



Časopis Naučnog društva za pogonske mašine, traktore i održavanje
Journal of Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

TRAKTORI I POGONSKE MAŠINE

TRACTORS AND POWER MACHINES

2

UDK 631.372

ISSN 0354-9496

Godina 20

Dec. 2015.



Novi Sad, Srbija

UVODNIK

Poštovani čitaoci,

Časopis "Traktori i pogonske mašine" ove godine slavi 20 godina izlaženja. Časopis je u prethodnih 20 godina izašao u okviru 86 svesaka, sa objavljenih 1472 pregledna, naučna i stručna rada. U prethodnom periodu časopis se bavio temama vezanim za razvoj i korišćenje savremenih traktora, mobilnih sistema i ostalih sredstava u poljoprivredi. Posebno mesto našli su radovi koji se bave sve aktuelnijim temama vezanim za proizvodnju i korišćenje alternativnih izvora energije sa posebnim osvrtom na biodizel. Značajan broj radova bavio se mogućnostima uštede u poljoprivrednoj proizvodnji, pre svega pri primeni poljoprivredne mehanizacije.

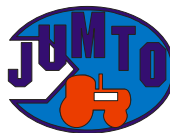
Nastavljajući dugogodišnju tradiciju, časopis "Traktori i pogonske mašine" i ovog puta svoje stranice posvećuje naučnom skupu

"RAZVOJ TRAKTORA I PRIMENA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE"

koji se po dvadesetdrugi put održava u Novom Sadu na Poljoprivrednom fakultetu, dana 04.12.2015. godine.

Uredništvo.

Izdavač – Publisher



Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje
Scientific Society of Power Machines, Tractors and Maintenance

Suizdavač – Copublisher

Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
 Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, Novi Sad

Glavni urednik – Editor in chief

Dr Milan Tomić

Urednici - Editors

Dr Lazar Savin**Dr Timofej Furman****Dr Ratko Nikolić****Dr Ivan Klinar****Dr Radojka Gligorić**

Tehnički urednik - Technical Editor

Dr Mirko Simikić

Tehnički sekretar - Technical Secretary

Nevenka Žigić

Uređivački savet - Editorial Committee

Dr Timofej Furman, Novi Sad
Dr Ratko Nikolić, Novi Sad
Dr Ferenc Časnji, Novi Sad
Dr Radojka Gligorić, Novi Sad
Dr Tripo Torović, Novi Sad
Dr Ivan Klinar, Novi Sad
Dr Božidar Nikolić, Podgorica
Dr Milan Tomić, Novi Sad
Dr Rajko Radonjić, Kragujevac
Dr Zlatko Gospodarić, Zagreb

Dr Laszlo Mago, Gödöllő, Mađarska
Dr Aleksandar Šeljcin, Moskva, Rusija
Mr Milan Kekić, Bečej
Dr Radivoje Pešić, Kragujevac
Dr Klara Jakovčević, Subotica
Dr Jozef Bajla, Nitra, Slovačka
Dr Roberto Paoluzzi, Ferrara, Italija
Dr Hasan Silleli, Ankara, Turska
Dr Valentin Vladut, Rumunija

Adresa – Adress

Poljoprivredni fakultet
Trg Dositeja Obradovića br. 8
Novi Sad, Srbija
Tel.: ++381(0)21 4853 391
Tel/Fax.: ++381(0)21 459 989
e-mail: milanto@polj.uns.ac.rs

Časopis izlazi svaka tri meseca

Godišnja pretplata za radne organizacije je 1500 din, za
 Inostranstvo 5000 din a za individualne predplatnike 1000 din
 Žiro račun: 340-4148-96 kod Erste banke

Rešenjem Ministarstva za informacije Republike Srbije, Br.651-115/97-03 od 10.02.1997.god., časopis je upisan u registar pod brojem 2310
 Prema Mišljenju Ministarstva za nauku, Republike Srbije ovaj časopis je "PUBLIKACIJA OD POSEBNOG INTERESA ZA NAUKU"

Jurnal is published four times a year

Subscription price for organization is 40 EURO, for
 foreign organization 80 EURO and individual
 subscribes 15 EURO

Štampa – Printed by

Štamparija "Donat Graf doo" Beograd, Vuka Milićevića 29
 Tiraž 200 primeraka

**Časopis Traktori i pogonske
mašine broj 2 posvećen je
XXII-om naučnom skupu
“Pravci razvoja traktora i
obnovljivih izvora energije”**

**The journal Tractors and power
machines number 2 is devoted to
XXII scientific meeting
“Development of tractors and
renewable energy resources”**

JUMTO 2015

Programski odbor - Program board

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Prof. dr Lazar Savin, predsednik | <input type="checkbox"/> Prof. dr Jozef Bajla |
| <input type="checkbox"/> Prof. dr Ratko Nikolić | <input type="checkbox"/> Prof. dr Radojka Gligorić, sekretar |
| <input type="checkbox"/> Prof. dr Timofej Furman | <input type="checkbox"/> Prof. dr Milan Tomić |
| <input type="checkbox"/> Prof. dr Ivan Klinar | <input type="checkbox"/> Dipl. inž. Milan Samardžija |

Pokrovitelji skupa - Godparent of meeting

- Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije
- Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine
- Pokrajinski sekretarijat za energetiku i mineralne sirovine AP Vojvodine
- Pokrajinski sekretarijat za poljoprivredu, vodoprivredu i šumarstvo AP Vojvodine

Organizatori skupa - Organizers of meeting

- Naučno društvo za pogonske mašine, traktore i održavanje

JUMTO – Novi Sad

- Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku, Novi Sad
- Društvo za razvoj i korišćenje biogoriva – BIGO, Novi Sad
- Privredna komora Srbije, Beograd

Glavni donatori - The main donors

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> MasFerg Agro, Novi Sad | <input type="checkbox"/> Agropanonka, Novi Sad |
| <input type="checkbox"/> Agrovjvodina Mehanizacija,
Novi Sad | <input type="checkbox"/> RTI, Novi Sad |

Mesto održavanja - Place of meeting

Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 04.12.2015.

Štampanje ove publikacije pomoglo je:
Ministarstvo prosvete i nauke Republike Srbije
Pokrajinski sekretarijat za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine

SADRŽAJ – CONTENTS

Tica A.

**PROVERA TRANSFERNIH CENA U POLJOPRIVREDNIM PREDUZEĆIMA
PRIMENOM TRADICIONALNIH TRANSAKCIONIH METODA
EVALUATION OF TRANSFER PRICING IN AGRICULTURAL ENTERPRISES
USING TRADITIONAL TRANSACTIONAL METHODS**

6

Petković, D., Medved, I.

**SAVREMENI SISTEMI OBRAČUNA TROŠKOVA U FUNKCIJI ODRŽIVE
POLJOPRIVREDNE PROIZVODNJE
MODERN COSTING SYSTEMS IN FUNCTION OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL
PRODUCTION**

16

Gajić, Lj., Medved, I.

**STRATEGIJSKA INFORMATIVNA PODRŠKA OBRAČUNA PO CILJNIM
TROŠKOVIMA U POLJOPRIVREDNOJ ORGANIZACIJI
STRATEGIC INFORMATION SUPPORT OF TARGET COSTING IN
AGRICULTURAL ENTITY**

25

Popović, S., Jelić, S., Ugrinović, M., Macura R., Grublješić, Ž.

**UPRAVLJANJE I ORGANIZACIJA UKLANJANJA GRANA, LIŠĆA I BILJNOG
ZELENILA SA GRADSKIH POVRŠINA DIREKTNIM USITNJAVANJEM I
ODVOŽENJEM NA KOMPOSIŠTE
MANAGEMENT AND ORGANIZATION OF REMOVAL BRANCHES, LEAVES AND
PLANT GREENERY WITH CITY AREA DIRECT SHREDDING AND DISPOSAL ON
COMPOST**

34

Pajić M., Oljača M., Gligorević K., Pajić M., Dražić M., Radojičić D., Zlatanović I.

**UTICAJ RAZLIČITIH SISTEMA OBRADE ZEMLJIŠTA NA PRINOS KUKURUZA
IMPACT OF DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS ON CORN YIELD**

41

Popović, S., Jelić, S., Ugrinović, M., Macura, R., Martinović, B.

**UPRAVLJANJE ZASNOVANO NA PRERADI MANJE OPASNOG OTPADA U SRBIJI
MANAGEMENT BASED ON THE PROCESSING OF LESS HAZARDOUS WASTE IN
SERBIA**

47

Radojičić D., Zlatanović I., Radivojević D., Pajić M., Dražić M., Gligorević K.

**DVODIMENZIONALNI MODEL STACIONARNOG PROVOĐENJA TOPLOTE KROZ
ČVRSTI GOVEĐI STAJNJAK U TOKU PROCESA KOMPOSTIRANJA
TWO-DIMENSIONAL MODEL OF STEADY STATE HEAT TRANSFER IN SOLID
CATTLE MANURE DURING COMPOSTING**

53

Galamboš S., Ružić D., Dorić J., Stojić B.

**ANALIZA UTICAJA VETRA NA POLJOPRIVREDNO PRSKANJE POMOĆU CFD
SIMULACIJE**

WIND EFFECTS ON THE AGRICULTURAL SPRAYING USING CFD SIMULATIONS

60

Dražić M., Miodragović R., Radojičić D., Gligorević K. , Pajić M., Zlatanović I.

**MEHANIZOVAN NAČIN PRIMENE TEČNOG STARTNOG ĐUBRIVA I NJEGOVA
UTICAJ U PROIZVODNJI KUKURUZA**

**MECHANISED METHOD OF APPLICATION LIQUID STARTER FERTILIZER AND
HIS INFLUENCE ON YIELD OF MAIZE**

66

Donović K., Proković B., Šušteršič V.

**PROJEKAT IZGRADNJE MEMBRANSKOG POSTROJENJA ZA TRETMAN SLANE
VODE U CILJU DOBIJANJA PIJAČE VODE**

**PROJECT CONSTRUCTION MEMBRANE PLANT FOR TREATMENT OF SALT
WATER IN ORDER TO OBTAIN DRINKING WATER**

73

**PROJEKAT IZGRADNJE MEMBRANSKOG
POSTROJENJA ZA TRETMAN SLANE VODE U CILJU
DOBIJANJA PIJAĆE VODE**

**PROJECT CONSTRUCTION MEMBRANE PLANT FOR
TREATMENT OF SALT WATER IN ORDER TO OBTAIN
DRINKING WATER**

Donović K.¹, Proković B., Šušteršič V.

REZIME

U radu je dat kratak osvrt na upotrebu membrana, odnosno membranske filtracije, u tehnologiji prerade vode. Poseban akcenat stavljen je na proučavanje principa ultrafiltracije i reverzne osmoze. Prikazano je tehničko rešenje postrojenja za preradu slane vode u vodu za piće upravo pomoću pomenutih membranskih procesa. Postrojenje je projektovano za morsku vodu sa obala Persijskog zaliva grada Kuvajta. Kuvajt je država sa malim količinama sveže pijaće vode i država gde su ovakvi sistemi najpotrebniji. Pored tehničkog opisa odrađen je proračun za dobijanje kvaliteta proizvedene pijaće vode u programu ROSA (Reverse Osmosis System Analysis), kao i ekonomski proračun kako bi se dobio period isplativosti postrojenja. Ujedno, urađen je 3D model postrojenja u softverskom paketu CATIA, V5R20.

Ključne reči: membranski procesi, ultrafiltracija, reverzna osmoza, morska voda, voda za piće

SUMMARY

This paper gives a brief overview of the use of membranes or membrane filtration in water treatment technology. Special emphasis is placed on the study of the principles of ultrafiltration and reverse osmosis. Technical solution processing plant salt water into drinking water using just mentioned membrane processes is shown. The plant is designed for sea water from the shores of the Persian Gulf city of Kuwait. Kuwait is a country with a small amount of fresh drinking water and the country where such systems are needed the most. In addition to the technical description, calculation is done to obtain the quality of the produced drinking water in the program ROSA (Reverse Osmosis System Analysis), and economic calculation to afford a pay back period of the plant. At the same time, a 3D model of the installation is made in software package CATIA, V5R20.

¹ Katarina Donović, master inženjer mašinstva, Bogdan Proković, master inženjer mašinstva, dr Vanja Šušteršič, vanr. prof., Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Sestre Janjić 6, 3400 Kragujevac, kaca.djonovic@gmail.com

Keywords: membrane processes, ultrafiltration, reverse osmosis, seawater, drinking water

UVOD

Voda je jedna od najvažnijih osnovnih materija u prirodi i neophodna je za održavanje biljnog, životinjskog i ljudskog života. Ona je u prirodi najrasprostranjenija materija i pokriva 71% površine Zemlje. Od ukupne količine vode samo 2,4% vode je slatka voda i može se upotrebiti za zadovoljavanje većine ljudskih potreba [1]. Najveći deo slatkih voda se nalazi zarobljen u ledu na severnom i južnom polu. Drugi deo se nalazi u podzemnim vodama. U rekama se nalazi zapreminski najmanje slatkih voda u odnosu na ukupnu raspoloživu količinu na planeti, dok se značajni deo slatkih voda nalazi i u atmosferi. Tu se pojavljuje problem zagađenja ovih slatkih voda. Zagađenja jednim delom uzrokuje poljoprivreda - korišćenje veštačkog đubriva i otpadne vode iz seoskih naselja. Drugi deo zagađenja nastaje kao posledica industrije, neuređenih i divnjih deponija.

Broj stanovnika na našoj planeti ubrzano se povećava, a potreba za vodom još i brže. S' obzirom da je sveže pijaće vode na svetu sve manje, a da su slatke vode koje se mogu iskoristiti za dobijanje pijaće vode sve više zagađene, potrebno je naći novi izvor iz koga se može dobijati voda za piće. Upravo jedan takav izvor je morska voda.

MEMBRANSKI PROCESI

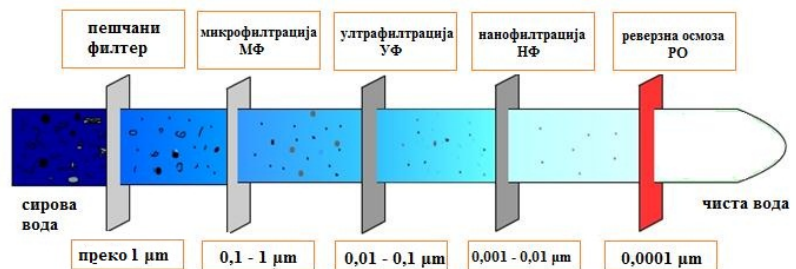
Pod membranskom filtracijom podrazumeva se potiskivanje rastvora kroz polupropustljivu membranu. Tokom ovog procesa niskomolekulske frakcije prolaze kroz membranu dok se visokomolekulska jedinjenja zadržavaju i koncentrišu. Karakteristika ovih procesa jeste da se odvijaju pod dejstvom pritiska i upravo ta razlika pritisaka koja se javlja ispred i iza membrane naziva se transmembranski pritisak [2].

Klasični membranski procesi se mogu podeliti u nekoliko grupa, u zavisnosti od veličine čestica koje se izdvajaju i pogonske sile između fluidnih struja, tako da se u široj primeni najčešće koriste:

- ◆ Mikrofiltracija,
- ◆ Ultrafiltracija,
- ◆ Nanofiltracija,
- ◆ Reverzna osmoza,
- ◆ Dijaliza,
- ◆ Elektrodijaliza.

Reverzna osmoza, nanofiltracija, ultrafiltracija i mikrofiltracija su procesi kod kojih je osnovna komponenta

polupropustljiva membrana na čijoj površini se dešavaju sve promene. Pod dejstvom pritiska kroz nju prolazi produkt, čista voda, a koncentrovani rastvor



Sl. 1. Granica propustljivosti u zavisnosti od procesa
Fig. 1. The border permeability depending on the process

komponentata smeše ostaje. Razlika je samo u veličini jedinjenja koja se odvajaju (slika 1), kao i u radnom pritisku. Kod dijalize pokretačka snaga procesa je razlika koncentracije, dok je kod elektro - dijalize to električni potencijal.

Pri svom radu membrane podležu začepljivanju, što se dešava u zavisnosti od kvaliteta ulazne vode. Pod pojmom začepljivanja podrazumeva se spontano povećanje pritiska pri filtraciji ili smanjenje fluksa permeata. Nijedna membrana nije pošteđena začepljivanja ali neke mogu bez čišćenja raditi mnogo godina, dok se kod drugih čišćenje sprovodi sedmično ili čak dnevno. Budući da kod nekih membranskih procesa začepljivanje membrana dovodi u pitanje samu upotrebu i isplativost tehnologije, začepljivanju treba posvetiti posebnu pažnju.

POSTROJENJE ZA TRETMAN SLANE VODE U CILJU DOBIJANJA PIJAĆE VODE

Kuvajt je mala arapska država čija istoimena prestonica, preko južnog ulaza u Kuvajtski zaliv, izlazi na Persijski zaliv. Ostatak državne teritorije čini mala, talasasta pustinja između Iraka i Saudijske Arabije, kao i devet malih ostrva u Persijskom moru.

U Kuvajtu ne postoje stalne slatke površinske vode. One nastaju akumuliranjem kišnice u prirodnim depresijama gde voda ostaje po nekoliko nedelja. Samo mali deo ove vode dospe u unutrašnjost zemlje zbog velikog isparavanja i prisustva nepropusnog sloja u nekim regionima [3]. Postoje tri klase podzemnih voda:

- ◆ sveže vode čiji je salinitet nešto ispod 1 000 mg/l koja se koristi za piće i domaće potrebe,
- ◆ slana voda čiji je salinitet u rasponu između 1 000 i 10 000 mg/l koja se koristi za navodnjavanje,
- ◆ veoma slana voda sa salinitetom koji prelazi 10 000 mg/l koja se koristi samo u posebnim slučajevima.

Zbog nedostatka pijaće vode Kuvajt se oslanja na desalinizaciju vode kao primarnog izvora sveže vode za piće i potrebe domaćinstva.

Postrojenje za tretman vode, oznake BW-UR-010, projektovano je za prečišćavanje slane vode čiji salinitet ide do 12 000 mg/l pretvarajući ga u pitku vodu. Proces tretmana je tako dizajniran da zadovolji najviše standarde sa najsavremenijom tehnologijom u oblasti tretmana slane vode. Proces ima šest faza:

- | | |
|--|------------------------------|
| ◆ Gruba filtracija sa ulaznim rezervoarom, | ◆ Reverzna osmoza, |
| ◆ Ultrafiltracija, | ◆ Korekcija pH vrednosti i |
| ◆ Doziranje antiskalanta, | ◆ Dezinfekcija (hlorisanje). |

Sva oprema je montirana na noseću konstrukciju. Takođe, sistem ima centralnu jedinicu za čišćenje sistema sa hemikalijama koje se doziraju po potrebi. Sistem za čišćenje je konstruisan tako da se može koristiti i za čišćenje filtera kod ultrafiltracije i RO membrana.

Gruba filtracija sa ulaznim rezervoarom

Pre ultrafiltracije i reverzne osmoze voda prvo prolazi kroz grubi, mrežasti filterski sistem koji se sastoji od dva filtera, pri čemu je jedan u radu dok je drugi u stanju pripravnosti. Oba filtera imaju površinu filtracije (mrežica) od 160 cm². Mrežica kroz koju se propušta voda ima otvore reda veličine 130 μm čime se uklanjaju najgrublje nečistoće iz vode. Filter je izrađen od plastike, dok je materijal mrežice nerđajući čelik [4]. Na slici 2 prikazani su elementi grubog filtera.

Ultrafiltracija

Ultrafiltracija je jedan od najnaprednijih procesa za prečišćavanje vode koji obezbeđuje odličan kvalitet vode za ulazak u RO modul, bez dodavanja hemikalija. To je membranski proces koji se koristi za otklanjanje čestica veće molekule mase, polena, algi, kao i manje zamućenosti. Kvalitet permeata se ne menja u zavisnosti od kvaliteta dolazeće vode. Modul Kristal 600ET je instaliran za proces ultrafiltracije (slika 3).

Njegova specifikacija je: bazni materijal - izmenjen polietersulfone, proizvođač – Hifluk, dimenzije - 216x850 mm, protok čiste vode - 200 l/h, materijal kućišta – PVC, maksimalni pritisak - 2,5 bar [5].

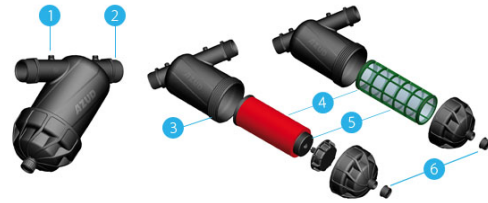
Veoma je važno, prilikom projektovanja sistema za ultrafiltraciju predvideti i ispiranje sistema, kao i hemijski potpomognuto pranje. Ono je programirano prema načelu brojača radnih ciklusa filtracije i pokreće se u zavisnosti od zadatih parametara vode i radnom stanju uređaja. Uključuje doziranje minimalnih količina hemikalija potrebnih za pranje nakupljenog koncentrata organskog i neorganskog porekla na površini membrane [6].

Doziranje antiskalanta

Sistem poseduje jedinicu za doziranje antiskalanta da bi se sprečilo taloženje nečistoća u RO modulu. Kompletan sistem doziranja sa rezervoarom je postavljen na noseću konstrukciju (slika 4). Za ovakav sistem potrebna su dva rezervoara, zbog potrebne količine antiskalanta. Svaki rezervoar poseduje svoju pumpu za doziranje antiskalanta.

Reverzna osmoza

RO filtracija je trenutno najefikasniji način filtracije sirove vode. RO membrana deluje kao barijera za rastvorene soli i organske i neorganske materije. Čista voda (permeat) prolazi slobodno kroz membranu. Step prečišćavanja je obično 95% - 99% [7]. Zbog veoma visokog saliniteta vode u Kuvajtu (TDS iznosi 11.700 mg/l) RO sistem je projektovan tako da se sastoji iz dve bitne faze (slika 5). Kod prve faze delimično prečišćena voda, nakon ultrafiltracije, prolazi paralelno kroz dva RO modula, a zatim koncentrat nastao u prvoj fazi prolazi kroz još jedan RO modul, što čini drugu fazu, kako bi se dobio veći stepen iskorišćenja.



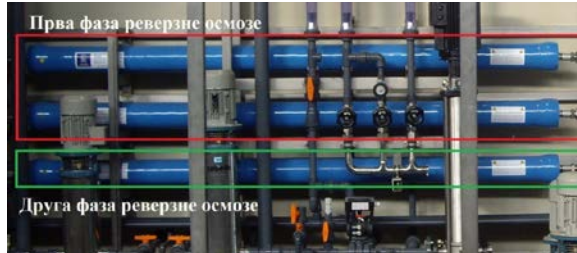
Sl. 2. Elementi filtera AZUD (1 - priključak za merenje pritiska, 2 - priključak na sistem, 3 - kućište filtera, 4 - modularni filter, 5 - površina za filtraciju, 6 - pomoćni priključak) [4]
Fig. 2. Elements filter AZUD (1 - connection for pressure measurement, 2 - Connection to the system, 3 - filter housing, 4 - modular filter, 5 - surface filtration, 6 - additional connection) [4]



Sl. 3. Modul Kristal Torch 600ET [5]

Fig. 3. Module Crystal Torch 600ET [5]

Prečišćena voda (permeat), nakon reverzne osmoze, prolazi PVC cevima, dok koncentrat, zbog potrebnog visokog pritiska, mora da prolazi kroz prohromske cevi. Nakon reverzne osmoze permeat odlazi u poslednji rezervoar za skladištenje prečišćene vode. Koncentrat se deli na dva dela: jedan deo se vraća na početak RO procesa i ponovo prolazi kroz module, dok se drugi, veći deo koncentrata izbacuje pomoću drenažnog sistema.



Sl. 5. Faze procesa reverzne osmoze

Fig. 5. Stages of the process of reverse osmosis

Izabrani tip membrana je BW30 – 4040 američke firme FILMTEC™. Detaljne karakteristike obe faze procesa date su u tabeli 1 [8].

Korekcija pH vrednosti

Sistem poseduje i jedinice za korekciju pH vrednosti kako bi se njena vrednost prilagodila pH vrednosti propisanoj za pijaću vodu. Ovakav sistem je potreban jer pH vrednost permeata nakon reverzne osmoze opada. Kompletan sistem za doziranje sa rezervoarom postavlja se na noseću konstrukciju. Uređaj za merenje pH vrednosti koji se koristi u sistemu je Liquisys M CPM223/253.

Tab. 1. Karakteristike obe faze procesa

Tab. 1. Characteristics of both phases of the process

Faza	Tip membrane	Broj modula	Broj membrana	Protok m ³ /h	Pritisak bar	Protok koncentrata m ³ /h	Protok permeata m ³ /h
1	BW30-4040	2	4	2,32	22,06	1,57	21,94
2	BW30-4040	1	2	1,57	21,59	1,32	21,36

Dezinfekcija

Dezinfekcija se obavlja preko jedinice za doziranje NaOCl - a. Merenje količine slobodnog hlora se obavlja kako bi se on postavio na vrednost propisanu za pijaću vodu. Kompletan sistem za doziranje sa rezervoarom je postavljen na noseću konstrukciju.

Merači protoka su postavljeni na više mesta u sistemu kako bi se pratila promena protoka. U sistem su uključeni mehanički i digitalni merači. Merači pritiska omogućavaju praćenje promene pritiska u sistemu i na taj način sprečavaju da dođe do eventualnog preopterećenja. Da bi se omogućilo tačno uzorkovanje tretirane vode, na više mesta u sistemu postavljene su slavine za uzorkovanje. Ceo sistem je automatski kontrolisan preko kontrolnog kućišta. Ono



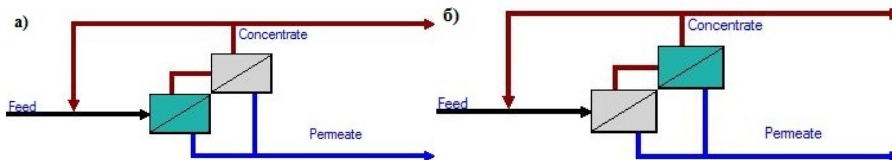
Sl. 4. Rezervoari za antiskalant

Fig. 4. Tanks for anti-scalants

poseduje displej na kome operater može da očita sve potrebne parametre. Bilo kakve nepravilnosti u sistemu, kontrolno kućište zaustavlja ceo proces i preko displeja obaveštava operatera u čemu je problem.

SOFTVERSKI PRORAČUN

Tokom izrade proračuna korišćen je program ROSA (Reverse Osmosis System Analysis). ROSA je programski alat koji se koristi za procenu stabilnosti performansi određenog RO sistema pod teorijskim ili stvarnim uslovima. Ove performanse su bazirane na nominalnoj specifikaciji performansi za FILMTEC™ elemente koji se koriste u projektovanom sistemu [9].



Sl. 6. Prva (a) i druga (b) faza procesa

Fig. 6. The first (a) and second (b) stage of the process

Nakon unošenja svih potrebnih parametara program automatski konfiguriše najbolji tj. najefikasniji način vezivanja pomenutih modula, kako bi se dobila voda zadovoljavajuće g kvaliteta. Na slici 6. je dat šematski prikaz vezivanja modula u obe faze, kao i kretanja permeata i koncentrata, pri čemu zeleni pravougaonik predstavlja fazu koja je selektovana.

Name	Feed	Pass Streams (mg/l as Ion)					Total
		Concentrate		Permeate			
		Stage 1	Stage 2	Stage 1	Stage 2		
NH4+ + NH3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
K	52.01	96.03	114.34	0.87	1.50	1.02	
Na	3095.81	5719.70	6810.22	49.16	82.08	57.52	
Mg	195.05	362.14	431.83	1.18	1.85	1.35	
Ca	740.19	1374.41	1638.93	4.32	6.90	4.98	
Sr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Ba	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO3	2.83	9.01	12.27	0.00	0.00	0.00	
HCO3	174.05	315.10	372.04	3.43	5.49	3.96	
NO3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Cl	4227.89	7809.67	9297.68	68.85	115.63	80.78	
F	2.00	3.69	4.39	0.04	0.07	0.03	
SO4	3199.16	5936.35	7077.92	22.76	36.07	26.16	
SiO2	10.00	18.54	22.06	0.10	0.17	0.11	
Baron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
CO2	3.19	5.21	6.30	3.89	3.28	4.19	
TDS	11699.94	21644.94	25782.01	150.72	249.76	173.97	
pH	7.60	7.56	7.52	6.11	6.16	6.13	

Sl. 7. Karakteristike vode na izlazu

Fig. 7. The characteristics of the water at the outlet

Kao izlazni podaci dobijaju se i vrednosti elemenata koji su se izdvojili prilikom procesa, tj. karakteristike vode na izlazu iz membrana (slika 7).

EKONOMSKA ANALIZA

Kako bi se odradila ekonomska analiza potrebno je ustanoviti ukupnu cenu čitavog postrojenja. Cena glavnih komponenti postrojenja iznosi 25 885,37 €. Tu su uračunati: grubi filteri, modul za reverznu osmozu i ultrafiltraciju, pumpe, rezervoari, kompresor, merači, kontrolno kućište i konstrukcija, dok je ukupna cena svih pomoćnih komponenta 9 943,49 € (ventili, cevi, krivine, račve, suženja, proširenja...). Otkupna cena postrojenja, sa dodatom zaradom kompanije, iznosi 46 557,52 €. Na osnovu cene pijaće vode i cene električne energije urađen je ekonomski proračun isplativosti postrojenja. Cene vode i električne energije preuzeti su sa zvaničnog sajta Ministarstva električne energije i vode države Kuvajt [10]. Zvanična valuta u

državi Kuvajt je kuvajtski dinar (KWD) i iznosi 2,96 €

Prodajna cena sveže pijaće vode u Kuvajtu za industrijske kompanije iznosi 0,0006 €/l. Kapacitet postrojenja je 1 m³/h. Ukoliko se pretpostavi da postrojenje radi 350 dana u godini, (15 dana su moguće popravke usled kvara, remonta, čišćenje membrana, grubog filtera, UF filtera), godišnja zarada od prodaje proizvedene vode za piće iznosi 5 040 €(tabela 2).

U troškove postrojenja spada potrošnja struje, hemikalija i troškovi održavanja sistema. Postrojenje troši 12,5 kW/h, a cena električne energije u Kuvajtu iznosi 0,0059 €/kW. Kada se potrošnja električne energije na godišnjem nivou pomnoži sa cenom 1 kW dobija se trošak za električnu energiju na godišnjem nivou. Na tu sumu dodaje se 400 € za potrebne hemikalije i održavanje sistema pri čemu se dobija trošak postrojenja na godišnjem nivou (tabela 3).

Neto zarada koju postrojenje donosi na godišnjem nivou iznosi 4 018,4 € Kako bi se proračunao period isplativosti postrojenja posmatra se odnos ukupne cene postrojenja i godišnje neto zarade. Zamena membrana za reverznu osmozu vrši se nakon svake šeste godine, ukoliko sve u sistemu radi kako treba. To bi značilo da se neto zarada svake sedme godine umanjuje za 3 220,2 € koliko i košta zamena sve tri membrane. Zbog toga na dijagramu postoji promena nagiba linije neto zarade svake sedme godine, dok prodajna cena postrojenja ostaje konstantna.

Sa dijagrama 1 se vidi da je period isplativosti postrojenja 12 godina i 5 meseci.

Model ovog postrojenja urađen je u programskom paketu CATIA V5R20. Od mnogobrojnih modula koji se nalaze u samom paketu, u ovom radu je korišćeno svega dva: Part Design i Assembly. Većina komponenata postrojenja su izrađene, odnosno modelirane u modulu Part Design, dok su standardni

Tab. 2. Godišnja proizvodnja pijaće vode i zarada

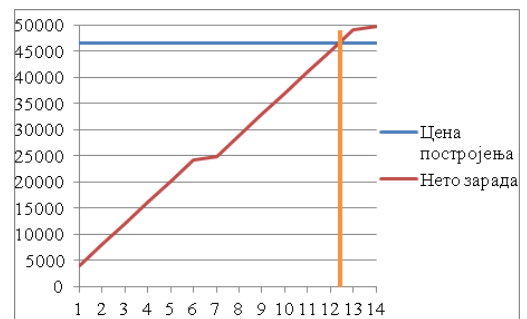
Tab. 2. Annual production of drinking water and earnings

Veličina	Jedinica	Vrednost
Časova rada	h	8 400
Proizvedena količina vode	m ³ /god	8 400
Bruto godišnja zarada	€/god	5 040

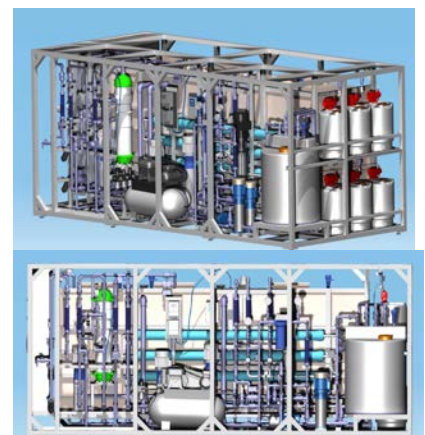
Tab. 3. Troškovi postrojenja na godišnjem nivou

Tab. 3. Annually cost of plant

Veličina	Jedinica	Vrednost
Časova rada	h	8 400
Potrošnja električne energije	kW/god	105 000
Godišnji trošak za električnu energiju	€/god	621,6
Trošak za hemikalije i održavanje sistema	€/god	400
Ukupan trošak na godišnjem nivou	€/god	1 021,6



Dijagram 1. Period isplativosti postrojenja
Diagram 1. The period of viability of plan



Sl. 8. Centralni sklop
Fig. 8. Central set

elementi, kao što su zavrtnjevi, matice i slični elementi uvezeni iz Catalog Browser-a. Grupe elemenata sklapani su u podsisteme pomoću modula Assembly, a na kraju svi podsistemi sastavljeni su u jedan veliki sklop koji čini samo postrojenje (slika 8).

ZAKLJUČAK

Kvalitet vode i racionalizacija potrošnje iste u svim oblastima je uslov opstanka čovečanstva i stvaranja prostora za život novim generacijama. Ubrzani tehnološki razvoj koji prati pronalaženje novih materijala, alternativnih izvora energije i čistih tehnologija će bitno uticati na koncepciju prečišćavanja vode [11], gde će primarno mesto imati membranska tehnologija. Ovo postrojenje u Kuvajtu je čist primer da se membrane danas mogu koristiti i za dobijanje pitke vode iz morske vode. Naravno, potrebno je iskombinovati više vrsta membranske filtracije, kao što je u ovom slučaju to ultrafiltracija i reverzna osmoza. Uz to koristi se i grubi filter, kako bi se otklonile najkrupnije nečistoće iz sirove vode, i dodavanje hemikalija u toku procesa prerade, kako bi se kvalitet dobijene vode doveo do stadijuma da se može koristiti kao voda za piće. Ekonomskom analizom dobijen je period isplativosti postrojenja. Na osnovu prodajne cene postrojenja i godišnje neto zarade, pri čemu se membrane za reverznu osmozu menjaju svake sedme godine, dobijeno je da će se postrojenje isplatiti nakon 12 godina i 5 meseci. Posle tog perioda kupac ostvaruje čist profit. Dobijeni period isplativosti postrojenja jeste duži, ali državi kakva je Kuvajt, gde nema mnogo izvora pijaće vode, ovakvi sistemi su preko potrebni. Za njih to nije stvar luksuza, već osnovne potrebe za pijaćom vodom i na taj način se može iskoristiti potencijal morske vode koju država Kuvajt poseduje.

ZAHVALNICA

Ovaj rad nastao je kao rezultat saradnje Fakulteta inženjerskih nauka i kompanije Milanović inženjering koja se bavi mašinskom proizvodnjom, tretmanom voda, inženjeringom, logistikom i montažom.

LITERATURA

- [1.] Šušteršič V., Tehnologije i postrojenja u pripremi vode za piće i tretmanu otpadnih voda, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, 2014
- [2.] Bajramović E., Malikić E., Mehičić A., Membranski procesi: mikro i ultrafiltracija membranskih procesa, seminarski rad, Tehnološki fakultet, Univerzitet u Tuzli, 2010
- [3.] <http://www.eoearth.org/view/article/156957/> (pristupljeno 10.09.2015)
- [4.] Katalog: Azud modular 100
- [5.] Katalog: Technical specification Kristal 600 ETN - Hyflux membranes
- [6.] Pečar K., Bajtal H., Ultrafiltracija u pripremi pitke vode, Energetika, gospodarstvo, ekologija i etika, br. 4, str 132-135, 2011
- [7.] Kocher J., Dvorak B., Skipton Sh., Drinking water Treatment: Reverse Osmosis, publication, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska - Lincoln, October 2003
- [8.] Katalog: Technical specification FILMTEC BW30-4040
- [9.] <http://www.dow.com/en-us/water-and-process-solutions/resources/design-software/rosa-software> (pristupljeno 12.09.2015.)
- [10.] <http://www.mew.gov.kw/en/?com=content&id=93&act=view> (pristupljeno 12.09.2015.)
- [11.] Despotović M., Šušteršič V., Babić M., Jovičić N., Povećanje energetske efikasnosti postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ugradnjom hidrodinamičke spojnice, Traktori i pogonske mašine, Vol. 16, Iss 4, str. 96-102, 2011

Rad primljen: 03.10.2015.

Rad prihvaćen: 17.10.2015.