

ZBORNİK APSTRAKATA

14. Simpozijum termičara Srbije SOKOBANJA, 13-16.10.2009.

Društvo termičara Srbije
Mašinski fakultet Niš

ISBN 978-86-80587-97-4

Izdavač:

Mašinski fakultet Niš

Međunarodni programski odbor:

dr Peter Novak, Slovenija
dr Jordan Hristov, Bugarska
dr Neven Dujić, Hrvatska
dr Vesna Barišić, Finska
dr Petar Gvero, BiH, Republika Srpska
dr Maria Ichim, Rumunija

Programski odbor:

dr Milan Radovanović
dr Simeon Oka
dr Predrag Stefanović
dr Dragoslava Stojiljković
dr Goran Jankeš
dr Maja Đurović Petrović
dr Vladan Karamarković
dr Dragoslav Šumarac
dr Dušan Gvozdenac
dr Milun Babić
dr Branislav Savić
dr Gradimir Ilić
dr Bratislav Blagojević
dr Dragoljub Živković

Počasni odbor:

dr Miodrag Manić
dr Zoran Boričić
dr Dimitrije Voronjec
dr Slobodan Laković
dr Nenad Radojković

Organizacioni odbor:

dr Mladen Stojiljković
mr Dejan Mitrović
mr Mirjana Laković
dr Branislav Stojanović
dr Mića Vukić
dr Jelena Janevski
dr Gordana Stefanović
dr Velimir Stefanović
mr Goran Vučković
mr Predrag Živković
mr Dragan Kuštrimović
Mirko Stojiljković
Marko Ignjatović
Jasmina Bogdanović Jovanović

Predsednik organizacionog odbora

dr Mladen Stojiljković

TEMATSKJE OBLASTI

Sesija I		
ENERGETSKI IZVORI I POTENCIJALI		1
Sesija II		
STRUJANJE I PROSTIRANJE TOPLOTE I MATERIJE		6
Sesija III		
ENERGETSKA EFIKASNOST I RACIONALNO GAZDOVANJE ENERGIJOM		10
Sesija IV		
TEHNOLOGIJE I POSTROJENJA		37
Sesija V		
NOVI I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE		49
Sesija VI		
ISPITIVANJE POSTROJENJA U POGONU I EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA POSTROJENJA		69
Sesija VII		
POUZDANOST PROCESA, OPREME I POSTROJENJA I AUTOMATIZACIJA I KONTROLA PROCESA		76
Sesija VIII		
MATEMATIČKO MODELIRANJE I NUMERIČKA SIMULACIJA		84
Sesija IX		
ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE		97



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13-16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

I ENERGETSKI IZVORI I POTENCIJALI

- I. 1 POTROŠNJA UGLJA U SRBIJI I EMISIJA CO₂ NASTALA NJEGOVIM SAGOREVANJEM
CONSUMPTION OF COAL IN SERBIA AND CO₂ EMISSIONS RELATED TO IT'S COMBUSTION
V. Milisavljević, V. Čokorilo, D. Zlatanović, J. Milenković
- I. 2 PRIRODNI GAS U PROGRAMU OSTVARIVANJA STRATEGIJE RAZVOJA ENERGETIKE
THE NATURAL GAS IN THE REALIZATION PROGRAM FOR THE STRATEGY OF ENERGY
*V. Vuletić, N. Đajić***
- I.3 ENERGETSKE REPERKUSIJE SVETSKE EKONOMSKE KRIZE
IMPACTS OF WORLD ECONOMIC CRISIS ON ENERGY SECTOR
M. Mesarović
- I.4 UTICAJ CENA GORIVA NA RAZVOJ I PRIMENU OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE
IMPACT OF FUEL PRICES ON DEVELOPMENT AND USE OF RENEWABLE ENERGY SOURCES
M. Mesarović
- P. I. 1 ENERGETSKA BUDUĆNOST SRBIJE
THE FUTURE OF THE ENERGY SECTOR IN THE SERBIA
B. Cvetanović

II STRUJANJE I PROSTIRANJE TOPLOTE I MATERIJE

- II.1 IZBOR OPTIMALNIH PROFILA BRZINE I TEMPERATURE U LAMINARNOM GRANIČNOM SLOJU PRI OPSTRUJAVANJU RAVNE PLOČE PRIMENOM INTEGRALNOG METODA PRORAČUNA
SELECTION OF OPTIMAL VELOCITY AND TEMPERATURE PROFILES IN LAMINAR BOUNDARY LAYER ALONG FLAT PLATE APPLYING INTEGRAL METHOD OF CALCULATION
B. Stanković, S. Belošević, M. Sijerčić, V. Bakić
- II. 2 FREKVENTNI ODZIV TURBULETNOG OSNOSIMETRIČNOG MLAZA NA MODIFIKACIJU ZVUČNIM OSCILACIJAMA
TURBULENT AXISYMMETRIC JET FREQUENCY RESPONSE ON MODIFICATION BY ACOUSTIC OSCILLATIONS
D.B. Cvetinović, S.M. Čantrak
- II. 3 TERMOHIDRAULIČKI UDAR U TERMoeLEKTRANAMA
CONDENSATION INDUCED WATER HAMMER IN THERMAL POWER PLANTS
S. Prica, V. Stevanović, B. Maslovarić, M. Jovanović
- P. II.1 NUMERIČKA SIMULACIJA TURBULETNOG DVOFAZNOG STRUJANJA AEROSMEŠE U KANALIMA SA JEDNOSTEPENIM TURBULATORIMA
NUMERICAL SIMULATION OF TURBULENT TWO-PHASE AIR-COAL MIXTURE FLOW IN THE CHANNELS WITH SINGLE BLADE TURBULATORS
R. Jovanović, B. Rašuo, D. Cvetinović, P. Stefanović, Z. Marković, Z. Pavlović

III ENERGETSKA EFIKASNOST I RACIONALNO GAZDOVANJE ENERGIJOM

- III. 1 PREGLED STANJA U ZAKONSKOJ REGULATIVI REPUBLIKE SRBIJE ZA UGRADNJU TNG INSTALACIJE U VOZILIMA
REVIEW OF LEGISLATIVE PROCEDURES IN REPUBLIC OF SERBIA FOR LPG-INSTALLATION MOUNTING IN VEHICLES
A. Stefanović, I. Klinar, B. Nikolić
- III.2 OPŠTI PRISTUP ENERGETSKOJ EFIKASNOSTI U SEKTORU MLEČNE INDUSTRIJE
A.S. Anđelković
- III.3 ENERGETSKA EFIKASNOST KAO KRITERIJUM U PROCESU UPRAVLJANJA VOZNMIM PARKOVIMA
ENERGY EFFICIENCY AS A CRITERION FOR VEHICLE FLEET MANAGEMENT PROCESS
R. Mijailović, D. Vujanović, V. Momčilović, V. Papić
- III. 4 FREKVENTNA REGULACIJA RADA VENTILATORA I PUMPI KAO MERA POVEĆANJA ENERGETSKE EFIKASNOSTI SISTEMA KLIMATIZACIJE I VENTILACIJE
HVAC SYSTEM ENERGY EFFICIENCY IMPROVEMENT WITH VARIABLE FREQUENCY CONTROL FOR FANS AND PUMPS
I. Zlatanović, N. Rudonja, K. Gligorević
- III.5 ENERGETSKA EFIKASNOST INDUSTRIJSKIH KONCENTRATORA SA EJEKTORSKOM TERMOKOMPRESIJOM
V. Šarevski, M. Šarevski



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13-16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- III.6 TOPLOVODNI KOTAO SA DODATIM ZAGREJAČEM VODE ZA SAGOREVANJE BALIRANE BIOMASE
HOT-WATER BOILER WITH ADDITIONAL WATER HEATER FOR BUNDLED BIOMASS COMBUSTION
D. Tucaković; T. Živanović; D. Stojiljković; V. Jovanović; M. Todorović
- III.7 UTICAJ REŽIMA PEČENJA NA KVALITET OPEKARSKIH PROIZVODA
THE INFLUENCE OF FIRING REGIME ON QUALITY OF MASONRY PRODUCTS
M. Vasić, Z. Radojević, M. Maričić
- III.8 ENERGETSKA EFIKASNOST KUĆNIH APARATA I RASVETE NAJVEĆI ENERGETSKI IZVOR U NAŠOJ ZEMLJI
ENERGY EFFICIENCY OF THE HOME APPLIANCES AND LIGHTING THE GREATEST ENERGY SOURCE IN OUR COUNTRY
D. Stojanović, M. Bjekić, R. Krneta, S. Đukić
- III.9 POSTUPAK IZBORA OPTIMALNOG RJEŠENJA I ANALIZA IZVODLJIVOSTI ZA MOGUĆE KORIŠĆENJE KOGENERACIJE U REPUBLICI SRPSKOJ
PROCEDURE FOR CHOOSING OPTIMAL SOLUTION AND FEASIBILITY ANALYSES FOR POSSIBLE USAGE OF CO-GENERATION IN REPUBLIC OF SRPSKA
V. Babić, Z.N. Milovanović
- III.10 MODELI PRIMJENE SISTEMA KOGENERACIJE U REPUBLICI SRPSKOJ - ODRŽIV RAZVOJ I KORIŠĆENJE
MODELS FOR IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF CO-GENERATION IN REPUBLIC OF SRPSKA - SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND EXPLOITATION
V. Babić, Z.N. Milovanović
- III.11 ENERGETSKI POTENCIJAL ORGANSKOG OTPADA IZ KLANICA U OKOLINI KRAGUJEVCA
ENERGY POTENTIAL OF ORGANIC WASTE FROM SLAUGHTERHOUSES IN THE VICINITY OF KRAGUJEVAC
M. Despotović, S. Jovanović
- III.12 MOGUĆNOST PROIZVODNJE BIOGASA OD OSTATAKA HRANE IZ RESTORANA PROCESOM KODIGESTIJE U POSTOJEĆEM POSTROJENJU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
POSSIBILITZ FOR BIOGAS PRODUCTION FROM FOOD RESIDUES FROM RESTAURANTS BY CO-DIGESTION IN THE EXISTING WASTEWATER TREATMENT PLANT
M. Despotović, D. Nikolić
- III.13 HIBRIDNI MODEL MINI VETROGENERATORSKE TURBINE IZOLOVANOG SISTEMA NAPAJANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM POSLOVNOG PROSTORA
MINI WIND TURBINE HYBRID MODEL OF SINGLE FEEDING ELECTRICAL POWER SYSTEM FOR NON RESIDENTIAL BUILDINGS
Ž.Ž. Stevanović, V.V. Bakić
- III.14 ENERGETSKI MENADŽMENT U PROZVODNJI AUTO-GUMA
ENERGY MANAGEMENT IN CAR TYRE MANUFACTURING
P. Milosavljević, D. Živković
- III.15 PROMENLJIVI REŽIMI RADA KONDENZATORA PARNOG BLOKA A-110 MW U TE „KOLUBARA“-A
DIFFERENT WORK REGIMES OF THE CONDENSER IN THE STEAM TURBINE POWER PLANT A-110 MW „KOLUBARA“- A
D. Živković, Z. Stajčić, V. Stefanović, M. Laković
- III.16 UTICAJ PROMENE PRITISKA KONDENZACIJE NA SNAGU PARNE TURBINE A-110MW U TE „KOLUBARA“-A
THE INFLUENCE OF THE CONDENSATION PRESSURE CHANGE ON POWER OF THE STEAM TURBINE IN POWER PLANT „KOLUBARA“-A
D. Živković, Z. Stajčić, V. Stefanović, M. Laković
- III.17 ENERGETSKA EFIKASNOST ZGRADA U SRBIJI-STANJE I PERSPEKTIVE
ENERGY EFFICIENCY OF BUILDINGS IN SERBIA-STATE OF THE ART AND PERSPECTIVES
D. Šumarac
- P.III.1 NUMERIČKA SIMULACIJA TOPLOTNIH KARAKTERISTIKA STAMBENE ZGRADE SA DALJINSKIM GREJANJEM
NUMERICAL SIMULATION OF THERMAL CHARACTERISTICS OF A RESIDENTIAL BUILDING IN DISTRICT HEATING SYSTEM
V. Turanjanin, B. Vučićević, M. Jovanović, V. Bakić
- P.III.2 SIMULACIJA POTROŠNJE ENERGIJE I MOGUĆNOSTI UŠTEDE U SISTEMIMA SA ETAŽNIM GREJANJEM
SIMULATION AND ENERGY SAVINGS IN DECENTRALIZED HEATING SYSTEMS
B. Vučićević, V. Turanjanin, V. Bakić, M. Jovanović, N. Mirkov
- P.III.3 OPTIMIZACIJA KOMBINOVANOG POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU POTROŠNE TOPLE VODE
COMBINED SYSTEM OPTIMIZATION FOR DOMESTIC HOT WATER PRODUCTION
V. Bakić, V. Turanjanin, M. Jovanović, M. Pezo, N. Miloradović



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13–16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- P.III.4 ENERGETSKA EFIKASNOST I ŠTEDNJA ENERGIJE U INDUSTRIJI I USLUŽNIM DELATNOSTIMA
ENERGY EFFICIENCY AND ENERGY SAVING IN INDUSTRY AND SERVICES
R.V. Filkoski, I.J. Petrovski, A.T. Nošpal, V.M. Stojkovski
- P.III.5 IDEJNI PROJEKAT GASNE DISTRIBUTIVNE MREŽE PIROTA
V. Stefanović, D.S. Živković D.S. Milčić
- P.III.6 IDEJNI PROJEKAT TOPLOTNE DISTRIBUTIVNE MREŽE TOPLANE „SENJAK“ U PIROTU
V.P. Stefanović, M.S. Laković, D. Ćirić, M. Tošić
- P.III.7 RACIONALNOST IZBORA RADNIH PARAMETARA I OPREME ZA POVRATNO HLADJENJE PARNOG BLOKA
RATIONALITY OF CHOICE OF WORKING PARAMETERS AND EQUIPMENT FOR POWER PLANT CLOSE-
CYCLE COOLING
S. Laković, M. Laković, V. Stefanović, M. Stojiljković
- P.III.8 DNEVNA PROMENA PRITISKA U KONDENZATORU POVRATNO HLAĐENOG PARNOG BLOKA ZA LETNJI
DAN
STEAM POWER PLANT CONDENSING PRESSURE DAILY VARIATION DUE TO ATMOSPHERIC AIR
PARAMETERS VARIATION DURING SUMMER PERIOD
M.S. Laković, S.V. Laković, M. Stojiljković, V. Stefanović, P. Živković, D. Živković
- P.III.9 MARKETING ENERGETSKE EFIKASNOSTI - PODIZANJE SVESTI I EDUKACIJA ZAPOSLENIH
MARKETING ENERGY EFFICIENCY – AWARENESS RAISING AND EDUCATION EMPLOYEES
S. Živadinović
- P.III.10 SPEKTI GAZDOVANJA ENERGIJOM U GUMARSKOJ INDUSTRIJI
ASPECTS OF ENERGY MANAGEMENT IN THE RUBBER PROCESSING INDUSTRY
S. Živadinović

IV TEHNOLOGIJE I POSTROJENJA

- IV.1 REDLOG IZGRADNJE NOVE TOPLANE-ELEKTRANE U ZAJEČARU PRIMENOM TEHNOLOGIJE
SAGOREVANJA U FLUIDIZOVANOM SLOJU
PROPOSAL FOR DESIGN OF NEW CO-GENERATION THERMAL POWER PLANT IN ZAJEČAR BASED ON
CIRCULATING FLUIDIZED BED TECHNOLOGY
S. Oka, V. Čokorilo, N. Lilić, Z. Dragosavljević
- IV.2 PRIKAZ PROJEKTA I TEHNOEKONOMSKE ANALIZE POSTROJENJA REKUPERACIJE TOPLOTE OTPADNOG
VAZDUHA CPV-2 SISTEMA KLIMATIZACIJE VMA U BEOGRADU
B. Aleksić, D. Gajić, D. Voronjec
- IV.3 UTICAJI POSTAVLJENOSTI I RAZMEŠTAJA REŠETKI KOD DISTRIBUCIJE VAZDUHA
C. Dimitrieska, G. Trombev, M. Serafimov, V. Trombev
- IV.4 PROIZVODNJA VENTILACIONIH I KLIMATIZACIONIH KANALA U SRBIJI – TEHNOEKONOMSKA
ZASNOVANOST I MOGUĆA TEHNIČKA REŠENJA
PRODUCTION OF DUCT FOR VENTILATION AND AIR CONDITIONS IN SERBIA –TECHNO-ECONOMIC
BASED AND POSSIBLE TECHNICAL SOLUTIONS
A. Marinković, N. Rudonja, M. Komatina, D. Antonijević, N. Dondur, P. Milićević
- IV.5 ODREĐIVANJE OPTIMALNE RAZLIKE TEMPERATURE HLADNE VODE U SISTEMU DALJINSKOG
HLADJENJA PRIMENOM ABSORPCIONE RASHLADNE MAŠINE
Š.M. Bajmak
- IV.6 PROCES GENERISANJA TOPLOTE KOD FRIKCIONOG ZAVARIVANJA SA MEŠANJEM - FSW
HEAT GENERATION WITHIN FRICTION STIR WELDING PROCESS
M.M. Mijajlović, D.S. Milčić, M.B. Đurđanović, D.J. Mitić, A.B. Živković
- IV.7 MOGUĆNOSTI SMANJENJA EMISIJE DIMA I AZOTOVIH OKSIDA PRIMENOM SISTEMA HLAĐENE
RECIRKULACIJE IZDUVNIH GASOVA DIZEL MOTORA
THE POSSIBILITIES OF DIESEL ENGINE NITRIC OXIDES AND SMOKE EMISSION REDUCTION BY
APPLICATION OF COOLED EXHAUST GAS RECIRCULATION
D. Knežević, S. Petrović, M. Tomić
- IV.8 RAZVOJ BENZINSKOG MOTORA DMB 1.4 SA TURBOPUNJENJEM I ELEKTRONSKIM UBRIZGAVANJEM
DEVELOPMENT OF GASOLINE ENGINE DMB 1.4 WITH TURBOCHARGING AND ELECTRONIC FUEL
INJECTION
M. Tomić, S. Petrović, S. Popović, N. Miljić
- IV.9 PNEUMATSKO-AKUMULACIONA TERMOELEKTRANA NA PRIRODNI GAS
COMPRESSED AIR ENERGY STORAGE POWER PLANT ON NATURAL GAS
V. Vuletić, M. Mesarović



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13-16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- P.IV.1 ANALIZA UTICAJA STRUJNIH I KONSTRUKTIVNIH VELIČINA NA KARAKTERISTIKE AKSIJALNIH VENTILATORA
ANALYSIS OF INFLUENCE OF FLOW AND CONSTRUCTIVE PARAMETERS ON OPERATING CHARACTERISTICS OF AXIAL FANS
Ž. Spasić, D. Milenković, B. Bogdanović, J. Bogdanović-Jovanović
- P.IV.2 ZATVORENI GRADSKI BAZEN U PIROTU- IZVOD IZ STUDIJE OPRAVDANOSTI PRIMENE ENERGETSKI VISOKOEFIKASNOG POLIGENERACIJSKOG POSTROJENJA ZA PROIZVODNJU TOPLOTNE ENERGIJE
V. Stefanović, D.S. Živković, M.S. Laković, S.R. Pavlović
- P.IV.3 KONSTRUKTIVNE I RADNE KARAKTERISTIKE REKUPERATORA TOPLOTE VAZDUH-VAZDUH
CONSTRUCTIVE AND WORKING CHARACTERISTIC OF AIR TO AIR HEAT RECUPERATOR
M. Ignjatović, B. Stojanović, J. Janevski, M. Stojiljković, D. Mitrović, M. Vukić

V NOVI I OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

- V.1 UTICAJ STABILNOSTI ATMOSFERE NA VERTIKALNE PROFILE BRZINE VETRA
ATMOSPHERE STABILITY IMPACT TO VERTICAL WIND VELOCITY PROFILES
N. Mirkov, Ž. Stevanović, B. Grubor, Ž. Stevanović
- V.2 PRIMENA ALGORITAMA ODLUČIVANJA U OBLASTI OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE
UTILIZATION OF DECISION-MAKING ALGORITHMS WITHIN THE AREA OF RENEWABLE ENERGY SOURCES
D. Ninković
- V.3 REZULTATI ISPITIVANJA SAGOREVANJA BALIRANE BIOMASE NA EKSPERIMENTALNOM KOTLU
RESULTS OF BALLED BIOMASS COMBUSTION RESEARCH ON EXPERIMENTAL BOILER
B.S. Repić, D.V. Dakić, D.M. Đurović, A.M. Erić
- V.4 PRIMENA STANDARDA ZA PROCENU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU VETROELEKTRANA
APPLICATION OF STANDARDS FOR ASSESSMENT OF POTENTIAL SITES FOR WIND FARM BUILDING
Ž. Stevanović, Ž. Stevanović, B. Grubor, P. Živković, G. Ilić, M. Vukić
- V.5 KARAKTERISTIČNA OGRANIČENJA UTICAJA NA ŽIVOTNU SREDINU PRI IZBORU LOKACIJA ZA IZGRADNJU VETROELEKTRANA U SRBIJI
SPECIFIC CONSTRAINS OF ENVIRONMENTAL IMPACT TO SERBIAN SITES SELECTION FOR WIND FARMS BUILDING
Ž. Stevanović, Ž. Stevanović, B. Grubor, P. Živković, G. Ilić, M. Vukić
- V.6 PRODUKCIJA BIOMASE MISCANTHUS GIGANTEUS SA ASPEKTA ENERGETSKE I EKOLOŠKE EFIKASNOSTI EKOSISTEMSKOG PROCESORA
G. Dražić, M. Mitić, N. Mihailović, A. Đorđević, S. Marković
- V.7 BIOFUELS IMPROVING SUSTAINABILITY OF TRANSPORT IN CROATIAN TOURIST RESORTS
B. Čosić, G. Krajačić, N. Duić
- V.8 PREDNOSTI ENERGIJE VETRA I NJENA UPOTREBA U VETROELEKTRANAMA
BENEFITS OF WIND ENERGY AND ITS USAGE IN WIND TURBINE
V. Miltenović, J. Stefanović-Marinović, M. Banić
- V.9 TEHNO-EKONOMSKA ANALIZA MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA BIOMASE KAO ENERGENTA ZA PROIZVODNJU BIOGASA
TECHNO-ECONOMIC ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF UTILIZING BIOMASS AS AN ENERGY SOURCE FOR BIOGAS PRODUCTION
S.B. Milunović, S.N. Čurčić, S.M. Dragičević
- V.10 UTICAJ PROMENLJIVOG MAGNETNOG POLJA NA SMANJENJE STVARANJA NASLAGA PRI PROTOKU GEOTERMALNE VODE
IMPACT VARIABLE MAGNETIC FIELD FOR REDUCTION OF DEPOSITS CREATING WHEN FLOW OF GEOTHERMAL WATER
D.T. Stojiljković, N.Č. Mitić, S.T. Stojiljković, M. Đurović-Petrović, Ž. Tasić
- V.11 UBACIVANJE BIOGASA DOBIJENOG IZ POSTROJENJA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA U MREŽU PRIRODNOG GASA
BIOGAS FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT INJECTION INTO THE NATURAL GAS NETWORK
M. Despotović, N. Nikolić
- V.12 KORIŠĆENJE BIOGASA IZ POSTROJENJA ZA TRETMAN OTPADNIH VODA KAO TRANSPORTNOG GORIVA
BIOGAS FROM WASTEWATER TREATMENT PLANT AS TRANSPORT FUEL
M. Despotović, N. Nikolić



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE 13–16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- V.13 STANDARDI ZA PROCENU POTENCIJALNIH LOKACIJA ZA IZGRADNJU VETROELEKTRANA
STANDARDS FOR ASSESSMENT OF POTENTIAL SITES FOR WIND FARM BUILDING
Ž. Stevanović, Ž. Stevanović, B. Grubor, P. Živković, G. Ilić, M. Vukić
- P.V.1 ISPITIVANJE RADA KOTLA SNAGE 1,5 MW ZA GREJANJE PLASTENIKA U PKB-U KORIŠĆENJEM BALIRANE BIOMASE
TESTING 1,5 MW BOILER FOR HEATING GREENHOUSES IN PKB USING BALED BIOMASS
D.Dakić, D.Đurović, B.Repić, A.Erić, M.Mladenović, G.Živković, A.Stojanović
- P.V.2 EKONOMSKA ANALIZA MOGUĆNOSTI PROIZVODNJE TOPLOTNE I ELEKTRIČNE ENERGIJE KORIŠĆENJEM POLJOPRIVREDNE BIOMASE
ECONOMIC ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF COMBINED HEAT AND ELECTRICITY PRODUCTION BURNING AGRICULTURAL BIOMASS
D.Dakić, D.Đurović, B.Repić, A.Erić, M.Mladenović, G.Živković
- P.V.3 OPCIJE ENERGETSKIH SISTEMA KOJE KORISTE GAS I OBNOVLJIVE IZVORE ENERGIJE ZA DOBIJANJE SANITARNE TOPLJE VODE I PROCENA NJIHOVE ODRŽIVOSTI
ENERGY SYSTEM OPTIONS WHICH USE GAS AND RENEWABLE ENERGY RESOURCES FOR SANITARY HOT WATER PRODUCTION AND ASSESSMENT OF THEIR SUSTAINABILITY
M. Jovanović, Valentina Turanjanin, Biljana Vučićević,
- P.V.4 ENERGETIC POTENTIAL OF MORUS SP. BIOMASS PLANTS
M. Ichim, D. Tanase, M. Yungen
- P.V.5 ECOLOGICAL - ENERGY UTILIZATION OF WASTE BIOMASS IN TECHNOLOGICAL PROCESS
Z. Đukić, S. Kovačević
- P.V.6 POTENCIJALI ENERGIJE VETRA U PLANINSKIM OBLASTIMA SRBIJE
WIND ENERGY POTENTIALS IN MOUNTAINOUS REGIONS OF SERBIA
P.M. Živković, G.S. Ilić, M.V. Vukić, Ž.M. Stevanović
- P.V.7 EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE PERMEABILNOSTI BALIRANOG SOJINOG OSTATKA
EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE BALED SOYA RESIDUE PERMEABILITY
A. Erić, D. Dakić, S. Nemoda, M. Komatina

VI ISPITIVANJE POSTROJENJA U POGONU I EKSPERIMENTALNA ISTRAŽIVANJA POSTROJENJA

- VI.1 EXTREME VALUES FROM THE CLIMATIC CURVE AND THEIR INFLUENCE ON TPP'S "BITOLA" COLD-END
I.N. Mijakovski, V.I. Mijakovski
- VI.2 DETERMINATION OF EVAPORATION LOSSES IN HYPERBOLIC WET COOLING TOWER
V.I. Mijakovski, I.N. Mijakovski
- VI.3 faktor prenosa toplote kod razmenivača toplote
HEAT TRANSFER FACTOR AT HEAT EXCHANGERS
K.J. Popovski
- VI.4 EMISSION CHARACTERISTICS OF A LEAN PREMIXED SWIRL COMBUSTOR
M. Adžić, M. Živković, V. Fotev, A. Milivojević
- VI.5 EKSPERIMENTALNO ODREĐIVANJE TOPLOTNIH SVOJSTAVA ZEMLJIŠTA KAO IZVORA TOPLOTE ZA GEOTERMALNE TOPLOTNE PUMPE
EXPERIMENTAL DETERMINATIONS OF THERMOPHISICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AS A HEAT SOURCE OF GEOTHERMAL HEAT PUMPS
M. Banjac
- P.VI.1 EKSPERIMENTI SAGOREVANJA RAZLIČITIH TEČNIH GORIVA U LOŽIŠTU SA FLUIDIZOVANIM SLOJEM
THE EXPERIMENTS OF FLUIDIZED BED COMBUSTION OF DIVERSELY LIQUID FUEL
M. Mladenović, S. Nemoda, D. Dakić, B. Repić, A. Erić, D. Đurović, M. Komatina
- P.VI.2 EKSPERIMENTALNO ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA REKUPERATORA TOPLOTE VAZDUH-VAZDUH
EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF CHARACTERISTIC AIR TO AIR HEAT RECUPERATOR
B. Stojanović, J. Janevski, M. Ignjatović, M. Stojiljković, D. Mitrović, M. Vukić



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13-16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

VII POUZDANOST PROCESA, OPREME I POSTROJENJA I AUTOMATIZACIJA I KONTROLA PROCESA

- VII.1 METODOLOGIJA OCENE EKSPLOATACIONA POUZDANOST I UNAPREĐENJA MERA ODRŽAVANJA MAGISTRALNIH CEVOVODA SPROVEDENA NA PRIMERU
SERVICE RELIABILITY ASSESSMENT METHODOLOGY AND MAINTENANCE IMPROVEMENT OF MAGISTRAL PIPELINES THROUGH EXAMPLE
G.M.Bakić, V.B.Šijački, M.B.Đukić, B.M.Rajičić, B.M.Anđelić
- VII.2 PROCENA POUZDANOSTI TERMOENERGETSKIH POSTROJENJA NA MAKRONIVOU
ESTIMATION OF RELIABILITY OF THERMO-ENERGY PLANTS ON MACRO-LEVEL
Z.N. Milovanović, V. Babić
- VII.3 UPRAVLJANJE PROJEKTOM PODIZANJA KONKURENTNOSTI TERMOENERGETSKIH POSTROJENJA
MANAGEMENT OF PROJECT FOR RAISING INDUSTRIAL COMPETITIVENESS OF THERMO-ENERGY PLANTS
Z. N. Milovanović, V. Babić
- VII.4 MODELOVANJA PROCESA U ENERGETSKIM BLOKOVIMA TERMoeLEKTRANA – TRENAŽER ZA POSTROJENJA U TE-TO
MODELING OF ENERGY IN THERMAL POWER PLANT BLOCKS - TRAINER FOR PLANTS IN TE-TO
S. Stevanović, N. Radmilović, M. Milojević, N. Krajnović
- VII.5 TERMOVIZIJA KAO SAVREMENI METOD ZA PREVENTIVNO ODRŽAVANJE, MONITORING I DIJAGNOSTIKU TRANSFORMATORSKIH STANICA
THERMOVISION AS CONTEMPORARY METHOD FOR PREVENTIVE MAINTENANCE, MONITORING AND DIAGNOSE OF ELECTRIC POWER SUBSTATIONS
D. Mančić, Z. Petrušić, I. Jovanović
- P.VII.1 PRIMENA DETEKTORSKIH SISTEMA U REGULISANJU SAOBRAĆAJA
APPLICATION OF DETECTION SYSTEMS IN TRAFFIC CONTROL
M. Milošević, D. Stamenković, Lj. Vasin
- P.VII.2 PRIMENA INTELIGENTNOG UPRAVLJANJA NA POSLOVNU ZGRADU U PROKUPLJU
APPLICATION OF INTELLIGENT CONTROL TO A BUSINESS BUILDING IN PROKUPLJE
S.M. Stojiljković, Ž.M. Čojbašić, M.S. Stojiljković
- P.VII.3 UŠTEDA ENERGIJE PRIMENOM INTELIGENTNOG UPRAVLJANJA SOLARNOG SISTEMA ZA CENTRALNU PRIPREMU TOPLE VODE
ENERGY SAVING BY APPLICATION OF INTELLIGENT CONTROL OF CENTRAL SOLAR WATER HEATING SYSTEM
S.M. Stojiljković, Ž.M. Čojbašić

VIII MATEMATIČKO MODELIRANJE I NUMERIČKA SIMULACIJA

- VIII.1 MODELOVANJE PROCESA SAGOREVANJA SLAME U LOŽIŠTU
B. Miljković, B. Stepanov, I. Pešenjanski
- VIII.2 MATHEMATICAL MODELING AND OPTIMIZATION OF LARGE THERMAL POWER INSTALLATIONS
A.M. Kler, A.S. Maximov, E.L. Stepanova
- VIII.3 NUMERIČKA SIMULACIJA DINAMIKE TERMIČKOG PONAŠANJA KLIMATIZOVANIH PROSTORIJA
NUMERICAL SIMULATION OF AIR-CONDITIONED ROOMS THERMAL BEHAVIOUR DYNAMICS
M. Todorović
- VIII.4 TERMIČKA ANALIZA STRUKTURE VRELOVODNIH KOTLOVA METODOM KONAČNIH ELEMENATA
FINITE ELEMENT THERMAL ANALYSIS OF HOTWATER BOILERS
D.S. Milčić, D.S. Živković, V. Stefanović, M.S. Banić, M.M. Mijajlović
- VIII.5 NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE TEMPERATURE FIELD IN A CYLINDRICAL THERMAL-STORAGE TANK
G. Živković, N. Mirkov, D. Dakić, A. Erić, M. Erić, M. Mladenović
- VIII.6 PRORAČUN LAMELNIH RAZMENJIVAČA TOPLOTE PREMA ϵ -NTU METODI
CALCULATING EXTENDED SURFACE HEAT EXCHANGER WITH ϵ -NTU METHOD
K.J. Popovski
- VIII.7 PROJEKTOVANJE I EKSPERIMENTALNA POTVRDA MATEMATIČKOG MODELA SISTEMA ZA REGULACIJU TEMPERATURE TEČNOSTI
DESIGNING AND EXPERIMENTAL CONFIRMATION OF MATHEMATICAL MODEL OF LIQUID TEMPERATURE REGULATION SYSTEM
V. A. Blagojević, M. M. Stojiljković



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE

13–16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- VIII.8 HIDRAULIČKI UDAR U CJEVOVODU NAKON RASTEREĆENJA PELTONOVOG AGREGATA
HYDRAULIC TRANSIENTS IN PENSTOCK AFTER LOAD REJECTION OF PELTON TURBINE UNIT
U. Karadžić, A. Bergant, P. Vukoslavčević
- VIII.9 DEVELOPMENT OF EFFICIENT REAL-TIME MATHEMATICAL MODELS OF ALL-MODE DYNAMICS
OF POWER PLANT BASED ON UNIFORM INTERFACE
A.A. Levin, E. A. Tairov
- P.VIII.1 POREĐENJE MODELA RAZMENE TOPLOTE ZRAČENJEM KOJI SE KORISTE ZA NUMERIČKE SIMULACIJE
KOTLOVSKIH LOŽIŠTA
N.Đ. Crnomarković, M.A. Sijerčić, S.V. Belošević, T. Živanović, D. Tucaković
- P.VIII.2 PRORAČUN PADA PRITISKA TRANSPORTNOG VAZDUHA PRI IZOTERMSKOM I NEIZOTERMSKOM
LETEĆEM PNEUMATIČKOM TRANSPORTU
CALCULATION OF THE AIR PRESSURE DROP OF ISOTHERMAL AND NON-ISOTHERMAL FLYING
PNEUMATIC TRANSPORT
B. Bogdanović, J. Bogdanović-Jovanović, S. Milanović
- P.VIII.3 PARAMETARSKA BIFURKACIONA ANALIZA SLOBODNO OSLOJENIH CILINDRIČNIH LJUSKI
PARAMETRIC BUCKLING ANALYSIS OF SIMPLY SUPPORTED CYLINDRICAL SHELL
Z. Marković, I. Krivošić, P. Stefanović, D. Cvetinović, N. Živković, R. Jovanović, Z. Pavlović
- P.VIII.4 ANALIZA PARAMETARA RASHLADNOG TORNJIA BLOKA A5 110 MW TERMEOELEKTRANE KOLUBARA A
PRIMENOM 1-D NUMERIČKOG MODELA
POWER PLANT KOLUBARA A A5 110 MW COOLING TOWER PARAMETERS ANALYSIS USING IRASTOR 1-D
NUMERICAL MODEL
V. Stefanović, M. Laković, S. Laković, D. Živković

IX ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE

- IX.1 UTICAJ TEMPERATURE DIMNIH GASOVA PRI PROCESU ODSUMPORAVANJA DIMNIH GASOVA NA
VREDNOST TERMOHEMIJSKIH VELIČINA REAKCIJE
FLUE GASES TEMPERATURE INFLUENCE DURING THE FLUE GASES DESULPHURIZATION PROCESS ON
VALUE OF THERMOCHEMICAL QUANTITIES OF REACTION
S.N. Đurić
- IX.2 UTICAJ TEMPERATURE PIROLIZE NA RAZLAGANJE KOMUNALNOG ČVRSTOG OTPADA
S.N. Đurić
- IX.3 GEOHEMIJA UGLJA I PRODUKATA SAGOREVANJA I RACIONALIZACIJA RADA
TERMEOELEKTRANA I ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE
GEOCHEMISTRY OF COAL AND FIRING PRODUCTS AND RACIONALIZATION OF POWER STATION WORK
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION
A. Dangić, B. Simonović, M. Babović
- IX.4 PRAĆENJE IMISIJE CO₂ U REALNOM VREMENU
REAL – TIME MONITORING OF CO₂ IMISSION
P.M. Živković, G.S. Ilić, M.S. Laković, M.V. Vukić
- IX.5 INTEGRALNI KATASTAR ZAGAĐIVAČA VAZDUHA
INTEGRAL CADASTRE OF AIR POLLUTANTS
Z. Petrušić, D. Mančić, I. Jovanović, N. Živković, A. Đorđević
- IX.6 POBOLJŠANJE EKOLOŠKE EFIKASNOSTI TRAKTORSKIH DIZEL MOTORA
IMPROVEMENT ECOLOGICAL EFFICIENCY OF TRACTORS DIESEL ENGINES
R. Gligorijević, J. Jevtić, Đ. Borak, V. Petrović
- P.IX.1 VERIFIKACIJA SMANJENJA EMISIJE PRAŠKASTIH MATERIJA POSLE REKONSTRUKCIJE
ELEKTROFILTERSKIH POSTROJENJA NA BLOKOVIMA A1, A2 I A4 U TE NIKOLA TESLA
REDUCTION VERIFICATION OF PARTICULATE MATTER EMISSION AFTER ELECTROSTATIC
PRECIPITATORS RECONSTRUCTION AT UNITS A1, A2 AND A4 OF THE TPP NIKOLA TESLA A
M. Erić, P. Stefanović, D. Kisić
- P.IX.2 STABILIZACIJA KONCENTRACIJE GASOVA KOJI PROIZVODE EFEKAT STAKLENE BAŠTE
THE STABILIZATION OF THE CONCENTRATION OF GASES WHICH PRODUCE THE GREEN HOUSE EFFECT
A. Boričić, A. Milošević, M. Ristić
- P.IX.3 UTICAJ AVIO SAOBRAĆAJA NA KLIMATSKE PROMENE
THE IMPACT OF THE AIR TRAFFIC ON CLIMATIC CHANGES
A. Milošević, A. Boričić, S. Nedeljković
- P.IX.4 SISTEMA ZA AUTOMATSKO SPREČAVANJE PODIZANJA PEPELA SA NAMENSKIH DEPONIJA
D. Dramlić, P. Milutinović, Z. Gršić, D. Joksimović, Z. Velikić, S. Dramlić, B. Vulević



14. SIMPOZIJUM TERMIČARA SRBIJE
13-16. oktobar 2009, Sokobanja



DRUŠTVO TERMIČARA SRBIJE

MAŠINSKI FAKULTET NIŠ

- III.12 -

**MOGUĆNOST PROIZVODNJE BIOGASA OD OSTATAKA HRANE IZ
RESTORANA PROCESOM KODIGESTIJE U POSTOJEĆEM
POSTROJENJU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA**

**POSSIBILITZ FOR BIOGAS PRODUCTION FROM FOOD RESIDUES
FROM RESTAURANTS BY CO-DIGESTION IN THE EXISTING
WASTEWATER TREATMENT PLANT**

Milan Despotović, Danijela Nikolić

Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac

Proces kodigestije ili kofermentacije predstavlja proces digestije u kome se koristi homogena mešavina dva ili više supstrata. Jedan od razloga primene kodigestije jeste predimenzionisanost digestora u postrojenjima za tretman otpadnih voda, pri čemu postoji mogućnost za dodavanje ko-supstrata, čime se povećava proizvodnja biogasa. U ovom radu izvršena je procena potencijala ostataka hrane iz restorana u okolini postojećeg centralnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda za grad Kragujevac.

Key words: food residues, biogas, energy efficiency

**MOGUĆNOST PROIZVODNJE BIOGASA OD OSTATAKA
HRANE IZ RESTORANA PROCESOM KODIGESTIJE U
POSTOJEĆEM POSTROJENJU ZA PREČIŠĆAVANJE
OTPADNIH VODA**

**POSSIBILITY FOR BIOGAS PRODUCTION FROM FOOD
RESIDUES FROM RESTAURANTS BY CO-DIGESTION IN THE
EXISTING WASTEWATER TREATMENT PLANT**

Milan Despotović*, Danijela Nikolić*

*Mašinski fakultet Kragujevac, Sestre Janjić 6, 34000 Kragujevac**

Abstract: Proces kodigestije ili kofermentacije predstavlja proces digestije u kome se koristi homogena mešavina dva ili više supstrata. Jedan od razloga primene kodigestije jeste predimenzionisanost digestora u postrojenjima za tretman otpadnih voda, pri čemu postoji mogućnost za dodavanje ko-supstrata, čime se povećava proizvodnja biogasa. U ovom radu izvršena je procena potencijala ostataka hrane iz restorana u okolini postojećeg centralnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda za grad Kragujevac.

Key words: food residues, biogas, energy efficiency

UVOD

Proces digestije tradicionalno predstavlja proces u kome se tretira samo jedan supstrat. Iskustva su pokazala da ovi procesi postaju stabilniji i isplativiji kada se u isto vreme koristi homogena mešavina dva ili više supstrata, i tada se radi o takozvanoj kodigestiji. U marketima se na primer, svakodnevno javlja veliki ostatak voća i povrća koji sadrži velike koncentracije polisaharida. U restoranima, osim otpada od voća i povrća, takođe se javlja i velika količina otpada od već pripremljene ili polu-pripremljene hrane. Jedan od načina prevazilaženja ovih problema je upravo

proces kodigestije u postrojenjima za tretman otpadnih voda. Ovim putem bi ostaci hrane bili direktno iskorišćeni u procesu proizvodnje energije, tj. biogasa. Razlog više za primenu kodigestije je i predimenzioniranost digestora u postrojenjima za tretman otpadnih voda, tako da dodavanje ko-supstrata u vidu ostataka hrane predstavlja značajan potencijal za povećanje proizvodnje biogasa.

Gomez i ostali su u svom radu iz 2006 godine analizirali potencijal i mogućnosti iskorišćenja ove vrste otpada, naročito u gradskim sredinama. Dobili su naročito dobre rezultate za reaktore sa ograničenim mešanjem, pri čemu su razmatrali različite uslove mešanja.

Anhuradha i ostali su u radu iz 2007 izložili svoje rezultate koje su dobili proučavajući proces kodigestije prvenstveno povrća, pri čemu su poredili rezultate dobijene digestijom više vrsta povrća sa rezultatima koje su dobijali korišćenjem samo pojedinačnih vrsta.

PROIZVODNJA BIOGASA KORIŠĆENJEM PRIRODNOG OTPADA

Zadnjih godina ubrzano se razvija tehnologija proizvodnje i primene biogasa. Kada se govori o biogasu obično se misli na gas sa velikom količinom metana u sebi koji nastaje fermentacijom organskih supstanci, kao što su stajnjak, mulj iz otpadnih voda, gradski čvrsti otpad, komunalni otpad ili bilo koja druga biorazgradljiva materija, a pri anaerobnim uslovima.

Obrada biorazgradivih supstanci odigrava se u anaerobnom digestoru, koji mora da bude dovoljno jak da izdrži povećani pritisak, kao i da obezbedi anaerobne uslove za bakterije u unutrašnjosti. Digestori se obično grade u blizini izvora organskog inputa, i to najčešće nekoliko jedan uz drugi, kako bi se obezbedila konstantna proizvodnja biogasa. Biogasni digestori koriste biorazgradljive materije, od kojih se dobijaju dva korisna proizvoda: biogas i fermentisano biođubrivo vrhunskog kvaliteta.

Biogas je mešavina metana i ugljen-dioksida, koja se dobija prilikom razgradnje organskih materija pod anaerobnim uslovima. To je kvalitetno gorivo, koje može da zameni fosilna goriva, a takođe je i CO₂ neutralno. U vreme kada rezerve fosilnih goriva opadaju, energetske troškovi rastu, a životnu sredinu ugrožava nepravilno odlaganje smeća, pronalaženje rešenja za problem biološkog otpada i tretman otpadnih organskih materija postaje pitanje od najveće važnosti.

Biogas je metabolički proizvod bakterija koje proizvode metan, i koje su uzrok raspadanju. Osim odsustva kiseonika, neophodni uslovi su konstantna temperatura i pH vrednost od 6,5 do 7,5. Raspadanje je najefektivnije na temperaturi od 15°C (psihrofilne bakterije), 35°C (mezofilne) i 55°C (termofilne). U praksi se pokazalo da je zadržavanje od oko 10 dana najefektivnije za termofilne bakterije, 25 do 30 za mezofilne i 90 do 120 za psihrofilne. Većina postrojenja koja danas rade, rade u mezofilnom temperaturnom rangu.

Pošto se biogas proizvodi tamo gde se organski materijal razgrađuje bez vazduha, postoji širok spektar organskih materija koje su pogodne za anaerobnu razgradnju.

U ukupno proizvedenoj količini biogasa, prirodni, komunalni otpad (ostaci od hrane, povrće i voće, cveće, lišće) može imati značajan udeo. Proizvodnja biogasa tretiranjem organskog otpada postaje sve popularnija, jer omogućava prikladan način pretvaranja otpada u električnu energiju, čime se smanjuje i količina otpada, kao i broj patogenih supstanci, koje se nalaze u otpadu. Na upotrebu biogasa se sve više apeluje, jer se na taj način dobija energija, a ne povećava se količina ugljen-dioksida u atmosferi. Takođe, metan sagoreva znatno čistije u odnosu na ugalj.

Da bi komunalni otpad, prvenstveno ostaci hrane, mogli dalje da se tretiraju, neophodno je najpre njihovo odlaganje u posebne vreće ili kontejnere radi lakše dalje obrade u postrojenjima za proizvodnju biogasa i transport do postrojenja.

U samom postrojenju za proizvodnju biogasa, organski materijal se prvo skuplja u tanku za predskupljanje i mešanje. Ovaj tank služi za mešanje i homogenizaciju različitih fermentacionih materija. Nakon čišćenja na 70°C, gde se uništavaju sve bakterije negativne po proces fermentacije, materijal se prebacuje u anaerobni digester. U slučaju prestanka rada postrojenja (npr. redovan servis), kao i u slučaju veće proizvodnje gasa, neophodna je gasna baklja, koja taj višak sagoreva. Prečišćena biomasa predstavlja početak anaerobne razgradnje. Neophodni uslov je konstantna temperatura i pH vrednost 6,5 do 7,5.

Biogas je gasna mešavina, koja se sastoji od 60-70% metana (CH₄) i 30-40% ugljen-dioksida (CO₂). Sa toplotnom vrednošću od 6,5 kWh/Nm³, jedan kubni metar biogasa sadrži približno istu količinu energije kao 0,6 litara lož-ulja, ili 0,65 Nm³ prirodnog gasa.

Iskustva iz Švedske (Švedski Växtkraft biogas projekat 2005. god) su pokazala da se ovakve vrste otpada mogu koristiti u specijalizovanim postrojenjima za proizvodnju biogasa. Domaćinstva su snabdevana specijalnim vrećama za odlaganje prirodnog otpada koje su smeštane u posebne kontejnere, odakle su se kasnije transportovale do postrojenja za anaerobnu digestiju. U fabrici u Växtkraft-u instalirano je postrojenje sa tri turbomiksera, gde se nakon prijema čvrstog otpada, on razvodnjava i meša, u cilju dobijanja kaše u kojoj je prirodni otpad zastupljen sa samo 10%. Zatim se kaša filtrira i odlazi na toplotni tretman u tri velika rezervoara gde se zadržava 1 sat na temperaturi od 70°C (obično je jedan rezervoar u obradi dok se drugi puni a treći prazni). Nakon ovoga kaša se pumpama pretače u digester, koji ima zapreminu od 4000 m³ i nema u sebi pokretne delove (ali se masa ipak meša zbog gasa pod pritiskom). Količina proizvedenog gasa je u opsegu od 250-350 Nm³/h. Rezultat celokupnog projekta je energetska ekvivalent od 2.3 miliona litara gasa godišnje koji se koristio za gradske autobuse i kamione za odnošenje smeća i za proizvodnju toplotne energije, a takođe i kvalitetno organsko đubrivo za lokalne farme. Ovaj izuzetan projekat može poslužiti kao model i za druge gradove širom sveta.

Novembra 2006. godine u San Francisku je Univerzitetu države Kalifornije puštena u rad elektrana koja radi na organske otpatke, u koje spadaju i ostaci hrane prikupljeni iz oko 2000 restorana u San Francisku. Eksperimentalno postrojenje koje radi na ostatke hranu poznato je i kao Energetska projekat na biogas, a sastoji se od 4 velika čelična rezervoara i generatora snage 22 kW. To je prvi funkcionalni sistem gde se može videti tehnika poznata kao postepena prerada čvrstih organskih otpadaka, bez prisustva kiseonika. Nju je razvio profesor univerziteta države Kalifornije Rejong Žan. Sistem funkcionise tako što se ostaci hrane, kao i ošišana trava i drugi bio-otpad smeštaju u rezervoar u kome bakterije sve rastvaraju i pretvaraju u vodu i organske

kiseline. Potom se organske kiseline prebacuju u drugi rezervoar, gde ih druga vrsta bakterija pretvara u metan. Nastali biogas može da se koristi u generatorima, a razmatra se i mogućnost da takav gas konvertuje i koristi kao gorivo za automobile.

POTENCIJAL GRADA KRAGUJEVCA U POGLEDU PRIRODNOG OTPADA OD OSTATAKA HRANE

Kragujevac sa svojom okolinom prečnika od stotina kilometara, predstavlja dobar potencijal u pogledu proizvodnje biogasa obzirom na velike količine otpadnih voda. Jedan od osnovnih sadržaja otpadnih voda je takozvani prirodni otpad koji takođe spada i u kategoriju organskog otpada.

Takođe, veliki broj hotela, restorana i ostalih ugostiteljskih objekata, kao i 2 velika studentska doma, internat, ustanova za decu i brojni drugi objekti slične namene, predstavljaju značajan izvor prirodnog otpada, prvenstveno onog koji se odnosi na ostatke hrane.

U daljem tekstu je dat pregled *dnevne količine otpada* u kilogramima, iz restorana u široj okolini Kragujevca.

Treba naglasiti da opština Čačak, zbog svog položaja, tj. blizine Ibarske magistrale i magistralnog puta prema Jadranskom moru, i velikog broja ugostiteljskih objekata, ima znatno veću prosečnu količinu otpada od ostalih opština sa približno istim brojem stanovnika.

Tabela 1

Opština	Količina otpada, kg	Opština	Količina otpada, kg
Kragujevac	1000	Arandelovac	130
Kraljevo	300	Rača Kragujevačka	50
Čačak	400*	Knić	40
Topola	80	Jagodina	250
Batočina	120	Ćuprija	180
Lapovo	100	Paraćin	180
Svilajnac	80	Rekovac	80
Smederevska Palanka	120	Gornji Milanovac	200

Podaci su dobijeni biranjem slučajnih uzoraka restorana u Kragujevcu i sumiranjem količine otpada, u skladu sa kapacitetom samih restorana. Potom je, metodom sličnosti i proporcije izvršena preliminarna analiza količine otpada i dobijeni su rezultati za navedena mesta u okolini Kragujevca.

Kako se zadnjih godina ubrzano razvija tehnologija proizvodnje i primene biogasa, ove količine prirodnog, komunalnog otpada mogu da imaju značajan udeo u ukupno proizvedenom biogasu.

ZAKLJUČAK

Razvojem alternativnih izvora energije i procesa dobijanja novih do sada ne korišćenih vidova energije, zamena tradicionalnih fosilnih goriva novim vrstama postaje sve atraktivnija, naročito zbog njihovih ograničenih izvora. Biogas je postao najinteresantniji u tom pogledu, kao alternativa fosilnim gorivima, pre svega zbog činjenice da se dobija iz obnovljivih izvora. On omogućava vrlo jednostavan način pretvaranja otpada u električnu energiju, čime se dobija energija a istovremeno smanjuje ukupna količina otpada, a ne povećava količina ugljen-dioksida u atmosferi. Sa jedne strane energetske troškovi neprekidno rastu, sa druge strane životna sredina je zasuta gomilama nepravilno odloženog smeća. U tom smislu, neophodno je rešiti se prodnog otpada. Kroz ovaj rad je data analiza mogućnosti proizvodnje biogasa korišćenjem prirodnog otpada i to prvenstveno ostataka hrane. Ovim putem se, u budućnosti može doći do značajnog podizanja opšte energetske efikasnosti.

LITERATURA

1. M. Saev, B. Koumanova, I. Simeonov, ANAEROBIC CO-DIGESTION OF WASTED VEGETABLES AND ACTIVATED SLUDGE, *Biotechnol. & biotechnol. Eq.* 23/2009
2. Gómez X., Cuetos M., Cara J., Morán A., García A. (2006) RENEWABLE ENERGY, 31, 12, 2017-2024.
3. Anhuradha S., Vijayagopal V., Radha P., Ramanujam R. (2007) CLEAN-SOIL, AIR, WATER, 35, 2, 197-199.
4. Dinsdale R., Premier G., Hawkes F., Hawkes D. (2000) BIORESOURCE TECHNOLOGY, 72, 159-168.