izmenjenog ili veštačkog vodnog tela.



Slika 31. Klasifikacije kvaliteta voda prema Okvirnoj direktivi o vodama (Achleitner i dr., 2005)

Ekološki status i ekološki potencijal određuju se na osnovu parametara razvrstanih u sledeće elemente kvaliteta:

- biološke (kvalitet i kvantitet značajnih grupa vodenih organizama);
- hemijske i fizičko-hemijske koji su od značaja za biološke elemente za datu kategoriju površinske vode i dati tip vodnog tela površinskih voda (specifični polutanti i opšti parametri);

- hidromorfološke koji su od značaja za biološke elemente za datu kategoriju površinske vode i dati tip vodnog tela površinskih voda (protok, brzina toka, variranje dubine, sastav i struktura dna, režim plime i oseke itd.).

Opšti uslovi za klasifikaciju ekološkog statusa (za reke i jezera) i ekološkog potencijala (za veštačka i značajno izmenjena tela) izraženi preko hemijskih i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta su prikazani u tabeli (*Sl. glasnik RS, 74/2011*):

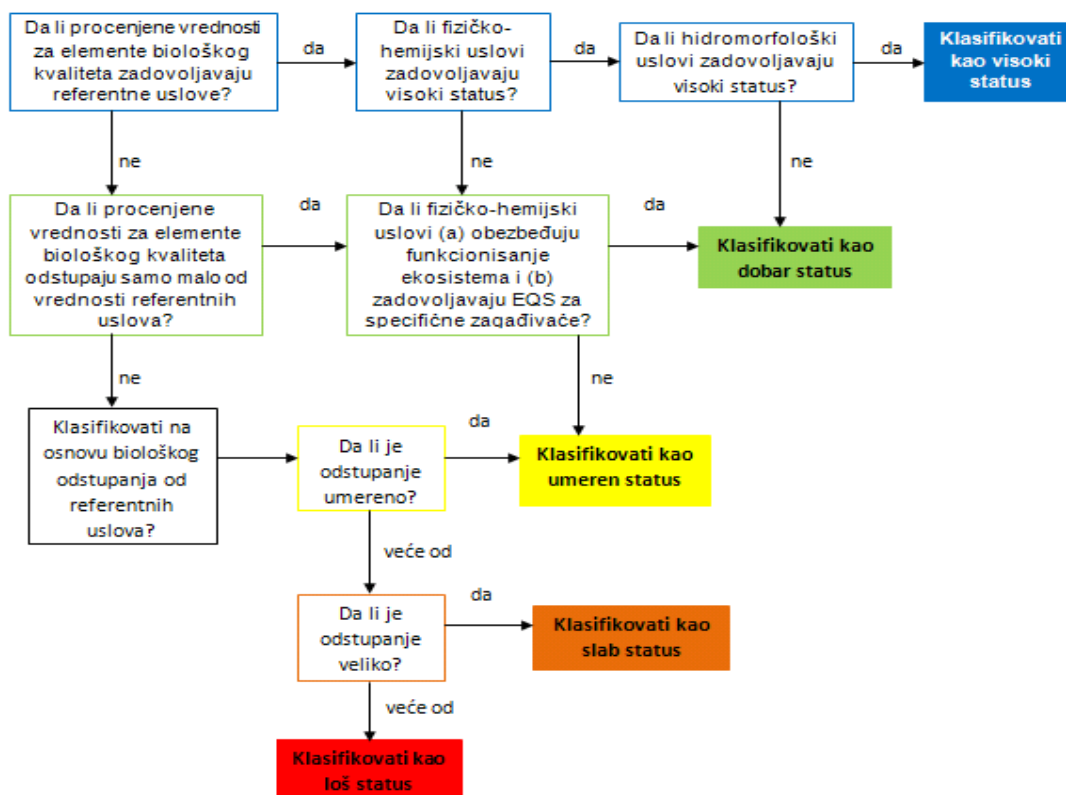
EKOLOŠKI STATUS		
ODLIČAN (I)	DOBAR (II)	UMEREN (III)
Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara potpuno ili gotovo potpuno odgovaraju neporemećenim uslovima. Koncentracija nutrijenata ostaju u granicama uobičajenim za neporemećene uslove.	Vrednosti hemijskih i fizičko-hemijskih parametara ne prevazilaze vrednosti koje utiču na funkcionalnost ekosistema i razvoj zajednice koja odgovara datom statusu. Koncentracije nutrijenata ne prelaze nivoe uspostavljene da obezbede funkcionisanje ekosistema i postizanje gore navedenih vrednosti bioloških elemenata kvaliteta.	Uslovi odgovaraju vrednostima bioloških parametara koji su tipični za dati status.
EKOLOŠKI POTENCIJAL		
MAKSIMALAN (I)	DOBAR (II)	UMEREN (III)
Vrednosti fizičko-hemijskih parametara potpuno, ili gotovo potpuno, odgovaraju neporemećenim uslovima za tip voda koji je, po opštim uslovima, najbliži veštačkom, ili značajno izmenjenom vodnom telu za koje se određuje potencijal.	Vrednosti fizičko-hemijskih parametara ne prevazilaze vrednosti koje utiču na funkcionalnost ekosistema i razvoj zajednice koja odgovara onoj koja se beleži u neporemećenim uslovima za tip voda koje je, po opštim uslovima, najbliži veštačkom, ili značajno izmenjenom vodnom telu za koje se određuje potencijal.	Uslovi odgovaraju vrednostima bioloških parametara koji su tipični za dati status za tip voda koji je, po opštim uslovima, najbliži veštačkom, ili značajno izmenjenom vodnom telu za koje se određuje potencijal.

Odnosi između bioloških, hidromorfoloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta u klasifikaciji statusa su predstavljeni na slici 32 za sve prirodne kategorije voda i tipove, a na slici 33 za jako izmenjena i veštačka vodna tela.

Na osnovu postojećih elemenata kvaliteta definisane su pojedine klase površinskih voda (Aneks V Okvirne Direktive o vodama). Ekološki status voda može biti:

- odličan ekološki status: prirodno stanje ili tek neznatne promene (uzrokovane antropogenim aktivnostima), vrednosti bioloških, fizičko-hemijskih i morfoloških elemenata kvaliteta u odnosu na uslove bez ikakvog antropogenog uticaja (referalne uslove);
- dobar ekološki status: zanemarljive promene bioloških elemenata kvaliteta (uzrokovane antropogenim aktivnostima) u odnosu na referalne uslove;

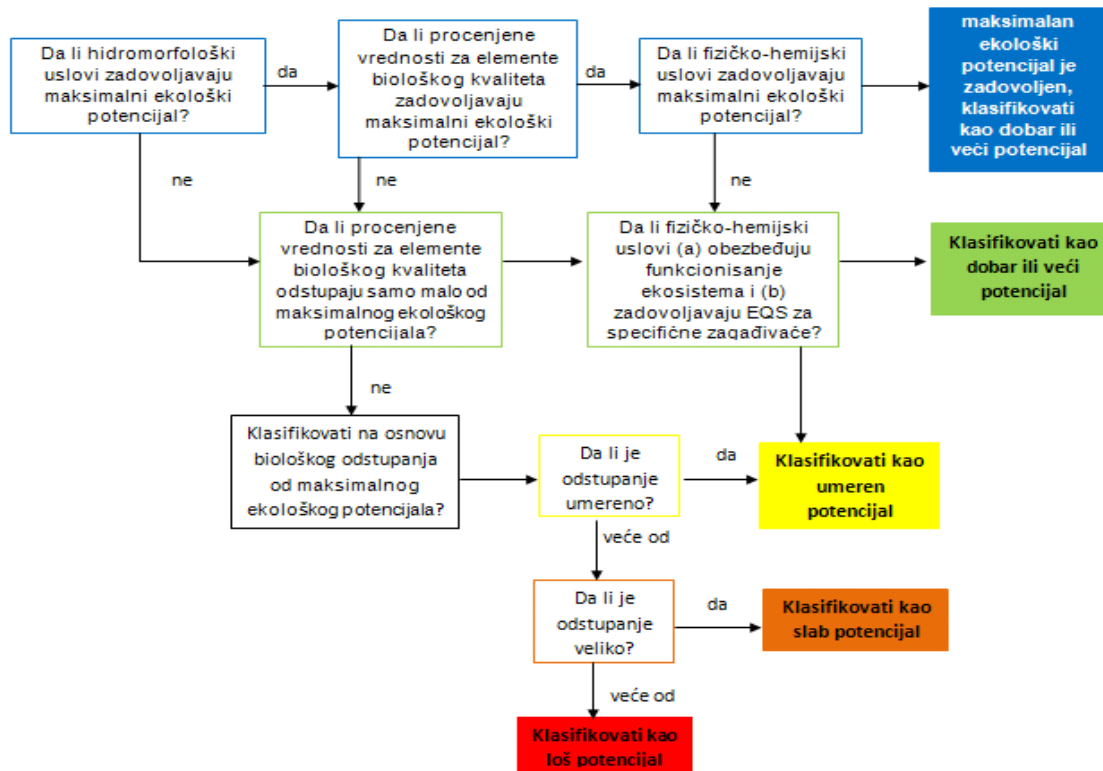
- osrednji ekološki status: uočljive promene bioloških elemenata kvaliteta (uzrokovane antropogenim aktivnostima) u odnosu na referalno stanje;
- loš ekološki status: značajne promene bioloških elemenata kvaliteta (uzrokovane antropogenim aktivnostima) u odnosu na referalne uslove;
- veoma loš ekološki status: veoma značajne promene bioloških elemenata kvaliteta (uzrokovane antropogenim aktivnostima) u odnosu na referalne uslove.



Slika 32. Kriterijumi za određivanje različitih klasa ekološkog statusa (EC, 2003)

U našoj zemlji je na snazi Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011), koji propisuje parametre ekološkog i hemijskog statusa za reke i jezera, parametre ekološkog potencijala za veštačka vodna tela i značajno izmenjena vodna tela. Ekološki status za reke i jezera klasifikuje se kao odličan (I), dobar (II) i umeren (III). Ekološki potencijal za veštačka vodna tela i značajno izmenjena vodna tela klasifikuje se kao maksimalan (I), dobar (II) i umeren (III). Sve površinske vode koje imaju ekološki status ili ekološki potencijal niži od umerenog klasifikuju se kao slabe (IV) ili loše (V). Hemijski status površinskih voda se određuje u odnosu na granične vrednosti prioriternih i

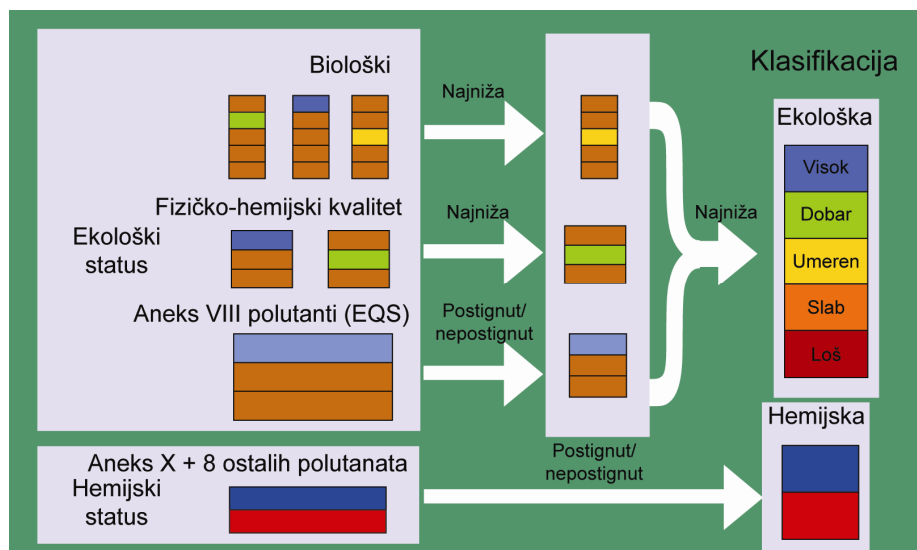
prioritetnih hazardnih supstanci i granične vrednosti drugih zagađujućih supstanci koje su od značaja za hemijski status vodnog tela površinskih voda. Hemijski status vodnih tela ocenjuje se na osnovu rezultata monitoringa, kao dobar status i nije postignut dobar status.



Slika 33. Kriterijumi za određivanje različitih klasa ekološkog potencijala (EC, 2003)

Suštinski važan korak je postavljanje jasnih granica između odličnog i dobrog, kao i između dobrog i osrednjeg statusa. Za razliku od svih ostalih propisa, u kojima se uglavnom nalaze jasne numeričke vrednosti vezane za hemijske aspekte kvaliteta, Okvirna Direktiva o vodi i ovaj put definiše isključivo okvire u koje svaka zemlja članica mora ugraditi svoj set parametara koje će sama definisati za svaki tip vodotoka i za svaki status kvaliteta.

Standardi kvaliteta EQS (*Environmental Quality Standards*) predstavljaju alate koji se koriste za procenu hemijskog statusa vodnog tela. Direktiva EQS (*Directive 2008/105/EC*) je definisala maksimalno dozvoljene koncentracije i/ili srednje godišnje koncentracije za 33 prioritetne supstance i 8 ostalih zagađujućih materija, koje, ako se postignu, hemijski status vodnog tela se može opisati kao „dobar“. Usklađenost sa EQS za specifične zagađujuće materije predstavlja deo procene ekološkog statusa i iz tog razloga EQS predstavljaju vrlo važan „alat“ u proceni i klasifikaciji hemijskog statusa i ukupnog statusa vodnog tela (slika 34).



Slika 34. Uloga EQS u klasifikaciji vodnih tela (EC, 2011)

Za svaku grupu vodotoka definisani su parametri kvaliteta na osnovu kojih se vrši klasifikacija, odnosno ocena statusa vode. Ocena ekološkog statusa/potencijala prikazana je bojama u skladu sa preporukama Okvirne Direktive o vodama (tabele 4 i 5). Crne tačke treba da ukažu na prekoračenje maksimalno dozvoljenih koncentracija specifičnih polutanata.

Tabela 4. Prikaz ocene ekološkog statusa površinskih voda (za reke)














ocena statusa	boja	
odličan	plava	
dobar	zelena	
umeren	žuta	
slab	narandžasta	
loš	crvena	

Tabela 5. Prikaz ocene ekološkog potencijala površinskih voda (za značajno izmenjena i veštačka vodna tela)

ocena potencijala	boja	
	značajno izmenjena vodna tela	veštačka vodna tela
dobar i bolji	jednake zelene i tamno-sive pruge 	jednake zelene i svetlo-sive pruge 
umeren	jednake žute i tamno-sive pruge 	jednake žute i svetlo-sive pruge 
slab	jednake narandžaste i tamno-sive pruge 	jednake narandžaste i svetlo-sive pruge 
loš	jednake crvene i tamno-sive pruge 	jednake crvene i svetlo-sive pruge 

Vodič Guidance Document No.10 Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems – REFCOND (Anon., 2003e) opisuje metode i principe, kao i specifične alate za uspostavljanje referentnih uslova i granica klasa, između visokog, dobrog i umerenog ekološkog statusa, za reke i jezera, dok se u vodiču Guidance Document No. 13 Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential – Classification (2005) navodi uloga opštih fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta u ekološkoj klasifikaciji, kao i opšte smernice za procenu ekološkog statusa i potencijala koji omogućuju opštu ekološku klasifikaciju vodnih tela u kontekstu Direktive (Anon., 2005).

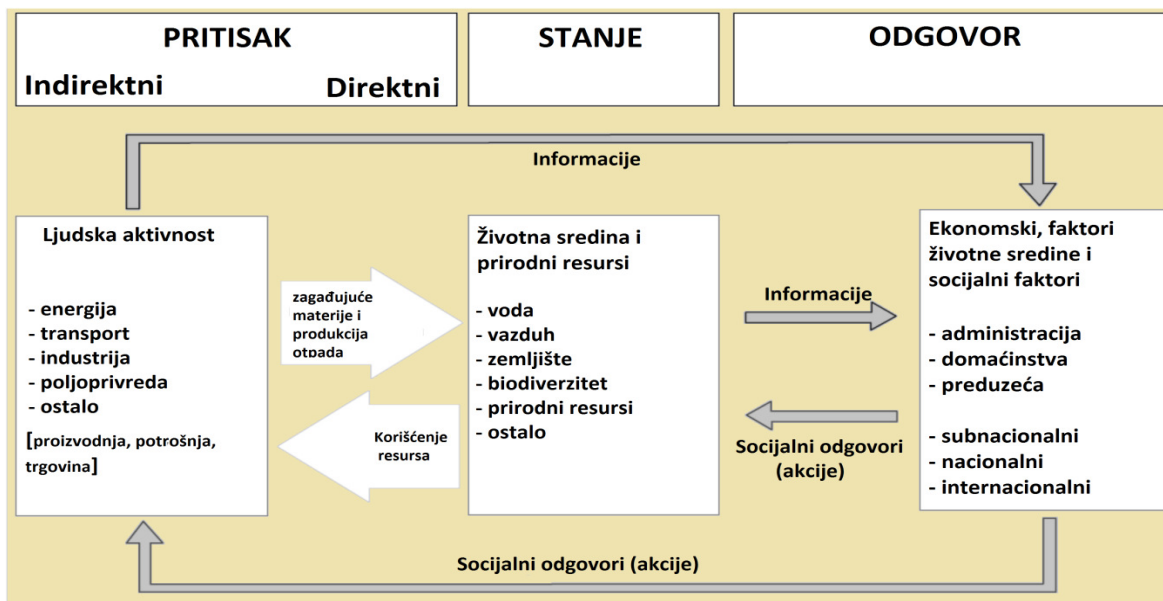
2.5. Analiza pritisaka i uticaja

Pristup upravljanju vodama zasnovan je na konceptu održivog razvoja i integralnom upravljanju, koje uzima u obzir sveukupni vodni ciklus sa svim prirodnim i antropogenim aspektima, kao i interesima korisnika voda. Jednu od ključnih faza procesa pripreme planova upravljanja rečnim slivom predstavlja analiza pritisaka i uticaja, kao i procena rizika nepostizanja ekoloških ciljeva.

Pritisak zagađenja je rezultat aktivnosti koja može direktno prouzrokovati pogoršanje statusa vodnog tela. U većini slučajeva, takav pritisak se odnosi na dodavanje ili ispuštanje supstanci u okolinu, što može biti ispuštanje otpadnih materija, ali i propratni efekat ili nusproizvod neke druge aktivnosti (spiranje sa poljoprivrednog zemljišta) (Anon., 2002).

Prvi model, tzv. „stres-odgovor“ (eng. „*stress-response*“) model za analizu problema životne sredine razvijen je još 1979. godine u Kanadi na osnovu kojeg je Organizacija za ekonomsku saradnju i razvoj (*Organisation for Economic Cooperation and Development*, OECD) 1993. godine razvila je PSR-model (*Pressure-state-response*). Slika 35 ilustruje odnos između osnovnih elemenata PSR modela (Poll i dr., 2005). Proširena verzija PSR modela, tzv. DPSIR okvir (*Driving Forces-Pressure-State-Impact-Response*), razvijen je kasnije od strane Evropske agencije za zaštitu životne sredine (*European Environmental Agency*, EEA) (EEA, 1999; Gabrielsen i Bosch, 2003). DPSIR pristup je uveden kao mogući analitički okvir za determinaciju pritisaka i uticaja (Kristensen, 2004; Tsakiris i Alexakis, 2012).

Kristensen (2003) je naveo da se DPSIR okvir može posmatrati kao sredstvo za dobijanje korisnih informacija i za demonstraciju uzročno-posledičnih veza između indikatora životne sredine, što služi kreatorima politike. DPSIR okvir je primer integracije znanja iz nekoliko disciplina, na osnovu čega mogu da se objasne odnosi uzrok - efekat, tj. odnosi između životne sredine i socio-ekonomskih faktora (Lundberg, 2005).



Slika 35. PSR model “Pressure-state–response” (OECD, 2003)

Analiza pritiska i uticaja ima centralnu ulogu u procesu planiranja upravljanja rečnim slivom. DPSIR analitički okvir čini konceptualnu osnovu za analizu pritiska i uticaja, uvažavajući složenost interakcija u životnoj sredini i predstavlja sredstvo za njihovo analiziranje (Svarstad i dr., 2008). Primenjuje se u velikom broju istraživačkih projekata, naročito onih koje finansira Evropska unija sa ciljem pružanja podrške u donošenju odluka (Karageorgis i dr., 2005; Helming i dr., 2011). Termini i definicije u sklopu ovog okvira prikazani su u tabeli 6. Veoma je važno utvrditi uzročno-posledične veze u svim fazama analize pritiska i uticaja. Mnoga vodna tela su pod stalnim rizikom od neispunjavanja cilja i zbog toga postoji potreba za potpunijim razumevanjem odnosa između antropogenih pritiska, hemijskog kvaliteta i odgovora ekosistema (Duel i dr., 2005).

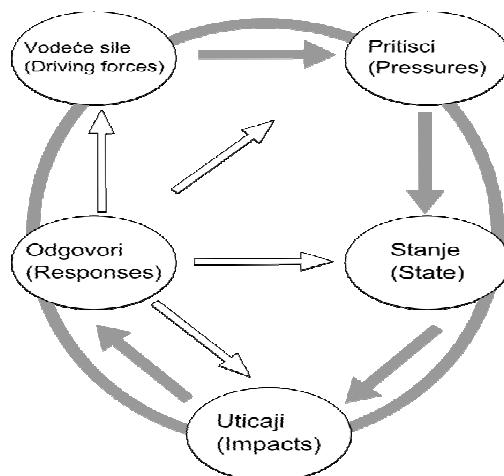
Uputstvo Guidance Document No. 3 Analysis of Pressures and Impacts: Impress (Anon., 2002) opisuje opšti pristup u analizi pritiska i uticaja, uključujući i ključne korake koje treba sprovesti, kao i metodologije za identifikaciju pritiska i uticaja na površinske i podzemne vode. Ovaj dokument daje pregled elemenata analize u odnosu na: karakterizaciju vodnih tela, razvoj monitoring programa, programe mera i planove upravljanja rečnim slivom.

Ljudske aktivnosti koje imaju potencijalni efekat na životnu sredinu su: poljoprivreda, industrija, domaćinstva, šumarstvo, rudnici, kamenolomi, deponije otpada, turizam. Efekti vodećih sila mogu biti: spiranje nutrijenata i pesticida sa poljoprivrednih površina, ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u vodotoke, zahvatanje vode iz vodotoka, akumulacija otpada i kanalizacije u osetljivim oblastima.

Tabela 6. Analitički okvir u analizi pritiska i uticaja

Termin	Definicija
Pokretački faktori ili Vodeća sila	Antropogena aktivnost koja može imati efekat na životnu sredinu (npr. poljoprivreda, industrija, naselja, deponije otpada, rudnici)
Pritisak	Direktna posledica aktivnosti relevantne za životnu sredinu (efekat koji prouzrokuje promenu u protoku ili promenu hemijskog sastava vode)
Stanje	Stanje vodnog tela koje rezultira iz antropogenih i prirodnih faktora (fizičke, hemijske i biološke karakteristike)
Uticaj	Efekat pritiska na životnu sredinu (npr. ubijena riba, izmenjen ekosistem)
Odgovor	Mere preduzete da se poboljša stanje vodnog tela (ograničavanje zahvatanja, limitiranje ispuštanja na tačkastim izvorima, razvijanje vodiča najboljih praksi u poljoprivredi)

Vodeće sile rezultuju pritiscima (emisiji polutanata) koji utiču na stanje životne sredine i koji mogu uticati na ljudsko zdravlje ili ekosisteme. Odgovori (regulatori) imenuju vodeće sile da redukuju njihov direktni pritisak ili indirektni efekat na stanje životne sredine i ljudsko zdravlje (slika 36). Odgovori su zapravo reakcije koje se realizuju kroz povratnu spregu. To predstavlja suštinu DPSIR modela.



Slika 36. Ilustracija DPSIR okvira u analizi pritiska i uticaja

Pokretački faktori negativnih uticaja u životnoj sredini su proizvodnja i potrošnja u privrednim sektorima (npr. poljoprivreda, industrija, saobraćaj) gde se eksploatišu obnovljivi i neobnovljivi prirodni resursi, koristi energija, primenjuje tehnologija, deponuje

otpad, zauzima zemljište. Broj stanovnika, stepen obrazovanja i ekonomska stabilnost predstavljaju, takođe, značajan faktor jer je ljudska zajednica u zavisnosti od veličine populacije i stepena razvoja značajan „pokretač“ potreba u hrani, vodi i materijalnim dobrima.

Pritisaci u životnoj sredini proističu iz pokretačkih faktora, privrednih aktivnosti i faktora koji predstavljaju rezultat u zadovoljavanju potreba društvene zajednice. Ovi pritisci združeno predstavljaju posledicu ukupnog procesa proizvodnje i potrošnje u društvu, a mogu se podeliti u tri osnovne grupe: prekomerna upotreba prirodnih resursa, promena u nameni korišćenja zemljišta i emisije opasnih i štetnih materija i hemikalija u vazduh, vodu i zemljište.

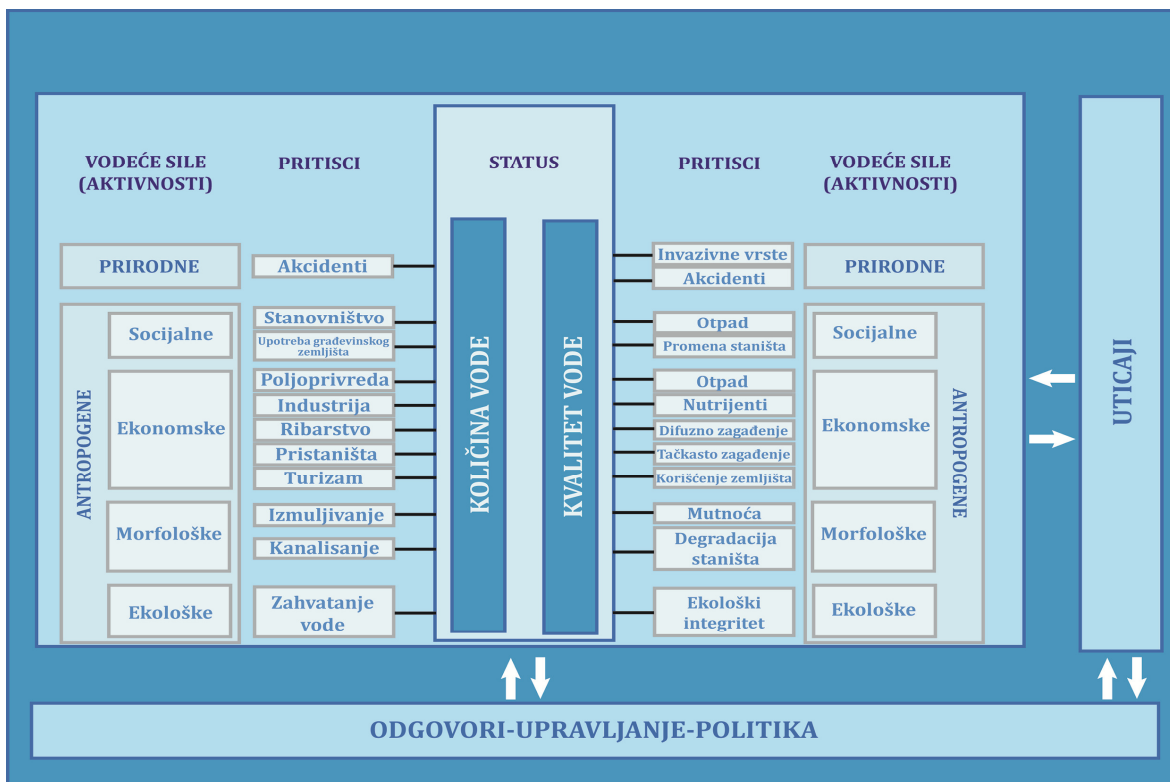
Stanje u životnoj sredini je rezultat pritisaka i iskazuje se fizičkim, hemijskim, biološkim, estetskim i drugim indikatorima. Ovim indikatorima se vrednuje kvalitet prirodnih vrednosti: vazduha, vode, zemljišta, šuma, geoloških resursa, biljnog i životiljskog sveta.

Uticaji kvantifikuju promene u životnoj sredini koje imaju posledice u ekonomskoj i socijalnoj sferi društva i u krajnjem na ljudsko zdravlje. Ove promene u fizičko-hemijskom ili biološkom stanju činilaca životne sredine, izazvane pritiscima, imaju različite uticaje na funkcionisanje ekosistema i dobrobit za ljudsku zajednicu i pojedince.

Reakcije društva su odgovori kreatora politike na neželjene uticaje u ekonomskoj i socijalnoj sferi, ali i u svim međuodnosima na putu od pokretačkih faktora, pritisaka, stanja i uticaja.

Ne postoje jednostavni ni linearni odnosi između uzroka i posledica, kao i između vodećih sila (aktivnosti), uticaja i statusa. Interakcije među njima su složene i deluju kumulativno. Vodeće sile i pritisci koji deluju na bio-fizičke procese mogu dovesti do promena u funkcijama sistema i tako promeniti kvalitet i kvantitet vode, što je rezultat različitih uticaja na životnu sredinu. Dve glavne vrste vodećih sila su prirodne i antropogene. U okviru antropogenih vodećih sila postoje 4 vrste (društveni, ekonomski, morfološki, ekološki faktori). Sve varijacije/promene u statusu voda se ogledaju u promeni namene korišćenja vode (slika 37). Odgovori omogućavaju integrisanje svih mera i interesa za upravljanje (*Pinto i dr., 2013*).

Stanje vodnog tela koje rezultira iz antropogenih i prirodnih faktora se ogleda u pogoršanju kvaliteta površinskih voda ili promeni u protoku vode. Efekti pritisaka na površinska vodna tela su pretnje za ljudsko zdravlje usled smanjenja raspoložive količine voda koje se mogu koristiti za dobijanje vode za piće, gubitak staništa i biodiverziteta u povezanim kopnenim ekosistemima i ekosistemima površinskih voda. Mnogi uticaji nisu lako merljivi, stoga se stanje često koristi kao indikator ili surogat za uticaj (*Anon., 2002*).



Slika 37. Odnosi između pritiska, stanja i uticaja

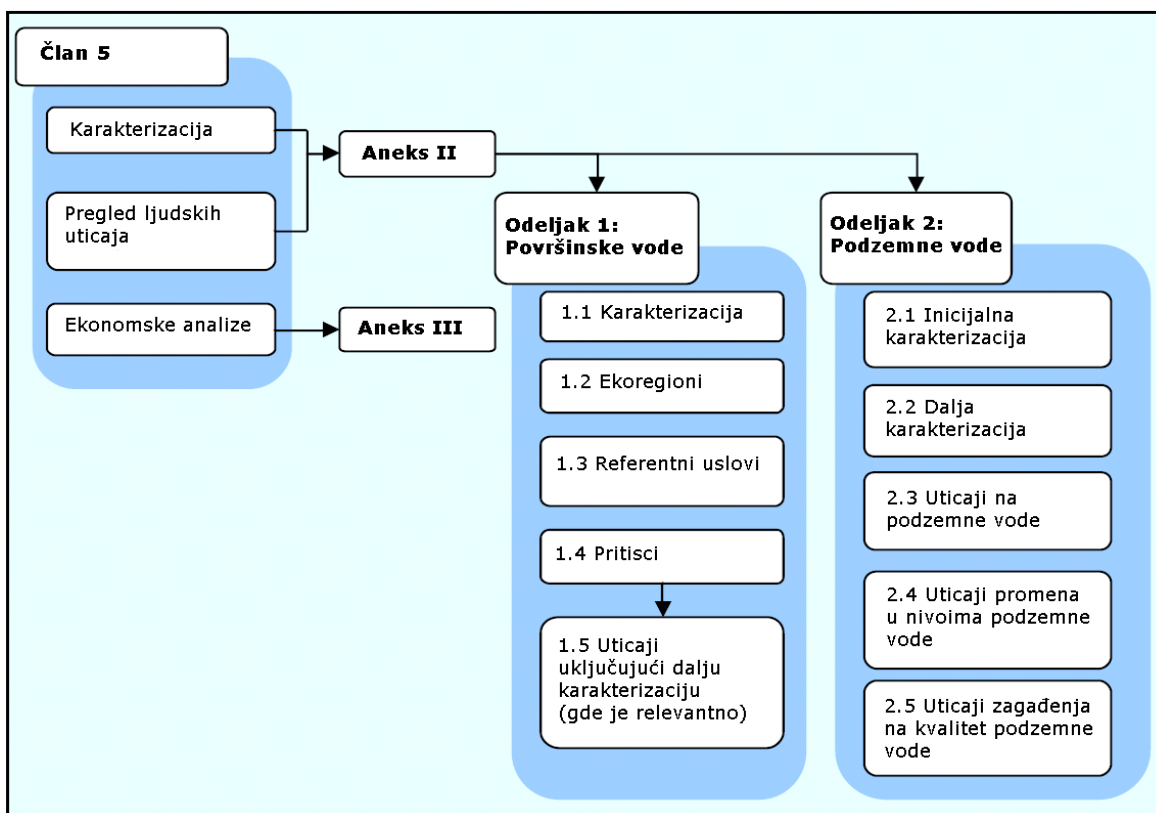
U mnogim slučajevima promena u stanju ili uticaju na životnu sredinu ima nekoliko razloga, od kojih neki mogu biti neposredni i lokalnog porekla, dok drugi mogu da imaju uticaj na kontinentalnom ili čak globalnom nivou. Smanjenje pritiska često ima za posledicu mešavinu politike odgovora i promene u raznim pokretačkim silama (Bosch i Gabrielsen, 2003).

Kao varijanta DPSIR modela može poslužiti koncept „DPCER“, kod kojeg je stanje (S) protumačeno kao hemijski status vodnog tela (C), a uticaj (I) kao ekološki status (E). Ovo tumačenje koncepta polazi od toga da se u Okvirnoj Direktivi o vodama status površinskih voda primarno definiše pomoću ekoloških indikatora. Procena verovatnoće da vodno telo neće postići dobar hemijski i ekološki status vrši se na osnovu poređenja hemijskog (C) i/ili ekološkog (E) statusa i graničnih vrednosti odabranih bioloških, hemijskih i fizičkih indikatora (Rekolainen i dr., 2003; Stojanović i dr., 2008).

Prema članu 5 Okvirne direktive o vodama postoji neophodnost da se analiziraju pritisci i uticaji za svaki rečni sliv (slika 38), što zahteva:

- Analizu njegovih karakteristika;
- Pregled uticaja ljudskih aktivnosti na status površinskih voda i podzemnih voda;
- Ekonomsku analizu korištenja vode.

Donošenje odluka treba da se zasniva na najboljim ali dostupnim i smislenim podacima i dokazima, koji potiču iz različitih izvora, gde treba da bude uključen širok spektar ključnih aktera (De Smedt, 2010). Uloga istraživača je da obezbede raspoložive dokaze koji će donosiocima odluka pomoći da reaguju na neočekivane događaje i kreiraju efikasnu politiku upravljanja (Agyemang i dr., 2007).



Slika 38. Zahtevi Okvirne Direktive o vodama za analizu uticaja za površinske i podzemne vode

Uspešna studija pritisaka i uticaja nije ona koja sledi propisane smernice, već je to studija u kojoj postoji odgovarajuće razumevanje ciljeva, dobar opis vodnog tela i njegovog slivnog područja (uključujući monitoring podatke), i saznanje o tome kako funkcioniše sistem sliva, uzimajući u obzir odnose između vodnih tela unutar oblasnog rečnog sliva, (npr. odnosi koji se tiču zagađenosti nizvodnih voda (eutrofikacija, sedimentno zagađenje, bioakumulacija) ili pitanja uzvodnog kontinuiteta reka). U takvim slučajevima pritisci koji jedino uzrokuju uticaje daleko izvan samog vodnog tela trebaju takođe biti uključeni u analizu.

Četiri su ključne faze u analizi pritisaka i uticaja: identifikovanje vodećih sila i pritisaka; identifikovanje značajnih pritisaka; procenjivanje uticaja i procenjivanje

verovatnoće neispunjavanja ciljeva. Procena uticaja na vodno telo zahteva neke kvantitativne informacije da se opiše stanje samog vodnog tela i/ili pritisaka koji na njega deluju. Mogući uticaji ili promene stanja se mogu identifikovati iz monitoring podataka, a preko sledećih parametara: temperature vode, pH vrednosti, sadržaja kiseonika, elektroprovodljivosti, mutnoće, sadržaja nutrijenata, koncentracije prioriternih supstanci i ostalih polutanata.

Glavni cilj analize pritisaka i uticaja jeste identifikovati gde i do koje mere ljudske aktivnosti mogu dovesti u opasnost dostizanje ekoloških ciljeva životne sredine; odnosno, analiza pritisaka i uticaja konačno implicira procenu rizika od neuspeha u postizanju ekoloških ciljeva. Zbog toga se termini „Analiza pritisaka i uticaja“ i „Procena rizika“ često koriste za jednu istu složenu proceduru.

2.5.1. Identifikacija izvora zagađenja (vodećih sila i pritisaka)

Kvalitet vodotoka u bilo kojoj tački zavisi od nekoliko glavnih uticaja: litologija korita (basena), atmosferskih uticaja, klimatskih uslova i antropogenih uticaja. Kada se posmatra kvalitet površinskih vodotoka glavni akcenat je na antropogenim aktivnostima. Antropogeno zagađivanje nastaje kao posledica delatnosti ljudi i može biti:

- mehaničko (unošenje inertnih materijala i krutih otpadaka),
- fizičko (promene fizičkih pokazatelja – temperaturnih, energetskih i radijacionih),
- biološko (prodiranje novih vrsta životinja i biljaka u ekosistem),
- mikrobiološko (pojava novih mikroorganizama ili prenamnožavanje postojećih),
- hemijsko (prodiranje hemijskih elemenata i jedinjenja).

Potencijalne zagađujuće materije se mogu svrstati u jednu od četiri kategorije: biološki agensi, rastvorene materije, nerastvorene materije i sedimenti, toplota. Neke od ovih primesa dobijaju status zagađivača samo kada su u njoj prisutne u većim koncentracijama ili u nekim slučajevima popravljaju kvalitet vode (energija ili nitrijenti). Sa druge strane su toksične materije koje su štetne bez obzira koliki im je sadržaj u vodi.

Prvi korak u DPSIR analitičkom okviru predstavlja identifikacija izvora pritisaka. Veoma je važno utvrditi sve izvore zagađivanja, njihov prostorni raspored, kao i vrstu i količinu zagađenja koju emituje. Izvori pritisaka (vodeće sile ili pokretačke snage) su relevantni sektori društvenoekonomskih aktivnosti koji mogu proizvesti niz pritisaka. Vodeća sila predstavlja izvore pritiska koji obuhvataju elemente demografskog, društvenog i ekonomskog razvoja. Glavni pokretač lanca uzročno-posledičnih veza u DPSIR analitičkom okviru, predstavlja zapravo demografski razvoj, jer se njegovi efekti

odražavaju na promene urbanih struktura, promene u korišćenju zemljišta, na razvoj industrije, poljoprivrede, itd.

Kao posledica delovanja vodećih sila ili pokretačke snage nastaju pritisci. Pritisak zagađenja rezultira iz aktivnosti koja može direktno uzrokovati pogoršanje statusa vodnog tela. U većini slučajeva, takav pritisak se odnosi na dodavanje, ili ispuštanje, supstanci u okolinu. Pritisak zagađenja može takođe biti uzrokovan aktivnošću kao što je promena u korišćenju zemljišta, npr. kretanja sedimenta su modifikovana urbanizacijom, šumarstvom i promenom između zimskog i letnjeg sađenja useva.

Okvirna Direktiva o vodama zahteva da se prikupe informacije o tipu i magnitudi pritisaka, kao što su:

- tačkasti izvori zagađenja (otpadne vode, industrija, rudarstvo, poljoprivreda, upravljanje otpadom, akvakultura),
- difuzni izvori zagađenja (spiranje sa gradskih i poljoprivrednih površina),
- kvantitativni izvori, tj. izmene režima protoka (zahvatanje vode za urbane, industrijske, poljoprivredne svrhe),
- morfološke izmene (regulacija protoka).

Bilo koji drugi pritisci, tj. oni koji ne potpadaju pod ove kategorije, moraju takođe biti identifikovani. Neophodno je razmotriti svrhe korišćenja zemljišta (npr. urbano, industrijsko, poljoprivredno, šumarsko) budući da bi one mogle biti korisne da se pokažu područja u kojima su locirani specifični pritisci.

Za identifikaciju izvora emisije zagađujućih materija, utvrđivanje količina i praćenje trendova emisija specifičnih zagađujućih materija, procenu mogućnosti smanjenja korišćenja ili isključivanja iz procesa proizvodnje zagađujućih materija, promociju prevencije zagađenja i čistijih proizvodnji, unapređenje dostupnosti informacija javnosti i uključivanje javnosti u proces odlučivanja o pitanjima životne sredine služi nam katastar zagađivača. Ciljevi katastra proizilaze iz potrebe za dobijanjem kvalitetnih i pravovremenih informacija o zagađivanju životne sredine iz preduzeća koja emituju zagađujuće materije u životnu sredinu. Katastar zagađivača sadrži podatke o izvorima, vrstama, količinama, načinu i mestu ispuštanja zagađujućih materija u vazduh i vode, kao i o količinama, vrsti, sastavu i načinu tretmana i odlaganja otpada. Ustanovljen je da bi zadovoljio rastuće potrebe državnih organa i šire zajednice, za informacijama o izvorima i količinama zagađujućih materija emitovanih u životnu sredinu (www.sepa.gov.rs).

Različite vrste pritisaka ne utiču na različita vodna tela u istim prostornim i vremenskim skalama. U mnogim slučajevima, njihova identifikacija je izvedena iz posmatranja promena u stanju i verovatnoće tih promena da budu uzrokovane poznatim pritiscima. Ispravne vremenske i prostorne skale prikupljanja podataka za pritiske i stanja su najvažnije tačke koje čine mogućim da se uspostave tačni odnosi i prikladni programi mera. Zahvatanje određene zapremine vode može da nema nikakav uticaj ako je

ispumpano tokom godine ali može biti značajan pritisak ako je uzeto iz reke samo tokom letnjih meseci. Važno je usvojiti prikladne vremenske skale u analizi pritisa i uticaja, budući da neki pritisci mogu rezultirati uticajima nakon mnogo godina u budućnosti i neki budući uticaji će biti u vezi sa prošlim pritiscima koji više ne postoje. Vremenska skala u proceni uticaja podrazumeva prikupljanje i analizu podataka unutar godine (godišnji uzorak, sa minimalnom, maksimalnom i srednjom vrednošću uz mesečne vrednosti), kao i podatke između godina.

2.5.2. Karakterizacija značajnih pritisa

Pravilna identifikacija pritisa zahteva konzistentnu identifikaciju relevantnih ciljeva, njihovu veličinu i osetljivost na uticaje. Jedno od glavnih pitanja koje treba rešavati u proceni uticaja je određivanje značajnih pritisa, kako prirodnog okruženja (*Canter i Canty, 1993*), tako i društveno-ekonomskih faktora (*Dzidzornu, 2001*).

Procena da li je pritisak na vodno telo značajan mora se zasnivati na poznavanju pritisa unutar slivnog područja, zajedno sa nekim oblikom konceptualnog razumevanja, toka vode, hemijskih transfera (mehanizama hemijskih ravnoteža u vodenoj fazi i u sedimentu), biološkog funkcionisanja vodnog tela unutar sistema sliva (*Pešić, 2008*). Drugim rečima, mora postojati neko saznanje da pritisak može prouzrokovati uticaj zbog načina na koji funkcioniše sistem sliva. Ovo razumevanje vezano sa listom svih pritisa i određenih karakteristika sliva čini mogućim identifikovanje značajnih pritisa.

Koncept procene značaja pritiska je usko povezan sa veličinom samog pritiska, iako nisu ekvivalentni. Veličina pritiska se odnosi na promene u životnoj sredini izazavane ljudskim delovanjem, dok se značaj pritiska zasniva na donošenju odluka od strane stručnjaka i zainteresovanih strana. Uska povezanost ova dva termina se odražava u teškoćama u samim procesima procene. Veoma je važno pronaći konceptualne razlike između veličine i značaja pritiska (*Lawrence, 2003*).

Procena značajnih pritisa na životnu sredinu je težak zadatak. Iako Okvirna direktiva ne definiše precizno šta je to „značajni pritisak“, podrazumeva se da je to bilo koji pojedinačni pritisak ili u kombinaciji sa drugim pritiscima, koji može dovesti do neuspeha da se postigne jedan od ciljeva zaštite životne sredine. Pojam „značajan“ je složen i ne odnosi se samo na veličinu uticaja, važno je pored veličine pritiska uzeti u obzir i druge karakteristike, kao što su: širenje i akumulacija pritisa (tj. zagađenja), kumulativnog i sinergističkog dejstva više pritisa, vreme trajanja, učestalost ponavljanja, prostorne razmere itd. (*EC, 1999; Cloquell-Ballester i dr., 2007*). Pored ovoga, važno je uzeti u obzir i osetljivost resursa, populacije koje mogu biti ugrožene, kumulativne efekte više pritisa, direktna i indirektna ispuštanja, mogućnosti ublažavanja dejstva pritiska (*Lawrence, 2003*). U slučaju opterećenja vodotoka iz više izvora, pritisci se integrišu i služe kao osnova za

određivanje onih pritisaka koji su kritični za postojeći kvalitet vodnog tela. Procena se vrši od slučaja do slučaja budući da nije moguće uspostaviti jedinstvena pravila za sva vodna tela.

Lawrence (2007) je opisao konceptualni pristup za određivanje značaja pritiska. On navodi da je bitno utvrditi prirodu samog pritiska, glavne karakteristike (osobine određivanja značaja), argumentaciju (zašto je potrebno utvrditi značaj pritiska), odrediti ciljeve i na kraju sam postupak procene značaja pritiska. Pri određivanju značaja pritiska važno je posmatrati i sa aspekta propisa, smernica, zakonodavstva, uzimajući u obzir i dostizanje ciljeva životne sredine, resursa, korišćenja zemljišta (UNEP, 2002).

Procena da li je pritisak na vodno telo značajan predstavlja saznanje da pritisak može prouzrokovati uticaj zbog načina na koji funkcioniše sistem sliva. Ovo razumevanje, zajedno sa listom svih pritisaka i određenih karakteristika sliva čini mogućim identifikovanje značajnih pritisaka. Može izvršiti korelacijska procena, koja koristi postojeće podatke i ne zahteva složene hipoteze. Kada je potrebno i prikladno, može se zahtevati upotreba striktno procene uzročnosti koristeći numeričko modeliranje, koje će simulirati uticaje brojnih pritisaka. Postoje brojni modeli koji su uspostavljeni za problematiku procene uticaja zagađujućih materija u recipijentima (Cox, 2003). Međutim, ovi alati ne moraju biti pouzdani, budući da se zasnivaju na hipotezama o funkcionisanju ekosistema.

Alternativa je da je konceptualno razumevanje utemeljeno u nizu jednostavnih pravila koja indiciraju direktno da li je pritisak značajan. Jedan pristup ovog tipa je da se uporedi veličina pritiska sa kriterijumom, ili pragom vrednosti, relevantnim za tip vodnog tela uzimajući u obzir i njegovu osetljivost na pritisak. Ovakav pristup efektivno kombinuje identifikaciju pritiska sa analizom uticaja, budući da, ako se prekorači bilo koji prag vrednosti, vodno telo se procenjuje da verovatno neće ispuniti svoje ciljeve.

Pristup identifikacije značajnih pritisaka zahteva razumevanje prirode uticaja koji može rezultirati iz pritiska i procenu odnosa između pritiska i uticaja.

Pritisci zagađenja iz tačkastih izvora. Najveći uticaj na kvalitet rečnog basena imaju otpadne vode (gradske i industrijske), koje ispuštanjem konstituenata permanentno zagađuju prirodne izvore. Kada se monitoring na vodotocima prati paralelno sa monitoringom efluenta moraju definisati uslovi ispuštanja otpadnih voda u recipijent, što se reguliše propisivanjem kvaliteta vode u vodotocima i propisivanjem kvaliteta efluenta. U tabeli 7 dat je primer pritisaka iz tačkastih izvora i njihovi uticaji.

Tabela 7. Primer pritisaka iz tačkastih izvora i njihovi uticaji

Aktivnost ili Vodeća sila	Pritisak	Moguća promena u stanju ili uticaju
Industrijski	Širenje otpadne vode po površinskim i podzemnim vodama	Toksične supstance imaju direktan efekat, povećanje suspendovanih čvrstih čestica, organske materije menjaju režim kiseonika, nutrijenti modifikuju ekosistem
Urbane aktivnosti	Širenje otpadne vode po površinskim i podzemnim vodama	
Nasipanje smeća	Kretanja hemikalija u lužini	
Jame za zakopavanje uginulih životinja (npr. nakon epidemije)	Kontaminirana lužina	
Prethodno korišćenje zemljišta	Kontaminirano zemljište	Različite
Proizvodnja termalne energije	Povratak rashladnih voda uzrokuje izmenu tennalnog režima	Povišene temperature, smanjen rastvoreni kiseonik, promene u stopama biogeoheimijskih procesa
	Biocidi u rashladnoj vodi	Direktni toksični efekat na vodenu faunu.
Bagerisanje / jaružanje	Nakupljanje sedimenta	Zaglađivanje korita, izmena sakupljanja beskičmenjaka
	Uklanjanje supstrata	Gubitak staništa
Uzgoj ribe	Hranjenje, lečenje lekovima, bežanje	Nutrijenti, bolesti, veterinarski proizvodi, veštačka riblja populacija

Pritisaci zagađenja iz difuznih izvora. Difuzni izvori zagađenja su bitni faktori degradacije kvaliteta vode u mnogim rečnim sistemima ali njihov monitoring nije moguće trajno uspostaviti, i on podrazumeva definisanje izvora (supstanci koje predstavljaju zagađenje), kao i puteve kojima one stižu do recipijenta (www.epa.gov). U slučaju difuznog zagađenja vodeće sile se obično ne odnose direktno na pritiske, ali zagađenje dopire do vodnih tela putem hidrološki vodenih prolaza. U tabeli 8 dat je primer pritisaka iz difuznih izvora i njihovi uticaji.

Tabela 8. Primeri pritisaka iz difuznih izvora i njihovi uticaji

Aktivnost ili Vodeća sila	Staza koja uzrokuje Pritisak	Moguća promena u stanju ili uticaju
Poljoprivreda	<i>Gubitak nutrijenata iz poljoprivrede putem:</i> - površinskog oticanja, erozije tla - toka veštačke drenaže - ispiranje (tj. međutok, potočne i podzemne vode) (uključuje prekomerno korišćenje đubriva i gnojiva za mineralizaciju ostataka)	Nutrijenti modifikuju ekosistem
	<i>Gubitak pesticida</i>	Toksičnost, kontaminacija zaliha pitke vode
	<i>Gubitak sedimenta erozijom tla, obale i rečnog korita</i>	Zaglađivanje korita, izmena sakupljanja beskičmenjaka, gubitak tla za mrešćenje

Aktivnost ili Vodeća sila	Staza koja uzrokuje Pritisak	Moguća promena u stanju ili uticaju
Industrijska ispuštanja u atmosferu	Taloženje smeša azota i sumpora.	Acidifikacija površinskih i podzemnih vodnih tela. Eutrofikacija
Transport	Prolivanja zagađivača Upotreba soli za odleđivanje Upotreba herbicida Izduvni gasovi iz vozila	Veliko zagađenje vodnih tela Povećana koncentracija hlorida Povećanje kiselih hemikalija u atmosferi te stoga i taloženje

Pritisci kvantitativnih resursa. Kvantitativni pritisci se moraju proceniti za sva vodna tela. Za površinske vode ovi pritisci se koriste da se proceni hidromorfološki status. U svim vodnim telima kvantitativni pritisci su veoma važni jer oni imaju efekta na razblaživanje, vreme zadržavanja i kapacitet. Primeri kvantitativnih pritisaka su sadržani u tabeli 9.

Tabela 9. Primer kvantitativnih pritisaka i njihovih uticaja

Aktivnost ili Vodeća sila	Pritisak	Moguća promena u stanju ili uticaju
Promena poljoprivrede i korištenja zemljišta	Izmenjeno korištenje vode zbog vegetacije. Zatvaranje zemljišta (da voda ne otiče)	Izmenjeno prihranjivanje tela podzemne vode
Zahvatanje za navodnjavanje, javno i privatno snabdevanje	Smanjenje u proticaju ili kapacitetu akvifera	Smanjeno razređenje hemijskih fluksova Smanjen kapacitet Izmenjen protok i ekološki režimi Prodiranje slanice Izmenjen zavisni zemaljski ekosistem
Veštačko prihranjivanje	Povećan kapacitet	Povećano oticanje Kontaminacija podzemne vode
Transfer vode	Povećan protok u vodi primatelju	Izmenjeni termalni, proticajni i ekološki režimi

Biološki pritisci. Biološki pritisci su oni koji mogu imati direktan uticaj na žive resurse, bilo kvantitativno ili kvalitativno. U tabeli 10 dat je primer bioloških pritisaka njihovi uticaji.

Tabela 10. Primer bioloških pritisaka i njihovih uticaja

Aktivost ili Vodeća snaga	Pritisak	Moguća promena u stanju ili uticaju
Ribogojilišta	Pecanje	Smanjena riblja fauna, naročito za migratorne i amfibijske ribe
	Stvaranje zaliha ribe	Genetska kontaminacija populacija divljeg sveta
Uvođenje stranih vrsta	Nadmetanje sa domaćim vrstama	Zamena populacija, destrukcija staništa, nadmetanje za hranu

Hidromorfološki pritisci. Hidromorfološki pritisci mogu imati direktni uticaj na površinske vode, kao dodatni uticaj na kvantitativni status. Primeri su sadržani u tabeli 11.

Tabela 11. Primer hidromorfoloških pritisaka i njihovih uticaja

Aktivnost ili Vodeća sila	Pritisak	Moguća promjena u stanju ili uticaju
Bagerisanje	Odlaganje sedimenta Uklanjanje supstrata Promjena nivoa vode	Zaglađivanje korita, izmena grupisanja beskičmenjaka Gubitak staništa Promena nivoa vode, gubitak močvara, gubitak područja za mrešćenje.
Fizičke barijere (brane, ustave, itd.)	Varijacije u karakteristikama protoka (npr. zapremina, brzina, dubina) uzvodno i nizvodno od barijere.	Izmenjen režim proticaja i stanište
Izmene kanala (npr. ispravljanje)	Varijacije u karakteristikama protoka (npr. zapremina, brzina, dubina)	

Za procenu značaja pritisaka u većini slučajeva se kao kriterijumi koriste prag vrednosti indikatora za organska zagađenja, nutrijente i opasne materije, koje predstavljaju stepen uticaja usled dejstva pritisaka za koje se smatra da mogu da dovedu u pitanje ispunjenje ekoloških ciljeva i koje su relevantne za analizu određenog vodnog tela.

Ukoliko su vodna tela pod značajnim pritiskom od strane gradskih, industrijskih i poljoprivrednih tačkastih izvora, smatra se da je vodno telo pod rizikom. Odabir kriterijuma za procenu značaja pritiska zasniva se na kvantitativnom i kvalitativnom sadržaju polutanata u otpadnim vodama, a na osnovu Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 1/2016*). Klasifikacija i monitoring hazardnih supstanci su, obzirom na njihovu toksičnost, perzistenciju i sposobnost bioakumulacije vrlo bitne komponente u proceni pritisaka na vodna tela i životnu sredinu uopšte. Glavni izvori hazardnih materija, kada su rečni slivovi u pitanju su: direktna ili indirektna ispuštanja industrijskih i gradskih otpadnih voda i atmosfarska depozicija. Poznato je da su izvori emisije hazardnih supstanci sve faze industrijske proizvodnje. Pod tim se podrazumeva korišćenje sirovina lošeg sastava, primena dotrajalih i zastarelih instalacija kao i neprikladno deponovanje otpada iz same proizvodnje. Najveći broj hazardnih supstanci se ispušta iz hemijske industrije, rafinerije, farmaceutske industrije, industrije boja i plastike, a značajan broj i iz metalne industrije i obrade otpada.

Pitanje kako da se odabere lista relevantnih zagađivača se odnosi na značajne pritiske ili uticaje. Međutim, imajući u vidu veliki broj zagađivača, postoji znatna praznina između informacija i podataka za mnoge zagađivače, naročito što u mnogim slučajevima i za veliki broj zagađivača, pritisci se ne mogu odnositi na status ili uticaj zbog nedostatka podataka, kao i to što se samo ograničen broj zagađivača kontinualno ili redovno prati.

Utvrđivanje značajnih pritisaka predstavlja osnovu za javnu raspravu o planu upravljanja rečnim slivom, naročito za početnu procenu rizika nepostizanja predviđenih ciljeva i za definisanje programa mera koje mogu biti potrebne.

Koristi primene DPSIR analitičkog okvira se ogledaju u njegovoj mogućnosti objašnjenja odnosa između uzroka i posledica. DPSIR okvir pruža mogućnost povezivanja naučnih zaključaka sa realnim pitanjima i može služiti kao sredstvo za povezivanje istraživanja i donošenja odluka (*Tscherning i dr., 2012*).

Vodeni ekosistemi, oko kojih je velika gustina naseljenosti stanovništva a s tim u vezi i povećani socio-ekonomski zahtevi, su izloženi antropogenim uticajima, što ima za posledicu degradaciju životne sredine i javlja se neophodna procena stanja vodnih tela (*Marques i dr., 2009; Pinto i dr., 2010*). Prilikom procene uticaja je veoma važna tačna karakterizacija glavnih pritisaka i uticaja od ljudskih aktivnosti, koji su potrebni za svaku ekonomsku analizu. Sa ekološke tačke gledišta, DPSIR okvir (*OECD, 1993*) se smatra pogodnim za integraciju kvantitativnih, kvalitativnih, kao i socio-ekonomskih interakcija ekosistema (*Elliott, 2002; Borja i dr., 2006; Marques i dr., 2009*). Stoga, ovaj pristup omogućava procenu povezanosti ekološke karakterizacije ekosistema i njihovog ekonomskog vrednovanja (koristi) (*Trombino i dr., 2007*).

2.5.3. Procena uticaja usled značajnih pritisaka na vodno telo

Uticaji ispuštanja otpadnih voda u površinske vode privlače sve veći interes. Ovi uticaji su često pogoršani sušnim uslovima, kada su protoci u vodotocima znatno manji i time je smanjena mogućnost razblaživanja koncentracije zagađenja u vodenom toku. U nekim slučajevima, tok iz nekog zagađivača može da bude značajan doprinos kvalitetu vodotoka, ukoliko je odgovarajućeg kvaliteta. Posledice ispuštanja otpadnih voda u rečne tokove povećavaju potrebu za detaljnom procenom uticaja zagađenja kako bi se donele odgovarajuće odluke.

Procena uticaja na životnu sredinu jeste preventivna mera zaštite životne sredine zasnovana na izradi studija i sprovođenju konsultacija uz učešće javnosti i analizi alternativnih mera, sa ciljem da se prikupe podaci i predvide štetni uticaji određenih projekata na život i zdravlje ljudi, floru i faunu, zemljište, vodu, vazduh, klimu i pejzaž, materijalna i kulturna dobra i uzajamno delovanje ovih činilaca, kao i da se utvrde i predlože mere kojima se štetni uticaji mogu sprečiti, smanjiti ili otkloniti imajući u vidu izvodljivost tih projekata (*Sl. glasnik RS, 135/2004 i 88/2010*).

Specifičan pritisak neće uvek uzrokovati tačno određeni uticaj, nego ga određuju vremenska i prostorna skala, kao i ostale karakteristike slivnog područja. Lakše je obezbediti smernice za identifikaciju svih pritisaka (potencijalnih pritisaka) nego za identifikaciju značajnih pritisaka (onih koji mogu uzrokovati uticaj koji može uzrokovati

neispunjavanje cilja). Ovi drugi će zahtevati procenu slučaj-po-slučaj koja razmatra karakteristike određenog vodnog tela i njegovog slivnog područja. Drugo, u situacijama gde varijabilnost u pritiscima i njihovim uticajima može rezultirati da različiti delovi vodnog tela imaju različit status, može biti prikladno da se redefinišu granice vodnih tela kako bi se razvio praktični program mera za svako od njih.

Procenjivanje uticaja na vodno telo zahteva i neke od kvantitativnih informacija kako bi se opisalo stanje vodnog tela i/ili pritiska koji na njega deluju. Vrsta primenjene analize pritiska i procene uticaja zavisi od podataka koji su dostupni. Bez obzira na određeni proces koji se treba usvojiti, procena uticaja zahteva konceptualno razumevanje šta uzrokuje uticaje. Za određivanje ekološkog kvaliteta voda koriste se biološki, hemijski, fizičko-hemijski i hidro-morfološki parametri. Mogući uticaji ili promene u stanju se mogu identifikovati iz monitoring podataka (hemijski i fizičko-hemijski elementi kvaliteta):

- providnost (koncentracija ukupnih suspendovanih materija, zamućenost),
- temperaturni uslovi,
- uslovi oksigenacije,
- provodljivost,
- salinitet,
- nutrijenti (N i P),
- status acidifikacije (pH, alkalitet),
- prioritetne supstance i ostali polutanti.

Procena se vrši na osnovu poređenja rezultata monitoringa stanja vodnog tela sa propisanim graničnim vrednostima parametara za dobar status voda, koji se u domaćoj praksi utvrđuje preko fizičko-hemijskih i hemijskih pokazatelja kvaliteta, dok su biološki elementi kvaliteta znatno manje zastupljeni. Kvalitet vode na svakoj mernoj stanici procenjuje se na osnovu najlošijih vrednosti pojedinih parametara. Odabir kriterijuma za procenu uticaja zasniva se na kvantitativnom i kvalitativnom sadržaju polutanata u vodama, a na osnovu:

- Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 50/2012*),
- Uredbe o graničnim vrednostima prioritetnih i prioritetnih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 24/2014*),
- Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (*Sl. glasnik RS, 74/2011*).

Sami monitoring podaci nisu dovoljni da se proceni mogući uticaj, tj. mora se konstruisati tačan indikator očekivanog uticaja i mora se imati na umu da većina pritiska ne stvara goli uticaj, već znatnije menja verovatnoću negativnih uslova. Procena uticaja zahteva ocenu koja promena u verovatnoći pojavljivanja pogodnih okolnosti predstavlja

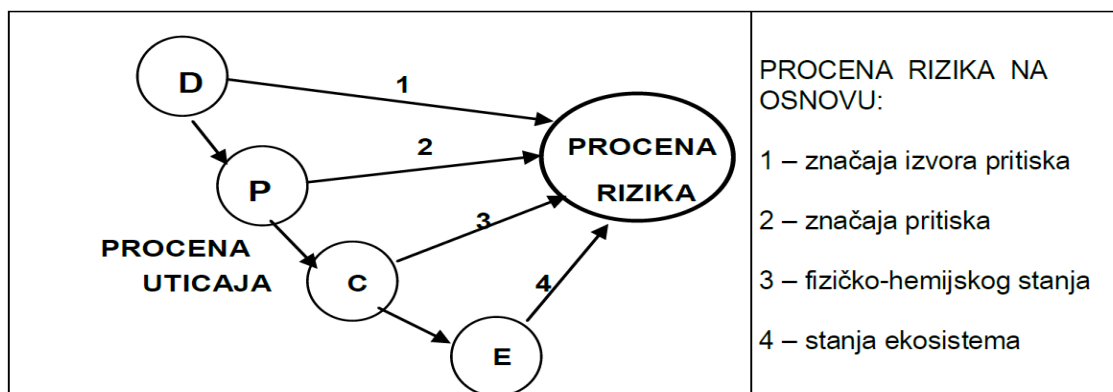
pretnju. Monitoring podaci mogu indicirati da nema trenutnih uticaja. Sama ova informacija otkriva da nijedan od pritisaka identifikovanih u inicijalnom procesu prospekcije nije značajan, ili da traženi vremenski period za pritisak da bi proizveo uticaj još uvek nije prošao. Kada posmatrani podaci za vodno telo ne indiciraju da pritisak uzrokuje uticaj, može postojati uzročni odnos sa uticajem na druga vodna tela unutar istog rečnog sliva. Na primer, samo ispunjavanje ciljeva životne sredine u uzvodnim područjima neće ostaviti prostora za usklađenost sa istim ciljevima u nizvodnim područjima. Ovo zahteva komunikaciju i saradnju između nekoliko delova oblasnog rečnog sliva.

Prilikom procene uticaja na vodno telo neophodno je oceniti osetljivost statusa površinskih vodnih tela na identifikovane značajne pritiske i izvršiti procenu verovatnoće da površinska vodna tela neće ispuniti ciljeve zaštite životne sredine korišćenjem svih prethodno sakupljenih informacija i drugih relevantnih podataka.

Za preliminarnu procenu uticaja važne su mogućnosti koje pružaju faze procena rizika na osnovu izvora pritiska i na osnovu značaja pritiska (faze 1 i 2 na slici 3), koje se mogu koristiti u sledećim slučajevima:

- ako su poznati podaci o izvoru pritisaka i njegovom položaju u odnosu na vodno telo, može se oceniti da vodno telo nije pod rizikom (ako nema prisutnih izvora zagađenja) ili da treba odrediti značaj pritiska (ako su prisutni značajni izvori zagađenja),
- ako su dostupni podaci o pritisku, procena njegovog značaja može se koristiti kao nagoveštaj da je vodno telo verovatno pod rizikom, odnosno da verovatno nije pod rizikom.

Preciznija procena rizika vrši se na osnovu kvantitativnih podataka o fizičko-hemijskom (faza 3) i/ili ekološkom statusu (faza 4) vodnog tela. Najpouzdanija procena dobija se na osnovu rezultata monitoringa (slika 39).



Slika 39. DPCE koncept za preliminarnu analizu pritiska i uticaja (Stojanović i dr., 2008)

Analiza uticaja zahteva primenu numeričkih modela koji omogućavaju predviđanje stanja parametara, koji u kombinaciji sa dostupnim monitoring podacima mogu pomoći u proceni verovatnoće rizika za neispunjavanje dobrog statusa. Kada nisu raspoloživi podaci iz monitoringa, a dostupni kvantitativni podaci o pritiscima i vodnim telima, vrši se proračun stanja, odnosno kvaliteta voda modelovanjem. U oba slučaja, procena stanja i uticaja vrši se na osnovu odabranih indikatora kvaliteta voda korišćenjem pragova vrednosti indikatora. Modeliranje vodnih ekosistema obuhvata hemijske, hidrodinamičke, biološke i druge procese (*Matthies i dr., 2006*).

Karakterizacija uticaja pritisaka na vodno telo zasniva se na poznavanju pritisaka u području sliva, zajedno sa konceptualnim razumevanjem relacija između protoka vode, prenosa mase hemijskih supstanci i biološkog funkcionisanja vodnih tela u okviru sliva. Metode koje se mogu primeniti su:

- korišćenje vrednosti parametara kvaliteta voda iz monitoringa da se proceni uticaj;
- kvantifikacija pritisaka korišćenjem simulacionih modela,
- jednostavne numeričke metode koje podrazumevaju korišćenje emisionih faktora, masenih bilansa i empirijskih uzročno-posledičnih veza.

2.5.4. Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda na površinske vodotokove

Agencija za zaštitu životne sredine (*Environmental Protection Agency, EPA*) je razvila smernice kako započeti procenu rizika za površinske vode (*EPA Victoria, 2004; 2009*). Svrha ovih smernica je da se obezbedi specifična pomoć pri započinjanju procene rizika ispuštanja otpadnih voda u površinske vode. Cilj ovih smernica je:

- Zaštita, poboljšavanje i povratak u prethodno stanje svih prirodnih vodnih tela sa ciljem da se postigne dobar ekološki status i dobar hemijski status za površinske vode.
- Zaštita i poboljšavanje svih veštačkih vodnih tela sa ciljem da se postigne dobar ekološki status i dobar hemijski status za veštačka vodna tela.
- Sprečavanje pogoršanja statusa svih površinskih vodnih tela i njihove degradacije iz više kategorije u nižu.
- Postizanje kompatibilnosti sa propisanim standardima za kvalitet površinskih voda.

Procena uticaja je proces razumevanja i ocene veličine i verovatnoće uticaja na vrednosti životne sredine. Upravljanje uticajima kombinuje ove karakterizacije uticaja sa pravnim, društvenim, ekonomskim, političkim i faktorima životne sredine u proceni opcija za upravljanje uticajima (*USEPA, 2001*). U tabeli 12 prikazan je način za odlučivanje o

potrebi procene uticaja ispuštanja otpadnih voda na površinske vode, kao i načini na koje se treba vršiti procena uticaja.

Tabela 12. Vodič za odlučivanje o potrebi za procenom uticaja ispuštanja otpadnih voda na površinske vode

Osetljivost vodnih tela na zagađivače	Potencijalni uticaji na vodna tela iz ispuštanja	Poznavanje i razumevanje vrednosti za vodna tela i rizika	Da li je potrebno vršiti procenu uticaja?	Koji nivo procene uticaja treba sprovesti?
Visoka	Umereni do visoki	Značajno	Ukoliko su vrednosti i rizici dobro poznati, procena uticaja u početku nije potrebna. Umesto toga uticajima se može direktno upravljati koristeći dostupne informacije. Treba sprovesti Monitoring.	Ukoliko monitoring pokaže da akcije upravljanja rizikom nisu efikasne ili prethodne pretpostavke o riziku nisu dobre, onda treba sprovesti kvantitativnu procenu uticaja.
Visoka	Umereni do visoki	Minimalno	Treba sprovesti procenu uticaja.	Sproviđi se polu-kvantitativna ili kvantitativna procena uticaja
Visoka	Manji	Značajno	Ukoliko su vrednosti i rizici dobro poznati, procena uticaja u početku nije potrebna. Treba sprovesti Monitoring.	Ukoliko monitoring pokaže da akcije upravljanja rizikom nisu efikasne ili prethodne pretpostavke o riziku nisu dobre, onda treba sprovesti kvantitativnu procenu uticaja.
Visoka	Manji	Minimalno	Treba sprovesti procenu uticaja.	U početku treba sprovesti kvantitativnu procenu uticaja. Ukoliko ova procena uticaja pokaže da su prethodne pretpostavke o minimalnim uticajima tačne, treba sprovesti monitoring kako bi se procenilo da li će uticaj na vrednosti ostati minimalan. Ukoliko monitoring pokaže da uticaj na vrednosti neće ostati minimalan, sprovesti dalju kvantitativnu procenu uticaja.
Niska	Umereni do visoki	Značajno	Ukoliko su vrednosti i rizici dobro poznati, procena uticaja u početku nije potrebna. Umesto	Ukoliko monitoring pokaže da akcije upravljanja rizikom nisu efikasne ili prethodne pretpostavke o riziku nisu dobre, onda treba sprovesti

Osetljivost vodnih tela na zagađivače	Potencijalni uticaji na vodna tela iz ispuštanja	Poznavanje i razumevanje vrednosti za vodna tela i rizika	Da li je potrebno vršiti procenu uticaja?	Koji nivo procene uticaja treba sprovesti?
			toga uticajima se može direktno upravljati koristeći dostupne informacije. Treba sprovesti Monitoring.	kvalitativnu procenu uticaja. Ukoliko ovaj nivo procene nije dovoljan da bi se u potpunosti razumelo upravljanje rizikom, treba sprovesti dalju polu-kvalitativnu ili kvantitativnu procenu uticaja.
Niska	Umereni do visoki	Minimalno	Treba sprovesti procenu uticaja.	U početku treba sprovesti kvalitativnu procenu uticaja. Ukoliko ovaj nivo procene nije dovoljan da bi se u potpunosti razumelo upravljanje rizikom, treba sprovesti dalju polu-kvalitativnu ili kvalitativnu procenu uticaja.
Niska	Manji	Značajno	Ukoliko su vrednosti i rizici dobro poznati, procena uticaja u početku nije potrebna. Treba sprovesti monitoring kako bi se procenilo da li će uticaj na vrednosti ostati minimalan.	Ukoliko monitoring pokaže da prvobitne pretpostavke o niskim vrednostima nisu tačne, treba sprovesti kvalitativnu procenu uticaja. Ukoliko ovaj nivo procene nije dovoljan da bi se u potpunosti razumelo upravljanje rizikom, treba sprovesti dalju polu-kvalitativnu ili kvalitativnu procenu uticaja
Niska	Manji	Minimalno	Preliminarna „stona“ procena uticaja treba da bude sprovedena kako bi se bolje razumeli potencijalni rizici.	Ukoliko „stona“ procena uticaja ukaže na potencijalne umerene do visoke uticaje ispuštanja na vrednosti onda treba sprovesti dalju, detaljniju kvalitativnu procenu uticaja

2.6. Procena rizika

Procena rizika predstavlja okvir za uspostavljenje regulatornih prioriteta i za donošenje odluka koje obuhvataju različite oblasti životne sredine. Procena rizika po životnu sredinu i zdravlje ljudi se prema široj definiciji (USEPA, 1987) može definisati kao naučna inicijativa u kojoj se činjenice i pretpostavke koriste u određivanju potencijala negativnih efekata na zdravlje ljudi i životnu sredinu kao rezultat izloženosti specifičnim polutantima i ostalim toksičnim agensima. Procena rizika se takođe može definisati kao

karakterizacija potencijalnih negativnih efekata na ljude ili ekosistem kao posledica izloženosti hazardu u životnoj sredini.

O proceni rizika na životnu sredinu u najopštijem smislu govori se kao o instrumentu preventivnog upravljanja zaštitom životne sredine. To je postupak u kome se obezbeđuje odgovarajuća informaciona osnova za donošenje odluka o aktivnostima koje utiču na životnu sredinu. Svi značajni uticaji određenih aktivnosti na životnu sredinu treba da budu identifikovani, analizirani i procenjeni pre nego što se da dozvola za realizaciju projekta.

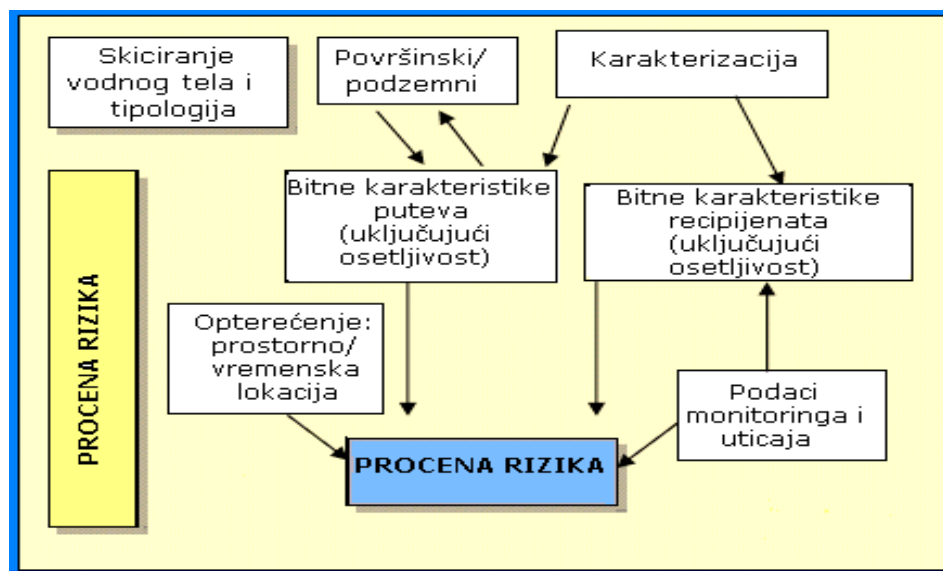
Procena rizika je preventivna mera zaštite životne sredine zasnovana na izradi studije o proceni uticaja na životnu sredinu uz konsultovanju svih zainteresovanih lica, uz široko učešće javnosti. Pored toga, potrebno je izvršiti i analizu alternativnih rešenja sa ciljem da se prikupe podaci i predvide štetni uticaji određenog projekta na životnu sredinu i zdravlje ljudi, kao i utvrđivanje i predlaganje mera kojima se štetni uticaji mogu sprečiti, smanjiti ili otkloniti. Procena rizika u Evropskoj Uniji je proizišla iz politike zaštite životne sredine zasnovane na sledećim principima zaštite, definisanim u akcionim programima o životnoj sredini:

- preventivna akcija je bolja od remedijacionih mera,
- šteta po životnu sredinu treba da bude zadržana na izvoru (zagađenja),
- zagađivač treba da plati troškove mera koje se preduzimaju za zaštitu životne sredine,
- Politika zaštite životne sredine treba da čini deo drugih (sektorskih) politika.

Glavni cilj analize pritisaka i procene uticaja je da se utvrdi da li su vodna tela u riziku da ne ispune ekološke ciljeve. Rizik zavisi od tri elementa koncepta procene rizika na recipijente: izvori (pritisici), putanja kojom pritisici dospevaju do recipijenata i sami recipijenti (vodna tela). Ako nema pritisaka, ne postoji opasnost za recipijente, čak i kad su oni "osetljivi". S druge strane, ako recipijent nije osetljiv, onda je rizik smanjen (Anon., 2003c).

Rizik može biti definisan kao proizvod verovatnoće da se događaj odigra, kao i da se procene posledice tog događaja. Podela puteva koji su podložni mobilnosti zagađivača i osetljivost recipijenta na uticaj predstavlja važnu procenu rizika u slučaju da vodno telo ne može da ispuni postavljene standarde (Irvine i dr., 2005) (slika 40).

Za uspešnu procenu rizika potrebno je analizirati interakcije između pritisaka i vodnog tela da bi se utvrdilo na koji način te interakcije mogu uticati na ekološke uslove koji su potrebni da se dostignu ekološki ciljevi, uzimajući u obzir: veličinu i kumulativne efekte pritisaka, kao i osetljivost vodnih tela na pritiske (www.wfduk.org/whats_new/TAG_Guidance/view).



Slika 40. Šematski prikaz relacija između karakterizacije vodnog tela i procene rizika

Imajući u vidu ograničenu raspoloživost podataka o pritiscima i stanju vodnih tela u Srbiji, za procenu rizika se može primeniti metodologija, koja predstavlja iterativni postupak čiji su koraci povezani sa vrstom i detaljnošću dostupnih podataka o izvorima pritiska, transportu zagađenja i stanju recipijenta (Stojanović i dr., 2010). U tom kontekstu postoji pet mogućnosti za procenu rizika:

- na osnovu evidencije da nema izvora pritiska,
- kada nema podataka o izvorima pritiska,
- kada postoje pritisci, ali nisu definisani,
- na osnovu značaja pritiska i
- na osnovu podataka iz monitoringa.

Procena rizika na osnovu značaja pritiska zasniva na karakteristikama izvora zagađenja, odnosno pritiska za koje postoje ili se mogu izračunati podaci o emisijama polutanata, kao i njihov prostorni raspored po vodnim telima. Takvi podaci omogućuju da se može odrediti značaj pritiska i njihov uticaj upoređujući vrednosti parametara sa kriterijumima značaja pritiska, uzimajući u obzir osetljivost recipijenta.

Procena rizika na osnovu podataka o stanju kvaliteta površinskih voda u domaćoj praksi se prvenstveno zasniva na fizičko–hemijskim indikatorima kvaliteta, dok su biološki elementi kvaliteta znatno manje predstavljeni. Rezultati dobijeni iz monitoringa se upoređuju sa kriterijumima za dobar status voda i ukoliko su prekoračene prag vrednosti ocenjuje se da je vodno telo pod rizikom.

Početna procena rizika da vodno telo ne ispunjava ekološke ciljeve vrši se u sledećim kategorijama: (1) pod rizikom, (2) verovatno pod rizikom, (3) verovatno nije pod rizikom i (4) nije pod rizikom, prema procenama na osnovu značaja pritisaka i na osnovu podataka iz monitoringa (Stojanović i dr., 2010).

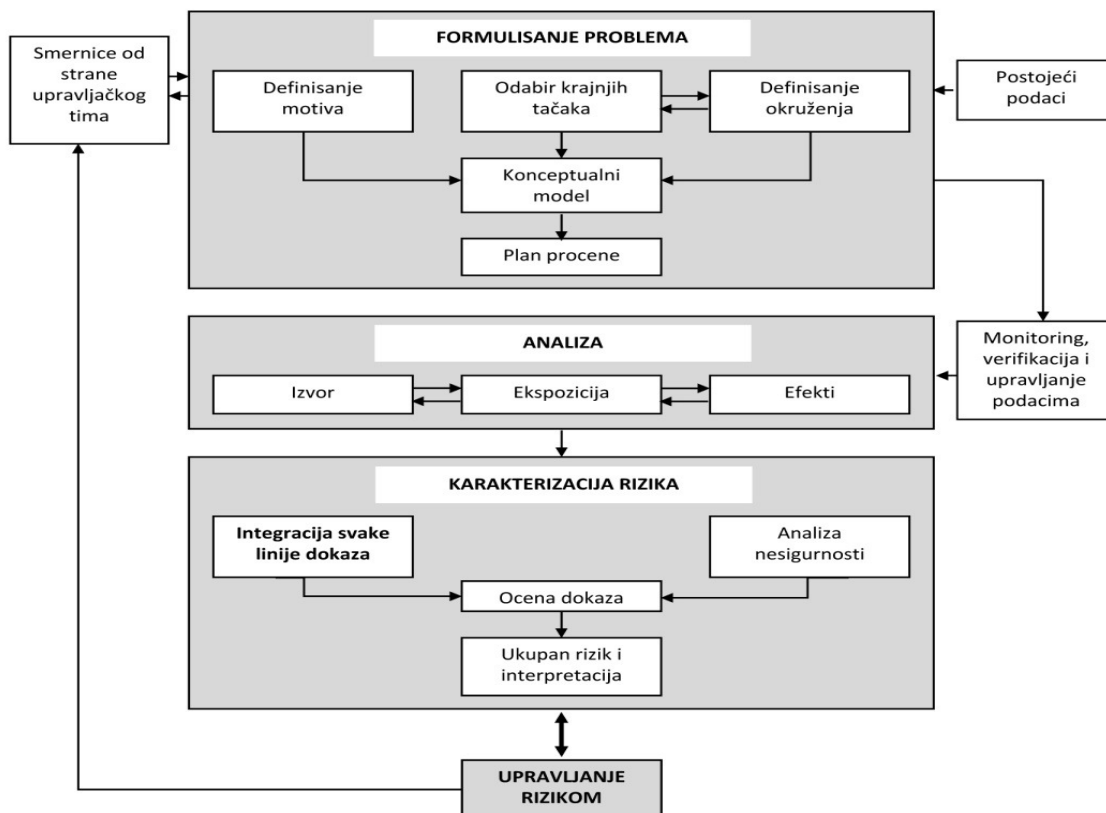
Pri proceni treba biti predostrožan, kada se vodna tela klasifikuju da nisu pod rizikom i da će njihov status zadovoljiti ekološke ciljeve, budući da ne znači da takva vodna tela nisu izložena izvesnom pritisku koji se ne smatra značajnim, odnosno da je njihov rizik jednak nuli.

Sprovođenje procene uticaja se vrši uz pomoć DPSIR modela koji opisuje interakcije između čoveka i životne sredine i bazira se na prikupljanju informacija i podataka o različitim uticajima na životnu sredinu. Nakon toga vrši se povezivanje između ovih uticaja i formuliše se teorija. Upotrebom ovog modela moguće je predvideti efikasnost odgovora na mere koje se sprovode u cilju sprečavanja zagađenja. Analiza pritisaka i uticaja će proceniti uticaje kada su dostupna direktna merenja uticaja iz postojećeg monitoringa okoline i kada postoje predviđanja uticaja zasnovana na proceni efekata koji bi se mogli ispoljiti pri poznatim pritiscima na vodu.

Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda je formalan proces koji pomaže da se razume i oceni veličina rizika kao i verovatnoća da dođe do rizika, ali se može sprovoditi i da bi se procenila verovatnoća budućih štetnih uticaja ili da se oceni verovatnoća da je zagađenje prouzrokovano sadašnjim ili prošlim aktivnostima. Tamo gde vodna tela imaju istoriju prethodnih uticaja i potencijal za buduće uticaje, iz više hemijskih, bioloških ili fizičkih izvora postoji potreba da se procene kako budući, tako i prošli rizici. Postoje tri glavne faze u proceni uticaja/rizika (USEPA, 1998):

1. formulacija problema,
2. analiza rizika,
3. karakterizacija rizika (slika 41).

Pošto se često dešava da problem na lokaciji nije povezan samo sa jednim rizikom, a u mnogim slučajevima rizici nisu nezavisni jedni od drugih, najbolje je koristiti integrisani pristup procene uticaja. Ovakav pristup podrazumeva da se uzmu u obzir svi aspekti ispuštanja koji mogu da utiču na propisani kvalitet vode.



Slika 41. Dijagram retrospektivne procene ekološkog rizika (USEPA, 1998)

2.6.1. Formulacija problema

U ovoj fazi određuje se fokus i razmera procene uticaja kao i potreban tip upravljanja informacijama. Saradnjom lica koja vrše procenu rizika sa osobama koje upravljaju rizikom, tehničkim i naučnim ekspertima, kao i osobama koje upravljaju resursima, obezbeđuje se da su svi potencijalni rizici od ispuštanja identifikovani i jasno definisani. Formulacija problema podrazumeva (Callow, 1998):

- jasno definisanje ciljeva upravljanja,
- integraciju dostupnih informacija i podataka,
- definisanje potencijalnih rizika (definisanje vrednosti za dobar kvalitet vode, vremensku i prostornu skalu procene uticaja),
- razvoj modela koji vizuelno opisuju odnos između propisanih vrednosti, rizika i faktora koji utiču na to da li će doći do rizika kao i veličine uticaja na propisane vrednosti,
- indentifikaciju krajnjih tačaka,

- plan procene uticaja.

Za uspešnu procenu rizika potrebno je da se sakupe i integrišu svi dostupni podaci i informacije o vrednostima za dobar kvalitet vodnog tela kao i o potencijalnim uticajima na te vrednosti od ispuštanja. Ovo može da podrazumeva podatke od monitoringa, podatke i informacije od modeliranja, prethodnih istraživanja, podatke iz literature kao i lokalne planove i strategije. Ove informacije će da obezbede dobru osnovu za identifikaciju i određivanje potencijalnih rizika. Potencijalni rizici se definišu kao svaka fizička, hemijska ili biološka supstanca koja može dovesti do izmene dobrog kvaliteta vode. To konkretno znači da je potrebno utvrditi da li postoje identifikovani zagađivači koji svoje otpadne vode ispuštaju u dato vodno telo. Pri tome je poželjna saradnja eksperata kao i prikupljanje dokaza kao i znanja o biološkim, hemijskim i fizičkim procesima i mehanizmima koji su relevantni za akvatični sistem pod istragom. Takođe je bitno razmatrati povezanost između više potencijalnih rizika.

2.6.2. Analiza rizika

Analiza rizika predstavlja određivanje verovatnoće i veličine dešavanja negativnih efekata sa specifičnim posledicama u vodama u određenom vremenskom periodu. Analiza rizika koristi prethodno razvijene modele i plan analize kako bi se odredio rizik. Kvalitativna analiza rizika se zasniva na individualnoj proceni, gde lično i profesionalno iskustvo i vrednosti utiču na percepciju rizika i konačno na samu analizu. Ove procene predstavljaju mišljenja i stavove za koje postoji mnoštvo alternativa. Kvantitativna analiza rizika obezbeđuje strože procene i detaljnije informacije za upravljanje rizikom i obezbeđuje bolju procenu nesigurnosti i pretpostavki u analizi.

Analiza efekata ima za cilj uspostavljanje odnosa između stepena ekspozicije i prirode, ozbiljnosti i trajanja efekta. Za procenu efekta određenih hemijskih supstanci važno je definisati predviđene koncentracije bez efekata (*predicted no effect concentration, PNEC*), kao jednog od osnovnih kriterijuma za kvantifikaciju i prioritizaciju rizika. U proceni rizika primarna svrha analize ekspozicije je da se predvidi koncentracija zagađujuće materije u životnoj sredini (*predicted environmental concentration, PEC*), koju u određenom trenutku usvajaju organizmi (Anon., 2007). Jedan od najčešćih načina procene ekspozicije je na osnovu hemijske analize kojom se određuje koncentracija hemijske supstance u nekom medijumu, a zatim se kvalitet tog medijuma procenjuje poređenjem koncentracija zagađujuće materije sa maksimalno dozvoljenom vrednošću za njen kvalitet. Na osnovu ovog poređenja, može se proceniti potencijalni rizik ili opasnost od zagađujućih materija prisutnih u sedimentu (Alvarez-Guerra i dr., 2007; Prica i dr., 2008; Krčmar, 2010; Dalmacija, 2010; Krčmar i dr., 2013; Pešić, 2014; Pešić i dr., 2015).

Faze analize efekata i analize ekspozicije se međusobno preklapaju i neophodno je povezivanje podataka dobijenih hemijskim, biološkim i toksikološkim ispitivanjima. Bitno je dobiti odgovore na pitanja: da li je kontaminant prisutan u ekosistemu i u kojoj meri? da li je kontaminant biodostupan? i da li prouzrokuje negativne biološke efekte? (Casado-Martínez i dr., 2005; Manz i dr., 2007). Bez obzira da li se zasniva na sprovedenim merenjima ili modelovanju, procena ekspozicije mora imati tri dimenzije: intenzitet, vremenski i prostorni okvir (Hoffman i dr., 2003).

Interakcije unutar vodnih tela, naročito ekosistemske interakcije nisu uvek u potpunosti razumljive. Postoji prirodna varijabilnost u svim akvatičnim sistemskim procesima i ograničenja u pogledu tipa i količine podataka koji su dostupni ili mogu biti prikupljeni kao i u pogledu nesigurnosti vezanih za tačnost i/ili kvalitet podataka. Takođe, postoje nesigurnosti i ograničenja vezane za metode koje su korišćene za analizu podataka i informacija. Zbog ovih razloga, nesigurnosti u podacima i informacijama dobijenim tokom formulacije problema treba da budu identifikovane, procenjene ili opisane. Ovo obezbeđuje transparentnost i kredibilitet proceni i poverenje da se mogu doneti bolje odluke vezane za upravljanje.

2.6.3. Karakterizacija rizika

Karakterizacija rizika finalna je faza procene rizika i podrazumeva objedinjavanje dostupnih podataka o ekspoziciji, efektima i izvorima, kao i analizu nesigurnosti (faktora koji su mogli doprineti nesigurnosti pri proceni rizika), ocenu prikupljenih dokaza i prezentovanje izvedenih zaključaka u odgovarajućem obliku za one koji upravljaju rizikom.

2.6.3.1. Karakterizacija rizika za površinske vode

Za svrhe procene uticaja na površinske vode, uspostavljene su stanice za uzorkovanje uz i niz tok površinske vode koja je pod uticajem zagađivača. Kao kriterijumi se uzimaju standardi za dobar kvalitet vode, odnosno koncentracije polutanata koje su određene na tačkama uzorkovanja se upoređuju sa bitnim standardima kvaliteta i nakon toga dolazi do formiranja indeksa rizika od zagađenja površinske vode za svaku tačku na kojoj je vršeno uzorkovanje (Wcislo i Krzyzak, 2011).

Karakterizacija rizika se sastoji od sledećih koraka:

- Identifikacija i odabir polutanata koji imaju potencijal da doprinesu hemijskom statusu odabranog vodenog tela površinske vode (zasnovano na podacima koji se dobijaju iz monitoringa i tipu prošle i trenutne industrijske aktivnosti na mestu procene).

- Uspostavljanje tačaka za uzorkovanje uzvodno i nizvodno od mesta ispuštanja polutanata, i na taj način se uzimaju u obzir različiti potencijalni izvori zagađenja površinske vode.
- Procena prosečne ili maksimalne koncentracije zagađivača koja može biti ispuštena na svakoj tački uzorkovanja.
- Upoređivanje prosečne ili maksimalne koncentracije detektovane na svakoj tački uzorkovanja sa bitnim standardima kvaliteta – na ovaj način se vrši izračunavanje specifičnog količnika rizika za površinske vode (SKR):

$$SKR = \frac{C}{SKV}$$

gde su: SKR – Specifični količnik rizika za površinske vode

C – Prosečna ili maksimalna koncentracija polutanta u površinskoj vodi na mestu uzorkovanja

SKV – Standardi kvaliteta životne sredine za polutante, uspostavljeni kako bi se procenio dobar hemijski status površinske vode.

Izračunavanje integrisanog indeksa rizika (IR) za svaku lokaciju na kojoj se vrši uzorkovanje sumiranjem polutant specifičnih SKR vrednosti:

$$IR = \sum_{i=1}^n SKR$$

gde su: IR – Integrisani indeks rizika površinske vode za lokaciju uzorkovanja

SKR – Specifični količnik rizika za površinske vode

n – broj polutanata

Rangiranjem izračunatih IR vrednosti se vrši određivanje delova vodnog tela sa najgorim kvalitetom. Na svakoj lokaciji uzorkovanja je moguće izračunavanje doprinosa svakog polutanta zasebno ukupnoj IR vrednosti i može se izvršiti prioritizacija polutanata na svakoj lokaciji uzorkovanja:

Polutanti niskog prioriteta	SKR ≤ 1 na svim lokacijama uzorkovanja
Polutanti srednjeg prioriteta	1 < SKR < 10 na najmanje jednoj lokaciji uzorkovanja
Polutanti visokog prioriteta	SKR > 10

Upotreba količnika rizika se koristi za početnu procenu rizika u raznim vodnim telima (Vryzas i dr., 2009; Thomatou i dr., 2013; Palma i dr., 2014b).

2.6.3.2. Karakterizacija rizika za sediment

Najjednostavnija i najzastupljenija metoda procene ekološkog rizika za sediment je metoda njegove kvantitacije na bazi jedne tačke: jedna vrednost za stepen ekspozicije i jedna vrednost za procenjeni efekat. Na primer, kao PNEC vrednost se uzima koncentracija pri kojoj ne dolazi do ispoljavanja neželjenih efekata odnosno, pri kojoj je zaštićeno 95% vrsta, a kao PEC vrednost najgori, realno mogući, slučaj ekspozicione koncentracije/doze u životnoj sredini i kojoj je izloženo npr. 90% vrsta na ispitivanom lokalitetu. Pristup dalje podrazumeva određivanje količnika PEC i PNEC vrednosti (Landis i Yu, 2004; Anon., 2007):

$$\text{Količnik rizika} = \frac{PEC_{\text{sediment}}}{PNEC_{\text{sediment}}}$$

Shodno dobijenoj vrednosti procenjuje se rizik prema sledećim kriterijumima:

Količnik rizika	Rizik
>1	Potencijalan ili visok rizik
≈1	Potencijalan rizik
<1	Nizak rizik
<<1	Nema rizika

Ukoliko je količnik rizika manji od jedan, rizik je nizak i za dati sediment nisu potrebne dalje mere u cilju sanacije. Međutim, ukoliko je vrednost dobijena za količnik rizika veća od jedan, zagađujuće materije (npr. metali) su prisutne u sedimentu u koncentraciji koja može predstavljati rizik za ekološke receptore. Dalja analiza izloženosti (na osnovu dodatnih rezultata monitoringa, primene za dati lokalitet specifičnih informacija umesto podrazumevanih) ili proveru/reviziju izvedene PNEC vrednosti (npr. ako je PNEC vrednost blizu ili čak ispod nivoa prirodnog fona za dati lokalitet), može da ukloni zabrinutost. U slučaju kada nema dalje dopune i preciznijeg određivanja PEC i PNEC vrednosti (uzimajući u obzir, ukoliko je izvodljivo, i biodostupnost zagađujućih materija), pristupa se razmatranju mera za smanjenje rizika od kontaminiranog sedimenta (Calow, 1998; Anon., 2007).

2.6.4. Donošenje odluka i upravljanje rizikom

Informacije koje se dobijaju tokom procene uticaja su naročito korisne donosiocima odluka i osobama koje upravljaju rizikom, jer oni moraju da ocene dobrobiti, pregledaju alternativna rešenja, uporede ili prioritizuju rizike, ocene najisplativije metode za postizanje maksimalne dobiti po okolinu ili da odrede do koje mere se uticaji po okolinu

moraju smanjiti da bi se postigao željeni cilj. Ukoliko ne posedujemo dovoljno podataka o vrsti ispuštanja u vodenu sredinu, da bi se sproveda detaljna procena uticaja, vršimo preliminarnu procenu uticaja za ova ispuštanja koristeći podatke o kvalitetu vode efluenta i podatke o protoku prihvatnih voda. Kapacitet dnevnog ispuštanja i kapacitet toka koristimo da bi se izračunao minimum razblaživanja za prihvatne vode u određenom vremenskom periodu. Ovi podaci se koriste zajedno sa podacima o kvalitetu efluenta kako bi se procenio potencijal koncentracije supstanci iz ispusnog toka koje utiču na kvalitet prihvatnih voda. Ove procene se dalje iskoriste kako bi se sproveda preliminarna procena uticaja koristeći matricu datu u tabeli 13.

Tabela 13. Matrica rizika po životnu sredinu

				Posledice (sa kriterijumima)				
				1	2	3	4	5
				Male	Minimalne	Umerene	Visoke	Katastrofalne
				Minimalan uticaj na licu mesta	Umeren uticaj na licu mesta	Visok uticaj na licu mesta	Katastrofalan nekontrolisan kratkotrajan uticaj	Katastrofalan uticaj sa nepovratnim posledicama
				Nema lokalnog uticaja	Minimalan lokalni uticaj	Umeren lokalni uticaj	Visok lokalni uticaj	Katastrofalan lokalni uticaj
				Nema uticaja na širu okolinu	Nema eksternog uticaja	Minimalan uticaj na okolinu van lokacije ispuštanja	Umeren uticaj na širu okolinu	Visok uticaj na širu okolinu
				Bez dugotrajnih kumulativnih efekata	Bez dugotrajnih kumulativnih efekata	Bez dugotrajnih kumulativnih efekata	Može prouzrokovati dugotrajne kumulativne efekte	Poznato je da prouzrokuje dugotrajne kumulativne efekte.
Verovatnoća neželjenog efekta	5	Sigurna	Nedeljno-Mesečno	Visoke	Izuzetno visoke	Ekstremne	Ekstremne	Ekstremne
	4	Verovatna	Mesečno-Godišnje	Srednje	Visoke	Izuzetno visoke	Ekstremne	Ekstremne
	3	Moguća	Godišnje-10 godina	Niske	Srednje	Visoke	Izuzetno visoke	Ekstremne
	2	Nije verovatna	10 god.-100 god.	Zanemarljive	Niske	Srednje	Visoke	Ekstremne
	1	Retka	100 + god.	Zanemarljive	Zanemarljive	niske	Srednje	Ekstremne

Upravljanje rizikom kombinuje informacije i posledice procene uticaja sa socijalnim, pravnim, ekonomskim, političkim ili faktorima okoline u proceni opcija za upravljanje rizikom. Veoma je bitno da se vrši monitoring efikasnosti akcija koje pomažu da se dostignu ciljevi. U tabeli 14 su prikazani neki od načina na koji je potrebno reagovati kada se rizik desi. Takođe je bitno da monitoring program bude razvijen zajedno sa odgovarajućim indikatorima za ocenjivanje upravljačkih akcija. Ovo često uključuje i

krajnje tačke koje su odabrane tokom procesa procene rizika. Gde je to pogodno, može doći do dopune procesa procene uticaja sa novim podacima koji su dobijeni monitoringom i na taj način se povećava tačnost procesa procene uticaja.

Tabela 14. Reakcije osoba zaduženih za upravljanje rizikom na nivoe rizika

Nivo rizika	Reakcija
Ekstreman rizik	Potrebno preduzeti hitne akcije
Visok rizik	Potrebna reakcija starijeg menadžmenta
Umeren rizik	Istražiti uzrok rizika
Nizak rizik	Monitoring i izveštavanje
Zanemarljiv rizik	Kratkotrajan monitoring

2.7. Prečišćavanje otpadnih voda

U našoj zemlji se kontrola zagađenja voda ranije zasnivala na imisionim standardima. Na osnovu novih zakonskih propisa kontrola zagađenja se sprovodi na osnovu emisionih standarda (granične vrednosti emisije). Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 1/2016*) propisuje granične vrednosti emisije za 49 sektora, koje su zasnovane na primeni najboljih dostupnih tehnika. Rok za dostizanje GVE je 31. decembar 2030. godine, dok nova postrojenja moraju odmah zadovoljiti GVE. Neophodno je da svi obveznici uredbe u svoje akcione planove uvrste rokove za postepeno dostizanje GVE, a inspekcija će svake treće godine kontrolisati ispunjenost ciljeva.

Primenom imisionih i emisionih standarda kvaliteta voda postiže se efikasno upravljanje kvalitetom voda, a time i postizanje odgovarajuće efikasnosti u kontroli emitovanog zagađenja.

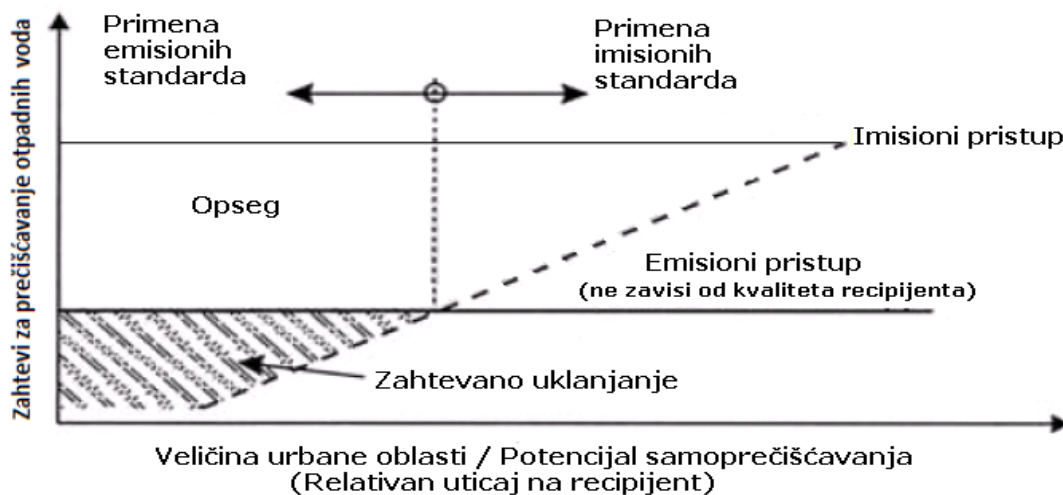
Tretman otpadnih voda mora da bude u skladu sa zahtevima vodoprijemnika. Vodoprijemnici mogu biti različiti: potoci, reke i jezera koji imaju ulogu prijemnika otpadnih voda naselja i industrije. Uticaj otpadnih voda na vodoprijemnik je veoma različit. Ako npr. recipijent sa malim protokom služi za prijem izuzetno velike količine neprečišćenih voda tada on postaje kanal otpadnih voda. Suprotno, ako se otpadna voda u vodoprijemniku zadovoljavajuće razblaži, tada se uticaj otpadnih voda već nakon određenog mesta u vodoprijemniku ne primećuje, što često stvara privid da nema uticaja otpadnih voda na recipijent. Između ova dva granična slučaja moguća je bilo koja kombinacija količine i sastava otpadnih voda i vode vodoprijemnika.

Zadatak prečišćavanja otpadnih voda je da ukloni zagađenje otpadne vode do te mere da obrađena otpadna voda može da se ispušta u recipijent (prijemnik) bez štetnih posledica ili da se može ponovo upotrebiti. Prečišćavanje otpadne vode se obično deli na: prethodnu obradu; primarno; sekundarno; tercijalno prečišćavanje; i obradu i odlaganje

muljeva koji nastaju tokom prečišćavanja otpadnih voda (Degremont, 2007; Dalmacija i dr., 2014).

Kapacitet tretmana obično zavisi od nivoa prihoda u zemlji, gde je kapacitet tretmana 70% od proizvedenih otpadnih voda u visoko razvijenim zemljama, u poređenju sa samo 8% u zemljama sa niskim dohotkom (Sato i dr., 2013). Promena paradigme je sada neophodna u politici vode širom sveta, ne samo da spreči dalju štetu osetljivih ekosistema i vodenih sredina, već i da naglasi da je otpadna voda resurs (u smislu vode, kao i hrana za poljoprivredu) čije je efikasno upravljanje neophodano za buduću sigurnost vode (Corcoran i dr., 2010).

Definisanje zahteva za prečišćavanje otpadnih voda zavisice od relativnog uticaja zagađenja na recipijent, koje predstavlja odnos veličine urbane površine i potencijala samoprečišćavanja recipijenta. Kod emisionog pristupa se ne uzima u obzir potencijal samoprečišćavanja recipijenta, dok imisioni pristup uzima u obzir veličinu recipijenta kao i potencijal samoprečišćavanja. Stoga se zahtevi za prečišćavanje otpadnih voda povećavaju sa smanjenjem samoprečišćavajućeg potencijala recipijenta (Achleitner i dr., 2005). Na slici 42 je prikazano definisanje zahteva za prečišćavanje otpadnih voda u zavisnosti od relativnog uticaja zagađenja na recipijent.



Slika 42. Zahtevi za prečišćavanje otpadnih voda u zavisnosti od relativnog uticaja zagađenja na recipijent (Achleitner i dr., 2005)

Postavljanje ograničenja na izvoru zagađenja kod "kombinovanog pristupa" se postiže proglašenjem graničnih vrednosti emisije i uspostavljanjem standarda kvaliteta životne sredine. Većina zemalja u razvoju u kontroli zagađenja primenjuje standarde za efluent i oni su uglavnom preuzeti od razvijenih zemalja. Međutim, imajući u vidu nepovoljne ekonomske uslove zemalja u razvoju, troškovi primene tako strogih standarda

za efluent često prevazilaze njihove mogućnosti. U drugim slučajevima, standardi se postavljaju suviše „labavo“ što ne garantuje zadovoljavajući kvalitet vodotoka. Takođe, institucionalni kapaciteti za implementaciju i kontrolu efluenta su često neadekvatni, što rezultuje standardima za efluent koji su neprimenljivi.

Sa ekološke tačke gledišta poželjnije da se u kontroli zagađenja koristi kombinovani pristup koji obezbeđuje realizaciju standarda kvaliteta okoline, ali tehnički i institucionalni zahtevi ovog pristupa mogu biti suviše veliki za zemlje u razvoju. Kombinovan pristup za zemlje u razvoju nije neophodan da bude identičan pristupu koji je prihvaćen u većini razvijenih zemalja. Sistem može biti neizvodljiv za zagađivače da zadovolje stroge GVE bazirane na BAT. Stoga je preporučljivo da se u ovakvim situacijama ublaže stroge GVE, na primer, na osnovu primene najbolje dostupnih tehnologija koje ne zahtevaju velike troškove tzv. BATNEEC (*Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs*).

Ragas i dr. su još 1997. godine napravili pregled mogućnosti i ograničenja oba pristupa, koristeći sledeće kriterijume: zaštita životne sredine, tehnička izvodljivost, ekonomska opravdanost i zahtevi institucionalnih kapaciteta. Kod pristupa baziranog na tehnologiji kao glavne prednosti se izdvajaju niži zahtevi u pogledu tehničkih i institucionalnih kapaciteta, što bi moglo da čini sistem manje komplikovanim za implementaciju i rad, a samim tim i jeftinije sa institucionalnog stanovišta. Glavna mana ovog pristupa je da ne garantuje da će specifični ciljevi okoline biti ispunjeni. U drugim slučajevima potreban nivo za kontrolu zagađenja može biti visok, što može da dovede do visokih troškova za zagađivače i niske pristupačnosti između ispuštanja. Glavne prednosti pristupa baziranog na standardima kvaliteta su što je direktno povezan sa zahtevima životne sredine i osetljivosti i što mere za kontrolu zagađenja neće biti strožije nego što je potrebno. Pored toga, finansijsko opterećenje mera može biti manje dok je u isto vreme prisutna fleksibilnost kod mogućnosti za plaćanje.

Integrirano sprečavanje i kontrola zagađivanja životne sredine predstavlja sistem propisa u službi integrisanog pristupa uticaju emitovanog zagađenja koje potiče iz industrijskih aktivnosti na sve medije životne sredine. Ovakav pristup zasnovan je na sistemu dozvola koje se izdaju za instalacije i primeni najboljih dostupnih tehnika (*Best Available Techniques, BAT*). Sistem opštih uslova za dozvole podrazumeva utvrđivanje GVE zagađujućih materija u životnu sredinu zasnovanih na najboljim dostupnim tehnikama, uzimajući u obzir tehničke karakteristike instalacije, geografsku lokaciju i lokalne uslove životne sredine. BAT termin uključuje regulative za ograničenje štetnih emisija što je u skladu sa strategijom ukidanja štetnih emisija. Doslovno shvatanje BAT tehnologije bilo bi da se na njoj „ne štedi“, za razliku od „trošak-korist“ tehnologija, što rezultira najboljom dostupnom tehnologijom sa ciljem očuvanja životne sredine bez obzira na cenu (*Dalmacija, 2011*).

Najbolje dostupne tehnike su one tehnike čijom primenom se dostiže nivo emisija ispod propisanih graničnih vrednosti i obezbeđuje niska potrošnja prirodnih resursa, a među njima dostupne tehnike čiji su troškovi prihvatljivi (*Brady, 2005*). Prema IPPC

Direktivi (*Council Directive 2008/1/EC*) najbolje dostupne tehnike su najdelotvornije i najmodernije faze u razvoju aktivnosti i načinu njihovog obavljanja koje omogućavaju pogodniju primenu određenih tehnika za zadovoljavanje graničnih vrednosti emisija, propisanih u cilju sprečavanja ili ako to nije izvodljivo, u cilju smanjenja emisija i uticaja na životnu sredinu.

Zemlje članice Evropske Unije, Evropska Komisija, industrija i Evropska kancelarija za životnu sredinu (*European Environmental Bureau, EEB*) učestvuju u procesu razmene informacija između država članica i relevantnih industrijskih grana o najboljim dostupnim tehnikama, monitoringu koji se primenjuje i o njihovom razvoju. Kao rezultat ove razmene informacija, razrađena su BAT-referentna dokumenta (*Best Available Techniques Reference Document, BREF*). U referentnim dokumentima za najbolje dostupne tehnike zaštita životne sredine se razmatra sveobuhvatno: da bi se došlo do najboljeg načina smanjenja uticaja na životnu sredinu neke proizvodnje, odnosno delatnosti, uzima se u obzir praktično sve što je od značaja; počevši od mesta i uloge te delatnosti, preko poznavanja procesa koji se odvija u okviru te delatnosti (jer odatle nastaju emisije, i za to se troše resursi), do poznavanja mera i procesa sprečavanja ili smanjenja nastalog zagađenja životne sredine, odnosno samih BAT-ova (*Dalmacija, 2011*).

Evropski referentni dokumenti najboljih dostupnih tehnika pružaju indikativne tehničke standarde za najbolju dostupnu tehniku i za emisione nivoe bazirane na najboljim dostupnim tehnikama. Emisioni nivoi bazirani na najboljim dostupnim tehnikama (*Best Available Technique Reference Document Associated Emissions Levels, BATAELs*) se mogu opisati kao tipičan izlaz iz instalacije nakon što se primeni najbolja dostupna tehnika za tretman otpadnih voda. Ukoliko nisu predstavljene u BREF, BATAEL vrednosti se izračunavaju iz vrednosti opterećenja. BATAEL vrednosti se postavljaju za proces i zajedno sa BAT se moraju vremenom proveravati i u skladu sa poslednjim tehničkim dostignućima periodično unapređivati (*Cunningham, 2000; Geldermann i Rentz, 2004*). Jednom identifikovan BAT koristi se za određivanje graničnih vrednosti emisija za vode i kao referenca pri davanju saglasnosti za rad instalacijama (*Styles i dr., 2009*). GVE kao maksimalna dozvoljena koncentracije nije i ne treba da bude jednaka sa BATAEL. Ove vrednosti su povezive u tom smislu da ukoliko uzorkovanje i analiza efluenta ukažu da je GVE zadovoljena u 95% vremena za koje je vršeno merenje, prosečan kvalitet efluenta je u granicama BATAEL. Tada se smatra da je primenjen BAT. BATAEL nivoi koji nisu definisani u BREF određuju se empirijski, najčešće iz aktuelnih podataka dobijenih monitoringom u industrijskoj instalaciji. Njihova vrednost zavisi od specifičnih karakteristika instalacije u određenom sektoru.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Cilj ovog rada je da se izvrši procena rizika od koncentrisanih izvora zagađenja po kvalitet površinskih vodnih tela i primeni metodologija procene u svrhe integralnog upravljanja vodama kako bi se kvalitet vode kanala Hidrosistema DTD podigao na odgovarajući zahtevani nivo. Krajnja svrha istraživanja je da obezbedi naučnu i stručnu osnovu u cilju poboljšanja i očuvanja kvaliteta vodotoka.

Rezultati rada usmereni su na obezbeđivanje informacija o različitim faktorima negativnog uticaja na životnu sredinu, demonstriranje njihove međuzavisnosti na osnovu kojih se može izvršiti procena efikasnosti preduzetih odgovora društva.

Istraživanja u sklopu ovog rada obuhvataju sledeće korake:

- identifikacija i karakterizacija izvora pritisaka,
- analiza značaja pritisaka,
- karakterizacija kvaliteta površinskih voda,
- procena uticaja i procena rizika neispunjenja ciljeva kvaliteta površinskih voda.

Analiza i tumačenje rezultata je u skladu sa odgovarajućom aktuelnom zakonskom regulativom.

Primenjena je metodologija procene rizika po kvalitet površinskih voda na osnovu podataka o pritiscima i monitoringa vodotoka. Izračunato je maksimalno opterećenje koje se može uneti u površinske vode a da ne dođe do narušavanja njihovog kvaliteta. Izvršeni su proračuni smanjenja opterećenja u slučaju efikasnog prečišćavanja otpadnih voda kod svih ispitivanih zagađivača i njihova procena uticaja na recipijente.

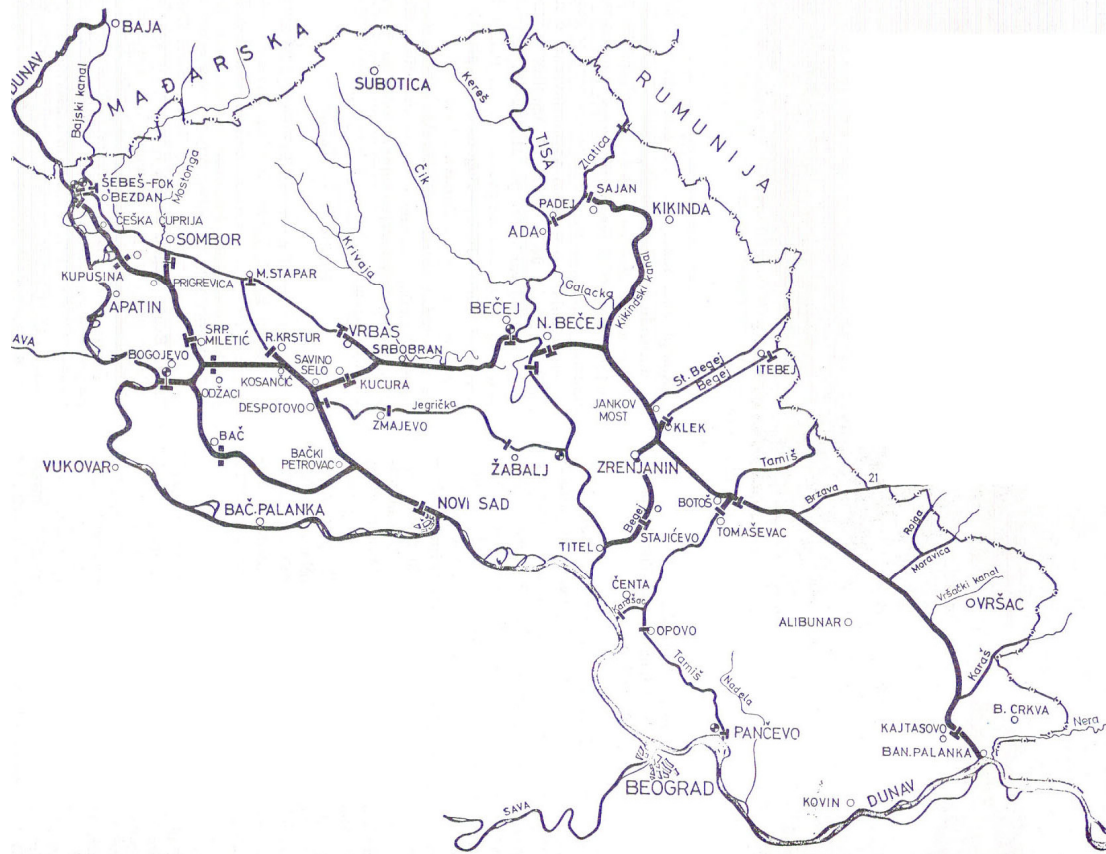
3.1. Opis ispitivanog područja

AP Vojvodina zahvata južne i najniže delove prostranog Panonskog basena. Najvećim delom nizijsko i ravničarsko područje u kojem se stepenasto smenjuju blago zatalasane i zaravnjene reljefne celine. AP Vojvodina nije ravnomerno razvijena. Razvijenost je bolja u većim gradovima i gde raste pritisak na prostor. Zbog toga je očuvanost prostora bolja u privredno slabije razvijenim i naseljenim područjima. *Klima* Vojvodine uslovljena je geografskim položajem u južnom delu Panonske nizije. Uticaj zapadnih vazдушnih strujanja se nešto slabije oseća, čija je posledica manja količina padavina u odnosu na zapadni deo Panonske nizije. Prema količini padavina Vojvodina spada u jedno od najsušnijih područja naše zemlje (*Lazić i dr., 2011*).

Ukupna površina Autonomne Pokrajine Vojvodine iznosi 2153532 ha, od čega šume i šumsko zemljište pokrivaju 6,7%, poljoprivredno zemljište čini 83,3%, dok na neplodna zemljišta otpada 10% ukupne teritorije Vojvodine. U AP Vojvodini površine građevinskih reiona (urbane i seoske zone, pojedinačni građevinski objekti) pokrivaju 7,3% ukupne teritorije. Postoji sedam administrativnih okruga, u okviru kojih se nalazi 45 opština sa 467 naselja (Lazić i dr., 2011).

Površinske vode Vojvodine čine reke, kanali i prirodna i veštačka jezera i bare. Pored Dunava, Tise i Save, kao najznačajnijih hidrografskih objekata, u red većih vojvođanskih reka ulaze još Tamiš, Begej i Bosut. U Pokrajini postoji i čitav niz manjih vodotoka, a značajan deo hidrografske mreže u Vojvodini čine kanali Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav.

Hidrosistem DTD je jedinstvena kanalska mreža koja povezuje tokove reka Dunava i Tise kroz Vojvodinu i predstavlja hidrotehnički sistem za odvodnjavanje unutrašnjih voda, navodnjavanje, odbranu od poplava, snabdevanje vodom, odvođenje upotrebljenih voda, turizam, ribarstvo i uzgoj šume. Hidrosistem DTD sa prirodnim i delimično rekonstruisanim vodotocima ima 960 km, od čega je plovno 600 km (slika 43).



Slika 43. Kanalska mreža Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (Milovanov, 1972)

Svojom mrežom Hidrosistem DTD povezuje 80 vojvođanskih naselja, a u okviru sistema postoje 23 ustave, pet sigurnosnih ustava, zatim 20 brodskih prevodnica, pet velikih crpnih stanica i 86 mostova (64 drumska, 21 železnički i jedan pešački) (Milovanov, 1972).

Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 96/2010) su utvrđena vodna tela površinskih voda i predstavljena u tabeli P-1 u prilogu.

3.2. Identifikacija i karakterizacija koncentrisanih izvora zagađivanja

U poslednjim decenijama dvadesetog veka, izražena je degradacija kvaliteta vode vodotoka čiji su uzrok različiti izvori i iz tog razloga postoji potreba za integralnim rešavanjem postojećih problema. U periodu 2009-2014. u Laboratoriji za hemijska ispitivanja životne sredine „dr Milena Dalmacija“, Katedre za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne sredine, Departmana za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Prirodno-matematičkog fakulteta u Novom Sadu, vršene su analize otpadnih voda zagađivača koji otpadne vode ispuštaju u kanale Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav ili u veće vodotoke ali indirektno, preko sekundarne mreže. Nisu uzeti u obzir zagađivači koji otpadne vode ispuštaju direktno u Dunav, Tisu ili Savu, nego indirektno preko lateralnih kanala.

Analize parametara otpadnih voda su izvršene standardnim metodama koje se primenjuju u laboratoriji (tabela 15). Uzorkovanje otpadnih voda je izvršeno prema standardnoj metodi SRPS ISO 5667-10:2007. Uzimani su kompozitni uzorci proporcionalni vremenu u toku 2, 4 ili 24 časa. Deo ovih podataka je publikovan u sklopu projekata (Dalmacija i dr., 2009a; Dalmacija i dr., 2010a, 2010b, 2010c; Dalmacija i dr., 2011a, 2011b, 2011c; Dalmacija i dr., 2012a, 2012b; Dalmacija i dr., 2013a, 2013b, 2013c, 2013d; Dalmacija i dr., 2014a, 2014b, 2014c).

Tabela 15. Metode analize otpadnih voda

Parametar	Jedinica mere	Oznaka metode	MDL	PQL
Suspendovane materije	mg/l	SM 2540 D	6	13
HPK	mgO ₂ /l	SRPS ISO 6060:1994	16	32
BPK5	mgO ₂ /l	H1.002	4	9
Ukupan azot	mgN/l	H1.011	0,02	0,4
Ukupan fosfor	mgP/l	SRPS EN ISO 6878:2008	0,005	0,011
Cu	mg/l	EPA7000b	0,021	0,043
Zn	mg/l	EPA7000b	0,011	0,023
Cr	mg/l	EPA7000b	0,022	0,045

U svrhu karakterizacije koncentrisanih izvora zagađivanja, pored ovih podataka, korišćeni su podaci iz katastra zagađivača otpadnih voda, koji je u vlasništvu JVP Vode

Vojvodine. Postojeća baza podataka (softverski paket "Ekosoftver") sadži podatke o zagađivačima i dizajnirana je tako da omogući obradu podataka u cilju dobijanja izveštaja o: projektovanoj i stvarnoj količini otpadnih voda, postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda, upravljanju životnom sredinom, opasnim i toksičnim materijama na lokaciji zagađivača, popis zagađivača po mestu, po delatnosti, po vodotoku, opterećenju po recipijentima, određenoj deonici recipijenta (vodnog tela) i određenoj grani industrije, količinama ispuštenog zagađenja u recipijent.

Na osnovu podataka iz katastra zagađivača izvršena je karakterizacija otpadnih voda prema:

- vrsti i poreklu otpadnih voda za svaki vodotok,
- količini zagađenja za svaki vodotok,
- vrsti i poreklu otpadnih voda prema delatnostima zagađivača,
- količini zagađenja prema delatnostima zagađivača.

Na slici 44 prikazan je prostorni raspored koncentrisanih izvora zagađenja na teritoriji AP Vojvodine, koji su obuhvaćeni ovim radom. Spisak svih ovih zagađivača je prikazan u prilogu u tabelama P-2 i P-3.



Slika 44. Prostorni raspored koncentrisanih izvora zagađenja na teritoriji AP Vojvodine

Na osnovu podataka dobijenih merenjem količine i kvaliteta otpadnih voda, izračunato je ukupno opterećenje koje putem otpadnih voda dospeva u vodotoke (recipijente) na osnovu formule:

$$O_0 = c_p \cdot Q_d = [\text{mg/l}] \cdot [\text{m}^3/\text{dan}] = [\text{g}/\text{dan}]$$

gde c_p predstavlja koncentraciju pokazatelja kvaliteta, a Q_d dnevnu količinu ispuštene otpadne vode. U proračunu ukupnog opterećenja na kanale uzeti su u obzir sledeći parametri (pokazatelji kvaliteta):

- organske materije (HPK, BPK),
- suspendovane materije,
- nutrijenti (azot, fosfor),
- toksične materije (metali).

Na osnovu opterećenja otpadnih voda zagađujućim materijama i količine ispuštenih otpadnih voda utvrđeno je koje delatnosti produkuju najviše zagađenja i koji vodotoci su najugroženiji.

3.3. Određivanje značajnih pritisaka

Identifikacija značajnih pritisaka je izvršena na osnovu podataka o monitoringu otpadnih voda. Rezultati analiza su upoređivani sa vrednostima koje propisuje Uredba o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 1/2016*).

U uzorcima otpadnih voda analizirani su parametri specifični za svaku granu industrije prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 1/2016*).

Monitoring otpadnih voda je obuhvatio 164 zagađivača koji otpadne vode ispuštaju u Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav. Pored ovih, analiziran je 21 zagađivač koji otpadne vode ispušta u male vodotoke na teritoriji Srema. To ukupno čini 185 zagađivača, tj. tačkastih izvora zagađivanja vodotoka na teritoriji AP Vojvodine. Izvor zagađenja na slivu predstavljaju gradske otpadne vode, industrijske otpadne vode i otpadne vode iz poljoprivrednih tačkastih izvora (životinjske farme). Spisak svih zagađivača prema delatnostima dat je u tabeli P-3 u Prilogu. U obzir su uzeti podaci iz perioda 2009-2014. godine i u proračunima korištene minimalne, maksimalne i srednje vrednosti koncentracija pokazatelja kvaliteta otpadnih voda. U tu svrhu primenjene su osnovne statističke metode proračuna.

Na osnovu prekoračenja graničnih vrednosti emisije utvrđeno je koji pritisci zagađenja predstavljaju ili mogu predstavljati značajne pritiske i mogu izazvati negativne uticaje na recipijente.

3.4. Stanje – kvalitet recipijenta

Izvršene su analize površinske vode i sedimenata uzorkovanih na različitim odabranim lokalitetima vodotoka AP Vojvodine. Vodotoci koji su prevashodno predmeta rada su kanali Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav i mali vodotoci koji se u njih ulivaju. Pored njih, u obzir su uzeti i mali vodotoci na teritoriji Srema. Lokaliteti su odabrani tako da obuhvate one lokalitete koji nisu pokriveni redovnim monitorinzima koje sprovode ovlašćene laboratorije, naročito u blizini velikih zagađivača, kao i na mestima za koja je na osnovu ranijih istraživanja utvrđeno da su kontaminirana. Neki od ovih rezultata analiza površinskih voda su prikazani u okviru projekata (*Dalmacija i sar., 2009a, 2009b, 2009c; Dalmacija i sar., 2010a, 2010b, 2010c, 2010d; Dalmacija i sar., 2011a, 2011b; Dalmacija i sar., 2012a, 2012b; Dalmacija i sar., 2013a, 2013b, 2013c, 2013d; Dalmacija i sar., 2014a, 2014b, 2014c*). Metode uzorkovanja, postupanje sa uzorcima i metode fizičko-hemijskih, hemijskih analiza korišćene u monitoringu površinskih voda su usklađene sa relevantnim SRPS/ISO/EPA standardima (tabela 16). Uzorkovanje površinske vode je izvršeno prema: smernicama za uzimanje uzoraka iz prirodnih i veštačkih jezera (*SRPS ISO 5667-4*), smernicama za uzimanje uzoraka površinske vode iz reka i potoka (*SRPS ISO 5667-6*). Uzorkovanje sedimenta je izvršeno prema smernicama za uzimanje uzoraka taloga sa dna (*SRPS ISO 5667-12:2005*).

U cilju dobijanja potpunije slike o kvalitetu površinskih voda korišćeni su i dostupni podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda i Agencije za zaštitu životne sredine, čijim su višegodišnjim redovnim monitoringom obuhvaćene lokacije na kojima se mesečno prate opšti i specifični fizičko-hemijski pokazatelji kvaliteta vode (*Anon., 2010b, 2012, 2013, 2014*).

Od svih raspoloživih podataka o kvalitetu površinskih voda izračunate su srednje vrednosti koncentracija svih ispitivanih parametara.

Ocena stanja površinskih vodotoka je izvršena prema normativima Uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 50/2012*) i Uredbe o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 24/2014*).

Pravilnikom o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (*Sl. glasnik RS, 74/2011*) propisani su parametri ekološkog i hemijskog statusa za reke i jezera, parametri ekološkog potencijala za veštačka vodna tela i značajno izmenjena vodna tela, na osnovu kojih je za vodna tela površinskih voda izvršena ocena statusa.

Tabela 16. Metode analize površinskih voda

Ispitivani parametar	Jed. mere	Oznaka metode	Merna nesigurnost %	MDL	PQL
pH		SRPS H.Z1.111:1987	2	-	-
Elektroprovodljivost	$\mu S/cm$	SRPS EN 27888:1993	4	1	5
Rastvoreni kiseonik	mgO_2/l	SRPS EN 25814:2009	8	0,1	0,2
Suspendovane materije	mg/l	SM 2540 D	16	6	13
Ukupan suvi ostatak	mg/l	SM 2540 B	15	24	132
HPK	mgO_2/l	SRPS ISO 6060:1994	5	16	32
BPK5	$mg O_2/l$	H1.002	9,5	4	9
TOC	mg/l	SRPS ISO 8245:2007	16	0,20	0,46
Utrosak $KMnO_4$	mg/l	SRPS EN ISO 8467:2007	13	0,5	1,5
Ukupan azot	mgN/l	H1.011	15	0,05	0,1
Ukupan azot	mgN/l	H1.003	6	0,02	0,4
Amonijak	mgN/l	SRPS ISO H.Z1.184:1974	6	0,02	0,4
Nitrati	mgN/l	SRPS ISO 7890-3:1994	15	0,01	0,02
Nitriti	mgN/l	SRPS EN 26777:2009	7,3	0,002	0,005
Ukupan fosfor	mgP/l	SRPS EN ISO 6878:2008	11,3	0,01	0,02
Ortofosfati	mgP/l	SRPS EN ISO 6878:2008	11,3	0,01	0,02
Tvrdoća	$mgCaCO_3/l$	SM 2540 C	20	1	5
Hloridi	$mgCl/l$	SRPS ISO 9297:1997	2	3,5	12
Ukupni zaostali hlor*	$\mu g/l$	SRPS EN ISO 7393-1	25	5	25
Sulfati	$mgSO_4^{2-}/l$	P-V-44/A	9	1	6
Anjonski deterđenti	mg/l	SRPS EN 903:2009	28	0,06	0,12
AOX*	$\mu g/l$	SRPS EN ISO 9562:2008	35	100	250
Fenoli	mg/l	SRPS ISO 6439:1997	25	0,025	0,037
Gvođde	mg/l	EPA 7000b	9,2	0,069	0,14
Mangan	$\mu g/l$	EPA 7010	18,2	0,49	1
Nikl	$\mu g/l$	EPA 7010	11,7	1,1	2,2
Cink	mg/l	EPA 7000b	9,3	0,011	0,023
Kadmijum	$\mu g/l$	EPA 7010	8,9	0,15	0,31
Hrom, ukupan	$\mu g/l$	EPA 7010	20	0,44	0,9
Bakar	$\mu g/l$	EPA 7010	18,6	0,44	0,89
Olovo	$\mu g/l$	EPA 7010	14	2,92	5,9
Arsen	$\mu g/l$	EPA 7010	5,8	1,37	2,6 4
Živa	$\mu g/l$	H1.004	14,3	0,16	0,5
Indeks ugljovodonika	mg/l	ISO 9377-2:2000(E)	31,2	0,404	2,02

3.5. Procena uticaja ispuštanja otpadnih voda

Utvrđivanje maksimalnog opterećenja koje recipijent može da primi a da ne dođe do narušavanja njegovog kvaliteta je izvršeno poređenjem proračunatih maksimalnih mogućih opterećenja, s jedne strane, i emitovanih, s druge strane i na taj način je pokazano koji vodotoci su pod uticajem otpadnih voda zagađivača i gde je premašeno dozvoljeno, tj. ciljano opterećenje.

Za procenu uticaja ispuštanja otpadnih voda izračunati su kôd procene rizika za svaki recipijent, ukupni maksimalni dnevni unos zagađenja (*Total Maximum Daily Loads*, TMDL), uzimajući u obzir kumulativne efekte pritiska i karakteristike (osetljivost) recipijenta.

3.5.1. Kôd procene rizika

Specifični količnik rizika za površinske vode (SKR) je izračunat na osnovu prosečne koncentracije pokazatelja kvaliteta na svakoj tački uzorkovanja i upoređivanjem sa standardima kvaliteta (definisanim u Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje i Uredbi o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, a prema formuli (*Wcislo i Krzyzak, 2011*):

$$SKR = \frac{C}{SKV}$$

gde su:

SKR – specifični količnik rizika za površinske vode,

C – prosečna koncentracija polutanta u površinskoj vodi na mestu uzorkovanja,

SKV – standardi kvaliteta životne sredine za polutante, uspostavljeni kako bi se procenio dobar hemijski status površinske vode.

Sumiranjem polutant specifičnih SKR vrednosti za svaku lokaciju na kojoj se vrši uzorkovanje izračunat je integrisani indeks rizika (IR):

$$IR = \sum_{i=1}^n SKR$$

gde su:

IR – integrisani indeks rizika površinske vode za lokaciju uzorkovanja,

SKR – specifični količnik rizika za površinske vode,

n – broj polutanata.

Rangiranjem izračunatih indeksa rizika se vrši određivanje delova vodnog tela sa najgorim kvalitetom. Na svakoj lokaciji uzorkovanja je moguće izračunavanje doprinosa svakog polutanta zasebno ukupnoj vrednosti indeksa rizika. Na osnovu toga može se izvršiti prioritizacija polutanata na svakoj lokaciji uzorkovanja:

Polutanti niskog prioriteta	SKR ≤ 1 na svim lokacijama uzorkovanja
Polutanti srednjeg prioriteta	1 ≤ SKR ≤ 10 na najmanje jednoj lokaciji uzorkovanja
Polutanti visokog prioriteta	SKR ≥ 10 na najmanje jednoj lokaciji uzorkovanja

3.5.2. Ukupni maksimalni dnevni unos zagađenja

Maksimalni dnevni unos zagađenja (TMDL) je zapravo najveća količina opterećenja koje vodno telo može da primi, a da ne dođe do prekoračivanja vrednosti propisanih standardom kvaliteta voda. Za proračun TMDL-a su korišćeni standardi kvaliteta, tj. ciljne vrednosti propisane za II klasu vodotoka (dobar status), a prema vrednostima koje propisuje Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje:

$$TMDL = c_{pII} * Q_p$$

gde c_{pII} predstavlja koncentraciju pokazatelja kvaliteta propisanu za drugu klasu, a Q_p – protok vode vodotoka.

Da bi se izračunalo opterećenje uzeti su u obzir i protoci vode u vodotocima, izraženi kao minimalni, maksimalni i srednji za period od 2009-2014. godine. Protok vode u kanalima nije uvek isti, tj. u znatnom periodu godine (naročito leti) bude na minimalnom nivou, a s druge strane industrije rade promenljivim kapacitetom (u zavisnosti od kapaciteta rada industrije, sezonskog rada, remonta), pri čemu najčešće srednjim i maksimalnim kapacitetom. Uzimajući u obzir sve moguće proticaje u kanalima i količine ispuštenih otpadnih voda, mogu se desiti nekoliko različitih scenarija, od ispuštanja minimalnih količina otpadnih voda u kanale kada im je protok maksimalan do maksimalno ispuštenih količina otpadnih voda ispuštenih u kanale kada je protok minimalan. Između ova dva krajnja slučaja postoji nekoliko različitih kombinacija koje se mogu desiti. Da bi se ispitao uticaj koncentrisanih izvora zagađivanja u bilo kom trenutku, primenjeni su sledeći scenariji:

	protok vode u kanalu	opterećenje iz koncentrisanih izvora
scenario 1	minimalan	minimalno
scenario 2	minimalan	srednje
scenario 3	minimalan	maksimalno
scenario 4	srednji	minimalno
scenario 5	srednji	srednje
scenario 6	srednji	maksimalno
scenario 7	maksimalan	minimalno
scenario 8	maksimalan	srednje
scenario 9	maksimalan	maksimalno

Sa druge strane, izračunato je emitovano opterećenje koje potiče iz otpadnih voda koncentrisanih izvora zagađivanja, i to kao minimalno, maksimalno i srednje, a na osnovu podataka o količinama ispuštenih otpadnih voda i koncentracijama zagađujućih materija u njima za period 2009-2014. godina. Ovome je dodato i tzv. pozadinsko opterećenje, tj. opterećenje koje postoji u vodotocima izračunato na osnovu koncentracija zagađujućih

materija u vodama vodotoka na lokacijama uzvodno od ispusta zagađivača. Njihov zbir predstavlja ukupno (emitovano) opterećenje:

$$O_{\text{ukupno}} = O_p + O_e = c_p * Q_p + c_e * Q_e$$

gde su: O_{ukupno} - ukupno (emitovano) opterećenje,

O_p - pozadinsko opterećenje vodotoka,

O_e - opterećenje efluenta,

c_p - koncentracija pokazatelja kvaliteta vode vodotoka na lokacijama uzvodno od ispusta zagađivača,

Q_p - protok vode vodotoka,

c_e - koncentracija pokazatelja kvaliteta otpadne vode,

Q_e - dnevna količina ispuštene otpadne vode.

Upoređivanjem TMDL vrednosti (kao ciljanog opterećenja) i emitovanog opterećenja iz koncentrisanih izvora utvrđeno je na kojim vodotocima se ispušta veća količina zagađenja od one koju može da primi bez posledica. U proračun je uzeta činjenica da se jedan deo organskih materija troši na stvaranje mulja u kanalu, kao i deo azota i fosfora koji se ugradi u aktivni mulj i formira sediment u vodotoku (*Dalmacija i dr., 2004*). Količina ugrađenog azota i fosfora u aktivni mulj izračunava se iz relacije:

$$\text{BPK}_5 : \text{N} : \text{P} = 100 : 5 : 1.$$

Ukupna količina ugrađenog azota i fosfora u formirani sediment u vodotoku je izračunata iz sledećih formula:

$$N_{\text{BPK}} = \frac{\text{BPK}_5 \cdot 5}{100} \quad (\text{gN/gBPK}) \qquad P_{\text{BPK}} = \frac{\text{BPK}_5 \cdot 1}{100} \quad (\text{gP/gBPK})$$

Na osnovu podataka o opterećenju otpadnih voda izračunata je dnevna količina mulja koja nastaje biološkom oksidacijom organskih materija u vodi:

$$\text{Dnevna količina mulja: } K_{\text{DM}} = \frac{O_{\text{OT}}}{60} \cdot 40 + O_{\text{SM}} \quad [\text{g/dan}]$$

gde je: K_{DM} - dnevna količina mulja, (g/dan);

O_{OT} - organsko opterećenje otpadnih voda koje potiče od rastvorenih i koloidnih organskih materija (BPK iz istaloženog uzorka);

O_{SM} - opterećenje otpadnih voda suspendovanim materijama;

60 - produkcija organskih materija po ekvivalent stanovniku (ES), (gO₂/dan);

40 - količina mulja koja nastaje po ES, (g/dan).

Za procenu rizika nepostizanja dobrog statusa/potencijala svih vodnih tela, primenjena je metodologija koja se zasniva na dostupnim podacima o izvorima pritisaka

(koncentrisanih izvora zagađivanja), transportu zagađenja i stanju vodotoka prema kriterijumima:

Kategorija rizika	Procena na osnovu ograničenih podataka	Procena na osnovu značaja pritiska	Procena na osnovu opterećenja otpadnih voda	Procena na osnovu podataka iz monitoringa
Pod rizikom (pR)	-	Pritisak značajan (emisija prelazi GVE). Vodotok osetljiv na pritiske	Emitovano opterećenje je veće od dozvoljenog	Prosečna vrednost prekoračuje GV i ima dovoljan broj merenja
Verovatno pod rizikom (VpR)	Pritisci postoje, ali nisu definisani	Pritisak nije značajan (emisija ne prelazi GVE). Vodotok osetljiv na pritiske	Udeo emitovanog opterećenja je između 50% i 100% ciljanog	Prosečna vrednost prekoračuje GV ali nema dovoljan broj merenja
Verovatno nije pod rizikom (VNpR)	Nema podataka o izvorima pritiska	Pritisak nije značajan (emisija ne prelazi GVE). Vodotok nije osetljiv na pritiske	Udeo emitovanog opterećenja je manji od 50% ciljanog	Prosečna vrednost ne prekoračuje GV i nema dovoljan broj merenja
Nije pod rizikom (NpR)	Nema izvora pritiska	Nema izvora pritiska	Nema emitovanog opterećenja	Prosečna vrednost ne prekoračuje GV i ima dovoljan broj merenja

(prema Stojanović i dr., 2010 - modifikovano)

Stanje vodotoka je izvedeno na osnovu fizičko-hemijskih pokazatelja kvaliteta koji su upoređeni sa graničnim vrednostima za drugu klasu kvaliteta (dobar status/potencijal) a prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje i Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (*Sl. glasnik RS, 50/2012; Sl. glasnik RS, 74/2011*).

Značaj pritiska je utvrđen poređenjem emitovanih koncentracija (srednje vrednosti za period 2009-2014.) sa propisanim vrednostima iz Uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (*Sl. glasnik RS, 1/2016*).

4. REZULTATI I DISKUSIJA

U cilju procene rizika po kvalitet površinskih vodnih tela izvršena je identifikacija koncentrisanih izvora zagađenja kao vodećih sila (pokretačkih faktora) i pritisaka, utvrđivanje značajnih pritisaka, analiza stanja recipijenata, identifikacija uticaja i početna procena rizika.

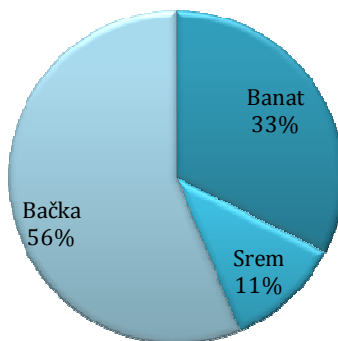
4.1. Identifikacija koncentrisanih izvora zagađenja kao vodećih sila

U ovom delu rada razmatrane su vrste koncentrisanih izvora zagađivanja kao vodeće sile na ispitivanim vodotocima.

Ukupan broj registrovanih zagađivača obuhvaćenih ovim radom iznosi 185, koji otpadne vode ispuštaju u hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, kao veštačko vodno telo, zatim u pojedina značajno izmenjena vodna tela kao i prirodne vodotoke u AP Vojvodini. Spisak zagađivača je dat u tabeli P-2 u Prilogu.

U vodotoke u *Bačkoj*, otpadne vode upušta 104 većih ili manjih preduzeća. Najveći broj je lociran duž kanala Vrbas-Bezdan, sa izrazitom koncentracijom na potezu kanala Vrbas - Crvenka. Osim ovog industrijskog bazena, izrazitiji industrijski centri su Sombor i Novi Sad. Duž ostalog dela mreže na manjoj ili većoj udaljenosti, lociran je pojedinačno samo manji broj zagađivača.

U vodotoke u *Banatu*, otpadne vode upušta 60 industrijskih preduzeća. Najveći broj korisnika lociran je na Begeju u Zrenjaninu; najvećim delom prehrambena industrija, šećerana, skrobara, uljara, fabrika konzervi, pivara, mlekara, zatim kožara, fabrike tekstila i druge. U *Sremu* je skoncentrisan znatno manji broj zagađivača u odnosu na Bačku i Banat (slika 45).



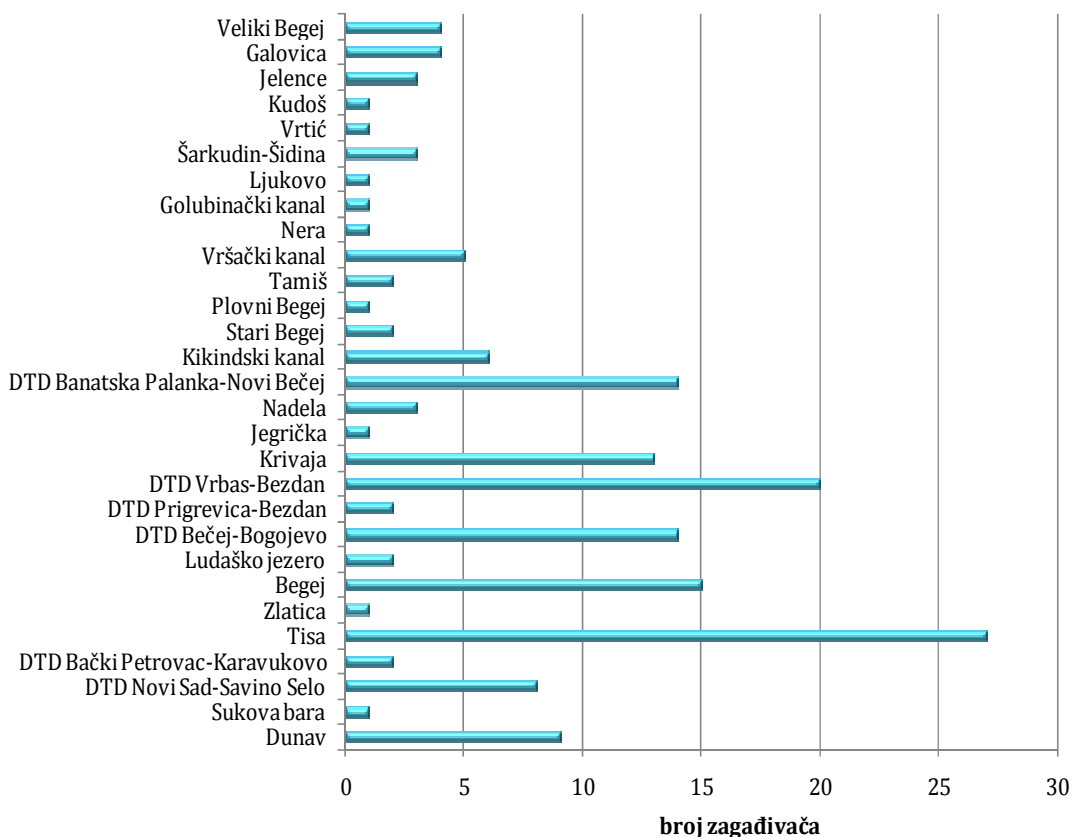
Slika 45. Regionalna zastupljenost zagađivača

Danas, od svih zagađivača radi njih 130 ispuštajući otpadne vode u vodotoke. Neki od zagađivača su prestali da rade (zbog loših ekonomskih uslova) a neki su preusmerili ispuštanje otpadnih voda prema kanalizaciji. Neke farme, koje su bili veliki izvori nutrijenata i organske materije, ne ispuštaju više otpadne vode u vodotoke, nego ih raspršuju na okolno zemljište.

2004-2005. godine najveći izvori zagađenja vodotoka u AP Vojvodini su bile opštine: Zrenjanin sa 17, Novi Sad sa 10, Vrbas sa 9, Srbobran sa 7, Kula sa 10, Kikinda i Bečej sa 6 zagađivača.

U međuvremenu, zbog loše ekonomske situacije u našoj zemlji, veliki broj industrija je prestao da radi. Tako da danas, deset godina kasnije, u opštini Zrenjanin radi 11, Kanjiži 8, Kuli i Vrbasu po 6, Kikindi, Novom Sadu, Pančevu i Vršcu po 5 zagađivača.

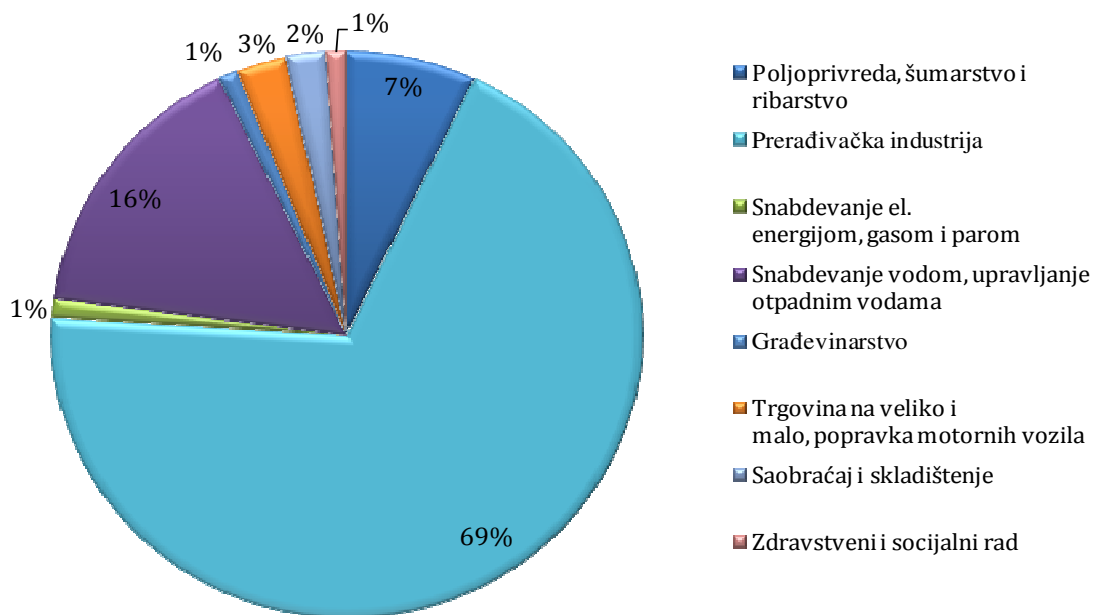
Kao što nije u svakoj opštini jednak prostorni raspored zagađivača otpadnih voda, tako ni na svakom vodotoku/recipientu otpadnih voda nije zastupljeno podjednako opterećenje. Najviše zagađivača otpadne vode ispušta u Tisu, DTD Vrbas-Bezdan i Begej. Recipienti u koje otpadne vode ispušta više od deset zagađivača su i DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Krivaja i DTD Bečej-Bogojevo. Na ostalim vodotocima u AP Vojvodini registrovan je znatno manji broj zagađivača otpadnih voda (slika 46).



Slika 46. Raspored zagađivača prema vodotocima

Svi registrovani zagađivači spadaju u 8 osnovnih sektora delatnosti, a prema Uredbi o klasifikaciji delatnosti (*Sl. glasnik RS, 54/2010*). Skoro 70% od ukupnog broja zagađivača pripada sektoru prerađivačke industrije, 16% čine komunalne vode a ostatak od 15% čine zagađivači iz svih ostalih delatnosti (slika 47).

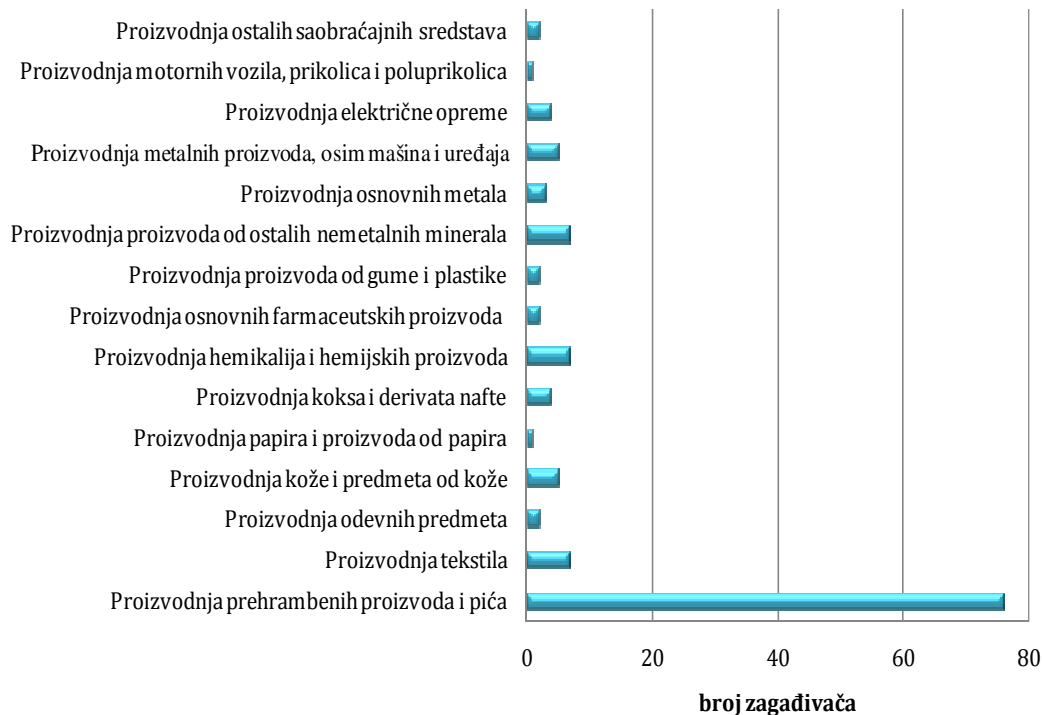
raspodela zagađivača prema delatnostima



Slika 47. Raspodela zagađivača prema sektorima delatnosti

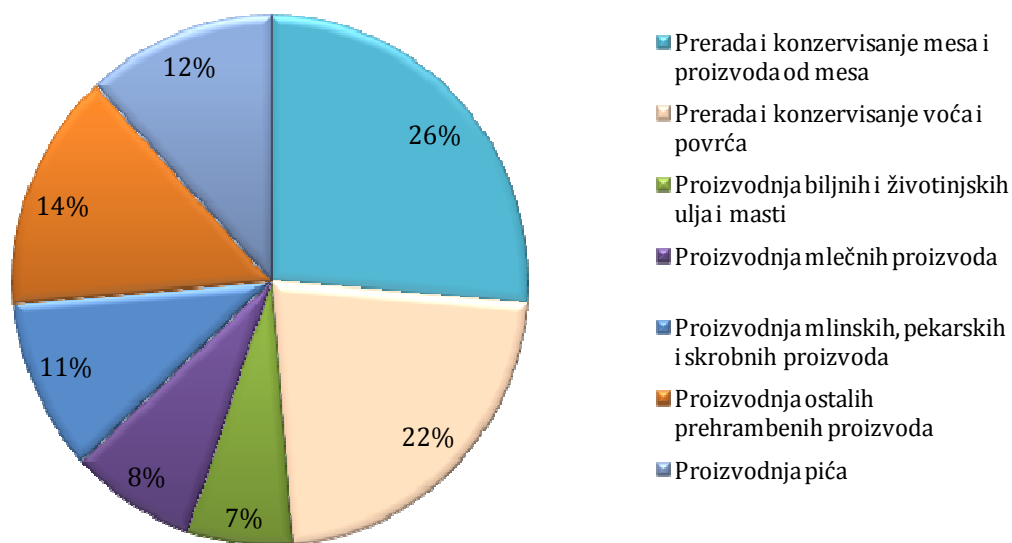
U prerađivačku delatnost spadaju različite proizvodne delatnosti, među njima najzastupljenija je proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića (slika 48).

U prehrambene proizvode spadaju meso, voće i povrće, mleko, ulja i masti, pekarski proizvodi, konditorski proizvodi, šećer, skrob i td. Najveći broj zagađivača prehrambenog sektora se bavi proizvodnjom mesa i proizvoda od mesa (26%) i konzervisanjem voća i povrća (26%) (slika 49). Zagađivači iz sektora prerada i konzervisanje voća i povrća, kao i proizvodnja šećera rade sezonski.



Slika 48. Raspodela zagađivača prerađivačke delatnosti

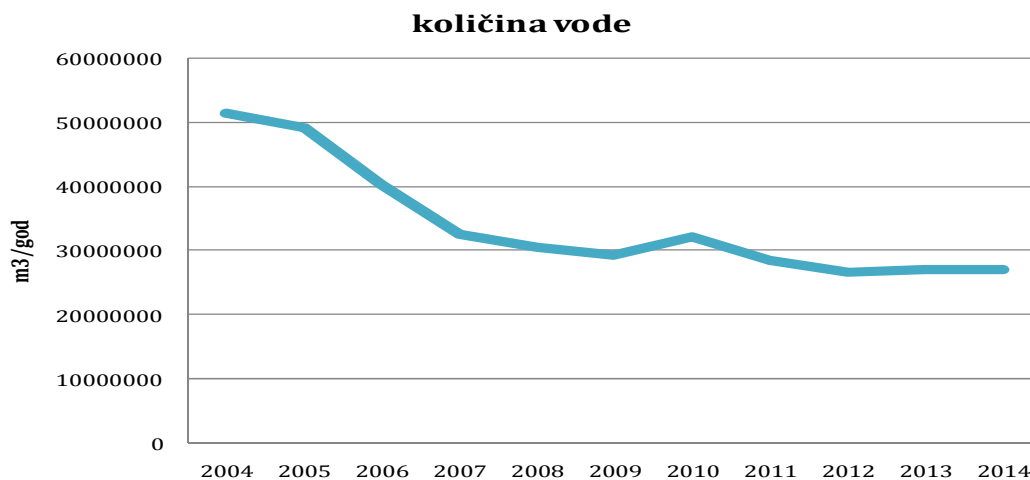
raspodela zagađivača prehrambene proizvodnje



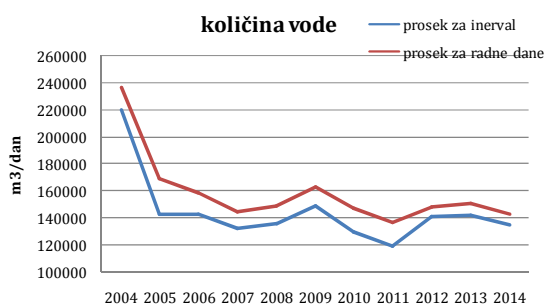
Slika 49. Raspodela zagađivača prehrambene industrije

Danas je godišnja količina ispuštenih otpadnih voda zagađivača na prostoru AP Vojvodina oko 27 miliona m³, dok su ove količine otpadnih voda pre desetak godina bile znatno veće iako je broj zagađivača bio manji (slika 50). U ovaj proračun nisu uzeti u obzir zagađivači koji otpadne vode ispuštaju direktno u reke (Dunav, Savu ili Tisu). Do smanjenja je sigurno došlo usled promena u proizvodnim procesima, primene najboljih dostupnih tehnika i unapređenja procesa prečišćavanja u samim fabrikama, a samim tim i usled većeg ponovnog korišćenja otpadnih voda. Ukupna količina otpadnih voda koje se ispuštaju u vodotoke na teritoriji AP Vojvodine, kao i opterećenje zagađujućim materijama, je smanjeno za oko 50% u proteklih 10 godina.

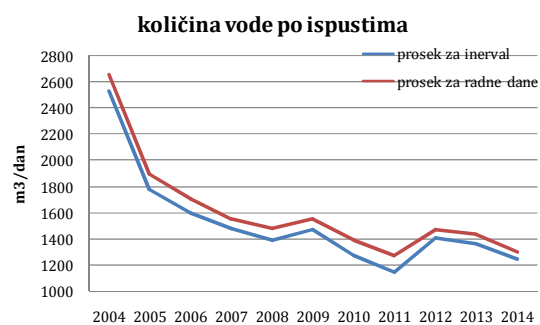
Prosečna dnevna količina ispuštenih otpadnih voda zagađivača koji su obuhvaćeni ovim radom iznosi 140.000 m³/dan. To su zagađivači koji ispuštaju otpadne vode u kanale Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav u male vodotoke na teritoriji AP Vojvodine. Međutim, usled specifičnosti prerađivačke prehrambene industrije, naročito šećerana, intenzitet upuštanja je najveći u periodu kampanje prerade šećerne repe u periodu septembar-decembar. U ovom periodu opterećenje osnovne kanalske mreže kao recipijenta poraste i dva do tri puta. Na slici 51 je prikazana ukupna dnevna količina otpadnih voda koje se ispuštaju u vodotoke u periodu 2004-2014. godina, dok su na slici 52 prikazane srednje dnevne količine otpadnih voda po ispustima za isti period. U proteklom periodu, a naročito u poslednjih 5 godina je došlo do značajnijeg smanjenja opterećenja otpadnih voda (slike 53 i 54). Za svaku godinu su izračunate ispuštene količine otpadnih voda na dnevnom nivou i to kao prosek za radne dane u toku godine i kao prosek za interval od godinu dana.



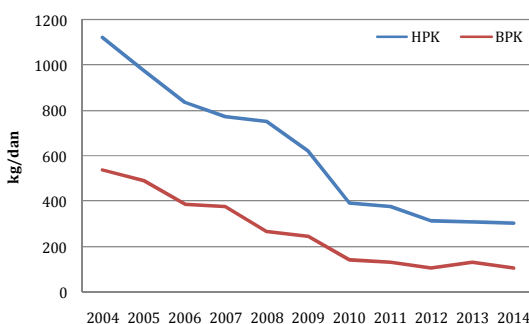
Slika 50. Godišnje količine ispuštenih otpadnih voda u Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav u periodu 2004-2014. godine



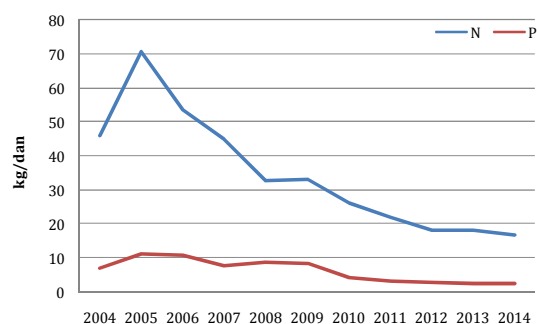
Slika 51. Ukupna dnevna količina ispuštenih otpadnih voda u Hidrosistem DTD u periodu 2004-2014. godina



Slika 52. Prosečna dnevna količina ispuštenih otpadnih voda po ispustima Hidrosistem DTD u periodu 2004-2014. godina

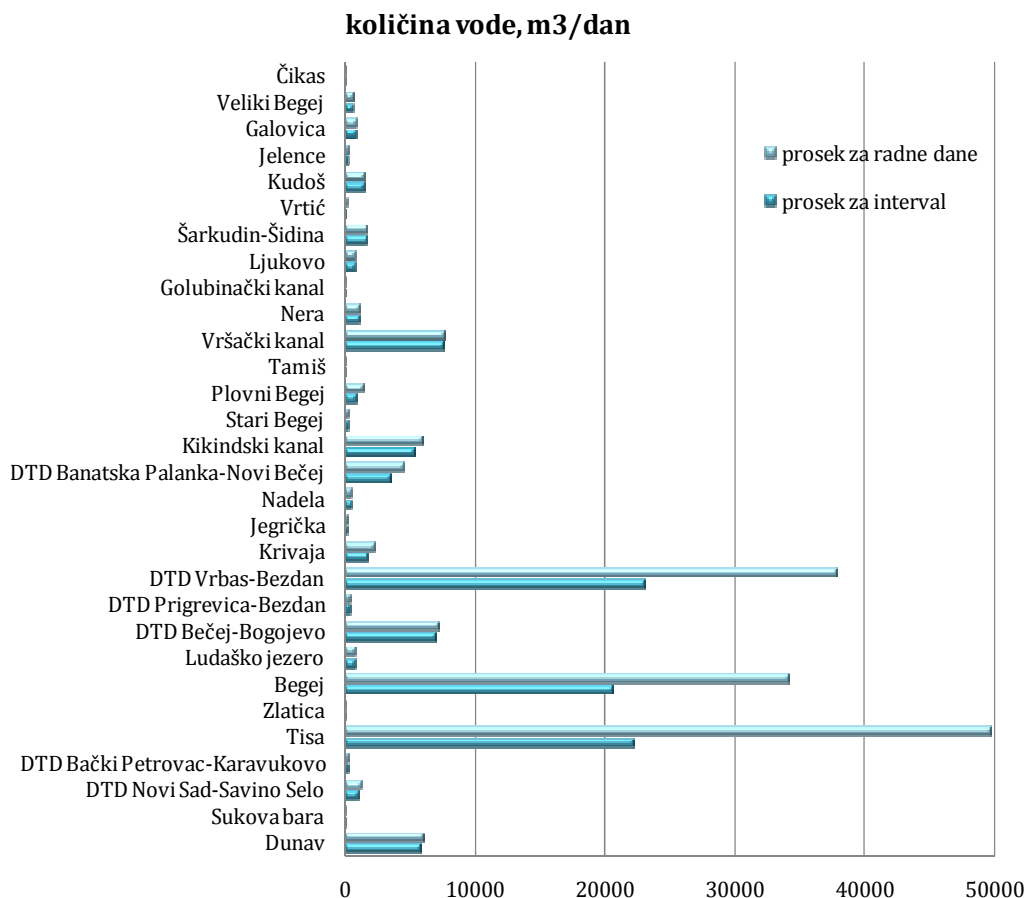


Slika 53. Organsko opterećenje otpadnih voda po ispustima u periodu 2004-2014. godina



Slika 54. Opterećenje otpadnih voda nutrijentima po ispustima u periodu 2004-2014. godina

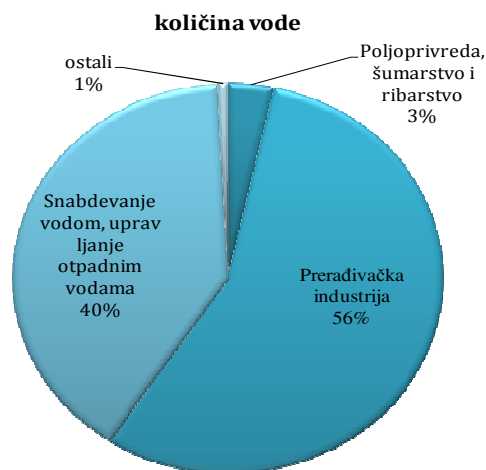
Na slici 55 su prikazane količine ispuštenih otpadnih voda na dnevnom nivou prema pojedinačnim vodotocima u koje se ispuštaju. Istovremeno su prikazane prosečne količine računate za radne dane, tj. ispuštene za vreme kada fabrike rade i količine koje su proračunate kao prosečne na godišnjem nivou (prosek za interval). Do razlike između ovih dveju količina dolazi kod industrija koje rade sezonski (fabrike šećera, pre svega, zatim prerada voća i povrća). Naime, fabrika šećera radi u sezoni oktobar-decembar i u tom periodu produkuje otpadne vode. Pošto u ostalom delu godine fabrika ne radi, ista ta količina ispuštenih voda je i za celu godinu. Da bi se dobila količina otpadne vode koja se svakog dana ispusti, ova ukupna količina otpadnih voda se подели sa brojem dana u godini. Na osnovu toga se javljaju razlike između ovih količina vode. Najopterećeniji vodotoci su DTD Vrbas-Bezdan, Begej i Tisa, u koje se ispusti 61% od ukupne količine otpadnih voda.



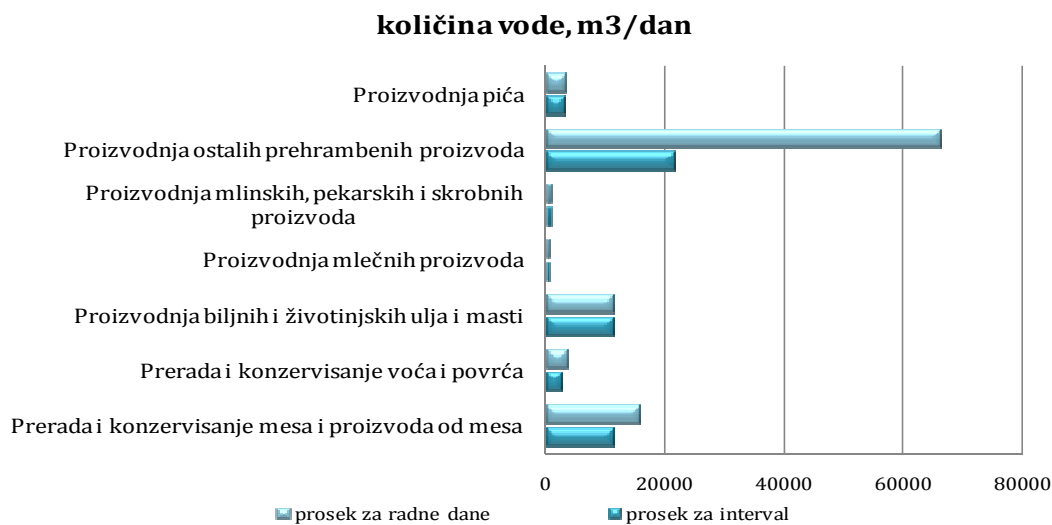
Slika 55. Prosečne dnevne količine ispuštenih otpadnih voda prema vodotocima (napomena: prosek za interval obuhvata interval od godinu dana)

Od ukupne količine otpadnih voda, 56% potiče iz prerađivačke industrije, 40% od snabdevanja vodom, dok svi ostali sektori produkuju svega 4% otpadnih voda (slika 56). Od prerađivačke industrije, 92% količine otpadnih voda potiče od prehrambenog sektora (slika 57), a od toga najveća količina otpadnih voda, pored prouzvodnje ulja i masti i mesa i mesnih prerađevina potiče od proizvodnje ostalih prehrambenih proizvoda (gde spadaju šećer, konditorski proizvodi, začini).

Neravnomernost u količini emitovanog opterećenja postoji i kada se posmatra raspodela prema delatnostima. Prerađivačka delatnost je najzastupljenija, pa je i količina opterećenja koja od nje potiče najveća. U prerađivačku industriju spadaju proizvodnja prehrambenih proizvoda, proizvodnja nafte i gasa, prediva i tkanina, odevnih predmeta, hemijskih proizvoda, motornih vozila, prerada gvožđa i druge. Svakako najzastupljenija i po broju zagađivača i po količini emitovanog zagađenja je proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića.



Slika 56. Količine ispuštenih otpadnih voda prema industrijskim sektorima

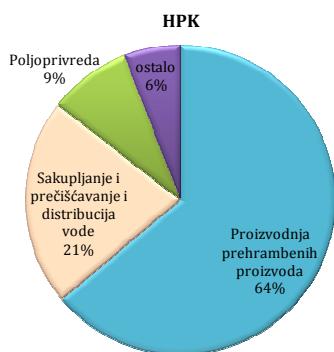


Slika 57. Količine ispuštenih otpadnih voda prehrambene proizvodne oblasti prema granama delatnosti

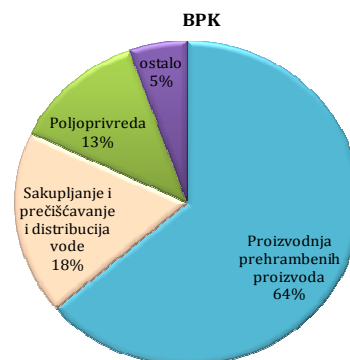
Kada je u pitanju organsko opterećenje, čak 64% od ukupnog opterećenja potiče od prehrambene industrije (slike 58 i 59). Druga grana delatnosti po visini emitovanog organskog opterećenja je komunalna delatnost (komunalne otpadne vode, iz naselja).

Što se nutrijenata tiče, preraspodela opterećenja je malo drugačija. 46% od ukupne količine azota potiče od komunalnih otpadnih voda, a 39% od prehrambene industrije. Kada je u pitanju fosfor, najveće opterećenje potiče od prehrambene industrije (čak 51%) i 38% od komunalnih otpadnih voda (slike 60 i 61).

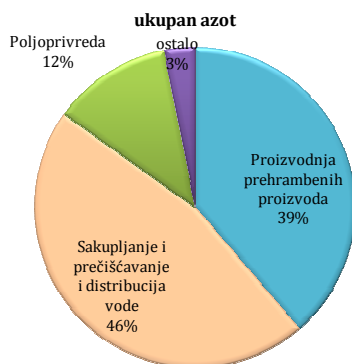
Proizvodnja prehrambenih proizvoda daleko prednjači u odnosu na ostale delatnosti u slučaju suspendovanih materija (čak 83% od ukupne količine potiče od prehrambene industrije, slika 62).



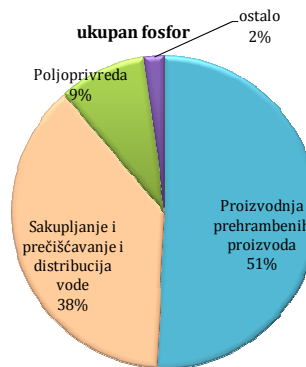
Slika 58. Organsko opterećenje otpadnih voda (HPK) prema delatnostima



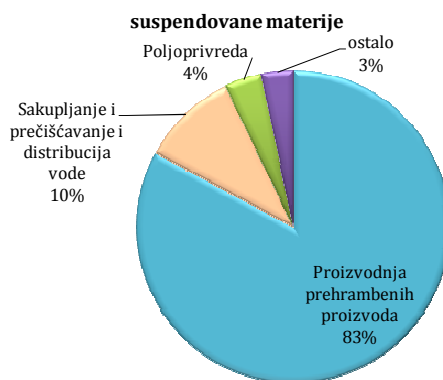
Slika 59. Organsko opterećenje otpadnih voda (BPK) prema delatnostima



Slika 60. Opterećenje otpadnih voda azotom prema delatnostima



Slika 61. Opterećenje otpadnih voda fosforom prema delatnostima



Slika 62. Opterećenje otpadnih voda suspendovanim materijama prema delatnostima

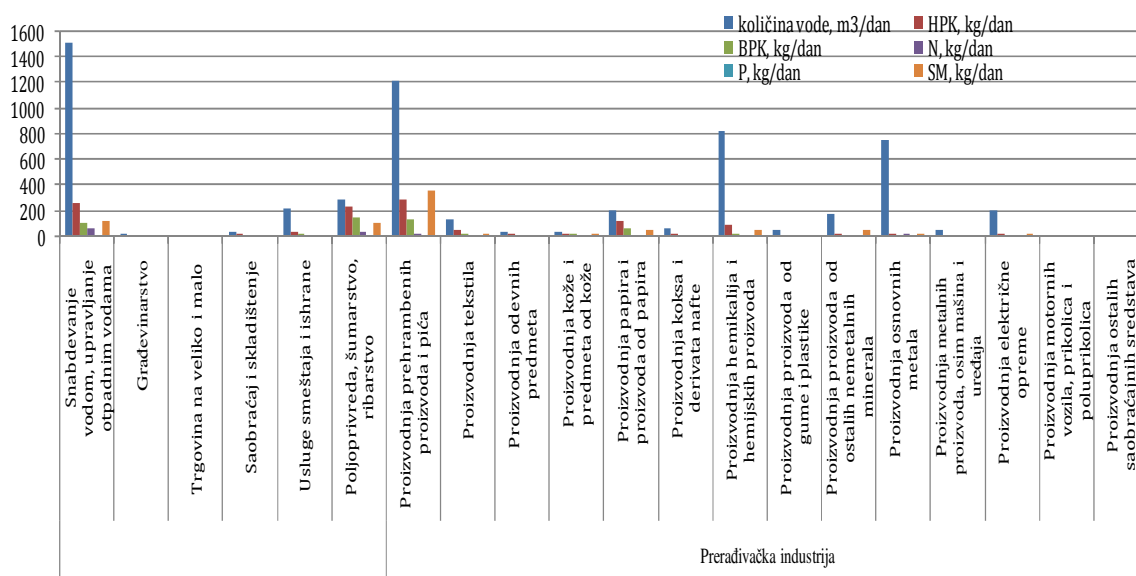
U tabeli 17 su prikazana prosečna dnevna opterećenja otpadnih voda koje se ulivaju u vodotoke na području AP Vojvodine raspoređena prema delatnostima. Ovo su prosečne vrednosti za period ispitivanja 2009-2014. godine.

Tabela 17. Opterećenja otpadnih voda prema delatnostima

delatnost	količina vode, m ³ /dan	HPK, kg/dan	BPK, kg/dan	N, kg/dan	P, kg/dan	SM, kg/dan
Poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo	3635	2933	1920	386	37	1230
Prerađivačka industrija	100897	23121	10544	1323	210	27185
<i>Proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića</i>	91773	21321	9780	1230	202	26203
<i>Proizvodnja tekstila</i>	861	280	76	10	0,1	63
<i>Proizvodnja odevnih predmeta</i>	73	21	10	2	0,1	3
<i>Proizvodnja kože i predmeta od kože</i>	155	100	42	8	0,3	68
<i>Proizvodnja papira i proizvoda od papira</i>	1603	908	496	4	3	338
<i>Proizvodnja koksa i derivata nafte</i>	246	52	23	1	0,1	3
<i>Proizvodnja hemikalija i hemijskih proizvoda</i>	1637	158	40	12	0,8	87
<i>Proizvodnja proizvoda od gume i plastike</i>	86	13	4	0,6	0,1	5
<i>Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalskih minerala</i>	1190	146	23	25	0,9	321
<i>Proizvodnja osnovnih metala</i>	2245	64	20	22	0,7	25
<i>Proizvodnja metalnih proizvoda, osim mašina i uređaja</i>	240	17	9	2	0,2	16
<i>Proizvodnja električne opreme</i>	780	40	20	6	1,3	53
<i>Proizvodnja motornih vozila, prikolica i poluprikolica</i>	2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
<i>Proizvodnja ostalih saob. sredstava</i>	6	1	0,3	0,2	0,1	0,1
Snabdevanje vodom, upravljanje otpadnim vodama	42559	7160	2720	1480	150	3150
Gradevinarstvo	43	14	5	0,5	0,1	8
Trgovina na veliko i malo, popravka motornih vozila	30	16	2	2	0,2	0,1
Saobraćaj i skladištenje	103	50	26	2	0,3	18
Usluge smeštaja i ishrane	638	83	38	11	1	14
ukupno	147905	33377	15255	3205	398	31605

Ukupno opterećenje je izuzetno veliko i iznosi oko 150000 m³/dan otpadnih voda, koje produkuju 33tHPK/dan, 15tBPK/dan, 32 tone suspendovanih materija/dan, 3,2 t azota/dan i 0,4 t fosfora/dan. Najveća količina opterećenja potiče od prerađivačke industrije, jer je i najveći broj zagađivača upravo iz ovog sektora. U prerađivačkom sektoru je najzastupljenija prehrambena industrija i po broju zagađivača i po količini emitovanog opterećenja. Pored prehrambene industrije, postoje i druge grane delatnosti, čije je opterećenje manje zbog manjeg broja zagađivača, ali nije zanemarljivo.

Na slici 63 je prikazano prosečno opterećenje otpadnih voda po zagađivaču za svaku delatnost. Pored prehrambene industrije, značajno zagađenje emituje i delatnost proizvodnja hemikalija, proizvodnja papira i proizvodnja metala. Ove delatnosti, iako emituju mnogo manje opterećenje u poređenju sa prehrambenim sektorom, su značajne iz razloga što se u ovakvim otpadnim vodama mogu naći teže biodegradabilne materije, kao i neke toksične (metali).



Slika 63. Prosečno opterećenje otpadnih voda po zagađivaču za svaku delatnost

4.2. Utvrđivanje značajnih pritisaka

Prilikom identifikacije značajnih pritisaka važno je poznavati interakcije između pritisaka i recipijenata, uzimajući u obzir veličinu i kumulativne efekte pritisaka, kao i karakteristike vodotoka u smislu njihove osetljivosti na pritiske.

Zbog nedostatka podataka o biološkim indikatorima, za procenu značaja pritisaka kao kriterijumi korišćene su granične vrednosti fizičko-hemijskih indikatora (za organska

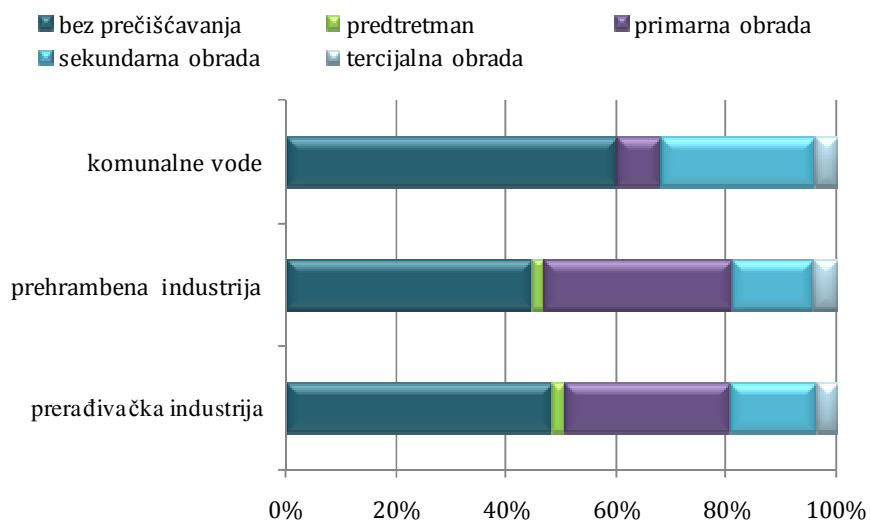
zagađenja, nutijente i opasne materije). Granične vrednosti indikatora predstavljaju zapravo stepen uticaja usled dejstva pritisaka za koje se smatra da mogu da dovedu u pitanje ispunjenje ciljeva za postizanje dobrog statusa voda.

Najveće količine otpadnih voda na teritoriji AP Vojvodine se upuštaju u nedovoljno prečišćenom stanju. Naime, samo mali broj industrijskih preduzeća obavlja prečišćavanje otpadnih voda u nekom vidu, dok najveći broj to uopšte ne čini. Osnovni vid prečišćavanja i s obzirom na postojeće uređaje je mehaničko zadržavanje krupnih otpadaka pomoću rešetki i zadržavanje suspendovanih materija u taložnicima. Polovina zagađivača svoje otpadne vode ispuštaju bez ikakvog tretmana, četvrtina njih poseduje primarni tretman prečišćavanja, dok tercijarni tretman primenjuje 3% zagađivača (slika 64). Čest je slučaj da su otpadne vode iz fabrike koja poseduje neki tretman ipak nezadovoljavajućeg kvaliteta, što je posledica verovatno neadekvatnog održavanja samog postrojenja, ili nisu izgrađena sa svim neophodnim tretmanima ili ne postoji dovoljan nivo znanja samog operatera. Posledica ovoga je svakako veliko opterećenje otpadnih voda različitim zagađujućim materijama. Uticaj otpadnih voda na kvalitet voda u Osnovnoj kanalskoj mreži hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav ima za posledicu degradaciju kvaliteta vode u pojedinim deonicama kanala toliko da se voda ne može koristiti za prevashodnu namenu (snabdevanje industrije ili naselja).



Slika 64. Stepen prečišćavanja otpadnih voda

Slična je struktura prečišćavanja otpadnih voda prehrambene industrije kao i celokupne prerađivačke (46% zagađivača ne prečišćava otpadne vode), dok je kod komunalnih otpadnih voda situacija malo drugačija. Naime, veoma veliki broj komunalnih otpadnih voda se ispušta u recipijente bez ikakvog tretmana (čak 60%) (slika 65).

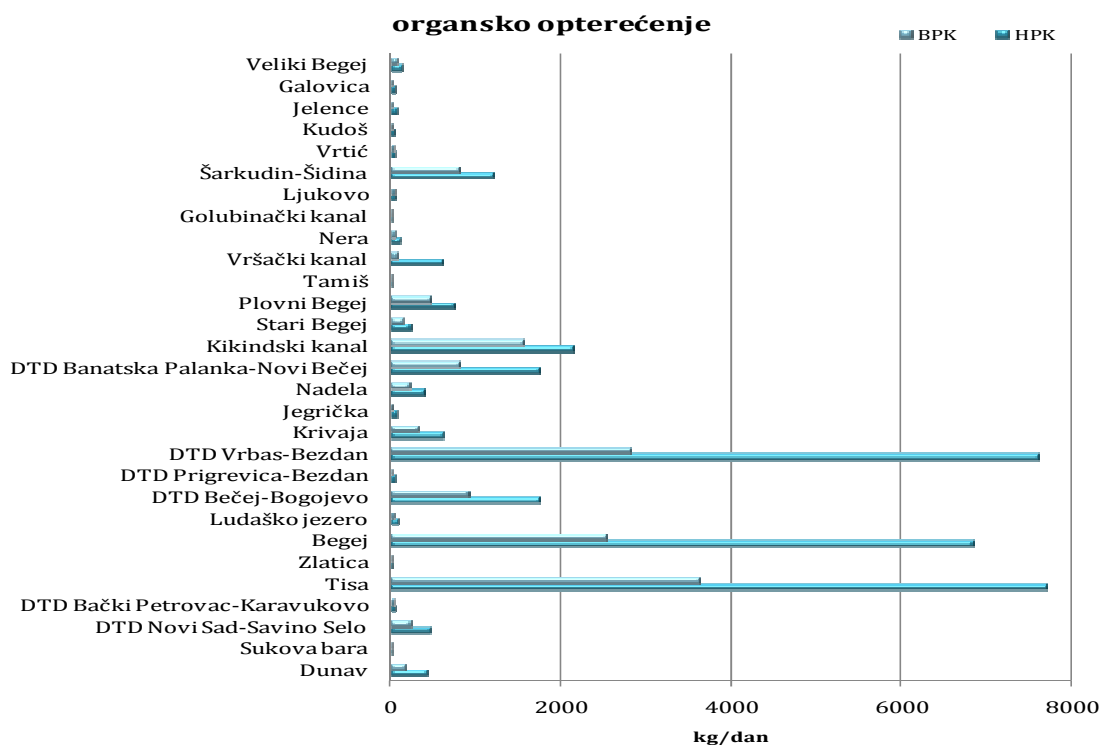


Slika 65. Stepen prečišćavanja za različite vrste otpadnih voda

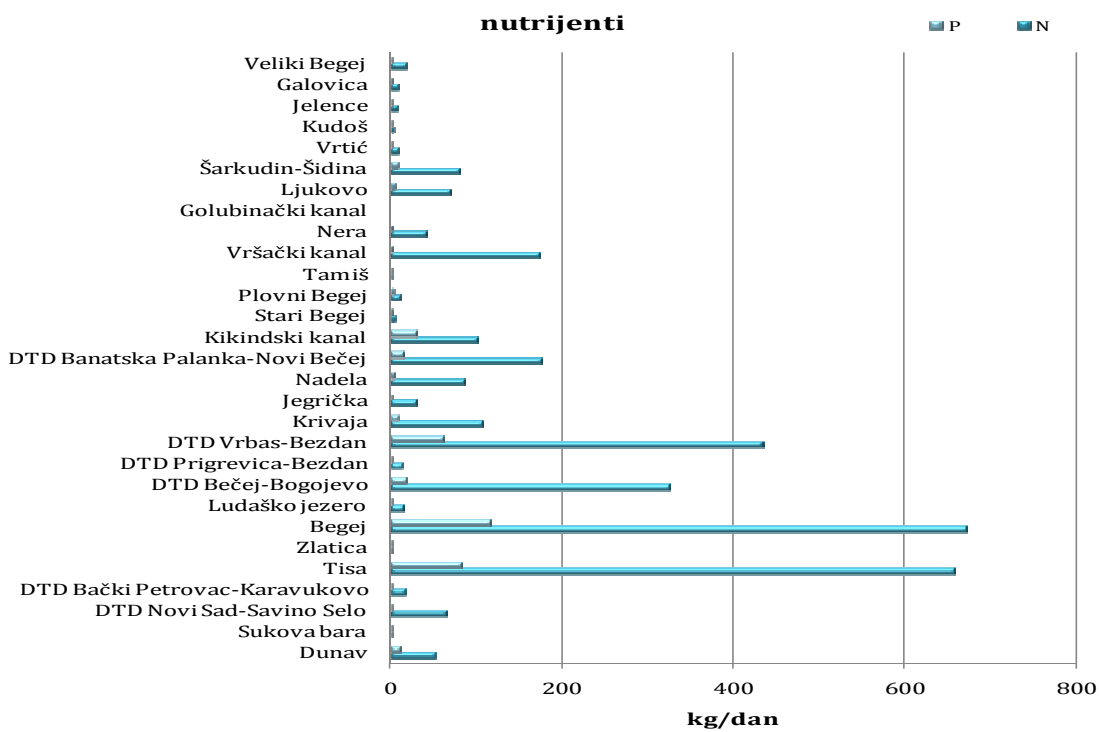
Ukupno organsko zagađenje koje se emituje u vodotoke na području AP Vojvodine, a potiče od otpadnih voda iznosi 33 t/dan (izraženo preko hemijske potrošnje kiseonika, HPK) i 15 t/dan (izraženo preko biohemijske potrošnje kiseonika, BPK). Na slici 66 je prikazan raspored organskog opterećenja otpadnim vodama prema vodotocima (recipijentima). Čak četvrtina organskog opterećenja se unosi u Tisu, 18% u DTD Vrbas-Bezdan i u Begej (17% od ukupnog zagađenja). Preostala količina od 40% od ukupnog organskog zagađenja je raspoređeno na ostalih 26 vodotoka, koji su daleko manje opterećeni otpadnim vodama.

Ukupna količina azota koja se emituje preko otpadnih voda zagađivača iznosi 3200 kg/dan, a fosfora 400 kg/dan, a zapaža se neravnomerna raspodela opterećenja prema vodotocima. Što se azota tiče, 21% ukupne količine azota se ispušta u Begej, 20% u Tisu, 14% u DTD Vrbas-Bezdan i 10% u DTD Bečej-Bogojevo. Ostalih 35%, odnosno 1,1 t/dan je raspoređeno na sve ostale vodotoke. Od ukupne količine fosfora, 29% se ispušta u Begej, 21% u Tisu, 15% u DTD Vrbas-Bezdan, a preostala količina u svih ostalih 25 vodotoka (slika 67).

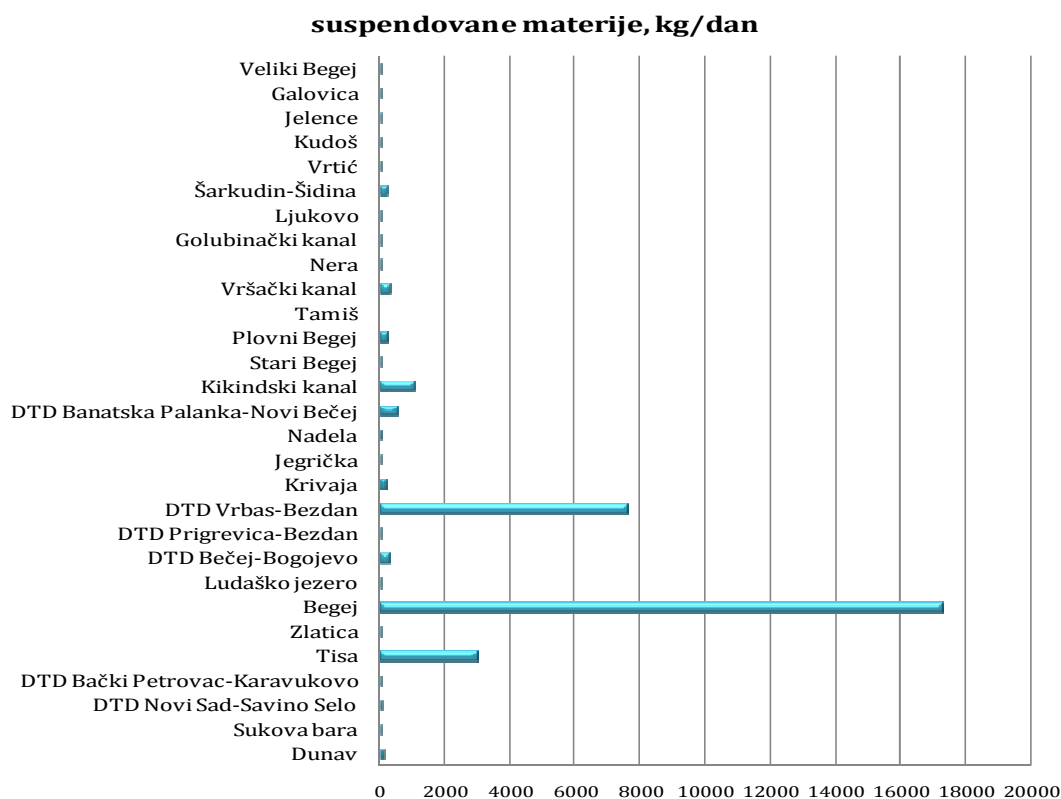
Ukupna količina suspendovanih materija, koja se putem otpadnih voda unosi u vodotoke u AP Vojvodini iznosi 32 t/dan (slika 68). Opterećenost vodotoka je neujednačena. Najviše su opterećeni Begej (čak 54% od ukupnog opterećenja) i DTD Vrbas-Bezdan (24%). Preostala količina je raspodeljena na sve ostale vodotoke, koji trpe daleko manje opterećenje.



Slika 66. Opterećenje vodotoka organskim materijama iz otpadnih voda



Slika 67. Opterećenje vodotoka nutrijentima iz otpadnih voda



Slika 68. Opterećenje vodotoka suspendovanim materijama iz otpadnih voda

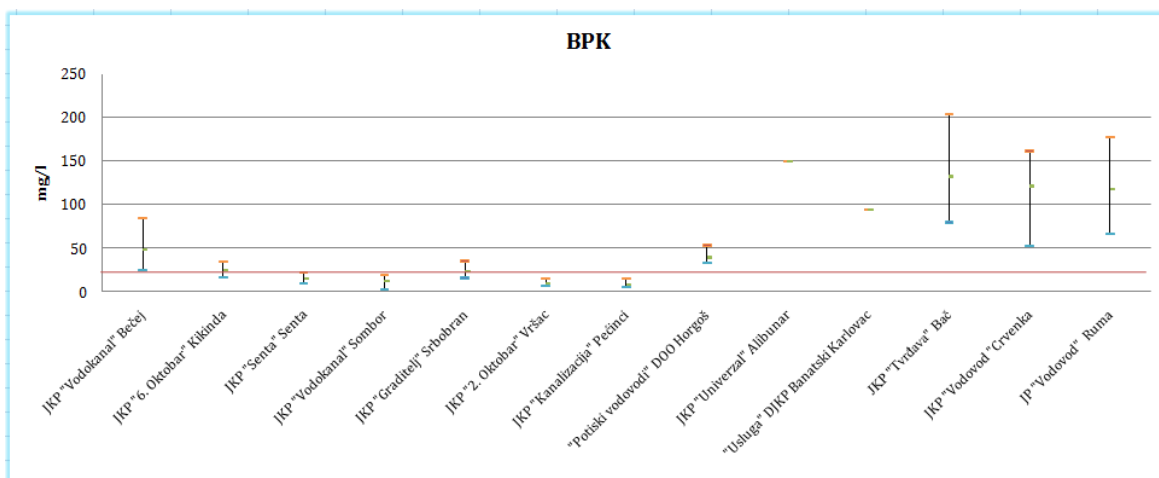
Na ovaj način je prikazano samo sumarno opterećenje po vodotocima i njihove međusobne razlike. Ovo svakako ne ukazuje na to da su vodotoci, koji su recipijenti najveće količine zagađenja, najviše i ugroženi. Da bi se utvrdilo kakav uticaj izaziva uneto opterećenje u pojedini vodotok, potrebno je svakako uzeti u obzir rezultate monitoringa vode vodotoka i njegov protok. Naime, veći vodotoci, sa većim protokom vode imaju veću sposobnost samoprečišćavanja, a samim tim i veću toleranciju na uneto zagađenje, u odnosu na vodotoke sa manjim protokom.

Prilikom identifikacije značajnih pritisaka važno je poznavati interakcije između pritisaka i recipijenata, uzimajući u obzir veličinu i kumulativne efekte pritisaka, kao i karakteristike vodotoka u smislu njihove osetljivosti na pritiske. Zbog nedostatka podataka o biološkim indikatorima, za procenu značaja pritisaka kao kriterijumi korišćene su granične vrednosti fizičko-hemijskih indikatora (za organska zagađenja, nutijente i opasne materije).

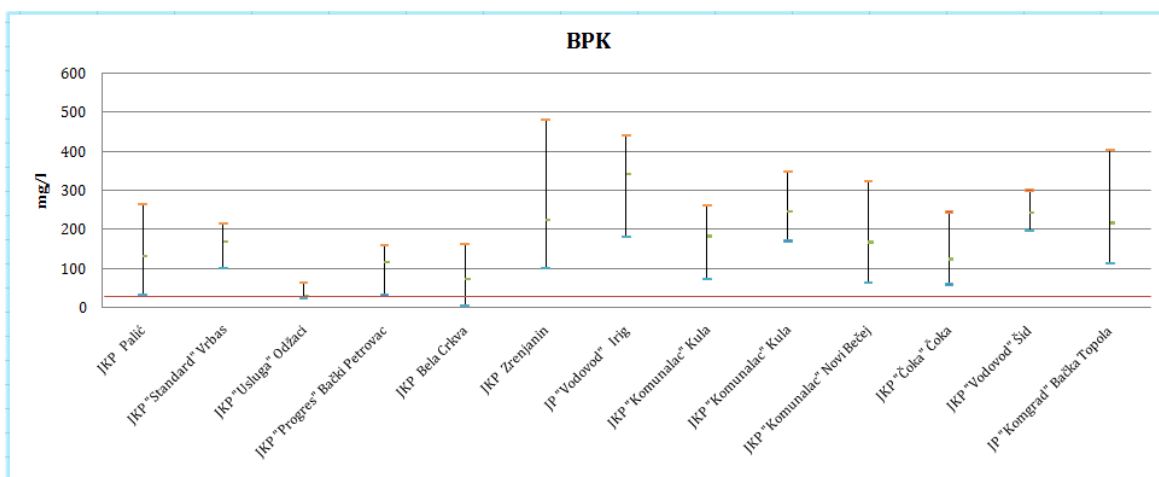
Za svakog od ispitivanih zagađivača su izračunate minimalne, srednje i maksimalne koncentracije zagađujućih materija za period od 5 godina (2009-2014. godine) i upoređivane sa propisanim graničnim vrednostima emisije prema Uredbi o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje.

Na slikama 69-78 su prikazane minimalne, maksimalne i srednje vrednosti koncentracija biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama svih ispitivanih zagađivača. Na isti način su upoređivane koncentracije HPK, nutrijenata (azot i fosfor), suspendovanih materija i metala (bakar, cink, nikel, hrom). Minimalne, maksimalne i srednje vrednosti koncentracija zagađujućih materija u otpadnim vodama zagađivača su prikazane u tabelama P-5 do P-14 u prilogu.

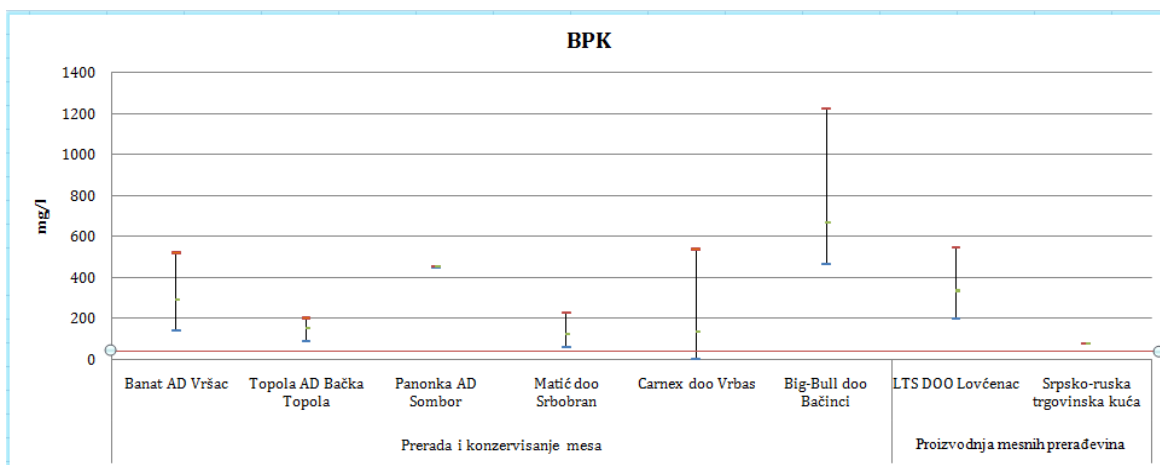
Od ukupnog broja zagađivača samo 28% njih ispuštajući prosečne koncentracije HPK za ispitivani period zadovoljava zahtevane granične vrednosti. U slučaju BPK to je 19% zagađivača, kod nutrijenata 50%, a kod suspendovanih materija samo četvrtina.



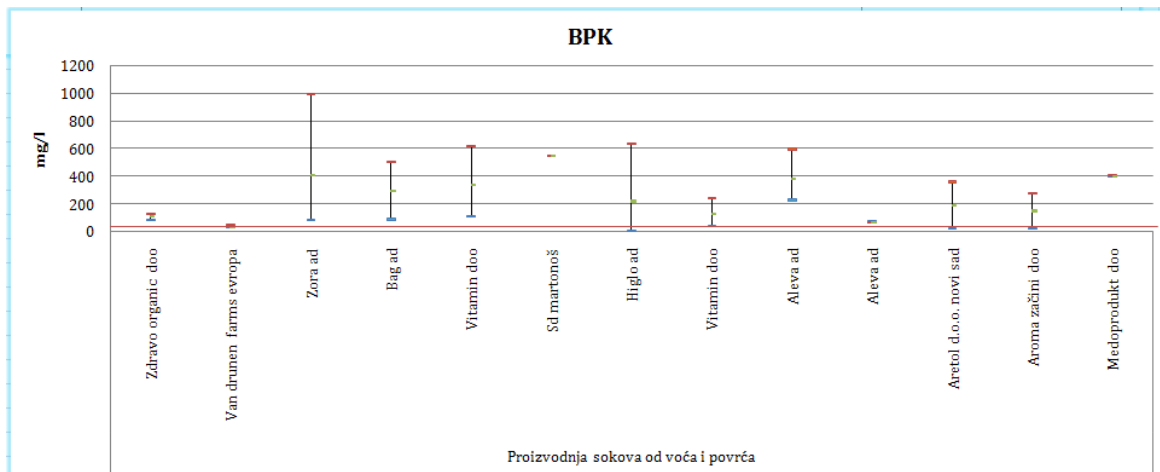
Slika 69. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



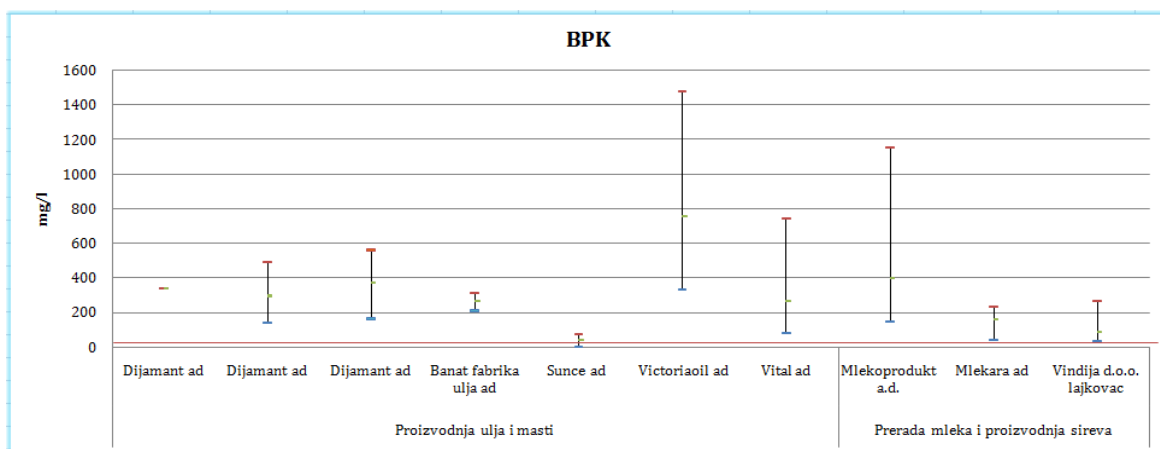
Slika 70. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



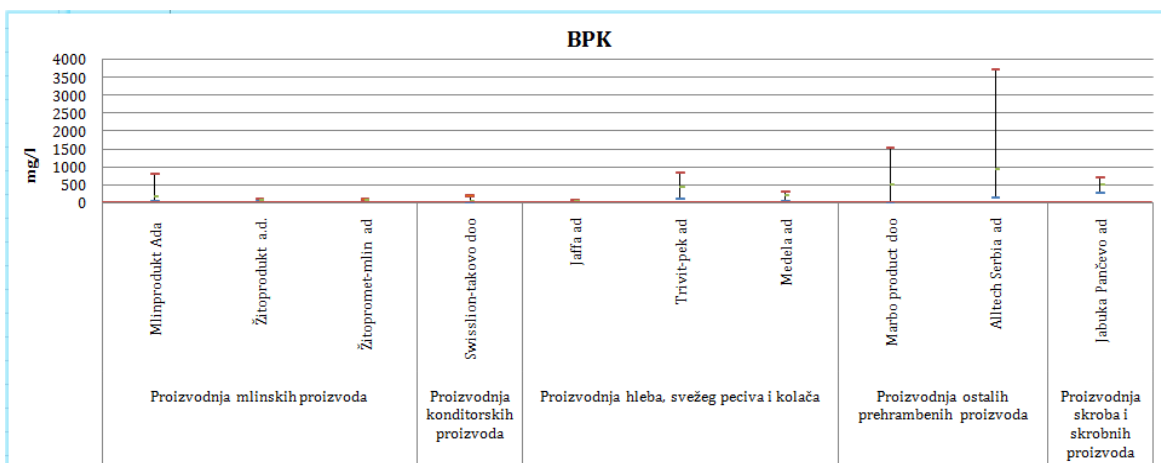
Slika 71. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



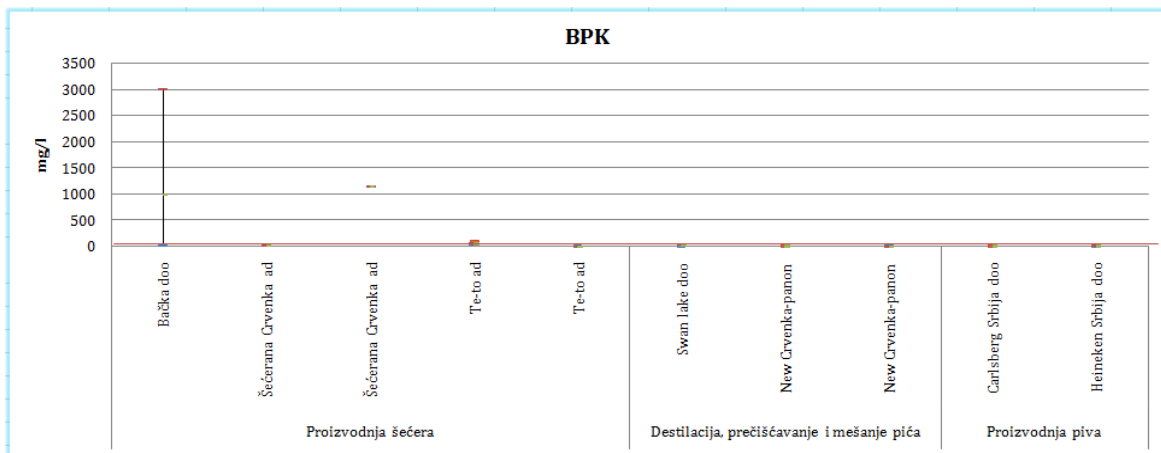
Slika 72. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



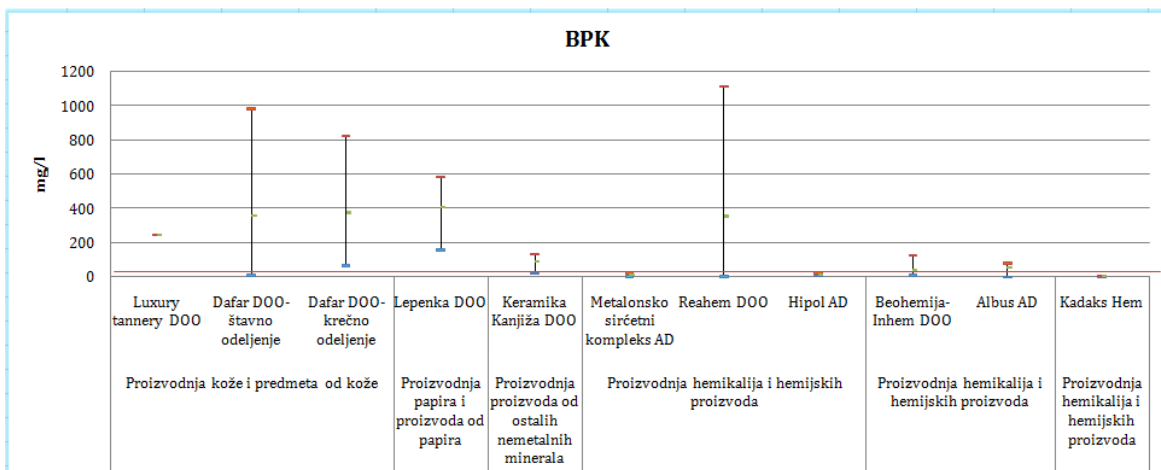
Slika 73. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



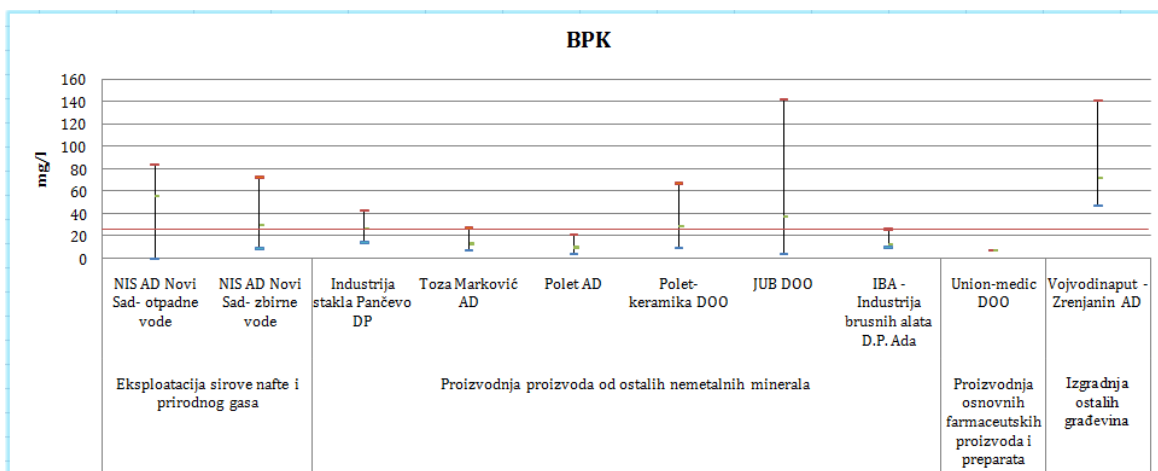
Slika 74. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



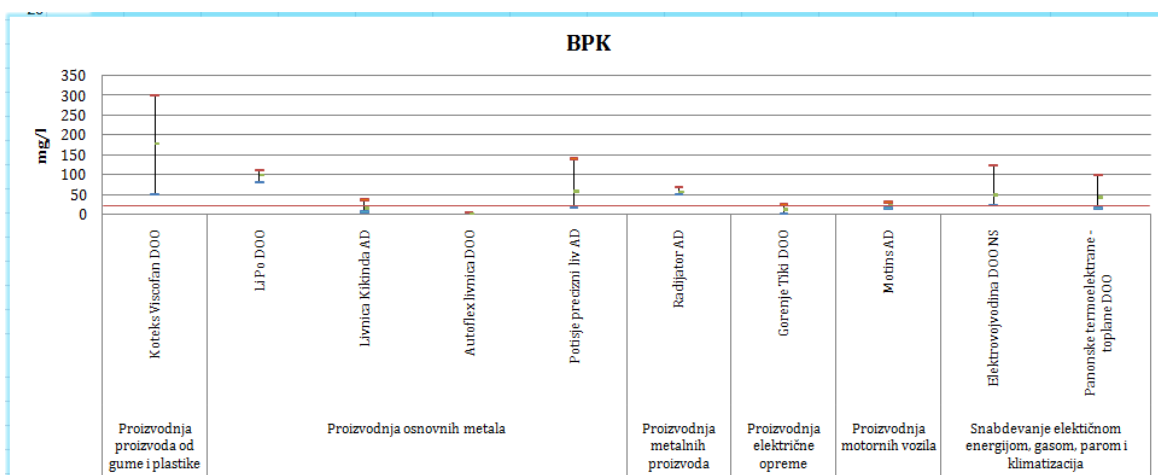
Slika 75. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



Slika 76. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



Slika 77. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača



Slika 78. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije biološke potrošnje kiseonika u otpadnim vodama zagađivača

Usklađenost sa graničnim vrednostima emisije je izuzetno loša kada se uzmu u obzir maksimalne ispuštene koncentracije u ispitivanom periodu. Tada je samo 10% zagađivača za HPK, 7% za BPK, 18% za nutrijente i 11% zagađivača za suspendovane materije usklađeno sa graničnim vrednostima.

Čak je i pri minimalnim ispuštenim koncentracijama zagađujućih materija u otpadnim vodama usklađenost sa graničnim vrednostima niska i iznosi: 58% za HPK, 53% za BPK, 77% za nutrijente i 48% za suspendovane materije.

Pri minimalnim koncentracijama cinka, kod 7% zagađivača su premašene granične vrednosti, dok u toku prosečnog kapaciteta rada 14% njih ne zadovoljava granične vrednosti. Kod 36% zagađivača su njihove maksimalne vrednosti iznad propisanih GVE. 7% zagađivača premašuje granične vrednosti za hrom ispuštajući minimalne

koncentracije, a 21% zagađivača ispuštajući srednje i maksimalne koncentracije hroma premašuje GVE. Svi ispitivani zagađivači zadovoljavaju propisane granične vrednosti emisije za bakar i nikel i kada su izmerene maksimalne koncentracije.

U tabelama 18 i 19 prikazani brojevi pokazuju zapravo koliko zagađivača (izraženo u procentima po vodotocima i po delatnostima) zadovoljava propisane granične vrednosti ispuštajući prosečne vrednosti koncentracija zagađujućih materija za ispitivani period. Ovi rezultati ukazuju na to da postoji mogući rizik od ispuštanja otpadnih voda na vodotocima: DTD Bački Petrovac-Karavukovo, Ludaško jezero, Krivaja, Jegrička, Nadela, Stari i Plovni Begej.

Tabela 18. Usklađenost koncentracija zagađujućih materija u otpadnim vodama sa GVE prema vodotocima

vodotok	% zagađivača koji ispunjavaju zahtevane kriterijume za ispuštanje					
	HPK	BPK	SM	N	P	metali
Dunav	33	33	33	66	66	75
Sukova bara	0	0	0	100	100	-
DTD Novi Sad-Savino Selo	40	20	60	60	80	-
DTD B. Petrovac-Karavukovo	0	0	0	0	50	-
Tisa	35	10	25	35	50	100
Zlatica	100	100	100	100	100	-
Begej	25	0	0	50	50	70
Ludaško jezero	0	0	0	0	0	-
DTD Bečej-Bogojevo	50	25	38	50	25	100
DTD Prigrevica-Bezdan	100	0	0	100	0	-
DTD Vrbas-Bezdan	15	8	23	55	31	-
Krivaja	0	0	0	12	12	-
Jegrička	0	0	0	0	0	40
Nadela	0	0	0	0	100	-
DTD Ban. Palanka-Novi Bečej	28	0	14	50	43	70
Kikindski kanal	100	100	50	75	100	80
Stari Begej	0	0	0	100	100	-
Plovni Begej	0	0	0	100	0	-
Tamiš	50	50	50	50	50	-
Vršački kanal	50	25	25	25	100	-
Nera	0	0	100	100	100	-
Golubinački kanal	100	100	100	100	100	-
Ljukovo	0	0	0	0	0	-
Šidina	0	0	0	50	50	-
Vrtić	0	0	0	0	0	-
Kudoš	0	0	0	0	100	30
Jelence	0	0	0	0	0	-
Galovica	33	33	66	100	66	100
Veliki Begej	50	50	50	100	100	100

Negativan uticaj može mnogo više doći do izražaja kod malih vodotoka, kao što su: Šidina, Kudoš, Ljukovo, Vrtić, Jelence, u koje se ispuštaju otpadne vode kod kojih su premašene granične vrednosti svih parametara.

Posmatrajući proizvodne sektore delatnosti, zahtevani kriterijumi su najmanje ispunjeni kod poljoprivrede (farme) i saobraćaja i skladištenja (tabela 19).

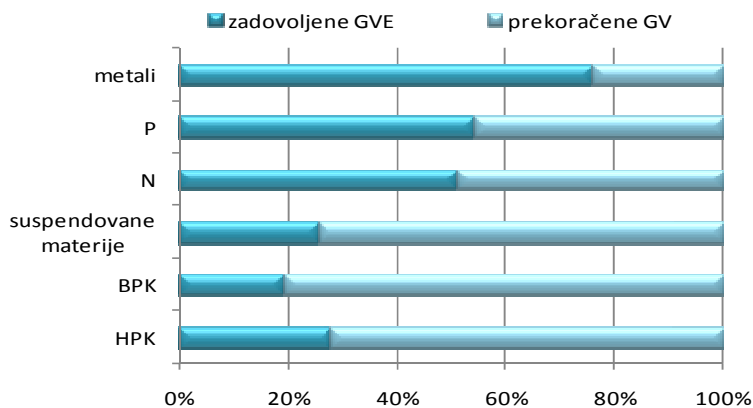
Tabela 19. Usklađenost koncentracija zagađujućih materija u otpadnim vodama sa GVE prema delatnostima

Delatnost	% zagađivača koji ispunjavaju zahtevane kriterijume za ispuštanje					
	HPK	BPK	SM	N	P	metali
Poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo	20	0	10	40	20	70
Prerađivačka industrija	43	27	43	56	68	88
<i>Proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića</i>	16	2	16	50	50	-
<i>Proizvodnja tekstila</i>	50	50	70	80	70	-
<i>Proizvodnja odevnih predmeta</i>	80	80	100	100	85	-
<i>Proizvodnja kože i predmeta od kože</i>	0	0	0	0	0	50
<i>Proizvodnja papira i proizv. od papira</i>	0	0	0	100	100	-
<i>Proizvodnja koksa i derivata nafte</i>	50	0	50	100	75	100
<i>Proizvodnja hemikalija i hem. proizvoda</i>	60	40	20	100	80	100
<i>Proizvodnja proizvoda od gume i plastike</i>	0	0	0	0	100	-
<i>Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala</i>	57	29	29	43	57	75
<i>Proizvodnja osnovnih metala</i>	50	50	50	25	75	100
<i>Proizvodnja metalnih proizvoda, osim mašina i uređaja</i>	0	0	0	0	0	-
<i>Proizvodnja električne opreme</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Proizvodnja motornih vozila, prikolica i poluprikolica</i>	100	0	100	0	100	-
<i>Proizvodnja ostalih saob. sredstava</i>	40	30	75	80	60	-
Snabdevanje vodom i upravljanje otp. vodama	36	24	28	32	28	70
Građevinarstvo	100	100	100	100	100	-
Trgovina na veliko i malo, popravka motornih vozila	100	14	14	28	71	-
Saobraćaj i skladištenje	0	0	0	33	100	-
Usluge smeštaja i ishrane	100	100	100	100	100	-

Kod prehrambene industrije je mali broj zagađivača kod kojih su u otpadnim vodama ispunjene granične vrednosti emisije, naročito za organske i suspendovane materije. Mnogo veću opasnost predstavljaju otpadne vode iz npr. proizvodnje i prerade kože, papira, gume i plastike, metalnih proizvoda, zbog sadržaja teže razgradivih organskih materija i toksičnih polutanata.

Zbog svih navedenih činjenica, pri proceni uticaja ispuštanja otpadnih voda, važno je uzeti u obzir i količine otpadnih voda i koncentracije zagađujućih materija u vodama i broj zagađivača, tj. ukupno opterećenje koje se emituje u otpadne vode.

Mali je broj zagađivača kod kojih su emitovane koncentracije usklađene sa propisanim graničnim vrednostima emisije, za nutrijente je to oko 50%, dok je za organske materije svega četvrtina od ukupnog broja zagađivača (slika 79). Kada su u pitanju metali, zadovoljene granične vrednosti emisije su kod 76% zagađivača, što zapravo znači kod većine zagađivača. Iako su kod malog broja zagađivača prekoračene granične vrednosti za metale, oni mogu imati različite uticaje na vodotoke, pre svega zbog osobina metala, kao što su toksičnost i perzistentnost.



Slika 79. Usklađenost koncentracija zagađujućih materija u otpadnim vodama sa GVE svih zagađivača

4.3. Stanje vodotoka

4.3.1. Kvalitet vode vodotoka

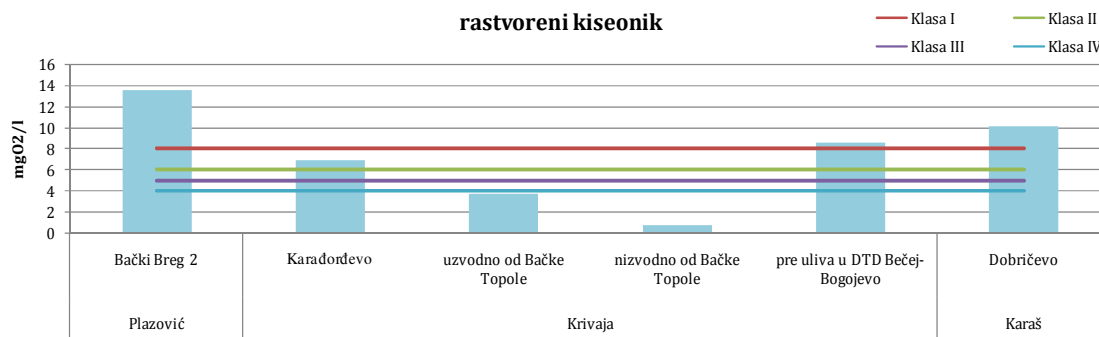
U toku perioda 2009-2014. godine prikupljeni su podaci o kvalitetu vode u analiziranim recipijentima na području AP Vojvodine. Analize su sprovedene u okviru

projektnih zadataka, gde je izvršilac bio Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad u cilju sprovođenja istraživačkog i jednim delom nadzornog monitoringa. Korišćen je i deo rezultata ispitivanja koje je sprovodio Republički hidrometeorološki zavod i Agencija za zaštitu životne sredine iz podataka nadzornog monitoringa. Lokacije uzorkovanja su odabrane tako da pokriju čitavu dužinu vodotoka, a svakako deonice na kojima su registrovani zagađivači koji ispuštaju otpadne vode. Izračunate su srednje vrednosti svih merenja u posmatranom periodu. Rezultati merenja su upoređivani sa vrednostima koje propisuje Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje. Poređenje sa odgovarajućom klasom je na osnovu tipova vodnih tela definisanih u Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda.

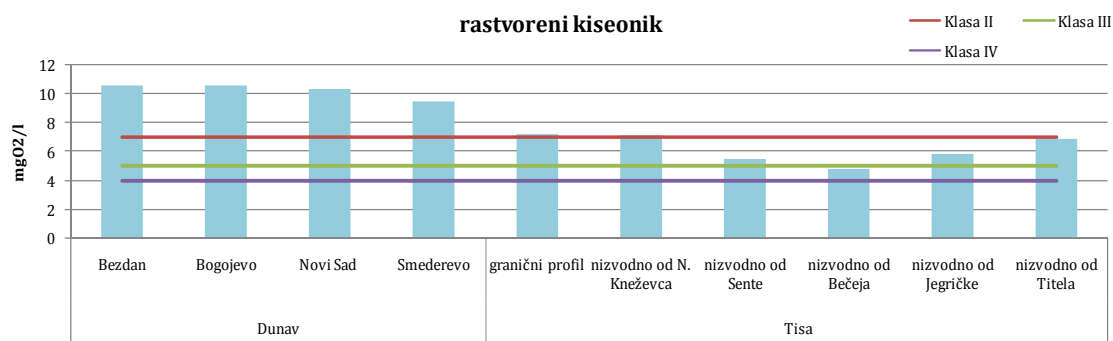
U tabelama P-25 do P-33 u prilogu su prikazani rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih voda.

Parametri kiseoničnog režima

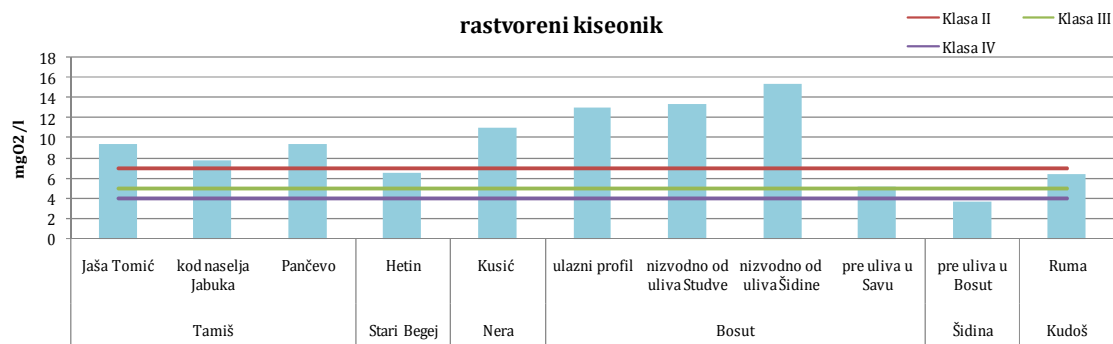
Na slikama 80-85 su prikazane izmerene koncentracije rastvorenog kiseonika na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Sadržaj rastvorenog kiseonika u vodama je glavni pokazatelj zagađenja vodotoka. Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti rastvorenog kiseonika iznad 6 ili 7 mgO₂/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je vrednost rastvorenog kiseonika ispod ove vrednosti su: Tisa, Nadela, Begej, DTD Bački Petrovac-Karavukovo, Krivaja, DTD Prigrevica-Bezdan, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Bečej-Bogojevo.



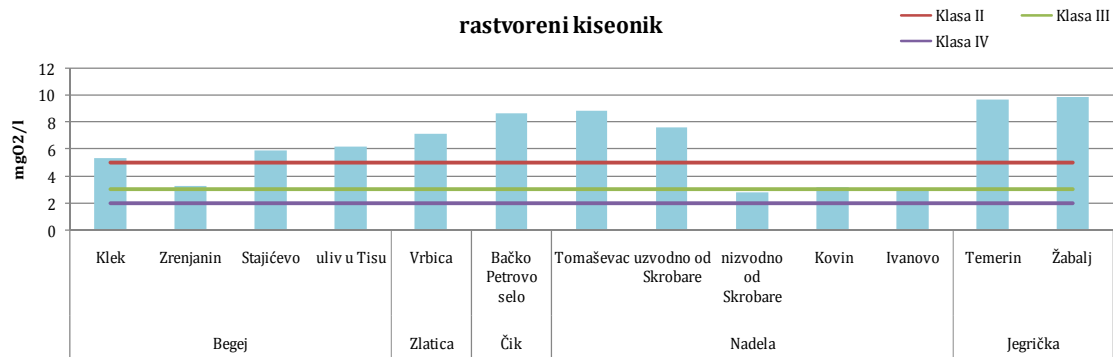
Slika 80. Koncentracije rastvorenog kiseonika u rekama



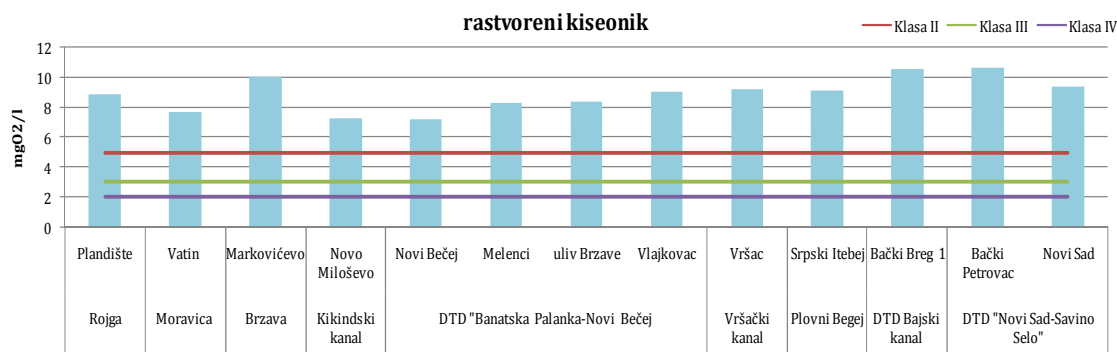
Slika 81. Koncentracije rastvorenog kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



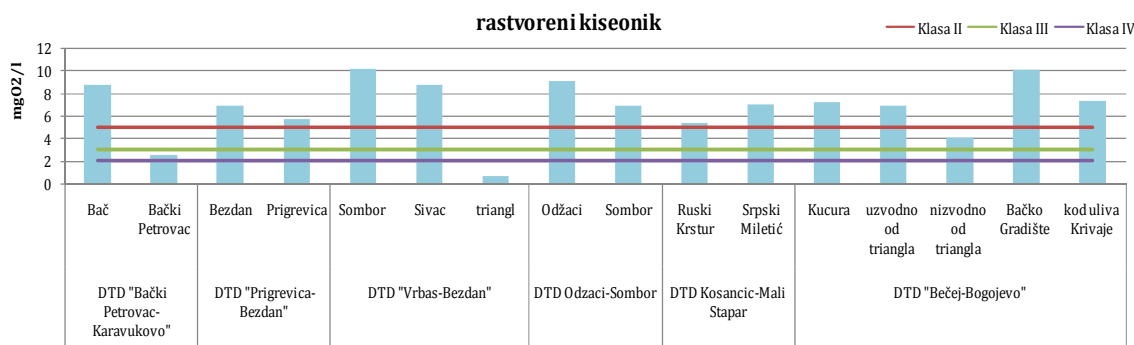
Slika 82. Koncentracije rastvorenog kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 83. Koncentracije rastvorenog kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



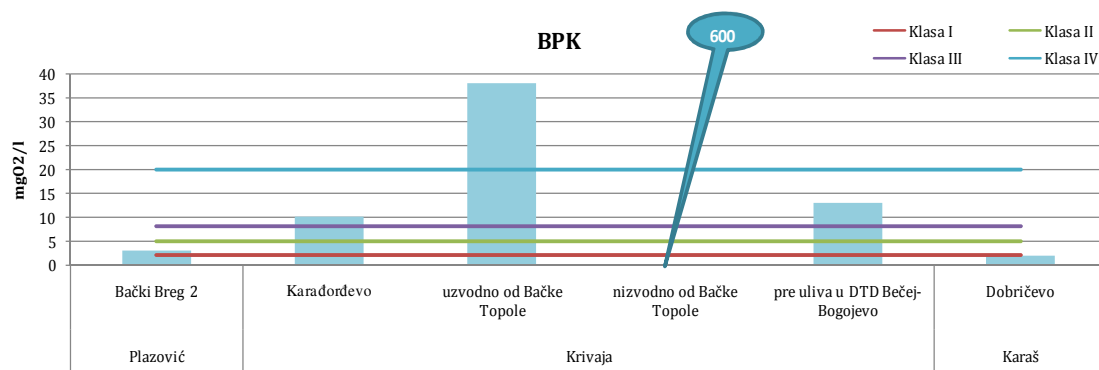
Slika 84. Koncentracije rastvorenog kiseonika u značajno izmenjenim veštačkim vodnim telima



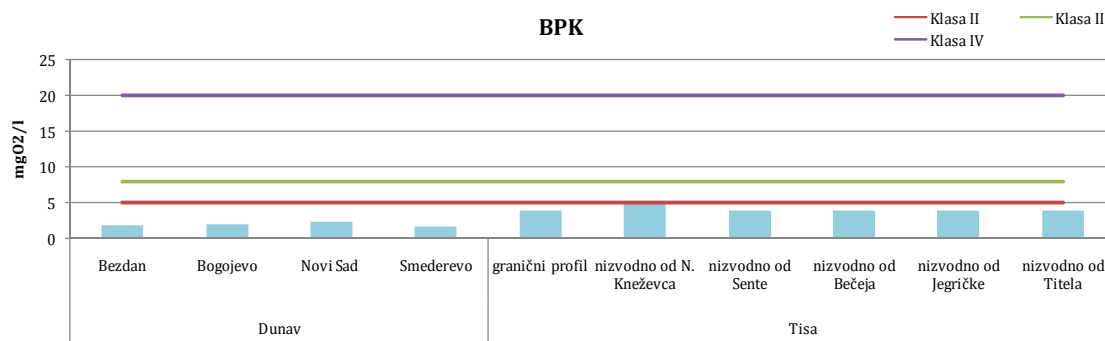
Slika 85. Koncentracije rastvorenog kiseonika u veštačkim vodnim telima

Višegodišnji monitoring programi na vodotocima su potvrdili značajno variranje sadržaja kiseonika. Pojava prezasićenosti kiseonikom javlja se početkom vegetacionog perioda (do juna), dok se deficit kiseonika najčešće konstatuje najviše u letnjem i jesenjem periodu. Ova pojava posledica je, pored svega, i malih brzina vode koje smanjuje snagu samoprečišćavanja ekosistema.

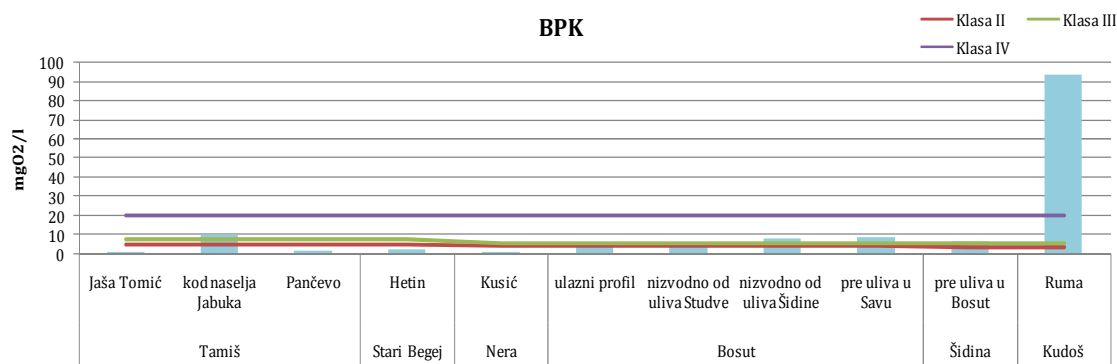
Na slikama 86-91 su prikazane izmerene koncentracije biološke potrošnje kiseonika na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti ispod 4,5 ili 5 mgO₂/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je vrednost biološke potrošnje kiseonika iznad ove vrednosti su: Nadela, Tamiš, Begej, Krivaja, DTD Prigrevica-Bezdan, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Odžaci-Sombor, DTD Bečej-Bogojevo.



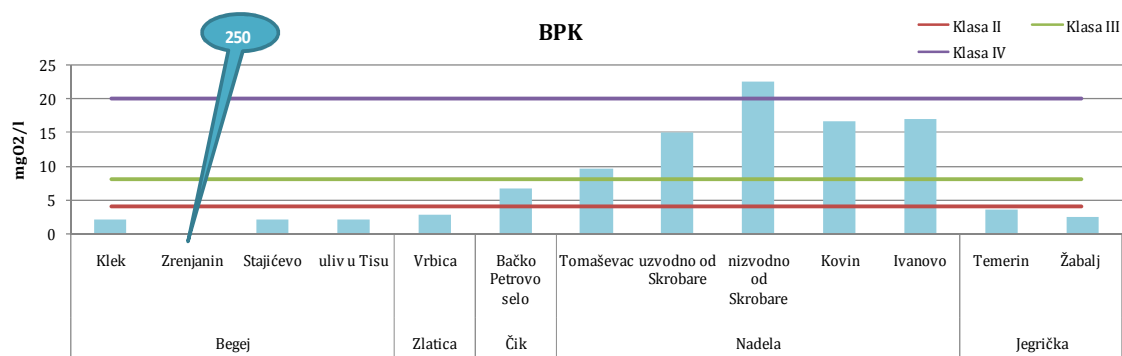
Slika 86. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u rekama



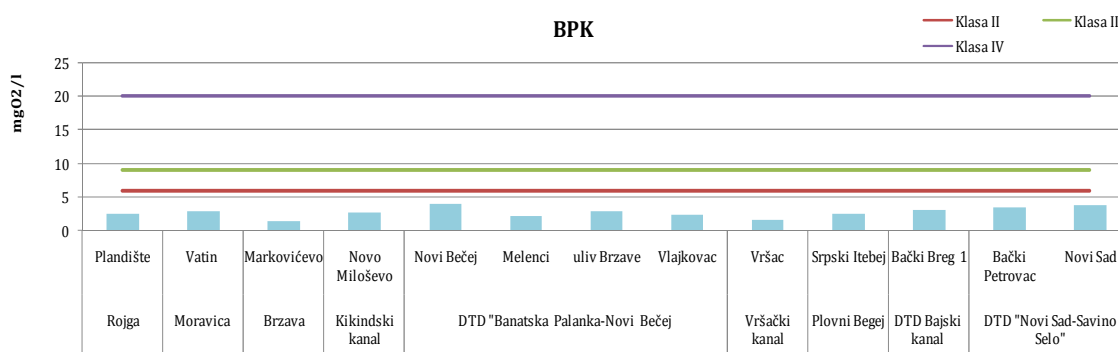
Slika 87. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



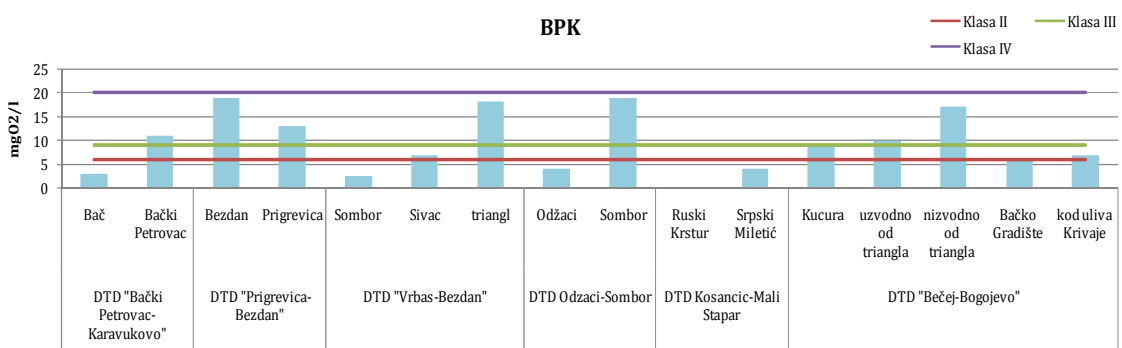
Slika 88. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 89. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u značajno izmenjenim vodnim telima



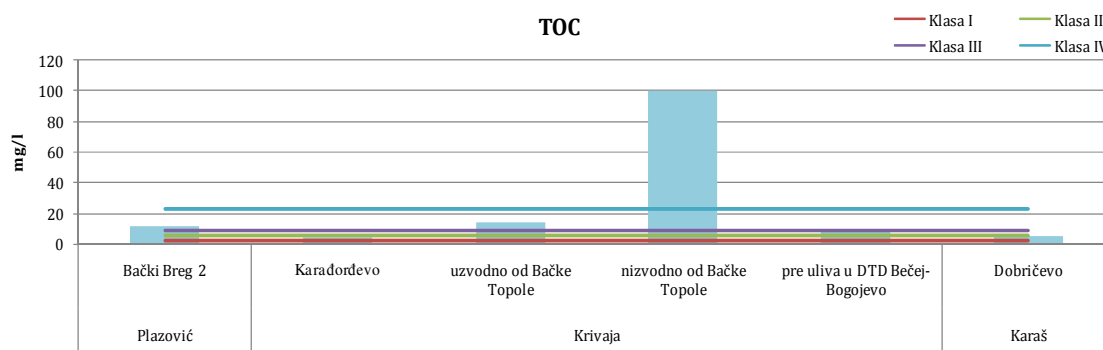
Slika 90. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u značajno izmenjenim i veštačkim vodnim telima



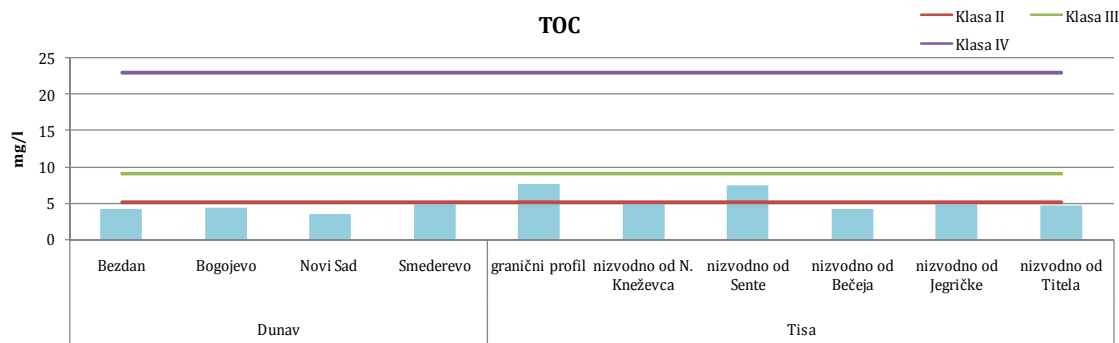
Slika 91. Koncentracije biološke potrošnje kiseonika u veštačkim vodnim telima

Sličan kvalitet vode vodotoka je i u slučaju hemijske potrošnje kiseonika (izražene preko bihromata ili preko permanganata).

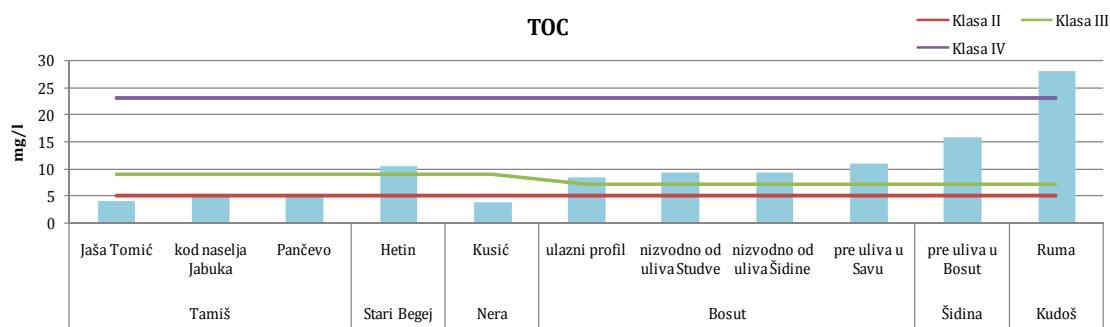
Na slikama 92-97 su prikazane izmerene koncentracije ukupnog organskog ugljenika na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti ispod 5 ili 7 mg/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je vrednost ukupnog organskog ugljenika iznad propisane vrednosti su: Krivaja, Tisa, Stari Begej, Bosut, Šidina, Kudoš, Begej, Zlatica, Čik, Nadela, Jegrička, Rojga, Kikindski kanal, DTD Bački Petrovac-Karavukovo, DTD Prigrevica-Bezdan, DTD Kosančić-Mali Stapar, DTD Bečej-Bogojevo.



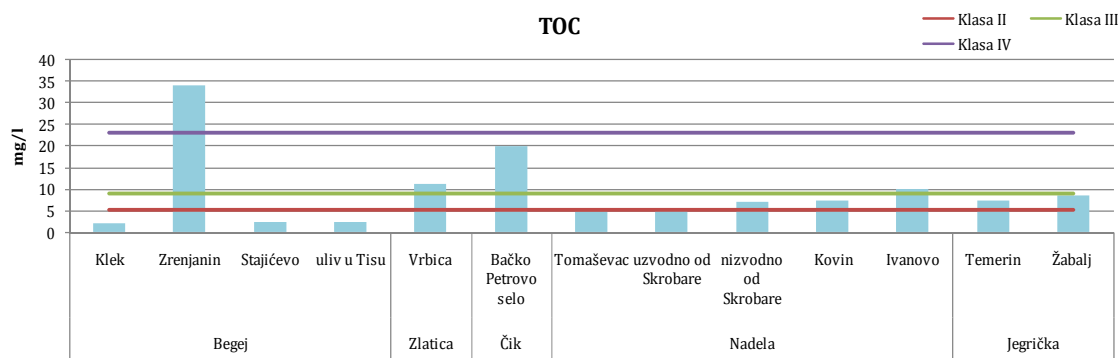
Slika 92. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u rekama



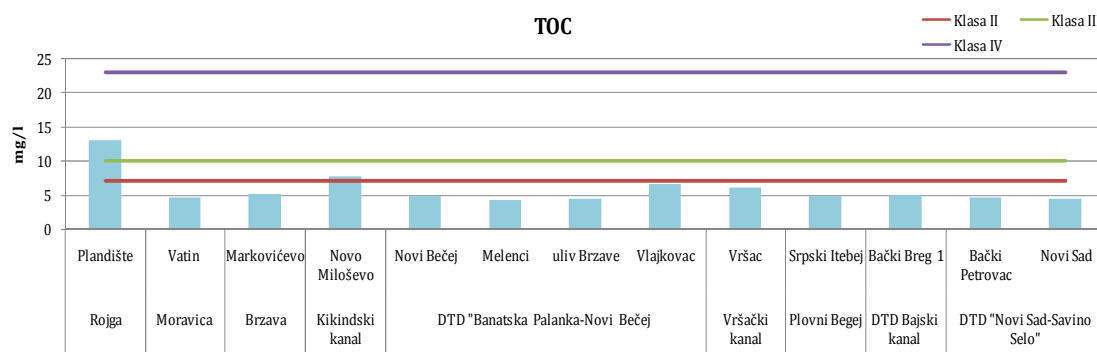
Slika 93. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u značajno izmenjenim vodnim telima



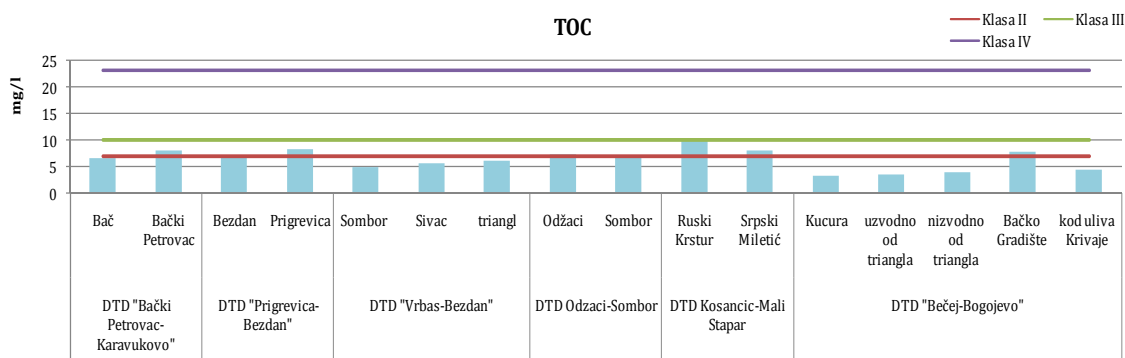
Slika 94. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 95. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 96. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u značajno izmenjenim i veštačkim vodnim telima

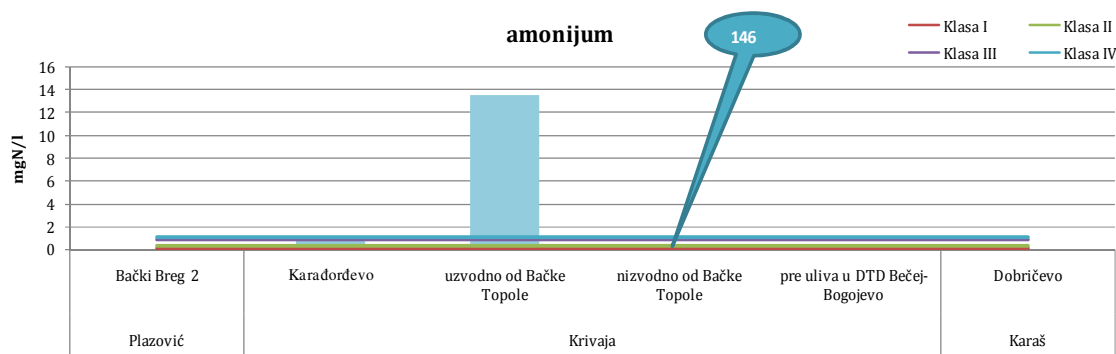


Slika 97. Koncentracije ukupnog organskog ugljenika u veštačkim vodnim telima

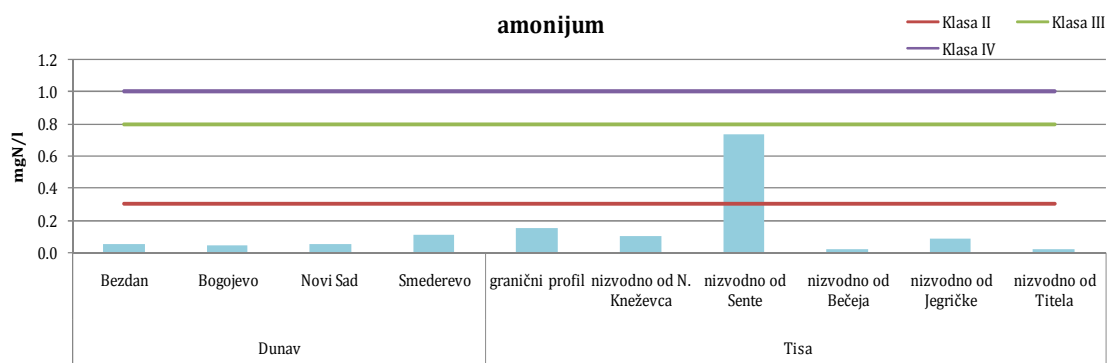
Sadržaj nutrijenata

Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti nitratnog azota ispod 3 ili 4 mgN/l (zavisno od tipa vodotoka). Samo je na Bosutu prekoračena granična vrednost za drugu klasu, dok se svi ostali vodotoci svrstavaju u klasu II prema sadržaju nitrata.

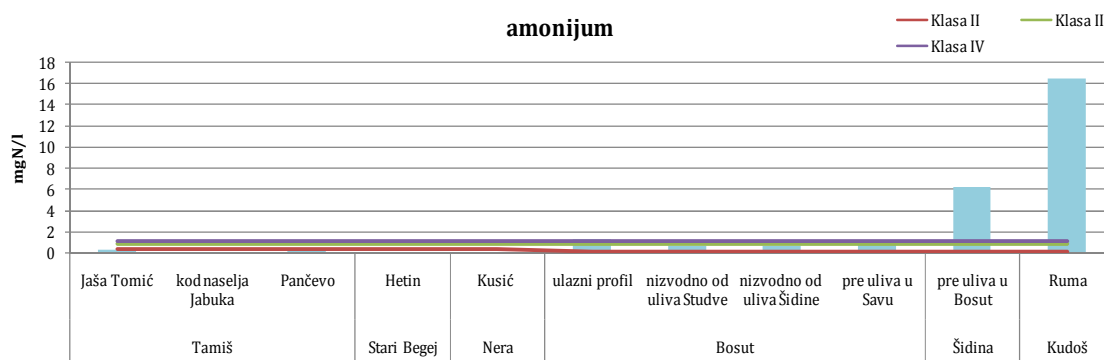
Na slikama 98-103 su prikazane izmerene koncentracije amonijčnog azota na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti amonijuma ispod 0,1; 0,3 ili 0,4 mgN/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je koncentracija amonijačnog azota iznad ove vrednosti su: Krivaja, Tisa, Bosut, Šidina, Kudoš, Nadela, Jegrička, Kikindski kanal, DTD Banatska Palanka-Novni Bečej, Plovni Begej, DTD Prigrevica-Bezdan, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Odžaci-Sombor, DTD Kosančić-Mali Stapar, DTD Bečej-Bogojevo.



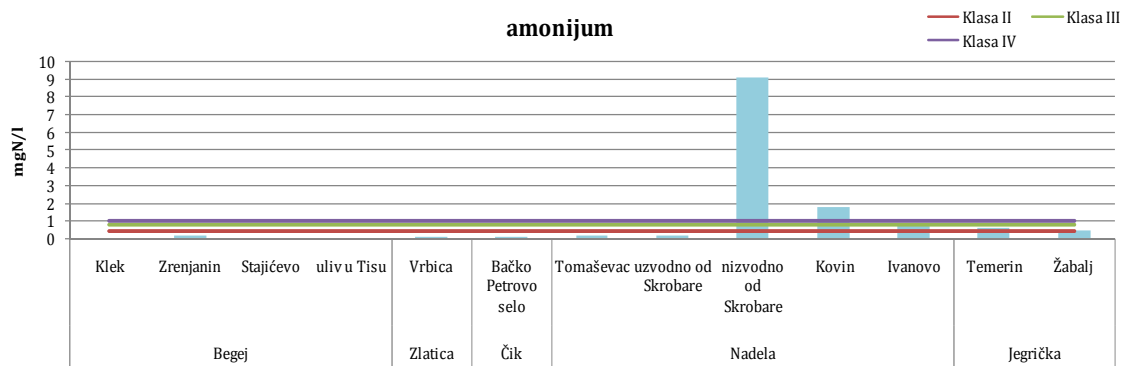
Slika 98. Koncentracije amonijuma u rekama



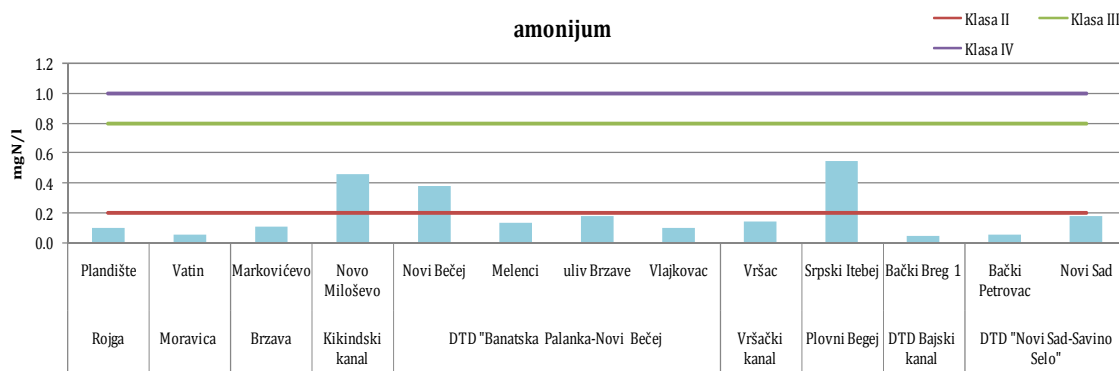
Slika 99. Koncentracije amonijuma u značajno izmenjenim vodnim telima



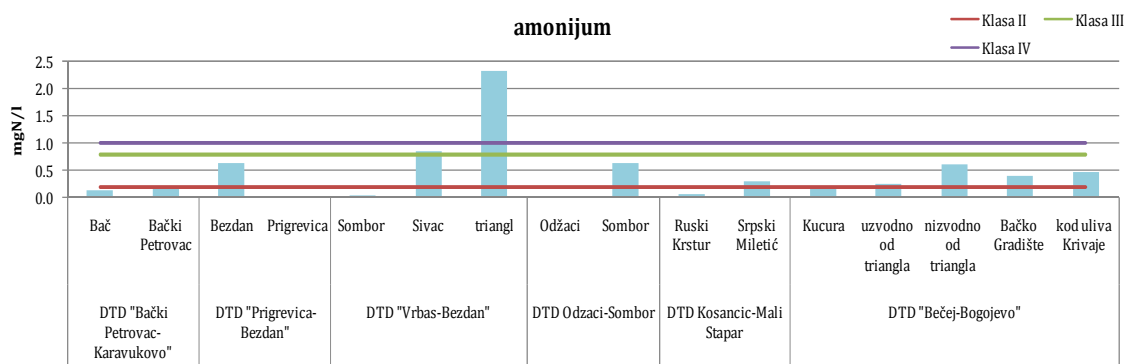
Slika 100. Koncentracije amonijuma u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 101. Koncentracije amonijuma u značajno izmenjenim vodnim telima

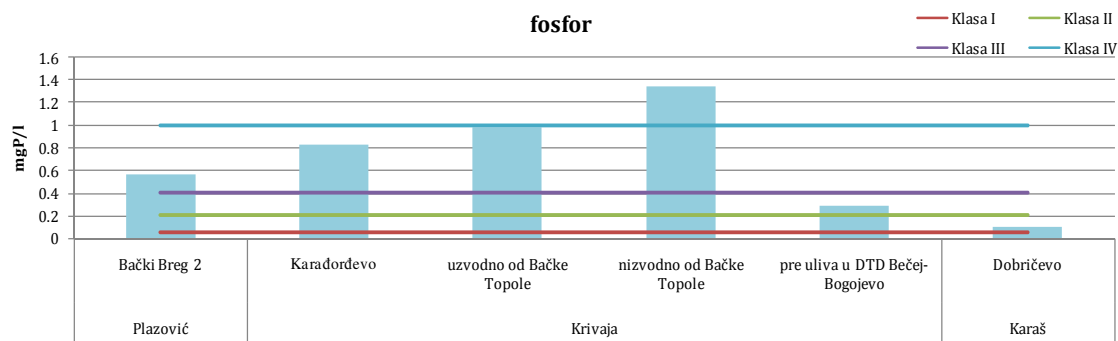


Slika 102. Koncentracije amonijuma u značajno izmenjenim i veštačkim vodnim telima

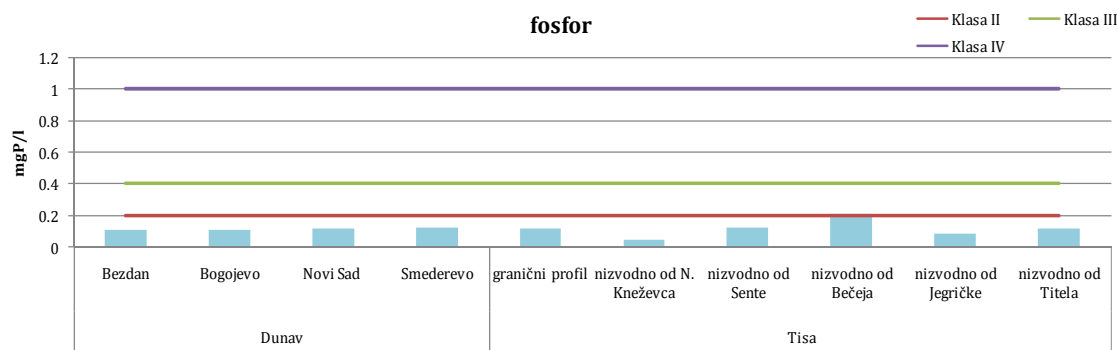


Slika 103. Koncentracije amonijuma u veštačkim vodnim telima

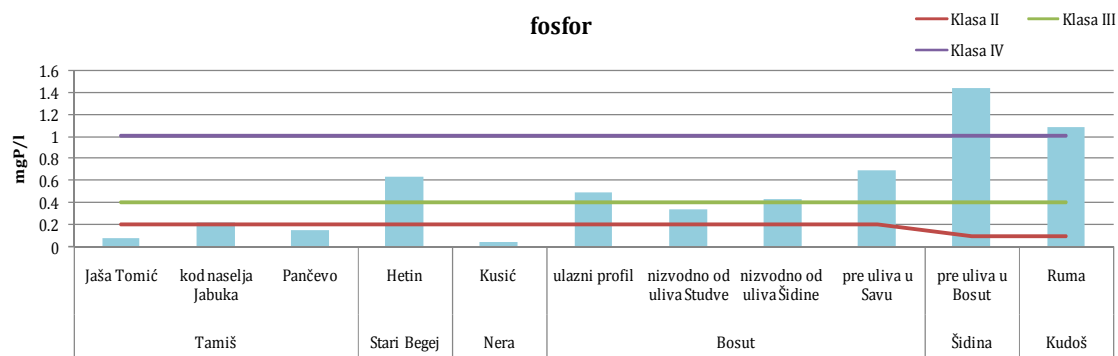
Na slikama 104-109 su prikazane izmerene koncentracije ukupnog fosfora na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Dobrom ekološkom statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti fosfora ispod 0,10; 0,15; 0,20 ili 0,30 mgP/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je koncentracija ukupnog fosfora iznad ove vrednosti su: Krivaja, Stari Begej, Bosut, Šidina, Kudoš, Begej, Zlatica, Nadela, Moravica, Plovni Begej, Plazović, DTD Prigrevica-Bezdan, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Bečej-Bogojevo.



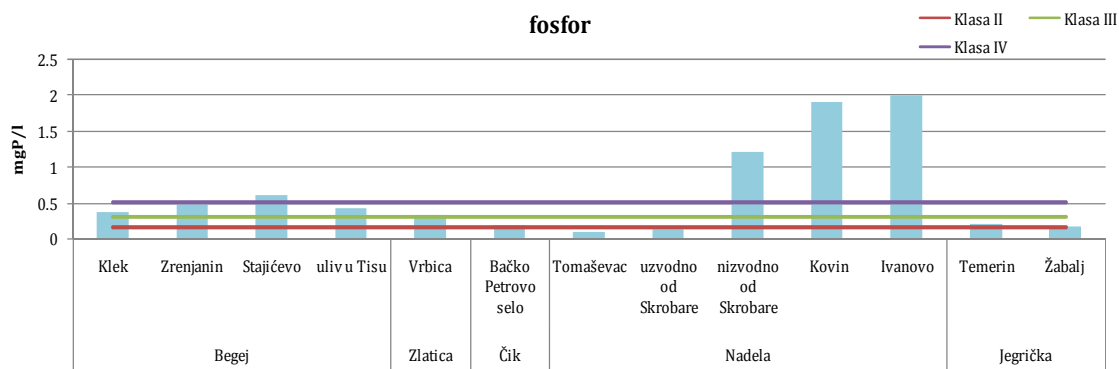
Slika 104. Koncentracije ukupnog fosfora u rekama



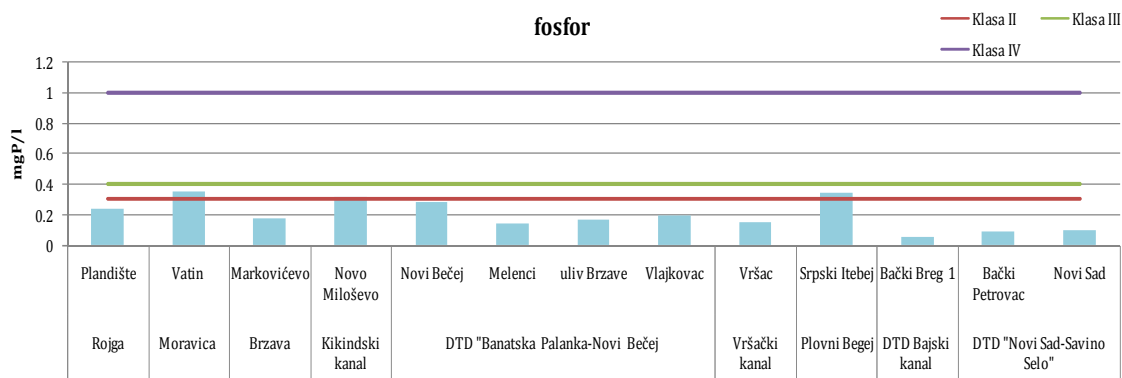
Slika 105. Koncentracije ukupnog fosfora u značajno izmenjenim vodnim telima



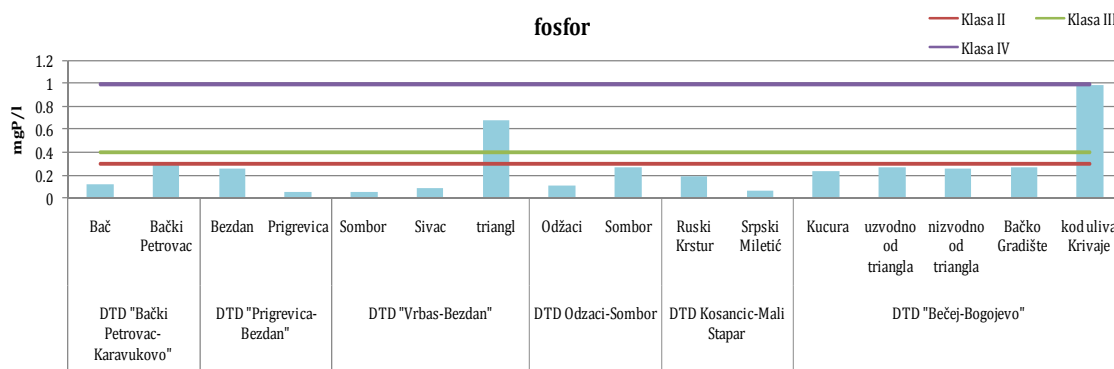
Slika 106. Koncentracije ukupnog fosfora u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 107. Koncentracije ukupnog fosfora u značajno izmenjenim vodnim telima



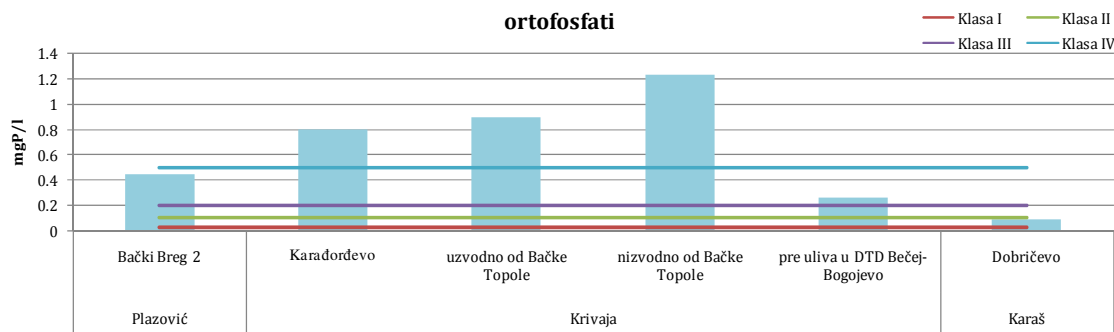
Slika 108. Koncentracije ukupnog fosfora u značajno izmenjenim i veštačkim vodnim telima



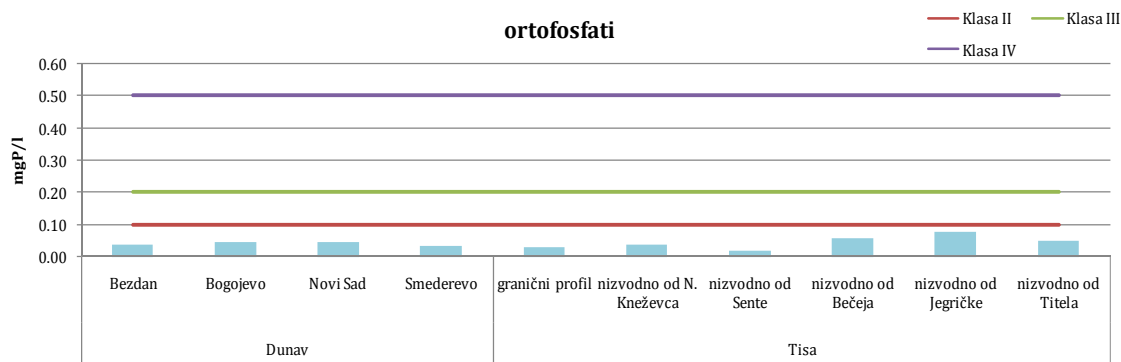
Slika 109. Koncentracije ukupnog fosfora u veštačkim vodnim telima

Na slikama 110-115 su prikazane izmerene koncentracije ortofosfata na ispitivanim vodotocima u poređenju sa propisanim vrednostima. Dobrom ekološkom

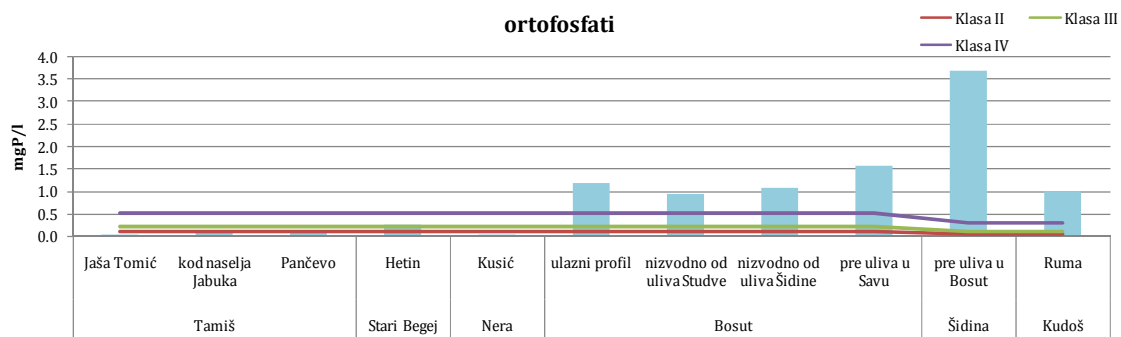
statusu/potencijalu odgovaraju vrednosti ortofosfata ispod 0,05; 0,10 ili 0,20 mgP/l (zavisno od tipa vodotoka). Vodotoci na kojima je koncentracija ortofosfata iznad ove vrednosti su: Plazović, Krivaja, Stari Begej, Bosut, Šidina, Kudoš, Begej, Zlatica, Nadela, Rojga, Kikindski kanal, DTD Banatska Palanka-Noví Bečej, DTD Bački Petrovac-Karavukovo, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Bečej-Bogojevo.



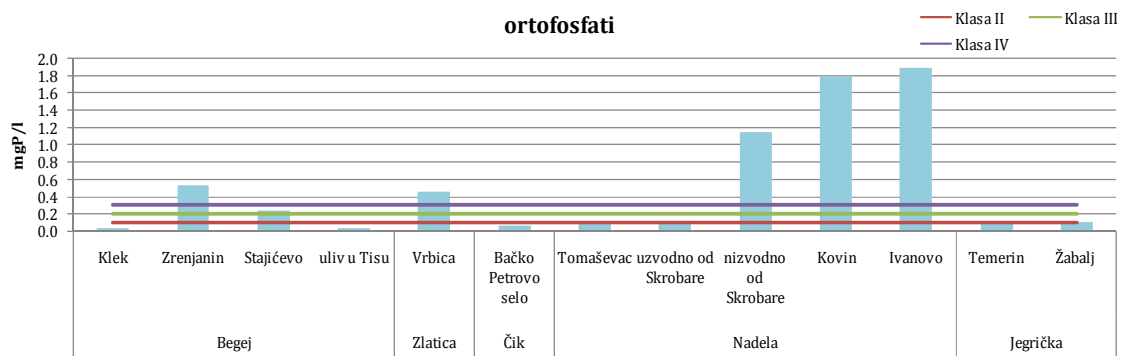
Slika 110. Koncentracije ortofosfata u rekama



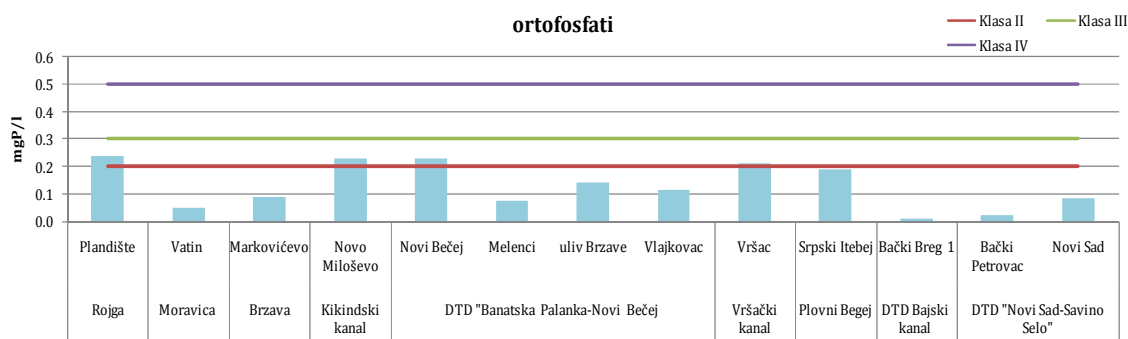
Slika 111. Koncentracije ortofosfata u značajno izmenjenim vodnim telima



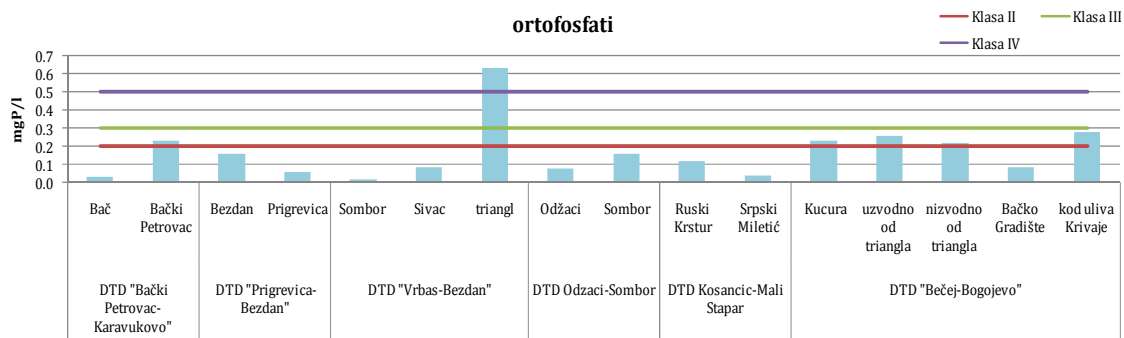
Slika 112. Koncentracije ortofosfata u značajno izmenjenim vodnim telima



Slika 113. Koncentracije ortofosfata u značajnim izmenjenim vodnim telima



Slika 114. Koncentracije ortofosfata u značajno izmenjenim i veštačkim vodnim telima



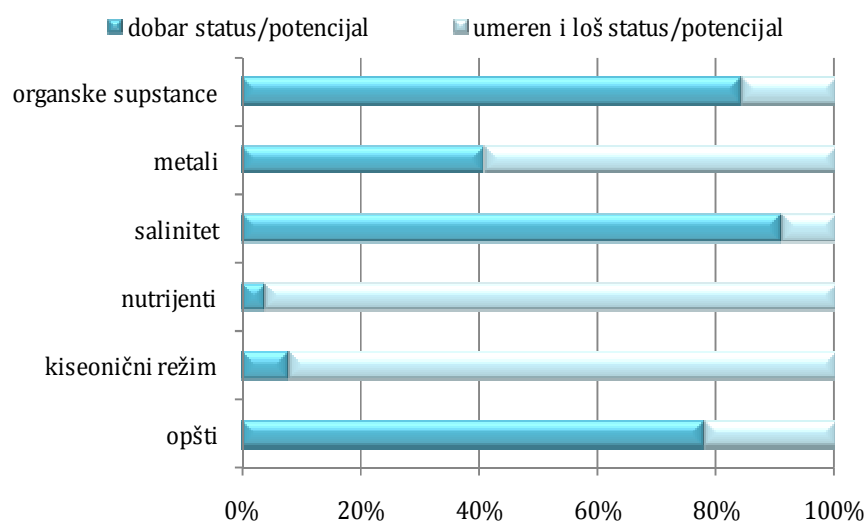
Slika 115. Koncentracije ortofosfata u veštačkim vodnim telima

U tabeli 20 je prikazana sumarna klasifikacija vode svih ispitivanih vodotoka, izražena za grupe hemijskih parametara date u uredbi (Sl. glasnik RS, 50/2012). U obzir je uzet kvalitet vode na svakom ispitivanom lokalitetu vodotoka, a pripadnost klasi je određena na osnovu najlošije ocenjene zagađujuće materije odnosno grupe zagađujućih materija.

Tabela 20. Klasifikacija vode vodotoka AP Vojvodina

Vodotok	Opšti	Kiseonični režim	Nutrijenti	Salinitet	Metali	Organske supstance	konačna klasifikacija
Dunav	2	2	3	2	2	2	3
Tisa	2	3	3	2	4	2	4
Nadela	2	4	5	4	3	2	5
Tamiš	2	2	3	2	2	2	3
Kikindski kanal	2	3	3	2	3	2	3
Begej	2	5	5	2	3	2	5
Zlatica	2	3	5	2	2	2	5
Stari Begej	2	3	4	3	3	2	4
Plovni Begej	2	2	3	2	2	2	3
DTD Banatska Palanka-Novi Bečej	2	3	3	2	2	2	3
Vršaački kanal	2	2	3	2	3	2	3
Rojga	2	3	3	2	2	2	3
Moravica	2	3	3	2	2	2	3
Karaš	2	2	2	1	1	1	2
Brzava	2	2	3	2	2	2	3
Nera	2	2	2	2	2	2	2
Plazović	2	3	4	2	3	1	4
Čik	2	4	3	3	2	2	4
DTD Bajski kanal	2	2	2	2	2	2	2
DTD "Novi Sad-Savino Selo"	2	3	3	2	2	2	3
DTD "Bač. Petrovac-Karavukovo"	2	4	3	2	4	2	4
DTD "Bečej-Bogojevo"	2	4	4	2	4	2	4
DTD "Prigrevica-Bezdan"	2	4	4	2	4	2	4
DTD "Vrbaš-Bezdan"	2	5	5	2	5	2	5
DTD Odžaci-Sombor	2	4	4	2	3	2	4
DTD Kosančić-Mali Stapar	2	3	3	2	4	2	4
Krivaja	2	5	5	5	3	1	5
Jegrička	2	3	4	2	4	2	4
Golubinački kanal	3	4	4	2	2	2	4
Ljukovo	3	4	4	3	2	4	4
Šidina	3	5	5	2	4	2	5
Vrtić	1	4	4	2	3	2	4
Kudoš	3	5	5	2	3	3	5
Jelence	3	4	5	2	3	3	5
Galovica	3	4	2	2	4	3	4
Veliki Begej	3	4	4	2	2	3	4
Bosut	3	4	5	2	3	3	5
Ludaško jezero	2	5	5	2	4	2	5

Od 37 vodotoka, samo tri (Karaš, Nera i Bajski kanal) se klasifikuju u klasu 2, što odgovara dobrom kvalitetu voda. Kvalitet najvećeg broja vodotoka odgovara slabom ili lošem statusu/potencijalu, odnosno klasama 4 ili 5. Najveća odstupanja od dobrog statusa/potencijala su u sadržaju nutrijenata i parametara kiseoničnog režima. Kada su u pitanju nutrijenti samo 8% vodotoka odgovara dobrom kvalitetu voda (klase 1 ili 2), a u slučaju parametara kiseoničnog režima (organske materije) svega 19% vodotoka je dobrog kvaliteta (slika 116). Ovakvo stanje ukazuje na to da je uzrok lošeg kvaliteta vodotoka ispuštanje nedovoljno prečišćenih otpadnih voda.



Slika 116. Kvalitet vode vodotoka prema parametrima - usklađenost sa dobrim kvalitetom vode

Vodotoci koji se na osnovu pokazatelja kvaliteta klasifikuju u najlošiju, petu, klasu su: Nadela, Begej, Zlatica, DTD Vrbas-Bezdan, Krivaja, Šidina, Kudoš, Ludaško jezero, Jelence i Bosut.

U tabeli 21 je prikazana procena statusa/potencijala za sve ispitivane vodotoke, a na osnovu fizičko-hemijskih pokazatelja kvaliteta određenih u periodu 2009-2014. godine. Ekološki status/potencijal određuje najlošije ocenjeni fizičko-hemijski pokazatelj kvaliteta. Prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda nivo pouzdanosti procene statusa je srednji iz razloga što za ocenu statusa nisu korišćeni svi biološki elementi kvaliteta. Što se broja podataka tiče, korišćeni su podaci iz perioda 2009-2014. godine uz izračunavanje srednje vrednosti, pri čemu je na nekim vodotocima bio veoma mali broj merenja. Ocenjen ekološki status vodnih tela površinskih voda prikazan je

bojama: plava - odličan, zelena - dobar, žuta - umeren, narandžasta - slaba, crvena - loš. Ocenjen ekološki potencijal značajno izmenjenih vodnih tela površinskih voda prikazan je bojama: jednake zelene i tamno-sive pruge - dobar i bolji, jednake žute i tamno-sive pruge - umeren, jednake narandžaste i tamno-sive pruge - slab, jednake crvene i tamno-sive pruge - loš. Ocenjen ekološki potencijal veštačkih vodnih tela površinskih voda prikazan je bojama: jednake zelene i svetlo-sive pruge - dobar i bolji, jednake žute i svetlo -sive pruge - umeren, jednake narandžaste i svetlo -sive pruge - slab, jednake crvene i svetlo -sive pruge - loš.

Tabela 21. Procena ekološkog statusa/potencijala vodotoka

Vodotok	Naziv stanice	Fizičko-hemijski elementi kvaliteta	Specifične zagađujuće materije	Ocena ekološkog statusa	Uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala
Reke - Tip 2					
Nera	Kusić				-
Reke - Tip 5					
Plazović	Bački Breg 2				HPK, TOC, P, PO ₄ ³⁻ , As
Krivaja	Karadorđevo				HPK, BPK, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻
	uzvodno od Bačke Topole				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Cl ⁻ , elektroprovodljivost
	nizvodno od Bačke Topole				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Cl ⁻ , Fe, Mn, elektroprovodljivost
	pre uliva u DTD Bečej- Bogojevo				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn
Karaš	Dobričevo				suspendovane materije, TOC, N
Značajno izmenjena vodna tela - Tip 1					
Dunav	Bezdan				susp. materije, N
	Bogojevo				susp. materije, N
	Novi Sad				-
	Smederevo				-
Tisa	granični profil				HPK, TOC, Mn
	nizvodno od N. Kneževca				HPK, Mn
	nizvodno od Sente				HPK, TOC, O ₂ , NH ₄ ⁺ , Mn

Vodotok	Naziv stanice	Fizičko-hemijski elementi kvaliteta	Specifične zagađujuće materije	Ocena ekološkog statusa	Uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala
	nizvodno od Bečeja				HPK, O ₂ , P, Mn
	nizvodno od Jegričke				HPK, O ₂ , Mn
	nizvodno od Titela				HPK, Mn
Tamiš	Jaša Tomić				-
	kod naselja Jabuka				-
	Pančevo				Ni
Stari Begej	Hetin				HPK, TOC, P, PO ₄ ³⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mn
Značajno izmenjena vodna tela - Tip 2					
Bosut	ulazni profil				HPK, BPK, TOC, N, NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn
	nizvodno od uliva Studve				susp. materije, HPK, BPK, TOC, N, NO ₃ ⁻ , NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn, fenolna jedinjenja
	nizvodno od uliva Šidine				susp. materije, HPK, BPK, TOC, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn, fenolna jedinjenja
	pre uliva u Savu				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, TOC, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , fenolna jedinjenja
Značajno izmenjena vodna tela - Tip 3					
Šidina	pre uliva u Bosut				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, TOC, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn
Kudoš	Ruma				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, TOC, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn, fenolna jedinjenja
Značajno izmenjena vodna tela - Tip 5					
Begej	Klek				HPK, NO ₂ ⁻ , P, Fe, Mn
	Zrenjanin				susp. materije, HPK, BPK, TOC, N, NO ₂ ⁻ , P, PO ₄ ³⁻ , Fe, Mn
	Stajicevo				HPK, NO ₂ ⁻ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn
	uliv u Tisu				HPK, NO ₂ ⁻ , P, Mn
Zlatica	Vrbica				HPK, P, PO ₄ ³⁻
Čik	Bačko Petrovo selo				susp. materije, HPK, BPK, TOC, N, NO ₂ ⁻ , P, Cl ⁻ , elektroprovodljivost
Nadela	Tomaševac				HPK, BPK

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

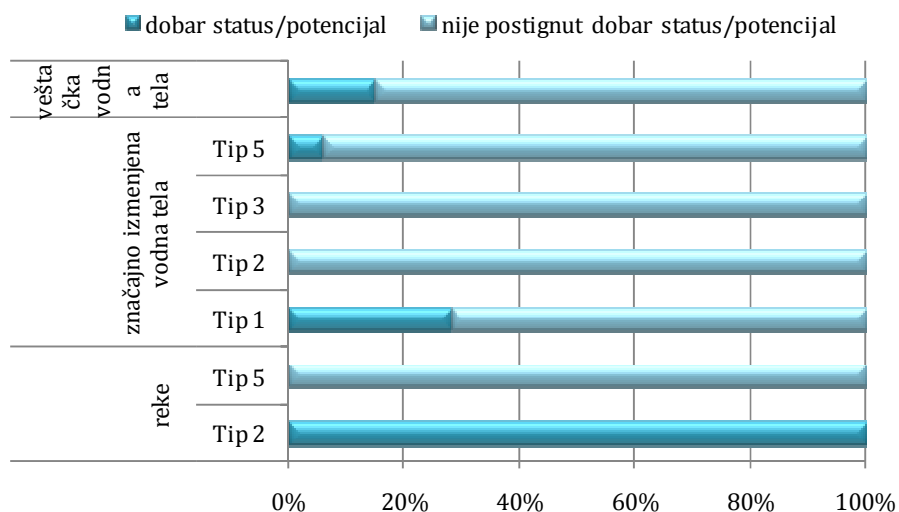
Vodotok	Naziv stanice	Fizičko-hemijski elementi kvaliteta	Specifične zagađujuće materije	Ocena ekološkog statusa	Uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala
	uzvodno od Skrobare				HPK, BPK, TOC, N, PO ₄ ³⁻ , elektroprovodljivost
	nizvodno od Skrobare				HPK, BPK, O ₂ , TOC, N, NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , elektroprovodljivost
	Kovin				HPK, BPK, O ₂ , TOC, N, NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , SO ₄ ²⁻ , elektroprovodljivost
	Ivanovo				HPK, BPK, O ₂ , TOC, N, NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , elektroprovodljivost, Mn
Jegrička	Temerin				HPK, TOC, NH ₄ ⁺ , P
	Žabalj				HPK, TOC, NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻
Rojga	Plandište				susp. materije, HPK, TOC, N, P, PO ₄ ³⁻
Moravica	Vatin				-
Brzava	Markovićevo				susp. materije, N
Veštačka vodna tela					
Kikindski kanal	Novo Miloševo				HPK, TOC, N, NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P, PO ₄ ³⁻ , Mn
DTD "Banatska Palanka-Novi Bečej	Novi Bečej				HPK, NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , As
	Melenci				-
	uliv Brzave				HPK, NO ₂ ⁻
	Vlajkovac				-
Vršački kanal	Vršac				HPK, N, NO ₂ ⁻ , PO ₄ ³⁻
Plovni Begej	Srpski Itebej				N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , P
DTD Bajski kanal	Bački Breg 1				-
DTD Novi Sad-Savino Selo	Bački Petrovac				HPK, N
	Novi Sad				HPK, N, NO ₂ ⁻
DTD Bački Petrovac-Karavukovo	Bač				HPK
	Bački Petrovac				susp. materije, HPK, BPK, TOC, N, PO ₄ ³⁻ , As, Mn

Vodotok	Naziv stanice	Fizičko-hemijski elementi kvaliteta	Specifične zagađujuće materije	Ocena ekološkog statusa	Uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala
DTD Prigrevica-Bezdan	Bezdan				HPK, BPK, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , As, Fe
	Prigrevica				HPK, BPK, TOC, As
DTD Vrbas-Bezdan	Sombor				-
	Sivac				HPK, BPK, N, NH ₄ ⁺
	triangl				susp. materije, HPK, BPK, N, NH ₄ ⁺
DTD Odžaci-Sombor	Odžaci				HPK, N, As
	Sombor				HPK, BPK, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , As
DTD Kosančić-Mali Stapar	Ruski Krstur				HPK, BPK, TOC, NO ₂ ⁻ , As
	Srpski Miletić				HPK, TOC, N, NH ₄ ⁺ , As
DTD Bečej-Bogojevo	Kucura				susp. materije, HPK, BPK, PO ₄ ³⁻ , Fe, Mn
	uzvodno od triangla				susp. materije, HPK, BPK, NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , Fe, Mn
	nizvodno od triangla				susp. materije, O ₂ , HPK, BPK, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , Mn
	Bačko Gradište				susp. materije, HPK, TOC, N, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺
	kod uliva Krivaje				HPK, BPK, NO ₂ ⁻ , NH ₄ ⁺ , PO ₄ ³⁻ , Mn

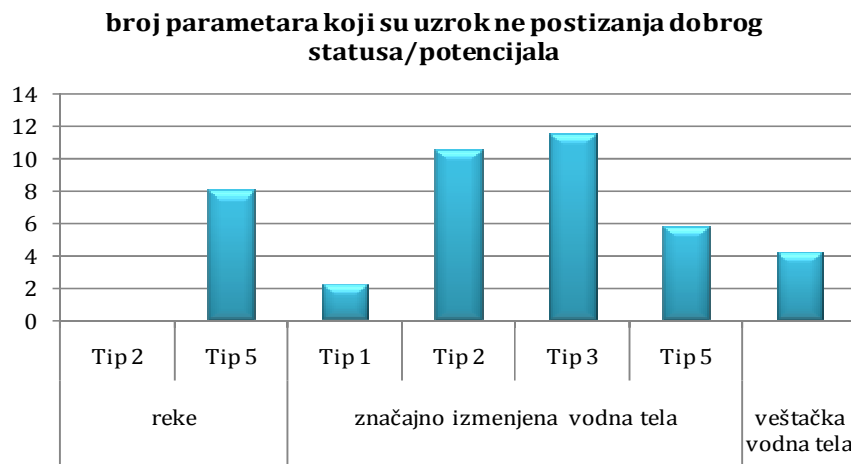
Dobar ekološki status je ocenjen na 5 vodotoka (7 mernih mesta), a dobar i bolji ekološki potencijal na tri vodotoka (4 merna mesta), što zajedno predstavlja petinu od svih ispitivanih vodotoka. Vode velikog broja vodotoka su lošeg kvaliteta (slika 117).

Iz prikazanih rezultata se vidi da reke (sa izuzetkom Krivaje) i značajno izmenjena vodna tela Tipa 1 imaju znatno bolji kvalitet u odnosu na ostale tj. manje vodotoke (kao što su značajno izmenjena vodna tela tipa 2, 3, 5 i veštačka vodna tela). U kategoriju reke tipa 1 spada Krivaja, koja je recipijent velike količine neprečišćenih otpadnih voda koje su dugogodišnjim ispuštanjima dovele do veoma lošeg stanja (sa čestim pomorom riba). Na sve to treba dodati i veoma mali protok same Krivaje, a često su zabeleženi periodi i bez protoka. Pored Krivaje, veoma lošeg kvaliteta su i značajno izmenjena vodna tela tipa 2 i 3.

To govori i broj parametara koji su uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala (slika 118). Kod Nere, Dunava, Tise i Tamiša je zabeležen znatno manji broj ovih parametara. Dunav i Tisa predstavljaju recipijente otpadnih voda, iako većeg broja zagađivača, ipak po kvalitetu najmanje odstupaju od dobrog statusa a to je zbog velike protočne moći i sposobnosti samoprečišćavanja. Kod nekih vodotoka (Nadela, DTD Vrbas-Bezdan) se vide velike promene u kvalitetu na nizvodnijim lokalitetima nakon uliva otpadnih voda.



Slika 117. Broj lokaliteta na kojima kvalitet odgovara dobrom statusu/potencijalu (grupisani prema kategorijama i tipovima vodnih tela)



Slika 118. Prosečan broj parametara koji su uzrok ne postizanja dobrog statusu/potencijala prema tipovima i kategoriji vodnih tela

Nakon utvrđivanja broja parametara koji su uzrok ne postizanja dobrog statusa/potencijala, potrebno je utvrditi veličinu prekoračenja propisanih vrednosti.

Na osnovu ispitivanja, može se reći da su Osnovna kanalska mreža hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav i vodotoci na njoj, uglavnom opterećeni organskim materijama, čiji uticaj prouzrokuje smanjenje sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi, povećanje vrednosti BPK₅ i čestu pojavu aneorobnih uslova sa visokim vrednostima sumporvodonika i amonijaka, što za sobom povlači ne samo poremećaj hemijskog režima, već i uništenje akvatičnog života vodotoka. Nizak sadržaj rastvorenog kiseonika, odnosno povećane koncentracije hemijske i biohemijske potrošnje kiseonika, ukazuju na prisutno organsko zagađenje. Kada organske materije dospeju u vodotok, za njihovu razgradnju (oksidaciju) se troši rastvoreni kiseonik iz vodotoka i na taj način se ugrožavaju vrste u vodotoku koje koriste kiseonik. Prema tome, javljaju se dva negativna efekta: nagomilavanje mulja u vodotoku i ekološka šteta usled smanjivanja koncentracije rastvorenog kiseonika ispod biološkog minimuma. Znatan deo organskog zagađenja može voda razgraditi svojom sposobnošću samoprečišćavanja (autopurifikacije) dosta brzim tempom, dokle god joj njegova koncentracija dopušta da se održi u aerobnim prilikama. Snaga samoprečišćavanja zavisi znatno od uslova toka. Većina vodotoka, pre svega kanali Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav imaju male protočne moći i male brzine toka, pa je autopurifikaciona moć dosta mala. Pored toga, opterećenost hidrosistema DTD industrijskim otpadnim vodama je velika, neujednačena i neravnomerna. Naime, najveći broj zagađivača je lociran oko velikih gradova, što doprinosi kumulativnom opterećenju vodotoka.

Azotne i fosforne materije izazvaće eutrofikaciju vodotoka i stimulišće organsku produkciju. Nakon prolaska vegetacionog perioda za alge, one će postati supstrat za mikroorganizme i prolaskom kroz lanac ishrane doćiće do dodatnog porasta mulja u vodotoku i potrošnje kiseonika. Izdvojeni mulj i autohtoni mulj u vodotoku zbog nagomilavanja toksičnih polutanata postaje i sam toksičan. Sve navedene materije kada se ispuštaju prekomerno, mogu da imaju negativne efekte na korišćenje vode za navodnjavanje i industriju.

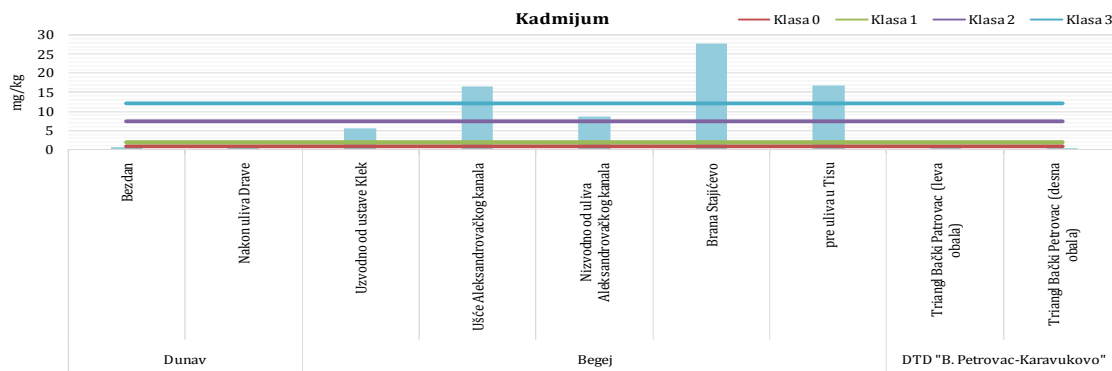
Višegodišnji monitoring programi na vodotocima su potvrdili značajno variranje sadržaja kiseonika. Pojava prezasićenosti kiseonikom javlja se početkom vegetacionog perioda (do juna), dok se deficit kiseonika najčešće konstatuje najviše u letnjem i jesenjem periodu. Ova pojava posledica je, pored svega, i malih brzina vode koje smanjuje snagu samoprečišćavanja ekosistema.

4.3.2. Kvalitet sedimenta u vodotocima

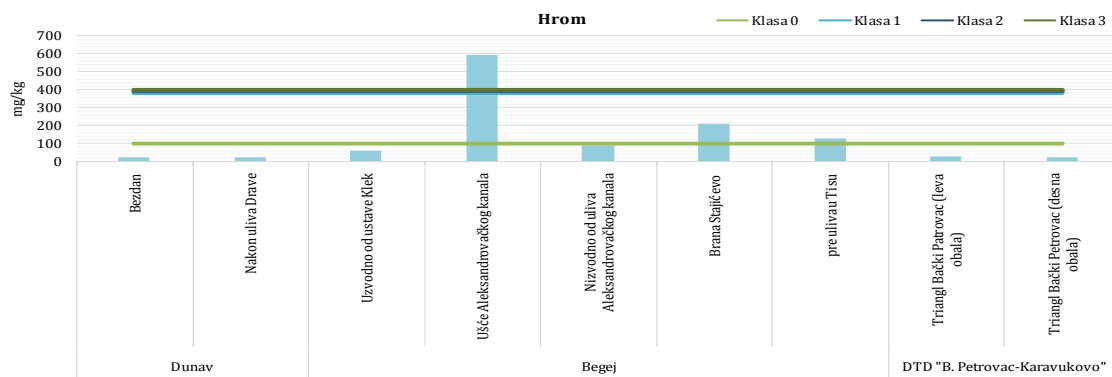
Zbog toga što sedimenti predstavljaju dugotrajne sekundarne izvore zagađivanja površinskih voda i jedan su od značajnih puteva izloženosti akvatičnih organizama

potencijalno toksičnim jedinjenjima, važno je pored analiza vode u vodotocima vršiti i analize sedimenata. U sedimentu je izvršena analiza teških metala kao i organskih jedinjenja (pesticida, policikličnih aromatičnih ugljovodonika, polihlorovanih bifenila). Rezultati merenja su prikazani u tabelama P-15 do P-24 u prilogu.

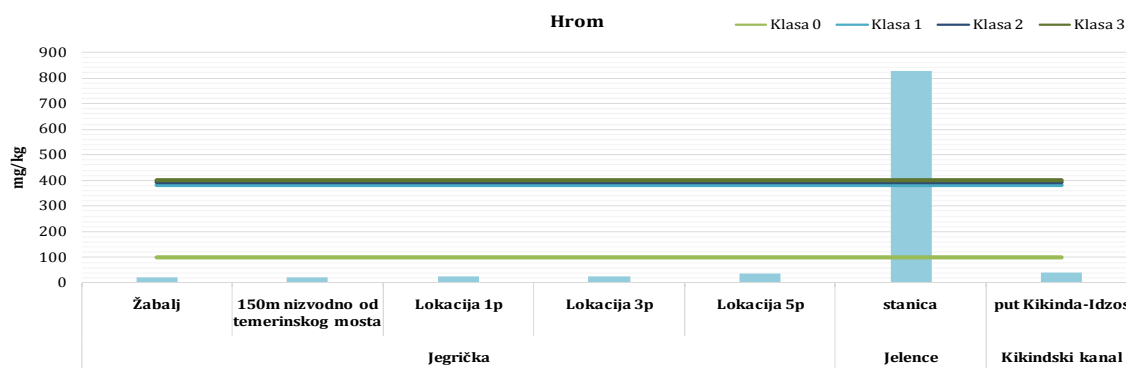
Na slikama od 119 do 140 su prikazane koncentracije metala (korigovane prema sadržaju gline i organske materije u skladu sa uredbom o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje) u poređenju sa propisanim graničnim vrednostima. Na slikama su prikazani samo oni lokaliteti na kojima postoje zagađeni sedimenti (tj. gde su premašene vrednosti za drugu klasu). Na ostalim lokalitetima, sedimenti su zadovoljavajućeg kvaliteta.



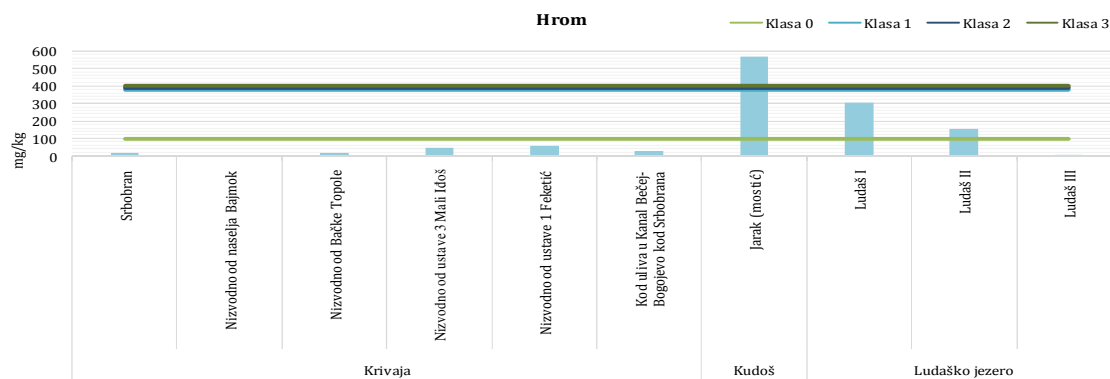
Slika 119. Koncentracije kadmijuma u sedimentima



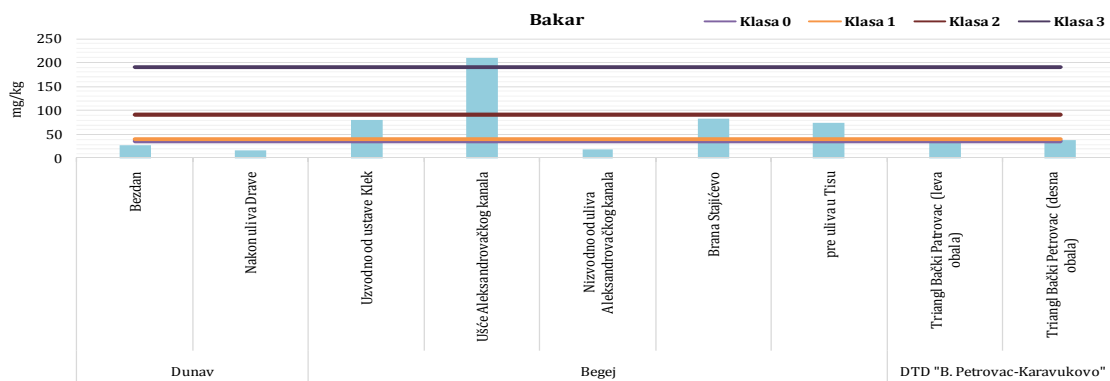
Slika 120. Koncentracije hroma u sedimentima



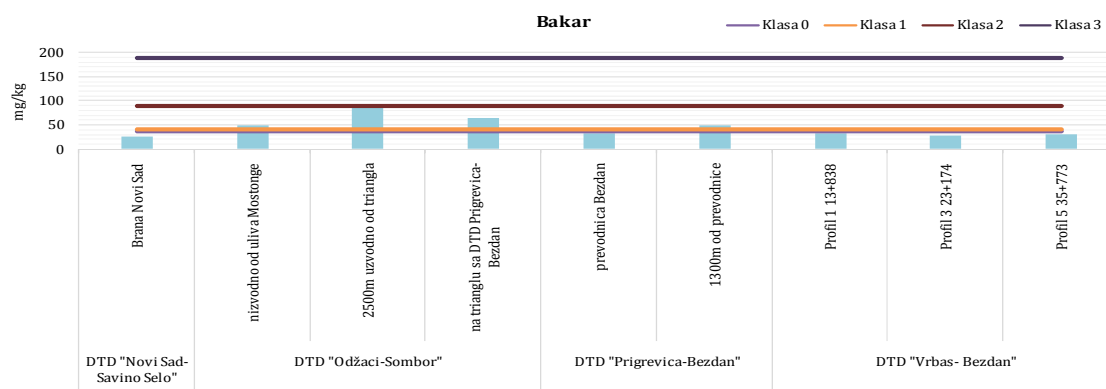
Slika 121. Koncentracije hroma u sedimentima



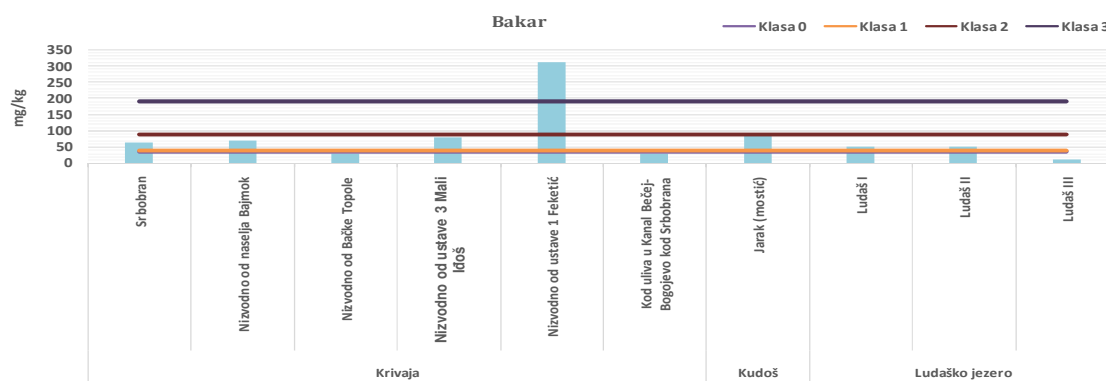
Slika 122. Koncentracije hroma u sedimentima



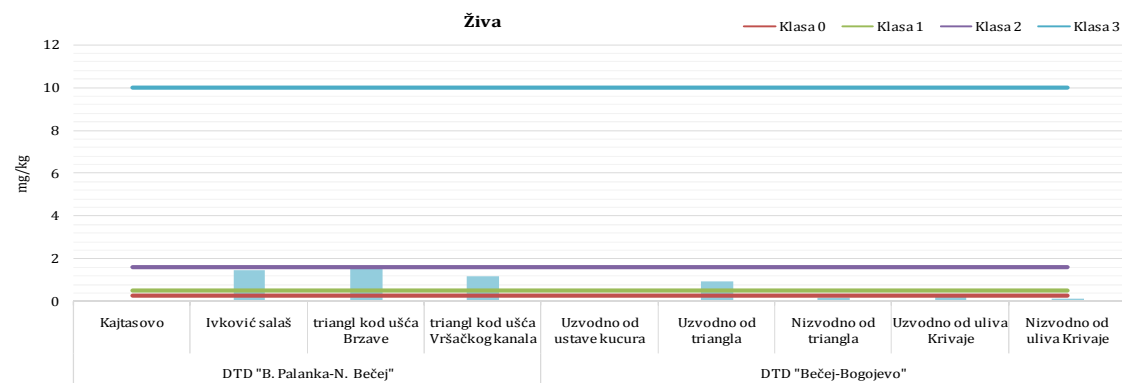
Slika 123. Koncentracije bakra u sedimentima



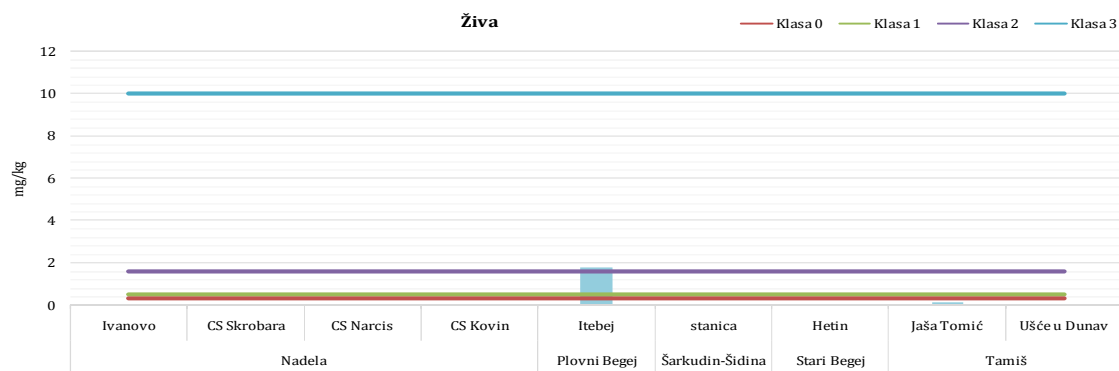
Slika 124. Koncentracije bakra u sedimentima



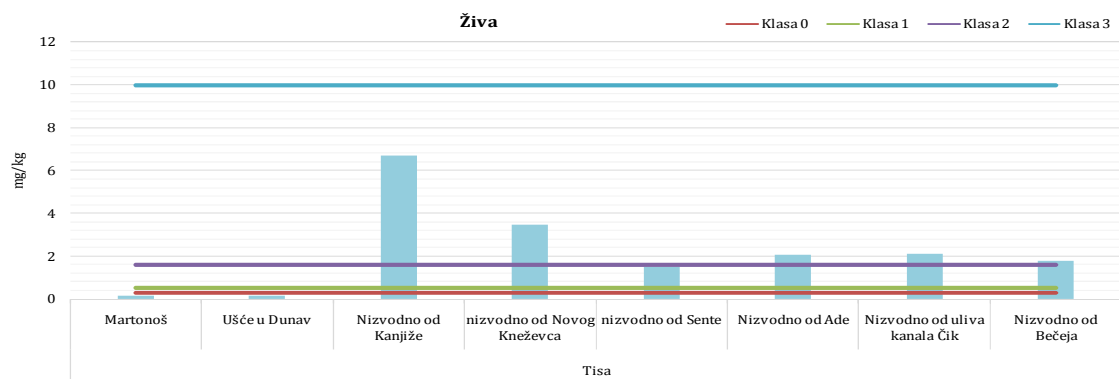
Slika 125. Koncentracije bakra u sedimentima



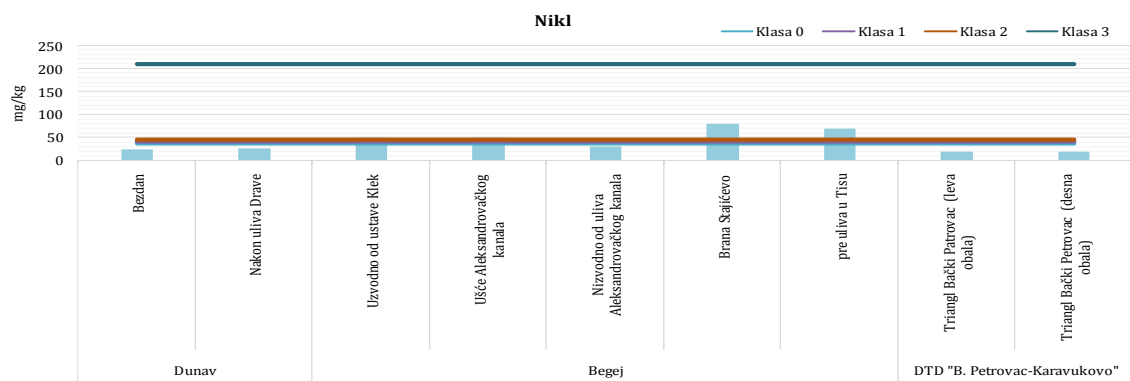
Slika 126. Koncentracije žive u sedimentima



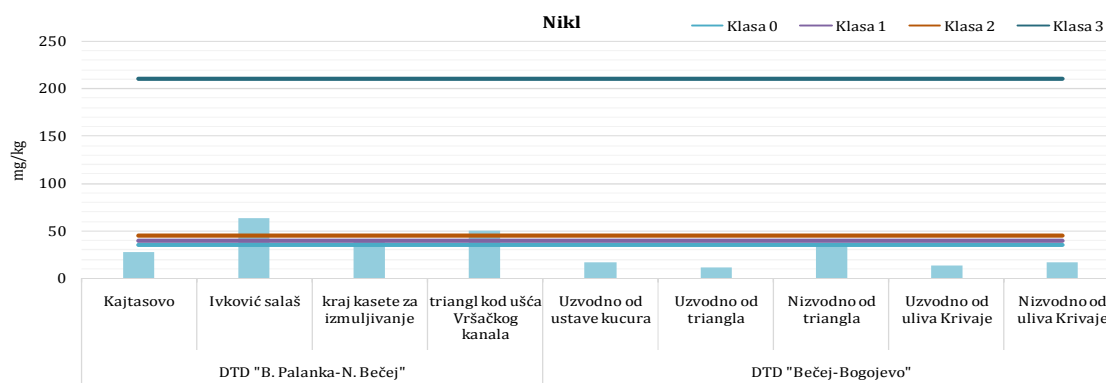
Slika 127. Koncentracije žive u sedimentima



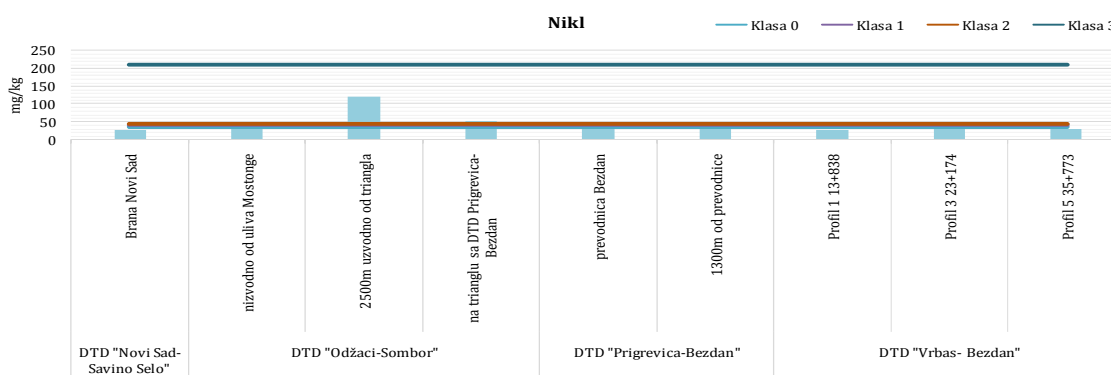
Slika 128. Koncentracije žive u sedimentima



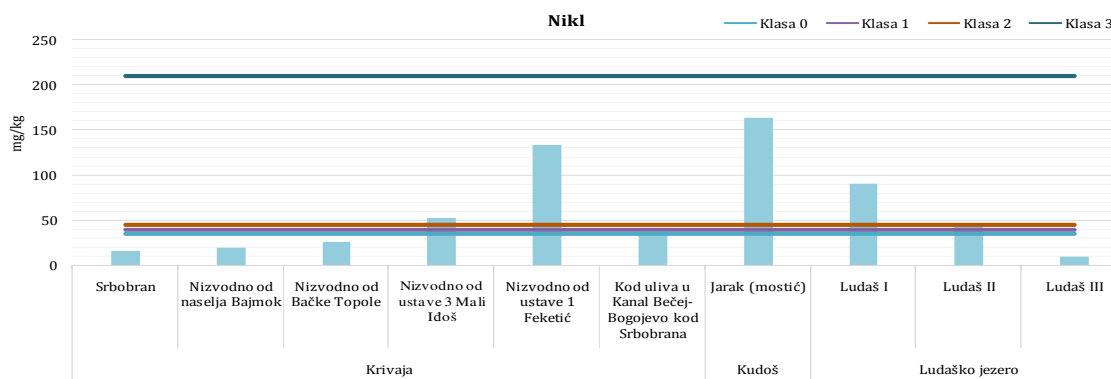
Slika 129. Koncentracije nikla u sedimentima



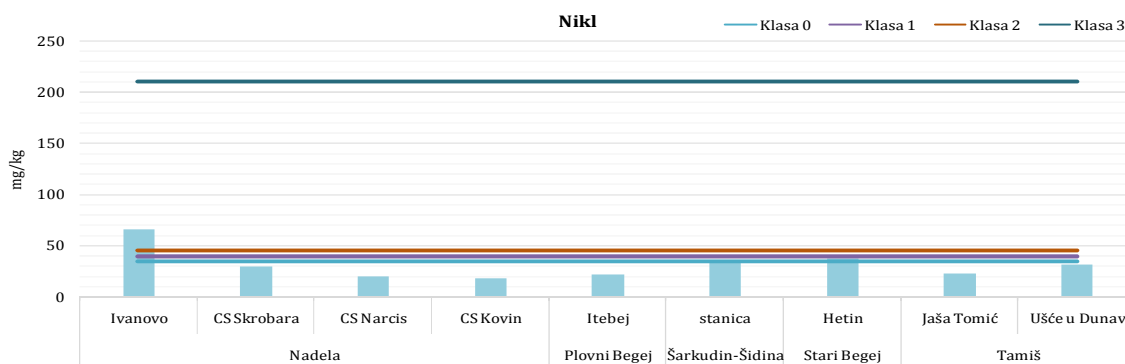
Slika 130. Koncentracije nikla u sedimentima



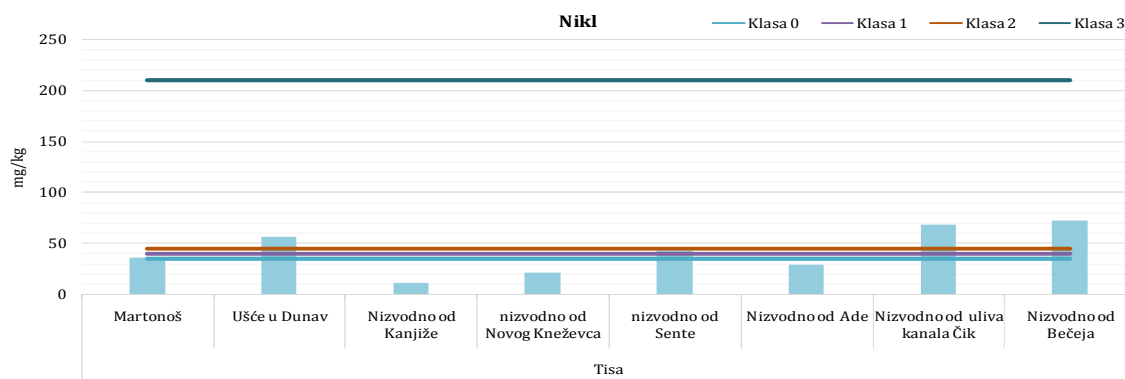
Slika 131. Koncentracije nikla u sedimentima



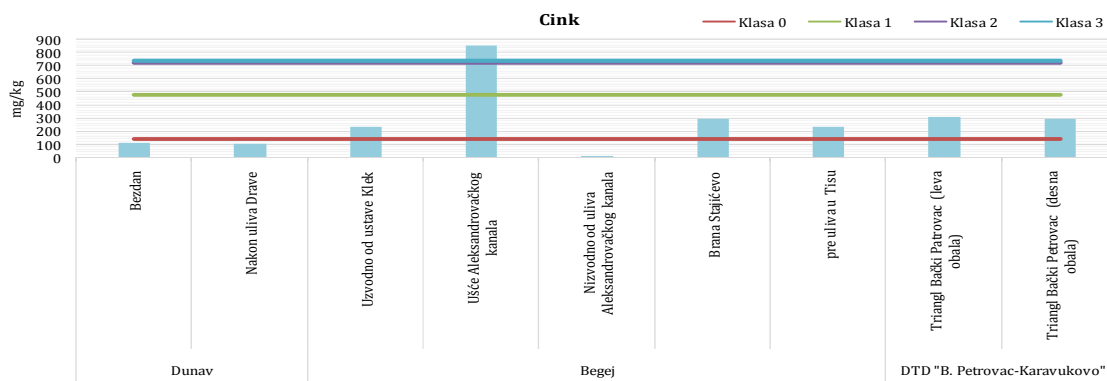
Slika 132. Koncentracije nikla u sedimentima



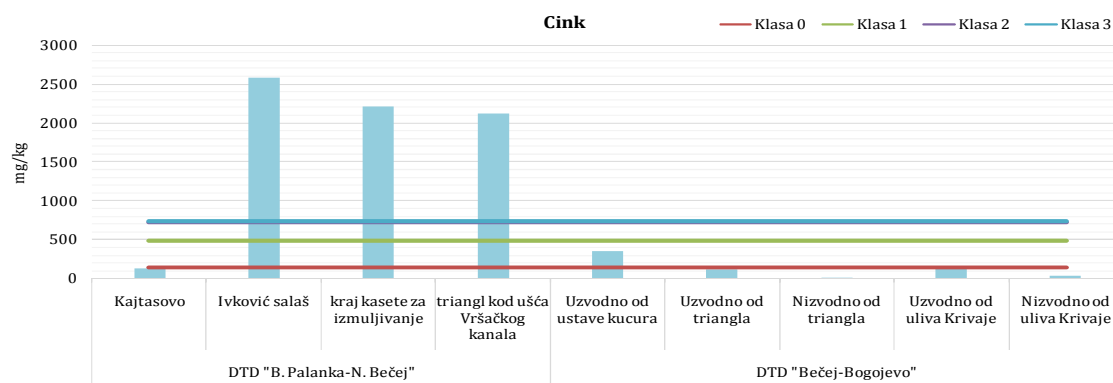
Slika 133. Koncentracije nikla u sedimentima



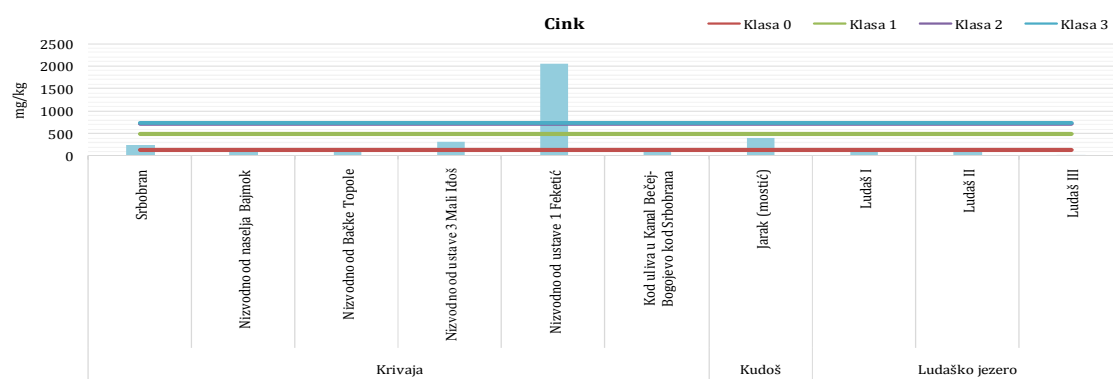
Slika 134. Koncentracije nikla u sedimentima



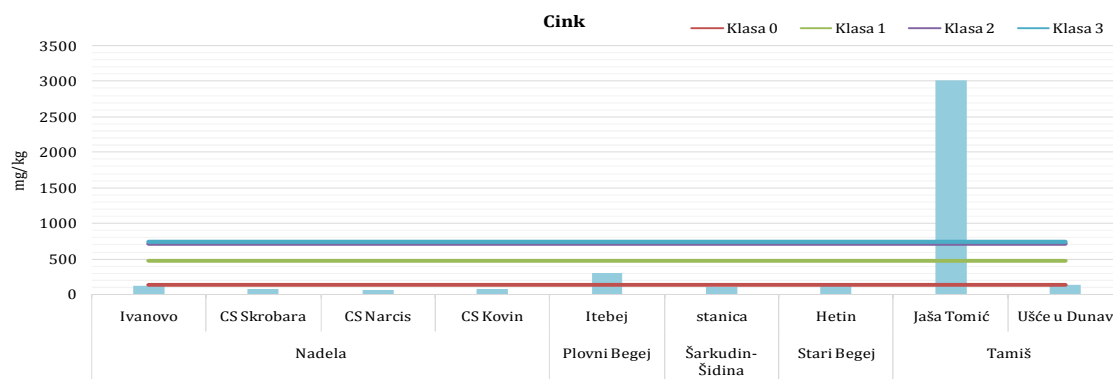
Slika 135. Koncentracije cinka u sedimentima



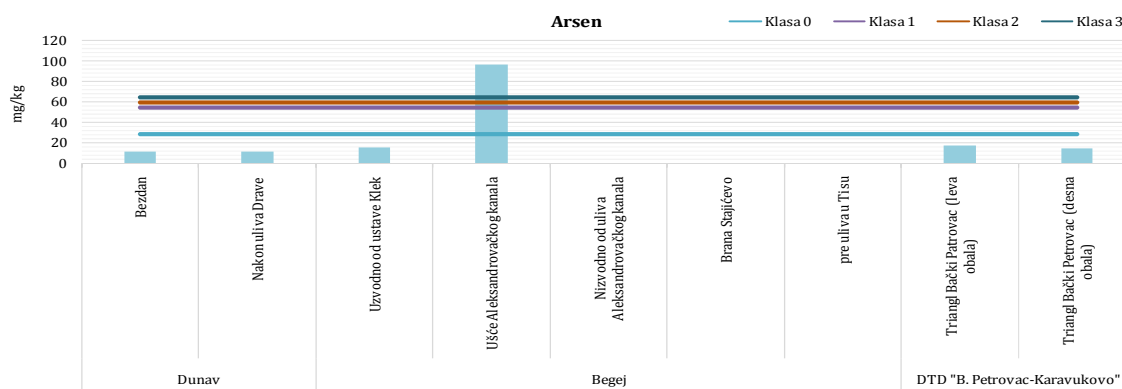
Slika 136. Koncentracije cinka u sedimentima



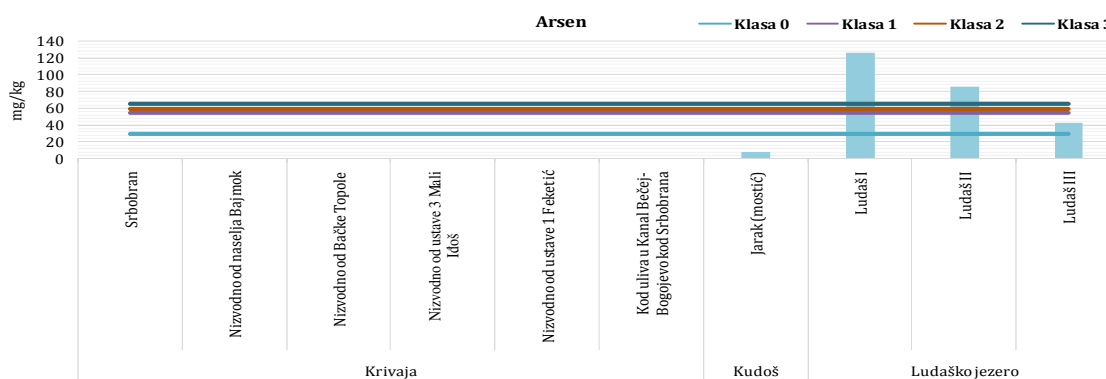
Slika 137. Koncentracije cinka u sedimentima



Slika 138. Koncentracije cinka u sedimentima

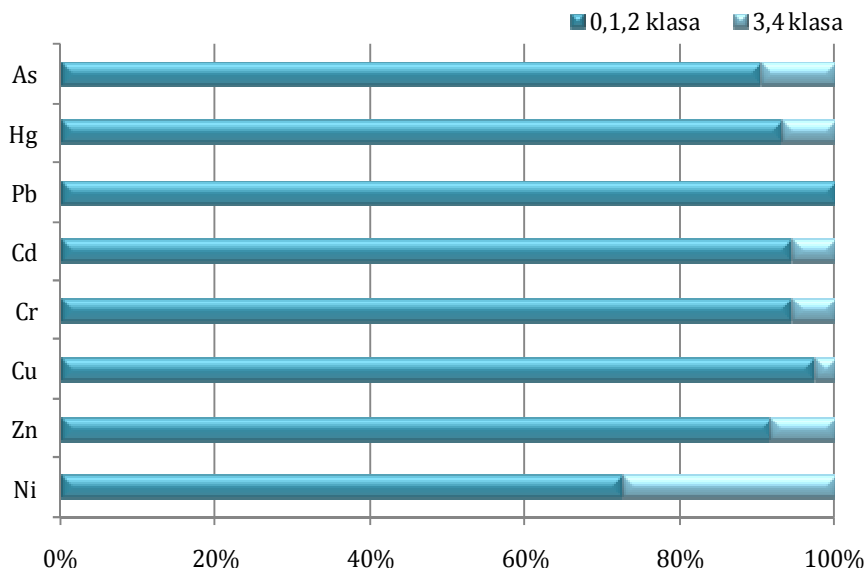


Slika 139. Koncentracije arsena u sedimentima



Slika 140. Koncentracije arsena u sedimentima

Obradom podataka je utvrđeno da kod većine vodotoka na bar jednom mernom mestu dolazi do prekoračenja maksimalne dozvoljene koncentracije a samim tim je dokazano i postojanje rizika na ovim lokacijama. Najviše odstupanja od druge klase, za koju se smatraju da su sedimenti neznatno zagađeni, je u slučaju koncentracija nikla, gde su na 27% lokaliteta sedimenti zagađeni (slika 141).



Slika 141. Kvalitet sedimenata u odnosu na metale

Lokaliteti na kojima je utvrđeno postojanje rizika od teških metala u sedimentu su Begej, DTD Banatska Palanka–Novi Bečej, DTD Odžaci–Sombor i DTD Vrbas–Bezdan. Takođe, rizik od teških metala je moguć u sedimentima vodotoka Jelence, Krivaja, Kudoš, Nadela, Plovni Begej, Tisa, Tamiš i Ludaško Jezero.

U pogledu sadržaja organskih materija (PAH, PCB, pesticidi) sedimenti se na svim ispitivanim lokalitetima svrstavaju u klase 0, 1 ili 2 i smatraju se nezagađenim ili neznatno zagađenim.

U tabeli 22 je prikazana sumarna klasifikacija ispitivanih sedimenata. Pripadnost klasi određuje najgori lokalitet, kao i zagađujuća materija koja je najlošije klasifikovana.

U vodotocima koji su recipijenti otpadnih voda, jedan deo sedimenta nastaje usled mikrobiološke oksidacije organskih materija iz otpadnih voda, a drugi usled eutrofizacije i rasta makrofita, koji su pak stimulisani prisustvom azotnih i fosfornih jedinjenja u vodi.

Na osnovu dostupnih podataka o količinama otpadnih voda, kao i o koncentracijama biološke potrošnje kiseonika i suspendovanih materija, izračunata je količina sedimenta koja se formira kao posledica ispuštanja otpadnih voda biološkom oksidacijom organskih materija. Pri tome najveća količina mulja se formira na DTD Vrbas–Bezdan (31% od ukupne količine), na Begeju (22%) i na Tisi (13%) (tabela 23).

Od svih registrovanih zagađivača na teritoriji AP Vojvodine dnevno nastaje oko 14t mulja. Od toga, 46% potiče od prerađivačke industrije, 42% od komunalnih otpadnih voda, dok preostalih 12% potiče od svih ostalih delatnosti (tabela 24).

Tabela 22. Klasifikacija sedimenta

Parametar	Ni	Zn	Cu	Cr	Cd	Pb	Hg	As	organske materije	konačna klasifikacija
Vodotok										
Dunav	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tisa	3	1	2	1	2	0	3	0	1	3
Nadela	3	0	2	0	0	0	0	1	1	3
Tamiš	0	4	0	0	1	0	0	0	1	4
Kikindski kanal	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2
Begej	3	4	4	4	4	1	2	4	2	4
Zlatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stari Begej	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Plovni Begej	0	1	2	0	1	0	3	0	0	3
DTD B. Palanka-Novi Bečej	3	4	2	0	2	0	2	0	1	4
Moravica	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Karaš	3	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Brzava	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Plazović	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
DTD Bajski kanal	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
DTD "Novi Sad-Savino Selo"	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2
DTD "B. Petrovac-Karavukovo"	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
DTD "Bečej-Bogojevo"	2	1	2	0	0	0	2	0	0	2
DTD "Prigrevica-Bezdan"	1	1	2	0	0	0	2	0	0	2
DTD "Vrbas-Bezdan"	1	0	1	0	0	0	2	1	2	2
DTD Odžaci-Sombor	3	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Krivaja	3	4	4	0	2	0	0	0	1	4
Jegrička	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2
Jelence	3	1	2	4	0	0	0	0	1	4
Kudoš	3	1	3	4	1	0	0	0	2	4
Ludaško jezero	3	0	2	1	0	0	0	4	1	4
Šarkudin-Šidina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bosut	1	0	0	0	2	0	2	0	0	2

U slučajevima ugrožavanja vodotoka, bilo zbog smanjenja protoka ili negativnih efekata u kanalu, nastali sediment se mora u određenim vremenskim intervalima izmulljivati, tj. uklanjati iz kanala i najčešće se deponuje pored nasipa na površinama koje su za to pogodne. Ukupna količina mulja od 14t/dan, koja nastaje na ovaj način, ima zapreminu od oko 275 m³, što na godišnjem nivou predstavlja oko 100000 m³.

Tabela 23. Količina sedimenta koja se formira prema vodotocima

Vodotok	količina sedimenta koja se formira, kg/dan
Dunav	261
Sukova bara	25
DTD Novi Sad-Savino Selo	31
DTD Bački Petrovac-Karavukovo	37
Tisa	1898
Begej	3115
Ludaško jezero	40
DTD Bečej-Bogojevo	678
DTD Prigrevica-Bezdan	107
DTD Vrbas-Bezdan	4438
Krivaja	187
Nadela	227
DTD Banatska Palanka-Novi Bečej	321
Kikindski kanal	365
Stari Begej	175
Plovni Begej	438
Tamiš	2
Vršački kanal	175
Nera	50
Šarkudin-Šidina	825
Vrtić	212
Kudoš	528
Jelence	129
Galovica	15
Veliki Begej	1

Tabela 24. Količina sedimenta koja se formira prema delatnostima

Delatnost	količina sedimenta koja se formira, kg/dan
Poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo	437
Prerađivačka industrija	6537
Snabdevanje vodom, upravljanje otpadnim vodama, kontrolisanje procesa uklanjanja otpada	5949
Građevinarstvo	91
Trgovina na veliko i malo, popravka motornih vozila	2
Saobraćaj i skladištenje	18
Usluge smeštaja i ishrane	120

Jedan deo azota i fosfora iz otpadnih voda se u procesu mikrobiološkog prečišćavanja ugrađuje u biomasu mikroorganizama aktivnog mulja, dok će preostalo dnevno opterećenje nutrijentima u otpadnoj vodi uticati na kvalitet vodotoka. Preostali azot i fosfor u vodi recipijenta koji je dospeo iz otpadnih voda može da se ugradi u biomasu mikroorganizama u vodotoku koji oksiduju preostale rezidue organske materije iz otpadne vode ili organske materije koji se već nalaze u reci. Pri tome je za ovaj proces potrebna neznatna količina azotnih i fosfornih jedinjenja, pa je u tom slučaju količina ugrađenih nutrijenata zanemarljiva. S druge strane, znatna količina nutrijenata će se ugraditi u fotosintetske mikroorganizme i u makrofite. Nastala masa algi će se nakon vegetacionog perioda postepeno istaložiti na dno i pored ostalog postaće supstrat za bakterije što doprinosi povećanju količine sedimenta.

Toksične materije prisutne u otpadnim vodama mogu da se akumuliraju u sedimentu i do koncentracija koje ga čine toksičnim i opasnim. Na osnovu vrednosti koncentracija toksičnih materija u sedimentu kada se zahteva remedijacija ili specijalno čuvanje sedimenta je izračunata zapremina sedimenta koja će biti kontaminirana sa nedozvoljenom koncentracijom toksičnih materija iz otpadnih voda. Kontaminirani sediment se nakon izmuljivanja morati specijalno čuvati u deponijama. U toku određenog vremena potrebno je zatim uraditi remedijaciju sedimenta iz deponija, kao i monitoring deponija i okoline kako bi se utvrdio njihov uticaj na okolinu ili prikupili podaci o završenoj remedijaciji ili ukazalo na eventualno negativan uticaj na okolinu u slučaju oštećivanja deponije bilo prirodnim bilo antropogenim putem. Sve ove aktivnosti zapravo predstavljaju posledicu ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda u vodotoke i potrebno je obezbediti značajna finansijska sredstva da bi se sprovele.

Monitoringom površinskih voda i sedimenata procenjuju se uticaji ljudskih aktivnosti na status površinskih voda i može se izvršiti identifikacija površinskih vodnih tela pod rizikom. Dugo nakon rešavanja problema otpadnih voda ostaje prisutan problem zagađenih sedimenata, jer sedimenti predstavljaju rezervoare toksičnih i perzistentnih jedinjenja antropogenog porekla i u dugom vremenskom periodu mogu predstavljati sekundarne izvore zagađivanja.

4.4. Procena uticaja

4.4.1. Procena uticaja za vode

Procena uticaja na vodna tela zahteva poznavanje određenih kvantitativnih informacija koje opisuju stanje vodnog tela i/ili karakteristike pritiska (opterećenja) koje deluje na njega. Procena je izvršena na osnovu poređenja rezultata monitoringa stanja vodnih tela sa propisanim graničnim vrednostima parametara za dobar status voda, a na

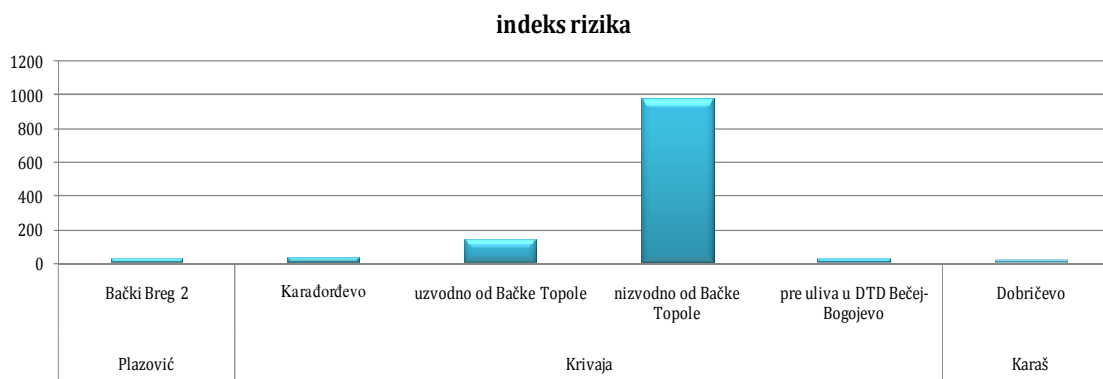
osnovu fizičko-hemijskih i hemijskih pokazatelja kvaliteta. Kao referentni i ključni parametri kvaliteta vode odabrani su organsko zagađenje, nutrijenti i opasne materije. Za svaki lokalitet svih ispitivanih vodotoka izračunat je specifični količnik rizika za površinske vode (SKR) na osnovu prosečne koncentracije pokazatelja kvaliteta na svakoj tački uzorkovanja i upoređivanjem sa standardima kvaliteta (*Sl. glasnik RS, 50/2012*). Specifični količnik rizika zapravo predstavlja broj koji pokazuje koliko puta je premašena propisana vrednost bilo kojeg pokazatelja za dobar kvalitet vode.

Sumiranjem polutant specifičnih SKR vrednosti za svaku lokaciju na kojoj se vrši uzorkovanje izračunat je integrisani indeks rizika (IR) (slike 142-147). Rangiranjem izračunatih IR vrednosti određivane su deonice vodotoka sa najgorim kvalitetom (*Wcislo i Krzyzak, 2011*).

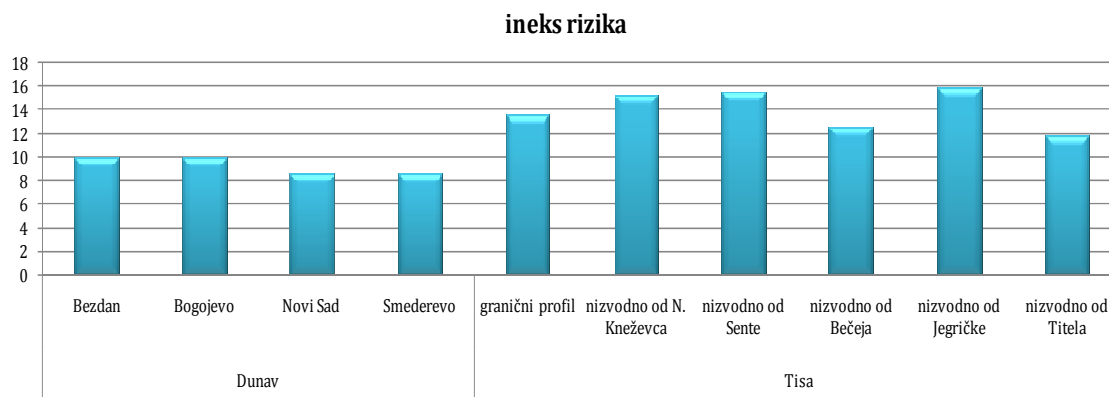
Analizirano je 28 parametara, čiji su specifični količnici rizika sabrani da bi se dobio indeks rizika. To znači da kada bi koncentracija svakog parametra bila baš onoliko koliko je propisano za drugu klasu, izračunati indeks rizika bi bio maksimalno 28. Svi vodotoci kod kojih je indeks rizika veći od 28 su zapravo pod rizikom, jer je u tom slučaju sigurno najmanje jedan parametar prekoračio dozvoljene vrednosti.

Međutim, detaljna analiza svih pokazatelja kvaliteta je pokazala da vodotoci sa manjim indeksom rizika od 28 nisu sigurno dobrog kvaliteta. Skoro na svim vodotocima postoji jedan ili više parametara srednjeg rizika. Jedino Dunav (kod Novog Sada i Smedereva), DTD Bajski kanal, DTD Vrbas-Bezdan (kod Sombora), DTD Banatska Palanka-Novi Bečej (Melenci, Vlajkovac), Tamiš (uzvodno od Pančeva), Moravica, Brzava i Nera imaju sve proračunate specifične količnike rizika manje od jedan.

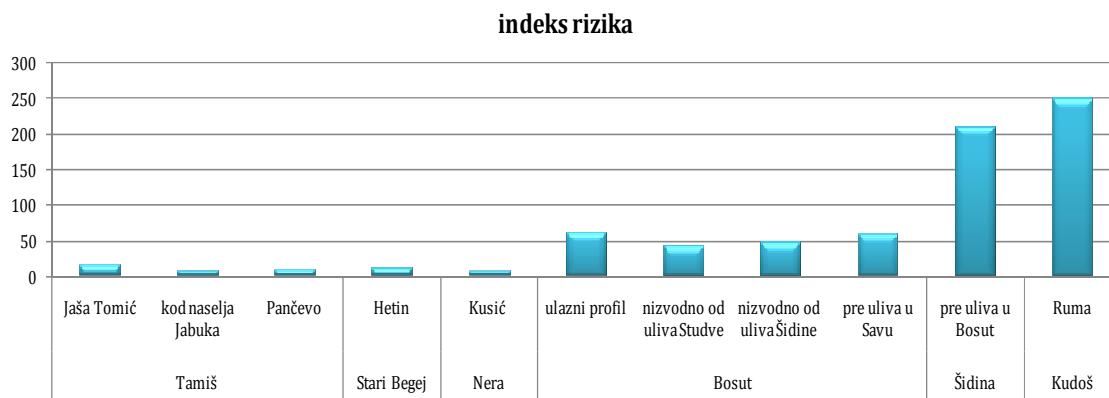
Vodotoci kod kojih ima najviše odstupanja od klase 2, prema Uredbi o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, su Nadela (kod Skrobare i nizvodno), Begej (kod Zrenjanina), Stari Begej, Krivaja (kod Bačke Topole i nizvodno), DTD Vrbas-Bezdan (kod Vrbasa), Šidina, Kudoš, Jelence, Bosut.



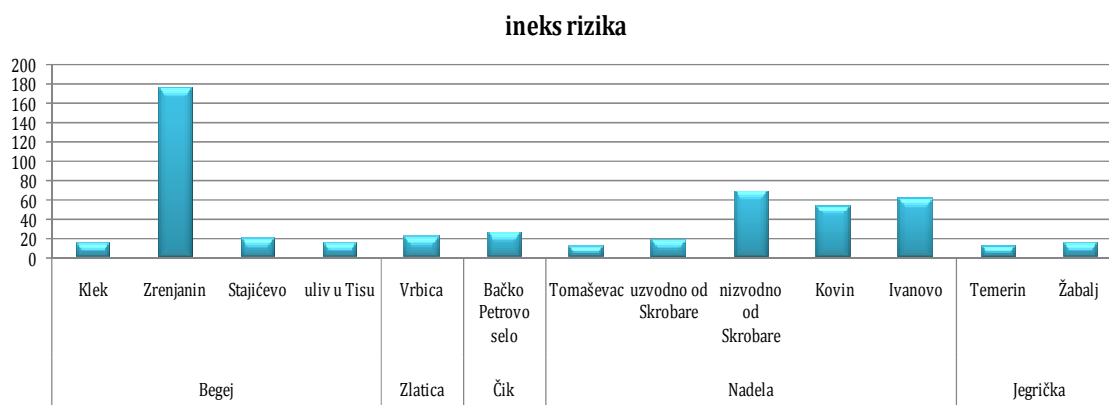
Slika 142. Izračunati indeksi rizika za reke



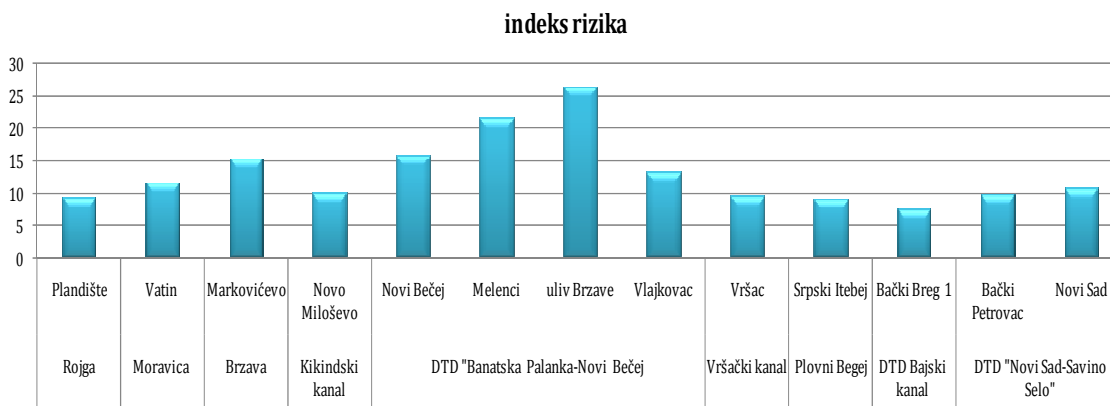
Slika 143. Izračunati indeksi rizika za značajno izmenjena vodna tela tipa 1



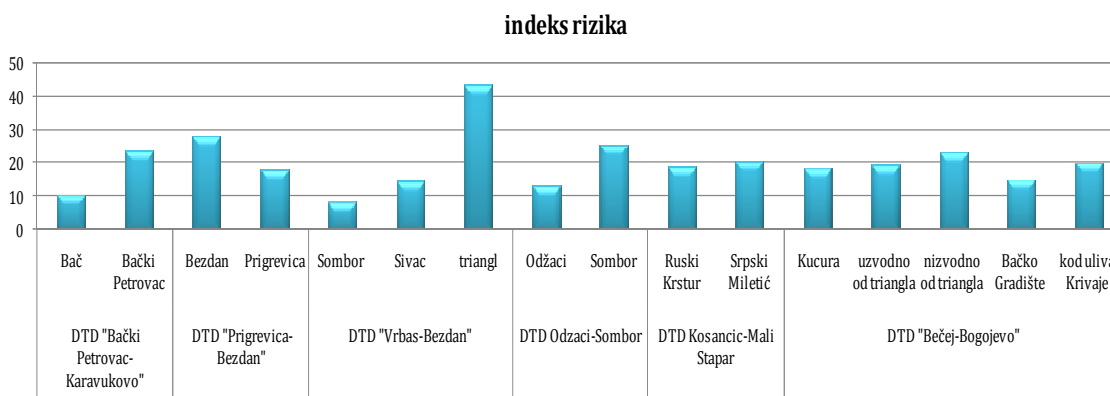
Slika 144. Izračunati indeksi rizika za značajno izmenjena vodna tela tipa 1, 2 i 3



Slika 145. Izračunati indeksi rizika za značajno izmenjena vodna tela tipa 5



Slika 146. Izračunati indeksi rizika za značajno izmenjena vodna tela tipa 5 i veštačka vodna tela



Slika 147. Izračunati indeksi rizika za veštačka vodna tela

Na osnovu izračunatih specifičnih količnika rizika izvršena je prioritizacija polutanata da bi se ustanovilo koji polutanti najviše odstupaju od propisanih vrednosti. Polutanti visokog rizika su najčešće nutrijenti i parametri kiseoničnog režima (tabela 25), koji najverovatnije predstavljaju posledicu ispuštanja otpadnih voda.

Tabela 25. Prioritizacija polutanata na vodotocima AP Vojvodina

Vodotok	Lokalitet	Polutanti srednjeg prioriteta	Polutanti visokog prioriteta
Nadela	nizvodno od Skrobare	rastvoreni kiseonik, HPK, BPK, ukupan azot	amonijum, ukupan fosfor, ortofosfati
Begej	Zrenjanin	suspendovane materije, TOC, ukupan azot, nitriti, ukupan fosfor, ortofosfati, gvožđe, mangan, kadmijum	HPK, BPK
Krivaja	nizvodno od Bačke Topole	suspendovane materije, ukupan fosfor, ortofosfati, salinitet, gvožđe, mangan	rastvoreni kiseonik, HPK, BPK, TOC, ukupan azot, amonijum, nitriti
DTD Vrbas-Bezdan	triangl	suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, HPK, BPK, ukupan azot, ukupan fosfor, ortofosfati	amonijum
Šidina	pre uliva u Bosut	suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, HPK, BPK, TOC, ukupan azot, mangan, kadmijum	nitriti, amonijum, ukupan fosfor, ortofosfati
Kudoš	Ruma	suspendovane materije, BPK, rastvoreni kiseonik, HPK, TOC, mangan, kadmijum, nikl	ukupan azot, amonijum, ukupan fosfor, ortofosfati
Bosut	ušće u Savu	suspendovane materije, rastvoreni kiseonik, HPK, BPK, TOC, ukupan fosfor, mangan	amonijum, ortofosfati

4.4.2. Procena uticaja za sedimente

Za svaki uzorak sedimenta izračunat je količnik rizika za svaki ispitivani parametar. U tabeli 8 su prikazani količnici rizika za one lokalitete i metale za koje je određeno da rizik postoji, pri čemu je od više ispitivanih lokaliteta odabran onaj sa najvećim indeksom. Lokaliteti na kojima je utvrđeno postojanje rizika od teških metala u sedimentu su Begej, DTD Banatska Palanka–Novi Bečej, DTD Odžaci–Sombor i DTD Vrbas–Bezdan. Takođe, rizik od teških metala je moguć u sedimentima vodotoka Jelence, Krivaja, Kudoš, Nadela, Plovni Begej, Tisa, Tamiš i Ludaško Jezero (tabela 26). Na ovim vodotocima su detektovani kadmijum, hrom, bakar, arsen, cink, nikl i živa kao polutanti srednjeg prioriteta.

U sedimentu Begeja na tri lokaliteta je utvrđeno postojanje rizika od teških metala, s tim da je Ušće Aleksandrovačkog Kanala najugroženije, jer je u tom sedimentu utvrđeno postojanje rizika od hroma, bakra, cinka i arsena. Izmerena/korigovana koncentracija hroma je 2,5 puta veća od maksimalne dozvoljene vrednosti a koncentracija kadmijuma na lokalitetu Brane Stajićevo je 4,3 puta veća od maksimalne dozvoljene vrednosti. Ovako loš

kvalitet sedimenta Aleksandrovačkog kanala je posledica dugogodišnjeg ispuštanja otpadnih voda, uglavnom neprečišćenih.

Tabela 26. Najveći izračunati indeksi rizika za sedimente

Vodotok	Lokalitet	Metal	Indeks rizika
Begej	Brana Stajićevo	Cd	4,33
		Cr	2,49
	Ušće Aleksandrovačkog Kanala	Cu	1,91
		As	2,31
		Zn	1,99
	Uzvodno od ustave Klek	Ni	1,14
DTD B. Palanka – N. Bečej	Ivković Salaš	Ni	1,44
		Zn	5,99
DTD Odžaci – Sombor	2500 m uzvodno od triangla	Ni	2,73
DTD Vrbas - Beždan	Profil 5	Zn	1,13
Jelence	pre uliva u Kudoš	Cr	3,45
		Ni	1,23
		Zn	1,95
Krivaja	Nizvodno od ustave 1	Cu	2,85
		Ni	3,05
		Zn	4,80
Kudoš	Jarak (mostić)	Cr	2,36
		Ni	3,73
Ludaško Jezero	Ludaš 1	Cr	1,27
		Ni	2,07
		As	3,02
Nadela	Ivanovo	Ni	1,49
Plovni Begej	Itebej	Hg	1,13
Tamiš	Jaša Tomić	Zn	7,02
Tisa	Nizvodno od Kanjiže	Hg	4,20
	Nizvodno od Bečeja	Ni	1,45

Sediment vodotoka Jelence sadrži povećane koncentracije hroma, nikla i cinka. Koncentracija hroma je 3,5 puta veća od maksimalne dozvoljene koncentracije. Ovaj vodotok je recipijent otpadnih voda kožare. Vodotok Jelence se uliva u Kudoš. U sedimentu Kudoša su detektovane povećane koncentracije hroma (2,4 puta) i nikla (3,7 puta više od maksimalno dozvoljene koncentracije). Malim vodotocima, tj. onim sa malom protočnom moći, je dovoljna i mala količina opterećenja (bilo iz tačkastih ili difuznih izvora) da utiče na promenu kvaliteta.

U sedimentu Krivaje, na jednom lokalitetu, je utvrđeno postojanje rizika od bakra, nikla i cinka. Njihove koncentracije su 2,85; 3,05; 4,80 puta (respektivno) veće od maksimalnih dozvoljenih koncentracija.

U sedimentu Nadele je detektovana povišena koncentracija nikla, i to 1,5 puta veća od maksimalne dozvoljene koncentracije.

4.5. Maksimalno dnevno opterećenje vodotoka

Kompletnija procena uticaja otpadnih voda se dobija upoređivanjem ukupnog opterećenja koje se unosi u vodotok sa maksimalnim dozvoljenim, tj. ciljanim kapacitetom opterećenja, odnosno maksimalnim opterećenjem koje vodotok može da primi bez negativnih posledica.

Ciljano ili maksimalno dnevno opterećenje vodotoka (TMDL) je izračunato na osnovu podataka o protoku vode u njima i koncentracije koja je određena zahtevanim kvalitetom. Zahtevani kvalitet vodotoka predstavlja dobar status/potencijal, što odgovara vrednostima pokazatelja kvaliteta klase 2 uredbe o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje i Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda. Ciljano ili maksimalno dnevno opterećenje vodotoka zapravo predstavlja količinu zagađujućih materija koju vodotok može da primi a da se pri tome ne naruši njegov zahtevani kvalitet.

Ukupno opterećenje koje se unosi u vodotoke čine opterećenje iz koncentrisanih i difuznih izvora zagađivanja. U ovom radu je, zbog dostupnosti podataka, a u skladu sa ciljem rada, uzeto u obzir samo opterećenje iz koncentrisanih izvora zagađivanja. Ovo opterećenje je sabrano sa tzv. pozadinskim opterećenjem vodotoka (prirodni fon), što predstavlja ukupno emitovano zagađenje, tj. opterećenje na vodotoku.

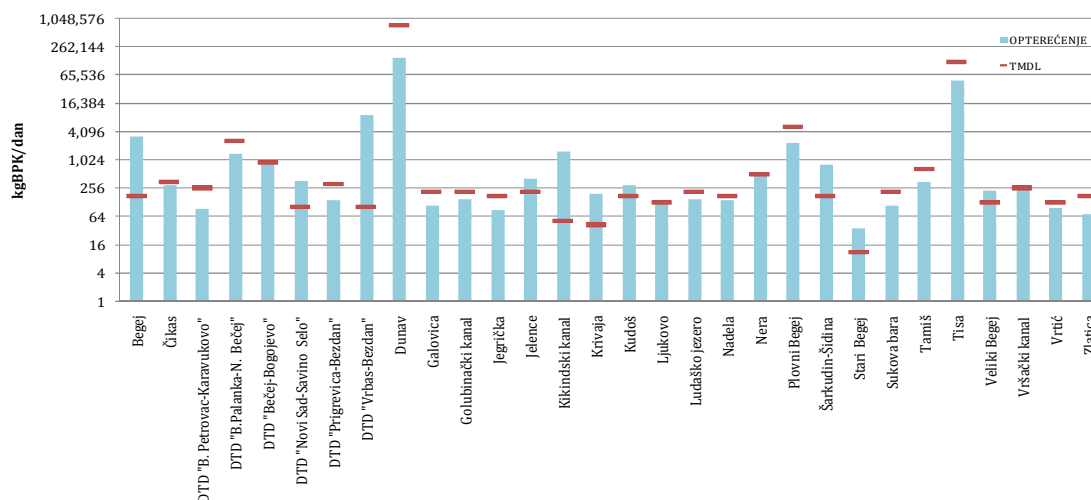
Proračuni su izvršeni za zagađujuće materije (HPK, BPK, azot, fosfor, suspendovane materije, Cu, Cr, Zn) za svih navedenih 9 scenariija. U narednom delu teksta grafički su prikazani rezultati za organsku materiju (izraženu preko BPK) i nutrijente (azot).

Scenario 1

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i pri minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno ciljano dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 8355%), Begej (za 1657%), Kikindski kanal (za 2800%), Krivaja (za 345%), DTD Novi Sad-Savino Selo (za 244%),

Šidina (za 363%), Stari Begej (za 211%) (slika 148). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, Jelence, Kudoš i Veliki Begej.

U uslovima scenarija 1, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je izrazito na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 729%), Begej (za 203%), Kikindski kanal (za 462%), Krivaja (za 274%), DTD Novi Sad-Savino Selo (za 248%), Vršački kanal (za 187%) (slika 149). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za azot je još na vodotocima: Jelence, Ljukovo i Šidina.

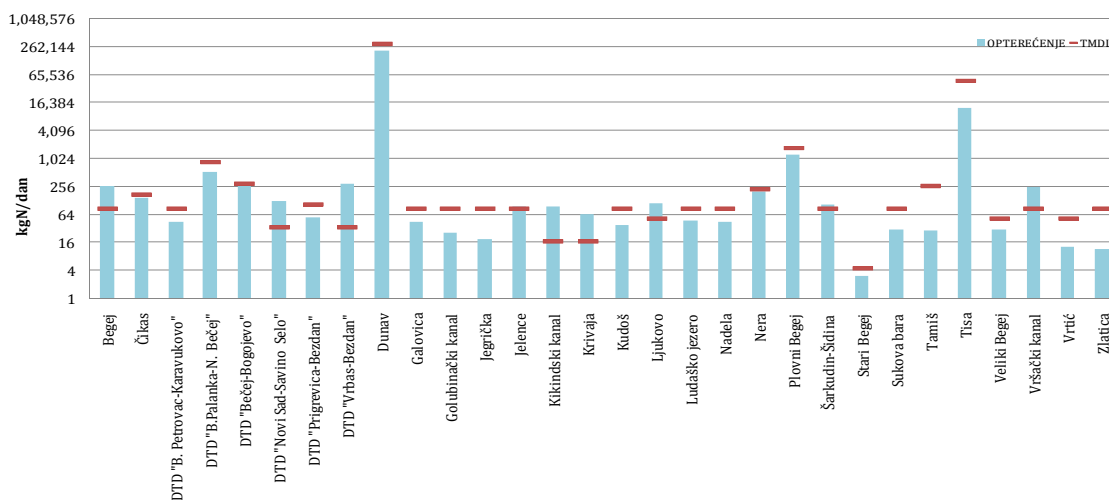


Slika 148. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 1

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i pri minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za HPK je na vodotocima: Begej, Čikas, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela, Nera, Šidina, Veliki Begej, Vršački kanal, Vrtić, Zlatica.

Premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za fosfor je na vodotocima: Begej, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero i Nadela.

Kada je cink u pitanju, prekoračeno ciljano opterećenje je na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal i Veliki Begej. Za hrom je ciljano opterećenje premašeno na vodotocima: Begej, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal i Krivaja, a za bakar na vodotocima: DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Jegrička, Kikindski kanal, Krivaja, Ljukovo, Veliki Begej i Vrtić.



Slika 149. Emitovano i tolerišuće opterećenje azotom za scenario 1

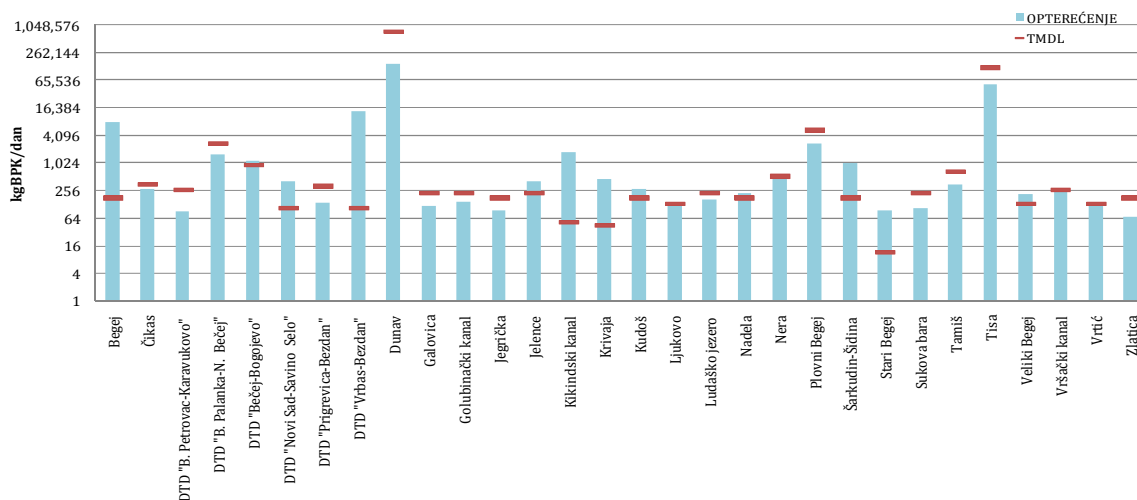
Scenario 2

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i pri srednjem opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno ciljano dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 12840%), Begej (za 4655%), Kikindski kanal (za 3383%), Krivaja (za 970%), Stari Begej (za 727 %), Šidina (za 488%), DTD Novi Sad-Savino Selo (za 296%) (slika 150). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, Jelence, Kudoš, Nadela i Veliki Begej.

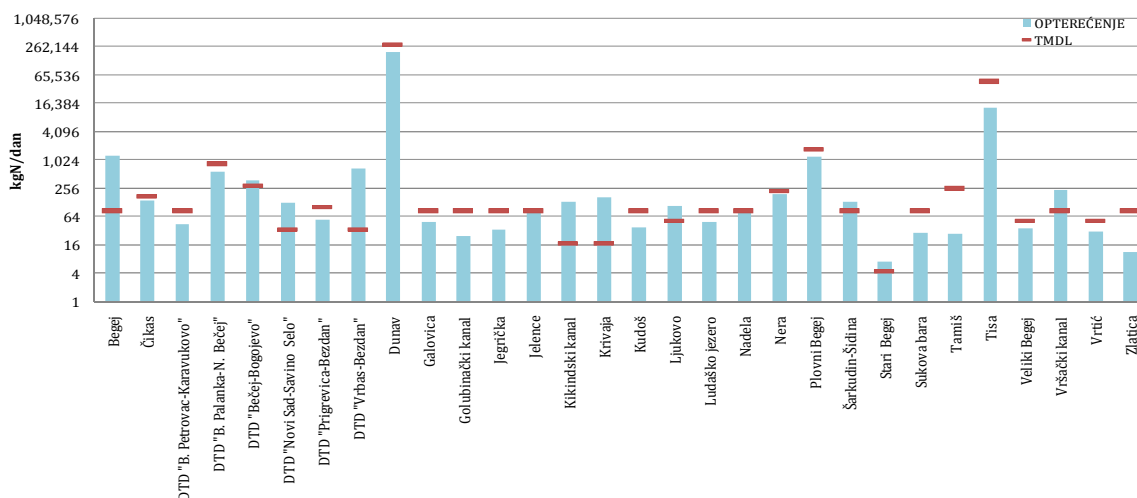
U uslovima scenarija 2, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 1898%), Begej (za 1377%), Kikindski kanal (za 687%), Krivaja (za 870%), DTD Novi Sad-Savino Selo (za 269%), Vršački kanal (za 188%) (slika 151). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za azot je još na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, Jelence, Ljukovo, Nadela, Šidina i Stari Begej.

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i srednjem opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za HPK je na vodotocima: Begej, Čikas, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela, Nera, Šidina, Stari Begej, Veliki Begej, Vršački kanal, Vrtić, Zlatca.

Premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za fosfor je na vodotocima: Begej, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela i Šidina.



Slika 150. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 2



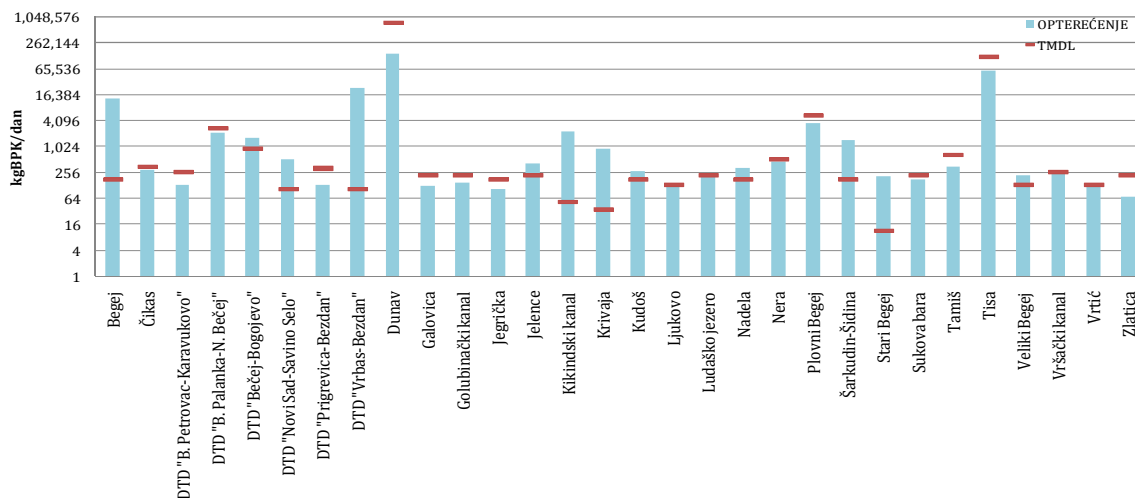
Slika 151. Emitovano i tolerišuće opterećenje azotom za scenario 2

Kada je cink u pitanju, prekoračeno ciljano opterećenje je na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal, Jegrička i Veliki Begej. Za hrom je ciljano opterećenje premašeno na vodotocima: Begej, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal i Krivaja, a za bakar na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Jegrička, Kikindski kanal, Krivaja, Ljukovo, Veliki Begej i Vrtić.

Scenario 3

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i pri maksimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno ciljano dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 22890%), Begej (za 7671%), Kikindski kanal (za 4214%), Krivaja (za 2551%), Stari Begej (za 1787%)(slika 152). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, Jelence, Kudoš, Nadela, Šidina, Veliki Begej, Vršački kanal i Vrtić.

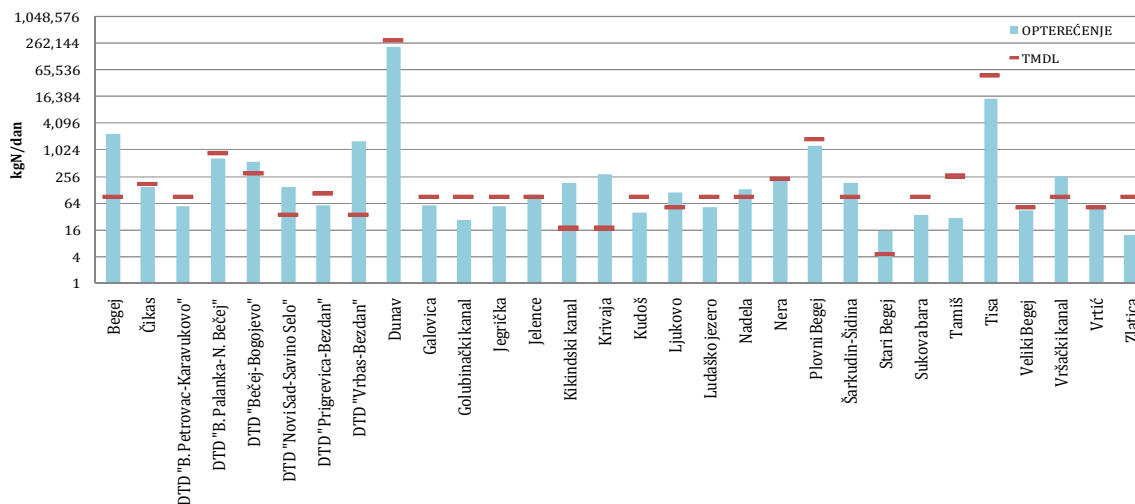
U uslovima scenarija 3, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 4436%), Begej (za 2576%), Krivaja (za 1507%), Kikindski kanal (za 930%) (slika 153). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za azot je još na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, Jelence, Ljukovo, Nadela, Šidina, Stari Begej, Vršački kanal i Vrtić.



Slika 152. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 3

Pri minimalnom protoku vode u kanalima i maksimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za HPK je na vodotocima: Begej, Čikas, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Banatska Palanka-Novu Bečej, Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela, Nera, Šidina, Stari Begej, Veliki Begej, Vršački kanal, Vrtić, Zlatica.

Premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za fosfor je na vodotocima: Begej, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela i Šidina.



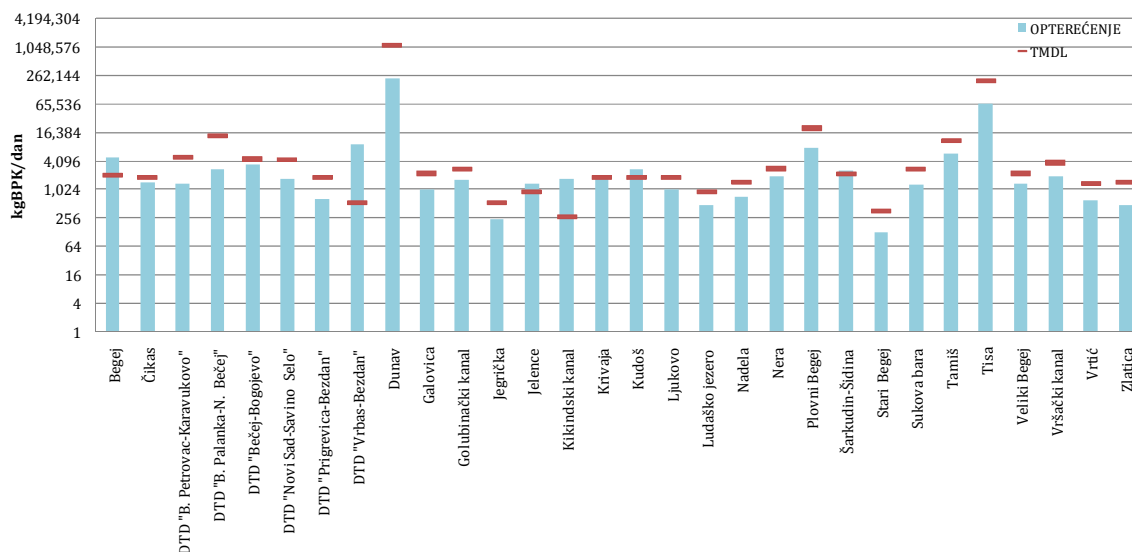
Slika 153. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 3

Kada je cink u pitanju, prekoračeno ciljano opterećenje je na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Vrbas-Bezdan, DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Kikindski kanal, Jegrička i Veliki Begej. Za hrom je ciljano opterećenje premašeno na vodotocima: Begej, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Kikindski kanal, Krivaja i Veliki Begej, a za bakar na vodotocima: DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Vrbas-Bezdan, Jegrička, DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Kikindski kanal, Krivaja, Ljukovo, Veliki Begej i Vrtić.

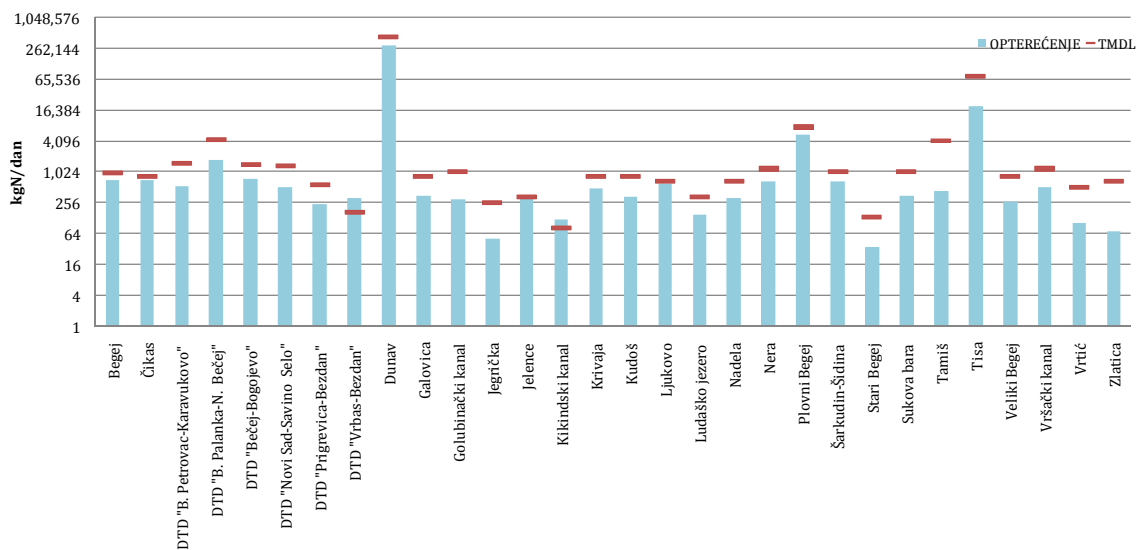
Scenario 4

Pri srednjem protoku vode u kanalima i pri minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno ciljano dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 1604%), Kikindski kanal (za 535%), Begej (za 143%) (slika 154). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: Jelence, Kudoš i Šidina.

U uslovima scenarija 4, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 86%), Kikindski kanal (za 40%) i Jelence (za 6%) (slika 155). Na ostalim ispitivanim vodotocima nije premašeno maksimalno dnevno opterećenje.



Slika 154. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 4



Slika 155. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 4

Pri srednjem protoku vode u kanalima i minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za HPK je na vodotocima: Begej, Čikas, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Vrbas-Bezdan, Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela, Šidina, Vršaki kanal, Vrtić, Zlatica.

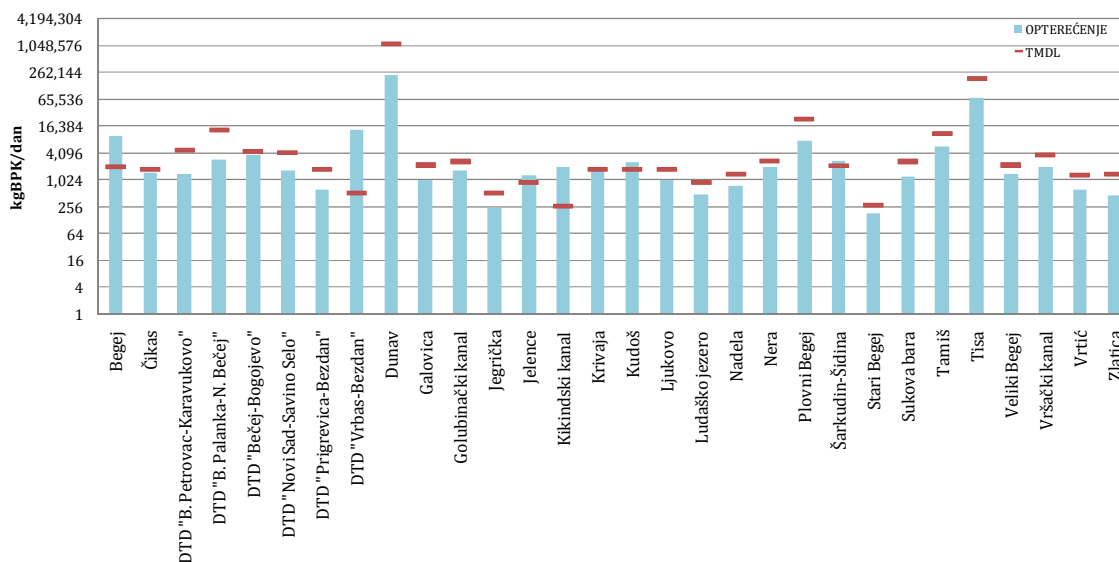
Premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) za fosfor je na vodotocima: Begej, Kikindski kanal, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero i Nadela.

Za cink i hrom je ciljano opterećenje premašeno na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan i Kikindski kanal, a za bakar na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan, Jegrička i Kikindski kanal.

Scenario 5

U periodima srednjeg protoka vode u kanalu i srednjeg opterećenja iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje u pogledu organskih materija (izraženih preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 2500%), Kikindski kanal (za 651%), Begej (za 401%) (slika 35). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: Jelence, Krivaja, Kudoš i Šidina (slika 156).

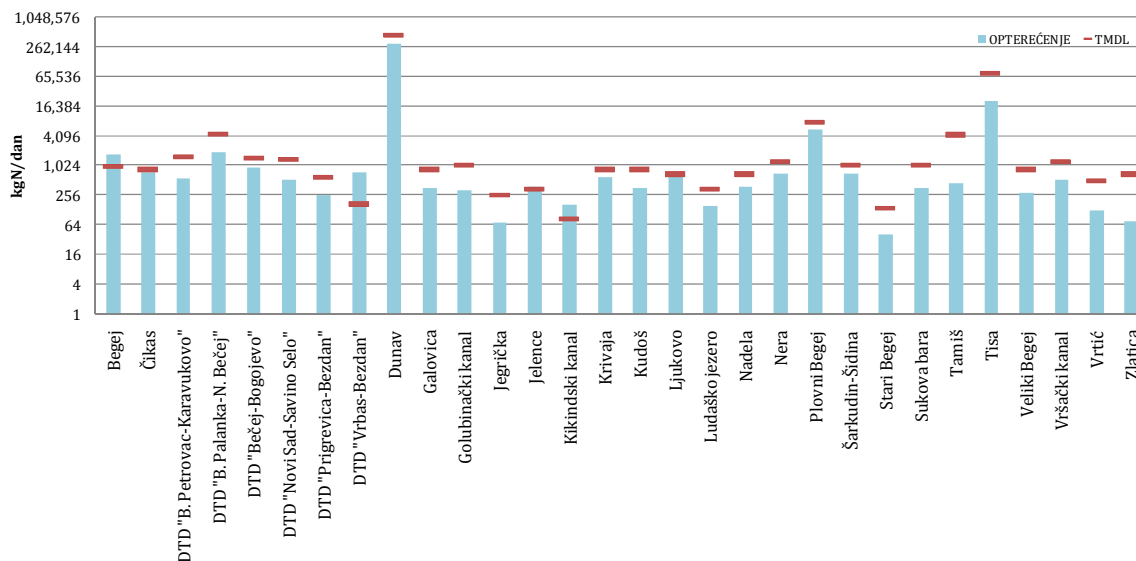
U uslovima sicerarija 5, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 320%), Kikindski kanal (za 85%), Begej (za 73%). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za ukupan azot su još na vodotoku Jelence (slika 157).



Slika 156. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 5

Pri srednjem protoku vode u kanalima i kada je pri tome ispuštena količina zagađenja iz koncentrisanih izvora na prosečnom nivou, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) je na vodotocima: Begej (HPK, P, Cr), Čikas (HPK), DTD Bečej-Bogojevo (HPK, Zn, Cu), DTD Vrbas-Bezdan (HPK, P, Cu, Cr, Zn), Jegrička (Cu), Jelence (HPK), Kikindski kanal (HPK, P, Zn, Cr, Cu), Krivaja (HPK), Kudoš (HPK, P), Ljukovo (HPK,

P), Ludaško jezero (HPK, P), Nadela (HPK, P), Šidina (HPK), Vršački kanal (HPK), Vrtić (HPK), Zlatica (HPK).



Slika 157. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 5

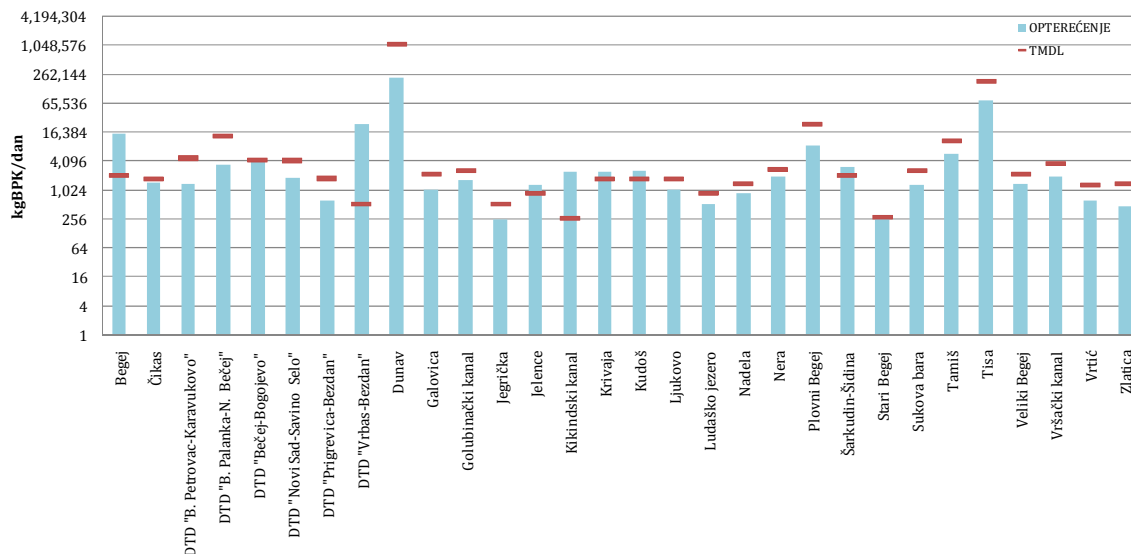
Scenario 6

U periodima srednjeg protoka vode u kanalu i pri tome maksimalnog opterećenja iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje u pogledu organskih materija (izraženih preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 4512%), Kikindski kanal (za 817%), Begej (za 661%) (slika 35). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za organsku materiju (izraženu preko BPK) je još na vodotocima: Jelence, Krivaja, Kudoš, Šidina i Stari Begej (slika 158).

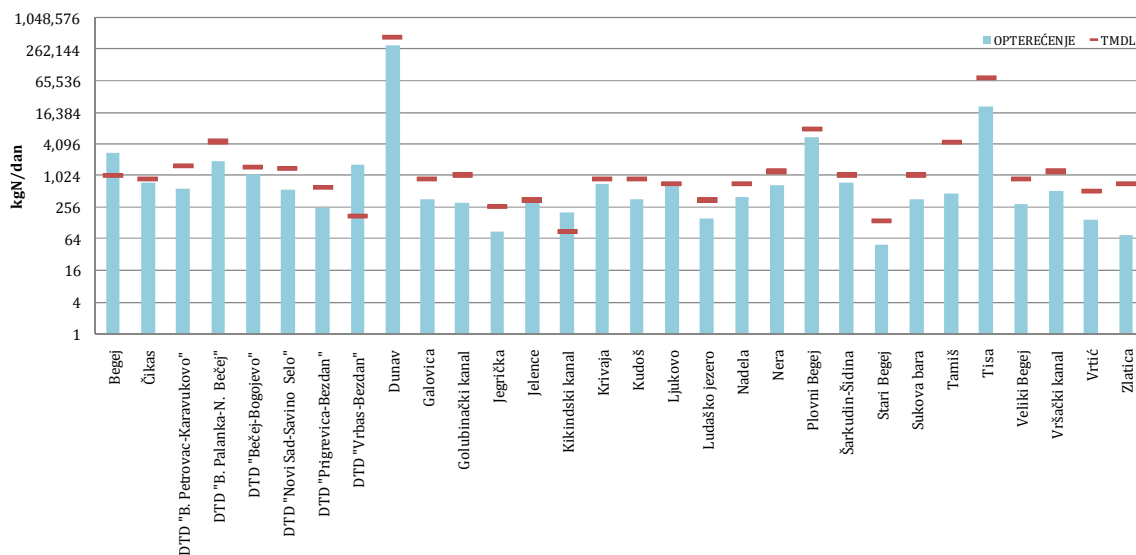
U uslovima scenarija 6, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima: DTD Vrbas-Bezdan (za 827%), Begej (za 176%), Kikindski kanal (za 134%). Prekoračene vrednosti ciljanog opterećenja za ukupan azot su još na vodotoku Jelence (slika 159).

Pri srednjem protoku vode u kanalima i maksimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora na prosečnom nivou, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) je na vodotocima: Begej (HPK, P, Cr), Čikas (HPK), DTD Bečej-Bogojevo (HPK, Zn, Cu), DTD Vrbas-Bezdan (HPK, P, Cu, Cr, Zn), Jegrička (Cu, Zn), Jelence (HPK), Kikindski kanal (HPK, P, Zn, Cr, Cu), Krivaja (HPK), Kudoš (HPK, P), Ljukovo (HPK, P),

Ludaško jezero (HPK, P), Nadela (HPK, P), Šidina (HPK), Vršački kanal (HPK), Vrtić (HPK), Zlatica (HPK).



Slika 158. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 6

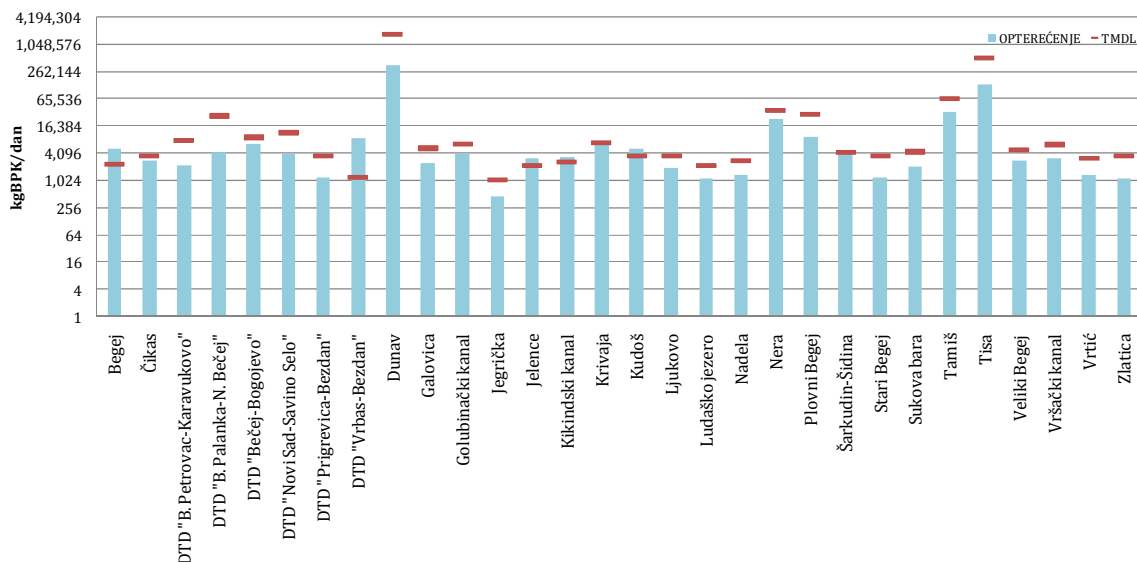


Slika 159. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 6

Scenario 7

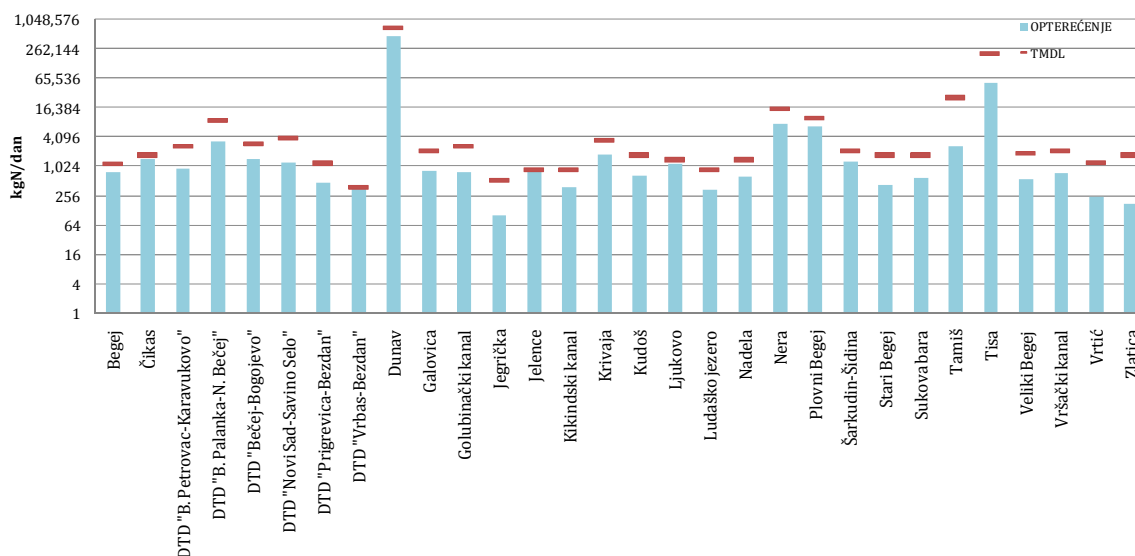
Pri maksimalnom protoku vode u kanalu i pri minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 684%), Begej (za 127%). Premašeno ciljano opterećenje organskim materijama je još na vodotocima Jelence, Kikindski kanal, Kudoš i Šidina, ali u znatno manjoj meri (slika 160).

U uslovima scenarija 7, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je samo na vodotoku Jelence (za 5%) (slika 161).



Slika 160. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 7

Pri maksimalnom protoku vode u kanalima i minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora na prosečnom nivou, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) je na vodotocima: Begej (HPK, P), Čikas (HPK), DTD Vrbas-Bezdan (HPK, Cu, Cr, Zn), Jelence (HPK, Cu), Kikindski kanal (HPK, Cu), Krivaja (HPK), Kudoš (HPK, P), Ljukovo (HPK, P), Ludaško jezero (HPK, P), Nadela (HPK, P), Šidina (HPK), Vršački kanal (HPK), Vrtić (HPK), Zlatica (HPK).



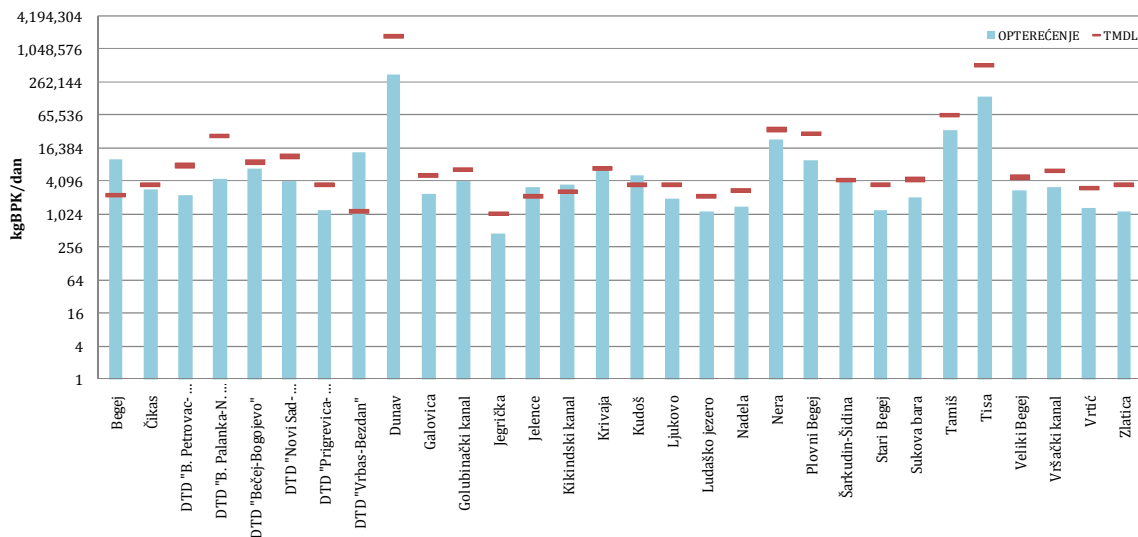
Slika 161. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 7

Scenario 8

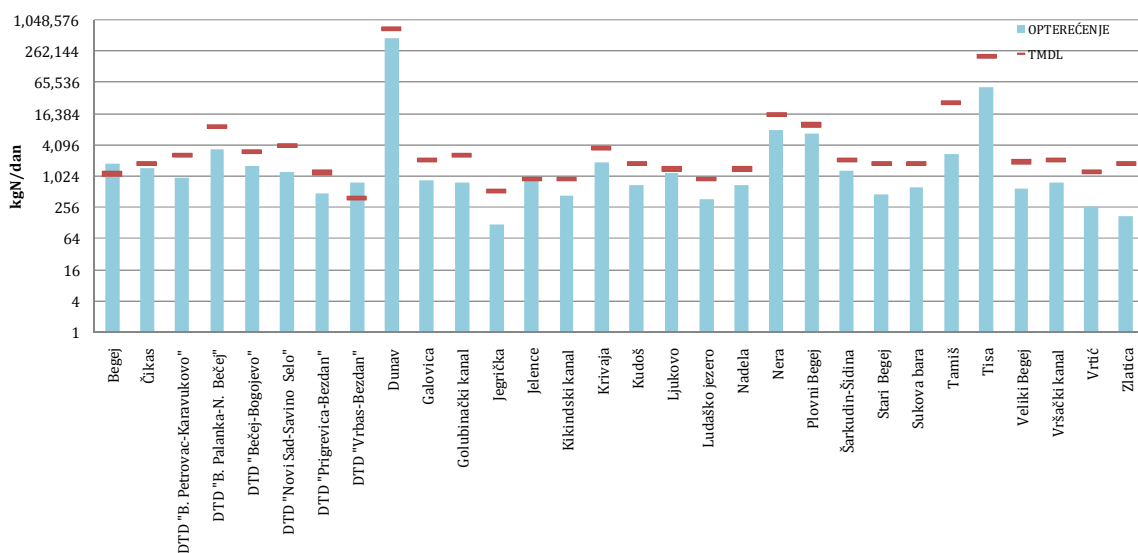
Pri maksimalnom protoku vode u kanalu i pri srednjem opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 1092%), Begej (za 358%). Premašeno ciljano opterećenje organskim materijama je još na vodotocima Jelence, Kikindski kanal, Kudoš i Šidina, ali u znatno manjoj meri (slika 162).

U uslovima scenarija 8, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 104%), Begej (za 60%), Jelence (za 5%) (slika 163).

Pri maksimalnom protoku vode u kanalu i pri srednjem opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) je na vodotocima: Begej (HPK, P, Cr, Cu), Čikas (HPK), DTD Bečej-Bogojevo (HPK), DTD Vrbas-Bezdan (HPK, P, Cu, Cr, Zn), Jelence (HPK), Kikindski kanal (HPK, Cr, Cu), Krivaja (HPK), Kudoš (HPK, P), Ljukovo (HPK, P), Ludaško jezero (HPK, P), Nadela (HPK, P), Šidina (HPK), Vršački kanal (HPK), Vrtić (HPK), Zlatica (HPK).



Slika 162. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 8



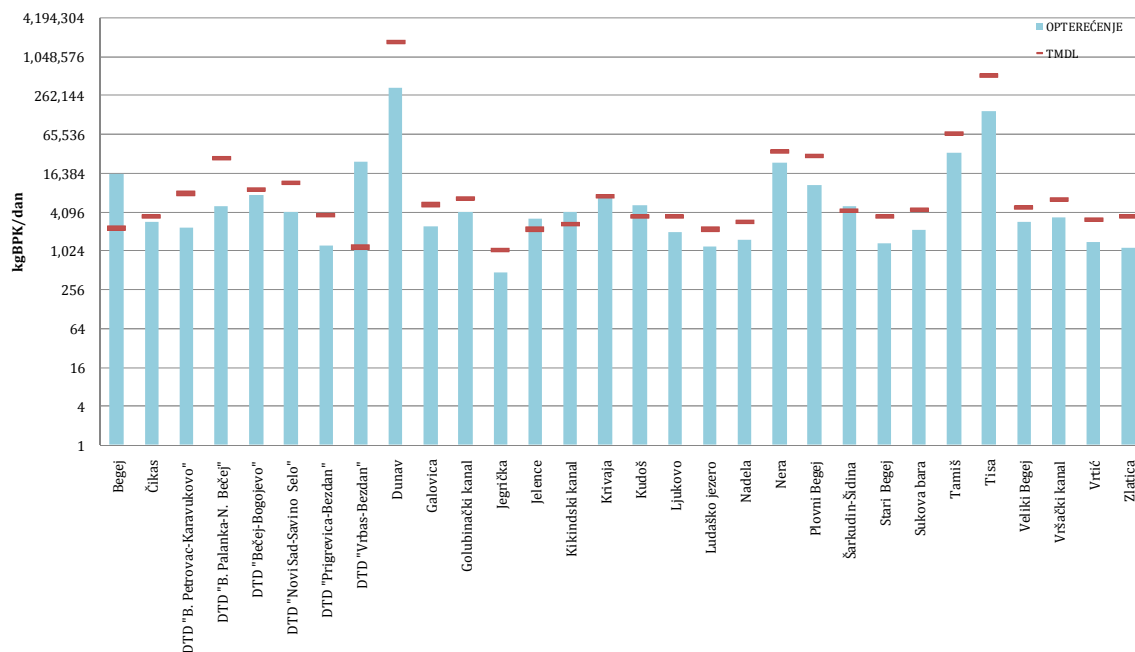
Slika 163. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 8

Scenario 9

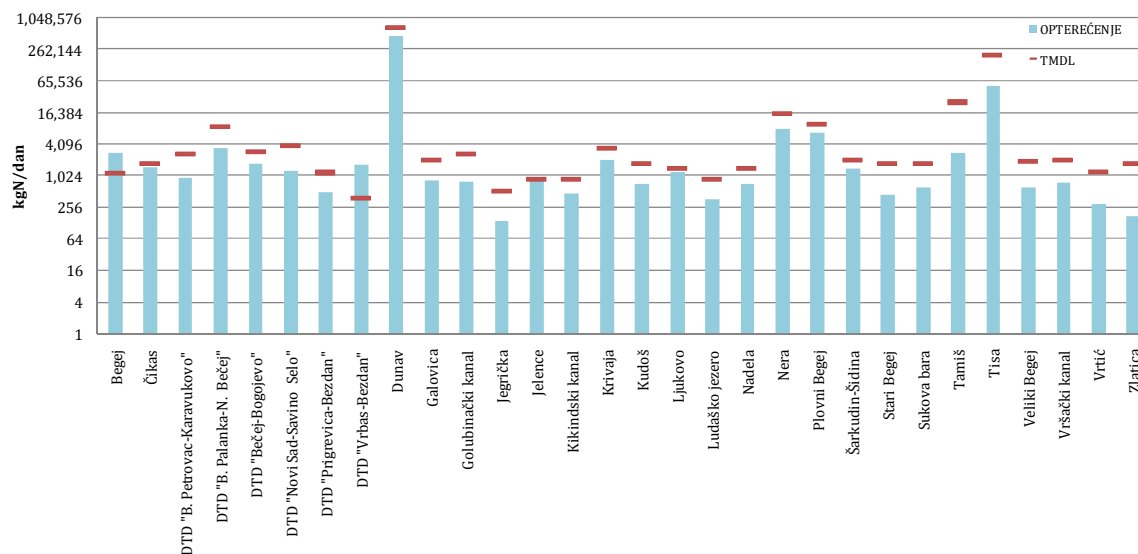
Pri maksimalnom protoku vode u kanalu i pri maksimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje organskim materijama (izraženo preko BPK) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 2005%), Begej (za 590%). Premašeno ciljano opterećenje organskim materijama je još na vodotocima Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš i Šidina, ali u znatno manjoj meri (slika 164).

U uslovima scenario 9, prekoračeno ciljano opterećenje za nutrijente (azot) je na vodotocima DTD Vrbas-Bezdan (za 335%), Begej (za 152%), Jelence (za 6%) (slika 165).

Pri maksimalnom protoku vode u kanalu i minimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, premašeno tolerišuće dnevno opterećenje (TMDL vrednost) je na vodotocima: Begej (HPK, P, Cr, Cu), Čikas (HPK), DTD Bečej-Bogojevo (HPK, Cu), DTD Vrbas-Bezdan (HPK, P, Cu, Cr, Zn), Jegrička (Cu, Zn), Jelence (HPK), Kikindski kanal (HPK, Cr, Cu, Zn), Krivaja (HPK), Kudoš (HPK, P), Ljukovo (HPK, P), Ludaško jezero (HPK, P), Nadela (HPK, P), Šidina (HPK), Vršački kanal (HPK), Vrtić (HPK), Zlatica (HPK).



Slika 164. Emitovano i tolerišuće opterećenje organskim materijama (BPK) za scenario 9



Slika 165. Emitovano i tolerišuće opterećenje ukupnim azotom za scenario 9

4.6. Procena rizika

Veliki je broj vodotoka na kojima je ispuštanjem otpadnih voda registrovanih koncentrisanih zagađivača prekoračeno ciljano dnevno opterećenje makar za jedan od parametara. U pitanju su: DTD Vrbas-Bezdan, Begej, Krivaja, Kikindski kanal, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Krivaja, Čikas, Jelence, Ljukovo, Nadela, Kudoš, Šidina, Stari Begej, Vršački kanal, Vrtić, Zlatica, Veliki Begej.

Najgora situacija je pri minimalnom protoku vode u kanalima i maksimalnom opterećenju iz koncentrisanih izvora, kada je prekoračenje na najvećem broju kanala i za sve parametre. Najmanje prekoračenje je u slučaju maksimalnog protoka vode u kanalu i minimalnog opterećenja iz koncentrisanih izvora (scenario 7). Ovakvi uslovi se ne dešavaju baš često, tj. mala je verovatnoća da bi se desili, jer je u najvećem delu godine, naročito leti, protok u kanalima mali, a čak se dešava da i nema protoka. Ono što je ustanovljeno na osnovu raspoloživih podataka je da i u najboljoj situaciji (kada su protoci u vodotocima na maksimalnom nivou a zagađivači ispuštaju minimalno zagađenje) postoje vodotoci na kojima je premašeno ciljano opterećenje i to samo opterećenjem iz koncentrisanih izvora zagađivanja.

Zbog toga se dalje postavlja pitanje kakvo bi bilo stanje u slučaju kada bi svi zagađivači ugradili uređaje za prečišćavanje otpadnih voda, koji bi radili efikasno, tj. kada nijedan od zagađivača ne bi ispuštao zagađujuće materije u koncentracijama višim od propisanih graničnih vrednosti emisije. U tu svrhu izračunata su opterećenja otpadnih

voda u tom slučaju i upoređena sa maksimalnim dozvoljenim, tj. ciljanim opterećenjem. U ovom slučaju kao emitovana koncentracija je uzeta granična vrednost emisije (*Sl. glasnik RS, 1/2016*) a za količine ispuštenih voda iste kao i pri sadašnjem stanju, tj. minimalne, srednje i maksimalne vrednosti za period 2009-2014. godine.

Na osnovu svih raspoloživih podataka izračunati su faktori rizika za svaki vodotok pri svakom od scenarija i za sve ispitivane parametre. Faktor rizika je dobijen kao odnos ukupnog emitovanog opterećenja i tolerišućeg, tj. ciljanog opterećenja za svaki vodotok.

Pojedinačni faktori rizika svih vodotoka su sabrani i dobijeni zbir predstavlja broj koji pokazuje koliko puta je premašeno ciljano opterećenje svih ispitivanih vodotoka zajedno za svaki od scenarija protoka i upoređeno je sa onim u slučaju postizanja graničnih vrednosti emisije (tabela 27).

Tabela 27. Zbirni faktori rizika svih vodotoka po parametrima

		faktor rizika = ukupno emitovano opterećenje/TMDL							
		HPK	BPK	N	P	SM	Cu	Cr	Zn
scenario 1	dobar status/potencijal	107	164	42	50	223	197	337	58
	postignute GVE	60	34	38	40	12	106	63	44
scenario 2	dobar status/potencijal	195	259	77	95	243	1613	425	134
	postignute GVE	61	34	39	41	12	106	63	44
scenario 3	dobar status/potencijal	271	431	128	141	312	4917	687	363
	postignute GVE	62	36	40	41	12	106	63	44
scenario 4	dobar status/potencijal	43	42	16	20	27	54	75	11
	postignute GVE	34	19	16	19	8	21	23	6
scenario 5	dobar status/potencijal	57	55	21	26	30	397	88	26
	postignute GVE	34	19	16	19	8	21	23	6
scenario 6	dobar status/potencijal	69	81	28	33	43	1283	134	72
	postignute GVE	35	19	16	19	8	24	24	7
scenario 7	dobar status/potencijal	35	27	14	17	24	21	33	4
	postignute GVE	32	18	14	17	8	7	10	2
scenario 8	dobar status/potencijal	42	33	16	20	25	123	37	10
	postignute GVE	32	18	14	17	8	8	10	2
scenario 9	dobar status/potencijal	47	45	20	23	31	476	46	28
	postignute GVE	32	18	14	17	8	8	10	3

Na većini vodotoka dolazi do prekoračenja ciljanog opterećenja za sve parametre pri minimalnom protoku vode u vodotocima. Ukupan broj vodotoka je 30, što znači da svaki faktor rizika veći od 30 ukazuje na sigurno postojanje rizika bar na jednom od vodotoka. Međutim, ukupan faktor rizika manji od 30 ne ukazuje sigurno na to da rizik ne postoji ni na jednom od vodotoka.

Pri sadašnjem stanju, ukupno opterećenje zagađujućim materijama a time i broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje raste znatno sa porastom emitovanog opterećenja iz koncentrisanih izvora, ali i sa smanjivanjem protoka vode u vodotocima. Najveći broj vodotoka (20) na kojima je premašeno ciljano opterećenje je u slučaju HPK i fosfora (slika 164).

U slučaju postizanja graničnih vrednosti emisije kod svakog zagađivača, broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje se smanjuje za 15-50%, zavisno od parametara, pri čemu broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje ne zavisi od veličine emitovanog opterećenja nego samo od protoka vode u kanalima. Kod svih parametara je isti broj ugroženih vodotoka i kada zagađivači ispuštaju minimalne i maksimalne količine otpadnih voda. Ovo ukazuje zapravo na veliko pozadinsko opterećenje, tj. zagađenost vodotoka na lokacijama uzvodno od izliva otpadnih voda.

Podaci su ukazali na to da postizanje graničnih vrednosti emisije na izlivima svih zagađivača ne bi u dovoljnoj meri doprinelo smanjenju emitovanog opterećenja.

U svakom slučaju gde je faktor rizika veći od 1, znači je da je premašeno ciljano opterećenje. Međutim, čak i ukoliko je faktor rizika manji od jedan, ne znači da vodotok nije ugrožen. To je zbog toga što emitovano opterećenje predstavlja u ovom slučaju opterećenje iz koncentrisanih izvora, a ciljano opterećenje ili maksimalno dozvoljeno je zapravo zbir opterećenja iz koncentrisanih i iz difuznih izvora, koje nije malo, naročito zbog izraženih poljoprivrednih aktivnosti u ispitivanom području. Važno je znati koliko puta je premašeno ciljano opterećenje, tj. koliki je faktor rizika. Zbog toga je na slici 165 prikazano koliko ima vodotoka sa faktorom rizika manjim od 0,5 (za koje možemo reći da nisu pod rizikom), sa faktorom rizika između 0,5 i 1 (verovatno pod rizikom, kada se na ovo zagađenje iz koncentrisanih izvora doda i zagađenje iz difuznih izvora). Takođe je prikazan i broj vodotoka kod kojih je faktor rizika između 1 i 10 i oni sa izuzetno velikim faktorom rizika (većim od 10) za koje možemo reći da su pod rizikom. Isti ovaj odnos je proračunat za slučaj kada bi svi zagađivači imali efikasno prečišćavanje otpadnih voda i postigli granične vrednosti emisija.

sadašnje stanje				u slučaju postizanja GVE						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	20	15	15	emitovano opterećenje	maksimalno	17	15	14
	srednje		19	15	15		srednje	17	14	14
	minimalno	↓	18	15	14		minimalno	17	14	14
	HPK		minimalan	srednji	maksimalan		HPK	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	12	8	6	emitovano opterećenje	maksimalno	8	5	3
	srednje		12	7	6		srednje	8	5	3
	minimalno	↓	10	6	6		minimalno	8	4	3
	BPK		minimalan	srednji	maksimalan		BPK	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	13	4	3	emitovano opterećenje	maksimalno	8	3	1
	srednje		11	4	3		srednje	8	3	1
	minimalno	↓	9	3	1		minimalno	8	2	1
	N		minimalan	srednji	maksimalan		N	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	20	15	15	emitovano opterećenje	maksimalno	9	5	4
	srednje		19	15	15		srednje	9	5	4
	minimalno	↓	18	15	14		minimalno	8	5	4
	P		minimalan	srednji	maksimalan		P	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	6	3	2	emitovano opterećenje	maksimalno	2	0	0
	srednje		5	3	2		srednje	2	0	0
	minimalno	↓	4	2	1		minimalno	2	0	0
	SM		minimalan	srednji	maksimalan		SM	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	11	4	4	emitovano opterećenje	maksimalno	5	2	1
	srednje		9	4	4		srednje	4	2	1
	minimalno	↓	8	3	2		minimalno	4	2	1
	Cu		minimalan	srednji	maksimalan		Cu	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	6	3	3	emitovano opterećenje	maksimalno	3	1	0
	srednje		5	3	3		srednje	3	1	0
	minimalno	↓	5	2	1		minimalno	3	1	0
	Cr		minimalan	srednji	maksimalan		Cr	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						
emitovano opterećenje	maksimalno	↑	7	4	4	emitovano opterećenje	maksimalno	3	1	0
	srednje		5	3	1		srednje	2	1	0
	minimalno	↓	4	2	1		minimalno	2	1	0
	Zn		minimalan	srednji	maksimalan		Zn	minimalan	srednji	maksimalan
protok vode u kanalima				protok vode u kanalima						

Slika 164. Broj vodotoka na kojima je prekoračeno ciljano opterećenje

Rezultati pokazuju da bi veliki broj vodotoka bio pod rizikom i u slučaju postizanja graničnih vrednosti emisije kod svih zagađivača, čak i u slučaju kada se u obzir uzme granica sigurnosti (u proračunu TMDL-a), koja može biti oko 20% (kao merna nesigurnost merenja).





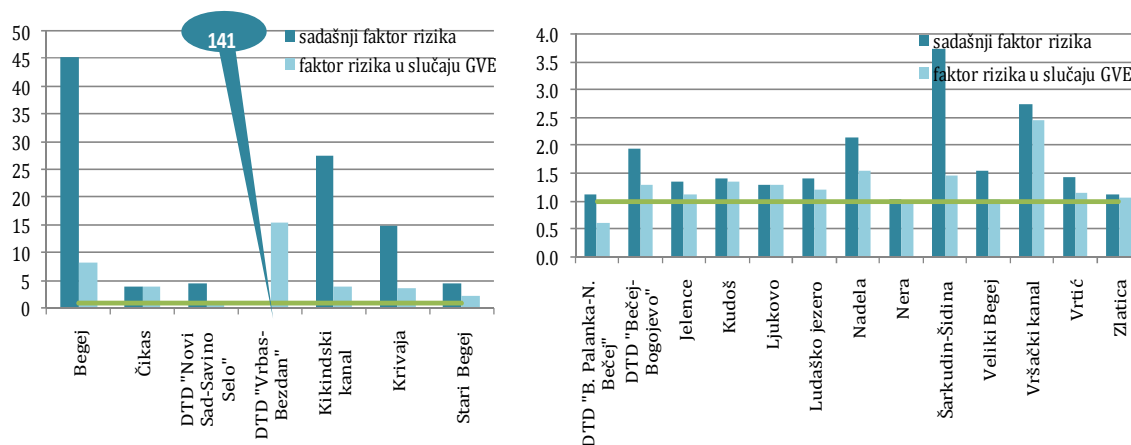
Slika 165. Raspodela faktora rizika svih vodotoka za sve moguće scenarije

Da bi se dobila jasnija slika o ovome izračunati su faktori rizika (sadašnji, tj. na osnovu podataka iz 2009-2014. godine) i faktori rizika u slučaju postizanja graničnih vrednosti emisije za vodotoke na kojima dolazi do prekoračenja dozvoljenog opterećenja i upoređeni sa ciljanim opterećenjem (slike 166-179). Zbog velikog broja podataka, a time i grafika koji bi se dobili na ovaj način, u narednom delu teksta prikazani su faktori rizika za

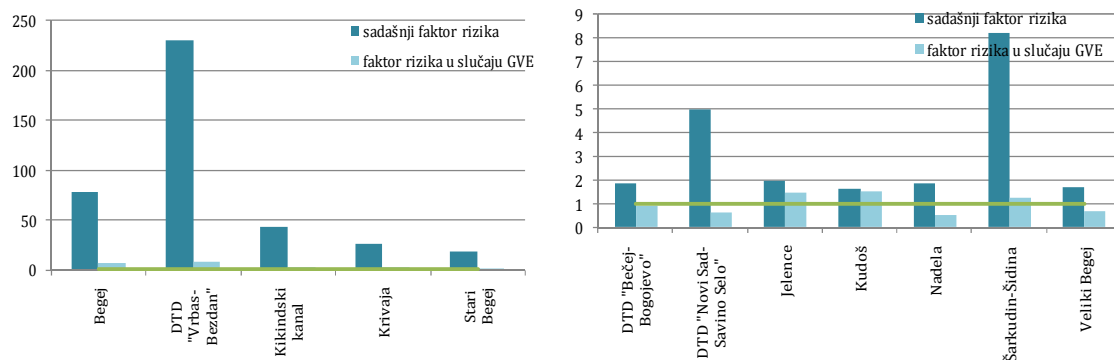
tri scenarija koje opisuju “najbolje” stanje (scenario 7), srednje stanje (scenario 5) i “najgore” stanje (scenario 3).

Kao “najgore” stanje je okarakterisano stanje u uslovima scenarija 3, tj. kada je minimalan protok vode u kanalu a maksimalno opterećenje iz koncentrisanih izvora. Kada posmatramo HPK, na 20 vodotoka je premašeno ciljano opterećenje, a kada bi se postigle granične vrednosti emisije, ni na jednom vodotoku se opterećenje ne bi smanjilo u dovoljnoj meri. Samo na tri vodotoka (DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Nera i Veliki Begej) bi se smanjilo tačno do veličine ciljanog opterećenja, tj. faktor rizika u tom slučaju iznosi 1. To zapravo znači da je emitovano opterećenje jednako ciljanom, tj. onom koje vodotok može da primi, ne ostavljajući pri tome prostora za prihvatanje opterećenja iz difuznih izvora zagađivanja.

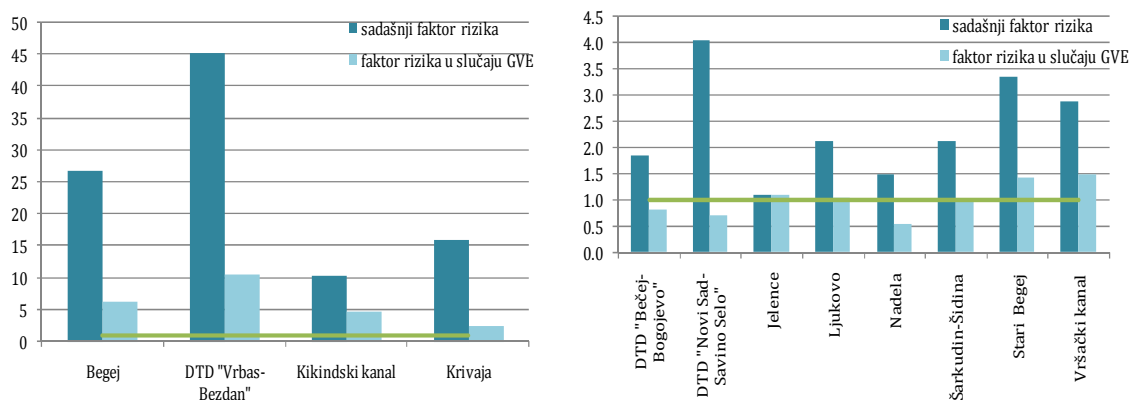
U slučaju BPK, od 12 vodotoka na koliko je premašeno opterećenje, zadovoljavajuće smanjenje bi bilo kod 4 vodotoka (DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, Nadela, Veliki Begej). U slučaju azota smanjenje emitovanog opterećenja ispod ciljanog bi bilo kod 25% vodotoka, u slučaju fosfora kod 20%, a u slučaju suspendovanih materija kod 67% vodotoka).



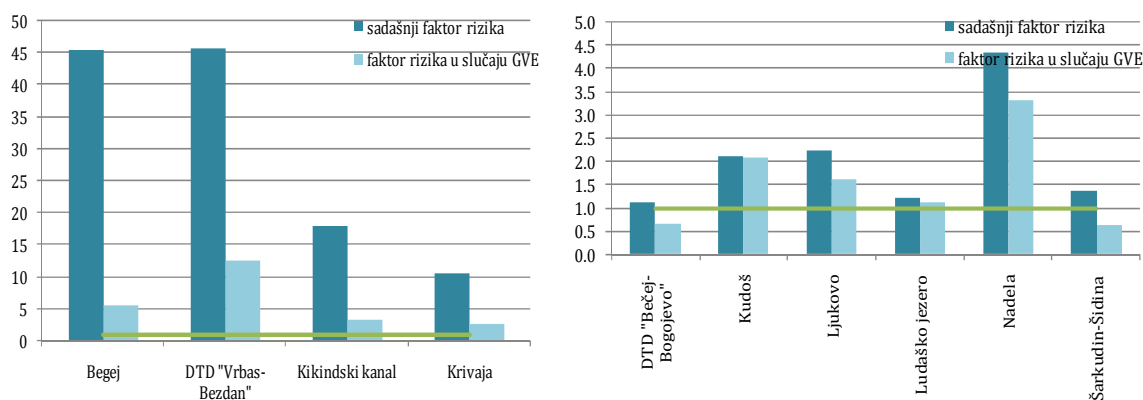
Slika 166. Faktori rizika za HPK za scenario 3



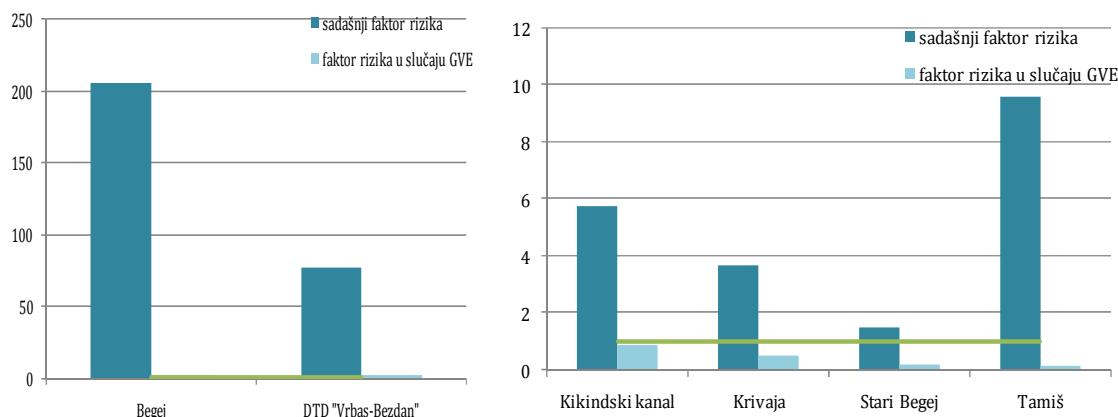
Slika 167. Faktori rizika za BPK za scenario 3



Slika 168. Faktori rizika za azot za scenario 3

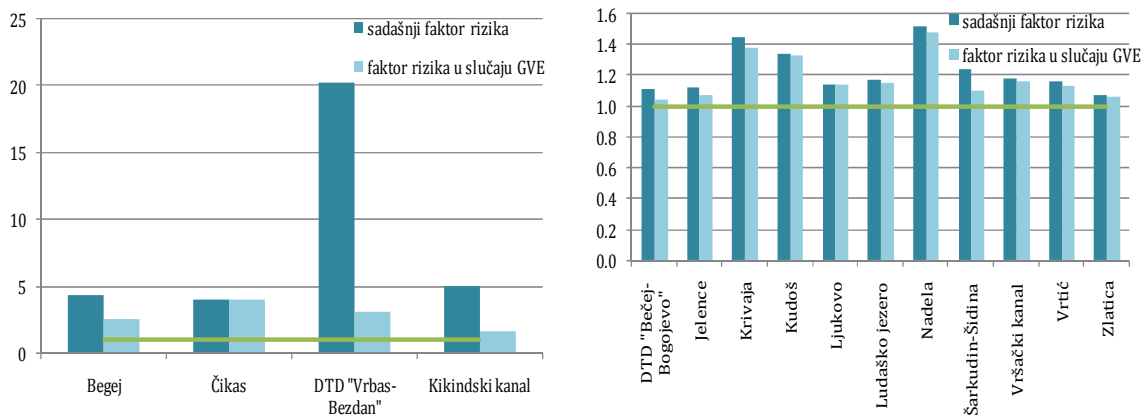


Slika 169. Faktori rizika za fosfor za scenario 3

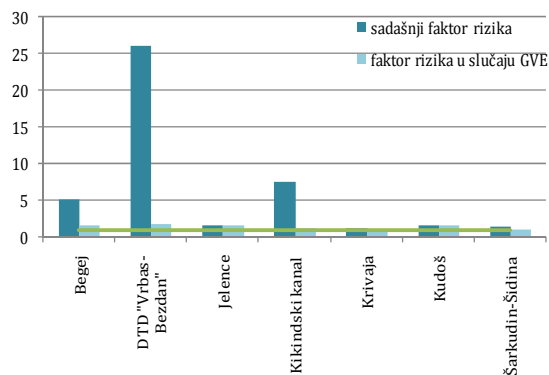


Slika 170. Faktori rizika za suspendovane materije za scenario 3

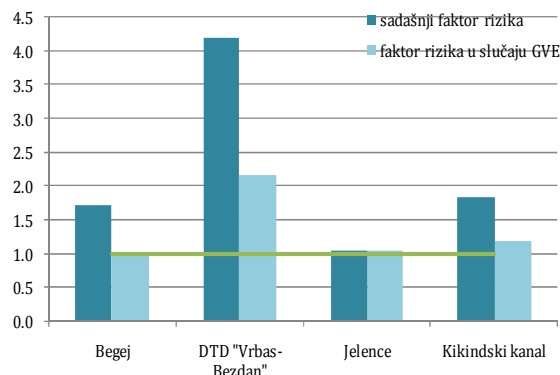
Posmatrajući uslove pri kojima se ispuštaju prosečne koncentracije zagađujućih materija i pri tome su protoci vode u kanalima na prosečnom višegodišnjem nivou, na 15 vodotoka je prekoračeno ciljano opterećenje za HPK, a ni na jednom se ne bi smanjilo ispod ciljanog opterećenja, dok bi u slučaju BPK smanjenje bilo na 2 od 7 vodotoka. Za sadržaj azota, ne bi bilo odgovarajućeg smanjenja, dok bi se kod fosfora smanjilo u 28% slučajeva. Kod suspendovanih materija, smanjenje opterećenja bi se ostavilo u 66% slučajeva.



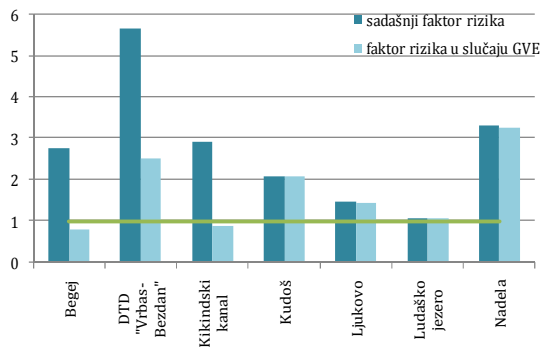
Slika 171. Faktori rizika za HPK za scenario 5



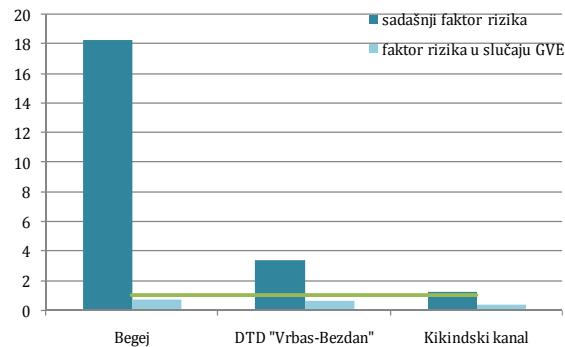
Slika 172. Faktori rizika za BPK za scenario 5



Slika 173. Faktori rizika za azot za scenario 5

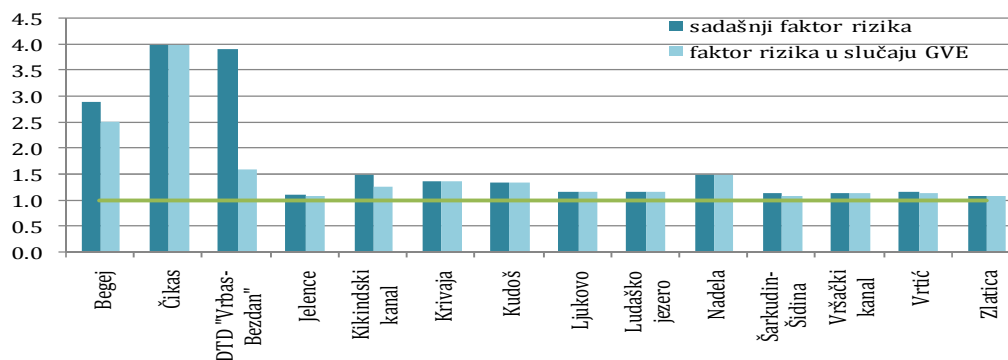


Slika 174. Faktori rizika za fosfor za scenario 5

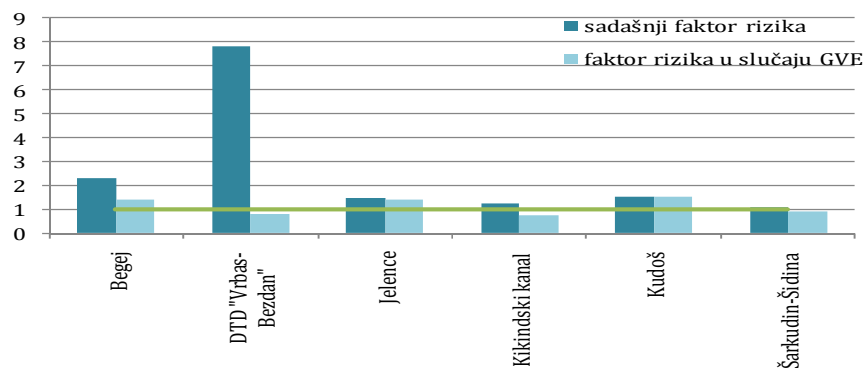


Slika 175. Faktori rizika za suspendovane materije za scenario 5

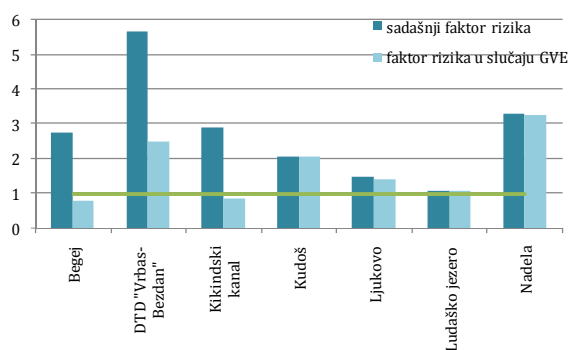
Najpogodniji uslovi koji se mogu desiti su da je protok vode u vodotocima maksimalan a opterećenje iz koncentrisanih izvora minimalno. Čak ni u ovim uslovima ne dolazi do odgovarajućeg smanjenja emitovanog opterećenja, kada je u pitanju HPK ni na jednom vodotoku, a u slučaju BPK i fosfora opterećenje je smanjeno samo na dva vodotoka.



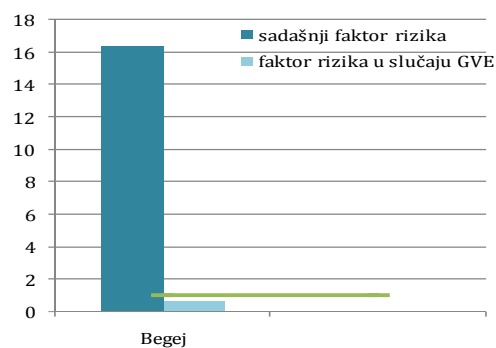
Slika 176. Faktori rizika za HPK za scenario 7



Slika 177. Faktori rizika za BPK za scenario 7



Slika 178. Faktori rizika za fosfor za scenario 7



Slika 179. Faktori rizika za suspendovane materije za scenario 7

Na većini vodotoka postoji prekoračenje ciljanih vrednosti za više parametara. Najbolje stanje je u slučaju maksimalnog protoka vode u vodotocima i minimalno opterećenje iz koncentrisanih izvora (scenario 7). Čak i tada visina prekoračenog opterećenja je znatna i najčešće je za HPK, BPK i fosfor (tabela 28). Ovi parametri bi bili

prekoračeni i u slučaju dostizanja graničnih vrednosti emisije svih zagađivača samo u manjoj meri. Ugroženi vodotoci su: Begej, DTD Vrbas-Bezdan, Čikas, Jelence, Kikindski kanal, Krivaja, Kudoš, Ljukovo, Ludaško jezero, Nadela, Šidina, Vršački kanal, Vrtić, Zlatica.

Tabela 28. Parametri koji su veći od dozvoljenih za najbolji mogući scenario (7)

vodotok	parametri koji su prekoračili ciljano opterećenje	parametri koji bi prekoračili ciljano opterećenje u slučaju postizanja GVE
Begej	HPK, BPK, fosfor, suspendovane materije	HPK, BPK
DTD Vrbas-Bezdan	HPK, BPK, Cu, Cr, Zn	HPK, azot, Cu, Cr, Zn
Čikas	HPK	HPK
Jelence	HPK, BPK, azot	HPK, BPK, azot
Kikindski kanal	HPK, BPK, Cu	HPK, Cu
Krivaja	HPK	HPK
Kudoš	HPK, BPK, fosfor	HPK, BPK, fosfor
Ljukovo	HPK, fosfor	HPK, fosfor
Ludaško jezero	HPK, fosfor	HPK, fosfor
Nadela	HPK, fosfor	HPK, fosfor
Šidina	HPK	HPK
Vršački kanal	HPK	HPK
Vrtić	HPK	HPK
Zlatica	HPK	HPK

U tabelama 29 i 30 prikazane su procene rizika na osnovu značaja pritiska (prema emitovanim srednjim koncentracijama zagađivača i emitovanom opterećenju) i na osnovu podataka o kvalitetu vode vodotoka (prema fizičko-hemijskim karakteristikama) za sve ispitivane vodotoke. Procena na bazi značaja pritiska na osnovu emitovanog opterećenja je bitna jer uzima u obzir kumulativne efekte koncentrisanih zagađivača. Oznake u tabelama su sledeće: pR - pod rizikom, VpR - verovatno pod rizikom, VNpR - verovatno nije pod rizikom, NpR - nije pod rizikom.

Za vodotoke Brzava, Moravica i Bosut nema podataka o registrovanim pritiscima, a za Sukovu baru nema podataka o protoku, pa nije izvršena procena rizika. Za Sukovu baru nema podataka o monitoringu vode.

Za procenu rizika na osnovu monitoringa u obzir su uzete lokacije kod kojih je izmereno najgore stanje.

Tabela 29. Procena rizika na bazi značaja pritiska

Naziv vodotoka	Kategorija rizika							
	na osnovu emitovanog opterećenja				na osnovu emitovanih koncentracija			
	Organsko zagadenje	Nutrijenti	Opasne supstance	Ukupna ocena	Organsko zagadenje	Nutrijenti	Opasne supstance	Ukupna ocena
Dunav	VNpR	VNpR	VNpR	VNpR	pR	pR	pR	pR
DTD N. Sad-Savino Selo	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VpR	pR
DTD B. Petrovac-Karavukovo	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VNpR	pR
Tisa	VNpR	VNpR	VNpR	VNpR	pR	pR	VNpR	pR
Zlatica	pR	VpR	VpR	pR	VpR	VpR	VNpR	VpR
Begej	pR	pR	pR	pR	pR	pR	pR	pR
Čik	-	-	-	-	-	-	-	-
DTD Bečej-Bogojevo	pR	VpR	pR	pR	pR	pR	VpR	pR
DTD Odžaci-Sombor	-	-	-	-	-	-	-	-
DTD Prigrevica-Bezdan	VNpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VNpR	pR
DTD Kosančić-Mali Stapar	-	-	-	-	-	-	-	-
DTD Vrbas-Bezdan	pR	pR	pR	pR	pR	pR	VpR	pR
DTD Bajski kanal	-	-	-	-	-	-	-	-
Plazović	-	-	-	-	-	-	-	-
Krivaja	pR	VpR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Jegrička	VpR	VpR	pR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Nadela	pR	pR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
DTD Ban. Palanka-Novi Bečej	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	pR	pR
DTD Kikindski kanal	pR	pR	pR	pR	pR	pR	VpR	pR
Stari Begej	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	VpR	VNpR	pR
Plovni Begej	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VNpR	pR
Tamiš	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VNpR	pR
Brzava	-	-	-	-	-	-	-	-
Moravica	-	-	-	-	-	-	-	-
Rojga	-	-	-	-	-	-	-	-
Vršački kanal	pR	VpR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Karaš	-	-	-	-	-	-	-	-
Nera	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	VpR	VNpR	pR
Bosut	-	-	-	-	-	-	-	-
Šidina	pR	VpR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Kudoš	pR	pR	VpR	pR	pR	pR	pR	pR
Sukova bara	-	-	-	-	pR	VpR	VNpR	pR
Galovica	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	pR	VpR	pR
Veliki Begej	VpR	VpR	VpR	VpR	pR	VpR	VpR	VpR
Vrtić	pR	VpR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Jelence	pR	pR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Ludaško jezero	pR	pR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR
Golubinački kanal	VpR	VpR	VpR	VpR	VpR	VpR	VNpR	VpR
Ljukovo	pR	pR	VpR	pR	pR	pR	VNpR	pR

Tabela 30. Procena rizika na bazi rezultata monitoringa

Naziv vodotoka	Monitoring stanica	Kategorija rizika			
		Organsko zagađenje	Nutrijenti	Opasne supstance	Ukupna ocena
Dunav	Bezdan	VNpR	pR	VNpR	pR
DTD N. Sad-Savino Selo	Novi Sad	pR	pR	VpR	pR
DTD B. Petrovac-Karavukovo	Bački Petrovac	pR	pR	pR	pR
Tisa	nizvodno od Jegričke	pR	pR	pR	pR
Zlatica	Vrbica	pR	pR	VpR	pR
Begej	Zrenjanin	pR	pR	pR	pR
Čik	B. Petrovo Selo	pR	pR	VpR	pR
DTD Bečej-Bogojevo	nizvodno od triangla	pR	pR	pR	pR
DTD Odžaci-Sombor	Sombor	pR	pR	VpR	pR
DTD Prigrevica-Bezdan	Bezdan	pR	pR	VpR	pR
DTD Kosančić-Mali Stapar	Srpski Miletić	pR	pR	VpR	pR
DTD Vrbas-Bezdan	triangl	pR	pR	VpR	pR
DTD Bajski kanal	Bački breg 1	VpR	VpR	VpR	VpR
Plazović	Bački breg 2	pR	pR	pR	pR
Krivaja	nizvodno od B. Topole	pR	pR	pR	pR
Jegrička	Žabalj	pR	pR	pR	pR
Nadela	nizvodno od Skrobare	pR	pR	pR	pR
DTD B. Palanka-Novi Bečej	kod uliva Brzave	pR	pR	VpR	pR
DTD Kikindski kanal	Novo Miloševo	pR	pR	pR	pR
Stari Begej	Hetin	pR	pR	VpR	pR
Plovni Begej	Srpski Itebej	VpR	pR	VpR	pR
Tamiš	Jaša Tomić	VpR	pR	VpR	pR
Brzava	Markovićevo	VpR	pR	VpR	pR
Moravica	Vatin	pR	pR	VpR	pR
Rojga	Plandište	pR	pR	VpR	pR
Vršački kanal	Vršac	VpR	pR	pR	pR
Karaš	Dobričevo	VpR	VpR	VpR	VpR
Nera	Kusić	VpR	VpR	VpR	VpR
Bosut	ulazni profil	pR	pR	pR	pR
Šidina	pre uliva u Bosut	pR	pR	pR	pR
Kudoš	Ruma	pR	pR	pR	pR
Sukova bara	-	-	-	-	-
Galovica	Pećinci	pR	VpR	pR	pR
Veliki Begej	Golubinci	pR	pR	VpR	pR
Vrtić	Indija	pR	pR	pR	pR
Jelence	pre Rume	pR	pR	pR	pR
Ludaško jezero	Ludaš I	pR	pR	pR	pR
Golubinački kanal	Golubinci	pR	pR	VpR	pR
Ljukovo	Indija	pR	pR	VpR	pR

U tabeli 31 je prikazano brojačano stanje vodotoka koji su pod rizikom i koji to nisu, a na osnovu ispitivanih kriterijuma. Najveći broj vodotoka pod rizikom je označen na osnovu rezultata monitoringa, što ukazuje na znatnu zagađenost vodotoka, bez obzira što su na osnovu pritiska ocenjeni kao verovatno pod rizikom ili verovatno nije pod rizikom.

Tabela 31. Procena rizika za vodotoke na teritoriji AP Vojvodina

Metod	pR	VpR	VNpR	NpR
Nema podataka (o koncentrisanim pritiscima)	-	-		10
Značaj pritiska - na osnovu emitovanih koncentracija	26	3	-	
Značaj pritiska - na osnovu emitovanih opterećenja	15	11	2	-
Nema podataka o monitoringu	-	-	-	1
Monitoring	35	3	-	-

Mnoga vodna tela su pod stalnim rizikom od neispunjavanja cilja i zbog toga postoji potreba za potpunijim razumevanjem odnosa između antropogenih pritiska, hemijskog kvaliteta i odgovora ekosistema. U tabeli 32 su uporedo prikazane procene rizika za sve ispitivane vodotoke na osnovu emitovanog opterećenja (na celom vodotoku), emitovanih koncentracija i na osnovu rezultata monitoringa. Ukupna procena rizika je izvršena na osnovu najgore ocene od pojedinačnih kriterijuma. Ovo pokazuje da su samo dva vodotoka (DTD Bajski kanal i Karaš) okarakterisani kao verovatno pod rizikom, dok je za sve ostale vodotoke konačna ocena pod rizikom, što znači da je najmanje jedan kriterijum pokazao da je vodotok pod rizikom.

Na 10 od svih ispitivanih vodotoka nema registrovanih koncentrisanih zagađivača. Za njih bi smo rekli da nisu pod rizikom na osnovu podataka o pritiscima. Međutim, na osnovu rezultata monitoringa, uzimajući u obzir srednje vrednosti za period 2009-2014., oni se karakterišu kao pod rizikom ili verovatno pod rizikom. To znači da oni iako ne predstavljaju recipijente otpadnih voda iz koncentrisanih izvora zagađivanja, ipak imaju nezadovoljavajući kvalitet vode, što može biti usled difuznih izvora zagađivanja, ispuštanja sadržaja septičkih jama ili prekograničnog zagađenja.

Tabela 32. Zbirne procene rizika za vodotoke

Naziv vodotoka	na osnovu emitovanog opterećenja	na osnovu emitovanih koncentracija	na osnovu monitoringa	KONAČNA PROCENA RIZIKA
Dunav	VNpR	pR	pR	pR
DTD N. Sad-Savino Selo	VpR	pR	pR	pR
DTD B. Petrovac-Karavukovo	VpR	pR	pR	pR
Tisa	VNpR	pR	pR	pR
Zlatica	pR	VpR	pR	pR
Begej	pR	pR	pR	pR
Čik	NpR	NpR	pR	pR
DTD Bečej-Bogojevo	pR	pR	pR	pR
DTD Odžaci-Sombor	NpR	NpR	pR	pR
DTD Prigrevica-Bezdan	VpR	pR	pR	pR
DTD Kosančić-Mali Stapar	NpR	NpR	pR	pR
DTD Vrbas-Bezdan	pR	pR	pR	pR
DTD Bajski kanal	NpR	NpR	VpR	VpR
Plazović	NpR	NpR	pR	pR
Krivaja	pR	pR	pR	pR
Jegrička	pR	pR	pR	pR
Nadela	pR	pR	pR	pR
DTD Ban. Palanka-Novi Bečej	VpR	pR	pR	pR
DTD Kikindski kanal	pR	pR	pR	pR
Stari Begej	VpR	pR	pR	pR
Plovni Begej	VpR	pR	pR	pR
Tamiš	VpR	pR	pR	pR
Brzava	NpR	NpR	pR	pR
Moravica	NpR	NpR	pR	pR
Rojga	NpR	NpR	pR	pR
Vršački kanal	pR	pR	pR	pR
Karaš	NpR	NpR	VpR	VpR
Nera	VpR	pR	VpR	pR
Bosut	NpR	NpR	pR	pR
Šidina	pR	pR	pR	pR
Kudoš	pR	pR	pR	pR
Sukova bara	NpR	pR	NpR	pR
Galovica	VpR	pR	pR	pR
Veliki Begej	VpR	VpR	pR	pR
Vrtić	pR	pR	pR	pR
Jelence	pR	pR	pR	pR
Ludaško jezero	pR	pR	pR	pR
Golubinački kanal	VpR	VpR	pR	pR
Ljukovo	pR	pR	pR	pR

Kada se posmatraju samo emitovane koncentracije i uporede sa graničnim vrednostima emisije, čak 29 vodotoka se označavaju kao pod rizikom. Međutim, kada se uzmu u obzir emitovana opterećenja na vodotoku, broj onih pod rizikom je 15. Ovde je primetno to da kod nekih vodotoka, iako su koncentracije zagađujućih materija u otpadnim vodama zagađivača više od GVE bar za nekog od zagađivača, kada se uzme u obzir ukupno opterećenje, kumulativni efekti i prihvatna moć recipijenta (što je izraženo kod većih vodotoka, Dunava, Tise) ustanovljeno je da oni mogu da prime svo to opterećenje, a da se pri tome ne naruši njihov kvalitet.

Sprovođenjem monitoring programa identifikuju se oblasti u vodnom području koje povećavaju zagađenje i mogu se odrediti sektori koji doprinose zagađenju (industrijski, komunalni, poljoprivredni ili drugi). Takođe se mogu utvrditi antropogeni uticaji na stanje voda, uključujući one koji potpadaju pod specijalnu zaštitu i uticaji crpljenja podzemnih i površinskih voda na kvantitativno i kvalitativno stanje voda.

Potrebno je pratiti kvalitet voda i sedimenta u dužem vremenskom periodu kako bi se dobili uporedivi podaci koji će poslužiti za tačno razumevanje stanja u vodama analiziranih vodotokova. Za efikasan nadzor (monitoring) i upravljanje vodama neophodna su pouzdana i precizna određivanja hemijskih indikatota kvaliteta vode. Samo simultana merenja kvaliteta vode i hidroloških veličina (brzina, vodostaj, proticanje, zapremina) mogu dati procenu transporta zagađenja. Vreme kada se provodi monitoring treba odabrati tako da se na minimum smanji uticaj sezonskih varijacija na rezultat, i da se na taj način osigura da rezultati zaista odražavaju promene u vodama kao rezultat promene u antropogenom pritisku.

Kvalitet površinskih voda se može kontrolisati redukcijom koncentracije efluenta, smanjenjem uzvodne koncentracije, smanjenjem zapremine efluenta, povećanjem protoka uzvodno. Da bi se stanje u oblasti zaštite voda od zagađivanja dovelo na viši nivo, mora se poboljšati efikasnost implementacije odgovarajućih propisa u našoj zemlji.

5. ZAKLJUČAK

Istraživanja u ovom radu su obuhvatila primenu koncepta analize značaja pritisaka i uticaja i metoda za identifikaciju i klasifikaciju izvora pritisaka; karakterizaciju i analizu pritisaka; procenu statusa vodnih tela i procenu uticaja/rizika da se ne dostigne njihov dobar ekološki status/potencijal.

Ukupan broj registrovanih zagađivača na teritoriji AP Vojvodine iznosi 185, trenutno radi njih 130 i ispušta otpadne vode u kanale Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav i male vodotoke na teritoriji AP Vojvodine. Neki od zagađivača su prestali da rade, a neki su preusmerili ispuštanje otpadnih voda prema kanalizaciji. Danas je najviše zagađivača u opštinama Zrenjanin, Kanjiža, Kula, Vrbas, Kikinda, Pančevo, Vršac. Kao što nije u svakoj opštini jednak prostorni raspored zagađivača otpadnih voda, tako ni na svakom vodotoku nije zastupljeno podjednako opterećenje. Najviše zagađivača svoje otpadne vode ispušta u Tisu, DTD Vrbas-Bezdan i Begej, koji su recipijenti 61% od ukupne količine otpadnih voda. Vodotoci u koje otpadne vode ispušta više od deset zagađivača su i DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Krivaja i DTD Bečej-Bogojevo. Skoro 70% od ukupnog broja zagađivača pripada sektoru prerađivačke industrije, gde spadaju različite proizvodne delatnosti, a među njima je najzastupljenija proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića, od čega se najveći broj bavi proizvodnjom mesa i proizvoda od mesa i konzervisanjem voća i povrća.

Prosečna dnevna količina ispuštenih otpadnih voda u kanale Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav iznosi oko 140.000 m³/dan, međutim, usled specifičnosti prerađivačke prehrambene industrije, naročito šećerana, intenzitet upuštanja je najveći u periodu kampanje prerade šećerne repe u jesenjim mesecima. Od ukupne količine otpadnih voda koje se ispuštaju u kanale DTD i male vodotoke, 56% potiče iz prerađivačke industrije, a 40% čine komunalne otpadne vode. Od čitave prerađivačke industrije, čak 92% količine otpadnih voda potiče od prehrambenog sektora, a najveća količina otpadnih voda, pored proizvodnje ulja i masti i mesa i mesnih prerađevina potiče od proizvodnje ostalih prehrambenih proizvoda (gde spadaju šećer, konditorski proizvodi, začini). Ukupno organsko zagađenje koje potiče od otpadnih voda ispitivanih zagađivača iznosi 33 tHPK/dan i 15 tBPK/dan. Organsko zagađenje najviše produkuje prehrambena industrija (64%). 46% od ukupne količine azota potiče od komunalnih otpadnih voda, a 39% od prehrambene industrije. Kada je u pitanju fosfor, najveće opterećenje potiče od prehrambene industrije (čak 51%) i 38% od komunalnih otpadnih voda. Proizvodnja prehrambenih proizvoda daleko prednjači u odnosu na ostale delatnosti u slučaju emisije suspendovanih materija. Nisu uzeti u obzir zagađivači koji otpadne vode ispuštaju direktno u reke, nego zagađivači Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav i manjih vodotoka na području AP Vojvodine.

Najveće količine otpadnih voda na teritoriji AP Vojvodine se upuštaju u nedovoljno prečišćenom stanju. Polovina zagađivača svoje otpadne vode ispuštaju bez ikakvog

tretmana, četvrtina njih poseduje primarni tretman prečišćavanja, dok tercijarni tretman primenjuje svega 3% zagađivača. Čest je slučaj da su otpadne vode iz fabrike koja poseduje neki tretman ipak nezadovoljavajućeg kvaliteta, što je posledica verovatno neadekvatnog održavanja samog postrojenja ili nisu izgrađena sa svim neophodnim tretmanima. Posledica ovoga je svakako veliko opterećenje otpadnih voda različitim zagađujućim materijama čiji negativan uticaj na kvalitet vodotoka u AP Vojvodini ima za posledicu degradaciju kvaliteta vode u pojedinim deonicama toliko da se voda ne može koristiti za prevashodnu namenu (snabdevanje industrije ili naselja).

Veoma je mali broj zagađivača kod kojih su emitovane koncentracije usklađene sa propisanim graničnim vrednostima emisije. Od ukupnog broja zagađivača samo 28% njih ispuštajući prosečne koncentracije HPK za ispitivani period zadovoljava zahtevane granične vrednosti. U slučaju BPK to je 19% zagađivača, kod nutrijenata 50%, a kod suspendovanih materija samo četvrtina. Usklađenost sa graničnim vrednostima emisije je izuzetno loša kada se uzmu u obzir maksimalne ispuštene koncentracije u ispitivanom periodu. Tada je samo 10% zagađivača za HPK, 7% za BPK, 18% za nutrijente i 11% zagađivača za suspendovane materije usklađeno sa graničnim vrednostima. Čak je i pri minimalnim ispuštenim koncentracijama zagađujućih materija u otpadnim vodama usklađenost sa graničnim vrednostima niska i iznosi: 58% za HPK, 53% za BPK, 77% za nutrijente i 48% za suspendovane materije. Kada su u pitanju metali, pri minimalnim koncentracijama cinka, kod 7% zagađivača su premašene granične vrednosti, u toku prosečnog kapaciteta rada 14% njih ne zadovoljava granične vrednosti, a kod 36% zagađivača su njihove maksimalne vrednosti iznad propisanih. 7% zagađivača premašuje granične vrednosti za hrom ispuštajući minimalne koncentracije, a 21% zagađivača ispuštajući srednje i maksimalne koncentracije hroma premašuje dozvoljene vrednosti.

Od 37 vodotoka, samo tri (Karaš, Nera i Bajski kanal) se klasifikuju u klasu 2, što odgovara dobrom kvalitetu voda. Kvalitet najvećeg broja vodotoka odgovara slabom ili lošem statusu/potencijalu (tj. klasama 4 ili 5). Najveća odstupanja od dobrog statusa/potencijala su u sadržaju nutrijenata i parametara kiseoničnog režima. Kada su u pitanju nutrijenti samo 8% vodotoka odgovara dobrom kvalitetu voda, a u slučaju parametara kiseoničnog režima (organske materije) svega 19% vodotoka. Ovakvo stanje ukazuje na to da je uzrok lošeg kvaliteta vodotoka ispuštanje nedovoljno prečišćenih otpadnih voda. Vodotoci koji se na osnovu pokazatelja kvaliteta klasifikuju u najlošiju, petu, klasu su: Nadela, Begej, Zlatica, DTD Vrbas-Bezdan, Krivaja, Šidina, Kudoš, Jelence i Bosut.

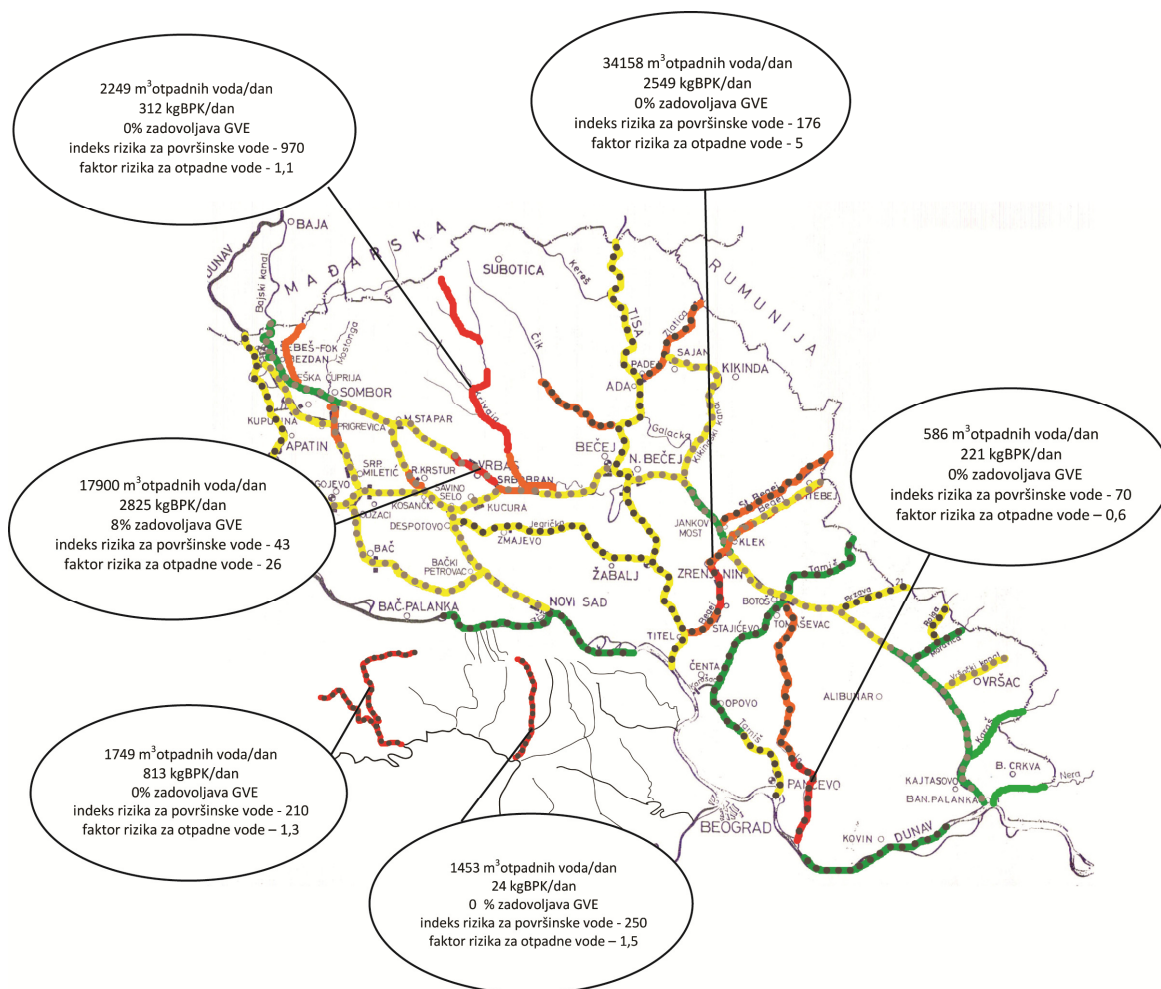
Lokaliteti na kojima je utvrđeno postojanje rizika od teških metala u sedimentu su Begej, DTD Banatska Palanka–Novi Bečej, DTD Odžaci–Sombor i DTD Vrbas–Bezdan. Takođe, rizik od teških metala je moguć u sedimentima vodotoka Jelence, Krivaja, Kudoš, Nadela, Plovni Begej, Tisa, Tamiš i Ludaško Jezero. U pogledu sadržaja organskih materija (PAH, PCB, pesticidi) sedimenti se na svim ispitivanim lokalitetima svrstavaju u klase 0, 1 ili 2 i smatraju se nezagađenim ili neznatno zagađenim. Na osnovu raspoloživih podataka je izračunato da od svih registrovanih zagađivača na teritoriji AP Vojvodine dnevno nastaje

oko 14t mulja, od čega 46% potiče od prerađivačke industrije, 42% od komunalnih otpadnih voda, a preostalih 12% potiče od svih ostalih delatnosti. Pri tome najveća količina mulja se formira na DTD Vrbas-Bezdan (31% od ukupne količine) i na Begeju (22%).

Procena uticaja na vodna tela je izvršena na osnovu poređenja rezultata monitoringa vodotoka sa propisanim graničnim vrednostima parametara za dobar status/potencijal voda, a na osnovu fizičko-hemijskih i hemijskih pokazatelja kvaliteta, izračunavanjem specifičnog količnika rizika za svaki lokalitet svih ispitivanih vodotoka. Analizirano je 28 parametara, čiji su specifični količnici rizika sabrani da bi se dobio indeks rizika. To znači da kada bi koncentracija svakog parametra bila baš onoliko koliko je propisano za drugu klasu, izračunati indeks rizika bi bio maksimalno 28. Svi vodotoci kod kojih je indeks rizika veći od 28 su zapravo pod rizikom, jer je u tom slučaju sigurno najmanje jedan parametar prekoračio dozvoljene vrednosti. Međutim, detaljna analiza svih pokazatelja kvaliteta je pokazala da indeks rizika manji od 28 ne znači i dobar kvalitet. Skoro na svim vodotocima postoji jedan ili više parametara srednjeg rizika. Jedino Dunav (kod Novog Sada i Smedereva), DTD Bajski kanal, DTD Vrbas-Bezdan (kod Sombora), DTD Banatska Palanka-Novi Bečej (Melenci, Vlajkovac), Tamiš (uzvodno od Pančeva), Moravica, Brzava i Nera imaju sve proračunate specifične količnike rizika manje od jedan. Rezultati su pokazali da su polutanti visokog rizika (specifični količnik rizika veći od 10) najčešće nutrijenti i parametri kiseoničnog režima, što najverovatnije predstavlja negativan uticaj ispuštanja otpadnih voda. Najveći indeksi rizika su na vodotocima: Nadela (kod Skrobare i nizvodno), Begej (kod Zrenjanina), Stari Begej, Krivaja (kod Bačke Topole i nizvodno), DTD Vrbas-Bezdan (kod Vrbasa), Šidina, Kudoš, Jelence, Bosut.

Kompletnija procena uticaja otpadnih voda na vodotoke je dobijena upoređivanjem ukupnog opterećenja koje se unosi u vodotok putem otpadnih voda sa maksimalnim dozvoljenim, tj. ciljanim kapacitetom opterećenja (maksimalnim opterećenjem koje vodotok može da primi bez negativnih posledica). U ovom radu je, zbog dostupnosti podataka, a u skladu sa ciljem, uzeto u obzir samo opterećenje iz koncentrisanih izvora zagađivanja, koje zajedno sa tzv. pozadinskim opterećenjem predstavlja ukupno emitovano zagađenje na vodotoku. Rezultati su pokazali da ukupno opterećenje zagađujućih materija a time i broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje znatno raste sa porastom emitovanog opterećenja iz koncentrisanih izvora, ali i sa smanjivanjem protoka vode u vodotocima. Najveći broj vodotoka (20) na kojima je premašeno ciljano opterećenje je u slučaju HPK i fosfora. U slučaju postizanja graničnih vrednosti emisije kod svakog zagađivača, broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje se smanjuje za 15-50%, zavisno od parametara, pri čemu broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje u tom slučaju neće zavisiti od veličine emitovanog opterećenja nego samo od protoka vode u kanalima. Veliki je broj vodotoka na kojima je ispuštanjem otpadnih voda registrovanih koncentrisanih zagađivača prekoračeno ciljano dnevno opterećenje. U pitanju su: DTD Vrbas-Bezdan, Begej, Krivaja, Kikindski kanal, DTD Bečej-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, DTD Banatska Palanka-Novi Bečej, Krivaja, Čikas, Jelence, Ljukovo,

Nadela, Kudoš, Šidina, Stari Begej, Vršački kanal, Vrtić, Zlatica, Veliki Begej. Na slici 180 su sumarno prikazani pritisci iz koncentrisanih izvora, stanje vodotoka, kao i procenjen rizik za najugroženije vodotoke (koji se odnosi na biološku potrošnju kiseonika).



Slika 180. Pritisci, uticaji i stanje ispitivanih vodotoka

Kao "najgore" stanje je okarakterisano stanje u uslovima kada je minimalan protok vode u kanalu a maksimalno opterećenje iz koncentrisanih izvora. Tada je prekoračenje na najvećem broju vodotoka i za sve parametre. Kada posmatramo HPK, na 20 vodotoka je premašeno ciljano opterećenje, a kada bi se postigle granične vrednosti emisije, ni na jednom vodotoku se opterećenje ne bi smanjilo u dovoljnoj meri. Samo na tri vodotoka (DTD Banatska Palanka-Novi Bečeje, Nera i Veliki Begeje) bi se smanjilo tačno do veličine ciljanog opterećenja, ne ostavljajući pri tome prostora za opterećenje iz difuznih izvora. U slučaju BPK, od 12 vodotoka na koliko je premašeno opterećenje, zadovoljavajuće smanjenje bi bilo kod 4 vodotoka (DTD Bečeje-Bogojevo, DTD Novi Sad-Savino Selo, Nadela,

Veliki Begej). Kada je azot u pitanju, smanjenje emitovanog opterećenja ispod ciljanog bi bilo kod 25% vodotoka, za fosfor kod 20%, a za suspendovane materije kod 67% vodotoka.

Posmatrajući uslove pri kojima se ispuštaju prosečne koncentracije zagađujućih materija za ispitivani period i pri tome su protoci vode u kanalima na prosečnom višegodišnjem nivou, na 15 vodotoka je prekoračeno ciljano opterećenje za HPK, a ni na jednom se ne bi smanjilo ispod ciljanog opterećenja, dok bi u slučaju BPK smanjenje bilo na 2 od 7 vodotoka. Za sadržaj azota, ne bi bilo odgovarajućeg smanjenja, dok bi se kod fosfora smanjilo u 28% slučajeva, a kod suspendovanih materija u 66% slučajeva.

Najpogodniji uslovi koji se mogu desiti su da je protok vode u vodotocima maksimalan a opterećenje iz koncentrisanih izvora minimalno, mada se ne dešavaju baš često, jer je u najvećem delu godine, naročito leti, protok u kanalima mali, a dešava se da i nema protoka. Čak ni u ovim uslovima ne dolazi do odgovarajućeg smanjenja emitovanog opterećenja, kada je u pitanju HPK ni na jednom vodotoku, a u slučaju BPK i fosfora samo na dva vodotoka. Čak ni kada je izmeren maksimalan protok u toku godine, za kanale Begej, DTD Vrbas-Bezdan, Nadela i Kudoš, nije dovoljan da primi količinu zagađenja iz koncentrisanih izvora. Pored toga, tolerišuće dnevno opterećenje treba da obuhvati pored koncentrisanih izvora i opterećenje iz difuznih izvora zagađivanja voda, koje u AP Vojvodini zbog razvijene poljoprivredne aktivnosti nije malo.

Na osnovu ispitivanja, može se reći da su vodotoci u Vojvodini, opterećeni organskim materijama, koje prouzrokuju smanjenje sadržaja rastvorenog kiseonika u vodi, povećanje vrednosti BPK₅ i čestu pojavu anaerobnih uslova sa visokim vrednostima sumporvodonika i amonijaka, što za sobom povlači ne samo poremećaj hemijskog režima, već i uništenje akvatičnog života vodotoka. Nizak sadržaj rastvorenog kiseonika, odnosno povećane koncentracije hemijske i biohemijske potrošnje kiseonika, ukazuju na prisutno organsko zagađenje, koje ima dva negativna efekta: nagomilavanje mulja u vodotoku i ekološka šteta usled smanjivanja koncentracije rastvorenog kiseonika ispod biološkog minimuma. Znatno deo organskog zagađenja može voda razgraditi svojom sposobnošću samoprečišćavanja (autopurifikacije), koja zavisi znatno od uslova toka. Kanali Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, imaju male protočne moći i male brzine toka, pa je autopurifikaciona moć dosta mala. S druge strane, opterećenost hidrosistema DTD industrijskim otpadnim vodama je velika, neujednačena i neravnomerna. Ugroženost površinskih voda zagađenjem biodegradabilnim organskim materijama naročito je izražena u blizini velikih gradova (Vrbas, Kula, Crvenka, Zrenjanin, Pančevo, Ruma, Bačka Topola) koji nemaju postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda i industrijskih postrojenja koja se bave proizvodnjom hrane (fabrike šećera, prerade voća i povrća, velike farme svinja, klanice itd.). Ovaj problem posebno je izražen u periodu godine koji karakterišu niski vodostaji i povišene temperature. Naime, najveći broj zagađivača je lociran oko velikih gradova, što doprinosi kumulativnom opterećenju vodotoka.

Rezultati rada su pokazali gde i do koje mere ljudske aktivnosti imaju negativan uticaj na stanje vodotoka i mogu doprineti boljem razumevanju strateškog cilja očuvanja i

poboljšanja kvaliteta voda, utvrđivanju uzročnopsledičnih veza u svim fazama procene pritisaka i uticaja. Da bi se stanje u oblasti zaštite voda od zagađivanja dovelo na viši nivo, mora se pre svega poboljšati efikasnost implementacije odgovarajućih propisa u našoj zemlji. Procena rizika i upravljanje rizikom predstavljaju okvire za uspostavljanje regulatornih prioriteta i za donošenje odluka u oblasti životne sredine, a posebno u oblasti voda. Odluke se trebaju donositi na osnovu monitoringa vode i sedimenta u dužem vremenskom periodu, na osnovu čega se mogu identifikovati oblasti u vodnom području koje povećavaju zagađenje i odrediti sektori delatnosti koji doprinose zagađenju. Rezultati rada mogu naći veliku primenu u upravljanju vodnim resursima u cilju boljeg praćenja stanja zaštite životne sredine i prognoze mogućih scenarija. Da bi se napravio korak ka postizanju cilja dobrog kvaliteta svih voda, potrebno je izraditi studiju koja će detaljno sagledati ovaj problem i predložiti mere za ublažavanje i popravljavanje stanja. Kako je rok za dostizanje graničnih vrednosti emisije 2020., 2025. ili 2045. godina, do tada će vodotoci primiti izuzetno veliko opterećenje i formiraće se ogromne količine sedimenta. Međutim, rezultati su pokazali da čak i kada bi svi zagađivači ispuštali otpadne vode sa koncentracijama zagađujućih materija koje su u okviru graničnih vrednosti emisije, i dalje bi na nekim vodotocima opterećenje bilo preveliko za njihovu prihvatnu moć, zbog kumulativnog efekta koncentrisanih zagađivača. U tom slučaju jedna od mera mogu biti zahtevi za strožijim graničnim vrednostima emisije, što zahteva veća finansijska ulaganja u postrojenja i pažljiv odabir tehnologija za prečišćavanje otpadnih voda. Druga mogućnost je razblaživanje vodotoka sa svežom površinskom vodom, što opet zahteva ulaganja u pumpne stanice i povećanje potrošnje energije. Ipak, i pored toga, ovo bi trebalo da se nametne kao način rešavanja problema, jer su rezultati pokazali da su vodotoci zagađeni.

Prioritetan zadatak treba da bude svakako kanalisanje naselja i izgradnja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, pre svega na osetljivim recipijentima, a zatim i na onim koji to nisu. Pri tome, svakako prioritet treba da budu veća naselja, tj. ona koja ispuštaju veće količine zagađenja. Sve to uz kombinaciju regulacije protoka u kanalima hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav i omogućavanje većih količina vode. Pored problema ispuštanja otpadnih voda i kvaliteta recipijenata važno je sagledati problem količine i zagađenosti sedimenata i predložiti rešenja za izmuljivanje vodotoka.

6. LITERATURA

1. Abessa, D.M.S., Carr, R.S., Sousa, E.C.P.M. Rachid, B.R.F., Zaroni, L.P., Gasparro, M.R., Pinto, Y.A., Bicego, M.C., Hortellani, M.A., Sarkis, J.E.S., Muniz P. (2008) Integrative ecotoxicological assessment of contaminated sediments in a complex tropical estuarine system. In: *Marine Pollution: New Research*, Hofer, T.N. (Ed.). Nova Science Publishers Inc.
2. Achleitner S., Toffol S., Engelhard C., Rauch W. (2005) The European Water Framework Directive: Water Quality Classification and Implications to Engineering Planning, Springer Science+Business Media, Inc., *Environmental Management*, **35**(4), 517–525.
3. Agbaba, J., Dalmacija, B., Maletić, S., Rončević, S., Božović, Lj. (2008) Neorganske komponente u sistemu voda-sediment. U: *Zagađujuće materije u vodenom ekosistemu i remedijacioni procesi* (Ur.: Dalmacija B. i Agbaba J.). Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Centar izvrsnosti za hemiju okoline i procenu rizika, 140-262.
4. Agyemang, I., McDonald, A., Carver, S. (2007) Application of the DPSIR framework to environmental degradation assessment in northern Ghana. *Nat. Resour. Forum* **31**, 212–225.
5. Akcay H., Oguz A., Karapire C. (2003) Study of heavy metal pollution and speciation in Buyak Menders and Gediz River sediments. *Water Reserach* **37**(17), 4086-4094.
6. Alvarez-Guerra, M., Viguri, J.R., Casado-Martinez, M.C., Del Valls, T.A. (2007) Sediment quality assessment and dredged material management in Spain: part II, analysis of action levels for dredged material management and application to the Bay of Ca'diz. *Integr Environ Assess Manag.*, **3**(4), 539–551.
7. Andreadakis, A., Gavalakis, E., Kaliakatsos, L., Noutsopoulos, C., Tzimas, A. (2006) The implementation of the Water Framework Directive (WFD) at the river basin of Anthemountas with emphasis on the pressures and impacts analysis. *Desalination* **210**, 1-15.
8. Anon. (2001) German Guidance Document for the implementation of the EC Water Framework Directive-LAWA, 2001.
9. Anon. (2002) Guidance document on Analysis of Pressures and Impacts (CIS Working Group 2.1 - IMPRESS) Final version, December 2002, European Communities.
10. Anon. (2003a) Guidance on Identification of Water Bodies (Working Group of Water Bodies; January 2003), European Communities.
11. Anon. (2003b) Guidance on Monitoring for Water Framework Directive. (CIS Working group 2.7) Final Version, January, 1-172. Guidance on Monitoring for the Water Framework Directive.

12. Anon. (2003c) GUIDANCE ON PRESSURES AND IMPACTS METHODOLOGY, Guidance document no. GW4, Environmental Protection Agency (EPA), Ireland, 2003.
13. Anon. (2003d) Guidance document Identification and Designation of Heavily Modified Water Bodies (Working Group 2.2 – HMWB), European Communities.
14. Anon. (2003e) Guidance Document No.10 Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems – REFCOND (2003).
15. Anon. (2005) Guidance Document No. 13 Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential – Classification (2005).
16. Anon (2007) Metals environmental risk assessment guidance - Risk characterization: general aspects. Dostupno na: www.icmm.com/document/253.
17. Anon. (2009) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC) Guidance Document No. 23, Guidance document on eutrophication assessment in the context of European water policies. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
18. Anon. (2010a) *Technical Background Document on Identification of Mixing Zones*, CIS-WFD.
19. Anon. (2010b) Hidrološki godišnjak, 3, kvalitet voda. Republički hidrometeorološki zavod, Beograd.
20. Anon. (2012) Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2011. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Beograd.
21. Anon. (2013) Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2012. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Beograd.
22. Anon. (2014) Rezultati ispitivanja kvaliteta površinskih i podzemnih voda za 2013. godinu. Agencija za zaštitu životne sredine, Ministarstvo energetike, razvoja i zaštite životne sredine, Beograd.
23. Arhonditsis, G.B., Qian, S.S., Stow, C.A., Lamon, E.C., Reckhow, K.H. (2007) Eutrophication risk assessment using Bayesian calibration of process-based models: Application to a mesotrophic lake. *Ecological Modelling* **208**(2-4), 215-229.
24. Ashton, D., Hilton, M., Thomas, K.V. (2004) Investigating environmental transport of human pharmaceuticals to streams in the United Kingdom. *Science of the Total Environment* **333**(1-3), 167-184.
25. Bečelić, M., Tamaš, Z. (2004) Analiza i kontrola kvaliteta fizičko-hemijskih parametara. U: *Analiza vode- kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata* (Ur.: Dalmacija B. i Ivančev-Tumbas I.) Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, 51-79.
26. Bečelić M., Dalmacija B., Tamaš Z., Krčmar D., Pešić V. (2005) Osnovne postavke strategije upravljanja otpadnim vodama. *Zbornik radova Međunarodne konferencije «Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad», Zlatibor*, 1-4.

27. Bečelić, M., Dalmacija, B., Pešić, V., Krčmar, D. (2006) Informisanost javnost u planiranju upravljanja vodama, Zbornik radova "Voda 2006", 13-18.
28. Bečelić, M., Dalmacija, B., Krčmar, D., Tamaš, Z. (2007) Primena najboljih dostupnih tehnika (BAT) u Definisaniu limita efluenta, Zbornik radova Međunarodne konferencije «Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad» Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 3-9.
29. Bečelić, M., Dalmacija, B. (2008) Metode procene uticaja na životnu sredinu, Zbornik radova "Voda 2008", 11-16.
30. Bečelić, M., Dalmacija, B., Tamaš, Z., Krčmar, D. (2008) Konceptualni okvir integrisanog upravljanja otpadnim vodama u cilju zaštite vodnih resursa, Zbornik radova Međunarodne konferencije «Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad» Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 19-24.
31. Bečelić-Tomin, M., Dalmacija, B., Tričković, J., Tamaš Z., Stanojević, D., (2013), New Regulatory Instruments to Control Water Quality in The Republic of Serbia, International Science Conference „Reporting for Sustainability“, The Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, Crna Gora, 91-97.
32. Bicknell, B.R., Imhoff, J., Kittle, J., Jobes, T., Donigan, A.S. (2000) *Hydrological Simulation Program e Fortran User's Manual*. Release 12. Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.
33. Birk, S., Bonne, W., Borja, A., Brucet, S., Courrat, A., Poikane, S., Solimini, A., van der Bund, W., Zampoukas, N., Hering, D. (2012) Three hundred ways to assess Europe's surface waters: an almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive. *Ecol. Indic.* **18**, 31–41.
34. Blanchard, M., Teil, M.J., Ollivon, D., Legenti, L., Chevreuil, M. (2004) Polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorobiphenyls in wastewaters and sewage sludges from the Paris area (France). *Environmental Research* **95**(2), 184-197.
35. Blanco, H., Lal, R. (2008) *Nutrient erosion and hypoxia of water*. Principles of soil conservation and management. Springer, England.
36. Borja, A., Galpatsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E.M., Uriarte, A., Valencia, V. (2006) The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine Coastal and Shelf Science* **66**, 84-96.
37. Bosch, P., Gabrielsen, P. (2003) *Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting*. European Environment Agency.
38. Böhmer, J., Arbaciauskas, K., Benstead, R., Gabriels, W., Porst, G., Reeze, B., Timm, H. (2014) *Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Central Baltic Lake Benthic invertebrate ecological assessment methods*. Report EUR 26504 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
39. Bradley, W.C., Owen, T.L. (2007) Multiple carbon substrate utilization by bacteria at the sediment–water interface: seasonal patterns in a stratified eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, **586**(1), 43-56.

40. Brady, J., (2005) *Environmental Management in Organization*, The IEMA Handbook, London.
41. Burke, G., Singh, B., Theodore, L. (2005) *Handbook of Environmental Management and Technology*. John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published simultaneously in Canada.
42. Calow, P. (1998). *Handbook of environmental risk assessment and management*, Blackwell science Ltd, London, United Kingdom.
43. Canter, L.W., Canty, G.A. (1993). Impact significance determination basic considerations and a sequenced approach. *Environ. Impact. Asses. Rev.* **13**, 275–297.
44. Casado-Martínez, M.C., Riba, I., Blasco, J., Del Valls, T.A. (2005) Linking sediment chemical and biological guidelines for characterization of dredged material, *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* **40**(2), 289-303.
45. Ceka, A. (2011) *Water Framework Directive and Mixing Zone Guidelines, Applied on a Smelter and Mine Scenario at two Boliden Sites*, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
46. Chao, X., Jia, Y., Shields Jr., D., Wang, S.S.Y., Cooper, C.M. (2010) Three-dimensional numerical simulation of water quality and sediment-associated processes with application to a Mississippi Delta lake, *Journal of Environmental Management*, **91**(7), 1456-1466.
47. Chapra, S.C., Pelletier, G.J. (2003) *QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality: Documentation and Users Manual*. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.
48. Chapra S. C., Pelletier G. J., Tao H. (2006) *QUAL2K: A Modeling Framework for Simulating River and Stream Water Quality, Version 2.04: Documentation and Users Manual*. Civil and Environmental Engineering Dept., Tufts University, Medford, MA.
49. Chave, P. (2002) *The EU Water Framework Directive-An Introduction*. IWA Publishing, UK.
50. Chin, D.A. (2013) *Water Quality. Water-quality engineering in natural systems:fate and transport processes in the water environment*. Published in United States of America.
51. Clinch, J.P., Kerins, D. (2002) Assessing the efficiency of integrated pollution control licensing. Environmental Studies Research Series 02/10. University College Dublin, Ireland.
52. Cloquell-Ballester, V-A., Monterde-Diaz, R., Cloquell-Ballester, V-A., Santamarina-Siurana, M-C. (2007) Systematic comparative and sensitivity analyses of additive and outranking techniques for supporting impact significance assessments, *Environmental Impact Assessment Review*, **27**(1), 62-83.
53. Connell, D., Lam, P., Richardson, B., Wu, R. (2004) *Introduction to ecotoxicology*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.

54. Corcoran, E., Nellesmann, C., Baker, E., Bos, R., Osborn, D., Savelli, H. (2010) *Sick Water? The central role of wastewater management in sustainable development. A Rapid Response Assessment*. UNEP/UNHABITAT, Wastewater Management, 7-10.
55. Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment.
56. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources .
57. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control.
58. Cox B. A. (2003) A review of currently available in-stream water-quality models and their applicability for simulating dissolved oxygen in lowland rivers. *The Science of the Total Environment* **314–316**, 335–377.
59. Cunningham, D. (2000) IPPC, BAT, and voluntary agreements, *J. Hazard. Mater.* **78**, 105-121.
60. Dalmacija B. (2000) „Katastar otpadnih voda i postrojenja za prečišćavanje“, U: *Kontrola kvaliteta voda u okviru upravljanja kvalitetom*, (Ur. Dalmacija, B.). Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet–Institut za hemiju, Novi Sad, 240-294.
61. Dalmacija, M. (2010) Procena potencijala remedijacije sedimenta kontaminiranog metalima primenom imobilizacionih agenasa, *Doktorska disertacija*, Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu.
62. Dalmacija, B. (2011) *Granične vrednosti emisije za vode*, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno matematički fakultet, Novi Sad.
63. Dalmacija, B. (2012) *Parametri kvaliteta vode i sedimenta i tumačenje standarda (imisioni standardi)*. Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad.
64. Dalmacija, B., Agbaba, J. (2004) Metode za određivanje ukupnih organskih materija. U: *Analiza vode- kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata* (Ur.: Dalmacija B. i Ivančev-Tumbas I.) Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, 152-188.
65. Dalmacija, B., Agbaba, J. (2008) Zagađujuće materije u vodenom ekosistemu i remedijacioni procesi. Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Novi Sad.
66. Dalmacija, B., Bečelić, M., Krčmar, D., Pešić, V., Ivančev-Tumbas, I., Rončević, S., Agbaba, J., Kalabić, O., Kuzmanović, S., Aleksić, Šišarica, Z., Gaborov, T., Cinkler, R., Benak, J., Jovanović, D. (2004) Analiza i inoviranje informacionog podsistema upotrebjenih voda. *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
67. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Agbaba, J., Rončević, S., Bečelić, M., Tričković, J., Ivančev-Tumbas, I., Maletić, S., Dalmacija, M., Rajić, Lj., Tubić, A., Molnar, J., Ugarčina Perović, S., Watson, M.A., Kragulj, M., Vrbaški, Ž., Karlović, E., Tamaš, Z., Jovanović,

- D. (2009a) Analiza otpadnih voda zagađivača u cilju identifikacije vodećih sila i značajnih pritisaka na HS DTD, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
68. Dalmacija, B., Tričković, J., Krčmar, D., Dalmacija, M., Božović, Lj., Watson, M.A., Agbaba, J., Maletić, S., Tubić, A., Molnar, J., Rončević, S., Pešić, V., Bečelić, M., Ivančev-Tumbas, I., Ugarčina Perović, S., Kragulj, M., (2009b), Predlog za akcioni plan zaštite voda plovnog Begeja – analiza vode i sedimenta sa procenom uticaja radova na izmuljivanju sedimenta na kvalitet vode usled resuspenzije zagađenja, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
69. Dalmacija, B., Rončević, S., Petrović, O., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Maletić, S., Simeunović, S., Knežević, P., Krčmar, D., Pešić, V., Bečelić-Tomin, M., Watson, M.A., Tubić, A., Dalmacija, M., Agbaba, J., Tričković, J., Ugarčina Perović, S., (2009c), Istraživački monitoring vode i sedimenta Dunava u zoni izvorišta vode za piće grada Novog Sada, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i Grad Novi Sad - Gradska uprava za zaštitu životne sredine*, Novi Sad.
70. Dalmacija, B., Bečelić, M., Agbaba, J., Ročević, S., Tamaš, Z. (2009d) Granične vrednosti emisije i emisioni novoi u otpadnim vodama bazirani na najboljim dostupnim tehnikama, *Zbornik radova Međunarodne konferencije «Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad» Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo*, 3-10.
71. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Dalmacija, M., Bečelić, M., Rončević, S., Agbaba, J., Tričković, J., Maletić, S., Tubić, A., Molnar, J., Kragulj, M., Rajić, Lj., Ugarčina Perović, S., Watson, M. A., (2010a), Analiza otpadnih voda i recipijenata otpadnih voda u slučaju potencijalnih akcidentnih ispuštanja, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
72. Dalmacija, B., Tričković, J., Dalmacija, M., Krčmar, D., Pešić, V., Rončević, S., Agbaba, J., Maletić, S., Molnar, J., Bečelić-Tomin, M., Kragulj, M., Rajić, Lj., Ugarčina Perović, S., Watson, M.A., Leovac, A., Kerkez, Đ, Tubić, A. (2010b) Hemijska procena rizika sistema voda-sediment-biota u zaštićenim zonama AP Vojvodine, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo u zaštitu životne sredine*, Novi Sad.
73. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Maletić, S., Dalmacija, M., Rončević, S., Agbaba, J., Tričković, J., Bečelić-Tomin, M., Tubić, A., Molnar, J., Kragulj, M., Rajić, Lj., Ugarčina Perović, S., Watson, M. A., Leovac, A., Kerkez, Đ. (2010c) Analiza otpadnih voda zagađivača na teritoriji JVP “Vode Vojvodine” u cilju proširenja i ažuriranja baze podataka i identifikacije vodećih sila i značajnih pritisaka na odabranim vodotocima, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.

74. Dalmacija, B., Rončević, S., Dalmacija, M., Maletić, S., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Krčmar, D. (2010d) Monitoring sedimenta Dunava u zoni izvorišta vode za piće grada Novog Sada u toku 2009.godine, Zbornik "Vode 2010", 171-182.
75. Dalmacija, B., Tričković, J., Dalmacija, M., Krčmar, D., Pešić, V., Rončević, S., Kragulj, M., Molnar, J., Bečelić-Tomin, M., Rajić, Lj., Leovac, A., Kerkez, Đ., Ugarčina Perović, S., Maletić, S., Tubić, A., Tomašević, D. (2011a) Istraživanje prisustva specifičnih polutanata na odabranim profilima na vodotocima u AP Vojvodini, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo u zaštitu životne sredine*, Novi Sad.
76. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Dalmacija, M., Tričković, J., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Tubić, A., Watson, M.A., Leovac, A., Kerkez, Đ., Tomašević, D., Varga, N., Spasojević, J., Bečelić-Tomin, M., Maletić, S., Agbaba, J., Rončević, S., Ugarčina Perović, S. (2011b) Analiza otpadnih voda i recipijenata u slučaju potencijalnih akcidentnih ispuštanja i analiza mulja sa predlogom mera za bezbedno izmuljivanje i deponovanje sedimenta, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
77. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Dalmacija, M., Tričković, J., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Tubić, A., Watson, M.A., Leovac, A., Kerkez, Đ., Tomašević, D., Varga, N., Spasojević, J., Bečelić-Tomin, M., Maletić, S., Agbaba, J., Rončević, S., Ugarčina Perović, S. (2011c) Analiza otpadnih voda zagađivača na vodnom području JVP „Vode Vojvodine“ u cilju proširenja i ažuriranja baze podataka i identifikacije vodećih sila i značajnih pritisaka na odabranim vodotocima, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
78. Dalmacija, M., Dalmacija, B., Krčmar, D., Tričković, J., Rončević, S., Watson, A.M., Pešić, V., Maletić, S., Tomašević, D. (2011d) Pilot projekat deponovanja toksičnog sedimenta iz Krivaje, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
79. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Dalmacija, M.†, Tričković, J., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Tubić, A., Watson, M.A., Leovac, A., Kerkez, Đ., Tomašević, D., Varga, N., Spasojević, J., Bečelić-Tomin, M., Maletić, S., Agbaba, J., Rončević, S., Ugarčina Perović, S. (2012a) Analiza otpadnih voda i recipijenata u slučaju potencijalnih akcidentnih ispuštanja i analiza mulja sa predlogom mera za bezbedno izmuljivanje i deponovanje sedimenta, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
80. Dalmacija, B., Krčmar, D., Pešić, V., Dalmacija, M.†, Tričković, J., Rajić, Lj., Molnar, J., Kragulj, M., Tubić, A., Watson, M.A., Leovac, A., Kerkez, Đ., Tomašević, D., Varga, N., Spasojević, J., Bečelić-Tomin, M., Maletić, S., Agbaba, J., Rončević, S., Ugarčina Perović, S. (2012b) Analiza otpadnih voda zagađivača na vodnom području JVP „Vode Vojvodine“ u cilju proširenja i ažuriranja baze podataka i identifikacije

- vodećih sila i značajnih pritisaka na odabranim vodotocima, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
81. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Leovac, A.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Watson, M. A.; Tomašević, D.; Bečelić Tomin, M.; Tričković, J., Agbaba, J.; Rončević, S.; Ugarčina Perović, S. (2013a). Analiza otpadnih voda i recipijenata u slučaju potencijalnih akcidentnih ispuštanja i analiza mulja sa predlogom mera za bezbedno izmuljivanje i deponovanje sedimenta, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
82. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Tričković, J.; Molnar, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Watson, M.A.; Leovac, A.; Kerkez, Đ.; Tomašević, D.; Varga, N.; Spasojević, S.; Bečelić Tomin, M.; Maletić, S.; Agbaba, J.; Rončević, S.; Ugarčina Perović, S. (2013b). Analiza otpadnih voda zagađivača na vodnom području JVP „Vode Vojvodine“ u cilju proširenja i ažuriranja baze podataka i identifikacije vodećih sila i značajnih pritisaka na odabranim vodotocima, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
83. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Leovac, A.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Watson, M. A.; Tomašević, D.; Bečelić Tomin, M.; Tričković, J., Agbaba, J.; Rončević, S.; Ugarčina Perović, S. (2013c). Monitoring kvaliteta površinskih voda u AP Vojvodini u 2013. godini., *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine*, Novi Sad.
84. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Leovac, A.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Watson, M. A.; Tomašević, D.; Bečelić Tomin, M.; Tričković, J., Agbaba, J.; Rončević, S.; Ugarčina Perović, S. (2013d). Analiza vode i sedimenta u regionalnom podsistemu Nadela u cilju snabdevanja poljoprivrede vodom za navodnjavanje, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
85. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Bečelić Tomin, M.; Watson, M. A.; Agbaba, J.; Rončević, S.; Tričković, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Tomašević, D.; Leovac, A.; Dubovina, M.; Tomić, R. (2014a) Analiza otpadnih voda i recipijenata u slučaju potencijalnih akcidentnih ispuštanja i analiza mulja sa predlogom mera za bezbedno izmuljivanje i deponovanje sedimenta, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
86. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Bečelić Tomin, M.; Watson, M. A.; Agbaba, J.; Rončević, S.; Tričković, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Tomašević, D.; Leovac, A.; Dubovina, M.; Tomić, R. (2014b) Analiza otpadnih voda zagađivača na vodnom području JVP „Vode Vojvodine“ u cilju proširenja i ažuriranja baze podataka i identifikacije vodećih sila i značajnih

- pritisaka na odabranim vodotocima, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i JVP „Vode Vojvodine“*, Novi Sad.
87. Dalmacija, B; Krčmar, D.; Pešić, V.; Molnar, J.; Maletić, S.; Spasojević, S.; Kerkez, Đ.; Varga, N.; Bečelić Tomin, M.; Watson, M. A.; Agbaba, J.; Rončević, S.; Tričković, J.; Kragulj, M.; Tubić, A.; Tomašević, D.; Leovac, A.; Dubovina, M.; Tomić, R. (2014c) Monitoring kvaliteta površinskih voda u AP Vojvodini u 2014. godini, *Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštiti životne sredine i Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine*, Novi Sad.
88. Dalmacija, B., Bečelić-Tomin, M., Maletić, S. (2014) *Kontrola prečišćavanja otpadnih voda*. Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, Novi Sad.
89. Degremont, G. (2007) *Water Treatment Handbook - volume 1 end 2 (7th Edition)*, Paris: Lavoisier Publishing.
90. De Smedt, P. (2010) The use of impact assessment tools to support sustainable policy objectives in Europe. *Ecol. Soc.* **14**(4), 30.
91. Directive on Environmental Quality Standards (Directive 2008/105/EC)
92. Directive 2008/1/EC of the European Parliament and of the Council, Concerning integrated pollution prevention and control. Official Journal of the European Union.
93. Donohue, I., Irvine, K. (2008) Quantifying variability within water samples: The need for adequate subsampling. *Water Research* **42**, 476-482.
94. Drolc, A., Koncan, J.Z., Tisler, T. (2007) Evaluation of point and diffuse sources of nutrients in a river basin on base of monitoring data. *Environmental Monitoring and Assessment* **129**, 461-470.
95. Duel, H., Los, F.J., Kaas, H., Lyche-Solheim, A., Friberg, N., Krause-Jensen, D., Rekolainen, S., Heiskanen, A.S., Carstenen, J., Boorman, D., Dundar, M.J. (2005) Relationships between ecological status of surface waters and both chemical and hydromorphological pressures. U: *River basin management*. Lawson, J. (Ur.). Institution of civil engineers, London, 269-280.
96. Dzidzornu D.M. (2001) Environmental Impact Assessment procedure through the conventions. *Eur. Environ. Law. Rev.* **10**(1), 15-27.
97. EC - European Commission (1999) *Guidelines for the assessment of indirect and cumulative impacts as well as impact interactions*. Brussels: EC DG XI; 1999.
98. EC - European Commission (2003) Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (WFD CIS) *Policy Summary - Analysis of Pressures and Impacts*, Guidance document No 3. Produced by Working Group 2.1 - IMPRESS.
99. EC - European Commission (2007) *Evaluation of the costs and benefits of the implementation of the IPPC Directive on Large Combustion Plant*. EC, Brussels.
100. EC - European Commission (2011) *Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC)*, Guidance Document No. 27, Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards, Technical Report - 2011 - 055.

101. EEA - European Environment Agency (1999) *Environmental Indicators: Typology and Overview*, Technical report no. 25, European Environment Agency, Copenhagen.
102. EEA - European Environment Agency (2008) *Air pollution from electricity-generating large combustion plants. An assessment of the theoretical emission reduction of SO₂ and NO_x through implementation of BAT*. EEA, Copenhagen.
103. Elliott, M. (2002) The role of the DPSIR approach and conceptual models in marine environmental management: an example for off-shore wind power. *Mar. Pollut. Bull.* **44**, iii-vii.
104. EPA – Environmental Protection Agency (2001) *Parameters of water quality interpretation and standards*. Published by the Environmental Protection Agency, Ireland.
105. EPA – Environmental Protection Agency (2003) *GUIDANCE ON PRESSURES AND IMPACTS METHODOLOGY*, Guidance document no. GW4, Environmental Protection Agency (EPA), Ireland, 2003.
106. EPA Victoria (2004) *Guideline for environmental management – Risk-based assessment of ecosystem protection in ambient waters*. EPA publication 961, Australia.
107. EPA Victoria (2009) *Guidelines for risk assessment of wastewater discharges to waterways*. EPA publication 1287, Australia.
108. Evans, G., Howarth, R.J., Nombela, M. A. (2003) Metals in the sediments of Ensenada de San Simon (inner Ria de Vigo), Galicia, NW Spain. *Applied Geochemistry* **18**, 973-996.
109. Ewen, J., Parkin, G., O'Connell, P.E. (2000) SHETRAN: distributed river basin flow and transport modeling system. *J. Hydrol. Eng* **5**, 250-258.
[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2000\)5:3\(250\)](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2000)5:3(250)).
110. Ewert, F., Rounsevell, M.D.A., Reginster, I.R., Metzger, M.J., Leemans, R. (2005) Future scenarios of European agricultural land use. I. Estimating changes in crop productivity. *Agric. Ecosyst. Environ.* **107**, 101-116.
111. Friedrich, G., Chapman, D., Beim, A. (1996) Chapter 5: The Use of Biological Material, In: *Water Quality Assessments – A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring – Second Edition* (Ed. Chapman, D.), UNESCO/WHO/UNEP.
112. Gabrielsen P., Bosch P. (2003) *Environmental Indicators: Typology and use in reporting*, European Environment Agency (EEA).
113. Ge, Y.C., Li, X., Huang, C.L., Nan, Z.T. (2013) A decision support system for irrigation water allocation along the middle reaches of the Heihe River Basin, Northwest China. *Environ. Model. Softw.* **47**, 182-192.
114. Geldermann, J., Rentz, O. (2004) The reference installation for the techno-economic assessment of emission abatement option and the determination of BAT according to the IPPC – directive, *J. Cleaner Prod.* **12**, 389-402.

115. Gilbert, C.S., Wendy, A.T. (2003) Watershed scale assessment of nitrogen and phosphorus loadings in the Indian River Lagoon Basin, Florida. *Environmental Management*, **67**, 363–372.
116. Gottardo, S., Semenzin, E., Giove, S., Zabeo, A., Critto, A., de Zwart, D., Ginebreda, A., von der Ohe, P.C., Marcomini, A. (2011) Integrated risk assessment for WFD ecological status classification applied to Llobregat river basin (Spain). Part II — evaluation process applied to five environmental lines of evidence. *Sci. Total Environ.* **409**, 4681–4692.
117. Guo, T.Z., Deshpande, P.S., Rusch, K.A. (2004) Identification of dynamic leaching kinetics of stabilized, water-soluble wastes. *Environmental Science and Technology* **38**, 603–608.
118. Harris, R.R., Santos, M.C.F. (2000) Heavy metal contamination and physiological variability in the Brazilian mangrove crabs, *Ucides cordatus* and *Callinectes danae* (Crustacea: Decapoda). *Marine Biology*, **137**, 691–703.
119. Helming, K., Diehl, K., Bach, H., Dilly, O., König, B., Kuhlman, T., Pérez-Soba, M., Sieber, S., Tabbush, P., Tscherning, K., Wascher, D., Wiggering, H. (2011) Ex ante impact assessment of policies affecting land use, part A: analytical framework. *Ecol. Soc.* **16**(1), 27. <http://www.ecologyandsociety.org/vol16/iss1/art27>.
120. Hoffman, D.J., Rattner, B.A., Burton, Jr G.A. Cairns, Jr. J. (2003) *Handbook of ecotoxicology*, 2nd edition, CRC Press LLC, Lewis Publishers, Boca Raton, FL.
121. Hongwu, T., Saiyu, Y., Yang, X. (2014) Effects of flow and sediment on the transport and transformation of pollutants in rivers: A review. *Advances in Water Science* **25**(1), 139-147.
122. Honkasalo, N., Rodhe, H., Dalhammar, C. (2005) Environmental permitting as a driver for eco-efficiency in the dairy industry: A closer look at the IPPC Directive. *Journal of Cleaner Production* **13**, 1049-1060.
123. Horn A., Rueda F., Hormann G., Fohrer N. (2004) Implementing River Water Quality Modelling Issues in Mesoscale Watershed Models for Water Policy Demands - An Overview on Current Concepts, Deficits, and Future Tasks. *Physics and Chemistry of the Earth* **29**, 725–737, www.elsevier.com/locate/pce
124. House, W.A. (2003) Geochemical cycling of phosphorus in rivers. *Applied Geochemistry* **18**(5), 739-745.
125. Huang, S.L., Huiwan, Z., Smith, P. (2007) Numerical modeling of heavy metal pollutant transport-transformation in fluvial rivers, *Journal of Hydraulic Research* **45**(4), 451-461.
126. Huang, G.H., Sun, W., Nie, X.H., Qin, X.S., Zhang, X.D. (2010) Development of a decision-support system for rural eco-environmental management in Yongxin County, Jiangxi Province, China. *Environ. Model. Softw.* **25**, 24-42.
127. Irvine K., Mills P., Bruen M., Walley W., Hartnett M., Black A., Tynan S., Duck R., Bragg O., Wilson J., Johnson P., O'Toole C. (2005) *WATER FRAMEWORK DIRECTIVE - An Assessment of Mathematical Modelling in its Implementation in*

- Ireland, 2002-W-DS-11, Synthesis Report, prepared for the Environmental Protection Agency, Wexford, Ireland,
www.epa.ie/downloads/pubs/research/water/epa_mathematical_modelling%20water_directive_ertdi29_final.pdf
128. Jarvie, H.P., Love, A.J., Williams, R.J., Neal, C. (2003) Measuring in-stream productivity: the potential of continuous chlorophyll and dissolved oxygen monitoring for assessing the ecological status of surface waters, *Water Science and Technology* **48**(10), 191-198.
 129. Jarvie, H.P., Lycett, E., Neal, C., Love, A. (2002) Patterns in nutrient concentrations and biological quality indices across the upper Thames river basin, UK. *Science of the Total Environment* **282**, 263-294.
 130. Jirka, G. H., Doneker, R.L., Hinton, S.W. (1996) *User's manual for CORMIX:A Hydrodynamic Mixing Model and Decision Support System for Pollutant Discharges into Surface Waters*. U.S. EPA, Office of Science and Technology, Washington, DC.
 131. Jirka, G.H. (2010) *Mass transport processes*. Handouts, Environmental Fluid Mechanics I. Institute for Hydromechanics.
 132. Jirka, H. G., Bleninger, T., Burrows, R., Larsen, T. (2004) *Environmental Quality Standards in the EC-Water Framework Directive: Consequences for Water Pollution Control for Point Sources*, Official Publication of the European Water Association (EWA).
 133. Joss, A., Zabczynski, S., Göbel, A., Hoffman, B., Löffler, D., McArdell, C.S., Ternes, T.A., Thomsen, A., Siegrist, H. (2006) Biological degradation of pharmaceuticals in municipal wastewater treatment: proposing a classification scheme. *Water Research* **40**(8), 1686-1696.
 134. Jung, N. C. (2010) *Reservoir Ecosystems*. Eco-hydraulic Modelling of Eutrophication for Reservoir Management. CRC Press Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway Newyork, Suite 300 Boca Ration.
 135. Karageorgis, A.P., Skourtos, M.S., Kapsimalis, V., Kontogianni, A.D., Skoulikidis, N.Th., Pagou, K., Nikolaidis, N.P., Drakopoulou, P., Zanou, B., Karamanos, H., Levkov, Z., Anagnostou, Ch. (2005) An integrated approach to watershed management within the DPSIR framework: Axios River catchment and Thermaikos Gulf. *Reg. Environ. Change J.* **5**, 138-160.
 136. Kepner, William G., Semmens, Darius J., Bassett, Scott D., Mouat, David A., Goodrich, David C. (2004) Scenario analysis for the san pedro river, analyzing hydrological consequences of a future environment. *Environ. Monit. Assess.* **94**, 115-127.
 137. Kim, J., Engel, B.A., Park, Y.S., Theller, L., Chaubey, I., Kong, D.S., Lim, K.J. (2012) Development of web-based load duration curve system for analysis of total maximum daily load and water quality characteristics in a waterbody. *J.Environ. Manag.* **97**, 46-55.
 138. Kolbe, C.M. (2005) *A Guide to Freshwater Ecology*, Texas Commission on Environmental Quality, Austin, Texas.

139. Konterman, I., Scheren, P., Leuven, R.S.E.W., Ragas, A.M.J., Lubberding, H., Niebeek, G., and Stortelder, P. (2003) *Environmental Quality Objective Approach to Effluent Standards Definition*. A useful approach within the Developing Countries context? Royal Hosking, Nijmegen.
140. Kristensen, P. (2003) EEA core set of indicators. Revised version April 2003. Adopted version for ECCAA countries May 2003. Technical Report, 1-79, <http://www.unece.org/env/europe/monitoring/StPetersburg/EEA%20Core%20set%20of%20Indicators%20rev2EECCA.pdf>.
141. Krčmar, D. (2010) *Uticaj promene fizičko-hemijskih uslova i odabranih tretmana na mobilnost metala u sistemu sediment/voda*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
142. Krčmar, D., Dalmacija, B., Pešić, V., Varga, N., Bečelić-Tomin, M. (2013) Ocena statusa i trenda kvaliteta sedimenta u kanalu DTD „Bečej-Bogojevo“. Zbornik radova “Voda 2013”, 137-142.
143. Kristensen, P. (2004). *The DPSIR Framework*. European Topic Centre on Water, European Environment Agency. National Environmental Research Institute, Department of Policy Analysis, Denmark, 1-10.
144. Kuang-Chung, Y., Li-Jyur, T., Shih-Hsiung, C. and Shien-Tsang, H. (2001) Chemical binding of heavy metals in anoxic river sediments. *Water Research* **35**(17), 4086-4094.
145. Kunwar, P.S., Amrita, M., Sarita, S. (2005) Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti River (India) using multivariate statistical techniques—a case study. *Analytica Chimica Acta* **538**, 355–374.
146. Kurilenko, V.V., Osmolovskaya, N.G. (2007) Bioindication role of higher plants in the diagnostics of aquatic ecosystems: Case study of small water bodies in St. Petersburg, *Water Resources* **34**(6) 718-724.
147. Liao, Z.L., Xu, Z.X., Wang, D.B., Lu, S.Q., Hannam, P.M. (2011) River environmental decision support system development for Suzhou Creek in Shanghai. *J. Environ. Manag.* **92**, 2211-2221.
148. Landis, W.G., Yu, M-H. (2004) Introduction to environmental toxicology- Impact of chemicals upon ecological system, Lewis Publishers, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida.
149. Lara-Martín, P.A., Gómez-Parra, A., González-Mazo, E. (2008) Sources, transport and reactivity of anionic and non-ionic surfactants in several aquatic ecosystems in SW Spain: A comparative study. *Environmental Pollution* **156**(1), 36-45.
150. Lawrence, D.P. (2003) *Environmental impact assessment. Practical solutions to recurrent problems*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons.
151. Lawrence, D.P. (2007) Impact significance determination – Back to basics. *Environ. Impact Asses. Rev.* **27**, 755-769.

152. Lazić, L., Ivkov-Džigurski, A., Pavić, D., Savić, S. (2011) Prostor i stanovništvo, (*U: Životna sredina u APV – Stanje-izazovi-perspektive*), Pokrajinski sekretarijat za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine, Novi Sad.
153. Lee, C.C., Lin, S.D. (2007) *Handbook of environmental engineering calculations*, Second edition, McGraw-Hill Handbooks, New York.
154. Li, Y., Liu, H., Zheng, N., Cao, X. (2010) Analysis of Trophic Status and its Influence Factors of Different Water Body Types in Xixi National Wetland Park, China, *Procedia Environmental Sciences*, **2**, 768-780.
155. Lidman, U. (2005) The nature and chemistry of toksicant, in: *Environmental toxicity testing* (Thompson K.C., Wadhia K., Loibner A.P. Ed.), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, 61-95.
156. Liu, Y., Yang, P.J., Cheng, H., Guo, H.C. (2008) Water quality modeling for load reduction under uncertainty: a Bayesian approach. *Water Res.* **42**, 3305-3314.
157. Loucks, D.P., Van Beek, E. (2005) *Water Resources Systems Planning and Management, An introduction to methods, models and applications*. Studies and reports in hydrology, Unesco Publishing. Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris.
158. Lozovik, P.A., Morozov, A.K., Zobkov, M.B., Dukhovicheva T. A., Osipova, L.A. (2007) Allochthonous and autochthonous organic matter in surface waters in Karelia, *Water Resources*, **34**(2), 204-216.
159. Lundberg, C. (2005) Conceptualizing the Baltic Sea ecosystem: an interdisciplinary tool for environmental decision making. *Ambio: A Journal of the Human Environment* **34**, 433-439.
160. Mainstone, C.P., Parr, W. (2002) Phosphorus in rivers – ecology and management. *Science of the Total Environment* **282-283**, 25-47.
161. Malaj, E., Von der Ohe, P.C., Grote, M., Kühne, R., Mondy, C.P., Usseglio-Polatera, P., Brack, W., Schäfer, R.B. (2014) Organic chemicals jeopardize the health of freshwater ecosystems on the continental scale. *Proc. Natl. Sci.* **111**(26), 9549-9554. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1321082111>.
162. Manz, W., Krebs, F., Schipper, C.A., den Besten, P.J. (2007) *Status of ecotoxicological assessment of sediment and dredged material in Germany and The Netherlands with a short description of the situation in Belgium, France, and Great Britain*. Federal Institute of Hydrology, Koblenz, Germany.
163. Marsili-Libelli, S. I Giusti, E. (2008) Water quality modelling for small river basins. *Environmental Modelling and Software* **23**(4), 451-463.
164. Marques, J.C., Basset, A., Brey, T., Elliott, M. (2009) The ecological sustainability Trigon. A proposed conceptual framework for creating and testing management scenarios. *Mar. Pollut. Bull.* **58**(12), 1773-1779.
165. Matthies, M., Berlekamp, J., Lautenbach, S., Graf, N., Reimer, S. (2006) System analysis of water quality management for the Elbe river basin. *Environmental Modelling & Software*, **21**, 1309-1318.

166. McAvoy, D.C., Masscheleyn, P., Peng, C., Morrall, S.W., Casilla, A.B., Lim, J.M.U., Gregorio, E.G. (2003) Risk assessment approach for untreated wastewater using the QUAL2E water quality mode. *Chemosphere*, **52**(1), 55-66.
167. Menahem, L., Jaramillo, A.O. (2012) *Decomposition processes of organic matter, Sustainable Treatment and Reuse of Municipal Wastewater*, IWA Publishing Alliance House 12 Caxton Street London SW1H 0QS, United Kingdom, 201-202.
168. Metcalf and Eddy (1991) *Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse.*, G. Tchobanoglous and F.L. Burton, New York: McGraw-Hill.
169. Milovanov, D. (1972) *Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav*, Vodoprivredno preduzeće Dunav-Tisa-Dunav, Novi Sad.
170. Negulescu, M. (2011) *The Composition of Municipal Waste and of Stream Waters*. Developments in Water Science. Euditura Tehnica, Bucharest, Romania.
171. Newman, M.C., Unger, M.A. (2003) *Fundamentals of ecotoxicology*, 2nd edition, Lewis Publishers, Boca Raton, SAD.
172. Nijboer, R.C., Verdonschot P.F.M. (2004) Variable selection for modeling effects of eutrophication on stream and river ecosystems, *Ecological Modeling* **177**, 17-39.
173. Obropta, C.C., Niazi, M., Kardos, J.S. ,(200). Application of an environmental decision support system to a water quality trading program affected by surface water diversions. *Environ. Manag.* **42**(6), 946-956.
174. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (1993) *Environment Monographs n°83, OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris, 39.
175. OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (2003) *Environmental indicators, Development, measurement and use*, Reference paper.
176. Olsen, A.T., Burgess, R.A. (1976) *Pollution and Marine Ecology*, Interscience; New York.
177. Ostroumov, S.A. (2005) On the Multifunctional Role of the Biota in the Self-Purification of Aquatic Ecosystems. *Russian Journal of Ecology* **36**(6), 414-420.
178. Ouyang, Y. (2005) Evaluation of river water quality monitoring stations by principal component analysis *Water Research*, **39**(12), 2621-2635.
179. Palma, P., Köch-Schulmeyer, M., Alvarenga, P., Ledo, L., Barbosa, I.R., López de Alda, M., Barceló, D. (2014) Risk assessment of pesticides detected in the surface water of the Alqueva reservoir (Guadiana basin, southern of Portugal). *Sci. Total Environ.* **488-489**, 208–219.
180. Palma, P., Ledo, L., Soares, S., Barbosa, I.R., Alvarenga, P. (2014b). Spatial and temporal variability of the water and sediments quality in the Alqueva reservoir (Guadiana Basin; Southern Portugal). *Sci. Total Environ.* **470-471**, 780–790.
181. Park, B.K., Park, J.H., Oh, S.Y., Kong, D.S., Rhew, D.H., Jung, D.I., Kim, Y.S., Choi, S.I., Yun, Z.W., Min, K.S. (2009) Determination of target quality indicators and values

- on total maximum daily loads management system in Korea. *Desalination and Water Treatment* **6**(1-2), 12-17.
182. Pešić, V. (2008) *Ispitivanje uticaja industrijskih i komunalnih otpadnih voda na rečni sliv regiona*, Magistarski rad, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
183. Pešić V., Dalmacija B., Bečelić M., Krčmar D. (2005) Organizacioni i ekonomski aspekti upravljanja otpadnim vodama, Zbornik radova "Voda 2005", Vršac, 23-28.
184. Pešić, V., Bečelić, M., Dalmacija, B., Krčmar, D. (2006) Značaj baze podataka zagađivača u implementaciji najboljih dostupnih tehnika, *Zbornik radova Međunarodne konferencije «Otpadne vode, komunalni čvrsti otpad i opasan otpad»*, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 123-126.
185. Pešić V., Krčmar D., Dalmacija B., Maletić S., Spasojević, J. Watson M. (2014) Karakterizacija sedimenta Begeja i procena rizika izmuljivanja. Međunarodni integrisan skup „ZEMLJIŠTE 2014“, 79-86.
186. Pešić, V., Dalmacija, B., Maletić, S., Molnar, J., Spasojević, J., Watson, M., Krčmar, D. (2015) Karakterizacija kadala DTD Vrbas-Bezdan i procena rizika izmuljivanja. Međunarodni integrisan skup „ZEMLJIŠTE 2015“, 123-128.
187. Peterson, C.G., Horton M.A., Marshall M.C., Valett H.M., Dahn C.N. (2001) Spatial and temporal variation in the influence of grazing macroinvertebrates on epilithic algae in a montane stream. *Archiv Fur Hydrobiologie*. **153**(1), 29-54.
188. Pertsemli, E., Voutsas, D. (2007) Distribution of heavy metals in Lakes Doirani and Kerkini, Northern Greece. *Journal of Hazardous Materials* **148**(3), 529-537.
189. Phillips, G., Lyche-Solheim, A., Skjelbred, B., Mischke, U., Drakare, S., Free, G., Järvi-nen, M., de Hoyos, C., Morabito, G., Poikane, S. (2013) A phytoplankton trophic index to assess the status for the Water Framework Directive. *Hydrobiologia* **704**, 75-95.
190. Pinto, R., Patrício, J., Neto, J.M., Salas, F., Marques, J.C. (2010) Assessing estuarine quality under the ecosystem services scope: ecological and socio-economic aspects. *Ecol. Complex* **7**, 389-402.
191. Pinto, R., de Jonge, V.N., Neto, J.M., Domingos, T., Marques, J.C., Patrício, J. (2013) Towards a DPSIR driven integration of ecological value, water uses and ecosystem services for estuarine systems. *Ocean & Coastal Management* **72**, 64-79.
192. Poikane, S., Birk, S., Böhmer, J., Carvalho, L., de Hoyos, C., Gassner, H., Hellsten, S., Kelly, M., Solheim, A.L., Olin, M., Pall, K., Phillips, G., Portielje, R., Ritterbusch, D., Sandin, L., Schartau, A.K., Solimini, A.G., van den Berg, M., Wolfram, G., van de Bund, W. (2015) A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration. *Ecol. Indic.* **52**, 533-544.
193. Poll C., Vogt-Nielsen K., Rubik F., Jorgensen M., Jensen, M. (2005) Development of Indicators for an Integrated Product Policy, EC - Final Report 2005. http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eu_indicators_ipp_final_rep.pdf

194. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, Službeni glasnik RS, br. 74/2011.
195. Pravilnik o referentnim uslovima za tipove površinskih voda, Službeni glasnik RS, br. 67/2011.
196. Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda, Službeni glasnik RS, br. 96/2010.
197. Prego, R., Cobelo-Garcia, A. (2003) Twentieth century overview of heavy metals in the Galician Rias (NW Iberian Peninsula). *Environmental Pollution* **121**, 425-452.
198. Prica, M. (2008) *Efekti primene različitih postupaka remedijacije na imobilizaciju teških metala u sedimentu*, doktorska disertacija, PMF, Novi Sad.
199. Prica, M., Dalmacija, B., Roncević, S., Krčmar, D., Bečelić, M. (2008) A comparison of sediment quality results with acid volatile sulfide (AVS) and simultaneously extracted metals (SEM) ratio in Vojvodina (Serbia) sediments. *Science of the Total Environment* **389**(2-3), 235-244.
200. Prica, M., Dalmacija, B., Dalmacija, M., Agbaba, J., Krčmar, D., Tričković, J., Karlović, E. (2010) Changes in metal availability during sediment oxidation and the correlation with the immobilization potential. *EcoToxicology and Environmental Safety* **73**(6), 1370-1377.
201. Prica M., Dalmacija, M., Dalmacija, B., Pešić V., Krčmar, D., Bečelić, M., Milošević, R. (2012a) Immobilization of cadmium from contaminated sediment using cardboard mill sludge, *Archives of Environmental Protection* **38**(4), 109-118.
202. Prica, M., Dalmacija, M., Dalmacija, B., Trickovic, J., Maletic, S. (2012b) The use of cardboard factory sludge in the remediation of zinc-contaminated sediment, *Journal of the Serbian chemical society*, **77**(8), 1097-1107.
203. Purandara, B.K., Varadarajan, N., Venkatesh, B., Choubey, V.K. (2012) Surface water quality evaluation and modeling of Ghataprabha River, Karnataka, India. *Environ. Monit. Assess.* **184**(3), 1371-1378.
204. Quinn, N.W.T., Ortega, R., Rahilly, P.J.A., Royer, C.W. (2010) Use of environmental sensors and sensor networks to develop water and salinity budgets for seasonal wetland real-time water quality management. *Environ. Model. Softw.* **25**, 1045-1058.
205. Ragas, A.M.J. (2000) *Uncertainty in Environmental Quality Standards*, Doctoral dissertation, University of Nijmegen, The Netherlands.
206. Ragas, A.M.J., Haans, J.L.M., Leuven, R.S.E.W. (1997) Selecting water quality models for discharge permitting, *European Water Pollution Control*, **7**(5), 59-67.
207. Ragas, A.M.J., Leuven, R.S.E.W. (1999) Modelling of water quality-based emission limits for industrial discharges in rivers. *Water Science and Technology*, **39**(4), 185-192.

208. Ragas, A.M.J., Vugteveen, P., Scheren, P.A.G.M., Konterman, H.I., Niebeek, G., Stortelder, P.B.M., Lubberding, H.J., Leuven, R.S.E.W. (2005) *Lecture notes Part 1.A. The technology- and EQO-based approach*. University of Nijmegen. The Netherlands.
209. Rajić, Lj., Dalmacija, B., Dalmacija M., Rončević R., Ugarčina Perović S. (2012) Enhancing electrokinetic lead removal from sediment: Utilizing the moving anode technique and increasing the cathode compartment length, *Electrochimica Acta*, **86**, 34-40.
210. Rajić, Lj., Dalmacija, B., Ugarčina Perović, S., Pešić, V., Dalmacija, M, Klašnja, M., Bečelić-Tomin, M, Watson, M. (2013) Improving the electrokinetic remediation of nickel, cadmium and lead contaminated sediment, *Soil Sediment Contam.* **22**(2), 199-207.
211. Reichert, L., Borchardt, D., Henze, M., Rauch, W., Shanahan, P., Somlyódy, L., Vanrolleghem, P. (2001) River Water Quality Modelling no. 1 (RWQM1): II. Biochemical process equations. *Wat. Sci. Tech.* **43**(5), 11-30.
212. Reif, R., Suarez, S., Omil, F., Lema, J.M. (2008) Fate of pharmaceuticals and cosmetic ingredients during the operation of a MBR treating sewage. *Desalination* **221**(1-3), 511-517.
213. Rekolainen, S., Kamari, J., Hiltunen, M., Saloranta, T.M. (2003) A conceptual framework for identifying the need and role of models in the implementation of the Water Framework Directive, *Intl. J. River Basin Management* **4**, 347-352.
214. Rodrigues, S.K., Abessa, D.M.S., Machado, E.C. (2013) Geochemical and ecotoxicological assessment for estuarine surface sediments from Southern Brazil, *Marine environmental research*, **91**, 68-79.
(<http://dx.doi.org/10.1016/j.marenvres.2013.02.005>).
215. Rončević, S., Dalmacija, B., Klašnja, M., Krčmar, D., Tamaš, Z. (2004) Neorganske materije. U: *Analiza vode- kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata* (Ur.: Dalmacija B. i Ivančev-Tumbas I.) Univerzitet u Novom Sadu Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, 80-151.
216. Rounsevell, M., Ewert, F., Reginster, I., Leemans, R., Carter, T. (2005) Future scenarios of European agricultural land use: II. Projecting changes in cropland and grassland. *Agric. Ecosystems Environ.* **107**(2), 117-135.
217. Sanchez, W., Porcher, J.M. (2009) Fish biomarkers for environmental monitoring within the Water Framework Directive of the European Union. *Trends in Analytical Chemistry*, **28**(2), 150-158.
218. Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., Zahoor, A. (2013) Global, regional, a country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. Agricultural Water Management. *Wastewater Management*, **130**, 1-13.
219. Schindler, D.W. (2012) The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. *Proc. R. Soc. B* **279** (1746), 4322-4333.

220. Schneider, D., Anderson, R. (2007) Wenatchee River Watershed Temperature Total Maximum Daily Load Water Quality Improvement Report. Washington State Department of Ecology.
221. Schnurbusch, S.A. (2000) *A mixing zone guidance document prepared for the oregon department of environmental quality*, A project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Environmental Management. Portland State University.
222. Shanahan, P., Borchardt, D., Henze, M., Rauch, W., Reichert, P., Somlyódy L., Vanrolleghem, P. (2001) River Water Quality Modelling no. 1 (RWQM1): I. Modelling Approach. *Wat. Sci. Tech.* **43**(5), 1-9.
223. Sharpley, A.N., Daniel, T., Sims, T., Lemunyon, J., Stevens, R., Parry., R. (2003) *Agricultural Phosphorus and Eutrophication*, 2nd ed. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, ARS-149.
224. Srinivas, T. (2008) *Environmental Biotechnology*, New Age International.
225. Stojanović B., Milovanović, M., Vulić, D. (2008) Primena „DPCER“ koncepta za analizu pritisaka i uticaja na vodna tela, Zbornik radova Konferencije „VODA 2008“, Srpsko društvo za zaštitu voda, 1-4.
226. Stojanović B., Milovanović, M., Vulić, D. (2010) Opšti koncept analize pritisaka i procene uticaja, U: *Analiza antropogenih pritisaka i procena uticaja na vodne resurse* (Ur.: Stojanović, B.), Institut za vodoprivredu “Jaroslav Černi”, 6-25, Beograd.
227. Stringfellow, W.T. (2008) Ranking tributaries for setting remediation priorities in a TMDL context. *Chemosphere* **71**, 1895–1908.
228. Stringfellow, W., Borglin, S., Hanlon, J., Graham, J., Burks, R. (2008). Scientific studiessupporting development of a dissolved oxygen TMDL. *Water Practice* **2**, 1–10.
229. Styles, D., O'Brien, K., Jones, M.B. (2009) A quantitative integrated assessment of pollution prevention achieved by Integrated Pollution Prevention Control licensing, *Environment International* **35**, 177-1187.
230. Svarstad, H., Kjerulf Petersen, L., Rothman, D., Sieple, H., Wätzold, F. (2008) Discursive biases of the environmental research framework DPSIR. *Land Use Policy* **25**, 116–125.
231. Thomatou, A.-A., Zacharias, I., Hela, D., Konstantinou, I. (2013) Determination and risk assessment of pesticide residues in Lake Amvrakia (W. Greece) after agricultural land use changes in the lake's drainage basin. *Int. J. Environ. Anal. Chem.* **93**, 780–799.
232. Tiemeyer, B., Kahle, P., Lennartz, B. (2010) Designing monitoring programs for artificially drained catchments. *Vadose Zone Journal* **9**, 14–24.
233. Tričković J., Ivančević-Tumbas I., Dalmacija B., Nikolić A., Trifunović S. (2007) Pentachlorobenzene sorbtion onto sediment organic matter, *Organic Geochemistry* **38**(10), 1757-1769.

234. Trombino, G., Pirrone, N., Cinnirella, S. (2007) A Business-As-Usual scenario analysis for the Po basin-North Adriatic Continuum. *Water Resour. Manag.* **21**, 2063-2074.
235. Tsakiris G., Alexakis D. (2012) Water quality models: An overview, *European Water*, **33**, 33-46.
236. Tscherning K., Helming K., Krippner B., Sieber S., Paloma S.G. (2012) Dose research applying the DPSIR framework support decision making? *Land Use Policy*, **29**, 102-110.
237. Tsoumanis, C.M., Giokas, D.L., Vlessidis, A.G. (2010) Monitoring and classification of wastewater quality using supervised pattern recognition techniques and deterministic resolution of molecular absorption spectra based on multiwavelength UV spectra deconvolution, *Talanta* **82**, 575-581.
238. UK TAG (2003) Work Plan Task 7.a – General Principles for the Pressures and Impacts Analysis, London.
239. UNEP - United Nations Environment Program (2002) *Environmental impact assessment training resource manual*. second edition. Australian EIA Network; 2002. http://www.unep.ch/etu/publications/EIAMan_2edition_toc.htm.
240. Uredba o izmenama i dopunama uredbe o graničnim vrednostima emisije zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje, Sl.glasnik RS, br. 1/2016.
241. Uredba o graničnim vrednostima prioriternih i prioriternih hazardnih supstanci koje zagađuju površinske vode i rokovima za njihovo dostizanje, Službenom glasniku RS, br. 24/2014.
242. Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje, Sl.glasnik RS, br. 50/2012.
243. Uredba o klasifikaciji delatnosti, Službeni glasnik RS, 54/2010.
244. USEPA (1987) *Unfinished Business: A Comparative Assessment of Environmental Problems*.
245. USEPA (1991) *Guidance for Water Qualitybased Decisions: The TMDL Process*. EPA 440/4-91-001, Office of Water, Washington, DC.
246. USEPA (1996) *Assessment and Remediation of Contaminated Sediments (ARCS) Program: Estimating Contaminant Losses, from Components of Remediation Alternatives for Contaminated Sediments*. EPA 905-R96-00. U.S. Environmental Protection Agency, Great Lakes National Program Office, Chicago, Illinois.
247. USEPA (1997) New Policies for Establishing and Implementing Total Maximum Daily Loads (TMDLs). Memorandum. Dostupno na: <http://www.epa.gov/lawergs/lawsguidance/cwa/tmdl/ratepace.cfm>
248. USEPA (1998) *Guidelines for Ecological Risk Assessment*. Federal Register 63: 26846-26924, 14 May 1998.

249. USEPA (1999a) *Protocol for developing nutrient TMDL's*. EPA 841-B-99-007. Office of Water (4503F) United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
250. USEPA (1999b) *Draft guidance for water quality-based decisions: The TMDL process (Second Edition)*," EPA 841-D-99-001.
251. USEPA (1999c) *Protocol for developing sediment TMDLs (First Edition)*, EPA 841-B-99-004.
252. USEPA (1999d) *Proposed regulatory revisions to the total maximum daily load program and associated proposed regulatory revisions to the national pollutant discharge elimination system and the water quality standards programs*, EPA 800-F-99-002.
253. USEPA (1999e) *Technical guidance manual for developing total maximum daily loads: Book 2, Rivers and streams; Part 1 - Biochemical oxygen demand/dissolved oxygen & nutrient eutrophication*, EPA 823/B-97-002.
254. USEPA (2001) *Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses-Contaminated Sediments in Water*, Washington, DC. Dostupno na:
<http://water.epa.gov/polwaste/sediments/cs/collection.cfm>
255. USEPA (2008) *Handbook for Developing Watershed TMDLs*. Office of Wetlands, Oceans and Watersheds, U. S. Environmental Protection Agency, Washington D.C.
256. USEPA (2012) National Water Quality Assessment Report: Watershed Assessment, Tracking & Environmental Results. Updated: May 30, 2012 (Accessed: 9.11.12) <<http://www.epa.gov/waters/ir/index.html>>.
257. Velimirović, M., Prica, M., Dalmacija, B., Rončević, S., Dalmacija, M., Bečelić, M., Tričković, J. (2011) Characterisation, availability and risk assessment of the metals in sediment after aging, *Water Air Soil Pollut.* **214**(1-4) 219-229.
258. Vodoprivredna osnova Republike Srbije, Službeni glasnik RS, broj 11/02.
259. von der Ohe, P.C., De Deckere, E., Pru, A., Muñoz, I., Wolfram, G., Villagrasa, M., Ginebreda, A., Hein, M., Brack, W. (2009) Toward an integrated assessment of the ecological and chemical status of European river basins. *Integr. Environ. Assess. Manag.* **5**, 50–61.
260. Vryzas, Z., Vassiliou, G., Alexoudis, C., Papadopoulou-Mourkidou, E. (2009) Spatial and temporal distribution of pesticide residues in surface waters in northerastern Greece. *Water Res.* **43**, 1–10.
261. Wang, C., Bi, J., Ambrose, R.B. (2015) Development and application of mathematical models to support total maximum daily load for the Taihu Lake's influent rivers, China. *Ecological Engineering* **83**, 258–267.
262. Water Framework Directive (WFD), DIRECTIVE 2000/60/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy 2000/60/EC.

263. Wcislo, E., Krzyzak, J. (2011) *WP 3 Risk-based approach to assessment of water pollution sources*. Fokus on key sources of environmental risks, Institute for Ecology of Industrial Areas, Katowice.
264. Weng, S.Q., Huang, G.H., Li, Y.P. (2010) An integrated scenario-based multi-criteria decision support system for water resources management and planning e a case study in the Haihe River Basin. *Expert Syst. Appl.* **37**, 8242-8254.
265. Wesley, J.M. (1999) *Getting Started with TMDL's*, Oregon graduate institute of science and technology, Portland, Oregon.
266. WHO/UNEP (1997) *Water pollution control-A Guide to the Use of Water Quality Management Principles*, London, UK.
267. www.epa.gov
268. www.icpdr.org/agriculture.htm
269. www.sepa.gov.rs
270. [www.wfduk.org/whats new/TAG Guidance/view](http://www.wfduk.org/whats_new/TAG_Guidance/view)
271. Zakon o integrisanom sprečavanju i kontroli zagađivanja životne sredine, Sl. glasnik RS, br. 135/2004, 25/2015.
272. Zakon o vodama, Sl. glasnik RS, br. 30/2010.
273. Zakon o zaštiti životne sredine, Sl. glasnik RS, br. 135/2004, 36/2009, 72/2009.
274. Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu, Službeni glasnik RS, 135/2004.
275. Zakon o strateškoj proceni uticaja na životnu sredinu, Službeni glasnik RS, 135/2004, 88/2010.
276. Zhang, S., Xia, Z., Wang, T. (2013) A real-time interactive simulation framework for watershed decision making using numerical models and virtual environment. *J. Hydrol.* **493**, 95-104.
277. Zhang, S., Li, Y., Zhang, T., Peng, Y. (2015) An integrated environmental decision support system for water pollution control based on TMDL e A case study in the Beiyun River watershed. *Journal of Environmental Management* **156**, 31-40.
278. Zhao, L., Zhang, X., Liu, Y., He, B., Zhu, X., Zou, R., Zhu, Y. (2012) Three-dimensional hydrodynamic and water quality model for TMDL development of Lake Fuxian, China. *Journal of Environmental Sciences* **24**(8), 1355–1363.
279. Zou, R., Carter, S., Shoemaker, L., Parker, A., Henry, T. (2006) An Integrated hydrodynamic and water quality modeling system to support nutrient TMDL development for Wissahickon Creek. *J. Environ. Eng. ASCE* **132**(4), 555-566.
280. Zou, R., Lung, W.S., Wu, J. (2009) Multiple-pattern parameter identification and uncertainty analysis approach for water quality modeling. *Ecol. Model.* **220**, 621-629.
281. Zoumis, T., Schimdt, A., Grigorova, L., Calmano, W. (2001) Contaminants in sediments: remobilisation and demobilisation. *The Science of the Total Environment* **266**, 195-202.

7. PRILOG

Tabela P-1. Vodna tela površinskih voda na teritoriji AP Vojvodine

Naziv vodotoka	Naziv vodnog tela	Kategorija vodnog tela	Dužina vodnog tela (km)	Šifra vodnog tela
DTD kanal N. Sad-Savino Selo	DTD kanal Novi Sad-Savino Selo	veštačko vodno telo	40,07	CAN_NS-SS
DTD kanal B. Petrovac-Karavukovo	DTD kanal Bački Petrovac-Karavukovo	veštačko vodno telo	51,77	CAN_BP-KAR
Tisa	Tisa od ušća u Dunav do brane Novi Bečej	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 1	67,24	TIS_1
	Tisa uzvodno od brane Novi Bečej	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 1	98	TIS_2
Zlatica	Zlatica	značajno izmenjeno vodno telo- Tip 5	34,92	ZLA
Begej	Begej	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	36,57	BEG
Čik	Čik od ušća u Tisu do brane Svetičevo	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	39,8	CIK_1
	Akumulacija Svetičevo	značajno izmenjeno vodno telo- Tip 5	9,11	CIK_2
	Čik uzvodno od uspora akumulacije Svetičevo	značajno izmenjeno vodno telo- Tip 5	38	CIK_3
DTD kanal Bečej-Bogojevo	DTD kanal Bečej-Bogojevo	veštačko vodno telo	91,39	CAN_BEC-BOG
DTD kanal Odžaci-Sombor	DTD kanal Odžaci-Sombor	veštačko vodno telo	27,64	CAN_OD-SO
DTD kanal Prigrevica-Bezdan	DTD kanal Prigrevica-Bezdan	veštačko vodno telo	33,73	CAN_PR-BEZ
DTD kanal Kosančić-Mali Stapar	DTD kanal Kosančić-Mali Stapar	veštačko vodno telo	20,78	CAN_KOS-MS
DTD kanal Vrbas-Bezdan	DTD kanal Vrbas-Bezdan	veštačko vodno telo	80,49	CAN_VR-BEZ
DTD Bajski kanal	DTD kanal Baja-Bezdan	veštačko vodno telo	12,7	CAN_BAJ
Plazović	Plazović	reka - Tip 5	43,8 + 3,2	PLAZ
Krivaja	Krivaja od ušća u kanal DTD Bečej-Bogojevo do brane Zobnatica	reka - Tip 5	66,97	KRIVJ_1
	Akumulacija Zobnatica	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	8,37	KRIVJ_2
	Krivaja uzvodno od uspora akumulacije Zobnatica	reka - Tip 5	30,3	KRIVJ_3
Jegrička	Jegrička	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	65,3	JEGR
Nadela	Nadela	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	82,03	NADL
DTD kanal Banatska Palanka-Novi Bečej	DTD kanal Banatska Palanka-Novi Bečej	veštačko vodno telo	148,31	CAN_BP-NB
DTD Kikindski kanal	DTD Kikindski kanal	veštačko vodno telo	50,22	CAN_KIK
Stari Begej	Stari Begej	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 1	37,57	STBEG
Plovni Begej	Plovni Begej	veštačko vodno telo	32,23	PLBEG
Tamiš	Donji Tamiš	značajno izmenjeno	88,91	TAM_1

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagadenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv vodotoka	Naziv vodnog tela	Kategorija vodnog tela	Dužina vodnog tela (km)	Šifra vodnog tela
		vodno telo - Tip 1		
	Tamiš uzvodno od ustave Tomaševac do državne granice	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 1	36,43	TAM_2
Brzava	Brzava	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	20,13	BRZ
Moravica	Moravica (Banatska)	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	17,66	MORBAN
Rojga	Rojga	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 5	12,3	ROJ
Vršački kanal	Vršački kanal od ušća u kanal Ban. Palanka-Novi Bečej do ušća Potoka Mesić	veštačko vodno telo	9,8	CAN_VRS
Karaš	Karaš	reka - Tip 5	27,91	KAR
Nera	Nera u zoni uspora od akumulacije HE Đerdap 1 (do km 6+850)	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 2	7,23	NER_1
	Nera uzvodno od km 6+850	reka - Tip 2	14,5	NER_2
Bosut	Bosut	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 2	38,55	BOS
Šidina	Šidina (Šarkudin) od ušća u Bosut do akumulacije Sot	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 3	29,63	SID_1
	Akumulacija Sot	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 3	1,43	SID_2
	Šidina uzvodno od akumulacije Sot	reka - Tip 3	5,32	SID_3
Kudoš	Kudoš od ušća u Savu do akumulacije Pavlovci	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 3	18,87	KUDO_1
	Akumulacija Pavlovci	značajno izmenjeno vodno telo - Tip 3	0,61	KUDO_2
	Kudoš uzvodno od akumulacije Pavlovci	reka - Tip 3	5,19	KUDO_3

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Tabela P-2. Popis zagađivača po vodotoku

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA	
DP "Apatex" APATIN	D Dunav	D.02 DTD Vrbas-Bezdán - Drava	D.02IP03 CS 9-3a Apatin	
Carlsberg Srbija d.o.o. "CARLSBERG" Pivara ČELAREVO		D.05 Bačka palanka - DTD Novi Sad - Savino Selo	D.05IG07 Glavni kanal-sliv Čelarevo	
"Ujedinjene srpske pivare EUC" DOO NOVI SAD		D.06 DTD Novi Sad-Savino Selo - Tisa	D.06IP04	
DOO "KOTEXS VISCOFAN" NOVI SAD		D.10 Tamiš - Velika Morava	D.10IP11 K-0 CS "Ibrifor" ("Kovin" nova)	D.10IP01 CS Topola II
ELTID TANNERY DOO PANČEVO				
SWAN LAKE DOO Ogranak Alpis-SLC KOVIN				
AD "Alpis" KOVIN				
DU "Utva" Silosi Kovin KOVIN				
DPP "Lune Milovanović" KOVIN				
DP "Industrija stakla Pančevo" PANČEVO			/	
AD "Aroma" FUTOG	D10 Sukova bara	D10.00 Sukova Bara	D10.00IG61 Kudeljara	
JKP "Progres" BAČKI PETROVAC	D11 DTD "Novi Sad-Savino Selo"	D11.02 Jegrička - DTD "Bački Petrovac-Karavukovo"	/	
UPOV MZ Maglić			D11.02IG54 Kanal III	
"Marbo produkt" BAČKI MAGLIĆ			D11.02IG04 Kanal NS-308	
DD "Albus" NOVI SAD			/	
AQUA PARK PETROLAND DOO BAČKI PETROVAC			/	
DOO "VEKTRA-CO" Rj "MICA MLEKARICA" NOVI SAD		D11.03 DTD Bač.Petrovac-Karavukovo - Ustava Novi Sad	/	
DOO "KOLBIS" NOVI SAD			/	
NEOPLANTA AD NOVI SAD			/	
ROYAL TRADE NOVI SAD			/	
ALWAG DOO NOVI SAD pogon Nova Gajdobra			/	
MDD "NIT" Novosadska industrija tekstila NOVI SAD			D11.04 Ustava Novi Sad - Dunav	/
AD "Motins" u stečaju Motorna industrija NOVI SAD				D11.04IK51 CS Sajlovo kanal Sajlovo S-800
JKP "Tvrđava" BAČ		D1151 DTD "Bački Petrovac-Karavukovo"	D1151.01 DTD "Bečej-Bogojevo" - Bač (ustava)	D1151.01IG02 Kanal Prljanca-Ristovača
DOO "SD Martonoš" MARTONOŠ	D12 Tisa	D12.01 Granica SCG:HUN - HS "Tisa-Palić"	/	
DD "Mlekara" Subotica , pogon Novi Kneževac NOVI KNEŽEVAC			/	
DOO "LEPENKA" NOVI KNEŽEVAC			D12.01IP06 CS Novi Kneževac	
DD "Aleva" Industrija paprike NOVI KNEŽEVAC			D12.01KK51 CS-11 i ustava Martonoš Sliv XII	
Vitamin Horgoš - pogon MARTONOŠ				
DD "Vitamin" Horgoš HORGOS				

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Dožtorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA
JKP "Potiski Vodovodi" Horgoš (kanalizacija Horgoš) HORGOS			
DOO " Keramika Kanjiža Plus" Kanjiža KANJIŽA			D12.01KK55 CS i ustava Stari Kereš-CS-8 Sliv IX
Zavod za specijalnu rehabilitaciju "Banja Kanjiža" KANJIŽA			D12.01KK57 CS i ustava Adorjan-CS-7 Sliv X
JKP Potiski vodoovodi" Horgoš (kanalizacija Kanjiža) KANJIŽA			D12.01KK57 CS i ustava Adorjan-CS-7 Sliv X
Martis-Commerce DOO Martonoš			/
Telek paprika DOO Martonoš			/
AD Alltech – Fermin SENTA			/
JKP "Senta" SENTA			/
DD "Higlo" HORGOS			/
AD Fabrika šećera TE-TO SENTA		D12.02 HS Tisa-Palić - Zlatica	/
AD "Žitopromet-Mlin" SENTA			D12.02KK53 CS-4 i CS-5 Senta Sliv VII
Autoflex- livnica DOO ČOKA			D12.02KP04 CS Čoka
JKDP "Čoka" ČOKA			
"LITOSTROJ POTISJE" DOO ADA		D12.03 Zlatica - Čik	D12.03IP51 CS-3 Ada Sliv III i IV
"Sokoli Potisje" DOO ADA			
DD "Zora" MOL			
Holding kompanija "Potisje", DD "Precizan liv" ADA			
DOO "IBA", Industrija brusnih alata ADA			
Mlin "Mlinoprodukt"ADA			
JKP STANDARD ADA			
AKOTEX ADA			
PIK "Bečej" AD "Pivara Bečej" BEČEJ		D12.04 Čik - DTD Bečej-Bogojevo	D12.04IP53 CS C-3 Medenjača-Mrtva Tisa
Fabrika za preradu voća i povrća "Titel Brand" AD TITEL		D12.08 Begej-Dunav	D12.08IP51 CS Titel i Titel Nova
DD "Pobeda -Fomg" TITEL			
AD "Menta" PADEJ	D1203 Zlatica	D1203.02 Kikinski kanal-Tisa	/
DD "Dijamant" Industrija ulja ZRENJANIN	D1207 Begej	D1207.01 DTD "Ban.Palanka-Novi Bečej – HČ Stajićevo	/
Prekon DOO ZRENJANIN			/
AD "BEGEJ" preduzeće za proizvodnju i promet šešira ZRENJANIN			/
DP "BEK" Industrija mesa ZRENJANIN			
JKP Vodovod i kanalizacija" ZRENJANIN			
"Šinovoz" ZRENJANIN			
AD "Luksol" Hemijska indutrija ZRENJANIN			
ELEKTROVOJVODINA DOO ED ZRENJANIN			
"NAFTAGAS-NAFTNI SERVISI DOO" NOVI SAD, Pogon ZRENJANIN			
			D1207.01IG04 Aleksandrovački kanal

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Dožtorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA
AD Fabrika šećera "Zrenjanin" ZRENJANIN			
AD "Radijator" za proizvodnju radijatora, kotlova ZRENJANIN "DELTA AGRAR" DOO ZRENJANIN			
"DAFAR" doo Fabrika kože ZRENJANIN			
BEOHEMIJA-INHEM d.o.o. ZRENJANIN			
ALMEX DOO ZRENJANIN			D1207.01IG05 Kanal uzvodno od Stajićeve
AD "Podrum Palić" PALIĆ	D125251	D125251.00 Ludaško jezero	/
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV "Palić" SUBOTICA	Ludaško jezero		/
AD HI "Hipol" ODŽACI		D1255.05 Odžaci (ustava) - DTD Kosančić-Mali Stapar	D1255.05IG02 Kanal Severna Jegrička kod B.Gračaca
JKP "Usluga" ODŽACI			
ITES "Lola Ribar" AD Odžaci i Mlekara "Odžačanka" ODŽACI			
JKP "Standard" OJ "Vodovod i kanalizacija" VRBAS		D1255.08 Kucura - DTD Vrbas-Bezdan	/
AD Carnex, RJ Farmakoop, Farma svinja SAVINO SELO			D1255.08IG01 Kanal IV- A
"REAHEM" DOO RJ "Elan" Pogon za preradu alkohola SRBOBRAN			/
AIP "Elan", RJ Mlin "Napredak" SRBOBRAN	D1255 DTD	D1255.09 DTD Vrbas-Bezdan - Krivaja	/
AIP "Elan" RJ Fabrika za preadu povrća i voća SRBOBRAN	Bečej- Bogojevo		/
JKP "GRADITELJ" SRBOBRAN			/
PIK "Bečej", RJ "Flora" Fabrika za preradu voća i povrća BEČEJ			/
DOO HKC "Fadip" BEČEJ			/
JKP "Vodokanal" BEČEJ		D1255.10 Krivaja - HČ Bečej	/
"Motorflex Remont DOO" BEČEJ			/
AD Mlin "22. oktobar" Bečejska pekara			/
AD "BAG" BAČKO GRADIŠTE			D1255.10IG51 Kanal T-I
RRC "Junaković" Prigrevica APATIN	D1255015 DTD Prigrevica- Bezdan	D12550152.03 Kupusina - DTD Odžaci-Sombor	D12550152.03IG55
"Panonka" SOMBOR			/
Fabrika ulja "SUNCE" SOMBOR		D125503.05 Plazović - DTD Odžaci-Sombor	/
JKP "Vodokanal" SOMBOR			D125503.05IG01
AD "Panonka" Pogon "Somes" SOMBOR			
"JAFFA" CRVENKA	D125503	D125503.07 DTD Kosančić-Mali Stapar - HČ Mali Stapar	/
JKP "Vodovod" CRVENKA	DTD Vrbas- Bezdan		/
AD "Vital" Fabrika ulja i biljnih masti VRBAS		D125503.09 Kula(drumski most za Vrbas)-HČ Vrbas	
"ISTRA" KULA			D125503.09IG02
AD Fabrika kože "Eterna" KULA			

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagadenja

Dožtorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA
"TS Stork group" DOO KULA			D125503.09IG51
JKP "Komunalac" KULA			
DD "Kulski štofovi", Fabrika vunelih tkanina KULA			
Fabrika šećera "CRVENKA" AD CRVENKA			
DOO "Panon 021" CRVENKA			
AD "CARNEX" Industrija mesa VRBAS			
AD "Bačka" Fabrika šećera VRBAS			
AD "Medela" VRBAS			
DD "Trivit-Pek", Pekara i mlin VRBAS			
Kadaks hem CRVENKA			
AD "Carnex", RJ "FARMACOOP" VRBAS			D125503.09IG51a
AD "Medoprodukt" TAVANKUT	D125504 Krivaja	D125504.01 Izvor - Brana Zobnatica	D125504.01IG06 Pavlovački kanal
"YUCOM" AD za proizvodnju, preradu i promet voća i povrća TAVANKUT			/
JP "Komgrad" BAČKA TOPOLA			/
DOO "LTS Lovćenac" LOVČENAC			/
Industrija mesa "MATIĆ" RJ "Stočarstvo SRBOBRAN			/
AIP "ELAN", RJ "Klanica" SRBOBRAN			/
Klanica "Pepa" BAJMOK			/
PERUTNINA-PTUJ "Topiko" DOO BAČKA TOPOLA			/
AD "Topola" Industrija mesa BAČKA TOPOLA			/
DOO "Sama" Pogon površinske obrade i zaštite BAČKA TOPOLA			/
AD AIK "Bačka Topola" RJ "Žibel" BAČKA TOPOLA			/
Industrija mesa "MATIĆ" Svinjarstvo (bivši "ELAN") SRBOBRAN			D125504.02IG17 Mrtva Krivaja-"Mlaka" i kanal M-1
DOO "Storkimes" Lipar LIPAR			D125504.02IG57 Kanal K-18
Aretol DOO Novi Sad PJ Feketić		/	
AD Carneks, Farma svinja Bačko Dobro Polje BAČKO DOBRO	D1256 Jegrička	D1256.02 Despotovo (ustava) - Zmajev (ustava)	D1256.02IG58 Kanal J-520
JKP TEMERIN		D1256.04 Žabalj (ustava) - CS Žabalj	D1256.04IG51 Kanal J 152
AD Industrija skroba "Jabuka" PANČEVO	D20 Nadela	D20.02 CS	/
"Autotransport Pančevo" Prevoz putnika PANČEVO		Tomaševac - Glavna ustava	/
DOO Solventa PANČEVO		D20.03 Glavna ustava Kačarevo - Ponjavica	D20.03IG06 Sistem Verovac - Pančevački 32
Italtex-Intimo DOO NOVO MILOŠEVO	D25 DTD Banatska Palanka-Novi	D25.02 Ustava Novi Bečej - Kikindski kanal	/
Polet Keramika DOO NOVI BEČEJ			D25.02IP02 Kanal 50
AD "Polet", IGK Novi Bečej NOVI BEČEJ			

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Dođtorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA
DOO "Zastava promet" PC "Zastava" Novi Bečej NOVI BEČEJ	Bečej		
JKP "Komunalac" Novi Bečej NOVI BEČEJ			
AD "Kluz", Fabrika "Tisa" NOVI BEČEJ			D25.02IP51 CS Sokolac
DPP "Zlatica", Farma ZRENJANIN		D25.06 Kanal Begej - Tamiš	D25.06IG02 Šozo kanal
IPP "Grmeč OJ "Sladara" KRAJIŠNIK			
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište" PLANDIŠTE		D25.09 Brzava - Moravica	/
DD "Planteks" PLANDIŠTE			D25.09IG09Kanal V (Jermenovački kanal)
JKP "Univerzal" ALIBUNAR			
Farma "Peščara" BANATSKI KARLOVAC		D25.10 Moravica - Vršački kanal	D25.10KK51 CS Alibunarski Rit (Ritski kanal)
Klanica "Banat" BANATSKI KARLOVAC			
DJKP "Usluga" BANATSKI KARLOVAC			
JKP "6 Oktobar" KIKINDA			
AD "Livnica Kikinda" u restrukturiranju KIKINDA			D2501.02IG09 Kinda III
AD Metanolno-sirćetni kompleks KIKINDA	D2501 Kikindski kanal	D2501.02 Ustava Sajam-Šećeranski kanal	D2501.02IG13 Nakovski Glavni kanal
AD "Toza Marković" KIKINDA			
KIKINDSKA INDUSTRIJA MLEKA D.O.O. BANATSKA TOPOLA			D2501.02IG18 Topolski kanal
DD "Galad", Farma svinja KIKINDA			D2501.02KP17 CS Topolska kanal Glavni
Fabrika ulja "Banat" AD NOVA CRNJA			
TEHNOOPREMA d.o.o. Farma svinja "Jakšićevo" SRPSKA CRNJA			D2502.00IP51 Kanal G
Van Drunen farms BANATSKO KARADORĐEVO	D2502 Stari Begej	D2502.00 Stari Begej	/
Srpsko-ruska trgovinska kuća NOVI SAD			/
TVB DOO ZRENJANIN			/
PSG BANATSKI DVOR			/
BG MIBRAS DOO BEOGRAD, ŽITIŠTE	D2503 Plovnj Begej	D2503.03 HČ Klek - DTD Ban. Palanka-N.Bečej	D2503.00IG08
ZZ Mrkšićevi Salaši SRPSKI ITEBEJ			/
NIS AD Društvo za istraživanje, proizvodnju i preradu ZRENJANIN	D2504 Tamiš	D2504.00 Granica YU/Rumunija-DTD	D2504.00IG07Birda
AD "Superprotein" RJ "Sečanj" SEČANJ			D2504.00IG73 Ustava Talad 84+335
STUP "Vršac" AD VRŠAC			
JKP "2. Oktobar" VRŠAC			
Koncern "Bambi-Banat" AD Beograd VRŠAC	D2507 Vršački kanal	D2507.00 Vršački kanal	D2507.00IG04 Mali ritski kanal
DOO "Swisslion", Beograd VRŠAC			
"Urmiko" Autoservis VRŠAC			
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" BELA CRKVA	D26 Nera	D26.00 Nera	/
"NESTLE ICE CREAM" SRBIJA Fabrika sladoleda STARA PAZOVA	D6451 Golubinački	D6451.00 Golubinački kanal	/

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	VODOTOK	DEONICA	SEKUNDARNA MREŽA
	kanal		
<i>JKP "Vodovod i kanalizacija" INĐIJA</i>	D645101 Ljukovo	D645101.02 brana ak. Ljukovo - Golubinački kanal	D645101.02IG01 Indijski potok
"Big Bul"Industrija mesa BAČINCI PJ ŠID	D650302	D650302.00 Izvor -	/
JKP "Vodovod" ŠID	Šarkudin- Šidina	brana ak. Šidina	/
AD "VICTORIAOIL" Fabrika ulja ŠID			/
"Big Bul" Industrija mesa BAČINCI	D6504 Vrtić	D6504.00 Vrtić	/
AGRO-PAPUK DOO KUKUJEVCI	D6505 Istočno obodni	D6505.00 Istočno obodni	D6505.00IG05
NIS Naftagas AD Pogon za proizvodnju pijaće vode Jazak NOVI SAD	D6507 Čikas	D6507.00 Čikas	D6507.00IG03 Stejanovački
JKP "Vodovod" RUMA	D6509 Kudoš	D6509.03 Jelence - Sava	D6509.03IG02 Kanal Begovine
PLANTER DOO ŠABAC", ogranak PJ IRIG	D650901	D650901.00 Jelence	/
JKP "Komunalac" IRIG	Jelence		/
DOO "Zmajevac", RJ Klanica "Irig" IRIG			/
JKP "KANALIZACIJA PEĆINCI" PEĆINCI			/
<i>Farma živine "Luki" PEĆINCI</i>			/
<i>Klanica "Đurđević" SUBOTIŠTE</i>	D6520	D6520.02 Jarčina -	/
DOO "JUB" ŠIMANOVCI	Galovica	Veliki Begej	/
"IB TEAM" VERDE KRNJEŠEVCI			D6520.02IG08 Kvalov kanal
"Gorenje Tiki" STARA PAZOVA			/
<i>JKP "Vodovod i kanalizacija" STARA PAZOVA</i>	D652002	D652002.00 Veliki	
DOO "BEOMES PLUS" STARA PAZOVA	Veliki Begej	Begej	D652002.00IG05 Mali Begej
SP "Lasta" Beograd, O.O. "Lasta" STARA PAZOVA			

Napomena: Zagađivači koji su pisani italic trenutno ne ispuštaju otpadnu vodu u kanale ili ne rade

Tabela P-3. Popis zagađivača po delatnostima

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
POLJOPRIVREDA, ŠUMARSTVO I RIBARSTVO		
Poljoprivredna proizvodnja, lov i prateće uslužne delatnosti		
ZZ MRKŠIĆEVI SALAŠI ALMEX DOO ZRENJANIN ZLATICA AD ZRENJANIN AIK BAČKA TOPOLA DOO RJ ŽIBEL PIK-BEČEJ AD U STEČAJU FARMA "PEŠČARA" BANATSKI KARLOVAC - U STEČAJU DD "GALAD", FARMA SVINJA KIKINDA DPP "LUNE MILOVANOVIĆ" KOVIN TEHNOOPREMA D.O.O.FARMA SVINJA "JAKŠIĆEVO" SRPSKA CRNJA AD "SUPERPROTEIN" RJ "SEČANJ" INDUSTRIJA MESA "MATIĆ" RJ "STOČARSTVO" SRBOBRAN AD "CARNEX", RJ "FARMACOO" VRBAS AD CARNEX, RJ FARMAKOOP, FARMA SVINJA SAVINO SELO AD CARNEX, RJ FARMAKOOP, FARMA SVINJA BAČKO DOBRO POLJE	Gajenje jednogodišnjih i dvogodišnjih biljaka	Gajenje žita (osim pirinča), leguminoza i uljarica Gajenje ostalih jednogodišnjih i dvogodišnjih biljaka
RUDARSTVO		
Eksploatacija sirove nafte i prirodnog gasa		
NIS AD NOVI SAD "NIS-NAFTAGAS", POGON "TRANSPORT I IZGRADNJA" ZRENJANIN NIS "NAFTAGAS", POGON "SREDNJI BANAT" NAFTNO POLJE "BOKA" NIS NAFTAGAS - POGON "ODRŽAVANJE"	Eksploatacija sirove nafte	Eksploatacija sirove nafte
Uslužne delatnosti u rudarstvu i geološkim istraživanjima		
NAFTAGAS-NAFTNI SERVISI DOO NOVI SAD	Uslužne delatnosti u vezi sa istraživanjem i eksploatacijom nafte i gasa	Uslužne delatnosti u vezi sa istraživanjem i eksploatacijom nafte i gasa
PRERAĐIVAČKA INDUSTRIJA		
Proizvodnja prehrambenih proizvoda		
TOPOLA AD BAČKA TOPOLA PANONKA AD SOMBOR MATIĆ DOO SRBOBRAN CARNEX DOO VRBAS BIG BULL FOODS BAČINCI DOO "KOLBIS" NOVI SAD "BIG BULL" INDUSTRIJA MESA BAČINCI PJ ŠID DP "BEK" INDUSTRIJA MESA ZRENJANIN PERUTNINA PTUJ-TOPIKO D.O.O. BAČKA TOPOLA	Prerada i konzervisanje mesa i proizvoda od mesa	Prerada i konzervisanje mesa Proizvodnja mesnih preradevina

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagadenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
FARMA ŽIVINE "LUKI" PEĆINCI		
AGRO-PAPUK DOO KUKUJEVCI		
LTS DOO LOVCENAC		
SRPSKO RUSKA TRGOVINSKA KUĆA SRPSKA CRNJA		
KLANICA "BANAT" BANATSKI KARLOVAC		
BG MIBRAS DOO BEOGRAD, ŽITIŠTE DOO "ZMAJEVAC", RJ KLANICA IRIG		
DOO "STORKIMES" LIPAR		
"VINDIJA" LAJKOVAC PJ "KLANICA PLANDIŠTE"		
AIP "ELAN", RJ "KLANICA" SRBOBRAN		
AD "PANONKA" POGON "SOMES" SOMBOR		
DOO "BEOMES PLUS" STARA PAZOVA		
KLANICA "PEPA" BAJMOK		
KLANICA "ĐURĐEVIĆ SUBOTIŠTE		
ZDRAVO ORGANIC DOO SELENČA		
"IB TEAM" VERDE POGON KRNJEŠEVCI		Proizvodnja sokova od voća i povrća
AD "PODRUM PALIĆ"		
AIP "ELAN" RJ FABRIKA ZA PREADU POVRĆA I VOĆA SRBOBRAN		
VAN DRUNEN FARMS EVROPA DOO		
ZORA AD MOL		
BAG AD BAČKO GRADIŠTE		
VITAMIN DOO HORGOS		
DOO SD MARTONOŠ		
VITAMIN DOO MARTONOŠ		
ALEVA AD NOVI KNEŽEVAC		
DD "HIGLO" HORGOS		
ARETOL D.O.O. NOVI SAD		
MEDOPRODUKT DOO TAVANKUT		
"YUCOM" AD TAVANKUT		
PIK "BEČEJ", RJ "FLORA" BEČEJ		
PLANTER DOO ŠABAC", OGRANAK PJ IRIG		
AD "AROMA" FUTOG		
FABRIKA ZA PRERADU VOĆA I POVRĆA "TITEL BRAND" AD		
DIJAMANT AD ZRENJANIN		
BANAT FABRIKA ULJA AD NOVA CRNJA	Proizvodnja biljnih i životinjskih ulja i masti	Proizvodnja ulja i masti
SUNCE AD SOMBOR		
VICTORIAOIL AD ŠID		
VITAL AD VRBAS		
MLEKOPRODUKT A.D. ZRENJANIN		
MLEKARA DOO PANČEVO		
VINDIJA D.O.O. LAJKOVAC		
KIKINDSKA INDUSTRIJA MLEKA D.O.O. BANATSKA TOPOLA	Proizvodnja mlečnih proizvoda	Prerada mleka i proizvodnja sireva

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
DD "MLEKARA" SUBOTICA, POGON NOVI KNEŽEVAC NOVI KNEŽEVAC DOO "VEKTRA-CO" RJ "MICA MLEKARICA" NOVI SAD MLINPRODUKT ADA ŽITOPROMET-MLIN AD SENTA IPP "GRMEČ OJ "SLADARA" KRAJIŠNIK AIP "ELAN", RJ MLIN "NAPREDAK" SRBOBRAN	Proizvodnja mlinskih proizvoda, skroba i skrobni proizvoda	Proizvodnja mlinskih proizvoda
JABUKA PANČEVO AD		Proizvodnja skroba i skrobni proizvoda
JAFFA AD CRVENKA TRIVIT-PEK AD VRBAS	Proizvodnja pekarskih proizvoda i testenine	Proizvodnja hleba, svežeg peciva i kolača
MEDELA AD VRBAS		Proizvodnja dvopeka, keksa, trajnog peciva i kolača
BAČKA DOO VRBAS AD ŠEČERANA CRVENKA TE-TO AD SENTA AD FABRIKA ŠEČERA "ZRENJANIN" SWISSLION-TAKOVO DOO VRŠAC KONCERN "BAMBI-BANAT" AD BEOGRAD VRŠAC MARBOPRODUCT DOO BAČKI MAGLIĆ ALLTECH SERBIA DOO SENTA	Proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda	Proizvodnja šećera
		Proizvodnja kakaoa, čokolade i konditorskih proizvoda
		Proizvodnja ostalih prehrambenih proizvoda
Proizvodnja pića		
SWAN LAKE DOO KOVIN AD "ALPIS" KOVIN "REAHM" DOO RJ "ELAN" POGON ZA PRERADU ALKOHOLA SRBOBRAN CARLSBERG SRBIJA DOO ČELAREVO HEINEKEN SRBIJA DOO NOVI SAD PIK "BEČEJ" AD "PIVARA BEČEJ"	Proizvodnja pića	Destilacija, prečišćavanje i mešanje pića
		Proizvodnja piva
Proizvodnja kože i predmeta od kože		
DAFAR DOO ZRENJANIN ELTID TANNERY DOO PANČEVO AD FABRIKA KOŽE "ETERNA" KULA LUXURY TANNERY RUMA	Štavljenje i dorada kože; proizvodnja putničkih i ručnih torbi i kaiševa; dorada i bojenje krzna	Štavljenje i dorada kože; dorada i bojenje krzna
Proizvodnja tekstila		
DP "APATEX" APATIN DD "KULSKI ŠTOFOVI", FABRIKA VUNENIH TKANINA KULA MDD "NIT" NOVOSADSKA INDUSTRIJA TEKSTILA NOVI SAD ITES "LOLA RIBAR" AD ODŽACI AKOTEX AD ADA "TVB" DOO ZRENJANIN DD "Planteks" PLANDIŠTE AD "BEGeJ" preduzeće za proizvodnju i promet šešira ZRENJANIN AD "KLUZ" NOVI BEČEJ	Proizvodnja tkanina	Proizvodnja tkanina

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
Proizvodnja papira i proizvoda od papira		
LEPENKA DOO NOVI KNEŽEVAC	Proizvodnja celuloze, papira i kartona	Proizvodnja talasastog papira i kartona i ambalaže od papira i kartona
Proizvodnja hemikalija i hemijskih proizvoda		
METANOLSKO-SIRČETNI KOMPLEKS AD KIKINDA KADAKS HEM CRVENKA	Proizvodnja osnovnih hemikalija, veštačkih đubriva i azotnih jedinjenja, plastičnih i sintetičkih masa	Proizvodnja ostalih osnovnih organskih hemikalija
HIPOL AD ODŽACI		Proizvodnja plastičnih masa u primarnim oblicima
BEOHEMIJA-INHEM DOO ZRENJANIN AD "LUKSOL" HEMIJSKA INDUSTRIJA ZRENJANIN ALBUS AD NOVI SAD REAHEM DOO	Proizvodnja deterdženata, sapuna drugih sredstava za čišćenje, poliranje, parfema i toaletnih preparata	Proizvodnja deterdženata, sapuna sredstava za čišćenje i poliranje
AD "MENTA" PADEJ DOO "PANON 021" CRVENKA	Proizvodnja ostalih hemijskih proizvoda	Proizvodnja ostalih hemijskih proizvoda
Proizvodnja proizvoda od gume i plastike		
KOTEKS VISCOFAN DOO	Proizvodnja proizvoda od plastike	Proizvodnja ploča, listova, cevi i profila od plastike
Proizvodnja proizvoda od ostalih nemetalnih minerala		
DP INDUSTRIJA STAKLA PANČEVO TOZA MARKOVIĆ AD - U STEČAJU AD POLET – IGK NOVI BEČEJ POLET-KERAMIKA DOO NOVI BEČEJ DOO KERAMIKA KANJIŽA PLUS	Proizvodnja stakla i proizvoda od stakla	Proizvodnja ravnog stakla Proizvodnja opeke, crepa i građevinskih proizvoda od pečene gline
JUB DOO	Proizvodnja proizvoda od betona, cementa i gipsa	Proizvodnja maltera
IBA - INDUSTRIJA BRUSNIH ALATA D.P. ADA	Proizvodnja brusnih i ostalih nemetalnih mineralnih proizvoda	Proizvodnja brusnih proizvoda
Proizvodnja osnovnih metala		
AD LIVNICA KIKINDA AUTOFLEX-LIVNICA DOO ČOKA POTISJE-PRECIZNI LIV AD ADA "LITOSTROJ POTISJE" DOO ADA	Livenje metala	Livenje gvožđa Livenje čelika
Proizvodnja metalnih proizvoda, osim mašina i uređaja		
RADIJATOR AD ZRENJANIN DOO "SAMA" POGON POVRŠINSKE OBRADE I ZAŠTITE BAČKA TOPOLA DU "UTVA" SILOSI KOVIN DD "POBEDA - FOMG" TITEL AUTOFEX LIVNICA DOO ČOKA	Proizvodnja metalnih cisterni, rezervoara i kontejnera	Proizvodnja kotlova i radijatora za centralno grejanje
Proizvodnja električne opreme		
GORENJE TIKI DOO STARA PAZOVA "SOKOLI POTISJE", DOO ADA DOO HKC "FADIP" BEČEJ "ISTRA" KULA	Proizvodnja aparata za domaćinstvo	Proizvodnja električnih aparata za domaćinstvo
Proizvodnja motornih vozila, prikolica i poluprikolica		
MOTINS AD U STEČAJU NOVI SAD	Proizvodnja delova i pribora za motorna vozila i motore za njih	Proizvodnja ostalih delova i dodatne opreme za motorna vozila
Proizvodnja ostalih saobraćajnih sredstava		
AD BRODOGRADILIŠTE "BEGEJ"	Izgradnja brodova i čamaca	Izgradnja brodova i plovnih

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
"ŠINOVOZ" ZRENJANIN	Proizvodnja lokomotiva i šinskih vozila	objekata Proizvodnja lokomotiva i šinskih vozila
SNABDEVANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM, GASOM, PAROM I KLIMATIZACIJA Snabdevanje električnom energijom, gasom, parom i klimatizacija		
ELEKTROVOJVODINA DOO NOVI SAD JP PANONSKE ELEKTRANE-N.SAD, TE-TO ZRENJANIN	Proizvodnja, prenos i distribucija električne energije	Distribucija električne energije
SNABDEVANJE VODOM; UPRAVLJANJE OTPADNIM VODAMA, KONTROLISANJE PROCESA UKLANJANJA OTPADA I SLIČNE AKTIVNOSTI Skupljanje, prečišćavanje i distribucija vode		
USLUGA DJKP BANATSKI KARLOVAC TVRĐAVA BAČ KOMUNALAC MAGLIĆ VODOKANAL JP BEČEJ JKP VODOVOD I KANALIZACIJA ZRENJANIN VODOVOD JP RUMA 6. OKTOBAR JP - U LIKVIDACIJI KIKINDA KOMUNALAC KULA VODOVOD JKP CRVENKA KOMUNALAC NOVI BEČEJ JKSP SENTA JP VODOKANAL SOMBOR JKP GRADITELJ SRBOBRAN JKP VODOVOD I KANALIZACIJA SUBOTICA JKP STANDARD VRBAS JKP ČOKA JKP VODOVOD ŠID JKP PROGRES BAČKI PETROVAC JKP UNIVERZAL ALIBUNAR BELOCRKVANSKI VODOVOD I KANALIZACIJA JP JKP "VODOVOD I KANALIZACIJA" INĐIJA "KOMUNALAC" IRIG JKP POTISKI VODOVODI" HORGOS (KANALIZACIJA KANJIŽA) JKP "POTISKI VODOVODI" HORGOS (KANALIZACIJA HORGOS) JKP "VODOVOD I KANALIZACIJA" STARA PAZOVA	Skupljanje, prečišćavanje i distribucija vode	Skupljanje, prečišćavanje i distribucija vode
Sakupljanje, tretman i odlaganje otpada; ponovno iskorišćavanje otpadnih materija		
JP KOMGRAD BAČKA TOPOLA DP DRUGI OKTOBAR VRŠAC JKP USLUGA ODŽACI JKP KANALIZACIJA PEČINCI	Skupljanje otpada	Skupljanje otpada koji nije opasan
PREKON DOO ZRENJANIN	Ponovna upotreba materijala	Ponovna upotreba razvrstanih materijala
TRGOVINA NA VELIKO I TRGOVINA NA MALO; POPRAVKA MOTORNIH		

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Naziv zagađivača	Grana delatnosti	Grupa delatnosti
VOZILA I MOTOCIKALA		
Trgovina na veliko i trgovina na malo i popravka motornih vozila i motocikala		
URMICO DOO VRŠAC	Trgovina motornim vozilima	Trgovina automobilima i lakim motornim vozilima
MOTORFLEX-REMONT DOO		Održavanje i popravka motornih vozila
Trgovina na veliko, osim trgovine motornim vozilima i motociklima		
PLANTER DOO ŠABAC	Trgovina na veliko hranom, pićima i duvanom	Trgovina na veliko voćem i povrćem
TS STORK GROUP DOO		Nespecijalizovana trgovina na veliko hranom, pićima i duvanom
ROYAL TRADE NOVI SAD	Trgovina na veliko predmetima za domaćinstvo	Trgovina na veliko električnim aparatima za domaćinstvo
BG MIBRAS DOO BEOGRAD	Nespecijalizovana trgovina na veliko	Nespecijalizovana trgovina na veliko
"DELTA AGRAR" DOO ZRENJANIN		
IB TEAM DOO KRNJEŠEVCI		
Trgovina na malo, osim trgovine motornim vozilima i motociklima		
MARTIS-COMMERCE D.O.O. MARTONOŠ	Trgovina na malo u nespecijalizovanim prodavnicama	Ostala trgovina na malo u nespecijalizovanim prodavnicama
SAOBRAĆAJ I SKLADIŠTENJE		
Kopneni saobraćaj i cevovodni transport		
STUP VRŠAC AD	Ostali kopneni prevoz putnika	Gradski i prigradski kopneni prevoz putnika
LASTA AD STARA PAZOVA		
JP AUTOTRANSPORT-PANČEVO		
ZDRAVSTVENA I SOCIJALNA ZAŠTITA		
Zdravstvene delatnosti		
ZAVOD ZA SPECIJALNU REHABILITACIJU "BANJA KANJIŽA" KANJIŽA	Ostala zdravstvena zaštita	Ostala zdravstvena zaštita
RRC "JUNAKOVIĆ" PRIGREVICA APATIN		
UMETNOST, ZABAVA I REKREACIJA		
Sportske, zabavne i rekreativne delatnosti		
AQUA PARK PETROLAND DOO	Ostale zabavne i rekreativne delatnosti	Ostale zabavne i rekreativne delatnosti

Tabela P-4. Minimalni, maksimalni i srednji proticaji površinskih voda (m³/s)

Vodotok	Minimalna koncentracija	Maksimalna koncentracija	Srednja koncentracija
Begej	0.5	6.5	5.8
Čikas	1	10	5
DTD "Bački Petrovac-Karavukovo"	0.5	15	9
DTD "Banatska Palanka-Nov Bečej"	5	52	26
DTD "Bečej-Bogojevo"	1.7	17.2	8.3
DTD "Novi Sad-Savino Selo"	0.2	22	8
DTD "Prigrevica-Bezdan"	0.6	6.8	3.4
DTD "Vrbas-Bezdan"	0.2	2.2	1
Dunav	1700	4000	2548
Galovica	0.5	12	5
Golubinački kanal	0.5	15	6
Jegrička	0.5	3	1.5
Jelence	0.5	5	2
Kikindski kanal	0.1	5	0.5
Krivaja	0.1	20	5
Kudoš	0.5	10	5
Ljukovo	0.3	8	4
Ludaško jezero	0.5	5	2
Nadela	0.5	8	4
Nera	1.3	90	7
Plovni Begej	10.1	56.9	45.2
Šidina	0.5	12	6
Stari Begej	0.03	10.0	0.8
Sukova bara	0.5	10	6
Tamiš	1.5	150	25
Tisa	280	1200	439
Veliki Begej	0.3	11	5
Vršački kanal	0.5	12	7
Vrtić	0.3	7	3
Zlatica	0.5	10	4

Tabela P-5. Minimalne, maksimalne i srednje količine otpadnih voda zagađivača (m³/dan)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	194	194	129
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	278	278	278
JKP "Tvrđava" Bač	165	208	194
JKP "Vodokanal" Bečej	1835	2108	1978
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	9042	12279	9582
JP "Vodovod" Irig	95	98	97
JKP "6. Oktobar" Kikinda	2159	2962	2613
JKP "Komunalac" Kula	581	1149	860
JKP "Vodovod" Crvenka	158	383	229
JKP "Komunalac" Novi Bečej	437	526	481
JP "Vodovod" Ruma	2799	3568	2932
JKP "Senta" Senta	2079	2744	2378
JKP "Vodokanal" Sombor	5952	6824	6178
JKP "Graditelj" Srbobran	84	84	56
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	366	1704	880
JKP "Standard" Vrbas	2434	2455	2441
JKP "Čoka" Čoka	377	540	444
JKP "Vodovod" Šid	1157	1509	1289
JP "Komgrad" Bačka Topola	428	639	472
JKP "2. Oktobar" Vršac	6866	7185	6949
JKP "Usluga" Odžaci	550	652	581
JKP "Kanalizacija" Pečinci	731	1082	831
JKP "Progres" Bački Petrovac	58	112	85
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	750	1212	1058
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	623	1771	1103
Banat AD - U Stečaju	487	777	617
Topola AD Bačka Topola	0	393	270
Panonka AD Sombor	0	10	7
Matić DOO Srbobran	0	33	25
Carnex DOO Vrbas	723	2395	1375
Big Bull Foods Bačinci	103	349	179
DOO "Kolbis" Novi Sad			
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			576
LTS DOO- U Stečaju Lovćenac	0	92	52
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	81	81	81
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	632	1570	1122
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			17
DOO "Storkimes" Lipar			
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"		314	250
Zdravo Organic DOO Selenča	95	134	117
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	15	27	20
AD "Podrum Palić"	500	1500	685
Van Drunen Farms Evropa DOO	0	84	55
Zora AD Mol	77	140	88
Bag AD Bačko Gradište	7	367	166
Vitamin DOO Horgoš	92	242	205
DOO SD Martonoš	0	125	83

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Vitamin D00 Martonoš	90	184	127
Aleva AD Novi Kneževac	301	636	430
DD "Higlo" Horgoš	400	480	441
Aretol D00 Novi Sad	68	68	68
Medoprodukt D00 Tavankut	383	424	404
"Yucom" AD Tavankut	80	600	133
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej		290	150
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Prerađu Voća I Povrća			500
AD "Aroma" Futog	328	328	328
Dijamant AD Zrenjanin	522	685	610
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	256	611	417
Sunce AD Sombor	51	300	183
Victoriaoil AD Šid	183	1023	565
Vital AD Vrbas	2891	7462	4157
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	375	415	406
Mlekara D00 Pančevo	190	280	250
Vindija D00 Lajkovac	284	329	319
Mlinprodukt Ada	6	12	7
Žitopromet-Mlin AD Senta	23	86	50
Jabuka Pančevo AD	252	412	354
Jaffa AD Crvenka	70	190	118
Trivit-Pek AD Vrbas	8	21	11
Medela AD Vrbas	19	115	85
Bačka D00 Vrbas	186	1675	676
AD Šećerana Crvenka	9243	9243	9243
Te-To AD Senta	1673	2993	2612
Swisslion-Takovo D00 Vršac	218	252	241
Marboproduct D00 Bački Maglić	330	521	421
Alltech Serbia D00 Senta	1319	2154	1834
Žitoprodukt A.D.	54	67	56
Swan Lake Kovin	675	675	675
Panon Crvenka			
Kadaks Hem Crvenka	48	48	48
Carlsberg Čelarevo	1162	1941	1474
Haineken Srbija D00 Novi Sad	1024	2069	1469
ZZ Mrkšićevi Salaši	0	99	49
Almex D00 Zrenjanin	361	361	361
Zlatica ADd Zrenjanin	14	255	215
Aik Bačka Topola D00 Rj Žibel	0	45	27
Pik-Bečej AD U Stečaju	264	921	646
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			264
Tehnooprema D00 Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja	40	140	64
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			140
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran		1	
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			870
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			190
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Bačko Dobro Polje	150	500	250

*Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja*

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	0	580	428
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	80	87	85
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	94	99	97
Dafar DOO Zrenjanin	41	71	51
Eltid Tannery DOO Pančevo	30	130	45
Luxury Tannery Ruma	307	307	307
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci	200	900	468
Akotex AD Ada	0	0	0
Lepenka DOOo Novi Kneževac	1520	1753	1602
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	462	2171	946
Hipol AD Odžaci	311	480	370
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	9	26	19
Albus AD Novi Sad	0	59	40
Reahem DOO	52	169	77
Koteks Viscofan DOO	423	1005	618
DP Industrija Stakla Pančevo	45	267	143
Toza Marković AD - U Stečaju	594	958	776
Ad Polet – IGK Novi Bečej	14	52	35
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	162	338	260
DOO Keramika Kanjiža Plus	46	84	69
Jub DOO	13	21	15
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	5	14	13
AD Livnica Kikinda	1496	4064	2481
Autoflex-Livnica DOO Čoka	10	59	46
Potisje-Precizni Liv AD Ada	34	39	37
"Litostroj Potisje" DOO Ada	16	26	23
Radijator AD Zrenjanin	190	190	190
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	75	48
Motins AD U Stečaju Novi Sad	2	159	71
Elektrovojdina DOO Novi Sad	11	20	16
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	17	85	55
Prekon DOO	14	14	14
Urmico DPP Vršac	0	4	2
Motorflex-Remont DOO	12	13	12
Agro-Papuk DOO			
Planter DOO Šabac	87	112	98
TS Stork Group DOO	5	347	120
Royal Trade Novi Sad		86	10
Martis-Commerce DOO Martonoš	571	571	571
Stup Vršac AD	28	32	30
Lasta AD Stara Pazova	0	10	8
JP Autotransport-Pančevo	4	4	4
Specijalna Bolnica Junaković	0	101	67
Banja Kanjiža	0	244	194
Aqua Park Petroland DOO	0	1909	942
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	10	21	16
Union-Medic DOO	193	193	193

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Tabela P-6. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije HPK u otpadnim vodama zagađivača (mgO₂/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	275	275	275
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	286	286	286
JKP "Tvrđava" Bač	173	409	277
JKP "Vodokanal" Bečež	50	123	86
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	288	913	484
JP "Vodovod" Irig	488	884	699
JKP "6. Oktobar" Kikinda	46	94	74
JKP "Komunalac" Kula	243	580	422
JKP "Vodovod" Crvenka	127	332	259
JKP "Komunalac" Novi Bečež	124	605	329
JP "Vodovod" Ruma	211	432	359
JKP "Senta" Senta	16	61	43
JKP "Vodokanal" Sombor	41	111	78
JKP "Graditelj" Srbobran	60	60	40
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	78	264	132
JKP "Standard" Vrbas	174	324	279
JKP "Čoka" Čoka	147	659	319
JKP "Vodovod" Šid	269	744	427
JP "Komgrad" Bačka Topola	201	655	394
JKP "2. Oktobar" Vršac	14	167	64
JKP "Usluga" Odžaci	18	290	117
JKP "Kanalizacija" Pečinci	11	60	27
JKP "Progres" Bački Petrovac	187	356	286
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	12	323	142
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	92	165	106
Banat AD - U Stečaju	273	871	512
Topola AD Bačka Topola	161	322	278
Panonka AD Sombor	900	900	900
Matić DOO Srbobran	145	425	246
Carnex DOO Vrbas	22	902	273
Big Bull Foods Bačinci	688	2210	1316
DOO "Kolbis" Novi Sad			2400
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			291
LTS DOO- U Stečaju Lovćenac	234	812	507
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	330	330	330
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	418	1293	803
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			1200
DOO "Storkimes" Lipar	93	401	215
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"			88
Zdravo Organic DOO Selenča	170	212	195
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	24	569	235
AD "Podrum Palić"			530
Van Drunen Farms Evropa DOO	0	147	87
Zora AD Mol	168	1498	742
Bag AD Bačko Gradište	125	860	477
Vitamin DOO Horgoš	247	1045	578

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
DOO SD Martonoš	0	1346	897
Vitamin DOO Martonoš	87	403	272
Aleva AD Novi Kneževac	462	981	671
DD "Higlo" Horgoš	81	1200	372
Aretol DOO Novi Sad	117	762	443
Medoprodukt DOO Tavankut	716	850	783
"Yucom" AD Tavankut			600
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej			610
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Preradu Voća I Povrća			1400
AD "Aroma" Futog	75	693	384
Dijamant AD Zrenjanin	254	833	525
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	168	646	446
Sunce AD Sombor	25	178	112
Victoriaoil AD Sid	511	2168	1111
Vital AD Vrbas	156	1509	743
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	245	1833	683
Mlekara DOO Pančevo	74	460	325
Vindija DOO Lajkovac	53	456	169
Mlinprodukt Ada	145	1350	347
Žitopromet-Mlin AD Senta	93	197	120
Jabuka Pančevo AD	543	1457	939
Jaffa AD Crvenka	90	192	130
Trivit-Pek AD Vrbas	228	1500	752
Medela AD Vrbas	323	621	492
Bačka DOO Vrbas	90	5246	989
AD Šećerana Crvenka	1914	1914	1914
Te-To AD Senta	75	128	102
Swisslion-Takovo DOO Vršac	30	360	104
Marboproduct DOO Bački Maglić	0	3695	1166
Alltech Serbia DOO Senta	507	7942	2424
Žitoprodukt A.D.	63	176	141
Swan Lake Kovin	11	94	54
Panon Crvenka	42	42	42
Kadaks Hem Crvenka	5	5	5
Carlsberg Čelarevo	24	48	39
Haineken Srbija DOO Novi Sad	13	44	26
ZZ Mrkšićevi Salaši	0	4783	2392
Almex DOO Zrenjanin	140	140	140
Zlatica AD Zrenjanin	12	312	94
Aik Bačka Topola DOO Rj Žibel	95	4347	1077
Pik-Bečej AD U Stečaju	58	420	195
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			6900
Tehnooprema DOO Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja			1000
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			4000
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran			500
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			460
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			3200
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma			6000

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagadenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Svinja Bačko Dobro Polje			
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	243	359	302
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	27	330	128
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	13	47	24
Dafar DOO Zrenjanin	176	2406	1063
Eltid Tannery DOO Pančevo			1250
Luxury Tannery Ruma	762	762	762
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci			480
Akotex AD Ada	195	818	420
Lepenka DOOo Novi Kneževac	522	1033	808
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	12	56	25
Hipol AD Odžaci	7	44	27
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	36	212	92
Albus AD Novi Sad	0	291	194
Reahem DOO	10	1876	689
Koteks Viscofan DOO	135	583	366
DP Industrija Stakla Pančevo	52	143	92
Toza Marković AD - U Stečaju	55	79	74
Ad Polet - IGK Novi Bečej	31	146	61
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	22	205	119
DOO Keramika Kanjiža Plus	111	366	228
Jub DOO	31	750	183
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	18	55	28
AD Livnica Kikinda	25	109	74
Autoflex-Livnica DOO	8	40	21
Potisje-Precizni Liv AD Ada	39	246	120
"Litostroj Potisje" DOO Ada	133	150	144
Radijator AD Zrenjanin	106	264	172
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	35	22
Motins AD U Stečaju Novi Sad	34	46	41
Elektrovojvodina DOO Novi Sad	29	195	77
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	60	304	150
Prekon DOO	99	140	115
Urmico DPP Vršac	0	500	333
Motorflex-Remont DOO	54	314	170
Agro-Papuk DOO	138	329	255
Planter DOO Šabac	19	81	38
TS Stork Group DOO	120	854	377
Royal Trade Novi Sad			418
Martis-Commerce DOO Martonoš	1970	1970	1970
Stup Vršac AD	179	797	583
Lasta AD Stara Pazova	0	909	325
JP Autotransport-Pančevo	92	1934	931
Specijalna Bolnica Junaković	0	220	147
Banja Kanjiža	0	165	115
Aqua Park Petroland DOO	0	113	50
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	177	277	234
Union-Medic DOO	36	36	36

Tabela P-7. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije BPK u otpadnim vodama zagađivača (mgO₂/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	150	150	150
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	95	95	95
JKP "Tvrđava" Bač	80	204	133
JKP "Vodokanal" Bečež	25	85	49
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	100	479	224
JP "Vodovod" Irig	182	440	342
JKP "6. Oktobar" Kikinda	17	35	25
JKP "Komunalac" Kula	121	304	215
JKP "Vodovod" Crvenka	53	162	122
JKP "Komunalac" Novi Bečež	64	323	167
JP "Vodovod" Ruma	67	178	118
JKP "Senta" Senta	10	23	16
JKP "Vodokanal" Sombor	3	20	13
JKP "Graditelj" Srbobran	36	36	24
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	32	264	132
JKP "Standard" Vrbas	100	216	169
JKP "Čoka" Čoka	58	244	123
JKP "Vodovod" Šid	196	300	242
JP "Komgrad" Bačka Topola	113	403	217
JKP "2. Oktobar" Vršac	7	16	10
JKP "Usluga" Odžaci	22	65	29
JKP "Kanalizacija" Pečinci	6	16	9
JKP "Progres" Bački Petrovac	30	160	116
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	5	163	73
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	33	54	40
Banat AD - U Stečaju	140	518	289
Topola AD Bačka Topola	85	198	148
Panonka AD Sombor	450	450	450
Matić DOO Srbobran	58	225	120
Carnex DOO Vrbas	0	536	131
Big Bull Foods Bačinci	463	1222	665
DOO "Kolbis" Novi Sad			1300
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			180
LTS DOO- U Stečaju Lovćenac	197	542	333
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	75	75	75
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	226	888	487
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			670
DOO "Storkimes" Lipar	40	200	101
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"			25
Zdravo Organic DOO Selenča	86	127	110
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	8	202	75
AD "Podrum Palić"			250
Van Drunen Farms Evropa DOO	0	53	35
Zora AD Mol	84	996	410
Bag AD Bačko Gradište	90	509	298
Vitamin DOO Horgoš	112	618	339

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
DOO SD Martonoš	0	550	367
Vitamin DOO Martonoš	42	246	128
Aleva AD Novi Kneževac	230	600	384
DD "Higlo" Horgoš	7	637	223
Aretol DOO Novi Sad	24	362	193
Medoprodukt DOO Tavankut	399	408	404
"Yucom" AD Tavankut			350
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej			340
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Preradu Voća I Povrća			780
AD "Aroma" Futog	26	280	153
Dijamant AD Zrenjanin	141	493	298
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	210	312	266
Sunce AD Sombor	0	77	44
Victoriaoil AD Sid	334	1475	755
Vital AD Vrbas	80	745	269
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	147	1154	398
Mlekara DOO Pančevo	41	233	163
Vindija DOO Lajkovac	34	266	90
Mlinprodukt Ada	40	800	170
Žitopromet-Mlin AD Senta	36	89	57
Jabuka Pančevo AD	277	700	495
Jaffa AD Crvenka	29	78	49
Trivit-Pek AD Vrbas	91	830	430
Medela AD Vrbas	44	300	199
Bačka DOO Vrbas	24	3010	992
AD Šećerana Crvenka	592	592	592
Te-To AD Senta	23	58	33
Swisslion-Takovo DOO Vršac	11	193	52
Marboproduct DOO Bački Maglić	2	1537	515
Alltech Serbia DOO Senta	141	3729	929
Žitoprodukt A.D.	27	101	73
Swan Lake Kovin	10	49	26
Panon Crvenka	18	18	18
Kadaks Hem Crvenka	3	3	3
Carlsberg Čelarevo	11	19	14
Haineken Srbija DOO Novi Sad	4	20	13
ZZ Mrkšićevi Salaši	0	1372	686
Almex DOO Zrenjanin	77	77	77
Zlatica AD Zrenjanin	4	104	42
Aik Bačka Topola DOO Rj Žibel	47	1493	424
Pik-Bečej AD U Stečaju	30	360	125
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			3580
Tehnooprema DOO Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja			420
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			1950
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran			260
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			188
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			1400
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma			3500

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Svinja Bačko Dobro Polje			
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	115	182	130
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	52	193	99
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	35	49	40
Dafar DOO Zrenjanin	65	820	373
Eltid Tannery DOO Pančevo			680
Luxury Tannery Ruma	244	244	244
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci			330
Akotex AD Ada	130	477	274
Lepenka DOOo Novi Kneževac	158	580	404
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	2	19	8
Hipol AD Odžaci	4	19	10
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	8	120	33
Albus AD Novi Sad	0	75	50
Reahem DOO	4	1110	351
Koteks Viscofan DOO	49	299	178
DP Industrija Stakla Pančevo	14	43	27
Toza Marković AD - U Stečaju	8	27	13
Ad Polet - IGK Novi Bečej	4	21	10
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	10	67	28
DOO Keramika Kanjiža Plus	20	131	88
Jub DOO	4	142	38
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	10	26	13
AD Livnica Kikinda	4	35	16
Autoflex-Livnica DOO	2	4	3
Potisje-Precizni Liv AD Ada	16	140	59
"Litostroj Potisje" DOO Ada	81	110	100
Radijator AD Zrenjanin	49	68	57
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	23	12
Motins AD U Stečaju Novi Sad	13	29	22
Elektrovojvodina DOO Novi Sad	21	123	50
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	14	98	43
Prekon DOO	12	92	44
Urmico DPP Vršac	0	350	233
Motorflex-Remont DOO	20	208	104
Agro-Papuk DOO	72	176	117
Planter DOO Šabac	10	61	23
TS Stork Group DOO	53	384	164
Royal Trade Novi Sad			100
Martis-Commerce DOO Martonoš	4	4	4
Stup Vršac AD	350	515	444
Lasta AD Stara Pazova	0	238	82
JP Autotransport-Pančevo	154	823	430
Specijalna Bolnica Junaković	0	100	67
Banja Kanjiža	0	48	38
Aqua Park Petroland DOO	0	33	20
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	47	141	72
Union-Medic DOO	7	7	7

Tabela P-8. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije azota u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	10	10	10
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	14	14	14
JKP "Tvrđava" Bač	51	72	63
JKP "Vodokanal" Bečež	22	38	29
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	21	44	36
JP "Vodovod" Irig	42	89	58
JKP "6. Oktobar" Kikinda	7	22	13
JKP "Komunalac" Kula	38	75	59
JKP "Vodovod" Crvenka	8	51	32
JKP "Komunalac" Novi Bečež	22	36	27
JP "Vodovod" Ruma	32	44	37
JKP "Senta" Senta	6	20	11
JKP "Vodokanal" Sombor	11	19	16
JKP "Graditelj" Srbobran	41	41	27
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	23	41	36
JKP "Standard" Vrbas	44	57	49
JKP "Čoka" Čoka	24	47	30
JKP "Vodovod" Šid	36	61	54
JP "Komgrad" Bačka Topola	51	95	72
JKP "2. Oktobar" Vršac	9	32	16
JKP "Usluga" Odžaci	19	47	31
JKP "Kanalizacija" Pečinci	2	17	8
JKP "Progres" Bački Petrovac	5	23	14
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	1	70	32
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	27	58	39
Banat AD - U Stečaju	26	220	140
Topola AD Bačka Topola	11	115	71
Panonka AD Sombor	16	16	16
Matić DOO Srbobran	39	253	97
Carnex DOO Vrbas	3	94	38
Big Bull Foods Bačinci	34	109	64
DOO "Kolbis" Novi Sad			68
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			22
LTS DOO- U Stečaju Lovćenac	23	52	44
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	28	28	28
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	2	31	12
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			19
DOO "Storkimes" Lipar	69	101	80
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"			14
Zdravo Organic DOO Selenča	34	48	39
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	2	4	2
AD "Podrum Palić"			3
Van Drunen Farms Evropa DOO	0	36	15
Zora AD Mol	9	24	19
Bag AD Bačko Gradište	0	28	11
Vitamin DOO Horgoš	7	34	15

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
DOO SD Martonoš	0	6	4
Vitamin DOO Martonoš	18	25	21
Aleva AD Novi Kneževac	24	64	36
DD "Higlo" Horgoš	12	58	24
Aretol DOO Novi Sad	2	47	24
Medoprodukt DOO Tavankut	9	11	10
"Yucom" AD Tavankut			9
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej			18
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Preradu Voća I Povrća			8
AD "Aroma" Futog	2	22	12
Dijamant AD Zrenjanin	3	7	4
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	2	13	6
Sunce AD Sombor	5	15	9
Victoriaoil AD Sid	8	20	13
Vital AD Vrbas	3	47	13
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	2	12	8
Mlekara DOO Pančevo	22	41	30
Vindija DOO Lajkovac	3	28	13
Mlinprodukt Ada	25	34	30
Žitopromet-Mlin AD Senta	15	33	21
Jabuka Pančevo AD	40	310	206
Jaffa AD Crvenka	8	28	12
Trivit-Pek AD Vrbas	2	21	10
Medela AD Vrbas	8	36	21
Bačka DOO Vrbas	10	74	34
AD Šećerana Crvenka	14	14	14
Te-To AD Senta	13	15	14
Swisslion-Takovo DOO Vršac	1	15	7
Marboproduct DOO Bački Maglić	3	126	44
Alltech Serbia DOO Senta	67	602	257
Žitoprodukt A.D.	6	15	10
Swan Lake Kovin	3	7	4
Panon Crvenka	6	6	6
Kadaks Hem Crvenka	0	0	0
Carlsberg Čelarevo	3	33	16
Haineken Srbija DOO Novi Sad	2	11	6
ZZ Mrkšićevi Salaši	7	20	14
Almex DOO Zrenjanin	4	4	4
Zlatica AD Zrenjanin	8	26	14
Aik Bačka Topola DOO Rj Žibel	30	1270	351
Pik-Bečej AD U Stečaju	1	45	17
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			813
Tehnooprema DOO Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja			981
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			759
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran			112
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			98
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			640
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma			472

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Svinja Bačko Dobro Polje			
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	125	176	152
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	0	0	0
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	17	17	17
Dafar DOO Zrenjanin	8	129	65
Eltid Tannery DOO Pančevo			6
Luxury Tannery Ruma	59	59	59
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci			7
Akotex AD Ada	9	77	32
Lepenka DOOo Novi Kneževac	1	15	7
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	7	10	8
Hipol AD Odžaci	1	6	3
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	4	17	8
Albus AD Novi Sad	0	0	0
Reahem DOO	0	86	24
Koteks Viscofan DOO	19	44	29
DP Industrija Stakla Pančevo	11	11	11
Toza Marković AD - U Stečaju	1	12	3
Ad Polet - IGK Novi Bečej	12	43	35
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	8	66	50
DOO Keramika Kanjiža Plus	9	41	19
Jub DOO	14	22	17
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	2	48	27
AD Livnica Kikinda	10	14	12
Autoflex-Livnica DOO	6	51	26
Potisje-Precizni Liv AD Ada	0	9	4
"Litostroj Potisje" DOO Ada	15	31	21
Radijator AD Zrenjanin	12	14	13
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	1	1
Motins AD U Stečaju Novi Sad	17	32	21
Elektrovojvodina DOO Novi Sad	1	5	2
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	7	118	46
Prekon DOO	6	15	11
Urmico DPP Vršac	0	28	19
Motorflex-Remont DOO	7	25	15
Agro-Papuk DOO	16	68	45
Planter DOO Šabac	1	12	4
TS Stork Group DOO	1	11	5
Royal Trade Novi Sad			8
Martis-Commerce DOO Martonoš	62	62	62
Stup Vršac AD	8	9	8
Lasta AD Stara Pazova	0	5	3
JP Autotransport-Pančevo	4	9	7
Specijalna Bolnica Junaković	0	42	28
Banja Kanjiža	0	17	10
Aqua Park Petroland DOO	0	4	3
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	3	13	7
Union-Medic DOO	3	3	3

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Tabela P-9. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije fosfora u otpadnim vodama
zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	4,0	4,0	4,0
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	2,6	2,6	2,6
JKP "Tvrđava" Bač	2,7	10,1	7,1
JKP "Vodokanal" Bečež	0,9	4,3	2,3
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	5,6	8,6	6,4
JP "Vodovod" Irig	0,7	7,3	4,4
JKP "6. Oktobar" Kikinda	1,2	2,6	1,8
JKP "Komunalac" Kula	5,2	10,8	6,6
JKP "Vodovod" Crvenka	1,7	3,7	2,6
JKP "Komunalac" Novi Bečež	3,9	6,5	4,7
JP "Vodovod" Ruma	1,4	5,6	2,4
JKP "Senta" Senta	3,1	9,3	4,6
JKP "Vodokanal" Sombor	1,5	3,9	3,1
JKP "Graditelj" Srbobran	4,4	4,4	2,9
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	2,0	7,4	4,1
JKP "Standard" Vrbas	2,0	5,7	4,2
JKP "Čoka" Čoka	3,9	10,3	7,1
JKP "Vodovod" Šid	3,5	6,9	5,7
JP "Komgrad" Bačka Topola	3,6	13,3	7,5
JKP "2. Oktobar" Vršac	0,7	3,0	1,5
JKP "Usluga" Odžaci	2,6	3,4	2,9
JKP "Kanalizacija" Pečinci	1,6	3,8	2,2
JKP "Progres" Bački Petrovac	3,5	4,4	3,9
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	0,4	3,6	1,7
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	2,0	3,1	2,4
Banat AD - U Stečaju	6,3	14,0	8,5
Topola AD Bačka Topola	2,0	5,3	3,6
Panonka AD Sombor	3,0	3,0	3,0
Matić DOO Srbobran	2,3	14,1	4,8
Carnex DOO Vrbas	1,0	9,9	3,3
Big Bull Foods Bačinci	3,8	11,5	7,6
DOO "Kolbis" Novi Sad			4,8
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			1,5
LTS DOO - U Stečaju Lovćenac	1,6	11,3	6,7
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	2,3	2,3	2,3
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	4,4	6,2	5,5
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			9,2
DOO "Storkimes" Lipar	3,5	4,0	3,8
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"			0,3
Zdravo Organic DOO Selenča	0,6	0,9	0,8
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	0,2	2,0	0,7
AD "Podrum Palić"			1,3
Van Drunen Farms Evropa DOO	0,0	4,0	1,9
Zora AD Mol	0,6	2,5	1,7
Bag AD Bačko Gradište	1,7	4,9	3,3
Vitamin DOO Horgoš	1,3	5,7	3,7

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
DOO SD Martonoš	0,0	1,8	1,2
Vitamin DOO Martonoš	1,8	7,9	4,2
Aleva AD Novi Kneževac	0,3	5,1	2,6
DD "Higlo" Horgoš	0,1	5,7	1,6
Aretol DOO Novi Sad	0,2	5,4	2,8
Medoprodukt DOO Tavankut	0,7	0,8	0,8
"Yucom" AD Tavankut			1,8
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej			2,6
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Preradu Voća I Povrća			1,1
AD "Aroma" Futog	0,2	0,6	0,4
Dijamant AD Zrenjanin	0,8	2,5	1,3
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	2,0	5,6	3,7
Sunce AD Sombor	2,0	4,0	2,6
Victoriaoil AD Sid	1,0	6,1	3,2
Vital AD Vrbas	4,1	44,2	22,7
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	2,8	6,5	5,3
Mlekara DOO Pančevo	0,4	2,3	1,3
Vindija DOO Lajkovac	0,1	5,3	1,5
Mlinprodukt Ada	0,0	2,9	2,0
Žitopromet-Mlin AD Senta	0,5	4,1	1,8
Jabuka Pančevo AD	3,3	19,6	8,4
Jaffa AD Crvenka	1,1	8,5	3,1
Trivit-Pek AD Vrbas	0,3	2,2	1,3
Medela AD Vrbas	0,4	0,9	0,5
Bačka DOO Vrbas	0,4	0,9	0,7
AD Šećerana Crvenka	2,7	2,7	2,7
Te-To AD Senta	0,2	0,2	0,2
Swisslion-Takovo DOO Vršac	0,0	0,5	0,3
Marboproduct DOO Bački Maglić	0,2	3,4	1,2
Alltech Serbia DOO Senta	0,8	177,0	50,5
Žitoprodukt A.D.	1,1	9,4	2,6
Swan Lake Kovin	0,1	0,3	0,2
Panon Crvenka	0,4	0,4	0,4
Kadaks Hem Crvenka	0,0	0,0	0,0
Carlsberg Čelarevo	1,4	6,3	3,8
Haineken Srbija DOO Novi Sad	1,0	3,2	2,0
ZZ Mrkšićevi Salaši	5,2	6,5	5,8
Almex DOO Zrenjanin	1,4	1,4	1,4
Zlatica AD Zrenjanin	2,0	15,0	4,4
Aik Bačka Topola DOO Rj Žibel	0,0	16,0	4,4
Pik-Bečej AD U Stečaju	0,1	1,5	0,9
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			62,0
Tehnooprema DOO Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja			15,4
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			22,0
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran			6,2
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			10,6
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			30,0
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma			31,7

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Svinja Bačko Dobro Polje			
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	12,8	25,9	18,0
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	0,0	0,0	0,0
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	2,0	2,0	2,0
Dafar DOO Zrenjanin	0,5	5,6	2,2
Eltid Tannery DOO Pančevo			0,9
Luxury Tannery Ruma	5,5	5,5	5,5
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci			3,5
Akotex AD Ada	1,0	7,0	2,5
Lepenka DOOo Novi Kneževac	0,1	2,6	1,1
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	0,8	1,4	1,1
Hipol AD Odžaci	0,2	1,1	0,5
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	0,1	4,3	1,3
Albus AD Novi Sad	0,0	0,0	0,0
Reahem DOO	0,1	11,2	2,9
Koteks Viscofan DOO	0,2	1,1	0,4
DP Industrija Stakla Pančevo	2,0	2,0	2,0
Toza Marković AD - U Stečaju	0,5	2,1	1,0
Ad Polet - IGK Novi Bečej	0,1	1,8	0,5
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	0,1	3,4	1,1
DOO Keramika Kanjiža Plus	1,6	7,7	3,2
Jub DOO	2,0	4,3	3,3
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	0,4	9,9	5,2
AD Livnica Kikinda	0,5	0,9	0,6
Autoflex-Livnica DOO	0,2	0,4	0,3
Potisje-Precizni Liv AD Ada	1,2	3,1	2,1
"Litostroj Potisje" DOO Ada	0,7	2,1	1,2
Radijator AD Zrenjanin	1,4	16,6	7,7
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0,0	0,2	0,0
Motins AD U Stečaju Novi Sad	0,0	0,2	0,1
Elektrovojvodina DOO Novi Sad	0,5	1,8	1,0
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	0,2	4,2	1,6
Prekon DOO	2,0	2,0	2,0
Urmico DPP Vršac	0,0	2,0	1,3
Motorflex-Remont DOO	0,4	1,0	0,7
Agro-Papuk DOO	2,8	4,6	3,5
Planter DOO Šabac	0,1	1,5	0,6
TS Stork Group DOO	0,0	1,4	0,6
Royal Trade Novi Sad			0,0
Martis-Commerce DOO Martonoš	1,7	1,7	1,7
Stup Vršac AD	0,9	0,9	0,9
Lasta AD Stara Pazova	0,0	2,3	1,9
JP Autotransport-Pančevo	0,1	1,6	1,0
Specijalna Bolnica Junaković	0,0	5,3	3,5
Banja Kanjiža	0,0	1,3	0,6
Aqua Park Petroland DOO	0,0	0,9	0,6
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	0,5	5,4	3,2
Union-Medic DOO	0,8	0,8	0,8

*Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja*

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Tabela P-10. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije suspendovanih materija u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
JKP "Univerzal" Alibunar	100	100	100
DJKP "Usluga" Banatski Karlovac	73	73	73
JKP "Tvrđava" Bač	40	175	119
JKP "Vodokanal" Bečež	11	67	67
JKP "Vodovod i kanalizacija" Zrenjanin	77	433	179
JP "Vodovod" Irig	59	662	386
JKP "6. Oktobar" Kikinda	7	41	23
JKP "Komunalac" Kula	95	295	163
JKP "Vodovod" Crvenka	23	79	41
JKP "Komunalac" Novi Bečež	68	211	143
JP "Vodovod" Ruma	47	152	87
JKP "Senta" Senta	10	22	17
JKP "Vodokanal" Sombor	9	25	14
JKP "Graditelj" Srbobran	127	127	85
JKP "Vodovod i kanalizacija" UPOV Palić	44	122	72
JKP "Standard" Vrbas	32	132	81
JKP "Čoka" Čoka	20	126	63
JKP "Vodovod" Šid	43	171	107
JP "Komgrad" Bačka Topola	128	375	254
JKP "2. Oktobar" Vršac	8	104	48
JKP "Usluga" Odžaci	20	76	31
JKP "Kanalizacija" Pečinci	12	25	19
JKP "Progres" Bački Petrovac	2	49	28
JKP "Belocrkvanski vodovod i kanalizacija" Bela Crkva	23	88	50
DOO "Potiski vodovodi" Horgoš	33	65	49
Banat AD - U Stečaju	128	326	186
Topola AD Bačka Topola	32	123	73
Panonka AD Sombor	350	350	350
Matić DOO Srbobran	45	283	122
Carnex DOO Vrbas	3	237	63
Big Bull Foods Bačinci	140	2210	309
DOO "Kolbis" Novi Sad			93
DD "Srem" Industrija Mesa Šid			331
LTS DOO- U Stečaju Lovćenac	17	176	105
Srpsko Ruska Trgovinska Kuća	45	45	45
Kompanija "Agroživ" AD Pančevo	107	684	321
DOO "Zmajevac", Rj Klanica Irig			527
DOO "Storkimes" Lipar	42	142	81
"Vindija" Lajkovac PJ "Klanica Plandište"			44
Zdravo Organic DOO Selenča	125	130	127
"IB Team" Verde Pogon Krnješevci	19	228	76
AD "Podrum Palić"			133
Van Drunen Farms Evropa DOO	0	32	26
Zora AD Mol	34	313	145
Bag AD Bačko Gradište	0	67	20
Vitamin DOO Horgoš	81	89	86

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
DOO SD Martonoš	0	60	40
Vitamin DOO Martonoš	44	101	72
Aleva AD Novi Kneževac	103	518	207
DD "Higlo" Horgoš	58	148	84
Aretol DOO Novi Sad	61	365	213
Medoprodukt DOO Tavankut	50	52	51
"Yucom" AD Tavankut			93
PIK "Bečej", Rj "Flora" Bečej			173
DD "Frigo Srem", Fabrika Za Preradu Voća I Povrća			367
AD "Aroma" Futog	77	442	260
Dijamant AD Zrenjanin	128	374	209
Banat Fabrika Ulja AD Nova Crnja	63	439	168
Sunce AD Sombor	2	79	30
Victoriaoil AD Sid	36	300	153
Vital AD Vrbas	56	1830	538
Mlekoprodukt AD Zrenjanin	46	335	130
Mlekara DOO Pančevo	47	172	94
Vindija DOO Lajkovac	31	963	218
Mlinprodukt Ada	0	37	28
Žitopromet-Mlin AD Senta	15	173	52
Jabuka Pančevo AD	53	200	99
Jaffa AD Crvenka	45	213	103
Trivit-Pek AD Vrbas	71	158	123
Medela AD Vrbas	18	84	63
Bačka DOO Vrbas	23	636	133
AD Šećerana Crvenka	91	91	91
Te-To AD Senta	13	42	27
Swisslion-Takovo DOO Vršac	27	77	49
Marboproduct DOO Bački Maglić	0	901	208
Alltech Serbia DOO Senta	42	915	426
Žitoprodukt A.D.	35	277	123
Swan Lake Kovin	17	46	32
Panon Crvenka	25	25	25
Kadaks Hem Crvenka	28	28	28
Carlsberg Čelarevo	12	29	18
Haineken Srbija DOO Novi Sad	6	13	9
ZZ Mrkšićevi Salaši	0	3012	1506
Almex DOO Zrenjanin	40	40	40
Zlatica AD Zrenjanin	16	107	35
Aik Bačka Topola DOO Rj Žibel	29	918	235
Pik-Bečej AD U Stečaju	11	69	41
Farma "Peščara" Banatski Karlovac - U Stečaju			396
Tehnooprema DOO Farma Svinja "Jakšićevo" Srpska Crnja			670
Ad "Superprotein" Rj "Sečanj"			
Industrija Mesa "Matić" Rj "Stočarstvo" Srbobran			63
AD "Carnex", Rj "Farmacoop" Vrbas			160
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma Svinja Savino Selo			320
AD Carnex, Rj Farmakoop, Farma			227

Procena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih koncentrisanih izvora
zagađenja

Doktorska disertacija

Vesna Pešić

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Svinja Bačko Dobro Polje			
Perutnina Ptuj-Topiko DOO Bačka Topola	43	176	100
Nis Naftagas - Pogon "Održavanje"	585	585	585
Naftagas-Naftni Servisi DOO Novi Sad	66	86	73
Dafar DOO Zrenjanin	47	1930	607
Eltid Tannery DOO Pančevo			620
Luxury Tannery Ruma	461	461	461
Ites "Lola Ribar" AD Odžaci			13
Akotex AD Ada	32	485	122
Lepenka DOOo Novi Kneževac	147	540	302
Metanolsko-Sirćetni Kompleks Ad Kikinda	21	78	43
Hipol AD Odžaci	9	27	15
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	20	56	36
Albus AD Novi Sad	0	354	236
Reahem DOO	30	931	243
Koteks Viscofan DOO	1	247	71
DP Industrija Stakla Pančevo	49	65	58
Toza Marković AD - U Stečaju	18	87	57
Ad Polet - IGK Novi Bečej	37	93	63
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	44	348	147
DOO Keramika Kanjiža Plus	666	3259	1762
Jub DOO	30	95	59
Iba - Industrija Brusnih Alata DP Ada	0	38	8
AD Livnica Kikinda	13	33	28
Autoflex-Livnica DOO	9	62	32
Potisje-Precizni Liv AD Ada	12	120	53
"Litostroj Potisje" DOO Ada	5	114	41
Radijator AD Zrenjanin	145	220	176
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	34	16
Motins AD U Stečaju Novi Sad	10	31	19
Elektrovojvodina DOO Novi Sad	20	31	26
JP Panonske Elektrane-N.Sad, Te-To Zrenjanin	14	156	81
Prekon DOO	30	31	30
Urmico DPP Vršac	0	50	33
Motorflex-Remont DOO	55	113	81
Agro-Papuk DOO	6	228	119
Planter DOO Šabac	11	44	22
TS Stork Group DOO	0	122	53
Royal Trade Novi Sad			537
Martis-Commerce DOO Martonoš	94	94	94
Stup Vršac AD	80	365	203
Lasta AD Stara Pazova	0	241	94
JP Autotransport-Pančevo	35	230	122
Specijalna Bolnica Junaković	0	58	39
Banja Kanjiža	0	20	14
Aqua Park Petroland DOO	0	0	0
Vojvodinaput - Zrenjanin AD	303	875	526
Union-Medic DOO	22	22	22

Tabela P-11. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije bakra u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	0	0,07	0,02
Livnica Kikinda AD	0	0,14	0,112
AD Polet – IGK Novi Bečej	0	0,01	0,006
Autoflex-Livnica DOO	0	0,07	0,052
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	0	0,05	0,014
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	0,05	0,014

Tabela P-12. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije hroma u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Panonske TE-TO DOO Zrenjanin	0,14	0,14	0,14
Dafar DOO Zrenjanin	0,01	59	11,90
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	0	0,13	0,032
Toza Marković AD - U Stečaju	0	0,01	0,008
Livnica Kikinda AD	0	0,01	0,004
AD Polet – IGK Novi Bečej	0	0,06	0,022
DP Industrija Stakla Pančevo	0,13	0,13	0,13
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	0	0,03	0,006
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	0,03	0,008
Luxury Tannery Ruma	1,83	3,71	2,77

Tabela P-13. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije cinka u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Beohemija-Inhem DOO Zrenjanin	0	0,07	0,026
Toza Marković AD - U Stečaju	0,02	0,14	0,078
Livnica Kikinda AD	0,01	0,65	0,224
AD Polet – IGK Novi Bečej	0	0,13	0,046
DP Industrija Stakla Pančevo	0,11	0,11	0,11
Autoflex-Livnica DOO	0	0,11	0,086
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	0	0,76	0,182
JUB DOO Šimanovci	0,02	0,02	0,02
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	0,2	0,05

Tabela P-14. Minimalne, maksimalne i srednje koncentracije nikla u otpadnim vodama zagađivača (mg/l)

Zagađivač	Minimalna količina	Maksimalna količina	Srednja količina
Toza Marković AD - U Stečaju	0	0,01	0,008
Livnica Kikinda AD	0	0,01	0,004
AD Polet – IGK Novi Bečej	0	0,01	0,004
DP Industrija Stakla Pančevo	0,09	0,09	0,09
Polet-Keramika DOO Novi Bečej	0	0,01	0,002
Gorenje Tiki DOO Stara Pazova	0	0,11	0,034
Union-Medic DOO	0	0,03	0,015

Tabela P-15. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	Dunav			Begej			
		Bezdan	Nakon uliva Drave	Uzvodno od ustave Klek	Ušće Aleksandrovačkog kanala	Nizvodno od uliva Aleksandrovačkog kanala	Brana Stajčevo	pre uliva u Tisu
Frakcija < 2 µm	%	9,5	4,41					
Frakcija organske materije	%	0	0,98					
Metali								
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,41	0,57	5,59	16,40	8,58	27,74	16,60
Hrom (Cr)	mg/kg	24,78	19,89	63,00	597,0	89,40	211,0	128,0
Bakar (Cu)	mg/kg	26,51	16,33	80,50	210,0	18,85	83,44	74,51
Živa (Hg)	mg/kg	0,51	0,47	0,38	1,51			
Olovo (Pb)	mg/kg	7,77	6,80	82,20	156,00	14,39	35,47	55,73
Nikal (Ni)	mg/kg	24,41	26,26	50,10	49,00	29,22	80,11	68,32
Cink (Zn)	mg/kg	111,94	103,65	234,00	855,0	18,85	299,0	240,0
Arsen (As)	mg/kg	12,00	12,00	16,10	97,00			
Policiklični aromatični ugljovodoni								
Naftalen	µg/kg	0,000	0,001			0,400	2,660	0,400
Antracen	µg/kg	0,002	0,000			1,000	3,580	1,330
Fenantren	µg/kg	0,013	0,005			6,100	29,40	32,90
Fluoranten	µg/kg	0,025	0,007			25,80	11,50	25,60
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,020	0,005			1,000	1,000	1,000
Krizen	µg/kg	0,035	0,008			0,400	0,400	0,400
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,013	0,003			14,50	32,30	58,00
Benzo(a)piren	µg/kg	0,015	0,004			0,400	0,400	0,400
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,014	0,000			24,60	48,60	57,80
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,012	0,000			28,70	24,80	37,60
PCB ukupni	µg/kg			4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Pesticidi								
DDD	µg/kg	0,710	0,000			0,196	0,200	
DDE	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,000	
DDT	µg/kg	0,710	0,000			0,196	0,000	
DDD/DDE/DDT	µg/kg	1,420	0,000			0,000	0,000	
Aldrin	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,000	
Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,000	
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000			0,000	0,000	
Endrin	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,000	
Drins	µg/kg	0,000	0,000			0,392	0,881	1,000
Alfa - HCH	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200
Beta - HCH	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200
Gama - HCH	µg/kg	0,710	0,000			0,196	0,196	0,200
Delta - HCH	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200
HCH ukupni	µg/kg	0,710	0,000			0,000	0,000	
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000	0,000			0,000	0,000	
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200
Heptahlor	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,000	0,000			0,000	0,000	
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,000	0,000			0,196	0,196	0,200

Tabela P-16. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	DTD "B. Petrovac-Karavukovo"		DTD "B. Palanka-N. Bečej"			
		Triangl Bački Petrovac (leva obala)	Triangl Bački Petrovac (desna obala)	Kajtasovo	Ivković salaš	triangl kod ušća Brzave	triangl kod ušća Vrščkog kanala
Frakcija < 2 µm	%	4,08	4,61	46,1	20,01	36,44	40,52
Frakcija organske materije	%	6,77	6,35	11,5	10,21	7,04	8,77
Metali							
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,28	0,29	1,00	2,83	2,17	1,82
Hrom (Cr)	mg/kg	26,50	20,90	25,40	37,64	19,11	27,94
Bakar (Cu)	mg/kg	40,50	39,00	37,00	58,33	59,41	53,33
Živa (Hg)	mg/kg	0,27	0,13	0,00	1,50	1,60	1,20
Olovo (Pb)	mg/kg	12,70	13,80	0,26	60,15	58,29	62,76
Nikal (Ni)	mg/kg	19,10	19,50	28,16	63,53	41,23	50,75
Cink (Zn)	mg/kg	315	297	129	2575	2204	2119
Arsen (As)	mg/kg	18,30	15,00	25,60	0,00		
Policiklični aromatični ugljovodoni							
Naftalen	µg/kg	1,596	1,000	0,002	0,392	0,400	0,400
Antracen	µg/kg	1,244	1,000	0,006	4,065	7,750	2,420
Fenantren	µg/kg	9,794	1,000	0,027	15,965	17,800	8,490
Fluoranten	µg/kg	15,57	8,71	0,029	29,677	48,000	24,600
Benzo(a)antracen	µg/kg	5,681	5,950	0,015	0,392	0,400	0,400
Krizen	µg/kg	7,395	6,510	0,019	0,392	0,400	0,400
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	6,327	4,530	0,076	35,162	71,100	25,30
Benzo(a)piren	µg/kg	5,573	3,820	0,000	0,392	22,100	0,400
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	4,672	3,870	0,042	14,594	22,900	5,660
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	5,651	4,560	0,043	16,161	33,500	6,830
PCB ukupni	µg/kg	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Pesticidi							
DDD	µg/kg	0,200	0,200	0,220	0,200	0,200	0,860
DDE	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
DDT	µg/kg	0,200	0,200	0,220	0,200	0,200	0,200
DDD/DDE/DDT	µg/kg			0,440			
Aldrin	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Diieldrin	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Aldrin + Diieldrin	µg/kg			0,000			
Endrin	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Drins	µg/kg			0,000			
Alfa - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,220	0,500	0,200	0,920
Beta - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Gama - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,220	0,200	0,200	0,200
Delta - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
HCH ukupni	µg/kg			0,440			
Alfa Endosulfan	µg/kg			0,000			
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Heptahlor	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200
Heptahlor-epoksid	µg/kg			0,000			
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,200	0,200	0,000	0,200	0,200	0,200

Tabela P-17. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	DTD "Bečej-Bogojevo"					DTD "Prigrevica-Bezdan"	
		Uzvodno od ustave kucura	Uzvodno od trianga	Nizvodno od trianga	Uzvodno od uliva Krivaje	Nizvodno od uliva Krivaje	prevodnica Bezdan	1300m od prevodnice
Frakcija < 2 µm	%	19,63	30	31,4	24,4	14,9		
Frakcija organske materije	%	9,3	12,3	11,59	14,47	23,8		
Metali								
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,29	0,26	0,70	<dl	0,73	0,22	0,72
Hrom (Cr)	mg/kg	17,19	24,54	54,81	35,67	25,77	44,00	67,00
Bakar (Cu)	mg/kg	7,24	34,18	23,90	50,25	11,33	32,20	48,60
Živa (Hg)	mg/kg	0,01	0,94	0,21	0,27	0,17	0,54	1,22
Olovo (Pb)	mg/kg	1,39	10,41	3,13	11,89	2,62	38,50	30,00
Nikal (Ni)	mg/kg	17,59	11,33	35,94	13,80	17,65	32,00	33,00
Cink (Zn)	mg/kg	358	112	11	146	38	115	225
Arsen (As)	mg/kg							
Policiklični aromatični ugljovodoni								
Naftalen	µg/kg	4,000	4,000	0,400	0,400	0,400	0,000	0,000
Antracen	µg/kg	4,000	4,000	0,400	0,400	0,400	0,016	0,110
Fenantren	µg/kg	4,000	5,350	2,140	1,960	4,160	0,059	0,419
Fluoranten	µg/kg	2,500	2,380	1,260	1,090	1,580	0,209	0,642
Benzo(a)antracen	µg/kg	1,000	1,000	1,000	0,400	0,400	0,250	0,107
Krizen	µg/kg	1,000	1,000	1,000	0,400	0,400	0,162	0,094
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	4,000	4,000	1,230	1,330	0,400	0,688	0,790
Benzo(a)piren	µg/kg	4,000	4,000	0,400	0,400	0,400	0,403	0,487
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	4,000	4,000	0,400	0,400	0,400	0,406	0,434
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	4,000	4,000	0,400	0,400	0,400	0,803	0,717
PCB ukupni	µg/kg	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000		
Pesticidi								
DDD	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
DDE	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
DDT	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
DDD/DDE/DDT	µg/kg							
Aldrin	µg/kg	0,200	2,600	0,200	0,500	0,200		
Dieldrin	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Aldrin + Dieldrin	µg/kg							
Endrin	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Drins	µg/kg							
Alfa - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,500	0,200		
Beta - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Gama - HCH	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Delta - HCH	µg/kg	0,570	0,200	0,200	0,200	0,200		
HCH ukupni	µg/kg							
Alfa Endosulfan	µg/kg							
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Heptahlor	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200		
Heptahlor + epoksid	µg/kg							

Tabela P-18. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok		DTD "N.Sad- S. Selo"	DTD "Odžaci-Sombor"			DTD "Vrbas- Bezdani"		
Lokacija		Brana Novi Sad	nizvodno od uliva od uliva Mostonge	2500m uzvodno od triangla na trianglu	sa DTD Prigrevica- Bezdani	Profil 1 13+838	Profil 3 23+174	Profil 5 35+773
Frakcija < 2 µm	%	27,03				18	10	14,9
Frakcija organske materije	%	26,1				3	3,92	6,26
Metali								
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,28	0,21	0,24	0,31	0,17	0,07	0,35
Hrom (Cr)	mg/kg	25,85	26,00	44,00	42,00	32,91	30,71	37,32
Bakar (Cu)	mg/kg	25,11	49,00	92,00	63,00	31,96	27,13	30,17
Živa (Hg)	mg/kg	0,17	0,08	0,32	0,43	1,27	0,10	0,16
Olovo (Pb)	mg/kg	9,81	10,30	9,28	13,20	18,44	13,14	16,04
Nikal (Ni)	mg/kg	27,13	46,00	120,00	54,20	28,38	29,58	30,73
Cink (Zn)	mg/kg	75	179	278	329	78	82	105
Arsen (As)	mg/kg					44,74	37,08	47,30
Policiklični aromatični ugljovodonici								
Naftalen	µg/kg	0,055	0,140	0,003	0,000	275,0	206,0	6,460
Antracen	µg/kg	0,001	0,000	0,001	0,000	10,80	10,80	10,80
Fenantren	µg/kg	0,002	0,036	0,027	0,021	48,10	22,70	26,60
Fluoranten	µg/kg	0,001	0,072	0,020	0,011	14,00	9,880	32,00
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,001	0,000	0,000	0,000	11,10	11,10	11,60
Krizen	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	9,880	9,880	13,00
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,000	0,000	0,022	0,007	9,230	9,230	36,90
Benzo(a)piren	µg/kg	0,001	0,000	0,000	0,003	9,230	11,10	25,50
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,000	0,000	0,010	0,000	4,770	4,770	25,80
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,000	0,000	0,013	0,000	4,210	4,210	69,00 0
PCB ukupni	µg/kg					3,850	3,850	3,80
Pesticidi								
DDD	µg/kg	0,100	0,200	0,200	0,200	1,510	1,510	1,510
DDE	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	3,880	3,830	3,830
DDT	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
DDD/DDE/DDT	µg/kg	0,100						
Aldrin	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	3,690	3,690	3,690
Dieldrin	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	3,660	3,360	3,360
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000						
Endrin	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	2,900	3,170	2,900
Drins	µg/kg	0,000						
Alfa - HCH	µg/kg	0,100	0,200	0,200	0,200	4,040	4,040	4,040
Beta - HCH	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	4,210	4,210	4,210
Gama - HCH	µg/kg	0,100	0,200	0,200	0,200	3,070	3,070	3,070
Delta - HCH	µg/kg	0,100	0,200	0,200	0,200	2,610	2,610	2,610
HCH ukupni	µg/kg	0,290						
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000						
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	3,950	3,950	3,950
Heptahlor	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200	2,610	2,610	2,610
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,000	0,200	0,200	0,200			
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,000				3,690	3,690	3,690

Tabela P-19. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	Jegrička		Nadela		
		Žabalj	150m nizvodno od temerinskog mosta	Ivanovo	CS Skrobara	CS Narcis
Frakcija < 2 µm	%	33,2	38,36	9,32	46,8	53
Frakcija organske materije	%	6,5	14,66	17,6	14,3	13,9
Metali						
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,19	0,11	0,36	0,18	0,12
Hrom (Cr)	mg/kg	18,74	20,24	17,67	35,03	20,95
Bakar (Cu)	mg/kg	20,23	17,57	33,16	83,62	42,10
Živa (Hg)	mg/kg	0,00	0,00	0,00		0,00
Olovo (Pb)	mg/kg	14,79	6,76	9,52	6,59	4,39
Nikal (Ni)	mg/kg	25,38	21,13	65,40	29,08	19,20
Cink (Zn)	mg/kg	52	53	133	90	67
Arsen (As)	mg/kg		8,71		6,59	29,91
Policiklični aromatični ugljovodonici						
Naftalen	µg/kg	0,001	6,460	0,001	4,517	4,647
Antracen	µg/kg	0,000	4,310	0,001	3,014	64,532
Fenantren	µg/kg	0,002	25,300	0,007	13,776	97,122
Fluoranten	µg/kg	0,001	18,700	0,002	12,308	113,669
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,000	11,100	0,001	7,762	130,935
Krizen	µg/kg	0,000	9,880	0,001	6,909	128,777
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,000	21,000	0,001	6,455	175,540
Benzo(a)piren	µg/kg	0,000	11,100	0,000	3,112	94,245
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,000	12,400	0,000	3,336	45,755
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,000	23,100	0,000	2,944	78,417
PCB ukupni	µg/kg				2,692	2,770
Pesticidi						
DDD	µg/kg	0,380	3,830	0,165	1,056	1,086
DDE	µg/kg	0,380	3,830	0,080	2,678	2,755
DDT	µg/kg	0,000	1,510	0,080	0,140	0,144
DDD/DDE/DDT	µg/kg	0,770		0,324	0,000	0,000
Aldrin	µg/kg	0,000	3,170	0,000	2,350	2,417
Dieldrin	µg/kg	0,000	2,900	0,000	2,217	2,281
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000		0,000	0,000	0,000
Endrin	µg/kg	0,000	4,160	0,000	2,028	2,086
Drins	µg/kg	0,000		0,000	0,000	0,000
Alfa - HCH	µg/kg	0,000	4,040	0,080	2,825	2,906
Beta - HCH	µg/kg	0,000	4,210	0,080	2,944	3,029
Gama - HCH	µg/kg	0,380	2,610	0,080	2,147	2,209
Delta - HCH	µg/kg	0,000	2,610	0,290	1,832	1,885
HCH ukupni	µg/kg	0,380		0,534	0,000	0,000
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000		0,000	0,000	0,000
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000	0,200	0,000	2,762	2,842
Heptahlor	µg/kg	0,000	3,690	0,000	1,825	1,878
Heptahlor-epoksid	µg/kg			0,000	0,000	0,000
Heptahlor + epoksid	µg/kg			0,000	2,580	2,655

Tabela P-20. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	Kikindski kanal		Krivaja				
		put Kikinda-Iđoš	Srbobran	Nizvodno od naselja Bajmok	Nizvodno od Bačke Topole	Nizvodno od ustave 3 Mali Iđoš	Nizvodno od ustave 1 Feketić	Kod uliva u Kanal Bečej-Bogojevo kod Srbobrana
Frakcija < 2 µm	%		27,9	2,48	6,5	1,7	2,1	5,7
Frakcija organske materije	%		13,6	10,42	10,48	6,21	26,2	6,74
Metali								
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,05	0,32	2,80	2,90	1,60	3,50	2,80
Hrom (Cr)	mg/kg	40,00	23,10	4,40	23,00	51,00	61,00	31,00
Bakar (Cu)	mg/kg	55,00	65,93	71,00	31,00	81,00	314,0	32,00
Živa (Hg)	mg/kg		0,09					
Olovo (Pb)	mg/kg	21,30	8,55	<pql	<pql	<pql	<pql	<pql
Nikal (Ni)	mg/kg	15,60	16,04	20,00	26,00	53,00	134,0	36,00
Cink (Zn)	mg/kg	181	253	129	132	308	2063	125
Arsen (As)	mg/kg							
Policiklični aromatični ugljovodoni								
Naftalen	µg/kg	0,048	0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Antracen	µg/kg	0,029	0,000	<pql	<mdl	<mdl	<mdl	30,000
Fenantren	µg/kg	0,157	0,004	0,004	40,36	30,20	67,10	180,0
Fluoranten	µg/kg	0,367	0,003	0,003	10,97	5,490	30,50	365,0
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,175	0,002	<pql	<mdl	<mdl	<mdl	195,0
Krizen	µg/kg	0,155	0,003	0,010	<mdl	<mdl	6,100	120,0
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,296	0,003	<mdl	7,338	<mdl	<mdl	230,0
Benzo(a)piren	µg/kg	0,127	0,002	<mdl	5,506	<mdl	<mdl	140,0
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,077	0,003	<pql	<mdl	<mdl	<mdl	65,00
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,192	0,007	<mdl	<pql	<mdl	<mdl	100,0
PCB ukupni	µg/kg							
Pesticidi								
DDD	µg/kg		0,180	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
DDE	µg/kg		0,600	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
DDT	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
DDD/DDE/DDT	µg/kg		0,790					
Aldrin	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Dieldrin	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Aldrin + Dieldrin	µg/kg		0,000					
Endrin	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Drins	µg/kg		0,000					
Alfa - HCH	µg/kg		0,000	<mdl	1,380	1,080	31,49	<mdl
Beta - HCH	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Gama - HCH	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Delta - HCH	µg/kg		0,180	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
HCH ukupni	µg/kg		0,180					
Alfa Endosulfan	µg/kg		0,000					
Endosulfan + sulfat	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Heptahlor	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl
Heptahlor-epoksid	µg/kg		0,000					
Heptahlor + epoksid	µg/kg		0,000	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl	<mdl

Tabela P-21. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok		Jelence	Kudoš	Ludaško jezero			Šarkudin- Šidina
Lokacija			Jarak (mostić)	Ludaš I	Ludaš II	Ludaš III	pre uliva u Bosut
Frakcija < 2 µm	%	21,8	28,3				
Frakcija organske materije	%	8,57	21,6				
Metali							
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,32	0,34	0,30	0,25	0,06	0,05
Hrom (Cr)	mg/kg	827,00	567,0	305,0	159,0	11,30	6,90
Bakar (Cu)	mg/kg	62,00	90,50	52,00	54,00	12,80	27,11
Živa (Hg)	mg/kg	0,16	0,15	0,37	0,35	0,08	
Olovo (Pb)	mg/kg	10,80	14,90	17,50	21,00	9,18	12,34
Nikal (Ni)	mg/kg	54,00	164,0	91,00	47,00	9,60	32,98
Cink (Zn)	mg/kg	379	397	150	121	27	117
Arsen (As)	mg/kg	6,95	7,91	127,0	86,00	43,00	
Policiklični aromatični ugljovodonici							
Naftalen	µg/kg	6,600	6,460	0,000	0,000	0,018	
Antracen	µg/kg	102,0	513,0	0,011	0,000	0,000	
Fenantren	µg/kg	345,0	1493	0,140	0,039	0,018	
Fluoranten	µg/kg	560,0	1669	0,130	0,580	0,022	
Benzo(a)antracen	µg/kg	192,0	753	0,039	0,000	0,000	
Krizen	µg/kg	157,0	590	0,061	0,011	0,000	
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	334,0	1525	0,100	0,067	0,023	
Benzo(a)piren	µg/kg	186,0	671	0,031	0,022	0,014	
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	282,0	1742	0,047	0,041	0,000	
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	442,0	2915	0,097	0,910	0,019	
PCB ukupni	µg/kg	3,850	3,850				
Pesticidi							
DDD	µg/kg	1,510	1,510	0,006	0,000	0,000	
DDE	µg/kg	3,830	3,830	0,059	0,000	0,000	
DDT	µg/kg	0,200		0,000	0,000	0,000	
DDD/DDE/DDT	µg/kg						
Aldrin	µg/kg	3,690	3,690	0,000	0,000	0,000	
Diieldrin	µg/kg	3,180	3,180	0,000	0,000	0,000	
Aldrin + Diieldrin	µg/kg			0,000	0,000	0,000	
Endrin	µg/kg	2,900	2,900	0,000	0,000	0,000	
Drins	µg/kg			0,000	0,000	0,000	
Alfa - HCH	µg/kg	4,040	4,040	0,000	0,000	0,000	
Beta - HCH	µg/kg	4,210	4,210	0,000	0,000	0,000	
Gama - HCH	µg/kg	3,070	3,070	0,000	0,000	0,000	
Delta - HCH	µg/kg	2,610	2,610	0,000	0,000	0,000	
HCH ukupni	µg/kg						
Alfa Endosulfan	µg/kg						
Endosulfan + sulfat	µg/kg	3,950	3,950	0,000	0,020	0,000	
Heptahlor	µg/kg	2,610	2,610	0,000	0,000	0,000	
Heptahlor-epoksid	µg/kg						
Heptahlor + epoksid	µg/kg	3,690	3,690	0,000	0,000	0,000	

Tabela P-22. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok		Plovni Begej	Stari Begej	Tamiš		Zlatica
Lokacija		Itebej	Hetin	Jaša Tomić	Ušće u Dunav	CS Vrbica
Frakcija < 2 µm	%	46,6	25,1	26,9	23,6	17,2
Frakcija organske materije	%	20,9	13	6,09	9,04	10,3
Metali						
Kadmijum (Cd)	mg/kg	1,28	0,32	1,66	0,98	0,03
Hrom (Cr)	mg/kg	63,66	31,63	28,93	40,62	12,20
Bakar (Cu)	mg/kg	73,42	78,64	32,89	38,71	15,31
Živa (Hg)	mg/kg	1,81	0,00	0,12	0,07	0,25
Olovo (Pb)	mg/kg	65,70	18,43	0,02	18,92	8,02
Nikal (Ni)	mg/kg	21,83	37,20	22,54	30,81	20,07
Cink (Zn)	mg/kg	308	134	3017	136	52
Arsen (As)	mg/kg	0,00	0,00	0,00	12,00	
Policiklični aromatični ugljovodonici						
Naftalen	µg/kg	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
Antracen	µg/kg	0,002	0,000	0,003	0,004	0,000
Fenantren	µg/kg	0,005	0,015	0,013	0,017	0,002
Fluoranten	µg/kg	0,005	0,001	0,026	0,053	0,003
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,003	0,000	0,028	0,044	0,003
Krizen	µg/kg	0,004	0,000	0,036	0,043	0,004
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,002	0,001	0,023	0,031	0,001
Benzo(a)piren	µg/kg	0,000	0,000	0,023	0,020	0,000
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,002	0,001	0,023	0,035	0,002
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,001	0,000	0,022	0,035	0,001
PCB ukupni	µg/kg	0,000	0,000	0,000		
Pesticidi						
DDD	µg/kg		0,000	0,670	0,280	0,240
DDE	µg/kg	0,057	0,000	0,000	0,280	0,240
DDT	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,280	0,000
DDD/DDE/DDT	µg/kg	0,057	0,000	0,670	0,830	0,490
Aldrin	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Endrin	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Drins	µg/kg	0,000	8,462	0,000	0,000	0,000
Alfa - HCH	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Beta - HCH	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,280	0,000
Gama - HCH	µg/kg	0,057	0,000	0,000	0,280	0,240
Delta - HCH	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,280	0,000
HCH ukupni	µg/kg	0,057	0,000	0,000	0,830	0,240
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heptahlor	µg/kg	0,000	0,000	67,320	0,000	0,000
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,000	0,000	0,670	0,000	0,000

Tabela P-23. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	Tisa							
		Martonoš	Ušće u Dunav	Nizvodno od Kanjiž	nizvodno od Novog Kneževca	nizvodno od Sente	Nizvodno od Ade	Nizvodno od uliva kanala Čik	Nizvodno od Bečaja
Frakcija < 2 µm	%	9,77	18,7	32,4	17,6	14,5	10,1	17	10,3
Frakcija organske materije	%	11,2	6,68	6	3,2	2,8	1,92	3,77	4,3
Metali									
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,83	3,33	0,35	0,11	0,53	0,80	1,01	1,05
Hrom (Cr)	mg/kg	23,87	40,05	16,24	18,43	12,03	1,00	20,71	14,73
Bakar (Cu)	mg/kg	29,63	57,05	45,37	48,48	60,99	50,24	53,75	74,24
Živa (Hg)	mg/kg	0,14	0,12	6,72	3,48	1,51	2,06	2,10	1,79
Olovo (Pb)	mg/kg	12,46	22,89	15,46	28,82	7,45	0,00	45,64	17,11
Nikal (Ni)	mg/kg	36,65	56,59	11,90	21,56	42,86	29,60	68,70	72,41
Cink (Zn)	mg/kg	153	312	210	285	236	242	308	354
Arsen (As)	mg/kg	12,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Policiklični aromatični ugljovodonici									
Naftalen	µg/kg	0,009	0,001	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antracen	µg/kg	0,001	0,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Fenantren	µg/kg	0,008	0,003	8,840	5,780	5,940	5,940	3,750	8,600
Fluoranten	µg/kg	0,007	0,009	20,20	5,750	4,380	4,380	2,860	6,210
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,004	0,008	1,310	1,000	1,000	1,000	1,000	1,560
Krizen	µg/kg	0,005	0,010	1,930	1,640	1,400	1,400	1,110	2,290
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	0,005	0,004	3,980	3,300	2,670	2,670	2,350	4,810
Benzo(a)piren	µg/kg	0,002	0,000	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,005	0,004	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,006	0,003	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
PCB ukupni	µg/kg			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Pesticidi									
DDD	µg/kg	0,000	0,020	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
DDE	µg/kg	0,220	0,010	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
DDT	µg/kg	0,000	0,090	0,833	0,625	3,250	0,500	0,560	0,200
DDD/DDE/DDT	µg/kg	0,220	10,00	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Aldrin	µg/kg	0,000	0,060	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Dieldrin	µg/kg	0,000	0,500	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000		0,000	0,000				
Endrin	µg/kg	0,000	0,040	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Drins	µg/kg	0,000	5,000	0,000	0,000				
Alfa - HCH	µg/kg	0,220	3,000	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Beta - HCH	µg/kg	0,000	9,000	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Gama - HCH	µg/kg	0,220	0,050	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Delta - HCH	µg/kg	0,000		0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
HCH ukupni	µg/kg	0,450	10,00	0,000	0,000				
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000	0,010	0,000	0,000				
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000		0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Heptahlor	µg/kg	0,000	0,700	0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,000	0,000	0,000	0,000				
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,000		0,333	0,625	0,200	0,200	0,200	0,200

Tabela P-24. Srednje koncentracije parametara u sedimentima

Vodotok	Lokacija	Bosut					
		Batrovci	Ušće u Savu	Kanal Boris Blato	Studva	2km nizvodno od Studve	200m nizvodno od uliva Šidine
Frakcija < 2 µm	%	5	37,4				
Frakcija organske materije	%	4,64	8,85				
Metali							
Kadmijum (Cd)	mg/kg	2,67	4,00	0,05	0,05	0,05	0,05
Hrom (Cr)	mg/kg	16,28	18,74	1,83	3,34	3,73	4,77
Bakar (Cu)	mg/kg	27,89	27,61	9,46	10,77	12,65	15,96
Živa (Hg)	mg/kg	0,93	0,18				
Olovo (Pb)	mg/kg	13,44	66,57	10,64	10,70	8,58	13,39
Nikal (Ni)	mg/kg	37,33	27,75	13,14	7,79	10,17	23,20
Cink (Zn)	mg/kg	147	70	53	101	71	80
Arsen (As)	mg/kg						
Policiklični aromatični ugljovodoni							
Naftalen	µg/kg	0,001	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Antracen	µg/kg	0,001					
Fenantren	µg/kg	0,004	4,350	2,850	2,000	2,060	2,230
Fluoranten	µg/kg	0,009	6,780	6,050	7,980	5,420	5,840
Benzo(a)antracen	µg/kg	0,007	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Krizen	µg/kg	0,010	1,640	1,520	1,490	1,620	1,700
Benzo(k)fluoranten	µg/kg	8,520	8,600	8,920	8,120	8,150	9,300
Benzo(a)piren	µg/kg	0,000	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Benzo(ghi)perilen	µg/kg	0,005	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Indeno(1,2,3-cd)piren	µg/kg	0,004	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
PCB ukupni	µg/kg						
Pesticidi							
DDD	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
DDE	µg/kg	0,540	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
DDT	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
DDD/DDE/DDT	µg/kg	0,540	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Aldrin	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Aldrin + Dieldrin	µg/kg	0,000	0,000				
Endrin	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Drins	µg/kg	0,000	0,000				
Alfa - HCH	µg/kg	0,000	0,280	0,200	0,200	0,200	0,200
Beta - HCH	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Gama - HCH	µg/kg	0,540	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Delta - HCH	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
HCH ukupni	µg/kg	0,540	0,280				
Alfa Endosulfan	µg/kg	0,000	0,000				
Endosulfan + sulfat	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Heptahlor	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200
Heptahlor-epoksid	µg/kg	0,000	0,000				
Heptahlor + epoksid	µg/kg	0,000	0,000	0,200	0,200	0,200	0,200

Tabela P-25. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		Dunav				Tisa					
Deonica vodotoka	Lokacija	Bezdan	Bogojevo	Novi Sad	Smederevo	D12.01 Granica SCG:HUN - HS "Tisa-Palić"	HS "Tisa-Palić" - Zlatica	Čik-DTD Bečej-Bogojevo	Jegrička-Begej		
						granični profil	nizvodno od Novog Kneževca	nizvodno od Sente	nizvodno od Bečaja	nizvodno od Jegričke	nizvodno od Titela
pH		8,18	8,25	8,23	7,64	7,99	8,02	8,25	7,89	7,85	7,8
Suspendovane materije	mg/l	33	31	23	13	20	18	19	15	23	24
Rastvoreni kiseonik	mg/l	10,5	10,5	10,3	9,5	7,1	7,1	5,4	4,7	5,8	6,8
BPK ₅	mg/l	1,9	2,1	2,4	1,8	4,0	5,2	4,0	4,0	4,0	4,0
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	12	12	12	13	16	25	16	16	16	16
HPK (permang. metoda)	mg/l	4	5	4	3	6	4	4	2	5	3
TOC	mg/l	4,1	4,3	3,4	4,8	7,6	5,0	7,4	4,2	4,9	4,7
Ukupan azot	mgN/l	2,30	2,13	2,05	1,80	0,36	0,31	0,90	0,39	0,18	0,17
Nitrati	mgN/l	1,70	1,60	1,46	0,90	0,14	0,02	0,05	0,28	0,02	0,05
Nitriti	mgN/l	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Amonijum jon	mgN/l	0,05	0,04	0,05	0,11	0,15	0,10	0,74	0,02	0,08	0,02
Ukupan fosfor	mgP/l	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,05	0,13	0,21	0,09	0,12
Ortofosfati	mgP/l	0,04	0,05	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02	0,06	0,08	0,05
Hloridi	mg/l	20	19	18	18	44	41	40	40	41	43
Sulfati	mg/l	29	31	31	25	21	20	17	19	20	32
Ukupna mineralizacija	mg/l	300	286	266	270	344	348	366	314	322	344
Elektroprovodljivost	µS/cm	415	412	389	376	509	515	563	497	514	525
Arsen	µg/l	1,2	2,1	1,3	1,3	3,6	4,8	5,5	2,8	8,8	9,0
Bakar	µg/l	2,9	6,2	2,3	7,0	28,8	62,8	26,7	0,4	0,4	2,7
Čink	µg/l	13,8	23,7	16,4	10,7	90,0	150,0	70,0	60,0	40,0	40,0
Hrom (ukupni)	µg/l	0,5	0,5	0,5	2,7	5,9	4,7	4,0	8,0	2,2	1,6
Gvožđe (ukupno)	µg/l	37,8	26,4	27,8	15,5	140	180	150	140	1940	240
Mangan (ukupni)	µg/l	18,3	14,2	10,0	12,0	210	200	180	170	160	160
Fenolna jedinjenja	µg/l	0,32	0,14	0,68	0,89	1,11	0,46	1,06	0,28	1,13	1,17
Površinski aktivne materije	µg/l	90	79	86	101	93	58	36	42	77	69
Kadmijum	µg/l	0,02	0,03	0,02	0,10	0,30	3,75	0,61	1,15	0,31	0,15
Olovo	µg/l	0,50	0,50	0,50	1,80	10,07	5,90	8,97	5,90	2,92	2,92
Nikl	µg/l	16,90	15,95	1,98	2,74	3,38	2,20	1,09	3,61	1,09	1,09
Živa	µg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-26. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		Plazović	Čik	DTD Bajski kanal	DTD "Novi Sad- Savino Selo"		DTD "Bački Petrovac- Karavukovo"	
Deonica vodotoka					Jegrička - DTD "Bački Petrovac- Karavukovo	D11.03 DTD "Bač.Petrovac- Karavukovo" - Ustava Novi Sad		
Lokacija		Bački Breg 2	Bačko Petrovo selo	Bački Breg 1	Bački Petrovac	Novi Sad	Bač	Bački Petrovac
pH		7,61	8,68	8,14	7,43	8,03	7,92	7,53
Suspendovane materije	mg/l	12	90	10	24	12,58	21	47
Rastvoreni kiseonik	mg/l	13,5	8,6	10,5	10,6	9,4	8,7	2,5
BPK ₅	mg/l	3,0	6,5	3,0	3,4	3,8	3,2	11,0
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	30	67	14	18	17	18	28
HPK (permang. metoda)	mg/l	12	18	5	6	6	6	9
TOC	mg/l	11,7	20,1	5,0	4,6	4,4	6,7	8,1
Ukupan azot	mgN/l	1,90	2,50	1,20	3,40	3,11	1,60	2,40
Nitrati	mgN/l	1,10	0,51	0,64	0,69	0,73	0,80	0,04
Nitriti	mgN/l	0,01	0,03	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01
Amonijum jon	mgN/l	0,05	0,14	0,04	0,05	0,18	0,15	0,20
Ukupan fosfor	mgP/l	0,56	0,18	0,05	0,09	0,10	0,12	0,31
Ortofosfati	mgP/l	0,44	0,06	0,01	0,02	0,09	0,04	0,23
Hloridi	mg/l	69	149	20	25	25	23	27
Sulfati	mg/l	88	37	33	34	33	36	24
Ukupna mineralizacija	mg/l	869	880	289	311	306	324	566
Elektroprovodljivost	μS/cm	1253	1295	417	479	466	474	800
Arsen	μg/l	63,6	5,0	1,9	3,4	3,1	3,8	15,0
Bakar	μg/l	4,0	4,9	3,1	19,8	16,9	7,3	68,0
Cink	μg/l	18,8	86,0	8,2	23,7	20,1	28,5	0,0
Hrom (ukupni)	μg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	3,6
Gvožđe (ukupno)	μg/l	35,4	31,2	13,2	18,0	16,2	26,3	216
Mangan (ukupni)	μg/l	31,5	33,9	23,0	10,6	11,2	13,0	261
Fenolna jedinjenja	μg/l	1,22	0,69	0,75	1,52	1,44	0,36	0,22
Površinski aktivne materije	μg/l	64	47	58	52	72	67	69
Kadmijum	μg/l	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
Olovo	μg/l	0,50	0,50	0,50	0,58	0,56	0,50	13,00
Nikl	μg/l	15,60	15,10	12,89	4,28	4,11	3,40	37,30
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-27. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok	Deonica vodotoka	DTD "Bečej-Bogojevo"					DTD "Vrbas-Bezdan"		
		Odžaci (ustava) - DTD "Kosanić- Mali Stapar	Kucura - DTD "Vrbas-Bezdan"	DTD "Vrbas- Bezdan" - Krivaja	Krivaja - HČ Bečej	Plazovići - DTD "Odžaci-Sombor"	DTD "Kosanić- Mali Stapar"-HČ Mali Stapar	Kula(drumski most za Vrbas)- HČ Vrbas	
Lokacija		uzvodno od ustave Kucura	uzvodno od triangla	nizvodno od triangla	Bačko Gradište	nizvodno od uliva Krivaje	Sombor	Sivac	triangl
pH		8,2	7,8	7,72	8,08	7,94	8,04	7,86	7,7
Suspendovane materije	mg/l	32	30	52	36	26	13	16	60
Rastvoreni kiseonik	mg/l	7,2	6,9	4,0	10,1	7,3	10,1	8,7	0,6
BPK ₅	mg/l	9,0	10,0	17,0	5,9	7,0	2,5	7,0	18,0
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	22	20	60	24	21	13	19	41
HPK (permang. metoda)	mg/l	12	12	12	8	11	4	5	19
TOC	mg/l	3,4	3,5	4,1	7,9	4,5	4,9	5,6	6,1
Ukupan azot	mgN/l	1,40	1,73	0,23	2,50	0,98	1,70	2,11	3,30
Nitrati	mgN/l	0,16	0,22	0,13	0,81	0,04	1,08	0,32	0,10
Nitriti	mgN/l	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,01	0,03	0,01
Amonijum jon	mgN/l	0,18	0,26	0,62	0,40	0,47	0,04	0,86	2,33
Ukupan fosfor	mgP/l	0,24	0,27	0,26	0,27	0,99	0,05	0,09	0,69
Ortofosfati	mgP/l	0,23	0,26	0,22	0,09	0,28	0,02	0,09	0,63
Hloridi	mg/l	18	20	20	26	21	22	25	25
Sulfati	mg/l	30	32	51	34	28	37	35	63
Ukupna mineralizacija	mg/l	292	306	313	400	321	298	305	338
Elektroprovodljivost	μS/cm	401	422	433	501	443	464	474	546
Arsen	μg/l	5,7	4,9	5,3	3,2	5,2	7,6	5,7	5,5
Bakar	μg/l	8,0	6,6	5,5	8,7	15,4	13,1	7,3	3,1
Cink	μg/l	120,0	110,0	80,0	23,9	30,0	29,0	32,0	40,0
Hrom (ukupni)	μg/l	4,8	4,2	5,5	0,5	15,4	0,5	0,8	2,8
Gvožđe (ukupno)	μg/l	1477	1658	390	8,9	220	10,0	8,1	463
Mangan (ukupni)	μg/l	147	133	143	10,0	187	14,4	12,0	97,0
Fenolna jedinjenja	μg/l	1,15	0,29	1,35	0,96	0,66	0,94	1,06	1,11
Površinski aktivne materije	μg/l	85	53	23	155	139	63	44	52
Kadmijum	μg/l	0,44	0,44	0,28	0,02	0,22	0,02	0,02	0,15
Olovo	μg/l	4,21	3,52	2,92	0,50	2,92	0,50	0,50	2,92
Nikl	μg/l	13,03	12,30	6,73	10,13	7,73	4,30	3,11	4,30
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-28. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		DTD "Prigrevica-Bezdan"		Jegrička		DTD Odžaci-Sombor		DTD Kosančić-Mali Stapar	
		Bezdan	Prigrevica	Žabalj	Žabalj	Kod Odžaka	Kod Sombora		Kod Srp. Miletća
Deonica vodotoka		Kupusina - DTD "Odžaci-Sombor"							
pH		8,25	7,25	7,99	8,1	8,11	8,26	7,48	7,38
Suspendovane materije	mg/l	6	25	13	10	10	6	7	6
Rastvoreni kiseonik	mg/l	6,9	5,7	9,6	9,9	9,1	6,9	5,3	7,0
BPK ₅	mg/l	19,0	13,0	3,5	2,4	4,0	19,0	7,0	4,0
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	41	60	22	21	26	41	45	28
HPK (permang. metoda)	mg/l	15	20	8	8	16	22	24	16
TOC	mg/l	6,9	8,4	7,3	8,5	7,3	6,9	10,5	8,0
Ukupan azot	mgN/l	2,67	1,66	1,70	1,70	2,38	2,67	1,34	6,54
Nitrati	mgN/l	0,72	0,78	0,27	0,47	0,66	0,72	0,19	0,24
Nitriti	mgN/l	0,14	0,01	0,01	0,01	0,02	0,14	0,04	0,02
Amonijum jon	mgN/l	0,64	0,00	0,61	0,44	0,03	0,64	0,08	0,31
Ukupan fosfor	mgP/l	0,26	0,06	0,20	0,17	0,11	0,27	0,20	0,07
Ortofosfati	mgP/l	0,16	0,06	0,10	0,11	0,08	0,16	0,12	0,04
Hloridi	mg/l	43	32	35	40	24	43	42	31
Sulfati	mg/l	46	44	40	43	19	46	33	21
Ukupna mineralizacija	mg/l	492	376	392	404	305	362	644	347
Elektroprovodljivost	µS/cm	752	445	654	693	471	752	958	538
Arsen	µg/l	19,7	14,3	7,5	8,4	22,0	19,7	12,5	18,0
Bakar	µg/l	3,6	12,4	2,7	28,2	0,9	3,6	45,0	22,0
Cink	µg/l	10,0	16,0	27,5	66,9	11,0	10,0	31,0	11,0
Hrom (ukupni)	µg/l	0,4	14,3	0,5	1,3	0,4	0,4	0,6	0,9
Gvožđe (ukupno)	µg/l	1470	344	18,7	162	14,0	24,7	125	14,0
Mangan (ukupni)	µg/l	15,9	63,0	17,2	92,5	38,5	15,5	104	15,6
Fenolna jedinjenja	µg/l	0,36	0,85	0,55	0,49	0,68	0,72	0,45	0,53
Površinski aktivne materije	µg/l	25	89	26	158	141	153	52	69
Kadmijum	µg/l	0,02	0,00	0,02	0,02	0,15	0,02	0,50	5,54
Olovo	µg/l	0,92	0,00	0,50	0,50	2,92	0,92	0,50	5,90
Nikl	µg/l	1,09	0,00	2,00	48,00	2,20	1,09	0,50	9,85
Živa	µg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-29. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok	Deonica vodotoka	Krivaja				Nadela				
		Izvor - Brana Zobnatica	Brana Zobnatica - DTD "Bečej-Bogojevo"			CS Tomaševac - Glavna ustava	Glavna ustava Kačarevo-Ponjavica			
Lokacija		Karađorđevo	uzvodno od Bačke Topole	nizvodno od Bačke Topole	pre uliva u DTD Bečej-Bogojevo		uzvodno od Skrobare	kod CS Skrobara-sa CS Skrobara	kod CS Kovin-sa CS Kovin	kod Ivanova
pH		7,86	7,98	7,48	8,84	8,11	8,345	8,17	7,92	8,13
Suspendovane materije	mg/l	13	42	55	48	12	14,5	10	10,5	15,5
Rastvoreni kiseonik	mg/l	6,9	3,7	0,7	8,5	8,8	7,6	2,9	3,2	3,0
BPK ₅	mg/l	10,0	38,0	600	13,0	9,6	14,9	22,5	16,5	25,0
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	40	73	1358	41	28	53	64	27	113
HPK (permang. metoda)	mg/l	17	32	1000	17	5	11	14	11	19
TOC	mg/l	4,1	14,1	100	9,0	4,6	5,4	7,1	7,3	10,1
Ukupan azot	mgN/l	3,14	23,70	211	0,37	1,24	2,15	12,94	3,56	2,78
Nitrati	mgN/l	0,38	1,01	0,21	0,05	0,06	0,08	0,07	0,12	0,11
Nitriti	mgN/l	0,23	1,25	0,11	0,04	0,02	0,01	0,03	0,06	0,01
Amonijum jon	mgN/l	0,86	13,60	146	0,38	0,18	0,21	9,11	1,80	0,86
Ukupan fosfor	mgP/l	0,83	0,98	1,35	0,29	0,10	0,13	1,21	1,91	2,01
Ortofosfati	mgP/l	0,80	0,90	1,24	0,26	0,09	0,12	1,14	1,80	1,90
Hloridi	mg/l	26	244	384	28	30	56	63	42	38
Sulfati	mg/l	33	68	83	65	32	101	146	109	99
Ukupna mineralizacija	mg/l	388	812	1625	332	487	856	953	874	811
Elektroprovodljivost	μS/cm	670	1442	2220	503	866	1481	1628	1356	1326
Arsen	μg/l	4,3	5,5	6,4	7,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
Bakar	μg/l	26,3	33,0	74,5	4,5	1,0	1,6	2,9	2,8	1,0
Cink	μg/l	29,0	40,0	160	93,3	6,2	10,5	10,5	10,5	10,5
Hrom (ukupni)	μg/l	5,1	7,1	9,0	7,2	1,1	1,7	1,1	1,0	0,7
Gvožđe (ukupno)	μg/l	46,0	68,0	660	106	58,0	116,5	69,0	130	69,0
Mangan (ukupni)	μg/l	33,0	55,2	120	136	4,2	12,0	43,5	7,8	115
Fenolna jedinjenja	μg/l	1,23	0,36	1,21	1,14	0,36	0,82	0,81	1,11	1,21
Površinski aktivne materije	μg/l	58	57	44	53	147	135	62	59	89
Kadmijum	μg/l	0,12	0,15	0,30	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Olovo	μg/l	2,90	2,92	10,41	2,92	2,90	5,02	2,92	2,92	2,92
Nikl	μg/l	1,09	1,09	6,06	4,28	1,10	1,18	1,10	1,10	1,10
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-30. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		DTD "Banatska Palanka-Novi Bečej				Kikindski kanal	Zlatica	Stari Begej	Plovni Begej
		Ustava Novi Bečej - Kikindski kanal	Kanal Begej-Tamiš	Brzava-Moravica	Moravica-Vršački kanal	Ustava Sajan-Šećeranski kanal		Stari Begej	HČ Klek-DTD "Ban. Palanka-N. Bečej
Lokacija			Melenci		Vlajkovac	Novo Miloševo	Hetin	Vrbica	Srpski Itebej
pH		7,68	7,83	7,76	7,91	7,88	7,98	7,94	7,52
Suspendovane materije	mg/l	6	19	20	17	20	11	19	21
Rastvoreni kiseonik	mg/l	7,2	8,3	8,4	9,1	7,3	6,6	7,1	9,2
BPK ₅	mg/l	4,0	2,1	3,0	2,4	2,7	2,9	2,8	2,6
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	16	12	16	15	20	24	24	14
HPK (permang. metoda)	mg/l	5	4	5	5	7	11	10	5
TOC	mg/l	4,8	4,3	4,5	6,7	7,7	11,3	10,4	4,7
Ukupan azot	mgN/l	1,40	1,70	1,75	1,90	2,30	1,70	2,00	2,40
Nitrati	mgN/l	0,16	0,96	0,68	1,00	1,18	0,80	1,37	0,96
Nitriti	mgN/l	0,02	0,02	0,04	0,03	0,06	0,01	0,01	0,03
Amonijum jon	mgN/l	0,38	0,13	0,18	0,10	0,46	0,08	0,07	0,55
Ukupan fosfor	mgP/l	0,28	0,14	0,17	0,19	0,32	0,63	0,34	0,34
Ortofosfati	mgP/l	0,23	0,07	0,14	0,11	0,23	0,45	0,23	0,19
Hloridi	mg/l	54	36	32	30	60	59	164	20
Sulfati	mg/l	27	45	30	41	77	51	140	32
Ukupna mineralizacija	mg/l	365	322	317	306	482	758	835	210
Elektroprovodljivost	μS/cm	523	464	450	422	709	1004	1430	302
Arsen	μg/l	21,3	2,2	1,7	1,6	3,8	3,7	2,2	1,1
Bakar	μg/l	50,0	3,5	3,1	2,1	36,1	3,3	35,4	3,3
Cink	μg/l	80,0	30,3	18,3	12,2	82,0	22,6	73,5	20,5
Hrom (ukupni)	μg/l	14,7	0,5	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5
Gvožđe (ukupno)	μg/l	70,0	15,3	16,5	25,9	474	21,0	169	48,4
Mangan (ukupni)	μg/l	41,0	23,4	18,2	11,7	191	77,9	274	34,4
Fenolna jedinjenja	μg/l	0,38	0,96	0,25	0,38	0,47	0,55	1,32	0,64
Površinski aktivne materije	μg/l	77	166	125	133	55	42	54	93
Kadmijum	μg/l	1,50	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	4,61	0,02
Olovo	μg/l	7,75	0,50	0,50	0,50	1,12	0,50	0,85	0,50
Nikl	μg/l	1,10	4,02	3,21	3,16	32,00	6,70	43,30	5,50
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-31. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		Begej				Tamiš		
		DTD "Ban.Palanka-Novi Bečej – HČ Bečej				Granica YU/Rumunija- DTD	Jaša Tomić	Pančevo
Lokacija		ulaz kod Kleka	nizvodno od uliva Alesandrovač kog kanala	brana Stajičevo	pre uliva u Tisu	Tamiš-uzvodno od ustave Tomaševac	Donji Tamiš	
pH		7,45	7,47	7,4	7,45	7,79	7,95	7,9
Suspendovane materije	mg/l	25	110	23	18	26	16	15
Rastvoreni kiseonik	mg/l	5,3	5,6	6,0	6,2	9,5	9,4	9,2
BPK ₅	mg/l	2,0	250,0	2,0	2,0	1,7	1,8	1,6
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	16	587	16	16	10	12	14
HPK (permang. metoda)	mg/l	5	300	5	5	4	5	5
TOC	mg/l	2,2	34,0	2,3	2,4	3,9	5,0	5,0
Ukupan azot	mgN/l	0,20	3,32	0,30	0,25	1,60	1,62	1,33
Nitrati	mgN/l	0,13	0,84	0,09	0,04	0,64	0,90	0,80
Nitriti	mgN/l	0,05	0,26	0,08	0,06	0,02	0,02	0,02
Amonijum jon	mgN/l	0,03	0,21	0,06	0,06	0,28	0,09	0,12
Ukupan fosfor	mgP/l	0,37	0,87	0,61	0,42	0,08	0,16	0,15
Ortofosfati	mgP/l	0,03	0,53	0,24	0,03	0,02	0,08	0,10
Hloridi	mg/l	30	45	30	29	22	29	21
Sulfati	mg/l	61	30	67	64	72	36	37
Ukupna mineralizacija	mg/l	413	478	445	408	269	237	206
Elektroprovodljivost	μS/cm	572	687	632	577	421	398	315
Arsen	μg/l	5,0	10,0	5,6	6,0	0,8	1,7	1,8
Bakar	μg/l	8,0	3,4	3,8	3,3	2,5	3,3	40,1
Cink	μg/l	30,0	25,0	10,0	20,0	18,0	24,1	97,0
Hrom (ukupni)	μg/l	2,9	31,0	8,2	6,2	0,5	0,5	1,2
Gvožđe (ukupno)	μg/l	670	740	510	500	52,7	51,2	50,5
Mangan (ukupni)	μg/l	210	220	230	230	41,2	14,4	55,2
Fenolna jedinjenja	μg/l	0,59	1,21	1,15	0,36	1,02	1,08	0,88
Površinski aktivne materije	μg/l	114	122	58	86	106	153	142
Kadmijum	μg/l	0,19	3,30	0,15	0,15	0,02	0,02	0,05
Olovo	μg/l	0,59	0,58	0,59	0,59	0,50	0,50	1,20
Nikl	μg/l	3,84	10,50	2,04	1,67	5,20	1,40	45,40
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-32. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		Vrša- čki kanal	Rojga	Mora- vica	Karaš	Brza- va	Nera	Golu- bina- čki kanal	Lju- kovo	Šidi- na
Deonica vodotoka		Vršački kanal			Markovićevo- DTD-Brzava		Nera	Golubinački kanal	brana ak, Ljukovo - Golubinački kanal	Izvor - brana ak, Šidina
Lokacija			Vatin	Dobrićevo		Markovićevo	Kusić	Golubinci	Indija	pre uliva u Bosut
pH		7,88	7,91	8,02	7,83	7,975	7,6	7,62	7,94	7,97
Suspendovane materije	mg/l	17	29,2	25	36	28	7	38	47	31
Rastvoreni kiseonik	mg/l	8,9	7,7	10,1	10,1	10,1	11,1	7,5	8,5	3,8
BPK ₅	mg/l	2,6	2,9	1,9	2,2	1,5	1,3	14,0	7,5	6,7
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	18	27	11	16	13	7	20	10	46
HPK (permang. metoda)	mg/l	8	12	4	6	5	3	4	2	15
TOC	mg/l	6,1	13,1	4,6	5,3	5,1	3,8	4,7	2,1	15,6
Ukupan azot	mgN/l	2,48	2,56	1,90	2,50	2,20	0,94	3,65	6,70	5,81
Nitrati	mgN/l	1,02	1,43	1,02	1,65	1,65	0,53	0,68	3,50	2,39
Nitriti	mgN/l	0,06	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,09	0,09	1,00
Amonijum jon	mgN/l	0,14	0,10	0,05	0,09	0,11	0,03	0,52	0,08	6,20
Ukupan fosfor	mgP/l	0,24	0,35	0,10	0,19	0,18	0,05	0,36	0,73	1,43
Ortofosfati	mgP/l	0,21	0,24	0,05	0,09	0,09	0,02	0,27	0,38	3,69
Hloridi	mg/l	36	40	12	19	20	6	41	38	29
Sulfati	mg/l	32	53	31	35	43	25	69	62	57
Ukupna mineralizacija	mg/l	369	481	328	263	284	183	440	708	380
Elektroprovodljivost	μS/cm	588	786	483	350	376	250	711	1092	863
Arsen	μg/l	2,6	3,7	2,5	1,5	2,3	0,5	9,1	8,3	7,7
Bakar	μg/l	1,6	2,0	2,5	2,8	21,4	68,9	8,8	12,0	42,6
Cink	μg/l	20,0	24,0	19,1	22,3	52,0	86,8	12,0	20,0	47,0
Hrom (ukupni)	μg/l	0,6	0,5	0,5	0,5	1,8	1,4	24,0	24,0	17,4
Gvožđe (ukupno)	μg/l	88,0	60,3	42,7	68,4	436	233	100	85,0	370
Mangan (ukupni)	μg/l	51,0	53,0	36,9	47,3	96,2	20,9	50,0	50,0	340
Fenolna jedinjenja	μg/l	0,68	0,92	0,46	0,57	0,95	0,81	0,60	1,00	0,50
Površinski aktivne materije	μg/l	104	59	26	74	88	68	90	400	15
Kadmijum	μg/l	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,18	1,00	1,10	2,20
Olovo	μg/l	1,25	1,31	0,50	0,70	2,68	0,94	9,00	10,00	1,70
Nikl	μg/l	4,14	3,24	2,50	2,60	22,38	97,23	20,00	18,00	3,60
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela P-33. Srednje koncentracije parametara u površinskim vodama

Vodotok		Vrtić	Kudoš	Jelence	Galovica	Veliki Begej	Bosut			
Deonica vodotoka		Vrtić	Jelence - Sava	Jelence	Jarčina - Veliki Begej	Veliki Begej				
Lokacija		Inđija	Ruma	pre Rume	Pećinci	Golubinci	ulazni profil	nizvodno od uliva Studve	nizvodno od uliva Šidine	pre uliva u Savu
pH		7,88	8,28	8,65	8,41	8,05	7,8	8,23	8,24	7,74
Suspendovane materije	mg/l	23	240	8	19	33	42	18,2	34,9	40,1
Rastvoreni kiseonik	mg/l	6,9	6,4	7,3	6,4	10,0	13,0	13,4	15,4	5,2
BPK ₅	mg/l	10,0	94,0	24,0	11,0	13,0	4,4	5,4	8,3	9,3
HPK (bihrom. metoda)	mg/l	28	126	60	33	25	18	21	37	62
HPK (permang. metoda)	mg/l	11	5	22	11	4	8	9	10	9
TOC	mg/l	3,0	28,0	14,0	2,6	2,2	8,2	9,2	9,3	10,8
Ukupan azot	mgN/l	3,88	25,40	10,30	0,89	3,80	5,40	3,92	1,20	1,48
Nitrati	mgN/l	1,30	0,05	4,49	0,20	0,05	19,30	14,80	2,50	2,46
Nitriti	mgN/l	0,03	0,08	0,20	0,01	0,00	0,27	0,14	0,27	0,17
Amonijum jon	mgN/l	1,20	16,50	2,42	0,06	1,46	1,25	0,68	0,67	1,12
Ukupan fosfor	mgP/l	0,56	1,08	0,33	0,06	0,58	0,50	0,34	0,43	0,70
Ortofosfati	mgP/l	0,39	0,99	0,26	0,03	0,49	1,18	0,93	1,08	1,58
Hloridi	mg/l	32	26	54	50	57	49	30	28	27
Sulfati	mg/l	36	73	80	52	143	48	54	56	45
Ukupna mineralizacija	mg/l	445	220	746	968	880	520	498	511	586
Elektroprovodljivost	μS/cm	736	748	1246	1158	1280	715	678	659	720
Arsen	μg/l	6,9	10,0	5,9	8,3	5,7	6,6	5,2	7,4	8,2
Bakar	μg/l	32,0	14,0	0,0	0,0	28,0	40,6	51,4	42,2	45,6
Cink	μg/l	26,0	3,9	0,0	0,1	14,0	100	90,0	78,0	70,0
Hrom (ukupni)	μg/l	20,0	49,5	20,6	0,0	26,0	18,3	17,8	15,0	15,3
Gvožđe (ukupno)	μg/l	100	130	0,0	0,0	70,0	1,5	1,2	0,3	0,5
Mangan (ukupni)	μg/l	160	214	168	13,3	60,0	260	160	240	290
Fenolna jedinjenja	μg/l	0,30	1,30	0,40	0,50	0,60	1,00	1,50	2,00	1,40
Površinski aktivne materije	μg/l	55	20	20	60	50	48	62	75	58
Kadmijum	μg/l	1,30	2,20	0,50	0,00	1,20	1,75	1,25	1,07	1,55
Olovo	μg/l	1,20	9,00	9,00	0,00	14,00	4,00	1,90	1,31	5,05
Nikl	μg/l	2,50	50,00	4,54	0,00	6,00	7,60	3,90	3,45	5,80
Živa	μg/l	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

BIOGRAFIJA



Vesna Pešić (rođ. Borišev), rođena je 1974. godine u Kovilju, od oca Živana i majke Branke. Osnovnu školu završila je u Kovilju 1989. godine, a srednju školu Gimnaziju »Jovan Jovanović Zmaj« završila je 1993. godine. Iste godine upisala se na Prirodno-matematički fakultet u Novom Sadu, grupa hemija, smer diplomirani hemičar i diplomirala je 1998. godine na temu "Efekti reakcije hlor-dioksida sa prirodnim organskim materijama prisutnim u podzemnoj vodi" sa prosečnom ocenom u toku studija 9,73 i ocenom 10 na diplomskom ispitu. 2002. godine upisala je magistarske studije. Magistrirala je 2008. godine na temu »Ispitivanje uticaja industrijskih i komunalnih otpadnih voda na rečni sliv regiona«. Učestvovala je i učestvuje u realizaciji vežbi iz predmeta Hemijska tehnologija, Industrijski procesi, Osnovi hemijske tehnologije, Upravljanje kvalitetom i resursima, Upravljanje otpadom. Angažovana je na projektima koji su finansirani od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. Bavi se oblašću zaštite životne sredine, istraživanjem i projektima na polju kvaliteta vode (tretman vode za piće, analiza i tretman otpadnih voda, monitoring voda). Udata je i majka je dvoje dece.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

Redni broj:
RBR

Identifikacioni broj:
IBR

Tip dokumentacije: Monografska dokumentacija
TD

Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal
TZ

Vrsta rada: Doktorska disertacija
VR

Autor: Vesna Pešić
AU

Mentor: dr Milena Bečelić-Tomin, vanredni profesor PMF-a u Novom Sadu
MN

Naslov rada: Pocaena rizika po kvalitet površinskih vodnih tela na osnovu identifikovanih
koncentrisanih izvora zagađenja
NR

Jezik publikacije: srpski (latinica)
JP

Jezik izvoda: srpski (latinica)
JI

Zemlja publikovanja: R. Srbija
ZP

Uže geografsko područje: AP Vojvodina
UGP

Godina: 2016.
GO

Izdavač: Autorski reprint
IZ

Mesto i adresa: Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3
MA

Fizički opis rada: (6/286/281/65/180/-/1)
(broj poglavlja/strana/lit.citata/tabela/slika/grafika/priloga)
FO

Naučna oblast: hemija
NO

Naučna disciplina: zaštita životne sredine
ND

Predmetna odrednica/Ključne reči: monitoring, otpadne vode, površinske vode, pritisci i uticaji, procena rizika.
PO

UDK:
Čuva se: Biblioteka Departmana za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine, PMF, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3
ČU

Važna napomena: -
VN

Izvod: Istraživanja u ovom radu su obuhvatila primenu koncepta analize značaja pritisaka i uticaja i metoda za identifikaciju i klasifikaciju izvora pritisaka; karakterizaciju i analizu pritisaka; procenu statusa vodnih tela i procenu uticaja/rizika da se ne dostigne njihov dobar ekološki status/potencijal. Ukupan broj registrovanih zagađivača na teritoriji AP Vojvodine iznosi 185, trenutno radi njih 130. Najviše zagađivača svoje otpadne vode ispušta u Tisu, DTD Vrbas-Bezdan i Begej, koji su recipijenti 61% od ukupne količine otpadnih voda. Skoro 70% od ukupnog broja zagađivača pripada sektoru prerađivačke industrije, a među njima je najzastupljenija proizvodnja prehrambenih proizvoda i pića. Prosečna dnevna količina ispuštenih otpadnih voda iznosi oko 140.000 m³/dan. Ukupno organsko zagađenje koje se emituje u vodotoke na području AP Vojvodine, a potiče od otpadnih voda iznosi 33 tHPK/dan i 15 tBPK/dan. Polovina zagađivača svoje otpadne vode ispuštaju bez ikakvog tretmana, četvrtina njih poseduje primarni tretman prečišćavanja, dok tercijarni tretman primenjuje svega 3% zagađivača. Veoma je mali broj zagađivača kod kojih su emitovane konecentracije usklađene sa propisanim graničnim vrednostima emisije, za nutrijente je to oko 50%, dok je za organske materije samo četvrtina od ukupnog broja zagađivača. Od 37 vodotoka, samo tri se klasifikuju u klasu 2, što odgovara dobrom kvalitetu voda. Kvalitet najvećeg broja vodotoka odgovara slabom ili lošem statusu/potencijalu (tj. klasama 4 ili 5). Najveća odstupanja od dobrog statusa/ potencijala su u sadržaju nutrijenata i parametara kiseoničnog režima. Rezultati su pokazali da su polutanti visokog rizika najčešće nutrijenti i parametri kiseoničnog režima, što najverovatnije predstavlja negativan uticaj ispuštanja otpadnih voda. Ukupno opterećenje zagađujućih materija a time i broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje znatno raste sa porastom emitovanog opterećenja iz koncentrisanih izvora, ali i sa smanjivanjem protoka vode u vodotocima. Najveći broj vodotoka (20) na kojima je premašeno ciljano opterećenje je u slučaju HPK i fosfora. U slučaju postizanja graničnih

vrednosti emisije kod svakog zagađivača, broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje se smanjuje za 15-50%, zavisno od parametara, pri čemu broj vodotoka na kojima je premašeno ciljano opterećenje ne zavisi od veličine emitovanog opterećenja nego samo od protoka vode u kanalima.

IZ

Datum prihvatanja teme od strane NN Veća: 23.04.2013. godine

DP

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

(Naučni stepen/ime/zvanje/fakultet)

KO

Predsednik: dr Božo Dalmacija, redovni profesor PMF-a u Novom Sadu

Član: dr Milena Bečelić-Tomin, vanredni profesor PMF-a u Novom Sadu, mentor

Član: dr Srđan Rončević, vanredni profesor PMF-a u Novom Sadu

Član: dr Mile Klašnja, redovni profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu

Član: dr Dejan Krčmar, vanredni profesor PMF-a u Novom Sadu

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCES
KEY WORDS DOCUMENTATION**

Accession number:
ANO

Identification number:
INO

Document type: Monographic publication
DT

Type of record: Printed text
TR

Contents code: PhD thesis
CC

Author: Vesna Pesic
AU

Mentor: Associate Professor dr Milena Becelic-Tomin
MN

Title: The risk assessment on the quality of surface water bodies based on the identified point sources of pollution
TI

Language of text: Serbian (Latin alphabet)
LT

Language of abstract: Serbian/English (Latin alphabet)
LA

Country of publication: Serbia
CP

Locality of publication: Vojvodina
LP

Publication year: 2016.
PY

Publisher: Authors reprint
PU

Publ.place: Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3
PP

Physical description: (6/286/281/65/180/-/1)
(chapters/pages/literature/tables/pictures/graphs/additional lists)
PD

Scientific field: Chemistry
SF

Scientific discipline: Environmental protection
SD

Subject/Key words: monitoring, wastewater, surface water, pressures and impacts, risk assessment.
SKW

Holding data: Department of Chemistry (library), Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 3
HD

Note:-

Abstract: Research in this study included the concept of pressure and influence significance analysis as well as the methods for identification and classification of the pressure sources: characterisation and analysis of pressures; assessment of the water bodies' status and assessment of impacts/risks that their good ecological status/potential is not achieved. Total number of registered polluters in Vojvodina is 185, 130 of them currently working. Most polluters discharge their waste water into the Tisa River, DTD Vrbas-Bezdan and Begej River, who are the recipients of 61% of the total volume of wastewater. Almost 70% of the total number of contaminants belongs to the processing industry, and among them the most common is food and beverage production. The average daily amount of discharged wastewater is approximately 140 000 m³/day. Total organic pollution emitted into the watercourses in the area of AP Vojvodina originates from the waste water is 33 tCOD/day and 15 tBOD/day. Half of the polluters discharge their waste water without any treatment; a quarter of them have primary wastewater treatment, while tertiary treatment is applied by only 3% of polluters. A very small number of polluters have their emitted pollutant concentration compatible with the prescribed emission limit values: for nutrients it is about 50%, while for the organic matter, it is only a quarter of the total number of polluters. From 37 watercourses, only three are classified as class 2, which corresponds to good quality water. Quality of the greatest number of watercourses corresponds to poor or bad status/potential (ie. classes 4 or 5). The biggest deviation from good status/potential is due to nutrients content and oxygen regime parameters. Results showed that high-risk pollutants are commonly nutrients and oxygen regime parameters, which probably represents the negative impact of waste water discharges. The total load of pollutants, and therefore the number of watercourses where the target load it exceeded, significantly increases with the increase of emitted loads from the point sources, but also with the reduction of water flow in rivers. The largest number of watercourses (20) in which the target load is exceeded, is due to COD and phosphorus. In the case of achieving the emission limit values for each polluter, the number of watercourses in which the targeted load is exceeded would be reduced by 15-50%, depending on the parameters,

whereby the number of watercourses in which the targeted load it exceeded is not dependent on the load emitted but just on the water flow in the channels.

AB

Accepted by the Scientific Board on: 23.04.2013.

ASB

Defended:

DE

Thesis defend board:

(Degree/name/surname/title/faculty)

DB

President: dr Bozo Dalmacija, Full Professor, Faculty of science, Novi Sad

Member: dr Milena Becelic-Tomin, Associate Professor, Faculty of science, Novi Sad,
mentor

Member: dr Sdjan Roncevic, Associate Professor, Faculty of science, Novi Sad

Member: dr Mile Klašnja, Full Professor, Faculty of Technology, Novi Sad

Member: dr Dejan Krcmar, Associate Professor, Faculty of science, Novi Sad