



# **Racionalno korišćenje energije u metalurgiji i procesnoj industriji**

**(Monografija)**

# **Rational Use of Energy in Metallurgy and Processing Industry**

**(Monograph)**

**Urednik/Editor  
Bogdan Ćosović**

**Beograd, 2006.**

MONOGRAFIJA

**Organizatori:**

Jugoslovenska inženjerska akademija – JINA

Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - IHTM

izdavač

UGOSLOVENSKA INŽENJERSKA AKADEMIJA

Beograd, Kneza Miloša 9/IV

a izdavača

milutin Penčić

redsednik Naučno-programskog odbora

prof. dr Branislav Nikolić

redsednik Organizacionog odbora

dr Maja Đurović-Petrović

rednik

Bođan Čosović

iprema za štampu i tehničko uređenje

Bojana Milivojević

ampa:

«Akademika izdanja», Zemun, Bertranda Rasela 34a

raž

00 primeraka

Beograd, 2006.

**Glavni sponzor**

Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije

**Održavanje savetovanja finansijski su pomogli  
i sponzori:**

Inženjerska komora Srbije – Beograd

RTB Bor, Toponica i Rafinacija, Bor

Željezara Nikšić, A.D., Nikšić

RMH Kombinat "Trepča" – Kosovska Mitrovica

**Savetovanje su podržali:**

Privredna komora Srbije – Beograd

Savez hemičara i tehnologa Srbije - Beograd

Heat energy ( hot water and overheated steam ) is used for the needs of production process and heating of busines space and production plants. Last few years only few zones of the factory have been heated for the purpose of lowering very high costs for energy.

«Energetika»d.o.o. produces heat energy for the needs of «Zastava»a.d.

Since 2003. measuring of consumption of heat energy has been done by instaled power and working hours of equipment, wich uses heat energy in production proceß.

At the end of 2002 Danfoss heat meters were introduced in measuring of consumption of heat energy. It showed the real needs for energy of the equipment, provided management energy supplying

Since that, organizational and technical measures have been continously implemented for the purpose of rational spending of energy.

Many actions in saving financial resources for heat energy consumption were initiated, so the unit consumption of heat energy, for the last few years, was reduced by almost 300%, but the unit consumption is still high.



## POTROŠNJA VODE U VELIKIM SISTEMIMA – PRIMER „ZASTAVA AUTOMOBILI“ A.D.

SAŠA MAKSIMOVIĆ, SLOBODAN TODOROVIĆ<sup>1</sup>,  
DUŠAN GORDIĆ<sup>2</sup>

### I z v o d

Snabdevanje energijom i fluidima proizvodača vozila na matičnoj lokaciji u Kragujevcu rešeno je šezdesetih godina prošlog veka izgradnjom jedinstvenog energetskog sistema („Zastava Energetike“) i njegovom kasnijom dogradnjom. U sklopu ovoga sistema vršila se transformacija i isporuka električne energije, proizvodnja i isporuka vrele vode za tehnološki proces i grejanje i pregrijane vodene pare, komprimovanog vazduha, demineralizovane vode i vršena je distribucija vode.

Procentualno učešće utroška vode u ukupnim troškovima koji se izdvajaju za energente iznosi 11,29% (prošle godine je utrošeno 712.950 m<sup>3</sup> vode odnosno prema aktuelnim cenama nešto manje od 37 miliona dinara). Krajem 2001. godine „ZA“ a.d. je otpočela direktni ugovorni odnos sa proizvodačem vode na teritoriji Grada Kragujevca JKP „Vodovod i kanalizacija“. Do tog trenutka, kao što je već rečeno, plaćanje vode je sprovedeno preko posrednika preduzeća „Zastava energetika“ koje je u svoju cenu „ugradivalo“ i cenu za održavanje spoljašnjih instalacija i cena je bila za oko 30% viša od realne. Ovo je ujedno bila i prva mera za smanjenje izdavanja materijalnih sredstava za vodu. Nakon toga je usledio niz mera kojima se smanjila potrošnja vode za skoro 50% po jedinici proizvoda, ali je i pored toga potrošnja ovog energenta i dalje na visokom nivou. Zbog toga je, u okviru aktivnosti na projektu „Povećanje energetske efikasnosti postrojenja za lakiranje školjki putničkog automobila“, koji finansira Ministarstvo za nauku i životnu sredinu, u cilju redukcije troškova obične vode u preduzeću „Zastava Automobili“ A.D., formiran radni zadatnik identifikacije ključnih mesta potrošnje vode u preduzeću. To je podrazumevalo obavljanje sledećih poslova:

1. snimanje postojećeg stanja sistema distribucije vode u „Zastava Automobili“ i definisanje odgovarajućih mernih mesta;
2. merenje potrošnje vode na definisanim mernim mestima;
3. izradu tehničkog izveštaja, sa pregledom mera za smanjenje potrošnje vode.

Snimanje postojećeg stanja je pokazalo i potvrdilo gde se troši najviše vode u okviru fabrike i praktično utvrdilo smernice za dalje aktivnosti na smanjivanju potrošnje vode. Već nakon dva meseca od izrade izveštaja, nakon par aktivnosti koje su sprovedene, potrošnja vode je smanjena za još 40-50%.

<sup>1</sup> Saša Maksimović, dipl.ing., Slobodan Todorović, dipl.ing., „Zastava Automobili“ a.d., PJ „Održavanje“, Trg topolivaca 4, Kragujevac, e-mail: zastavaodrzavanje@yahoo.com

<sup>2</sup> Dr Dušan Gordić, dipl.ing., Mašinski Fakultet – Kragujevac, e-mail: gordic@kg.ac.yu

## 1. Snabdevanje fabrike "Zastava Automobili" a.d. vodom

Napajanje "Zastava Automobili" a.d. vodom je moguće vršiti sa tri pravca: ulaz „Institut“ (prečnik cevovoda Ø200), ulaz „Šest topola“ (prečnik cevovoda Ø250), ulaz „Ždraljica“ (prečnik cevovoda Ø400/350). Ova tri pravca, snabdevana su vodom sa tri različita vodovodna sistema Grošničkog, Moravskog i Gružanskog, tako da je veoma mala verovatnoća da fabrika ostane u nekom trenutku bez vode, što je sa aspekta protivpožarne bezbednosti i kontinualnog procesa proizvodnje veoma povoljno.

Trenutno se napajanje vrši sa pravca ulaz „Ždraljica“, koje u potpunosti zadovoljava sve potrebe fabrike za vodom. Dužina cevovoda za vodu u fabričkoj mreži zbog padova pritisaka vode. Svaki objekat se napaja sa više mesta, pa je u slučaju havarije jednog dela cevovoda moguće vršiti popravku istog bez zaustavljanja vode za taj objekat. Na svim mestima preuzimanja vode ugrađeni su merači koji su u funkciji i preko istih se vrši obračun potrošnje vode prema JKP „Vodovod i kanalizacija“. Krajem 2001. godine "ZA" a.d. je otpočela direktna ugovorni odnos sa proizvođačem vode na teritoriji Grada Kragujevca JKP „Vodovod i kanalizacija“. Do tog trenutka, plaćanje vode je sprovedeno preko posrednika preduzeća "Zastava energetika" koje je u svoju cenu "ugradivalo" i cenu za održavanje spoljašnjih instalacija i cena je bila za oko 30% viša od realne.

U fabričkoj mreži postoje i dva rezervoara od po 2500 m<sup>3</sup> koji služe za snabdevanje stabilnih sistema u fabričkoj "Površinska zaštita" u slučaju nestanka vode u celoj fabričkoj mreži.

Na lokaciji fabrike postoje i bunari koji predstavljaju lokalne izvore vode koja se može koristiti za potrebe fabrike. Bunari su građeni kao zaštitni objekti proizvodnih halja od podzemnih voda i nalaze se na više lokacija u fabričkoj mreži. Bunari su opremljeni pumpama za crpljenje vode i međusobno povezani cevovodima i sa rashladnim sistemima na dve lokacije u fabričkoj mreži. Bunari u potpunosti snabdevaju vodom rashladne sisteme i rad pumpi je automatizovan. Količina vode koja se koristi iz bunara sa ove dve lokacije je oko 300 m<sup>3</sup> dnevno.

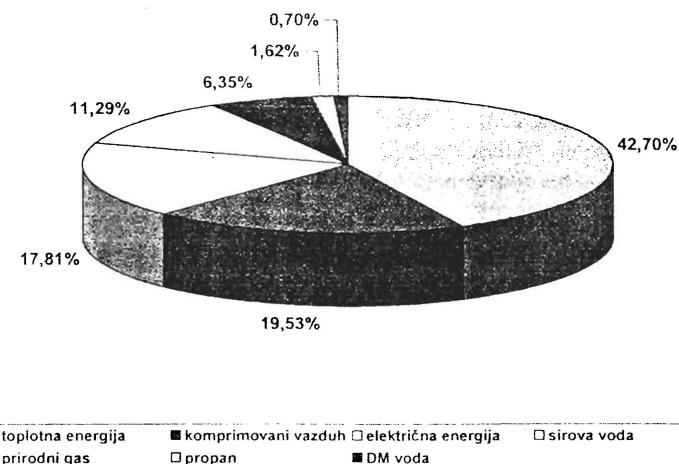
## 2. Potrošnja vode u fabričkoj "Zastava Automobili"

U procesu proizvodnje "Zastava Automobili" a.d. koristi različite vrste energija i fluida: tehnološku vrelu vodu, grejnu vrelu vodu, pregrijanu paru, komprimovan vazduh, demineralizovanu vodu, sirovu vodu, propan, prirodan gas i električnu energiju.

Dominantno učešće u troškovima energije zauzima potrošnja topotne energije (zbog prirode i karakteristika tehnološkog procesa), što se vidi iz tabele br.1 i slike 1, ali je učešće utroška vode takođe veoma značajno. Procentualno učešće utroška vode u ukupnim troškovima koji se izdvajaju za energente, iznosi 11,29 % (2004. godine je utrošeno 712.950 m<sup>3</sup> vode što je prema aktuelnim cenama nešto manje od 37 miliona dinara).

Tabela 1 Potrošnja energenata u "Zastava Automobili" a.d. u 2004

ENERGENT	Potrošena količina u 2004. god.	Aktuelna cena [din]	Ukupno [din]	Procentualno učešće
Topotna energija	31.290 [MWh]	4.445,49	139.099.382	42,7%
Električna energija	17.969.263 [KWh]	3,23	58.040.719	17,81%
Komprimovani vazduh	56.334.800 [Nm <sup>3</sup> ]	1,13	63.658.324	19,53%
Prirodni gas	1.047.429 [Sm <sup>3</sup> ]	19,78	20.718.145	6,35%
DM voda	19.891 [m <sup>3</sup> ]	114,64	2.280.304	0,7%
Propan	71[t]	74.361	5.279.631	1,62%
Sirova voda	712950 [m <sup>3</sup> ]	51,64	36.816.738	11,29%



Slika 1. Rasподела потрошња енергетата у "Zastava Automobili" a.d. u 2004

Iako je u prethodne tri godine ostvarena značajna ušteda vode u "ZA" a.d. (tabela 2), uočeno je da je potrošnja ovog energenta i dalje na visokom nivou. Prema podacima iz [1], potrošnja vode po jedinici proizvoda kod nas je značajno veća nego u svetu u istoj proizvodnoj grani (čak 5,8 puta od svetskog proseka), što je najviše uslovljeno činjenicom da je trenutni obim proizvodnje oko 10 % proizvodnog kapaciteta fabrike.

Treba napomenuti da se prema podacima iz ranijih perioda u fabrići trošilo dnevno i do  $4500 \text{ m}^3$  vode (u prošloj godini dnevni prosek je bio oko  $2200 \text{ m}^3$ ) [2]. Značajne uštede u potrošnji vode postigle su mnogo boljim održavanjem magistralnih linija (održavanje magistralnih linija je od 2001. god. u nadležnosti PJ "Održavanje" u okviru fabrike), svakodnevnom kontrolom nedostataka na cevovodima i pravovremenim otklanjanjem svih nedostataka itd.

Tabela 2 Pregled potrošnje vode u "Zastava Automobili" A.D.

Ukupno 2004. g. (m <sup>3</sup> )	Ukupno 2003. g. (m <sup>3</sup> )	Ukupno 2002. g. (m <sup>3</sup> )	Po jedin. vozila 2004. (m <sup>3</sup> )	Po jedin. vozila 2003. (m <sup>3</sup> /voz.)	Po jedin. vozila 2002. (m <sup>3</sup> /voz.)	Odnos (4)/(5)	Odnos (4)/(6)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
712.950	818.906	997.476	53,38	62,51	97,11	0,85	0,55

### 3. Sprovedene aktivnosti na uštedi vode

U okviru aktivnosti na projektu „Povećanje energetske efikasnosti postrojenja za lakiranje školjki putničkog automobila“, koji finansira Ministarstvo za nauku i životnu sredinu, u cilju redukcije troškova obične vode u preduzeću „Zastava Automobili“ a.d., ekipa realizatora projekta formirala je radni zadatak identifikacije ključnih mesta potrošnje vode u preduzeću. To je podrazumevalo obavljanje sledećih poslova:

1. snimanje postojećeg stanja sistema distribucije vode u „Zastava Automobili“ i definisanje odgovarajućih mernih mesta;
2. merenje potrošnje vode na definisanim mernim mestima;
3. izradu tehničkog izveštaja, sa pregledom mera za smanjenje potrošnje vode.

#### 3.1. Primena merna oprema i metodologija merenja

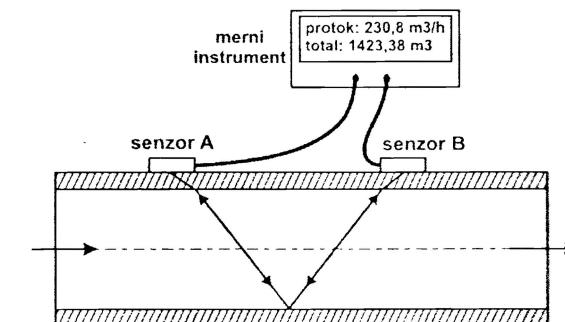
Obzirom na definisani program merenja, bilo je neophodno da se merenje potrošnja vode sprovodi uz upotrebu dva merna uredaja:

- 1) prenosnog ultrazvučnog merača protoka **Dynasonics TFXP**,
- 2) ultrazvučni merač debljine materijala **Time Group Inc. TT300**.

Prenosni ultrazvučni merač protoka (protokomer) radi na principu merenja vremena odziva ("transit time" princip) [3]. Osnovu ove metode čini upotreba dva ultrazvučna senzora (senzor A i B) koji se postavljaju na cev kao što je to prikazano na slici 2. Postupak merenja je sledeći:

- senzor A emituje ultrazvučni talas koji se prostire kroz struju fluida; talas prolazi kroz zid cevi sa kojim je u kontaktu, odbija se od suprotнog zida cevi i dolazi do senzora B koji ga detektuje. Meri se vreme  $t_1$  koje je potrebno da ultrazvučni talas pređe opisanu putanjу.
- zatim senzor B emituje ultrazvučni talas koji se prostire kroz struju fluida i dolazi do senzora A koji ga detektuje. Meri se vreme  $t_2$  koje je potrebno da ultrazvučni talas pređe opisanu putanjу.
- razlika vremena  $\Delta t = t_1 - t_2$  je u direktnoj funkcionalnoj vezi sa protokom i služi za njegovo preračunavanje.

Zvučni talasi putuju kroz fluid specifičnom brzinom koja zavisi od vrste fluida. Ako se fluid kreće, zvučni talas putuje brzinom koja je jednaka zbiru brzine zvuka i brzine samog fluida. Zvučni talas koji putuje u istom smjeru kao i fluid (nizvodno, odnosno od senzora A do senzora B prema slici 1) stiče pre do senzora od zvučnog talasa koji putuje u smeru suprotnom od kretanja fluida (uzvodno, odnosno od senzora B do senzora A prema slici 2). Na osnovu te razlike merni instrument izračunava srednju vrednost brzine fluida u cevi i protok fluida. Kao što je već napomenuto, ovaj uredaj za ultrazvučno merenje protoka, u principu meri brzinu strujanja fluida u cevi. Da bi uredaj prepoznao i prikazao protok fluida potrebno je uneti podatke o spoljašnjem prečniku cevi i debljini zida cevi. Za merenje debljine zida cevi korišćen je ultrazvučni merač debljine materijala TT300 proizvođača TIME Group INC. Pre merenja sva merna mesta su pripremljena u skladu sa uputstvom o korišćenju mernog uredaja (na spoljašnjoj kontaktnoj površini materijala sa uredajem očišćena je zaštitna farba, skinuta korozija i ili prebrisana površina).



Slika 2. Ultrazvučno merenje protoka princip "transit time"

### 3.2. Rezultati merenja

U periodu jul – avgust 2005. godine, vršena su merenja potrošnje sirove vode u "ZA" a.d. na jedanaest lokacija, korišćenjem merne opreme prikazane u prethodnom poglavlju. Rezultati merenja prikazani su u tabeli 3 [4].

Tabela 3. Rezultati merenja potrošnje vode u "Zastava Automobili" A.D

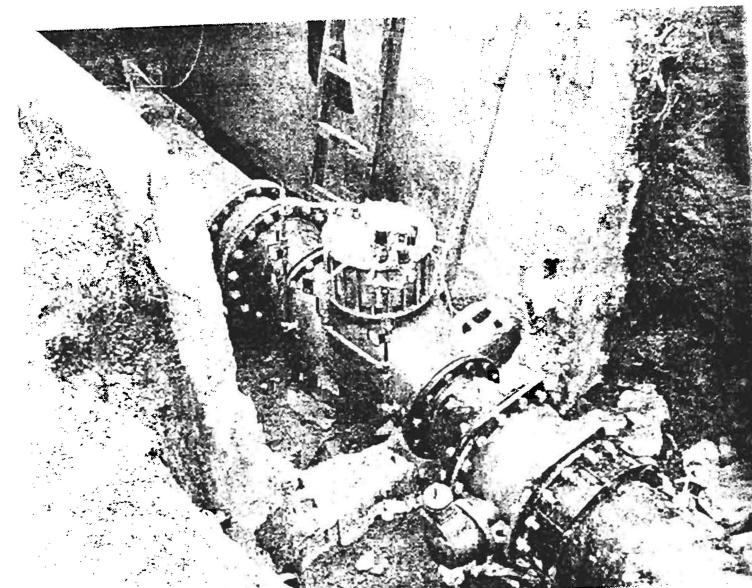
LOKACIJA	OCITANA POTROŠNJA		
	Radno vreme (7-15)	Neradno vreme (15-7)	Ukupno 24h
Upravna zgrada I	20	38	58
Hemijска припрема i KTL	325	531	856
Temperiranje	23	-	23
Linija završne boje i L-S	160	10	170
Objekat "A"	100	40	140
Finalizacija	50	15	65
Pomoći objekat	5	6	11
PC "MO" i "Preseraj"	60	175	235
Institut	30	10	40
Bazen cirk. sistema I faze	17	-	17
<b>UKUPNO</b>	<b>810</b>	<b>825</b>	<b>1635</b>

Fizički nije moguće izvršiti merenja na svim navedenim lokacijama istog dana, pa je podatak o ukupnoj potrošnji relativan, jer su moguća manja odstupanje zbog toga što nisu uvek ista postrojenja u Fabriči bila u funkciji. Zato je pored ovih podataka, analiziran i odnos izmerene potrošnje vode na određenom mernom mestu prema ukupno izmerenoj potrošnji vode u Fabriči u danu kada je vršeno merenje na tom mestu.

Pored ovih merenja sprovedena je i akcija zatvaranja glavnih ventila za pojedine objekte uz istovremeno kontrolisanje i merenje trenutne potrošnje na meraču na ulazu u fabriku. Snimanje postojećeg stanja je pokazalo i potvrdilo gde se troši najviše vode u okviru fabrike i praktično utvrdilo smernice za dalje aktivnosti na smanjivanju potrošnje vode.

### 3.3. Sprovedene aktivnosti

Kao rezultat prethodnih merenja i analiza, zaključeno je da je daleko najveći potrošač vode katoforeza (hlađenje rastvora). Projektovano rešenje za hlađenje nije zadovoljavajuće iz više razloga. Ovaj problem je rešen pravljenjem novog cirkulacionog sistema koji koristi jednu od jama u „ESKI“ kao privatni rezervoar. Ovim cirkulacionim sistemom ostvaruje se ušteda u potrošnji od oko  $200 \text{ m}^3$  vode. U planu je rekonstrukcija postrojenja za hlađenje vode za letnji period.



Slika 3. Ugrađeni programabilni regulator pritiska vode

Takođe je uočeno da je značajna potrošnja vode u neradnom vremenu kada nema proizvodnje, pa je jedna od mera za uštedu vode svakako ugradnja programabilnog regulatora pritiska (slika 3), koji bi u neradnom vremenu održavao pritisak od 3 bar i time značajno smanjio i potrošnju i trošak za održavanje instalacija. Ova aktivnost je realizovana početkom novembra meseca 2005. godine. Samo zahvaljujući ugradnji regulatora pritiska ostvarena je ušteda od 45 %. Pritisak vode je smanjen sa ulaznih 7,5 bar na 3,5 bar u radnom vremenu, odnosno na 3 bar u neradnom vremenu.

Takođe je sprovedena akcija saniranja gubitaka vode u sanitarnim čvorovima u celoj fabrići, čime se ustvarila ušeda od dodatnih 3 % potrošnje vode.

Nakon sprovedenih akcija došlo je do značajnih ušeda vode. Kao što je već rečeno, potrošnja vode na dnevnom nivou je iznosila oko  $2200 \text{ m}^3$ . Sada je potrošnja vode na dnevnom nivou od  $800\text{-}900 \text{ m}^3$ . Prostora za dalju uštedu još uvek ima i u narednom periodu, sve će se preduzeti da se potrošnja vode još više smanji.

### 3.4. Aktivnosti koje treba sprovesti u narednom periodu

Nakon završetka ovih poslova potrebno je rešiti problem trošenja vode na probi na kišu u pogonu Finalizacija (mali cirkulacioni sistem) kao i rešenje vode u pogonu galvanizacija u objektu "A" (u startu smanjiti protok vode za inspiranje do granice koja je definisana tehnološkim procesom, a zatim i neko trajnije rešenje).

Jedna od mera koja neće direktno uticati na smanjenje potrošnje vode ali će svakako omogućiti preciznije definisanje lokacija curenja i disciplinovanje i racionalnije korišćenje ovog energenta je i ugradnja vodomera po celinama. Predviđena je ugradnja 15 vodomera različitih dimenzija na više lokacija u fabriči. Nakon ugradnje vodomera može se uvesti strogo kontrolisanje trošenja vode po celinama i na osnovu toga sistem nagrađivanja i kažnjavanja kao mera za racionalnije korišćenje ovog energenta.

#### 4. Zaključak

I u svetu i kod nas energija je sve skupljia i postaje dragoceni resurs od kojeg zavisi život i razvoj. U radu je prikazano kako se i u velikim sistemima može uz pravilan prilaz i određena merenja doći do pravih zaključaka o nedosznačajnih ušteda. Uz ulaganja koja su bila oko 1.400.000 dinara došlo se do značajnih ušteda. Ulaganja su se vratila za nešto više od mesec dana, što jasno govori da se i relativno velika ulaganja mogu vratiti u veoma kratkom vremenskom periodu uz pravilnu identifikaciju problema, koje je naravno nemoguće bez odgovarajuće instrumentacije za dijagnostiku i pravilnu postavku problema.

#### Literatura

1. Consolidated Environmental Management, Toyota Environmental & Social Report 2003, 2003.
2. Interna dokumentacija pogona ostalog održavanja, PJ "Održavanje" – "Zastava Automobili" a.d., Kragujevac, 2001. - 2005. god.
3. Servisno uputstvo prenosnog ultrazvučnog merača protoka Dynasonics, 2004. god.
4. Izveštaj o merenju potrošnje vode u "Zastava Automobili" a.d., u okviru projekta „Povećanje energetske efikasnosti postrojenja za lakiranje školjki putničkog automobila“, Kragujevac, 2005. god.

#### A b s t r a c t

#### CONSUMPTION OF WATER IN BIG COMPANIES – EXAMPLE OF "ZASTAVA CAR" FACTORY

Production and distribution of energy and fluids has been founded at 60<sup>th</sup> of last century for industrial zone in Kragujevac as unique energy system called ~~Zastava Energetika~~. This factory was enhanced in transformation and distribution of electric power, production and distribution of hot water for technology and heating, steam, compressed air, demineralised water, and distribution of water.

The financial costs of water consumption in "Zastava Car" factory was 11.2% of total energy costs (last year consumption of water was 712.950 m<sup>3</sup>, ~~that~~ is approximately 37 million dinars converted to actual price of water). At the end of 2001, "Zastava Car" factory made the contract with the public municipality ~~company~~ "Vodovod i kanalizacija" that produce water for the city of Kragujevac. Until that moment, "Zastava Car" was paying bills to "Zastava Energetika" for water consumption. The price was 30% higher than the real price because it included ~~the~~ price for maintenance of main pipe installation. This was the first step in saving ~~financial~~ resources for water consumption. After this activity, many actions in saving ~~water~~ were initiated, so the unit consumption of water was reduced by almost 50 %. ~~but the~~ unit consumption is still high. Project "Increasing the energy efficiency of Zastava Car paint shop", financed by the Government of Republic of Serbia – Department for science and life environment, included the task for identification of locations where the ~~highest~~ consumption of water occurs. The task included:

1. Auditing of actual water distribution system and defining appropriate locations for measurement;
2. Measurement of water consumption at defined locations;
3. Reporting which includes proposing of measurements for decreasing of water consumption.

Audit of actual situation showed locations with highest water consumption and practically defined some further actions for reducing the water consumption. Only two months was enough to obtain the reduction of water consumption for added 40.5%.