



UNIVERZITET U BANJOJ LUCI
MAŠINSKI FAKULTET

ODP "METAL" BANJA LUKA
ZDP "METAL SAJAM"

ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS



4. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE
4th INTERNATIONAL CONFERENCE

4. MEDUNARODNO SAVJETOVANJE
O DOSTIGNUĆIMA ELEKTRO
I MAŠINSKE INDUSTRIJE

BANJA LUKA
DEMI
2001
25/26 APRIL

4th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON ACCOMPLISHMENTS
OF ELECTRICAL AND
MECHANICAL INDUSTRIES

ZBORNIK RADOVA 4. MEDUNARODNOG SAVJETOVANJA O DOSTIGNUĆIMA
ELEKTRO I MAŠINSKE INDUSTRIJE

PROCEEDINGS OF THE 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ACCOMPLISHMENTS OF ELECTRICAL AND MECHANICAL INDUSTRIES

Izdavač:

Publisher:

MAŠINSKI FAKULTET BANJA LUKA

Glavni i odgovorni urednik: Mr Mladen Todić
Editor:

Recezentski tim
Reviewer's team

Prof. dr Jovo Mrda
Prof. dr Aleksa Blagojević
Prof. dr Milan Šljivić
Prof. dr Ostoja Miletić
Prof. dr Milan Đudurević
Prof. dr Đurad Davidović
Prof. dr Vid Jovišević
Prof. dr Miroslav Bohrek
Prof. dr Miroslav Rogić
Prof. dr Pero Petrović

Tehnička obrada i dizajn:
Technical treatment and design:

Mr Mladen Todić

Tiraž:
Circulation:

200 primjeraka

Štampa:
Printing by:

D&S DESIGN
ČELJNAC

СИР - Каталогизација у публикацији
Народна и универзитетска библиотека
Републике Српске, Бања Лука

621.001.6
621.3001.6

МЕЂУНАРОДНО савјетовање о достигнућима електро и машинске индустрије
DEMI (4 ; 2001 ; Бања Лука)

Zbornik radova = Proceedings / 4. međunarodno savjetovanje [o dostignućima elektro i mašinske industrije] DEMI / 4th International conference [on accomplishments of electrical and mechanical industries] DEMI, 25/26 april 2001 ; [glavni i odgovorni urednik=editor Mladen Todić]. - Banja Luka : Mašinski fakultet, 2001. (Čelinac : D & S DESIGN). - 421 str. : илустр. ; 25 cm

Текст на срп., енгл. и руском језику. Тираж 250. - Стр. 7: Predgovor / programski i organizacioni odbor. - Библиографија уз све радове. - Резиме на енгл. и срп. језику.

ТОДИЋ, Младен 340

П.О.: МАШИНСКА ИНДУСТРИЈА - Развој, ЕЛЕКТРО-ИНДУСТРИЈА - Развој

MFN=000401



RAZVOJ SERIJE MERAČA PROTOKA VODE I UTROŠKA TOPLOTNE ENERGIJE

Milun Babić, Zoran Marković, Sreten Đoković, Dušan Gordić, Nenad Miloradović*

Kao rezultat istraživanja, u kojem učestvuju Mašinski fakultet u Kragujevcu, Zastava YUGO Automobili PJ Održavanje i PP ECM Kragujevac, razvijena je serija merača protoka vode i isporučene toplone energije. Merači su izvedeni kao mere blende postojane na visokim temperaturama i industrijskim uslovima eksploatacije. Uredaj je koncipiran tako da se odgovarajuće vrednosti pritiska i temperatura davačima domaće proizvodnje, pretvaraju u stabilan električni signal. Takav signal se vodi do mikroprocesorske jedinice koja obraduje signale i prikazuje rezultate merenja u vremenu. Karakteristika kompletног memog sistema je da se utrošena energija na pojedinačnim mernim mestima može pratiti centralizovano uz pomoć običnog personalnog računara. U okviru rada prikazani su i rezultati do kojih se došlo merenjem protoka i utrošene toplone energije na jednom od izvedenih merača, ugrađenih u energetski sistem fabrike Zastava YUGO Automobili.

Ključne reči: merni uređaji, merna blenda, protok, topla voda, termička energija,

Development of Measuring Devices for Water Flow and Thermal Energy Consumption

As a result of research, in which Faculty of Mechanical Engineering, Zastava YUGO Car – PJ Maintenance and PP ECM Kragujevac are participants, series of measuring devices for flow and thermal energy consumption of hot industrial water was developed. Devices are of orifice plate type and are stable at high temperatures and industrial exploitation conditions. The concept of device is that the appropriate pressure and temperature values are transformed into stable electrical signal in domestic industry transducers. Such a signal goes to microprocessor unit where the signals are processed and obtained results are displayed during the time. Characteristic of complete system is that flow and thermal energy consumption from every single measuring location can be centrally monitored using common personal computer. In this article experimental results obtained from one measuring location at Zastava YUGO Car energetic system are shown too.

Prof. Dr Milun Babić, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, nastasija@ptt.yu,
Zoran Marković, PP "ECM", Kragujevac,
Sreten Đoković, Zastava YUGO Automobili, Trg topolivaca 4, Kragujevac,
sreteni3m@ptt.yu

Dušan Gordić, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, gordic@ptt.yu,
Nenad Miloradović, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, mnenad@knez.uis.kg.ac.yu

1.0 UVOD

Razvoj, projektovanje i uvođenje u industrijsku primenu uređaja i procedura za merenje i kontrolu potrošnje energije u industriji i pouzdano otkrivanje lokacija u energetskom sistemu preduzeća na kojima se sa najmanjim ulaganjima mogu napraviti najveće uštede racionalijom potrošnjom energije, predstavlja važnu aktivnost kojoj se posvećuje posebna pažnja u Centru za racionalno gazdovanje energijom "Kragujevac".

Kao rezultat istraživanja, u kojem učestvuju Mašinski fakultet u Kragujevcu, "Zastava YUGO Automobili" - PJ "Održavanje" i PP "ECM" - Kragujevac, razvijena je, između ostalog, serija merača protoka vode i isporučene topločne energije putem tehnološke vrele vode pritiska do 7 bar.

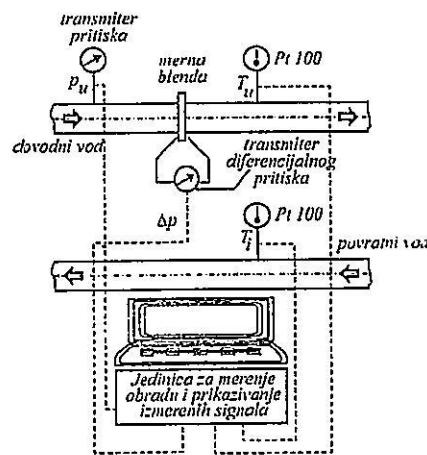
2.0. KARAKTERISTIKE MERAČA

Merači su izvedeni kao merne blende postojane na visokim temperaturama i industrijskim uslovima eksploracije.

Merači su projektovani da budu postojani na visokim temperaturama i u industrijskim uslovima eksploracije, a izrađeni su u veličinama nazivnih prečnika toplovoda No: 65, 100, 200, 300 i 400.

Uređaji su koncipirani tako da odgovarajuće vrednosti pritiska i temperature, davačima domaće proizvodnje, pretvaraju u stabilne električne signale. Takvi signali vode se do mikroprocesorske jedinice, koja ih obrađuje i prikazuje rezultate merenja u funkciji vremena. Karakteristika kompletog mernog sistema je da se utrošena energija na pojedinačnim mernim mestima može pratiti centralizovano uz pomoć običnog personalnog računara.

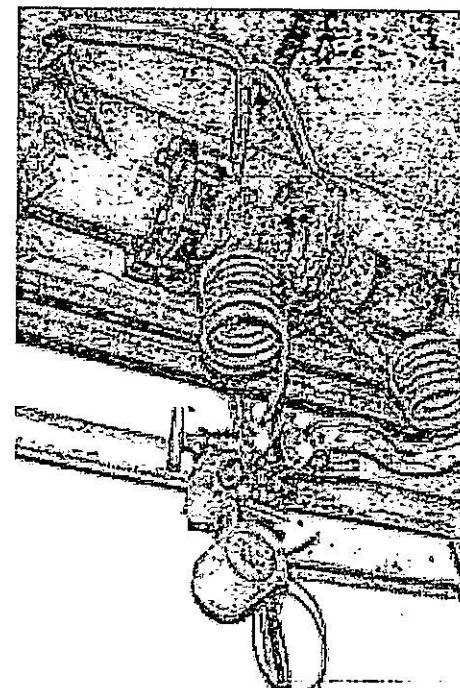
Na slici 1. je prikazana strukturalna šema mernog uređaja, dok su u tabeli 1. date osnovne karakteristike mernog mesta.



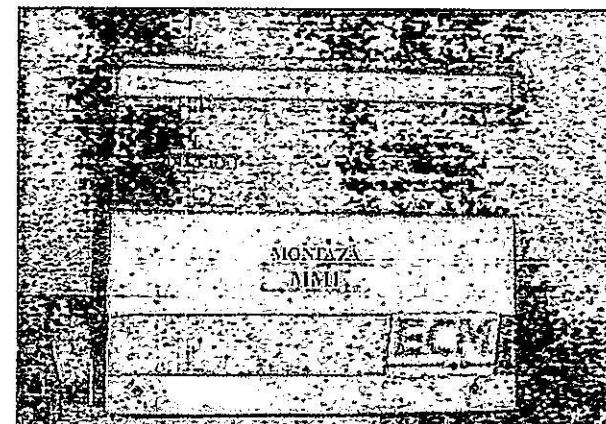
Slika 1. Strukturalna šema mernog uređaja

R.b.	Opis	Ime/Vrednost/Oznaka
1.	Ime i adresa korisnika	Zastava automobili, D.D. Trg topolivaca 4 34000 Kragujevac
2.	Merno mesto	Montaža, P-4-4
3.	Radna oznaka	MMI
4.	Prečnik cevovoda	DN 400
5.	Radni fluid	Tehnološka voda
6.	Parametri radnog fluida:	<ul style="list-style-type: none"> • Radna temperatura $100-140^{\circ}\text{C}$ • Radni pritisak $0-10^5 \text{ Pa}$
7.	Način merenja protoka fluida	Merna blenda
8.	Način merenja utroška energije	Na bazi protoka polaznog fluida

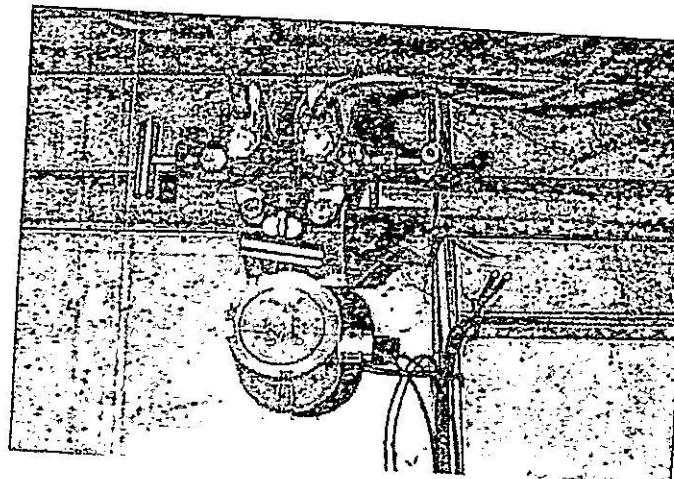
Tabela 1. Karakteristike mernog mesta



Slika. 2 Merno mesto



Slika. 3 Jedinica za merenje, obradu i prikazivanje rezultata



Slika 4. Diferencijalni transmiter pritiska

3.0 REZULTATI MERENJA

U tabeli 2. sadržane su karakteristike strukturnih elemenata mernog mesta prikazanog na slici 1, a na slikama 5. - 7. su prikazani rezultati do kojih se došlo merenjem utroška topotne energije, temperaturna i zapreminskog protoka vrele vode na jednom od izvedenih merača, ugrađenih u energetski sistem "Zastave".

Merena su izvršena nekoliko puta za vreme grejne sezone. U svakom intervalu izvršenog merenja, nije bilo havarija, uređaji su stabilno radili, a prikazivani rezultati potpuno odgovaraju instalisanim snagama energetskih postrojenja u sistemu.

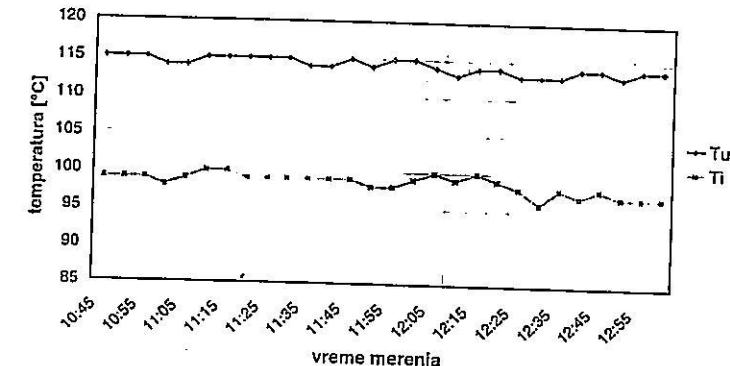
No.	Opis	Naziv/Vrednost/Oznaka
1.	Cevovod: Prostorni položaj cevi Unutrašnji prečnik (mereno na 20 °C) Spoljašnji prečnik cevi (mereno na 20 °C) Materijal cevi Godina ugradnje cevi	Vodoravan 399 mm 419 mm Č. 1212 1964
2.	Prigušnica: Vrsta Prečnik otvora (mereno na 20 °C) Položaj priključka za merenje pritiska Materijal Godina ugradnje	Normalna 250 mm U ugлу Č. 4571 1995
3.	Pretvarač za merenje temperature (dovodni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijски broј	Mihajlo Pupin, Beograd Pt100 (0-211) °C (4-20) mA 1996 1998 960302

Razvoj serije merača protoka vode i utroška topotne energije

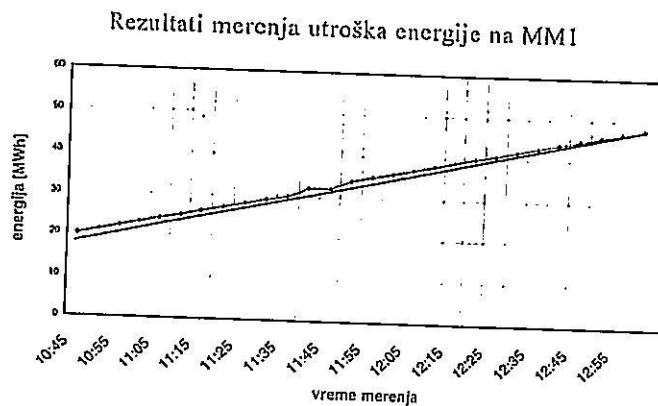
No.	Opis	Naziv/Vrednost/Oznaka
4.	Pretvarač za merenje temperature (povratni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	Mihajlo Pupin, Beograd Pt100 (0-211) °C (4-20) mA 1996 1998 960303
5.	Transmiter pritiska (polazni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	IHTM, Beograd Piezoelektrični davač (0-8) bar (4-20) mA 1997 1997 302/1997
6.	Transmiter diferencijalnog pritiska Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	IHTM, Beograd Piezoelektrični davač (0-1) bar (4-20) mA 1997 1997 10097/1997
7.	Jedinica za napajanje, merenje, obradu i prikaz izmerenih signala: Proizvođač Godina ugradnje Godina poslednjeg atesta	ECM, Kragujevac 1996 1999

Tabela 2. Karakteristike elemenata mernog mesta

Rezultati merenja temperaturu na MM1

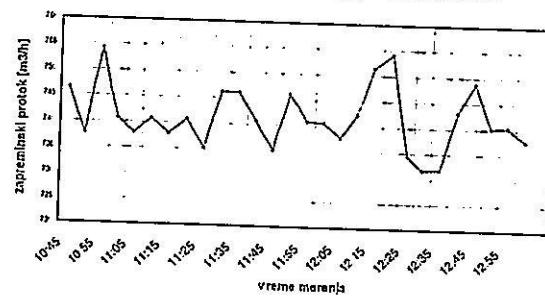


Slika 5. Rezultati merenja temperature,
 T_u - temperatura vode u dovodnom vodu, T_i - temperatura vode u povratnom vodu



Slika 6. Rezultati merenja utrošene energije

Rezultati merenja zapreminskog protoka na MMI



Slika 7. Rezultati merenja protoka

4.0 ZAKLJUČAK

Projektovani sistem merača protoka i potrošnje energije predstavlja vrlo koristan, pouzdan i izuzetno jeftin sistem, koji uspostavlja red u odnosima isporučioca i potrošača toplotne energije. Projekat je u svim fazama urađen u skladu sa važećim propisima, standardima i dobrim običajima. U toku je razrada projekta za povezivanje memih mesta i centralizovano praćenje potrošnje. Posebno ističemo da svi instalirani merači, koji nisu direktno pogodjeni u toku NATO bombardovanja "Zastave", i dalje normalno i precizno funkcionišu!

LITERATURA

- [1] Interni izveštaji Katedre za energetiku i procesnu tehniku, Mašinski fakultet KG, 1996 - 2000.
- [2] JUS.L.H2.015 Merenje protoka fluida mernim blendama, mlaznicama i venturijevim cevima ugrađenim u cevovode kružnog poprečnog preseka.

RAZVOJ SERIJE MERAČA PROTOKA VODE I UTROŠKA TOPLOTNE ENERGIJE

Milun Babić, Zoran Marković, Sreten Džoković, Dušan Gordić, Nenad Miloradović*

Kao rezultat istraživanja, u kojem učestvuju Mašinski fakultet u Kragujevcu, Zastava YUGO Automobili PJ Održavanje i PP ECM Kragujevac, razvijena je serija merača protoka vode i isporučene toplotne energije. Merači su izvedeni kao merne blende postojane na visokim temperaturama i industrijskim uslovima eksploracije. Uredaj je koncipiran tako da se odgovarajuće vrednosti pritisaka i temperatura davačima domaće proizvodnje, pretvaraju u stabilan električni signal. Takav signal se vodi do mikroprocesorske jedinice koja obrađuje signale i prikazuje rezultate merenja u vremenu. Karakteristika kompletног mernog sistema je da se utrošena energija na pojedinačnim mernim mestima može pratiti centralizovano uz pomoć običnog personalnog računara. U okviru rada prikazani su i rezultati do kojih se došlo merenjem protoka i utrošene toplotne energije na jednom od izvedenih merača, ugrađenih u energetski sistem fabrike Zastava YUGO Automobili.

Ključne reči: merni uređaji, merna blenda, protok, topla voda, termička energija,

Development of Measuring Devices for Water Flow and Thermal Energy Consumption

As a result of research, in which Faculty of Mechanical Engineering, Zastava YUGO Car – PJ Maintenance and PP ECM Kragujevac are participants, series of measuring devices for flow and thermal energy consumption of hot industrial water was developed. Devices are of orifice plate type and are stable at high temperatures and industrial exploitation conditions. The concept of device is that the appropriate pressure and temperature values are transformed into stable electrical signal in domestic industry transducers. Such a signal goes to microprocessor unit where the signals are processed and obtained results are displayed during the time. Characteristic of complete system is that flow and thermal energy consumption from every single measuring location can be centrally monitored using common personal computer. In this article experimental results obtained from one measuring location at Zastava YUGO Car energetic system are shown too.

* Prof. Dr Milun Babić, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, nastasija@ptt.yu,
Zoran Marković, PP "ECM", Kragujevac,
Sreten Džoković, Zastava YUGO Automobili, Trg topolivaca 4, Kragujevac,
sreteni3m@ptt.yu
Dušan Gordić, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, gordic@ptt.yu,
Nenad Miloradović, Kragujevac, Mašinski fakultet Kragujevac, mnenad@knez.uis.kg.ac.yu

1.0 UVOD

Razvoj, projektovanje i uvođenje u industrijsku primenu uređaja i procedura za merenje i kontrolu potrošnje energije u industriji i pouzdano otkrivanje lokacija u energetskom sistemu preduzeća na kojima se sa najmanjim ulaganjima mogu napraviti najveće uštede racionalnijom potrošnjom energije, predstavlja važnu aktivnost kojoj se posvećuje posebna pažnja u Centru za racionalno gazdovanje energijom "Kragujevac".

Kao rezultat istraživanja, u kojem učestvuju Mašinski fakultet u Kragujevcu, "Zastava YUGO Automobili" - PJ "Održavanje" i PP "ECM" - Kragujevac, razvijena je, između ostalog, serija merača protoka vode i isporučene toplotne energije putem tehnološke vrele vode pritiska do 7 bar.

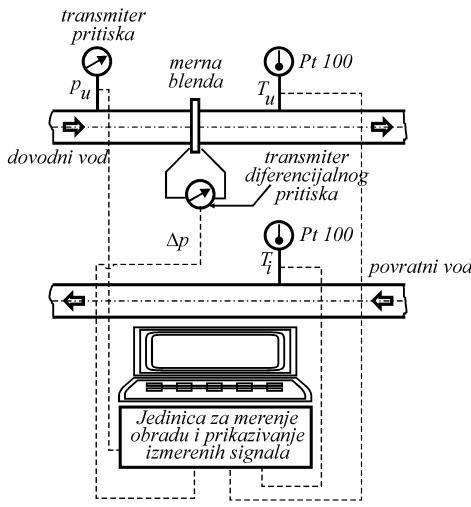
2.0. KARAKTERISTIKE MERA^A

Merači su izvedeni kao merne blende postojane na visokim temperaturama i industrijskim uslovima eksploracije.

Merači su projektovani da budu postojani na visokim temperaturama i u industrijskim uslovima eksploracije, a izrađeni su u veličinama nazivnih prečnika toplovoda No: 65, 100, 200, 300 i 400.

Uređaji su koncipirani tako da odgovarajuće vrednosti pritisaka i temperatura, davačima domaće proizvodnje, pretvaraju u stabilne električne signale. Takvi signali vode se do mikroprocesorske jedinice, koja ih obrađuje i prikazuje rezultate merenja u funkciji vremena. Karakteristika kompletног mernog sistema je da se utrošena energija na pojedinačnim mernim mestima može pratiti centralizovano uz pomoć običnog personalnog računara.

Na slici 1. je prikazana strukturalna šema mernog uređaja, dok su u tabeli 1. date osnovne karakteristike mernog mesta.



Slika 1. Strukturalna šema mernog uređaja

R.b.	Opis	Ime/Vrednost/Oznaka
1.	Ime i adresa korisnika	Zastava automobili, D.D. Trg topolivaca 4 34000 Kragujevac
2.	Merno mesto	Montaža, P-4-4
3.	Radna oznaka	MMI
4.	Prečnik cevovoda	DN 400
5.	Radni fluid	Tehnološka voda
6.	Parametri radnog fluida: • Radna temperatura • Radni pritisak	(90-140) °C 6×10^5 Pa
7.	Način merenja protoka fluida	Merna blenda
8.	Način merenja utroška energije	Na bazi protoka polaznog fluida

Tabela 1. Karakteristike mernog mesta

Razvoj serije merača protoka vode i utroška toplotne energije

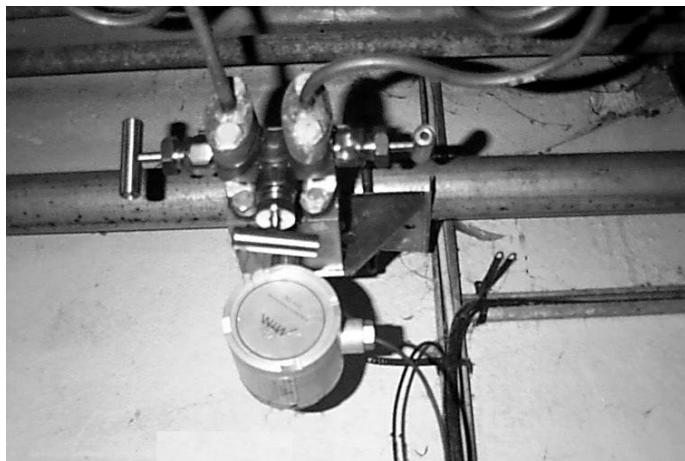
Fotografije mernog mesta, jedinice za merenje, obradu i prikazivanje izmerenih signala i transmitera diferencijalnog pritiska su prikazane na slikama 2., 3. i 4.



Slika. 2 Merno mesto



Slika. 3 Jedinica za merenje, obradu i prikazivanje rezultata



Slika 4. Diferencijalni transmiter pritiska

3.0 REZULTATI MERENJA

U tabeli 2. sadržane su karakteristike strukturnih elemenata mernog mesta prikazanog na slici 1, a na slikama 5. - 7. su prikazani rezultati do kojih se došlo merenjem utroška toplotne energije, temperaturne i zapreminskog protoka vrele vode na jednom od izvedenih merača, ugrađenih u energetski sistem "Zastave".

Merena su izvršena nekoliko puta za vreme grejne sezone. U svakom intervalu izvršenog merenja, nije bilo havarija, uređaji su stabilno radili, a prikazivani rezultati potpuno odgovaraju instalisanim snagama energetskih postrojenja u sistemu.

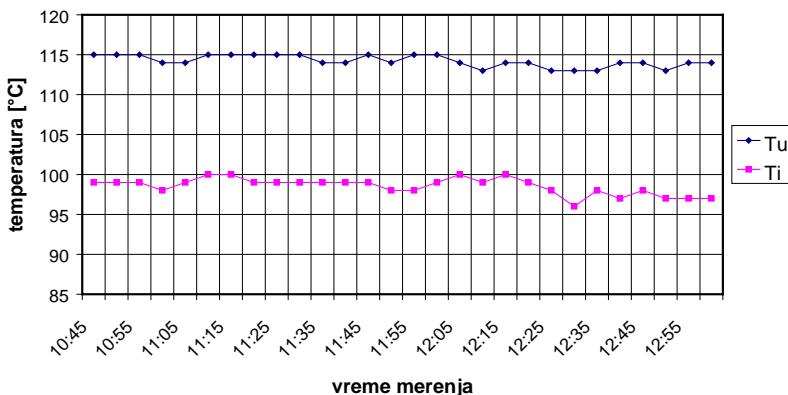
No.	Opis	Naziv/Vrednost/Oznaka
1.	Cevovod: Prostorni položaj cevi Unutrašnji prečnik (mereno na 20 °C) Spoljašnji prečnik cevi (mereno na 20 °C) Materijal cevi Godina ugradnje cevi	Vodoravan 399 mm 419 mm ^ 1212 1964
2.	Pričvršnica: Vrsta Prečnik otvora (mereno na 20 °C) Položaj priključka za merenje pritiska Materijal Godina ugradnje	Normalna 250 mm U ugлу ^ 4571 1995
3.	Pretvarač za merenje temperature (dovodni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	Mihajlo Pupin, Beograd Pt100 (0-211) °C (4-20) mA 1996 1998 960302
No.	Opis	Naziv/Vrednost/Oznaka

Razvoj serije merača protoka vode i utroška topotne energije

4.	Pretvarač za merenje temperature (povratni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	Mihajlo Pupin, Beograd Pt100 (0-211) °C (4-20) mA 1996 1998 960303
5.	Transmiter pritiska (polazni vod) Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	IHTM, Beograd Piezoelektrični davač (0-8) bar (4-20) mA 1997 1997 302/1997
6.	Transmiter diferencijalnog pritiska Proizvodjač Tip Radni opseg Opseg mernog signala Godina ugradnje Godina poslednjeg atestiranja Serijski broj	IHTM, Beograd Piezoelektrični davač (0-1) bar (4-20) mA 1997 1997 10097/1997
7.	Jedinica za napajanje, merenje, obradu i prikaz izmerenih signala: Proizvođač Godina ugradnje Godina poslednjeg atesta	ECM, Kragujevac 1996 1999

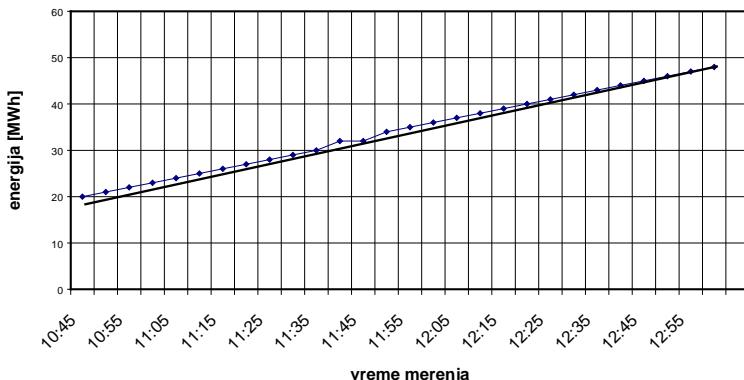
Tabela 2. Karakteristike elemenata mernog mesta

Rezultati merenja temperatura na MM1



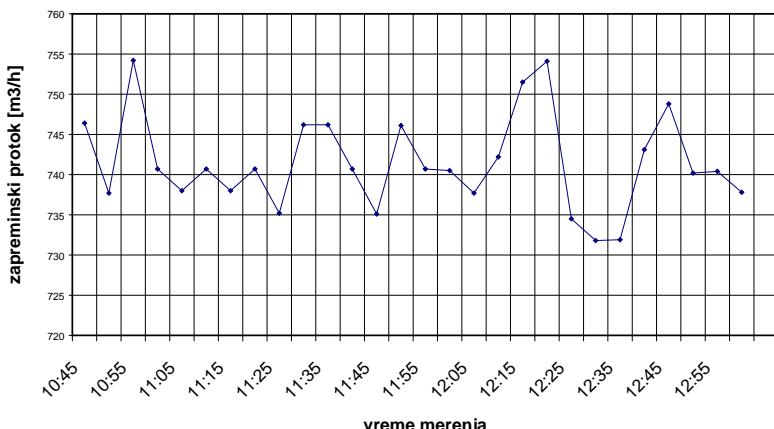
Slika 5. Rezultati merenja temperature,
 T_u - temperatuta vode u dovodnom vodu, T_i - temperatuta vode u povratnom vodu

Rezultati merenja utroška energije na MM1



Slika 6. Rezultati merenja utrošene energije

Rezultati merenja zapreminskog protoka na MM1



Slika 7. Rezultati merenja protoka

4.0 ZAKLJUČAK

Projektovani sistem merača protoka i potrošnje energije predstavlja vrlo koristan, pouzdan i izuzetno jeftin sistem, koji uspostavlja red u odnosima isporučioca i potrošača toplotne energije. Projekat je u svim fazama urađen u skladu sa važećim propisima, standardima i dobrim običajima. U toku je razrada projekta za povezivanje mernih mesta i centralizovano praćenje potrošnje. Posebno ističemo da svi instalirani merači, koji nisu direktno pogodeni u toku NATO bombardovanja "Zastave", i dalje normalno i precizno funkcionišu!

LITERATURA

- [1] Interni izveštaji Katedre za energetiku i procesnu tehniku, Mašinski fakultet KG, 1996 - 2000.
- [2] JUS.L.H2.015 Merenje protoka fluida mernim blendama, mlaznicama i venturijevim cevima ugrađenim u cevovode kružnog poprečnog preseka.