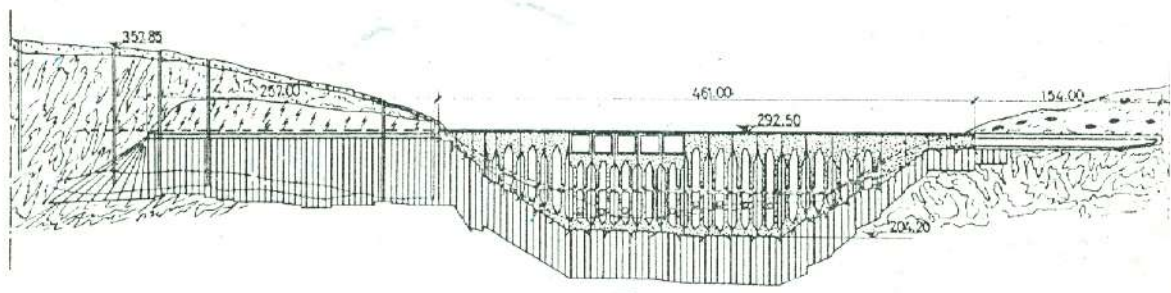
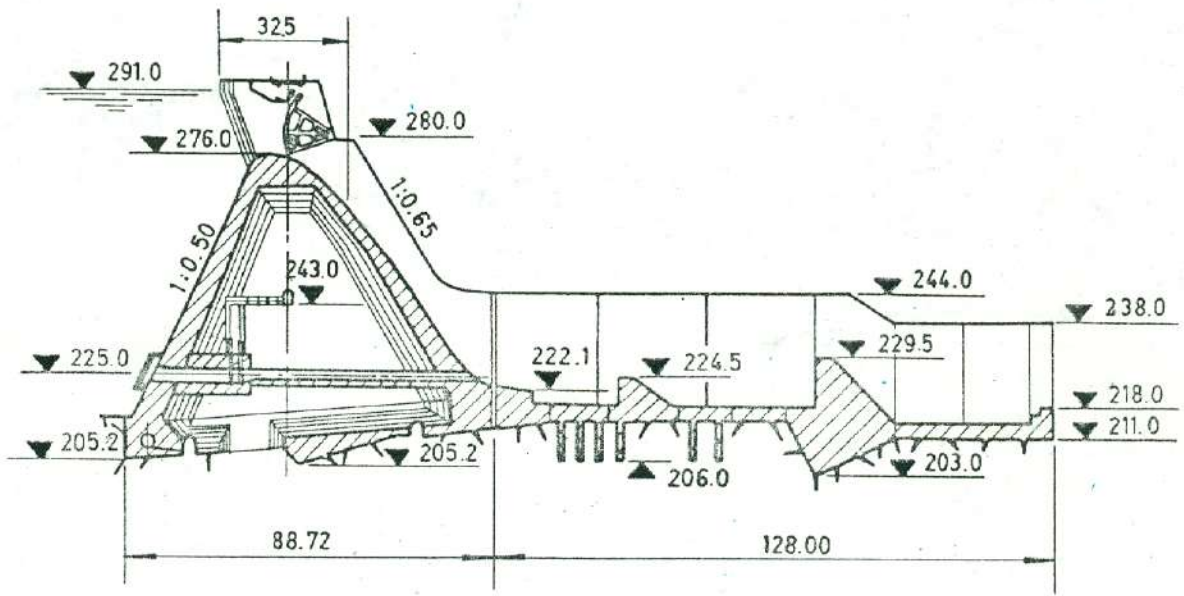


YU ISSN 0350-0519
UDK 626

BROJ 167 - 168
GODINA 29
MAJ -
- AVGUST
1997 / 3 - 4

vodoprivreda



SADRŽAJ

Dugoročna strategija razvoja i unapređenja vodoprivrede Republike Srbije	133
NAUČNI PREGLEDNI RADOVI	
Aleksandar BOŽOVIĆ: Geotehnička problematika i projektovanje betonskih brana	151
PORTRET STVARALACA: Mirjana Tucovic	167
ORIGINALNI NAUČNI RADOVI	
Dr Slavko CRNČEVIĆ i dr Nikola MILJKOVIĆ: Aktualnost gajenja pirinča u Vojvodini - s obzirom na posebne pogodnosti zemljišta i vode	169
Dr Đuro BOSNJAK i mr Borivoj PEJIĆ: Zalivni režim šećerne repe	175
Dr Sava PETKOVIĆ i saradnici: Uticaj suspendovanog nanosa na funkcionisanje sistema za navodnjavanje	181
Dr Ratomir ZIVALJEVIĆ: Hidrološka analiza Cetinskog ponora kao parametra identifikacije kretanja kraških voda u slivu	189
Srdan RADOVIĆ: Primena opštih ekonomskih kriterijuma u zadatku optimalne sinteze sistema za navodnjavanje	197
SINTEZNI RADOVI	
Dr Dimitrije AVAKUMOVIĆ i mr Miloš STANIĆ: Određivanje protoka vode za dimenzionisanje sistema za navodnjavanje	211
PREGLEDNI RADOVI	
Dr Božidar BATINIĆ i Tina MILANOVIĆ: Merenje protoka u okviru sistema za prečišćavanje otpadnih voda - sa posebnim osvrtom na greške primećene na sistemu grada Jagodine	217
Vesna AVAKUMOVIĆ: Primena linearnog programiranja za optimizaciju granatih distributivnih mreža pod pritiskom	225
STRUČNI RADOVI	
Miodrag DEDIĆ i saradnici: O mogućnostima navodnjavanja Pirotskog polja	235
PRIKAZI KNJIGA I SOFTVERA	
Dr Nikola MILJKOVIĆ i dr Mičo ŠKORIĆ: Prikaz biltena tekućih saznanja DRAIN	239
Ivana DMITROVIĆ: Prikaz knjige Walter E. Westman-a: Ecology, impact assessment and environmental planning (Ekologija i procena uticaja objekata i sistema na okolinu)	243
Zaključci konferencije "Zaštita voda '97"	249

CONTENTS

LONG TERM STRATEGY FOR DEVELOPMENT OF WATER RESOURCES MANAGEMENT OF REPUBLIC SERBIA	131
SCIENTIFIC REVIEWS	
Aleksandar BOŽOVIĆ: GEOTECHNICS AND DESIGN OF CONCRETE DAMS	151
PORTRET: Mirjana TUCOVIĆ	167
SCIENTIFIC THEMATIC REVIEWS	
Slavko CRNČEVIĆ and Nikola MILJKOVIĆ: ACTUALITY OF THE RICE GROWING IN VOJVODINA - WITH REGARD TO THE PARTICULAR SUITABILITY OF SOIL AND WATER	169
Đuro BOSNJAK and Borivoj PEJIĆ: IRRIGATION SCHEDULING OF SUGAR BEET	175
Sava PETKOVIĆ and al: INFLUENCE OF THE SUSPENDED SEDIMENT ON THE OPERATION OF IRRIGATION SYSTEMS	181
Ratomir ZIVALJEVIĆ: HYDROLOGICAL ANALYSIS OF CETINJE HOLE AS IDENTIFICATION PARAMETER FOR KARST WATER MOVEMENT IN THE CATCHMENT AREA	189
Srdan RADOVIĆ: SOLVING THE OPTIMAL IRRIGATION SYSTEM PLANNING PROBLEM WITH APPLICATION OF BASIC ECONOMIC CRITERIA	197
SINTEZIC PAPER	
Dimitrije AVAKUMOVIĆ and Miloš STANIĆ: CALCULATING DISCHARGE OF DESIGN OF IRRIGATION SYSTEMS	211
REVIEWS	
Božidar BATINIĆ and Tina MILANOVIĆ: MEASURING OF DISCHARGE IN WASTE WATER TREATMENT PLANTS - WITH ERRORS OBSERVED AT WASTE WATER TREATMENT PLANT FOR JAGODINA TOWN	217
Vesna AVAKUMOVIĆ: APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING FOR OPTIMISATION OF BRANCH - LAYOUT WATER DISTRIBUTION NETWORKS	225
PROFESSIONAL PAPERS	
Miodrag DEDIĆ and al: ABOUT POSSIBILITIES FOR IRRIGATION OF PIROT VALLEY	235
PRESENTATION OF BOOKS AND SOFTWARES	
Nikola MILJKOVIĆ and Mičo ŠKORIĆ: PRESENTATION OF BULLETIN DRAIN	239
Ivana DMITROVIĆ: PRESENTATION OF WALTER E. WESTMAN'S BOOK: ECOLOGY, IMPACT ASSESSMENT AND ENVIRONMENTAL PLANNING	243
CONCLUSIONS ON CONFERENCE	249

VODOPRIVREDA

GOD. 29

Godina 1997.

BR. 167 - 168

(1997/3-4)

UDK 626

YU ISSN 0350 - 0519

IZDAVAČ:

JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA
ODVODNJAVANJE I NAVODNJAVANJE
Beograd, Kneza Miloša 9

Ovaj broj je finansijski podržan od strane Ministarstva za nauku i tehnologiju Srbije i Saveznog ministarstva za razvoj, nauku i životnu sredinu

REDAKCIJSKI KOLEGIJUM

(sa oblastima koje se pokrivaju):

Đorđević dr Branislav – Vodoprivredni sistemi i Hidroenergetika; predsednik Redakcionog kolegijuma
Avakumović dr Dimitrije – Hidromelioracioni sistemi
Batinić dr Božidar – Hidraulika
Bogdanović dr Slavko – Vodno pravo
Bruk dr Stevan - Opšta hidrotehnika
Ignjatović dr Lazar – Komunalna hidrotehnika
Jovanović dr Miodrag – Regulacija reka
Josipović dr Jovan – Hidrogeologija
Likić Budislav – Hidrotehnički objekti
Muškatirović dr Dragutin – Plovidbena infrastruktura
Petrović dr Petar – Brane i građevine
Petković dr Slobodan – Erozija
Plamenac dr Nikola – Odvodnjavanje
Popović dr Mirko – Kvalitet vode
Potkonjak dr Svetlana – Ekonomika vodoprivrede
Radić dr Zoran – Hidrologija
Radinović dr Đura – Meteorologija
Rudić dr Dragan – Održavanje melioracionih sistema
Stojić dr Milan – Navodnjavanje
Tutundžić dr Vera – Ribarstvo
Živaljević dr Ratomir – Hidrometeorološki informacioni sistemi

IZDAVAČKI SAVET

Bajić mr Vladimir
Božinović dr Miodrag
Bošnjak dr Đuro
Varga Arpad
Dragović Dušan
Dutina Nikola
Đukić Miljan
Ilić Živka
Kovačević dr Dejan
Milenković dr Slobodan
Milojević dr Miloje
Pantelić Petar
Stamenković mr Ljubiša

Slika na naslovnoj strani korica:
Presek kroz prelivni deo i podužni presek sa zavesom brane
"Bajina Bašta"
(uz članak Aleksandra Božovića u ovom broju)

MERENJE PROTOKA U OKVIRU SISTEMA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA SA OSVRTOM NA GREŠKE PRIMEĆENE NA SISTEMU GRADA JAGODINE

Prof. dr Božidar BATINIĆ i Tina MILANOVIĆ
Građevinski fakultet, Beograd

REZIME

U okviru sistema za prečišćavanje otpadnih vode, pored ostalih merenja, potrebno je na više mesta meriti proticaje. Ta merenja su izuzetno značajna za pravilan rad sistema, jer se na osnovu njih vrši doziranje hemikalija, kontrolišu se opterećenja sistema i raspodela vode po pojedinim objektima. Pored merenja u samom sistemu neophodno je meriti proticaj i na izlazu iz sistema, pre upuštanja vode u recipijent, da bi se znalo opterećenje vodotoka dodatnim proticajem, koji nije u potpunosti oslobođen svih štetnih materija iz otpadne vode. U radu su analizirani razni načini merenja protoka. Istaknute su primećene greške na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda grada Jagodine i dati su predlozi za pravilnu primenu različitih tipova mernih objekata.

Ključne reči: merenje protoka, prelivni sistemi za prečišćavanje otpadnih voda

1. UVOD

Potreba za merenjem proticaja na sistemima za prečišćavanje otpadnih voda ogleda se u sledećem:

- Merenje otpadne vode koja dotiče u sistem, na osnovu koje utvrđujemo opterećenje sistema i neravnomernost doticaja iz naselja tokom vremena.
- Merenje proticaja na samom sistemu radi upravljanja tehnološkim procesom.
- Merenje proticaja na izlazu iz postrojenja sa praćenjem kvaliteta prečišćene vode, koji opterećuje recipijent u ekološkom pogledu.

Da bi mogli sve navedeno utvrditi, a u želji poboljšanja kvaliteta projektovanja i izvođenja sistema, izabrali smo postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda naselja Jagodina.

Pregledom projektne dokumentacije: Knjiga III: Projekti kompleksnog postrojenja, sveska 2: Hidraulički proračun i obilaskom postrojenja u dva navrata 19. 02. 1997. god. i 25. 03. 1997. god., daje se ova analiza mogućeg korišćenja izgrađenih preliva. Na samom početku mora se istaći da hidraulički proračuni dati u Svesci 2, blago rečeno, ne odgovaraju osnovnim hidrauličkim zakonima. Ovaj rad - analiza trebalo bi da posluži projektantu za dalja ispravnija projektovanja, a korisniku da razreši problem za upotrebu ovako izgrađenih preliva.

2. ANALIZA HIDRAULIČKOG PRORAČUNA

Ovde će se analizirati hidraulički proračuni samo za merne prelive, a ne i ostali delovi proračuna. Redosled izlaganja biće isti kao u tehničkoj dokumentaciji, svesci 2 iz knjige III: Hidraulički proračun.

Merni objekti u vidu bočnog suženja

Pod tačkom 3.2 (navedenog projekta) data je hidraulička analiza, tabelarni prikaz zavisnosti proticaja od dubine i skice koje prikazuju merni objekat.

U tekstu se uvode pojmovi:

- idealni proticaj Q_{id}
- idealna širina B_{id}
- idealna kritična dubina $h_{k_{id}}$, i

- idealna kritična brzina v_{kid}

bez potrebe, ove veličine ne treba mešati sa idealnim fluidom. Data Bernulijeva jednačina koja se odnosi na preseke pre suženja i u suženju:

$$h + \frac{v^2}{2g} = h_{kid} + \frac{v_{kid}^2}{2g}$$

treba da predstavlja jednačinu kretanja idealnog fluida, ali pod uslovom da je kanal na potezu od mernog mesta do zamišljenog preseka sa kritičnom dubinom horizontalan. Ova dužina za izvedeno stanje iznosi približno 6 m. Data vrednost za koeficijent proticaja $C_Q = 0,95$ ne predstavlja koeficijent proticaja, već u nekim slučajevima koeficijent brzine $C_v = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}}$ iz čega bi

sledilo da za ovaj slučaj lokalni koeficijent iznosi $\xi = 0,11$.

U tabeli 3-1 date su vrednosti za $Q_{stv.}$, $Q_{id.}$, h_{kid} i h , što nema potrebe, jer se može hidrauličkom analizom doći do zavisnosti $Q = Q(h)$, zbog čega i radimo bočno suženje kao merni objekat.

T a b . 3-1.- Preuzeta iz projekta

$Q_{stv.}$ l/s	$Q_{id.}$ l/s	h_{kid} m	h m
580	610	0.52	0.76
375	395	0.39	0.57
250	263	0.30	0.43

Na slici 1 dato je izgrađeno bočno suženje sa svim veličinama na osnovu kojih se vidi da je:

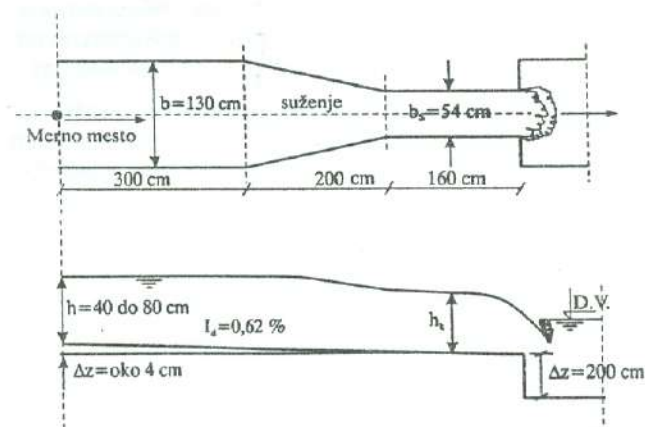
- merna sonda nepotrebno suviše udaljena $L = 300$ cm od suženja, što dovodi do greške pri merenju,
- suviše blago sužavanje od $b = 130$ cm na $b_s = 54$ cm na dužini $L = 200$ cm, što daje ugao suženja $\tan \alpha = 0,19 \Rightarrow \alpha = 10,76^\circ$
- izlazno proširenje naglo pod 90° .

U pravilno izgrađenom bočnom suženju trebalo bi biti obrnuto, s tom razlikom da se na uzvodnom delu suženja umesto naglog suženja konstruiše četvrtina valjka kako se vidi na slici 5. Projektant je zaboravio da se za ovo suženje kopira priroda, a to je oblik "soma" ili "kita".

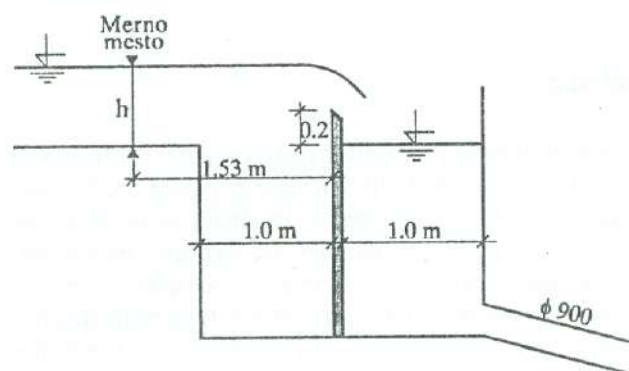
Merni objekti u vidu oštroičnog preliva

Pod tačkom 3.11. (navedenog projekta) data je samo tabela za proticaj u odnosu na visinu h i skica vertikalnog preseka kroz preliv. Ova skica se prilaže i ovde u vidu slike 2.

Na originalnoj skici nije dato gde se meri dubina h i odakle. Na licu mesta izmereno je rastojanje između



S1. 1. - Izgrađeno bočno suženje
Build lateral shrink



S1. 2. - Oštroični preliv širine 1,30 m smešten između dva šahta
Sharp edge spillway 1,3 m wide placed between two shafts

preliva i sonde $L = 153$ cm, a nije moglo da se utvrdi koju dubinu sonda meri. Sa datom širinom $b = 1,3$ m preliva, podacima iz tabele 3.18. primenjujući jednačinu za prelivanje:

$$Q = C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2gh^3}$$

dobija se srednji koeficijent proticaja $C_Q = 0,42$, koji može da odgovara za Bazenov preliv, ali koji mora da bude ovazdušen sa donje strane mlaza.

Merni preliv za recirkulaciju mulja

U tački 4.6. (razmatranog projekta), obrađen je kanal za recirkulaciju mulja. Hidraulička analiza u ovoj tački obuhvata:

- Rezultate proračuna normalne i kritične dubine u kanalu za različite protoke, koji su dati u tabeli 4-4.

T a b . 4-4. - Preuzeta iz projekta

Q	h_{kr}	h_n	v_n
l/s	m	m	m/s
405	0.32	0.62	0.94
300	0.27	0.49	0.87
200	0.2	0.36	0.79

Ova tabela je suvišna, samo nepotrebno opterećuje glavni projekat, iz dva razloga: prvo, za kratke kanale ne treba ni računati te veličine, a drugi razlog je što ovi podaci ne pomažu pri merenju proticaja na prelivu.

- Dat je samo prikaz složenog oštroičnog preлива koji treba da meri proticaj u rasponu $Q_{min} = 10$ l/s do $Q_{max} = 162$ l/s, bez objašnjenja kako se meri proticaj na ovako konstruisanom složenom prelivu - slika 3.

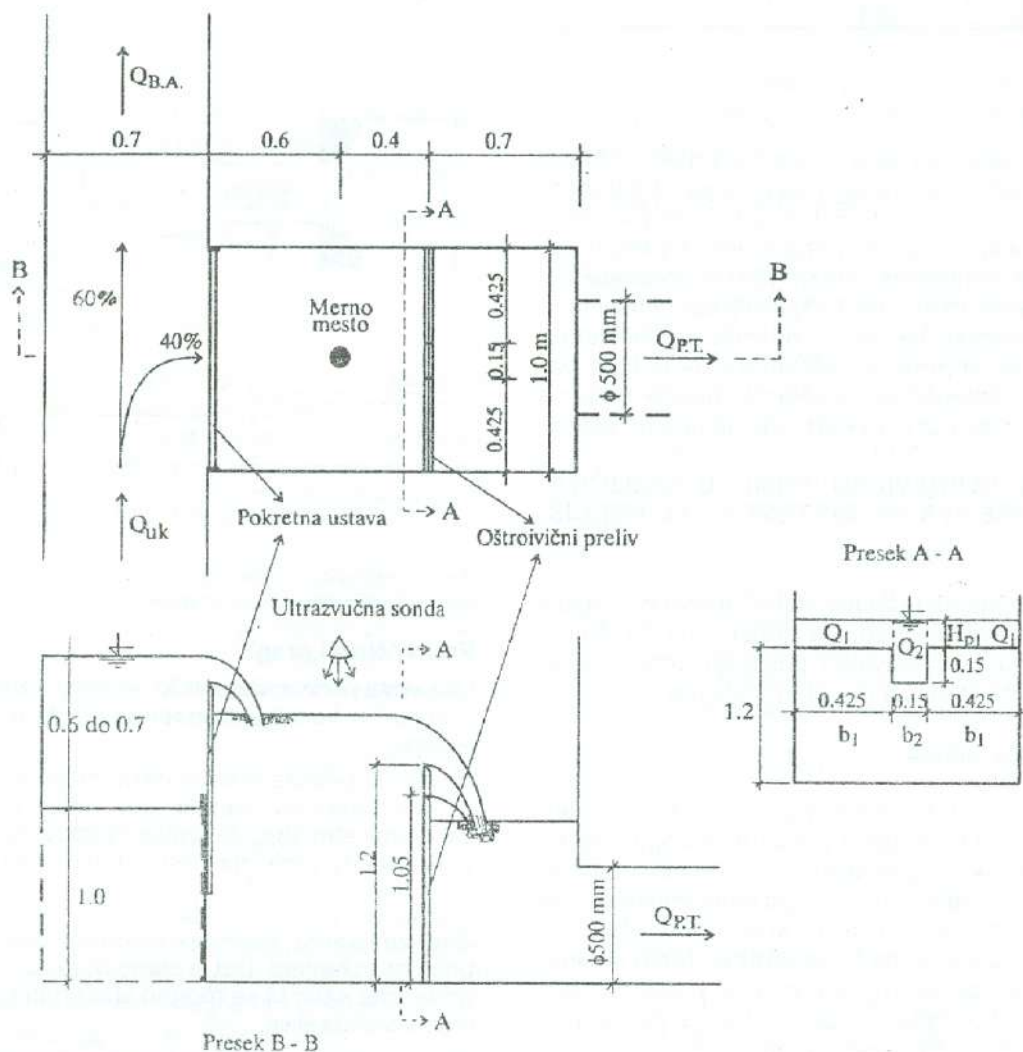
- U tabeli 4-5 (pomenutog projekta) prikazane su sračunate visine prelivnog mlaza na mestu uključenja kanala za recirkulaciju u odvodni kanal na bioaeracione bazene.

T a b . 4-5. - Preuzeta iz projekta

Q	l/s	405	300	200
H	m	0.46	0.38	0.29

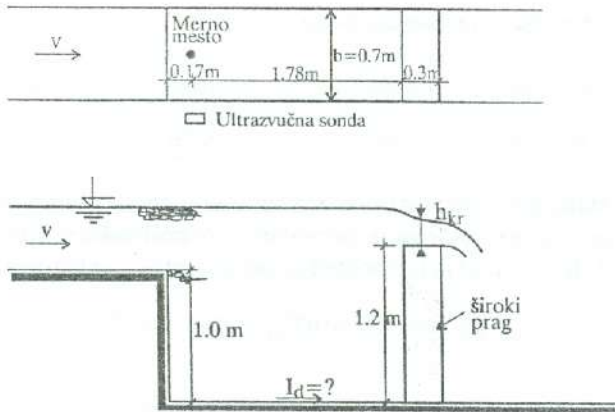
Naknadnim proračunom uz izmerenu širinu preлива od $b = 70$ cm (a koja je proverena i iz podataka u tabeli 4-4) sračunat je koeficijent prelivanja preko jednačine:

$$Q = C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2gH^3} \Rightarrow C_Q = 0.42$$



SI. 3. - Složeni oštroični preliv (preuzet iz projekta)
Complex sharp edge spillway (taken from the project)

Ova vrednost bi odgovarala oštroičnom prelivu, ali pod uslovom da je mlaz ovazdušen sa donje strane. Na licu mesta snimljen je ovaj preliv i prikazan je na slici 4.



SI. 4. - Šema izgrađenog mernog objekta
Schematic presentation of build measuring object

Posebno se naglašava da je u tehničkoj dokumentaciji (odjeljak "Hidraulički proračun") za ovaj kanal dat tabelarni prikaz vrednosti za: Q (l/s), h_k (m), h_n (m), v_n (m/s) bez ikakvog objašnjenja šta treba meriti i na koji način doći do vrednosti proticaja. Na objektu je iznad kanala, kako je to prikazano na slici 4, postavljena "ultrazvučna sonda" bez uputstva šta ona meri i kako se baždari da pokazuje vrednost proticaja. Mesto sonde je tako izabrano da po hidrauličkim zakonima strujne slike ne može biti gore, iza samog praga gde se javljaju vrtlozi.

3. PREDLOG ZA PRAVILNU PRIMENU RAZLIČITIH TIPOVA PRELIVA NA SISTEMIMA ZA PREČIŠĆAVANJE

Prikažeće se primena različitih tipova preliva ne ulazeći u njihov izbor, već se prepušta projektantu da sam iz uslova procesa prečišćavanja postavlja odgovarajući na potrebnim mestima za merenje proticaja.

Bočno suženje kanala

Hidraulički pravilno konstruisano bočno suženje prikazano je na slici 5 sa datim odnosom dužina koje su dobijene modelskim ispitivanjima. Za dati raspon proticaja Q_{min} i Q_{max} potrebno je izabrati najpovoljniji odnos b/b_s iz uslova da se dubina "h" koja se meri kreće u prihvatljivim granicama da bi se proticaj dobio sa unapred određenom greškom. Za konkretan primer merača proticaja gde je proticaj od $Q_{min} = 150$ l/s do $Q_{max} = 580$ l/s, predložene su dimenzije na slici 5.

Da bi došlo do zavisnosti $Q(h)$ za pravougaoni kanal iz Bernulijeve jednačine i jednačine kontinuiteta sledi:

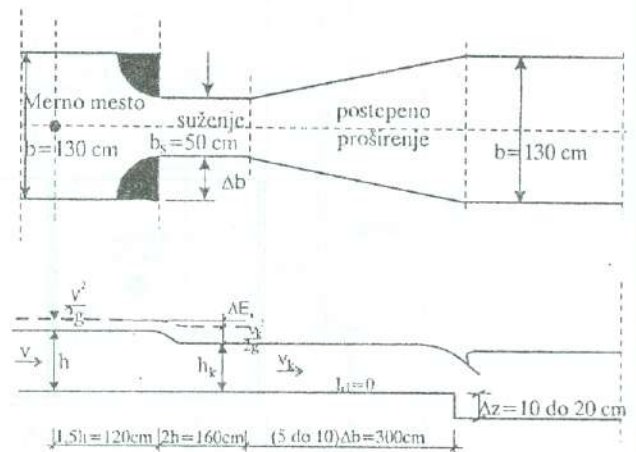
$$v_k = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi}} \cdot \sqrt{2g(h - h_k)} = C_v \cdot \sqrt{2g(h - h_k)}$$

$$A_s(h_k) = A(h) \cdot \frac{v}{v_k}; A_s(h_k) = C_A \cdot A(h)$$

Za pravougaoni kanal važi odnos dubina $h = 1,5 h_k$ uz zanemarivanje dolazne brzinske visine $v^2/2g < 0,01$ m, što daje:

$$Q = C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2g} h^3$$

gde je $C_Q = C_v \cdot C_A \cdot 1/\sqrt{3}$. Iz dosadašnjih ispitivanja preporučuje se $C_v = 0,95$, a iz geometrije $C_A = b_s/bx2/3$, na osnovu čega je koeficijent proticaja $C_Q = 0,38 b_s/b$. Preporučuje se da se svaki izgrađeni ovako konstituisani merni objekat izbaždari i koeficijent proticaja "C_Q" dobije na licu mesta. Baždarenje može da se obavi merenjem proticaja hidrometrijskim krilom, koje se ne mora ponavljati ukoliko se zidovi suženja ne oštete.



SI. 5. - Hidraulički oblikovano suženje
Hydraulically shaped lateral shrink

Preliv "široki prag"

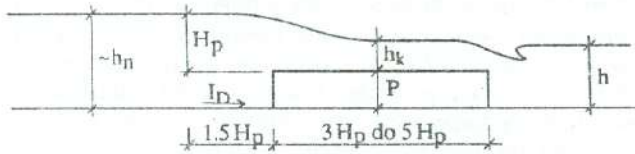
Ova vrsta preliva hidraulički se rešava isto kao i "bočno suženje" u kanalu, uz napomenu da je to "vertikalno suženje".

Na slici 6. prikazaće se pravilno projektovan široki prag u pravougaonom kanalu, koji može po hidrauličkim zakonima strujanja, za kratke objekte dati jednoznačnu vezu između proticaja i visine prelivnog mlaza:

$$Q = f(H_p)$$

Ovu zavisnost nećemo izvoditi, zbog sličnosti sa bočnim suženjem. Dat je samo izraz za Q sa potrebnim podacima kako bi se mogao sračunati proticaj iz izmerene visine preliva.

Kao što je na slici 6 prikazano, geometrija "širokog praga" treba da ispuni određene odnose da bi pomoću njega mogli da merimo proticaj:



Sl. 6. - "Široki prag" u pravougaonom kanalu širine "b"
"Wide threshold" in rectangular channel with wide "b"

- dubina vode uzvodno od praga treba da bude približna normalnoj dubini u kanalu za maksimalni proticaj, a samim tim će za manje proticaje biti nešto manja,
- visina praga se dobija iz uslova da za maksimalni proticaj važi $H_p + P = h_n$,
- "širina praga" odnosno bolje rečeno njegova dužina treba da bude u granicama od $3H_p$ do $5H_p$,
- merenje visine prelivnog mlaza H_p treba da se obavlja na $1,5H_p$ udaljenja od uzvodne ivice preliva,
- nizvodna dubina vode ne bi trebalo da bude veća od $h < P + h_k$

Ako se sve ovo postigne onda može da važi jednoznačna veza za proticaj i visinu preliva:

$$Q = C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2gH_p^3}$$

Vrednost koeficijenta proticaja iznosi $C_Q = 0,32$, koja se preporučuje u literaturi.

Oštroivični "Bazenov" preliv

Ova vrsta preliva u hidrauličkom smislu daje tačnije rezultate za merenje proticaja u odnosu na prethodno obrađene. Bazenov preliv praktično se upotrebljava u laboratorijskim uslovima, a može i na terenu ukoliko se ispune neki uslovi koji su dati u svim hidrauličkim udžbenicima.

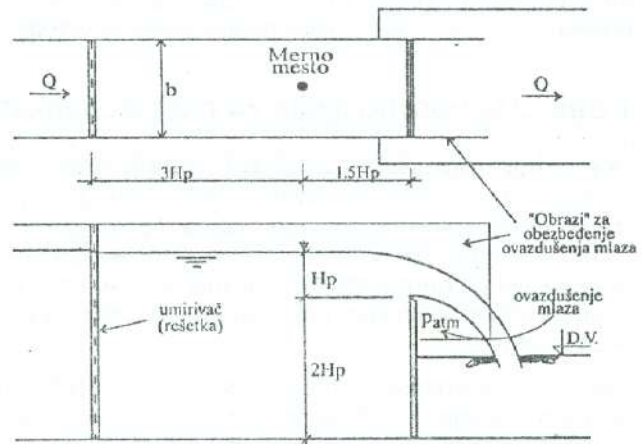
Oštroivični - Bazenov preliv, ukoliko se želi da on u potpunosti odgovara uslovima za merenje proticaja, mora da odgovara određenim geometrijskim pravilima kako je prikazano na slici 7. Ova geometrija preliva upotrebljava se - izvodi u laboratorijskim uslovima, pa može i na sistemima za prečišćavanje.

Formula za izračunavanje proticaja oštroivičnog preliva glasi:

$$Q = C_Q \cdot b \cdot \sqrt{2gH_p^3}$$

Za ovako konstruisan preliv koeficijent proticaja iznosi $C_Q = 0,41$. Mora se napomenuti potreba za obezbeđenjem ovazdušenja prelivnog mlaza, kao i njegovo održavanje u pravcu posle prelivanja. Za ravanski problem prelivanja potrebno je ugraditi takozvane "obrazе" koji ispunjavaju taj uslov. Donja voda ne sme da dostigne donju ivicu "obrazа" i time spreči ovazdušenje mlaza, tj. obezbeđenje atmosferskog pritiska donje ivice prelivnog mlaza. Ovazdušenje donje ivice mlaza

može se uraditi i na drugi način ali o tome ovde neće biti govora već se ostavlja projektantima da sami donesu rešenje.



Sl. 7. - Prikaz oštroivičnog preliva - "Bazenov preliv"
Sharp edge spillway

Složeni oštroivični preliv

Projektant je u želji da tačnije meri proticaj ka primarnim taložnicima konstruisao složeni oštroivični preliv koji je prikazan na slici 3. Proticaj prema primarnom taložniku ($Q_{P,T}$). Prema projektu iznosi 40% ukupnog proticaja, i kreće se od 10 l/s do 162 l/s. Za merenje ovog intervala proticaja predviđen je prikazani preliv (slika 3, presek A-A). Znači, za ovaj preliv proticaj je:

$$Q_{P,T} = C_{Q1} \cdot 2 \cdot b_1 \sqrt{2g} \cdot H_{p1}^{3/2} + C_{Q2} \cdot b_2 \sqrt{2g} \cdot H_{p2}^{3/2}$$

Ova jednačina odgovara postupku za izračunavanje proticaja u složenom rečnom koritu ($Q_R = Q_{G,K} + Q_{in}$) i ne može se primeniti za prikazani preliv. Koeficijente C_{Q1} i C_{Q2} je teško odrediti, izuzev ako preliv odgovara ravanskom problemu, uz uslov da prelivni mlazevi sa donje strane budu aerisani.

Za ovaj raspon proticaja treba usvojiti "Tomsonov" preliv, gde je:

$$Q = 1,4 \cdot H_T^{5/2} \quad (m^3/s)$$

$$Q = 10 \text{ l/s odgovara } H_T = 0,14 \text{ m}$$

$$Q = 162 \text{ l/s odgovara } H_T = 0,42 \text{ m}$$

U slučaju da zbog visinskih položaja ostalih objekata ovaj raspon visine preliva ne odgovara, raspon se može smanjiti. Ugao $\alpha = 90^\circ$, što odgovara Tomsonovom prelivu, može se povećati, tako da se visinska razlika smanji do potrebne vrednosti, pa je:

$$Q = \frac{8 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{15} \cdot C_Q \cdot \sqrt{2g} \cdot H_p^{5/2}$$

Na kraju se mora reći da pokretna ustava i merno mesto merenja visina preliva, ne odgovaraju za ovaj slučaj preliva zbog talasa koje izaziva prelivna ustava, vidi sliku 3.

4. OBILAZAK POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE

Ekipe stručnjaka obiše su u dva navrata sistem za prečišćavanje i izvršile uvid u izgrađene prelive. Obilaženje sistema bilo je 19.02.1997. god. i 25.03.1997. god. Tokom ovih poseta vršeno je snimanje preliva kako po geometrijskim veličinama, tako isto i po odgovarajućim visinskom položaju preliva jednog u odnosu na drugi.

Osim ovih snimanja izmerene su dubine vode na bočnom suženju, na izlazu iz postrojenja, a koje meri prečišćenu vodu i dobijeni su sledeći proticaji.

Veličina/datum	H (m)	Q (l/s)
19. 02. 97.	0,30	151
25. 03. 97	0,33	174

Iz projekta se može videti da postoje mala odstupanja na geometrijskim veličinama. Jedina osetna razlika u veličini širine preliva F-4, preliv ka primarnim taložnicama iznosi:

- širina preliva u hidrauličkim proračunima $b = 1,00 \text{ m}$
($2 \times 0,425 + 0,15$)

- širina preliva u građevinskom projektu $b = 1,20 \text{ m}$, ova širina dobija se i merenjem na licu mesta.

5. MERENJE PROTICAJA NA SISTEMIMA

Merenje proticaja na sistemima za prečišćavanje otpadnih voda obavlja se iz sledećih razloga.

- za potrebe tehnološkog procesa neophodno je znati gde i kako se meri ulazni proticaj, zbog dodavanja hemikalija, recirkulacije mulja i sl.,
- potrebno je znati koji proticaj se ispušta u recipijent, proticaj koji opterećuje recipijent u ekološkom značenju.

Ova merenja mogu se obavljati, kako je već pokazano, raznim sistemima preliva. Prelivi su često primenjivani nepravilno, kako sa gledišta geometrije, tako i sa gledišta položaja merenja visina prelivnog mlaza. Treba shvatiti da svaki lokalni objekat sa većom ili manjom tačnošću može da meri proticaj. Kako je prikazano izabrani su najbolji lokalni objekti, ali njihova pogrešna postavka i način merenja visine preliva smanjuju tačnost.

Ne može se usvojiti skupa oprema za merenje nivoa vode koji treba da posluži za dobijanje visine preliva, koja se sastoji iz: ultrazvučne sonde, prenosnih veza, računске opreme za preračun visine u proticaj, pokazne table za veličinu proticaja i snimanja na traku tokom vremena, a nepravilno projektovati prelive. Merenja proticaja na raznim mestima sistema, ne treba sva prenositi na tablu sa zapisivanjem, već izabrati samo ona koja se upotrebljavaju za radni proces kako bi tehnologija mogla da funkcioniše. Dovoljno je na samom mestu preliva prikazati skalu sa proticajem i na licu mesta odmah ga pročitati i upisati u dnevnik, pogotovu što se skupa oprema koja se lako kviri zamenjuje sa običnom skalom koja se ne kviri.

Napominje se da ovako pogrešno posmatranje preliva, sa pogrešnim mestima za merenje visine preliva, daje veću grešku nego da smo upotrebili običan lokalni geometrijski objekat na kome možemo sa manjom tačnošću izmeriti trenutni proticaj. Kako je već rečeno svaki lokalni hidraulički "kratki" objekat sa odgovarajućom tačnošću može da posluži za merenje samo ga treba opremiti odgovarajućom skalom. Tariranjem mernih objekata na licu mesta kad je sistem za prečišćavanje već pušten u pogon povećava se tačnost merenja i smanjuju greške koje su posledica greški izvođenja (manja ili veća širina preliva itd.).

6. ZAKLJUČAK

Za sisteme prečišćavanja otpadnih voda potrebno je u fazi projektovanja odlučiti sledeće:

- razlog i broj mesta za merenje proticaja,
- način merenja - kontinualno ili u razmacima,
- vođenje dnevnika o merenju ili zapisivanje mernih veličina,
- određivanje izmerenih veličina i njihova analiza sa stanovišta razloga postavljanja mernog mesta na određenu lokaciju,
- merenje ukupne protekle vode kao i količine mulja, peska i drugih vrsta otpadaka, potrebnih za kasniju analizu osobina naselja, i
- utvrđivanje neravnomernosti doticanja na sistem za prečišćavanje - dnevnih, nedeljnih, mesečnih i godišnjih.

Posada sistema za prečišćavanje treba da se pozabavi ovim nabrojanim zaključcima koje može da objavi i da kroz razna saopštenja za stručnu javnost o postignutim rezultatima. Svaki sistem za prečišćavanje treba da bude poligon na kome će se obučavati potreban stručni kadar za bolju i uspešniju odbranu naših reka od zagađivanja otpadnim vodama.

MEASURING OF DISCHARGE IN WASTE WATER TREATMENT PLANTS
WITH ERRORS OBSERVED AT WASTE WATER TREATMENT PLANT FOR JAGODINA TOWN

by

Božidar BATINIĆ, Ph.D. and Tina MILANOVIĆ, B.Sc.
Faculty of Civil Engineering, Belgrade

Summary

Measuring that must be taken at waste water treatment plants, among other measurings, is measuring of water discharge. These measurings are important for controlling and regular system functioning. Beside measuring in the waste water treatment plants, it is necessary to measure outflow from the system, before its flow into the recipient. Different methods of measuring discharge are

presented in the paper. Errors observed at waste water treatment plant for town Jagodina are emphasized. A ways for proper projecting and using a different types of measuring objects are suggested.

Key words: Discharge measuring, spillways, waste water treatment plants

Redigovano 12.6.1997.