

Oblikovanje, dimenzioniranje i zaštita pastrvskih ribogojilišta

J. Bauer

U ovom referatu se upoređuju oblici i dimenzije bazena i zaštita u pastrvskim ribogojilištima, te dostignuća i prijedlozi s obzirom na pogodnosti prirodnog obogaćivanja vode kisikom kao i mogućnosti odstranjenja iskorišćene vode i mulja iz uzgojnog procesa. Razrađuju se zakonitosti potrebe vode i kisika u odnosu na proizvodnju ribogojilišta. Također se ocjenjuju količine i onečišćenja korišćene vode i određuju potrebe za taložnice.

Historijski razvoj

Pastrvsko ribogojstvo je u svojem stoljetnom trendu razvoja prošlo kroz više faza: najprije kao sport ili hobi te dopunsko ili isključivo privređivanje, a zatim nakon pionirske tj. otkrivačke primitivnosti kroz manje ili više iskustvene i tradicionalne majstorske stručnosti do današnjega znanstvenog pripremanja i provođenja mnoštva inovacija u tehnologiji uzgoja, sojevima selekcionirane ribe, oblikovanja objekata, usavršenja opreme, proizvodnje hrane, zaštite od bolesti te zaštite prirode (Erickson, 1981).

Pod nazivom akvakultura nikli su u novije doba mnogi novi postupci i oblici tzv. industrijske intenzivne proizvodnje ribe u pripremljenim povoljnim ekosistemima. Sav taj razvoj nalazi manje ili više primjenu i u našim konvencionalnim ribarskim pogonima, što će se u budućnosti sigurno još pojačati.

Svaki uzgoj ribe, pa i naši dosadašnji tradicionalni pogoni, jest akvakultura, bez obzira da li tu internacionalnu riječ priznamo prikladnom ili ne. Gdje je granica prema industrijskom uzgoju? Neki smatraju pogreškom, da se nešto klasificira »industrijskim pogonom« prema ostalom uzgoju, jer je svaki uzgoj ribe izvorna proizvodnja ili nastavak niza izvorne proizvodnje (Bahr, 1980).

Još i danas vrijedi informacija Stručne sekcije iz 1976. god. o stanju salmonikulture u Evropi. Sa svojim rezultatima Francuzi demantiraju američku teoriju o potrebi velike količine protočne vode za visoke prinose. Svuda na ribnjacima primjenjuje se umjetna aeracija vode u cilju povećanja kisika u vodi. S bolestima pastrva susreću se svi, a naročito Talijani (Vujačić i Volk 1976).

Današnje stanje

U Evropi ima oko tisuću pastrvskih ribogojilišta s kapacitetom od pola do 400 tona godišnje proizvodnje konzumne kalifornijske pastrve po objektu. Količina

protjecajne vode varira od min. 1,5 do maks. 175 lit/sek. za jednu tonu proizvodnje pastrva godišnje. Najniže protjecaje ima Danska, a Italija se ubraja među one s najvišima. Naravno da zato postoje opravdani razlozi. Srednji potrošak vode kreće se od 15 do 25 lit/sek. za tonu ribe godišnje. (Nije poznato, da li se ti podaci odnose uvijek na jednostruku ili višestruku upotrebu iste vode op. a.) (Alabaster, 1982).

U Jugoslaviji ima pedesetak pastrvskih ribogojilišta. Onih sa preko 100 tona godišnje proizvodnje ima jedva desetak. Ostali su puno manjega kapaciteta. Osim nekih slučajnih izuzetaka, sva su ribogojilišta privredno aktivna. Sadašnje privredne poteškoće s novim deviznim propisima za uvoznu komponentu hrane ne ulaze u okvir ovog referata.

Naše perspektive

Ne malu važnost u našim vodnim prilikama ima činjenica, da imamo razmjerno puno izdašnih vrela, koja su premala za iskorišćavanje u elektroenergetici, a šteta je, da beskorisno otječu. K tomu su takva vrela u brdskim krajevima u tijesnim dolinama u pravilu u nerazvijenim područjima, gdje je svaka mogućnost korišćenja prirodnih resursa bilo koje vrsti dobro došla, pogotovu za proizvodnju ljudske hrane. Pojam male privrede se danas na svakom koraku spominje, i traže se mogućnosti razvoja za stvaranje zaposlenja. Tomu mogu pripomoći i manja pastrvska ribogojilišta. Važna je dobro organizirana proizvodnja nasadnog materijala za odgovarajuća klimatska područja i pronalaženje prikladne riblje hrane. Na nekom individualnom ribogojilištu u maloj privredi može dobro doći i neka manje vrijedna i izdašna riblja hrana, ali lakše pristupačna, makar i uz manji intenzitet proizvodnje. Jednako je važna dobra organizacija komercijalne službe i proširenja tržišta.

U nas ima nekih intimnih mišljenja, koja se koji put i u stručnoj javnosti pojave, da se trebaju graditi samo velika ribogojilišta i da ona moraju trošiti mnogo vode. Takvih terena i takvih voda skoro da nema više u nas. Programom razvoja za razdoblje srednjoročnog plana 1981—1985. predviđa se povećanje kapaciteta za novih 2 500 tona pastrva godišnje. Dakle se mora tražiti, da se dobro iskoriste i manji protjecajni kapaciteti i manje površine terena, što se može pojačati uz prirodno ili dopunsko obogaćenje vode kisikom.

Oblikovanje ribogojilišta

Prilika mi je, da na jednom konkretnom primjeru prikažem nekoliko oblika i sistema pastrvskih bazena i analiziram za različite uzgojne dobi ribe produktiv-

*Referat održan na sastanku Stručne pastrvske sekcije, Titograd, 1983.

Jerko Bauer, dipl. inž. stručni suradnik Istraživačko razvojnog centra za ribarstvo FPZ Zagreb

nost bazena na temelju raspoloživoga prirodnog obogaćenja vode kisikom (Bauer i Turk 1983).

Na postojećoj niskoj i uskoj obali jednoga povoljnog vodotoka može se na više različitih lokacija sagraditi više ribogojilišta. Mi sada promatramo onu lokaciju sa 500 lit/sek. stalnoga iskoristivog protjecaja.

U nizu lokacija, kojima taj vodotok raspolaže, na ovoj izabranoj lokaciji nasadivati će se mlad i uzgajati konzumna riba. Objekt za ležnice i rastilišta za uzgoj mlada za sve potrebe na ovom vodotoku smještava se kod samoga vrela.

Zahtjev zaštite vode je ovdje vanredno rigorozan, jer se voda iz toga vodotoka upotrebljava za piće za javne svrhe putem vodovoda, te se mora sačuvati njezina maksimalna kvaliteta.

Kao osobita značajka svake od predloženih varijanta jest, da svaki pojedini bazen bez izuzetka ima osim preljeva konstantne protočne vode još i ispus t u posebni odvodni kanal, čime se omogućuje dvoje:

— prvo da se svaki bazen može isprazniti, a da bazeni oko njega te prije i poslije njega mogu ostati u punom pogonu, i

— drugo da se po potrebi kroz taj inače zatvoreni ispus t može povremeno ispuštati nakupljeni mulj, a da se isti ne miješa s ostalom produktivnom vodom.

Time se povećava produktivna sposobnost i kapacitet ribogojilišta, osigurava bolje zdravstveno stanje ribe i omogućuje sigurnije odstranjivanje mulja sa

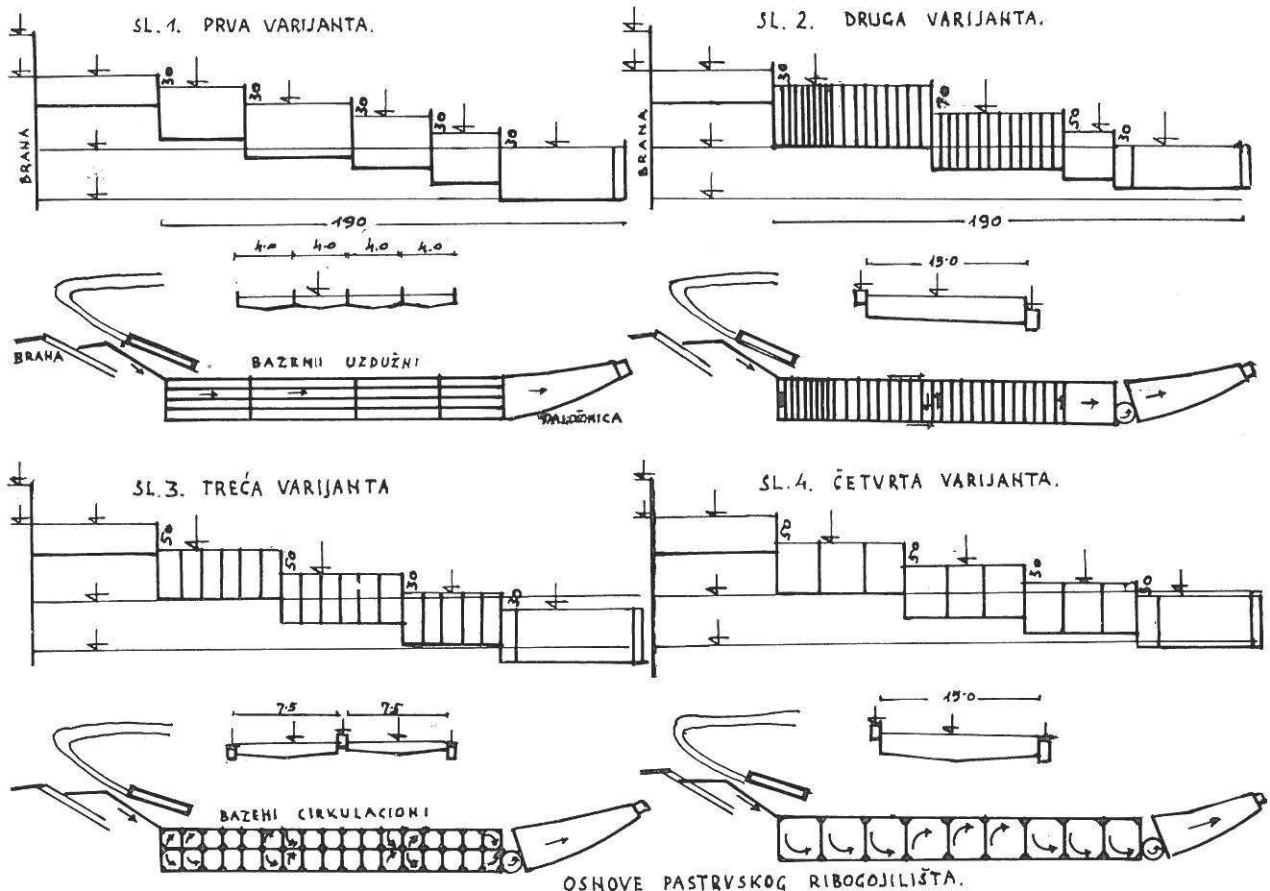
štetnim otpadnim materijalima, a da se ne ispušta direktno u vodotok, komu se ne smije pogoršati kvaliteta vode.

Voda se koristi u ribogojilištu nekoliko puta, jer raspoloživa visinska razlika od gornje do donje vode omogućuje nekoliko preljeva i obogaćenja kisikom.

Prva varijanta (Sl. 1) prikazuje duge uzdužne i odgovarajući uske betonske bazene. Tlocrtno rješenje dimenzionirano je tako, da bazeni omogućuju 72 izmjene vode dnevno. Kada se dužine bazena prenesu u uzdužni profil, vidi se, da nema mogućnosti za neke znatnije visinske padove vode iz gornjih nivoa u donje. Svega su potrebna četiri nivoa bazena na računajući taložnicu, a to ne pogoduje dovoljnom obogaćenju vode kisikom, jer je pad vode kod svake stepenice samo po 30 cm. Po toj varijanti ne može se očekivati dovoljna gustoća nasada ni kapacitet proizvodnje ribe. To umanjuje mogućnost izbora ove varijante.

Druga varijanta (Sl. 2) prikazuje kratke bazene poprečno na smjer doline. Time se iz dugačkoga uzdužnog kanala omogućuje puno duži preljev vode u tanjem mlazu u bazene i time znatno povećanje zasićenosti vode kisikom. Ovdje je moguće i veće iskorišćenje kisika, dobivenoga na raspolaganje i veća proizvodnja ribe. O taložnicama bit će govora posebno.

Treća varijanta (Sl. 3) nastaje iz spoznaje, koju u novije vrijeme primjenjuju u zemljama s vodećim naprednim pastvskim ribogojstvom Evrope (a i drugdje



u svijetu). Naime ustanovljeno je eksperimentalno kao i u praksi na ribogojilištima, da kod gustoće nasada veće od 30 kg/m^3 vode i kod hranidbe ribe iz ruke ili iz pokretne hranilice uzduž bazena, sav taloživ mulj tj. riblji izmet, koji izlazi u grudicama i ima znatniju taložnu brzinu $1,5\text{--}2,0 \text{ cm/sek}$. raspadne se u lebdeći sitni mulj gibanjem ribe i izgubi težinu. Riba na taj način očisti talog sa dna i strana bazena, ali

Dimenzioniranje i konstrukcija

Proračun nasada pastrva i produktivnosti određuje se pomoću bilance kisika prema novim bavarskim smjernicama, koje omogućuju jasan i pristupačan račun. Ovdje se daje pregled najprije potroška kisika prema veličini, tj. dobi ribe kod temperature $13 \text{ i } 9^\circ\text{C}$ kao informativni primjer:

Masa	g/kom	0,25	1,0	20,0	100,0	250,0
Dužina	cm	2,5	4,0	12,0	20,0	27,0
Potrošak	$\text{O}_2 \text{ g/kg/d}$	16,6	12,6	7,1	5,0	4,1 kod 13°C
Potrošak	$\text{O}^0 \text{ g/kg/d}$	10,5	8,0	4,4	3,15	2,6 kod 9°C

mulj se hidratizira i zamuti vodu i ne taloži se više, nego skoro sav otječe s vodom u slijedeće bazene u prirodni vodotok.

Zbog toga u francuskoj pokrajini Bretagni (Aurel i Faure), gdje je pastrvarstvo veoma napredno, pomišljaju, kako da svoje postojeće duge uske bazene pregrade u okrugle cirkulacione, koji se sami pročišćavaju (self-cleaning ponds). Manje je poznato, da se ne samo mlađ uzgaja u cirkulacionim bazenima, nego i konzumna riba također, što potvrđuje npr. literatura u Bavarskoj (Klob, 1979), a i u drugim zemljama.

Zbog toga se u trećoj varijanti prikazuju cirkulacioni bazeni (kvadratični sa zaobljenim uglovima) u dva reda, a među njima je dovodni uzdužni kanal. Slijedeća grupa bazena nakon dovoljne visinske razlike puni se vodom iz vanjskih kanala, a srednji kanal sada služi kao zajednički odvodni. To vrijedi za stalno prolaznu vodu, a nakupljeni mulj se u nekim povratnim tokovima ispušta kroz posebni ispust iz svakog bazena i posebni odvodni kanal izravno u taložnicu. Kroz samo tri nivoa bazena bolje se iskoristi sva raspoloživa visina, jer su padovi vode veći.

Četvrta varijanta (Sl. 4) dodaje se zbog potpunosti izvještaja, a ta ima također cirkulacione bazene, ali puno veće. Jedan bazen u četvrtoj varijanti odgovara veličini četiri bazena u trećoj. I ovdje se u tri nivoa ponavlja korišćenje vode.

Za navedene četiri varijante uporedo su prikazane situacija, uzdužni i karakteristični poprečni profil.

Ocjena varijanata je slijedeća: — prva varijanta se odbacuje, jer daje premalo obogaćenje kisika i premalu produktivnost. — Druga varijanta daje veću produktivnost, jer ima veće padove među grupama bazena i bolje obogaćuje kisik. — Treća varijanta, osim povećanja kisika, omogućuje bolje odstranjenje mulja iz svih nivoa korišćenja, što ne samo koristi manjem onečišćenju otvorenog vodotoka nego i uspješnijem uzgoju riba u bazenima. — Četvrta varijanta ima možda prevelike bazene, kakvi dosad nisu poznati u primjeni.

Iskustva s cirkulacionim bazenima pozitivna su u svim zemljama Evrope, pa i u Jugoslaviji (u što se možemo lako uvjeriti na licu mjesta), a negativna iskustva nisu poznata u Evropi, pa ne bi trebalo omalovažavati takav oblik i funkcioniranje.

Razlike potroška su veoma velike, pa je sasvim neinformativno govoriti o proizvodnji samo na bazi površine bazena bez oznake vremena izmjene vode, temperature vode i zasićenosti kisika.

Nadalje protjecajni kapacitet od 500 lit/sek . vode daje, prema bilanci kisika slijedeće proizvodne kapacitete u vodi, čija se godišnja temperatura kreće od oko 13°C u ljetu do $5,5^\circ\text{C}$ u zimi:

kod zasićenosti kisikom	proizvodnja godišnje
100 %	85 tona
80 %	60 tona
70 %	23 tona

Kod 72 izmjene vode dnevno kubatura bazena u jednom nivou iznosi $500 \times 20 \times 60 = 600 \text{ m}^3$, odnosno 600 m^2 površine.

Ovo dovoljno pokazuje, od kakvog je značaja što veća zasićenost kisika, te da je bezuvjetno potrebno održavati zasićenost visokom.

Npr. kod trokratnoga korišćenja iste vode i postupnog opadanja zasićenosti kisika, kakva je naprijed navedena, proizvodnja ribogojilišta s 500 lit/sek . iznosi: $85 + 60 + 23 = 168 \text{ tona}$ godišnje.

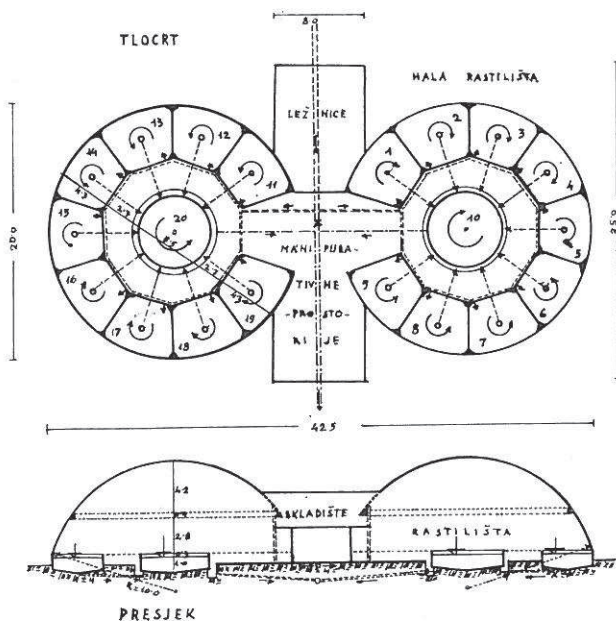
Na nekoj drugoj lokaciji uz isti vodotok može se sličan objekt ponoviti, ako ima dovoljno visinske razlike na raspolaganju. Ako se uvede još i mehanička aeracija, može se proizvodnja povećati na 200 tona ili više kod istih 500 lit/sek . na tri nivoa korišćenja vode.

Opis pogona ležnica i rastilišta

Na pogodnoj lokaciji kod vrela može se smjestiti zajednički pogon za valjenje ikre — valionice ili ležnice do stadija, kada ličinke počinju uzimati hranu, te za rastilišta za mladunce do veličine 70 mm ili $3\text{--}4 \text{ g}$ mase. Tada se mogu iz natkrivenog prostora preseliti u mladičnjake na otvorenom, očekujući sasvim male gubitke u daljem uzgoju.

Na toj lokaciji kod vrela jednaka je temperatura vode čitavu godinu oko $10,5^\circ\text{C}$, što odgovara dobrom razvoju ikre i ličinki i očuvanju zdravstvenog stanja uz veoma visoku zasićenost kisikom.

Osim toga ovdje se javlja samo neznatna povremena zamućenost vode, koja ne bi mogla biti opasna za ležnice ikre. Ipak će se u svrhu opreznosti postaviti taložnica za vodu 4 lit/sek . pred samim ležnicama.



SL. 5. ZGRADA LEŽNICA I RASTILIŠTA

Iskorišćena voda iz ležnica vodi se posebno u taložnicu i ne koristi ponovno, jer vode ima i suviše na raspolaganju.

Jednako se postupa i s vodom iz rastilišta, koje ima oko 100 lit/sek, ali još uvijek u neznatnom odnosu prema kapacitetu vrela. Zbog toga ovakva taložnica ne predstavlja velik izdatak.

Kapacitet ovog objekta je za 4,4 milijuna komada oplodene ikre i odgovarajući broj mladunaca u rastilištima. Ako se nabave matice, odnosno takve uzgoje, koje imaju termin mriješćenja u X, XII i II mjesecu po prilici, može se kapacitet objekta i podvostručiti. Računa se ipak samo na 6,6 milijuna komada inkubirane ikre za čitav sistem ribogojilišta.

Kao rastilište služi 20 cirkulacionih bazena ukupne kubature 380 m³. Nema maksimalno gustog nasada nego samo 5 000 komada mlada 70 mm dužine, a mase oko 3,3 g na kraju uzgojnog perioda.

Konstrukcija ovog objekta zamišljena je tako, da se postigne minimum građevnih površina za bazene i ležnice, uz minimum manipulativnih površina te uz minimalni trošak pokriva i građenja. Konstrukcija ima takav oblik, da se povoljno uklapa u okoliš i obogaćuje ga i čini sklad s prirodom. Nadalje konstrukcija je tako podijeljena, da je moguća etapna gradnja. Svaka prostorija za rastilišta je odvojena, a laka kupola nad njima je s rasponom od 20 m promjera i jednostavno se izvodi. Među njima je jednostavna zgrada za ležnice i manipulativne potrebe. Čitav objekt ima 800 m² površine s jeftinom izgradnjom.

Čišćenje ribogojilišta od otpadnih tvari i zaštita vodotoka

O vrsti, naravi i intenzitetu nastanka otpadnih tvari u pastvrskom ribogojilištu irna pouzdanih rezultata istraživanja u izvještaju o otjecajnim vodama — efluentu — iz ribogojilišta razvijenih zemalja Evrope od EIFAC od 1981/82. god. (Alabaster 1982). Budući da su sva prava pridržana, i ništa se od toga ne smije reproducirati bez posebnog dopuštenja od organizacije FAO, ovdje se ograničujemo samo na opću konstataciju, da se vodotok ne smatra onečišćen vodom iz ribogojilišta, ako se na 5 lit/sek. iskorišćene vode ne proizvede više od jedne tone pastrva godišnje, kod čega nisu uključene taložnice za pročišćavanje. Glavno onečišćenje nalazi se u suspendiranom mulju, čega ima nešto više od jedne trećine mase potrošene hrane. Taj mulj je pretežno taloživ, a taloži se u taložnici praktički skoro sav već nakon pola sata.

I nove bavarske smjernice određuju 30 minuta kao minimalno efikasno zadržavanje vode u taložnicama.

SUMMARY

Forming, dimensioning and protecting of the trout fish farms.

The forms and dimensions of the bassins have been compared, on the trout fish farms, in regard of the favourable natural enrichment of oxygen in water and the possibilities for dischargement of polluted water and suspended solids.

The rules are given of the water- and oxygen demands in relation to the productivity of fish ponds and the quantity of the polluted effluent have been evaluated as the criteria for settling bassins too.

LITERATURA

- Erickson J. D. (1981.): American Trout Farming Marks 100 Years Plus-Still Growing, Aquaculture, March/April Vol. 7. Nr. 3, Little Rock, Ark. USA.
- Bahr K. D. (1980.): Aquakultur mit neuen Technologien, Fischer u. Teichwirt (5). Nürnberg, Bayern.
- Vujačić Lj. i Volk S. (1976.): Sastanak stručne sekcije za pastvrsko ribnjačarstvo Jugoslavije, Ribarstvo Jugoslavije, (2).
- Alabaster J. S. (1982): Survey of Fish-Farm Effluents in some EIFAC Countries. Report of the EIFAC Workshop on Fish-Farm Effluents/I 41 Rome.
- Bauer J. i Turk M. (1983.): Idejno rješenje za pastvrsko ribogojilište na Slunjsici. Arhiva Istraživačko razvojnog centra za ribarstvo Zagreb.
- Querallou J., Faurè C. (1982.): Pollution Loads from Rainbow Trout Farm in Brittany, France. Report of the EIFAC Workshop on Fish-Farm Effluent/I 41. Rome.
- Klupp R. (1979.): Futterverwertung bei Regenbogen forellen, Fischer u. Teichwirt (10).
- Neue Teichbaurichtlinien, (1980.) Fischer u. Teichwirt (4).
- Neue Teichbaurichtlinien, (1981.) Fischer u. Teichwirt (2).