

Zaštita Slavenskog Broda od poplava bujičnih potoka

Veronika Petrić-Stepanović

Ključne riječi

poplava,
bujični potok,
Slavonski Brod,
Jelas-polje,
Istočni lateralni kanal,
skretanje voda

Key words

flood,
torrential creek,
Slavonski Brod,
Jelas-polje,
East Lateral Canal,
water diversion

Mots clés

inondation,
ruisseau torrentiel,
Slavonski Brod,
Jelas-polje,
Canal Latéral - Est,
dérivation d'eau

Ключевые слова

наводнение,
горный поток,
Славонский Брод,
Елас-поле,
Восточный
латеральный канал,
изменение направления
потока вод

Schlüsselworte

Überschwemmung,
Wildbach,
Slavonski Brod,
Jelas-polje,
östlicher Lateralkanal,
Wasserablenkung

V. Petrić-Stepanović

Stručni rad

Zaštita Slavenskog Broda od poplava bujičnih potoka

Razmatra se zaštita Brodskog Posavlja od bujičnih potoka s Dilj-gore koji su prijeli Slavonskom Brodu i Jelas-polju do gradnje Istočnoga lateralnog kanala i skretanja voda u rijeku Savu. No poplave iz 2004. i 2005. upozorile su na brojne probleme nastale u međuvremenu kada su na brdskim obroncima izgrađene kuće bez propusta na kanalima i bujičnim potocima. Od 2006. dograđuje se sustav za zaštitu od voda bujičnih vodotoka, a u članku su prikazani izvedeni i planirani radovi.

V. Petrić-Stepanović

Professional paper

Protection of Slavonski Brod against torrential flooding

The authorities intend to protect the Brodsko Posavlje region against the Dilj-gora torrential creeks, which used to pose a threat to Slavonski Brod and Jelas polje until construction of the East Lateral Canal, and until diversion of water into the Sava River. The flooding events that occurred in 2004 and 2005 have shed more light on many problems that have occurred in the meantime, when houses were built at foothills, but without culverts on canals and torrential creeks. The system for protection against torrential waters has been steadily expanding since 2006, and the work already realized or planned is presented in the paper.

V. Petrić-Stepanović

Ouvrage professionnel

Protection de Slavonski Brod contre les inondations torrentielles

Les autorités ont l'intention de protéger la région de Brodsko Posavlje contre les ruisseaux torrentiels venant de Dilj-gora. Ces ruisseaux ont menacé Slavonski Brod et Jelas-polje jusqu'à la construction du Canal Latéral - Est, et jusqu'au détournement d'eau vers la rivière de Sava. Les inondations des années 2004 et 2005 ont jeté plus de la lumière sur un grand nombre de problèmes qui se sont produits dans l'entretemps, quand les maisons ont été bâties sur les collines, mais sans buses appropriées sur les canaux et les ruisseaux torrentiels. Le système pour la protection contre les eaux torrentielles est en développement constant depuis l'année 2006, et les travaux déjà réalisés ou planifiés dans ce cadre sont présentés.

В. Петрич-Степанович

Отраслевая работа

Защита Славонского Брода от наводнений горных потоков

В работе рассматривается защита Бродского Посавля от горных потоков с Дилж-горы, которые угрожали Славонскому Броду и Елас-полю до строительства Восточного латерального канала и изменения направления потока вод в реку Саву. Наводнения 2004 и 2005 г.г. сигнализировали о многочисленных проблемах, возникших когда на горных склонах были построены дома без водопропускных отверстий на каналах и горных потоках. С 2006 года достраивается система для защиты от вод горных водотоков, а в статье показаны возведённые и планируемые работы.

V. Petrić-Stepanović

Fachbericht

Schutz der Stadt Slavonski Brod vor den Wildbachüberschwemmungen

Man betrachtet den Schutz des Broder Sava-Flussgebiets vor den Wildbächen des Dilj-Bergs, die der Stadt Slavonski Brod und dem Gefielde Jelas-polje bis zum Bau des östlichen Lateralkanals und der Ablenkung der Gewässer in den Fluss Sava drohten. Doch die Überschwemmungen aus den Jahren 2004. und 2005. wiesen auf mehrzählige Probleme hin die in der Zwischenzeit auftraten da auf den Berghängen Häuser ohne Durchlässe an den Kanälen und Wildbächen erbaut worden waren. Seit 2006. wird das System für den Schutz vor Wildbachwässern angebaut. Im Artikel sind die ausgeführten und geplanten Arbeiten dargestellt.

Autori: Veronika Petrić-Stepanović, ing. građ., Brodska Posavina d.d., Slavonski Brod

1 Uvod

Začetak je nastanka Slavanskog Broda prijelaz preko rijeke Save po kojemu grad i nosi ime. Rijeka se na mjestu gdje se nalazi riječni otok redovito prelazila, a povremeno se za niskog vodostaja mogla i pregaziti. Danas se tu nalazi cestovni most, jedna od glavnih prometnih veza između Bosne i Hercegovine i sjeveroistočne Hrvatske. U blizini je i ušće Mrsunje, a ta rječica odnosno potok čuva uspomenu na negdašnje rimsko naselje Marsoniju. Nije ipak poznato je li rječica dobila ime po naselju ili je ono po njoj nazvano (ilirski mrsunja = crna voda).

Vode su oduvijek bile velik problem Brodske Posavine. Zapravo cijela je lijeva i niska obala Save od Siska do granice sa Srbijom na određen način vodoplavna. Na Lonjsko polje i Crnac-polje nadovezuje se Jelas-polje nadomak Slavanskog Broda, a istočno slijede plavne površine polja uz rijeke Biđ, Bosut i Spačvu. Na velikom su obalnom prostoru lijeve obale Save izgrađena dva obalna grada i mnogo srednjih i manjih naselja.

Slavanski se Brod nalazi u tjemenu meandra rijeke Save, na mjestu gdje se rijeka najviše, na 4 km, približila Dilj-gori odnosno slavanskom gorju. Sava uzvodno (zapadno) od grada tvori širok luk od tridesetak kilometara koji je granica Jelas-polja s juga i jugoistoka, a sa zapada ga omeđuje rijeka Orlava, Dilj-gora sa sjevera i vodotok Glogovica s istoka. Ploština je toga područja 21.892 hektara, a obranjeno je od velikih voda rijeke Save i Orlave obrambenim nasipima dugim 40 km.

Jelas je polje u prošlosti često plavljeno vodama Save i Orlave, a velike su vode Save često ulazile u dolinske dijelove vodotoka što se slijevaju s Dilj-gore i dodatno plavile nizinska područja Brodske Posavine. Nerijetko su plavile i grad koji je srećom na rubu polja i zbog riječnih nanosa dijelom na povišenom terenu (slika 1.).



Slika 1. Prikaz Slavanskog Broda i brdskih pritoka na crtežu iz 1700. [1]

Još su veća opasnost za plavljenje Jelas-polja i Slavanskog Broda zbog velikih voda i nanosa brojnih bujičnih

potoka koji se s Dilj-gore za velikih oborina slijevaju prema rijeci Savi [1], [2].

2 Geološke, klimatske i hidrološke značajke Brodske Posavine

Često su glavne reljefne značajke određenog prostora povezane s tektonskim procesima u različitim geološkim razdobljima. Jelas-polje je također tektonskog podrijetla iz kvartarnog razdoblja, a nastalo je povlačenjem Panonskog mora. Najprije su glečeri stvarali naslage nanosa, a potom je taloženjem i pronosom nanosa rijeke Save oblikovan njegov današnji oblik. Diluvijalne su se naslage nataložile na krajnjim padinama Dilj-gore.

Sadašnje su naslage uz rijeku Savu i Orlavu izgrađene od pjeskovitih ilovača i gline zbog čije je nepropusnosti i nastala površinska hidrografska mreža. Tako je oblikovano i korito Mrsunje, položeno u smjeru tečenja rijeke Save, kroz najmanje propustan dio Jelas-polja.

Na formiranje ukupne hidrološke situacije znatno je utjecala i klima. Vrijednost je srednjih godišnjih oborina u Jelas polju 797 mm, a vrijednosti su dobivene višegodišnjim mjerenjima na kišomjernim stanicama u Slavanskom Brodu, Kobašu i Oriovcu. Srednja je godišnja temperatura 11,4 °C, najtopliji je mjesec srpanj (prosječno 22 °C), a najhladniji siječanj (prosječno 0 °C). Vlažnost je zraka vrlo velika i kreće se od 78 do 94 posto na godinu, a pretežni je smjer vjetrova istok-zapad.

Glavni su recipijenti vodotoka s Dilj-gore rječice Mrsunja i Glogovica. Glogovica se inače nekada ulijevala u Mrsunju neposredno uz brodsku tvrđavu i vodom opskrbljivala njezine obrambene kanale. Svi vodotoci teku u smjeru sjever-jug prema Mrsunji, ali se nisu svi spajali s maticom, već su se često gubili u nizinama i barama Jelas. Ing. Radoslav Franjetić je 1926. na prostoru između Podvinja (sjeveroistočnog naselja Slavanskog Broda danas spojenog s gradom) i Malina (nadomak Lužana) pribilježio 33 vodotoka [3]. U tom se popisu uz pritoke sadašnjega Istočnoga i Zapadnoga lateralnog kanala pojavljuju i potoci kojih više nema (ili su promijenili imena).

3 Povijesni pregled obrane od poplava

Prvi je obrambeni nasip na području Brodske Posavine izgrađen 1763. u vrijeme pokušaja poboljšanja plovnosti rijekom Savom. Nasip je bez velikog uspjeha izgrađen prema prijedlogu grofa Friedricha Ludwiga Dönhofa, zapovjednika 7. brodske graničarske pukovnije. Za ostalo razdoblje nema podataka, ali su dvadesetak godina poslije (1785.) izgrađeni nasipi od ondašnjeg Broda na Savi do Brčkog. Nasip od ušća Orlave do Slavanskog Broda postoji od 1814., a to se može zaključiti prema položajnom nacrtu u arhivu građevinskog odsjeka Kraljevske zemaljske vlade u Zagrebu.

Kraljevski brodarstveni inženjer barun Leonard de Zornberg prvi je rješavanju problema obrane od poplava prišao stručno i rješenja je izradio na temelju geodetskih podloga. On je od 1840. do 1844. sastavio plan isušivanja hrvatsko-slavonskog Posavlja s iscrpnim topografsko-hidrotehničkim opisom Save i poplavnog prostora. Taj je elaborat bio osnovna podloga za sve stručne rasprave pri rješavanju ovoga životno važnog pitanja za cijelu Posavinu.

Ipak je Carsko-kraljevsko dvorsko građevno vijeće tijekom 1844. i 1845. imalo brojne primjedbe na Zornbergov rad. Ono je uzroke brojnim poplavama ponajprije prepoznalo u velikim krivinama korita i nestručno i samovoljno postavljenim vodenicama te velikom broju stabala i panjeva koji nisu bili uklonjeni iz korita vodotoka. Vijeće je ujedno istaknulo da dotadašnji nasipi nisu građeni stručno, već kao interventna rješenja nakon pojave poplavnih voda; zahtijevalo je veći razmak između nasipa na lijevoj i desnoj obali i povišenje krune nasipa koji je u stanju propustiti 3640 m³/s vode, koliko je, s vodostajem od 894 cm, imala najviše ikad zabilježena poplava iz 1787. Na tim je stajalištima potom izgrađena obrana Brodskog Posavlja od visokih voda rijeke Save [4].

Visoki su vodostaji Save zabilježeni i u 19. i u 20. st. U 1878. vodostaj je iznosio 843 cm i tada je probijen nasip kod Slavenskog Kobaša te poplavljeno cijelo Jelas polje zajedno s tvrđavom koja je ipak zaštićena od poplave. Viši je vodostaj zabilježen u tri navrata tijekom 20. st. no bez većih posljedica – 1932. (+865), 1970. (+863) i 1974. (+883).

O prvim zahvatima na bujičnim vodotocima ima malo podataka. Od 1808. do 1816. obavljani su regulacijski radovi na bujičnom vodotoku Glogovici, najvećoj pritoci Mrsunje, njezinim "skretanjem" u Savu iskopom novoga korita na području istočno od Slavenskog Broda. Tome su više pridonijeli vojni nego vodnogospodarski razlozi, zbog čestih poplava Glogovice na području tvrđave. Odvođenje voda Glogovice u Savu, koja prikuplja gotovo 50 posto vode brdskih pritoka, bio je početak gradnje sustava za zaštitu od poplava bujičnih potoka s Dilj-gore (slike 2. i 3.).

Za rješavanje opasnosti od poplava bujičnih potoka s Dilj-gore, područja Jelas-polja, Slavenskog Broda i naselja smještenih na brdskim padinama postoje samo dva moguća rješenja. Jedno je da se na svakome bujičnom vodotoku izgradi jedna ili više vodnih građevina (pregrada) i tako zadrži voda koja bi se u povoljnim prilikama i bez ikakve opasnosti mogla usmjeriti u Savu. Tridesetak takvih vodnih građevina u cijelosti bi riješilo sve probleme koji nastaju s velikim vodama bujičnih vodotoka sliva Jelas-polja. Druga je mogućnost da se sve brdske vode od Glogovice do Orhljave na rubu pop-

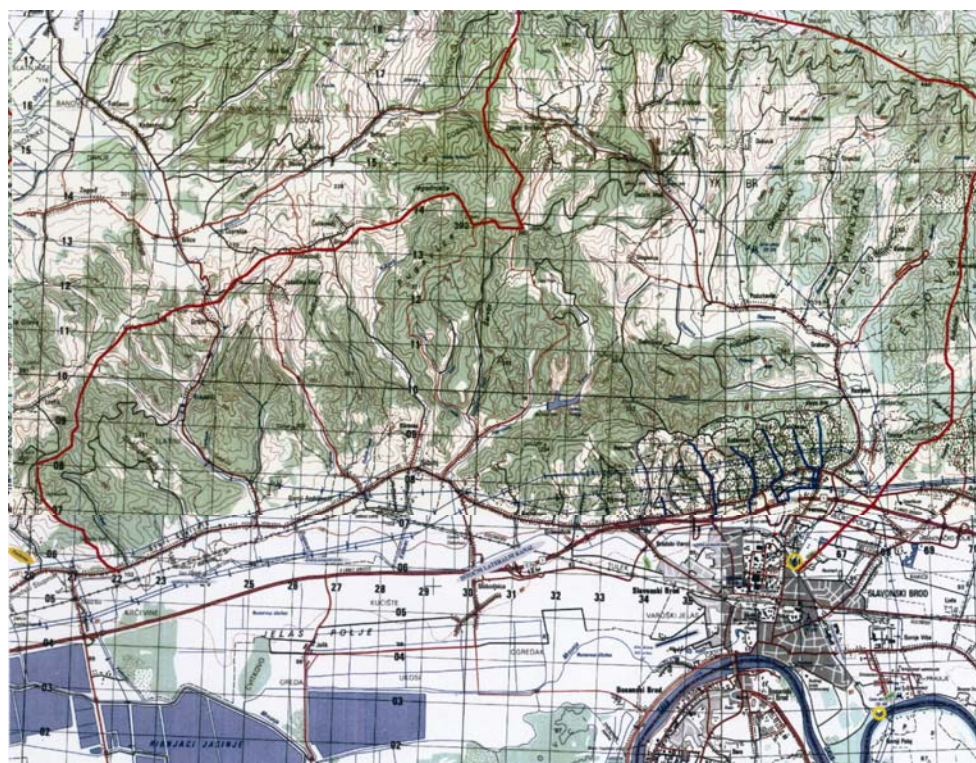
lavnog područja prihvate obodnim (obuhvatnim ili lateralnim) kanalom i odvede u Savu, a dijelom u Orhljavu. Zbog financijskih je razloga izabrana druga mogućnost koja zahtijeva redovito održavanje cijeloga sustava za odvodnju i zaštitu od poplavnih voda. Valja reći da je dio stručnjaka predlagao kako je ipak prava zaštita od poplavnih voda bujičnih potoka s Dilj-gore gradnja akumulacija na većim brdskim vodotocima. Jedna je od predloženih akumulacija izgrađena 1968. na potoku Petnja, lijevoj pritoci Kapraljevca, pokraj sela Završje kod Sibinja (slika 3.).

U osamdesetim je godinama planirana gradnja čak 27 akumulacija na bujičnim potocima Dilj-gore, a od njih niti jedna nije izgrađena.

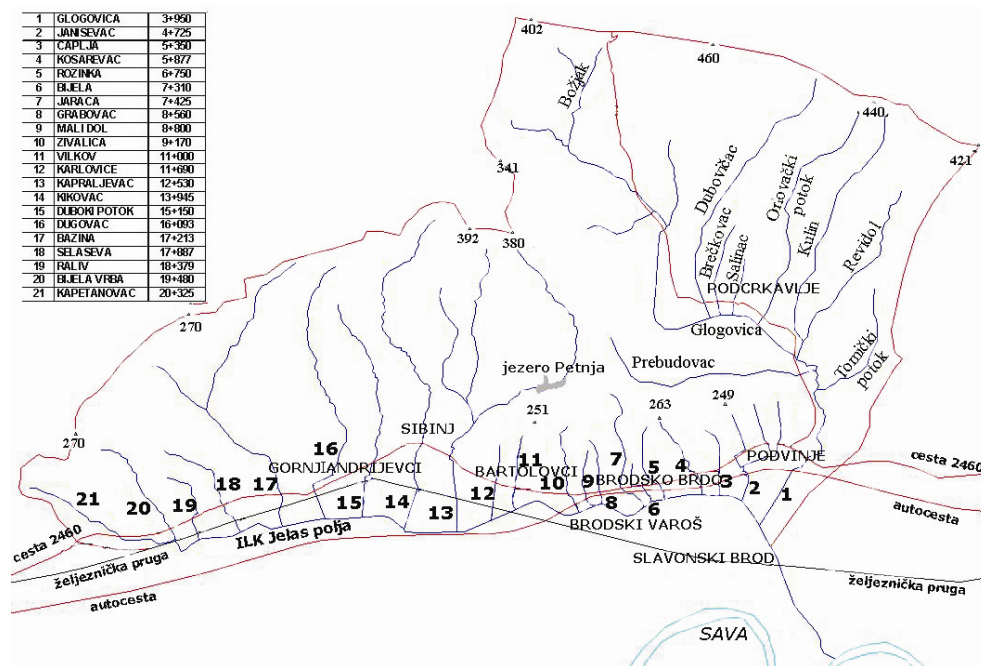
Treba navesti da će se u daljnjem tekstu za obodne kanale Jelas-polja rabiti nazivi Istočni lateralni kanal (ILK) i Zapadni lateralni kanal (ZLK), iako se u Odluci o popisu državnih voda (NN 20/96) ti vodotoci službeno nazivaju Obodni kanal Jelas-polja (istočni) i Obodni kanal Jelas-polja (zapadni). To je učinjeno zbog toga što ih tako naziva gotovo sva dostupna projektna dokumentacija, a i sasvim su uobičajeni u svakodnevnoj stručnoj i javnoj komunikaciji.

Prva je osnova za isušivanje Jelas-polja izrađena 1904., a izradilo ju je Kulturno-tehničko odjeljenje Hrvatsko-slavonsko-dalmatinske vlade u Zagrebu. Do 1926., kada su zbog I. svjetskog rata započeli pravi radovi, izgrađeni su mostovi na križanju cesta Slavonski Brod – Podvinje, Slavonski Brod – Vinogradi, Slavonski Brod – Nova Gradiška u Brodskom Varošu te u Brodskom Varošu (Livade), u Sibinju (Slobodnica) i Gornjim Andrijevcima (Kaniža). Također valja reći da je pri gradnji željezničke pruge Vinkovci – Brod (1878.), izgrađen most na donjoj dionici ILK-a te mostovi na cestama Brod – Osijek i Brod – Ruščica. Potrebno je zemljište za kanal i nasipe i za uređenje pritoka osigurano izvlaštenjem u postupku komasacije [5].

Radovi su na izgradnji ILK-a i ZLK-a trajali gotovo neprekidno do osamdesetih godina 20. st., iako su osnovni radovi u najnužnijem opsegu završeni do 1939. Iskopi korita su rađeni od spoja s Glogovicom (u km 3 + 950), čime je njezin daljnji tok prema Savi pretvoren u Istočni lateralni kanal. Potom je dionica po dionica predavana na uporabu i održavanje. A u međuvremenu su postupno ispravljane sve nepravilnosti, poput prenisko izgrađenih mostova te nesolidno izvedenih popratnih nasipa. Posebno je mnogo urađeno nakon velikih poplava 1972., i osobito 1976., kada je cijeli sustav ILK-a doveden u pitanje. Nakon toga uslijedili su radovi na dogradnji ILK-a – povećavanjem protjecajnog profila na kritičnim dionicama i profilima mostova.



Slika 2. Zemljovid Brodskog Posavlja i slivnog područja Istočnoga lateralnog kanala



Slika 3. Svi bujični pritoci Istočnoga lateralnog kanala

Istočni lateralni kanal dug je 21,74 km trasom od ušća u Savu istočnim dijelom Slavenskog Broda prema sjeveru, a potom od ušća najvećeg pritoka Glogovice skreće prema zapadu. U nastavku slijedi autocesta s južne strane do km 6 + 680, a nakon toga sa sjevera do autoceste u km 19+850. Dalje je trasa u smjeru sjevera te prelazi

željezničku prugu (u km 20+325), a zatim se veže na prirodni vodotok kod Brodskoga Stupnika.

ILK prima prитоке samo s lijeve sjeverne strane s južnih obronaka Dilj-gore. Ukupna je ploština sliva (F) 190,4 km², prosječna nadmorska visina (A_{sr}) 169,6 m n. m., a srednji pad (I) 38,23 m/km. Ima ukupno 21 pritok, što je prikazano na slici 3. Zapadni lateralni kanal (ZLK) dug je 4739 m i odvodi sve brdske potoke između Radovanja do Malina u Orpljavu. [4].

4 Sadašnji problemi s bujičnim potocima

Iako se znalo da stanje izgrađenosti i razina održavanja obodnih kanala ne može zadržati velike vode koje se povratno pojavljuju u duljim razdobljima, ipak je sve neugodno iznenadila veljača 2004., a posebno ljeto 2005. kada je u razdoblju od 21. do 28. kolovoza u tri navrata područje pogodilo olujno nevrijeme praćeno velikim količinama oborina. Prema podacima meteorološke postaje Jelas izmjerene su količine od 48 l/m² (21. kolovoza), 14 l/m² (22. kolovoza) i 51 l/m² (27./28. kolovoza). Značajka je tih nepogoda bila u tome da je velika količina oborina pala u vrlo kratkom i izazvala velike bujice u ILK-u i Glogovici te uzrokovala velike štete na stambenim i gospodarskim zgradama (slike 4. i 5.).

Nevrijeme je osobito pogodilo rubne dijelove Slavenskog Broda, a najteže je stradalo područje Podvinja i Brodskog vinogorja gdje su velike vode bujičnih vodotoka

učinile velike štete na prirodnim i ljudskim dobrima. Bujični potoci na području Brodskog brda (Jarača, Rozinka, Košarevac i dr.) nisu mogli prihvatiti velike količine oborina pa su se izlili iz korita.



Slika 4. Željeznički most preko ILK-a za velike poplave u kolovozu 2005.



Slika 5. Most u Strossmayerovoj ulici na ILK-u tijekom poplave

Voda se slijevala brdskim cestama koje često nisu imale ni cestovne kanale, ni poprečne rešetke za prihvat oborinske vode. I kanali na županijskoj cesti 2460 bili su male dubine i s tipskim propustima malih presjeka (profila) na kolnim prilazima te nisu mogli prihvatiti velike vode bujičnih vodotoka s brdskog dijela slivnoga područja bujičnih vodotoka. Stoga se voda slijevala preko dvorišta i kuća. Vode su podlokavale ceste i nosile asfaltne slojeve, šljunak i kamenje u kuće, podrumne i gospodarske zgrade. Ujedno je plavljenje nizinskih gradskih naselja Budainke, Brodskog Varoša i Šestince bilo uzrokovano činjenicom što otvorena kanalska mreža i kanalizacija nisu mogli prihvatiti velike vode bujičnih vodotoka s brdskog dijela slivnoga područja Jelas-polja. Ti su kanali nerijetko bili zatrpani ili prerovani.

Posebno je uzbudljivo bilo u noći 27. na 28. kolovoza 2005. kada je količina vode iz bujičnih vodotoka toliko podigla razinu u ILK-u da je prijetila opasnost da cijeli grad bude poplavljen (slika 6.). Bila je proglašena mobi-

lizacija i počela izgradnja "zečjih" nasipa. Srećom pred jutro voda je u ILK-u počela opadati, a bila je dostigla najveću moguću razinu od +400. Postojala je opasnost od zagađivanja površinskih i podzemnih voda, a u pitanje je došla i redovita opskrba pitkom vodom Slavenskog Broda i većine naselja na području Brodske Posavine.

Čini se da je glavni uzrok poplave ipak bila nagla urbanizacija cijeloga brdskog područja. Prije dvadesetak godina to je područje bilo pod šumskim pokrovom, vinogradima i voćnjacima, uz manji broj vikendica, no sada je to gusto naseljena urbanizirana zona ispresijecana brojnim cestama. A s takve je površine otjecanje vode mnogo brže, a to uzrokuje štete na ljudskim i materijalnim dobrima.

No ima i sasvim specifičnih uzroka i razloga. Riječ je uglavnom o građevinama koje su izgradili doseljenici iz Bosanske Posavine u bijegu od ratnih nepogoda i povratnici iz inozemstva. Novi stanovnici uglavnom nisu prihvaćali plaćanje slivne vodne naknade, pa je nedostajao novac za uređivanje bujičnih i ostalih vodotoka. Na njima je bez projektne dokumentacije i suglasnosti izgrađen velik broj tipskih cijevnih propusta i mostova neodgovarajućih dimenzija odnosno nedovoljne propusne moći za vode koje se pojavljuju nakon iznadprosječnih oborina. Upravo su takva mjesta bila kritična za izlivanje vode iz korita.



Slika 6. Bujica u dramatičnoj noći 27. na 28. kolovoza 2005.

Ova je poplava proglašena elementarnom nepogodom i procijenjena je šteta iznosila 200 milijuna kuna. No kako je to jednom zapisao brodski kroničar Tomislav Krpan, dipl. ing. građ., [4], "poslije svake se poplave odnekud

pronađe novac za obnovu i uređenje hidrotehničkih objekata". To se ponovilo i nakon poplava u kolovozu 2005. godine.

5 Planirani i izvedeni radovi

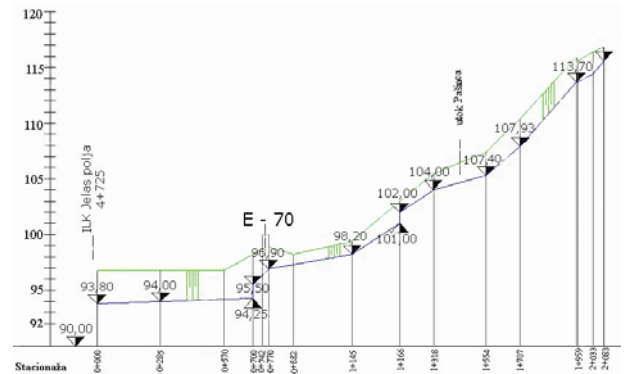
Krajem 2005. počela je izrada projektnih rješenja i obnova cijelog sustava odnosno povećanja razine zaštite od poplava u slivnom području ILK-a. U trogodišnjem razdoblju (2006., 2007. i 2008.) Hrvatske vode planiraju u obranu od poplava na području Slavenskog Broda uložiti 25 milijuna kuna, a grad je obvezan pridodati četvrtinu te svote. Radovi su se obavljali tijekom cijele 2006. i pritom je uređeno ušće kanala u Savu te su uz još neke radove uređeni vodotoci-bujičari: Janiševac, Pašinac, Giglaj, Čaplja, Košarevac i Rozinka (slika 7.).



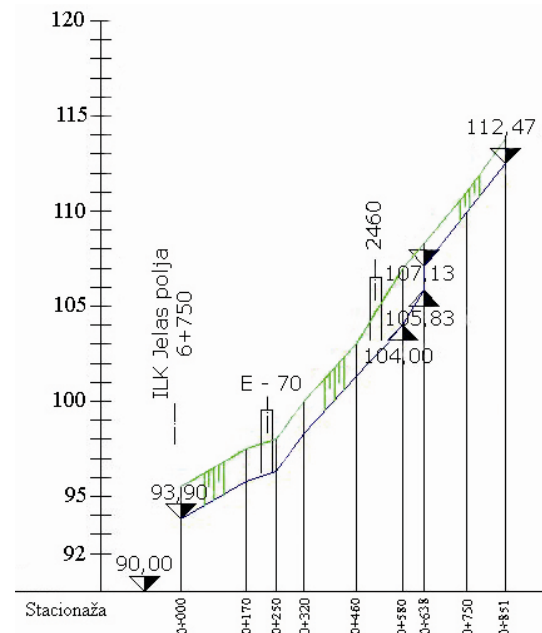
Slika 7. Prikaz dosad uređenih bujičnih vodotoka s naznakom najugroženijih dijelova

Idejno je rješenje regulacije bujičara u ILK-u zasnovano na uređivanju svih pritoka te hidrološkoj obradi i hidrauličkim proračunima korita u nizinskom i brdskom dijelu sliva. Detaljno su analizirani uzdužni padovi svih vodotoka, a ovdje su kao primjer priloženi uzdužni profili bujičnih potoka Janiševac i Rozinka (slike 8. i 9.)

Kako se radi o obodnom kanalu s izrazitom asimetričnošću sliva, hidrološka je obrada sliva izrađena u 11 podslivova radi bolje i učinkovitije obrade podataka [6], [7], [8] i [9]. Podslivovi su odabrani da bi se bolje opisale promjene vodnog režima u obodnom kanalu. Za svaki su pojedinačni podsliv proračunani fizičko-geografski elementi, a kako je svaki sliv poseban, zbog različitih tipova tla i pokrova te raznovrsnih oblika obrade zemljišta, za svaki su dobivene posebne prosječne vrijednosti. Detaljnija i pojedinačna hidrološka obrada svakog pritoka bila je potrebna radi eventualne intervencije te određivanja elemenata i promjena erozije i količine nanosa.



Slika 8. Uzdužni profil potoka Janiševac



Slika 9. Uzdužni profil potoka Rozinka

Na osnovi topografskih karata precizno je određena ploština sliva bujičnih vodotoka s određenima topografskim razvodima. Od raspoloživih topografskih podloga postoje karte u mjerilima 1:50.000, 1:25.000, a od najnovijih geodetskih snimaka na raspolaganju je situacija 1:1000 (od ušća u rijeku Savu do km 4 + 200) s poprečnim presjecima na svakih 30-50 m u M 1:100. Mjerodavna se vodna lica velikih voda u ILK-u odnose na 5, 10, 25 i 100-godišnja povratnarazdoblja, a o tome ovise i ispravna tehnička rješenja odvodnje i zaštite autoceste. Na temelju najnovijih aerofotogrametrijskih i geodetskih snimaka moguće je ustanoviti stanje i otjecanje velikih voda u vodotoku.

U koritu ILK-a zbog velikih padova slivnog područja bujičnih vodotoka i zbog djelovanja erozijskih procesa dolazi do pojave velikih količina nanosa raznih granulacija zemljanih i kamenog materijala. Hidrološka je obrada sliva u postojećoj dokumentaciji, koja se čuva u arhivu Brodske Posavine, određena prema empirijskim formulama Dionisa Srebrečevića za male slivove [10].



Slika 10. Utok ILK-a u rijeku Savu

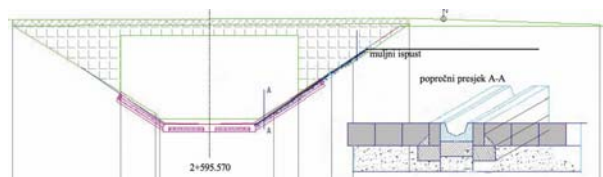
Prema dokumentaciji za uređivanje obodnih kanala u Jelas polju, tek je 1979. konceptijski riješen ILK kada je projektirana sanacija ušća i uređivanja korita (od km 0 + 000 do km 2 + 016) [7] (slika 10.). Kada se rješavala odvodnja i zaštita autoceste bila je predviđena i zaštita od velikih voda ILK-a [11]. Tada se nastojalo hidrotehničkim rješenjima osigurati autocestu od mogućega prelijevanja velikih voda, što se na nekim mjestima, posebno na dionici Brodski Stupnik – Slavonski Brod istok, moglo i očekivati u desetogodišnjem povratnom razdoblju. Studija je posebno upozorila i na potrebu kompletiranja podataka za buduću tehničku dokumentaciju, a odnosi se na detaljna geodetska snimanja, geotehničke istražne radove i provođenje hidroloških mjerenja.

Sljedeća su hidrotehnička rješenja [12], [13], [14] i [15] predlagala rješenja obrambenog sustava ILK-a u gradskom području Slavenskog Broda. Podloga su bila rješenja iz 1994. [13] koja su usmjerila sadašnje stanje vodotoka i vodnoga režima.

Osnovna je koncepcija regulacije korita u tome da se nastoji zadržati zatečena trasa kanala, ali je za nesmetano protjecanje velike vode potrebno osigurati odgovarajuće profile kanala te obložiti dno i pokose dna (do stacionaže km 11+100) zbog blizine gradskog područja. ILK pripada linijskim građevinama kod kojih se uglavnom ne mijenja osnovni oblik poprečnog presjeka ili se ne mijenja oblik namjenskog dijela konstrukcije. To je zatečeni hidrotehnički sustav koji treba dograđivati i redovito održavati tako da od poplavnih voda učinkovito zaštiti postojeće građevine, naselja i prometne površine. Posebna su rješenja dana na križanjima vodotoka i prometnica. Uređivanje kanala kroz grad (od km 0+000 do 4+157) nastoji osigurati nasipe, urediti korito i vodne stube te zaštititi okolne zgrade i željezničku prugu Zagreb – Vinokovci [14], [15], [16].

ILK ima niz hidrotehnički osjetljivih točaka. Na ušću u Savu bilo je potrebno izvesti obaloutvrdu, a u ostalom

dijelu (do km 0+902 s mostom u Vrazovoj ulici) stabilizirati niveletu gabionskim pragovima. Na sljedećoj dionici (od km 1 + 700 do km 4 + 100) bilo je potrebno obložiti korito, a na dionici (od km 4+200 do km 8 + 000) gdje vodotok prolazi rubnim gradskim područjem treba izvesti armiranobetonski zid na lijevoj obali (slike 11. i 12.).

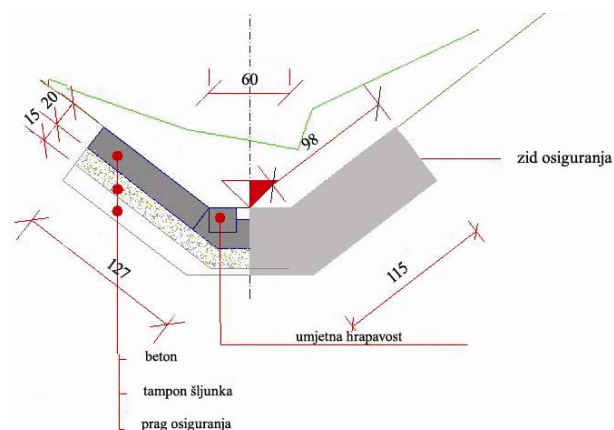


Slika 11. Muljni ispust uzvodno od mosta u Zrinskoj ulici



Slika 12. Armiranobetonski zid u stacionaži 7 + 672 ILK-a

U ostalom dijelu ILK prolazi uglavnom poljima i poljoprivredno obrađenim površinama pa su potrebni manji zahvati na uređivanju korita. Takve su značajke omogućile istodobne radove na više dionica, ovisno o financijskim mogućnostima.



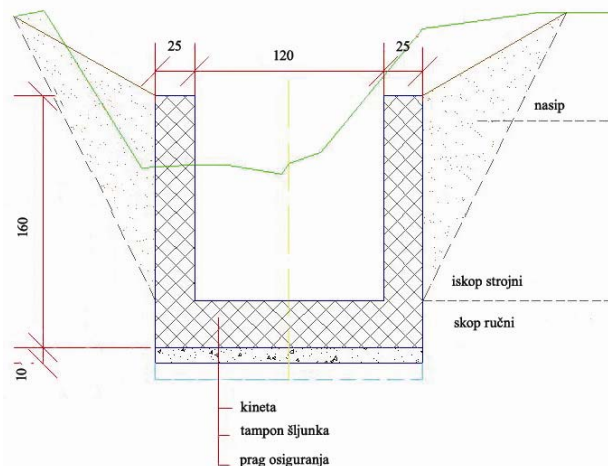
Slika 13. Normalni poprečni presjek radova u potoku Pašinc

Za radove na ostalim dijelovima sustava, na pritocima ILK-a, za primjer može poslužiti potok Pašinc, u duljini od 600 m, gdje su radovi uglavnom završeni (slike 13. i 14.). Pašinc je pritok potoka Janiševac koji izvire

iznad Brodskog brda i teče kroz Podvinje i kroz poljoprivredno zemljište te se izravno ulijeva u ILK (stacionaža km 4 + 725), a ušće mu je regulirano vodnom stubom. Duljina je vodotoka 2,47 km, a ploština oborinskog područja 2,16 km². Pritoci Pašinac i Giglaj su dijelom regulirani na nizinskim dionicama.



Slika 14. Preljevna stuba u nizinskom toku potoka Pašinac



Slika 15. Poprečni presjek armiranobetonske kinete na potoku Giglaj (s naznakom prijašnjeg stanja)

U gornjem je toku vodotoka izvedena retardacijska pregrada za skupljanje bujičnog nanosa i za regulaciju vodnog vala te radi zaštite iznenadnog dolaska bujične vode i nanosa. U šumskom su području izvedeni konsolidacijski pragove za stabilizaciju korita, a visinske su razlike riješene vodnim stubama.

Pravci i krivine položeni su prema geodetskoj snimci i terenskim uvjetima, a vodilo se računa o stambenim zgradama na privatnim zemljišnim česticama. Posebna se pozornost posvećivala ulicama, prometnicama i županijskoj cesti 2460 (slike 15., 16. i 17.) [17].

Prema izračunanom protoku i projektiranim padovima koji su veći od kritičnih, u koritu je predviđen silovit

režim protjecanja. Stoga je poprečni profil osiguran betonskom oblogom, a na pojedinim je dionicama izvedena i umjetna hrapavost naizmjeničnim rebrima. U nizinskom je dijelu očišćeno korito i obavljene su minimalne korekcije trase. Korito je formirano izdizanjem obala.



Slika 16. Potok Giglaj u Ulici breza prije rekonstrukcije



Slika 17. Ulica breza danas (betonska kineta prekrivena betonskim pločama)

Cijevni i pločasti propusti očišćeni su od bujičnog nosa, mulja i smeća [16]. Valja reći da će svi zahvati na uređenju ILK-a i na njegovim pritocima, izvedeni i oni koji se još trebaju izvesti, osigurati sigurnost sustava kroz dulje razdoblje. Za potpunu zaštitu Slavenskog Broda i većine naselja Jelas-polja od velikih voda bujičnih vodotoka potrebna je izgradnja brana odnosno akumulacija i retencija. A dio se voda akumulacija može iskoristiti za navodnjavanje poljoprivrednih zemljišta, razvoj ribogojstva i rekreaciju.

6 Zaključak

Opisani su veliki problemi koje grad Slavonki Brod ima s brojnim bujičnim potocima koji se spuštaju s Diljgore. Iako se radi o najnižoj slavenskoj planini (do 500 m), zbog velikih su padova bujični vodotoci Diljgore česti uzroci poplava, posebno u vrijeme pojave prekomjernih oborina. Još su veća opasnost od poplava ljetne oluje kada u vrlo kratkom razdoblju padne obilje oborina. Taj se problem rješava više od jednog stoljeća, ali još nije riješen na zadovoljavajućoj razini. Pokazao se čak i težim nego što je to zaštita od poplavnih voda rijeke Save koja je, sudeći barem prema uspješnim obranama prije nekoliko desetljeća (1970., 1974., 1976. i 1980.),

riješena na višoj razini za dulji povratni period velikih voda. Posljednjim je katastrofalnim događajima uvelike pridonijela i ljudska nebriga, ali i neodgovornost gradskih vlasti koje su najprije dopustile, a poslije zabranile nekontrolirano naseljavanje brdskih padina, bez potrebne i posebne zaštite kao i potrebne kontrole izgradnje privatnih građevina.

I pri prijašnjim je poplavama i poplavama 2004. i 2005. uočljivo kako najjeftinije rješenje nije uvijek i najbolje. Iako se svojedobno kao najprikladnije rješenje predlagala izgradnja akumulacija na pritocima u višim dijelovima sliva, od toga se odustalo zbog nedostatka novca koji se, međutim, uvijek dijelom pronađe nakon velikih šteta od poplava. Bujični vodotoci i dalje prijetu Slavenskom Brodu kao i ostalim naseljima na području ILK-a, posebno ako se ne ubrza dogradnja sustava za zaštitu od poplavnih voda bujičnih pritoka ILK-a. A brdski bujični potoci i ubuduće će prijetiti gradu od 70.000 stanovnika, posebno ako se, kao što je to bio slučaj u prošlosti, zanemari stalno i cjelovito održavanje sustava. U sadašnjem se trogodišnjem razdoblju (2006.-2008.) u interventnu dogradnju vodnih građevina za zaštitu od poplava Slavenskog Broda i dijela naselja Jelas-polja ulaže samo 15 posto svote od procijenjenih šteta nastalih djelovanjem poplavnih voda u kolovozu 2005.

IZVORI

- [1] Kljajić, J.: *Brodsko tvrđava*, Hrvatski institut za povijest, Podružnica za povijest Slavonije, Srijema i Baranje, Slavonki Brod, 1998.
- [2] Marković, M.: *Brod: kulturno-povijesna monografija*, Matica hrvatska, Slavonki Brod, 1994.
- [3] Franjetić, R.: *Jelas polje, njegova prošlost, sadašnjost i budućnost*, Osijek – Brod, 126.
- [4] Krpan, T.: *Brodski panoramogram I.*, Privlačica, Vinkovci, 1997.
- [5] Vujašinović, B.: *Historijat hidrotehničkih i melioracionih radova u dolini rijeke Save*, zbornih radova: Savjetovanje o Posavini, Zagreb, 1971.
- [6] *Glavni projekt za uređenje donjeg dijela toka bujice Glogovica od km 0+000 do km 1+712*, Direkcija za Savu - odjeljak Slavonki Brod, Slavonki Brod, 1964.
- [7] *Projekt lateralnoga kanala u Jelas polju*, Vodna zajednica Jelas polje, Slavonki Brod, 1967.
- [8] *Istočni lateralni kanal Jelas-polja – glavni projekt sanacije ušća i uređenje korita od km 0+000 do km 2+016*, OVP Zagreb – OOUR Slavonki Brod, Slavonki Brod, 1979.
- [9] *Glavni projekt za nastavak regulacijskih radova na potoku Glogovica, knjige 2. i 3.*, Direkcija za Savu - Odjeljak Slavonki Brod, Slavonki Brod, 1969.
- [10] Srebrenović, D.: *Problemi velikih voda*, Tehnička knjiga, Zagreb, 1970.
- [11] *Zaštita autoceste od brdskih voda, dionica Brodski Stupnik-Slavonki Brod zapad – definiranje utjecaja ILK na autocestu*, VRO Zagreb, OOUR-Projekt, 1987.
- [12] *Studijska analiza odvodnje i zaštite prostora u zoni Istočnog lateralnog kanala (Slavonki Brod)*, Elektroprojekt, Zagreb, 1990.
- [13] *Hidrotehničko rješenje čvorišta Glogovica – Zapadni lateralni kanal*, Vodoprivredno projektni biro, Zagreb, 1994.
- [14] *Izrada matematskog modela čvora Istočnog lateralnog kanala i Glogovice*, Vodoprivredno projektni biro, Zagreb, 1997.
- [15] *Uređenje Istočnog lateralnog kanala kroz gradsko središte Slavenskog Broda od km 0+000 do km 4+157,54*, Brodska Posavina, Slavonki Brod, 2000.
- [16] *Idejno rješenje regulacije i hidraulička obrada sliva bujičara u slivu ILK Jelas-polja*, Brodska Posavina, Slavonki Brod, 2001.
- [17] *Plan radova na zaštiti od štetnog djelovanja voda u 2006., 2007. i 2008. godini*, Hrvatske vode, VGO Sava, Zagreb i VGI Brodska Posavina, Slavonki Brod, 2005.