

Dr. sc. Mato Mišković

Docent

HEP - proizvodnja d.o.o., Sektor za hidroelektrane, Pogon HE Dubrovnik

Odjel za elektrotehniku i računarstvo, Sveučilište u Dubrovniku

E-mail: Mato.Miskovic@hep.hr, mato.miskovic@unidu.hr

Željko Batinović, mag. ing. el.

Elektrojug Dubrovnik, HEP - operator distribucijskog sustava d.o.o.

E-mail: zeljko.batinovic1@hep.hr

Hrvoje Brnas, dipl. ing. el.

Elektrojug Dubrovnik, HEP - operator distribucijskog sustava d.o.o.

E-mail: hrvoje.brnas@hep.hr

Mr. sc. Jasmina Družić

Zavod za mediteranske kulture, Sveučilište u Dubrovniku

E-mail: jasmina.druzic@unidu.hr

Dr. sc. Marija Mirošević

Izvanredna profesorica

Odjel za elektrotehniku i računarstvo, Sveučilište u Dubrovniku

E-mail: marija.mirosevic@unidu.hr

UPORABA SUNČEVE ENERGIJE ZA UNAPREĐENJE POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE NA PODRUČJU DUBROVAČKO-NERETVANSKE ŽUPANIJE

UDK / UDC: 620.97 : 631 (497.5-35 Dubrovnik)

JEL klasifikacija / JEL classification: O13, Q10, Q 12, Q 20, Q42

Stručni rad / Professional paper

Primljeno / Received: 21. svibnja 2014. / May 21, 2014

Prihvaćeno za tisak / Accepted for publishing: 28. studenog 2014. / November 28, 2014

Sažetak

Jedna od smjernica za razvoj Dubrovačko-neretvanske županije je i unapređenje poljoprivrede, i to vinogradarstva, maslinarstva, proizvodnje agruma i slično. Poljoprivredna proizvodnja ovisi o faktorima koji, kada nisu raspoloživi, teško mogu biti nadomješteni različitim agrotehničkim mjerama (prihranjivanje, grijanje, natapanje, i sl.). Primjena svake od

tih mjera traži utrošak sredstava i energije. Na području Dubrovačko-neretvanske županije povoljni uvjeti su za proizvodnju, a voda je ono što često nedostaje. Vodoopskrbni sustavi su vezani za gradove i veća naselja, dok su područja poljoprivredne proizvodnje uglavnom nepokrivena vodoopskrbnom mrežom.

Vode ima, ali se ponekad nalazi na određenoj dubini ispod površine zemlje. Energija potrebna za dovođenje vode na površinu na mnogim mjestima Dubrovačko-neretvanske županije nije dostupna.

Pumpe pokretane motorima s unutrašnjim izgaranjem imaju ograničenja u relativnom malom dosegu dubine, neupravljivosti i nemogućnosti doziranja potrebne količine vode. Potrošnja je energenata visoka, što poskupljuje cijenu natapanja. Učestalost rada po danu kada su zbog isparivanja gubici vode visoki, natapanje nije energetski učinkovito.

Primjena obnovljivih izvora energije, kao napr. fotonaponskih ćelija, omogućuje natapanje na parcelama na području Dubrovačko-neretvanske županije udaljenima od elektroenergetske mreže, ali i vađenje vode iz bušotina na znatno većoj dubini.

Prednosti su pristupa: automatizirani rad sustava, ekološki prihvatljivo rješenje (nema emisije CO₂), natapa se noću jer su tada gubici rada i isparivanja najmanji, fleksibilnost natapanja od mikroparcela do velikih parcela optimizirao je s ekonomskog stajališta i ostvaruje se ušteda potrošnje energenata i povećava prinos kultura koje se uzgajaju. Time se ostvaruje isplativost uvođenja sustava za kratko vrijeme primjene. S obzirom na primijenjenu tehnologiju ona se temelji na autonomnoj električnoj mreži koja se napaja iz obnovljivih izvora energije, a primjenom suvremenih komunikacijskih i informacijskih tehnologija omogućen je monitoring sustava, pa je potreba za njegovim održavanjem svedena na periodične preglede. Prednosti primijenjene tehnologije uz podršku znanstveno-obrazovnih ustanova Grada Dubrovnika u razvoju poljoprivrednih djelatnosti uzgoja raznovrsnih kultura presudna su potpora poljoprivrednicima u primjeni novih tehnologija poradi razvoja vlastite proizvodnje. Pritom, posebna je prednost sustava primjena takozvane "zelene energije", koje se ostvaruje sufinanciranjem iz fondova Europske unije, pa se ulaganje za krajnjeg korisnika svodi na minimum.

Dodatno, sve se više postavljaju sustavi natapanjem koji uz sebe imaju i ugrađene sustave fertirigacije kako bi se osigurala dostatna količina hranjivih tvari u dostupnoj zoni tijekom čitavog razdoblja vegetacije.

Ključne riječi: Dubrovačko-neretvanska županija, unapređenje poljoprivredne proizvodnje, obnovljivi izvori energije, solarna energija.

1. UVOD

Poljoprivredna proizvodnja na području Dubrovačko-neretvanske županije gotovo se uopće ne koristi natapanjem kao sredstvom za povećanje uroda i samim tim isplativosti poljoprivredne proizvodnje. Ako se njime i koristi, izvodi se motornim pumpama bez mogućnosti regulacije, tako da uz veliku potrošnju naftnih derivata ono može uzrokovati i negativne efekte-ispiranje hranjiva, zamočvarenje i eroziju tla [1].

Natapanje povoljno utječe na rast i razvoj biljaka i na povećanje samog prinosa. U Dubrovačko-neretvanskoj županiji, posebice u dolini Neretve, uzgajaju se različite vrste voća i povrća. Uzgoj agruma, maslina, paprika, rajčica, salate, lubenica, te ostalih brojnih sorta povrća duga je tradicija. Nedostatak vode i prisutni salinitet u njoj za natapanje je dominantan problem. Razna istraživanja u svijetu i kod nas pokazala su različite negativne korelacije između nedostatka vode, saliniteta i odgovarajućeg razvoja biljke, te same kvalitete ploda. To se predominantno odnosi na samu retardaciju rasta i razvoja i same biljke i plodova, koja je uzrokovana poremećenom fiziologijom biljaka i mogućnošću iskorištenja hranjivih mikro i makroelemenata. Izuzetno je važno kontrolirati salinitet vode kojom se određene poljoprivredne kulture natapaju, što je posebno istaknutno u dolini Neretve. Iz tog razloga potrebno je odrediti optimalni konduktivitet (EC) (Na^+ i Cl^- ione), što do određene koncentracije može pozitivno utjecati na sadržaj suhe tvari, kvalitetu ploda. Međutim u većim koncentracijama uzrokuje različite fiziološke promjene na biljci i plodu. Sve te stavke treba uzeti u obzir kada se planira natapanja. [9, 10, 11, 12].

Osnovni je problem uz nedostatak vode na određenim područjima i izostanak potrebne energije za odvijanje procesa. Izradba električne mreže koja bi se iskorištavala u tu svrhu zahtjeva velika financijska ulaganja i ona dovode u pitanje samu isplativost investicije, zato je u ovom radu prezentirana mogućnost primjene alternativnih izvora električne energije za proces natapanja.

Na parcelama na području Dubrovačko-neretvanske županije udaljenima od elektroenergetske mreže upotreba obnovljivih izvora električne energije, kao što su energija vjetra i solarna energija, s obzirom na njihovu raspoloživost na ovom području, mogu osigurati optimalno odvijanje ovoga procesa bez potrebe za dodatnim izvorima energije [2].

Prednosti ovog pristupa su: automatizirani rad sustava, ekološki prihvatljivo rješenje (nema emisije CO_2), natapa se noću jer su tada gubici rada i isparivanja najmanji, fleksibilnost obrade mikroparcela do velikih parcela, optimizirana je s ekonomskog stajališta što znači uštedu potrošnje energenata i povećanje prinosa kultura koje se uzgajaju. Time se ostvaruje predstavljiva isplativost uvođenja sustava za kratko vrijeme primjene.

Korištenjem sustavom daljinskog nadzora i upravljanja moguće je optimirati natapanje i dobiti podatke o količini isporučene vode za te potrebe uz salinitet tla, temperaturu, protok, vrijeme rada elektromotornih pumpa i slično.

Uporabom električnih solarnih pumpa moguće je dobavljati vodu na površinu i iz većih dubina (do 200 m), a Dubrovačko-neretvanska županija obiluje velikom količinom podzemnih voda pa je tako pristup posebno povoljan u svrhu natapanja.

Cilj je radu prezentirati prijedlog rješenja automatiziranog sustava za natapanje uz pomoć obnovljivih izvora električne energije na području doline rijeke Neretve radi povećanja prinosa uzgajanih kultura.

U sklopu toga prate se podatci o količini vode predane uzgajanoj kulturi, salinitetu vode i utjecaju saliniteta na kvalitetu ploda. Praćenje razvoja uzgajane kulture planira se za razdoblje od tri godine kako bi se dobili relevantni podaci utjecaja natapanja i saliniteta na kvalitetu i kvantitetu ploda. Kako se promatrana parcela nalazi u blizini ušća rijeke Neretve, praćenje utjecaja saliniteta od osobitog je značenja.

2. SUSTAV NAVODNJAVANJA I POTREBNA OPREMA

Automatizirani sustav za natapanje, prezentiran u ovom radu razrađen je za dostupnu parcelu (autori raspoložu relevantnim podacima o parceli) na kojoj se uzgajaju masline i koja je u blizini ušća rijeke Neretve. Prije nego što se pristupi projektiranju sustava, potrebno je poznavati uzgajanu kulturu, njezine potrebe, značajke tla na kojoj se kultura uzgaja i klimatske uvjete na parceli.

2.1. MASLINA

Maslina raste na različitim tipovima tla – od glinovitih, dubokih do prozračnih, pjeskovitih tala, tolerirajući visoki salinitet i pH izvan granica optimalnog raspona 5,0 - 7,5 B. Bez obzira na sposobnost preživljavanja u oskudnim uvjetima, velika je razlika koliko određeno stablo masline može dati kvalitetnog ploda u boljim uvjetima. Uz uobičajenu skrb o maslinama, kao što su rezidba, zaštita od bolesti i štetnika, kontrola korova i drugo, od izrazite su važnosti natapanja i gnojidba kao osnovni parametri kvalitetnog uroda.

Općenito se smatra kako stablo masline troši od 600 do 800 mm/ha vode u klimatskim uvjetima dnevne evapotransporacije od 2-3 mm/danu, te kako treba započeti natapanje 3-4 tjedna nakon posljednjeg obilnog kišnog razdoblja [3].

Svjetsko iskustvo u proizvodnji maslina je da je potrebno natapati u svie komercijalne maslinike u kojima se žele postići ekonomsko uspješni rezultati. To se postavlja ne iz razloga “nužnog zla”, već kao potrebni upravljački alat kojim će se ostvariti konstantna kvaliteta i kvantiteta ulja.

Dr. Fathi Abd El Hadi, stručnjak za natapanje u maslinarstvu i savjetnik jedne od vodećih svjetskih tvrtka u ovoj domeni, izraelskoga Netafima, tvrdi da se natapanjem i prihranom maslina fertigacijom (dodavanje hraniva tim sustavom) znatno povećava dodana vrijednost u proizvodnji maslina i maslinova ulja, a da,

s druge strane, znatno smanjuje alternativnu rodnost i osigurava uravnoteženu cvatnju i plodonosnosti u svakoj normalnoj proizvodnoj godini [4]. Natapanje posebno pomaže za sorte maslina s alternativnom rodnošću kao što je Oblica jer takvim sortama pomaže razvoj novih izboja i pojačan rast krošnje, ali i formiranje većeg broja rodnih pupova za sljedeću sezonu. Jednako tako, natapanje pomaže da stablo “iznese” rod u potpunosti bez većeg smanjenja rodnog potencijala i iscrpljivanja.

Kvaliteta i način natapanja smatraju se dvama od osnovnih alata u uspješnoj proizvodnji maslina, posebno u klimatu s malom količinom oborina u ljetnim mjesecima. Uz obroke natapanja od osobite je važnosti odabrati i pravi sustav koji će najbolje odgovarati edafskim i klimatskim uvjetima te biti isplativ i funkcionalan.

2.2. MASLINIK ZA POTREBE ISTRAŽIVANJA

Dostupni maslinik nalazi se u dolini rijeke Neretve, nedaleko od njezina ušća. Maslinik je površine 2 500 m² sa stotinu stabala masline starosti od 3 do 5 godina raspoređenih u tri reda nasada (slika 1.). S južne, zapadne i istočne strane maslinika nalaze se kanali koji su od davnih vremena bili namijenjeni za natapanje prirodnim načinom iz pritoke rijeke Neretve (slika 2.). I za razdoblja povećane suše u ljetnim mjesecima na južnoj strani maslinika prtok je vode razine do 30-tak cm, koji u zimskim mjesecima postiže visinu i od oko 1 m. Poljoprivredna zemljišta doline rijeke Neretve su isparcelizirana tako da postoje pritoci vode do većine parcela i kao takva postaju zanimljiva za primjenu sustava natapanja i feritigacije s pomoću solarne energije jer su uz prirodne izvore vode izložena velikoj količini sunčeva zračenja.

Slika 1.

Prikaz maslinka



Slika 2.

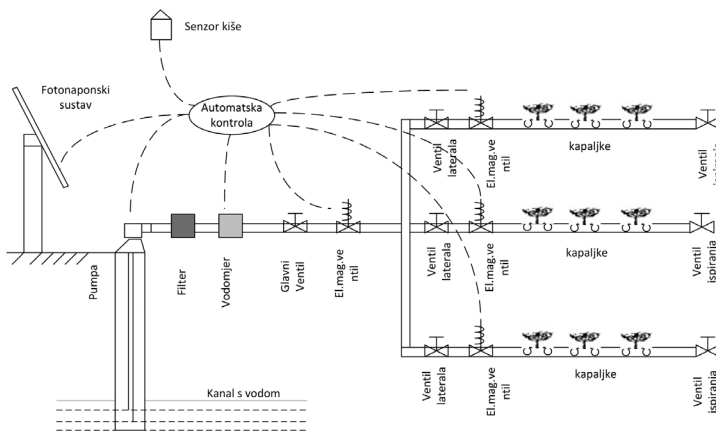
Kanali s vodom na parceli



2.3. PRIKAZ SUSTAVA NATAPANJA ZA DOSTUPNU PARCELU

Slika 3.

Idejni prikaz sustav za natapanje



Sustav se sastoji od tri reda PLD cijevi s kapaljka - dvije kapaljke po stablu. Svakim redom se upravlja elektromagnetskim ventilom, osim kojega postoje i klasični ventili na početku i kraju svake linije za potrebe ispiranja cjevovoda. Natapanjem upravlja programator koji prima informaciju sa senzora

za vlagu i pri pojavi kiše prekida ciklus natapanja.

Sustav se napaja baterijama koje se dopunjuju uz pomoć fotonaponskih panela, i ujedno služe za napajanje trošila (električna pumpa, programator, izmjenjivač, PLC koji služi za prijenos informacija u centralno računalo, senzori vlažnosti, saliniteta, kiše).

2.4. PRORAČUN POTREBA MASLINE ZA VODOM U PROGRAMU CROPWAT

Za proračun potreba masline za vodom koristi se programom "CROPWAT" [5]. Program je izradila Svjetska organizacija za hranu-FAO (FAO, 2009.), i izračunava potrebe biljka za vodom ovisno o razdoblju godine.

U program se unose podaci potrebni za izračun:

- godišnji broj sunčanih dana na području Dubrovačko-neretvanske županije
- relativna vlažnost
- geografska pozicija zemljišta
- podaci o zemljištu
- količina padalina na promatranom području.

Tablica 1.

Klimatski čimbenici na promatranom zemljištu (KLIMATSKI ATLAS HRVATSKE 2012. – DHMZ) [13]

Country: Hrvatska	Station: Neretva 1						
Altitude: 30 m.	Latitude: 17.39 °N		Longitude: 43.04 °E				
Month	Min Temp °C	Max Temp °C	Humidity %	Wind km/day	Sun hours	Rad MJ/m ² /day	ETo mm/day
January	-7.0	18.4	67	4	3.6	11.7	1.39
February	-5.2	24.1	66	4	5.3	15.2	2.02
March	-4.2	23.0	67	4	5.6	17.2	2.33
April	1.6	26.3	68	4	8.6	22.7	3.23
May	5.2	32.9	66	3	9.3	23.8	3.86
June	10.0	35.7	62	3	10.6	25.6	4.43
July	14.1	35.4	59	3	11.6	27.1	4.79
August	14.1	37.0	60	3	10.6	25.6	4.77
September	8.5	33.5	62	3	8.6	21.9	3.88
October	4.5	28.0	66	3	6.6	17.4	2.81
November	-1.0	25.4	65	4	5.0	13.7	2.06
December	-6.0	20.2	65	4	4.0	11.8	1.55
Average	2.9	28.3	64	4	7.5	19.5	3.10

Za područje Dubrovačko-neretvanske županije dobivene su vrijednosti prikazane u tablici 2.

Tablica 2.

Potrebe masline za vodom po dekadama (CROPWAT, 2009.)

CROP WATER REQUIREMENTS

ETo station: Neretva 1
Rain station: NeretvaCrop: Maslina
Planting date: 28/02

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc mm/day	ETc mm/dec	Eff rain mm/dec	Irr. Req. mm/dec
Feb	3	Init	0.77	1.64	1.6	4.0	1.6
Mar	1	Init	0.77	1.71	17.1	31.9	0.0
Mar	2	Init	0.77	1.79	17.9	31.6	0.0
Mar	3	Deve	0.77	2.02	22.3	29.8	0.0
Apr	1	Deve	0.75	2.21	22.1	27.9	0.0
Apr	2	Deve	0.73	2.37	23.7	26.2	0.0
Apr	3	Deve	0.71	2.45	24.5	24.4	0.1
May	1	Deve	0.69	2.52	25.2	22.2	3.1
May	2	Deve	0.67	2.59	25.9	20.1	5.7
May	3	Deve	0.65	2.62	28.9	19.7	9.2
Jun	1	Deve	0.63	2.65	26.5	19.3	7.2
Jun	2	Deve	0.60	2.68	26.8	18.7	8.1
Jun	3	Mid	0.58	2.66	26.6	17.9	8.7
Jul	1	Mid	0.58	2.71	27.1	17.2	9.9
Jul	2	Mid	0.58	2.78	27.8	16.5	11.3
Jul	3	Mid	0.58	2.78	30.5	15.5	15.0
Aug	1	Mid	0.58	2.77	27.7	13.3	14.4
Aug	2	Mid	0.58	2.77	27.7	11.8	15.9
Aug	3	Late	0.67	2.98	32.8	15.8	17.0
Sep	1	Late	0.77	3.22	32.2	20.5	11.7
Sep	2	Late	0.77	2.99	29.9	23.9	6.0
Sep	3	Late	0.77	2.71	27.1	27.5	0.0
Oct	1	Late	0.77	2.44	24.4	31.7	0.0
Oct	2	Late	0.77	2.16	21.6	35.6	0.0
Oct	3	Late	0.77	1.97	21.7	36.4	0.0
Nov	1	Late	0.77	1.78	17.8	37.3	0.0
Nov	2	Late	0.77	1.59	15.9	38.6	0.0
Nov	3	Late	0.77	1.46	5.8	15.1	0.0
					659.3	650.5	144.9

Iz dobivenih podataka vidljivo je da su ukupne potrebe masline za vodom tijekom sezone 144,9 mm na površini dostupne parcele. To je otprilike 150 litara po m² ili oko 1 500 m³ po hektaru po sezoni natapanja (od početka svibnja do kraja rujna). Pritom se zna da se masline nalaze na zemlji za koju je u delti rijeke količinu potreba po hektaru treba smanjiti na 40%. Razlog je tome da sam korijen masline pokriva površinu širine krošnje masline, tj. 40% promatrane parcele. Tako je potrebno osigurati 600 m³ u sezoni natapanja. Ako se zna da za svaku maslinu treba najmanje 25 m², to znači da je oko 400 maslina po hektaru. Temeljem dobivenih rezultata može se zaključiti da su potrebe svake masline 1,50 m³, što za promatrani maslinik s 100 maslina znači potrebe zemljišta od 150 m³ tijekom cjelokupne sezone natapanja.

U razdoblju od početka svibnja do kraja rujna ima 150 dana, dakle 150 turnusa natapanja koje se obavlja tijekom noći (od 22 sata do 5 sati sljedećeg dana jer su tada najmanji gubici). Ako izaberemo natapanje svaku noć, tada bismo po maslini morali isporučivati 10 litara vode, što količinski ne bi zadovoljilo prolazak vode do korijena biljke. Iz navedenog razloga natapa se svaku treću noć, pa u turnusu svakoj maslini treba osigurati po 30 litara vode. Na osnovi toga

dimenzionira se električni dio sustava i dio sustava za distribuciju vode.

3. TEHNIČKO RJEŠENJE SUSTAVA NATAPANJA

Sustav se sastoji od dijela za razdiobu vode i električnog dijela. Sustav za razdiobu vode mora imati mogućnost dobave, prijenosa i predaje dostatne količine vode maslinama tijekom turnusa natapanja. Električni dio sustava treba zadovoljiti proizvodnju električne energije, dostatni kapacitet skladištenja energije i dovoljnu snagu za održavanje turnusa i ispravan rad svih dijelova sustava tijekom cijele godine.

3.1. SUSTAV ZA RAZDIOBU VODE

Sustav za razdiobu vode sastoji se od vodoopskrbnog dijela za tri reda maslina duljine od oko 200 m. Sustav je sa tri elektromagnetska ventila podijeljen u tri zone od po 30 – tak maslina. Kako postoji potreba za 30 litara vode po maslini, primjenjuju se samokompenzirajuće kapaljke koje ispuštaju 8 litara po satu. Na svakom stablu potrebne su po tri kapaljke tako da natapanje po zoni traje 1 sat i 15 minuta, što će svakom stablu masline dati 30 litara vode po turnusu.

Za proračun vodoopskrbnog dijela sustava koristi se programom Engineering power tools (VER.2.0.4. 2012.) [6].

Prema dobivenim rezultatima odabire se pumpa snage od 100 W 24 V (motor sa permanentnim magnetima) s protokom od 20 l/min. Kako pumpa pri protoku od 13 l/min ima tlak od 2 bara, na zadnjoj kapaljci ostvaren je tlak od 1,3 bara (2 bara – 0,6 – 0,1 = 1,3 bara). S obzirom na to da kapaljke za normalan rad trebaju minimalno 0,3 bara, uvjet nesmetanog protoka je zadovoljen.

3.2. OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Budući da su prema rezultatima programa CROPWAT (FAO, 2009.) najveće potrebe biljke za vodom tijekom ljetnih mjeseci (lipanj, srpanj, kolovoz), optimalni obnovljivi izvor energije u tom vremenskom razdoblju fotonaponski su paneli. Oni moraju osigurati dovoljnu količinu energije potrebne za dopunjavanje spremnika energije za vršenje turnusa natapanje. Pritom je potrebno posebno obratiti pozornost da tijekom mjeseca rujna, u razdoblju najlošije insolacije, fotonaponski paneli osiguravaju dostatnu energiju za odvijanje turnusa. U konkretnom slučaju treba obratiti pozornost da postoji potreba za daljinskim nadzorom i razmjenom podataka s centralnim računalom svih 12 mjeseci u godini, pa iz toga razloga odabiremo fotonaponske panele dovoljne snage za pokriće potreba sustava za električnom energijom i tijekom zimskih mjeseci.

Uzevši u obzir sve izneseno, odabiru se monokristalni paneli s većim stupnjem učinkovitosti. Sustav će koristiti dvama panelima snage od po 250 W.

3.3. NAČIN SKLADIŠTENJA ENERGIJE

Kako se natapa noću, a fotonaponski paneli prikupljaju energiju samo po danu, potrebno je energiju koju proizvode solarni paneli skladištiti. Za skladištenje energije koristit će se gel akumulatorima, koji najbolje podnose dubinska pražnjenja. Za odabir kapaciteta akumulatora potrebno je utvrditi trajanje turnusa natapanja i po tome odrediti potrošnju pumpe, ventila, potrošnju uređaja za komunikaciju i upravljanje tijekom razdoblja od tri dana i na osnovi toga odabrati akumulatore koji imaju dostatan kapacitet za osiguranje turnusa i za oblačnog vremena. S obzirom na to da treba obratiti pozornost na nedopušteno pražnjenje akumulatora ispod 30% kapaciteta, odabiru se dva akumulatora kapaciteta od po 100 Ah.

Punjenje se baterija ne odvija izravno preko fotonaponskih panela, već se u tu svrhu koristi regulatorom punjenja iz razloga što je izlazni napon iz fotonaponskih panela promjenjiv i potrebno ga je regulirati za potrebe punjenja baterija. Potrebno je izabrati regulator koji će optimalno puniti baterije i iz solarnih panela izvući maksimalnu snagu. Preporučuje se korištenje MPPT regulatora (s točkom usrednjavanja) koji postižu veliku učinkovitost energetske pretvorbe. Takav regulator koji zadovoljava potrebe projekta je MPPT regulator 24 V i 30 A.

3.4. PROCES DOBAVE VODE – ELEKTROMOTORNA PUMPA

Za potrebe natapanja koristi se pumpom s istosmjernim motorom s permanentnim magnetima. Na raspolaganju su dvije verzije pumpe, potopna i usisna. Obje karakteristikama zadovoljavaju potrebe sustava. Pumpe kojima se koristi za potrebe projekta nisu specijalizirane pumpe za natapanje, već one na plovilima, ali svojim karakteristikama zadovoljavaju potrebe sustava. Na taj način omogućuje se praćenje rada pumpe s permanentnim magnetima tijekom razdoblja eksploatacije sustava.

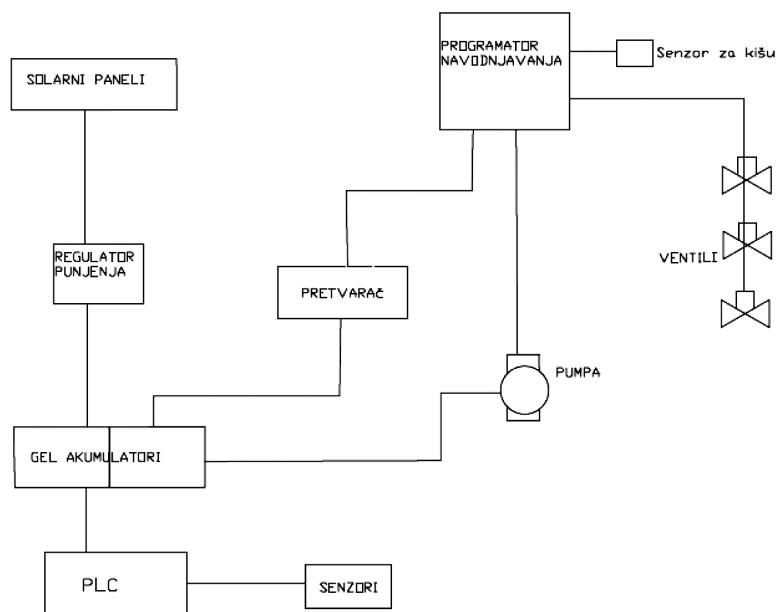
3.5. NADZOR PROCESA – UPRAVLJAČKO KONTROLNA JEDINICA (PLC)

Upravljačko kontrolna jedinica (PLC) glavna je osnova za komunikaciju – upravljanje postupkom natapanja, za sakupljanje podataka o mjerenjima s pomoću sonda za temperaturu, salinitet, vlažnost zemlje, temperature i vlažnosti zraka. Također se s pomoću impulsnog vodomjera preko PLC uređaja mjeri količina vode isporučena maslinama. Svi se podaci se u stvarnom vremenu šalju centralnom računalu. Dobiveni podaci postaju osnova za sljedeće analize.

Na osnovi dobivenih podataka može se zaključiti o funkcionalnosti tehničkog dijela sustava (vrijeme rada pumpe, protok vode). U konačnici je moguć prijelaz na kompletno upravljanje preko PLC uređaja kao glavnog elementa u upravljanju bez dodatnog regulatora natapanje.

Slika 4.

Blokovski prikaz sustava natapanja



3.6. ISPLATIVOST SUSTAVA

Procjena isplativosti sustava napravljena je za promatranu parcelu uz primjenu tehničkog rješenje bez mogućnosti daljinskog nadzora, upravljanja i prikupljanja podataka. Cijena takva sustava je između 15 000 i 20 000 kuna. Prema izraelskom stručnjaku dr. Fathimu Abd El Hadiu natapanje može pridonijeti porastu prinosa i do 50% po stablu masline autohtonih sorti na području Mediterana [4]. Kako “odraslo” stablo masline – npr. Oblica, ima prinos od oko 25 kg ploda po stablu ako nema natapanja, a uzevši podatak kao relevantan, tada prinos promatranog maslinika od 100 stabala bez natapanja iznosi oko 2 500 kg ploda masline. Natapanjem prihod bi narastao na oko 3 700 kg, što je povećanje prinosa od 1 200 kg ploda masline. Ako se zna da se od ploda masline u industrijskom procesu mljevenja dobije prosječno 16% maslinova ulja, samim tim od 1200 kg dodatnog prinosa maslinovog ploda dobilo bi se gotovo 200 litara maslinova ulja.

Uzevši u obzir njegovu trenutnu otkupnu cijena od 50 kn po litri, sustav natapanja uz pomoć solarne energije postaje isplativ za dvije godine.

Proteklih nekoliko godina cijene sastavnica solarnog sustava – regulatora punjenja baterija, solarnih panela baterija i sl. smanjile su se i do 30% u usporedbi s prethodnom godinom, a za očekivati je da će se trend nastaviti, tako da će i sama izgradnja ovakvih sustava postati sve isplativija.

Cijena sustava i njegova mogućnost kontrolirane isporuke velikih količina vode čini ga zanimljivim i za mnoge druge poljoprivredne kulture na području Dubrovačko-neretvanske županije.

4. POSTUPCI I PLAN ISTRAŽIVANJA

Praćenje razvoja uzgajane kulture planira se za određeno vremensko razdoblje i rezultat će dobivanjem relevantnih podataka o uzgajanoj kulturi poradi unapređenja poljoprivredne proizvodnje. Postupak praćenja i plan istraživanja opisat će se za promatranu parcelu zasadenu maslinama. Kako bi se ispitaio pozitivan utjecaj natapanja na rast i razvoj ispitivanih maslina, te u konačnici na kvalitetu ploda i ulja, potrebno je prvo analizirati tlo na kojem se provode istraživanja. U tu svrhu potrebno je provesti određivanje: suhe tvari, sadržaja ukupnog humusa, sadržaja ukupnih karbonata, sadržaja ukupnog dušika, sadržaja vodotopivog fosfora, sadržaja lakopristupačnog kalija, pH vrijednost tla, i ukupne i stvarne slanosti tla.

Također je potrebno i analizirati vodu kojom se planira natapati. U tu se svrhu treba provesti određivanje pH vrijednosti vode, zatim električne vodljivosti, sadržaj klorida (Cl^- iona), natrija (Na^+ iona), sadržaj nitrita i nitrata.

Treba naglasiti da se uz stotinjak maslina podvrgutih natapanju, promatra i prinos desetak maslina koje se ne natapaju, tako da će se moći usporediti povećanje prinosa ploda maslina ovisno o primjeni tog procesa.

Nakon tih potrebnih preliminarnih analiza, sustavno je potrebno pratiti utjecaj natapanja na rast i razvoj biljke, te ne samu kvalitetu ploda kao i određivanje morfometrijskih parametara vegetativnog rasta stabla masline, te pomološka mjerenja ploda masline.

U samom ulju, kako bi se odredio utjecaj natapanja na njegovu kvalitetu odredit će se slobodne masne kiseline, peroksidni broj i K brojevi.

5. ZAKLJUČAK

Obnovljivi izvori energije do prije nekoliko godina svojom visokom cijenom smanjivali su moguću isplativost u najrazličitijim primjenama. Danas, kad su cijene opreme znatno pale i postale tržišno dostupnije, obnovljivi izvori postali su zanimljivi u mnogim primjenama počevši od primjene na plovilima, za napajanje odašiljača, opskrbljivanje električnom energijom vikendica itd.

Daljnijim padom cijena dijelova sustava, komponente postaju sve dostupnije, a samim time obnovljivi izvori imaju budućnost i u natapanju poljoprivrednih kultura.

Stoga je potrebno istražiti mogućnost primjene najrazličitijih tipova sustava za potrebe poljoprivredne proizvodnje koji bi se potom mogli predstaviti poljoprivrednim proizvođačima, povećati njihovu konkurentnost na svjetskom tržištu, smanjiti ukupne troškova proizvodnje i povećati prinos uzgajanih kultura uz povećanu dobit.

Također postoji mogućnost uključenja i domaćih proizvođača komponenata fotonapona za proizvodnju gotovih sustava za natapanje sukladno potrebama pojedinca. Samim time kompletni sustav od samog idejnog projektiranja, preko proizvodnje komponenata, do ugradnje i nadzora sustava, mogao bi se prodavati i na tržištima izvan Republike Hrvatske.

Natapanje kao doprinos povećanju poljoprivredne proizvodnje i samim time njezine isplativosti, u Hrvatskoj se rabi u maloj mjeri, čineći time našu poljoprivrednu proizvodnju slabo isplativom. Iz tog razloga potrebno je analizirati utjecaje natapanja na poljoprivrednu proizvodnju u najrazličitijim podnebljima u Hrvatskoj i odabrati ona subvencioniranja i ulaganja u sustave koji će donijeti najveću ekonomsku isplativost na određenim prostorima poljoprivredne proizvodnje.

Praćenje saliniteta u dolini Neretve i njegova utjecaja na poljoprivredne prinose vrlo je važan čimbenik za donošenje odluke kada će biti potrebno, radi ekonomskih gubitaka, intervenirati i spriječiti prodor morske vode u kanale za natapanje u dolini Neretve, tj. predvidjeti alternativni način natapanja koji bi uzimao vodu tamo gdje je salinitet nizak.

Energija kojom se koristi ovaj sustav preuzeta je iz sunčeva zračenja pa je besplatna, što čini proizvodnju u startu ekonomski isplativom.

Obnovljivi izvori i ekološka pozadina korištenja obnovljivim izvorima izvrsna je osnova u privlačenju sredstava iz europskih fondova, čime sama isplativost ovakvih projekata raste i omogućuje subvencije sredstvima iz europskih fondova.

LITERATURA

Šoštarić, J., Madjar, S., Romić, D. (2009.), *Navodnjavanje poljoprivrednih kultura*. Osijek: Poljoprivredni fakultet Osijek

Sorensen, B. (2010.), *Renewable energy*. Fourth Edition. USA: Elsevier Ltd.

Tomić, F., Vranješ, M. (2006.), *Plan navodnjavanja za područje Šibensko-kninske županije*. Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Abd El-Hadi, F. (2006.), *Olive Growing, Irrigation and Processing*. Cairo, Egypt: Center for International Cooperation.

Food and agriculture organization – FAO (2009.), Cropwat 8.0. Dostupno na: <http://cropwat.software.informer.com/8.0/>

Engineering power tools software (2012.), Engineering power tools (VER.2.0.4.), dostupno na: <http://www.pwr-tools.com/>

Gjetvaj, G., Rajko, D. (2007.), *Sekundarno korištenje upotrijebljenih voda za navodnjavanje: Priručnik za hidrotehničke melioracije, Vodnogospodarski aspekti razvoja navodnjavanja u priobalju i krškom zaleđu Hrvatske*. III kolo. Knjiga 3. Rijeka: ORVIS commerce d.o.o.

Šimunović, I., Senta, A., Tomić, F. (2006.), *Potreba i mogućnost navodnjavanja poljoprivrednih kultura u sjevernom dijelu Republike Hrvatske*. Zagreb: Hrvatsko agronomsko društvo.

Simpson, C. R., Nelson, S. D., Melgar, J. C., Jifon, J., King, S. R., Schuster, G., Volder, A. (2014.), *Growth response of grafted and ungrafted citrus trees to saline irrigation*. Scientia Horticulturae 169: 199-205.

Colla, G., Roupahel, Y., Cardarelli, M., Rea, E. (2006.), *Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants*. Hortscience 41 (3): 622-627.

Li, Y. L., Stanghellini, C., Challa, H. (2001.), *Effect of electrical conductivity and transpiration on production of greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* L.)*. Scientia Horticulturae 88 : 11-29.

Storey, R., Walker, R. R. (1999.), *Citrus and salinity*. Scientia Horticulturae 78 : 39-81.

Klimatski atlas Hrvatske 2012. - DHMZ. Dostupno na: <http://klima.hr/razno/publikacije/prikazi/klima2012.pdf>

Mato Mišković, Ph D.

Assistant Professor
HEP - proizvodnja d.o.o., Hydro Power Plants Department, Dubrovnik Operation
Electrical-engineering and Computing Department, University of Dubrovnik
E-mail: Mato.Miskovic@hep.hr, mato.miskovic@unidu.hr

Željko Batinović, mag. ing. el.

Elektrojug Dubrovnik, HEP - operator distribucijskog sustava d.o.o.
E-mail: zeljko.batinovic1@hep.hr

Hrvoje Brnas, dipl. ing. el.

Elektrojug Dubrovnik, HEP - operator distribucijskog sustava d.o.o.
E-mail:hrvoje.brnas@hep.hr

Jasmina Družić, M. S.

Institute for Mediterranean Plants, University of Dubrovnik
E-mail: jasmina.druzic@unidu.hr

Marija Mirošević, Ph. D.

Associate Professor
Electrical-engineering and Computing Department, University of Dubrovnik
E-mail: marija.mirosevic@unidu.hr

THE APPLICATIONS OF SOLAR ENERGY FOR IMPROVING AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE DUBROVNIK-NERETVA COUNTY REGION

Abstract

One of the directives for the development of the Dubrovnik-Neretva County is the need for agricultural rural development of the activities such as growing grape, olives, citrus etc. The agricultural production is heavily dependent on factors which, when not available, can hardly be substituted by conducting diverse agro-technic measures, such as supplemental feeding, heating, watering etc.) Conducting each of these measures requires spending of expenditures and energy. The conditions for production in the area of the Dubrovnik-Neretva County are favourable, however water shortage is evident. The urban areas are covered by water supply systems, whereas the rural agriculture areas remain mainly uncovered by water supply network.

There is no natural shortage of water, which is oftentimes found

underground. The energy required to use such deposited resources of water is inaccessible at many locations of the Dubrovnik-Neretva County.

Internal combustion engine driven agricultural pumps are limited by their incapacity to reach greater depths, by drawbacks in their manageability, and by their inadequate water dosage. Energy source expenditures are high, causing increased watering costs. In addition, the necessity of working during the daytime, when evaporation is high, lowers the energetic efficacy of watering.

The application of renewable energy sources, such as the application of photovoltaic cells, may enable to water plots in the Dubrovnik-Neretva County, located far from the electricity network, as well as to extract underground water.

The advantages of this approach are manifold: automated system, environment friendly solution (zero emission of CO₂), the watering takes place during the night for minimizing work losses and losses due to evaporation, irrigation is flexible, performed by systematically favouring the micro-plots over the larger ones, is economically the optimal way to save energy sources while increasing crop yields. Thereby the expense for this system is repaid within a short time. The technology applied is based on an autonomous power grid fed from the sources of renewable energy whereas the system monitoring is performed by using high communication and information technology, reducing the need for maintenance to periodical check-ups. The advantages of the applied technology in the development of the rural agricultural activity of growing diverse agricultural cultures, supported by the scientific and educational institutions of the City of Dubrovnik, play the decisive role of aiding the farmers in their professional growth. The special benefits offered by the system are obtained by its use of so-called "Green" energy, co-financed by the European Union, and with minimum investment required from the user.

In addition, there has been frequent setting up of irrigation systems using the additional fertigation systems, so as to ensure the nutrients needed within the access zone during the whole vegetation period.

Keywords: Dubrovnik-Neretva County, improving agricultural production, renewable energy sources, solar energy.

EL classification: O13, Q10, Q 12, Q 20, Q42

POPIS RECENZENATA / LIST OF REVIEWERS

- ~ prof. dr. sc. Ivo Ban, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Mato Bartoluci, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- ~ prof. dr. sc. Mladen Črnjar, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci
- ~ prof. dr. sc. Maja Fredotović, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu
- ~ prof. dr. sc. Branko Glamuzina, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ izv. prof. dr. sc. Daniela Gračan, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci
- ~ izv. prof. dr. sc. Nenad Jasprica, Institut za more i priobalje Sveučilišta u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Vinko Kandžija, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- ~ dr. sc. Silva Katušić Hećimović, Institut Ruđer Bošković
- ~ doc. dr. sc. Tonći Kokić, Filozofski fakultet Sveučilišta u Splitu
- ~ prof. dr. sc. Miro Kraljević, Institut za oceanografiju i ribarstvo u Splitu
- ~ prof. dr. sc. Slavo Kukić, akademik, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Mostaru
- ~ doc. dr. sc. Iris Lončar, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Frano Ljubić, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ doc. dr. sc. Davor Ljubimir, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ izv. prof. dr. sc. Marko Margaritoni, prim. dr. med., Opća bolnica Dubrovnik
- ~ dr. sc. Mara Marić, Zavod za mediteranske kulture Sveučilišta u Dubrovniku
- ~ doc. dr. sc. Lena Mirošević, Sveučilište u Zadru
- ~ prof. dr. sc. Željko Mrnjavac, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu
- ~ izv. prof. dr. sc. Vuk Tvrтко Opačić, Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- ~ doc. dr. sc. Sandra Pepur, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Splitu
- ~ izv. prof. dr. sc. Doris Peručić, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Zdranko Petak, Fakultet političkih znanosti Sveučilišta u Zagrebu
- ~ doc. dr. sc. Katija Vojvodić, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Tihomir Vranešević, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- ~ izv. prof. dr. sc. Ivona Vrdoljak Raguž, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ prof. dr. sc. Vesna Vrtiprah, Sveučilište u Dubrovniku
- ~ doc. dr. sc. Mladen Zeljko, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci
- ~ prof. dr. sc. Maja Žitinski, Sveučilište u Dubrovniku

