

SUSTAVI DESALINACIJE U FUNKCIJI RAZVITKA OTOČNE POLJOPRIVREDE

Ranko Vujčić*, Anica Trp, Branimir Hrastnik*****

***Županija splitsko-dalmatinska, Upravni odjel za gospodarstvo
Domovinskog rata 2, 21000 Split, tel: +385 21 360 606, fax: +385 21 357 386,
e-mail: rvujcic@public.srce.hr**

****Tehnički fakultet Sveučilišta u Rijeci, Vukovarska 58, 51000 Rijeka
tel: +385 51 651 514, fax: +385 51 675 801, e-mail: anicatrp@rijeka.riteh.hr**

*****Energetski institut "Hrvoje Požar", Ulica grada Vukovara 78, 10000 Zagreb
tel: +385 01 6125 598, fax: +385 01 6118 401, e-mail: bhrast@jagor.srce.hr**

***Sažetak:** Polazeći od današnjeg stanja otočne poljoprivrede, te vodoopskrbe kao i dostignuća u sustavima desalinacije u radu je dan pregled mogućih rješenja osiguranja potrebnih količina vode za planirani razvoj intezivne poljoprivrede na hrvatskim otocima. Nadalje, temeljem znatnog vjetro i solarnog potencijala ističe se prihvatljivost modularnih hibridnih postrojenja vjetroturbina-fotonaponske ćelije-reverzno osmозна desalinacija.*

Ključne riječi: desalinacija, navodnjavanje, poljoprivreda, obnovljivi izvori energije

1. UVOD

Nacionalnim programom razvitka otoka, [1], nedvojbeno je utvrđen nedostatak vode (pitke, sanitarne i one za potrebe poljoprivrede) i to osobito ljeti kada se i iskazuje najveća potreba za njom. Programom se predviđa i sustav vodoopskrbe za svih 67 naseljenih otoka, a za što će biti potrebno osigurati ukupna sredstva od približno 120 milijuna USD.

Nacionalnim energetskim programima korištenja energije sunca (SUNEN, [2]) i vjetra (ENWIND, [3]) na otocima utvrđen je njihov znatan potencijal, poglavito na onim udaljenim, te i prihvatljivost hibridnih energetskih sustava (fotonaponske ćelije/turbine na vjetar/plinski ili dizel motor) za rješavanje energetske opskrbe i vodoopskrbe otoka.

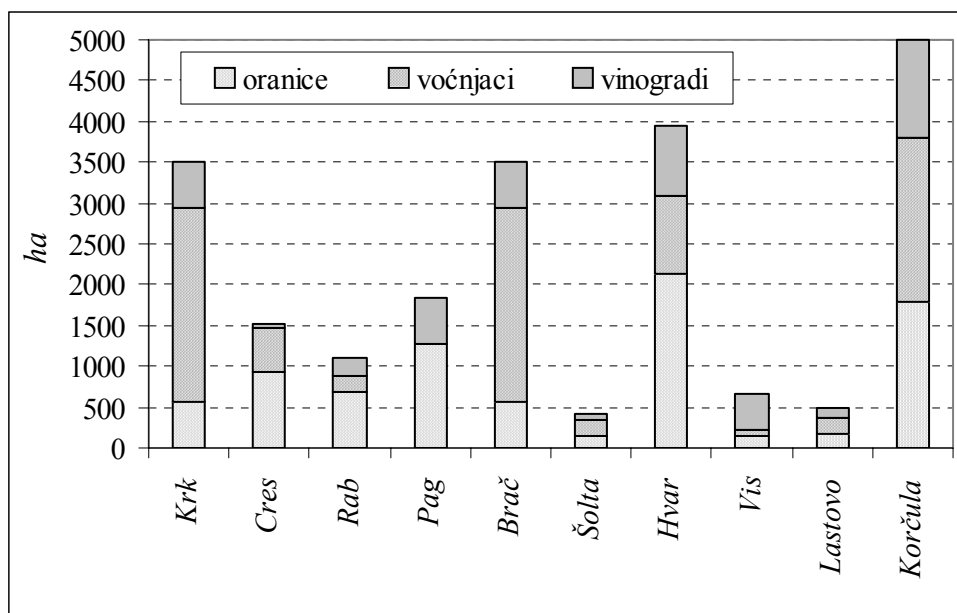
Temeljem prethodno provedenih istraživanja, [4-7], spoznaje o potrebnim količinama vode za intezivno bavljenje poljoprivredom na otocima, te uvažavajući ekološke zahtjeve kao i postojanje znatnog kapaciteta energije vjetra i sunca u radu se sagledava mogućnost proizvodnje dostatnih količina vode pomoću hibridnoga postrojenja čiju osnovu čine sustavi desalinacije (poglavito RO desalinizacija), a kao izvor električne (pogonske) energije predlaže se korištenje energije vjetra i/ili sunca.

2. OTOČNA POLJOPRIVREDA

Današnja poljoprivreda na otoku, koja je uglavnom ovisna o prirodnim padalinama i realizira se na usitnjenim posjedima, predstavlja sporednu djelatnost. Najveći dio poljoprivrednih proizvoda daju dvije grane i to maslinarstvo i vinogradarstvo. Intenzivniji uzgoj drugih poljoprivrednih kultura zahtijeva navodnjavanje, koje nije moguće osigurati s postojećim sustavom vodoopskrbe.

Od ukupnog broja otočnog stanovništva (110847, prema popisu iz 1991. godine) samo 6% čini poljoprivredno stanovništvo. Glavnina poljoprivredne aktivnosti realizira se na relativno usitnjenim posjedima, što uz nedostatke količine vode predstavlja glavni ograničavajući čimbenik za razvitak intenzivnije poljoprivredne proizvodnje, [1, 5, 7]. Na području zadarskih i kvarnerskih otoka, gospodarstva manja od jednog hektara čine više od polovine svih obiteljskih gospodarstava.

Otočnu obradivu površinu karakterizira specifična struktura. Naime, od ukupne površine otoka (3.300 km²) samo je približno 200 km² plodno za čiju obradu u slučaju bavljenja intenzivnom poljoprivredom je nužno osigurati dostatne količine vode. Za razliku od zaobalnog dijela u kojem dominiraju oranice na otocima dominiraju površine pod voćnjacima i vinogradima (približno 65%), slika 1.

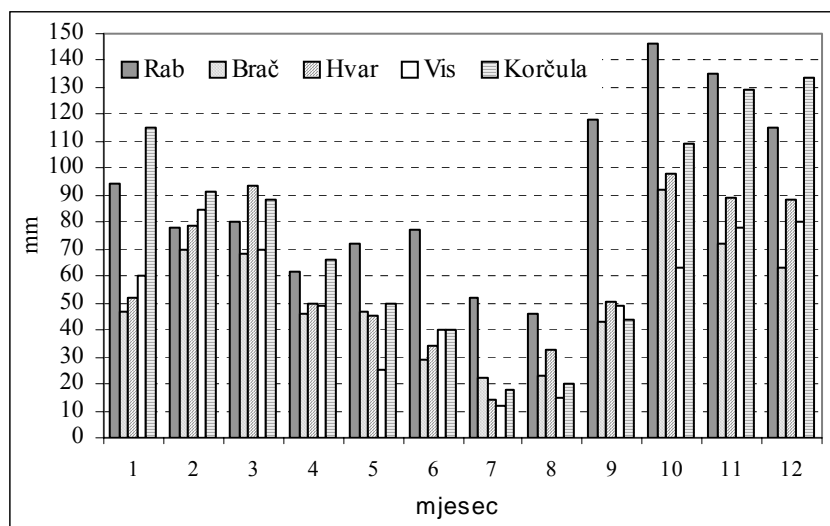


Slika 1. Obradive površine većih hrvatskih otoka

Određnicama nacionalnog programa razvitka otoka predviđa se znatniji razvitak poljoprivredne djelatnosti, te prerađivačkih kapaciteta temeljenih na toj povećanoj proizvodnji. Za ostvarenje ove strategije nužno je uz rješenje sustava vodoopskrbe (navodnjavanja) sprovesti i okrupnjavanje posjeda. Temeljem provedene analize o potrebama vode u odnosu na prosječne oborine u vegetacijskom periodu utvrđena je dodatna potreba za vodom od 6 do 20 m³/dan po jednom ha obradive površine, [5]. Odnosno, uz definiranu potrebu od 1000 m³/ha u vegetacijskom razdoblju, dnevno na svim otocima nedostaje oko 120.000 m³ vode.

3. VODOOPSKRBA OTOKA U FUNKCIJI GOSPODARSKOG RAZVOJA

Hrvatski otoci uglavnom ne raspolažu iskoristivim vodenim resursima (slane i slatke vode), izuzev otoka Krka, Cresa i Visa. Ako su klimatsko-hidrološke prilike povoljne i godišnja količina oborina dovoljna, problem je u vremenskoj raspodjeli dotjecanja ovih voda, slika 2. U ljetnim mjesecima iskazuju se najveće potrebe stanovništva i gospodarstva, a oborina ima najmanje.



Slika 2. Godišnja raspodjela padalina na većim otocima

Sagledavajući potrebe za vodom na otocima, nedvojbeno je utvrđeno da tradicionalnim prikupljanjem kišnice ne mogu se zadovoljiti postojeće potrebe, te da se niti na ovom obliku umjetnog prikupljanja voda može temeljiti značajniji gospodarski razvitak otoka. Kao kvalitetno rješavanje vodoopskrbe otoka smatralo se isključivo rješenje priključivanjem na kopneni vodoopskrbni sustav tako da nisu razmatrani, a niti su u praktičnoj upotrebi drugi načini osiguranja potrebnih količina vode (npr. desalinacija morske vode, prikupljanje i pročišćavanje oborinskih i otpadnih voda i sl.).

Planirani razvitak vodoopskrbe otoka predviđa da svako otočno naselje dobije dovoljan dotok pitke vode te da se ostvari 85-postotna opskrbljenost vodom iz javnog sustava. Za ostvarenje ovoga programa predviđa se utrošiti približno 120 milijuna USD, [1]. Provedenom analizom sustava vodoopskrbe na pojedinim otocima uočava se da će uz planirani razvitak turizma i s tim u vezi i povećanja potrošnje vode, tablica 1, i dalje nedostajati određene količine vode za intenzivno bavljenje poljoprivredom.

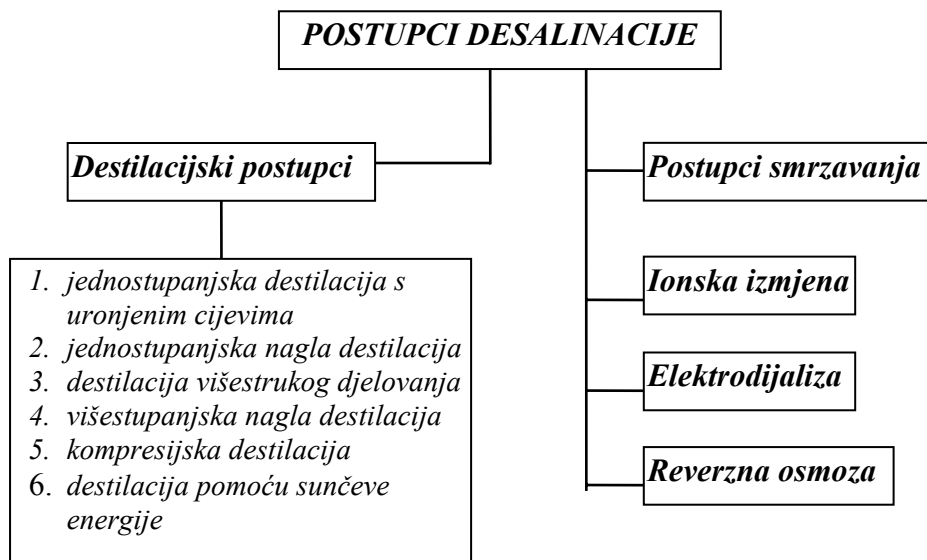
Tablica 1. Smještajni kapaciteti i potrebe za vodom po otočnim skupinama

Otoci	Ležaja ukupno	Hoteli	Kamp	Privatne sobe	Ukupno noćenja	Dnevna potreba za vodom (uz 0.1m ³ /noćenju)	Dnevna potreba za vodom (uz 0.25m ³ /noćenju)
Kvarnerski	79.587	16.611	37.945	23.336	7.712.002	8.000	20.000
Sjevernodalmatinski	15.840	2.888	11.240	1.712	2.288.666	1.600	4.000
Srednjodalmatinski	28.245	13.352	11.218	3.138	2.998.761	2.900	7.250
Južnodalmatinski	5.633	5.083	550	-	1.507.164	600	1.500
Ukupno	129.305	37.943	60.953	28.186	14.506.593	13.100	32.750

4. SUSTAVI DESALINACIJE

Budućnost opskrbe vodom bližih i većih otoka je izgradnja, odnosno dogradnja postojećih regionalnih vodovoda. Međutim, ovi programi zahtijevaju znatna sredstva i dugi vremenski period, a realnost sadašnjice iziskuje mnogo brža i manje financijski zahtjevna rješenja. Kao jedno od mogućih rješenja opskrbe vodom, poglavito na manjim i udaljenim otocima jest i desalinacija. Danas je desalinacija komercijalno u cijelosti primjenjiva metoda osiguranja potrebnih količina vode u mnogim područjima, a napose na otocima koje karakterizira oskudica vode u ljetnim mjesecima, kada je ujedno i najveća potreba za njom, kako za poljoprivredu tako i za turizam. Brzina gradnje, modularnost (razvitak sukladan gospodarskom razvitku) i znatno niži investicijski troškovi stavljaju proces desalinacije u prioritetni položaj.

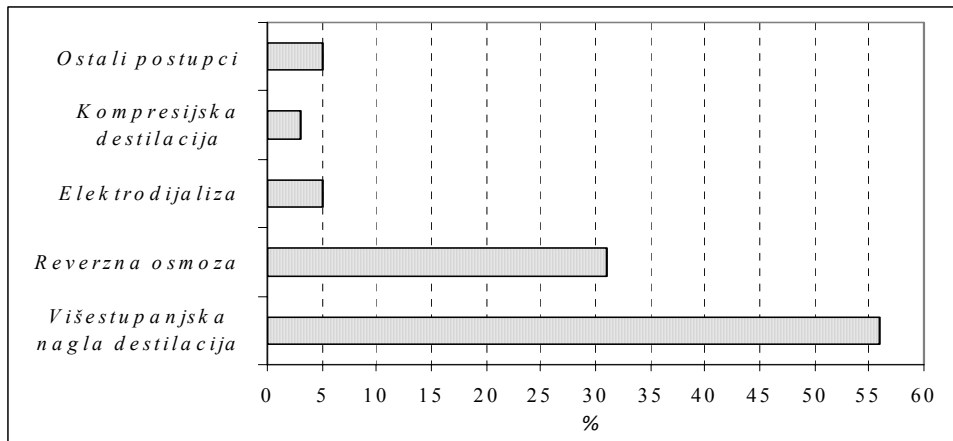
Vrlo intenzivna istraživanja procesa desalinacije morske i bočate vode, poglavito procesa reverzne osmoze, u posljednjih desetak godina dovela su do praktične primjene čitavog niza postupaka desalinacije, slika 3.



Slika 3. Postupci desalinacije

U svijetu je (oko 120 zemalja) izgrađeno više tisuća postrojenja različitih kapaciteta (od 1 do 1.000.000 m³/dan) koja dnevno proizvode više od 10.000.000 m³ pitke vode. Pomoću desalinacije problem opskrbe svojih otoka pitkom vodom rješavaju i naše susjedne mediteranske zemlje (Grčka i Italija). Za desalinaciju morske vode pretežito se koriste destilacijski postupci (i to višestupanjska nagla destilacija, kompresijska destilacija i reverzna osmoza), a za desalinaciju bočatih voda uglavnom se koriste postupci reverzne osmoze i elektrodijalize, slika 4.

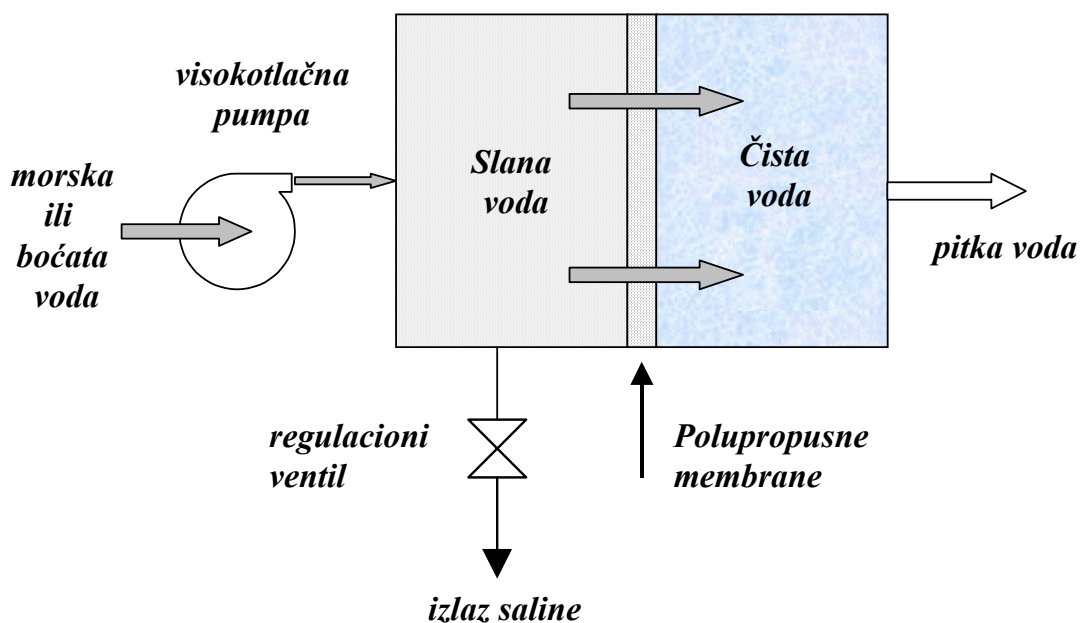
Uvažavajući ekološke zahtjeve kao i postojanje znatnog kapaciteta energije vjetra i sunca kao najpovoljnije postrojenje za proizvodnju dostatnih količina vode predlaže se hibridno postrojenje čiju osnovu čine reverzno-osmozni sustav desalinacije, a kao izvor električne (pogonske) energije predlaže se korištenje elektrane na vjetar i sunčevih fotonaponskih modula.



Slika 4. Udio postupaka desalinacije

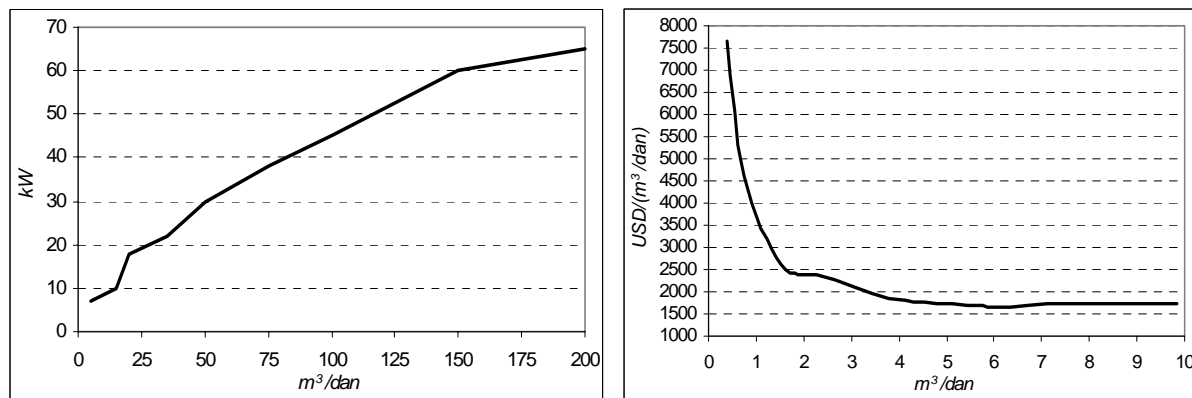
Cijena proizvedene vode u mnogome ovisi o primjenjenoj tehnologiji, kapacitetu, lokaciji (slanost mora, pogodnost zahvata, udaljenost korisnika i slično) kao i o korištenom izvoru energije potrebne za proces desalinacije. Proizvodnja pitke vode iz bočate vode višestruko je jeftinija od one proizvedene iz morske vode.

Reverzna osmoza je u načelu vrlo jednostavan postupak, koji se može definirati kao postupak tlačne membranske separacije, slika 5. Kod rada s morskom vodom radni tlakovi se najčešće kreću unutar područja od 5.5 do 6.9 Mpa. Odnos između količine proizvedene pitke vode i napojne morske vode iznosi od 0.25 do 0.40. Osim što je u tehničkom pogledu RO relativno jednostavan postupak ona je i u energetske smislu vrlo povoljna. Mala potrošnja energije je primarni razlog zašto reverzna osmoza naglo postaje proces izbora za desalinaciju mora. RO zahtijeva samo 6 do 10 kWh energije za proizvodnju 1 m³ pitke vode.



Slika 5. Reverzno osmozni postupak desalinacije

Slikom 6, temeljem podataka o komercijalnim postrojenjima, zorno je prikazana promjena ukupno instalirane snage u ovisnosti o kapacitetu postrojenja s jediničnom cijenom, a u tablici 2 data je raspodjela proizvodnje vode u m³ po sezonama za različite instalirane kapacitete elektrana na vjetar, [5].



Slika 6. Promjena ukupno instalirane snage u ovisnosti o kapacitetu postrojenja

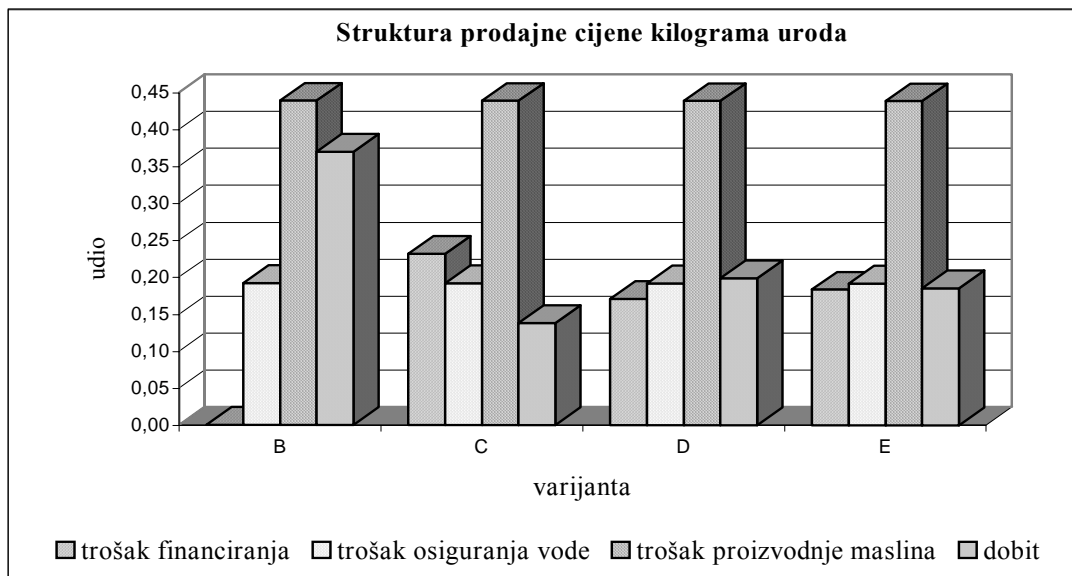
Tablica 2. Sezonska raspodjela proizvodnje vode u m³ postupkom RO desalinacije (otok Šolta) u ovisnosti o instaliranoj snazi elektrana na vjetar

	P = 20 kW	P = 200 kW	P = 750 kW
<i>zima</i>	3060	32929	108407
<i>proljeće</i>	1700	18284	60226
<i>ljeto</i>	1190	12850	42158
<i>jesen</i>	2550	27474	90339
godišnje	8500	91492	301130

Temeljem provedene analize o potrebama vode na hrvatskim otocima u odnosu na prosječne oborine u vegetacijskom periodu utvrđena je dodatna potreba za vodom od 6 do 20 m³/dan po jednom hektaru obradive površine. Za slučaj udjela RO-TNV postrojenja od 10% u osiguranju navedene količine bilo bi potrebno instalirati oko 10 MW vjetroelektrana. Veličinu postrojenja potrebno je optimizirati za konkretne lokacije i poljoprivrednu proizvodnju. Prethodno provedena istraživanja ukazuju na prihvatljivost RO postrojenja kapaciteta od 1 do 100 m³/dan, (za program maslinarstva temeljem iskustvenog višestrukoga povećanja uroda u slučaju pravilnog i pravovremenog osiguranja potrebne količine vode; slika 7, tablica 3, [5, 7]).

Tablica 3.

Stavka / varijanta	A.	B.	C.	D.	E.
trošak kapitala (godišnji) USD	0	42233	28850	31130	33507
godišnja kamatna stopa (%)	0	1%	1%	2%	3%
vrijeme otplate (godina)	0	10	15	15	15
troškovi proizvodnje (USD)	115000	157233	143850	146130	148507
dobit (USD)	67400	25167	38550	36270	33893
vrijeme povrata uloga (godina)	6	16	10	11	12



Slika 7. Relativni udio troška financiranja u razini ostvarene dobiti

U slučaju korištenja plinskih ili dizel motora u osiguranju energetike otoka u cijelosti ili samo za turističke objekte kao prikladno rješenje pojavljuje se kogeneracijski sustav s mogućim dodatnim sustavom RO desalinacije. Naime, otpadnu toplinu motora moguće je koristiti za proizvodnju ulazne vode za proces reverzne osmoze. U ovome slučaju procesom RO se obrađuje voda sa znatno nižim postotkom slanosti što u konačnosti rezultira s manjim utroškom električne energije, a samim time i jeftinijom proizvodnjom vode za navodnjavanje i piće.

5. ZAKLJUČAK

Kao jedna od mogućnosti dobivanja potrebnih količina vode na otocima, jest desalinacija, odnosno proizvodnja pitke vode iz mora. Brzina gradnje, modularnost (razvitak sukladan gospodarskom razvitku) i znatno niži investicijski troškovi stavljaju proces desalinacije u prioritetni položaj.

Uvažavajući ekološke zahtjeve kao i postojanje znatnog kapaciteta energije vjetra i sunca kao najpovoljnije postrojenje za proizvodnju dostatnih količina vode predlaže se hibridno postrojenje čiju osnovu čine reverzno-osmozni (RO) sustav desalinacije, a kao izvor električne energije predlaže se korištenje elektrane na vjetar. Uzimajući u obzir cjelokupnu situaciju vodoopskrbe na našim otocima sa sigurnošću se može ukazati na moguću primjenu ovih postrojenja na preko 100 lokacija.

LITERATURA

- [1] Starc. N i drugi: Nacionalni program razvitka otoka, Ministarstvo razvitka i obnove, Zagreb, 1997.
- [2] ENWIND Program korištenja energije vjetra: Prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.

- [3] SUNEN Program korištenja energije sunca: Prethodni rezultati i buduće aktivnosti, Energetski institut "Hrvoje Požar", Zagreb, travanj 1998.
- [4] Istraživački projekt: "Gradnja postrojenja za desalinaciju na konkretnoj lokaciji na Jadranu, Brodosplit-Institut, Split, prosinac 1986.
- [5] Strategija gospodarskog razvitka općine Šolta, Brodosplit-Institut, Split, svibanj 1997.
- [6] Vujčić, R., Krneta M.: "Pilot projekt: Vjetroelektrane u sustavu vodoopskrbe poljoprivrede otoka Šolte", za potrebe Nacionalnog energetskeg programa ENWIND, Split, ožujak 1998.
- [7] Vujčić, R., Krneta M.: "Wind-Driven Seawater Desalination plant for Agricultural Development on the Islands of the County of Split and Dalmatia", World Renewable Energy Congress V, Florence, Italy, 20-25 September 1998

DESALINATION PLANT AND AGRICULTURAL DEVELOPMENT ON CROATIAN ISLANDS

***Abstract:** Based on the present features of agricultural on Croatian islands, water supplies systems and desalination system, the paper gives the reviews, relating to the islands agricultural development strategy, the role of the desalination plant in the process of solving the system of water supply. Furthermore, the paper is an analysis of the place and role of the hybridwind/solar-driven seawater desalination plant in ensuring the water quantity indispensable for the proposed development of agricultural on Croatian islands.*

Keywords: desalination, water supply, agriculture, renewable energy sources