

RACIONALNO UPRAVLJANJE SISTEMIMA ZA NAVODNJAVANJE NA MODELU KLADOVSKOG KLJUČA*

Mile BOŽIĆ, Goran NIKOLIĆ, Dejan MILOŠEV, Sanja KRAČUNOV
Institut za vodoprivredu «Jaroslav Černi»

REZIME

Prethodnom studijom opravdanosti sistema za navodnjavanje „Ključ“ [1] na području opštine Kladovo, sagledani su svi preduslovi za razvoj savremenog sistema za navodnjavanje. Analiza je, pored prirodnih uslova koji su relevantni za ovakav sistem, preko *faktora integracije* obuhvatila i mogućnost formiranja udruženja korisnika voda, koje može uticati na pojeftinjenje sistema, unapređenje racionalnosti u toku rada i povećanje funkcionalnosti i pouzdanosti pri upravljanju sistemom. U ovom radu daje se kratak prikaz najvažnijih razmišljanja projektanata vezanih za realizaciju ovog sistema.

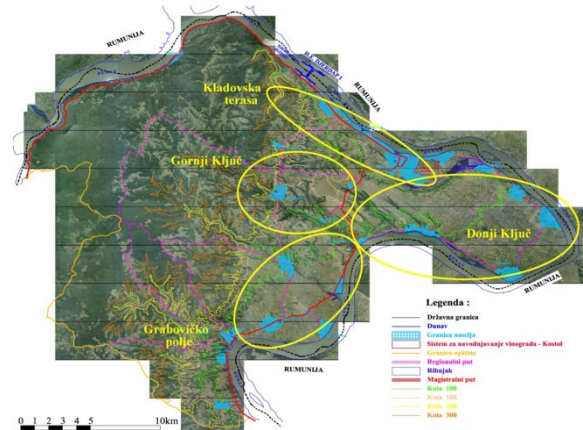
Ključne reči: sistem za navodnjavanje, faktor integracije, udruženje korisnika voda.

1. UVOD

Kladovski Ključ obuhvata prostor u slivu akumulacije HE "Đerdap II" sa ukupnom površinom od 24.500 ha. Budući da se predmetno područje odlikuje višedecenijskim stagniranjem u razvoju, kako opšte privrednom, tako i u poljoprivrednim aktivnostima opterećenim vrlo nepovoljnim demografskim kretanjem, to se izradi Konceptije navodnjavanja pristupilo bez maksimalnih zahteva, već u skladu sa procenama mogućeg održivog razvoja Opštine Kladovo.

Strategija pri izradi ove koncepcije sistema za navodnjavanje bazirana je na: identifikaciji svih relevantnih prirodnih i društveno ekonomskih činilaca, od bitnog uticaja na navodnjavanje, izradi koncepta sistema za obezbeđenje i dovođenje vode za poljoprivredne namene uz puno uvažavanje i ostalih lokalnih interesa i potreba, kao i potreba šire regije,

projektovanju tehničkih mera za zahvatanje, dovođenje i distribuciju vode poljoprivrednim potrošačima. Poseban akcenat dat je ekonomskoj oceni opravdanosti ulaganja u sistem za navodnjavanje, s obzirom na veliku usitnjenost privatnog poseda, te objašnjenju pojmova kakvi su *Faktor integracije* i *Udruženje korisnika voda*, kao i razmatranju ekonomskih prednosti pristupanju ovakvom udruženju.



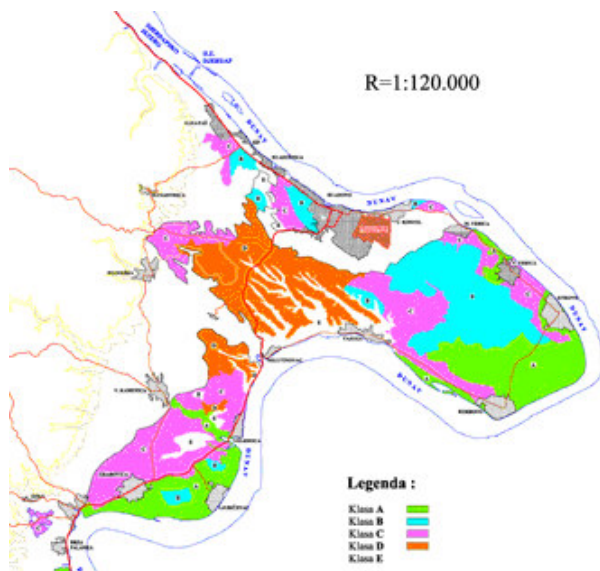
Slika 1. Područje opštine Kladovo

2. POSTOJEĆE STANJE I USLOVI NA PODRUČJU

Opština Kladovo (62.940 ha) [3] se nalazi na krajnjem severoistoku Republike Srbije. Severnu i istočnu granicu ovog područja, a ujedno i granicu sa susednom Rumunijom predstavlja meandar reke Dunav, tačnije delovi ove oblasti sa kotama između 40 i 160 mnm uz reku Dunav, tzv. Dunavski Ključ, uključujući i Grabovičko polje. U pitanju je poljoprivredno zemljište u slivu akumulacije HE "Đerdap II", ukupne površine 24.500 ha, od interesa su za sprovođenje intenzivne poljoprivredne proizvodnje uz primenu navodnjavanja.

* Ovaj članak rezultat je rada na projektu 410022 - Model racionalnog gazdovanja i upravljanja vodnim resursima u poljoprivredi

Prema različitom stepenu pogodnosti zemljišta za navodnjavanje, od ukupnog poljoprivrednog zemljišta izdvojena je obradiva površina od ukupno 11.500 ha na kojem je eksploatacija moguća bez ograničenja. Na preostalim površinama poljoprivredne aktivnosti su moguće ali uz prethodnu primenu mera za njihovo pravilno angažovanje (slika 2).



Slika 2. Karta pogodnosti zemljišta za navodnjavanje

S druge strane poljoprivreda i selo, kao veoma bitni faktori ukupnog razvoja u opštini Kladovo, već duži niz godina stagniraju i nazaduju, a agrar opterećuju problemi tranzicionih efekata, proces prelaska iz planske ka tržišnoj poljoprivredi, kao i vrlo veliki procenat staračkih domaćinstava, te nerazvijenost prerađivačkog kompleksa.

Ipak, ako se zna da:

- 43,9% od ukupnih površina u Opštini su poljoprivredne,
- 91,3% ukupnog broja naselja su seoska naselja,
- 56,7% stanovništva živi u seoskim naseljima,
- 31,2 % dohotka Opštine stvara poljoprivreda,
- postojeći fond i struktura zemljišta omogućavaju prehrambenu sigurnost stanovništvu Opštine - 1,17 ha poljoprivrednog, odnosno 1,05 ha obradivog zemljišta per capita (što je znatno više u odnosu na prosek Srbije),

može se sa sigurnošću reći da Opština Kladovo ima prirodne preduslove i brojne komparativne prednosti za postizanje markantne pozicije u poljoprivrednoj proizvodnji, pre svega "zdrave hrane", na domaćem ali i inostranom tržištu, za šta je pored navodnjavanja

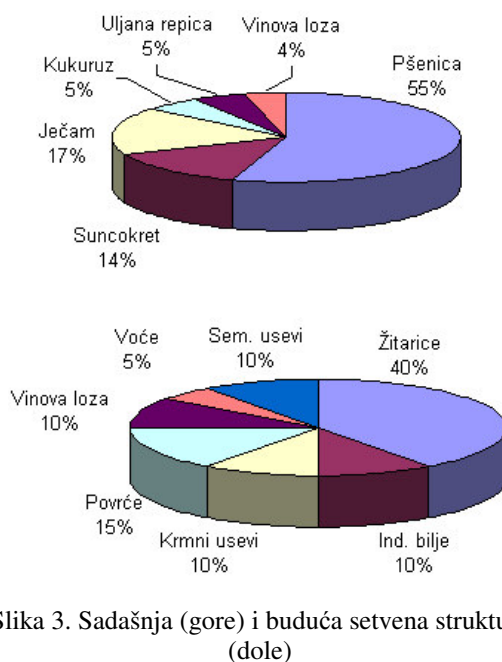
neophodan razvoj celokupnog prerađivačkog kompleksa.

3. ANALIZA POTREBA ZA VODOM ZA NAVODNJAVANJE

Analiza potreba za vodom za navodnjavanje je urađena na osnovu projekcije setvene strukture, i to sagledavanjem sledećih činjenica:

- sadašnje stanje poljoprivredne proizvodnje,
- klimatske specifičnosti razmatranog regiona,
- kvaliteta zemljišta, odnosno njegova pogodnost za navodnjavanje,
- predviđeni pravci razvoja pojedinih oblasti, izmena strukture setve (povećanje povrća i voća), u cilju postizanja što većih efekata navodnjavanja,
- oživljavanje stočarstva, naročito govedarstva, i usmerenje na korišćenje kabastih hraniva,
- efikasnije korišćenje i usaglašavanje skladišnih i kapaciteta prerađivačke industrije.

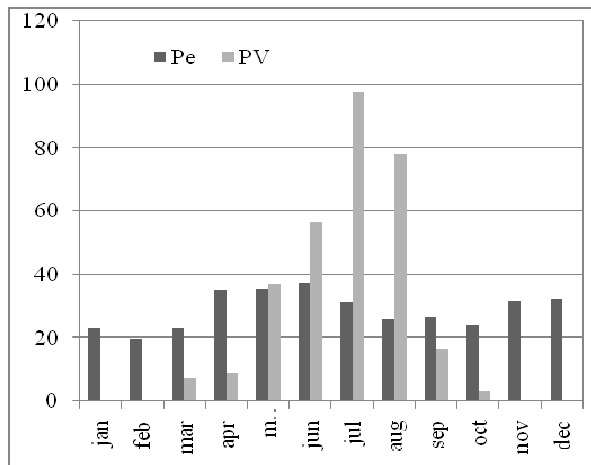
Na slici 3 su prikazane sadašnja i projektovana setvena struktura poljoprivredne proizvodnje.



Slika 3. Sadašnja (gore) i buduća setvena struktura (dole)

Na slici 4 je prikazana neravnomernost potreba za vodom i efektivnih padavina na nivou prosečne godine. Korekcijom prosečno dobijenih vrednosti potreba za vodom zbog uvođenja sistema "kap po kap", odnosno

postrnih useva, kao i zbog gubitaka vode na sistemu, usvojene su prosečne očekivane potrebe za vodom za navodnjavanje od 300 mm u vegetacionom periodu.



Slika 4. Odnos potreba za vodom (PV) i efektivnih padavina (Pe) na nivou prosečne godine

4. ANALIZA POTENCIJALNIH IZVORIŠTA I ALTERNATIVE TEHNIČKIH REŠENJA

Uvažavajući jednostavne polazne elemente, da ukupna površina poljoprivrednog zemljišta koje će se organizovano navodnjavati iznosi 11.500 ha, te da treba prosečno obezbediti 300 mm vode za navodnjavanje u vegetacionom periodu, može se proceniti da je reč o potrebama od više desetina miliona m³ vode za navodnjavanje u toku vegetacionog perioda, prosečno. Realno sagledavanje te činjenice, pokazalo je da potencijalna izvorišta vode za navodnjavanje treba tražiti u domenu:

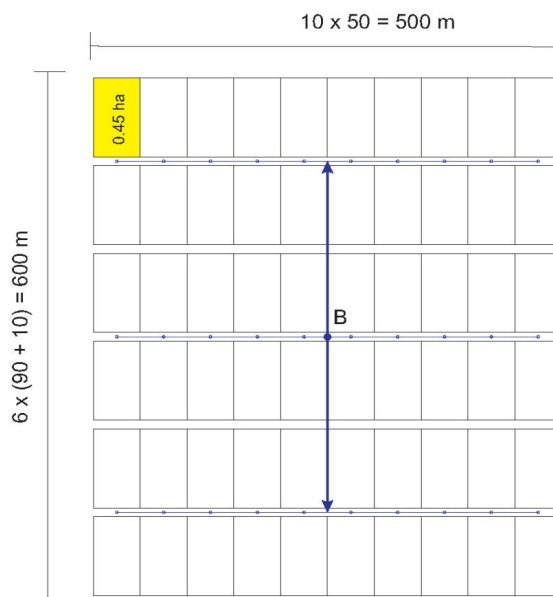
- korišćenja voda akumulacije HE "Đerdap II", koje količinski nisu ograničene, a i nivo vode u akumulacije se vrlo malo menja, što olakšava projekovanje tehničkih rešenja dopremanja vode iz akumulacije;
- korišćenja podzemnih voda, čija izdašnost može da zadovolji potrebe budućeg sistema za navodnjavanje, i koje ne osciluju značajno, s obzirom da su pod direktnim uticajem uspora Dunava. Analizom hidrogeoloških uslova koji vladaju u području zaključeno je da se zona I (do 80 mm) može snabdevati vodom iz "plitkih" bunara (dubine do 15 m), a zona II (od 80 do 100 mm) sa "dubokim" bunarima (dubine do 40 mm).

Sagledavanje alternativnih prostornih rešenja i potencijalnih izvorišta vode za navodnjavanje,

profilisane su dve varijante: Varijanta 1, koja počiva na korišćenju voda iz akumulacije HE "Đerdap II", i Varijanta 2, koja u prvim fazama izgradnje, izvorište vode za navodnjavanje ima u podzemnim vodama.

Ipak, pre nego se uđe u detaljnije analize ponuđenih varijanti, neophodno je objasniti određene pretpostavke sa kojima su izvršeni proračuni, kao i određene pojmove koji se u nastavku koriste.

"Uslovna parcela": Nakon utvrđivanja potreba za vodom, definisana je tzv. "uslovna parcela", površine 30 ha, koja u svim razmišljanjima o budućim zalivnim sistemima predstavlja nukleus istih. Ovakvu pretpostavku je bilo neophodno uvesti, s jedne strane zbog sadašnje velike usitnjenosti poseda, kada se zna da je prosečna veličina parcele u opštini Kladovo između 0,3 i 0,5 ha, "razbacanih" na prosečno 20 odvojenih zemljišnih čestica. Ovakva premisa je s druge strane bila nužna da bi greška pri projektovanju tehničkih rešenja i valorizaciji istih bila svedena na minimum. Iz tog razloga je za dalje analize i proračune usvojena veličina prosečne parcele od 0,45 ha (slika 5).



Slika 5. "Uslovna" parcela

Slobodna distribucija vode: S obzirom na veliku usitnjenost poseda, u prvim fazama razvoja budućeg sistema za navodnjavanje, dok sistem ne stasa, smatra se opravdanim pretpostavka da će svaki korisnik po slobodnoj volji koristiti svoj zalivni sistem. Iz tog razloga je u daljim proračunima primenjen model tzv.

slobodne distribucije vode. Voda za navodnjavanje se dovodi do centra parcele (tačka B na slici 5), i odatle se sistemom sekundarnih i tercijarnih cevovoda distribuira da zasebnih hidranta na svakoj parceli.

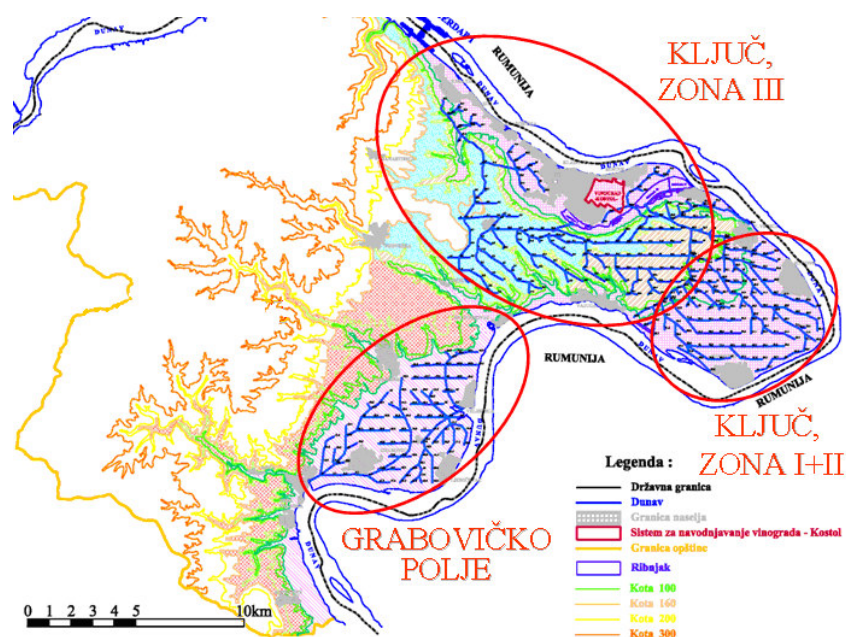
Oprema za navodnjavanje: Imajući u vidu vlasničke odnose, setvenu strukturu, veličinu poseda i karakteristike razmatranog područja (topografija, tipovi zemljišta, oblik i veličina parcela), kao najpogodniji načini navodnjavanja pokazali su se: kišenje, za ratarsko-povrtnarske kulture, i navodnjavanje po sistemu kap po kap, za voćnjake i vinograde.

Usvojeni tipovi opreme za navodnjavanje proizašli su iz zahteva za uvođenjem savremenih sistema za navodnjavanje, imajući pri tome u vidu veličinu "uslovne parcele". Svaka parcela će imati svoj hidrantski priključak i obezbeđen minimalni pritisak 3,0 bara. Izbor dalje opreme za navodnjavanje na samoj parceli dirigovan je projektovanom setvenom strukturom, pre svega.

Tabela 1. Tehničke karakteristike uređaja za navodnjavanje

Naziv uređaja	p _z (%)	Osnovne teh. karakteristike		Napajanje
		Q (l/s)	p (bar)	
Tifoni (tip50-75)	70	2 - 6	3-5	cevovod
Kap po kap	30	5 - 30	1,5-3,5	cevovod

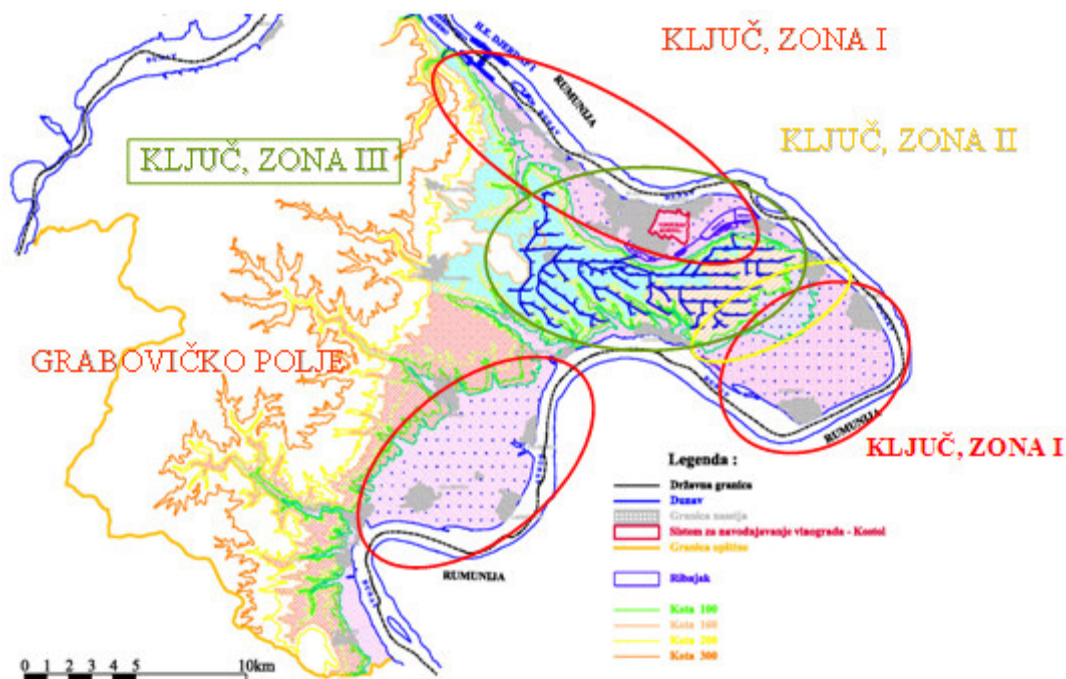
Varijanta 1 (slika 6) počiva na dovedu vode iz Dunava preko crpnih stanica visokog pritiska i sistemu cevovoda kojima se voda distribuira do uslovne parcele, odnosno do svih korisnika na parceli. Voda iz CS se prepumpava do rezervoara za izravnjanje, iz kojih se gravitaciono snabdevaju parcele na odgovarajućim kotama, dok se za parcele koje nemaju dovoljan pritisak na hidrantu, obezbeđuju posebne CS za podizanje pritiska.



Slika 6. Varijanta 1

Varijanta 2 (slika 7) inicijalno počiva na korišćenju voda iz podzemlja, i to izgradnjom plitkih (do 15 m) i dubokih (do 40 m) bunara. Kapacitetima od 15 l/s po bunaru može se empirijski računati sa minimalnim racionalnim radijusom uticaja ne manjim od 600 m.

Bunarskim pumpama na dizel/elektro pogon voda bi se distribuirala do svih korisnika parcele uz obezbeđen minimalni pritisak od 3,0 bara na hidrantu. Zone između izohipsi 100 mm i 160 mm, ne mogu biti "pokrivene" bunarima, te će vodu dobiti iz Dunava, na način prethodno opisan u varijanti 1.



Slika 7. Varijanta 2

5. IZBOR TEHNIČKOG REŠENJA

Na osnovu ekonomske analize urađena do nivoa cene koštanja vode za navodnjavanje, doneta je odluka o izboru optimalne varijante. Ekonomski parametri, odnosno investicije i godišnji troškovi sistema, korišćeni pri ekonomskoj analizi su sračunati prema cenama iz maja 2006. g. za tada važeći paritet 1 EUR = 88,4 din.

U okviru **predmera** detaljno su, za svaku varijantu, predstavljene pozicije rada (pripremni, geodetski, zemljani, betonski, armirački, montažni radovi) i neophodna oprema (mašinska, elektro, hidromehanička) za pravilno funkcionisanje sistema.

Investicioni troškovi Detaljnim predmerom i predračunom ostvaren je uvid u potrebne investicije za svaku varijantu i zonu u okviru varijante. Za potrebe tehno-ekonomskih analiza investicioni troškovi podeljeni su u dve kategorije:

- troškovi izgradnje objekata za zahvatanje i dopremanje vode koji se odnose na izgradnju crpnih stanica, cevne mreže, rezervoara, bunara i drugih pripadajućih objekata, kao i nabavku i ugradnju pumpi, dizel agregata, dovod električne energije i drugo.

- troškovi opreme za zalivanje poljoprivrednih površina.

U varijanti 2 su opciono razmatrana dva načina obezbeđenja energije za bunarske pumpe (dizel i elektro pogon), sa idejom da se kroz ekonomske analize tako kreiranih podvarijanti dođe do najpovoljnijeg rešenja.

Eksploatacioni troškovi uključuju operativne i troškove amortizacije objekata i opreme.

- **Operativne troškove** sačinjavaju: fiksni operativni troškovi (investicionog i tekućeg održavanja i osiguranja), troškovi radne snage (radnika u proizvodnji i osoblja koje upravlja radom i organizuje) i pogonski troškovi (troškovi električne energije/goriva).
- **Amortizacija** je obračunata primenom propisanih stopa godišnjeg otpisa osnovnih sredstava na osnovicu koju čine predračunske vrednosti objekta i opreme.

Zbog veličine sistema i vlasničkih odnosa, kao i zbog očekivanih uslova pribavljanja kapitala i drugih ekonomsko tehničkih uslova, izgradnja sistema za navodnjavanje će se odvijati etapno. Pri određivanju etapa izgradnje vodilo se računa da realizovani deo

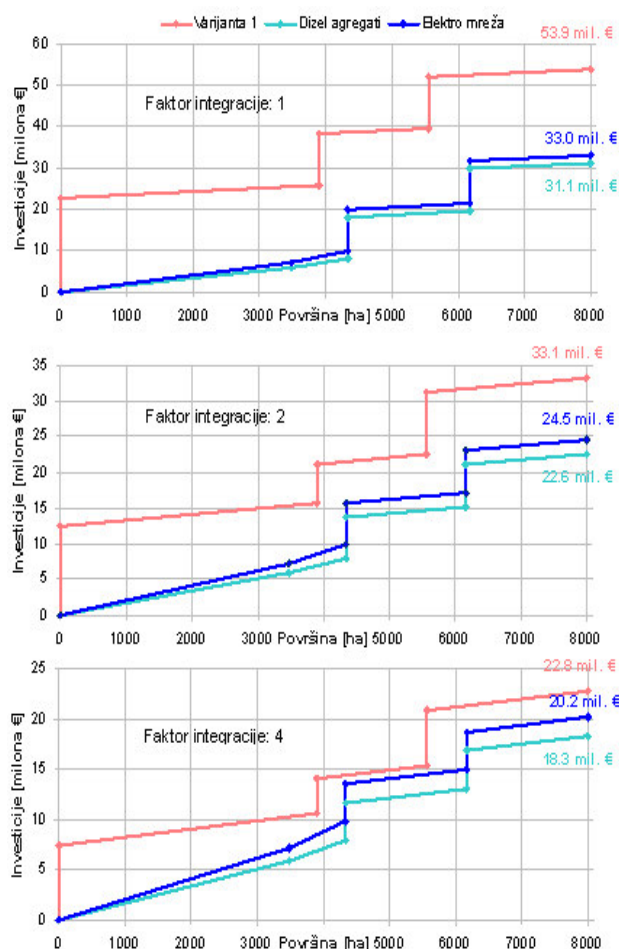
sistema predstavlja tehničko-tehnološku celinu sa stanovišta organizacije proizvodnje i podmirjenja kreditnih obaveza. Drugim rečima, svaka etapa mora tehnički funkcionisati samostalno i uključuje se u proizvodnju odmah po završetku izgradnje, što obavezuje na pridržavanje planirane dinamike realizacije sistema. Takođe, pri određivanju etapne izgradnje posebno se vodilo računa da ulaganja u prvim godinama budu minimalna. Na dijagramima na slici 8 grafički su interpretirane i to uporedno obe varijante sa podvarijantama, i različitim faktorima integracije, ali samo za površine Ključa, bez Grabovičkog polja.

S obzirom da sistem za navodnjavanje bez izgrađenih objekata za dopremanje vode ne može da počne sa radom, to je jasno da se ta stavka, i što se vremena i što se finansija tiče, nalazi na kritičnom putu. Kao što pokazuju dijagrami sa slike 3, Varijanta 1 zahteva značajna inicijalna ulaganja, a da pri tome ni jedan hektar poljoprivrednog zemljišta nije navodnjavan. U varijanti 2, inicijalna ulaganja rastu sa kontinualnim aktiviranjem novih navodnjavanih površina. Osim toga, na ukupno 8.000 ha poljoprivrednih površina područja Ključa, varijanta 1 je konstantno skuplja od varijante 2. Kod varijante 2 se prvi značajniji skok u investicionom ulaganju očekuje nakon izgradnje sistema za navodnjavanje na nešto više od 4.000 ha. Taj skok se odnosi na zonu III, koja je po tehničkoj koncepciji identična rešenjima predviđenim u varijanti 1.

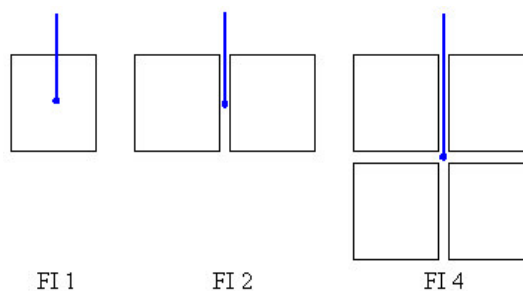
Kada se razmatra način obezbeđenja pogonske energije, u okviru varijante 2 je očigledno da su troškovi dovođenja električne energije veći od troškova nabavke dizel agregata.

Sve prethodno rečeno ukazuje da za sledeće faze projektovanja treba preporučiti **Varijantu 2**.

Faktor integracije U domenu racionalnog izbora i upravljanja sistemima za navodnjavanje, posebno je uveden i detaljno analiziran pojam faktora integracije. Naime, visoka cena izgradnje cevovoda za dopremanje vode za navodnjavanje je inicirala razmatranje efekata ukupnjavanja poseda, koji će biti pokriveni sistemom za navodnjavanje, na smanjenje investicija. Ako je na početku osnovna jedinica površine *uslovna parcela* od 30 ha, u nastavku je razmotrena opcija udruživanja više zemljoposjednika, okupljenih oko jednog hidranta, i stvaranja *uslovnih parcela* veličine 60 ha i 120 ha (slika 9).



Slika 8. Investicioni tokovi, po varijantama



Slika 9. Objašnjenje faktora integracije FI

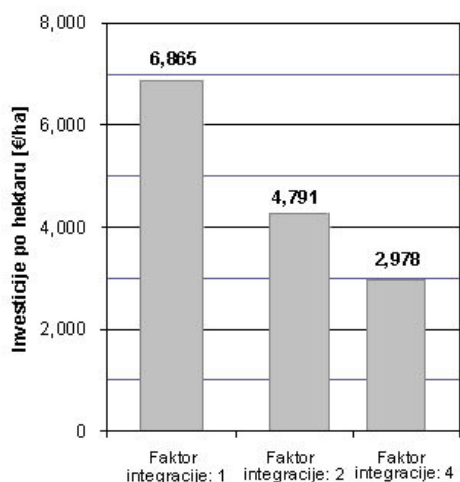
FI 1 odgovara sadašnjoj situaciji u kojoj se voda doprema do centra svake "uslovne parcele". To je ujedno i najskuplja varijanta, s obzirom da je pri postavljanju mreže cevovoda računato da svaka "uslovna parcela" dobije vodu kako to pravila *slobodne distribucije* [1] nalažu.

Ukoliko bi došlo do ukрупnjavanja parcela (**FI 2**) i dve susedne parcele zajednički iskazale svoj zahtev za vodom, dovod vode bi mogao biti značajno redukovan, što povlači i smanjenje prečnika cevi. Sprovedene analize ukazuju da bi vrednost pojeftinjenja cevovoda iznosila i do 50 %.

Napokon, ako bi se voda dopremala do 4 susedne "uslovne parcele", pojeftinjenje bi iznosilo i do 75%, i to je slučaj prikazan kao **FI 4**.

Sniženje cene cevovoda ima za direktnu posledicu sniženje početnih investicija u sistem, koje su na slici 7 iskazane po hektaru obradive površine.

Kada se ima u vidu sadašnja situacija sa poljoprivredom i sistemima za navodnjavanje na predmetnom području teško je uopšte razmišljati čak i o "uslovnoj parceli". Ipak, bitno je postaviti neke okvire i ciljeve kojima treba težiti. U tom slučaju, ako prihvatimo da je "uslovna parcela" i kasnije *udruženje korisnika voda*, nukleus razvoja poljoprivrede na području, onda je **FI 2** nešto što je realno ostvarivo u budućnosti, dok je podvarijanta **FI 4** nešto čemu treba stremiti. Time postupno prelazimo sa varijante slobodne distribucije vode u domen rotacione distribucije, što će dovesti u budućnosti i do racionalnijeg upravljanja sistemom i raspodelom vode.



Slika 10. Vrednost investicija po hektaru u zoni III, za različite FI

6. UDRUŽENJA KORISNIKA VODA

Potencijalni sistemi za navodnjavanje, definisani prethodno, prema izvoru i vrsti uređaja za navodnjavanje, neće biti realizovani ukoliko se ne

pristupi definisanju uloge udruženja korisnika voda za navodnjavanje, odnosno uloge lokalne samouprave i države u izgradnji pomenutih sistema, a zatim i daljeg povezivanja prehrambene i prerađivačke industrije.

Udruženja korisnika voda (UKV) su pravna lica koja čine zemljoradnici učlanjeni u udruženje za svrhe održavanja i funkcionisanja sistema za navodnjavanje odnosno odvodnjavanje unutar svoje teritorije, pri čemu finansijska sredstva obezbeđuju članovi.

Jer, ako je neto prihod po hektaru u opštini Kladovo u 2005. g. bio oko 24.000 dinara [3], a prosek narodnog dohotka na nivou R. Srbije 123.473 dinara, da bi se ova vrednost dostigla u opštini Kladovo potrebno je:

- da minimalna veličina poseda bude veća od 5 ha, ili
- da se prihodi po hektaru uvećaju 5 puta.

Ove vrednosti linearno rastu ako se pretpostavi da je na poljoprivrednom posedu angažovano više od jednog člana porodice, tj. da se više od jedne osobe izdržava radom na posedu. Uzimajući u obzir da prihodi po hektaru prevazilaze troškove, dodavanjem svakog sledećeg hektara dolazi do značajnog uvećanja ukupnih godišnjih prihoda.

Veličina poseda utiče na implementaciju setvene strukture koja može uključiti kulture koje će proizvođaču doneti veće prihode. Promena setvene strukture, sa druge strane, je nužna mera koja podstiče očuvanje hranljivosti i fizičkog kvaliteta zemljišta. Takođe, smenom kultura pospešuje se i borba protiv bolesti i štetočina.

Savremene poljoprivredne mašine, uključujući i opremu za navodnjavanje, su veoma efikasne, ali i skupe. Poljoprivrednicima koji se udruže nove tehnologije postaju pristupačnije, a njihovo održavanje jeftinije. Takođe, uštede mogu da se jave kupovinom većih, efikasnijih mašina, čime se i troškovi rada mašine po hektaru smanjuju.

Veliki značaj za proizvođače ima i zajednički nastup na tržištu. Na ovaj način se proširuje ponuda, i po raznovrsnosti i po količinama. Osim domaćih većih gradova koji se nalaze u blizini, veliki potencijal predstavlja činjenica da su susedne Rumunija i Bugarska početkom 2007. g. postale članice Evropske Unije. Mogućnost proširenja prerađivačkih kapaciteta, naročito otvaranje hladnjača, predstavlja korak koji bi doprineo pravovremenom (u smislu cene i tržišne potražnje) plasmanu robe koja ujedno ispunjava i sve zahteve po pitanju kvaliteta.

7. ZAKLJUČAK

Izgradnja sistema za navodnjavanje se ne mora posmatrati samo kao korak ka povećanju prinosa i poboljšanju njihovog kvaliteta. Osim ovih značajnih koristi za postojeće poljoprivredne proizvođače, od povećanja obima proizvodnje javlja se korist i van poljoprivrednog sektora. Pre svega otvaranje novih radnih mesta može zaustaviti dalju seobu stanovništva iz ruralnih područja u gradske centre. Ovo bi osnažilo lokalne samouprave, a intenziviranje trgovine bi uticalo i na poboljšanje infrastrukture. I na kraju, još jednom treba podvući da učešće poljoprivrednih proizvođača u upravljanju sistemima za navodnjavanje može da utiče na unapređenje racionalnosti pri upravljanju, povećalo bi funkcionalnu pouzdanost sistema i pravičnost, u slučaju navodnjavanja, kao i da

ima pozitivan uticaj na zajednicu, očuvanje voda i stanje zemljišta.

LITERATURA

- [1] Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Prethodna studija opravdanosti sistema za navodnjavanje „Ključ“ - Generalni projekat, Beograd 2005.
- [2] Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Studija korišćenja poljoprivrednog zemljišta područja opštine Kladovo, Beograd 1988.
- [3] Republički zavod za statistiku, Opštinski godišnjak
- [4] Strategija razvoja poljoprivrede Srbije, „Službeni glasnik RS“, br. 55/05 i 71/05

RATIONAL MANAGEMENT OF IRRIGATION SYSTEMS ON THE MODEL OF KLJUČ SYSTEM, KLADOVO

by

Mile BOŽIĆ, Goran NIKOLIĆ, Dejan MILOŠEV, Sanja KRAČUNOV
Institute for the Development of Water Resources «Jaroslav Černi»

Summary

The pre-feasibility study of the „Ključ“ irrigation system located in Kladovo municipality, gave an overview of all circumstances concerning the development of a modern irrigation system. In addition to considering the natural and social parameters that are relevant for systems of this kind, by introducing the *integration factor*, the analyses included also the advantages of forming of a water users association. The water users' association could lower the initial

investment in system, promote rationality during the exploitation of the system and increase the functionality and reliability of managing the system. This paper gives a short description of the most important design solutions linked to the creation of such a system.

Key words: irrigation system, integration factor, water users association

Redigovano 06.06.2008.