



Stručni rad/Professional paper
Primljen/Received: 05. 11. 2019.
Prihvaćen/Accepted: 11. 12. 2019.

HIDRAULIČKA ANALIZA DIJELA VODOTOKA RIJEKE ŠUICE

Erina Dakić, mag. građ.

erinadakic@gmail.com

Mirna Raič, doc. dr. sc.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, mirna.raic@gf.sum.ba

Sažetak: Ovaj rad daje prikaz istraživanja urađenoga u sklopu izrade diplomskoga rada pod naslovom: „Hidraulička analiza dijela vodotoka rijeke Šuice“, koji je urađen i uspješno obranjen na Građevinskom fakultetu Sveučilišta u Mostaru 2019. godine. U radu su predstavljeni rezultati hidrauličke analize dijela vodotoka rijeke Šuice na dionici od mjesta ulijevanja rijeke Drine u rijeku Šuicu do planiranog gornjeg kompenzacijskog bazena. Promatrana dionica smještena je u ravničarskom dijelu Duvanjskog polja u kojem rijeka Šuica pravi plitke meandre u glinovitim naslagama. Programski softver koji je korišten i na osnovu kojeg su dobiveni rezultati je HEC-RAS. U cilju uklapanja u prirodno stanje vodotoka predviđeno je da se maksimalno sačuva izgled korita rijeke Šuice u mjeri u kojoj je to moguće, te je na većem dijelu dionice izveden minimalni zahvat regulacije korita. Analiza je provedena poštujući ekonomske i ekološke aspekte, granične uvjete zadane prostornim planovima, planovima infrastrukture, predviđenim režimom rada, te hidrološkim uvjetima.

Ključne riječi: hidraulička analiza, HEC-RAS, Šuica, CHE Vrilo, uređenje vodotoka

HYDRAULIC ANALYSIS OF PART OF THE ŠUICA RIVER WATERCOURSE

Abstract: This paper provides an overview of the research conducted as part of development of the graduation thesis entitled: "Hydraulic analysis of part of the Šuica River watercourse", which was completed and successfully defended at the Faculty of Civil Engineering, University of Mostar, in 2019. The paper presents results of the hydraulic analysis of the part of the Šuica River watercourse in the section from the confluence of the Drina River with the Šuica River to the planned upper balancing reservoir. The observed section is located in the low-lying part of Duvanjsko Polje, in which the Šuica River forms shallow meanders in clayey deposits. The software that is used and on the basis of which the results are obtained is HEC-RAS. For the purpose of integration with the natural state of the watercourse, it is planned to preserve the appearance of the Šuica riverbed to the maximum extent possible, so that a minimum river training work was carried out in most of the section. The analysis was conducted observing the economic and environmental aspects, boundary conditions given by the physical plans, infrastructure plans, the planned operation regime and hydrological conditions.

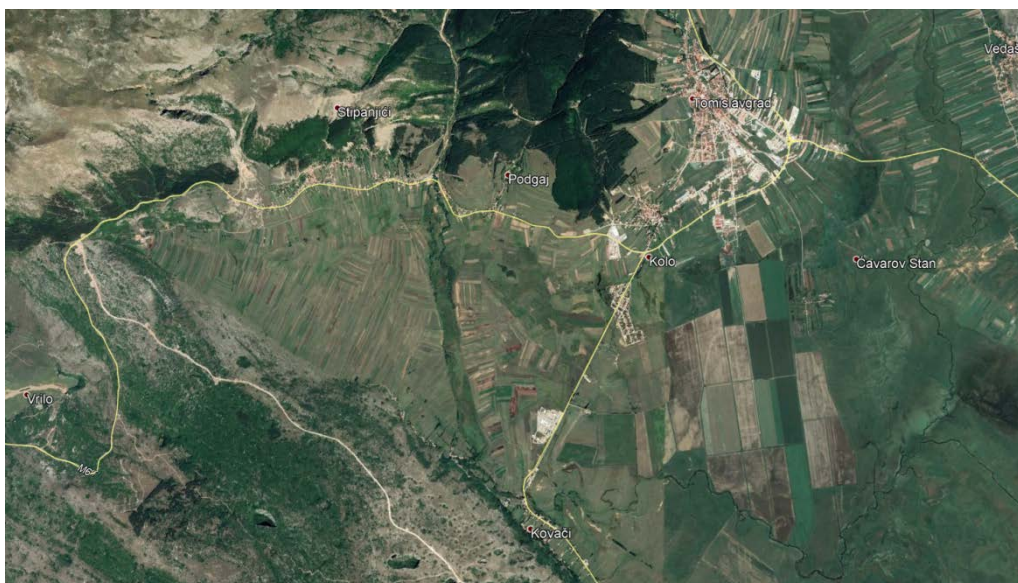
Key words: hydraulic analysis, HEC-RAS, Šuica, PSPP Vrilo, watercourse training



1. Uvod

Zadatak je izraditi hidrauličku analizu dijela vodotoka rijeke Šuice na dionici od planiranog gornjeg kompenzacijskog bazena CHE Vrilo do ušća rijeke Drine, a sve u cilju poboljšanja režima voda na Duvanjskom polju. Hidraulička analiza se uradila za regulirani vodotok na dionici dužine cca. 5700 m. Programski softver u kojem su provedeni proračun i analiza podataka je HEC-RAS.

Rijeka Šuica pripada slivu gornje Cetine, odnosno vodnom području Jadranskog mora. Na izvor u Šuici dolazi podzemnim putem iz Kupresa, a zatim ponire u Kovačima (ponor), te ponovno izvire u Prisoju (Vrilo) kao Ričina i puni jezero Buško blato (slika 1). [8]



Slika 1. Prikaz dijela vodotoka rijeke Šuice [9]

Ograničenja postavljena prije projektiranja uređenja dijela vodotoka rijeke Šuice su sljedeća:

- minimalna regulacija na glavni vodotok – minimalni zahvat je proveden na dionici dužine cca. 3400 m nizvodno od ušća rijeke Drine;
- osigurati područje od poplava za vrijeme trajanja velikih voda;
- osigurati dovoljne količine vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina za vrijeme malih i srednjih voda;
- zadržati postojeće uvjete tečenja i nakon izgradnje gornjeg kompenzacijskog bazena CHE Vrilo na kanalima koji se u prirodnim uvjetima ulijevaju u rijeku Šuicu;
- uređeni vodotok je potrebno zadržati unutar granica vodnoga dobra.

Pokos obale rijeke je stalan i mora se izvesti prema projektnoj dokumentaciji kojom se dokazuje stabilnost pokosa. Koherentno tlo iz iskopa, kakvo je na području analiziranog dijela vodotoka, može sadržavati veliku količinu vlage i organskih tvari, pa se iskopani materijal uglavnom koristi za ugradnju u nasipe [7].

Na osnovu geotehničkih istraživanja, koja su prethodila izradi projekta uređenja vodotoka, predviđen je nagib pokosa 1:3.

Hidraulička analiza dijela vodotoka provedena je za dva moguća slučaja nakon izgradnje CHE Vrilo, za nagib dna dionice 0.293 ‰. Promatran je utjecaj GKB na vodotok rijeke Šuice



do ušća Drine. Novonastali uvjeti u koritu rijeke Šuice pokazuju smanjenje površine plavljenja za vrijeme velikih voda od 80%. Dakle, zahvat bitno doprinosi obrani od poplava i poboljšava mogućnosti intenziviranja poljoprivredne proizvodnje na promatranom području.



Slika 2. Obala rijeke Šuice – postojeće stanje

2. Objekti CHE Vrilo

Crpna hidroelektrana Vrilo je dispozicijski smještena na prostoru općine Tomislavgrad i koristit će vodne potencijale sliva Gornje Cetine, točnije rijeke Šuice. Ova elektrana ponudit će novu dodatnu proizvodnju vršne energije i pridonijeti umanjenju zagađenja štetnim plinovima za ~230 000 t CO₂ godišnje. Pozitivni učinci su i doprinos obrani od poplava, te natapanje Duvanjskog polja za potrebe poljoprivredne proizvodnje. Energetsko postrojenje Vrilo koristit će bruto pad od cca. 155 m na dionici od Duvanjskog polja do Buškog jezera. Korištenje ovog potencijala predviđeno je crpnom, reverzibilnom hidroelektranom. CHE Vrilo uz korištenje vode rijeke Šuice, crpi vodu iz Buškog jezera u gornji bazen sustava kako bi se mogla koristiti u vrijeme kada nema dovoljno energije u sustavu [8].

2.1 Osnovne značajke CHE Vrilo

Planirana CHE Vrilo je hidroenergetski sustav koji se sastoji od:

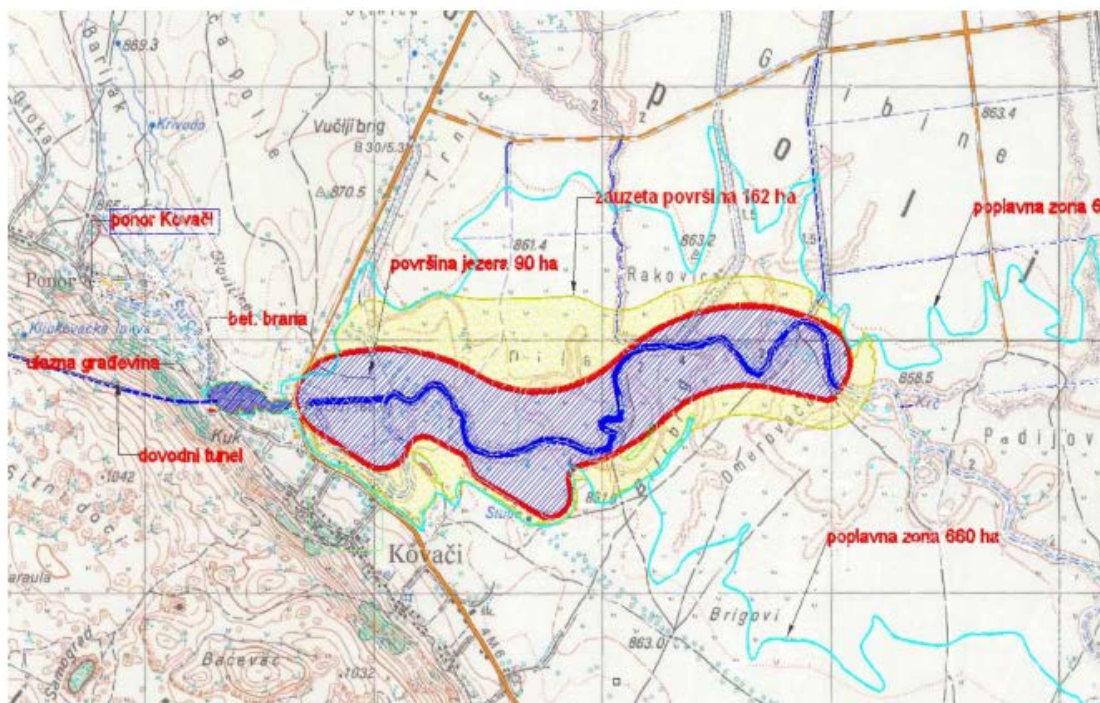
- Gornjeg kompenzacijskog bazena volumena 1,8 mil. m³ koji se ostvaruje izgradnjom betonske brane 400 m nizvodno od mosta.
- Ulazne građevine dovodnog tunela.
- Dovodnog tunela dužine 5207 m i promjera 4,6 m.
- Vodne i zasunske komore.
- Tlačnog cjevovoda dužine 450 m i promjera 3,8 m.
- Strojarnice s izlaznim tunelom i izlaznom građevinom, rasklopištem i platoom.
- Donjeg bazena volumena od 1,9 mil. m³ koji se ostvaruje izgradnjom nasute brane cca. 1,4 km nizvodno od strojarnice i betonske brane kod izvora Ričine [8].



Slika 3. Položaj planiranog zahvata CHE Vrilo [4]

2.1.1 Gornji kompenzacijski bazen CHE Vrilo

Područje planiranog zahvata izgradnje gornjeg bazena obuhvaća zaravnjeni dio Duvanjskog polja uz rijeku Šuicu. Nadmorska visina je od 858 - 862 m n. m. Glavnina volumena gornjeg bazena formira se duž korita Šuice uzvodno od mosta kojim cesta Posušje - Tomislavgrad prelazi tok Šuice. Dužina bazena iznosi cca. 2500 m, a širina bazena je cca. 300 m.



Slika 4. Lokacija gornjeg kompenzacijskog bazena CHE Vrilo [7]



Volumen bazena ostvaruje se iskopom u slabopropusnim glinovitim naslagama, tako da je dno bazena na koti minimalne radne vode 858 m n. m. Na mjestima gdje je korito presječeno, u dnu bazena se izvodi kanal kojim se održava kontinuitet u slučaju pražnjenja. Na sjevernom rubu bazena u bazen slobodno ulaze kanali melioracijske mreže i potok Studenac.

Brana kojom se ostvaruje gornji bazen smještena je cca 400 m nizvodno od mosta kojim cesta Posušje - Tomislavgrad prelazi tok Šuice, a 25 m nizvodno od ulazne građevine. Brana je gravitacijska betonska, dužine u kruni 110 m [5].

3. Hidraulička analiza vodotoka

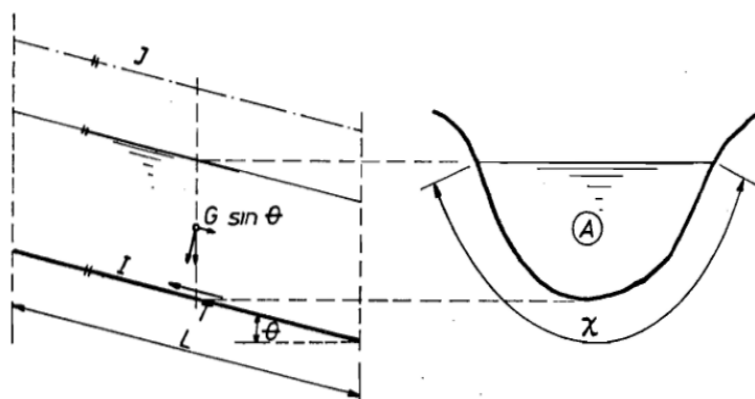
Tečenje u otvorenim koritima predstavlja tečenje u prirodnim vodotocima, strujanje u kanalima za navodnjavanje i odvodnju, kanalizacijskim sustavima itd. Tečenje u otvorenom koritu je okarakterizirano slobodnom površinom na kojoj vlada atmosferski tlak.

Obzirom na oblik vodnog lica tečenje se dijeli na jednoliko i nejednoliko. Obzirom na promjenu parametara u vremenu razlikuje se ustaljeno i neustaljeno tečenje s postupnim promjenama, te neustaljeno tečenja s naglim promjenama.

Kod ustaljenog tečenja parametri toka se ne mijenjaju tijekom vremena. Ustaljeno tečenje može biti jednoliko ili nejednoliko. Jednoliko tečenje podrazumijeva tečenje koje duž cijelog svog toka ima jednake karakteristike i javlja se samo u prizmatičnim kanalima.

Neustaljenost tečenja se javlja uslijed djelovanja vanjskih faktora, a po intenzitetu njihovog djelovanja razlikujemo neustaljene pojave s naglim promjenama i neustaljene pojave s blagim promjenama. Primjer naglih promjena je rušenje brane, naglo zaustavljanje ili povećavanje protoka uslijed rada hidroelektrane, itd. Primjer neustaljenog tečenja s blagim promjenama je propagacija vodnog vala u vodotoku. Iako je u većini slučajeva tečenje u otvorenom koritu trodimenzionalno (brzina toka ima tri komponente), za rješavanje problema u praksi koristi se jednodimenzionalna analiza. To znači da se usvaja srednja brzina po presjeku, da su strujnice kvaziparalelne i da je raspored tlakova po vertikali hidrostatski [2].

3.1 Uvod – hidraulika otvorenih tokova



Slika 5. Jednoliko tečenje u otvorenom koritu [3]

$$R = \frac{A}{\chi} - \text{hidraulički radijus} \quad (1)$$

Chezyeva pretpostavka: trenje je proporcionalno kvadratu brzine.

$$\tau = K \cdot v^2. \quad (2)$$



$$T = \tau \cdot \chi \cdot L = K \cdot v^2 \cdot \chi \cdot L. \quad (3)$$

Kako bi tok bio jednolik, mora biti $\Sigma F=0$ (tj. $v=\text{const.}$), odnosno:

$$T = G \cdot \sin\theta \approx G \cdot \text{tg}\theta = G \cdot I. \quad (4)$$

$$K \cdot v^2 \cdot \chi \cdot L = \gamma \cdot A \cdot L \cdot I \rightarrow v = \sqrt{\frac{\gamma \cdot A}{K \cdot \chi} \cdot I}; \sqrt{\frac{\gamma}{K}} = C; \frac{A}{\chi} = R; v = C \cdot \sqrt{R \cdot I}, \quad (5)$$

C - Chezyev koeficijent trenja

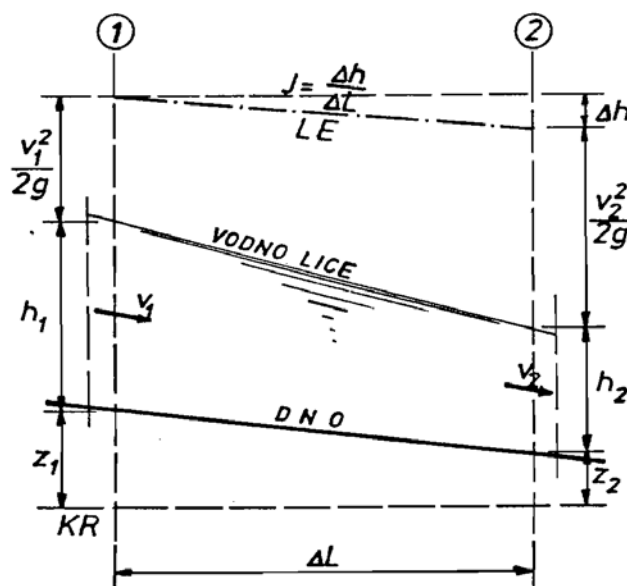
U hidrotehnici je praktično prihvaćena Manningova formula:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}, \text{ odnosno: } Q = \frac{1}{n} A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}, \quad (6)$$

n - Manningov koeficijent trenja.

Tablica1. Vrijednosti Manningovog koeficijenta za različite vrste obloge [1]

Kategorija	Vrste obloge	n [s/m ^{1/3}]
I	Osobito glatke površine (emajlirane ili glazirane)	0.009
II	Vrlo brižno oblanjane daske, čista cementna žbuka	0.010
III	Najbolja cementna žbuka (1/3pijeska), čiste nove cijevi, dobro oblanjane daske	0.011
IV	Neoblanjane daske, vodovodne cijevi u normalnim okolnostima, vrlo čiste cijevi za otpadnu vodu i vrlo dobar beton	0.012
V	Dobro obrađena drvena obloga, obloga od opeke, ponešto nečiste cijevi za vodu	0.013
VI	Zaprljane cijevi, betonirani kanali u srednjim okolnostima	0.014
VII	Srednje dobra obloga od opeke, dovoljno zaprljane cijevi za odvod otpadne vode, tarac od klesanog kamena	0.015
VIII	Dobar tarac od lomljenog kamena, stara obloga od opeke, relativno grub teren	0.017
IX	Kanal pokriven debelim slojem mulja u zbijenom sitnom šljunku	0.018
X	Srednje dobar tarac od lomljenog kamena, tarac od oblutaka, kanali usječeni u kamenu, u lesu, prekriveni tankim slojem mulja	0.02
XI	Kanali u zbijenoj glini, u lesu, šljunku i zemlji, veliki zemljani kanali u dobrom stanju	0.0225
XII	Dobra suha obloga, veliki i mali dobrodržavani zemljani kanali, rijeke u dobrim uvjetima (slobodan tok bez urušavanja i vododerina)	0.025
XIII	Veliki zemljani kanali u nešto lošijem stanju i mali kanali u dobrom stanju	0.0275
XIV	Zemljani kanali u slabom stanju, prilično zarasli, rijeke u dobrim okolnostima tečenja	0.03
XV	Kanali u vrlo lošim okolnostima (s nepravilnim profilima, prilično zatrpani vodenom travom i kamenom), rijeke u relativno dobrom stanju ali s kamenom i šaši	0.035
XVI	Kanali u vrlo lošem stanju (sa znatnim odronjavanjima obala, zarasli šašem), rijeke s pogoršanim okolnostima tečenja	0.04 i više



Slika 6. Tečenje u otvorenom koritu – energijska jednadžba [3]

U koritu je važno uspostaviti odnose poštivajući zakon održanja energije, odnosno konstantnost potencijalne i kinetičke energije. Bernoullijeva jednadžba za realnu tekućinu ima sljedeći oblik:

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} + \Delta H, \quad (7)$$

z - geodetska visina, tj. visina težišta poprečnog presjeka u odnosu na usporednu ravninu [m],

$\frac{p}{\rho g}$ – piezometarska/tlačna visina, tj. visina piezometarskog tlaka koju pokazuje visina stupca tekućine u piezometarskoj cijevi [m],

$\frac{v^2}{2g}$ - brzinska visina [m],

ΔH - dio specifične energije utrošen na svladavanje hidrodinamičkog otpora [m],

α - Coriolisov koeficijent, tj. koeficijent kinetičke energije određen iz uvjeta da su brzine jednake u svim točkama.

3.2 Numerički model HEC-RAS

HEC-RAS je računalni program pomoću kojeg se vrši hidrauličko modeliranje riječnih tokova i drugih kanala, modeliranje protoka vode kroz sustave otvorenih kanala i izračunavanje profila vodene površine. HEC RAS pronalazi primjenu i u osiguranju od poplava, te u studijama za procjenu i upravljanje rizicima od poplava. Program je razvio inženjerski korpus Sjedinjenih Američkih Država kako bi se upravljalo lukama, rijekama i drugim javnim vodnim dobrima pod njihovom nadležnošću [10].

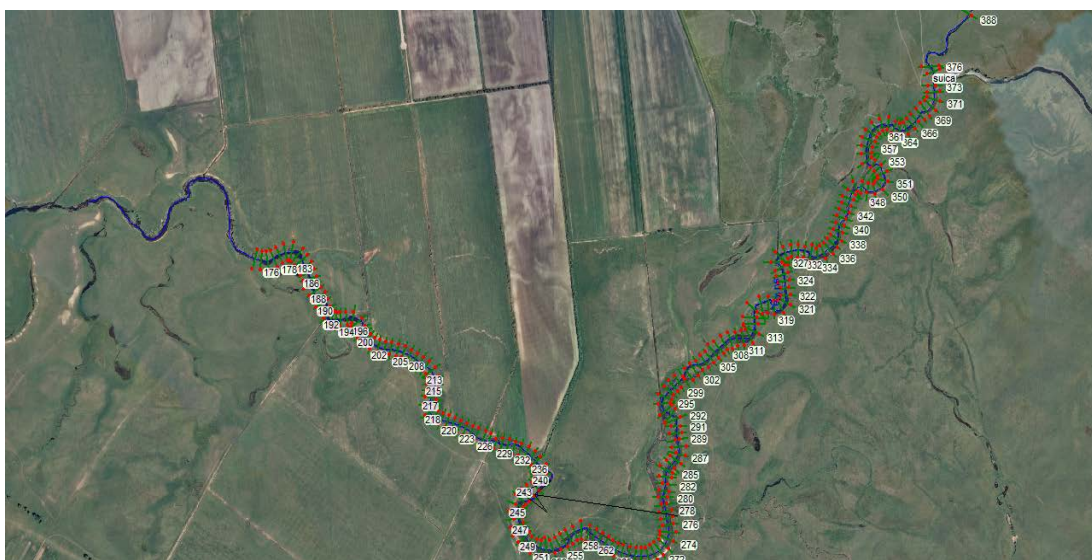
Softver je programiran tako da provodi jednodimenzionalni hidraulički proračun za mrežu prirodnih i reguliranih riječnih korita i omogućava četiri analize:

- simulacija ravnomjernog tečenja,
- simulacija neravnomjernog tečenja,
- proračun pronosa nanosa,
- određivanje kvaliteta vode.



Koristi se za proračun ustaljenog ili neustaljenog tečenja u mreži otvorenih tokova nepravilne geometrije, s različitim vanjskim i unutarnjim rubnim uvjetima. Računa se tečenje u mirnom, prijelaznom ili burnom režimu. Proračun se zasniva na rješavanju linijske energijske jednadžbe u kojoj se gubici energije obuhvaćaju kroz gubitke na trenje (preko Manningovog koeficijenta hrapavosti) i lokalne gubitke zbog sužavanja/širenja toka (preko koeficijenta lokalnog gubitka energije) [10].

Početni korak pri hidrauličkom proračunu je unošenje geometrije vodotoka rijeke (slika 7). Za definiranje poprečnog presjeka potrebno je unijeti koordinate karakterističnih točaka, podatke o Manningovom koeficijentu hrapavosti, udaljenosti u odnosu na prvi nizvodni presjek, položaj točaka kojima je ograničeno glavno korito, podatke o koeficijentima lokalnih gubitaka.



Slika 7. Orthophoto prikaz sheme vodotoka – HEC-RAS

Cross Section Data - Situacija_CHE

Exit Edit Options Plot Help

River: suica Apply Data

Reach: suica River Sta.: 228

Description: GB 228

Del Row	Ins Row	Downstream Reach Lengths		
Cross Section Coordinates		LOB	Channel	ROB
Station	Elevation			
1	0	25.58	24.93	24.36
2	1.58			
3	4.28			
4	5.68			
5	10.68			
6	12.78			
7	17.89			
8	23.88			
9	31.14			
10	38.9			
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				

Manning's n Values		
LOB	Channel	ROB
0.025	0.025	0.025

Main Channel Bank Stations	
Left Bank	Right Bank
5.68	31.14

Cont\Exp Coefficient (Steady Flow)	
Contraction	Expansion
0.1	0.3

Slika 8. Prikaz ulaznih podataka za modeliranje u softveru HEC-RAS



4. Rezultati hidrauličke analize

Hidraulički proračun u programu HEC-RAS se odvija na dionici za koju je pretpostavljeno ustaljeno nejednoliko tečenje. Temeljem podataka iz geodetskih snimanja na terenu formirano je regulirano korito rijeke Šuice kao i odgovarajući regulirani poprečni profili vodotoka koji su uneseni u HEC-RAS. Unesena dionica je dužine cca. 6 km, a uneseno je 200 poprečnih profila. Analiza je provedena za 2 varijante:

- I. varijanta: kota gornjeg kompenzacijskog bazena CHE Vrilo je 860 m n. m. (scenarij PF1 u softveru),
- II. varijanta: kota gornjeg kompenzacijskog bazena CHE Vrilo je 859 m n. m. (scenarij PF2 u softveru).

Proračun je urađen za mjerodavni protok duž dionice od $Q = 8.20 \text{ m}^3/\text{s}$ i za rubne uvjete: uzdužni pad dna korita od 0.293 ‰ i poznati vodostaj.

Nakon unosa podataka o geometriji, protoku i rubnim uvjetima izvršena je hidraulička analiza u ustaljenim uvjetima tečenja rijeke Šuice pomoću softvera HEC-RAS.

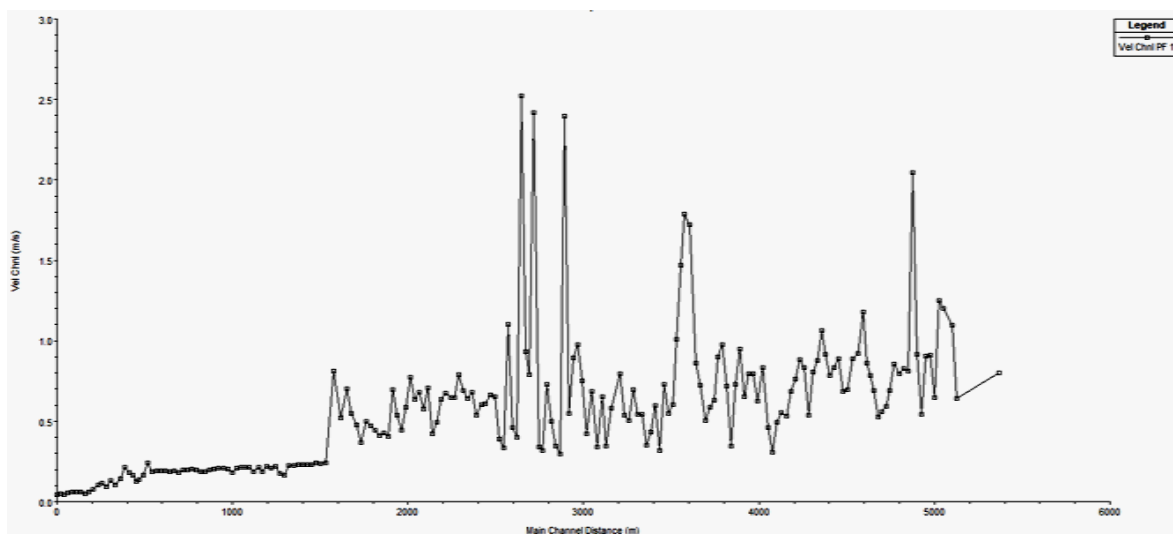
4.1 Varijanta I

Pri hidrauličkoj analizi varijante I, usvojen je srednji protok rijeke Šuice od $Q = 8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, a kao rubni uvjet zadana je kota GKB CHE Vrilo od 860 m n. m.

Vodostaj u GKB ima utjecaj do profila GB 279. Akumulacija snižava apsolutnu kotu razine vodnog lica, pa je apsolutna kota razine vode u vodotoku na poprečnim profilima pri ulazu u bazen jednaka 860 m n. m, a dalje se povećava kako se smanjuje utjecaj akumulacije na vodotok (tablica 2).

Tablica 2. Vodostaj u reguliranom koritu (varijanta I)

Poprečni profil	Vodostaj (varijanta I) [m n. m.]
GB 175	860.00
GB 183	860.00
GB 199	860.00
GB 205	860.00
GB 228	860.00
GB 236	860.00
GB 241	860.04
GB 264	860.09
GB 288	860.76
GB 318	861.29
GB 367	862.15
GB 373	862.26



Slika 9. Prikaz rasporeda brzina tečenja duž razmatrane dionice vodotoka – PF 1

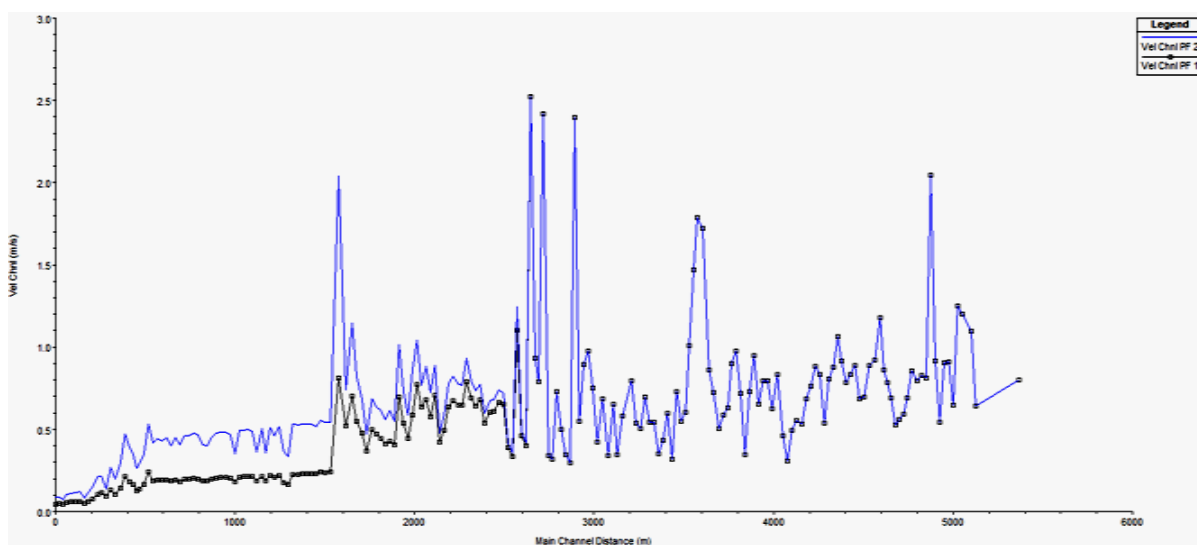
4.2 Varijanta II

Pri hidrauličkoj analizi varijante II, usvojen je srednji protok rijeke Šuice od $Q = 8.2 \text{ m}^3/\text{s}$, a kao rubni uvjet zadana je kota GKB CHE Vrilo od 859 m n. m.

Kod ove varijante proračuna, apsolutna kota razine vodnog lica je snižena za 1 m, što rezultira povećanjem brzina na dionici na kojoj akumulacija ima utjecaj na vodotok.

Tablica 3. Vodostaj u reguliranom koritu (varijanta II)

Poprečni profil	Vodostaj (varijanta II) [m n. m.]
GB 175	590.00
GB 183	859.00
GB 199	859.00
GB 205	859.05
GB 228	859.15
GB 236	859.20
GB 241	859.73
GB 264	860.06
GB 288	860.76
GB 318	861.29
GB 367	862.15
GB 373	862.26



Slika 10. Prikaz rasporeda brzina tečenja duž razmatrane dionice vodotoka – PF 2

Točke koje odgovaraju mjestima s najvećim brzinama (slika 10.) predstavljaju poprečne profile rijeke Šuice u kojima se razvijaju velike brzine radi suženja poprečnog presjeka korita rijeke.

Slika 10. jasno predstavlja situaciju povećanja brzina pri smanjenju razine vodostaja na dionici gdje kota vode iz gornjeg kompenzacijskog bazena utječe na vodotok rijeke Šuice. Na mjestu gdje utjecaj prestaje, brzine se izjednačavaju.

Gornji kompenzacijski bazen će imati izravan i najveći utjecaj na poprečne profile od GB 174 do GB 279 za oba slučaja – obje varijante (PF 1 i PF 2).

Vrijednosti Froudeovog broja na analiziranoj dionici nakon regulacije vodotoka su manje od 1, dakle režim tečenja u reguliranom vodotoku je miran, što se vidi i u tabelarnom ispisu rezultata.

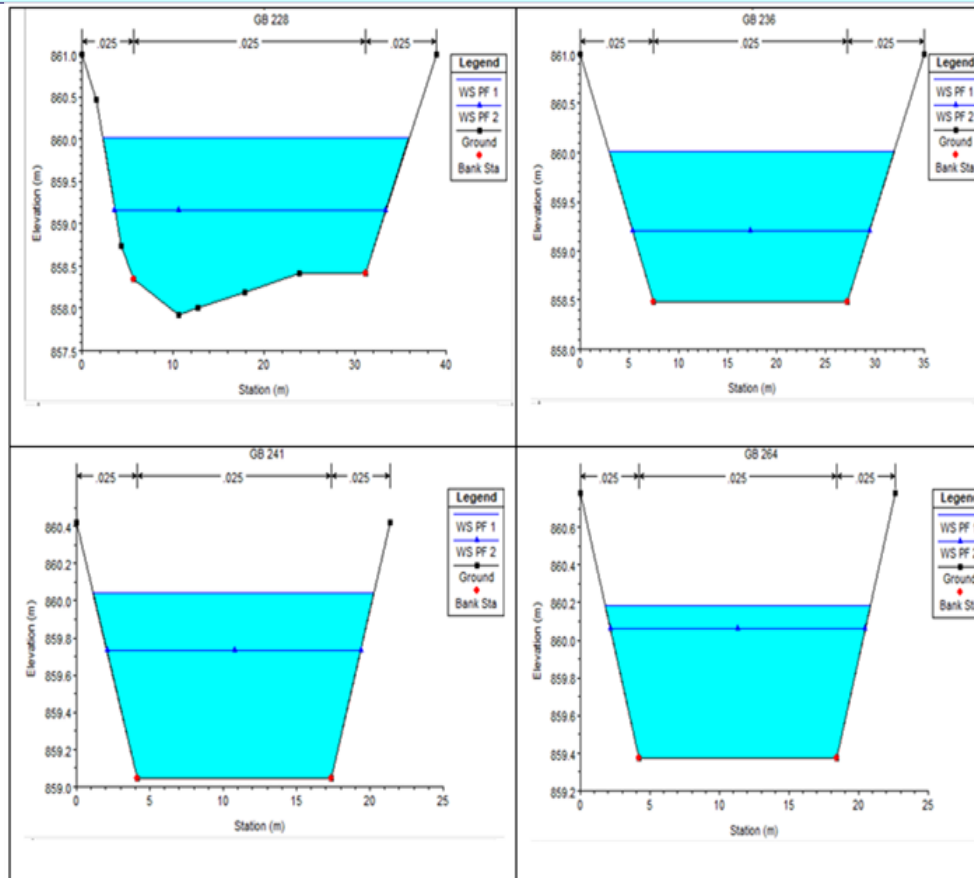
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
suica	388	PF 1	8.20	0.80	0.25
suica	388	PF 2	8.20	0.80	0.25
suica	376	PF 1	8.20	0.64	0.23
suica	376	PF 2	8.20	0.64	0.23
suica	375	PF 1	8.20	1.10	0.41
suica	375	PF 2	8.20	1.10	0.41
suica	373	PF 1	8.20	1.20	0.46
suica	373	PF 2	8.20	1.20	0.46
suica	372	PF 1	8.20	1.25	0.50
suica	372	PF 2	8.20	1.25	0.50
suica	371	PF 1	8.20	0.65	0.21
suica	371	PF 2	8.20	0.65	0.21
suica	370	PF 1	8.20	0.91	0.36
suica	370	PF 2	8.20	0.91	0.36
suica	369	PF 1	8.20	0.91	0.36
suica	369	PF 2	8.20	0.91	0.36
suica	368	PF 1	8.20	0.54	0.14
suica	368	PF 2	8.20	0.54	0.14
suica	367	PF 1	8.20	0.91	0.26
suica	367	PF 2	8.20	0.91	0.26

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
suica	318	PF 1	8.20	0.73	0.24
suica	318	PF 2	8.20	0.73	0.24
suica	317	PF 1	8.20	0.86	0.29
suica	317	PF 2	8.20	0.86	0.29
suica	316	PF 1	8.20	1.72	0.65
suica	316	PF 2	8.20	1.72	0.65

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
suica	288	PF 1	8.20	0.29	0.07
suica	288	PF 2	8.20	0.29	0.07
suica	287	PF 1	8.20	0.35	0.09
suica	287	PF 2	8.20	0.35	0.09

Slika 11. Prikaz dijela skupnih rezultata hidrauličke analize za obje varijante proračuna: PF 1 i PF 2

Na slici 12 dan je usporedni prikaz iz HEC-RAS-a razina vode za obje varijante proračuna na proizvoljno odabranim poprečnim presjecima korita.



Slika 12. Prikaz vodostaja na poprečnim profilima GB 228, GB 236, GB 241 i GB 264

5. Zaključak

Režim prirodnog vodotoka je dinamičan i kompleksan. Obuhvaća sve promjene koje nastaju tijekom vremena uzrokovane oborinama, evapotranspiracijom, promjenom temperatura, vegetacijom, zasićenošću zemljišta vlagom, geološkim, pedološkim i drugim karakteristikama sliva.

Riječni vodotok u mnogočemu olakšava/otežava život čovjeka i doprinosi društvenom i ekonomskom aspektu okolnih naselja. Zbog toga se uređenju vodotoka pristupa racionalno, savjesno i u skladu s prirodnim zakonitostima toka rijeke. Ciljevi su jasni: zaštita od poplava, maksimalno iskorištenje vodnog dobra za potrebe vodoopskrbe, hidroenergetike, rekreacije, sprječavanje erozije ili urušavanja obala, zaštita i unapređenje životne sredine itd.

Glavna obilježja promatranog sliva rijeke Šuice su duga i sušna ljeta u kojima vodni tokovi presušuju, te plavljenje velikih površina polja za vrijeme velikih voda. Razlog tome jesu mali kapaciteti prirodnog otjecanja koji upućuju na potrebu za regulacijom režima tečenja u slivu.

Planirani zahvati na objektu CHE Vrilo neće ugroziti život i rad stanovništva niti onečistiti prirodne resurse, već će potaknuti naseljavanje i zapošljavanje na tom području. Izgradnjom akumulacija CHE Vrilo predviđa se unapređenje vodoopskrbnih sustava i mogućnosti navodnjavanja što bitno doprinosi razvoju poljoprivrednog sektora.

Analiza novonastalih uvjeta u koritu rijeke Šuice nakon regulacije vodotoka pokazuje da se povećanjem kapaciteta za evakuaciju velikih voda bitno umanjuje učestalost i površina plavljenja Duvanjskog polja (u visinskom smislu i do 4 m, odnosno oko 80% površine plavljenja), te smanjuje zadržavanje vode u prirodnim depresijama.



Korištenje numeričkog modela HEC-RAS se pokazalo opravdanim u hidrauličkoj analizi dijela vodotoka rijeke Šuice.

Preporuka za buduća istraživanja je uspostaviti kontinuiran monitoring vodostaja i količina površinskih i podzemnih voda Duvanjskog polja iz razloga formiranja baze podataka koja bi poslužila za verifikaciju rezultata numeričkih modela, kao i točnost rezultata budućih hidrauličkih analiza.

6. Literatura

1. Gjetvaj, G.: *Praktikum iz hidraulike: postupno promjenjivo tečenje u otvorenom koritu (numerički model)*, (str. 1-14), Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2012.
2. Gjetvaj, G.: *Rukopis predavanja iz predmeta Hidraulika: tečenje u otvorenim koritima*, Zagreb, 2006.
3. Kupusović, T.: *Predavanja iz Hidraulike*, Sarajevo, 1984.
4. Marasović, M., Barišić, M.: *CHE Vrilo- Idejni projekt, Izbor veličine izgradnje*, Knjiga G2-K52.00.01-G02.0, Elektroprojekt d.d., Zagreb, 2010.
5. Marasović, M., Orlović, D., Staničić, L., Pavlin, Ž., Sever, Z.: *CHE Vrilo- Idejni projekt, tekst*, Knjiga Y2-K52-00.01-G03.1, Elektroprojekt d.d., Zagreb, 2010.
6. Mladenović, B. M.: *Uređenje vodotoka*, Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi, Beograd, 2018.
7. Pavlin, Ž., Šelemba, I., Sever, Z., Marasović, M.: *CHE Vrilo- Idejni projekt, nacrti*, Knjiga Y2-K52-00.01-G03.2, Elektroprojekt d.d., Zagreb, Sarajevo, 2010.
8. Puljić, B., Dragoje, E., Prlić, Š. M., Laganin, M., Mandić, D., Škobić, D., Koštroman, S. S., Mišetić, S., Marasović, M., Kereković, A., Kerovec, M., Štefanac, S.: *Studija o utjecaju na okoliš za CHE Vrilo*, Ecoplan d.o.o Mostar, Elektroprojekt d.d. Zagreb, 2010.
9. www.google.com/maps.
10. www.hec.usace.army.mil.
11. Dakić, E.: *Hidraulička analiza dijela vodotoka rijeke Šuice*, diplomski rad, Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru, Mostar, 2019.