

UTICAJ PROMENA NIVOVA DUNAVA NA MOGUĆNOST ZAHVATANJA VODE U OKM HS DTD

Radovan Savić¹,
Atila Bezdán²

UDK: 627.51(497.113)

Rezime: U radu se analiziraju pojava, trajanje i promene niskih i najnižih vodostaja Dunava na vodomernoj stanici Bezdán. Analize su sprovedene u kontekstu razmatranja obezbeđenosti uslova za upuštanje vode iz Dunava u Osnovnu kanalsku mrežu Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (OKM HS DTD) na glavnom vodozahvatu kod Bezdána. U uvodnom delu se daje kratak istorijski pregled izgradnje ranijih vodozahvatnih građevina i problema u njihovom radu. Potom se prikazuju i statistički analiziraju pojave niskih vodostaja Dunava koje predstavljaju ograničenje u radu vodozahvata. Naime, maksimalno upuštanje vode u kanal, od oko 60 m³/s, odvija se samo pri određenim vodostajima. Pri nižim nivoima postepeno se smanjuje mogućnost gravitacionog upuštanja vode u kanal sve do potpunog prestanka ove opcije i prelaska na rad crpne stanice, ukupnog kapaciteta 12 m³/s (3 x 4 m³/s). Režim rada crpne stanice takođe je u zavisnosti od nivoa Dunava. Naime, i ovde opadanje nivoa onemogućava rad pojedinih agregata sve do potpunog prestanka rada crpne stanice i bilo kakvog snabdevanja vodom HS DTD. Jasno je da, kako kroz istoriju vodozahvata kanala Dunav-Tisa tako i danas, nivoi Dunava u zoni Bezdána imaju izuzetnu važnost i mogu da predstavljaju značajno ograničenje pri snabdevanju vodom višenamenskog hidrosistema. Pojava i trajanje navedenih karakterističnih vodostaja i njihove promene na v.s. Bezdán razmatraju se u višegodišnjem periodu. Dobijeni rezultati ukazuju da dolazi do sve učestalije pojave niskih vodostaja i do njihovog značajno dužeg trajanja uz mogućnost još većeg zaoštavanja ovog problema u narednom periodu.

Ključne reči: Dunav, vodostaj, vodozahvat, hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav

1. UVOD

Jedan od osnovnih preduslova za punu funkcionalnost i zadovoljenje potreba svih korisnika višenamenskog hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (HS DTD) je kontinualno obezbeđivanje dovoljnih količina vode. Deo hidrosistema koji se prostire na području Bačke snabdeva se vodom preko dva vodozahvata na Dunavu: Bezdán i Bogojevo. Pri tome se, kako po istorijskom značaju, tako i po količinama upuštene vode u hidrosistem, izdvaja vodozahvat kod Bezdána. Rad ovog vodozahvata, odnosno mogućnost za upuštanje određenih količina vode u Osnovnu kanalsku mrežu (OKM) hidrosistema

¹ Dr Radovan Savić, vanr.prof., Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, Trg D.Obradovića 8, tel: 554-300, e-mail: rassa@polj.uns.ac.rs

² Atila Bezdán, dipl.inž., Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, Trg D.Obradovića 8

direktno su uslovljeni vodostajima Dunava. U radu se analiziraju pojava, trajanje i eventualne promene u višegodišnjoj vremenskoj seriji niskih i najnižih vodostaja Dunava na vodomernoj stanici Bezdán. Analize su sprovedene u kontekstu razmatranja obezbeđenosti uslova za upuštanje vode iz Dunava u Osnovnu kanalsku mrežu Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (OKM HS DTD)

Od izgradnje prvog zahvata vode iz Dunava kod Bačkog Monoštora za potrebe kanala između Dunava i Tise prošlo je više od 200 godina. U tom periodu dolazilo je do evidentnih promena morfoloških i hidroloških karakteristika u slivu i koritu Dunava koje su, između ostalog, rezultirale izmeštanjem trase korita i sniženjem minimalnih i srednjih vodostaja. Ove promene su, do sada, uslovile tri puta izmeštanje lokacije vodozahvata. Naime, posle svakih 30-50 godina eksploatacije izgubljena je mogućnost gravitacionog upuštanja vode u kanal, a zadnjih godina, zbog niskih vodostaja, povremeno je dolazilo i do ograničavanja rada crpne stanice. [1], [2], [3], [4], [5]



Ideja o izgradnji prvog vodozahvata na Dunavu, u sklopu vizije kanala između Dunava i Tise, potiče od braće Jožefa i Gabora Kiš. Pri realizaciji ove ideje i pripreme podloga oni su, 1780. godine, snimili i kartirali tok Dunava od Batine do Kupusine (slika 1). Pored toga, obavljeno je i nivelmansko snimanje terena po planiranoj trasi plovnog kanala koji uz pomoć ustava - prevodnica spaja Dunav kod Bačkog Monoštora i Tisu kod Bačkog Gradišta. Ustanovljeno je da postoji visinska razlika od 23 bečke stope (oko 7,3 m). Izmerena denivelacija dala je potvrdu da postoje topografski uslovi za izgradnju plovnog kanala sa prevodnicama koji će spojiti ova dva vodotoka. Kod izbora lokacije vodozahvata i prevodnice na Dunavu J.Kiš je odlučio da to bude na velikom meandru toka Dunava između Bezdána i Bačkog Monoštora (slika 1). [1], [2], [3], [4], [5]

Slika 1 – Karta sektora Dunava u zoni velikog meandra kod Bezdána i prva dva vodozahvata za kanal Dunav - Tisa

Interesntan podatak je da su braća Kiš u projektnoj dokumentaciji - ekonomskom elaboratu po prvi put (1791. godine) predložili da investitor izgradnje kanala ne bude država već akcionarsko društvo, privatna kompanija, uz dobijanje određenih privilegija od strane države i pravo na koncesiju od 25 godina eksploatacije i održavanja kanala (od 1802. do 1827. godine). Najveći hidrograđevinski objekat u Podunavlju i jugoistočnoj Evropi, juna 1801. godine bio je spreman za plovidbu. Nakon završenog probnog rada i provere funkcionalnosti, 1802. godine, koja se smatra i završetkom gradnje, počela je eksploatacija plovnog kanala između Dunava i Tise.

Akcionarsko društvo se, po isteku koncesije, suočilo sa brojnim problemima tehničke ali i finansijske prirode. Već tada se nazirao kao najveći problem zahvat vode na prevodnici. Dunav je počeo da menja svoj tok i intenzivnije zasipa staro korito sve do konačnog presecanja velikog meandra 1830. godine. Postalo je jasno da je neophodna izgradnja nove prevodnice koja bi trebala da bude što bliže koritu postojećeg kanala. Zbog ovih problema Akcionarsko društvo je na svojoj godišnjoj skupštini, održanoj 17. oktobra 1827. godine, donelo odluku da kanal, bez naknade, preda državi. Pregovori između Akcionarskog društva i državne stručne komisije o predaji kanala državi trajali su 15 godina, sve do 1842. godine. Nakon preuzimanja kanala država je otpočela iznalaženje nove lokacije za zahvatanje vode iz Dunava. Novi vodozahvat sa prevodnicom lociran je oko 10 km uzvodnije od starog, na relativno stabilnom sektoru toka Dunava (slika 1).

Projektnu dokumentaciju za tu prevodnicu kod Bezdana izradio je 1847. godine Janoš Mihalik, a bio je i neposredni rukovodilac njene izgradnje. Bezdanska prevodnica je prvi objekat takve vrste u Evropi izgrađen od betona uz primenu jedinstvene tehnologije i organizacije radova. Izgradnja prevodnice počela je 1854. godine a puštena je u rad 27. juna 1856. godine. [1], [2]

Krajem XVIII, a naročito tokom XIX veka, na Dunavu su preduzimani značajni hidrotehnički radovi na regulisanju rečnog korita i na osvajanju inundacionih površina izgradnjom nasipa za odbranu od poplava. Pored toga, konstatovano je dalje pomeranje korita, zasipanje rukavaca i sve češća pojava niskih vodostaja Dunava tokom jesenjih i zimskih perioda. Ovakvi vodostaji u zoni prevodnice su, u potpunosti ili delimično, ograničavali snabdevanje kanala vodom i plovidbu. Dakle, i ovom novom lokacijom 10 km uzvodnije od prvobitne, nije trajno rešeno pitanje sigurnog snabdevanja kanala vodom. [3]

Značajna ličnost u rešavanju pitanja vezanih za sudbinu kanala Dunav - Tisa bio je i Ištvan Tir. Na osnovu njegovih projekata o rekonstrukciji kanala Dunav - Tisa i izgradnji novih kanala Ugarski Sabor je 1870. i 1873. godine doneo zakone kojima se Tiru dodeljuje pravo na koncesiju pod određenim uslovima: Da osposobi postojeći kanal za plovidbu; Izgradi novi kanal za dovođenje vode od Baje do Bezdana; Izgradi novi kanal za navodnjavanje i plovidbu od Malog Stapara do Novog Sada; i Premesti ušće kanala u Tisu iz Bačkog Gradišta u Bečej. Akcionarsko društvo je dobilo koncesiju, pravo na korišćenje kanalske mreže u Bačkoj, u trajanju od 75 godina (do 1946. godine).

Akcionarsko društvo je u periodu od 1871. do 1875. godine izgradilo dva nova kanala sa prevodnicama: Baja - Bezdán i Mali Stapar - Novi Sad. Kanal Baja - Bezdán je dužine 44,5 km sa dve prevodnice. Osnovni zadatak kanala je bio da omogući zahvat vode iz Dunava kod Baje, gde su vodostaji za oko 2,6 m viši nego kod Bezdana, i tako obezbedi gravitaciono upuštanje vode u preteču jedinstvenog višenamenskog vodoprivrednog sistema na ovom području. Kasnije, nakon 30 godina eksploatacije, pokazalo se da i ova, treća lokacija, nije trajno rešila problem zahvatanja vode pri nižim vodostajima Dunava, pa je stoga 1916. godine izgrađena crpna stanica ukupnog kapaciteta $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ($3 \times 2 \text{ m}^3/\text{s}$). [1], [2], [3], [4], [5]

2. MATERIJAL I METOD

Kao što je već navedeno, snabdevanje vodom bačkog dela HS DTD vrši se iz Dunava gravitaciono i pumpanjem. Za osnovno snabdevanje vodom hidrosistema služe zahvatna ustava u Bezdanu, podignuta stotinak metara nizvodno od prevodnice (na novom kanalu Prigrevica - Bezdani) i crpna stanica Bezdani II (na starom kanalu Vrbas - Bezdani). Ustava ima tri otvora (dimenzija 5,0 m x 4,2 m) sa segmentnim zatvaračima. Maksimalno upuštanje vode na ustavi, od oko 60 m³/s, odvija se pri vodostajima na vodomernoj stanici (VS) Bezdani između +220 cm i +550 cm (kota "0" vodomera od 1956. godine je 80,64 mm, a pre toga 80,61 mm). Kada su vodostaji viši od +550 ustava se zatvara zbog odbrane od poplava, a pri vodostajima nižim od +220 cm postepeno se smanjuje mogućnost gravitacionog upuštanja vode u kanal, odnosno količine zahvaćene vode, dok je pri vodostajima od oko +60 cm i nižim gravitaciono upuštanje sasvim onemogućeno (pri ovim niskim vodostajima ustava se takođe zatvara da ne bi došlo do isticanja vode iz kanala u Dunav). U tom slučaju se za potrebe zahvatanja vode pušta u rad crpna stanica, ukupnog kapaciteta 12 m³/s (3 x 4 m³/s). Režim rada crpne stanice je takav da pri vodostajima Dunava od +220 cm do 0 cm mogu da rade sva tri agregata, dok pri još nižim vodostajima (ispod 0 cm) može da radi samo jedan i to do nivoa od oko -25 cm. Pri nivoima Dunava ispod ove vrednosti (-25 cm) isključeno je svako snabdevanje vodom HS DTD. [6], [7], [8], [9]

U radu se analiziraju pojava, trajanje i promene niskih i najnižih vodostaja Dunava na vodomernoj stanici Bezdani (stacionaža km 1425,5). Analize su zasnovane na podacima o najnižim godišnjim vodostajima Dunava na vodomernoj stanici Bezdani iz perioda 1891-2008. Detaljnije analize i statistička obrada sprovedeni su na dnevnim podacima o vodostajima od 1945. do 2008. godine, odnosno od perioda neposredno pre donošenja odluke o izgradnji hidrosistema (1947.) do današnjih dana. Obuhvaćen je period od preko šezdeset godina što daje solidnu osnovu za razmatranja ove vrste. Analize su sprovedene u kontekstu razmatranja obezbeđenosti uslova za upuštanje vode iz Dunava u Osnovnu kanalsku mrežu Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav (OKM HS DTD) na glavnom vodozahvatu kod Bezdani. Poseban akcenat u analizama stavlja se na navedene karakteristične vodostaje koji predstavljaju granične vrednosti uslova i režima rada gravitacionog vodozahvata i crpne stanice. Primenjene su osnovne statističke metode i pokazatelji (aritmetička sredina za ceo niz i pojedine vremenske intervale, pokretne sredine, trend, testovi značajnosti promena i sl.) koji na jednostavan ali slikovit način prikazuju i analiziraju razmatranu vremensku seriju podataka.

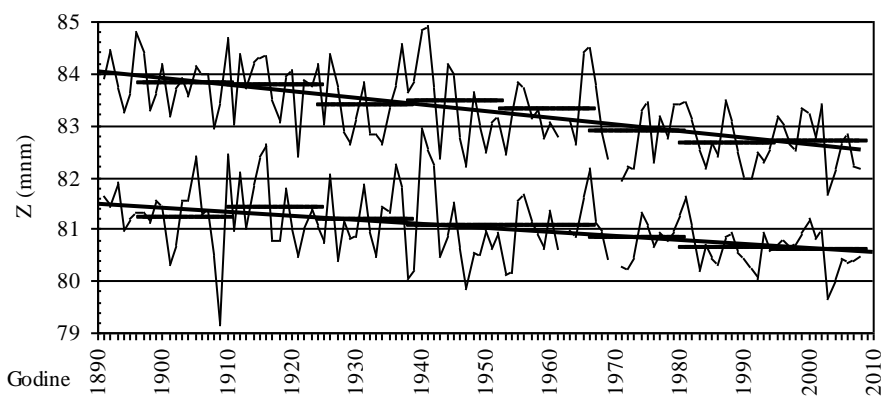
3. REZULTATI

Iz predhodno izloženih podataka i činjenica jasno je da, kako kroz istoriju vodozahvata kanala Dunav - Tisa tako i danas, nivoi Dunava u zoni Bezdani imaju izuzetnu važnost. Ovi vodostaji, kao što je to već napomenuto, direktno utiču na mogućnost gravitacionog upuštanja vode u hidrosistem, a takođe i na rad crpne stanice Bezdani II namenjene za zahvatanje vode pri nižim nivoima Dunava. Upravo iz ovih razloga analizirane su pojave minimalnih vodostaja na VS Bezdani.

U razmatranom dugogodišnjem periodu, od 1891. do 2008. godine, minimalne godišnje vrednosti vodostaja (slika 2) kretale su se u opsegu od -146 cm (79,15 mmm) iz 1909. godine (ova vrednost se nekad isključuje iz analiza jer je nastala pri pojavi zagušenja toka ledom), odnosno -97 cm (79,67) i -77 cm (79,84) zabeleženih redom 2003. i 1947. godine, pa do 232 cm (82,93) koja se javila 1940. godine i nešto niže vrednosti od navedene, iz 1916. godine, od 204 cm (82,65). Prosečna vrednost minimalnih godišnjih vodostaja za ceo posmatrani period je +38 cm (81,02 mmm).

Od posebnog značaja za razmatranu problematiku su konstatovane promene minimalnih vodostaja Dunava sa veoma izraženim opadajućim trendom. Linija trenda se spušta od oko 81,45 mmm na početku posmatranog perioda na oko 80,60 mmm na njegovom kraju. Dakle, uočeno sniženje minimalnih godišnjih vodostaja po liniji trenda iznosi gotovo 1 m. Sličan trend, ali uz još izraženiji pad vrednosti od oko 1,5 m može se uočiti i kod niza srednjih godišnjih vodostaja Dunava na VS Bezdán (slika 2).

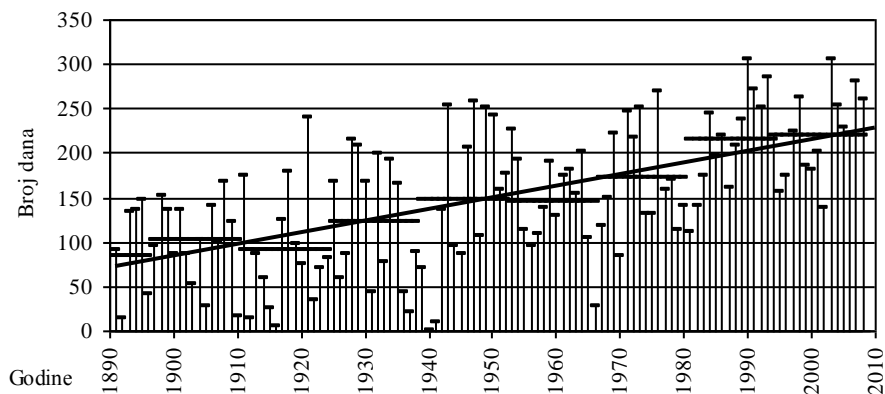
Takođe su sračunati i na slici 4 pikazani proseci minimalnih godišnjih vodostaja za četrnaestogodišnje nizove uzastopnih vrednosti (14 godina je analizom cikličnosti i periodičnosti utvrđena dužina kraćeg hidrološkog ciklusa koji obuhvata po jedan vlažaniji i sušniji period, [10]). I ovaj prikaz, odnosno postepeno, stepenasto spuštanje ovih prosečnih vrednosti, jasno ukazuje na konstantno sniženje najnižih nivoa Dunava.



Slika 2 – Minimalni i srednji godišnji vodostaji Dunava, njihov trend i 14-togodišnje prosečne vrednosti; VS Bezdán, 1891-2008.

Pored uočenog negativnog trenda minimalnih godišnjih vodostaja Dunava, dodatnu nepovoljnost za nesmetano zahvatanje vode u OKM HS DTD kod Bezdána je sve duže trajanje ovih niskih vodostaja. Izvršena obrada podataka o trajanju vodostaja ispod +220 cm, kada već počinju ograničenja u gravitacionom upuštanju vode, pokazala je da se povećava broj dana u godini sa nižim vodostajima, odnosno, da ova pojava ima izrazito rastući trend. U proseku, poslednjih 14 analiziranih godina, ovi periodi traju oko 220 dana godišnje u odnosu na početak posmatranog perioda kada su se javljali 90 - 100

dana godišnje. Od 1990. godine trajanje ovih vodostaja sve češće premašuje 250 pa i 300 dana godišnje. (slika 3)



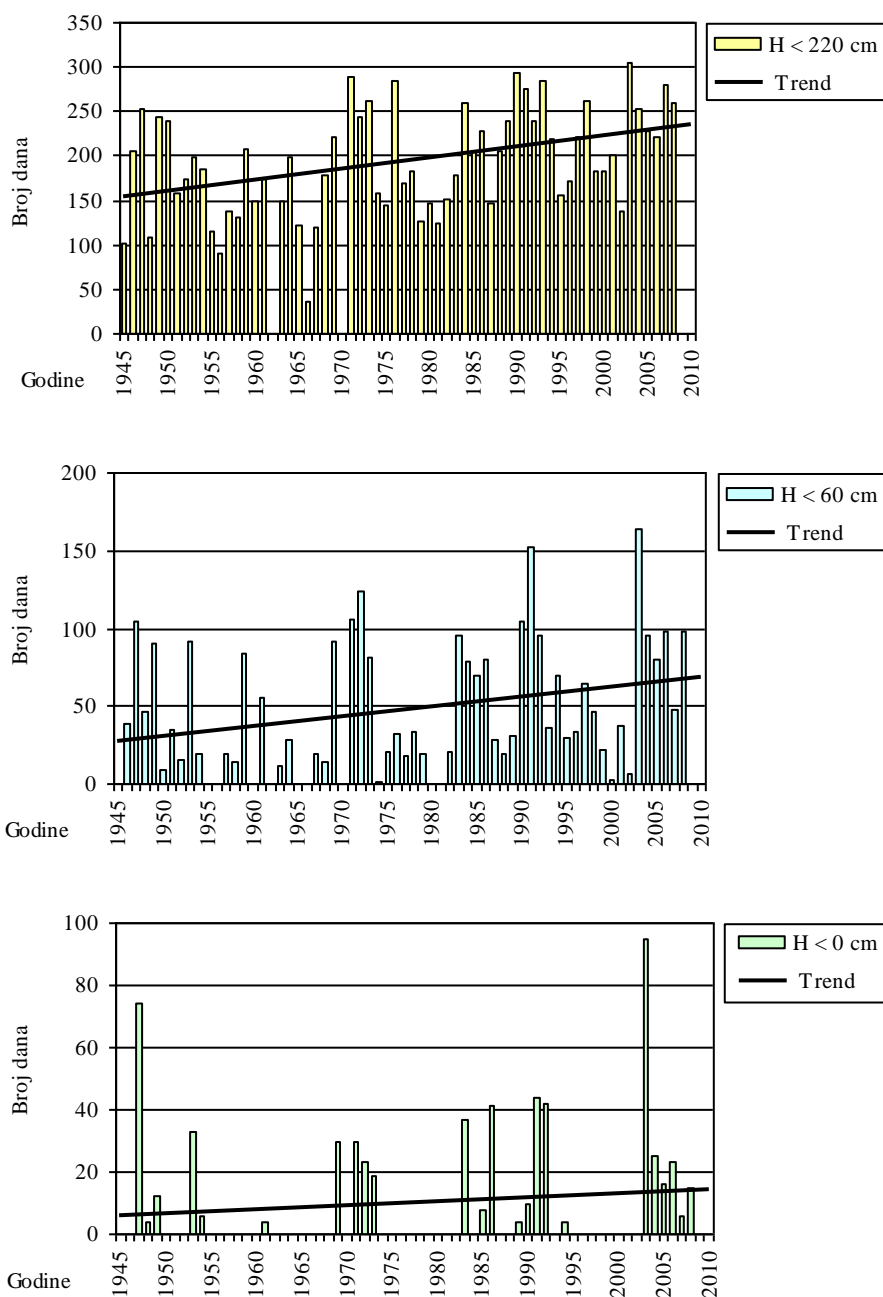
Slika 3 – Trajanje vodostaja Dunava ispod +220 cm, $Z=82,84$ mm (broj dana u godini), trend i 14-togodišnje prosečne vrednosti; VS Bezdán, 1891-2008.

Uporedna analiza trajanja vodostaja Dunava na VS Bezdán nižih od karakterističnih vrednosti: +220 cm (smanjena mogućnost gravitacionog upuštanja vode); +60 cm (potpuno onemogućeno gravitaciono upuštanje) i 0 cm (granični nivo pri kom mogu da rade sva tri agregata crpne stanice), za period: 1945-2008, prikazana je na slici 4.

Vodostaji niži od +220 cm, u analiziranom periodu, javljaju se u proseku 194 dana godišnje. Pri tome, izražen je rastući trend njihovog trajanja. Tako npr., od 2003. godine do kraja analiziranog perioda, 2008., vodostaji niži od ove karakteristične vrednosti imali su trajanje od 221 do čak 305 dana. Ovo očito predstavlja isuviše dug period pri kome ne mogu da se gravitaciono zahvate i obezbede maksimalno projektovane količine vode za potrebe korisnika HS DTD, slika 4a.

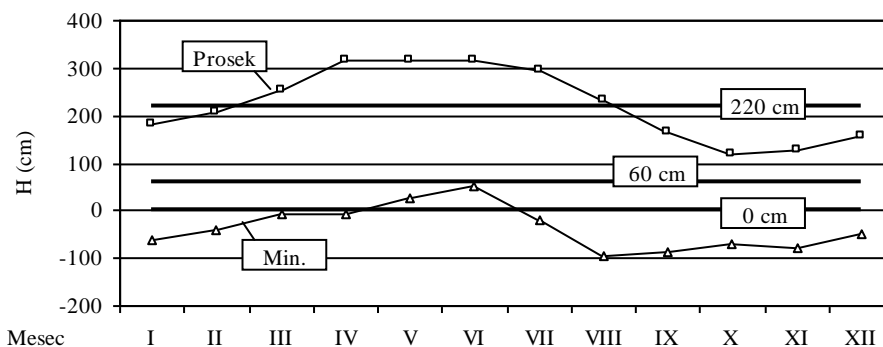
Prosečno trajanje vodostaja ispod +60 cm iznosi 47 dana, odnosno, toliko je u proseku dana godišnje snabdevanje HS DTD moguće isključivo pumpanjem, što pored ograničenja u količini zahvaćene vode ima i izuzetno nepovoljne ekonomske efekte. Takođe je, i u ovom slučaju, primetna tendencija sve dužih perioda pojave ovog i nižih vodostaja. U zadnjih šest godina trajanje ovih vodostaja je stalno iznadprosečne, od 48 sve do 164 dana (slika 4b).

Čak se i vodostaji niži od 0 cm, kada ni crpna stanica ne može da radi punim kapacitetom, sve češće javljaju. Njihovo trajanje, za posmatrani period, u proseku je oko 10 dana, ali su se npr. ekstremne 2003. godine javili u čak 95 dana, a potom, u periodu do 2008. godine u 25, 16, 23, 6 i 15 dana, redom. Trajanje ovih vodostaja, isto kao i prethodno analiziranih, ima rastući trend. S obzirom da je vodozahvat kod Bezdána po kapacitetu najznačajniji za snabdevanje bačkog dela HS DTD vodom, ova činjenica, pored pomenutih hidrotehničkih i ekonomskih problema, može da izazove i veoma ozbiljne ekološke poremećaje (slika 4c).



Slika 4 – Trajanje vodostaja Dunava ispod a) $H = +220$ cm; b) $H = +60$ cm; c) $H = 0$ cm (prosečan broj dana u godini), VS Bezdán, period 1945-2008.

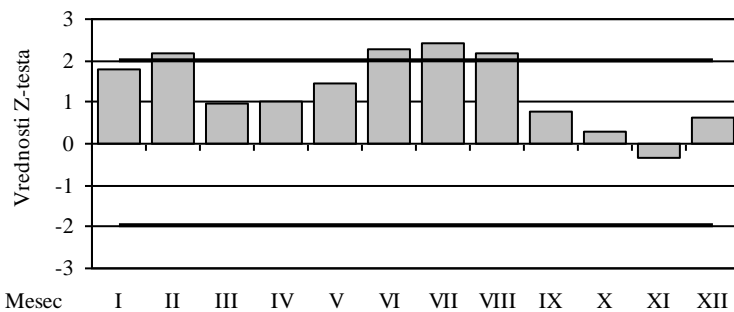
Unutargodišnja raspodela najnižih i srednjih mesečnih nivoa Dunava, za analizirani period, u odnosu na navedene karakteristične vrednosti za rad vodozahvata Bezdán prikazana je na slici 5. Može se uočiti sledeće: Minimalni mesečni vodostaji su tokom cele godine ispod nivoa od +60 cm, odnosno, pri najnižim vodostajima Dunava u bilo kom mesecu postoji opasnost od potpuno onemogućenog gravitaciono upuštanje vode u OKM HS DTD. Slična situacija je i za referentni nivo od 0 cm, ispod koga ni crpna stanica ne može da radi punim kapacitetom, sa izuzetkom minimalnih vrednosti za maj i jun. Pri prosečnim mesečnim vodostajima tokom pola godine (od marta zaključno sa avgustom) moguće je gravitaciono upuštanja vode jer su vodostaji iznad vrednosti od +220 cm. U preostalom delu godine, tokom jesenjih i zimskih meseci ova mogućnost je umanjena ali nije u potpunosti isključena (+220 cm > H > +60 cm).



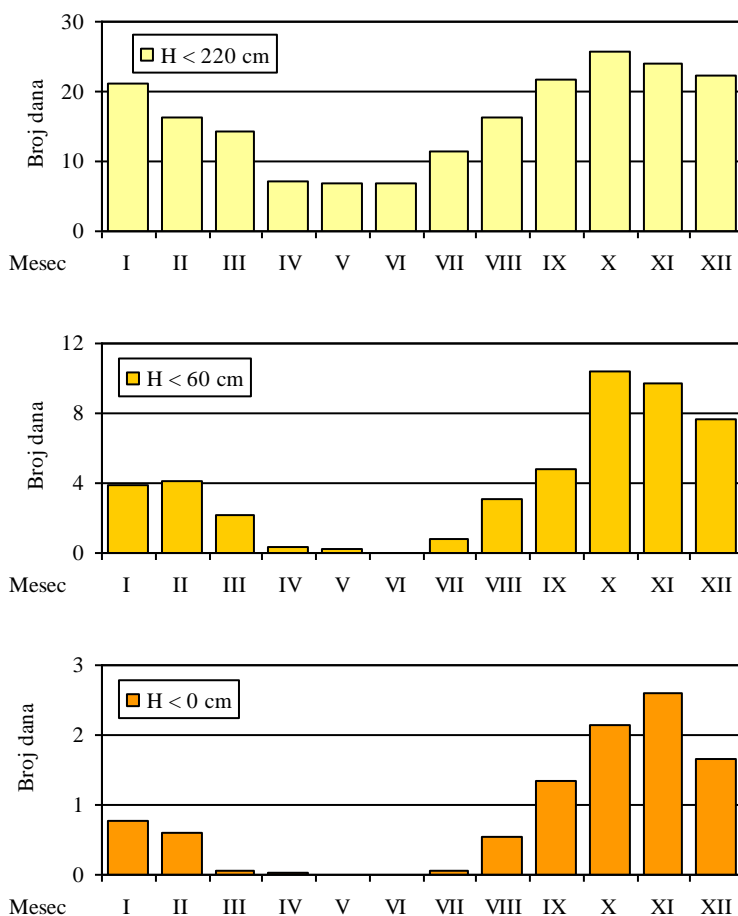
Slika 5 – Minimalni i prosečni mesečni vodostaji Dunava u odnosu na karakteristične vrednosti: +220 cm, +60 cm i 0 cm, VS Bezdán, period 1945-2008.

Prethodno sprovedene analize pojave i trajanja karakterističnih vodostaja Dunava na VS Bezdán ukazuju na manje ili više izražene opadajuće trendove nivoa vode i povećano trajanje niskih i srednje niskih voda. Ova konstatacija odnosi se kako na hronološke višegodišnje nizove (slika 2), tako i na vodostaje i njihovo trajanje u pojedinim mesecima analiziranim ponaosob.

Statistička značajnost uočenih promena režima vodostaja ispitana je primenom odgovarajućih testova, Studentovog T-testa i Normalizovanog Z-testa. Testiranje se vrši na osnovu statistika niza: srednje vrednosti i disperzije koja govori o varijacijama tokom perioda, odnosno vrednosti za dva izabrana karakteristična podperioda (1945-1989. i 1990-2008.). Može se utvrditi da je u drugom uočenom podperiodu došlo do sniženja vodostaja u svim mesecima izuzev novembra (slika 6, vrednosti Z-testa > 0 za sve mesece osim za novembar, istovetni rezultati dobijeni su i primenom T-testa). Upoređivanjem rezultata testa sa kriterijumom za prihvatanje hipoteze za odgovarajući broj stepeni slobode, odnosno njenim graničnim vrednostima konstatovana je signifikantnost ovih promena vodostaja. Statistički značajne promene, odnosno relativno najveće sniženje vodostaja u periodu 1990-2008, uočene su u februaru, junu, julu i avgustu (vrednosti testa iznad graničnih, slika 6)



Slika 6 – Normalizovan Z-test značajnosti promena mesečnih vrednosti vodostaja Dunava u periodu 1990-2008. u odnosu na period 1945-1989. godina, VS Beždan



Slika 7 – Trajanje vodostaja Dunava ispod a) $H = +220$ cm; b) $H = +60$ cm; c) $H = 0$ cm (prosečan broj dana u mesecu), VS Beždan, period 1945-2008.

I u pogledu trajanja karakterističnih niskih vodostaja izdvajaju se jesenji i zimski meseci (slika 7). Najduže prosečno trajanje vodostaja od +220 cm i nižih upravo je u ovim mesecima, i iznosi čak 21 do 26 dana. Vodostaji ispod +60 cm javljaju se u proseku 4 do 10 dana mesečno u jesenje-zimskom periodu a u ostalim delu godine znatno kraće. Vodostaji ispod 0 cm prosečno traju 1 do 2,5 dana u mesecu, najviše u oktobru i novembru.

4. ZAKLJUČAK

Jasno je da, kako kroz istoriju vodozahvata kanala Dunav-Tisa tako i danas, nivoi Dunava u zoni Bezdana imaju izuzetnu važnost i mogu da predstavljaju značajno ograničenje pri snabdevanju vodom višenamenskog hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav. Pojava i trajanje karakterističnih vodostaja i njihove promene na VS Beždan razmatrani su u višegodišnjem periodu. Dobijeni rezultati ukazuju da dolazi do sve učestalije pojave niskih vodostaja i do njihovog značajno dužeg trajanja.

Osnovni razlog problema u radu i premeštanja vodozahvata kod Beždana bio je taj što su niski vodostaji i zasipanje Dunava delimično ili potpuno isključili mogućnost snabdevanja vodom kanala između Dunava i Tise Naime, ni jednim rešenjem - ni starim, ni novim, nije obezbeđeno sigurno zahvatanje vode za potrebe korisnika prvobitnog kanala a potom i hidrosistema. Uzrok tome su hidrološke i morfološke promene (i prirodne i antropogene) uz izraženo pomeranje trase rečnog toka, produbljene erozije baze i sniženje vodostaja Dunava u proteklih nešto preko 200 godina.

Sprovedene analize, na jednostavan ali nedvosmislen način, jasno upućuju na to da je došlo do značajnih promena u režimu minimalnih i srednjih vodostaja Dunava na VS Beždan. Primetan je izrazito opadajući trendu ovih vodostaja. Posebno nepovoljnu okolnost predstavlja sve duže trajanje nižih nivoa Dunava tokom godine, pre svega u jesenjem i zimskom periodu. Posledice ovakvog stanja manifestuju se u sve izraženijim poteškoćama oko zahvatanja vode iz Dunava za potrebe HS DTD, uz moguće očekivanje daljeg, još većeg, zaoštavanja ovog problema u narednom periodu.

LITERATURA

- [1] Andrejev N.: Izgradnja i eksploatacija starih plovnih kanala u Bačkoj, JVP "Srbijavode", VPC "Dunav", Novi Sad, 2002.
- [2] Andrejev N.: Vode Dunava i razvoj vodoprivrede u Apatinskom i Somborskom Podunavlju, Kulturni centar Apatin, JVP "Vode Vojvodine", Apatin, 2004.
- [3] Milošev Ž.: Hidrotehnički radovi u Banatu i Bačkoj pre izgradnje Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem DTD - 25 godina posle, JVP Vode Vojvodine, str. 1-21, Novi Sad, 2002.
- [4] Petrović N.: "Plovidba i privreda srednjeg podunavlja u doba merkantilizma", Istorijski institut, Beograd, 1978.

- [5] Milošev Ž., Savić R.: Značaj promena minimalnih vodostaja Dunava na VS Bezdan za vodozahvat Hidrosistema Dunav-Tisa- Dunav, Savetovanje: Melioracije u održivoj poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet, str. 29- 37, Novi Sad, 2005.
- [6] Milovanov D.: Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav, Vodoprivredno preduzeće DTD, Novi Sad, 1972.
- [7] Likić B.: Opšti prikaz Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav 25 godina posle, JVP Vode Vojvodine, str. 41-73, Novi Sad, 2002.
- [8] Rajić D.: Snabdevanje vodom Hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav, Hidrosistem Dunav-Tisa-Dunav 25 godina posle, JVP Vode Vojvodine, str. 116-129, Novi Sad, 2002.
- [9] <http://www.vodevojvodine.com>
- [10] Salvai A., Zelenhasić E., Savić R.: "Analiza cikličnosti proticaja većih reka Jugoslavije", poglavlje u monografiji Uređenje, korišćenje i zaštita voda Vojvodine, str. 25-36, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 1994.

THE CHANGE IN WATER LEVEL OF DANUBE AND ITS IMPACT ON THE POSSIBILITY OF WATER INTAKE IN MCN HS DTD

***Summary:** The paper analyzes occurrence, duration and change of low and minimal water levels of the river Danube on the watergauge station Bezdan. The analyses have been conducted regarding the conditions for water release from the river Danube to the Main Canal Network of the Danube-Tisa-Danube Hydro-system (MCN HS DTD) on the main water intake at Bezdan. Short historic overview of the development of early waterintake facilities and problems in their work is represented in the introductory part of the paper. The occurrence of the low water level of Danube that restricts the work of the waterintake facility is presented and statistically analyzed later on. Namely, the maximal water release into the canal, of about 60 m³/s, occurs only at certain water levels. At lower levels the possibility of the gravitational release of water into the canal gradually diminishes until complete cessation of this option and transfer to the work of pumping station which total capacity amounts to 12 m³/s (3 x 4 m³/s). The work mode of the pumping station also depends of the Danube water level. Namely, here too the decrease of water level excludes the possibility of the work of certain pumps until the complete cessation of the work of pumping station and the possibility of supplying water to HS DTD in any way. Throughout the history of the water intake at the canal Danube-Tisa- Danube, as well as today, it is clear that the Danube water levels in the region of w.s. Bezdan are of a great importance and can represent significant restriction in providing water to multipurpose hydro-system. The occurrence and duration of the aforementioned characteristic water levels and its change at water gauge station Bezdan, have been analyzed during the perennial period . The obtained results show that the occurrence of low water levels is more frequent and its duration is significantly longer, with the possibility of intensifying this problem even more in the following period.*

Key words: Danube, water level, water gauge, hydro-system Danube-Tisa-Danube