



HIDRAULIČKO HIDROLOŠKA ANALIZA UTICAJA MOSTOVA NA VELIKE VODE NA PRIMERU NOVOG MOSTA NA RECI TISI

HYDRAULIC HYDROLOGICAL ANALYSIS OF THE IMPACT OF BRIDGES ON LARGE WATERS WITH THE EXAMPLE OF THE NEW BRIDGE ON THE TISA RIVER

Milica Šljivar, Slobodan Kolaković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO, HIDROTEHNIKA

Kratak sadržaj – Zadatak rada bio je modeliranje hidrauličkih uticaja novog mosta koji će se nalaziti na reci Tisi, u okviru novoplaniranog autoputa Beograd-Zrenjanin-Novu Sad. Samo modeliranje rađeno je u softverskom paketu HEC RAS. Vršena je simulacija poplavnog talasa iz 2006. godine kako bi se dobili rezultati koji pokazuju mogući uspor koji može nastati usled izgradnje mosta. Proračun je rađen za ustaljeno i neustaljeno tečenje reke Tise.

Ključne reči: reka Tisa, HEC RAS, poplavni talas

Abstract – The task of the paper was to model hydraulic impact of the new bridge that will be located on the Tisa River, within the newly planned highway Belgrade-Zrenjanin-Novu Sad. The modeling itself was done in the HEC RAS software package. A simulation of the flood wave from 2006 was carried out in order to obtain results that show the possible delay that may occur due to the construction of the bridge. The calculation was made for steady and unstable flow of the Tisa River.

Keywords: Tisa River, HEC RAS, flood wave

1. UVOD

Prema Idejnom projektu planirana je izgradnja novog autoputa Beograd-Zrenjanin-Novu Sad na kome će se nalaziti i most preko reke Tise na stacionaži 33+538 km. Potrebno je ispuniti odgovarajuće propise od strane sektora za prostorno planiranje i urbanizam, ali isto tako zadovoljiti i hidrauličko-hidrotehničke probleme koji se javljaju u rečnom koritu prilikom izgradnje mosta. Sam problem predstavlja uspor koji se javlja nakon izgradnje mosta, ali isto tako i povećanje brzina oko mostovskih stubova, kao i sama erozija. Navedeni problemi će se raditi u softverskom paketu HEC RAS, koji će dati precizne rezultate o usporu nakon izgradnje mosta, usled ustaljenog i neustaljenog tečenja.

2. OPIS PROBLEMA UKRŠTANJA VODOTOKA I SAOBRAĆAJNICA

2.1. Hidraulička analiza uticaja na velike vode

Mostovi predstavljaju građevine koje su napravljene radi premošćavanja prirodnih ili veštačkih prepreka, kao što su

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio doc. dr Slobodan Kolaković.

vodotokovi, doline, pruge ili putevi. Svrha mosta je da omogući prelaz ljudima i vozilima preko određene prepreke. Hidrotehnička problematika mostova pre svega govori o usporu koji mostovsko suženje izaziva na uzvodnoj deonici vodotoka i o eroziji koja se javlja na celom potezu suženja kao i lokalno u neposrednoj okolini stubova.

Uspor koji nastaje suženjem poprečnog preseka toka u profilu mosta, u nekim slučajevima može izazvati značajno plavljenje područja uzvodno od mosta, što je često bitan činilac u ekonomskim analizama. Zato je važno ispravno proceniti vrednost uspora i, po potrebi, predvideti mere da se uspor smanji.

Erozija u mostovskom suženju nastaje zbog povećane brzine vode u odnosu na poremećenu oblast strujanja ispred suženja. Sa brzinom se povećava i vučna sila (erozijska sposobnost) toka, pa nastaje produbljivanje korita do nivoa koja omogućava da se ponovo uspostavi narušena ravnoteža između vučne sile toka i stabilizujućeg dejstva sile težine nanosa.

Neposredno uz konturu stuba i obalskog oslonca dolazi do lokalnog povećanja brzina i stvaranja vrtloga, čime se dodatno povećava i erozija dolazi do lokalne erozije, uz podlokavanje stubova i oslonaca.

Procena erozije u suženju (prosečne erozije) i erozije oko stubova i oslonaca (lokalne erozije), omogućava da se ispravno odredi položaj kote temelja stubova (oslonaca) i/ili da se predvide mere za smanjenje erozije [1].

3. HIDROLOŠKO HIDRAULIČKA ANALIZA UTICAJA MOSTA NA VELIKE VODE

3.1. Hidrotehničke karakteristike vodotoka Tise

Najveće promene koje se danas mogu primetiti na reci Tisi su nastale u inundacijama sa malim padovima u ravničarskim delovima. Do promene Manningovog koeficijenta rapavosti došlo je pokrivanjem šumama inundacije, što ima za cilj smanjenje propusne moći tokom velikih voda.

Pokretanje nanosa reke Tise prostire se na čitavo plavno područje, međutim nakon izvršenih regulacionih radova sve se dešava između nasipa u značajno većoj koncentraciji. Trenutno pronos nanosa reke Tise se menja od sektora do sektora.

Erozijska moć reke proporcionalna je brzini vode i pada vodnog ogleđala.

Rečne pregrade na Tisi malo su izmenile proces pronosa nanosa. Na srednjem delu reke Tise pronos suspendovanog nanosa je relativno izbalansiran.

3.2. Vodni režim reke Tise

Reka Tisa sa slivnom površinom od 157.200 km² smatra se jednom od najvažnijih pritoka reke Dunav.

Reka Tisa smatra se jednom od najpromenljivijih reka u ovom regionu, njena karakteristika su vrlo česte i ponekad ekstremne poplave, ali i pojava dugotrajnih perioda sa niskim vodostajima. Karakteristike reke potiču od oblika površine sliva, odnosno između dotoka vode od pritoka i glavnog toka, malih padova na dugačkim deonicama toka u ravničarskom delu, od ekstremnih klimatskih uslova tokom godine i konačno, od regulacionih radova u glavnom major koritu.

Regulacioni radovi mogu se videti duž celog toka reke Tise.

Proticajni uslovi za poplavni talas menjaju se celom dužinom toka. Reka Tisa praktično celim tokom od izvorišta do ušća teče između nasipa za odbranu od velikih voda.

Tri pregrade (brane) koje su izgrađene u koritu u poslednjih pedeset godina, dve brane u gornjem toku reke i jedna u Srbiji kod Bečeja, promenile su uslove oticanja pri niskim i srednjim vodostajima, pri velikim vodama (poplave) otvaraju se sva prelivna polja na njima tako da je uspor od ovih pregrada zanemarljiv.

Na slivnom području reke Tise, poplavni talasi se uglavno pojavljuju tokom proleća tj. U martu i aprilu. Tako da će se i u daljem izlaganju govoriti o poplavnom talasu iz 2006. godine, koji je bio krajem marta, pa sve do maja meseca.

Što se same pojave leda tiče na reci Tisi treba se napomenuti da se pojavljuje relativno rano i može dugo da traje.

3.3. Poplavni talas na Tisi

Za izradu master rada, bio je potrebno odrediti i proračun proticaja reke Tise usled poplavnog talasa koji se dogodio 2006. godine. Svi potrebni podaci za ovaj proračun dobijeni su iz RHMZ-a, koji će u daljem nastavku biti prikazani.

Do poplavnog talasa 2006. godine došlo je usled obimnih padavina koje su se desile u Mađarskoj. Velika količina padavina pala je u decembru i martu, kada je izmerena količina 1,5-2 puta veća od prosečne.

Analizirajući poplave kroz istoriju na Tisi može se zaključiti da su maksimumi u donjem delu reke Tise manji od merodavnih. Ovo se može tumačiti sa tim da je u donjem i srednjem delu došlo do znatnih promena u vegetacionom pokrivaču u inundacionom prostoru (povećanje rapavosti) a što koči i rasplinjava poplavni talas u tom delu.

Na osnovu dobijenih geodetskih podloga, hidrološko hidrauličkih podataka o reci Tisi, podacima o vodnom stanju same reke, kao i iznetim podacima o poplavnom talasu koji su dobijeni iz RHMZ-a odrađen je proračun u softverskom programu HEC RAS.

4. KRATAK PREGLED SOFTVERSKOG PAKETA HEC RAS

Softverski paket razvijen je 1995. godine od strane korporacije za hidraulička istraživanja U.S Army Corps of Engineers.

Programska aplikacija HEC RAS predstavlja integrisani softver za modeliranje linijskog tečenja u otvorenim tokovima. Konstantno dopunjavani i poboljšavani tokom godina, HEC RAS danas predstavlja robusnu programsku aplikaciju sa mogućnošću modeliranja: ustaljenog i neustaljenog tečenja u otvorenim tokovima proizvoljne geometrije, zatim proračuna pronosa nanosnih sedimenata i deformacije rečnog korita kao posledice kretanja tog nanosa, kao i rešavanje linijskog transporta potencijalnih zagađenja.

Pored toga, sposobnost aplikacije da veoma jednostavno modelira veliki broj lokalnih objekata kao što su mostovi, lokalna suženja i proširenja, brane, itd. Može i da veoma kvalitetno vizuelno i numerički prikaže i isprati svaki zahtev modeliranog slučaja, HEC RAS definiše kao sveobuhvatni numerički softver koji može kvalitetno da odgovori na najzahtevnije hidrauličke uslove nametnute od strane prirodnih vodotoka.

Kao takav programski paket HEC RAS je danas u velikoj meri zastupljen u inženjerskoj praksi kao osnovni alat za rešavanje i analizu velikog spektra hidrauličkih problema, pa zbog toga i zauzima vodeće mesto među programima za jednodimenzionalno numeričko modeliranje strujanja u otvorenim tokovima [2].

5. HIDRAULIČKA ANALIZA USTALJENOG TEČENJA

5.1. Formiranje hidrauličkog modela reke Tise za ustaljeno tečenje

Ukoliko posmatramo određene veličine, dubinu, brzinu, protok i dr. u jednom preseku u toku vremena i ukoliko se ne javljaju promene duž datih veličina, govori se o ustaljenom tečenju [3].

Za potrebe navedenog projekta autoputa Zrenjanin-Novi Sad izrađen je hidraulički model reke Tise. Korišćen je softverski paket HEC RAS za 1D ustaljenog tečenja.

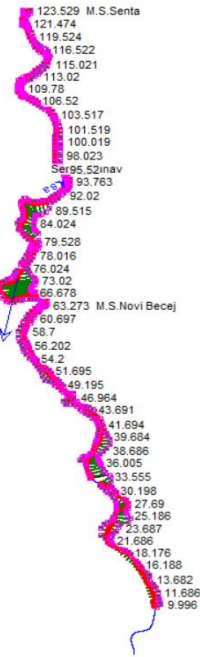
Pre svega, da bi program HEC RAS radio, potrebno je uneti ulazne podatke.

Ulazni podaci obuhvataju:

- Geometrijske podatke, koji se sastoje od šematskog prikaza vodotoka i njihovih pritoka, podataka o poprečnim profilima i objektima, kao i o rapavosti korita (vrednost Manningovog koeficijenta)
- Podatke o protocima i graničnim uslovima.

Geometrija rečnog korita kao i poprečni profili glavog korita Tise, za deonicu kroz Srbiju snimani su 2010. godine. Sama morfologija korita reke je promenljiva i bilo bi pogrešno smatrati da je jednom uspostavljen hidraulički model reke konačan.

Intenzitet morfoloških promena na ravničarskim rekama varira tokom godine. Shodno tome, poprečni profil glavnog korita Tise sa razmakom od 200 m, od MS Senta do MS Titel, snimani 2020. godine od strane Direkcije za plovne puteve, integrisani su u HEC RAS i zajedno sa postojećim podacima o priobalju (slika 1).



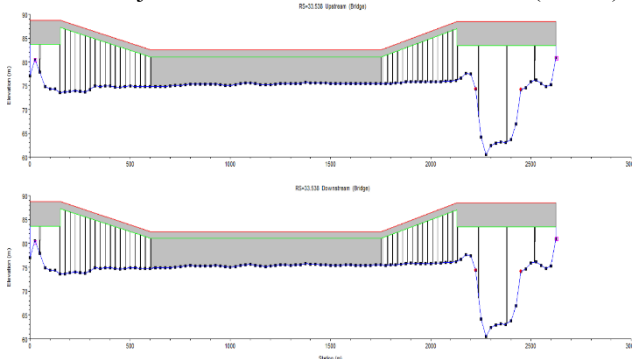
Slika 1: Geometrija rečnog korita reke Tise

Za svaki profil definisano je odstojanje do sledećeg nizvodnog profila i to tri vrednosti: po glavnom koritu, levoj inundaciji i desnoj inundaciji. Na taj način se poprečni profili učitavaju selektivno u nizvodnom smeru. Kod izrade hidrauličkog modela za proračun proticajnog kapaciteta glavnog korita i inundacija važan faktor je kalibracija preko promene koeficijenta rapavosti.

Maningov koeficijent otpora je, kao što je poznato, hidraulički parametar koji se menja sa promenom protoka, pa bi bilo logično da se zadaje zajedno sa protokom, a ne sa geometrijom korita.

Međutim, u programskom paketu HEC RAS Maningov koeficijent vezuje se za poprečni presek (geometriju) projekta. Zbog toga je za hidrauličke proračune potrebno napraviti onoliko datoteka sa geometrijom, koliko ima analiziranih protoka.

Za ovako formiran i kalibrisan hidraulički model iskorišćen je za proračun uticaja, stvaranje uspora uzvodno od novog mosta (miran režim $Fr < 1$), i za samu konstrukciju mosta i za prilazne rampe u inundaciji. Na predmetnom području izrađeno je tri mosta kao i Brana Novi Bečej preko reke Tise koji su integrisani u model. Na isti način je integrisan i novoprojektovani most preko reke Tise koji se nalazi na stacionaži 33.538 km. (slika 2).



Slika 2: Poprečni profil mosta

Model bez novoprojektovanog mosta kao i model sa projektovanim mostom, kalibrisan je na ustaljeno tečenje podacima verovatnoće pojave 1%.

Proticaj kod Sente 100 godišnjeg povratnog perioda prema dostavljenim podacima iz RHMZ-a iznosi $4200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sprovedeno je nekoliko simulacija uz variranje Maningovog koeficijenta dok nije postignuto zadovoljavajuće podudaranje sračunatih podataka i rezultata modela.

5.2. Rezultati analize i zaključak

Rezultati linijskog modela za prethodne zaključke i potvrdili.

Pokazali su uspor od 1 cm.

Tabelarni prikaz rezultata uzvodnih profila sa mostom i bez mosta iz softvera za 1% veliku vodu dati su na slikama 3 i 4.

Profile Output Table - Standard Table 1
File Options Std. Tables Locations Help

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Cr. W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope	Vel Chl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Frroude #	Chl
Senta_Dunav	40.695	PF 1	4200.00	64.34	79.23	69.14	79.30	0.000032	1.25	4569.88	745.07	0.12	
Senta_Dunav	40.19	PF 1	4200.00	62.09	79.21	68.31	79.29	0.000034	1.31	5165.85	999.85	0.10	
Senta_Dunav	39.694	PF 1	4200.00	61.40	79.21	67.67	79.27	0.000027	1.20	6819.39	1336.31	0.11	
Senta_Dunav	39.19	PF 1	4200.00	61.68	79.21	68.40	79.25	0.000021	1.04	9454.36	1775.36	0.10	
Senta_Dunav	38.535	PF 1	4200.00	62.69	79.21	68.35	79.23	0.000020	1.01	9517.77	1814.48	0.09	
Senta_Dunav	38.686	PF 1	4200.00	62.67	79.19	69.12	79.24	0.000023	1.15	8443.55	1512.64	0.10	
Senta_Dunav	38.187	PF 1	4200.00	60.51	79.16	67.32	79.23	0.000025	1.27	7096.92	1246.69	0.11	
Senta_Dunav	37.689	PF 1	4200.00	58.54	79.15	67.42	79.21	0.000026	1.28	6303.57	988.33	0.11	
Senta_Dunav	37.187	PF 1	4200.00	59.79	79.13	66.60	79.20	0.000024	1.25	5963.73	922.91	0.10	
Senta_Dunav	37.152	Bridge											
Senta_Dunav	37.027	PF 1	4200.00	59.14	79.11	66.39	79.18	0.000024	1.27	6129.87	926.30	0.10	
Senta_Dunav	36.904	PF 1	4200.00	59.18	79.11	66.97	79.17	0.000025	1.22	6929.35	1184.78	0.11	
Senta_Dunav	36.55	PF 1	4200.00	51.38	79.11	59.92	79.16	0.000014	1.05	8248.30	1361.68	0.08	
Senta_Dunav	36.364	PF 1	4200.00	57.80	79.12	66.53	79.16	0.000016	1.06	10777.56	1901.49	0.09	
Senta_Dunav	36.182	PF 1	4200.00	62.09	79.12	67.44	79.15	0.000015	0.98	11835.48	2118.74	0.08	
Senta_Dunav	36.005	PF 1	4200.00	63.69	79.12	68.28	79.15	0.000014	0.90	12981.66	2384.87	0.08	
Senta_Dunav	35.836	PF 1	4200.00	62.32	79.10	68.37	79.14	0.000021	1.03	9388.19	1780.05	0.09	
Senta_Dunav	35.653	PF 1	4200.00	62.32	79.10	68.27	79.14	0.000019	1.00	10051.22	1869.64	0.09	
Senta_Dunav	35.487	PF 1	4200.00	56.92	79.08	66.11	79.13	0.000019	1.12	10188.39	1915.24	0.09	
Senta_Dunav	34.679	PF 1	4200.00	51.76	79.08	62.08	79.12	0.000015	1.03	11013.39	2005.55	0.08	
Senta_Dunav	34.181	PF 1	4200.00	59.66	79.07	66.96	79.11	0.000020	1.11	10130.23	1961.65	0.09	
Senta_Dunav	33.688	PF 1	4200.00	61.33	79.07	67.30	79.10	0.000013	0.80	13320.51	2684.61	0.08	
Senta_Dunav	33.538	PF 1	4200.00	60.45	79.06	66.92	79.09	0.000014	0.94	12146.82	2577.11	0.08	
Senta_Dunav	33.520	PF 1	4200.00	60.45	79.05	66.92	79.08	0.000014	0.94	12120.86	2576.97	0.08	
Senta_Dunav	32.185	PF 1	4200.00	60.20	79.04	68.26	79.06	0.000016	0.89	11565.20	1931.44	0.08	
Senta_Dunav	31.683	PF 1	4200.00	63.08	79.02	68.80	79.05	0.000017	0.97	9431.91	1514.34	0.09	
Senta_Dunav	31.185	PF 1	4200.00	64.09	78.98	68.62	79.04	0.000024	1.16	8529.25	906.94	0.10	
Senta_Dunav	30.69	PF 1	4200.00	62.42	78.95	68.09	79.03	0.000029	1.34	5419.22	827.05	0.12	
Senta_Dunav	30.188	PF 1	4200.00	60.69	78.94	67.87	79.01	0.000026	1.25	5720.72	795.61	0.11	
Senta_Dunav	29.688	PF 1	4200.00	63.39	78.93	68.45	78.99	0.000027	1.15	5679.42	875.39	0.11	
Senta_Dunav	29.192	PF 1	4200.00	62.09	79.11	67.44	79.14	0.000015	0.98	11819.63	2118.68	0.08	
Senta_Dunav	28.683	PF 1	4200.00	59.24	78.92	66.74	78.97	0.000021	1.13	8058.42	1267.93	0.10	
Senta_Dunav	28.195	PF 1	4200.00	57.10	78.91	65.99	78.96	0.000020	1.14	9028.19	1602.22	0.10	
Senta_Dunav	27.69	PF 1	4200.00	58.59	78.90	67.73	78.94	0.000022	1.13	9081.84	1729.45	0.10	
Senta_Dunav	27.174	PF 1	4200.00	56.77	78.88	64.85	78.93	0.000023	1.11	10460.56	1867.98	0.10	
Senta_Dunav	26.679	PF 1	4200.00	56.77	78.87	63.50	78.92	0.000017	1.11	8721.21	1552.55	0.09	
Senta_Dunav	26.195	PF 1	4200.00	59.55	78.87	66.26	78.91	0.000017	1.00	8523.48	1638.01	0.09	
Senta_Dunav	25.689	PF 1	4200.00	63.78	78.84	63.74	78.90	0.000018	1.20	8041.87	1666.69	0.09	
Senta_Dunav	25.186	PF 1	4200.00	65.07	78.83	63.92	78.89	0.000020	1.27	7020.05	1796.17	0.10	
Senta_Dunav	24.692	PF 1	4200.00	60.92	78.84	66.99	78.87	0.000015	0.92	12782.32	2380.03	0.08	
Senta_Dunav	24.443	PF 1	4200.00	62.70	78.84	67.60	78.87	0.000014	0.89	12821.38	2231.37	0.08	

Slika 3: Rezultati proračuna sa mostom

Profile Output Table - Standard Table 1
File Options Std. Tables Locations Help

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Cr. W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope	Vel Chl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Frroude #	Chl
Senta_Dunav	40.695	PF 1	4200.00	64.34	79.23	69.14	79.30	0.000032	1.25	4564.20	745.03	0.12	
Senta_Dunav	40.19	PF 1	4200.00	62.09	79.21	68.21	79.29	0.000034	1.31	5158.15	999.91	0.10	
Senta_Dunav	39.694	PF 1	4200.00	61.40	79.21	67.67	79.26	0.000027	1.20	6819.39	1336.31	0.11	
Senta_Dunav	39.19	PF 1	4200.00	61.68	79.21	68.40	79.25	0.000021	1.04	9440.60	1775.32	0.10	
Senta_Dunav	38.535	PF 1	4200.00	62.69	79.20	68.35	79.24	0.000020	1.01	9507.68	1814.44	0.09	
Senta_Dunav	38.686	PF 1	4200.00	62.67	79.18	69.12	79.23	0.000023	1.15	8400.74	1512.60	0.10	
Senta_Dunav	38.187	PF 1	4200.00	60.51	79.15	67.32	79.22	0.000025	1.27	7097.11	1246.64	0.11	
Senta_Dunav	37.689	PF 1	4200.00	58.54	79.14	67.42	79.21	0.000026	1.28	6295.77	988.28	0.11	
Senta_Dunav	37.187	PF 1	4200.00	59.79	79.13	66.60	79.19	0.000024	1.25	5956.42	921.92	0.10	
Senta_Dunav	37.152	Bridge											
Senta_Dunav	37.027	PF 1	4200.00	59.14	79.10	66.39	79.17	0.000024	1.27	6122.51	926.22	0.10	
Senta_Dunav	36.904	PF 1	4200.00	59.18	79.10	66.97	79.16	0.000025	1.22	6966.71	1184.72	0.11	
Senta_Dunav	36.55	PF 1	4200.00	51.38	79.11	59.92	79.15	0.000014	1.06	8237.29	1361.63	0.08	
Senta_Dunav	36.364	PF 1	4200.00	57.80	79.11	66.53	79.15	0.000016	1.06	10722.40	1901.41	0.09	
Senta_Dunav	36.182	PF 1	4200.00	62.09	79.11	67.44	79.14	0.000015	0.98	11835.48	2118.74	0.08	
Senta_Dunav	36.005	PF 1	4200.00	63.69	79.11	68.28	79.14	0.000014	0.90	12962.65	2384.80	0.08	
Senta_Dunav	35.836	PF 1	4200.00	62.32	79.09	68.37	79.14	0.000021	1.03	9373.94	1779.99	0.09	
Senta_Dunav	35.653	PF 1	4200.00	62.32	79.09	68.27	79.13	0.000019	1.00	10036.23	1869.59	0.09	
Senta_Dunav	35.487	PF 1	4200.00	56.92	79.08	66.11	79.12	0.000019	1.12	10182.93	1915.20	0.09	
Senta_Dunav	34.679	PF 1	4200.00	51.76	79.07	62.06	79.11	0.000015	1.03	10997.19	2005.51	0.08	
Senta_Dunav	34.181	PF 1	4200.00	59.66	79.06	66.96	79.10	0.000020	1.11	10120.31	1961.11	0.09	
Senta_Dunav	33.688	PF 1	4200.00	61.33	79.06	67.30	79.09	0.000013	0.89	13312.63	2684.61	0.08	
Senta_Dunav	33.538	PF 1	4200.00	60.45	79.05	66.92	79.08	0.000014	0.94	12136.81	2579.55	0.08	
Senta_Dunav	33.520	PF 1	4200.00	60.45	79.05	66.92	79.08	0.000014	0.94	12120.86	2576.97	0.08	
Senta_Dunav	32.185	PF 1	4200.00	60.20	79.04	68.26	79.06	0.000016	0.89	11565.20	1931.44	0.08	
Senta_Dunav	31.683	PF 1	4200.00	63									

6. HIDRAULIČKA ANALIZA NEUSTALJENOG TEČENJA

6.1. Formiranje hidrauličkog modela reke Tise za neustaljeno tečenje

Pod neustaljenim tečenjem podrazumeva se promena veličina kao što su dubina, brzina, protok i dr. tokom vremena [4].

Za proračun neustaljenog tečenja, sama geometrija u programu se nije menjala, osim podešavanja Manningovog koeficijenta. U odnosu na ustaljen režim, može se primetiti znatna promena Manningovog koeficijenta.

Ono što je karakteristično pri proračunu neustaljenog tečenja u HEC RAS-u je to što je potrebno uvesti uzvodne i nizvodne granične uslove.

Za reku Tisu pri projektovanju novog mosta, uzvodne granične uslove predstavlja brana kod Novog Bečeja.

Zadaje se hidrogram-promena protoka kroz vreme. Hidrogram će se posmatrati za period od 30. marta 2006. godine do 03. maja 2006. godine.

Nizvodni granični uslov predstavlja promena nivoa reke Tise kod Titela, odnosno do ušća Tise u Dunav.

Na osnovu unetih graničnih uslova ponovo je pušten proračun i usledili su novi rezultati.

6.2. Rezultati analize i zaključak

Rezultati proračuna za poslednji poplavni talas iz aprila 2006. godine su takođe potvrdili razliku od 1 cm.

Tabelarni prikaz rezultata uzvodnog profila sa i bez mosta iz softvera prikazani su na slici 5 [5].

Plan: most_2006		Profile: Max WS		
Element	Left OB	Channel	Right OB	
E.G. Elev (m)	78.90			
Vel Head (m)	0.03	0.118	0.027	0.118
W.S. Elev (m)	78.86	35.00	35.00	35.00
Crit W.S. (m)		7852.22	3217.21	569.29
E.G. Slope (m/m)	0.000018	7852.22	3217.21	569.29
Q Total (m ³ /s)	3676.22	666.08	2963.27	46.87
Top Width (m)	2574.38	2184.24	225.00	165.14
Vel Total (m/s)	0.32	0.08	0.92	0.08
Max Ch Dpth (m)	18.41	3.59	14.30	3.45
Conv. Total (m ³ /s)	861755.4	156137.2	694630.1	10988.1
Length Wtd. (m)	35.00	2184.74	228.57	165.63
Min Ch El (m)	60.45	0.64	2.51	0.61
Alpha	6.87	0.05	2.31	0.05
Frcn Loss (m)	0.00	52011.79	65490.83	32116.14
C & E Loss (m)		12783.70	5533.40	8324.19

Plan: tisa_most_2006		Profile: Max WS		
Element	Left OB	Channel	Right OB	
E.G. Elev (m)	78.90			
Vel Head (m)	0.03	0.118	0.027	0.118
W.S. Elev (m)	78.87	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	66.57	7866.20	3218.65	570.35
E.G. Slope (m/m)	0.000018	7866.20	3218.65	570.35
Q Total (m ³ /s)	3676.33	667.28	2962.09	46.96
Top Width (m)	2574.47	2184.30	225.00	165.16
Vel Total (m/s)	0.32	0.08	0.92	0.08
Max Ch Dpth (m)	18.42	3.60	14.31	3.45
Conv. Total (m ³ /s)	862767.0	156597.8	695148.3	11020.9
Length Wtd. (m)	1.00	2184.80	228.57	165.65
Min Ch El (m)	60.45	0.64	2.51	0.61
Alpha	6.87	0.05	2.31	0.05
Frcn Loss (m)	0.00	51871.35	65488.31	32115.68
C & E Loss (m)	0.00	12744.28	5533.23	8324.11

Slika 5: Rezultati proračuna sa mostom i bez mosta

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznetih činjenica o izgradnji autoputa Beograd-Zrenjanin-Novi Sad, koji će uključiti i izgradnju novog mosta preko reke Tise ustanovilo se da su zadovoljeni svi uslovi od strane sektora za prostorno planiranje i urbanizam, ali isto tako je zadovoljena i hidrološko hidraulička analiza. Na osnovu dobijenih potrebnih podataka od strane RHMZ-a modeliran je model novoplaniranog mosta u softverskom paketu HEC RAS i odrađen je proračun za poslednji poplavni talas iz 2006. godine, za ustaljeno i neustaljeno tečenje reke Tise.

Zaključak iz analiza proizilazi da je uticaj mosta na propagaciju poplavnog talasa zanemarljiv, odnosno da se stvara uspor od svega 1-2 cm.

8. LITERATURA

- [1] Ljubodrag M. Savić (2009). Hidrotehničke građevine, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
- [2] Ljubomir Budinski, HEC RAS, priručnika za studente, Građevinski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu
- [3-4] Georgije Hajdin, Mehanika fluida, Građevinski fakultet, Univerzitet u Beogradu
- [5] Slobodan Kolaković (2017). Doktorska disertacija: Model upravljanja poplava na ravničarskim rekama na primeru Dunava kroz Srbiju, FTN, Univerzitet u Novom Sadu

Kratka biografija:



Milica Šljivar rođena je u Pančevu 1997. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Hidrotehnika odbranila je 2022. godine.
Kontakt: milicasljivar@gmail.com.