

*Originalni naučni rad*

## **NULTO STANJE KVALITETA POVRŠINSKIH VODA NA PODRUČJU PLANIRANOG AUTO-PUTA BANJA LUKA-PRIJEDOR**

Dušica Pešević<sup>1\*</sup>, Nebojša Knežević<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Univerzitet u Banjoj Luci, Prirodno-matematički fakultet, Mladena Stojanovića 2,  
78000 Banja Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina*

<sup>2</sup>*Institut za građevinarstvo "IG", Kralja Petra I Karađorđevića 92-98, 78000 Banja  
Luka, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina*

\***Autor za korespondenciju:** [dusica.pesevic@pmf.unibl.org](mailto:dusica.pesevic@pmf.unibl.org)

### **Sažetak**

Predmetna lokacija dionice auto-puta Banja Luka-Prijedor nalazi u zapadnom dijelu Republike Srpske i pripada sjevernoj osovini razvoja, koja predstavlja pojas najintenzivnije privredno-socijalne aktivnosti. Prije nego što se pristupi izgradnji, neophodno je odrediti stanje zagađenosti površinskih voda, odnosno nulto stanje, da bi se kasnije imala realna slika o uticaju saobraćaja na kvalitet površinskih voda u toku eksploatacije auto-puta. U radu su prikazani rezultati analiza površinskih voda koji će biti osnova za dalju ocjenu eventualnih promjena kvaliteta kada se auto-put stavi u funkciju. U cilju detaljne analize postojećeg kvaliteta površinskih voda u istraživanom koridoru budućeg auto-puta, analizirani su fizičko-hemijski parametri Kozaračke rijeke i rijeke Lušćice. Dobijeni rezultati pokazuju da se kvalitet voda ovih vodotoka u odnosu na pojedine parametre kreće od prve pa čak do četvrte klase kvaliteta.

**Ključne riječi:** auto-put, kvalitet voda, nulto stanje

### **UVOD**

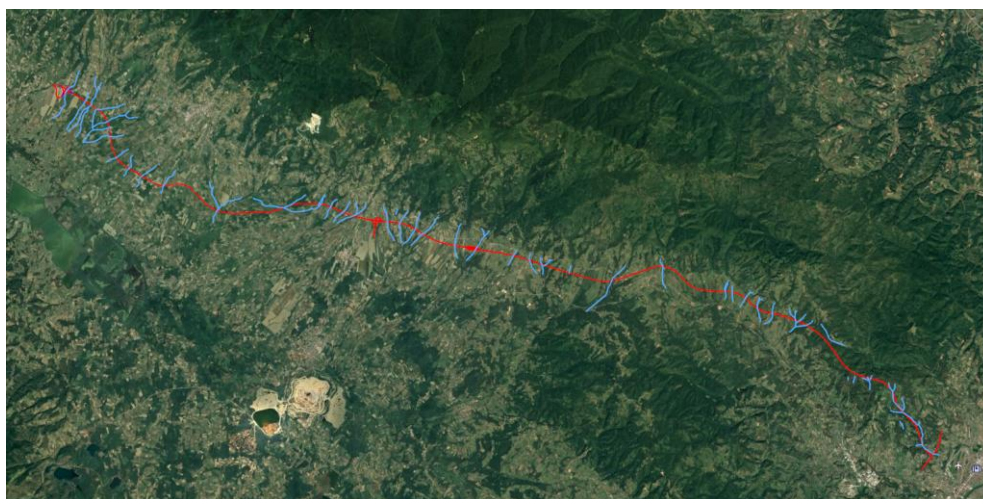
Uticaj izgradnje puteva na vodotoke je neminovan, ali se adekvatnim mjerama može svesti na minimum (Frantzis i sar., 1997; Knežević i sar., 2012). U cilju zaštite vodotoka početni korak predstavlja utvrđivanje nultog stanja koje će biti osnov za njihov dalji monitoring radi očuvanja kvaliteta same vode kao i njenog ekosistema (Dalmacija i sar., 2004).

Dionica Banja Luka-Prijedor predstavljaće kvalitetnu vezu područja oko ovih gradova sa postojećim pravcem auto-puta Banja Luka-Gradiška, odnosno sa pravcem Banja Luka-Doboj. Predmetna dionica biće zapadni dio buduće poprečne veze kroz teritoriju Republike Srpske na pravcu istok–zapad, i jedna od osnovnih drumskih veza unutar Republike Srpske. Ukupna dužina trase budućeg auto-puta iznosi 40,7 km.

Jedna od bitnih karakteristika lokacije planiranog auto-puta Banja Luka-Prijedor jeste veliki broj površinskih vodotoka sa kojima će se ukrstiti planirana trasa (Slika 1). Uglavnom se radi o povremenim vodotocima bujičnog karaktera, u kojima je voda prisutna samo

prilikom pojave većih padavina. Najznačajniji stalni površinski vodotoci jesu Kozaračka rijeka i rijeka Luščica. Usljed bujičnog karaktera navedenih vodotoka i zapuštenih, a dijelom i zatrpanih prirodnih korita, prilikom nailaska velikih voda često dolazi i do izlivanja vodotoka, što ugrožava materijalnu imovinu, te nanosi štetu poljoprivrednim usjevima stanovništva koje živi u predmetnom području (Studija uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Novigrad, 2016; Generalni projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Novigrad, 2016).

Ključni rizici izgradnje mostova i prelaza preko vodotoka povezani su sa njihovim uticajem na ekosistem vodotoka kao i njihove hidrauličke karakteristike kroz poremećaj oblika i veličine korita, obala, vegetacije i migracije vodene faune (EES, 2013). S obzirom na to da je područje oko vodotoka pod velikom rizikom od bujičnih izlivanja, izvođenje radova na izgradnji mostova može dodatno uticati na količinu i kvalitet površinskog oticaja, te indirektno doprinijeti zadržavanju vode na okolnom zemljištu (Risley i Granato, 2014; Mallick i sar., 2015).



**Slika 1.** Satelitski snimak postojećih površinskih vodotoka (označeno plavim linijama) unutar obuhvata koridora planiranog za izgradnju auto-puta Banja Luka–Prijedor (označeno crvenom linijom) (Studija uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka – Prijedor ukupne dužine 40,7, 2021)

Sa ciljem detaljne analize postojećeg kvaliteta površinskih voda u istraživanom koridoru budućeg auto-puta, analizirani su fizičko-hemijski parametri Kozaračke rijeke i rijeke Luščice. Svrha uzimanja uzoraka jeste kontrola kvaliteta površinskih voda Kozaračke rijeke i rijeke Luščice prije početka izvođenja radova na izgradnji predmetnog auto-puta kako bi se kasnije na istim mjestima mogao pratiti uticaj izvođenja radova na ove vodotoke (Pešević i Knežević, 2017; Knežević i Pešević, 2020). Utvrđivanje njihovog kvaliteta predstavlja osnov za dalje praćenje eventualnih promjena usljed izgradnje i korištenja predmetne saobraćajnice, jer zagađena voda sa kolovoza mora biti prečišćena prije ispuštanja u recipijent (Yannopoulos i sar., 2013; Doamekpor i sar., 2015).

Kod navedenih vodenih tokova zagađenja potiču od ispuštanja kanalizacionih voda i primjene određenih agrotehničkih mjera kod obrade poljoprivrednih površina. Intenzitet ovih uticaja na analiziranom prostoru još uvijek je zanemarljiv, tako da se radi o značajnim

potencijalima podzemnih voda za potrebe lokalnog i regionalnog vodosnabdijevanja (Knežević i sar., 2012; Knežević i Knežević, 2015).

Planirana trasa auto-puta na više mjesta presijeca vodotokove (Lipovac, Markovac, Trča, Duljski potok, Linjača, Ivaštanka, Trnovača, Soviljak, Bistrica, Luščica, Crpljenjača, Mamića rijeka, Nikića rijeka, Krivaja, Rajnovac, Vrijeska, Brusnica, Jaruga, Kozaračka rijeka, Repušnica, Tociluša, Gradinjača, kao i veći broj bezimernih vodotoka) (Elaborat o Prethodnoj procjeni uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor, 2019; Studija uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor, 2021).

## MATERIJAL I METODE

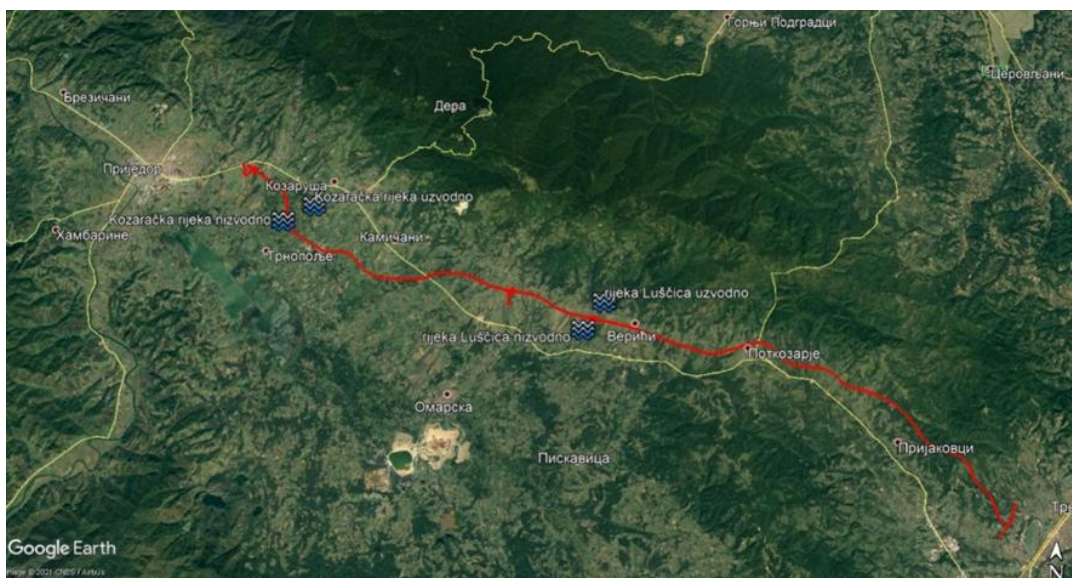
Za vjerodostojno određenje kvaliteta površinskih voda na području planiranog auto-puta Banja Luka-Prijedor, bilo je neophodno izvršiti mjerenje na nekoliko lokacija. Akreditovana laboratorija iz Doboja obavila je uzorkovanje i analizu površinskih voda, u septembru 2019. godine, čime su se obezbijedili neophodni podaci za određivanje nultog stanja. Temperatura i elekrolitička provodljivost izmjereni su na licu mjesta, dok su ostali parametri analizirani u laboratoriji. Uzorkovanje je obuhvatilo vodu iz korita Kozaračke rijeke i rijeke Luščice u neposrednoj blizini planirane trase auto-puta Banja Luka-Prijedor (Slika 2).

Koordinate lokaliteta gdje su uzeti uzorci iz Kozaračke rijeke:

- lokalitet 1 (nizvodno): 44°57'35.09"N i 16°48'19.09"E.
- lokalitet 2 (uzvodno): 44°58'11.98"N i 16°49'44.23"E.

Koordinate lokaliteta gdje su uzeti uzorci iz rijeke Luščice:

- lokalitet 3 (uzvodno): 44°55'42.13"N i 16°59'5.73"E.
- lokalitet 4 (nizvodno): 44°54'59.41"N i 16°58'25.02"E.



**Slika 2.** Lokacije uzorkovanja vode u odnosu na planiranu trasu auto-puta (Google Earth, modifikovano, Pešević, D., 2021)

Za određivanje nultog stanja kvaliteta površinskih voda na području budućeg auto-puta Banja Luka-Prijedor analizirani su sljedeći parametri: temperatura, pH, suspendovane čvrste materije, ukupni suvi ostatak, elektrolitička provodljivost, biološka potrošnja kiseonika BPK<sub>5</sub>, HPK, sadržaj željeza, kadmijuma, cinka, olova i sadržaj masti i ulja. Odabir parametara u skladu je sa Ekološkom dozvolom za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor. Za analizu navedenih parametara u skladu sa Uredbom o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Sl. glasnik RS, br. 42/01) korišćene su metode navedene u tabeli 1.

**Tabela 1.** Parametri i ispitne metode na osnovu kojih su analizirane površinske vode

Rb.	Parametar	Ispitna metoda
1.	Temperatura	BAS DIN 38404-4:2010
2.	pH	BAS ISO 10523:2002
3.	Suspendovane čvrste materije	BAS EN 872:2006
4.	Ukupni suvi ostatak	BAS DIN 38409-1:2010
5.	Elektrolitička provodljivost	BAS EN 27888:2002
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	BAS ISO 5815-2:2004
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	BAS ISO 6060:2000
8.	Sadržaj željeza	BAS ISO 6332:2000
9.	Sadržaj kadmijuma	BAS ISO 8288:2002
10.	Sadržaj cinka	BAS ISO 8288:2002
11.	Sadržaj olova	BAS ISO 8288:2002
12.	Sadržaj masti i ulja	EPA 1664-R-A:1999

U tabeli 2 prikazane su granične vrijednosti za pojedine klase kvaliteta površinskih voda u skladu sa Uredbom o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka (Sl. glasnik RS, br. 42/01).

**Tabela 2.** Granične vrijednosti za pojedine klase kvaliteta površinskih voda

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Granične vrijednosti za pojedine klase kvaliteta površinskih voda				
			I	II	III	IV	V
1.	Temperatura	°C	–	–	–	–	–
2.	pH	–	6,8–8,5	6,8–8,8	6,5–9,0	6,5–9,5	<6,5>9,5
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>	<2	2–5	5–10	10–15	>15
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	<300	300–350	350–450	450–600	>600
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	<400	400–600	600–800	800–1500	>1500
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	<2	2–4	4–7	7–15	>15
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	<6	6–10	10–15	15–30	>30
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	<100	100–200	200–500	500–1000	>1000
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	–	0,05–1	1–2	2–5	>5
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	<100	100–200	200–300	300–500	>500
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	<0,1	0,1–0,5	0,5–2	2–5	>5
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	<10	10–20	20–50	50–100	>100



## REZULTATI I DISKUSIJA

Klasifikacija površinskih voda vrši se na osnovu dvije grupe kriterijuma: opšti – koji definišu ekološki status vode i kriterijume specifičnih opasnih i toksičnih supstanci koje u vodenu sredinu dospijevaju kao rezultat različitih industrijskih i drugih antropogenih aktivnosti (Sl. glasnik RS, br. 50/06, 92/09, 121/12, 74/17).

Ispitivanjem su obuhvaćene osnovne grupe fizičko-hemijskih parametara uzoraka vode. U ovom slučaju, dobijeni rezultati mjerenja upoređeni su sa graničnim vrijednostima koje su definisane pomenutom Uredbom (Sl. glasnik RS, br. 42/01). Rezultati sprovedene analize površinske vode Kozaračke rijeke i rijeke Luščice prikazani su u narednim tabelama.

**Tabela 3.** Rezultati mjerenja na lokalitetu rijeka Luščica (uzvodno od planirane trase auto-puta)

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Rezultat
1.	Temperatura	°C	17,1
2.	pH	–	8,20
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>	8
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	230
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	348
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3,9
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	15,3
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	89,0
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	<0,05
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	< 1,0
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	< 0,1
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	< 2,7

Na osnovu izvršene analize osnovne grupe fizičko-hemijskih parametara kvaliteta rijeke Luščice, uzvodno od planirane trase auto-puta, utvrđeni su sljedeći rezultati (Tabela 3):

- Temperatura, pH, ukupni suvi ostatak, elektrolitička provodljivost, sadržaj željeza, kadmijuma, cinka, olova i sadržaj masti i ulja nalaze se u granicama I klase vodotoka.
- BPK<sub>5</sub> nalazi se u granicama II klase vodotoka.
- Suspendovane čvrste materije nalaze se u granicama III klase vodotoka.
- HPK se nalazi u granicama IV klase vodotoka.

**Tabela 4.** Rezultati mjerenja na lokalitetu rijeka Luščica (nizvodno od planirane rute auto-puta)

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Rezultat
1.	Temperatura	°C	17,1
2.	pH	–	8,20
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>	9
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	238
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	358
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	5,2
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	15,7

8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	91,0
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	<0,05
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	< 1,0
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	< 0,1
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	< 2,7

Na osnovu izvršene analize osnovne grupe fizičko-hemijskih parametara kvaliteta rijeke Lušice, nizvodno od planirane trase auto-puta, utvrđeni su sljedeći rezultati (Tabela 4):

- Temperatura, pH, ukupni suvi ostatak, elektrolitička provodljivost, sadržaj željeza, kadmijuma, cinka, olova i sadržaj masti i ulja nalaze se u granicama I klase vodotoka.
- BPK<sub>5</sub> nalazi se u granicama III klase vodotoka.
- Suspendovane čvrste materije nalaze se u granicama III klase vodotoka.
- HPK se nalazi u granicama IV klase vodotoka.

**Tabela 5.** Rezultati mjerenja na lokalitetu Kozaračke rijeke (uzvodno od planirane trase auto-puta)

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Rezultat
1.	Temperatura	°C	18
2.	pH	–	8,12
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>	2
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	212
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	330
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3,0
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	10,1
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	227,0
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	<0,05
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	< 1,0
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	< 0,1
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	< 2,7

Na osnovu izvršene analize osnovne grupe fizičko-hemijskih parametara kvaliteta Kozaračke rijeke, uzvodno od planirane trase auto-puta, utvrđeni su sljedeći rezultati (Tabela 5):

- Temperatura, pH, ukupni suvi ostatak, elektrolitička provodljivost, sadržaj kadmijuma, cinka, olova i sadržaj masti i ulja nalaze se u granicama I klase vodotoka.
- Suspendovane čvrste materije i BPK<sub>5</sub> nalazi se u granicama II klase vodotoka.
- HPK i sadržaj željeza nalaze se u granicama III klase vodotoka.

**Tabela 6.** Rezultati mjerenja na lokalitetu Kozaračka rijeka (nizvodno od planirane trase auto-puta)

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Rezultat
1.	Temperatura	°C	18
2.	pH	–	8,12
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>	2
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	214
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	337
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	3,1
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>	10,2
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	229,0
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	<0,05
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	< 1,0
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	< 0,1
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	< 2,7

Na osnovu izvršene analize osnovne grupe fizičko-hemijskih parametara kvaliteta Kozaračke rijeke, nizvodno od planirane trase auto-puta, utvrđeni su sljedeći rezultati (Tabela 6):

- Temperatura, pH, ukupni suvi ostatak, elektrolitička provodljivost, sadržaj kadmijuma, cinka, olova i sadržaj masti i ulja nalaze se u granicama I klase vodotoka.
- Suspendovane čvrste materije i BPK<sub>5</sub> nalaze se u granicama II klase vodotoka.
- HPK i sadržaj željeza nalaze se u granicama III klase vodotoka.

**Tabela 7.** Analiza rezultata fizičko-hemijskih parametara vode rijeke Luščice, uzvodno i nizvodno od planirane trase auto-puta Banja Luka-Prijedor

Rb.	Parametar	Mjerna jedinica	Rijeka Luščica uzvodno					Rijeka Luščica nizvodno				
			Klasa vodotoka					Klasa vodotoka				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Temperatura	°C	–					–				
2.	pH	–	x					x				
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>			x					x		
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	x					x				
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	x					x				
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK <sub>5</sub>	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		x						x		
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>				x					x	
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	x					x				

**Tabela 8.** Analiza rezultata fizičko-hemijskih parametara vode iz korita Kozaračke rijeke, uzvodno i nizvodno od planirane trase auto-puta Banja Luka-Prijedor

Rb.	Parametri	Mjerna jedinica	Kozaračka rijeka uzvodno					Kozaračka rijeka nizvodno				
			Klasa vodotoka					Klasa vodotoka				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1.	Temperatura	°C	–					–				
2.	pH	–	x					x				
3.	Suspendovane čvrste materije	g/m <sup>3</sup>		x					x			
4.	Ukupni suvi ostatak	g/m <sup>3</sup>	x					x				
5.	Elektrolitička provodljivost	μS/cm	x					x				
6.	Biološka potrošnja kiseonika BPK5	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>		x					x			
7.	Hemijska potrošnja kiseonika	gO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>			x					x		
8.	Sadržaj željeza	mg/m <sup>3</sup>			x					x		
9.	Sadržaj kadmijuma	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
10.	Sadržaj cinka	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
11.	Sadržaj olova	mg/m <sup>3</sup>	x					x				
12.	Sadržaj masti i ulja	g/m <sup>3</sup>	x					x				

Uzorci vode iz korita Kozaračke rijeke i rijeke Lušćice uzeti su na lokacijama koje su najbliže planiranim gradilištima. Na osnovu dobijenih rezultata izvršena je kategorizacija vodotoka Kozaračke rijeke (Tabela 7) i rijeke Lušćice (Tabela 8), po analiziranim parametrima u skladu sa Uredbom (Sl. glasnik RS, br. 42/01). Dobijeni rezultati kvaliteta vodotoka Kozaračke rijeke i rijeke Lušćice pokazuju da se kvalitet vodotoka u odnosu na pojedinačne parametre kreće od prve pa čak do četvrte klase voda, pri čemu najveći broj parametara pripada prvoj klasi kvaliteta voda. Nulti monitoring potvrđen je Ekološkom dozvolom za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor.

U toku izvođenja građevinskih radova pri izgradnji auto-puta, i njegovim kasnijim korištenjem, može doći do privremenog i trajnog zagađivanja površinskih i podzemnih voda. Skidanje prirodnog pokrovnog sloja i stvaranje novih slivnih površina, kao i nasipanje građevinskog materijala, može dovesti do spiranja finih frakcija pod dejstvom padavina i замуćivanja voda površinskih tokova, a dreniranje kroz zemljište može ugroziti i kvalitet podzemnih voda. Zamućenje vode dovodi do smanjenja kiseonika rastvorenog u vodi što može nepovoljno uticati na ihtiofaunu pomenutih vodotoka. Građevinske mašine predstavljaju potencijalnu opasnost od prosipanja ili incidentnih izlivanja nafte i naftnih derivata, motornih ulja i sličnog otpada. Iz tih razloga neophodno je predvidjeti mjere zaštite pri rukovanju mašinskim uljima i mazivima, te naftnim derivatima, uz sprečavanje bilo kakvog ugrožavanja kvaliteta voda, kao i okolne flore i faune.

Nakon izgradnje auto-puta i puštanja u promet počinje emisija različitih zagađujućih materija koje dopijevaju u životnu sredinu. Teški metali (od korozije vozila i putne opreme), ugljovodonici (iz goriva i maziva), hranljive materije (uglavnom azot iz izduvnih gasova motora), čestice (iz podloge i izduvnih gasova), so za odmrzavanje i druge toksične supstance koje nastaju pri eksploataciji auto-puta mogu kontaminirati površinske i podzemne vode (Folkesson i sar., 2009). U zavisnosti od vrste polutanta, koncentracije, brzine asimilacije organizama i njegovog oblika (rastvorenog i u česticama), uticaji koji se stvaraju u vodenoj sredini mogu biti akutni ili kumulativni. Najveći rizik za vodenu životnu sredinu izazivaju



dugotrajne supstance akumulirane u sedimentima i živim bićima (teške metali i organski mikropolutanti) (Winkler, 2005). U tabeli 9 prikazane su prosječne koncentracije ovih zagađujućih materija u oticanju sa autoputeva.

**Tabela 9.** Prosječne koncentracije u oticanju sa puteva (godišnji prosječni dnevni saobraćaj > 10000 vozila/dan) (Winkler, 2005)

Ukupne suspendovane materije	HPK	Ukupni azot (N)	Ukupni fosfor (P)	Sadržaj kadmijuma (Cd)	Sadržaj bakra (Cu)	Sadržaj olova (Pb)	Sadržaj cinka (Zn)	Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH)
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
200	100	2	0,5	0,0015	0,1	0,03	0,5	0,003

Zagađujuće materije transportovane kišnicom slijevaju se u kanale duž puta, a onda se prazne u površinske vode preko kojih put prelazi. Uzimajući u obzir sve veći urbani razvoj, oticanje puteva postaje sve veći problem, jer predstavlja sve prisutniji oblik difuznog zagađenja. Operateri puteva odgovorni su da obezbijede da izgradnja i korišćenje puteva ne ugrožava kvalitet prirodnih voda (Folkeson i sar., 2009), niti druge elemente životne sredine.

## ZAKLJUČAK

Izgradnja puteva zahtijeva značajne radove na terenu, naročito ako planirani put presijecaju vodotoci koji se moraju premostiti. Izgradnja i eksploatacija auto-puta može imati značajan uticaj na kvalitet vodotoka, ali se adekvatnim mjerama može svesti na minimum. Prije izvođenja bilo kakvih građevinskih radova utvrđeno je nulto, odnosno polazno stanje kvaliteta voda postojećih vodotoka, što predstavlja osnov za njihov dalji monitoring i utvrđivanje eventualnih negativnih promjena izazvanih izgradnjom auto-puta. Dobijeni rezultati kvaliteta vodotoka Kozaračke rijeke i rijeke Lušćice pokazuju da se kvalitet vodotoka u odnosu na pojedine parametre kreće od prve pa čak do četvrte klase vodotoka. Kvalitet vodotoka tokom izgradnje mora se kontrolisati u cilju identifikacije mogućih uticaja izgradnje auto-puta na kvalitet površinskih vodotoka – da li izvođenje građevinskih radova dovodi do pogoršanja kvaliteta vode u površinskim vodotocima koji su u obuhvatu auto-puta.

## LITERATURA

- Dalmacija, B., Bečelić, M., Ivančev-Tumbas, I. i Teodorović, I. (2004). Voda – tipovi, legislativa i standardi. U Dalmacija, B. i Ivančev-Tumbas, I. (Ur.), *Analiza vode, kontrola kvaliteta, tumačenje rezultata* (str. 1–36). Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju.
- Doamekpor, L. K., Darko, R., Klake, R. K., Samlalo, V. B., Bobobee, L. H., Akpabli, C. K. i Nartey, V. K. (2015). Assessment of the contribution of road runoffs to surface water pollution in the New Juaben Municipality, Ghana. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 4 (1), 173–190. doi:10.4236/gep.2016.41018
- Elaborat o Prethodnoj procjeni uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor (2019). Banja Luka: Institut za građevinarstvo „IG“.

- EES, Environment Effect Statements (2013). *Western Highway Duplication*, Beaufort to Ararat, Section 2, Chapter 12, Surface Water, Preuzeto sa: [https://www.planning.vic.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0032/119777/WHDP-Section-2-EES-Ministers-Assessment\\_May-2013.pdf](https://www.planning.vic.gov.au/__data/assets/pdf_file/0032/119777/WHDP-Section-2-EES-Ministers-Assessment_May-2013.pdf)
- Folkesson, L., Bækken, T., Brenčić, M., Dawson, A., François, D., Kuřimská, P., Leitão, T., Ličbinský, R. i Vojtěšek, M. (2009). Sources and fate of water contaminants in roads. Sources and Fate of Water Contaminants in Roads. U: Dawson A. (Ur.) *Water in Road Structures*. Geotechnical, Geological and Earthquake Engineering, Vol 5. Springer, Dordrecht. doi:10.1007/978-1-4020-8562-8\_6
- Frantzis, P. C., Athanasopoulou, A. D. i Kollaros, G. A. (1997). Environmental impacts from the planning and construction of highway projects. U Marinos, Koukis, Tsiambaos & Stournaras (Ur.), *Engineering Geology and the Environment* (str. 2687–2692), Rotterdam: Balkema. Preuzeto sa: [https://www.researchgate.net/publication/293537667\\_Environmental\\_impacts\\_from\\_the\\_planning\\_and\\_construction\\_of\\_highway\\_projects](https://www.researchgate.net/publication/293537667_Environmental_impacts_from_the_planning_and_construction_of_highway_projects)
- Generalni projekat izgradnje auto-puta Banja Luka – Novi Grad (2016). Beograd: Saobraćajni institut „CIP“.
- Knežević, N., Cukut, S., Dunović, S. i Ivić-Rajaković, B. (2012). Očekivani uticaji na kvalitet površinskih voda tokom izgradnje i eksploatacije auto-puta E661, dionica Mahovljani – Gradiška. *Put i saobraćaj*, 1, 13–16.
- Knežević, D. i Knežević, N. (2015). Identifikacija uticaja izgradnje i eksploatacije auto-puta Banja Luka – Doboj na vodne resurse. *Put i Saobraćaj*, 2, 27–33.
- Knežević, N. i Pešević, D. (2020). Impact analysis of the Banja Luka – Doboj motorway construction on the quality of watercourses with a lower receiving capacity. *Archives for Technical Sciences*, 22 (1), 79–85. doi:10.7251/afts.2020.1222.0791K
- Mallick, R. B., Zaumanis, M. i Frank, R. (2015). Adaptation to Flooding and Mitigating Impacts of Road Construction – a Framework to Identify Practical Steps to Counter Climate Change. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 10 (4), 346–354. doi:10.3846/bjrbe.2015.44
- Pešević, D. i Knežević, N. (2017). Impact of the construction site of a part of the Banja Luka – Doboj motorway on the quality of water in the rivers Vrbas and Crkvena. *Archives for Technical Sciences*, 17, 99–106. doi: 10.7251/afts.2020.1222.0791K
- Risley, J. C. i Granato, G. E. (2014). *Assessing potential effects of highway runoff on receiving-water quality at selected sites in Oregon with the Stochastic Empirical Loading and Dilution Model (SELDL)* (Report No. 2014-5099). Reston, VA, USA: US Geological Survey, doi: 10.3133/sir20145099
- Studija uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Novigrad, (2016). Beograd: Saobraćajni institut „CIP“.
- Studija uticaja na životnu sredinu za projekat izgradnje auto-puta Banja Luka-Prijedor ukupne dužine 40,7 (2021). Banja Luka: Institut za građevinarstvo „IG“.
- Službeni glasnik Republike Srpske, br. 42. (2001). Uredba o klasifikaciji voda i kategorizaciji vodotoka.
- Službeni glasnik Republike Srpske, br. 50 (2006). Zakon o vodama.

Službeni glasnik Republike Srpske, br. 92 (2009). Zakon o izmjenama i dopuni Zakona o vodama

Službeni glasnik Republike Srpske, br. 121 (2012). Zakon o izmjenama i dopuni Zakona o vodama

Službeni glasnik Republike Srpske, br. 74 (2017). Zakon o izmjenama i dopuni Zakona o vodama

Winkler, M. (2005). The characterization of highway runoff water quality (Master rad). Graz: University of Graz. Preuzeto sa: [http://lampx.tugraz.at/~portal/Files/i2150/download/Diplomarbeiten/DA\\_Winkler.pdf](http://lampx.tugraz.at/~portal/Files/i2150/download/Diplomarbeiten/DA_Winkler.pdf)

Yannopoulos, S., Basbas, S. i Giannopoulou, I. (2013). Water bodies pollution due to highways stormwater runoff: Measures and legislative framework. *Global Nest Journal*, 15 (1), 85–92. Preuzeto sa: [https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/85-92\\_711\\_Yannopoulos\\_15-1.pdf](https://journal.gnest.org/sites/default/files/Journal%20Papers/85-92_711_Yannopoulos_15-1.pdf)

**Primljeno 08.11. 2021.**  
**Prihvaćeno 27. 12. 2021.**