

SVEUČILIŠTE J.J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR - SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

uz potporu Ministarstva znanosti, obrazovanja i športa  
Trg hrvatskih velikana 6, Zagreb

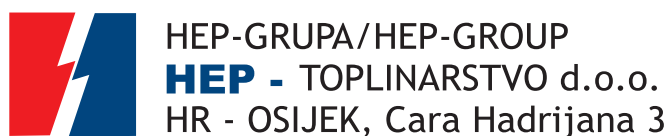
## 7. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI *7<sup>th</sup> NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE*

### ZBORNIK RADOVA PROCEEDINGS

2009./2010. akademska godina u kojoj  
Sveučilište J.J. Strossmayera u Osijeku  
obilježava 35 godina od osnivanja



U suradnji s / in cooperation with



HR - OSIJEK, Poljski put 1



HRVATSKOM KOMOROM  
INŽENJERA STROJARSTVA  
CROATIAN CHAMBER OF  
MECHANICAL ENGINEERS

OSIJEK, 21.-24.10.2009.

## VODITELJI KONFERENCIJE:

Zlatko TONKOVIĆ, HEP-Plin d.o.o., Osijek

Pero RAOS, Strojarški fakultet u Slavanskom Brodu, Slavonski Brod

## POČASNI ODBOR:

Leo BEGOVIĆ, Predsjednik Uprave HEP-a d.d.

Gordana KRALIK, Rektorica Sveučilišta J.J.Strossmayera u Osijeku

Božo UDOVIČIĆ, Akademik

Nikola LIOVIĆ, Direktor HEP-PLIN-a d.o.o. Osijek

Ivan SAMARDŽIĆ, Prorektor Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku

Luka ČARAPOVIĆ, Predsjednik Hrvatske komore inženjera stroj.

HNK u Osijeku



## PROGRAMSKI ODBOR:

Dražan KOZAK, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku, predsjednik

Antun GALOVIĆ, FSB\*\*, Sveučilište u Zagrebu

Emil HNATKO, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Ivica KLADARIĆ, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Ivica MIHALJEVIĆ, HEP-TOPLINARSTVO d.o.o., Osijek

Ljubo NOVOSELIĆ, VODOVOD-OSIJEK d.o.o., Osijek

Branimir PAVKOVIĆ, Tehnički fakultet u Rijeci

Pero RAOS, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Antun STOIĆ, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Tomislav ŠARIĆ, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Marijo ŠAVAR, FSB\*\*, Sveučilište u Zagrebu

Mladen ŠERCER, FSB\*\*, Sveučilište u Zagrebu

Zlatko TONKOVIĆ, HEP-PLIN d.o.o., Osijek

Zdravko VIRAG, FSB\*\*, Sveučilište u Zagrebu

Marija ŽIVIĆ, SFSB\*, Sveučilište u Osijeku

Strojarški fakultet u Slavanskom Brodu



\*SFSB - Strojarški fakultet u Slavanskom Brodu

\*\*FSB - Fakultet strojarstva i brodogradnje

## ORGANIZACIJSKI ODBOR:

Marija SOMOLANJI, HEP-PLIN d.o.o. Osijek, predsjednica

Štefanija KLARIĆ, SFSB, Sveučilište u Osijeku

Bojan LAZAR, VODOVOD-OSIJEK d.o.o., Osijek

Zlatko MARKOVIĆ, HEP-TOPLINARSTVO d.o.o., Osijek


Josip STOJŠIĆ, SFSB, Sveučilište u Osijeku




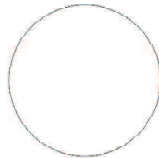
SLAVONSKA BANKA



ISBN: 978-953-6048-50-2

 HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
**HEP - PLIN** d.o.o.  
HR - OSIJEK, Cara Hadrijana 7

 SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU  
STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR - SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2



**7. SKUP O PRIRODNOM PLINU,  
TOPLINI I VODI**

ISBN  
978-953-6048-50-2

7. Skup o prirodnom plinu, toplini i vodi;

Organizatori:

HEP-Plin d.o.o. i Strojarski fakultet u Slavonском Brodu;

Izdavač:

Strojarski fakultet u Slavonском Brodu;

**PROGRAM 7. SKUPA O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI**  
**7<sup>th</sup> NATURAL GAS, HEAT AND WATER CONFERENCE PROGRAMME**

**SRIJEDA / WEDNESDAY / 21.10.2009.**

18.00 – 19.00	<b>Registracija sudionika / Registration</b>
19.00 - 20.00	<b>Koktel dobrodošlice / Greeting Cocktail</b>
20.00	<b>Predstava "Šokica" / Play "Šokica"</b>

**ČETVRTAK / THURSDAY / 22.10.2009.**

8.00 – 9.50	<b>Registracija sudionika / Registration</b>
10.00	<b>Uvodna riječ voditeljâ Skupa / Foreword</b> <b>- Prof.dr.sc. Pero Raos</b>
	<b>Svečano otvaranje Skupa / Opening</b> <b>- Prof.dr.sc.dr.h.c. Gordana Kralik</b> – rektorica Sveučilišta J.J.Strossmayera u Osijeku <b>- Prof.dr.sc. Ivan Samardžić</b> – dosadašnji dekan Strojarskog fakulteta u Slavonском Brodu i prorektor za znanost Sveučilišta J.J. Strossmayera u Osijeku <b>- Nikola Liović, dipl.iur.</b> – direktor HEP-Plin-a d.o.o. <b>- Nataša Vujec, dipl. ing.</b> – ispred predsjednika Uprave HEP-a d.d. Lea Begovića
10.15	<b>Akademik, Božo Udovičić:</b> Pogledi na korištenje obnovljivih izvora energije <i>Views on Using Renewable Energy Sources</i>
10.30	<b>Miljenko Šunić:</b> Plinsko gospodarstvo i buduće globalne energetske promjene <i>Gas Industry and Future Global Energy Changes</i>
10.45	<b>Eraldo Banovac, Darko Pavlović, Dubravka Štefanec:</b> Metodologija utvrđivanja naknade za priključenje na plinsku mrežu <i>Methodology for Determining the Fee for Connection to the Gas Network</i>
11.00	<b>Rudolf Scitovski, Kristijan Sabo, Ivan Vazler:</b> Matematički modeli za procjenu potrošnje prirodnog plina <i>Mathematical Models in Predicting Natural Gas Consumption</i>
11.15 – 11.30	<b>Pauza / Break</b>
11.30	<b>Michael Bückler, Aida Bučo-Smajić:</b> Menadžment tehničke sigurnosti <i>Management of Technical Security</i>
11.45	<b>Franci Pusavec, Antun Stoić, Janez Kopač:</b> Tehnički doprinos tekućeg dušika u procesima strojne obrade <i>Technical Contribution of Liquid Nitrogen in Machining Processes</i>
12.00	<b>Zlatko Tonković, Marijana Zekić-Sušac, Marija Somolanji:</b> Neuronske mreže za predviđanje satne potrošnje prirodnog plina <i>Neural Networks for Predicting Hourly Natural Gas Consumption</i>
12.15	<b>Ivica Mihaljević:</b> Revitalizacija daljinskog sustava grijanja u gradu Osijeku iz kredita Svjetske banke <i>Remote Heat System Revitalisation by World Bank Credit in the City of Osijek</i>
12.30 – 12.45	<b>Pauza / Break</b>
12.45	<b>Ilija Radeljić, Petar Ferić:</b> Povećanje sigurnosti plinoopskrbne mreže - "GAS-stop" ventil i "RobustPipe" <i>Increasing Security of Gas Infrastructure - «GAS-stop» Shut-off Valve and «Robust pipe»</i>
13.00	<b>Zvonimir Kolumbić, Stjepan Aračić, Ivan Samardžić:</b> Zaštita od korozije u toplim pitkim vodama <i>Corrosion Protection in Warm Potable Waters</i>
13.15	<b>Ibrahim Karahodžić, Mehmed Jugović:</b> Postupci za otkrivanje, tretiranje i sprječavanje izbočina na gasovodima visokog pritiska <i>Procedures in Detection, Treatment and Prevention of Prominence in High Pressure Gas Pipelines</i>
13.30	<b>Dražen Hubak:</b> Farma bioplina Ivankovo 6 minutni prilog o Güssingu, energetska neovisna općina u Austriji, objavljen u Euromagazinu <i>Biogas Farm Ivankovo</i> <i>6 minute movie about Güssing, energetic independent district in Austria</i>
13.45-14.05	<b>Poster sekcija / Poster section</b>
14.05-15.05	<b>Ručak / Lunch</b>
17.00	<b>Polazak u Karanac / Getting off to Karanac</b>

---

**PETAK / FRIDAY / 23.10.2009.**

<b>8.00 – 8.50</b>	<b>Registracija sudionika / Registration</b>
<b>9.00</b>	<b>Antun Galović, Zdravko Virag, Marija Živić:</b> Analiza adijabatske temperature pri potpunom izgaranju parafinskih zasićenih ugljikovodika $C_nH_{2n+2}$ <i>Adiabatic Temperature Analysis in Complete Combustion of Paraffin Saturated Hydrocarbons <math>C_nH_{2n+2}</math></i>
<b>9.15</b>	<b>Tomislav Grizelj:</b> Tehnologija automatizacije <i>Automatization technology</i>
<b>9.30</b>	<b>István Gyermán:</b> Iskustva mađarskih distributera u nominaciji prirodnog plina <i>Hungarian Experiences in Natural Gas Nomination</i>
<b>9.45</b>	<b>Alma Mehičić:</b> Mjerenje i analiza dimnih plinova <i>Measuring and Analyses of Smoked Gases</i>
<b>10.00-10.15</b>	<b>Pauza / Break</b>
<b>10.15</b>	<b>Dražan Kozak, Zlatko Marković, Tomislav Baškarić:</b> Procjena cjelovitosti vrelvodnih cijevi s korozijskim oštećenjem <i>Integrity Assessment of Hot Water Pipes With Corrosion Defect</i>
<b>10.30</b>	<b>Branislav Tanasić, Ivan Župunski, Nikola Sovrić, Zoran Vučković, Veljko Ostojić, Laza Đurđević, Maca Radujkov:</b> Analiza rezultata učešća u Euramet project No. 1006: Inter-Laboratory comparison of the turbine gas meter G6500 <i>Analysis of Participation Results in Euramet Project No. 1006: Inter-Laboratory Comparison of the Turbine Gas Meter G6500</i>
<b>10.45</b>	<b>Emil Hnatko, Dinko Mikulić, Hari Sertić:</b> Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja <i>Maintenance of Auto Engine With Installed Gas Power Supply System</i>
<b>11.00</b>	<b>Dragutin Sekulić:</b> Zaštita od požara i plinska postrojenja <i>Gas Facilities Fire Protection</i>
<b>11.15-11.30</b>	<b>Pauza / Break</b>
<b>11.30</b>	<b>Milan Fistončić:</b> Primjena plastičnih materijala u izgradnji i rekonstrukciji objekata vodoopskrbe – rekonstrukcija objekta pripreme vode u VIRKOM-u Virovitica <i>Polymer Materials' Application in Construction and Reconstruction of Water Supply Facilities – Recostruction of Facilities for Preparing Water in VIRKOM Virovitica</i>
<b>11.45</b>	<b>Stjepan Pavliša:</b> Primjena mjera sigurnosti za elektrotehničke instalacije niskog napona u sustavima katodne zaštite <i>Appliance of Safety Measures for Low Voltage Electric Installation in Cathodic Protection System</i>
<b>12.00</b>	<b>Božo Madunić, Ivan Vitez:</b> Postupci ispitivanja vrelvoda <i>Procedures for Testing Heat Pipelines</i>
<b>12.15</b>	<b>Poster sekcija / Poster section</b>
<b>12.30</b>	<b>Zatvaranje Skupa / Closing – Pero Raos</b>
<b>12.40-13.40</b>	<b>Ručak / Lunch</b>

---

#### **RADOVI U POSTER SEKCIJI / PAPERS IN POSTER SECTION**

**Bojan Lazar, Darko Dubovicki:**

Postupak prerade vode

*Water Adaptation Procedure***Goran Šimunović, Atila Čizmar:**

Priprema, vrednovanje i praćenje projekata izgradnje distribucijskih plinovoda

*Preparation, Valuation and Monitoring of Gas Pipelines Construction Project***Halima Hadžiahmetović, Ivica Kladarić, Štefanija Klarić:**

Opis magistralnog cjevovoda hidromješavine pepela i šljake

*Technical Description of Slurry Main Pipeline***Zoran Pul, Branko Markovčić:**

Petogodišnji plan razvoja plinovodnog sustava HEP-Plin-a d.o.o.

*Quinquennial Development Plan of HEP-Plin Ltd. 's Gas Distribution System***Damir Jurak, Davor Sladović:**

Miješani plin UNP/zrak – velike mogućnosti

*Propane Air Mixing Systems - Industrial Back-up*



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# PROCJENA CJELOVITOSTI VRELOVODNIH CIJEVI S KOROZIJSKIM OŠTEĆENJEM



## **Prof.dr.sc. Dražan Kozak, dipl.ing.stroj.**

Sveučilište Josipa Juraja Strossmayera u Osijeku, Strojarški fakultet u Slavanskom Brodu,  
Zavod za strojarske konstrukcije, Trg Ivane Brlić-Mažuranić 2, HR-35000 Slavonski Brod  
T: 035 446 188, F: 035 446 446, E: dkozak@sfsb.hr



## **Zlatko Marković, dipl.ing.stroj.**

HEP Toplinarstvo d.o.o., Pogon Osijek, Cara Hadrijana 3, HR-31000 Osijek,  
T: 031 244 724, F: 031 207 139, E: Zlatko.Markovic@hep.hr



## **Tomislav Baškarić, univ. bacc. ing. str.**

Student SFSB, Konstruiranje i razvoj proizvoda,  
T: 098 941 9974, E: Tomislav.Baskaric@gmail.com



# SADRŽAJ

## 1 UVOD

## 2 ANALITIČKI PRORAČUN DOPUŠTENOG TLAKA

## 3 NUMERIČKI PRORAČUN DOPUŠTENOG TLAKA

### 3.1 Materijalni model cijevi

### 3.2 Proračun dopuštenog tlaka

### 3.3 Usporedba rezultata za različite materijalne modele

## 4 SINTAP PROCEDURA

### 4.1 SINTAP procedura nivo 0

#### *4.1.1 Primjena SINTAP procedure za procjenu cjelovitosti cijevi s polueliptičnom pukotinom*

## ZAKLJUČAK

# 1 Uvod

Vrelovodne cijevi nalaze primjenu u toplinarstvu, gdje služe za podzemni prijenos vrele vode u gradskoj distribuciji od toplane do toplinskih stanica u stambenim objektima.

## Karakteristike vrelovodne mreže grada Osijeka:

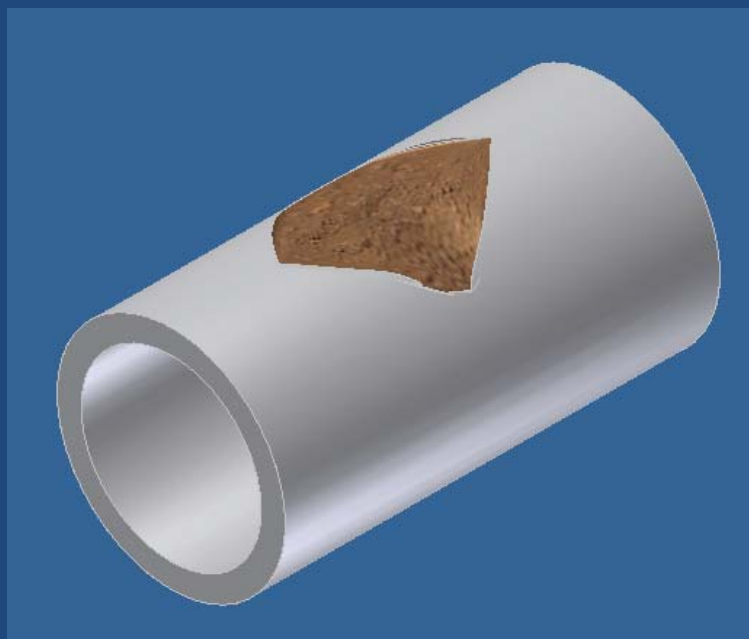
- **TLAKOVI:** 0,8 bar do 13 bar
- **TEMPERATURNI REŽIM:** 140 °C / 70 °C
- **NOMINALNI TLAK:** NP 16 (16 bar)



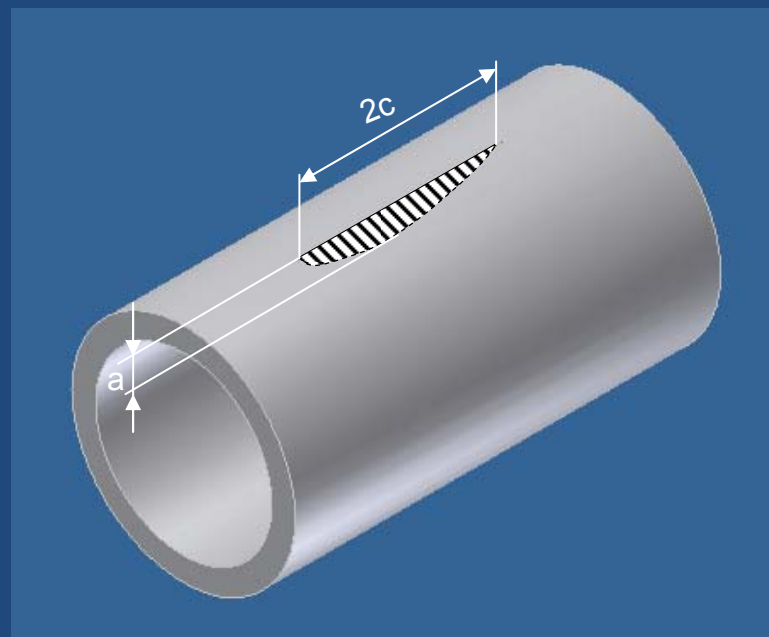
Kako su materijali cijevi najčešće nelegirani kvalitetni čelici koji nisu predviđeni za toplinsku obradu, u eksploataciji su podložni korozijskom djelovanju. Gubitak mase uslijed korozije predstavlja smanjenje nosivog presjeka cijevi na mjestu oštećenja. Stoga je potrebno preračunati dopuštenu vrijednost tlaka takve cijevi, jer ona pada s porastom korozijskog učinka.



# Geometrija oštećenja



Realno (3D) korozivsko oštećenje



Idealizirano (2D) korozivsko oštećenje –  
polueliptična pukotina



## 2 Analitički proračun dopuštenog tlaka

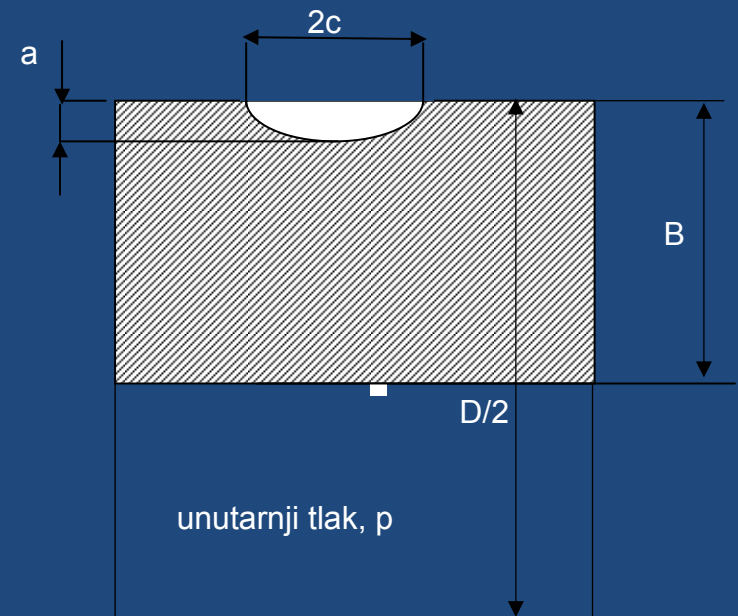
Analitički izračun maksimalnog dopuštenog tlaka je vršen analitički prema podlogama "BASIC ENGINEERING METHODS OF FRACTURE MECHANICS AND FATIGUE" (Autor: Prof. Karl-Heinz Schwalbe).

$$p_y = \frac{\sigma_y B}{r_1} * \frac{1 - \frac{a}{B}}{1 - \frac{a}{M_F B}}$$

$$M_F = 1 + 0,05 \rho^2 \sqrt{12(1 - \nu^2)}$$

$$\rho = \frac{c}{\sqrt{r_1 B}}$$

$\nu$	0,3		Poissonov faktor
$2c$	68	mm	duljina pukotine
$A$	1,5	mm	dubina pukotine
$B$	5	mm	debljina stijenke
$r_2 = D/2$	136,5	mm	vanjski polumjer
$r_1 = (D/2) - B$	131,5	mm	unutarnji polumjer
$p$	1,2	MPa	radni tlak cijevi
$\sigma_Y$	235	MPa	granica tečenja
$2c/a$	45,33		omjer duljine i dubine pukotine
$C$	34		poluduljina pukotine
$\sigma_{hoop}$	32,16	MPa	cirkularno naprezanje u cijevi





Za zadanu geometriju oštećenja:

$a$	1,5	mm
$c$	34	mm
$2c$	68	mm

granični tlak iznosi  $p_y = 8,15$  MPa

### 3 Numerički proračun dopuštenog tlaka

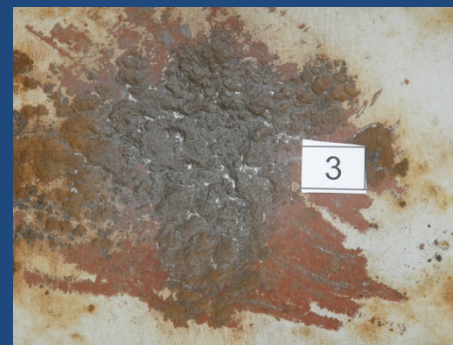
Za numeričko modeliranje korozijskog oštećenja je odabrana stvarna geometrija oštećenja izmjerena na cijevi:

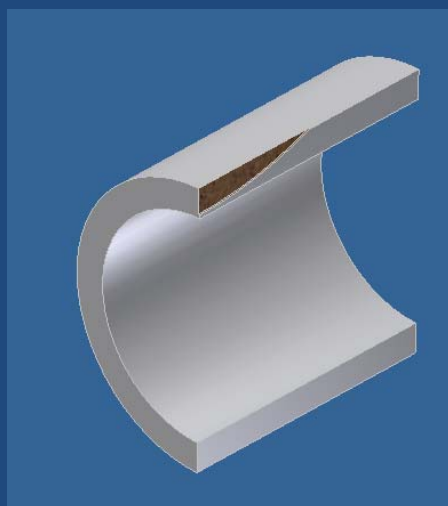
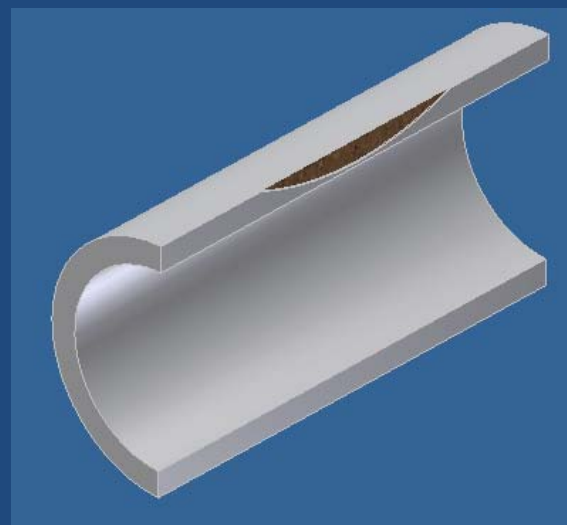
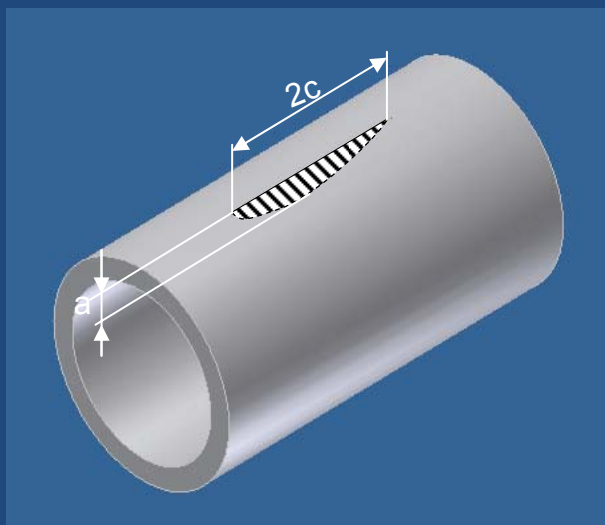
- duljina greške bila je 68 mm, a najveća dubina 1,5 mm.

Kako je korozijsko oštećenje nepravilnog oblika, ono je idealizirano kao polueliptična pukotina.

#### Materijal i dimenzije cijevi:

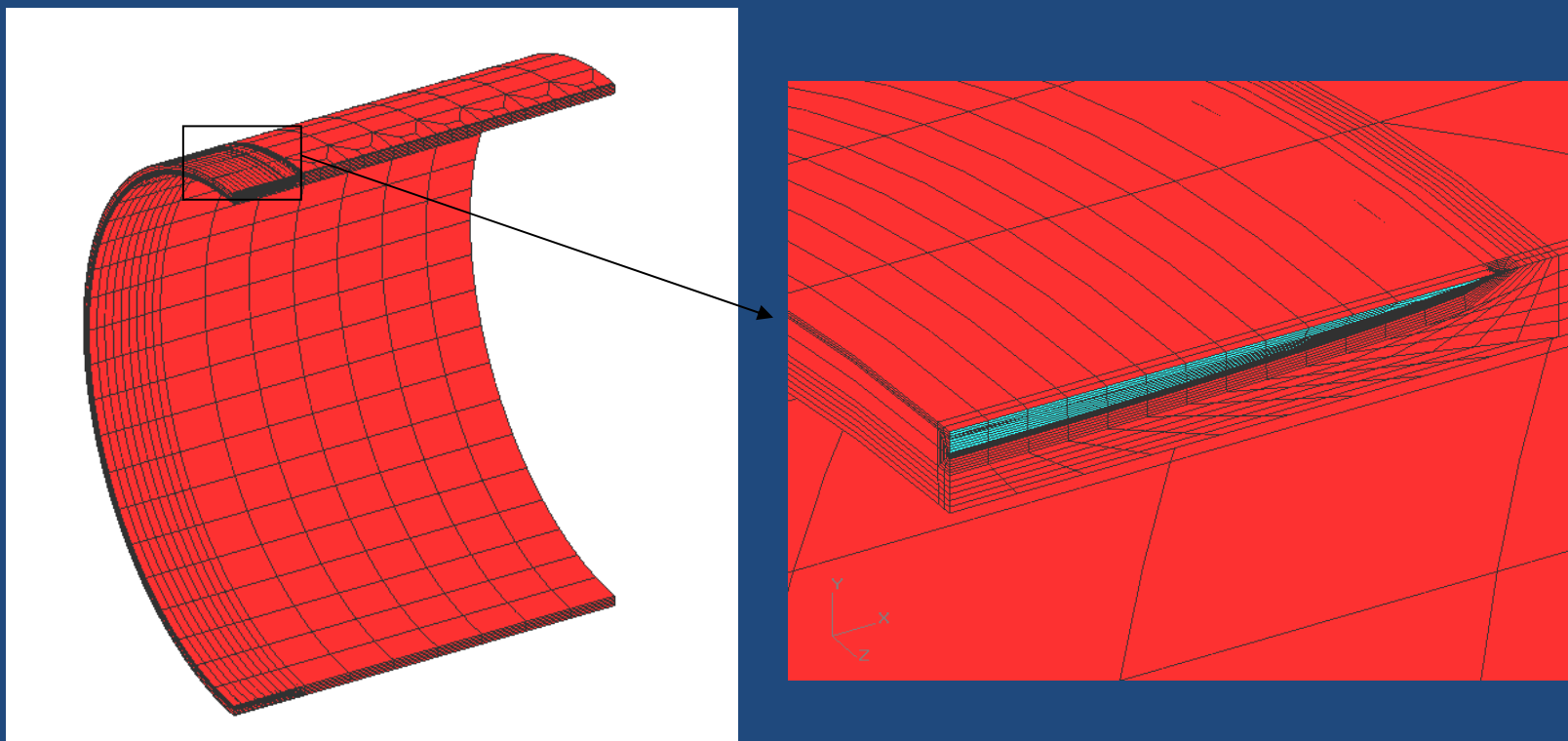
- cijev je nazivnog promjera NO 250 ( $\varnothing 273 \times 5$  mm)
- Izrađena je od nelegiranog kvalitetnog ugljičnog čelika St. 37.0 (prema DIN 1629) s manje od 0,16% C, granice tečenja  $R_{eH} = 235$  MPa, odnosno vlačne čvrstoće  $R_m = 360 \div 440$  MPa i istezljivosti  $A_5 \geq 25\%$ .





Zbog dvostruke simetrije za numerički proračun je modelirana samo 1/4 cijevi.

Za modeliranje pukotine korišten je program FEA Crack.

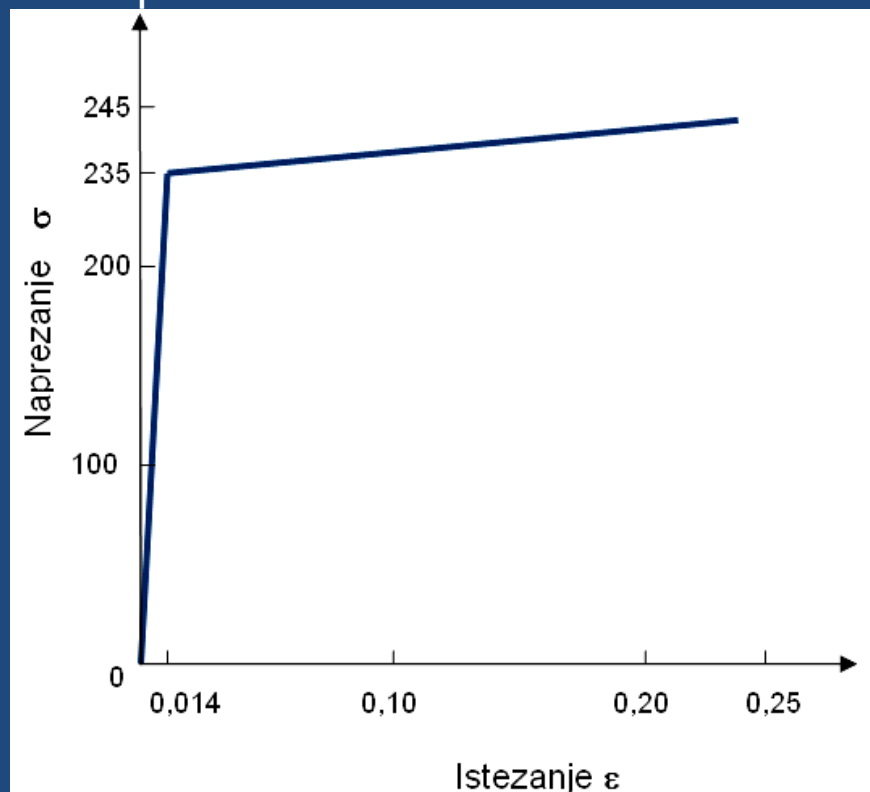


- S obzirom na prisutnu simetriju, konačnim elementima je modelirana samo 1/4 cijevi
- U MKE analizi korišten je 20-čvorni prostorni izoparametrijski element *SOLID 95*

## 3.1 Materijalni model cijevi

U numeričkom proračunu je vršena elasto-plastična analiza.

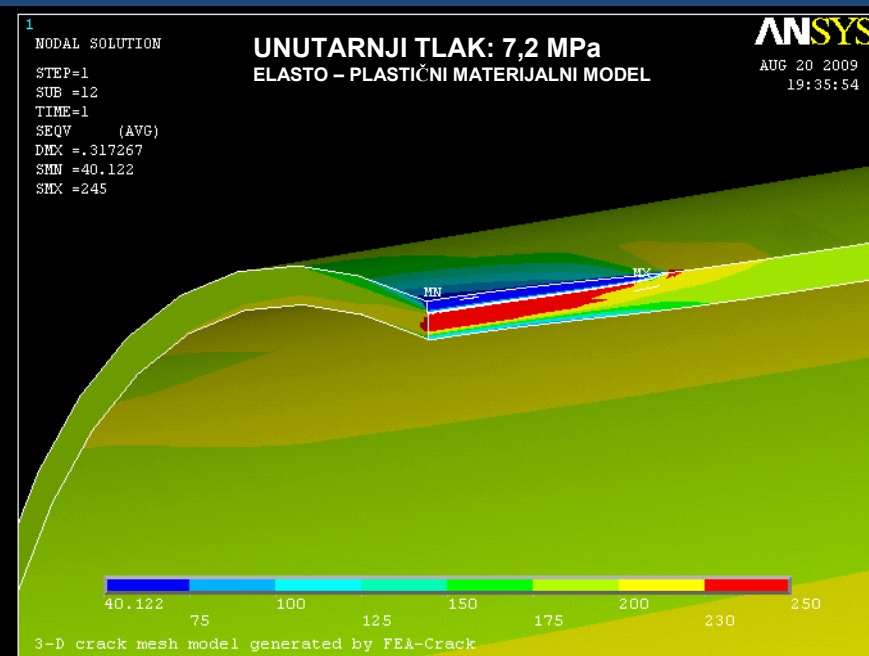
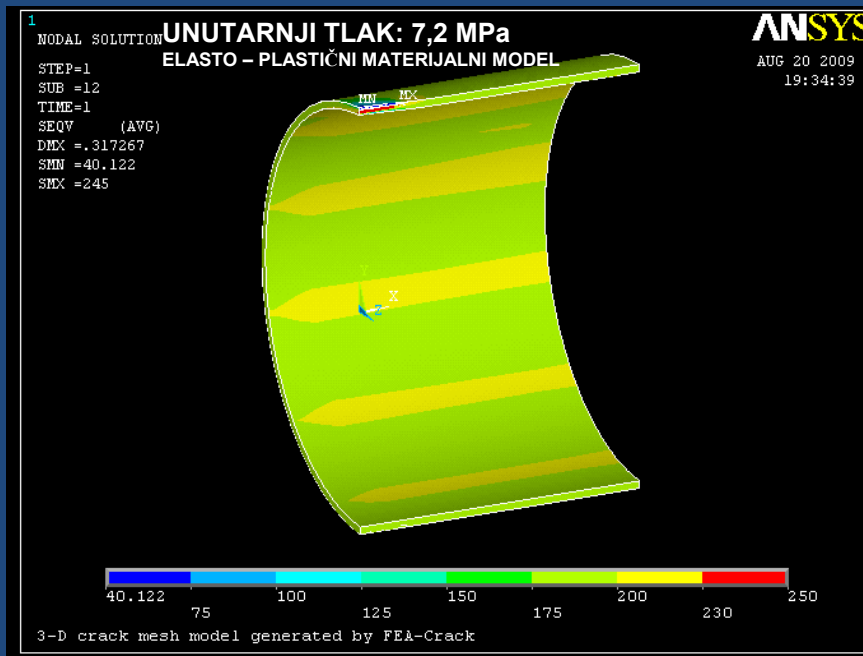
Stvarni dijagram naprezanje-istezanje je idealiziran te je materijal definiran kao linearno-elastičan i gotovo idealno-plastičan.





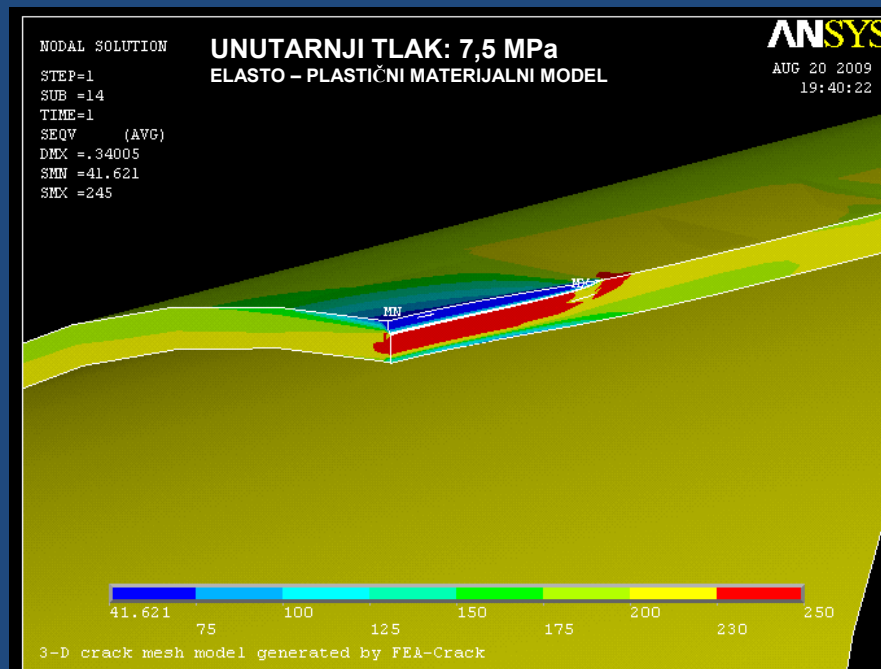
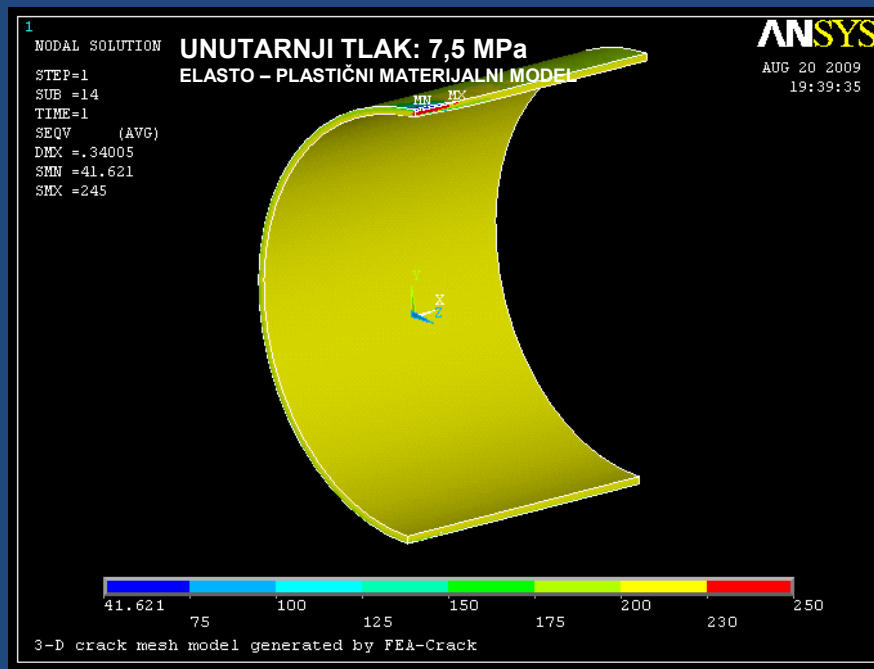
## 3.2 Proračun dopuštenog tlaka

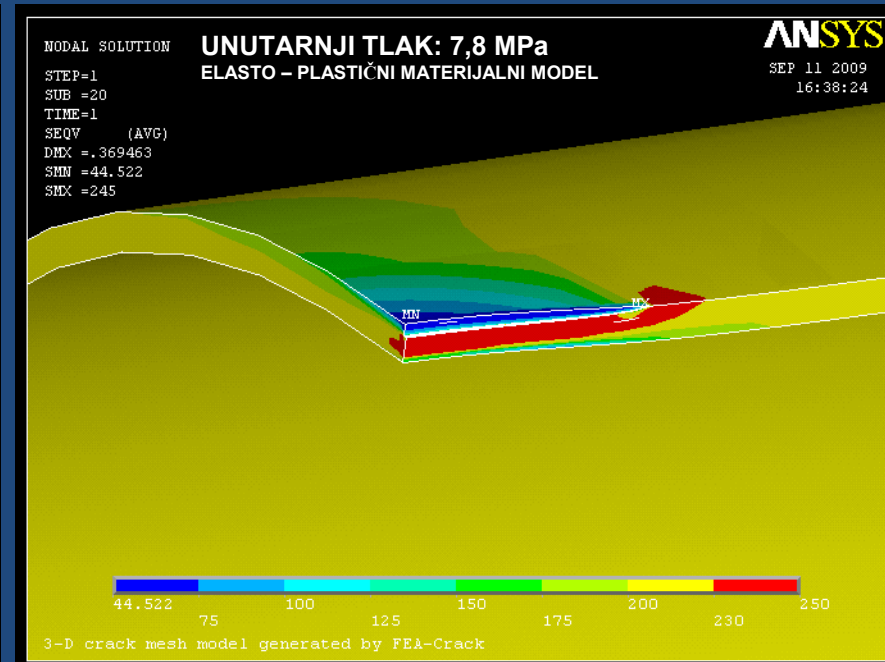
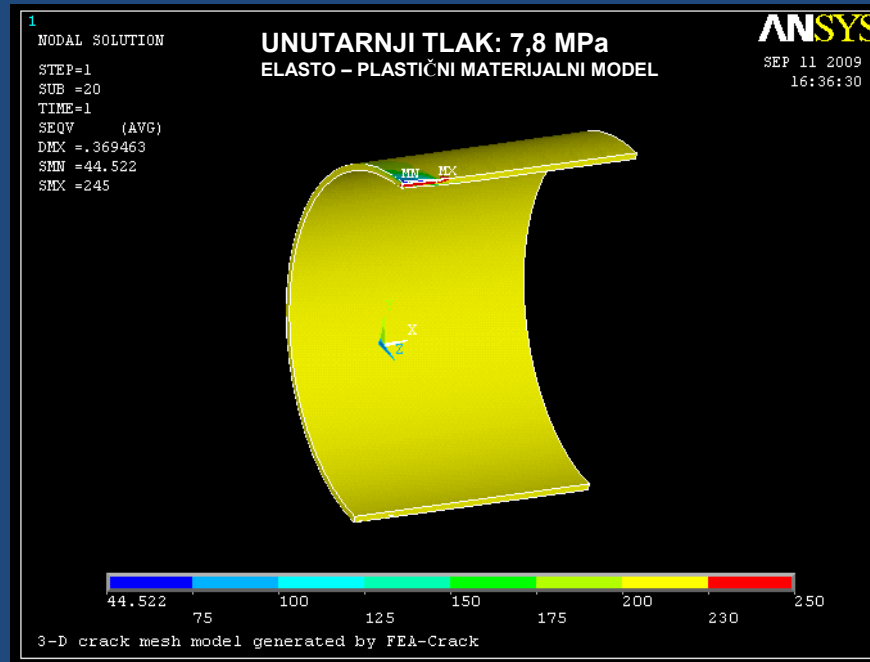
Numerički proračun cijevi je vršen za nekoliko različitih tlakova te je promatrano područje cijevi u kojem dolazi do plastičnih deformacija, odnosno u kojem naprezanje prelazi 235 MPa, što predstavlja granicu tečenja materijala cijevi.

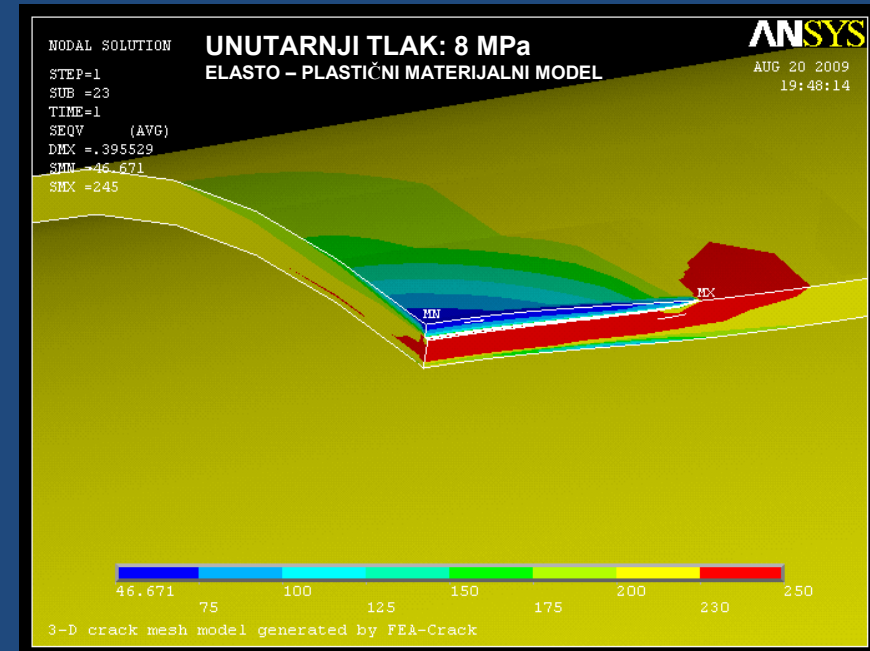
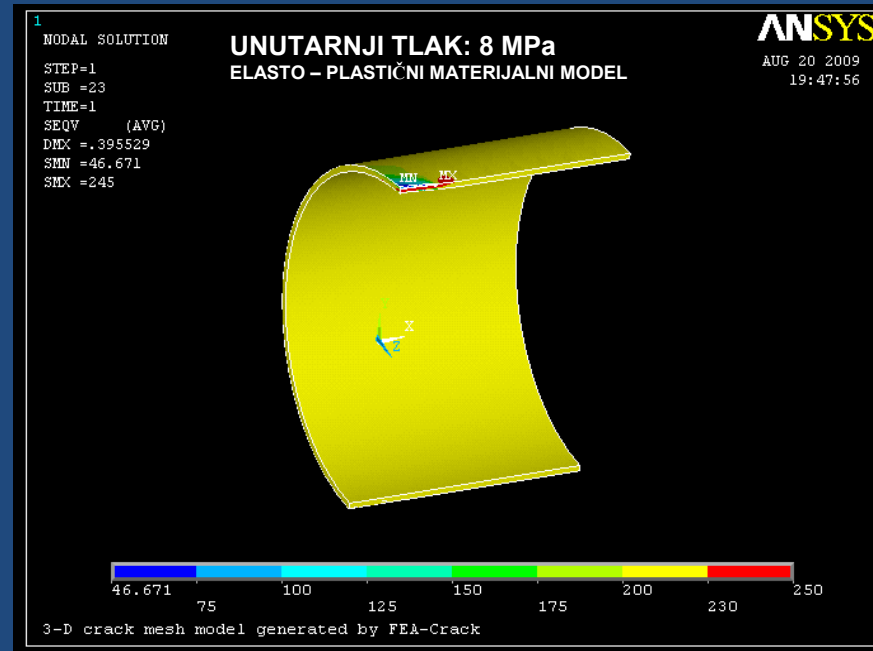


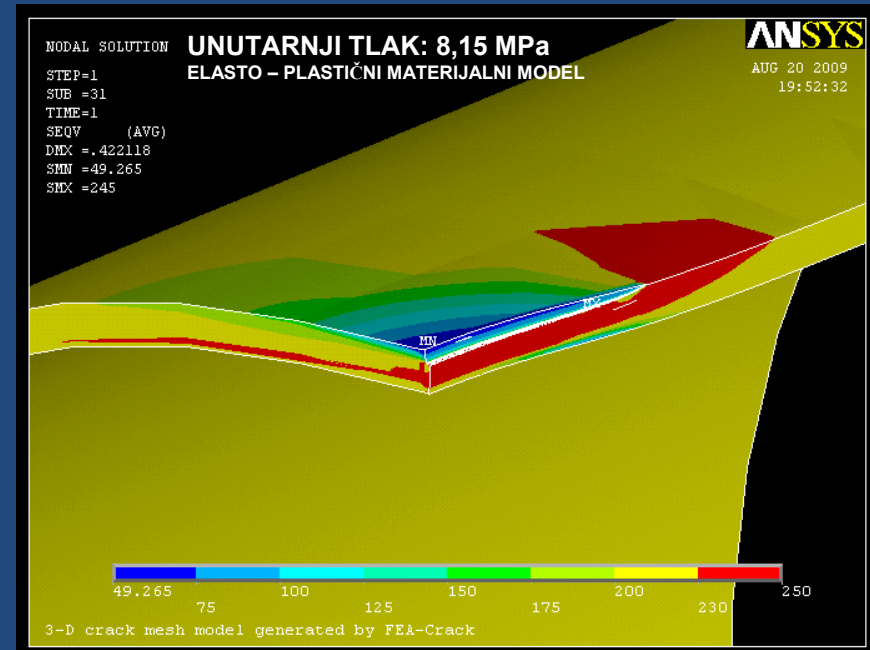
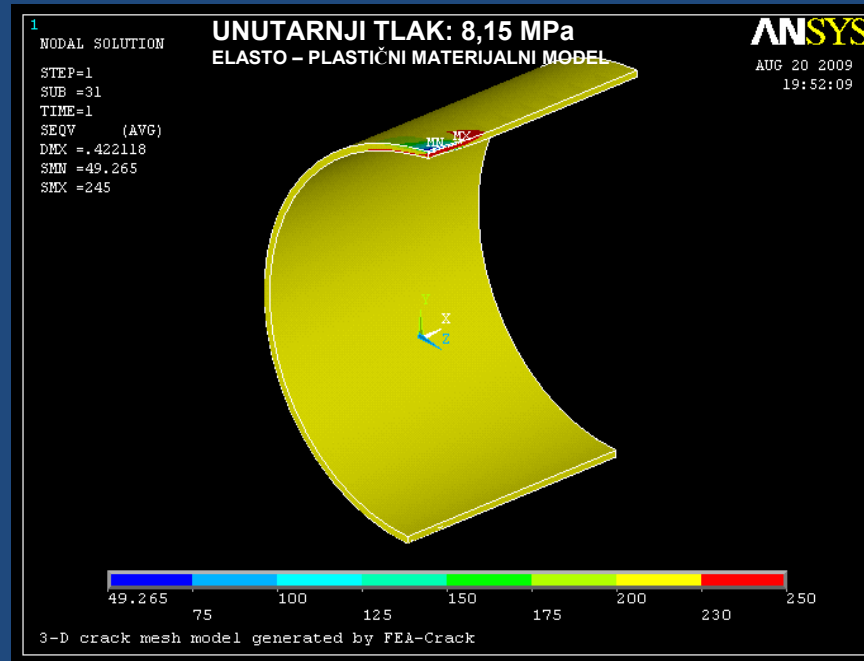


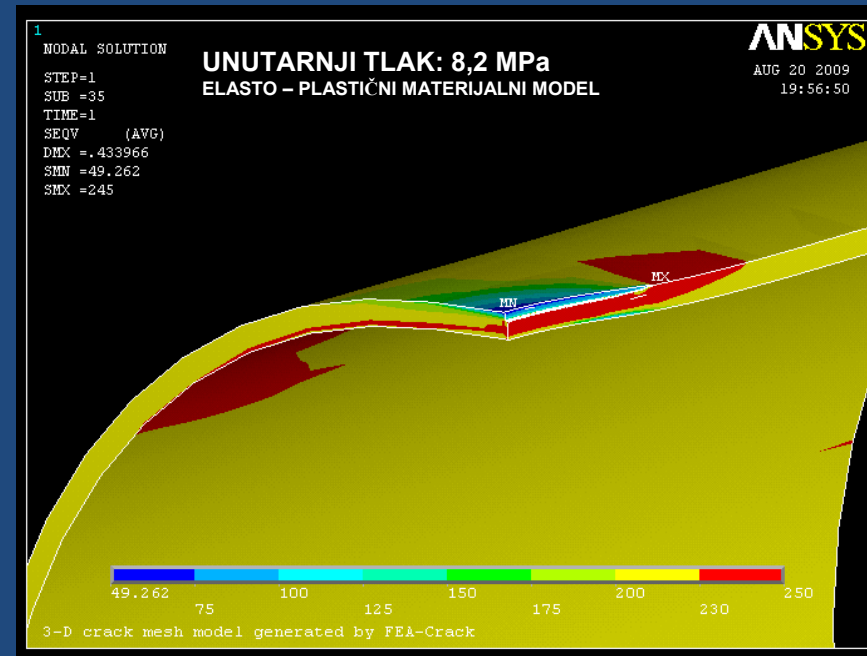
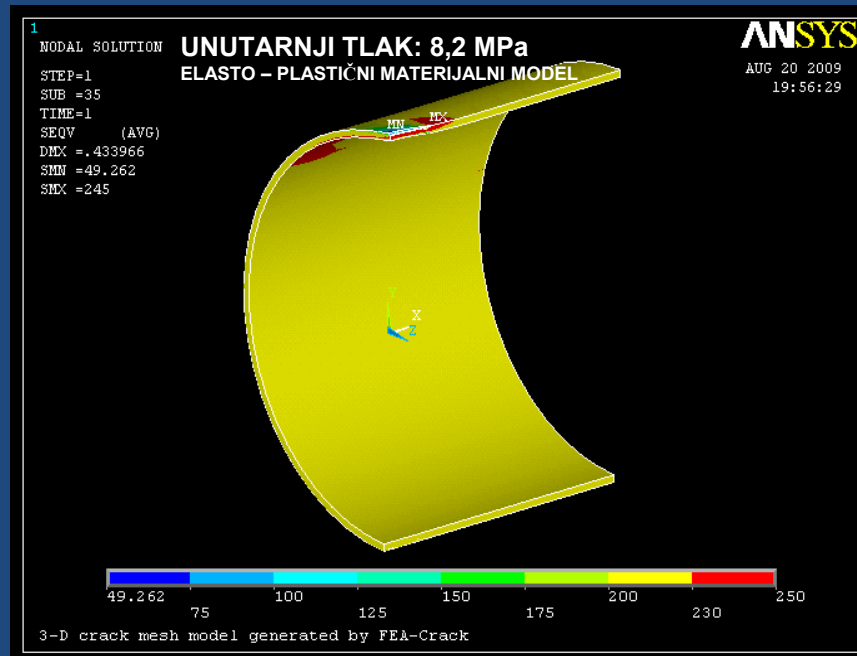
Na slikama je jasno vidljivo kako se područje prikazano crvenom bojom proširuje s povećanjem unutarnjeg tlaka u cijevi. Crvenom bojom je prikazano područje u kojemu naprezanja prelaze 235 MPa, odnosno granicu tečenja materijala.











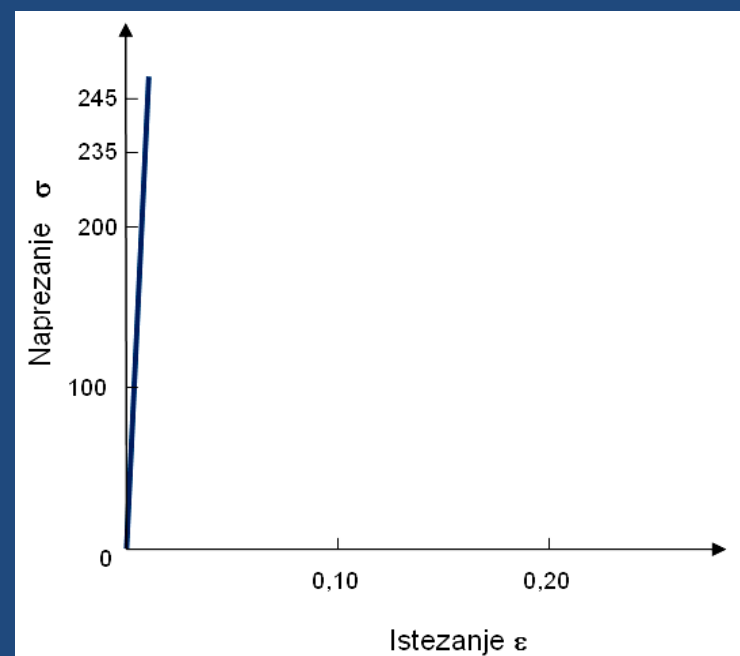
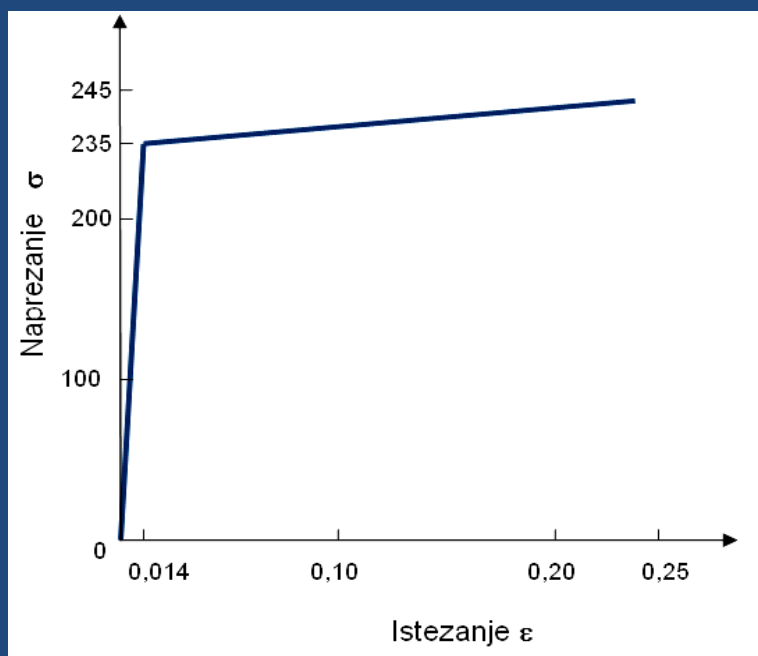
Naprežanje iznad granice tečenja zauzima cijeli ligament ispred fronte pukotine što znači da se preostala stjenka cijevi ispod pukotine plastično deformira i dolazi do plastičnog kolapsa cijevi pri tlaku od 8,2 MPa.

Ovaj rezultat je gotovo jednak prethodno analitički izračunatom tlaku.

### 3.3 Usporedba rezultata za različite materijalne modele

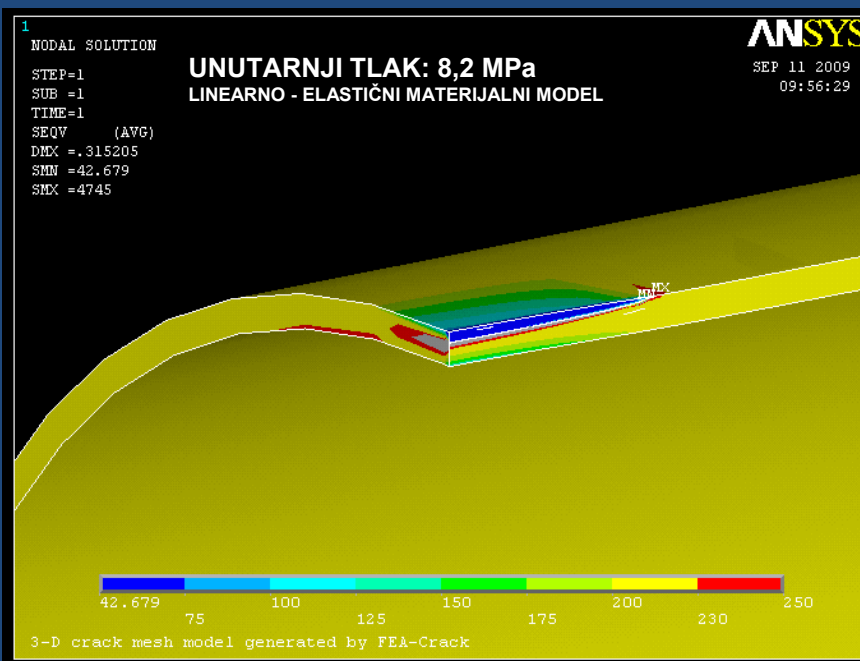
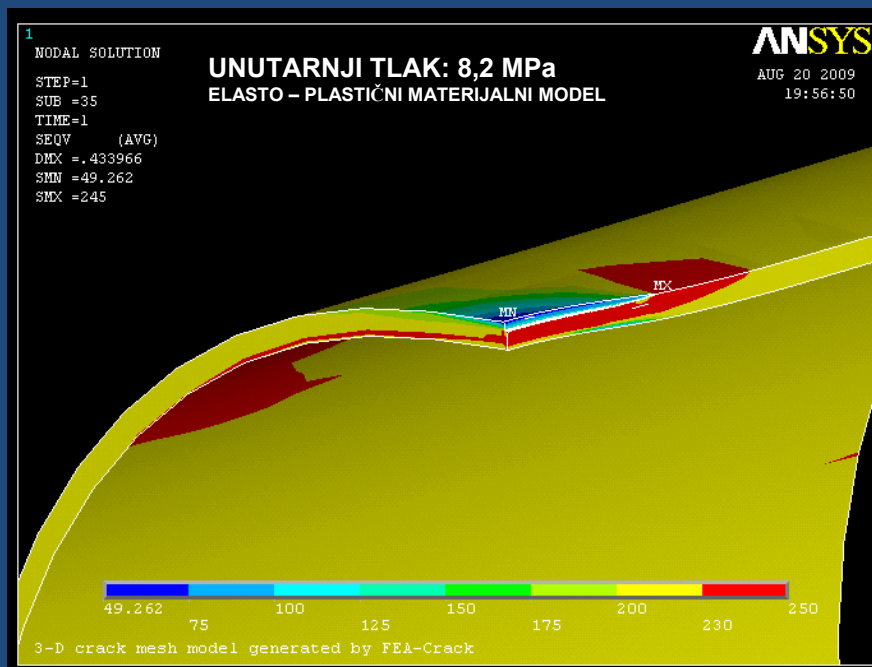
Kako bi se prikazala važnost materijalnog modela kao ulaznog parametra za proračun konačnim elementima, izvršen je izračun iste geometrije cijevi opterećene prethodno određenim tlakom plastičnog kolapsa (8,2 MPa).

Materijal za ovaj izračun je zadan kao linearno elastičan, s modulom elastičnosti  $E = 206$  GPa i Poissonovim faktorom  $\nu=0,3$ .





Uočava se da su vrijednosti maksimalnog naprezanja za linearno-elastični model daleko veće ( $\sigma_{eq}^{max} = 4745$  MPa!) nego kod elasto-plastičnog materijalnog modela. Isto tako ispada da model pokazuje veću krutost, jer za tlak plastičnog kolapsa ne pokazuje da je nastupilo tečenje materijala kroz cijeli preostali ligament.





## 4 SINTAP procedura

SINTAP (Structural INTEgrity Assessment Procedure for European Industry) je procedura procjene cjelovitosti konstrukcija. Postoji nekoliko razina SINTAP procedure. Nivo SINTAP procedure koji će se primijeniti ovisi o tome koliko je ulaznih parametara o materijalu poznato. S manje poznatih ulaznih parametara upotrebljava se niža razina SINTAP procedure te se dobivaju konzervativnija rješenja.

Kako je za materijal cijevi poznata samo granica tečenja i red udarne žilavosti SINTAP procedura će se raditi na najnižem (nultom) nivou.

Krivulja za ocjenu prihvatljivosti greške za materijale bez izražene granice tečenja (varijanta 0B) je opisana s funkcijom:

$$f(L_r) = \left[ 1 + \frac{1}{2} \cdot L_r^2 \right]^{-\frac{1}{2}} \cdot [0,3 + 0,7 \exp(-0,6L_r^6)] \quad \text{za} \quad 0 \leq L_r \leq L_r^{\max}$$

Gornja granica opterećenja iznosi:

$$L_r^{\max} = 1 + \left[ \frac{150}{R_{p0,2}} \right]^{2,5}, \quad \text{gdje je } R_{p0,2} \text{ [MPa]}$$





koja se temelji na vrijednosti  $L_r$  za plastičan kolaps:

$$L_r^{\max} = \frac{\sigma_f}{\sigma_Y} \quad \sigma_f = \frac{1}{2} \cdot (\sigma_Y + R_m)$$

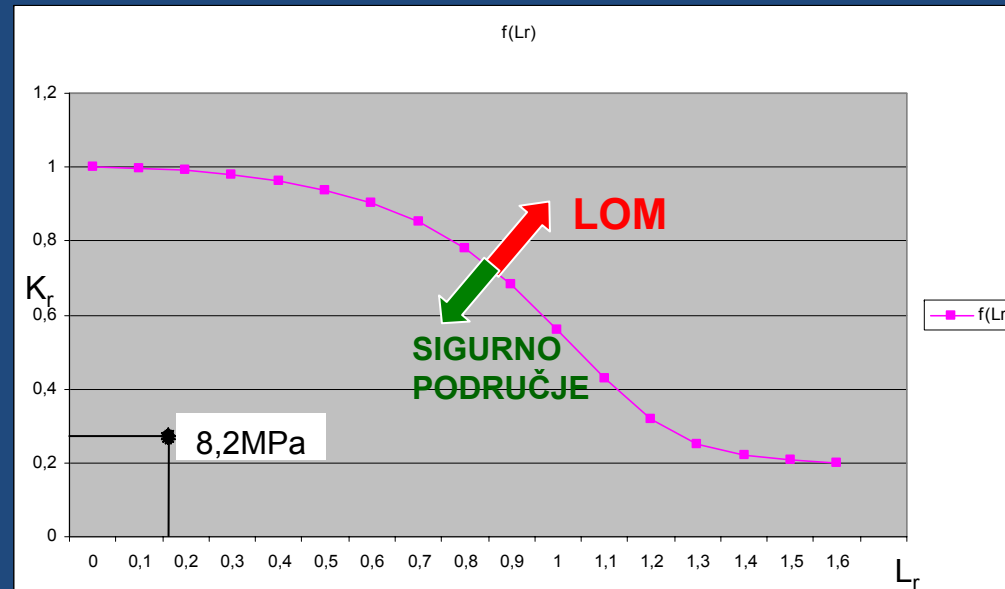
pri čemu je omjer  $\sigma_Y / R_m$  ( $\sigma_Y = R_{p0,2}$ ) opisan iskustveno za veliki broj čelika, uz pomoć jednadžbe:

$$\frac{R_{p0,2}}{R_m} = \frac{1}{\left[1 + 2 \left(\frac{150}{R_{p0,2}}\right)^{2,5}\right]} \quad \text{gdje je } R_{p0,2} \text{ [MPa]}$$

Prema izrazu:

$$f(L_r) = \left[1 + \frac{1}{2} \cdot L_r^2\right]^{-\frac{1}{2}} \cdot [0,3 + 0,7 \exp(-0,6L_r^6)] \quad \text{za } 0 \leq L_r \leq L_r^{\max}$$

nacrtao je FAD (*Failure Assessment Diagram*) dijagram:



U dijagram je unesena točka s koordinatama ( $L_r$ ,  $K_r$ ):

$$L_r = \frac{p}{p_y} = \frac{1,3}{8,2} = 0,158$$

$$K_r = \frac{K_I}{K_{mat}} = \frac{708}{2635} = 0,27$$

koja odgovara vrijednostima dobivenim za cijev s polueliptičnom pukotinom opterećenu radnim tlakom.

Iz dijagrama je vidljivo da se dobivena točka nalazi daleko ispod krivulje  $f(L_r)$  na kojoj nastupa lom konstrukcije te nema opasnosti od loma konstrukcije za cijev s polueliptičnom pukotinom duljine 68 mm i dubine 1,5 mm pri radnom tlaku od 1,3 MPa.



# ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bio numerički izračun kritičnog, odnosno dopuštenog tlaka cjevovoda  $\emptyset$  273 x 5 mm, uz izmjerenu geometriju korozijskog oštećenja nađenu u eksploataciji vrelovodnog sustava Grada Osijeka.

**Za duljinu oštećenja od 68 mm i dubinu 1,5 mm, tlak pri kojem dolazi do plastičnog kolapsa cijevi iznosi 8,2 MPa.** Ovaj izračun je napravljen s elasto-plastičnim materijalnim modelom te je dana usporedba tih rezultata s rezultatima za linearno-elastični materijalni model koji značajno odstupa od realnih rezultata.

Za ocjenu cjelovitosti konstrukcije, odnosno procjenu opasnosti nastanka loma cijevi primijenjena je SINTAP procedura razine 0.

Kako tlak koji se javlja u cjevovodu ne prelazi 1,3 MPa **nema opasnosti od plastičnog kolapsa cijevi s takvim oštećenjem u eksploataciji te se one mogu i dalje koristiti.** Takav rezultat je dokazan SINTAP procedurom, uz pomoć FAD dijagrama.



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# HVALA NA PAŽNJI!

## METODOLOGIJA UTVRĐIVANJA NAKNADE ZA PRIKLJUČENJE NA PLINSKU MREŽU

Eraldo Banovac, Darko Pavlović, Dubravka Štefanec  
Hrvatska energetska regulatorna agencija  
ZAGREB

### Sažetak

U radu su predočeni tehničko-ekonomski čimbenici od značaja za određivanje pristupa problematici plinskog priključka. Zakon o energiji (NN br. 68/01, 177/04, 76/07 i 152/08) određuje da Hrvatska energetska regulatorna agencija propisuje metodologiju utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage postojećih proizvođača i kupaca putem Pravilnika. Predmetni Pravilnik treba donijeti u roku od šest mjeseci od dana stupanja na snagu Općih uvjeta za opskrbu prirodnim plinom. Postupak pripreme Pravilnika treba započeti s analizom postojećeg stanja koje obilježava velika diversifikacija u djelatnosti distribucije plina, budući da postoji 38 distributera plina u Republici Hrvatskoj, od kojih mnogi imaju vrlo specifičan način obračuna troškova izgradnje priključka. Potrebno je izvršiti tipizaciju priključaka, uzevši u obzir tlakove u mrežama i kapacitete mjerno-regulacijskih setova. Metodologija obračuna troškova treba biti razvidna za svaki tip priključka i sukladna važećim računovodstvenim standardima.

**Ključne riječi:** plinska mreža, metodologija, priključak, troškovi

### METHODOLOGY FOR DETERMINING THE FEE FOR CONNECTION TO THE GAS NETWORK

#### Abstract

The technical and economic factors relevant to determine an approach to the issue of gas connection are presented in this paper. The Energy law (Official Gazette, Nos. 68/01, 177/04, 76/07 and 152/08) stipulates that the Croatian Energy Regulatory Agency prescribes the methodology for determining the fee for connection to the network and for increasing the connected load of existing producers and customers by the Regulation. The Regulation should be prescribed within six months of the General conditions of gas supply entering into force. The procedure of preparation of the Regulation should start from an analysis of the existing conditions in gas distribution (currently, there are as many as 38 gas distributors in Croatia, and many of them have a specific calculation of the construction costs of gas connection). It is necessary to standardize the gas connections, taking into account the pressures in the networks and the capacities of metering & regulatory sets. Methodology of calculating the costs should be transparent for each type of gas connection and harmonized with the applicable accounting standards.

**Keywords:** costs, gas connection, gas network, methodology

### 1. UVOD

Priključenje potrošača plina na plinsku mrežu izvodi se putem priključka. Priključak se proteže od spojne točke građevine s mrežom do, uključivo, mjerno-regulacijskog seta<sup>1</sup> postavljenog u samostalnoj uporabnoj cjelini.

Općenito, prilikom razmatranja problematike plinskih priključaka treba krenuti od stanja u sektoru plina. Izgrađenost i stupanj iskorištenja kapaciteta plinskih mreža (dalje u tekstu: mreža), te ekonomske kategorije (vrijednost mreža i cijena plina), utječu kako na izgradnju novih, tako i na razvoj postojećih mreža. S obzirom na implikacije, tj. utjecaj na ekonomsku poziciju operatora distribucijskog sustava (dalje

---

<sup>1</sup> U sklopu kojeg se nalazi regulacijski uređaj – regulator tlaka i mjerni uređaj – plinomjer.

u tekstu: distributer), potrebno je obaviti stručnu evaluaciju postojećeg stanja te utvrditi mogući pristup izboru metodologije utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage postojećih proizvođača i kupaca.

U hrvatskom slučaju, pristup problematici plinskog priključka određen je: Zakonom o energiji [1], Zakonom o tržištu plina [2], Općim uvjetima za opskrbu prirodnim plinom [3], Mrežnim pravilima plinskog distribucijskog sustava [4] i Mrežnim pravilima transportnog sustava [5]. Prema odredbama Zakona o energiji, Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA) propisuje, putem posebnog Pravilnika, metodologiju utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage postojećih proizvođača i kupaca. Naknada za priključenje predstavlja udio kupca u financiranju izgradnje priključka i udio za stvaranje tehničkih uvjeta u mreži. Stoga bi predmetni Pravilnik trebao sadržavati metodologiju za izračun naknade, na temelju koje bi Vlada Republike Hrvatske propisala iznos naknade<sup>2</sup>. Prema Zakonu o tržištu plina, Pravilnik treba donijeti u roku od šest mjeseci od dana stupanja na snagu Općih uvjeta za opskrbu prirodnim plinom (dalje u tekstu: Opći uvjeti). Opći uvjeti uređuju sljedeća pitanja povezana s problematikom priključka: postupak izdavanja energetske suglasnosti za priključenje i stvaranje uvjeta za priključenje na distribucijski ili transportni sustav; uvjete za priključenje na distribucijski ili transportni sustav; obračunsko mjerno mjesto i mjerenje isporučene količine plina. Mrežna pravila plinskog distribucijskog sustava obrađuju priključenje na distribucijski sustav, odnosno izgradnju priključka i punjenje priključka i instalacije plinom, a određuju i obračunsko mjerno mjesto<sup>3</sup>. Bitno je istaknuti da je priključak dio distribucijskog sustava, sukladno određenju iz Mrežnih pravila plinskog distribucijskog sustava. Konačno, Mrežna pravila transportnog sustava obrađuju priključenje na transportni sustav.

U ovom radu primarno je obrađen pristup plinskom priključku za djelatnost distribucije plina, budući da postoji čak 38 distributera u Republici Hrvatskoj, od kojih mnogi obračunavaju troškove izgradnje priključka na zaista specifičan način. Troškovi izvođenja priključka u djelatnosti distribucije plina su značajni i nisu, u pravilu, obuhvaćeni tarifnim sustavima za distribuciju plina i opskrbu plinom, već se obračunavaju na temelju zasebne metodologije propisane od strane nadležnog tijela. Određivanje pristupa problematici priključka predstavlja izazov za nadležno tijelo. S gledišta distributera plina koji su nadležni za izvođenje priključaka, nužno je da novi korisnici plina (dalje u tekstu: korisnici) snose troškove izvedbe istih u cijelosti, kao i one troškove koji su nastali kao posljedica stvaranja tehničkih uvjeta u mreži, a kojima se omogućuje priključenje tih korisnika.

U metodologiji utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage treba izbjeći svaku mogućnost subvencioniranja između korisnika i distributera. Stoga treba harmonizirati metodologiju s podzakonskim aktima koji se odnose na područje plina. Članak 14(4) Općih uvjeta određuje priključak kao sastavni dio distribucijskog ili transportnog sustava i time je jasno određeno i vlasništvo nad priključkom (vlasnik priključka je operator distribucijskog sustava – ODS, odnosno operator transportnog sustava – OTS<sup>4</sup>).

Naknada za priključenje namijenjena je pokriću troškova izvođenja i/ili rekonstrukcije priključka te stvaranja tehničkih uvjeta u mreži. Pod stvaranjem tehničkih uvjeta u mreži, čime se omogućuju daljnja priključenja, podrazumijeva se izvođenje i/ili rekonstrukcija mreže do spojnog mjesta određenog priključka s mrežom. Sama izgradnja planirane distribucijske mreže ne može se smatrati stvaranjem tehničkih uvjeta u mreži, budući da mrežu gradi ODS o svom trošku i njezina vrijednost ulazi u regulirana sredstva koja su priznata u okviru tarifnog sustava za distribuciju plina.

Općenito, pod kućnim se priključkom smatra dio plinovoda koji povezuje plinovodnu mrežu i plinsku instalaciju korisnika. Preciznije, kućni priključak obuhvaća spoj priključka na plinovod, priključni cjevovod, uvodni cjevovod na (ili u) objekt, glavni zapor, plinsko-regulatorski uređaj, protupožarni zapor kod uvida priključka u objekt i nazidni (ili fasadni) ormarić. Unutrašnja plinska instalacija sastoji se od kućne regulacijske stanice (plinomjera, regulatora tlaka, filtra, itd.), plinskih vodova, zapornih uređaja iza kućnog priključka i plinskih aparata. Članak 3(2), točka 13, Općih uvjeta određuje priključak kao "sklop plinskih uređaja i instalacija, uključivo obračunsko mjerno mjesto, kojima se povezuju plinski uređaji i instalacije korisnika sustava s distribucijskim ili transportnim sustavom". Priključak predstavlja vrlo

---

<sup>2</sup> Vlada Republike Hrvatske propisuje iznos naknade na prijedlog resornog ministra i nakon pribavljenog mišljenja HERE koja nadzire primjenu Pravilnika i propisanih naknada.

<sup>3</sup> Načini i uvjeti ugradnje korektora obujma plina.

<sup>4</sup> Iz navedene činjenice slijedi da se knjigovodstvena vrijednost priključka upisuje u imovinu operatora.

izloženi dio plinskog sustava, na što ukazuje činjenica da je upravo na priključcima zabilježeno najviše oštećenja<sup>5</sup>.

## 2. ANALIZA STANJA

Veliki broj distributera (naveden u poglavlju 1. ovoga rada) jasno ukazuje na činjenicu da hrvatsku distribuciju plina karakterizira velika usitnjenost. Uz to, na tržištu plina djeluje i 38 opskrbljivača plinom<sup>6</sup> koji su u 2008. godini isporučili približno 1,26 milijardi m<sup>3</sup> plina, s time da je čak 27 opskrbljivača opskrbljivalo manje od 10.000 potrošača. Nadalje, u 2008. godini bilo je 598.536 korisnika distribucijskih sustava: 557.904 korisnika tarifne grupe kućanstvo i 40.632 korisnika tarifne grupe poduzetništvo. Opisano stanje uzrokovano je nasljedem djelatnosti distribucije plina, tj. nastajanjem i dugogodišnjim poslovanjem po pravilima komunalnog gospodarstva. Danas su distributivne tvrtke većinom u vlasništvu lokalnih samouprava i posluju u okviru pravila hrvatskog energetskeg zakonodavstva (usklađenog s pravilima EU).

U slučaju distribucije plina, sigurna opskrba potrošača, pod ugovorenim uvjetima (tlak, količina i toplinska vrijednost plina), predstavlja bitan cilj. Iz prethodnog slijedi da je važno optimalno projektirati distribucijski sustav, kako bi isti omogućio pouzdanu opskrbu potrošača dostatnom količinom plina. Načelno, distribucijski sustav obuhvaća: mjerno redukcijske stanice, plinovodne mreže, stanice za odorizaciju plina, kućne priključke i plinske instalacije unutar objekata. Distribucijsku mrežu čine plinovodi koji se mogu podijeliti prema namjeni, smještaju, materijalu od kojega su izrađeni i maksimalno dopuštenom radnom tlaku. Plinovodne mreže u distribuciji svrstavaju se, prema maksimalnom dopuštenom radnom tlaku, u tri razreda:

- 1) mreže tlaka  $p_r \leq 100$  mbar  $\rightarrow$  niskotlačne plinovodne mreže (NTP),
- 2) mreže tlaka  $0,1 < p_r \leq 4$  bar  $\rightarrow$  srednjetačne plinovodne mreže (STP),
- 3) mreže tlaka  $p_r > 4$  bar (alternativno  $p_r > 6$  bar, s time da, u zadnje vrijeme, gornja granica radnog tlaka iznosi 16 bar)  $\rightarrow$  visokotlačne plinovodne mreže (VTP).

Provedena analiza stanja u hrvatskoj distribuciji plina pokazuje velike razlike u podjeli priključaka, načinu priključenja, obračunu troškova izgradnje priključka, tlaku u mrežama, kapacitetima i broju mjernih uređaja koji su povezani s jednim regulacijskim uređajem u istoj građevini. Navedene razlike posljedica su djelovanja velikog broja distributera<sup>7</sup>.

Kod većine distributera izgradnju kućnog priključka financira investitor (budući kupac), prema stvarnim troškovima materijala i utrošenog rada, uz fiksne naknade koje se odnose na geodetsko snimanje i druge troškove koje distributer ima u svezi s priključenjem. Po izvršenju radova na izvođenju priključka različit je pristup: kućni priključak prelazi u trajno vlasništvo jedinice lokalne samouprave (a distributer ga preuzima na upravljanje te ga održava i amortizira zajedno s regulatorom tlaka i plinomjerom), plinski priključak postaje dio imovine distributera, ili pak ostaje u vlasništvu investitora. U pravilu, troškove nabave plinomjera za prvu instalaciju snosi korisnik, a distributer preuzima održavanje, umjeravanje i obvezu zamjene plinomjera sukladno propisima. Međutim, zabilježeni su i slučajevi da se plinomjeri nalaze u vlasništvu korisnika<sup>8</sup>, kao i da je izgradnju priključka financirao koncesionar pa se priključak (zajedno s mjerno-regulacijskim setom) vodi u njegovoj imovini<sup>9</sup>.

Jasno je da opisana praksa ne predstavlja poželjno jedinstveno rješenje. U tabeli 1, na ilustrativan je način predočeno postojeće stanje, tj. karakteristična tipizacija priključaka u odnosu na razne kriterije primijenjene od strane distributera.

---

<sup>5</sup> Mehanička oštećenja koja nastaju pri izvođenju raznih građevinskih radova čest su uzrok propuštanja kućnih priključaka. S obzirom na potrebu postizanja sigurnosti pri uporabi plina, vrlo je važno da radove izvode obučeni djelatnici distributera ili ovlašteni izvođači.

<sup>6</sup> Podatak se odnosi na opskrbljivače plinom svih kupaca na postojećim distribucijskim sustavima.

<sup>7</sup> Uz distributere prirodnog plina, postoje i distributeri koji uz prirodni plin distribuiraju miješani plin, ili uz prirodni plin distribuiraju gradski i ispareni plin.

<sup>8</sup> Ne obračunava se amortizacija u slučaju da se plinomjer nalazi u vlasništvu korisnika. Korisnik tada sam snosi troškove umjeravanja i otklanjanja nastalih kvarova.

<sup>9</sup> U spomenutom slučaju koncesionar održava i amortizira mjerno-regulacijski set (plinomjer i regulator tlaka).

Tabela 1. Postojeća podjela plinskih priključaka u distribuciji plina

KRITERIJ ZA PODJELU	KATEGORIJA PRIKLJUČKA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kućni priključak</li> <li>▪ poslovni priključak do 50 kW</li> <li>▪ industrijski priključak potrošnje do 50.000 m<sup>3</sup> godišnje</li> <li>▪ industrijski priključak potrošnje od 50.000 do 500.000 m<sup>3</sup> godišnje</li> <li>▪ industrijski priključak potrošnje iznad 500.000 m<sup>3</sup> godišnje</li> </ul>
<i>PREMA KARAKTERU KUPCA</i>	
Primjer distributera 1	
Primjer distributera 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ stanovništvo (fizičke osobe): <ul style="list-style-type: none"> <li>- obiteljske kuće</li> <li>- stanovi</li> </ul> </li> <li>▪ gospodarstvo (pravne osobe): <ul style="list-style-type: none"> <li>- industrijski potrošači</li> <li>- kotlovnice</li> <li>- sektor usluga (ustanove)</li> <li>- poljoprivreda</li> </ul> </li> </ul>
Primjer distributera 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kućanstva</li> <li>▪ usluge (mala privreda)</li> <li>▪ industrija</li> <li>▪ poljoprivreda</li> <li>▪ kotlovnice</li> </ul>
<i>PREMA INSTALIRANOJ SNAZI</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ kućni priključak (do 50 kW instalirane snage)</li> <li>▪ usluge - ustanove (preko 50 kW instalirane snage, zaključno s instaliranom snagom do max. brojila G10 → 160 kW)</li> <li>▪ industrijski priključak (preko 160 kW instalirane snage, s brojlilima G16 i većim)</li> </ul>
<i>PREMA KAPACITETU PLINOMJERA</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ grupa I → do 10 m<sup>3</sup>/h</li> <li>▪ grupa II → preko 10 m<sup>3</sup>/h</li> </ul>
<i>PREMA RADNOM TLAKU</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ niskotlačni priključak do 100 mbar</li> <li>▪ srednjetačni priključak od 1 do 4 bar</li> <li>▪ visokotlačni priključak od 4 do 6 bar</li> </ul>

Visina naknade za priključenje na plinsku mrežu predstavlja zasebno pitanje i može se predočiti primjerima iz prakse, kako slijedi<sup>10</sup>:

Distributer 1: - za kapacitet plinomjera do 10 m<sup>3</sup>/h → 3.200,00 – 4.800,00 kn,  
- za kapacitet plinomjera iznad 10 m<sup>3</sup>/h → 300,00 – 500,00 kn/kW.

Distributer 2: - do 40 kW → osnovna naknada = prosječni bruto RH za proteklu godinu,  
- stanovi → 70% prosječnog bruto RH za proteklu godinu,  
- više od 40 kW → prosječni bruto RH za proteklu godinu + jedinična vrijednost<sup>11</sup> za svaki kW preko 40 kW.

Distributer 3: - za stambene i poslovne objekte, do 50 kW → 4.800,00 kn,  
- preko 50 kW → 100,00 kn/kW.

<sup>10</sup> Svi iznosi su iskazani bez PDV-a.

<sup>11</sup> Jedinična vrijednost = omjer osnovne naknade i instalirane snage trošila.



Nadalje, cijena plinskog priključka ovisi o stvarnim troškovima sukladno ponudbenom troškovniku radova koje investitor ugovara s ovlaštenim izvođačima. Pojedini distributeri predmetne troškove uvećavaju za troškove izdavanja posebnih tehničkih uvjeta distributera (od 100,00 – 350,00 kn + PDV) te izlaska djelatnika distributera na teren, tlačne probe i preuzimanje priključka (100,00 – 250,00 kn + PDV). U pravilu, cijena plinskog priključka formira se na temelju stvarnih troškova (troškovi materijala, radne snage i ostalih zavisnih troškova – usluge kooperanata, manipulativni troškovi, transportni troškovi, itd.).

Iz svega što je prethodno razmotreno, može se zaključiti da postoje velike razlike u pristupu problematici plinskog priključka, pri čemu treba naglasiti da naknadu za priključenje snosi korisnik i budući da se te naknade znatno razlikuju proizlazi da svi korisnici nisu u jednakom položaju.

### 3. ODREĐIVANJE PRISTUPA IZRAČUNU NAKNADA ZA PRIKLJUČENJE

Načelno, moguća su dva temeljna pristupa naknadi za priključenje:

- plitki pristup (engl. *shallow connection charge approach*),
- duboki pristup (engl. *deep connection charge approach*).

Kod plitkog pristupa zasebno se razmatraju troškovi izvedbe priključka – kao specifične sastavnice distribucijskog sustava. S druge strane, valoriziranje svih troškova nastalih pri izgradnji i razvoju mreže (što obuhvaća sve sastavnice mreže i slijedno tome i priključke u mreži) karakteristično je za duboki pristup. U hrvatskoj praksi prevladavao je duboki pristup, što je bilo uvjetovano nižom razinom izgrađenosti distribucijskih sustava i relativno niskom cijenom plina za krajnje potrošače.

Polazeći od naslijeđenog stanja, pri izradi metodologije bilo bi optimalno odabrati jedan spoj plitkog i dubokog pristupa, u okviru čega bi se priznali stvarni troškovi izgradnje plinskog priključka, uvećani za dio troškova sustava<sup>12</sup>. Trošak stvaranja tehničkih uvjeta u mreži mogao bi biti priznat za mreže sa stupnjem iskorištenja kapaciteta manjim od 70% te kod onih korisnika koji nisu snosili troškove izgradnje dijelova mreže radi stvaranja tehničkih uvjeta za priključenje njihovih građevina. U vremenu odvijanja liberalizacije tržišta plina, u kojemu se kreiraju tržišni odnosi, bitno je putem propisane metodologije osigurati sljedeće:

- izgradnju priključaka po ekonomski opravdanim troškovima za nove potrošače, i
- jednaki tretman potrošača pri izgradnji priključaka.

#### 3.1. Troškovno načelo

Metodologiju utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu treba zasnivati na troškovnom načelu. Dakle, polazi se od razumijevanja troška kao vrijednosnog izraza količine utroška rada, stalne i tekuće imovine te tuđih usluga u poslovnom procesu, radi stvaranja određenog učinka. Potpuno razumijevanje problematike troškova predstavlja nužan uvjet stručne izrade metodologije zasnovane na troškovnom načelu.

Općenito, troškovi se prema svojim značajkama mogu grupirati u određene vrste, odnosno dijeliti po raznim osnovama, kao na primjer po osnovi:

- 1) složenosti troškova (jednostavni i složeni troškovi),
- 2) alokacije na nositelje troška (direktni i indirektni troškovi),
- 3) stupnja iskorištenja kapaciteta (fiksni i varijabilni troškovi),
- 4) ukupnosti troškova (prosječni troškovi – troškovi po jedinici proizvoda i ukupni troškovi – troškovi u masi).

#### **Troškovi s osnove složenosti**

Jednostavni ili originalni troškovi (koji se ne mogu izvesti od drugih troškova) iskazuju se po svojim prirodnim vrstama. Na primjer, pojedinu vrstu materijala nije moguće raščlaniti na niže pojmove, a isto vrijedi i za amortizaciju. U slučaju složenih troškova riječ je o kombinaciji dviju ili više vrsta jednostavnih troškova. Na primjer, u složene troškove spadaju opći troškovi uprave koji se sastoje od troškova materijala, plaća, tuđih usluga, amortizacije, itd.

#### **Troškovi s osnove alokacije na nositelje**

U direktne troškove – ili u troškove učinaka (proizvoda i usluga), troškove izradbe, pojedinačne troškove – ubrajaju se svi troškovi koje je ekonomski opravdano i tehnički moguće snimati i to neposredno po

---

<sup>12</sup> Dio troškova sustava – ovdje je riječ o stvaranju tehničkih uvjeta u mreži.

učincima uslijed kojih su nastali. Na primjer, u direktne troškove ulaze plaće obračunate po radnim normama i osnovni materijal. Nasuprot pristupa kod direktnih troškova, indirektno troškove nije ekonomski opravdano i tehnički moguće snimati po pojedinim učincima. Stoga ih se snima i pridjeljuje po mjestu odgovornosti (na primjer, radna mjesta), a potom se na indirektni način prebacuju na učinke primjenom određenih metoda kalkulacije troškova.

#### **Troškovi s osnove stupnja iskorištenja kapaciteta**

Fiksni troškovi ostaju nepromijenjeni u svom ukupnom iznosu pri promjeni količine proizvedenih učinaka. Na primjer, iznos mjesečne zakupnine nekog prostora ostat će isti i u mjesecu u kojem se proizvede 10% manje učinaka od planiranog. Fiksni troškovi ovise o vremenu trajanja proizvodnje (upravo zato se koriste i alternativni nazivi: periodični ili vremenski troškovi), ali ne ovise o količini proizvoda/usluga nastalih u nekom razdoblju. Bitno je naglasiti da fiksni troškovi nastaju kao posljedica instaliranja određenog potencijalnog kapaciteta od strane tvrtke i to neovisno o tome da li se (i koliko) proizvodi uporabom tog kapaciteta (iz čega proizlazi još jedan alternativni naziv – troškovi kapaciteta [6]). Varijabilni troškovi nastaju ovisno o količini proizvedenih učinaka pa u slučaju da nema proizvodnje nema ni tih troškova. Zato se u literaturi navode kao troškovi produkata (engl. *product costs* [7,8,9]). Varijabilni se troškovi dijele na degresivno varijabilne, proporcionalno varijabilne i progresivno varijabilne troškove, budući da svi troškovi koji poprimaju varijabilni karakter ne variraju u istom odnosu kao opseg proizvodnje.

#### **Troškovi s osnove ukupnosti**

Ukupni troškovi iskazuju se u ukupnom iznosu nastalom u obračunskom razdoblju (na primjer, ukupni troškovi u ožujku). U slučaju da se ukupni troškovi podijele s brojem proizvedenih učinaka u određenom razdoblju, tako dobiveni kvocijenti predstavljaju prosječne troškove ili troškove po jedinici proizvoda.

S obzirom na značajke priključaka za koje treba izvršiti obračun troškova te parametre i normative potrebne za izradu metodologije, optimalno je krenuti od definicije troškova s osnove stupnja iskorištenja kapaciteta (fiksni i varijabilni troškovi). Sukladno tome, troškove priključka čine:

- 1) Fiksni troškovi koji ne ovise o udaljenosti građevine od plinske mreže.
- 2) Varijabilni troškovi koji ovise o udaljenosti građevine od plinske mreže<sup>13</sup>.

### **3.2. Struktura troškova plinskog priključka**

U troškove nastale pri izvođenju plinskog priključka ubrajaju se:

- 1) troškovi projektiranja i troškovi geodetskog snimanja,
- 2) troškovi ishoda potrebne dokumentacije i troškovi rješavanja imovinsko-pravnih odnosa,
- 3) troškovi nabave opreme, uređaja i materijala,
- 4) troškovi izvođenja radova,
- 5) troškovi stručnih operativnih poslova koje je potrebno izvršiti radi izvođenja priključka,
- 6) dio troškova sustava koji su nastali uslijed stvaranja preduvjeta za priključenje građevine na mrežu (trošak stvaranja tehničkih uvjeta u mreži).

#### **Grupa troškova koji su potpuno fiksni**

Potpuno fiksni su sljedeći troškovi:

- Troškovi projektiranja, nastali pri izradi projekta plinskog priključka, obračunavaju se na temelju jedinične tržišne cijene izrade projekta, tj. stvarne cijene koštanja. U slučaju da projekt izrađuje distributer, cijena projektiranja utvrđuje se kao umnožak vrijednosti radnog sata prema normiranom stupnju i vrsti stručne spremlje stručnjaka koji izrađuje projekt i normiranog broja radnih sati priznatih za to projektiranje.
- Troškovi geodetskog snimanja priključka obračunavaju se po tržišnoj cijeni.
- Troškovi ishoda potrebne dokumentacije sadrže troškove upisa u katastar vodova i provedbe izmjena u planu katastra vodova.

---

<sup>13</sup> Uzima se u obzir vrijednost standardne udaljenosti od plinske mreže (prosječna udaljenost svih građevina od plinske mreže određenog distributera, ali ne više od 12 m) za slučaj da je stvarna udaljenost manja ili jednaka graničnoj udaljenosti od plinske mreže (umnožak broja 1,5 i standardne udaljenosti), ili se vrijednost standardne udaljenosti uvećava za razliku stvarne i granične udaljenosti za slučaj da je stvarna udaljenost veća od granične udaljenosti.

- Troškovi rješavanja imovinsko-pravnih odnosa priznaju se prema stvarno nastalim troškovima, u slučaju da su isti nastali kao posljedica priključenja određenog korisnika.
- Troškovi korištenja strojeva s rukovanjem pri izgradnji priključka obračunavaju se po tržišnoj cijeni 15 litara motornog goriva D2.
- Troškovi korištenja alata i opreme s rukovanjem pri izgradnji priključka obračunavaju se u iznosu od 20% troškova korištenja strojeva s rukovanjem.
- Troškovi vozila s vozačem koji nastaju pri izgradnji priključka obračunavaju se po tržišnoj cijeni 30 litara motornog goriva BMB-95.
- Troškovi stručnih i operativnih poslova nužnih za priključenje građevine na mrežu dijele se na;
  - ⇒ troškove utvrđivanja tehničkih uvjeta za izgradnju priključka – trase priključka i smještaja kućnog mjerno-regulacijskog seta (MRS-a),
  - ⇒ troškove nadzora nad izvođenjem građevinskih i strojarsko-montažnih radova do maksimalno 45 minuta po priključku,
  - ⇒ troškove provedbe tehničke kontrole unutarnje plinske instalacije prije prvog puštanja plina.Troškovi stručnih i operativnih poslova obračunavaju se na temelju tržišne cijene istih. U slučaju da distributer izvodi te poslove u vlastitoj režiji, predmetni se troškovi obračunavaju na temelju cijene radnog sata prema normiranom stupnju i vrsti stručne spremladnika koji izvode radove i normiranog broja radnih sati priznatih za izvođenje potrebnih radova.
- Dio troškova sustava zbog stvaranja preduvjeta za priključenje građevine na mrežu<sup>14</sup> utvrđuju se na temelju maksimalnog kapaciteta MRS-a, iznosa jediničnog troška kapaciteta i stupnja iskorištenja kapaciteta mreže na koju se građevina priključuje. Jedinični trošak kapaciteta predstavlja kvocijent ukupnih troškova izgradnje mreže (revalorizirana vrijednost) i projektiranog kapaciteta mreže, a izražen je u  $\text{kn/m}^3/\text{h}$ .

#### **Grupa troškova koji mogu biti fiksni i varijabilni**

Fiksni i varijabilni mogu biti sljedeći troškovi:

- Troškovi rada radnika koji rade na izvršenju standardnih radova. Obračunavaju se kao umnožak tržišne cijene iskazane po utvrđenoj jedinici mjere i normiranog broja radnih sati predviđenih za izvođenje potrebnih radova, ili normiranog utroška radnih sati po jedinici mjere. U slučaju da distributer izvodi radove u vlastitoj režiji, cijena radnog sata utvrđuje se prema normiranom stupnju i vrsti stručne spremladnika koji izvode radove i normiranog broja radnih sati priznatih za izvođenje tih radova. Standardni građevinski radovi odnose se na iskop kanala, zatrpavanje kanala i sanaciju javne površine – vraćanje u početno stanje.
- Troškovi standardne opreme, uređaja i materijala obuhvaćaju troškove nabave normiranih količina koje se ugrađuju sukladno tehničkim propisima i pravilima rada plinske mreže na koju se građevina priključuje. Obračunavaju se kao umnožak utvrđene normirane količine opreme, uređaja i materijala i pripadajuće tržišne cijene, ili cijene koštanja u slučaju da distributer izrađuje opremu, uređaje i materijal u vlastitoj režiji.

#### **4. PODLOGE ZA METODOLOGIJU**

Kao što je već navedeno, u metodologiju ulaze stvarni troškovi, koje čine troškovi izgradnje priključka i dio troškova sustava. Nadalje, potrebni su normativi za izračun stvarnih troškova izgradnje priključka i izračun dijela troškova sustava (nastalih kao pretpostavka za priključenje)<sup>15</sup>.

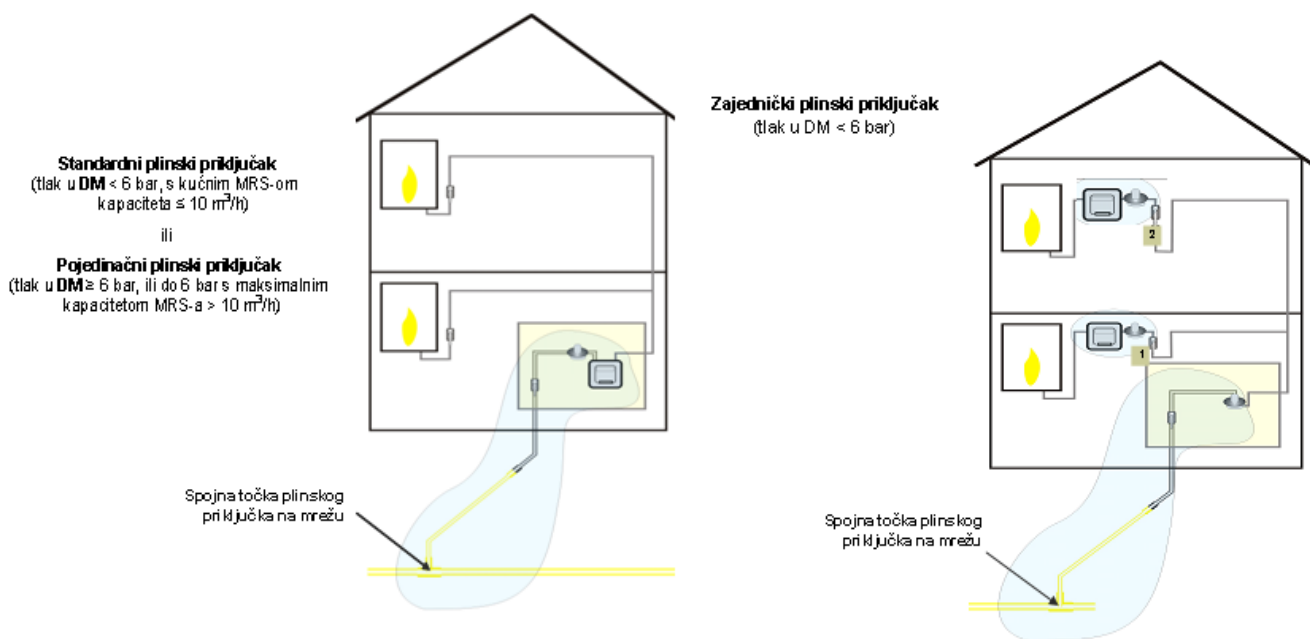
Polazeći od činjenice da su utvrđene velike razlike kod distributera glede pristupa problematici priključka, potrebno je izvršiti sljedeću tipizaciju priključaka (slika 1):

- 1) STANDARDNI PLINSKI PRIKLJUČAK → priključak na distribucijski plinovod radnog tlaka < 6 bar s kućnim MRS-om kapaciteta  $\leq 10 \text{ m}^3/\text{h}$ , za čiju izgradnju se upotrebljava standardizirana oprema, a uređaji, materijali i radovi izabiru i izvode po pravilima struke na standardizirani način.
- 2) POJEDINAČNI PLINSKI PRIKLJUČAK → priključak na distribucijski plinovod radnog tlaka  $\geq 6$  bar, ili do 6 bar s kućnim MRS-om kapaciteta > od  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ , te svaki drugi priključak koji u smislu ove metodologije ne pripada definiciji standardnog ili zajedničkog priključka.

<sup>14</sup> Dio troškova sustava obračunava se samo u slučaju da korisnik nije već ranije snosio troškove izgradnje dijela mreže radi stvaranja tehničkih uvjeta za priključenje njegove građevine.

<sup>15</sup> Predmetne normative bi trebalo utvrditi polazeći od utemeljenih prijedloga distributera.

- 3) **ZAJEDNIČKI PLINSKI PRIKLJUČAK** → priključak građevine s više samostalnih uporabnih jedinica (stanova, poslovnih prostora) na distribucijski plinovod radnog tlaka < 6 bar, koji se izvodi od najbliže točke na mreži do regulacijskog uređaja za cijelu građevinu i proteže se dalje do dva ili više kućnih mjernih setova (za koje se i iskazuju troškovi zajedničkog plinskog priključka).



Slika 1. Tipizacija priključaka

#### 4.1. Standardni plinski priključak

Pri određivanju troškova za tip standardnog plinskog priključka predlaže se koncept prosječne udaljenosti svih građevina od mreže određenog distributera te količina i cijena na osnovi stvarnog raspona (dužine) priključaka u mreži tog distributera. Na taj se način dolazi do jedinstvenog troška izvedbe standardnog plinskog priključka određene dužine. Nadalje, trošak izgradnje priključka umanjit će se za 25%, u slučaju da se izgradnja priključka vrši istovremeno s izgradnjom mreže.

Ukupni trošak  $i$ -tog standardnog plinskog priključka u kunama može se izračunati kao:

$$UT_{SPP(i)} = TI_{SPP(i)} + DTS_{SPP(i)} \quad (1)$$

gdje je;

$TI_{SPP(i)}$  – trošak izgradnje  $i$ -tog standardnog plinskog priključka (trošak izvedbe priključka) [kn],

$DTS_{SPP(i)}$  – dio troškova sustava za  $i$ -ti standardni plinski priključak (trošak stvaranja tehničkih uvjeta u mreži) [kn].

Trošak izgradnje standardnog plinskog priključka može se računati za dva slučaja.

#### **I. Slučaj** – Udaljenost građevine od plinske mreže manja je ili jednaka graničnoj udaljenosti od plinske mreže.

Trošak izgradnje standardnog plinskog priključka može se računati kao:

$$TI_{SPP(i)} = T_{PR} + T_{PDRIPO} + T_{MRS(i)} + T_{OUM} + T_R + T_{SOP} \quad (2)$$

gdje je;

$T_{PR}$  – troškovi projektiranja [kn],

$T_{PDRIPO}$  – troškovi pribavljanja potrebne dokumentacije i rješavanja imovinsko-pravnih odnosa [kn],

$T_{MRS(i)}$  – troškovi MRS-a koji pripada  $i$ -tom priključku [kn],

$T_{OUM}$  – troškovi opreme, uređaja i materijala utrošenih pri izradi priključka [kn],

$T_R$  – troškovi izvođenja radova na priključenju (pripremni radovi, radovi na izgradnji priključka, opremanje mjernog mjesta) [kn],

$T_{SOP}$  – troškovi stručnih i operativnih poslova nužnih za priključenje građevine na mrežu (geodetsko snimanje, provedbe izmjena u katastru vodova i planu katastra vodova,

ispitivanje i puštanje u rad) [kn].

Troškovi opreme, uređaja i materijala utrošenih pri izradi priključka mogu se iskazati kao:

$$T_{OUM} = FT_{OUM} + JVT_{OUM} \cdot S_{UOM} \quad (3)$$

gdje je;

$FT_{OUM}$  – fiksni troškovi opreme, uređaja i materijala [kn],

$JVT_{OUM}$  – jedinični varijabilni troškovi opreme, uređaja i materijala [kn/m],

$S_{UOM}$  – standardna udaljenost od plinske mreže [m].

Troškovi izvođenja radova na priključenju mogu se iskazati kao:

$$T_R = FT_R + JVT_R \cdot S_{UOM} \quad (4)$$

gdje je;

$FT_R$  – fiksni troškovi izvršenih radova [kn],

$JVT_R$  – jedinični varijabilni troškovi izvršenih radova [kn/m],

$S_{UOM}$  – standardna udaljenost od plinske mreže [m].

Slijedi nova formula za ukupni trošak standardnog plinskog priključka:

$$UT_{SPP(i)} = T_{PR} + T_{PDRIPO} + T_{MRS(i)} + FT_{OUM} + JVT_{OUM} \cdot S_{UOM} + FT_R + JVT_R \cdot S_{UOM} + T_{SOP} + DTS_{SPP(i)} \quad (5)$$

Po grupiranju troškova na fiksne i varijabilne dobije se sljedeći oblik:

$$UT_{SPP(i)} = T_{MRS(i)} + OFT + S_{UOM} \cdot (JVT_{OUM} + JVT_R) + DTS_{SPP(i)} \quad (6)$$

gdje je;

$OFT$  – ostali fiksni troškovi priključka [kn].

Ostali fiksni troškovi priključka računaju se kao:

$$OFT = T_{PR} + T_{PDRIPO} + FT_{OUM} + FT_R + T_{SOP} \quad (7)$$

Nadalje, varijabilni troškovi računaju se kao:

$$VT = S_{UOM} \cdot (JVT_{OUM} + JVT_R) \quad (8)$$

## **II. Slučaj – Udaljenost građevine od plinske mreže je veća od granične udaljenosti od plinske mreže.**

Trošak izgradnje standardnog plinskog priključka u ovom se slučaju može računati kao:

$$UT_{SPP\Delta(i)} = UT_{SPP(i)} + JVT \cdot \Delta_{(i)} \quad (9)$$

gdje je;

$UT_{SPP(i)}$  – pripadajući ukupni trošak  $i$ -tog standardnog plinskog priključka za I. Slučaj [kn],

$\Delta_{(i)}$  – razlika između udaljenosti građevine od mreže (mjereno po trasi  $i$ -tog priključka) i granične udaljenosti od plinske mreže [m].

### **Korigirani trošak izgradnje $i$ -tog standardnog plinskog priključka**

U slučaju da se standardni plinski priključak gradi istovremeno s izgradnjom plinske mreže vrši se sljedeća korekcija:

$$\text{I. Slučaj} \rightarrow UT_{kSPP(i)} = 0,75 \cdot UT_{SPP(i)} + DTS_{SPP(i)} \quad (10)$$

$$\text{II. Slučaj} \rightarrow UT_{kSPP\Delta(i)} = 0,75 \cdot UT_{SPP(i)} + JVT \cdot \Delta_{(i)} + DTS_{SPP(i)} \quad (11)$$

### **Dio troškova sustava $i$ -tog standardnog plinskog priključka**

Dio troškova sustava  $i$ -tog standardnog plinskog priključka računa se za:

1) Stupanj iskorištenja kapaciteta mreže  $\eta \leq 0,7$

$$DTS_{SPP(i)} = f_k \cdot MK_{MRS(i)} \cdot (1 - \eta) \quad (12)$$

2) Stupanj iskorištenja kapaciteta mreže  $\eta > 0,7$

$$DTS_{SPP(i)} = 0 \quad (13)$$

gdje je;

$f_k$  – koeficijent jediničnog troška kapaciteta [ $\text{kn}/\text{m}^3/\text{h}$ ],

$MK_{MRS(i)}$  – maksimalni kapacitet MRS-a  $i$ -tog standardnog plinskog priključka [ $\text{m}^3/\text{h}$ ].

Stupanj iskorištenja kapaciteta mreže računa se kao:

$$\eta = \frac{\text{iskorišteni kapacitet mreže}}{\text{projektirani kapacitet mreže}} \quad (14)$$

Iskorišteni kapacitet mreže računa se kao:

$$\text{Iskorišteni kapacitet mreže} = UK_{SPP} + ZOK_{PPP} + ZMK_{RU} \quad (15)$$

gdje je;

$UK_{SPP}$  – ukupni kapacitet svih izgrađenih standardnih plinskih priključaka na mreži računa se kao  $1,2 \cdot BI_{SPP(i)}$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ]  $\rightarrow BI_{SPP(i)}$  – broj izgrađenih standardnih plinskih priključaka na mreži,

$ZOK_{PPP}$  – zbroj odobrenih kapaciteta svih pojedinačnih plinskih priključaka na mreži [ $\text{m}^3/\text{h}$ ],

$ZMK_{RU}$  – zbroj maksimalnih kapaciteta regulacijskih uređaja zajedničkih priključaka na mreži [ $\text{m}^3/\text{h}$ ].

#### 4.2. Pojedinačni plinski priključak i zajednički plinski priključak

Izračun troškova za pojedinačni plinski priključak, kao i za zajednički plinski priključak, slijedio bi ista načela koja su predočena za standardni plinski priključak. Razlike se pojavljuju kod određivanja dijela troškova sustava, ovisno o radnom tlaku mreže na koju se građevina priključuje, odnosno:

- za mrežu tlaka  $p_r < 6$  bar,  $DTS$  se računa temeljem stupnja iskorištenja kapaciteta mreže, polazeći od:
  - 1) maksimalnog kapaciteta mjerno-regulacijskog seta standardnog plinskog priključka,
  - 2) odobrenog kapaciteta mjerno-regulacijskog seta pojedinačnog plinskog priključka,
  - 3) maksimalnog kapaciteta regulacijskog uređaja zajedničkog plinskog priključka.
- za mrežu tlaka  $p_r \geq 6$  bar,  $DTS$  se računa direktno temeljem odobrenog kapaciteta mjerno-regulacijskog seta pojedinačnog plinskog priključka i koeficijenta jediničnog troška kapaciteta.

Detaljna elaboracija izračuna troškova za pojedinačni ili zajednički plinski priključak slijedila bi logiku prethodno prezentiranih formula, ali bi obimom prelazila okvir ovog rada. Ipak, zbog specifičnosti, još će se predočiti  $T_{KMS}$  – troškovi zajedničkog plinskog priključka iskazani po kućnom mjernom setu, odnosno:

$$T_{KMS} = \frac{1}{k_{ZP} \cdot NP_{KMS}} \cdot (TI_{ZPP} + DTS_{ZPP}) \quad (16)$$

gdje je;

$TI_{ZPP}$  – troškovi izgradnje zajedničkog plinskog priključka [ $\text{kn}$ ],

$DTS_{ZPP}$  – dio troškova sustava zajedničkog plinskog priključka [ $\text{kn}$ ],

$k_{ZP}$  – koeficijent zajedničkog plinskog priključka,

$NP_{KMS}$  – broj potencijalnih kućnih mjernih setova.

Koeficijent zajedničkog plinskog priključka ( $k_{ZP}$ ) određuje se prema  $k_{IP}$  – koeficijentu interesa za priključenje na mrežu putem zajedničkog priključka, pri čemu vrijede sljedeće relacije:

$$\text{a) } k_{IP} \geq 0,87 \quad \rightarrow \quad k_{ZP} = k_{IP}$$

$$\text{b) } 0,50 \leq k_{IP} < 0,87 \quad \rightarrow \quad k_{ZP} = \frac{k_{IP} - 0,5}{3} + 0,75$$

$$\text{c) } k_{IP} < 0,5 \quad \rightarrow \quad k_{ZP} = k_{IP} + 0,25$$

Koeficijent interesa za priključenje na mrežu ( $k_{IP}$ ) računa se kako slijedi:

$$k_{IP} = \frac{NI_{KMS}}{NP_{KMS}} \quad (17)$$

gdje je;

$NI_{KMS}$  – broj kućnih mjernih setova ugrađenih istovremeno s izgradnjom zajedničkog priključka.

### 4.3. Tablični iskaz troškova plinskog priključka

Kako je prethodno objašnjeno, tipizacijom priključaka određena su tri tipa priključka. Distributeri bi trebali izraditi normative za svaku vrstu troška te predložiti novčani izraz vrijednosti troška. Na taj bi se način došlo do ukupnog troška plinskog priključka<sup>16</sup>, koji bi trebao biti odobren od strane nadležnog tijela za, na primjer, narednu kalendarsku godinu. Trebalo bi predvidjeti mogućnost da distributer podnese zahtjev za promjenu iznosa ukupnog troška plinskog priključka u slučaju da je zabilježio značajnija odstupanja visine ulaznih troškova<sup>17</sup>, a koja su rezultat više stope inflacije od planirane.

Tabele koje sadrže elemente kalkulacije ukupnih troškova trebaju biti sastavnica metodologije utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage (tabele 2-6), sa svrhom konzistentnog praćenja i tumačenja strukture troškova te postizanja transparentnosti i raspoloživosti podataka.

Tabela 2. Troškovi projektiranja, geodetskog snimanja, pribavljanja potrebne dokumentacije i rješavanja imovinsko-pravnih odnosa

Red. broj	Vrsta troška	Količina	Radnih sati po jedinici [h]	Jedinična cijena [kn/h]	Priznati trošak po postupku [kn]	Ukupno [kn]
I	II	III	IV	V	VI	VII (III·IV·V·VI)
1.	Trošak izrade projekta					
2.	Trošak geodetskog snimanja					
3.	Trošak pribavljanja potrebne dokumentacije					
4.	Trošak rješavanja imovinsko-pravnih odnosa					

Tabela 3. Troškovi opreme, uređaja i materijala

Red. broj	Vrsta troška	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupno [kn]
I	II	III	IV	V	VI (IV·V)
	<b>Fiksni troškovi</b>				
1.	Trošak kućnog MRS-a s ormarićem				
1.1.	Trošak MRS-a za priključak (G2,5)	kom			
1.2.	Trošak MRS-a za priključak (G4)	kom			
1.3.	Trošak MRS-a za priključak (G6)	kom			
1.4.	Trošak MRS-a za priključak (G <sub>n</sub> )	kom			
2.	Ostala oprema, uređaji i materijali				
2.1.	Oprema	kom			
2.2.	Uređaji	kom			
2.3.	Materijali	m, kom			
	<b>Varijabilni troškovi</b>				
3.	Jedinični varijabilni troškovi opreme, uređaja i materijala	kn/m			
	<b>Ukupni troškovi opreme, uređaja i materijala za:</b>				
	priključak (G2,5) (1.1.+2.+3.)				
	priključak (G4) (1.2.+2.+3.)				
	priključak (G6) (1.3.+2.+3.)				
	priključak (G <sub>n</sub> ) (1.4.+2.+3.)				

<sup>16</sup> Odnosno cijene izvedbe plinskog priključka.

<sup>17</sup> Ovdje je riječ isključivo o ulaznim troškovima koje obuhvaća metodologija.

Tabela 4. Troškovi izvođenja radova

Red. broj	Vrsta troška	Jedinica mjere	Količina	Jedinična cijena	Ukupno [kn]
I	II	III	IV	V	VI (IV·V)
	<b>Fiksni troškovi</b>				
1.	Radovi na priključku				
1.1.	iskopi, zatrpavanje kanala, sanacija javne površine, ...	m, m <sup>2</sup> , ...			
1.2.	montaža	h			
1.3.	baždarenje plinomjera	kom			
2.	Korištenje strojeva, alata i opreme s rukovanjem				
2.1.	korištenje strojeva s rukovanjem	l (D2)	15		
2.2.	korištenje alata i opreme s rukovanjem (20% od 2.1.)				
2.3.	troškovi vozila s vozačem	l (BMB 95)	30		
3.	Troškovi stručnih i operativnih poslova				
3.1.	utvrđivanje tehničkih uvjeta za izgradnju	h			
3.2.	stručni nadzor nad građevinskim radovima	h			
3.3.	stručni nadzor nad strojarско-montažnim radovima	h			
3.4.	tehnička kontrola unutarnje plinske instalacije	priključak			
	<b>Varijabilni troškovi</b>				
4.	Jedinični varijabilni troškovi izvršenih radova	kn/m			
	<b>Ukupni troškovi radova (1.+2.+3.+4.)</b>				

Tabela 5. Stupanj iskorištenja kapaciteta mreža radnog tlaka < 6 bar

Mreža	Projektir. kapacitet mreže	Standardni plinski priključak (SPP)		Pojedinačni plinski priključak (PPP)	Zajednički plinski priključak (ZPP)	Iskorišteni kapacitet mreže	Stupanj iskorištenja kapaciteta mreže
	[m <sup>3</sup> /h]	$BI_{SPP(i)}$	$UK_{SPP}$ [m <sup>3</sup> /h]	$SOK_{PPP}$ [m <sup>3</sup> /h]	$ZMK_{RU}$ [m <sup>3</sup> /h]	[m <sup>3</sup> /h]	$\eta$
I	II	III	IV (1,2·III)	V	VI	VII (IV+V+VI)	VIII (VII/II)
Mreža 1							
Mreža 2							
Mreža 3							
Mreža n							
<b>Ukupno mreže tlaka &lt; 6 bar</b>							



Tabela 6. Dio troškova sustava *i*-tog plinskog priključka

Mreža	Neiskorišteni kapacitet (1 - $\eta$ )	Koeficijent jed. troška kapaciteta $f_K$ [kn/m <sup>3</sup> /h]	Dio troškova sustava $DTS_{PP(i)}$ za pojedinu vrstu priključka, za $\eta \leq 0,7$		
			G2,5	G4	G6
<b>STANDARDNI PLINSKI PRIKLJUČAK</b>					
I	II	III	IV ( $MK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )	V ( $MK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )	VI ( $MK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )
Mreža 1					
Mreža 2					
Mreža 3					
Mreža <i>n</i>					
<b>POJEDINAČNI PLINSKI PRIKLJUČAK</b>					
I	II	III	IV ( $OK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )	V ( $OK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )	VI ( $OK_{MRS(i)} \cdot II \cdot III$ )
Mreža 1					
Mreža 2					
Mreža 3					
Mreža <i>n</i>					
<b>ZAJEDNIČKI PLINSKI PRIKLJUČAK</b>					
I	II	III	IV ( $MK_{RUZPP(i)} \cdot II \cdot III$ )	V ( $MK_{RUZPP(i)} \cdot II \cdot III$ )	VI ( $MK_{RUZPP(i)} \cdot II \cdot III$ )
Mreža 1					
Mreža 2					
Mreža 3					
Mreža <i>n</i>					

#### 4.4. Primjer izračuna troška izvedbe plinskog priključka

Polazeći od podloga koje su razmotrene u ovom radu, slijedi primjer izračuna cijene jednog standardnog plinskog priključka, za hipotetski slučaj priključenja na plinsku mrežu.

Neka su zadani sljedeći ulazni parametri:

- standardni plinski priključak gradi se istovremeno s izgradnjom plinske mreže,
- troškovi izgradnje mreže iznose 3.100.000,00 kn,
- projektirani kapacitet mreže iznosi 2.620 m<sup>3</sup>/h,
- maksimalni kapacitet MRS-a (koji pripada predmetnom plinskom priključku) iznosi 4 m<sup>3</sup>/h,
- iskorišteni kapacitet mreže iznosi 1.544 m<sup>3</sup>/h,
- udaljenost od plinske mreže je manja od granične udaljenosti.

Iz odnosa troškovi izgradnje mreže – projektirani kapacitet mreže, slijedi iznos koeficijenta jediničnog troška kapaciteta:  $f_K = 1.183,21$  kn/m<sup>3</sup>/h.

Nadalje, primjenom formule (2), za slučaj udaljenosti manje ili jednake graničnoj udaljenosti od plinske mreže (I. slučaj), izračunat je trošak izgradnje standardnog plinskog priključka (trošak izvedbe priključka na mrežu):  $TI_{SPP(i)} = 5.300,00$  kn. Za razmatrani slučaj vrijedi da je  $\eta \leq 0,7$  pa se dio troškova sustava *i*-tog standardnog plinskog priključka računa primjenom formule (12), budući da stupanj iskorištenja kapaciteta predmetne mreže iznosi  $\eta = 0,59$ . Slijedi da je  $DTS_{SPP(i)} = 1.940,46$  kn.

Konačno, primjenom formule (10), a po izvršenom 25%-tnom umanjenju izračunatog troška izgradnje priključka, dobije se korigirani trošak izgradnje predmetnog standardnog plinskog priključka u iznosu od 5.915,46 kn, za razmatrani slučaj izvedbe standardnog plinskog priključka istovremeno s izgradnjom plinske mreže.

## 5. ZAKLJUČAK

Plinski priključak je integralni dio plinskog sustava, putem kojeg se korisnik priključuje na plinsku mrežu. Obračun naknade za priključenje od posebne je važnosti kako za distributere (prihod)<sup>18</sup> tako i za korisnike (trošak). Naknada za priključenje predstavlja udio kupca u financiranju izgradnje priključka i udio za stvaranje tehničkih uvjeta u mreži. Predmetna naknada treba transparentno odraziti stvarne i nužne troškove nastale uslijed priključenja korisnika na mrežu, dakle uslijed izvođenja priključka, te stvaranja tehničkih uvjeta u mreži kojima se omogućuje priključenje. Stoga treba odrediti metodologiju utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu. Zakonom o energiji je određeno da Hrvatska energetska regulatorna agencija propisuje metodologiju utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage postojećih proizvođača i kupaca, i to putem posebnog Pravilnika.

Analiza postojećeg stanja u distribuciji plina, čiji su rezultati prezentirani u ovom radu, pokazala je da postoje velike razlike u pristupu problematici plinskog priključka od strane distributera. Budući da naknadu za priključenje snosi korisnik (kupac/potrošač plina) i da se te naknade znatno razlikuju između distributera u praksi, kako po kriterijima po kojima se utvrđuju tako i po svom iznosu, proizlazi da svi korisnici nisu u jednakom položaju. Opisano stanje moguće je ukloniti putem propisivanja metodologije utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage<sup>19</sup>.

U okviru razrade podloga nužnih za izradu predmetne metodologije, u ovom je radu predložena tipizacija plinskih priključaka (standardni, pojedinačni i zajednički), polazeći od kapaciteta kućnih mjerno-regulacijskih setova i radnog tlaka u distribucijskim plinovodima. Za standardni plinski priključak predočen je cjelovit metodološki pristup izračunu troškova izgradnje priključka i dijela troškova sustava, što je dopunjeno s troškovnim tabelama kojima se postiže transparentnost i raspoloživost podataka, a služe za konzistentno praćenje i tumačenje strukture troškova.

## Literatura

- [1] Zakon o energiji, NN br. 68/01, 177/04, 76/07 i 152/08
- [2] Zakon o tržištu plina, NN br. 40/07 i 152/08
- [3] Opći uvjeti za opskrbu prirodnim plinom, NN br. 43/09
- [4] Mrežna pravila plinskog distribucijskog sustava, NN br. 50/09
- [5] Mrežna pravila transportnog sustava, NN br. 50/09
- [6] Mellerowicz, K. *Kosten und Kostenrechnung (I – Theorie der Kosten, II – Verfahren I i II Teil)*, Berlin, 1958.
- [7] Rayburn L.G. *Principles of Cost Accounting*, Boston, Irwin, 1989
- [8] Horngren C.T., Datar S.M., Foster G. *Cost Accounting – a Managerial Emphasis*, Prentice Hall, New Jersey, 2003
- [9] Weygandt J.J., Kieso D.E., Kimmel P.D. *Managerial Accounting*, Danvers: John Wiley & Sons, 2005

---

<sup>18</sup> Stručno utemeljeno utvrđivanje naknade za priključenje na plinsku mrežu bitno je za plinsko gospodarstvo, budući su sredstva prikupljena od te naknade dio ukupnog prihoda distributera i zbog te činjenice mogu bitno utjecati na poslovanje.

<sup>19</sup> Metodologija utvrđivanja naknade za priključenje na mrežu i za povećanje priključne snage će, kao podzakonski akt, vrijediti na cijelom državnom teritoriju.

7. SKUP O PRIRODNOM PLINU, TOPLINI I VODI

# Plinsko gospodarstvo i buduće globalne energetske promjene

Predavač: prof.dr.sc. Miljenko Šunić, dipl. ing.



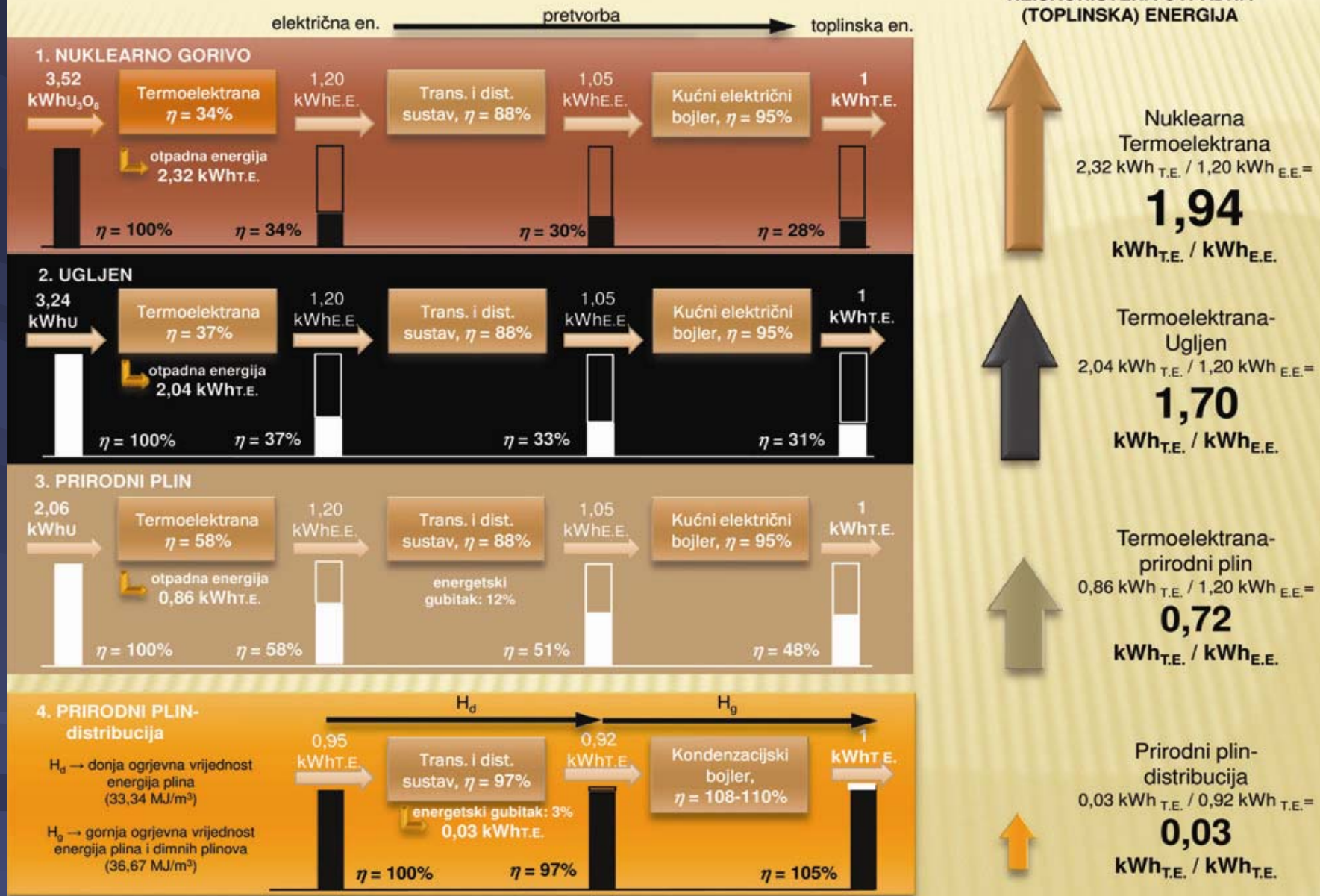
Hrvatska stručna udruga za plin (HSUP)

Osijek, 21.-24. listopada 2009.

# 1. OSNOVNE POSTAVKE

- Globalizacija, liberalizacija i privatizacija osnažuju razvijene zemlje i multinacionalne kompanije **(gdje su tu male nerazvijene zemlje?)**
- U kriznim stanjima svaka zemlja spašava svoje gospodarstvo (spašavanje automobilizma u odnosu na našu brodogradnju)
- Dosadašnja energetska opskrba bila je bazirana na fosilnim gorivima
- Posljedica toga je:
  - znatan utjecaj na okoliš
  - nužnost transformacija goriva
  - potreba znatnih financijskih sredstava za transformacijsku opremu
- Vrlo niski stupanj transformacije goriva u korisnu električnu energiju (ugljen i nuklearno gorivo oko 30%, sl. 1)
- Potreba za el. energijom raste dok za toplinskom se smanjuje

Slika 1. USPOREDBA UKUPNE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI ZA RAZNA GORIVA

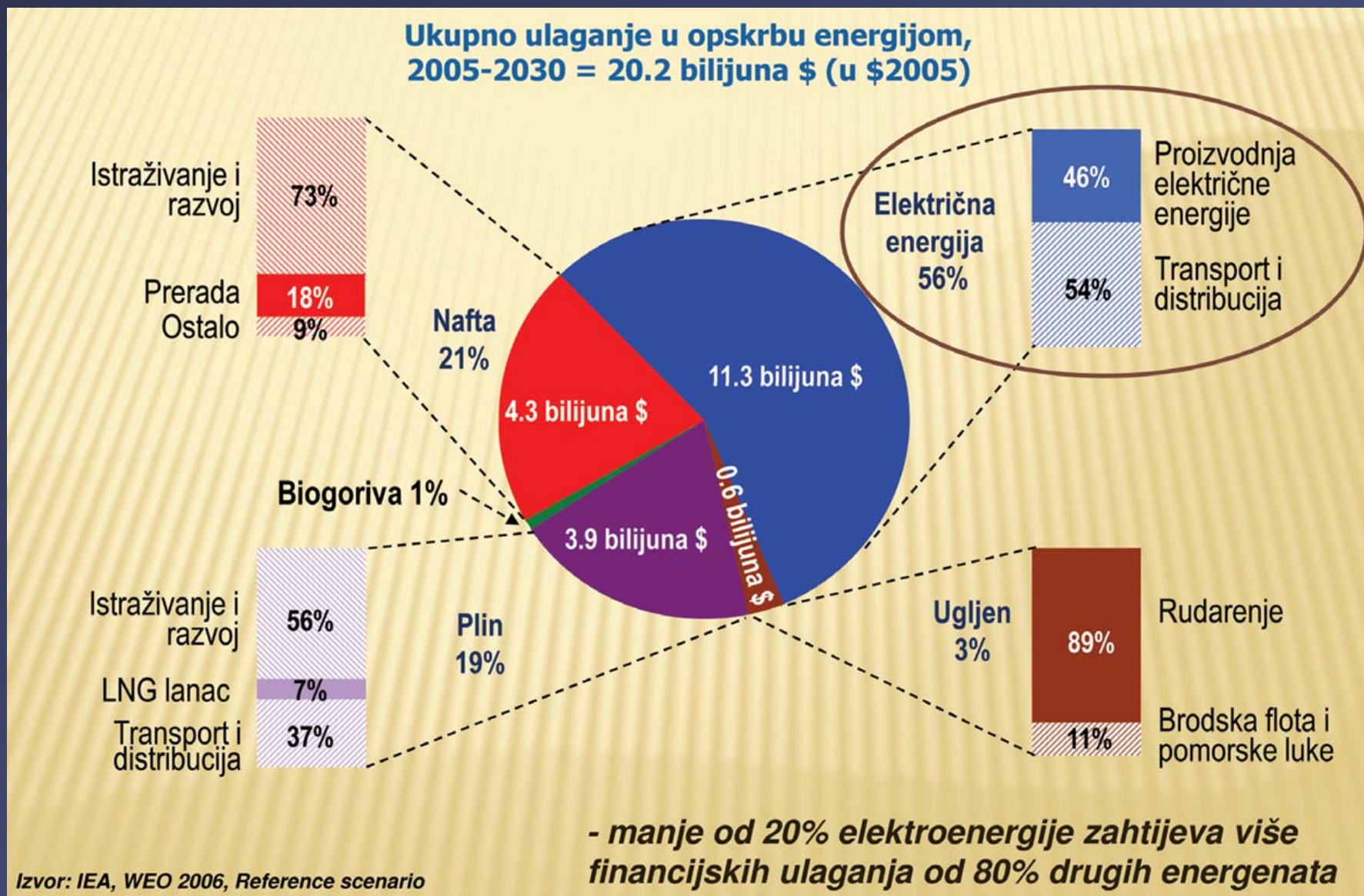


♦ Pretvorba plina u toplinsku i električnu energiju je efikasnija od pretvorbe ugljena i nuklearnog goriva

## 2. Što učiniti za budućnost?

- Što veće korištenje vlastitih energetske i gospodarskih resursa
- Nužan je postupan zaokret prema plinu (Prirodni plin, UNP, bioplin )  
Obnovljivim i alternativnim energetskim izvorima-”**žuto- zeleni** scenariji”
- Vlastiti energetske resursi RH su:
  - obnovljivi izvori (hidropotencijal. Vjetar, sunce)
  - alternativni izvori (drvena i biljna masa, smeće i bioplin)
  - plin (prirodni, ukapljeni naftni plin i bioplin)
- Za domaće energetske resurse nužno je razviti proizvodnju energetske opreme:
  - vjetrogeneratore (Končar.....)
  - toplinske solarne ploče (već se rade u RH)
  - fotoelektrične solarne ploče (brzi razvoj efikasnosti u budućnosti)
- Nužno je poznavanje odnosa ulaganja u pojedine energente (**slika 2**)

## Slika 2. PRIKAZ ODNOSA ULAGANJA U ENERGENTE.



♦ Uvijek su veća ulaganja u prijenos i distribuciju el. energije od ulaganja u proizvodnju.

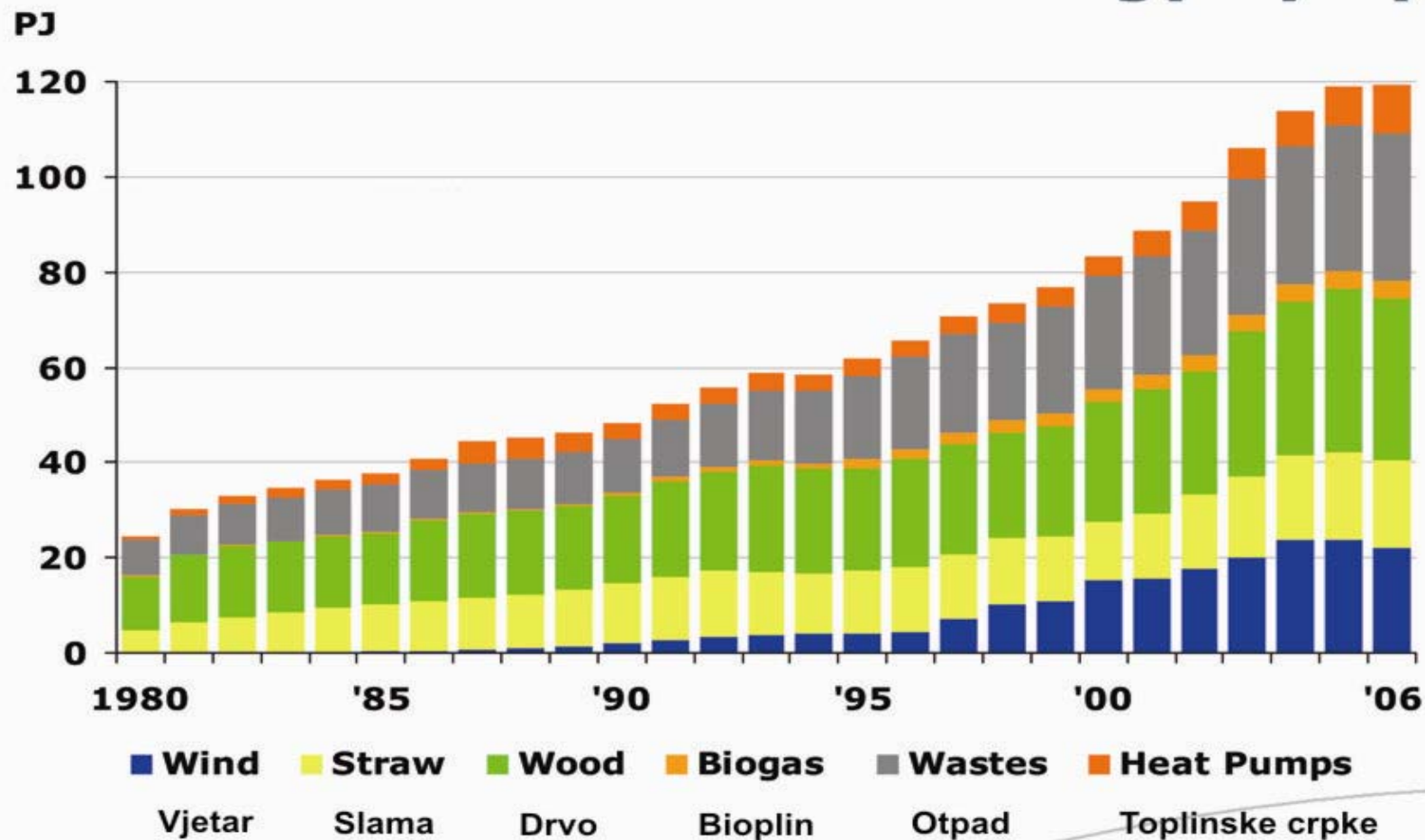
### 3. Zašto ulaganja u zbrinjavanje otpada te biljnu i drvenu masu?

- raspoloživi su u znatnim količinama u svim dijelovima RH
- za njihovo zbrinjavanje moraju se svakako ulagati znatna financijska sredstva
- moguća je proizvodnja raznih oblika energije na raznim mjestima-upravo tamo gdje se ista i troši
- TO VEĆ ODAVNO RADE DRUGI U SVIJETU (slika 3)



Slika 3. ŠTO DRUGI RADE U SVIJETU?

## Production of Renewable Energy by Type



DANISH  
**ENERGY**  
AUTHORITY

Obnovljiva energija razvijenih zemalja proizvedena iz obnovljivih izvora ali i od biljne i drvne mase te otpada (Danska i druge razvijene zemlje)

## 4. Zašto korištenje plina?

- imamo vlastitu proizvodnju od  $2,2 \times 10^9 \text{ m}^3$
- i u budućnosti će se proizvoditi min.  $1,0 \times 10^9 \text{ m}^3$
- u novim rafinerijama će se proizvoditi UNP-a ekvivalentno  $1,0 \times 10^9 \text{ m}^3$  prirodnog plina
- počeo se proizvoditi i bioplin
  - najmanje utječe na okoliš
  - supstituira el. energiju
- plinski sustav RH se gradi za kapacitet  $6,5 \times 10^9 \text{ m}^3$  (slika4)

Slika 4. TRANSPORTNI PLINSKI SUSTAV REPUBLIKE HRVATSKE



- U plinske mreže danas se već miješa bioplin, UNP i zrak te vodik (smart grid)
- Vrlo se efikasno transformira u toplinsku i električnu energiju-(slika 1)
  - kondenzacijska tehnika  $\eta=110\%$
  - proizvodnja el. energije u kombi procesu  $\sim 60\%$
  - kogeneracije i mikrokogeneracije do  $95\%$

- Moguća je distribuirana proizvodnja energije u mini i mikrokogeneracijama (slika 5) na bazi:
  - plinskog motora (u Japanu Honda uređaji su prodani više od 60.000 kom)
  - Stirling motora (pilot projekti u Engleskoj)
  - gorivna ćelija (još vrlo skupa, ali je u Japanu već u komercijalnoj primjeni)
- Koriste se uređaji koji uz plin koriste i obnovljive izvore energije (plinske toplinske pumpe)

Slika 5. **MOGUĆNOST UGRADNJE  
MIKROGENERACIJSKIH  
JEDINICA U PLINOFICIRANIM  
ZEMLJAMA**

**$\mu$ -CHP**



Honda-Vallant  
mikrogeneracija  
s ugrađenim  
plinskim motorom



2020.  
1,3 milijuna  
 $\mu$ -CHP



2030.  
4 milijuna  
 $\mu$ -CHP

Izvor: IGURC,  
Pariz 2008.

**Novi mikrogeneracijski uređaj na plin za ugradnju kod široke potrošnje  
biti će na bazi gorivnih ćelija i Stirling motora**

## 5. UMJESTO ZAKLJUČKA (što se postiže korištenjem plina, obnovljivih izvora i novih tehnologija)

- Korištenje vlastitih energetske i gospodarskih resursa
- Veća mogućnost proizvodnje vlastite energetske opreme
- Mogućnost izbora raznih energetske oblika od strane korisnika energije
- Ostvaruje se energetski miks iz vlastitih resursa

## 5.1 Posebna vrijednost

- Društveni porast vrijednosti kroz štednju energije
- Ekonomičnost korisnika kroz štednju električne i energije plina (energija se koristi tamo gdje se i proizvodi)
- Smanjenje utjecaja na okoliš-kroz štednju energije i ujedno korištenje obnovljivih izvora.



**HVALA NA PAŽNJI !**

Osijek, 21.-24. listopada 2009.



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



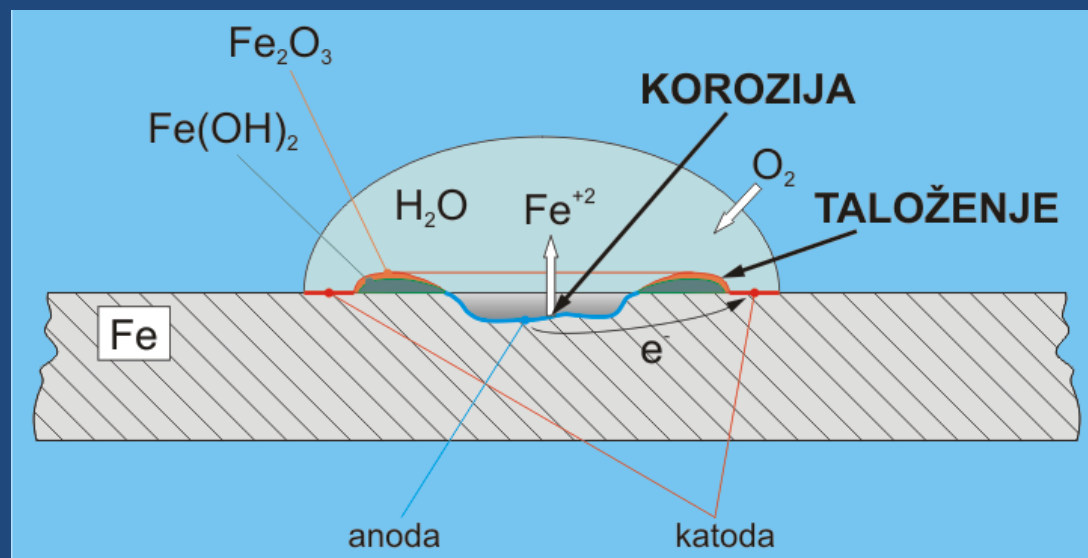
STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# Zaštita od korozije u toplim pitkim vodama

Zvonimir Kolumbić, Stjepan Aračić, Ivan Samardžić

Strojarski fakultet – Slavonski Brod

Korozija – neželjeno elektrokemijsko otapanje metala u elektrolitu, koje se odvija na dodirnoj površini metal/okolina.



Sumarna reakcija  
korozijske i oksidacijske:  
 $2 \text{Fe} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3$

Ako brzina korozijske raste  
s koncentracijom kisika  
zašto se odvija brže tamo  
gdje ga ima manje?

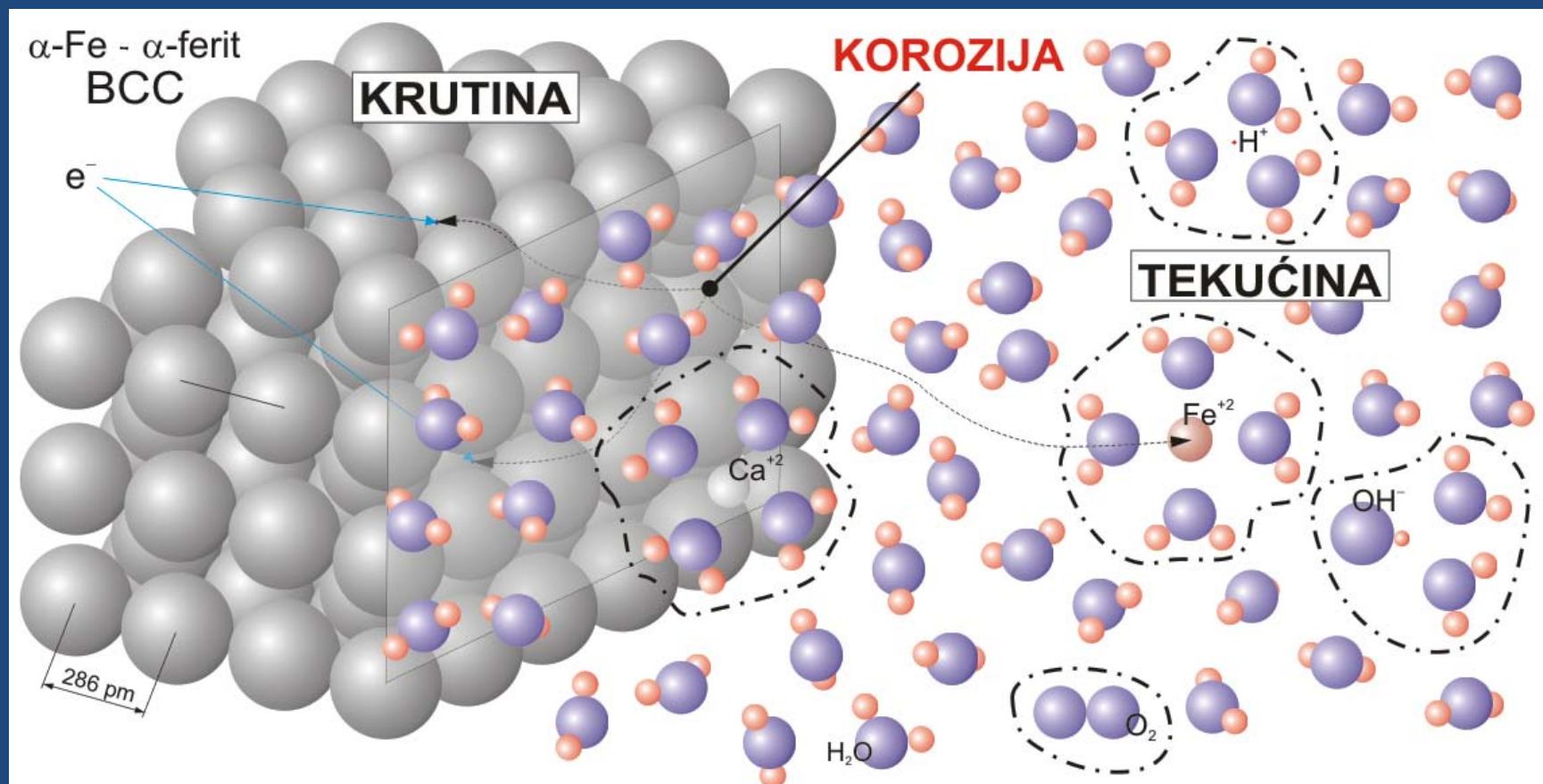
Problem strojarskih inženjera – manjkava znanja iz kemije.

Problem kemijskih inženjera – manjkava znanja iz strojarstva.

Cilj rada – postaviti podloge sistemske analize zaštite od korozijske u toplim pitkim vodama.

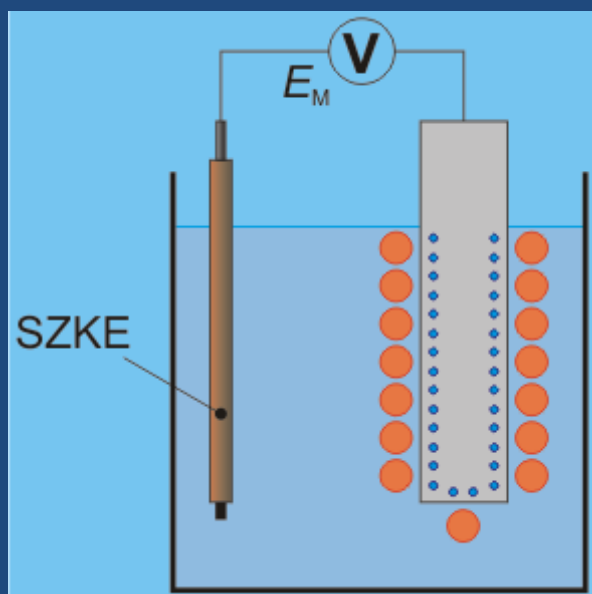
# Nano prizorište

Mjerilo  $\sim 1 : 10^{-12}$



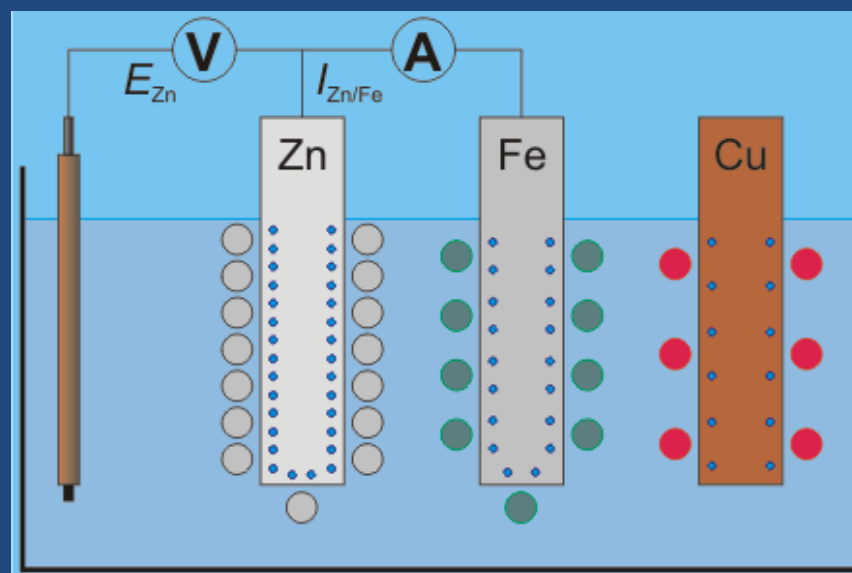
# Elektrokemijska ravnoteža:

- (a) ravnotežni električni dvojni sloj
- (b) ravnomjerna raspodjela elektrona

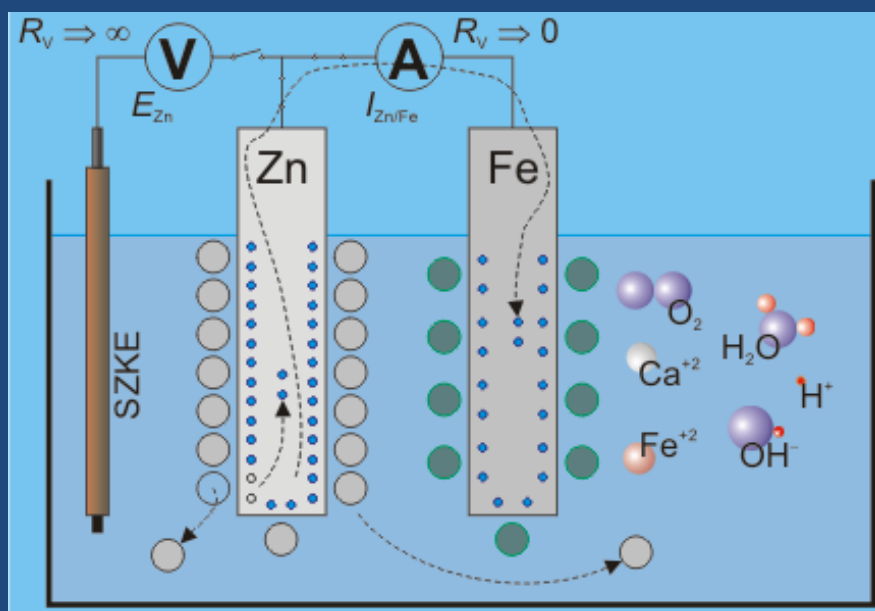


Brzina korozijske se može opisati **jakošću korozijske struje**,  $I_M$  u A, te izmjeriti ampermetrom (A).

Jakost se dvojnog sloja može opisati **elektrodnim potencijalom**,  $E$  u V, te izmjeriti voltmetrom (V), koristeći se usporedbom s referentnom elektrodom poznatog elektrodnog potencijala.



# Remećenje elektrokemijske ravnoteže



Uspostavljena elektrokemijska ravnoteža se remeti:

- (a) elektrolitičkim i električnim spajanjem metala s drugim metalom,
- (b) lokalnim promjenama svojstava metala ili elektrolita.

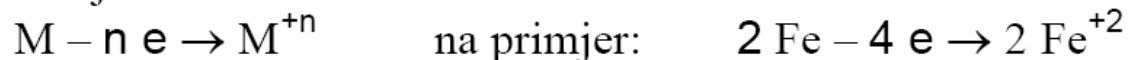
Uslijed poremećaja ravnoteže, uspostavlja se korozijski članak (anoda | elektrolit | katoda) i razvija se korozija uz težnju:

1. ravnomjerne raspodjele elektrona u krutoj fazi metala – elektroni gibaju iz područja veće u područje manje koncentracije
2. zaustavljanja otapanja iona metala formiranjem dovoljno jakog dvojnog sloja – općeg ili lokalnog.

# Rječnikom kemije

Sa stajališta elektrokemije korozija je **anodna oksidacija metala** praćena **katodnom redukcijom agensa korozije**. U vodenim su sredinama najčešći agensi korozije otopljene molekule kisika i uvijek prisutni ioni vodika, a razvoj korozije se može opisati jednadžbama:

- anodna oksidacija metala:



(oksidacija  $\equiv$  otpuštanje elektrona, anoda  $\equiv$  mjesto na kome se odvija oksidacija)

- katodna redukcija agensa korozije:

utrošak otopljenog kisika	oslobađanje vodika
$(O_2 \rightarrow) 2 O + 4 e \rightarrow 2 O^{-2} - \text{redukcija}$ $2 O^{-2} + 2 H^+ \rightarrow 2 (OH)^- - \text{spajanje}$	$4 H^+ + 4 e \rightarrow 4 H - \text{redukcija}$ $4 H \rightarrow 2 H_2 - \text{spajanje}$

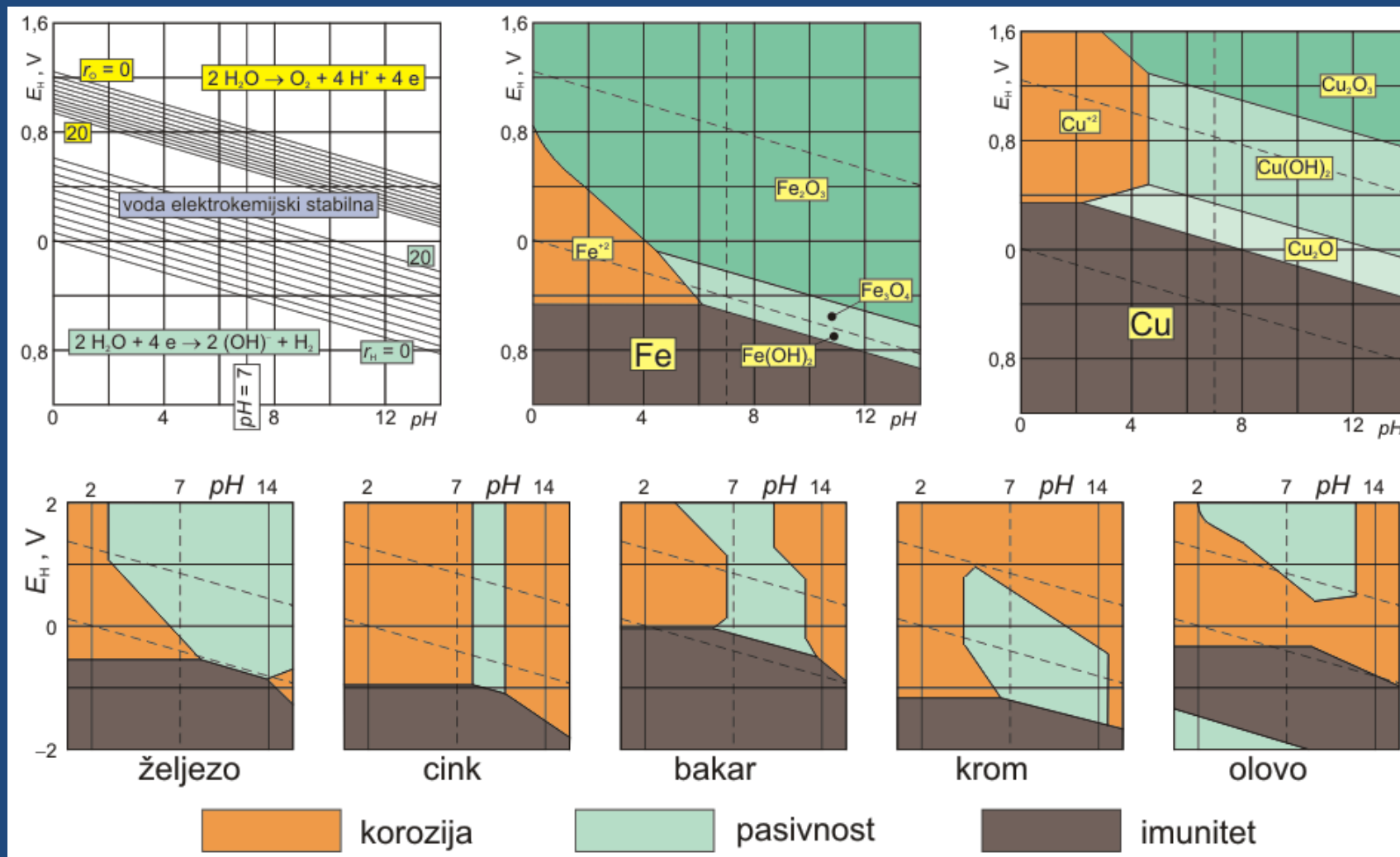
**Pokazatelj koncentracije vodikovih iona:**

$$pH = - \log c(H^+)$$

i može se zaključiti kako u oba slučaja tijekom razvoja korozije raste  $pH$  elektrolita. U neutralnim vodenim otopinama je  $c(H^+) = 10^{-7} \text{ mol H}^+/\text{l} \Rightarrow pH = 7$ .

Iz udžbenika: Z. Kolumbić, N. Tomac: Materijali, <https://www.ffri.hr/~zvonimir/Materijali/index.html>

# Pourbaix-ovi dijagrami





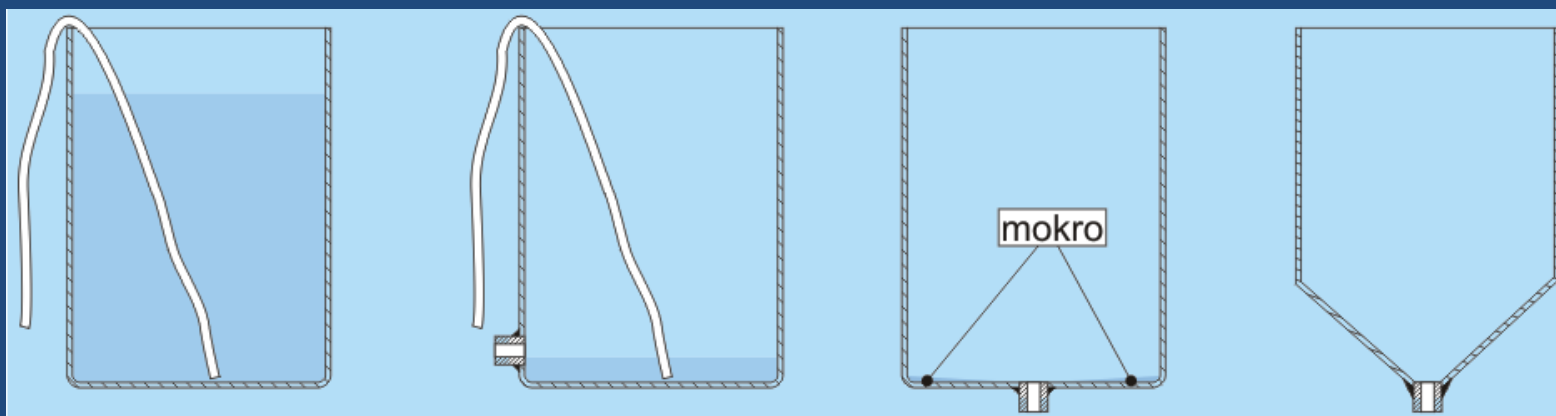
# Zaštita od korozije

Obuhvaća postupke sprečavanja ili smanjivanja brzine korozije:



## *Pravilno konstruiranje*

Pravilnim se konstruiranjem strojarskih dijelova/sustava se moraju u najvećoj mogućoj mjeri **izbjeći pojave nehomogenosti** metala i/ili elektrolita.



Zaštita od korozije

## Izmjene svojstava metala

Izmjenama svojstava metala on se prilagođava zadanoj okolini:

### IZMJENE SVOJSTAVA METALA

zamjena metala

legiranje metala

izmjene svojstava površine metala



Zaštita od korozije

## *Izmjene svojstava okoline*

Izmjenama svojstava se okoline prilagođavaju zadanom metalu.



Kemijski sastav pitke vode propisuje:

“Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće”, Narodne novine, 182/04

S velikom rezervom treba razmotriti mogućnosti primjene:

- obrade vode fizikalno-kemijskim postupcima (ionska izmjena)
- kontroliranog doziranja inhibitora korozije (polifosfati/silikati)
- Guldagerovog postupka (alumijska anoda)
- protjecanja vode kroz formirana magnetna polja

Zaštita od korozije

## Formiranje izolacijskih slojeva

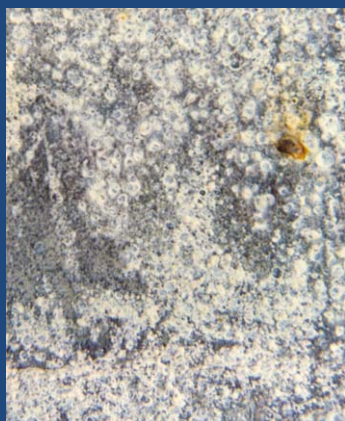
Izolacijskih slojev korozijski neotporan metal elektrolitički odvajaju od okoline.

### FORMIRANJE IZOLACIJSKIH SLOJEVA

metalni slojevi

slojevi polimera

keramički slojevi



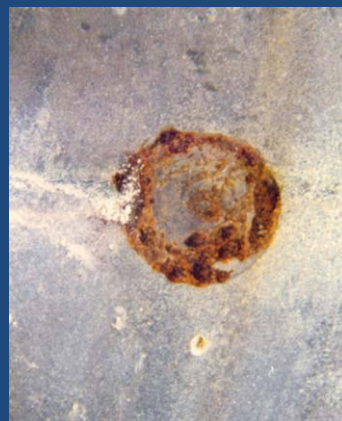
TPČ  
tvrтка E  
80 °C



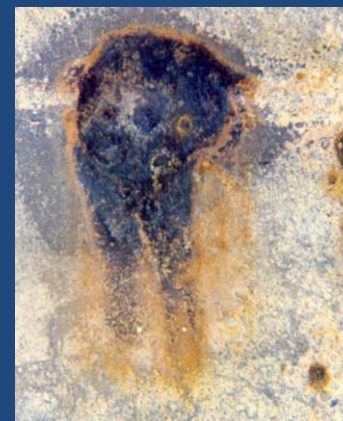
TPČ  
tvrтка D  
80 °C



TPČ  
tvrтка A  
50 °C



TPČ  
tvrтка A  
65 °C

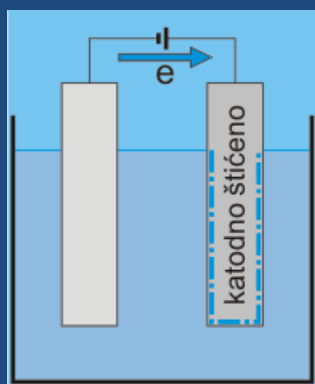


TPČ  
tvrтка A  
80 °C

Zaštita od korozije

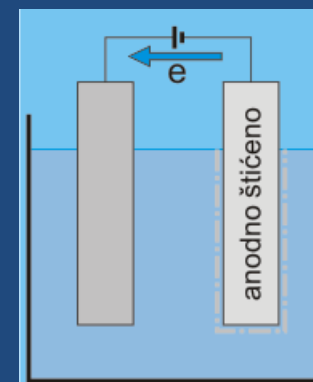
## Elektrokemijska zaštita

Metal iz oblasti korozije (Pourbaix-ovi dijagrami elektrokemijske ravnoteže) prelazi u oblasti imuniteta (katodna zaštita) ili pasivnosti (anodna zaštita).



Katodna je zaštita u sustavima opskrbe toplom pitkom vodom praktično primjenjiva samo kao dodatna zaštita.

Anodnu je zaštitu u sustavima opskrbe toplom pitkom vodom opasno primjenjivati jer može izazvati ubrzanje korozije.



## Zaštita od korozije

### Kombinirana zaštita



TPČ/Mg/0  
65 °C



TPČ/Mg  
65 °C



Emj/Mg  
80 °C



PA 11/Mg  
65 °C



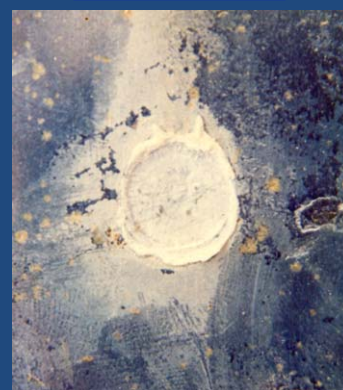
BM 102 YU/Mg  
80 °C



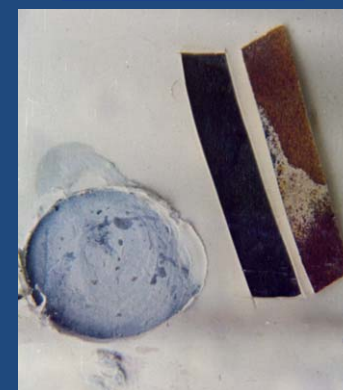
TPČ/Mg  
50 °C



TPČ/Mg  
50 °C



Emj/Mg  
80 °C



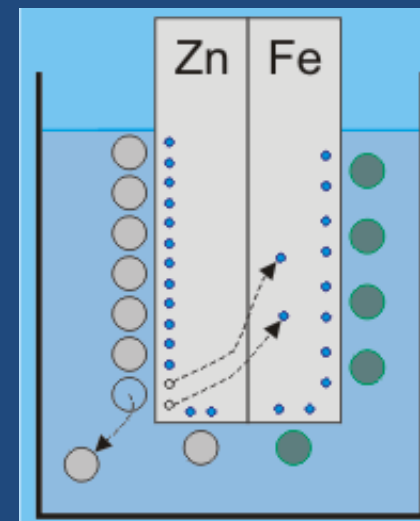
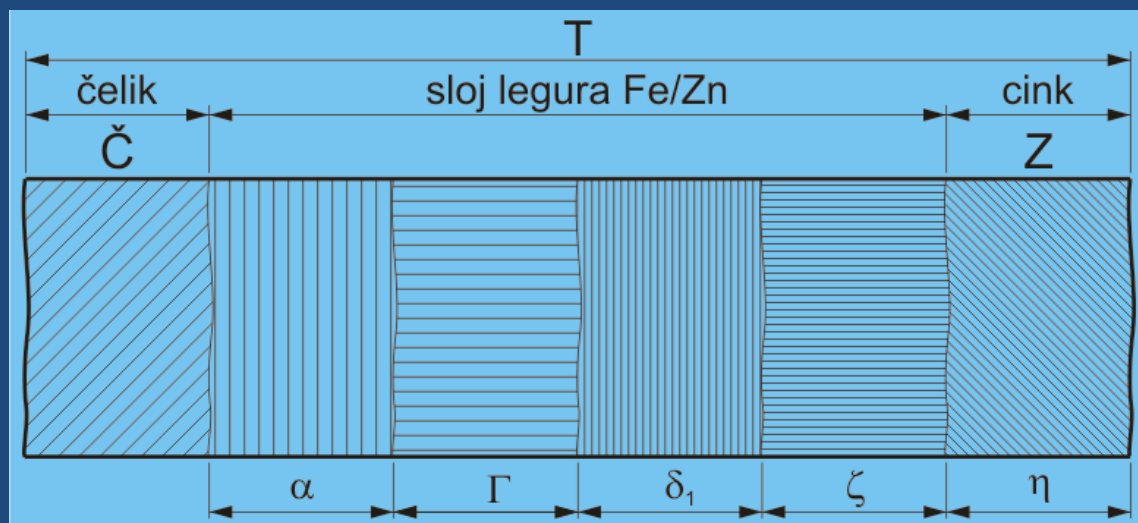
PA 11/Mg  
65 °C



BM 102 YU/Mg  
80 °C

# Toplo pocinčani čelik

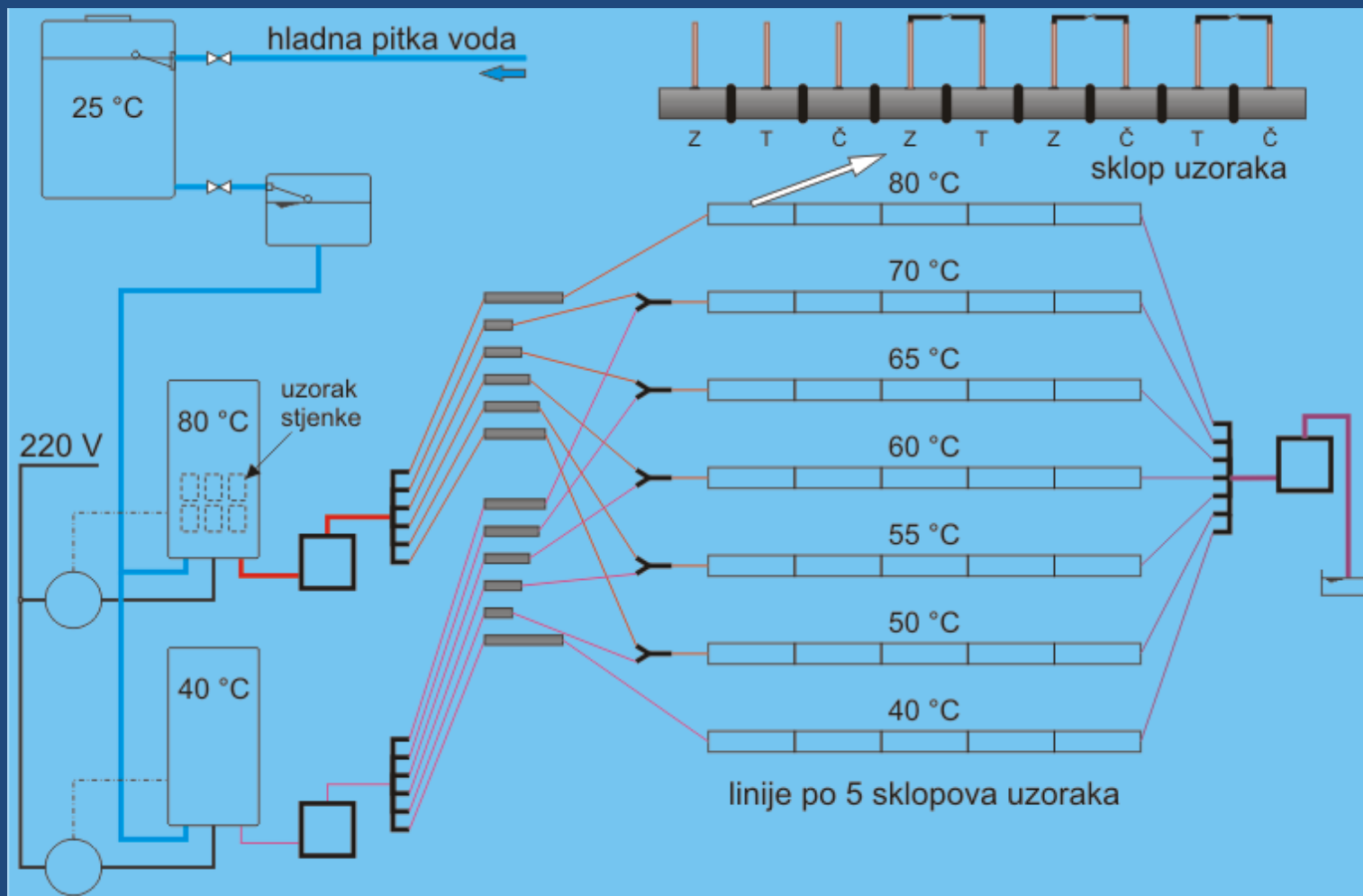
Čelični se dijelovi toplo pocinčavaju uranjanjem u talinu cinka.



Faza	Vrsta	% Zn	Formula	Tip rešetke	Parametri rešetke, pm		
					<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
$\alpha$	otopina	0 ÷ 6	–	FCC	29	–	–
$\Gamma$	spoj	72 ÷ 79	$Fe_5Zn_{21}$	C	909	–	–
$\delta_1$	spoj	88,5 ÷ 93	$FeZn_7$	HCP	129	–	58
$\zeta$	spoj	93,8 ÷ 94	$FeZn_{13}$	MC	137	76	51
$\eta$	otopina	99,9 ÷ 100	–	HCP	27	–	50

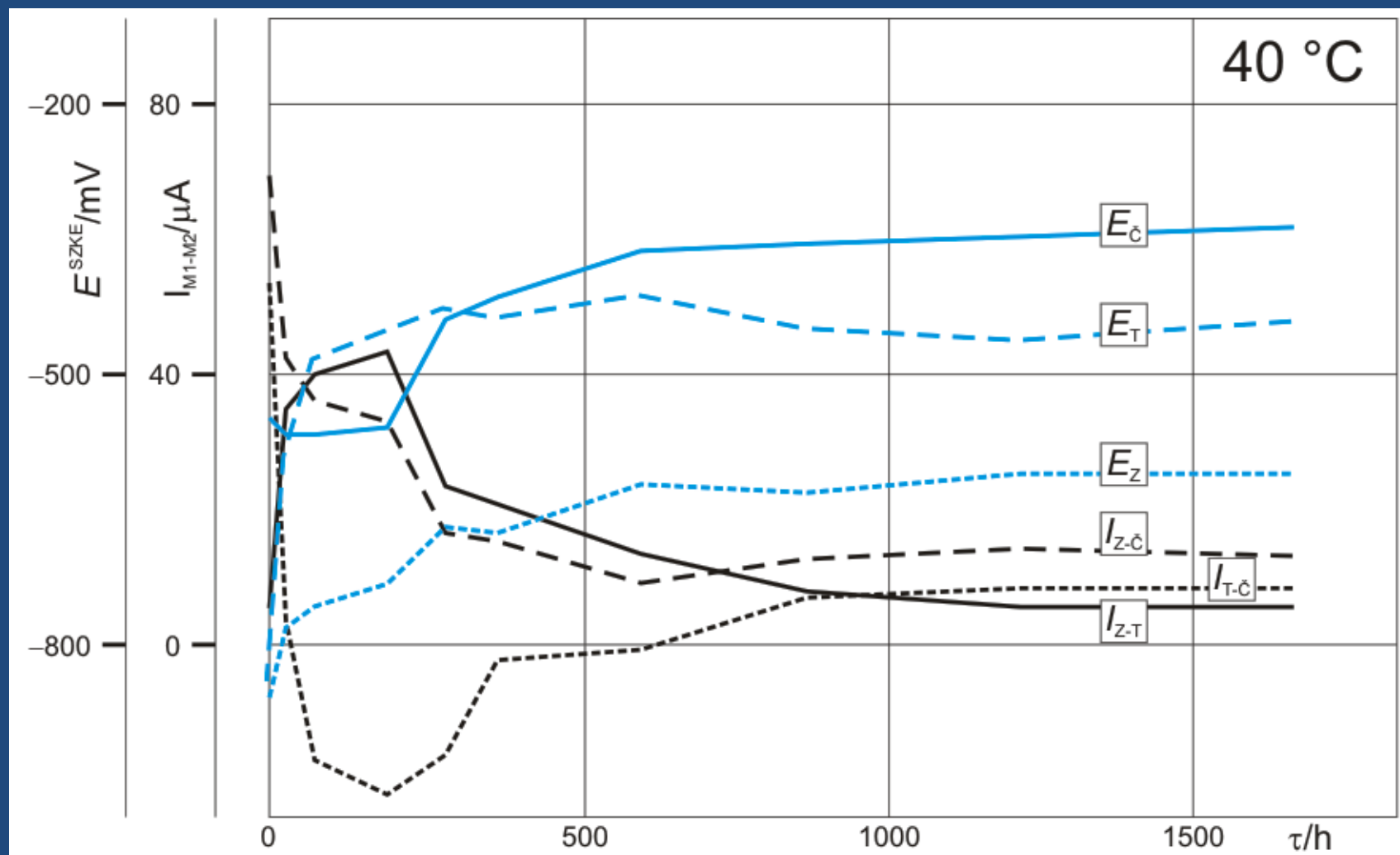
# Zaštita čelika pocinčavanjem

## Eksperimentalna provjera utjecaja temperature:

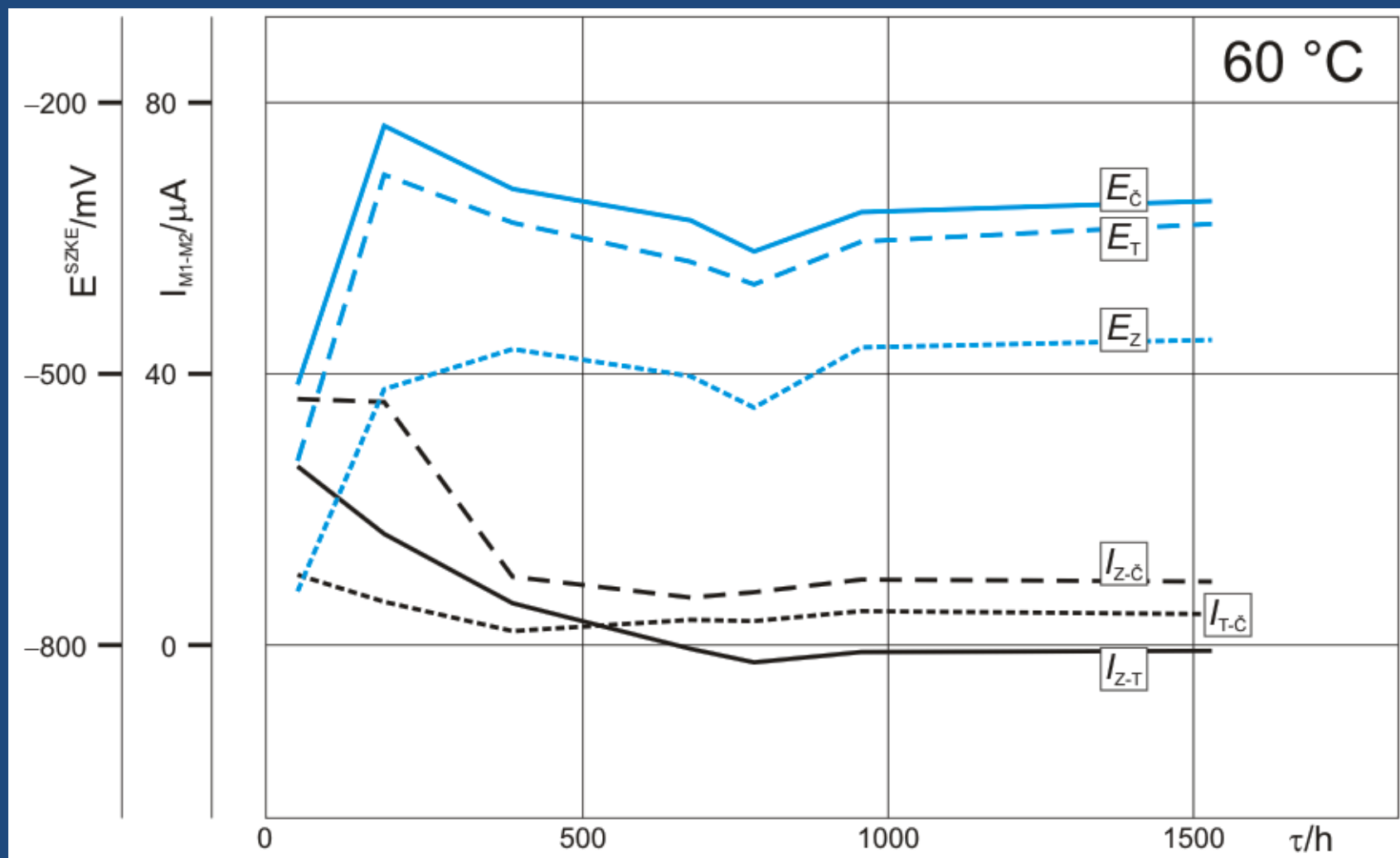




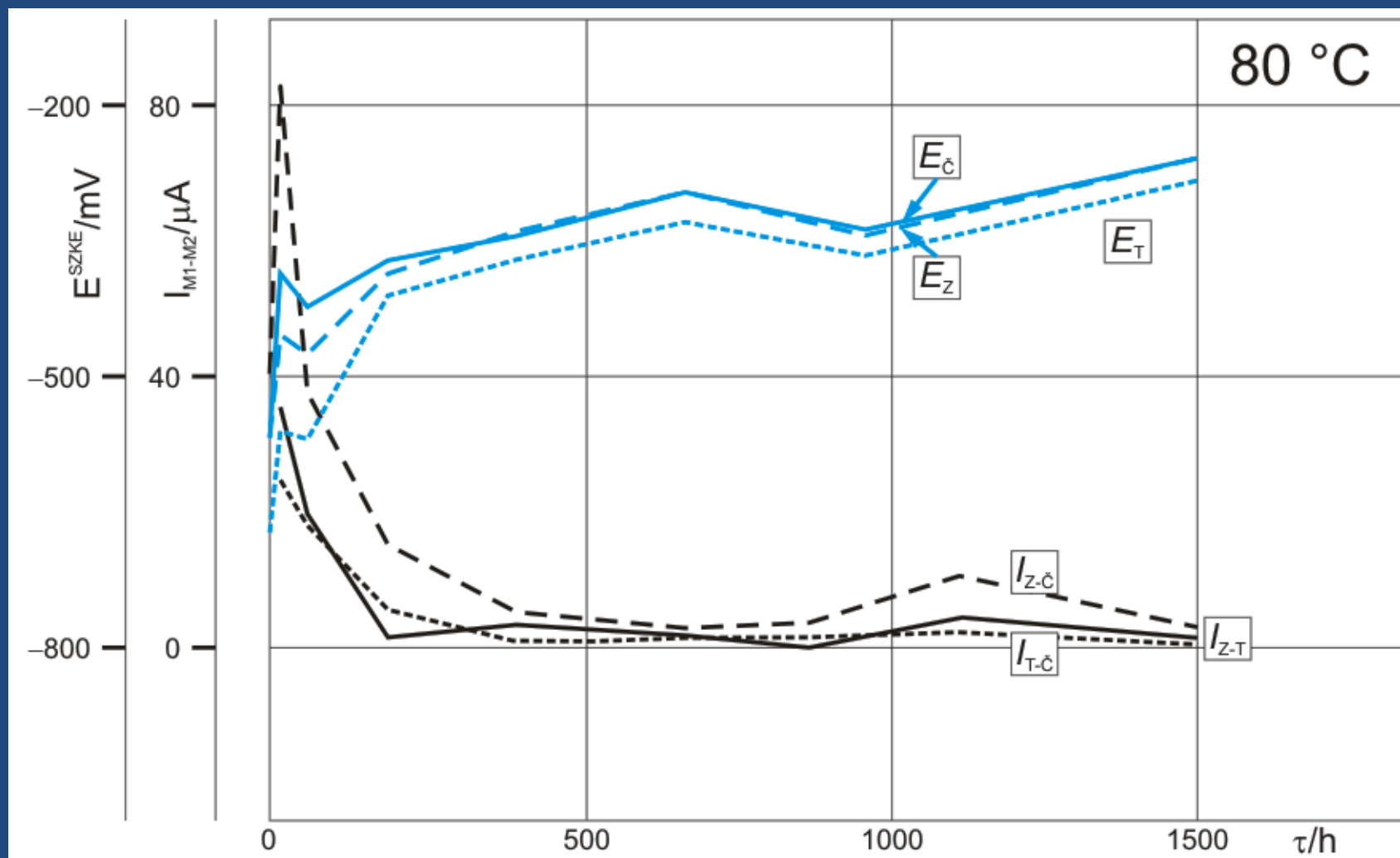
# Promjene korozijskih veličina s vremenom - 1



# Promjene korozivskih veličina s vremenom - 2

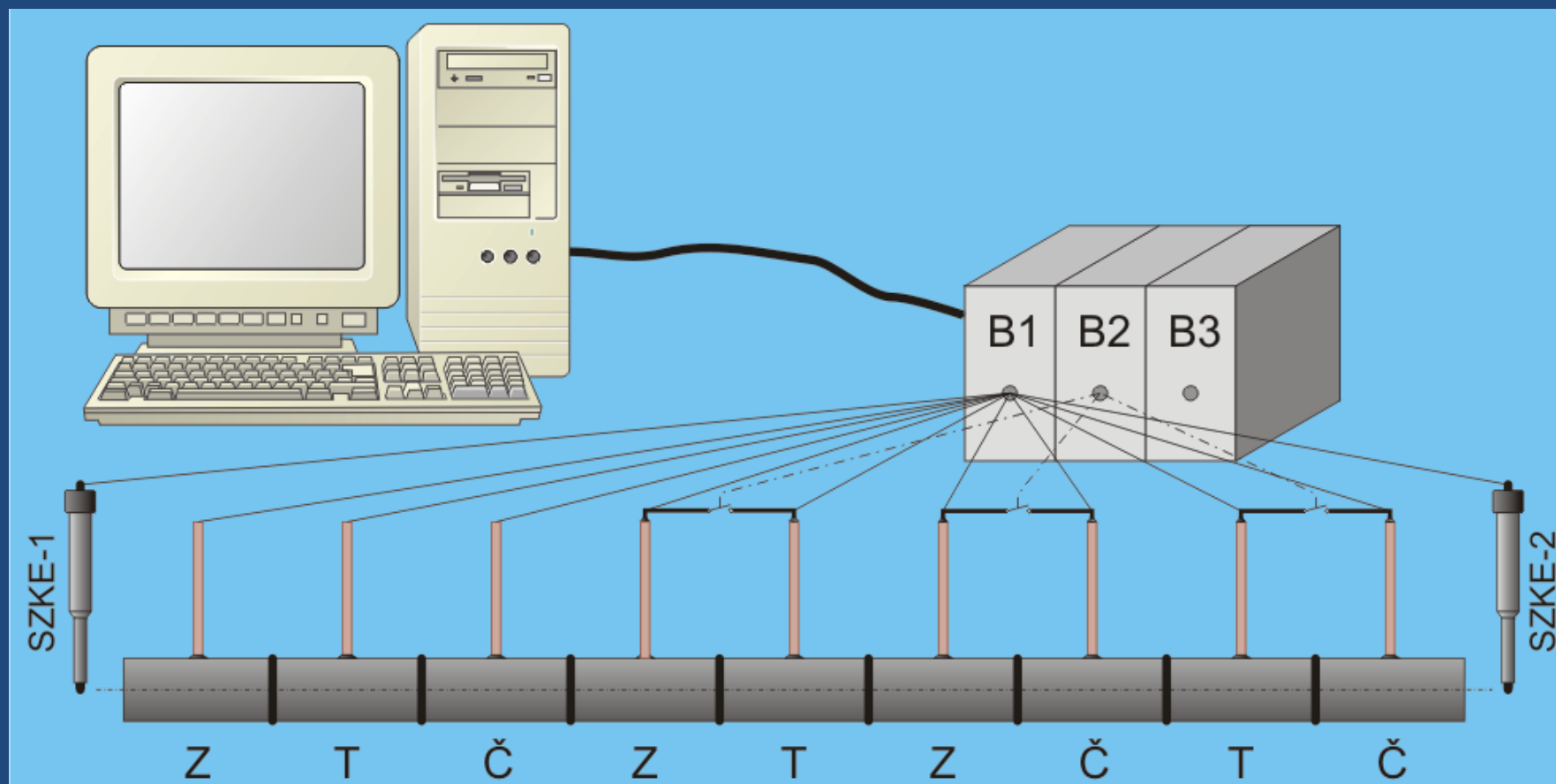


# Promjene korozivskih veličina s vremenom - 3



# Zaštita čelika pocinčavanjem

Suvremeni pokus:





# Zaključak

Posljedice su korozije sustava s toplim pitkim vodama velike štete, u pravilu, manje direktne i daleko veće indirektne. Ali, skoro se nitko ne hvata u koštac s problemom zaštite.

U radu se jednostavnim pristupom prije svega potiče zanimanje za problem zaštite od korozije, te pokazuje:

- (a) strojarima kako problem nije tako kompliciran kao što se čini na prvi pogled,
- (b) tehnolozima kako problem nije tako jednostavan kao što to tu i tamo piše.

Što dalje – ništa. Dok se ne pojave zainteresirani iz prakse.



Fakultet strojarstva i brodogradnje  
Strojarski fakultet



7. Skup o prirodnom plinu, toplini i vodi  
Osijek, 21-24. listopada 2009.

**Analiza adijabatske temperature izgaranja,  
količine dimnih plinova i temperature rošenja  
pri potpunom izgaranju  
parafinskih ugljikovodika  $C_nH_{2n+2}$**

Antun Galović  
Zdravko Virag  
Marija Živić

## Potpuno izgaranje parafinskih ugljikovodika



$n=1$ , metan  $CH_4$

$n=2$ , etan  $C_2H_6$

$n=3$ , propan  $C_3H_8$

$n=4$ , butan  $C_4H_{10}$

$n=5$ , pentan  $C_5H_{12}$

$n=6$ , heksan  $C_6H_{14}$

$n=7$ , heptan  $C_7H_{16}$

$n=8$ , oktan  $C_8H_{18}$

## Matematički model

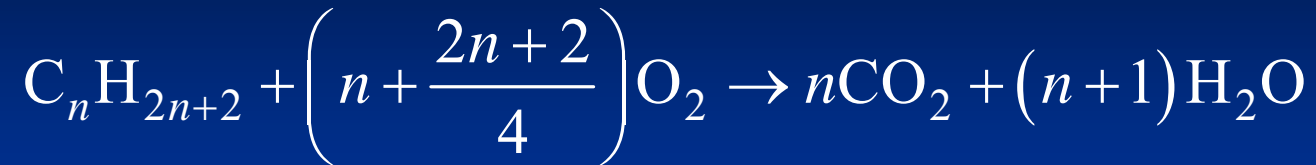
- adijabatska temperatura izgaranja,
- količina potrebnog zraka za izgaranje,
- količina nastalih dimnih plinova,
- temperatura rošenja vodene pare u dimnim plinovima

### varijable

- broj atoma ugljika  $n$ ,
- faktor pretička zraka  $\lambda$ ,
- temperatura predgrijavanja  $\mathcal{G}_{Zr}$



- jednađba potpunog izgaranja (oksidacije) ugljikovodika  $C_nH_{2n+2}$



- minimalna potrebna količina kisika za izgaranje

$$O_{\min} = n + \frac{2n+2}{4} = \frac{3n+1}{2}$$

- potrebna količina zraka za izgaranje

$$Z_{\text{stv}} = \lambda \frac{O_{\min}}{0.21} = 2.381\lambda(3n+1)$$

$$n_{\text{dp}} = n_{\text{CO}_2} + n_{\text{H}_2\text{O}} + n_{\text{O}_2} + n_{\text{N}_2}$$

---

$$n_{\text{CO}_2} = n$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = n + 1$$

$$n_{\text{O}_2} = 0.5(\lambda - 1)(3n + 1)$$

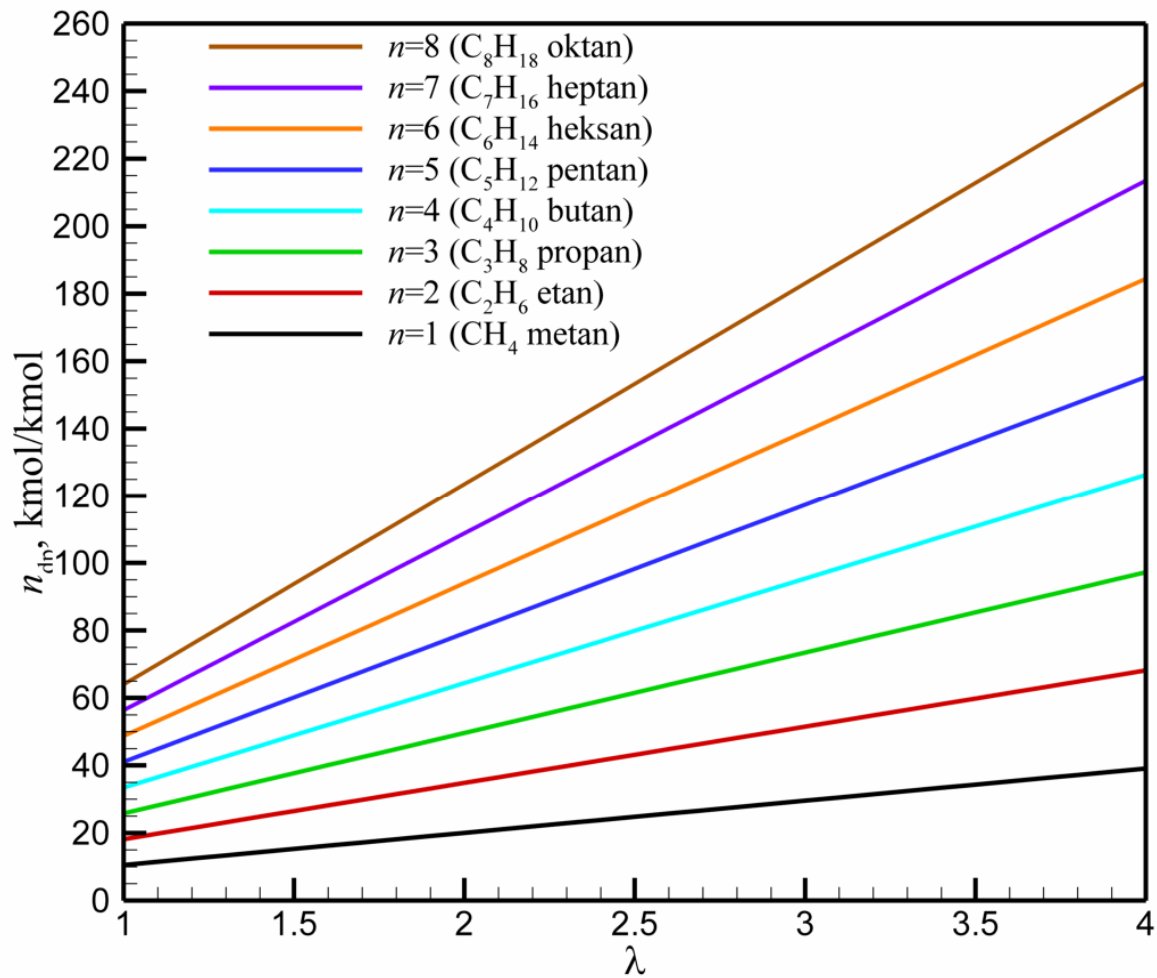
$$n_{\text{N}_2} = 0.79Z_{\text{stv}} = 1.881\lambda(3n + 1)$$

---

$$n_{\text{dp}} = 2.381\lambda(3n + 1) + 0.5(n + 1)$$

---

## Količina dimnih plinova – faktor pretička zraka



---

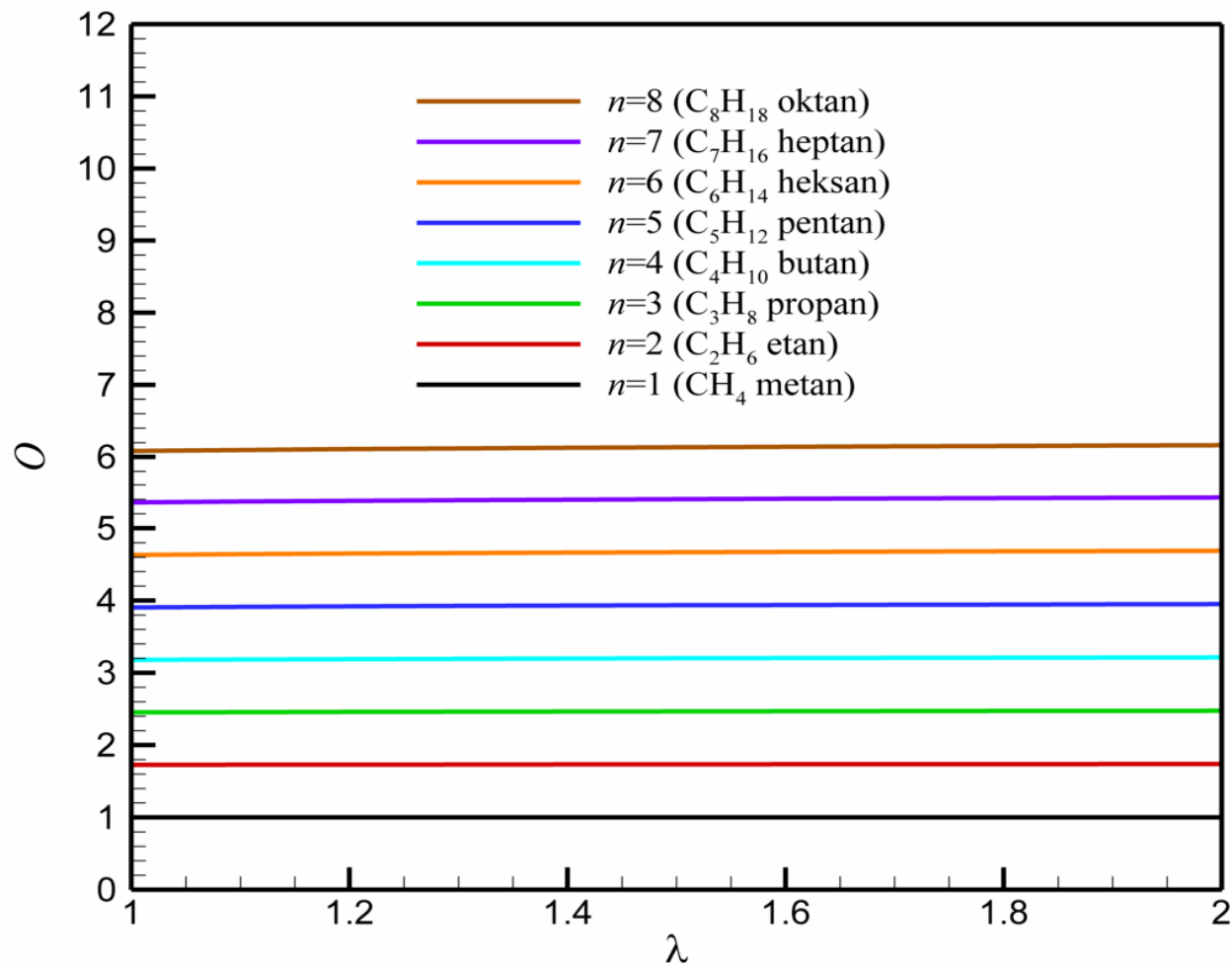
$$n_{\text{dp}} = 2.381\lambda(3n + 1) + 0.5(n + 1)$$

---

$$n = 1, \quad n_{\text{dpCH}_4} = 9.524\lambda + 1$$

$$n = 8, \quad n_{\text{dpC}_8\text{H}_{18}} = 59.525\lambda + 4.5$$

## Omjer količina dimnih plinova – faktor pretička zraka



$$O = \frac{n_{dpC_nH_{2n+2}}}{n_{dpCH_4}}$$

## Parcijalni tlak vodene pare u dimnim plinovima

$$p'_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{dp}}} p = \frac{n+1}{2.381\lambda(3n+1) + 0.5(n+1)} p$$

$$\lambda=1.0 \quad p'_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{n+1}{7.643n + 2.881} p$$

## Temperatura rošnja vodene pare

$$\left\{ T_{\text{ros}} \right\}_{\text{K}} = \frac{280.13}{1 - 0.052081 \cdot \ln \left( 100 \left\{ p'_{\text{H}_2\text{O}} \right\}_{\text{bar}} \right)} \quad \begin{array}{l} \lambda=1.0 \\ p=1 \text{ bar} \end{array}$$

## Temperatura rošjenja vodene pare u dimnim plinovima

$n$	$\lambda=1.0$		$\lambda=4.0$	
	$p'_{H_2O}$ , bar	$\vartheta_{ros}$ , °C	$p'_{H_2O}$ , bar	$\vartheta_{ros}$ , °C
1 (CH <sub>4</sub> → metan)	0.190	57.7	0.0512	33.0
2 (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ) → etan)	0.165	54.9	0.0440	30.4
3 (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) → propan)	0.155	53.6	0.0411	29.3
4 (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> ) → butan)	0.149	52.9	0.0396	28.6
5 (C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ) → pentan)	0.146	52.4	0.0386	28.2
6 (C <sub>6</sub> H <sub>14</sub> ) → heksan)	0.144	52.1	0.0379	27.9
7 (C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> ) → heptan)	0.142	51.9	0.0375	27.7
8 (C <sub>8</sub> H <sub>18</sub> ) → oktan)	0.141	51.7	0.0371	27.5

## Adijabatska temperatura izgaranja

$$g_{\text{ad}} = \frac{\Delta H_{\text{md}} (0^\circ \text{C}) + Z_{\text{stv}} C_{\text{mpzr}} \Big|_0^{g_{\text{zr}}} g_{\text{zr}}}{n_{\text{CO}_2} C_{\text{mpCO}_2} \Big|_0^{g_{\text{ad}}} + n_{\text{H}_2\text{O}} C_{\text{mpH}_2\text{O}} \Big|_0^{g_{\text{ad}}} + n_{\text{O}_2} C_{\text{mpO}_2} \Big|_0^{g_{\text{ad}}} + n_{\text{N}_2} C_{\text{mpzN}_2} \Big|_0^{g_{\text{ad}}}}$$

$$C_{\text{mpCO}_2} = -3 \cdot 10^{-6} g_{\text{ad}}^2 + 0.0139 g_{\text{ad}} + 37.595$$

$$C_{\text{mpH}_2\text{O}} = -4 \cdot 10^{-7} g_{\text{ad}}^2 + 0.0064 g_{\text{ad}} + 32.835$$

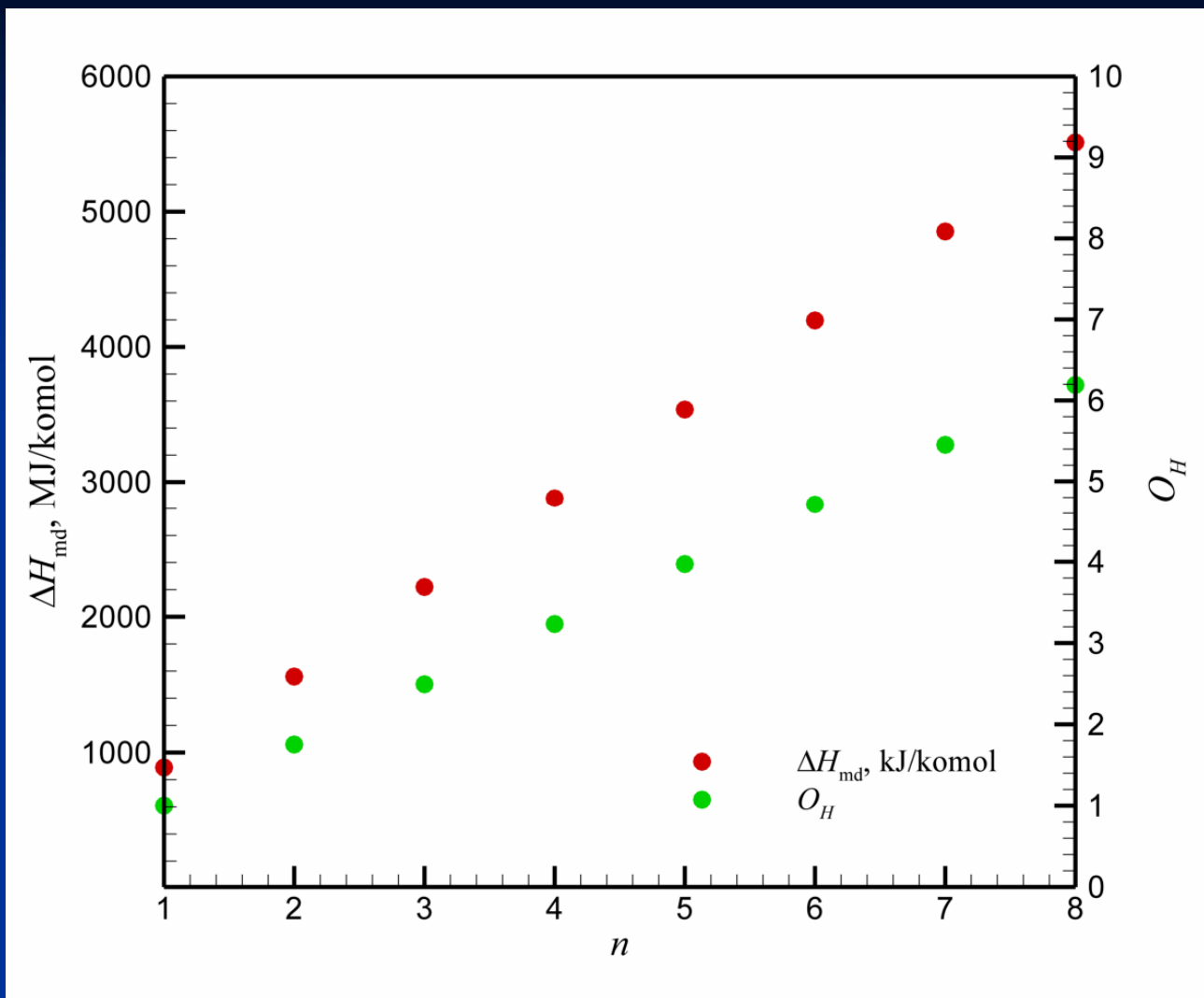
$$C_{\text{mpO}_2} = -6 \cdot 10^{-6} g_{\text{ad}}^2 + 0.0043 g_{\text{ad}} + 29.302$$

$$C_{\text{mpN}_2} = -3 \cdot 10^{-7} g_{\text{ad}}^2 + 0.003 g_{\text{ad}} + 28.668$$



## Donja molarna ogrjevna vrijednost ugljikovodika i omjeri

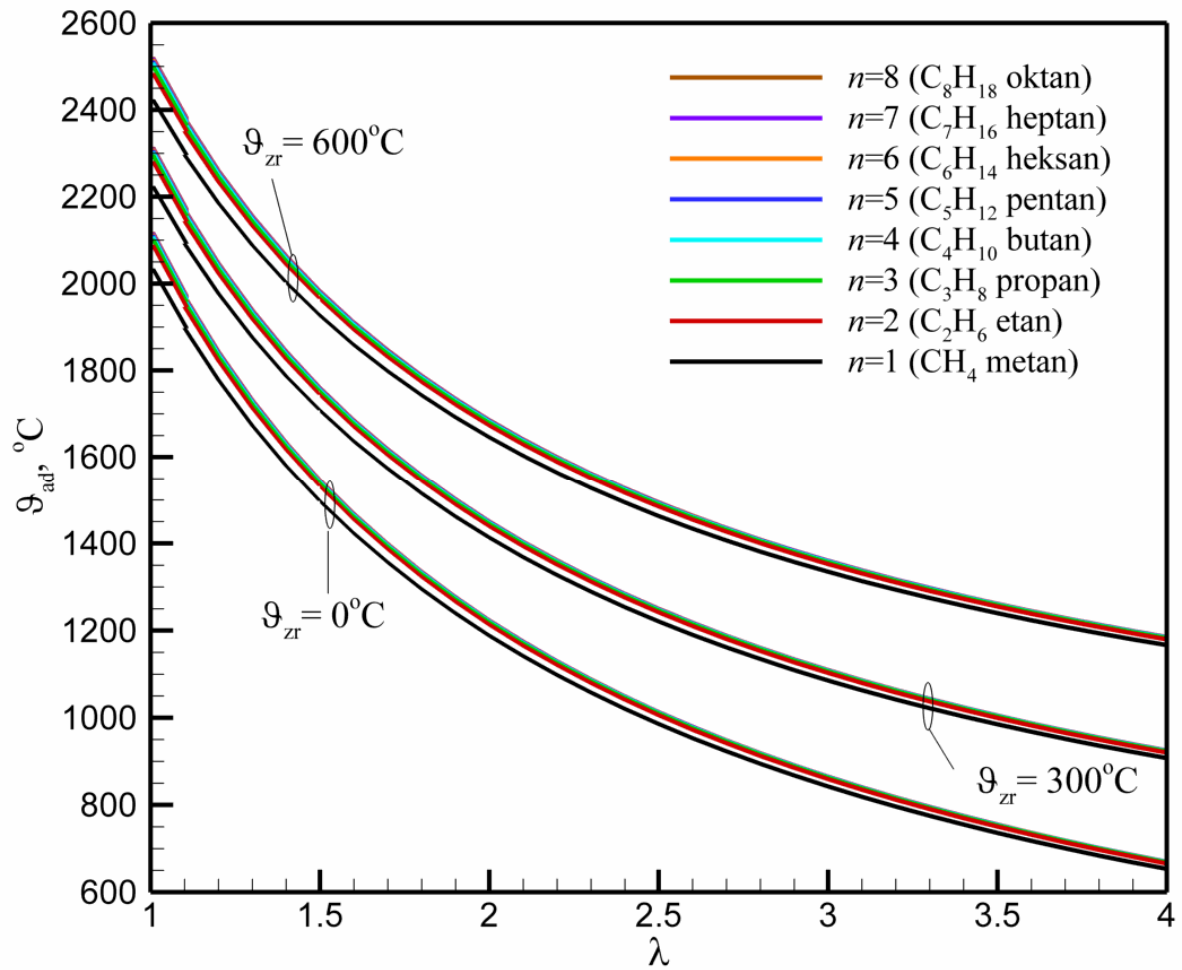
Parafinski ugljikovodik	$\Delta H_{\text{md}}(0\text{ }^{\circ}\text{C})$ kJ/kmol	$O_H = \frac{\Delta H_{\text{md}}(0\text{ }^{\circ}\text{C})_{\text{C}_n\text{H}_{2n+2}}}{\Delta H_{\text{md}}(0\text{ }^{\circ}\text{C})_{\text{CH}_4}}$
$\text{CH}_4$	890400	1
$\text{C}_2\text{H}_6$	1559900	1.752
$\text{C}_3\text{H}_8$	2220000	2.493
$\text{C}_4\text{H}_{10}$	2878500	3.233
$\text{C}_5\text{H}_{12}$	3536100	3.971
$\text{C}_6\text{H}_{14}$	4194800	4.711
$\text{C}_7\text{H}_{16}$	4853500	5.451
$\text{C}_8\text{H}_{18}$	5512200	6.191



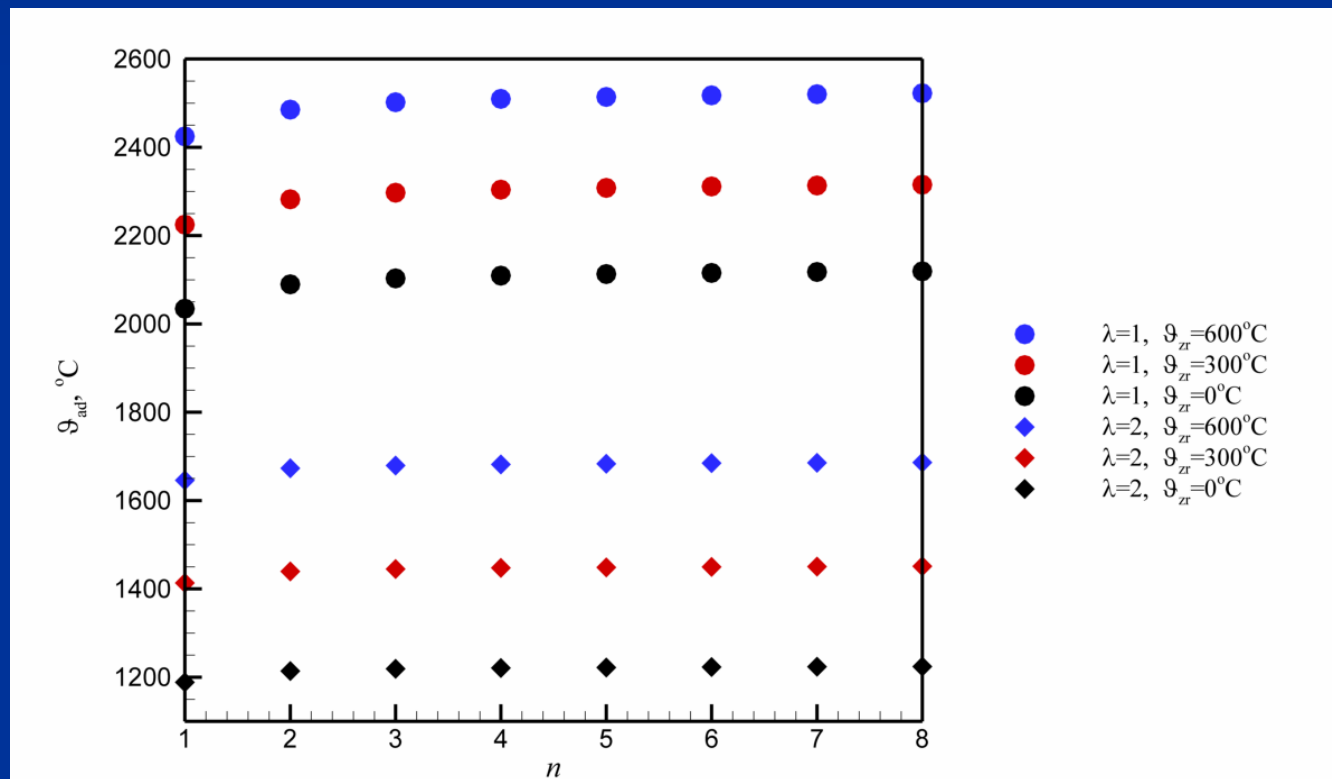
$$\Delta H_{md} C_n H_{2n+2} (0^\circ C) = 660257n + 230143$$

## Adijabatska temperature izgaranja - faktor pretička zraka

$$\mathcal{G}_{\text{ad}} = \frac{660257n + 230143 + 2.381\lambda(3n+1)C_{\text{mpzr}} \Big|_0^{\mathcal{G}_{\text{zr}}} \mathcal{G}_{\text{zr}}}{n C_{\text{mpCO}_2} \Big|_0^{\mathcal{G}_{\text{ad}}} + (n+1) C_{\text{mpH}_2\text{O}} \Big|_0^{\mathcal{G}_{\text{ad}}} + 0.5(\lambda-1)(3n+1)\lambda C_{\text{mpO}_2} \Big|_0^{\mathcal{G}_{\text{ad}}} + 1.881\lambda(3n+1)\lambda C_{\text{mpzN}_2} \Big|_0^{\mathcal{G}_{\text{ad}}}}$$



# Adijabatska temperature izgaranja - broj atoma ugljika



Adijabatska temperatura izgaranja -faktor pretička zraka  
-temperatura predgrijavanja  
zraka

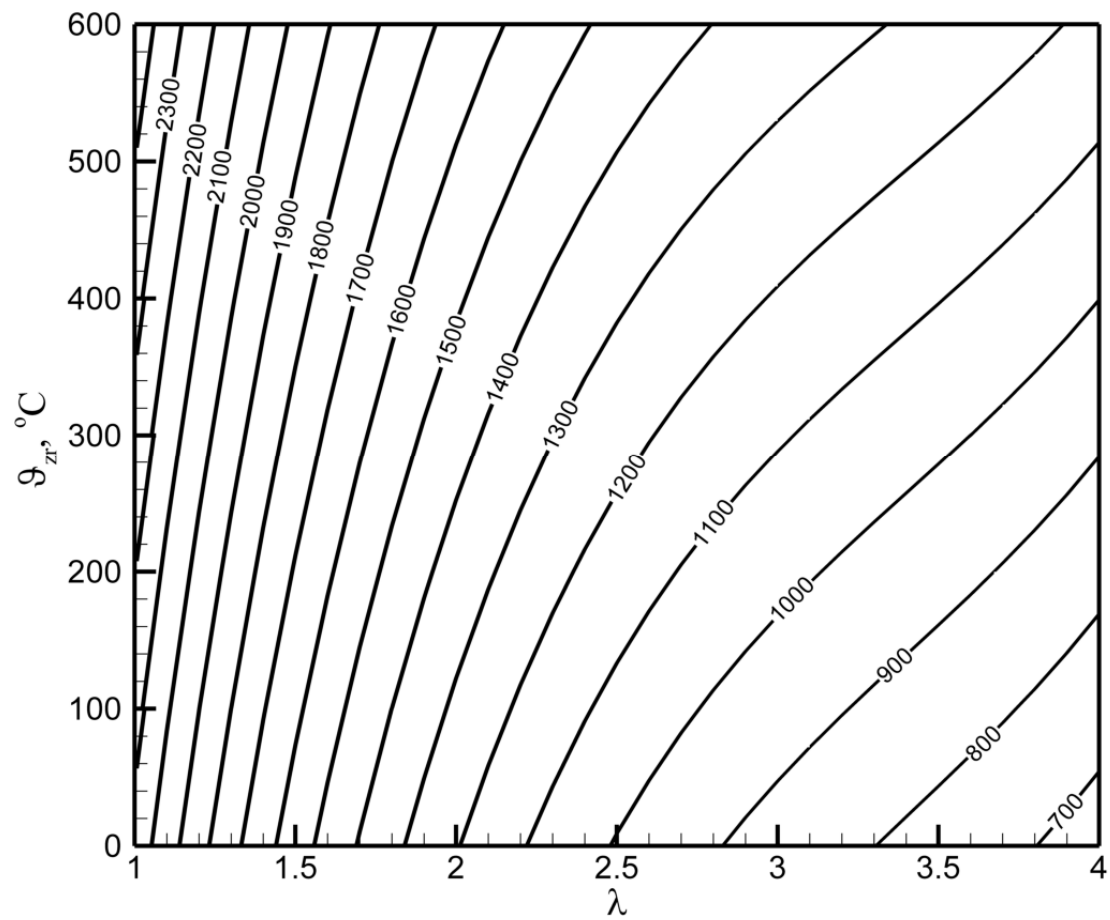
aproksimacijska funkcija

$$\left\{ \mathcal{G}_{\text{ad}} \right\}_{\text{°C}} = 3805 - 2310\lambda + 630\lambda^2 - 62.38\lambda^3 + \\ + \left\{ \mathcal{G}_{\text{zr}} \right\}_{\text{°C}} (0.4807 + 0.2265\lambda - 0.050087\lambda^2 + 0.004453\lambda^3)$$

$\lambda=1$

$\Delta=63.2 \text{ °C}$  za metan

$\Delta=-63.1 \text{ °C}$  za oktan



# Zaključak

S povećanjem broja atoma ugljika i vodika u molekuli parafinskih ugljikovodika (metan  $\Rightarrow$  propan)

- ogrijevne vrijednosti se povećavaju
- količine nastalih dimnih plinova se povećavaju
- adijabatske temperature izgaranja su im približno jednake (unutar 5%)

Adijabatska temperatura izgaranja se može regulirati

- faktorom pretička zraka,
- predgrijavanjem ulaznog zraka

Predložena je aproksimacijska analitička formula za izračunavanje adijabatske temperature izgaranja svih ugljikovodika (metan-oktan)

(relativna pogreška manja od 3.2 %)





HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# ANALIZA I MJERENJE DIMNIH PLINOVA

Alma Mehičić, dipl.ecc.

djelatnik td

ELEKTROOBJEKTI d.o.o. ZAGREB



## ANALIZA I MJERENJE DIMNIH PLINOVA

- ❑ Izgaranje – potpuno - nepotpuno
- ❑ Najznačajniji dimni plinovi
- ❑ Koncentracije izloženosti
- ❑ Osnovna mjerenja
- ❑ Izvješća
- ❑ Certifikacija izvršitelja



# DIMNI PLINOVI

- Ugljik dioksid  $\text{CO}_2$
- Ugljik monoksid  $\text{CO}$
- Sumpor dioksid  $\text{SO}_2$
- Sumpor oksidi  $\text{SO} - \text{SO}_x$
- Dušik oksidi  $\text{NO} - \text{NO}_x$
- $\text{H}_2\text{S}$  sumpor vodik
- $\text{HCL}$  klorovodik
- $\text{O}_3$  ozon



# Ugljik dioksid $\text{CO}_2$

- bez boje i mirisa, dva puta teži od zraka,
- sastavni dio atmosfere ( 400 ppm ),
- nastaje pri svakom izgaranju
- detekcija u ppm nije moguća,
- ima sposobnost infracrvene apsorpcije
- detektori se postavljaju bliže podu,
- mjerenje prema omjeru kisika i CO



# Ugljik monoksid CO

- bez boje i mirisa, najopasniji otrovni plin,
- lako ulazi u krvotok, brzo vezivanje za hemoglobin,
- nastaje u svakom procesu nepotpunog izgaranja
- gustoća slična zraku- detektori se postavljaju u visini glave,
- osnovni izvori :
  - motorna vozila, bojleri, naprave za grijanje,
  - industrijska i energetska postrojenja,
  - proizvodnja čelika, kemijska industrija, rafinerije, nuklearni inženjering, automobilska industrija itd
  - krematoriji,
  - podzemne garaže,
  - kanalizacije, ,bio plin
  - rudnici, itd



# Dušik oksidi NO- No<sub>x</sub>

- NO bez boje, jakog slatkastog mirisa opasniji od NO<sub>2</sub> koji ima oštar kiselkasti miris i smeđe je boje,
- NO je vrlo nestabilan, brzo reagira sa kisikom i stvara dušik dioksid a potom s vodom dušičnu kiselinu-kisele kiše , pod uticajem zraka sunca reagira sa lakohlapljivim organskim spojevima u atmosferi, ozonom, sulfatnim spojevima,
- NO nastaje izgaranjem goriva na visokim temperaturama

**U industriji :** proizvodnja dušične kiseline, dušičnih gnojiva, pojavljuje se pri čišćenju metala sa dušičnom kiselinom, pri zavarivanju i rezanju radi reakcije dušika iz zraka u procesu oksidacije, u ispušnim plinovima vozila,

**U nepotpunom izgaranju kod bojlera, uređaja za grijanje, uljnih peći, silosima**



# Sumpor dioksid $\text{SO}_2$

- najveći uzročnik zagađenja - iritirajući pri udisanju,
- nastaje pri svakom izgaranju - koncentracija ovisi o vrsti goriva,
- prirodni plin ima malu koncentraciju sumpora (  $\text{H}_2\text{S}$  i odoranti )
- kisele kiše-smog, ugljen i teška ulja
- dva puta teži od zraka detektori bliže podu



# Koncentracije izloženosti

- **Koncentracije izloženosti – regulativa nacionalnih zdravstvenih organizacija**
  - **Vrijeme izloženosti**
  - **Učestalost izloženosti**
  - **Max. dozvoljena izloženost - MDK**

**HSE EH40 BSI**

**LTEL - 8 h radno vrijeme - dugotrajno izlaganje**

**STEL - 15 minuta / 1 h - kratkotrajno izlaganje**

- **Trenutno izlaganje – kratko trajno ; Ovisno o dozi - akutna otrovnost**
- **Dugotrajno izlaganje – Kronična otrovnost**

**npr; svaki radni dan 8h u ind. postrojenjima i pri malim dozama dugotrajni štetni učinci**





## Koncentracije izloženosti - prema HSE, EH40,

Vrsta plina	Max dozvoljena koncentracija izlaganja ppm / % ( MDK )	Vrijeme izlaganja	Razlike / Napomena
Ugljik dioksid	5.000 ppm = 0,5 %	8 h	
Ugjik monoksid	30 ppm 200 ppm 4 ppm u prostoriji ( nakon servisa )	8h 15 min	Uobičajena konc. 0,0009 % = 9 ppm 400 ppm u struji protoka goriva- SAD/ 3 h Ukupni CO u zatvorenom prostoru ( domaćinstva ) UK
Dušik oksid	0.0001 % = 1 ppm	8 h	Max.trenutno izlag. 25 ppm NO Max. trenutno izlag. 35 ppm NO <sub>2</sub>
Sumpor dioksid	0,2 ppm 0,08 ppm 0,02	1 h 24 h 1 godina	Američka agencija za zaštitu okoliša
Sumpor vodik	10 ppm	15 min	Osjeti se pri koncentraciji od 0,1 ppm Više konc. trenutna paraliza
Ozon	0,10 ppm - 1 x god. 0,08 ppm - 1 x god. 0,05 ppm - 3 x god.	1 h 4 h 8 h	U industrijama gaziranih pića



## Prikaz djelovanja ugljik monoksida prisutnog u zatvorenom prostoru s obzirom na povećanje koncentracije

% CO u atmosferi	ppm	Učinci
0.005	30	Granični prag i 8 satno vrijeme izloženosti za CO (LTEL)
0.01	100	Lagana glavobolja unutar 2-3 sata. Granično 15 minutno vrijeme izlaganja (STEL)
0.02	200	Srednje jaka glavobolja, vrtoglavica, mučnina i pospanost nakon 2 do 3 sata
0.04	400	Frontalna glavobolja i mučnina nakon 1-2 sata; opasnost po život nakon trosatne izloženosti
0.08	800	Glavobolja, vrtoglavica, grčenje nakon 45 minuta; nesvjestica nakon sat vremena i moguća smrt nakon 3 sata
0.16	1,600	Glavobolja, vrtoglavica i mučnina nakon 20 minuta; kolaps, nesvjestica i mogućnost uzrokovanja smrti nakon 1-2 sata
0.32	3.200	Glavobolja, vrtoglavica i mučnina nakon 5-10 min, moguća smrt nakon 15 min.
0.64	6.400	Svi mogući simptomi unutar 1-2 min; smrt unutar 10-15 min
1.28	12.800	Odmah se pojavljuju simptomi; smrt unutar 1-3 min



# OSNOVNA MJERENJA

Zahtjevi u skladu sa BS 7967, EN 50379

## Sigurnosni i financijski aspekti

### 4 izvješća

- Analiza dimnih plinova
- Tlačno ispitivanje nepropusnosti
- Mjerenje diferencijalne temperature
- Mjerenje ukupnog CO u prostoriji



# FINANCIJSKI ASPEKT

- Ugradnja bojlera vrlo velike učinkovitosti
- Provjera rada istih vjerodostojnim analizatorima
- Mjerenje diferencijalne temperature protoka i povrata

**Bojleri , peći, radijatori – poboljšanje učinkovitosti**

# SIGURNOSNI ASPEKT MJERENJE UKUPNOG CO u prostoriji

## KONTINUIRANO MJERENJE UNUTAR 15 – 30 minuta

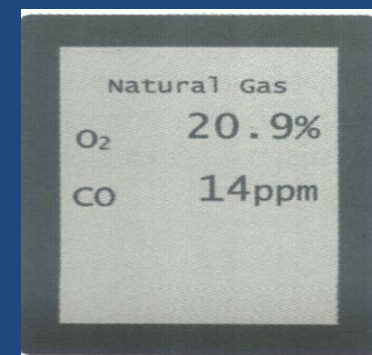
- **Prozračiti prostoriju**
- **Zatvoriti prozore**
- **Uključiti plinski uređaj**
- **Postaviti detektor na 1,3 m**
- **Mjeriti 15 min kontinuirano**
- **Evidentiranje podataka i prikaz krajnjeg rezultata**
- **Poseban izvještaj**
- **Potpis korisnika o prihvaćanju rezultata**
- **Nakon ispravnog servisa ne bi smjelo biti više od 4 ppm-a**

## Mjerenje dimnih plinova pouzdanim analizatorima

- Podaci u stvarnom vremenu

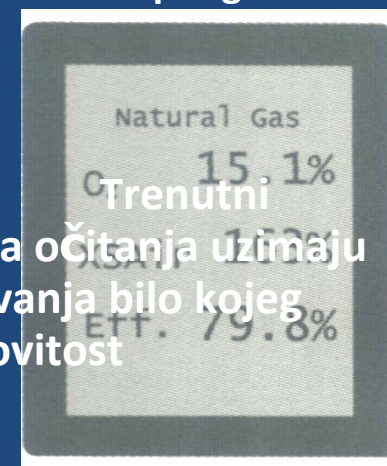


Sigurnosni aspekt BS7967 –  
trenutna koncentracija CO i  
% kisika u prostoriji



- Mjerene kisika, ulaznog zraka i učinkovitost izgaranja
- Pouzdana analizatori dimnih plinova izračun učinkovitosti izgaranja se na jednom mjestu, jednom sondom, plamenika olakšava fino podešavanje

% ukupnog



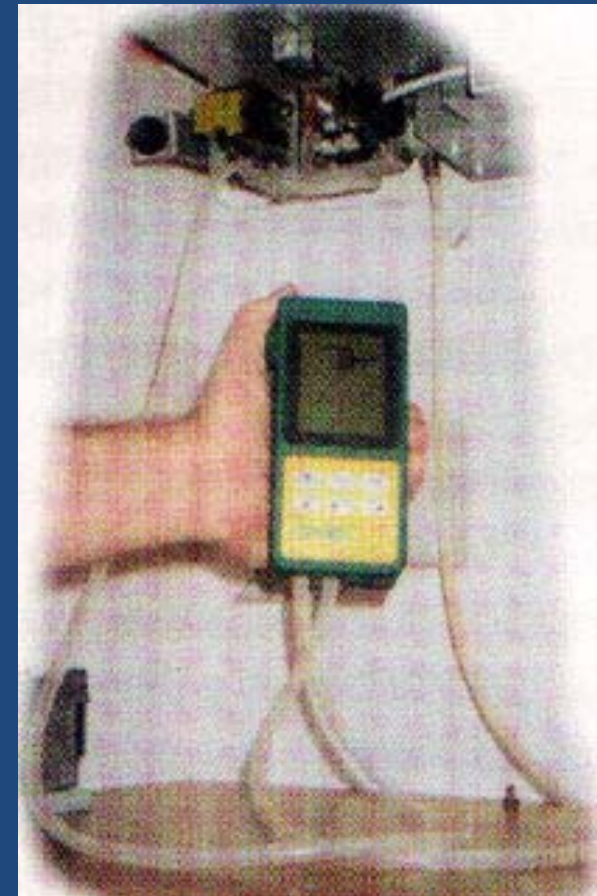
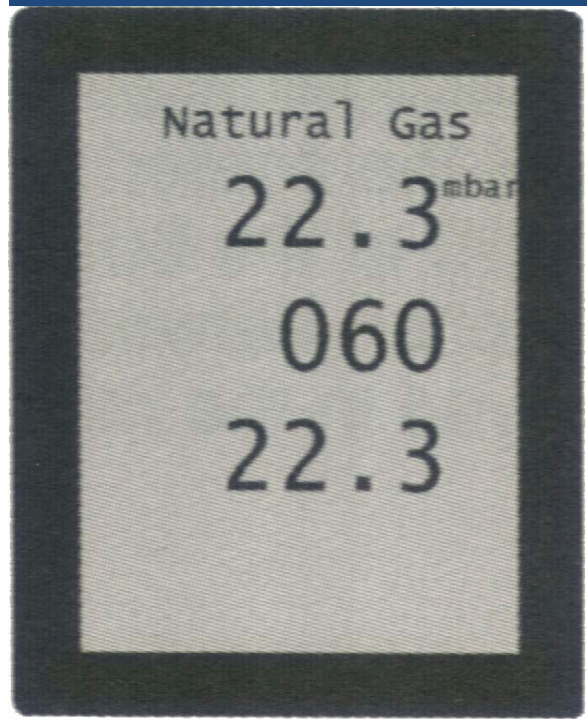
Sva očitavanja uzimaju  
učinak podešavanja bilo kojeg  
za optimalnu učinkovitost

Stari bojleri – cca 70 %

Kondenzacijski mogu postići 95 %

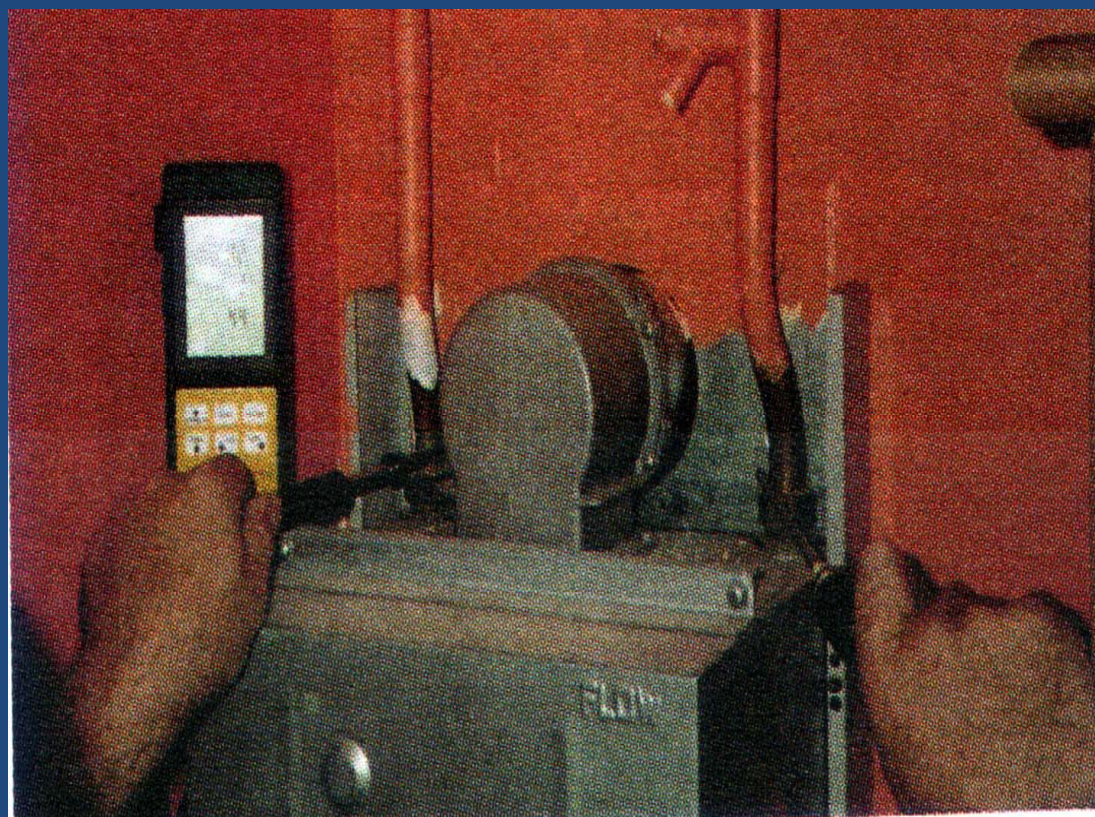
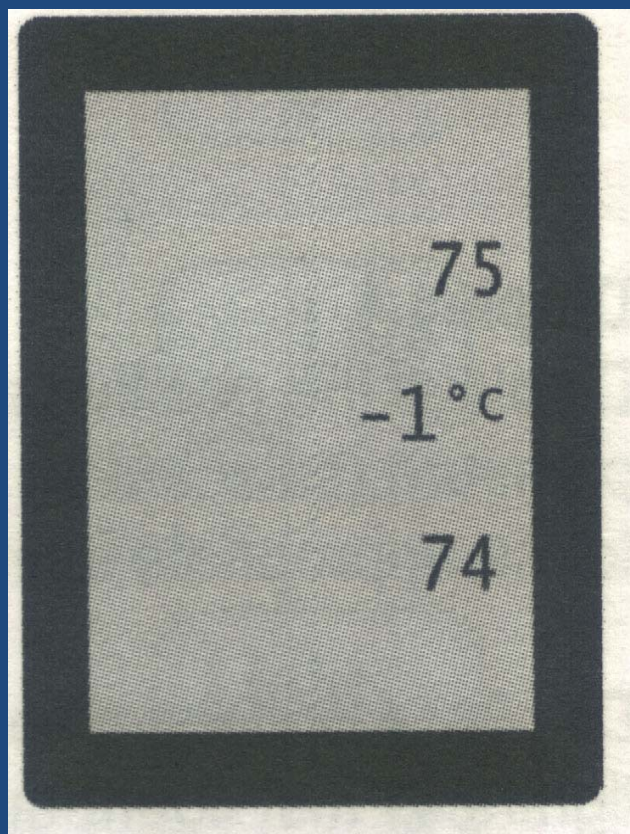


# Mjerenje tlaka, diferencijalnog tlaka i tlačno ispitivanje propusnosti unutar 60 sec





# Mjerenje diferencijalne temperature poboljšanje učinkovitosti





## Mjerenje ispušnih plinova

- Mjerenje u dimovodnim kanalima
- Sve vrste dimnjaka

### Primjer

- 32 ppm CO u dim.kanalima
- 5,5% CO<sub>2</sub>
- Omjer CO / CO<sub>2</sub> 0,0005 u skladu dozvoljenih vrijednosti





# ISPISI I IZVJEŠĆA PREMA REGULATIVI

## ISPISI

- **pohranjivanje podataka**
- **trenutni ispis na prijenosni ili ugrađeni pisač ili računalo**
- **ispis u realnom vremenu**
- **potpis korisnika**

## Prilog izvješću o plinskoj sigurnosti

- **Izvješće o nepropusnosti**
- **Izvješće o dimnim plinovima**
- **Izvješće o diferencijalnoj temperaturi**
- **Izvješće o ukupnom CO u prostoriji**



# IZVJEŠĆE O PLINSKOJ SIGURNOSTI

udruženja plinskih instalatera CORGI propisani formular

## Zaglavlje CORGI - primjer

Podaci o :

- Instalateru

- Vlasniku

- Trošilu

- Inspekciji

- Kvarovima

-Poduzetim akcijama

-Koristi uređaj DA/ NE

-Slijedeći servis

-Ser.br. izvješća

-Potpis korisnika

-Potpis operatera



## CERTIFIKACIJA OVLAŠTENIH SERVISERA

- **CORGI broj registracije – dobivanje ovlaštenja**
- **Obavezne provjere znanja i osposobljenosti**  
**( Certifikati o kvalifikaciji tip A i B , provjere svake 2 godine**  
**prema**  
**BSI normama )**
- **Uredno vođenje dokumentacije obavljenih servisa**
- **Kaznene odredbe udruženja ( visoke novčane kazne )**



# ANALIZA I MJERENJE DIMNIH PLINOVA

## ZAKLJUČAK

Plinski uređaji potencijalni su izvori otrovnih plinova od kojih je najopasniji CO. Loše i neodržavane instalacije, neispravni plinski uređaji, mogu lako dovesti do nastanka opasnih koncentracija CO-a. Zakonom je određena MDK-a za CO u zatvorenom prostoru. Stroge su kazne za vlasnike, instalatere i servisere koji ne održavaju siguran rad uređaja. Danas postoje jednostavni i pristupačni detektori za provođenje kontrole i udovoljavanje zakonskoj regulativi

# ANALIZA REZULTATA UČEŠĆA U „EURAMET PROJECT NO. 1006: INTER-LABORATORY COMPARISON OF THE TURBINE GAS METER G6500“

Branislav Tanasić, Ivan Župunski, Nikola Sovrić, Zoran Vučković, Veljko Ostojić, Laza Đurđević i Maca Radujkov

Ključne reči: među-laboratorijsko poređenje, EURAMET Project 1006, aksijalni turbinski gasomer

## KRATAK SADRŽAJ

Cilj rada jeste da prikaže motive za učešće kao i same rezultate učešća Direkcije za mere i dragocene metale-Laboratorija za zapreminu gasa, Beograd i Srbija Gas, MIR-Laboratorija za gasnu tehniku, Novi Sad u međunarodnom projektu *EURAMET Project No. 1006* a koji se odnosio na među-laboratorijsko poređenje aksijalne turbine-gasomera, G6500, opsega protoka od  $Q_{min} = 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$  do  $Q_{max} = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Prikazana je metoda merenja, etalonska i druga oprema sa kojom je vršeno merenje i detaljno rezultati sa analizom uticajnih veličina na grešku.

## ANALYSIS OF PARTICIPATION RESULTS IN EURAMET PROJECT NO. 1006: INTER-LABORATORY COMPARISON OF THE TURBINE GAS METER G6500

Keywords: inter-laboratory comparison, EURAMET Project 1006, axial turbine gas meter

## ABSTRACT

The purpose of this paper is to show the motives for participation and results of participation of the Directorate for Measures and Precious Metals, the Laboratory for gas volume, Belgrade and Srbija Gas, MIR-Laboratory for gas techniques, Novi Sad in international project EURAMET Project No. 1006 concerning inter-laboratory comparison of axial turbine gas meters, G6500, with flow range  $Q_{min} = 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$  to  $Q_{max} = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

In this paper is shown the method for measuring, calibration and other equipment which was used for measuring and detailed results with analysis of influential quantities on measurement error.

## UVOD

EURAMET Tehnički komitet za protok (EURAMET-tc/f) za cilj ovog projekta postavio je međulaboratorijsko poređenje rezultata etaloniranja gasomera sa turbinom u evropskim metrološkim laboratorijama za gasomere koje imaju različite uslove i merne mogućnosti, [1]. Svaka laboratorija je imala na raspolaganju dve nedelje da sprovede neophodna merenja. Učestvovala su nacionalne metrološke institucije ili kompetentne laboratorije iz: Nemačke, Španije, Francuske, Holanduije, Danske, Finske, Litvanije, Poljske, Slovačke, Mađarske, Turske, Švajcarske i Srbije. Pilot laboratorija je bila ČMI iz Republike Češke.

Za među – laboratorijsko poređenje rezultata merenja protekle zapremine gasa, pri niskom pritisku, koristio se gasomer sa turbinom aksijalni, veličine G 6500, opsega protoka od 1.000 m<sup>3</sup>/h do 10.000 m<sup>3</sup>/h. Ako laboratorija nije u mogućnosti da ostvari sve predviđene tačke protoka gasa onda se gasomer etalonira na osnovu dela opsega protoka, odnosno ostvarenog opsega protoka.

## MEĐULABORATORIJSKO POREĐENJE

### *Predmet poređenja*

Kao uzorak koji je bio predmet uporednih merenja izabran je gasomer sa turbinom, aksijalni čija su tehnička i metrološka svojstva data u tabeli 1, a izgled na slici 1.

Tabela 1. Tehničke i metrološke karakteristike merila

Proizvođač	ELSTER, AG Mainz, Germany
EEC type approval: ε D77/721105	$P_{max}$ : 10 bar
Size: G6500	Inside diameter: DN 400
Serial number: 83001411	Pulse number: 371,20 imp/m <sup>3</sup>
$Q_{min}$ : 1.000 m <sup>3</sup> /h	$Q_{max}$ : 10.000 m <sup>3</sup> /h
Max. gubitak pritiska $Q_{max}$ za vazduh ( $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$ ) : 1200 Pa	

Navedeni gasomer poseduje rešenje o odobrenju tipa Saveznog zavoda za mere i dragocene metale pod službenom oznakom Z-18-06.



Slika 1. Spoljašnji izgled gasomera

## Postupak ispitivanja

Laboratorije učesnice u projektu uporednih merenja su bile dužne da poštuju proceduru etaloniranja. Svaka dokumentovna instrukcija se morala sprovesti:

- Gasomer sa turbinom se ispitivao u horizontalnom položaju sa vazduhom pri pritisku bliskom barometarskom.
- Deonica cevovoda ispred ispitivanog gasomera morala je biti pravolinijska u dužini od najmanje 5 x DN. Deonica cevovoda iza ispitivanog gasomera morala je biti pravolinijska u dužini od najmanje 3 x DN.
- Referentna temperatura gasomera sa turbinom može se meriti i na udaljenosti od 2 do 3 x DN iza pozicije gde je postavljen gasomer.
- Merenja se sprovode u laboratoriji gde je temperatura ambijenta od 19.5°C do 23.5°C.
- Pritisak ispred gasomera je atmosferski.
- Pre započinjanja ispitivanja gasomer treba da radi 20 minuta pri nominalnom protoku od  $Q = 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Gasomer se ispituje u 8 tačaka protoka: 1) 10.000 m<sup>3</sup>/h, 2) 8.000 m<sup>3</sup>/h, 3) 6.500 m<sup>3</sup>/h, 4) 5.000 m<sup>3</sup>/h, 5) 4.000 m<sup>3</sup>/h, 6) 3.000 m<sup>3</sup>/h, 7) 2.000 m<sup>3</sup>/h, 8) 1.000 m<sup>3</sup>/h.
- Merenje u svakoj tački protoka se sprovodi 3 puta. Protok se ostvaruje sa greškom ne većom od  $\pm 3\%$  od zadane vrednosti.
- Svako merenje u pojedinim tačkama protoka mora da traje najmanje 1 minut koliko se procenjuje da protoku treba da se stabilizuje.

## Mogućnosti laboratorije Srbija Gas

U ovom EURAMET projektu Srbija je učestvovala sa mernom instalacijom laboratorije JP Srbija Gas, RJ. MIR – Laboratorija za gasnu tehniku, Nivi Sad, ul. Put Šajkaškog odreda br. 3 koja poseduje Rešenje o ispunjavanju uslova za pregled gasomera najvećeg protoka do 10.000 m<sup>3</sup>/h izdatog od strane Zavoda za mere i dragocene metale.

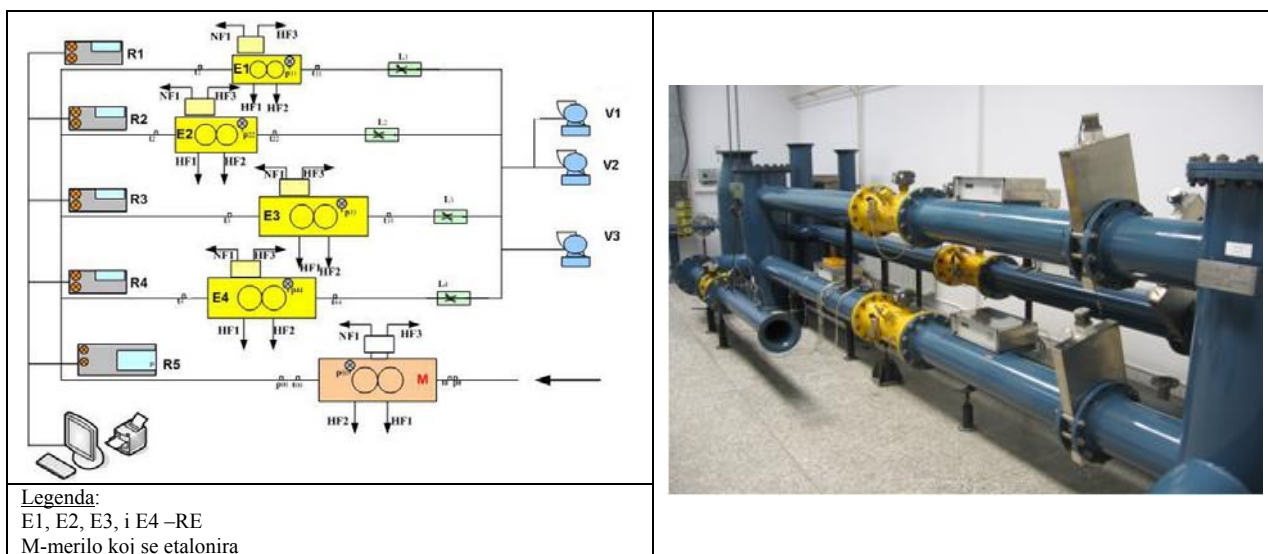
Etaloni i ostala oprema koju poseduje laboratorija sa njihovim metrološkim i tehničkim svojstvima dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Spisak etalona sa metrološkim svojstvima

	Naziv i veličina	Proizvođač i tip	Opseg merenja	Relativna greška, % <i>u</i> , merna nesigurnost	Sledivost
1	RE-gasomer sa turbinom, G2500	Instromet, SM-RI-K/250	$Q = (200 \text{ do } 4000) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 20 \text{ bar}$	od 0,03 do 1,08 $u = 0,16 - 0,25$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$
2	RE-gasomer sa turbinom, G1600	Instromet, SM-RI-K/200	$Q = (130 \text{ do } 2500) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 20 \text{ bar}$	od 0,03 do 1,12 $u = 0,16 - 0,19$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$
3	RE-gasomer sa turbinom, G250	Instromet, SM-RI-K/100	$Q = (20 \text{ do } 400) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 20 \text{ bar}$	od 0,40 do 1,00 $u = 0,16 - 0,24$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$
4	RE-gasomer sa rotacionim klipovima, G250	IGA, CVM 11M/80	$Q = (20 \text{ do } 400) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 1 \text{ bar}$	od 0,37 do 1,00 $u = 0,16 - 0,24$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$
5	RE-gasomer sa rotacionim klipovima, G250	Instromet, IRM-3	$Q = (2,5 \text{ do } 400) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 16 \text{ bar}$	od 0,01 do 0,84 $u = 0,18 - 0,22$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$
6	RE-gasomer sa rotacionim klipovima, G40	Instromet, IRM-3	$Q = (0,6 \text{ do } 65) \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{\text{max}} = 16 \text{ bar}$	od 0,01 do 1,19 $u = 0,18 - 0,21$	NMi, Holandija $u = \pm 0,2 \%$

Etaloni su u planiranim rokovima etalonirani u NMi-Holandija obezbeđujući tako preko njih sledivost do međunarodnog nivoa. Izgled merne instalacije sa etalonom prikazan je na slici 2.





Slika 2. Šema i izgled merne instalacije

Opšti zahtevi koji se postavljaju za veličinu, izgled i oblike u kojima se radovi dostavljaju organizatoru Simpozijuma su sledeći:

### Rezultati etaloniranja

U Tabeli 3 su dati rezultati etaloniranja merila koji su izmereni u laboratoriji RJ. MIR, a na slici 3 grafički prikaz greške etaloniranog merila, za različite nazivne protoke.

Tabela 3. Rezultati etaloniranja

Nazivni protok	Apsolutni pritisak u merilu	Temperatura u merilu	Greška merila	Proširena merna nesigurnost U (k=2)	Broj stepeni slobode
(m <sup>3</sup> /h)	(Pa)	(°C)	(%)	(%)	(1)
10 000	101510	21,9	-0,17	0,20	10
8 000	101460	21,8	-0,03	0,20	9
6 500	101450	21,9	0,02	0,20	11
5 000	101470	21,6	0,18	0,20	11
4 000	101460	21,6	0,19	0,20	11
3 000	101450	21,6	0,08	0,24	11
2 000	101460	21,5	0,28	0,24	11
1 000	101490	21,4	0,43	0,22	10

### Procena merne nesigurnosti rezultata etaloniranja

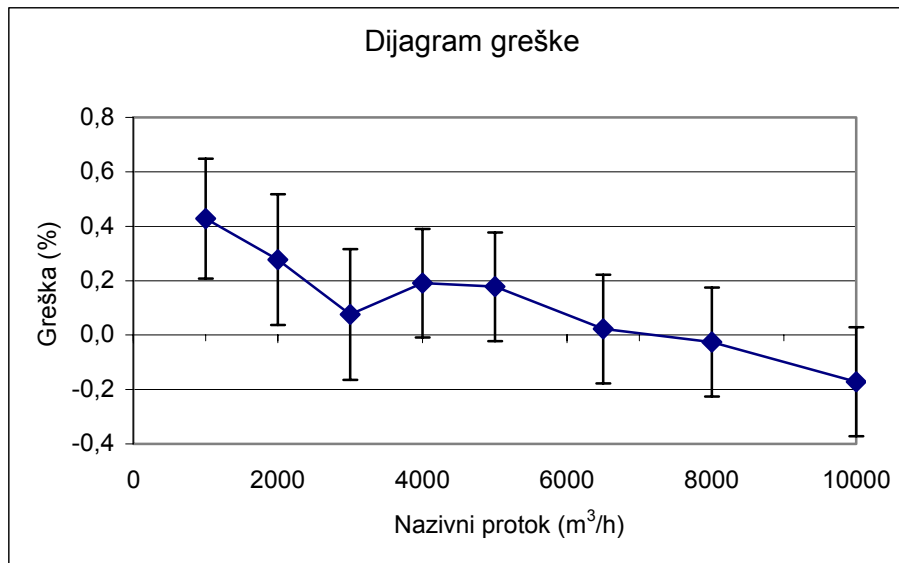
Greška etaloniranog merila određena je izrazom:

$$g = \frac{V_m - V_k}{V_k} = \frac{V_m}{V_k} - 1, \quad (1)$$

gde je:

$g$  greška etaloniranog merila,

$V_m$  zapremina vazduha prošla kroz merilo koje se etalonira,  
 $V_k$  korigovana zapremina etalona.



Slika 3. Grafički prikaz greške etaloniranog merila, za različite nazivne protoke

Iz izraza (1) sledi model rezultata merenja:

$$g = \frac{V_m}{V_e \frac{1}{\frac{g_e}{100} + 1} \frac{(T_m + k_{Tm})}{(T_e + k_{Te})} \left( 1 - \frac{(\Delta p + k_{\Delta p})}{(p + k_p)} \right)} - 1, \quad (2)$$

gde je:

- $V_m$  Zapremina prošla kroz etalonirano merilo - rezultat očitán na etaloniranom merilu.
- $V_k$  Korigovana zapremina etalona - rezultat očitán na etalonskom sistemu.
- $g_e$  Greška etalona, iz sertifikata o etaloniranju etalona. Nesigurnost greške etalona,  $u_{g_e}$ , data je takođe u sertifikatu o etaloniranju.
- $k_{Tm}$  Korekcija srednje temperature etaloniranog merila, iz sertifikata o etaloniranju sistema za merenje temperature. Nesigurnost korekcije temperature etalona,  $u_{Tm}$ , data je takođe u sertifikatu o etaloniranju.
- $k_{Te}$  Korekcija srednje temperature etalon merila, iz sertifikata o etaloniranju sistema za merenje temperature etalon merila. Nesigurnost korekcije temperature etalona,  $u_{Te}$ , data je takođe u sertifikatu o etaloniranju.
- $k_{\Delta p}$  Korekcija pada pritiska u stazi za ispitivanje, iz sertifikata o etaloniranju sistema za merenje diferencijalnog pritiska. Nesigurnost korekcije diferencijalnog etalona,  $u_{\Delta p}$ , data je takođe u sertifikatu o etaloniranju.
- $k_p$  Korekcija barometarskog pritiska, iz sertifikata o etaloniranju sistema za merenje barometarskog pritiska. Nesigurnost korekcije barometarskog etalona,  $u_p$ , data je takođe u sertifikatu o etaloniranju.

Ako se etalonski sistem sastoji iz  $n$  etalon merila, izraz (2) za grešku  $g$  postaje:

$$g = \frac{V_m}{\sum_{i=1}^n \left\{ V_e(i) \frac{1}{\frac{g_e(i)}{100} + 1} \frac{(T_m + k_{Tm})}{(T_e(i) + k_{Te(i)})} \left( 1 - \frac{(\Delta p(i) + k_{\Delta p(i)})}{(p + k_p)} \right) \right\}}^{-1} \quad (3)$$

Kombinovana merna nesigurnost  $u_g$  ocene greške etaloniranog merila  $g$  određena je u skladu sa dokumentom EA-4/02, [2].

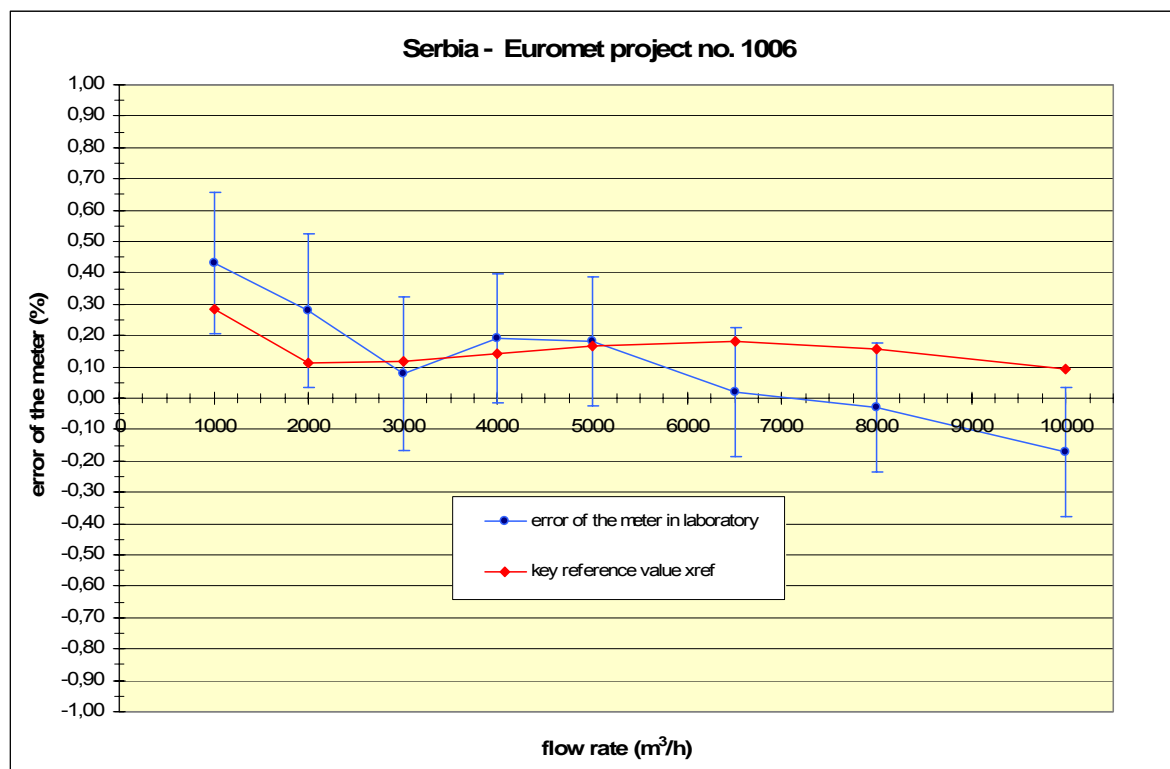
Analiza merne nesigurnosti ocene greške etaloniranog merila (*uncertainty budget*) prikazana je u tabeli 3, na primeru određivanja greške etaloniranog merila pri nazivnom protoku od 1000 m<sup>3</sup>/h.

Tabela 3. Budžet merne nesigurnosti

Nazivni protok: 1000 m <sup>3</sup> /h									
Red. br.	Veličina	Simbol	Jedinica	Ocena	Merna nesigurnost $u_i$	Tip	Raspodela greške	Koeficijent osetljivosti $c_i$	Doprinos nesigurnosti (%)
1	Ostvareni protok	Q	m <sup>3</sup> /h	1029,7					
2	Zapremina prošla kroz etalon merilo	$V_e$	m <sup>3</sup>	107,26	0	B	Π	-936E-3	0,000
3	Greška etalon merila	$g_e$	%	-0,13	0	B	Π	1,01E+0	0,000
4	Korekcija greške etalon merila	$k_{ge}$	%	0	0,08	B	Π	1,01E+0	0,080
5	Faktor korekcije zapremine prošle kroz etalon merilo	$\alpha_e$		1,0013					
6	Zapremina prošla kroz etalonirano merilo	$V_m$	m <sup>3</sup>	107,76	0	B	Π	932E-3	0,000
7	Barometarski pritisak	$p$	mbar	1009,6	0	B	Π	-188E-6	0,000
8	Korekcija barometarskog pritiska	$k_p$	mbar	0	0,58	B	Π	-188E-6	0,000
9	Temperatura prostorije	$T_p$	°C	21,3					
10	Srednja temperatura etaloniranog merila	$T_m$	°C	21,49	0	B	Π	-341E-3	0,000
11	Korekcija srednje temperature etaloniranog merila	$k_{Tm}$	°C	0	0,14	B	Π	-341E-3	0,049
12	Srednja temperatura etalon merila	$T_e$	°C	21,21	0	B	Π	341E-3	0,000
13	Korekcija srednje temperature etalon merila	$k_{Te}$	°C	0	0,14	B	Π	341E-3	0,049
14	Faktor korekcije temperature	$\alpha_T$		1,0010					
15	Pad pritiska u etaloniranom merilu	$\Delta p_m$	mbar	0,1					
16	Pad pritiska u etalon merilu	$\Delta p_e$	mbar	1,1					
17	Pad pritiska u stazi za etaloniranje	$\Delta p$	mbar	1,9	0	B	Π	99,7E-3	0,000
18	Korekcija pada pritiska u stazi za etaloniranje	$k_{\Delta p}$	mbar	0	0,12	B	Π	99,7E-3	0,012
19	Faktor korekcije pritiska	$\alpha_p$		0,9981					
20	Korigovana zapremina	$V_k$	m <sup>3</sup>	107,30					
21	<b>Greška etaloniranog merila</b>	<b>g</b>	<b>%</b>	<b>0,43</b>	Kombinovana merna nesigurnost $u_g$ :				<b>0,107</b>

## Rezultati iz Finalnog izveštaja

Na slikama 4 i 5 su prikazani rezultati iz Finalnog izveštaja – Draft A, [3], za grešku etaloniranog merila u tačkama protoka u kojima su rađena merenja u Laboratoriji RJ. MIR i rezultati svih laboratorija učesnica u Projektu 1006.

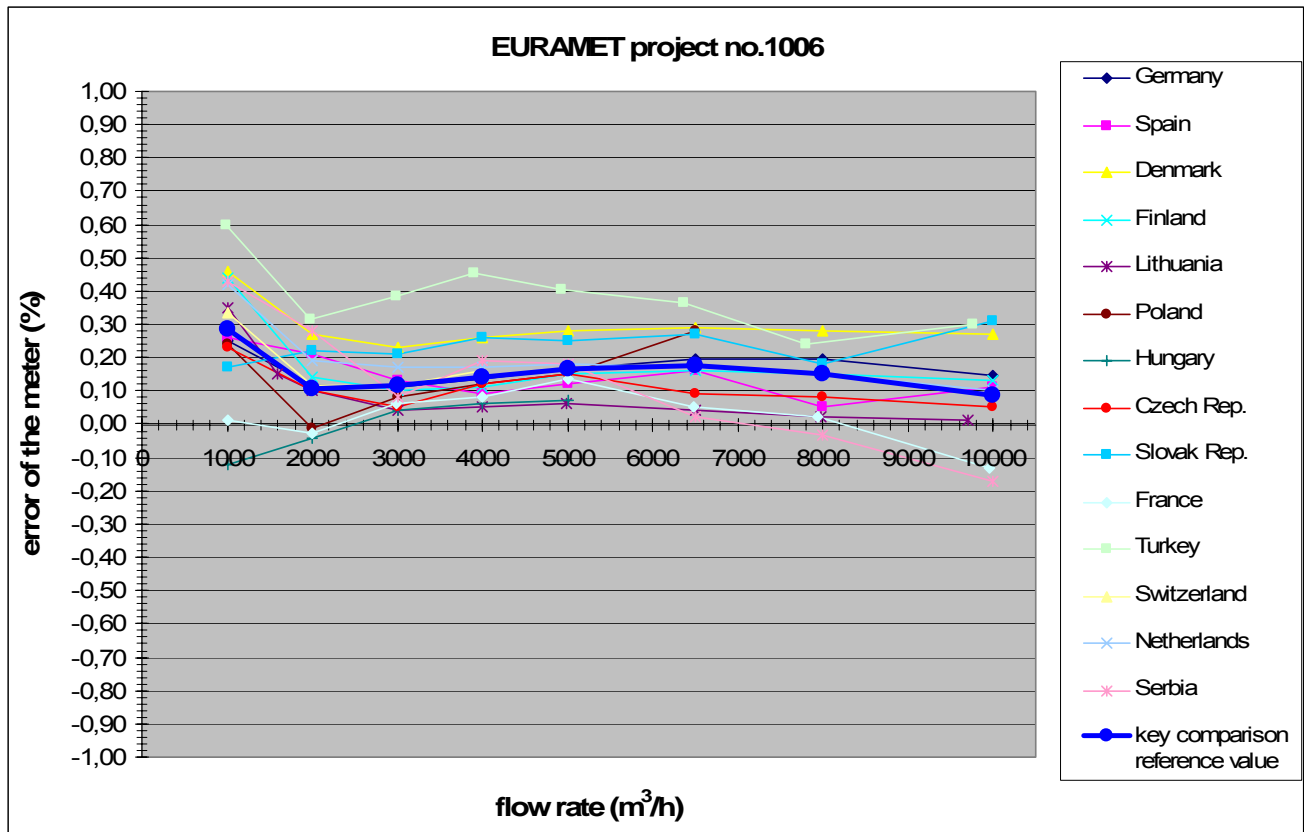


Slika 4: Prikaz rezultata greške etaloniranog merila i ključne referentne vrednosti

## ZAKLJUČAK

Cilj učešća Republike Srbije u *EURAMET project No. 1006* je bio da Laboratorija za gasnu tehniku, JP Srbija Gas, RJ. MIR, Nivi Sad, kao jedina na ovim prostorima i Direkcija za mere i dragocene metale pokažu i dokažu svoje metrološke mogućnosti i kompetentnost a osoblje stručnost i osposobljenost u procesu etaloniranja gasomera, u poređenju sa poznatim laboratorijama iz Evrope i to sa onima koje su samostalne u obezbeđivanju sledivosti rezultata merenja (npr. Nemačka, Holandija, Francuska, Poljska i Švajcarska), sa onima kojima sledivost obezbeđuje PTB-Nemačka (npr. Španija, Litvanija, Slovačka, Češka) i onima, kojima kao i Srbiji, sledivost obezbeđuje NMI-Holandija, (npr. Danska, Finska, Mađarska i Turska).

Za rezultate etaloniranja i kako je Laboratorija za gasnu tehniku prošla o ovom projektu se može konstatovati da su očekivani. Za one tačke protoka ( $Q_1 = 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_2 = 2.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_3 = 3.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_4 = 4.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_5 = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$  i  $Q_6 = 6.500 \text{ m}^3/\text{h}$ ), koje se na instalaciji ostvaruju i mere sa jednim ili dva etalona Laboratorija je pokazala prihvatljive rezultate. Za one tačke protoka  $Q_7 = 8.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , i posebno za  $Q_8 = 10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ , gde su se merenja realizovala sa tri etalona u paralelnoj vezi, dobijeni su rezultati, koji prema kriterijumima iz Projekta nisu prihvatljivi.



Slika 5: Prikaz rezultata greške etaloniranog merila u laboratorijama učesnicama projekta

Dakle, sledi zaključak da je Laboratorija za gasnu tehniku, JP Srbija Gas, R.J. MIR, Nivi Sad, u projektu EURAMET No. 1006 pokazala zadovoljavajuće i prihvatljive rezultate i dokazala svoju kompetetnost, prema kriterijumima koji su utvrđani u projektu, za protok gasa do  $Q_{\max} = 8.000 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ako želi da pokrije i opseg protoka preko tog iznosa mora se opremiti sa etalonima odgovarajućeg kapaciteta, što je inače i planirano i raspravljano u stručnoj javnosti, [4].

## LITERATURA

- [1] *The Technical Protocol for EUROMET Project No. 1006: Inter-laboratory Calibration. Comparison of the Turbine Gas Meter G6500, Version 24.9.2007, 3<sup>rd</sup> draft.*
- [2] EA-4/02 • *Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration*, European co-operation for Accreditation, december 1999.
- [3] *Final Report – Draft A*, Inter-laboratory calibration comparison of the turbine gas meter G6500 EURAMET Project No. 1006, January 23, 2009,
- [4] Tanasić, B. i Sovrić, N.: *Uređenost merenja zapremine prirodnog gasa u Jugoslaviji*, Naučno-stručni skup o gasu i gasnoj tehnici GAS 96, Budva, maj 1996. Zbornik radova, pp. 181-190.

## AUTORI:

**Dr Branislav Tanasić, dipl. inž.**

Direkcija za mere i dragocene metale  
Beograd  
Mike Alasa 14  
[tanasic@dmdm.rs](mailto:tanasic@dmdm.rs)

**Prof. dr Ivan Župunski, dipl. inž.**

Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu  
Novi Sad,  
[zivan@uns.ac.rs](mailto:zivan@uns.ac.rs)

**Nikola Sovrić, dipl. inž.**

Direkcija za mere i dragocene metale  
Beograd  
Mike Alasa 14  
[nsovric@dmdm.rs](mailto:nsovric@dmdm.rs)

**Zoran Vučković, dipl.inž.**

[zoran.vuckovic@srbijagas.rs](mailto:zoran.vuckovic@srbijagas.rs)

**Veljko Ostojić, dipl.inž.**

[veljko.ostojic@srbijagas.rs](mailto:veljko.ostojic@srbijagas.rs)

**Laza Đurđević, dipl.inž.**

[Laza.djurdjevic@srbijagas.rs](mailto:Laza.djurdjevic@srbijagas.rs)

Srbija Gas

MIR, Laboratorija za gasnu tehniku,

Novi Sad ,

Put Šajkaškog odreda 3

**Maca Radujkov, dipl. fiz.**

Direkcija za mere i dragocene metale  
Kontrola Novi Sad  
Novi Sad,  
[maca\\_kontrola@yahoo.com](mailto:maca_kontrola@yahoo.com)

# POVEĆANJE SIGURNOSTI PLINOOPSKRBNNE MREŽE: Pipelife Gas-Stop™ i Pipelife Robust pipe



Ilija Radeljić, dipl.ing.građ.

Product manager, Pipelife - HRVATSKA

# CILJ



Spriječiti nekontrolirano istjecanje plina priključnih ili distribucijskih PEHD vodova uzrokovanih mehaničkim oštećenjima





# UZROCI OŠTEĆENJA



- Neoprezno rukovanje strojem
- Neoprezno rukovanje cijevima
- Neoprezno rukovanje ručnim alatom
- Netočan plan položenih instalacija
- Potresi
- Nepredviđeno slijeganje, klizišta



# PRAKTIČNA ISKUSTVA - AUSTRIJA



## Statistike oštećenja 1992 - 2008 ♦ BEGAS – AG

Oštećenja kod iskopa	232	86,6 %
Istjecanje plina iz instalacije	7	2,6 %
Nepravilna upotreba	15	5,6 %
Manipulacije	0	0,0 %
Premala oštećenja	14	5,2 %
<b>Ukupna oštećenja</b>	<b>268</b>	<b>100 %</b>

Status: 30.09.2008

Reference: Burgenländische Erdgasversorgungs AG, A-7000 Eisenstadt

# AKTIVNA ZAŠTITA



## Pipelife Gas-Stop™ Automatski samozatvarajući ventil za priključne (DN20-DN110) i distribucijske (DN63-DN160) vodove



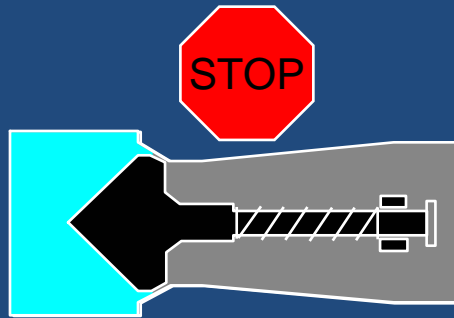
# RIZIČNE SITUACIJE



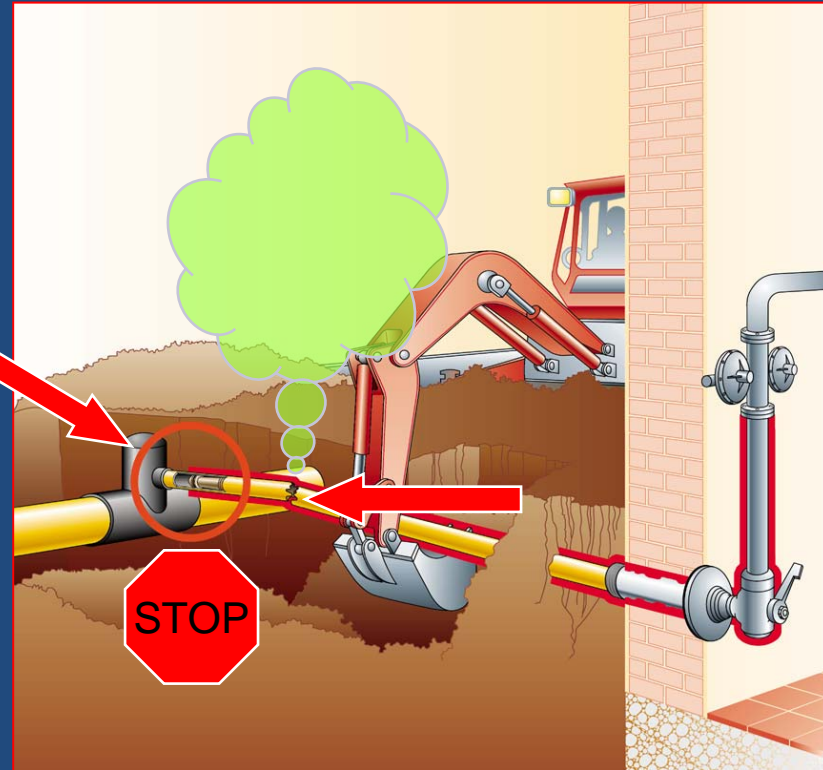
- Oštećenja distribucijskih vodova s većim radnim tlakovima uzrokuju istjecanje plina u velikim količinama > veliki rizik od nesreće!
- Prometne gužve/dislociranost ekipa produžuje vrijeme dolaska na mjesto istjecanja
- Prosječno vrijeme dolaska je 30 minuta – od primjećivanja oštećenja do dolaska
- Istjecanje plina može dovesti do zatvaranja distribucije plina na većem području te infrastrukturnih šteta (mjerne stanice, stanice za regulaciju pritiska)



# AKTIVACIJA



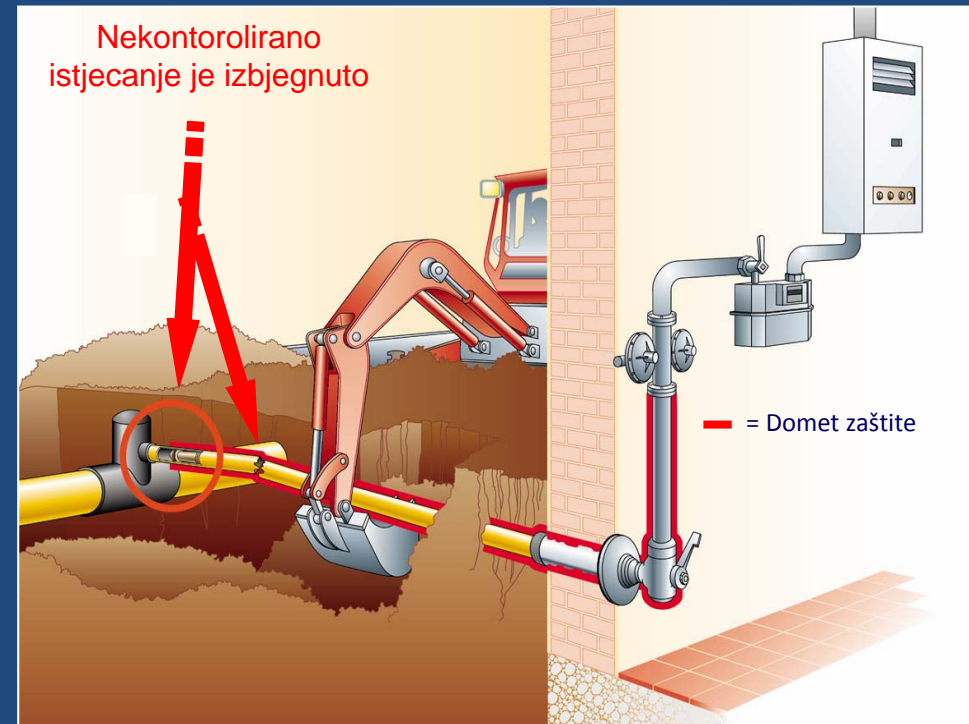
Nekontrolirano  
istjecanje plina je  
zaustavljeno u  
djeliću sekunde  
nakon oštećenja



# PREDNOSTI



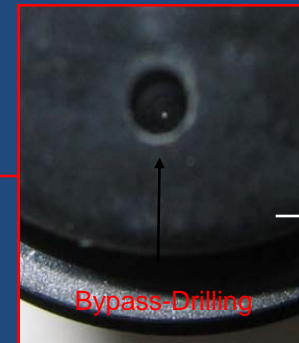
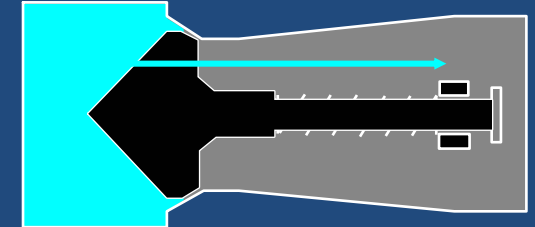
- Povećana sigurnost
  - Nema istjecanja plina i time je znatno reduciran rizik za sve sudionike
- Odobravanje javnosti
  - Otklanjanje straha korisnika od mogućnosti istjecanja, eksplozija itd.
- Okoliš
  - Znatno smanjenje istjecanja plina u atmosferu



# REAKTIVACIJA



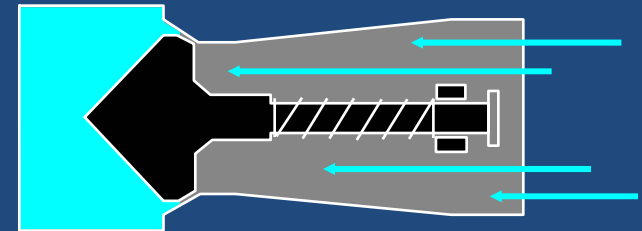
- Pipelife Gas-Stop™ s automatskom reaktivacijom
- Uravnotežavanje pritiska pomoću "bypass" –a



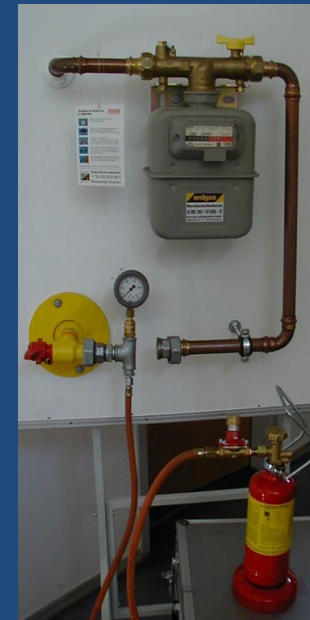
# REAKTIVACIJA



- Pipelife Gas-Stop™ bez automatske reaktivacije
- Uravnotežavanje pritiska pomoću kontra pritiska



Slika: Primjer alata  
za reaktivaciju Gas-  
stop ventila;  
Reaktivacija  
pomoću boce s  
komprimiranim  
plinom

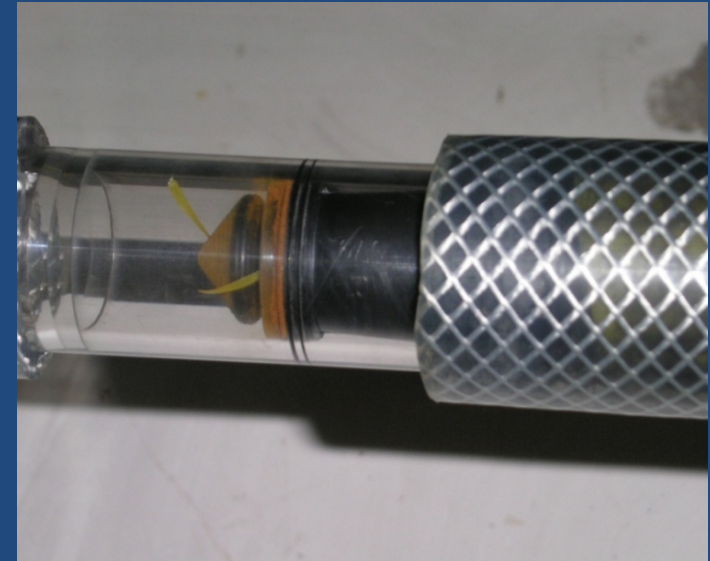




# UTJECAJ ONEČIŠĆENJA



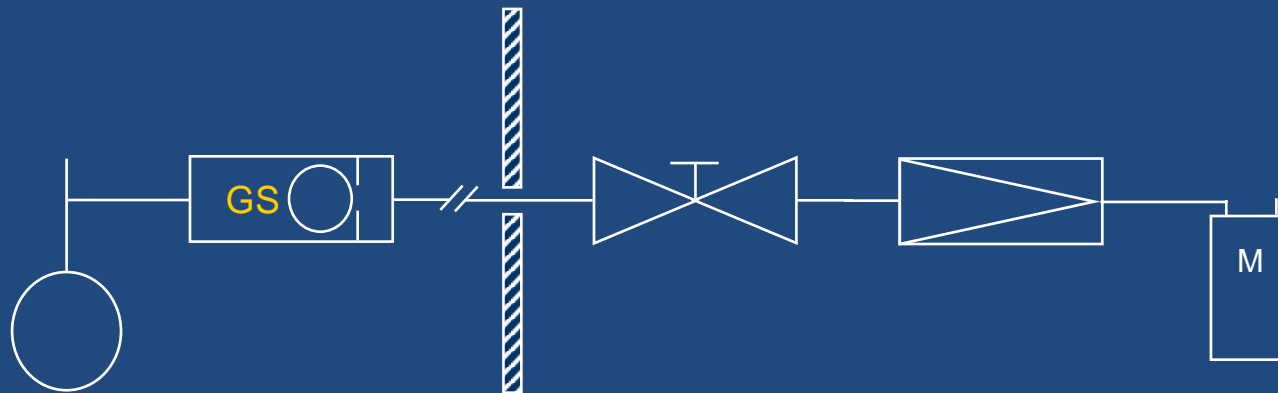
- Standardne ispitne metode po DVGW ili NGT
- Ekvivalent 2000 puta uvećane koncentracije prašine tijekom normalnog korištenja
- Ekvivalent količini prašine nakon perioda od 60-70 godina korištenja



## Rezultati:

- Normalno funkcioniranje
- Ispravno brtvljenje usprkos nakupljenim česticama

# UOBIČAJENA SCHEMA INSTALACIJE



Pipelife Gas-Stop™



Glavni zaporni ventil



Regulator pritiska



Brojilo



# METODE UGRADNJE



Predinstalirani u adapterima (PE100 komadi cijevi)  
za spajanje elektrofuzijskim spojnica



# GLAVNE PREDNOSTI



- Materijali
  - Nehrđajuća ojačana plastika
- Funkcioniranje
  - 100% pouzdanost (iskustva)
- Iskustva
  - Od 1992 u gotovo svim zemljama Europe
- Trajnost
  - Opruge korištene u Pipelife Gas-Stop™ imaju skoro neograničen rok trajanja



# ISKUSTVA KORISNIKA



- 3.5 milijuna Pipelife Gas-Stop™ ventila već ugrađeno u distribucijske i priključne vodove
- Oko 20.000 slučajeva aktiviranja Gas-Stop™ gdje je spriječeno veće istjecanje
- Funkcionalni testovi u nezavisnim laboratorijima (npr. GWI – Germany) s dugotrajnom primjenom (10 godina) nisu pokazali nikakve nepravilnosti

# ISKUSTVA KORISNIKA



- Praktična upotreba već 17 godina
- Upotreba od
  - 1997 – Dim. d63/DN50
  - 2000 – Dim. d110/DN100
- Niti jedan slučaj neočekivanog zatvaranja
- Potvrđena aktivacija u slučaju oštećenja





# REFERENCE



# PASIVNA ZAŠTITA



## Robust pipe

PEHD punostijena tlačna cijev s zaštitom



# MJERE PASIVNE ZAŠTITE



- Postavljanje upozoravajućih/zaštitnih traka
- Oznake upozorenja
- Edukacija ovlaštenih izvođača
- Osiguravanje informacija (katastar vodova, planovi)
- Nadzor na gradilištu
- Priprema alata i dijelova za hitno zatvaranje vodova
- Postavljanje/priprema ručnih ventila
- ...Otpornost same cijevi?

# SVOJSTVA PEHD TLAČNIH CIJEVI



- Prednosti:
  - ✓ Manja masa
  - ✓ Fleksibilnost
  - ✓ Otpornost na koroziju, katodnom zaštitom
  - ✓ Homogenost materijala
  - ✓ Jednostavno
  - ✓ Niski troškovi ugradnje
  - ✓ Trajnost (bez naknadnih troškova održavanja)
  
- Mane:
  - Osjetljivost na temperaturne promjene
  - Mala otpornost na mehanička oštećenja
  - Podložnost ovalnosti, ulegnućima i stvaranju brazdi na vanjskoj površini cijevi
  - Veća osjetljivost na UV zračenje

# SVOJSTVA ROBUST-PIPE



- Riješenje za mane PEHD cijevi:
  - ✓ Smanjena osjetljivost na temperaturne promjene
  - ✓ Velika otpornost na mehanička oštećenja
  - ✓ Podložnost ovalnosti/ulegnućima znatno smanjena, a stvaranje brazdi na vanjskoj površini cijevi praktično eliminirano
  - ✓ Neosjetljivost na UV zračenje

# OPIS



- Robust Pipe je cijev dizajnirana za uštedu pri polaganju uz povećanje sigurnosti samog voda.
- Unutarnja stijenka je napravljena od standardnog PE materijala.
- Vanjska stijenka je napravljena iz pjenastog PE materijala. Vanjski sloj služi kao zaštitni sloj oko unutarnje stijenke.

# OPIS



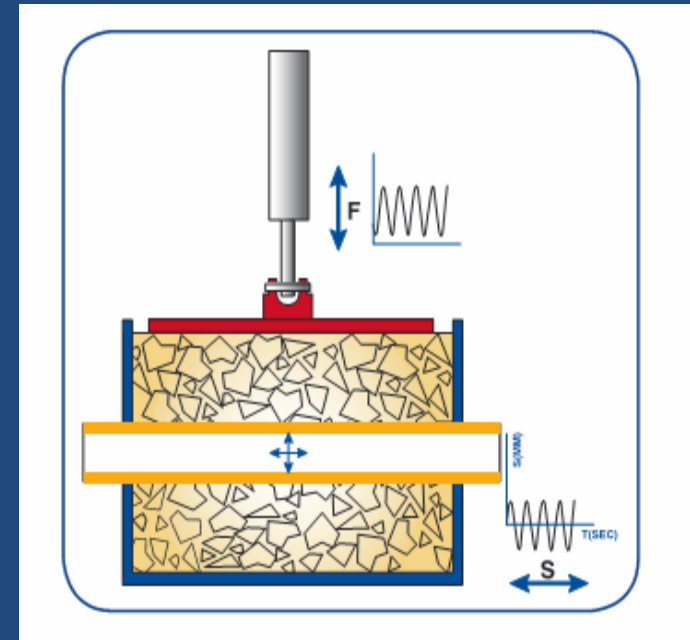
- Vanjski sloj štiti od abrazije, brazdanja i oštećenja od proizvodnje do ugradnje te tijekom korištenja.
- Robust Pipe je dizajniran s posebnom pažnjom na otpornost prema oštrom kamenju.
- Zaštitni sloj preuzima točkasto opterećenje i raspršuje ga preko cijelog plašta (veća površina) te štiti unutarnju stijeku od oštećenja.



# TESTIRANJE - LABORATORIJ



- Testiranje na dugotrajno opterećenje, Technical University of Vienna (TUW).
- Dinamičko vertikalno opterećenje
  - $F_{min} = 10 \text{ kN}$
  - $F_{max} = 100 \text{ kN}$
  - $f = 1\text{Hz}$ ; 10 000 ponavljanja
- Horizontalno pomicanje
  - $s = \pm 15 \text{ mm}$
  - 1 ciklus od 3 min
  - Pritisak:  $p_i = p_N$  (10 bara, pri  $20^\circ$ )





# TESTIRANJE - TEREN



- Testiranje na terenu – Austrijske Alpe
- Robust Pipe je testirana u kamenolomu na dubini od 35cm i 80cm
- Podloga/posteljica:
  - Oštro kamenje, prosječne veličine 6cm
- Trajanje testa:
  - 29 tjedana
- Klimatski uvjeti:
  - Zimski uvjeti – hladnoća, snijeg
- Prometno opterećenje:
  - Spora vozila s osovinskim opterećenjem do 60 tona.



# ZAKLJUČAK



- Upotrebom tehničkih pravila i propisa (pasivna zaštita) smanjuje se mogućnost nastanka oštećenja vodova
- Usprkos razrađenim postupcima i pravilnicima, svejedno dolazi do oštećenja
- **Mala oštećenja** – mogućnost spriječavanja prodora u cijev te istjecanja plina korištenjem **Robust pipe**
- **Velika oštećenja** – spriječavanje istjecanja ugradnjom **Gas-stop™** ventila na priključnim i distributivnim vodovima



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2



# ZAHVALJUJEM NA PAŽNJI!

Ilija Radeljić, dipl.ing.građ.

Product manager, Pipelife - HRVATSKA

[ilija.radeljic@pipelife.hr](mailto:ilija.radeljic@pipelife.hr)



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# ***OPIS MAGISTRALNOG CJEVOVODA HIDROMJEŠAVINE PEPELA I ŠLJAKE***

## ***TECHNICAL DESCRIPTION OF SLURRY MAIN PIPELINE***

***Mr.sc. Halima Hadžiahmetović***

***Dr.sc. Štefanija Klarić***

***Prof.dr.sc. Ivica Kladarić***

***Osijek, 21.- 24.10.2009.***



## *Opis problema*

**Transport i odlaganje pepela i šljake spadaju među vitalne tehnološke sustave svake termoelektrane koja sagorijeva ugljen.**

**Zbog ovakvih karakteristika teži se maksimalnom iskorištenju ovog otpadnog materijala kao sekundarne sirovine i uspostavljanju najjednostavnijih i najefikasnijih tehnoloških sustava transporta i deponiranja.**



## *Opis problema*

**Postojanje sustava za transport i odlaganje pepela i šljake je neophodno iz dva razloga:**

- **Neusklađenost proizvodnje i potrošnje (obično se najveće količine izdvajaju zimi, a koriste ljeti)**
- **Nepostojanje bilo kakvih realnih garancija da će se uvijek sve proizvedene mase prihvatiti i trošiti kao sirovina.**



## *Sustav vanjskog transporta pepela i šljake u termoelektrani može biti:*

- **Transport sa trakastim transporterima**
- **Transport sa kiper-kamionima**
- **Hidraulički transport**



*Slika 1. TE Kakanj*



## *Obrazloženje problema*

**Hidraulički transport i odlaganje pepela u omjeru pepeo:voda- 1:15, potvrdio je negativni utjecaj kako na kvalitetu zraka, tako i na kvalitetu površinskih i podzemnih voda.**





**Navedeni ekološki problemi i nedostaci raspoložive vode su razlog za sprovođenje rekonstrukcije postojećeg sustava zamjenom novom tehnologijom "guste" hidromješavine u odnosu (pepeo: voda- 1:1).**

**Novom tehnologijom se postiže:**

- **veća ekonomičnost**
- **manja ulaganja u održavanje**



*Slika 2. TE Kosovo B*



**Osnovna karakteristika ove tehnologije je da se voda miješa sa pepelom i šljakom u navedenom omjeru te se u vidu guste hidromješavine, pomoću pumpi visokog pritiska, cjevovodima transportira na odlagalište.**



*Slika 3. Magistralni cjevovod*



**U okviru rada izvodi se potisni cjevovod kojim se hidromješavina pepela i šljake dovodi do lokacije novog odlagališta.**



*Slika 4. Odlagalište*



**Cjevovod se sastoji iz dvije paralelne cijevi izrađene od tvrdog polietilena vanjskog promjera  $\phi$  250 mm u prvoj polovini trase, odnosno  $\phi$  225 mm na drugoj polovini.**



*Slika 5. Cjevovod*



## ***Izbor materijala cjevovoda***

**U cilju optimalnog izbora materijala cjevovoda vršeno je ispitivanje inkrustacije cjevovoda. Na čeličnim cijevima utvrđeno je znatno prisustvo karbonatnih naslaga od 341 do 346  $\mu\text{m}/\text{t}$  pepela. U cilju ispitivanja utjecaja vrste materijala cjevovoda na intenzitet inkrustacije, izvršena su dodatna ispitivanja na industrijskoj instalaciji, ugradnjom kontrolnih komada čelične cijevi, poliesterske cijevi, čelične cijevi obložene gumom i polietilenske cijevi visoke gustoće.**

**Rezultat ispitivanja je bio znatna inkrustacija na čeličnim, poliesterskim i gumiranim čeličnim cijevima, dok na polietilenskim cijevima nije došlo do stvaranja inkrustacije, što se vidi i iz tablice 1:**



## ***Izbor materijala cjevovoda***

<i><b>Materijal cijevi</b></i>	<i><b>Kontrolni komad</b></i>	<i><b>Razlika u masi ispitane cijevi prije i poslije opita kg</b></i>	<i><b>Debljina inkrustacije mm/t transportiranog suhog pepela</b></i>
<i><b>Čelik</b></i>	<i><b>1</b></i>	<i><b>0,340</b></i>	<i><b>0,000810</b></i>
	<i><b>2</b></i>	<i><b>0,280</b></i>	<i><b>0,000667</b></i>
<i><b>Poliester</b></i>	<i><b>1</b></i>	<i><b>0,256</b></i>	<i><b>0,000568</b></i>
	<i><b>2</b></i>	<i><b>0,180</b></i>	<i><b>0,000386</b></i>
<i><b>Gumirana cijev</b></i>	<i><b>1</b></i>	<i><b>0,280</b></i>	<i><b>0,000750</b></i>
	<i><b>2</b></i>	<i><b>0,150</b></i>	<i><b>0,000402</b></i>
<i><b>Polietilen visoke gustine</b></i>	<i><b>1</b></i>	<i><b>0</b></i>	<i><b>0</b></i>
	<i><b>2</b></i>	<i><b>0</b></i>	<i><b>0</b></i>

*Tablica 1. Rezultat ispitivanja čeličnih, poliesterskih i gumiranih cijevi [ 2 ]*



## *Tehnologija zavarivanja*

**Spajanje polietilenskih cijevi može se vršiti postupkom:**

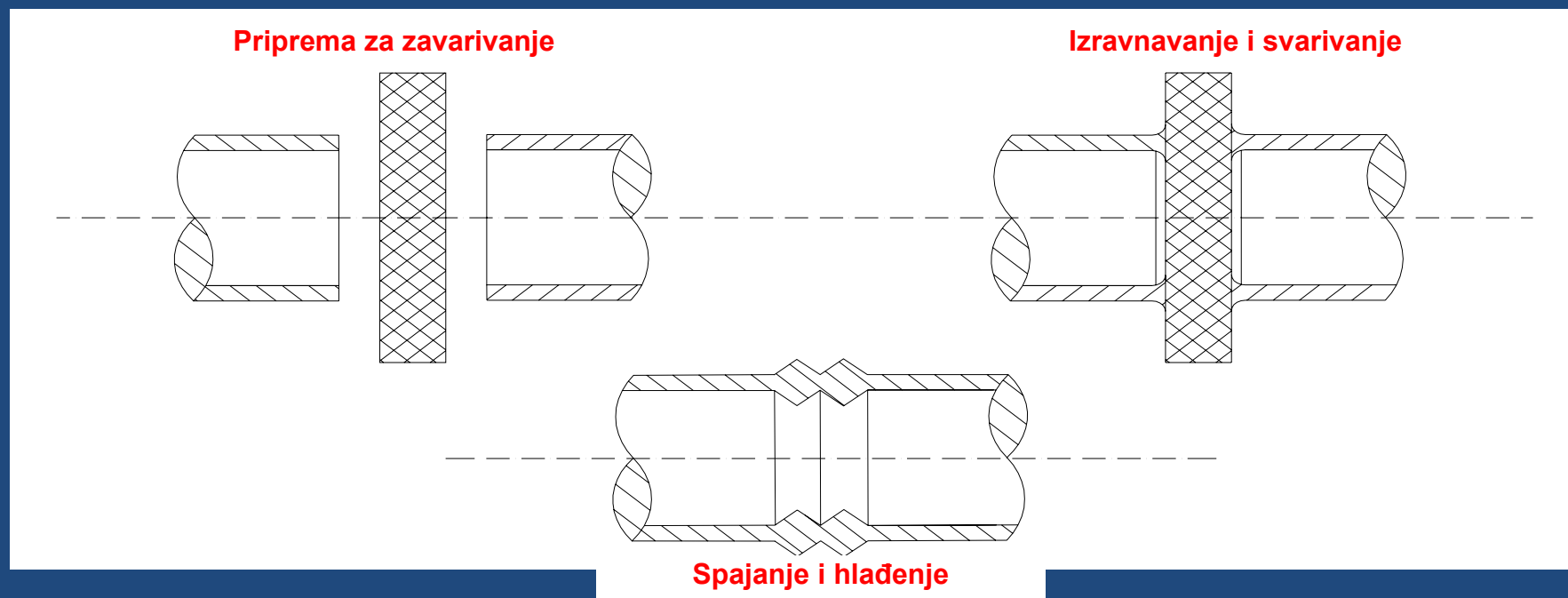
- **sučeonog zavarivanja,**
- **polifuzijskog zavarivanja, i**
- **elektrofuzijskog zavarivanja**

**Spajanje polietilenskih cijevi vršit će se postupkom sučeonog zavarivanja sa čišćenjem mjesta provara i dovođenjem tih mjesta u stanje bez ikakvih ispupčenja na unutrašnjoj stjenci cjevovoda.**

## Tehnologija zavarivanja

Ovim postupkom se dva kraja cijevi spajaju na način da se čeone površine cijevi zagriju pomoću grijaće ploče, te se nakon toga pod silom međusobno spoje bez dodatka dodatnog materijala. Postupak zavarivanja se sastoji od nekoliko koraka:

Slika 6. Tehnologija zavarivanja PEHD cijevi







## *Postupak zavarivanja*

- Grijaću ploču uložiti između dva već pripremljena kraja cijevi koji se zavaruju.
- Zatim izvršiti pritiskanje krajeva cijevi sve dok se ne postigne propisana sila spajanja  $F_{sp}$ . Cijevi držati pritisnute sa silom spajanja sve dok se ne dobije odgovarajuća visina prstena taline koji se formira oko, i sa unutrašnje strane cijevi. Odgovarajuća visina prstena propisana je tehnologijom zavarivanja, a ovisna je od materijala, dimenzije cijevi i tlaka za koji je cijev namijenjena.



## *Postupak zavarivanja*

➤ Nakon što istekne vrijeme zagrijavanja treba u što kraćem vremenu odmaknuti čeljusti, odstraniti grijaću ploču i spojiti površine cijevi koje se zavaruju, kako bi izbjegli nepoželjno hlađenje površina cijevi.

Tlak zavarivanja treba održavati za vrijeme cijelog procesa hlađenja zavara.

➤ Nakon isteka vremena hlađenja cijev se oslobađa iz stega.



*Slika 7. Magistralni cjevovod*



*Slika 8. Montaža cjevovoda*



*Slika 9. Odlagalište*



## Zaključak

U cilju optimalnog izbora materijala cjevovoda vršeno je ispitivanje inkrustacije cjevovoda. Kao što je već navedeno, na čeličnim cijevima utvrđeno je znatno prisustvo karbonatnih naslaga od 341 do 346  $\mu\text{m/t}$  pepela.

Isto tako, u cilju ispitivanja utjecaja vrste materijala cjevovoda na intenzitet inkrustacije, izvršena su dodatna ispitivanja na industrijskoj instalaciji, ugradnjom kontrolnih komada čelične cijevi, poliesterske cijevi, čelične cijevi obložene gumom i polietilenske cijevi visoke gustoće. Rezultati ispitivanja kao i iskustvo sa primjenom materijala u sličnim objektima u svijetu, ukazali su da je kao najpovoljniji materijal za izradu cjevovoda polietilen visoke gustoće.

PEHD cijevi su izrađene od polietilena visoke kakvoće, a njihovom rukovanju i polaganju pogoduje mala specifična masa, te vrlo visoka savitljivost. Stjenke su im vrlo glatke što onemogućuje stvaranje raznih naslaga. Potpuno su vodonepropusne, otporne na kemikalije i kiseline, te imaju veliku otpornost na udarce, visoku čvrstoću i žilavost.



## *Zaključak*

PEHD cijevi su jako otporne u smislu unutarnjeg habanja. Visoka otpornost na udar čak i pri vrlo niskim temperaturama osigurava robustnost cijevi, i na kraju PEHD materijal je moguće 100 % reciklirati.

Opisani cjevovod se sastoji iz dvije paralelne cijevi vanjskog promjera  $\phi$  250 mm u prvoj polovini trase, odnosno  $\phi$  225 mm na drugoj polovini, izrađenih od tvrdog polietilena (PEHD). Spajanje polietilenskih cijevi vrši se postupkom sučeonog zavarivanja pomoću grijaće ploče.



## Literatura

[1] Slobodan Kralj, Zoran Kožuh, Ivica Garašić, *Moderni sustavi za automatsko zavarivanje magistralnih cjevovoda*, 4. Međunarodno znanstveno-stručno savjetovanje Tehnologična primjena postupaka zavarivanja i zavarivanju srodnih tehnika u izradi zavarenih konstrukcija i proizvoda, Slavonski Brod, 14. – 16. studeni 2007.

[2] Šašić Mane, *Transport fluida i čvrstih materijala cevima*, Naučna knjiga, Beograd, 1990

[3] Halima Hadžiahmetović, *Optimizacija hidrauličkog transporta pepela i šljake u obliku guste hidromješavine/ magistarski rad*, Mašinski fakultet u Sarajevu, oktobar. 2008.godine



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

***Hvala na pažnji!***

# PRIMJENA PLASTIČNIH MATERIJALA U IZGRADNJI I REKONSTRUKCIJI OBJEKATA VODOOPSKRBE

## - rekonstrukcija objekta pripreme vode u VIRKOMU Virovitica

Autor: Milan Fistonić, dipl.inž.

Razvoj plastičnih masa i niz prednosti koje plastični materijali imaju u odnosu na metalne materijale omogućio je njihovu sve veću primjenu i u područjima gdje su metalni materijali do sada bili nezamjenjivi. Osnovne prednosti kao:

- otpornost na kemijsku koroziju
- fiziološka i toksikološka neškodljivost
- tlačna postojanost
- otpornost na inkrustraciju – nema nakupljanja nečistoća i kamenca
- otpornost na lutajuće struje – ne treba katodna zaštita
- otpornost na abraziju
- mali gubici topline
- mala težina – lakše rukovanje
- međusobno spajanje cijevi i elemenata postupcima zavarivanja i lijepljenja
- duži vijek eksploatacije
- manja cijena koštanja

osigurale su upotrebu plastičnih materijala u prehrambenoj, kemijskoj i farmaceutskoj industriji te njihovu primjenu:

- u distribuciji plina
- u distribuciji vode
- u pripremi vode
- za instalacije hlađenja i klimatizacije
- za kućne instalacije
- za sustave grijanja

Od plastičnih materijala kod nas je značajnu primjenu našao polietilen koji je postao nezamjenjivi materijal za izradu cijevnih sustava u distribuciji plina, dok se kao materijal za izradu cjevovoda u vodoopskrbnim sustavima sve više primjenjuje.

U nastavku dat je popis plastičnih materijala i njihove karakteristike.

### PEHD:

Proizvodni program: 20-315 (1200) mm

Otpornost na: kiseline, lužine i blaga otapala

Tlačna primjenjivost: PN10, PN16

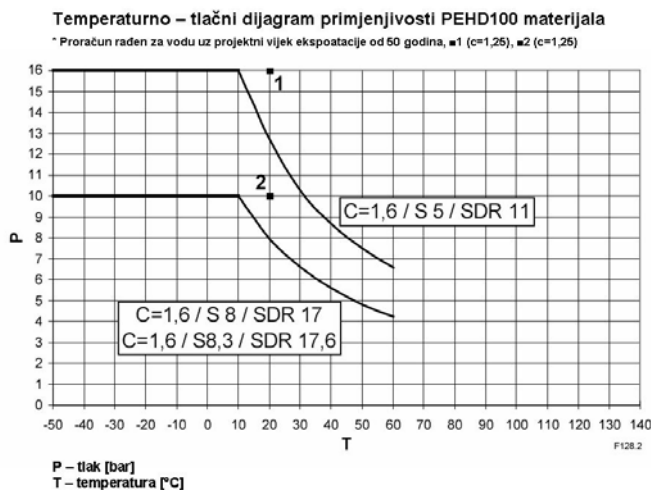
Temperaturna primjenjivost: -50 do +60°C

Primjena:

- sve aplikacije sa vodom, vrlo dobra svojstva kod jakih lužina, plinovi, zrak, pogodan za sekundarne sustave hlađenja, tretmani otpadnih voda, navodnjavanje, brodograđevna industrija

Ne preporuča se:

- visoke koncentracije kiselina





### PP-R, PP-H:

Proizvodni program: 16-315 mm

Otpornost na: kiseline, lužine i blaga otapala

Tlačna primjenjivost: PN6, PN10 za PP-H

PN10, PN25 za PP-R

Temperaturna primjenjivost: 0 do +80 (90)°C

Primjena:

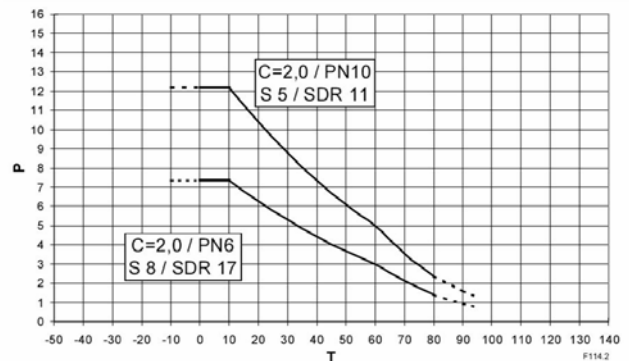
- za sve aplikacije sa vodom, kiseline i lužine bez miris i okusa, vrlo pogodan u prehrambenoj industriji, sustavi sanitarne tople i hladne vode

Ne preporuča se:

- visoke koncentracije kiselina

Temperaturno – tlačni dijagram primjenjivosti PP-H materijala

\* Proračun raden za vodu uz projektni vijek eksploatacije od 25 godina



P – tlak [bar]  
T – temperatura [°C]

### PVC-U:

Proizvodni program: 6-400 mm

Otpornost na: kiseline, lužine

Tlačna primjenjivost: PN6, PN10, PN16

Temperaturna primjenjivost: 0 do +60°C

Primjena:

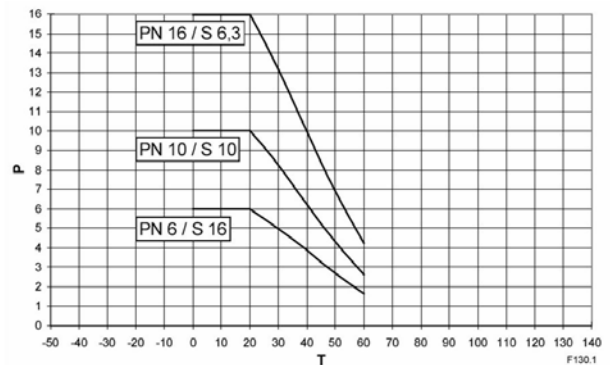
- voda, sve aplikacije sa vodom, tretmani otpadnih voda, morska voda kemijski agresivni mediji (kiseline i lužine)

Ne preporuča se za:

- otapala i eteri, jake koncentracije klora

Temperaturno – tlačni dijagram primjenjivosti PVC-U materijala

\* Proračun raden za vodu uz projektni vijek eksploatacije od 25 godina, c=2,5



P – tlak [bar]  
T – temperatura [°C]

### PVC-C:

Proizvodni program: 16-225 mm

Otpornost na: kiseline, lužine kod visokih temperatura

Tlačna primjenjivost: PN10, PN16

Temperaturna primjenjivost: 0 do +80°C

Primjena:

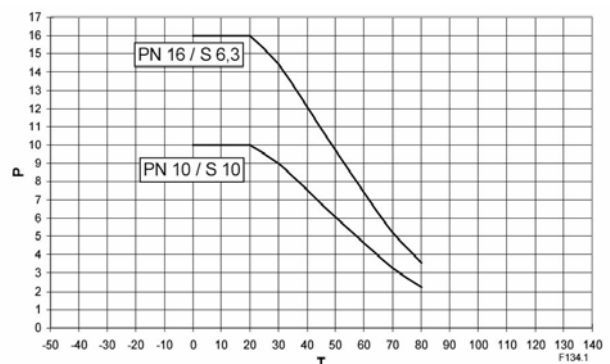
- sve aplikacije sa vodom, tretmani otpadnih voda, kemijski agresivni mediji (kiseline i lužine) kod visokih temperatura

Ne preporuča se za:

otapala i eteri, jake koncentracije klora

Temperaturno – tlačni dijagram primjenjivosti PVC-C materijala

\* Proračun raden za vodu uz projektni vijek eksploatacije od 25 godina, c=2,5



P – tlak [bar]  
T – temperatura [°C]

## **ABS:**

Proizvodni program: 16-225 mm

Otpornost na: kiseline i lužine blagih koncentracija

Tlačna primjenjivost: PN10

Temperaturna primjenjivost: -40 do +60°C

Primjena:

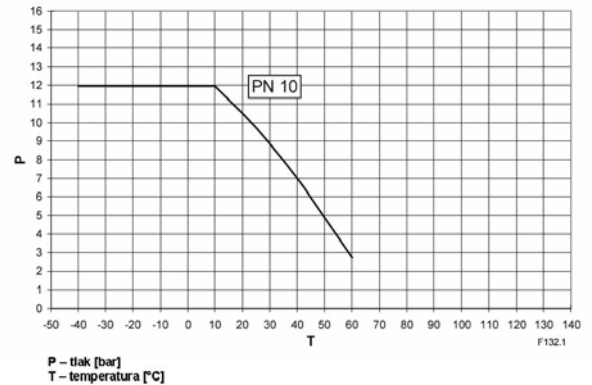
- svi sustavi i aplikacije sa vodom, blage otopine  
kiselina i lužina: kod hlađenja i sekundarnih  
sustava hlađenja, klimatizacija i hladnjače,  
brodograđevna industrija

Ne preporuča se:

- jake koncentracije kiseline i lužina, otapala  
eteri i alkoholi, klorne otopine

Temperaturno – tlačni dijagram primjenjivosti ABS materijala

\* Proračun rađen za vodu uz projektni vijek eksploatacije od 25 godina, c=2,1



## **PVDF:**

Proizvodni program: 6-250 mm

Otpornost na: kiseline i lužine te njihove  
mješavine

Tlačna primjenjivost: PN10, PN16

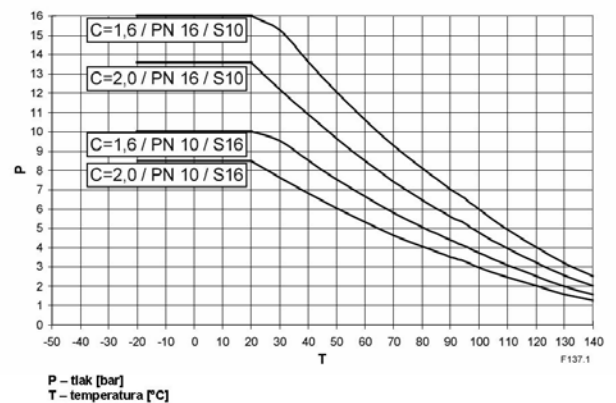
Temperaturna primjenjivost: -20 do +140°C

Primjena:

- za sve aplikacije sa vodom, kiseline i lužine  
u prehrambenoj, farmaceutskoj i industriji  
poluvodiča bez miris i okusa, potpuno inertan

Temperaturno – tlačni dijagram primjenjivosti PVDF materijala

\* Proračun rađen za vodu uz projektni vijek eksploatacije od 25 godina



Ne preporuča se:

visoke koncentracije lužina >pH12

## PRIMJERI PRIMJENE:

Osim primjene u kemijskoj i farmaceutskoj industriji te kod razvoda vode i plina u Hrvatskoj smo plastične materijale uspješno upotrijebili kod rekonstrukcije objekta za pripremu vode u tvrtki VIRKOM iz Virovitice i tvrtki PONIKVE iz Krka te izvedba instalacija u objektu za pripremu vode u HEP TE-TO Zagreb-zapad.

### Rekonstrukcija objekta za pripremu vode u tvrtki VIRKOM iz Virovitice

- izgled prije rekonstrukcije

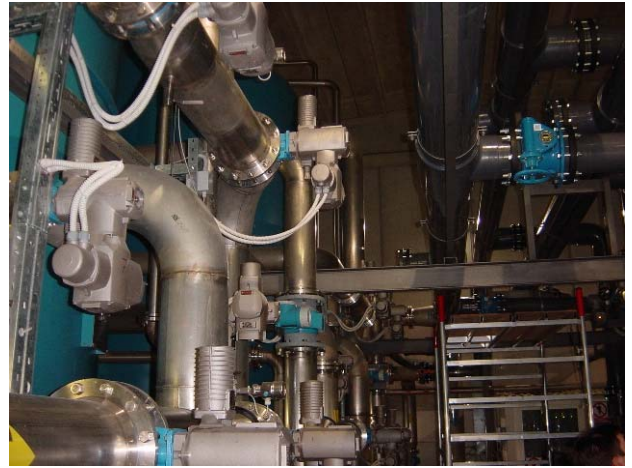


- izgled nakon rekonstrukcije



# Rekonstrukcija objekta za pripremu vode i strojarnice u tvrtki PONIKVE iz Krka

- izgled prije rekonstrukcije



- izgled nakon rekonstrukcije





### Izvedba instalacija u objektu za pripremu vode u HEP TE-TO Zagreb-zapad



### ZAKLJUČAK:

Razvoj kvalitete plastičnih masa u zadnjih nekoliko godina omogućio je njihovu primjenu u područjima koje su do sada bile rezervirane isključivo za metalne materijale. Primjenom plastičnih masa znatno se smanjuju troškovi izgradnje i održavanja cijevnih sustava, a povećava vijek eksploatacije.

mr.sc. Lea Fadljević, dipl.oec

HEP-Toplinarstvo d.o.o. Pogon Osijek, član HEP grupe

Ulica cara Hadrijana 3, 31000 OSIJEK

**„UTJECAJ GLOBALIZACIJE I PRISTUPANJA REPUBLIKE HRVATSKE  
EUROPSKOJ UNIJI NA RAZVOJNE PRAVCE TOPLINARSTVA“**

**„THE IMPACT OF GLOBALISATION AND ACCESSION OF REPUBLIC OF  
CROATIA TO EU ON THE BUSINESS DEVELOPMENT OF DISTRICT HEATING  
COMPANIES“**

**Sažetak**

Poslovna okolina u kojoj i s kojom poduzeće posluje, prvi je među jednako bitnim čimbenicima koji imaju neposredan utjecaj na poslovni uspjeh, odnosno neuspjeh, te na daljni rast i razvoj poduzeća. Globalizacijski procesi rezultirali su stvaranjem globalnih tržišnih oblika, poput tržišta Europske unije, koje je danas najuža poslovna okolina svih sudionika na energetsom tržištu. Smjernice EU-a za sadašnje i buduće članice, vezane uz energetiku ali i brojne druge gospodarske sektore, nužna su stavka u procesu donošenja strateških razvojnih odluka. U radu je nakon uvodnih napomena o povezivanju financijskih i industrijskih aktivnosti na europskom tržištu, temeljnim globalnim problemima, prijelazu iz planskog u tržišno gospodarstvo, prikazan kratak pregled smjernica EU-a koje su već utjecale a zasigurno će i u budućnosti utjecati na poslovanje toplinarskih tvrtki. Uz pomoć SWOT analize u radu su prikazani glavni izazovi s kojima se susreću energetske subjekti na toplinarskom tržištu te preporuke za rast i razvoj regulirane toplinarske djelatnosti.

**Ključne riječi**

Poslovna okolina, globalizacija, tranzicijski proces, Smjernice, strateške razvojne odluke, SWOT analiza, toplinarsko tržište, regulacija toplinarske djelatnosti

**Summary**

Business environment in which and with which the company interacts, is first among equally significant factors which have direct impact on both the business success or failure and further business growth and development. The globalisation processes have resulted with creating of global market models, such as EU market, who today represents the closest business environment of all energy sector's participants. EU directives, for today and future members, related to energy industry and other economy industries, are very important item in the process of making strategic development decisions. After introductory comments about connecting financial and industrial activities on the European market, transition from planned to open oriented market and fundamental global problems, in the work I have given a short

oversight of Directives which have already influenced and will influence on the business result of district heating companies. Using the SWOT analysis, in the work, I have also shown major district heating company's challenges and have given references for further growth of regulated district heating services.

## Key words

Business environment, globalisation, transition process, Directives, strategic development decisions, SWOT analysis, district heating market, regulated district heating services

## 1. Opće napomene

Sva poduzeća, počevši od najmanjih obrtnika, preko trgovačkih društava, javnih poduzeća pa sve do velikih međunarodno prisutnih korporacija, posluju u složenom sustavu odnosa koji se uspostavljaju između njihovih interesa s jedne i okruženja s druge strane. Potrebno je razlikovati utjecaje eksterne ili vanjske i unutarnje ili interne okoline. Eksterna okolina može biti ekonomska, tehnološka, političko – pravna ili pak socijalno kulturna a radi se o silama na koje poduzeće ne može utjecati. Interna okolina je u samom poduzeću pa stoga poduzeće ima utjecaja na istu a podrazumijeva organizacijsku strukturu, organizacijsku kulturu i organizacijske resurse. Menadžment poduzeća ima nimalo lak zadatak, posebno u ovom razdoblju globalne financijske krize, donositi strateške razvojne odluke poduzeća u sve turbulentnijoj i neizvjesnijoj poslovnoj okolini.

Za potrebe ovog rada osvrnut ću se na ekonomsku eksternu okolinu odnosno njezine aspekte globalne okoline koja zauzima sve bitnije mjesto i postaje zapravo najuža poslovna okolina svakog poduzeća. Sam pojam globalizacije je izrazito širok i kompleksan. Ukratko radi se o „procesu povezivanja industrijskih i financijskih aktivnosti na svjetskom tržištu radi ostvarivanja zajedničkih interesa“ a nastaje kao posljedica naglog razvoja tehnologije i pojave globalnih problema. Globalno tržište naša je stvarnost o čemu najbolje svjedoči velika prisutnost tržišta Europske unije u hrvatskoj svakodnevnici te prisutnost ponekih velikih „igrača“ s ostalih tržišta (SAD, Japan, Koreja). Europska unija jedan je od oblika globalnog tržišta, nasuprot onom američkom na primjer, ali bi se isto tako mogla promatrati kao posljedica globalizacijskih procesa. U oba slučaja Europska unija će vrlo brzo biti najuža poslovna okolina svakog hrvatskog, pa tako i toplinarskog poduzeća, a zahtjevi koji se postavljaju za njezine članice i članice kandidatkinje zasigurno imaju utjecaja na razvojne pravce tih poduzeća. Prilagodba hrvatskog tržišta tržišnim zakonitostima koje vladaju u EU još je kompleksniji izazov s obzirom na činjenicu da je Republika Hrvatska zemlja u tranziciji te prolazi kroz razdoblje reforme iz planskog u tržišno gospodarstvo. Pri tome Republika Hrvatska mora izabrati najučinkovitiju nacionalnu strategiju razvoja pa tako i strategiju razvoja pojedinih sektora, imajući u vidu zahtjeve koje zajedničko tržište EU zahtijeva od svojih sudionika. Energetika kao temelj gospodarstva i života uopće svakako predstavlja bazični sektor pa tako definiranje kvalitetne i konkurentne nacionalne energetske a u okviru nje i toplinarske strategije, postaje imperativ.

Teško je razgraničiti uzroke i posljedice globalizacije jer neke pojave koje se mogu identificirati kao posljedica globalizacije, već u drugom trenutku mogu izgledati kao uzrok koji još više ubrzava proces globalizacije. Jedan od najznačajnijih uzroka svakako su ciljevi gospodarskih subjekata i nacionalnih država za liberalizacijom tržišta, sve bržom razmjenom dobara i usluga, povećanjem brzine isporuke, manjim troškovima transporta i prisutnošću na tržištu 24 sata dnevno, 7 dana u tjednu. Sa stajališta pojedinaca postoje ciljevi za većom mobilnošću, širim izborom i većim pravima i slobodama. Još jedan od uzroka, ali ne i manje bitan jest i pojava globalnog zatopljenja, odnosno velikih klimatskih promjena koje nameću nužnost globalnih aktivnosti na području zaštite okoliša. „Globalne organizacije poput Međunarodnog monetarnog fonda ili Svjetske banke, s ciljem lakšeg plasmana viška kapitala, započinju diktirati različite ekonomske reforme u zemljama u kojima postoji potražnja za istim, nazivajući ih strukturnim prilagodbama“. Prilagodbe se odnose prvenstveno na privatizaciju, smanjivanje javnih troškova, ukidanje trgovinskih barijera i smanjivanje državnog utjecaja na

gospodarstvo. Sve navedeno ne bi bilo moguće bez brzog i ekspanzivnog razvoja tehnologije, kompjutorizacije i digitalizacije te bežičnih i mrežnih komunikacija. To ima za posljedicu bolji pristup i razmjenu informacija kao glavnoj podlozi za donošenje starteških poslovnih odluka. Globalizacija, kao i svaki drugi proces ili pojava ima svoje pozitivne i negativne učinke. Među pozitivnim učincima ističu se pristup stranom kapitalu i vrhunskim tehnologijama, ekonomski rast, odnosno povećanje BDP-a, veća mobilnost radne snage i veća mogućnost zapošljavanja, manje državnog dirigiranja, veća tržišna orijentiranost i širenje ljudskih prava. Prva dva su od najvećeg značenja za toplinarsku djelatnost prvenstveno iz razloga što je riječ o kapitalno intenzivnoj djelatnosti i djelatnosti od utjecaja na okoliš. Zagađenje okoliša danas predstavlja najveći globalni problem a njegova zaštita postaje imperativ svakog poduzeća i pojedinca.

## 2. Ekonomika zemalja u tranziciji

Tranzicija je pojam kojim se označavaju društveni procesi u tzv. tranzicijskim zemljama, zemljama koje su u prijelazu iz komandnog (centralno planskog, državno dirigiranog) gospodarstva u tržišno gospodarstvo, tj. u prijelazu iz socijalizma u kapitalizam. Kroz povijest i praksu pokazalo se da niti jedna od ovih doktrina nije savršena te da bi najbolja opcija bila omogućiti tržišno gospodarstvo s minimalnim implikacijama u gospodarstvu. Proces tranzicije odvija se u dvadeset i sedam europskih zemalja među kojima je i u Lijepoj našoj.

Tranzicijske zemlje suočavaju se s nizom problema, a među najbitnijima je izbor odgovarajuće i najučinkovitije strategije razvoja. Globalizacijski procesi probleme tranzicijskih zemalja čine još kompleksnijim budući zahtijevaju što je moguće bržu reformu gospodarstva koja sama po sebi stvara dodatne troškove te s obzirom na zahtijevanu brzinu strukturalnih promjena uzrokuje još veću ovisnost o međunarodnim tržištima. Tranzicijske zemlje teže ostvarenju ciljeva poput privatizacije poduzeća u državnom vlasništvu, restrukturiranju poduzeća, liberalizaciji trgovine i cijena, otvaranju tržišta rada, otvaranju tržišta kapitala, financijskoj stabilnosti, uvođenju konvertibilnosti nacionalnih valuta i razvoju institucija za potporu tržišnoj orijentaciji nacionalnih gospodarstava što su ujedno i uzroci započetog restrukturiranja energetskog pa tako i toplinarskog sektora u Republici Hrvatskoj.

## 3. Položaj poduzetništva u globalizaciji

Poduzetništvo definiramo kao dinamičan proces neprestanog mijenjanja gospodarske strukture i njezine učinkovitosti u kojem pojedinci preuzimaju rizik rezultata poslovnog poduhvata s ciljem stjecanja dobiti bilo da sami ulažu kapital ili ga ulažu drugi vlasnici kapitala. Drugim riječima, poduzetništvo je stvaranje ili uočavanje dobrih prilika bez obzira na to da li se trenutno raspolaže s određenim sredstvima.

Poduzetništvo, a posebno malo i srednje, predstavlja okosnicu razvoja nacionalnih gospodarstava i jedan je od najvažnijih čimbenika koji doprinosi nacionalnoj konkurentnosti. Mali i srednji poduzetnici su fleksibilniji i lakše se prilagođavaju promjenama okoline. U BDP-u Republike Hrvatske sudjeluju sa 40% dok je prosjek u zemljama članicama EU oko 66%. U razdoblju od 2002. do 2006. godine broj velikih poduzetnika u nas smanjio se sa 1,1% na 0,6%, srednjih poduzetnika sa 3,6% na 1,9% dok jedino broj malih poduzetnika bilježi rast sa 95,3% na 97,5%<sup>1</sup>.

Za razvoj poduzetništva nužno je ispunjavanje sljedećih glavnih preduvjeta:

- postojanje poduzetničkih sloboda,
- postojanje privatnog vlasništva,
- postojanje kapitala i
- tržišna konkurencija.

Uzimajući u obzir preduvjete koji su nužni za razvoj poduzetništva, vidljivo je da globalizacija doprinosi daljnjem razvoju malog i srednjeg poduzetništva.

---

<sup>1</sup> Izvješće Hrvatske gospodarske komore, 2007.



### 3.1. Poduzetništvo u energetsom sektoru

U ovom trenutku, u Hrvatskoj nije moguće govoriti o postojanju malog i srednjeg poduzetništva u energetsom sektoru u pravom smislu riječi, bez obzira na činjenicu što ima nekoliko energetskih subjekata koji bi se prema kriterijima broja zaposlenih ili visine prihoda mogli svrstavati u tu skupinu. Razlog tome je nepostojanje konkurentskog tržišta i privatnog vlasništva u energetsom sektoru. Moguće je govoriti o postojanju poduzetništva u smislu poduzimanja poslovnih poduhvata, odnosno o poduzetničkom upravljanju (engl. management). Prema našem Zakonu o trgovačkim društvima kod svih oblika trgovačkih društava govori se o upravi koja je odgovorna za rad društva i koja ga zastupa. To je fizička osoba koja predstavlja pravnu osobu i poduzima poslovne aktivnosti u smislu postavljanja dugoročnih ciljeva, politike i strategije poslovanja i razvoja, alociranja resursa i kontrole realizacije ciljeva. Kod gospodarskih subjekata sa složenijom organizacijskom strukturom, poput HEP-a d.d. upravljačka funkcija ima tri razine:

- uprava (direktor, manager),
- srednje rukovodstvo (rukovoditelji većih organizacijskih jedinica) i
- niže rukovodstvo (voditelji ostalih organizacijskih dijelova).

S pravnog stajališta upravljanje ima sljedeće razine:

- globalno ili vlasničko upravljanje – definiranje predmeta poslovanja, postavljanje glavnih ciljeva, imenovanje nadzornog odbora, odobrenje godišnjeg izvješća, isplata dividendi,
- strateško ili poduzetničko upravljanje – određivanje strateških ili dugoročnih ciljeva, organizacija poslovnog sustava, planiranje poslovanja, vođenje subjekta i kontrola ostvarivanja postavljenih ciljeva,
- operativno upravljanje ili rukovođenje – usmjeravanje i tekuća kontrola izvršenja planiranih zadataka<sup>2</sup>.

U poduzećima energetskog sektora globalno i veliki dio strateškog upravljanja su pod državnom regulativom tako da autonomije u donošenju odluka i odlučivanju o strategiji razvoja u energetsom sektoru nema. Preduvjet pojave pravog poduzetništva i poduzetničkog upravljanja predstavljaju privatizacija i restrukturiranje energetskog sektora. Počecima liberalizacije energetskog tržišta kod nas smatra se usvajanje paketa energetskih zakona na Hrvatskom saboru 2001. godine koji su posljedica usklađenja hrvatskog zakonodavstva sa smjernicama EU. Tada su usvojeni Zakon o energiji, Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti, Zakon o tržištu električne energije, Zakon o tržištu plina i Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata (NN br. 68/2001) čime je stvoren zakonodavni okvir koji omogućava restrukturiranje energetskog sektora kao preduvjeta poduzetništvu u energetici. Još jedan od koraka prema stvaranju poduzetničke klime u energetsom sektoru je konstituiranje samostalne, neovisne, neprofitne organizacije - Hrvatske energetske regulatorne agencije (HERA) Zakonom o regulaciji energetskih djelatnosti (NN 177/04). Zakon propisuje i temeljne ciljeve regulacije koju će Agencija provoditi:

- objektivnost, razvidnost i nepristranost u obavljanju energetskih djelatnosti,
- briga o provedbi načela reguliranog pristupa mreži,
- donošenje metodologija za utvrđivanje tarifnih stavaka tarifnog sustava,
- uspostavljanje učinkovitog tržišta energije i tržišnog natjecanja i
- zaštita kupaca energije i energetskih subjekata.

Regulacijom energetskih djelatnosti se prema tom Zakonu promiče:

- učinkovito i racionalno korištenje energije,

---

<sup>2</sup> L. Crnković, J. Martinović, J. Mesarić, Organizacija i primjena računovodstva, Ekonomski fakultet u Osijeku, 2006. str.342

- poduzetništvo u području energetike,
- investiranje u energetski sektor i
- zaštita okoliša

Zakon razlikuje energetske djelatnosti koje svoje poslovanje uređuju prema tržišnim pravilima i one koje ga obavljaju prema načelima pružanja javne usluge (regulirane energetske djelatnosti). Regulirane energetske djelatnosti uređuju se prema načelima objektivnosti, razvidnosti i nepristranosti uvažavajući opravdane troškove poslovanja, pogona, održavanja, zamjene, izgradnje ili rekonstrukcije objekata te se energetskim subjektima omogućuje razuman i društveno prihvatljiv povrat uložених sredstava. Tržišne energetske djelatnosti se prema navedenom Zakonu uređuju prema načelima tržišnog natjecanja i poticanja poduzetništva.

Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom usvojen je 2005. godine. Zakonom je definirano da se distribucija toplinskom energijom obavlja prema načelima javne usluge a obavlja na osnovu koncesije koju dodjeljuje lokalna samouprava na području na kojem se djelatnost obavlja. Zakon o koncesiji je u fazi pripreme što ukazuje na još jednu novinu koja se očekuje u hrvatskom zakonodavstvu, a koja će utjecati na poslovne procese u toplinarskim poduzećima. Proizvodnja i opskrba toplinskom energijom povlaštenih kupaca obavlja se prema tržišnim načelima, a proizvodnja i opskrba toplinske energije za tarifne kupce odvija se na regulirani način.

## 4. Položaj energetike u globalizaciji

### 4.1. Energetika u Europskoj uniji

Fosilna goriva među koja se ubrajaju nafta, plin i ugljen do nedavno su bili jedini korišteni reusursi za proizvodnju energije, a njihovi izvori postaju sve oskudniji jer je riječ o neobnovljivim izvorima energije. Sve veći dio energenata dolazi izvan EU, pa je njezina ovisnost o uvozu sada na 50%, a predviđa se da bi s povećanjem potrošnje, koja je nužna posljedica gospodarskog razvoja, do 2030. godine taj postotak mogao porasti i na 65%<sup>3</sup>. Na taj način povećava se tržišna ovisnost EU o zemljama koje još uvijek ne oskudijevaju s fosilnim gorivima poput Zaljevskih zemalja ili Rusije.

Sagorijevanje fosilnih goriva u proizvodnji energije ima veliki utjecaj na emisije stakleničkih plinova i samim tim na globalno zagrijavanje. S druge strane opskrba energijom je preduvjet daljnjeg gospodarskog razvitka i životnog standarda stanovništva EU. Energetski sektor u većini je zemalja svijeta pa tako i Europe donedavno imao obilježje i funkcionirao po načelima klasičnog monopola, u kojem su se ispreplitali državni i prirodni monopol. Uvjerivši se da su konkurentski, odnosno tržišni principi poslovanja u ostalom gospodarskom sektoru omogućili ogroman ekonomski rast zapadno europske zemlje odlučile su se ta načela propisati za energetski sektor<sup>4</sup>. Ugovorom o zajednici za energiju zemalja članica EU tako se teži stvoriti jedinstveni regulatorni i tržišni okvir koji će privući nova ulaganja u energetske djelatnosti kako bi se svim korisnicima EU omogućila stabilna i sigurna opskrba energijom. Navedeno je moguće ostvariti kroz:

- energetske učinkovitost kroz uštedu energije i smanjenje energetske gubitaka;
- ulaganja u istraživanja kroz različite programe među kojima je svakako program Inteligentna energija za Europu iz kojeg se financiraju istraživanja o energetskoj učinkovitosti, uštedi energije i obnovljivim izvorima energije s ciljem osiguranja održivog razvitka;
- intenzivnije korištenje alternativnih, obnovljivih izvora energije (hidroenergija, energija vjetra, solarna energija, energija biomase). Cilj zemalja članica je smanjiti udio korištenja fosilnih goriva u proizvodnji energije za 20% u korist obnovljivih izvora energije;

<sup>3</sup> European Union Council Report, Energy policy for Europe, 2007.

<sup>4</sup> Fadljević, Martinović, Utjecaj smjernica europske unije o otvaranju tržišta plina na organizaciju društva za distribuciju plina, XVIII. Međunarodni znanstveno – stručni susret stručnjaka za plin, 2003.

- stvaranje jedinstvenog energetskeg tržišta na način da se olakšava konkurencija financiranjem iz fondova EU s ciljem povezivanja izoliranih mreža i poboljšanja prekogranične međupovezanosti kako unutar EU, tako i sa zemljama dobavljačima. Svim dobavljačima jamči se u okviru pravila jedinstvenoga tržišta energijom da mogu imati pristup distribucijskoj mreži i mrežama dalekovoda drugih država EU, te da će naknade za pristup biti poštene;
- jačanje međunarodne suradnje na području energetike.

Pristupi i ciljevi energetske politike različiti su u svakoj zemlji, a rješavanje spomenutih problema na razini EU pokušava se riješiti različitim smjernicama za standardiziranje energetskeg tržišta uz definiranje izuzetaka koji omogućavaju zaštitu nacionalnih interesa, ali i poštivanje zajedničkih ciljeva. Neke smjernice u svom nazivu naglašavaju vrstu energetske djelatnosti na koju se prioritetno odnose, ali s obzirom na komplementarnost i isprepletenost energetskeg djelatnosti indirektno utječu i na sve ostale energetske djelatnosti, a neke su u svom nazivu općenite i odnose se na sve vrste energetskeg djelatnosti. Neke od značajnijih energetskeg smjernica EU su:

- Direktiva 2002/91 o energetskeg karakteristikama zgrada,
- Direktiva 2003/54 o općim pravilima za unutrašnje tržište električne energije (prethodila joj je Direktiva 96/92),
- Direktiva 2003/96 o restrukturiranju okvira poreznog sustava energetskeg proizvoda i električne energije (prethodila joj je Direktiva 92/81)
- Direktiva 2004/8 o unapređenju kogeneracije na temelju potrošnje korisne energije na unutrašnjem tržištu energije (prethodila joj je Direktiva 92/42)
- Direktiva 2006/32 o energetskeg učinkovitosti.

Direktiva 2002/91 ističe upravljanje potrošnjom energije kao važan instrument kojim EU može utjecati na globalno tržište energije, a time i na sigurnost opskrbe energijom na srednji i dugi rok. Budući stambeni i tercijarni sektor čine 40% finalne potrošnje energije ovom Direktivom propisuje se da građevine i njihova postrojenja za grijanje, hlađenje i ventilaciju moraju biti projektirani tako da potrebna količina energije bude niska, vodeći računa o klimatskeg karakteristikama, a nove zgrade moraju ispunjavati minimalne zahtjeve energetskeg učinkovitosti. U okviru ove Direktive ističe se da naplata troškova grijanja prema stvarnoj potrošnji može doprinjeti uštedi energije u stambenom sektoru na način da se korisnicima zgrada omoguću da sami reguliraju svoju potrošnju topline u mjeri u kojoj je to ekonomski opravdano. Također se zahtijeva i energetska certifikacija zgrada gdje se certifikati izdaju na maksimalno 10 godina.

Direktiva 2003/54 ističe bitnost povećanja učinkovitosti, viših standarda usluga i povećanja konkurencije. Poziva se na Ugovor o zajednici za energiju koji svim stanovnicima jamči slobode koje su moguće jedino na potpuno otvorenom tržištu, a odnose se na slobodu građanima izbora dobavljača energije, a svim dobavljačima slobodu isporuke kupcima. Zahtijeva da se u vertikalno organiziranim energetskeg poduzećima upravljanje prijenosnim i distribucijskim sustavima, te sustavima za opskrbu obavlja kroz pravno odvojene subjekte uz naglasak da to ne podrazumijeva i razdvajanje vlasništva. Iznimno se kod malih distributera ne zahtijeva ovakvo razdvajanje u pravom smislu riječi zbog izbjegavanja stvaranja dodatnog administrativnog i financijskog tereta za takve distributere. Direktiva određuje da su nacionalna regulatorna tijela ta koja trebaju preuzeti aktivnu ulogu u definiranju nediskriminirajućih tarifa koje će odražavati ulazne troškove energetskeg poduzeća, te da moraju biti bez ikakvih interesa u elektroenergetskeg sektoru. Sva elektroenergetska poduzeća bez obzira na njihov vlasnički sistem ili pravni oblik imaju obvezu formuliranja, podnošenja na reviziju i objavljivanja svojih financijskeg izvješća (bilancu i račun dobiti i gubitka), a sve s ciljem izbjegavanja diskriminacije i prikrivenog subvencioniranja.

Direktiva 2003/96 se poziva na činjenicu da su članice EU ratificirale Kyoto protokol s čim su prihvatile globalne ciljeve smanjenja emisija štetnih plinova u zrak, međutim bez obzira na navedeno ovom Direktivom se članicama ostavlja i fleksibilnost da definiraju i provedu politike tako da navedeno odgovara i nacionalnim okolnostima. Cilj je definirati na razini EU minimalne stope poreza na energetske proizvode kako bi se osigurala konkurentnost svih energetskeg subjekata na unutrašnjem tržištu. Ova Direktiva se tako na primjer ne odnosi na oporezivanje topline kao outputa, nego na oporezivanje pogonskih goriva koja se koriste za proizvodnju topline. Članicama je ovdje definirano

kao dopušteno da učine određene porezne izuzetke za primjenu pravila o minimalnoj visini poreza i to za pilot projekte za tehnološki razvoj, za proizvodnju iz obnovljivih izvora ili za razvijanje ekološki orijentiranih proizvoda poput onih proizvedenih iz obnovljivih izvora (vode, sunca, vjetra, te geotermalnih izvora), biomase i etanola, međutim takvi izuzeci mogu se dati na maksimalni period do 10 godina.

U okviru Direktive 2004/8 unapređenje kogeneracije visokog učinka za proizvodnju topline je definirano kao prioritet na razini EU jer omogućuje uštede primarno korištene energije. Kogeneracijom se smatraju postrojenja u kojima se istovremeno proizvode električna i toplinska energija, a visokog učinka su postojeća koja ostvaruju energetske uštede do 5% i nova preko 10%. Javne potpore kogeneraciji su moguće jedino za ekonomski opravdane potrošnje topline za grijanje i hlađenje.

Direktiva 2006/32 Europskog vijeća i Parlamenta od 5. travnja 2006. o učinkovitosti korištenja krajnje energije i energetske usluga osim već spomenutih energetske smjernice za cilj ima i poticanje upravljanja potražnjom za energijom. Energetski sektor je taj koji bi trebao pružiti dobar primjer kada su u pitanju investicije, ulaganja u održavanje i ostali izdaci za opremu kojom se koristi. Pri tome bi energetski sektor trebao ova stajališta uzimati u obzir pri utvrđivanju amortizacije i operativnih troškova. Kriterij energetske učinkovitosti trebao bi se uzimati u obzir i prilikom obavljanja javnih nabava. Direktiva zahtijeva od zemalja članica EU donošenje nacionalnih okvirnih ciljeva za promicanje učinkovitosti potrošnje energije i osiguranje kontinuiranog rasta i održivosti tržišta energetske usluga te primjenu Lisabonske strategije usmjerene na osiguranje kontinuiranog rasta i povećanja zaposlenosti. Povećanje dobiti distributera energije prema ovoj Direktivi treba biti posljedica povećanja prodaje što većem broju korisnika, a ne povećanja prodaje energije istom korisniku. Ciljeve vezane uz povećanje energetske učinkovitosti trebalo bi širiti ciljanoj javnosti. Države članice trebaju osigurati da krajnji korisnici imaju na raspolaganju individualna brojila po konkurentnim cijenama koja bi im mogla omogućiti kontrolu stvarne potrošnje energije.

Energetska politika na razini EU još nije do kraja definirana, ali je u 2007. godini napravljen prijedlog koji bi trebao urediti tržišne (poreze, potpore, sheme trgovanja emisijama CO<sub>2</sub>), tehnološke (energetsku učinkovitost, obnovljive izvore), financijske instrumente provedbe postavljenih ciljeva te urediti vanjsku energetsku politiku. Smjernice razvoja energetske politike dane su Ugovorom o energetskoj povelji i Zelenom knjigom (Green Paper) za konkurentnu, sigurnu i održivu energiju. Glavnim ciljevima europske energetske politike smatraju se:

- konkurentnost i domaće tržište energijom,
- diverzifikacija energetske izvora,
- solidarnost,
- održivi razvitak,
- inovacija i tehnologija i
- vanjska politika (Energetski institut Hrvoje Požar, 2006.)

Pod toplinarskom djelatnošću u Europi podrazumijeva se ne samo grijanje, nego i hlađenje toplinskom energijom i obuhvaća više od 5.000 sustava za grijanje i oko 100 sustava za hlađenje (Euroheat & Power, 2007.).

Toplinarstvo ima dugu tradiciju u zemljama Centralne i Istočne Europe gdje zadovoljava 37% potražnje za grijanjem pa ujedno predstavlja značajnu komponentu energetske sektora spomenutih regija. U ostalim europskim zemljama toplinarstvo zadovoljava tek 7% potražnje za grijanjem.

Grijanje toplinskom energijom ima kontinuirane i visoke stope rasta u Austriji, Italiji, Islandu, Norveškoj i Švedskoj. U Centralnoj i Istočnoj Europi proizvodnja i prodaja toplinske energije je u posljednjih desetak godina značajno opala. Priključivanje novih kupaca uglavnom se kompenzira uštedama koje se postižu poduzimanjem brojnih mjera u zgradama i samim sustavima grijanja pa se bez obzira na povećanje broja kupaca ne može govoriti o visokim stopama rasta. Zajedničko obilježje cjelokupnog europskog toplinarskog sektora jest porast proizvodnje toplinske energije iz obnovljivih izvora energije za 1% u 2005. u odnosu na 2003. godinu. Hlađenje toplinskom energijom se nastavlja razvijati i u sjevernoj i južnoj Europi i to najviše isporukama uslužnom sektoru.

Jedan od trendova jest i poseban sustav oporezivanja energije s ciljem promoviranja energetske učinkovitosti. Konkurentnost toplinarskog sektora Europe može se poboljšati, ali uz velike napore i ulaganja u istraživanje i razvoj te primjenu novih tehnologija.

U proizvodnji toplinske energije u Europi koriste se uglavnom neobnovljivi izvori energije (80%), i to najviše ugljen i plin.

Pozitivna iskustva nekih europskih zemalja ukazuju na dva alternativna pravca razvoja toplinarskih tvrtki. Tako je Danska primjer države s učinkovitim i profitabilnim toplinarskim sektorom kojeg temelji na poštivanju tržišnih zakonitosti, dok je s druge strane Njemačka primjer države sa strogom državnom regulacijom toplinarskog sektora koja je također rezultirala pozitivnim rezultatima. Međutim, u oba slučaja država provodi sistematizirane i kontinuirane aktivnosti za jačanje i razvijanje toplinarskog sektora poput:

- zabrana grijanja električnom energijom,
- investicijske subvencije poduzetnicima koji rade na revitalizacijama toplinskog sustava,
- subvencije potrošačima koji se priključuju na centralne toplinske sustave.

Još jedan od bitnih pokazatelja stanja europskog toplinarskog sektora jest činjenica da danas europske zemlje gube 38% energije primarno zbog neučinkovitosti.

Cijene toplinske energije u europskim zemljama određuju se uglavnom putem tarifnih sustava koji se utvrđuju na temelju dvije komponente:

- fiksne (utvrđuje se na temelju dijela investicijskih i drugih fiksnih troškova) i
- varijabilne (utvrđuje se na temelju potrošnje energenata te na osnovu drugih varijabilnih troškova).

#### **4.2. Energetika u Republici Hrvatskoj s posebnim osvrtom na toplinarstvo**

Još 1997. godine Hrvatska je ratificirala Ugovor o energetskej povelji kojim se utvrđuje model dugoročne energetske suradnje u Europi. Godine 2001. prihvaćena su načela i smjernice EU vezane uz energetiku i najvećim dijelom usklađen je zakonodavni okvir. S ciljem utvrđivanja strategije kojom će se Republika Hrvatska uskladiti sa zahtjevima energetskeg tržišta EU, 2002. godine usvojena je na Hrvatskom saboru Strategija energetskeg razvitka Republike Hrvatske. U okviru Strategije definirano je da će energetske sustavi u budućnosti imati sljedeće karakteristike:

- bit će sve više diktirani potrebama korisnika,
- bit će raznoliki i koristit će različite raspoložive izvore i tehnologije ovisno o lokalnim uvjetima i mogućnostima,
- bit će sve više decentralizirani,
- sve više pozornosti posvećivat će se učinkovitim korištenju energije.

Strategija je donesena s obzirom na postojeće kapacitete energetske sustava u Hrvatskoj. Domaće zalihe plina zadovoljavaju oko 50% potražnje za plinom, koja će se zbog rastuće potražnje u budućnosti povećati. Naftni sustav zadovoljava oko 23% ukupne potrošnje, a elektroenergetski sustav zadovoljava oko 70% potrošnje električne energije od čega 35 do 40% osiguravaju hidroelektrane.

S obzirom na navedeno u strategiji energetskeg razvitka postavljeni su ciljevi kojih se Republika Hrvatska namjerava pridržavati bez obzira na nepoznanice i nesigurnosti koje se tijekom vremena mogu pojaviti:

- povećanje energetske učinkovitosti cijelog energetskeg sustava
- sigurna dobava i opskrba, odnosno uključivanje u međunarodno tržište energije, osiguranje više pravaca priključaka na međunarodne mreže i dobava iz više pravaca

za sve umrežene sustave, razvitak prijenosnih mreža, razvoj distribucijskih mreža, uvažavanje sigurnosnih ograničenja i državnih interesa,

- diverzifikacija energenata i izvora koja uključuje izbor i dobavu energenata koji će osigurati sigurnost opskrbe potrošača te prostorni raspored izvora koji će osigurati stabilnost opskrbe svakog područja,
- korištenje obnovljivih izvora energije koji će biti u skladu s resursima, razvitkom tehnologije i ukupnom gospodarskom politikom,
- realne cijene energije i razvitak energetskeg tržišta i poduzetništva te privatizacijski procesi u skladu s interesima hrvatske države koji trebaju potaknuti energetske učinkovitost i dobro gospodarenje energijom i omogućiti uključivanje Hrvatske u europsko energetske tržište,
- zaštita okoliša, što u energetskeg sektoru podrazumijeva primarno djelovanje kroz energetske učinkovitost, obnovljive izvore, izbor energenata i primjenu najsuvremenijih tehnologija zaštite, kvalitetno zakonodavstvo i nadzor, utjecaj javnosti uz promociju pozitivnih primjera.

U okviru Strategije definirano je da će se organizirana i sustavna skrb o energetskeg efikasnosti provoditi na temelju Nacionalnih energetskeg programa, koje je 1997. godine pokrenula Vlada RH, od kojih su za ovo područje posebno značajni KUEN<sub>ZGRADA</sub>, MIEE, KOGEN, KUEN<sub>CTS</sub>, i TRANCRO. Njima su obuhvaćena sva važna područja energetskeg potrošnje unutar kojih se može djelovati na poboljšanju učinkovitosti korištenja energije. Tako se u okviru programa KUEN<sub>ZGRADA</sub> definira mogućnost povećanja energetske učinkovitosti u zgradarstvu, MIEE definira mogućnost povećanja energetske učinkovitosti u sektoru industrije i usluga kao najvećim potrošačima energije. KOGEN promovira i podržava izgradnju i uporabu kogeneracijskih postojenja gdje god za to postoji ekonomska isplativost. Prednost i pozitivna strana kogeneracijskih sustava jest ta što oni pri proizvodnji primarnog oblika energije proizvode još i toplinskeg energije.

U području proizvodnje toplinske energije, pare i vrele vode definirano je program KUEN<sub>cts</sub>, prema kojemu je u Hrvatskoj nužno u velikim naseljima i gradovima, pogotovo tamo gdje postoji dovoljno velika gustoća toplinskog konzuma ili istovremeno potreba za toplinskeg i električneg energije, poticati razvoj i unapređenje centraliziranih toplinskih sustava, a naročito poboljšanje efikasnosti postojećih sustava u smislu:

- zamjene dotrajale opreme i instalacija,
- poboljšanja tehnologije spaljivanja goriva i korištenja otpadne topline dimnih plinova,
- uvođenja automatskog nadzora i upravljanja procesa i postrojenja,
- uvođenja regulacije i mjerenja potroška toplinske energije kod potrošača,
- poboljšanje izolacije instalacija i objekata,
- poticanja istovremene proizvodnje toplinske i električne energije,
- poticanja korištenja viškova toplinskih kapaciteta u industriji,
- povezivanje sustava lokalnih toplana u centralizirane sustave opskrbe toplinskeg energije,
- izgradnju akumulatora toplinske energije,
- smanjenje gubitaka i upravljanje toplinskeg opterećenjem i potrošnjom,
- smanjenje emisija štetnih tvari i zaštitu okoliša,
- izgradnju poticajnih cjenovnih odnosa i tarifnih sustava i sl.

Centralizirani toplinski sustavi smatraju se energetskeg učinkovitim sustavima korištenja primarnih energenata plina, nafte i naftnih derivata ili biomase jer je prilikom proizvodnje i električne i toplinske energije kroz takve sustave iskorištenost primarnih energenata i do 90%, a negativan utjecaj na okoliš je značajno manji. U Republici Hrvatskoj je tek oko 10% kućanstava priključeno na centralni toplinski sustav, a oko 15% energije potrošene za grijanje kućanstava i pripremu potrošne tople vode dolazi iz centraliziranih toplinskih sustava.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Izvor: HERA, Godišnje izvješće, 2006.

Republika Hrvatska je odredila da će u okviru svoje strategije energetskeg razvitka donijeti i provesti niz ekonomsko-financijskih (subvencije, načelo „zagađivač plaća“, namjenski fondovi, međunarodni izvori financiranja) i fiskalnih mjera (porezne olakšice za subjekte koji koriste opremu koja na bilo koji način smanjuje zagađenje okoliša) koje će svakako utjecati na poslovanje gospodarskih subjekata u energetskeg sektoru.

Jedna od važnijih institucija na području zaštite okoliša i energetske učinkovitosti jest Fond za zaštitu okoliša i energetske učinkovitost. Izvori financiranja Fonda su naknade, donacije i sl, a cilj mu je financiranje aktivnosti vezanih uz zaštitu okoliša i energetske učinkovitost, i to putem zajmova, subvencija, financijske pomoći ili donacija, a sredstva se dodjeljuju na temelju provedenog javnog natječaja.

Nakon usvajanja Strategije energetskeg razvitka Republike Hrvatske, tri godine kasnije (2005.) usvojen je Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinske energije. 2006. godine usvojeni su Tarifni sustav za usluge energetskeg djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskeg energijom i Opći uvjeti opskrbe toplinskeg energijom.

## 5. SWOT analiza HEP – Toplinarstva d.o.o. Pogona Osijek

SWOT analiza je kvalitativni strategijski instrument pomoću kojega se sučeljavaju unutrašnje snage (Strengths) i slabosti (Weaknesses) s prilikama (Opportunities) i prijetnjama (Threats) u dinamičnom poslovnom okruženju. Nakon detaljnijeg prikaza okruženja toplinarskeg sektora u nastavku slijedi SWOT analiza HEP – Toplinarstva d.o.o. Pogona Osijek s ciljem identificiranja rizika i šansi za njegovu postojnost.

SNAGE	SLABOSTI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• dugogodišnja tradicija u obavljanju toplinarskeg djelatnosti</li> <li>• vlastiti KNOW HOW</li> <li>• zadovoljstvo kupaca razinom usluge i kvalitetom grijanja</li> <li>• ograđenost od konkurentskih pritisaka u segmentu distribucije toplinskeg energijom zbog obveze poslovanja prema nečelima javne usluge</li> <li>• mogućnost inovacije usluga uvođenjem daljinskog hlađenja poslovneg subjekata i njihovog opskrbljivanja svim potrebnim oblicima energije</li> <li>• energetske učinkovit oblik energije</li> <li>• važeća Odluka o dodjeli koncesije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zastarjeli organizacijske modeli</li> <li>• sporo prilagođavanje promjenama zbog vertikalno organiziranih sustava</li> <li>• neadekvatna kadrovska struktura</li> <li>• zastarjela postrojenja s visokim troškovima održavanja i visokim tehničkim gubicima</li> <li>• troškovi se ne uklapaju u prodajnu cijenu</li> <li>• nizak stupanj likvidnosti i naglašena insolventnost</li> <li>• niska razina radnog kapitala</li> <li>• nedovoljno razvijena marketinška funkcija</li> <li>• teškoće u naplati potraživanja od nekih velikih kupaca također u državnom vlasništvu</li> <li>• potražnja uvjetovana meteorološkim prilikama</li> <li>• nemogućnost reguliranja potrošnje kod kupaca i individualnog mjerenja potrošnje</li> </ul>
PRILIKE	PRIJETNJE

<ul style="list-style-type: none"> <li>• mogućnost korištenja pretpristupnih, a kasnije europskih kohezijskih fondova</li> <li>• otvaranje tržišta</li> <li>• ulazak kapitala</li> <li>• učenje na iskustvima drugih tranzicijskih zemalja i zemalja EU</li> <li>• mogućnost priključenja distribucijske mreže na bilo koji budući izvor energije</li> <li>• smjernice EU vezane uz energetske učinkovitost, javne usluge, cjeloživotno učenje</li> <li>• uvođenje ekoloških poreza</li> <li>• djelomična privatizacija</li> <li>• outsourcing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• neusklađenost proizvodnih kapaciteta s distribucijom i potražnjom</li> <li>• porast cijene primarnih energenata</li> <li>• nepovoljna odluka Vlade prilikom određivanja pariteta cijena svih oblika energije</li> <li>• nepostojanje zakonskog okvira koji uređuje kogeneracijsku proizvodnju i energetske učinkovitost</li> <li>• nedovoljna svijest građana o nužnosti gospodarenja energijom</li> <li>• pomanjkanje energetskih centara</li> <li>• mogućnost da državni monopol otvaranjem tržišta zamijene monopoli multinacionalnih kompanija</li> </ul>
---	--

Iz gornje SWOT analize napravljene na konkretnom slučaju u nastavku se mogu izvući preporuke i prijedlozi koji bi se mogli primjeniti i na ostala toplinarska poduzeća u državnom i gradskom vlasništvu što je i cilj ovog rada. Povećanje ekonomske i energetske učinkovitosti te kontinuirani rast i razvoj toplinarskih poduzeća mogući su jedino uz zajedničke i koordinirane aktivnosti Vlade, Hrvatskog sabora, Hrvatske energetske regulatorne agencije, Uprave i Nadzornog odbora poduzeća, Gradskih Uprava, djelatnika i kupaca. Te aktivnosti moraju i dalje imati u fokusu globalna događanja i smjernice EU za sadašnje i buduće članice te zaštititi nacionalne interese.

Jedna od najvažnijih preporuka usmjerena je na odluke i djelovanje državne i gradske vlasti, a odnosi se na nužnost osiguravanja da usvojeni energetske zakoni započnu i s primjenom u praksi. Ovo je od velikog značenja za povećanje ekonomske učinkovitosti toplinarskih poduzeća s obzirom na činjenicu da bi se primjenom Tarifnog sustava za metodologiju određivanja cijena proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom povećala prodajna cijena a time i njegova profitabilnost. Transparentnost tržišnih uvjeta i cijena osim toga jedno je od osnovnih načela tržišta EU. Osim osiguravanja primjene zakona za razvoj bi od velikog značenja bilo i definiranje energetske politike na razini Gradskih uprava te pronalaženje optimalne kombinacije postojeće infrastrukture i razvoja nove. Osim toga Zakonom o energiji (članak 12.) propisano je da Programe za učinkovito korištenje energije na nacionalnoj razini donosi Vlada, a na lokalnoj razini nadležna tijela jedinica lokalne samouprave.

Energetska učinkovitost toplinske energije iz kogeneracije prednost je koju gradovi koji raspolažu s toplinskim sustavima trebaju iskoristiti. U trenutku kada započne trgovanje dionicama emisija u okoliš uštede koje Republika Hrvatska može ostvariti s obzirom da je ispod prosjeka drugih europskih zemalja mogle bi se iskoristiti za poticanje nove proizvodnje toplinske energije iz kogeneracije ili unapređenje postojećih kapaciteta kako bi uštede bile još veće.

U većini europskih zemalja toplinarstvo je pod strogom državnom regulacijom u odnosu na neke zemlje koje su uspjele stopostotno ostvariti tržišne odnose u toplinarstvu. Međutim, bez obzira na tržišne odnose i u tim zemljama država je određenim zakonima i aktima ipak regulirala toplinarstvo u skladu sa svojom energetske strategijom i nacionalnim interesima. Budući je Republika Hrvatska tranzicijska zemlja koja još uvijek radi na reformi gospodarstva preporuka bi bila da se odluči za daljnju državnu regulaciju toplinarstva što ne isključuje nužnost otvaranja tržišta i stimuliranje poduzetničkih sloboda. Iako niti previše zakona nije dobro jer usporava i zagušuje poduzetništvo, činjenica je da u Republici Hrvatskoj nedostaje još dosta podzakonskih akata i pravilnika koji bi trebali urediti i omogućiti učinkovitost postojećih i budućih toplinarskih subjekata. Neki od njih su poticaji za proizvodnju toplinske energije iz neobnovljivih izvora energije, upravljanje potrošnjom toplinske energije, unapređenje kogeneracije, pravila o priključenju na distribucijsku mrežu. Nakon upotpunjavanja zakonskog okvira i osiguravanja njegove primjene država bi mogla subvencionirati



toplinarski sektor kako bi mu se omogućilo da nastavi poslovati bez gubitaka. U Republici Hrvatskoj državne potpore su od 2001. godine bile usmjerene uglavnom na podupiranje pojedinih sektora i to mahom brodogradnje, željeznica i ostalog prometa. S obzirom na činjenicu da energetika ima specifičan društveni položaj (od posebnog je interesa za stanovništvo i gospodarstvo) i s obzirom na činjenicu da je u proteklom razdoblju bilo nemoguće poslovati pozitivno zbog socijalnog karaktera cijene toplinske energije bilo bi opravdano subvencionirati i ovaj sektor. S obzirom na činjenicu da EU zahtijeva da se državne potpore mogu davati po načelu 'one time last time' odnosno jednom u deset godina ovaj trenutak trebao bi se dogoditi tek kada se stvore uvjeti za učinkovito funkcioniranje ovog tržišta. Budući je toplinska energija iz kogeneracije energetski najučinkovitiji oblik energije, država bi mogla (kao što čine vlade nekih država) davati subvencije kupcima toplinske energije ili dobavljačima koji rade za toplinarske subjekte te na taj način pomoći daljnjem razvoju toplinarstva. Ovo će nakon ulaska u EU biti i jedini mogući oblik subvencioniranja toplinarskih subjekata jer osim gore spomenutog pravila u davanju državnih potpora EU zahtijeva od svojih članica smanjenje udjela sektorskih državnih potpora i povećanje poticaja horizontalnih namjena za zaštitu okoliša, obrazovanje, istraživanje i razvoj te poticanje malog i srednjeg poduzetništva.

Još jedan od poteza koje bi država mogla učiniti s ciljem revitalizacije toplinarskog sektora jest i smanjivanje poreza na toplinsku energiju. Činjenica jest da je u Republici Hrvatskoj porez na toplinsku energiju znatno viši u odnosu na druge tranzicijske zemlje poput Estonije, Litve, Latvije ili Rumunjske ili razvijene zemlje poput Njemačke. Time bi se postigle uštede kod krajnjih kupaca toplinske energije.

Poslovni sustavi u kojima se vodi racionalna politika ulaganja u ljudske potencijale i kreira pravilni sustav nagrađivanja djelatnika, uz ulaganje u znanost i tehnologiju zasigurno su sustavi koji su stimulirajući u realizaciji izvrsnih poslovnih rezultata.

Još jedna od mogućnosti jest diverzifikacije djelatnosti uvođenjem daljinskog hlađenja. Nakon otvaranja energetskog tržišta i poboljšanja likvidnosti toplinarske tvrtke mogle bi zajedničkim ulaganjem s potencijalnim domaćim ili inozemnim investitorima proširiti svoju djelatnost.

Preporuka je svakako i suradnju s postojećim energetskim centrima i zajednički raditi na projektima promoviranja toplinske energije kao energetski učinkovitog oblika energije te na razvijanju svijesti o potrebnoj štednji energije kod građana s obzirom na činjenicu da je svijest građana o ovoj temi još uvijek na niskoj razini. Suradnja s obrazovnim institucijama i potaknuti kreiranje programa kojima bi se djeca već od ranije dobi upoznavala s osnovama energetike i zaštite okoliša budući je navike ljudi vrlo teško mijenjati u kasnijoj životnoj dobi.

Nakon ulaska Republike Hrvatske u EU prilika je i formiranje timova za osmišljavanje projekata kojima bi se mogla povući sredstva iz socijalnih fondova za obrazovanje djelatnika. Prije svega ovaj prijedlog odnosi se na povlačenje sredstava za ulaganje u istraživanje i razvoj ili obuke djelatnika u inozemstvu, u zemljama gdje se već primjenjuju neka druga energetski učinkovita rješenja. Ulaganje u stručni i kvalitetni kadar interes su svakog gospodarskog subjekta jer su znanje i 'know how' nositelji napretka. Određena sredstva mogla bi se povući iz kohezijskih fondova na osnovu dobro osmišljenih novih projekata vezanih uz energetsku učinkovitost, a koji bi mogli pomoći daljnjem razvoju toplinarskih tvrtki. Zbog toga bi se već sada trebalo uložiti u kadrove i omogućiti im usavršavanja vezana uz način izrade takvih projekata.

Budući je zaštita interesa građana temeljno načelo na tržištu EU i s obzirom na činjenicu da je u toplinarskim tvrtkama marketinška funkcija zapostavljena prijedlog bi bio veću važnost dati ustroju posebnog odjela za odnose s javnošću. Ovakav odjel trebao bi brinuti o zajedničkom i unificiranom nastupu prema medijima, odnosno javnosti te preuzeti i aktivnosti na predloženoj suradnji s energetskim centrima, obrazovnim institucijama i drugim 'stakeholderima'.

## **6. Zaključak**

Činjenica je da Republika Hrvatska prolazi kroz proces tranzicije a hrvatsko gospodarstvo je na prijelazu od planskog ka tržišnom. Tranzicijski procesi su, promatrajući gospodarstvo u cjelosti, u najmanjoj mjeri zahvatili energetske sektor o čemu svjedoči činjenica da u njemu privatizacijski procesi još uvijek nisu uzeli maha a nije izvršeno niti otvaranje energetske tržišta iako su preduvjeti za navedeno ostvareni. Osnovni preduvjet bilo je stvaranje zakonodavnog okvira koji će omogućiti reformu i liberalizaciju energetske sektora te koji će u svojoj strukturi biti prilagođen smjericama EU. Zakonodavni okvir je postavljen, međutim praksa ukazuje na njegovu nepotpunu implemetaciju što jujedno predstavlja i jedan od značajnijih imperativa za buduće predpristupno razdoblje.

O globalizaciji i Europskoj uniji Hrvati danas sve češće mogu čuti u medijima a uskoro će one postati i njihova stvarnost jer je Republika Hrvatska već dobro odmakla u svojim pregovorima za pridruživanje europskom timu. Na razini EU definirane su brojne smjernice strateškog razvoja unijskog gospodarstva, a od zemalja članica i zemalja kandidatkinja zahtijeva se prilagođavanje istima. Energetiku svakako treba klasificirati kao prvo među jednako važnim strateškim pitanjima europskog gospodarstva.

Globalni problemi s okolišem koji je u sve lošijem stanju i sve opasniji za opstanak ljudske vrste, problemi sa sve većim jazom između visoko razvijenih, zemalja u razvoju i nerazvijenih zemalja te problemi sa sve oskudnijim rezervama neobnovljivih izvora energije, potakle su europske države na povezivanje s ciljem stvaranja zajedničkog, konkurentnog i slobodnog tržišta koje će svim građanima EU omogućiti ostvarenje temeljnih građanskih prava i sloboda, a među njima pravo na sigurnu, neprekidnu i kvalitetnu opskrbu energijom.

Iako su globalni događaji poslovanje toplinarskih tvrtki učinili još kompleksnijim s druge strane donijeli su i brojne prednosti. Naime, dugogodišnja faza stagniranja, početak faze opadanja u životnom ciklusu većine toplinarskih tvrtki, sve veća neprofitabilnost i energetska neučinkovitost u globalnom okruženju došla su još više do izražaja i pokrenula sve odgovorne na poduzimanje potrebnih poteza kako bi se ovakva situacija promijenila.

U odlukama o organizaciji energetske toplinarske sektora postavlja se pitanje u kojoj mjeri ga prepustiti tržišnim zakonitostima i mehanizmima, a u kojoj mjeri ga regulirati. Nema jedinstvenog odgovora koji bi bio optimalan i primjenjiv u svakoj zemlji a isti svakako ovisi o stupnju gospodarskog i tehnološkog razvoja u kojem se zemlja nalazi te zacrtanim makroekonomskim ciljevima. Regulacija ima svoje dobre i loše strane. Dobre strane prije svega se odnose na kvalitetu i sigurnost opskrbe. Loše strane regulacije prije svega su dodatni troškovi koje iziskuje rad regulatornih agencija i nedostatak interesa stranih ulagača za investiranje u gospodarske subjekte s visokom razinom regulacije a toplinarska djelatnost se ubraja među kapitalno intenzivne djelatnosti gdje je optimalno investiranje ključno za daljnji rast. Ulazak u EU i obveze koje se postavljaju za zemlje članice na zajedničkom energetske tržištu ne zahtijevaju potpunu deregulaciju, ali nameću obvezu otvaranja tržišta, uvođenja konkurencije, omogućavanje izbora potrošaču, osiguravanja energetske i ekonomske učinkovitosti, što za krajnju posljednicu ima snižavanje cijena za kranjeg kupca. S obzirom na činjenicu da je Republika Hrvatska tranzicijska zemlja regulacija toplinarske sektora smatra se boljim riješenjem. Međutim nju je potrebno provesti na način da se osigura ekonomska učinkovitost (pozitivan poslovni rezultat te zadovoljavajuća razina likvidnosti i zaduženosti), transparentnost tržišnih uvjeta i pojava poduzetničkih sloboda.

Smjernice EU vezane uz energetske učinkovitost, unapređenje kogeneracije i razvijanje centralnih toplinskih sustava prilike su za rast i razvoj toplinarskih tvrtki, ali je potrebno još puno zajedničkog rada svih sudionika energetske sektora kako bi se toplinarska djelatnost obavljala na višoj i kvalitetnijoj razini. U dinamičnoj i globalnoj poslovnoj okolini koje smo svjedoci potrebne su puno brže promjene.

## **7. Literatura**

1. Allen Kathleen R.: Growing and Managing an Entrepreneurial Business, Houghton Mifflin Company, Boston, 1999.
2. Fadljević Z., Martinović J.: Utjecaj smjernica Europske unije o otvaranju tržišta plina na organizaciju društva za distribuciju plina u zborniku radova s XVIII. Međunarodnog znanstvenog susreta stručnjaka za plin, Opatija, 07. do 09.05.2003.
3. Crnković L., Mesarić J., Martinović J.: Organizacija i primjena računovodstva, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Ekonomski Fakultetu Osijeku, Osijek, 2006.
4. Zbornik radova: Globalizacija i njene refleksije u Hrvatskoj, Šporer Ž.: Protuslovlja globalizacije; Teodorović I.: Tranzicijski proces u globalnoj okolini, Ekonomski institut, Zagreb, 2001.
5. Udovičić B.: Energetika i okoliš u globalizaciji, Kika-graf, Zagreb, 2002.
6. Energetski institut Hrvoje Požar: Pregled stanja i mogućnosti razvoja energetskog sektora toplinarstva u Republici Hrvatskoj, Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, 2004.
7. District Heating and Cooling Country by Country / 2007 Survey, Euroheat & Power, Belgium, 2007.

#### Zakoni, propisi, strategije i direktive

1. Zakon o energiji (Narodne novine br. 68/01, 177/04, 76/07)
2. Zakon o regulaciji energetskih djelatnosti (Narodne novine br. 177/04, 76/07)
3. Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom (Narodne novine br. 42/05)
4. Tarifni sustav za usluge energetskih djelatnosti proizvodnje, distribucije i opskrbe toplinskom energijom bez visine tarifnih stavki (Narodne novine 57/06 i 116/06)
5. Strategija energetskog razvitka Republike Hrvatske (Narodne novine br. 38/02)
6. Direktiva 2002/91 o energetskim karakteristikama zgrada
7. Direktiva 2003/54 o općim pravilima za unutrašnje tržište električne energije
8. Direktiva 2003/96 o restrukturiranju okvira poreznog sustava energetskih proizvoda i električne energije
9. Direktiva 2004/8 o unapređenju kogeneracije na temelju potrošnje korisne energije na unutrašnjem tržištu energije
10. Direktiva 2006/32 o energetske učinkovitosti



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# ODRŽAVANJE AUTOMOBILSKIH MOTORA S UGRAĐENIM PLINSKIM SUSTAVIMA NAPAJANJA

**Prof. dr. sc. EMIL HNATKO, SF SB**

**Prof. dr. sc. DINKO MIKULIĆ, VVG**

**Hari Sertić, absolvent VPŽ-SFSB i Remix OS**



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ODRŽAVANJE SUSTAVA

-Prema strategiji:

1. preventivno,

definirano prijeđenim 15 000 do  
20 000 km, ili  
vremenski – 6 mjeseci;

2. korektivno,

zbog pojave kvara - oštećenja.

- Kontrola: na tehničkim pregledima.



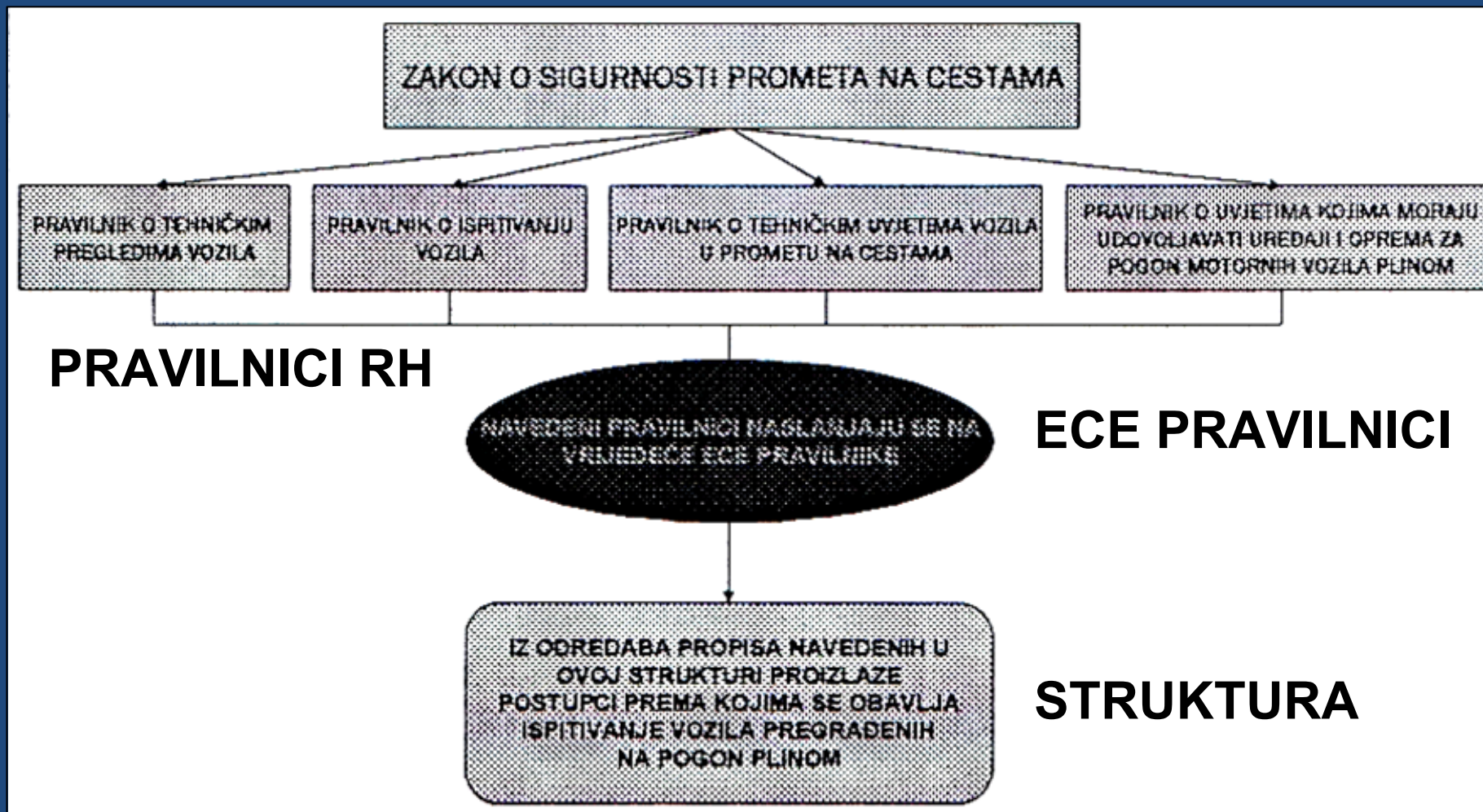
Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# DEFINIRANJE POSTUPAKA ODRŽAVANJA I KONTROLE ISPRAVNOSTI PLINSKIH SUSTAVA NAPAJANJA NA VOZILU - UTEMELJENJE:

- 1. Struktura propisa iz kojih proizlaze postupci,**
- 2. Uvjeti iz Pravilnika, "Narodne novine", br. 4/00 od 14. siječnja 2000.; 57/01 od 27. lipnja 2001. i 91/01 od 23. listopada 2001.**

Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# Struktura propisa iz kojih proizlaze postupci ispitivanja vozila pregrađenih na pogon plinom





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# POSTUPCI ODRŽAVANJA

- **Vizualna kontrola instalacije,**
- **Mjerenje otpora na plinskim brizgaljkama,**
- **Skidanje i ultrazvučno čišćenje brizgaljki,**
- **Dotezanje vijaka i matica na kućištu isparivača,**
- **Dotezanje obujmica na T - elementima za rashladnu tekućinu,**





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# POSTUPCI ODRŽAVANJA

- Zamjena pročištaća (filtera) za plin,
- Kompjuterska dijagnostika.
- Provjera propusnosti na spojevima.
- Dodavanje aditiva “Tune up” u spremnike za plin i benzin, a koji štiti ventile i pokretne elemente sustava od korozije, brizgaljke od zablokiravanja i ventile motora od pregrijavanja.
- Reprogramiranje sustava (po potrebi).

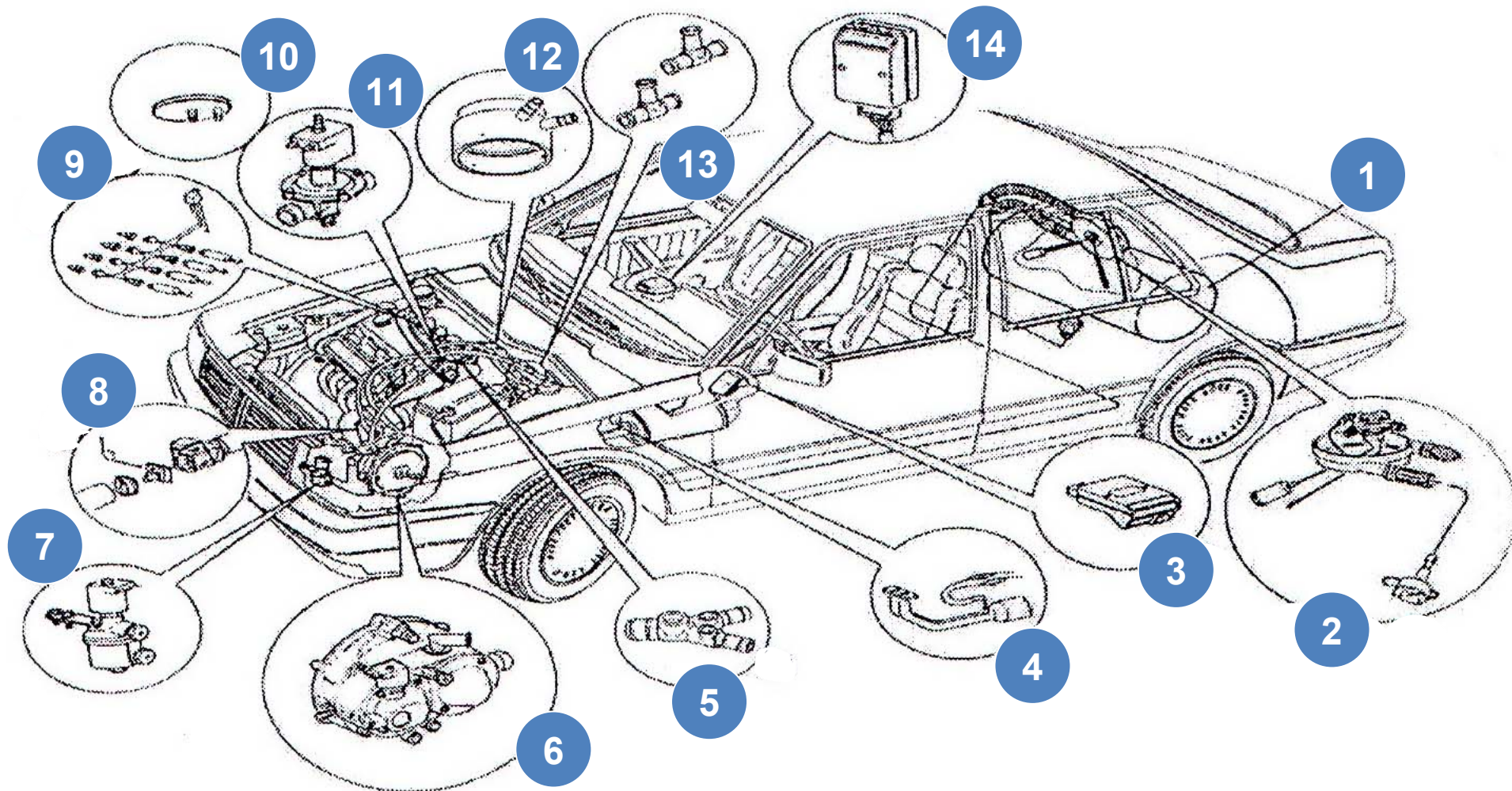
Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# POSTUPCI ODRŽAVANJA

- **SVAKI 10. SERVIS (VELIKI) uključuje:**
  - reparaciju isparivača: skidanje i rastavljanje, zamjena membrana, opruga i istrošenih dijelova;
  - zamjenu svih brtvila,
  - zamjenu svih membrana,
  - zamjenu svih oštećenih crijeva i dijelova sustava.



## Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja



## Smještajni prikaz dijelova sustava napajanja plinom



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

## BROJEVI NA RAZMJEŠTAJNOJ SHEMI ZNAČE:

1. Spremnik za plin;
2. Vezna spojnica;
3. Priključak – konektor za programiranje, reprogramiranje i provjeru sustava;
4. Prekidač izbora goriva;
5. Nepovratni ventil;
6. Isparivač;
7. Regulator tlaka;
8. Cijev rashladne tekućine;
9. Set konektora i brizgaljki;
10. Obujmica;
11. Elektromagnetski ventil;
12. Sekcija usisne cijevi;
13. T – elementi;
14. Elektronička upravljačka jedinica (ECU).



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

- 1. LPG sustavi Lovato i Landi Renzo su kod nas dosta zastupljeni.**
- 2. Sličan im je princip rada, pa i radna svojstva sustava.**
- 3. Sustav Lovato je među najjeftinijima kod nas i vjerojatno najčešće u primjeni.**
- 4. Sustav Landi Renzo ima više elektronike i automatike, kvalitetnije materijale dijelova i veću pouzdanost u radu.**



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

**Kroz višegodišnje praćenje intervencija kod motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja, te kroz postupke održavanja, izdvojene su i sistematizirane neke karakteristične neispravnosti, iste su kratko obrazložene i prikazane kroz slijedeće slajdove.**

Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# SPREMNICI

## Cilindrični spremnici:

- **Općenito: imaju veće volumene i dimenzije, ugrađuju se u prtljažnik.**
- **Uz sve mjere opreza i zaštitu plinske instalacije može doći do oštećenja i propusnosti plina, a najčešće na dobavnom vodu plina u spremnik.**



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

## *Cilindrični spremnici :*

- Vezna spojnica se ugrađuje na spremnik i na nju se priključuju: ulazni vod plina, izlazni vod plina s ugrađenim sigurnosnim ventilom i pokazivač zalihe plina u spremniku (na slici).
- Glavni nedostatak je što nije ugrađen sigurnosni ventil i na ulaznoj cijevi goriva.





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# SPREMNICI

## Torusni spremnici:

**Općenito: imaju manje dimenzije i volumene (cca 60 l), ugrađuju se na mjestu rezervnog kotača.**

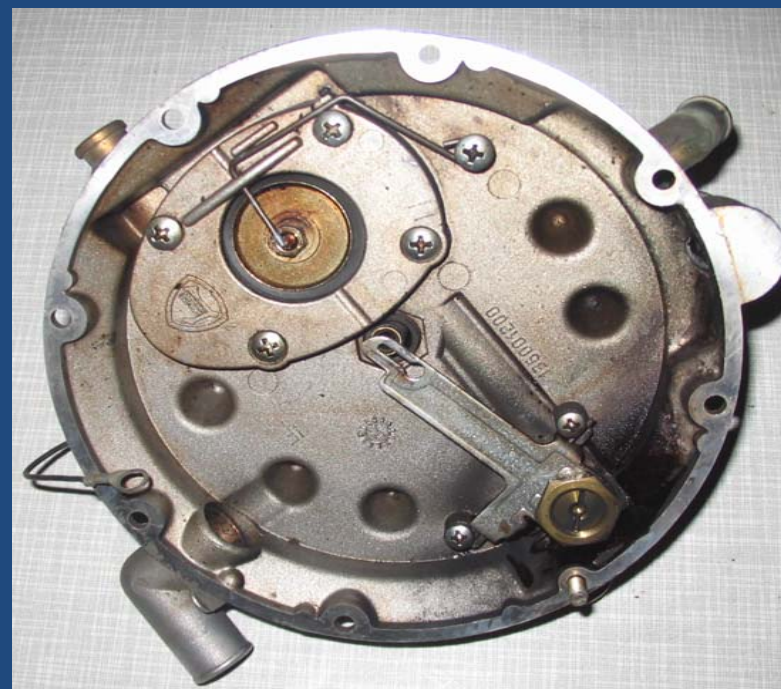
- **Vezna spojnica može biti na boku i u stredištu torusa (na slici).**
- **Kod te izvedbe je bolja zaštita plinske armature.**



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ISPARIVAČ

- **Općenito: inačice su prilagođene snazi motora i načinu ubrizgavanja goriva.**
- **Neispravnim učvršćenjem isparivača mogu nastati mikropukotine i uzrokovati istjecanje plina u okolinu (na slici).**
- **Takva oštećenja su vrlo rijetka.**



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ISPARIVAČ

- Isparivač kod motora s rasplinjačem: najstariji, većih dimenzija.
- Najčešća neispravnost: puknuće membrane.
- Razlog: mehaničke nečistoće iz neispravnog filtera (na slici).
- Može izazvati niz neispravnosti: puknuće cijevi rashladne tekućine, prodor tekućine do mlaznica za plin, njihovog prsnuća, a ulaskom krhotine u cilindar i havariju motora.





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ISPARIVAČ

- Isparivač kod motora s direktnim ubrizgavanjem goriva: suvremeniji, manjih dimenzija.

- Najčešće neispravnosti: prodor rashladne tekućine između kućišta isparivača i membrane (na slici), mehaničko oštećenje membrane zbog neispravnog filtera plina, te puknuće tlačne opruge membrane zbog prevelikog tlaka plina u ulaznom vodu isparivača (vrlo rijetko).





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

## ISPARIVAC

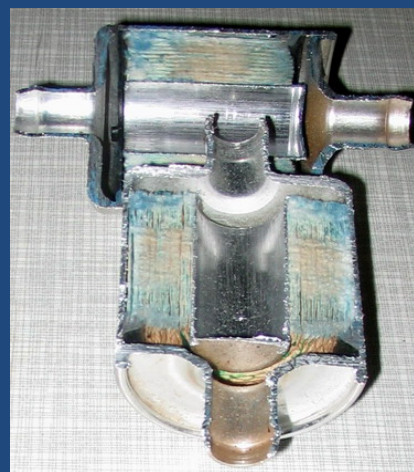
- Puknuće membrane može biti izazvano:
  - puknućem hladnjaka ulja i miješanjem ulja s rashladnom tekućinom, a tada ulje nagriza i oštećuje membranu (na slici);
  - tehnički neispravnim rashladnim medijem (na slici), (nije mješavina destilirane vode i/ili bez dodatka antifrizu), elastičnost membrane opada i ona puca.



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# FILTAR PLINA

**-Izmjena filtera plina svakih 10 000 km (pređenih vozilom).**



*Izgled filtera poslije redovite izmjene*

**-Najčešće neispravnosti: začepljenje filtra (na slici), ili čak i interni raspad filtra.**

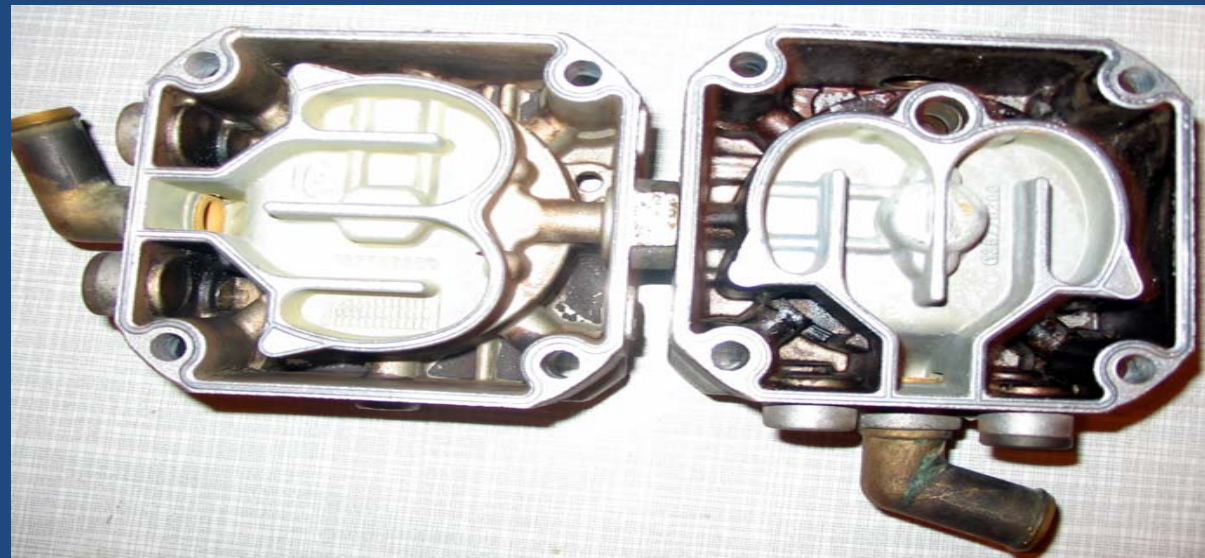




Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ISPARIVAČ

- Pri prodoru ulja u isparivač stvaraju se nakupine (talog) ulja u isparivaču (na slici) i time ometa ispravan rad isparivača, a općenito dovodi i do nepravilnog rada motora.

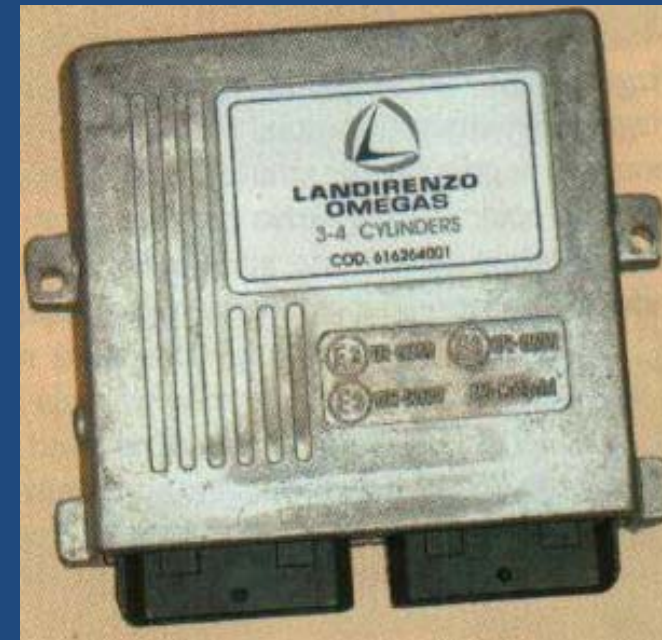




Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ELEKTRONIČKA UPRAVLJAČKA JEDINICA (ECU).

- **Općenito: inačice su prilagođene tipu, snazi i broju cilindara motora, a najnovije i prema generaciji upravljačke jedinice.**
- **Najčešće neispravnosti: mehanička oštećenja (vrlo rijetka), uslijed nestručnog servisiranja vozila (npr. pri izmjeni akumulatora).**





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ELEKTRONIČKA UPRAVLJAČKA JEDINICA (ECU).

- Softverske greške (češće) nastaju zbog nestručnog servisiranja sistema (ponišćavanje mogućih elektronskih grešaka, pri poništavanju servisnog intervala, te mogućih korigiranja plinske mape).
- Nova ECU od Landi Renzo-a svodi to na minimum (na slici).





Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ELEKTRONIČKA UPRAVLJAČKA JEDINICA (ECU).



- Nova ECU od Landi Renzo-a je samoprogramirajuća i može se kompjuterski obrađivati samo u ovlaštenim servisima, bilo marke vozila, ili proizvođača određenog plinskog sustava. One samostalno izrađuju plinske mape tijekom vožnje vozila i to vrlo precizno.
- Veliki nedostatak je kontrolirajući program serviseru koji nerealno prikazuje režime rada motora (odstupanje +/- 2 s).



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

# ELEKTRONIČKA UPRAVLJAČKA JEDINICA (ECU).



- Električne greške (češće) nastaju strujnim udarom pri električnom kratkom spoju, a zbog topljenja ili puknuća izolacijskih ovojnica elektroinstalacija i direktnog spajanja "+" i "-" vodiča povezanih sa ECU-om.
- Nova generacija ECU je otpornija na takve kvarove i mogućnosti strujnih udara.



Hnatko. E.; Mikulić. D.; Sertić. H.: Održavanje automobilskih motora s ugrađenim plinskim sustavima napajanja

## NOSAČI PLINSKIH BRIZGALJKI

- Općenito: nedovoljna kvaliteta materijala i debljine nosača, a zbog vibracija od motora, često dovodi do loma nosača brizgaljki (na slici).
- Lom nosača može izazvati mehanička oštećenja izolacije električnih vodiča i dovesti do strujnog udara u ECU-u.
- Landi Renzo je poboljšanom konstrukcijom nosača riješio problem (na slici).





# ZAKLJUČCI

- 1. ODRŽAVANJE AUTOMOBILSKIH MOTORA S UGRAĐENIM PLINSKIM SUSTAVIMA NAPAJANJA JE VRLO SLOŽENO, ZNAČAJNO I TRAZI DOBRO EDUCIRANE IZVRŠITELJE.**
- 2. NEOPHODNO JE PRIDRŽAVANJE STRIKTNIH POSTUPAKA ODRŽAVANJA OD STRANE SVIH SUDIONIKA U ODRŽAVANJU.**
- 3. POSLJEDICE NEPRAVIŁNOG ODRŽAVANJA MOGU DOVESTI DO VRLO TESKIH NEISPRAVNOSTI NA SUSTAVU NAPAJANJA PLINOM, A U KRAJNJEM I DO HAVARIJE MOTORA.**
- 4. NEISPRAVNOSTI NEKADA MOGU BITI OPASNE ZA LJUDE I OKOLIŠ, A UZ TO SU UVIJEK POVEZANE S VISOKOM CIJENOM NJIHOVA OTKLANJANJA.**
- 5. NA NEKE OD TAKOVIH NEISPRAVNOSTI UKAZANO JE I ISTI SU OBRAZLOŽENI U OVOM RADU.**

## **DOMESTIC GAS INSTALLATION AND SAFETY AND MAINTENANCE IN TURKEY**

### **1. Why Natural Gas**

Natural gas, which is getting more and more common everyday in Turkey because of the qualities that it doesn't need special storage, it is easy to use and easy to clean and its low carbon emission, has three main risks regarding its usage. There is a risk of explosion when natural gas concentrations get to a degree of 5%-15% and there is a leak on the pipe fitting going to the burner. On the other hand, 1 m<sup>3</sup> of natural gas needs 10 m<sup>3</sup> of oxygen to burn and when there are people sharing the same oxygen, there can be a risk of suffocation for the people. Besides, if the side products of combustion cannot be thrown away properly, there can be a risk of carbon monoxide intoxication.

Natural gas, which is known to be very economical, comfortable and environmental, can actually be a very fatal fuel when the security measures aren't taken. This fact has unfortunately been common usage of natural gas in our country.

### **2. Domestic Natural Gas Installation Security**

#### **2.1 Installation Problems**

As the usage of natural gas is increasing in Turkey, unfortunately, the accidents in connection with natural gas also increase. The main reasons of those accidents are improper outlets. Especially 90% of the fatal accidents are in connection with improper and neglected outlets.

There have been new legislations made in the countries where people have been using natural gas for a long time. Some countries put insurance system in regulation, some increased the responsibility of the installation manufacturers and some devised plans for effective periodical maintenance systems. We can say that most of those regulations have been successful on certain levels. When we examine the development process in those countries, the ones with effective periodical maintenance systems have decreased the level of accidents in connection with natural gas usage.

The Gas Safety Installation and Use is the big problem now in Turkey. There is no regulations deal with the duties of landlords to ensure that gas appliances, fittings and flues provided for tenants' use are safe. What should be for using gas safety? In this paper I mention about domestic gas installation and safety and maintenance in Turkey.

Domestic gas safety is depend on technical regulation, powerful audit, maintenance management and quality employers. The employer shall provide adequate and appropriate training for health and safety.

The Turkish gas sector, is subject to well developed safety regulations which aim at protecting the public and the environment against major accidents hazards and their effects,

under predictable safety risk circumstances linked to the type of operations concerned. EMRA is the authority in Turkey.

The research also found that regular servicing of gas appliances is not a priority for many households. Almost a fifth of households with a gas boiler had not had it serviced for at least three years and an alarming 95% of households had never had their boiler serviced, or would only do so if there was a problem.

Incorrectly fitted, badly repaired or poorly maintained gas appliances and chimneys are a major cause of carbon monoxide poisoning. They can also lead to gas leaks and explosions. Carbon monoxide is odourless, and on average 15 people a year die from inhaling it. Many more suffer health problems from carbon monoxide exposure directly related to gas, and about 5 people a year are killed or injured in gas explosions.

The importance of domestic natural gas installation which are used in maintained by the householders increased quite much with the fact that natural gas usage is getting more and more common in Turkey. The safe and secure usage of domestic natural gas installation is very important considering the loss of life and property. The rehabilitation of domestic natural gas installation against aging, informing the users about the safe usage of natural gas, making the necessary controls and revisions of the outlets, bettering the manufacturing of the fittings and safety equipments used in domestic installation and working in full coordination on that level together with manufacturing and/or companies and standards are very important elements of a safe natural gas usage.

When we examine the natural gas accidents that took place within the responsibility limits of natural gas companies in Turkey, we see that the reasons for accidents are:

- The aging fitting of the domestic natural gas installations,
- The fact that the necessary control and revisions of the outlets haven't been made
- The fact that although the installation gives the necessary security warnings, people may ignore them.

Informing the natural gas users about the material they use is an essential element in natural gas usage. The important point about informing is the fact that the precautions are applicable by the household user. All the possible media like press and TV stations, seminars and internet are possible tools of informing the public. The fact that there are still accidents in spite of the fact people take the necessary precautions show us the importance of the careful maintenance of domestic installations. It is also important to make the necessary legislations to help the authorities to prevent the unlicensed modifications of domestic installations, to define the aging fitting on time, to define distortion of outlets and the corrosion of installations.

The safe installation of domestic natural gas device and the sustainability of the safety depend on three elements:

1. The equipments should be in accordance with the technical rules,

2. The installations should be made and inspected carefully and they should be modified by authorized companies.
3. The users should obey the rules using the installations (like follow the periodical maintenance calendar or not letting anyone unauthorized to modify it etc.)

Other elements that effect those three main elements are:

1. Design of the right installations and setting it properly
2. Choosing the right installations for the environment
3. Choosing the right place to install the device
4. Proper acclimatization
5. Proper outlet connection
6. Proper usage of the installation
7. Proper and periodical maintenance.

## **2.2 Chimney Problems**

One of the most important elements of the domestic natural gas installations' security is outlet chimney issue. Outlet chimney is a device that provides the poisonous gas waste to be disposed out of buildings securely. The gas inside is very dangerous, so the outlet is very important for people's health. That's why, the outlet chimneys must be manufactured in the safest way possible. The construction of the outlet chimney is an important matter to be taken into consideration even when the building is being constructed. In fact, outlet chimney is a part of the construction.

There are two points to think upon: first the outlets of the existing buildings and the outlets of the buildings that are to be built.

It is a pretty annoying matter to construct appropriate outlet chimneys in old buildings. There are many problems like the sufficient shaft space, amalgamation problems of brick buildings, leaking problems etc. But, we must be extremely careful to build proper outlet chimneys on the building we are building now. It is a main problem to rehabilitate the outlets on the old buildings. Although it is hard to rehabilitate buildings with vertical brick chimneys, the fittings between the installation and the outlet chimney can be changed according to the security standards. The installation and the outlets should be revised backswept and carefully, the problems should be defined correctly and clearly and the necessary precautions should be taken appropriately.

New and radical precautions to solve the problems should be considered for the new buildings under constructions. The first step to be taken must be to revise and update the standards and implementations at the public housing regulations. After the necessary revisions at the public housing regulations, proper implementation and supervision of the implementation is very important. Informing and training people are very important an that level. There is an obligation like training everybody in connection with the issue in the sector on that subject. That is long process but we should start at some point.

## **3. What Should be Using Gas Safely?**

- ensure installation pipe work, appliances and flues are maintained in a safe condition



- ensure an annual safety check is carried out on each appliance and/or flue
- ensure maintenance and annual safety checks and keep a record of each safety check for 2 years
- ensure all gas equipment (including any appliance left by a previous tenant) is safe or otherwise removed before re-letting
- ensure that only Gas Safe registered installers are used to carry out work on gas appliances, fittings and flues

#### **4. Conclusion**

In order to safe guard the quality and security of the natural gas installations for the security of lives and property, the issues below should be taken into consideration:

- Design and installations
- Choosing the right equipment, the quality of the fittings of the equipment and the burner equipments
- The quality of the technical service and team installing the equipment
- The ventilation of air
- Waste gas and outlets
- The proper and technical use of domestic installations
- The proper maintenance and the correct attitudes of the users and/or the building owners or landlords
- Proper training of the technical workers and technical supervisors on the field.

Akademik Božo Udovičić

Pogledi na korišćenje  
obnovljivih izvora energije

- Razvoj
- Potrebe energije za realizaciju razvoja
- Mogućnost zadovoljenja potreba za energijom
- Neobnovljivi izvori energije(ugljen,nafta,plin i nuklearna,škriljavci i geotermalna)
- Obnovljivi izvori energije(vodne snage,biomasa,bioplin,vjetar,solarna,plima i oseka,toplina mora)
- Zahtjevi za zaštitom okoliša
- Problemi lokacija

# ZAŠTO MORA BITI RAZVOJ?

- više stanovnika
- velika razlika u životnom standardu
- svi žele živjeti bolje i ugodnije
- svaki život i razvoj traže energiju

# KRIZE

Današnje krize u svjetskim, međudržavnim i unutardržavnim odnosima uglavnom su posljedica :

- izostanka (nestanka) morala i odgoja
- povijesnih događanja, sukoba i ratova
- naglašenog egoizma i profita
- izostanka kulture dijaloga
- izostanka mjerila vrijednosti u svim segmentima društva
- korupcije, kriminala, droge, terorizma itd.
- različitih ideologija i društveno-političkih uređenja
- nedostatka energije, sirovina, vode i hrane
- velikih razlika u životnom standardu
- prevlasti određenih religija u pojedinim dijelovima Svijeta
- posljedica djelovanja svjetskih legalnih i ilegalnih organizacija
- globalizacije, liberalizacije i slobodnog tržišta
- negativne uloge medija u stvaranju i produbljivanju kriza
- različitih interesa i utjecaja velikih sila
- problema u tranziciji i povijesnih zabluda o važnosti pojedinih naroda i kultura
- primitivizma, nacionalizma i ideoloških zabluda
- ponašanje intelektualaca u stvaranju i produbljivanju kriza

George Busek ?

# VAŽNOST ENERGIJE ZA SIGURNOST ZEMLJE (DRŽAVE)

- Ako nešto ne poduzmemo, naša će zemlja postati ovisnija o stranoj sirovoj nafti, stavljajući tako našu nacionalnu energetske sigurnost u ruke stranih država od kojih neke neće imati interese kao mi.

Stoga će se drugi dio našeg energetskeg plana odnositi na proširenje i diverzifikaciju novih izvora energije. Diverzifikacija je važna, ne samo zbog energetske sigurnosti, nego također i zbog nacionalne sigurnosti. –

Primjer

Važnost energije u životu čovjeka:

Pojedinac

1. Zrak
2. Voda
3. Hrana
4. Energija

Društvo

1. Zrak
2. Energija
3. Voda
4. Hrana

# OBILJEŽJA I KARAKTERISTIKE NEOBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

- Većina se nalazi ispod Zemljine površine
- Mogu se uskladištiti osim vrućih izvora i unutrašnje topline Zemlje
- Mogu se prenositi (prevoziti) na veće udaljenosti

# OBILJEŽJA I KARAKTERISTIKE OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

- Većinu obnovljivih izvora energije nije moguće uskladištiti (osim vode i biomase), pa se **MORAJU KORISTITI KAKO SE POJAVLJUJU**
- ne mogu se transportirati (osim biomase)
- za vjetar, djelomično i energiju Sunca (zbog oblačnosti):
- A) ne zna se kada će se pojaviti i s kojim intenzitetom
- B) ne zna se koliko će trajati
- C) ne zna se kolike će i kakve biti oscilacije



# OBNOVLJIVI IZVORI

HE do 10 MW obnovljivi

preko 10 MW neobnovljivi

Odluka EU da do 2020. godine treba biti 20 % ukupne energije iz obnovljivih izvora od sadašnjih 7 %

Sa Sunca na tlo Hrvatske dolazi 500 puta više energije nego što je ukupna potrošnja energije u Hrvatskoj

Kogeneracija ----> potrošnja pare i vrele vode

Učinkovitost ----> nije sama sebi svrha, ona je permanentni zadatak svakog zanimanja, struke i znanosti

Efekt staklenika ----> posljedica ugljičnog dioksida, metana i drugih spojeva

Energija za energiju ----> biodizel, biomasa, bioplin

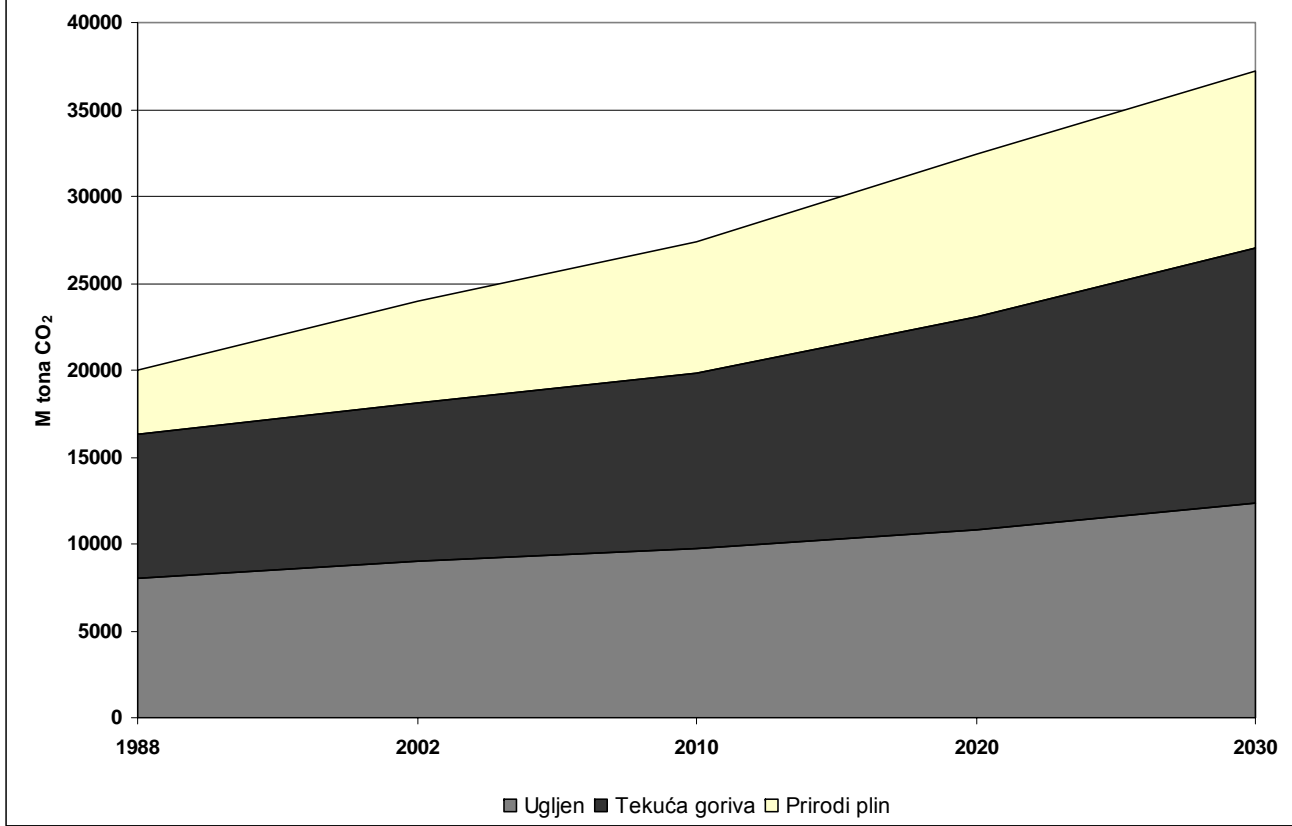
Primjer : NE 1000 MW , inv.  $6 - 10 \times 10^9$  eura, god. proizvodnje  $7 \times 10^9$  kWh ----> 6. mjes. proizvodnje koliko je utrošeno za njenu izgradnju

Sunčeva elektrana za istu proizvodnju ( $7 \times 10^9$  kWh) je 3500 MW ---->  $20-35 \times 10^9$  eura ----> 40 mjeseci da vrati utrošenu energiju za njenu izgradnju, zauzima površinu 3500 hektara, a cijena je 3-6 puta veća po kWh od cijene iz NE

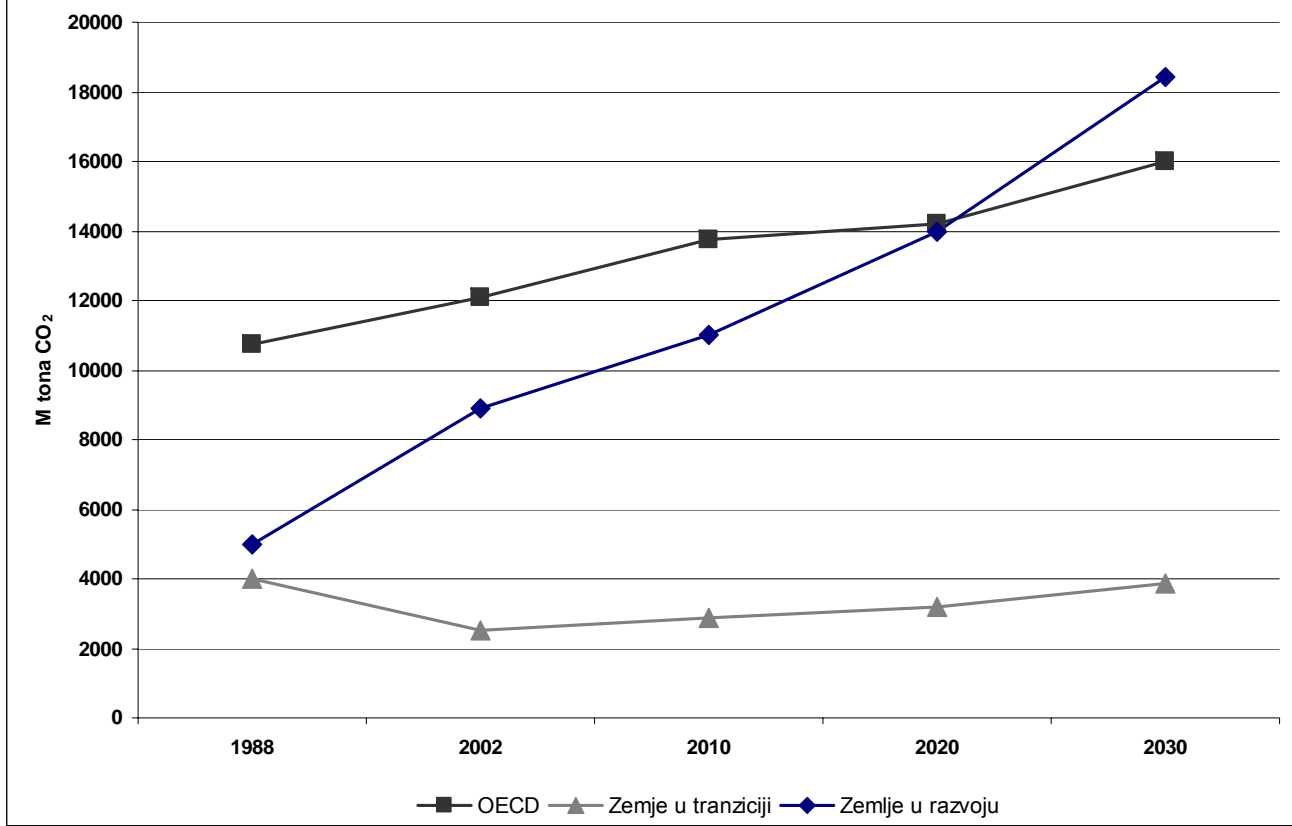
Biomasa ----> za proizvodnju 1000 kWh treba jedna tona biomase. Uz pretpostavku da se gradi:

- a) 1 MW godišnje treba 60-70 tisuća tone biomase
- b) 10 MW ----> treba 600-700 tisuća tona

Emisija CO<sub>2</sub> u svijetu - goriva



Emisija CO<sub>2</sub> u svijetu - regije



# NAPOMENE

- Ograničenost resursa, korištenje svih oblika energije uz uvažavanje energetske-ekološko-ekonomskih kriterija
- Odvojiti struku od politike, struka mora biti podloga politici.
- Danas nemamo ni struku ni politiku !
- Primjer za navedeno je trgovina polutantima koja je sve samo ne humana. Kako će onaj koji nema ni hrane ni vode , koji umire od gladi kupiti kvotu polutanata od onoga koji vozi jahte, avione i raspolaže ogromnim bogatstvom?

# ZAKLJUČNO

Prirodni slijed u istraživanju je:

- Tehnolozi svih struka daju moguća tehničko-tehnološka rješenja uz uvažavanje zaštite okoliša
- Ekonomisti traže najekonomičnije rješenje
- Pravnici tom rješenju pronalaze pravni status

Profiteri su nametnuli obratni redoslijed:

- pravnici
- ekonomisti
- tehnolozi



# **Technisches Sicherheits Management (TSM) des DVGW für Gasunternehmen**

© Dipl.-Ing. Michael Buckler, DVGW TSM expert, Chairman of CoC SEE  
Osijek , 21.-24.10.2009  
buckler@t-online.de





# 1. Einführung 1999

## 1.1 Gas

### 1.1.1 Hintergründe

Die aus dem Graugussrohrnetz resultierenden Gasunfälle des Winters 1996/1997 waren Anlass für die Energieaufsicht, das über Jahrzehnte bewährte Selbstverwaltungsprinzip der öffentlichen Gasversorgung grundsätzlich in Frage zu stellen.

Dies führte 1999 beim DVGW zur Einrichtung des überbetrieblichen TSM für die öffentliche Gasversorgung. Kernaufgabe des TSM ist die Stützung des eigenverantwortlichen Handelns der Unternehmen und die gleichzeitige Kompetenzstärkung der technischen Selbstverwaltung der öffentlichen Gasversorgung. Als wichtigstes Verwirklichungsinstrument wurde zu der technischen Regel G 1000 ein detaillierter Leitfaden erarbeitet. Er ermöglicht den Unternehmen in einem ersten Schritt die Aufbau- und Ablauforganisation im Wege einer Selbsteinschätzung systematisch zu überprüfen. Gleichzeitig werden die Betreiber ihrer Verantwortung in den einzelnen Geschäftsbereichen gerecht und können dem Vorwurf eines Organisationsverschuldens vorbeugen.





### 1.1.2 Behördliche Akzeptanz

Durch die gesetzliche Bezugnahme auf sein Regelwerk im Energiewirtschaftsrecht wird dem DVGW faktisch eine sehr umfassende Rechtssetzungskompetenz übertragen. Insbesondere mit der Festlegung von Sicherheitsstandards berührt der DVGW in erheblichem Maße öffentliches Interesse, da er mit seinem Tätigwerden wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung der allgemeinen Lebensbedingungen der Gesellschaft nimmt. Die ausdrückliche energieaufsichtliche Anerkennung der TSM-Überprüfungen von Gasversorgungsunternehmen führt zu einer hohen Verbindlichkeit und Akzeptanz.

Der Aufrechterhaltung des hohen Sicherheitsstandards in den öffentlichen Gasversorgungsunternehmen widmet sich die Novelle des Energiewirtschaftsrechtes unverändert deutlich. Hierbei kann die behördliche Genehmigung versagt werden, wenn der Antragssteller nicht die personelle, technische und wirtschaftliche Leistungsfähigkeit besitzt, um die vorgesehene Energieversorgung entsprechend den Zielen und Vorschriften dieses Gesetzes gewährleisten kann.



### 1.1.3 **Wirtschaftliche und sicherheitstechnische Akzeptanz**

Umfängliche Untersuchungen bis hin zu punktuellen Vergleichen Technischer Regeln anderer europäischer Länder belegen, dass bei kompetenter Anwendung des DVGW-Regelwerkes nicht nur technische Sicherheit und Umweltschutz gewährleistet wird, sondern auch Kosten reduziert werden.

Unbeschadet der belegbaren Kostenvorteile bei Anwendung der DVGW-Regeln kann mit einem Blick in die Unfallverlaufsstatistik der letzten 20 Jahre auch von einer sicherheitstechnischen Optimierung gesprochen werden.

Insgesamt ist damit der Beweis geführt, dass Wirtschaftlichkeit und Sicherheit keinen Widerspruch darstellen müssen. Vielmehr kommt es auf die richtige Aufstellung, Auswahl und Anwendung des Technischen Regelwerkes an.



## 1.2 Derzeitiger Stand

### 1.2.1 Regelwerk und TSM des DVGW

Ich habe Ihnen einen zusammenfassenden Überblick über die Hintergründe zur Entstehung des Arbeitsblattes G 1000 und des TSM im Jahr 1999 gegeben.

Im Bereich TSM existieren nach wie vor die Leitfäden, die von den Unternehmen zur Vorbereitung der TSM-Prüfung zu benutzen sind.

Zur Zeit gelten die Fassungen 2007/2008 als Basis für die Unternehmen. Der DVGW hat im Laufe der letzten Jahre Partnerschaften mit der Stromseite sowie auf der Abwasserseite geschlossen. Dies bedeutet, dass auch diese Unternehmen auf Basis der DVGW Leitfäden überprüft werden können.

Abschließend sei erwähnt daß seit 2001 bis Dezember 2008 über 400 Unternehmen die Überprüfung nach TSM erfolgreich abgelegt haben.

Ich werde Ihnen jetzt einige Anmerkungen zum Verfahren der TSM-Überprüfung vortragen und komme dann zu den Unternehmensleitpfäden.



## **2. Projekt TSM**

### **2.1 Verfahren zur TSM- Überprüfung**

#### **2.1.1 Antragstellung und Beauftragung/ 2.1.2 TSM-Vorgespräch/ 2.1.3 Auswahl der TSM-Experten**

Nach der Beauftragung des DVGW zur TSM-Prüfung werden dem Unternehmen im TSM-Vorgespräch Hinweise zur Anwendung der DVGW-Leitpfäden gegeben. Gleichzeitig kann stichprobenartig untersucht werden, wie die Anforderungen des Technischen Sicherheitsmanagements bisher in der betrieblichen Praxis umgesetzt wurden.

Zur Durchführung einer Überprüfung, einer Zusatzprüfung oder Wiederholungsprüfung wird vom DVGW ein TSM-Expertenteam eingesetzt, das aus mindestens zwei Experten besteht. Dieses Team führt die Prüfung auf der Basis der Unternehmensleitpfäden durch, deren Inhalte Sie den nachfolgenden Folien entnehmen können.



## **2.2 Unternehmensleitfäden ( ULF )**

### **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil**

### **2.2.2 ULF Spezifischer Teil Gas**

Diese Leitfäden sind in Form einer Checkliste aufgebaut. Mit ihnen wird die Aufbau- und Ablauforganisation eines Gasunternehmens im Wege einer Selbsteinschätzung systematisch untersucht, um Schwachstellen aufzudecken .

Im Rahmen der Selbsteinschätzung sollen die einzelnen Fragen eindeutig mit Ja oder Nein beantwortet und mit fachlichen Bemerkungen ergänzt werden. In Ergänzung zu den einzelnen Fachbemerkungen unterstützen Dokumentationsnachweise und Quellenangaben die TSM Überprüfung.

Diese Leitfäden dienen dann zur Vorbereitung auf die TSM Überprüfung durch ein TSM-Experten-Team.



## **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil**

### **Inhalt**

#### **1. Anforderungen an die Organisation**

#### **2. Aufbauorganisation**

2.1 Organisationspläne

2.2 Technische Führungskräfte, technische Fachkräfte und technisches Fachpersonal

2.3 Funktions-, Aufgaben- und Stellenbeschreibungen

2.4 Vertretungsregelungen

2.5 Anweisungssystem und Kontrolle

2.6 Beauftragtenwesen



## **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil Inhalt**

### **3. Ablauforganisation**

3.1 Personalqualifikation / Weiterbildung

3.2 ASA und PSA

3.3 Leitungsdokumentation/Planwerk

3.4 Regelwerksverwaltung

3.5 Beauftragung Dritter/Arbeitnehmerüberlassung



## **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil Inhalt**

### **4. Übergreifende, allgemeine Organisationsanforderungen**

4.1 Materialwirtschaft

4.2 Auswahl und Prüfung von Arbeitsmitteln

4.3 Brand- und Objektschutz, Erste Hilfe

4.4 Abfall- und Gefahrstoffe

4.5 Elektrotechnische Anlagen, Fernwirkanlage, Betriebsfunk, DV-Infrastruktur

### **5. Bereitschaftsdienst/Entstörungsmanagement**





## 2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil Beispiele

### 2. Aufbauorganisation

#### 2.1 Organisationspläne

Gibt es einen Organisationsplan mit Bezeichnungen der Organisationseinheiten und die Namen der Leiter?

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



## 2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil Beispiele

### 2. Aufbauorganisation

#### 2.1 Organisationspläne

Sind die disziplinarischen Zuordnungen im Organisationsplan eindeutig?  
(keine Querverbindungen, keine Linien zu mehreren Vorgesetzten)

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



## **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil**

### **Beispiele**

#### **2. Aufbauorganisation**

##### 2.1 Organisationspläne

Sind die erforderlichen technischen Führungskräfte gemäß  
FW 1000, G 1000, M 1000, W 1000, S 1000 mit den erforderlichen Qualifikationen  
Vorhanden und im Unternehmen bekannt gemacht worden ?

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



## **2.2.1 ULF Allgemeiner organisatorischer Teil**

### **Beispiele**

## **2. Aufbauorganisation**

### 2.3 Funktions-, Aufgaben- und Stellenbeschreibung

Gibt es für Führungskräfte (insbesondere technische Führungs-/Fachkräfte) und das technische Fachpersonal Festlegungen der Kompetenzen, Verantwortungen, Überstellungs- und Unterstellungsverhältnisse, z. B. in gegengezeichneten Stellenbeschreibungen?

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



## **2.2.2 ULF Fachspezifischer Teil Gas**

### **Inhalt**

- 1. Fachbezogene Aufbauorganisation**
- 2. Planung Rohrnetz**
- 3. Bau Rohrnetz**
- 4. Betrieb und Instandhaltung Rohrnetz**
- 5. Planung von Gas-Druckregel- und Messanlagen, sonstigen Anlagen**
- 6. Bau von Gas-Druckregel- und Messanlagen, sonstigen Anlagen**



## **2.2.2 ULF Fachspezifischer Teil Gas**

### **Inhalt**

- 7. Betrieb und Instandhaltung von Gas-Druckregel- und Messanlagen, sonstige Anlagen**
- 8. Netzsteuerung**
- 9. Gasinstallation**
- 10. Bereitschaftsdienst**
- 11. Mess- und Prüfmittelüberwachung**



## **2.2.2 ULF Fachspezifischer Teil Gas Beispiele**

### **3. Bau Rohrnetz**

Werden bei der externen Auftragsvergabe zur Errichtung von Rohrleitungen an Unternehmen bestimmte Kriterien festgelegt z.B. GW 301?

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



## 2.2.2 ULF Fachspezifischer Teil Gas Beispiele

### 3. Bau Rohrnetz

Ist sichergestellt, daß von Fremdfirmen nur Schweißer mit gültigen Schweißerzeugnissen eingesetzt werden und werden die Schweißerzeugnisse kontrolliert?

**Ja**

**Nein**

Bemerkung: \_\_\_\_\_



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !**



# TECHNICAL CONTRIBUTION OF LIQUID NITROGEN IN MACHINING PROCESSES

*Keywords: Sustainable manufacturing, Production, Machining, Cryogenic machining*

Franci Pusavec <sup>1</sup>, Antun Stoic <sup>2</sup>, and Janez Kopac <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Mechanical Engineering, University of Ljubljana, Slovenia

<sup>2</sup> Mechanical Engineering Faculty, Slavonski Brod, Croatia

Contacts:

[franci.pusavec@fs.uni-lj.si](mailto:franci.pusavec@fs.uni-lj.si)

[antun.stoic@sfsb.hr](mailto:antun.stoic@sfsb.hr)

[janez.kopac@fs.uni-lj.si](mailto:janez.kopac@fs.uni-lj.si)



# Agenda

---

- Introduction
- Cryogenic machining
- Cryogenic machining over/vs. conventional machining
- Case studies
- Conclusions
- References

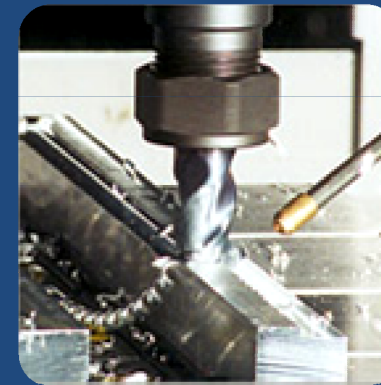
# Cryogenic machining as alternative

## ■ Conventional

Flood  
CLF



Oil-mist  
CLF



Ref: Unist

## ■ Alternative is *CRYOGENIC MACHINING*

- Cryogenic machining presents an innovative method of delivering the cryogenic cooling media to the cutting region of the tool, which experiences the highest temperature during the machining process, or to the workpiece to change the material characteristics and improve machining performance.
- While:
  - Coolant is usually LN that is liquefied by cooling to  $-196^{\circ}\text{C}$
  - $\text{N}_2$  is safe, noncombustible, noncorrosive, colorless, odorless and tasteless gas
  - “inert” gas – nonreactive nature with many materials

## Liquid nitrogen facts

- Immediately after delivery it evaporates, leaving no residuals on the machine tool, workpiece, chips, etc.



- Nitrogen – 78 %
- Oxygen – 21 %
- Other – 1 %

- In fact 78 % of air that we breath is  $N_2$
- Nitrogen characteristics:
  - Molecular formula:  $N_2$
  - Molecular weight: 28.01
  - Specific gravity: 0.967 while for air is 1
  - Specific volume:  $0.867 \text{ m}^3/\text{kg}$
  - Boiling Point:  $-195.8^\circ\text{C}$
  - Liquid to gas expansion ratio: 1:693
  - Liquid density:  $808.5 \text{ kg}/\text{m}^3$

Exposure to liquid nitrogen or cold nitrogen gas can cause severe burns



High concentration of nitrogen can create an oxygen-deficient atmosphere in a confined area



# Set-up



Machining Laboratory – LABOD  
Faculty of Mechanical Engineering  
University of Ljubljana, Slovenia



Dewar – LN  
storage

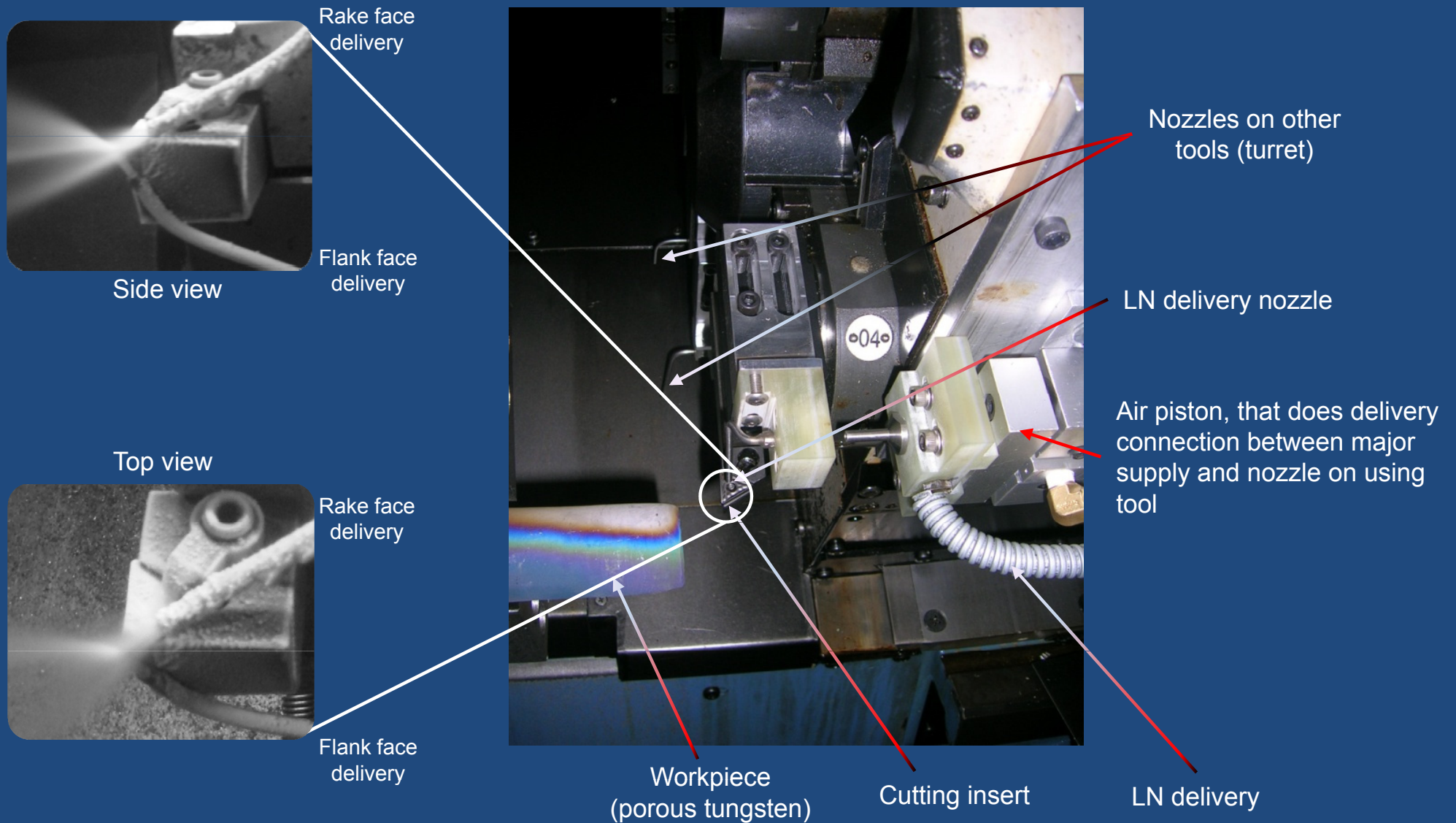
Delivery  
pipes

Machine  
tool

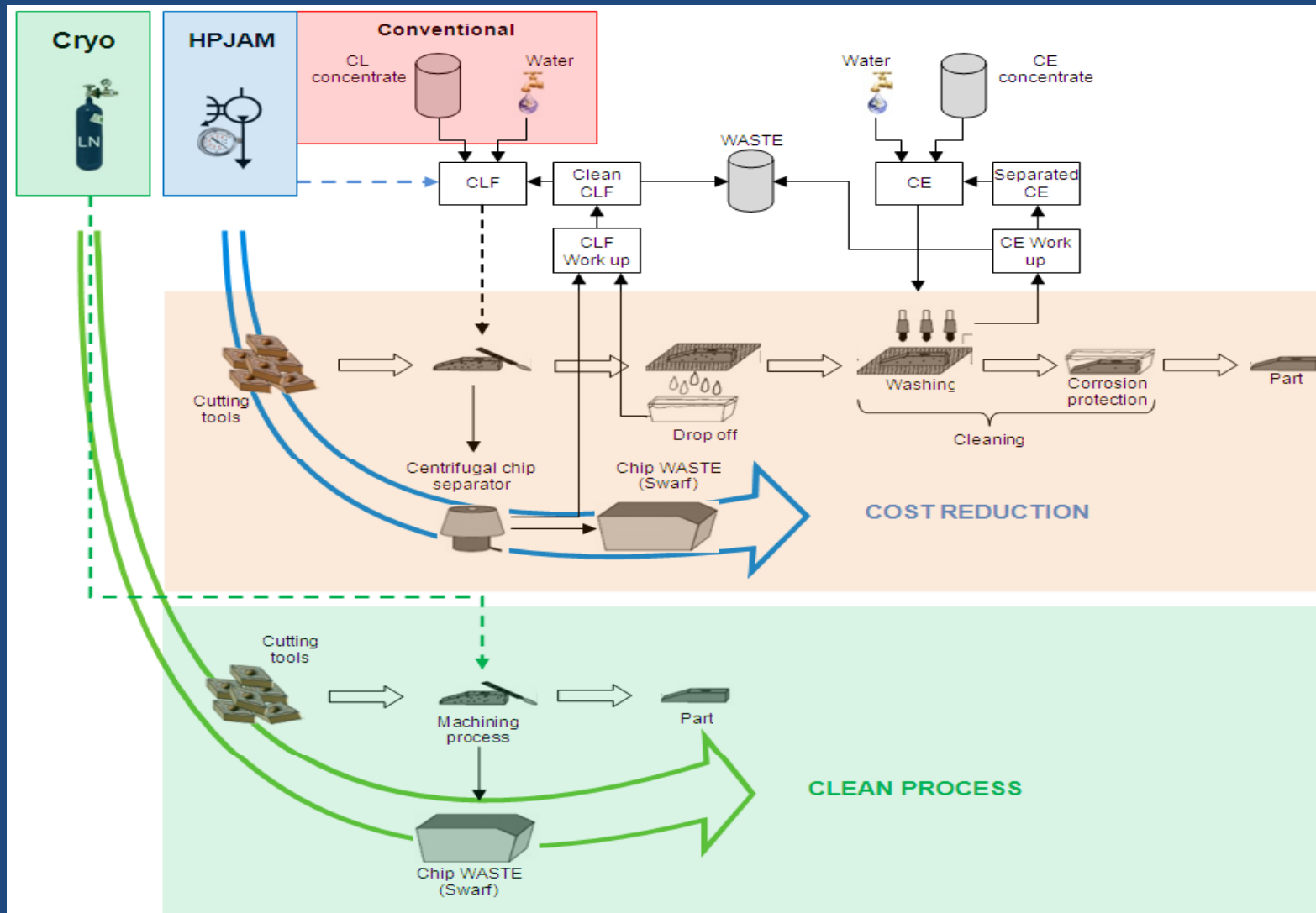
Security  
valve

Regualtion  
valve

# Liquid nitrogen delivery into the cutting zone



# Sustainable machining alternatives over conventional machining



## Phases:

- Machining
- C/L related labor
- Part cleaning
- Part corrosion protection
- Swarf preparation
- Disposal
- ...





## Benefits

- Sustainable machining methods (cleaner, safer, environment friendly, more health acceptable, etc.) to eliminate numerous costs associated with conventional cutting fluids and clean-up operations.
- Increase of material removal rate without increases in worn tool and tool change over costs – increase of productivity.
- Increasing cutting speeds without increases in worn tool and tool change over costs.
- Increasing of tool life due to lower abrasion and chemical wear.
- Machining of hard parts and hard to machine alloys, which in the past, could have been produced only via expensive grinding operations.
- Surface roughness of machined workpiece improvement.
- Produced parts quality improvement by preventing mechanical and chemical degradation of machined surface.
- Potentially lower investment costs due to reduction in number of machine tools required.
- Improvement of manufacturing flexibility due to reduced production times and high output, etc.



## Due to...

---

- Lower cutting temperatures in cutting zone
- Improvement of chip breakability
- Decreased BUE formation probability
- Decreased of burr appearance probability
- Inert environment assurance
- No oil-based emulsion used
- No additional processes needed
- Liquid nitrogen specifications
- Changes in material characteristics at lower temperatures
- ...



## Case studies on cryogenic machining:

---

- Machining of high temperature nickel alloy – INCONEL 718
- Machining of porous tungsten



# Porous tungsten



**Space Qualified  
Dispenser Cathodes**

Semicon dispenser cathodes are used worldwide for virtually all military and civilian applications.

[▶ learn more](#)



**Dispenser Cathodes  
for Ray Tubes**

For cathode ray tubes that require high brightness and high resolution electron beams.


[▶ learn more](#)



**Dispenser Cathodes  
for Microwave Tubes**

Tungsten dispenser cathodes used in vacuum devices and inert and inducing atmospheres.

[▶ learn more](#)



**Value Added  
Cathode Assemblies**

Assemblies used in vacuum tube applications for military and commercial systems or in other electron stream uses.

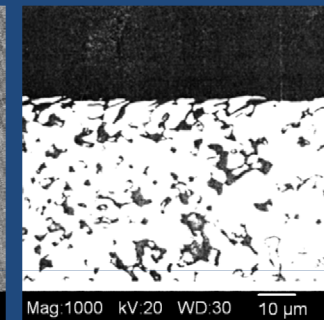
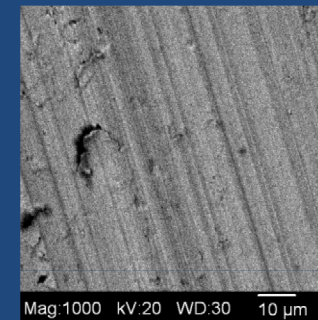
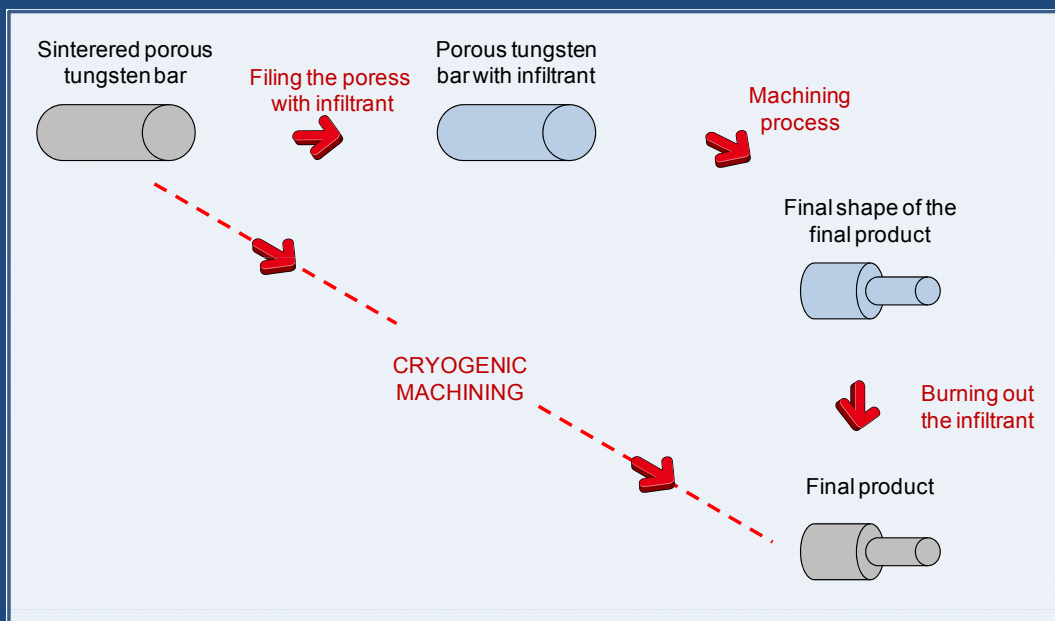
[▶ learn more](#)

- Size range: 0.25 mm – 200 mm
- Tungsten density range: 74% – 84%
- Materials: Tungsten, Nickel, Molybdenum, etc.
- Machined Tolerances:  $\pm 0.005$  mm

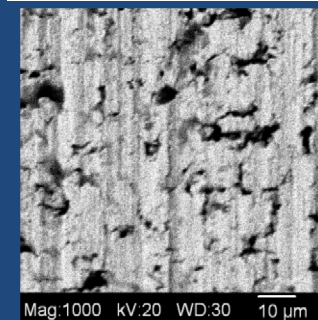
- Operating temperature: from 910°C to 1200°C
- Porous tungsten impregnated with 5:3:2 BaO-CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (barium based emission enhancing material)

# Porous tungsten – machining challenges

- High melting point (High-temperature alloy): 3422 °C
- Density: 19.3 g/cm<sup>3</sup>
- High hardness: 3430 MPa (Vickers), 2570 MPa (Brinell)
- “open” pore structure is crucial for assuring the functionality of final product (emission of electrons at high (operating) temperature)



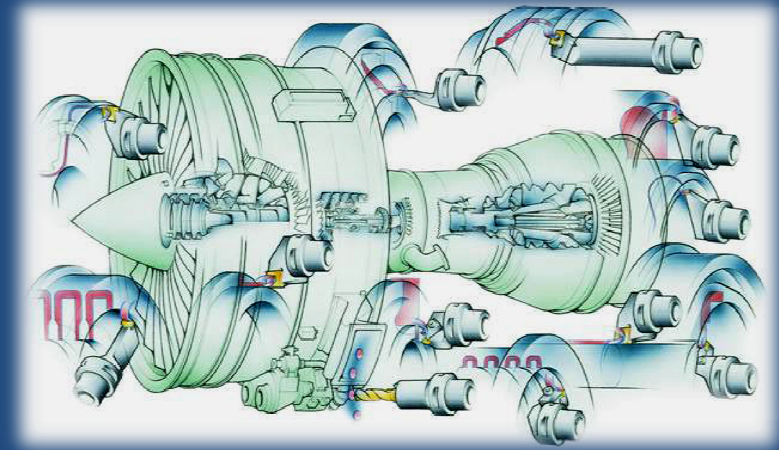
Unacceptable surface with smeared pores



Acceptable surface with uniformly distributed open pores

# Inconel 718

- Advanced high temperature Nickel Alloy (Hot rolled, solution treated and aged)
- Widely used in aerospace, automotive and power industries
- The poor thermal conductivity of Ni - alloys → high temperatures generated in the cutting zone affecting the cutting tool performance
- Chemical composition:



Sandvik COROMANT, 2002

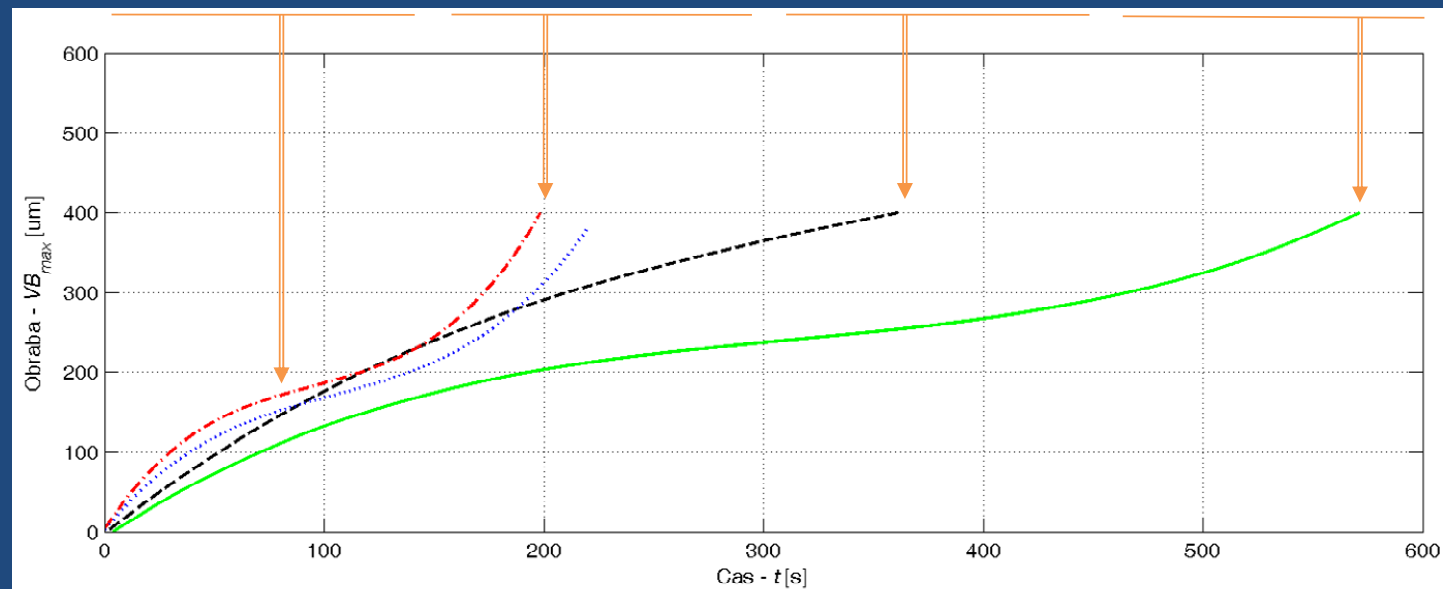
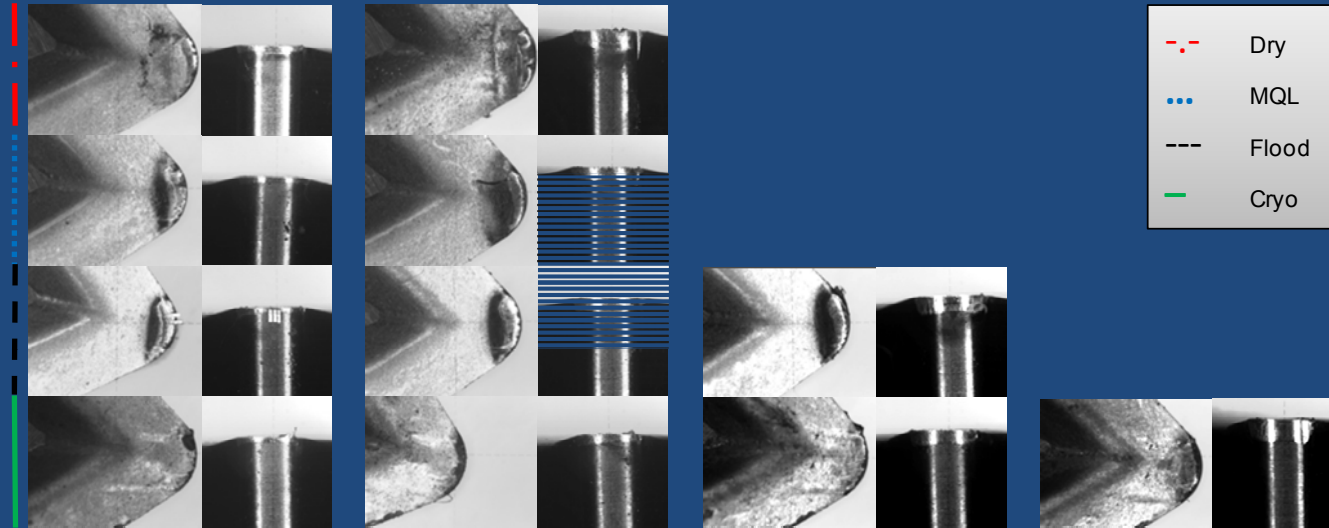
C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Co	Mo	Nb+Ta	Ti
0.030	0.07	0.09	0.007	0.001	18.45	53.53	0.25	3.02	5.32	0.95
Al	B	Ta	Cu	Fe	Ca	Mg	Pb	Bi	Se	Nb
0.48	0.005	0.005	0.04	17.65	<0.010	0.0018	<0.0001	0.00001	<0.0001	5.31

- Mechanical and physical properties:

Temp [°C]	Ultimate tensile strength [Mpa]	Young's modulus (0.2%) [Mpa]	Hardness [HBW]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Melting point [°C]	Thermal conductivity [W/mK]
RT	1426.53	1156.25	429	8190	1300	11.2
927	1181.07	978.37				

# Machining of Inconel 718

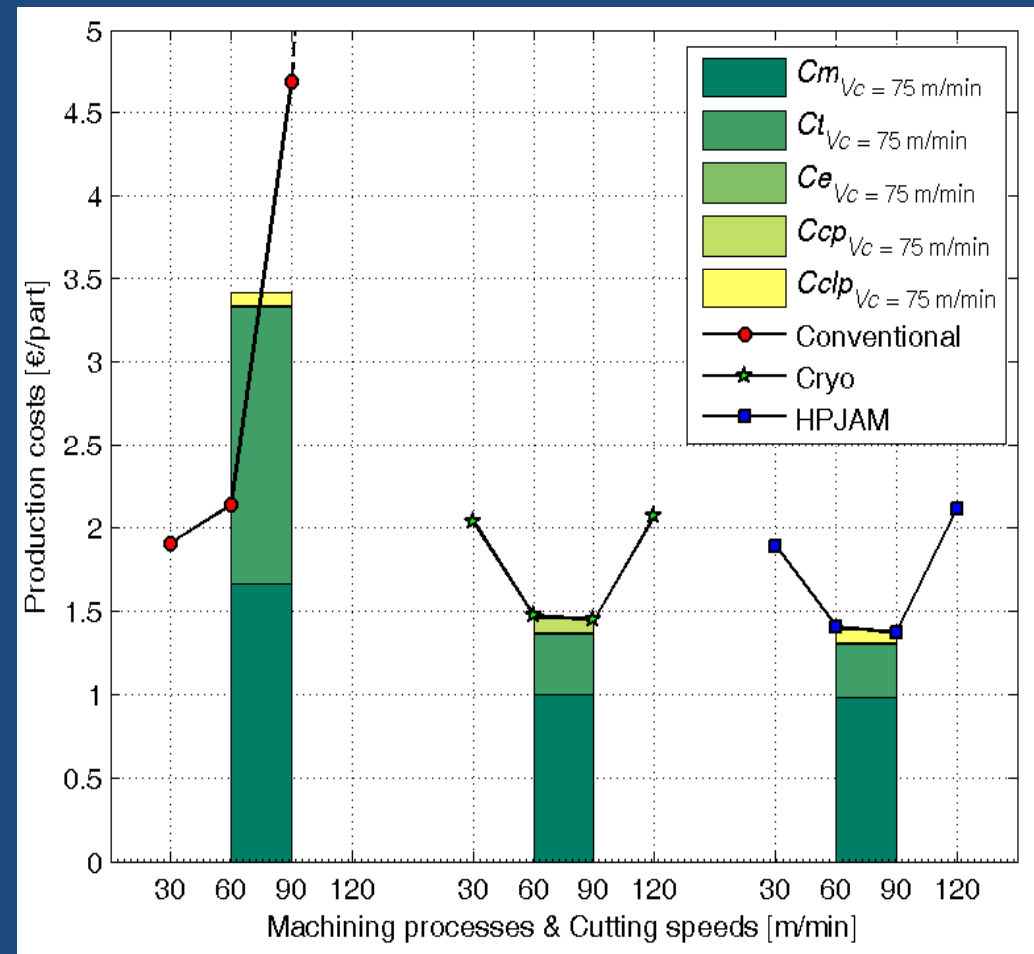
## ■ Tool wear:



# Case study in machining of Inconel 718 bars ( $\phi 40 \times 100 \text{ mm}$ )

## ■ Calculation of costs:

- Conventional machining is significantly more expensive than Cryo or HPJAM
- For the exception of low speeds (out of optimal point)
- Cryo or HPJAM are so used when high efficiency and high productivity are required
- Conventional: The highest cost for machining ( $C_m$ ) and cost related to tools ( $C_t$ )
- Energy cost ( $C_e$ ) – negligible
- Coolant cost ( $C_{cp}$ ) – high in Cryo
- Cleaning cost ( $C_{clp}$ ) – no in Cryo
- If no restriction for final product – HPJAM in opposite case Cryo







## Conclusions

- **Cryogenic machining as alternative to conventional machining presenting:**
  - sustainable alternative to conventional machining process (cleaner, safer, non-residual, environment friendly, more health acceptable, etc.)
  - drastic lower production costs than conventional one
  - that HPJAM can be cheaper, while Cryo is completely clean process
  - that novel materials coming in production are influenced by both high temperature and friction
  - that productivity can be enhanced due to shorter production cycles
  - potentially lower investment costs due to reduction in number of machine tools required
  - improvement of manufacturing flexibility due to reduced production times and high output
- **It has been shown that sustainable machining can essentially provide:**
  - improved environmental friendliness
  - reduced energy consumption
  - reduced waste and more effective waste management
  - enhanced operational safety
  - improved personnel health.
- **Even initial investment and effort involved with the sustainable machining alternatives (Cryo) are higher, “SUSTAINABILITY CAN SAVE MONEY !”**



## References

- [1] Envirowise, GG 446; “Sustainable manufacturing: a signposting guide for metal machining companies,” Project documentation, 2004, Word Wide Web, [www.envirowise.gov.uk](http://www.envirowise.gov.uk).
- [2] Kopac, J.; “Future vision: minus 5% BGP over sustainable manufacturing,” 2nd International Maritime Scientific Conference, IMSC, Lumbarda, Korcula, 2008.
- [3] Kopac, J., Pusavec, F.; “Sustainability spirit in manufacturing / machining processes,” International Conference on Management of Engineering and Technology, PICMET, Portland, USA, 2009.
- [4] Sutherland, J.W., Riviera, J.L., Brown, K.L., Law, M., Hutchins, M.J., Jenkins, T.L., Haapala, K.R.; “Challenges for the manufacturing enterprise to achieve sustainable development,” 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Japan, 2008.
- [5] Westkamper, E.; “Manufuture and sustainable manufacturing,” 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, Japan, 2008.
- [6] Kopac, J., Krzic, P.; “CAM algorithm as important element by achieving of good machined surface quality,” Journal of Mechanical Engineering, vol. 54(4), pp. 280-287, 2008.
- [7] Krajnik, P., DRAZUMERIC, R., Vrabic, R., Kopac, J., Klocke, F.; “Centreless grinding simulation,” Swedish Production Academy's Annual Conference, 2008.
- [8] Jawahir, I.S., Dillon, O.W. Jr.; “Sustainable manufacturing processes: new challenges for developing predictive models and optimization techniques,” 1st International Conference on Sustainable Manufacturing SM1, Montreal, Canada, 2007.
- [9] Balic, J., Cus, F.; “Intelligent modeling in manufacturing,” Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, vol. 24(1), pp. 340-348, 2007.
- [10] Zuperl, U., Cus, F.; “Machining process optimization by colony based cooperative search technique,” Journal of Mechanical Engineering, vol. 54(11), pp. 751-758, 2008.
- [11] Skerlos, S.J., Hayes, K.F., Clarens, A.F., Zhao, F.; “Current advances in sustainable metalworking fluids research,” International Journal of Sustainable Manufacturing (IJSM), vol. 1(1/2), pp. 180-202, 2008.



## References, *condt.*

- [12] Dubzinski, D., Devillez, A., Moufki, A., Larrouquere, D., Zerrouki, V., Vigneau, J.; “A review of developments towards dry and high speed machining of inconel 718 alloy,” *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol. 44, pp. 439-456, 2004.
- [13] Klocke, F., Eisenblätter, G.; “Dry cutting,” *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 46(2), pp. 519-526, 1997.
- [14] Weinert, K., Inasaki, I., Sutherland, J. W., Wakabayashi, T.; “Dry machining and minimum quantity lubrication,” *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 53(2), pp. 511-537, 2004.
- [15] Kramar, D., Kopac, J.; “High performance manufacturing aspect of hard-to-machine materials,” *Journal of Advances in Production Engineering & Management (APEM)*, vol. 1-2, pp. 3-14, 2009.
- [16] Pusavec, F., Kopac, J.; “Achieving and implementation of sustainability principles in machining processes,” *Journal of Advances in Production Engineering & Management (APEM)*, vol. 3 (3-4), pp. 58-69, 2009.
- [17] Pusavec, F., Deshpande, A., M'Saoubi, R., Kopac, J., Dillon, O.W., Jawahir, I.S.; “Modeling and optimization of machining of high temperature Nickel alloy for improved machining performance and enhanced sustainability,” *11th CIRP Conference on Modeling of Machining Operations*, Gaithersburg, USA, 2008.
- [18] Pusavec, F., Kramar, D., Kenda, J., Krajnik, P., Kopac, J.; “Sustainability evaluation in advanced machining of inconel 718,” *International Journal of Machine Tool & Manufacture*, 2009. In process to be published.
- [19] Ezugwu, E.O.; “Key improvements in the machining of difficult-to-cut aerospace superalloys,” *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, vol. 45, pp. 1353-1367, 2005.
- [20] Ezugwu, E.O., Bonney, J.; “Effect of high-pressure coolant supply when machining nickel-base Inconel 718 alloy with coated carbide tools,” *Journal of Materials Processing Technology*, vol. 153-154(10), pp. 1045-1050, 2004.



Thank You  
Questions ?  
Comments !

[franci.pusavec@fs.uni-lj.si](mailto:franci.pusavec@fs.uni-lj.si)

[antun.stoic@sfsb.hr](mailto:antun.stoic@sfsb.hr)

[janez.kopac@fs.uni-lj.si](mailto:janez.kopac@fs.uni-lj.si)



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# NEURONSKE MREŽE ZA PREDVIĐANJE SATNE POTROŠNJE PRIRODNOG PLINA

## NEURAL NETWORKS FOR PREDICTING HOURLY NATURAL GAS CONSUMPTION

Dr. sc. Zlatko Tonković

Prof. dr. sc. Marijana Zekić-Sušac

Marija Somolanji, prof. mat. i inf.



# 1. AIM OF THE PAPER

- to predict the needed amount of natural gas for each hour of the next gas consumption day ( $Y_j$ , where  $j$  is the hour of the day  $i+1$  ( $j=1, 2, \dots, 24$ ) and  $i$  is the current day)

## OBJECTIVES

- to create an efficient neural network model that will be able to learn from historical data based on previous consumptions and exogenous variables, and to predict the needed amount of gas for the next day
- to analyze the model behavior at different days of the week and time periods, in order to improve the model accuracy



## 2. DATASET

- time period covered: from January 01, 2008 to March 31, 2009 – data were collected for one gas distribution point (total 454)
- time interval: one gas consumption day in hourly time intervals from 6.00 am to 6.00 am
- input variables:
  - day of the week, day type, month, season
  - meteorological data (temperature, wind velocity, wind direction)
  - gas consumptions of the previous day (day  $i-1$ )

### SAMPLE

Training set (70% of data)

Cross-validation set (10% of data)

Final testing set (20% of data)



### 3. METHODOLOGY - NEURAL NETWORKS

Two NN general-purpose algorithms were tested:

- Multilayer perceptron (with logistic and tangens hyperbolic activation functions)
- Radial Basis function (with gaussian activation function)

Network topology: input layer, hidden layer (1-50 units), output layer (24 units)

Network regularization: cascading procedure is used to determine the number of hidden units, cross-validation procedure is used to determine the learning time (1-500 epochs)

Variable selection: conducted previously to NN modelling (based on the statistical tests) and during the learning phase of the NN (by pruning inputs with low weights)



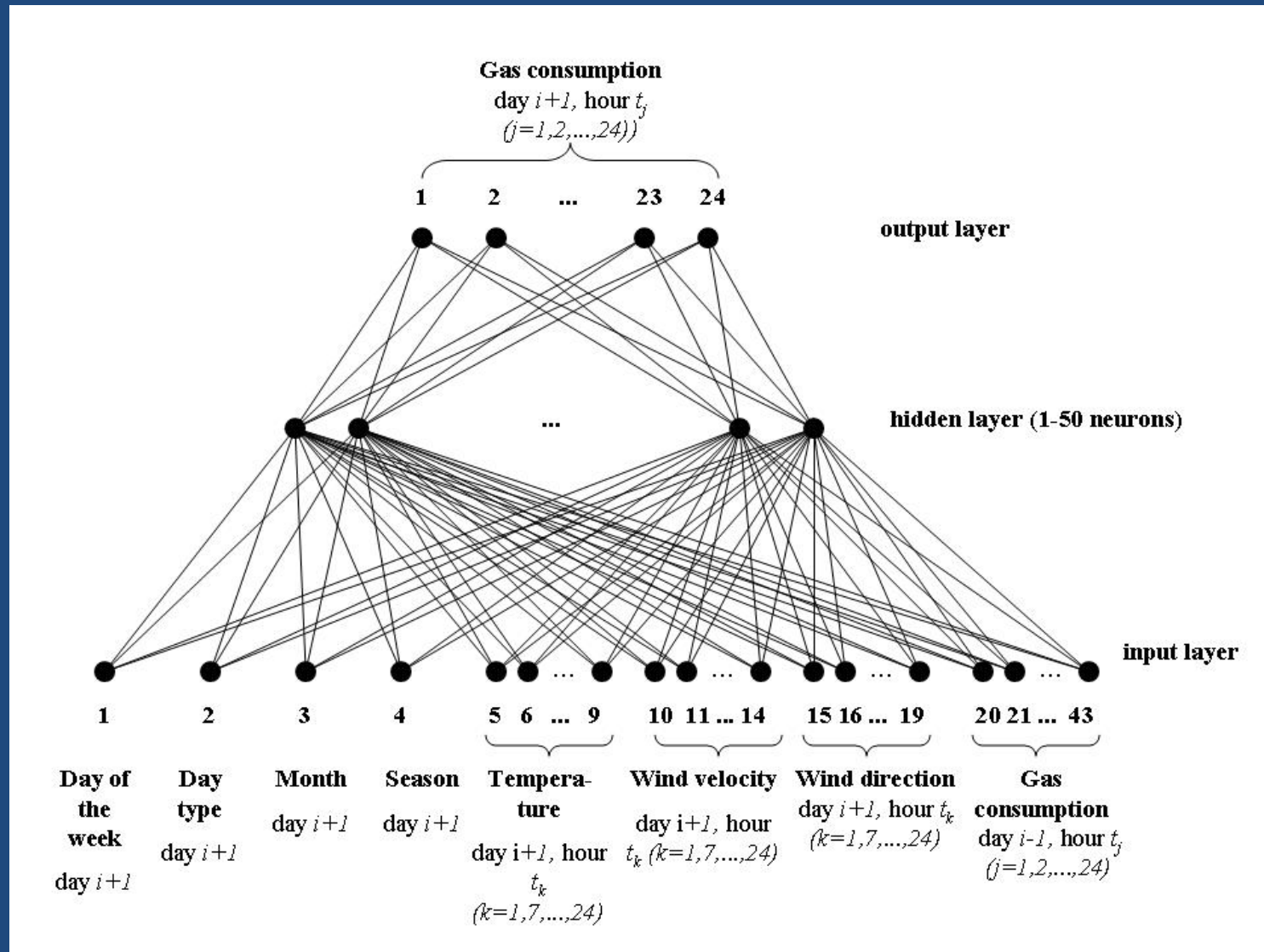


Figure 1. Network topology

## SEASON AS A FUZZY INPUT VARIABLE

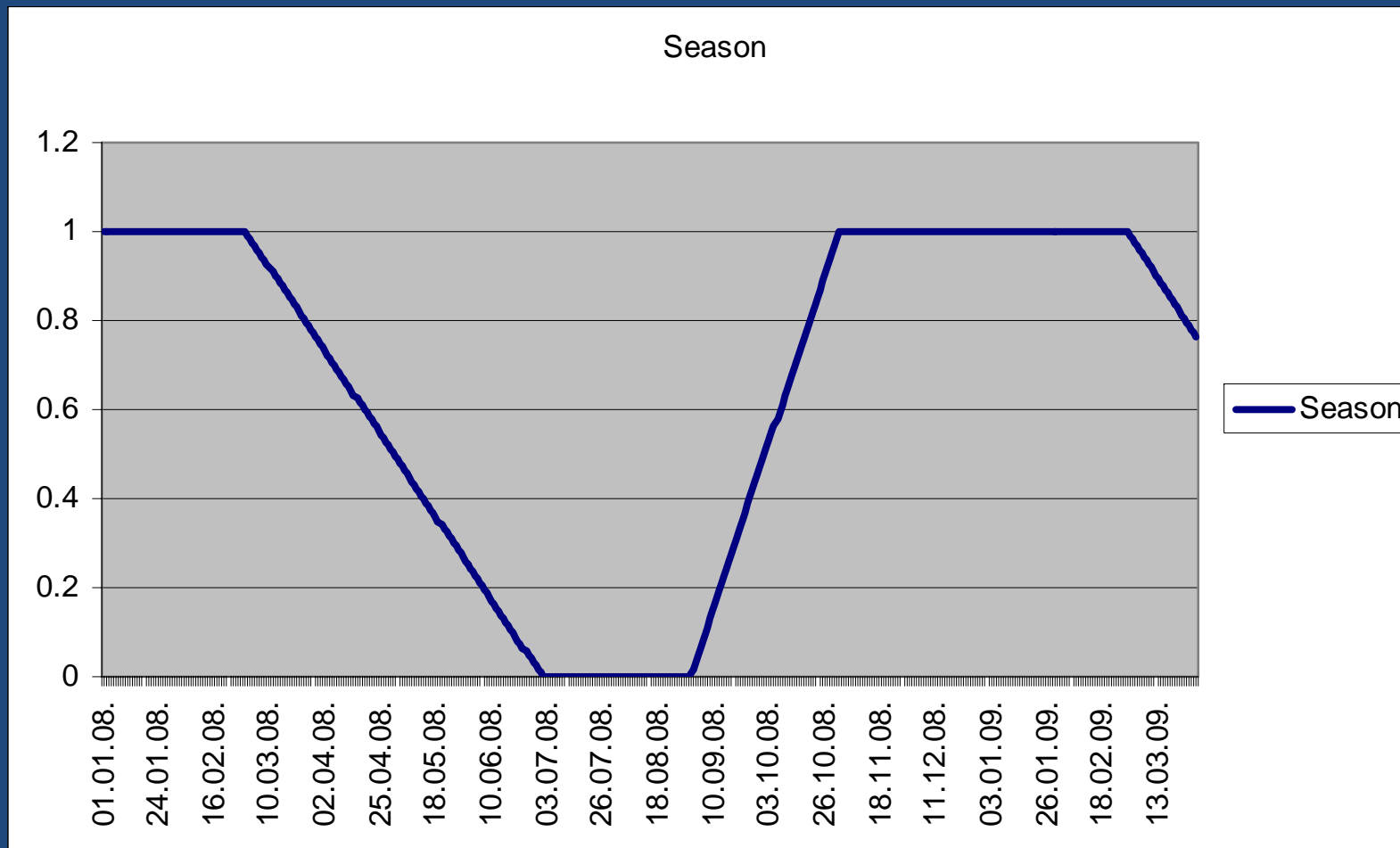


Figure 2. Graph of the fuzzy input variable Season



The accuracy of prediction was measured by the:

□ NMSE (normalized mean square error)

- standard measures of performance for all regressive-type NN algorithms

□ MAPE (mean absolute percentage error)

- computed by the formula:

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|x_t - \hat{x}_t|}{\hat{x}_t}$$

$N$  - the number of observations in the test set

$x_t$  - the output computed by the neural network model in the observed time  $t$

$\hat{x}_t$  - the real output in time  $t$



## 4. RESULTS

Table 1. Results of the NN models obtained on the hold-out test sample

Hour	MLP NN, logistic activation function	MLP NN, tanh activation function	RBF network, gaussian activation function
14:00	12.3430	12.1483**	23.0550
23:00	7.6581	6.7294*	14.8518
Average MAPE on the test sample	10.3849	9.3634	17.5188
NMSE on the test sample	0.0969	0.0808	15.5904

\* **minimum** hourly MAPE of the best NN model

\*\* **maximum** hourly MAPE of the best NN model



## Average real and computed output in each hour on the test sample

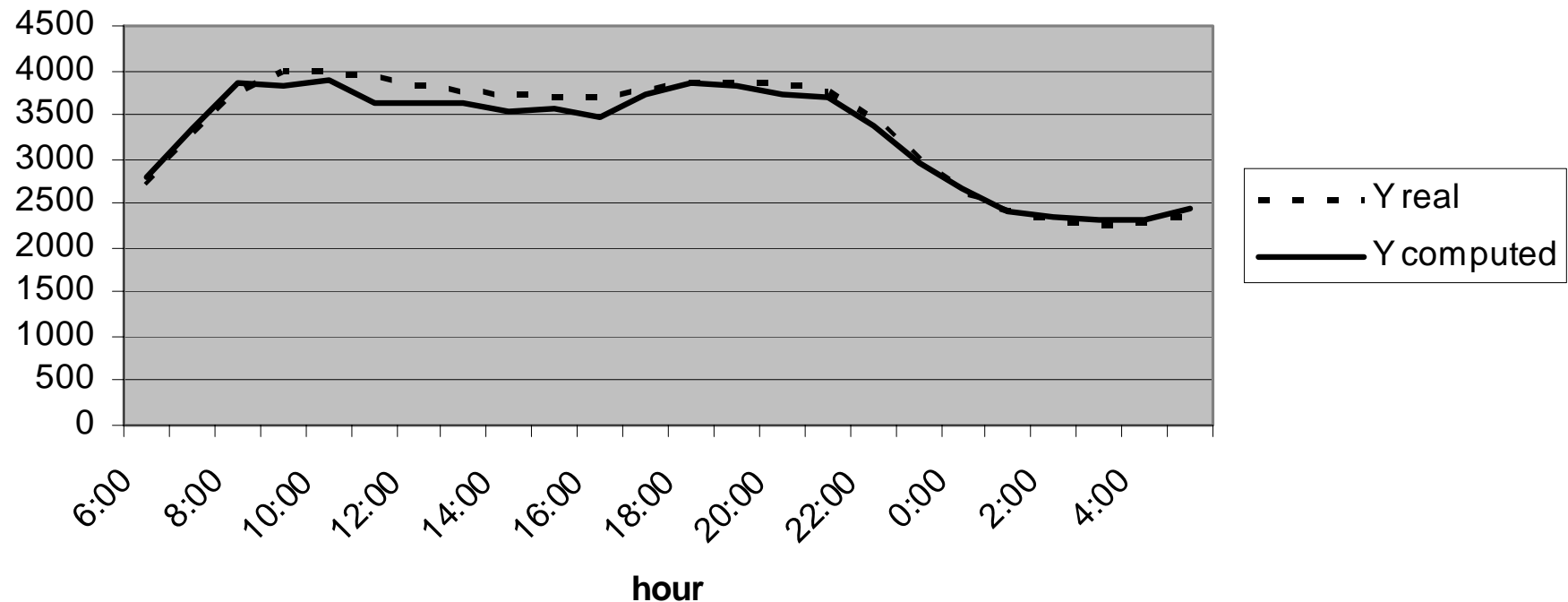


Figure 3. Graph of the real and computed output averaged for each hour in the test sample

Deviations are especially observable during the working hours.



Hourly MAPE on the test sample

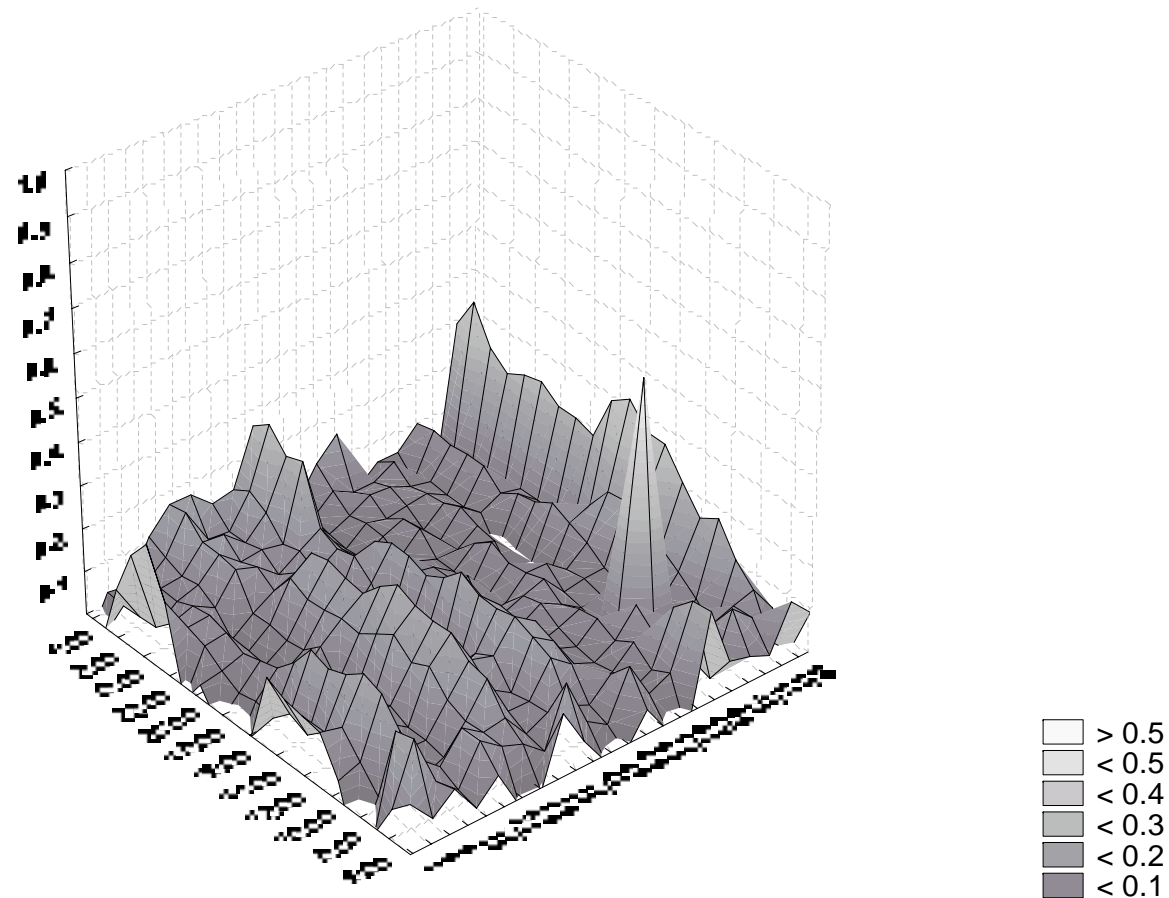


Figure 4. 3-D graph of hourly MAPE obtained on the test sample



## 5. CONCLUSION

- The best NN model is able to predict the next day hourly gas consumption with the average MAPE of 9,36% obtained on the test sample
- The largest MAPE (above 10%) is obtained at working hours from 11.00 to 16.00 – these are the critical hours that need to be investigated in details in order to find factors that influence deviations
- Future research should be focused to designing separate NN models for each critical period of time, and separate NN models for household and industry consumption.
- On-line learning of the neural network model should be enabled



## 6. WHO CAN BENEFIT FROM THIS RESEARCH

- gas distributors could use the model as an intelligent decision support tool for determining gas nominations to their gas suppliers
- if the accuracy of the model will be improved in future, the model could be used for strategic planning of the gas distribution network development
- the tolerance error (in %) should be regulated
- minimal hourly consumption on transporter's metering spot from which the nominate obligation starts should also be regulated





## REFERENCES

- 1) Gutierrez, R., Nafidi, A., Gutierrez Sanchez, R., Forecasting total natural-gas consumption in Spain by using the stochastic Gompertz innovation diffusion model, *Applied Energy* 80 (2005) pp. 115–124.
- 2) Darbellay, G. A., Slama, M., Forecasting the short-term demand for electricity - Do neural networks stand a better chance?, *International Journal of Forecasting* 16 (2000) 71–83.
- 3) Beccali, M., Cellura M., Lo Brano, V., Marvuglia, A., Forecasting daily urban electric load profiles using artificial neural networks, *Energy Conversion and Management* 45 (2004) pp. 2879–2900.
- 4) Thaler, M., Grabec, I., Poredos, A., Prediction of energy consumption and risk of excess demand in a distribution system, *Physica A* 355 (2005), pp. 46–53.
- 5) Gelo, T., Ekonometrijsko modeliranje potražnje za plinom (Econometric modelling of the gas demand), *Ekonomski pregled (Economic Review)*, Vol. 57, No. 1-2, 2006, pp. 80-96.



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# REVITALIZACIJA DALJINSKOG SUSTAVA GRIJANJA U GRADU OSIJEKU IZ KREDITA SVJETSKE BANKE

mr. sc. Ivica Mihaljević, dipl.ing.



# Osnovne informacije o sektoru toplinarstva u RH – stanje 2005.

- **Ukupni broj potrošača priključenih na toplinske sustave u RH** iznosi oko 150.000 (Zagreb 75%, Osijek 7%, Rijeka 6%, Karlovac 5%, ostali gradovi 7%) - 95% čine kućanstva.
- **Ukupna dužina vrelovodne toplinske mreže** u hrvatskim toplinarskim tvrtkama iznosi oko 300 km (oko 180 km u Zagrebu i 40 km u Osijeku).
- **Godišnja opskrba toplinom** svih toplinarskih tvrtki u Hrvatskoj iznosila je 2004. godine oko 2.300 GWh, u čemu je udjel Zagreba iznosio 75%, a Osijeka 8%.
- **Vlasništvo nad toplinarskim tvrtkama** razlikuje se od grada do grada. U Zagrebu, Osijeku i Sisku, toplinarskim sustavom upravlja HEP-Toplinarstvo, koje je podružnica HEP-a. U drugim gradovima, toplinarske tvrtke u vlasništvu su gradova, uz izuzetak Rijeke gdje vlasništvo dijele grad i privatni sektor.



# Sanacija sektora toplinarstva u RH

- Tijekom proteklih 20-ak godina, zbog nedostatka sredstava toplinski sustavi nisu bili dobro održavani, dotrajali cjevovodi nisu pravodobno zamjenjivani.
- To ima za posljedicu učestale ispade na mreži koji utječu na kakvoću usluga i dovode do gubitka topline i vrele vode.
- Prosječni broj ispada po kilometru mreže je znatno iznad prosjeka u zemljama Zapadne Europe.
- Gubici topline u mrežama iznose oko 15 do 25% (u zemljama Europske unije su oko 5 do 10%).



# Opravdanost sudjelovanja Svjetske banke u projektu

- Pomoć Hrvatskoj u pridruživanju  
Europskoj uniji
- Iskustvo s projektima vezanim za  
toplinarstvo u drugim zemljama
- Projekt je djelomično pripremljen ranije



# Značaj projekta (1)

- Prva značajnija aktivnost u sektoru toplinarstva radi unaprjeđivanja poslovanja toplinarske tvrtke na sustavan način.
- Toplinarstva u Zagrebu i Osijeku čine značajan udjel u sektoru (oko 82%) tako da će unaprjeđenja u ovim gradovima dovesti do unaprjeđenja u sektoru.
- Unaprjeđenja u ovim gradovima imat će demonstrativnu snagu koju druge toplinarske tvrtke u zemlji mogu reproducirati.



## Značaj projekta (2)

Projekt podržava sljedeće, što će stvoriti povoljno ozračje za razvoj sektora toplinarstva u RH:

- Razvoj tarifne metodologije
- Provedba Vladine strategije razvoja toplinarstva
- Razvoj i donošenje Programa upravljanja potrošnjom od strane Vlade RH



# Cilj razvoja projekta i ključni pokazatelji

- smanjenje gubitaka energije i vode
- povećanje profitabilnosti HEP-Toplinarstva
- podizanje razine zadovoljstva potrošača uslugama koje pruža HEP-Toplinarstvo





# Komponente projekta

Troškovi projekta i plan financiranja (u milijunima eura)			
Komponenta	Troškovi	Financiranje	
	Ukupno	Banka	HEP-T
<b>A. Revitalizacija vrelovodne mreže</b>			
Zagreb	25,31	18,47	6,84
Osijek	7,44	5,47	1,97
<b>Ukupno za komponentu A</b>	<b>32,75</b>	<b>23,94</b>	<b>8,81</b>
<b>B. Konzultantske usluge</b>			
Program upravljanja potražnjom, konzultanti za izrada i nadzor, i financijske revizije	2,90	0,00	2,90
<b>Ukupno za komponentu B</b>	<b>2,90</b>	<b>0,00</b>	<b>2,90</b>
<b>UKUPNI TROŠKOVI PROJEKTA</b>	<b>35,65</b>	<b>23,94</b>	<b>11,71</b>
Naknada za obradu	0,06	0,06	0,00
<b>UKUPNO</b>	<b>35,71</b>	<b>24,00</b>	<b>11,71</b>



# Ekonomska analiza

Provedena je tehno-ekonomska analiza opravdanosti zamjene vrelovodne mreže i revitalizacije CTS-a grada Osijeka, koja je dala ekonomsku stopu povrata (Economic Rate of Return - ERR) od 12,0%, što opravdava ulaganja. Dodatne pretpostavljene koristi su:

- uštede na troškovima goriva
- uštede na troškovima obrađene vode
- uštede na troškovima popravaka i održavanja
- dodatna električna energija proizvedena prebacivanjem toplinskog konzuma s lokalnih kotlovnica na kogeneracijsko postrojenje



# PROVEDBA PROJEKTA (1)

## 1. Institucionalne i provedbene mjere

- Ugovor o zajmu između Banke i HEP-a, koji će pozajmiti sredstva iz zajma Banke HEP-T-u Dodatnim ugovorom.
- Ugovor o jamstvu između Banke i Republike Hrvatske za zajam HEP-u
- Dodatni ugovor o jamstvu između HEP-a i Ministarstva financija
- HEP i HEP-T uspostavili su zajedničku Jedinicu za provedbu projekta (Project Implementation Unit - PIU), koja se sastoji od osoblja tehničke, financijske, računovodstvene i pravne struke.

## 2. Sustavno praćenje i ocjenjivanje ishoda/rezultata

- Pokazatelji razvoja projekta su: gubitak energije (% proizvedene topline), omjer vode dodane u mrežnu količinu, neto dobit/prihodi i zadovoljstvo korisnika.
- Prijelazni pokazatelji ishoda su: postotak dovršene sanacije, odnos potraživanja prema prodaji, odnos obveza prema gotovinskim troškovima poslovanja, pokazatelj poslovanja i ukupni broj priključaka kućanstva.



# PROVEDBA PROJEKTA (2)

## 3. Održivost

Rizik obustave usluga je izuzetno nizak s obzirom na to da su potrošači izrazili zadovoljstvo s uslugama koje pruža HEP-T i da nisu naznačili želju za prelaskom na druge oblike grijanja.

Poduzimaju se mjere temeljem projekta kako bi se usluge pružale na održiv način:

- unaprjeđivanje financijskog učinka HEP-T povećanjem tarifa i smanjenjem gubitaka energije i vode
- uvođenje upravljanja potrošnjom kako bi se potrošačima omogućilo da dobivaju račun za stvarno korištenje toplinarskih usluga
- ispitivanja koja provodi HEP-T radi utvrđivanja zadovoljstva potrošača i radi uvođenja unaprjeđenja
- promjene politike i institucionalne promjene koje Vlada mora izvršiti radi pružanja podrške razvoju toplinarskog sektora

## 4. Kritični rizici i mogući sporni aspekti

- razvoj tarifne metodologije može biti odgođen
- može doći do kašnjenja u dobivanju Vladinog odobrenja na promjenu tarifa.



# NABAVA ROBA I RADOVA

- Nabava se obavlja sukladno dokumentu Svjetske banke «Smjernice: Nabava temeljem zajmova Međunarodne banke za obnovu i razvoj (IBRD) i kredita Međunarodne agencije za razvoj (IDA)» od svibnja 2004. godine.
- Aktivnosti koje Svjetska banka ne financira mogu se nabavljati sukladno propisima o nabavi i administrativnim postupcima HEP-T-a.
- Za svaki ugovor koji će se financirati zajmom Banke, različite metode nabave, potreba za pretkvalifikacijom, procijenjeni troškovi, prethodni uvjeti revizije i vremenski okvir usuglašavaju Subjekt za provedbu projekta i projektna skupina Banke, te se oni odražavaju u Planu nabave.
- Plan nabave ažurirat će se najmanje svake godine ili po potrebi kako bi odražavao stvarne potrebe provedbe projekta.



# Toplinski sustav u Osijeku – stanje 2005.

- Toplinske stanice i mjerila topline na razini zgrada, a raspodjela zajedničke potrošnje obavlja se prema površini stana, a ne prema stvarnoj potrošnji. Izgradnja mreže započela je 1963. godine, a dužina mreže iznosi oko 40 km. Oko 30% mreže starije je od 30 godina, a gubici energije i vode su visoki. Procjenjuje se da dolazi do gubitka oko 15% proizvedene topline.
- Kogeneracijsko proizvodno postrojenje TE-TO Osijek, koje je u vlasništvu i kojim upravlja HEP, opskrbljuje toplinsku mrežu toplinom. Gorivo je prirodni plin i teško lož-ulje. Ukupni kapacitet proizvodnje topline iznosi oko 200 MW, a kapacitet za električnu energiju oko 95 MW.
- Pričuvni i vršni toplinski izvori na lokaciji stare Toplane (93 MW)



# Revitalizacija vrelovodne mreže – Osijek 2007. godina

- Spajanje toplinskog konzuma blokovskih kotlovnica S. Vraz, Prolaz J. Leovića i V. Nazor na vrelovodni toplinski sustav
- Izgrađeno 1,8 km nove vrelovodne mreže
- Zamijenjeno 0,85 km postojeće mreže
- Zamijenjeno 18 toplinskih stanica



# Revitalizacija vrelovodne mreže – Osijek 2008. godina

- Izgradnja novog vrelovoda za Gradski vrt
- Izgrađeno 0,8 km nove vrelovodne mreže





# Revitalizacija vrelovodne mreže – Osijek 2009. godina

- Zamjena dotrajale mreže u naseljima Sjenjak, Tvrđa, Donji Grad i Trpimirova ulica
- Zamijenjeno 4,5 km postojeće mreže



# Revitalizacija vrelovodne mreže – Osijek 2010. godina

- Zamjena mreže u Zvonimirovoj ulici s odvojcima
- Zamijenit će se 1,9 km mreže



# Tehnički pokazatelji – praćenje rezultata

## ➤ OSIJEK

Izlazni tehnički pokazatelji projekta	Baseline	2006.		2007.		2008.		2009. (01-08)	
	-2005	Plan	Ostvar.	Plan	Ostvar.	Plan	Ostvar.	Plan	Ostvar.
Gubici topline u GWh	20		12,4		11,6		11,9		5,3
Gubici topline u %	11%	11%	6,80%	10,5%	6,70%	10,3%	6,18%	10%	4,4%
Gubici vode u 1,000 m <sup>3</sup>	64,0		55,0		38,0		30,0		14,0
Indeks dodane vode u sustavu	13,5	11,4	12,4	10	8,5	9,5	6,4	9	3,1
Duljina zamijenjenih trasa vrelova u km	0	0	0	2,6	2,6	9,7	3,4	15	7,9
Duljina zamijenjenih trasa vrelova u % od planiranog	0%	0%	0%	17%	17%	65%	23%	100%	53%
Broj potrošača	10.100	10.200	10.200	10.300	10.300	10.400	10.365	10.500	10.365



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

# Hvala na pozornosti!



**POSTUPCI ZA OTKRIVANJE, OCJENJIVANJE,  
TRETIRANJE I SPRJEČAVANJE IZBOČINA NA  
PLINOVODIMA VISOKOG TLAKA**

***Pripremio: Karahodžić Ibrahim, dipl.ing.maš.***

**Sarajevo, oktobar 2009. godine**

12 11:38

## 1 **DEFINICIJE POJMOVA**

- **Izbočine**

Izbočine u smislu ove upute su jednostrana odstupanja kružnog oblika plinovoda prema unutrašnjosti, usljed spoljašnjog djelovanja sile.

- **Ovalnosti**

Ovalnosti su po pravilu eliptična odstupanja kružnog oblika u području elastične deformacije, koje mogu nastati npr. savijanjem, elastičnim polaganjem ili jednostranim sabijanjem tla. Ipak, one se unutrašnjim tlakom kompletno ili djelimično preoblikuju u prvobitno stanje i prema iskustvu ne predstavljaju sigurnosno- tehničku opasnost.

- **Žljebovi**

Žljebovi su mehanička oštećenja površine cijevi, koja mogu nastati npr. djelovanjem oštarih dijelova dizalica ili bagera kao i klizanjem cijevi preko tvrde podloge ili nepravilnim zatrpavanjem rova.

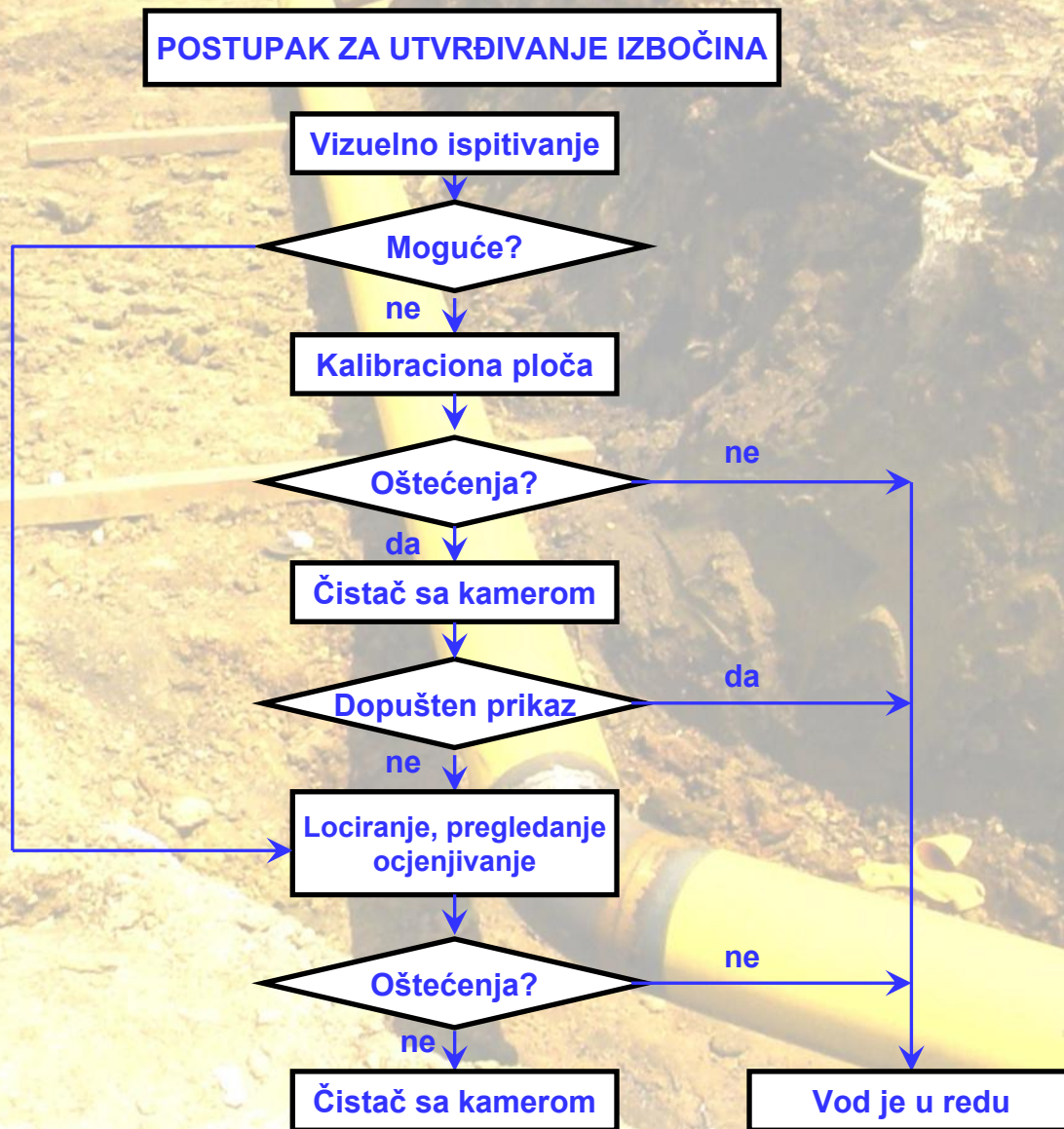
## **2 METODE I TEHNIČKI POSTUPCI ZA PRONALAŽENJE IZBOČINA**

Postupci pronalaženja eventualnih izbočina prije stavljanja u pogon nekog plinovoda visokog tlaka podijeljeni su u dvije grupe :

- Vizuelni postupak i
- Postupak mjerenja.



## 2.1 POSTUPAK ZA UTVRĐIVANJE IZBOČINA





## **2.2 POSTUPAK ZA PRONALAŽENJE IZBOČINA – VIZUELNI**

### **A1 VIZUELNI POSTUPAK**

**Način rada:** Vizuelna kontrola s mjernim aparatima jednostavne vrste, npr. taster (pipak), mjerna traka, stolarski metar, pomična sprava za mjerenje, mjerni kalup, izvor svjetlosti.

**Opis postupka:** Vizuelna kontrola, dimenzioniranje.

**Područje primjene:** Izvana, ako je cjevovod nadzemno položen i sa svih strana pregledan i može se ručno premjeriti. Iznutra, kada se plinovod može obići/provozati.

**Prikaz mjernih rezultata/registriranja:** Opisno predstavljanje ili crtež.

**Iskazana sposobnost:** Tačno određivanje vrste položaja i strukture izbočina.

## **2.2 POSTUPAK ZA PRONALAZENJE IZBOČINA – VIZUELNI A2 VIZUELNI POSTUPAK S KAMEROM**

<b>Način rada:</b>	<b>Sistem video snimanja zapisa</b>
<b>Opis postupka:</b>	<b>Unutrašnja video inspekcija cijevnih vodova pomoću čistača s kamerom koji se upravlja kablom. čistač obično ima električni, pneumatski ili hidraulični pogon. Moguće je daljinskoupravljanje kamerom, odnosno čistačem, preko kabla/ručice.</b>
<b>Područje primjene:</b>	<b>Cijevni vodovi od 2" ispitne dionice do ca. 1000 m dužine (daljinsko upravljanje). Po pravilu kod otvorenih vodova koji se ne nalaze pod tlakom). Moguće korištenje do 1,5 x D radijusa lukova</b>
<b>Prikaz mjernih rezultata/registiranja:</b>	<b>Video snimci se direktno preko kabla prenose i snimaju na videorekorderu ili monitoru u boji ili monitoru (stacionarno ili mjerno vozilo). Moguća je obrada, odnosno nadzor hoda čistača s kompjuterom.</b>
<b>Iskazana sposobnost:</b>	<b>Određivanje vrste položaja i strukture izbočina.</b>

12 11:38

## **2.3 POSTUPAK ZA PRONALAZENJE IZBOČINA – MJERENJEM B1 MJERNI POSTUPAK POMOĆU KALIBRACIONE PLOČE**

<b>Način rada:</b>	Kalibraciona ploča (eventualno više njih također s različitim prečnicima) se u pravilu sastoji od aluminija (do 8 mm debljine) ili od tvrdog čeličnog lima (do 5 mm). Može da se sastoji od punog materijala ili od pojedinačnih lamela (čelik) ili je od kraja prema unutra izrezana u segmente (aluminijum).
<b>Opis postupka:</b>	Kalibraciona ploča se montira na čistač, tako da i pri promjeni smjera ne dodiruje zid cijevi i time vodi do pogrešnog zaključka. Pored ostalog, može biti svrsishodan drugi prolaz. Prečnik kalibracione ploče treba po mogućnosti da iznosi $0,98 \times D_i - 10$ mm. Pošto ovaj relativno veliki prečnik nije moguć u svim slučajevima, potrebno je da se stvarno odabrani prečnik kalibracione ploče prilagodi pored ostalog i Konstrukcionim dijelovima kao što su lukovi i zaporni uređaji i unutrašnjoj oblozi. Upravljanje brzine čistača slijedi preko medijske struje sa, po mogućnosti, ravnomjernijom brzinom kretanja do cca. 2 m/s.
<b>Područje primjene:</b>	Cjevovodi uobičajeno $\geq DN 200$ , neograničene dužine i prečnika. Zavisno o vrsti konstrukcije čistača, znajući radijus luka iznosi $1,5 \times D$ .
<b>Prikaz mjer. rezultata/regis- triranja:</b>	Vrsta i veličina deformacije kalibracione ploče.
<b>Iskazana sposobnost:</b>	Kod nedeformisane kalibracione ploče, smatra se da na vodu nema izbočina. Kod deformisane kalibracione ploče mora se odlučiti da li je uzrok deformacije potrebno tražiti s drugim postupkom.

## **2.3 POSTUPAK ZA PRONALAZENJE IZBOČINA – MJERENJEM B2 ČISTAČ SA KAMEROM (MEHANIČKO OČITAVANJE)**

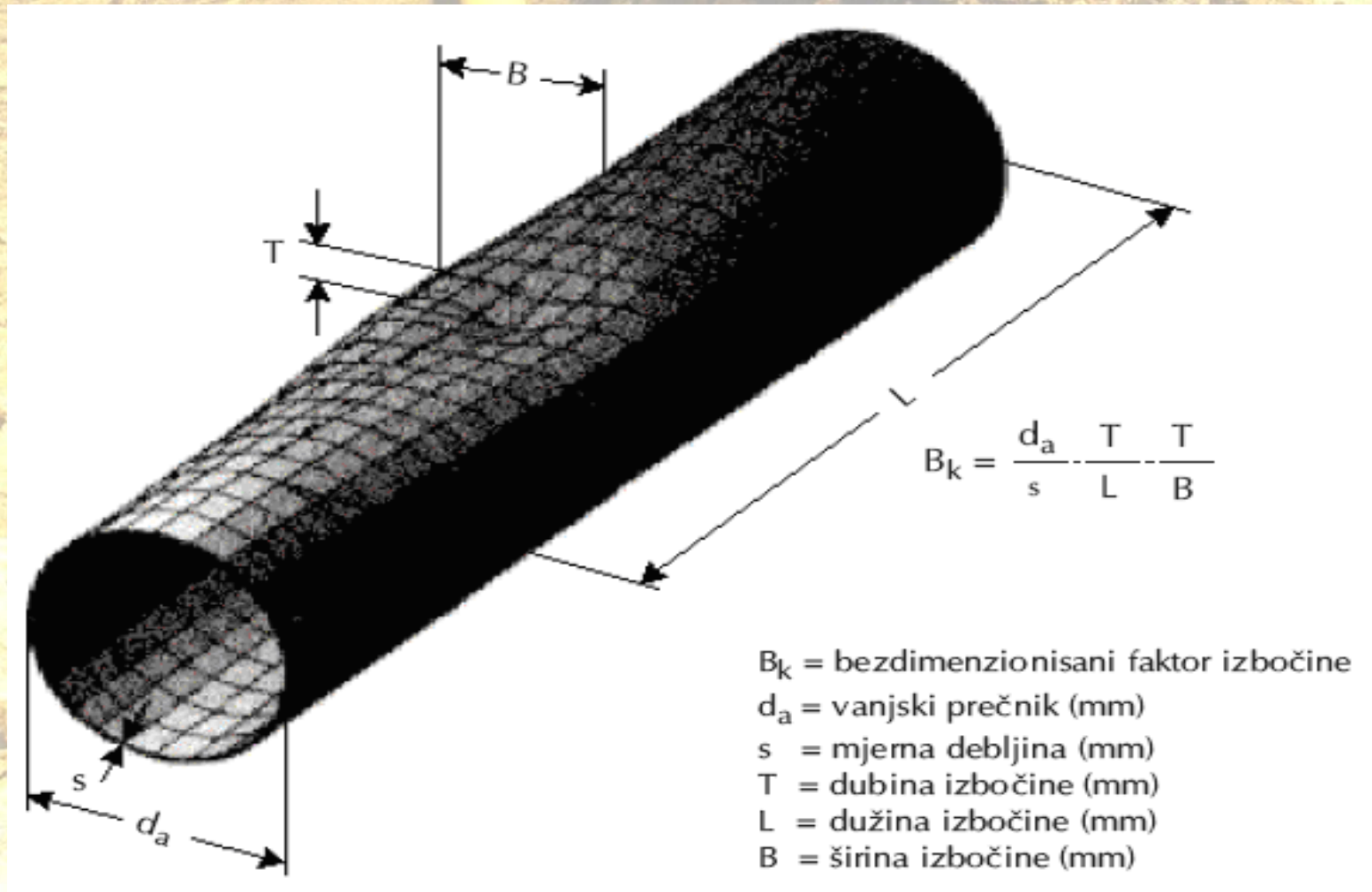
- Način rada:** Geometrijsko premjeravanje unutrašnjeg zida cijevi putem senzora mehaničkih mjernih sistema ravnomjerno raspoređenih preko obima (direktan kontakt preko pokretnih rolni ili Indirektan kontakt preko manžetni čistača) i pretvaranje mehaničkog mjernog signala u električni odnosno elektronski signal za On- Line-snimanje podataka za vrijeme kretanja čistača (također je moguć direktan mehanički prenos signala na traku za zapisivanje). Eksterna priprema podataka i (analiza) uz pomoću računara nakon preuzimanja podataka od čistača.
- Opis postupka:** Čistač s kamerom se kreće kroz vod pomoću struje medija sa što je moguće ravnomjernijom brzinom kretanja (oko 1m/s). Lokalizacija čistača slijedi preko tzv. odometarskih točkova i eksternog ili internog markera.
- Područje primjene:** Primjena u cjevovodima od 4" do 56" za maksimalnu udaljenost do 250 km. Primjenljiv do radijusa luka od 3 x D (1,5 x D na upit) i najmanji slobodni prečnik cca. 75 % Di.
- Prikaz mjernih rezultata/regi - striranja:** Računarski podržan mjerni zapis kao profil prečnika (suma krivulja svih senzora) prekodužine cjevovoda uključujući dodatne informacije kao što su npr. pozicija markera-udaljenost od startne pozicije - vemenski signal.
- Iskazana sposobnost:** Tačno lociranje izbočine u uzdužnom pravcu voda (pozicioniranje bez sata). Prepoznavanje dubine izbočine putem usporedbe s krivuljom kalibriranja / baždarenja(kalibracija na licu mjesta).

## **2.3 POSTUPAK ZA PRONALAZENJE IZBOČINA – MJERENJEM B3 ČISTAČ SA KAMEROM (BEZ KONTAKTA)**

- Način rada:** Geometrijsko premjeravanje unutrašnjeg zida cijevi bez kontakta putem senzora ravnomjerno raspoređenih preko obima mjernog sistema koji radi na bazi vrtložne struje ili zvučnih talasa. On-line snimanje podataka na elektronski medij za vrijeme kretanja čistača. Eksterna priprema podataka i analiza uz pomoć računara nakon preuzimanja podataka od ježa.
- Opis postupka:** Čistač s kamerom se kreće kroz vod pomoću struje medija sa što je moguće ravnomjernijom brzinom kretanja (do 8 m/s ovisno od prečnika i tipa aparata). Lokalizacija čistača slijedi preko tzv. odoimetarskih točkova i eksternog ili internog markera.
- Područje primjene:** Primjena u cjevovodima od 6" do 56" za maksimalnu udaljenost od 200 km (6") do 800 km (56"). Primjenjiv do radijusa luka od  $3 \times D$  ( $1,5 \times D$  ovisno od prečnika) i najmanji slobodni prečnik ca. 80-90 %  $D_i$ .
- Prikaz mjernih rezultata/regis-triranja:** Kompjuterizirani pisač mjerenja/dijagram s krivuljom odstojanja po senzoru i sumarne krivulje odnosno kvazi-trodimensionalnom prikazu geometrije cijevi preko dužine cjevovoda, uključujući dodatne informacije kao što su npr. udaljenost od startne pozicije, pozicija markera, vremenski signal, brzina čistača, -položaj senzora na poziciji 12-sati.
- Iskazana sposobnost:** Ekzaktno lociranje izbočine u uzdužnom pravcu i u pravcu obima kao i prepoznavanje dubine i oblika izbočine preko usporedbe s krivuljom kalibriranja/baždarenja.

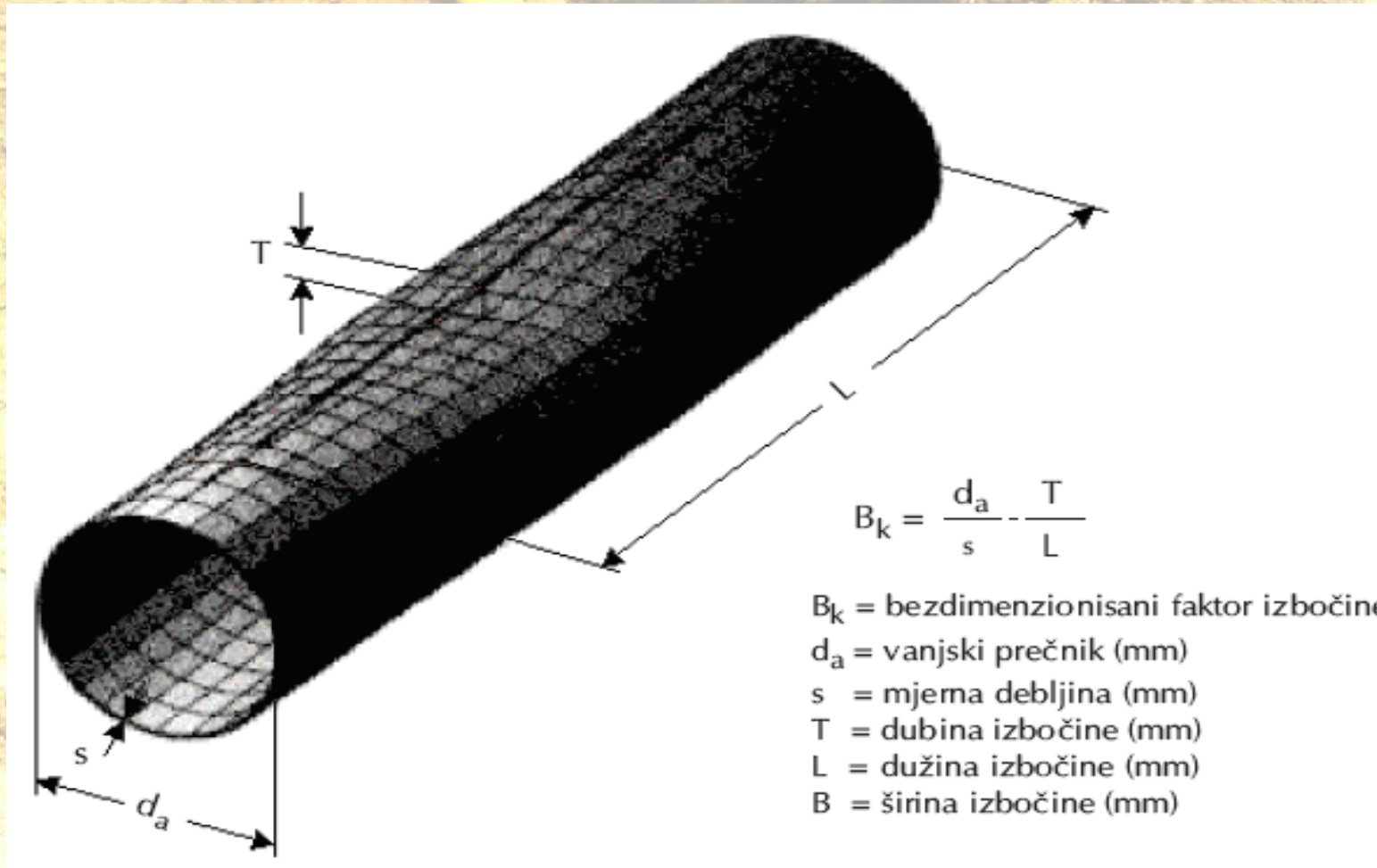
### 3 VRSTE IZBOČINA

#### 3.1 TAČKASTA IZBOČINA – TIP A

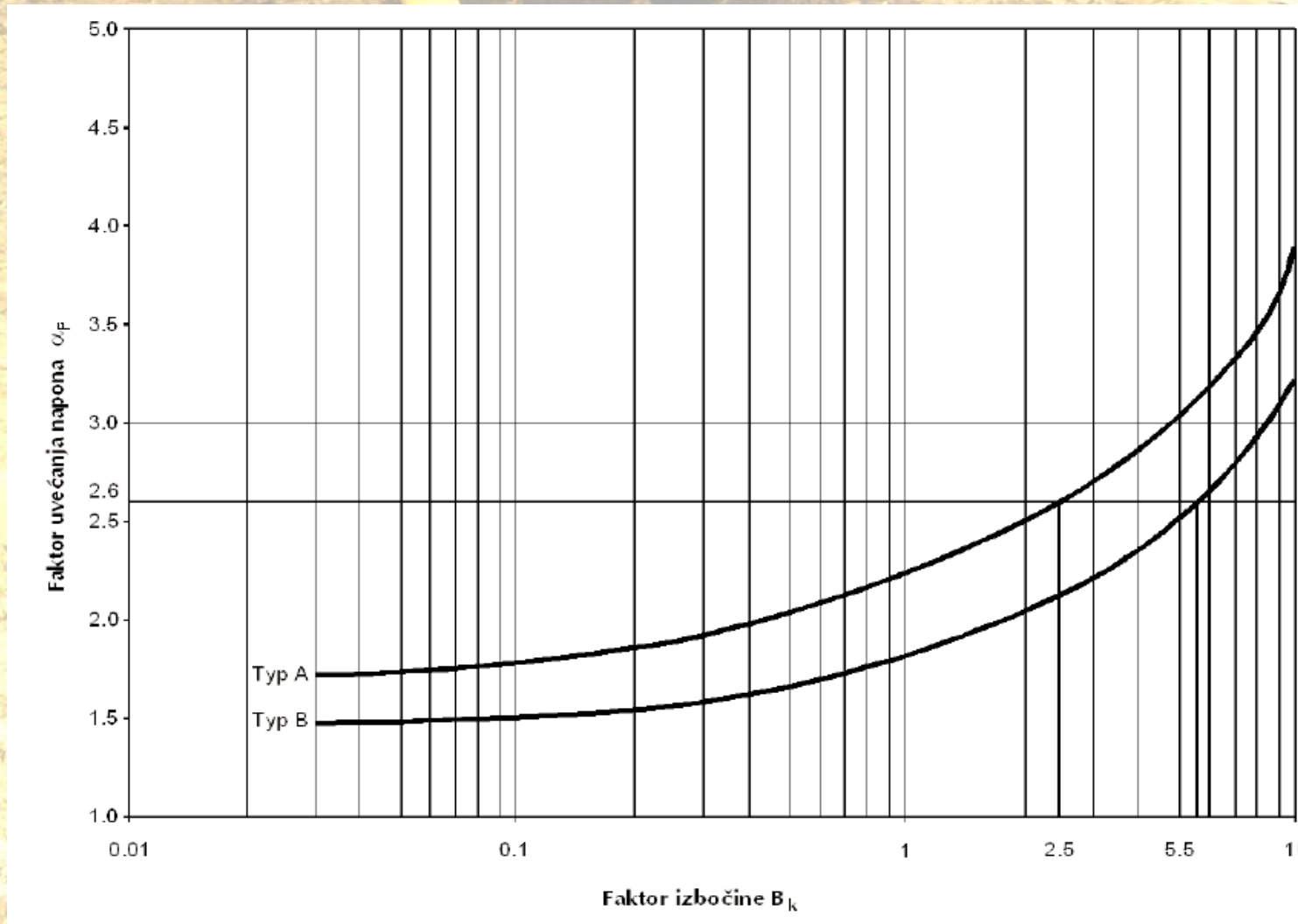


### 3 VRSTE IZBOČINA

#### 3.2 IZBOČINA POPREČNO PREMA OSI – TIP B



### 3.3 DIJAGRAMSKO ODREĐIVANJE VRSTE IZBOČINA





## **4 TRETIRANJE IZBOČINA**

**Ako iz procjene izbočina proizlazi da one ne smiju ostati u vodu nepromijenjene, operator se mora u dogovoru sa autoriziranim stručnjakom odlučiti za postupak tretiranja izbočine. U slučaju da odstranjivanje ne dolazi u obzir, npr. iz tehničkih razloga snabdijevanja, potrebno je poduzeti provizorno tretiranje ili neki drugi tretman.**

12 11:38

## **4 TRETIRANJE IZBOČINA**

### **4.1 PROVIZORNO (PRIVREMENO, VREMENSKI OGRANIČENO) TRETIRANJE IZBOČINA**

#### **4.1.1 DVODJELNA OBUJMICA ZA POPRAVKU**

Mjesto cijevi sa izbočinom se može stabilizirati stezanjem dvodjelne obujmice za popravku koja je otporna na tlak. Primjenjivost ovog postupka povezana je s slijedećim uvjetima:

- Zbog ovalnosti u području izbočine povećani vanjski prečnik cijevi mora biti manji od unutrašnjeg prečnika obujmice,
- U području obujmice, ovalnost ne smije spriječiti zaptivno nalijeganje na spoju obujmice.

## **4 TRETIRANJE IZBOČINA**

### **4.1.2 BANDAŽA OD VJEŠTAČKE SMOLE OJAČANA STAKLENIM VLAKNOM**

Primjena ove metode je svrsihodna kada iz tehničkih razloga nije moguće zavarivanje podijeljene obujmice, npr. uski lukovi kod ograničene zavarljivosti, zbog konstrukcionih dijelova i pogonskih uvjeta.

Radni koraci su sljedeći:

- ispitivanje deformisanog područja bez razaranja, pomoću magnetnog praha i ultrazvuka;
- pjeskarenje (čišćenje pijeskom) površine cijevi;
- smanjivanje tlaka u cijevi na najmanji mogući pogonski tlak;
- popunjavanje izbočine sa vještačkom smolom radi ponovnog uspostavljanja cilindričnog oblika cijevi;
- omotavanje cijevi sa bandažom od vještačke smole sa staklenim vlaknima u dužini od  $L = \text{dužina izbočine} + \text{prečnik (DN)}$  sa debljinom poveza u sredini od cca.  $0,05 \times \text{DN}$ , ravnomjerno prema krajevima;
- otvrdnjavanje bandaže pri konstantnom sniženom tlaku, po završetku ponovo povećati tlak;
- naknadno omotavanje cijevi i krajnih zona bandaže.

12 11:38

## **4 TRETIRANJE IZBOČINA**

### **4.2. NAVARIVANJE DVODJELNE OBUJMICE U SVRHU OSIGURANJA CIJEVI SA IZBOČINAMA**

Kod ovog postupka se navaruje dvodjelni fazonski komad dimenzioniran za dozvoljeni pogonski nadtlak voda i u prečniku prilagođen dimenzijama cijevi s izbočinom. Na kraju je moguće kroz malu štucnu u fazonskom komadu izbušiti cijevni vod, ako deformisano područje treba da leži u ravnoteži tlaka. Na taj način se u startu isključuju moguće štetne posljedice zbog djelovanja membrane koja nastaje zbog razlike tlaka. Na osnovu uvjeta za pojedinačni slučaj, treba odlučiti o potrebi eventualnih bušenja otvora za izjednačenje tlaka, kao i o vrsti i obimu ispitivanja.

Uobičajeni su slijedeći radni koraci:

- smanjiti tlak u vodu na najmanji mogući pogonski tlak;
- ispitivanje bez razarenja pomoću postupka s magnetnim prahom i ultrazvukom da bi se s jedne strane utvrdilo nepostojanje pukotina i s druge strane ekzaktna debljina zida u području oštećenja;
- ispitivanje ultrazvukom na dvodjelnom fazonskom komadu u području zavarivanja

## **4 TRETIRANJE IZBOČINA**

### **4.2.1 NAVARIVANJE DVODJELNE OBUJMICE U SVRHU OSIGURANJA CIJEVI SA IZBOČINAMA**

Navarivanje dvodjelne obujmice se vrši pod slijedećim pogonskim uvjetima:

- debljina zida obujmice se izračunava prema DIN 2413, dio1. Ukoliko obujmica posjeduje štucnu za nabušivanje voda u svrhu izjednačenja tlaka, tada je koeficijent sigurnosti najmanje 1,8;
- tolerancija između vanjskog prečnika cijevi i unutrašnjeg prečnika obujmice ovisi od maksimalne ovalnosti i mogućnosti obrade krajeva zavarivanja;
- izrada uzdužnih zavarenih spojeva, okretanje obujmice za izradu drugog zavarenog spoja, ispitivanje radiografski ili ultrazvukom, ovisno o debljini zida nisu potrebne sigurnosne trake zavarivanja;
- zazor između cijevi i obujmice se zatvara toplim oblikovanjem krajeva za zavarivanje obujmice;
- izrada zavarenih spojeva šavova po obodu, pri čemu se sa izradom 2. zavarenog spoja smije početi tek kad je završen i ohlađen 1. zavareni spoj. Eventualno predgrijavanje materijala cijevi s nekim pogodnim postupkom,
- zavisno od protoka i pogonskog tlaka, temperatura predgrijavanja, je ograničena na 100 C u području zavarivanja i na 400 °C maksimalna temperatura cijevi (važi za vršnu temperaturu pod namotajem užarenog
- Glatko brušenje prelaza zavarenog spoja do cijevi prije ispitivanja magnetnim prahom i ultrazvukom

## 5 UZROCI NASTANKA IZBOČINA

Pri polaganju plinovoda visokog tlaka izbočine mogu nastati naročito usljed:

- utovara, transporta i skladištenja cijevi na oštroj i tvrdoj podlozi;
- pružanja dionica i spuštanja cijevi na drvenim podupiračima s oštrim ivicama;
- spuštanja dionica cijevi na stjenovitu i kamenitu podlogu ili na gume vozila popunjenim pijeskom, polaganja na pijesak s prevelikim odstojanjem;
- popunjavanja cijevi i sabijanja zemljišta za popunjavanje na prijelazima od prirodne podloge rova prema podlozi rova s pijeskom;
- nekontroliranog polaganja na strminama na donjim ili gornjim lukovima;
- prinudnih uvjeta pri spajanju cijevi;
- oštećenja od građevinskih mašina.

12 11:38

## **6 SPRJEČAVANJE IZBOČIINA**

Za sprječavanje izbočina se upućuje na sljedeće mjere:

- skladištenje cijevi i dionica cijevi na podlogama širokih površina.
- po mogućnosti ravno, bez kamenja, ravnomjerno nosivo dno rova;
- potpore (podupirači) velikih površina na kratkim rastojanjima;
- minimalno 20 cm zaštitne obloge s pjeskom u kamenitom tlu;
- ugradnja cijevnih ankeri na strminama;
- polaganje bez naprezanja na strminama;
- skladištenje na velikim površinama i kontrolirano polaganje gornjih i donjih lukova na strminama;
- kontrolirana izrada ravnomjerno nosive površine za polaganje cijevi u početnim i krajnjim rovovima.

## **7 LITERATURA**

- 1 Utjecaj izbočina na sigurnost plinovoda visokog tlaka Izvještaj 18/92 i 19/92 od 20.02.1992, Mannesmann istraživački institut u misiji za Ruhrgas AG i DVGW**
- 2 Engel, A: Ograničenje između pretežno konstantnog (statičkog) opterećenja i dinamičkog (promjenjivog, pulsirajućeg) opterećenja (područje važenja I, odnosno III u DIN 2413, dio 1)**
- 3 Procjena dozvoljenih ovalnosti i deformacija plinovoda visokog tlaka, Ruhrgasa Izvještaj 93/93 od 02.11.1993, Mannesmann istraživački institut u misiji za Ruhrgas AG.**
- 4 Literaturno istraživanje sa svrhom: Utjecaj izbočina na sigurnost plinovoda visokog tlaka, Izvještaji ispitivanja 69/88 od 30.06.1988, Istraživački institut Mannesmann**
- 5 Engel, A.: Utjecaj izbočina na sigurnost plinovoda visokog tlaka Specijalno izdanje iz „gwf-gas/prirodni gas 135 (1994) izdanje 10 strana 586-591 6 Sawitzki M.: Definicija faktora za prekoračenje napona  $\alpha F$  za velike cijevi sa UP zavarenim uzdužnim šavom. Izvještaj od 16.12.1994, Istraživački institut Mannesmann**
- 6 G 473 (12/05) IGT cooperation partner of DVGW**





**HVALA NA PAŽNJI !!!**

***Karahodžić Ibrahim, dipl.ing.maš.***  
**ibrahimk@sarajevogas.ba**

12 11:38



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-PLIN D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 7



HEP-GRUPA/HEP-GROUP  
HEP-TOPLINARSTVO D.O.O.  
HR – OSIJEK, Cara Hadrijana 3



HR – OSIJEK, Poljski put 1



STROJARSKI FAKULTET U SLAVONSKOM BRODU  
MECHANICAL ENGINEERING FACULTY  
HR – SLAVONSKI BROD, Trg I. B. Mažuranić 2

Rasprostiranje plinske industrije širom svijeta

# ***Tehnologija automatizacije***



# Rasprostiranje plinske industrije širom svijeta

- Primjenljivi Evropsko/Njemački nacionalni standardi

DIN EN 334

Regulatori tlaka plina za ulazni tlak do 100 bara

DIN EN 14 382

Plinski sigurnosni uređaji za isključivanje kod radnog tlaka do 100 bara

DIN EN 12 186

Regulacione stanice

DIN EN 12 279

Napojni sistemi plina – Regulacijske instalacije tlaka plina na servisnim linijama – zahtjevana funkcionalnost

DVGW - G 490

Regulacione stanice tlaka plina sa ulaznim tlakom do 4 bara

DVGW- G 491

Regulacijske stanice tlaka plina za ulazni tlak od 4 bara do 100 bara

DVGW – VP 702

Zakopani plinski upravljački moduli

PED 97/23/EG

Evropske direktive opreme tlaka

94/9/EG (ATEX 95)

Zaštita od eksplozija

IEC 61508 – 1 do 7

SIL (Sigurnosni integracioni nivo)

& IEC 61511 – 1 do 3

# Tehnologija automatizacije

## Opseg proizvoda



## Tehnologija automatizacije

### Prednosti elektronskog upravljanja tlaka i protoka

**Podешene tačke tlaka i protoka se mogu mijenjati iz dispečerskog centra (daljinsko upravljanje / monitoring)**

**Daljinsko upravljanje protoka može optimizirati prekoračenje protoka plina u odnosu na zapreminu iznosa po danu ili iznosa po satu)**

**Smiještanjem plina u cjevovod omogućuje korisnicima da smanjuju maksimum potrošnje plina .**

**Daljinsko upravljanje protoka balansira protok plina između stanica unutar plinske mreže.**

**Visoka tačnost upravljačkih karakteristika.**



# Tehnologija automatizacije

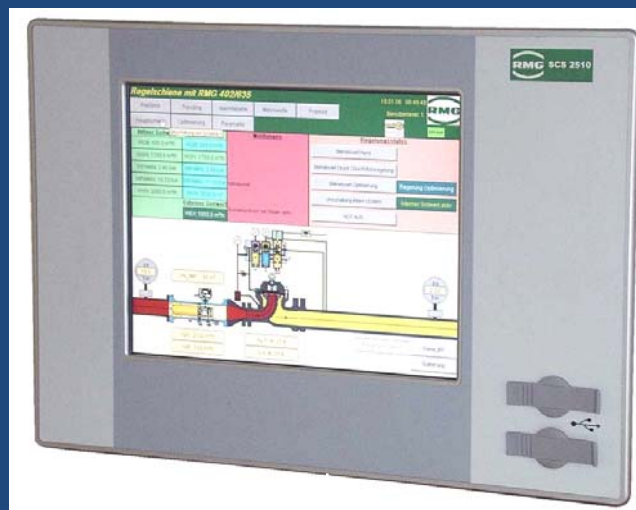
## Kategorije sistema automatizacije

### SCS 2001



Kompakt PLC  
Ploča sa displejom  
i dugmićima

### SCS 2510

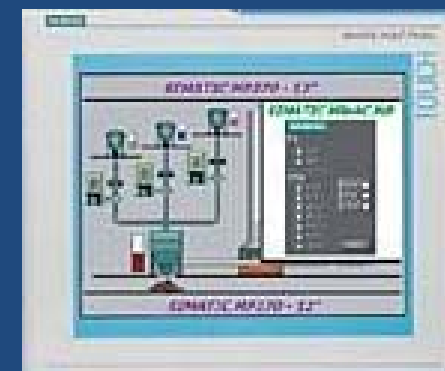


U/I  
Interfejs



PC na osnovu PLC sa  
displejom osjetljivim na  
dodir  
i U/I interfejsom

### SCS 2500



PLC u standardnoj konfiguraciji sa  
displejom osjetljivim na dodir



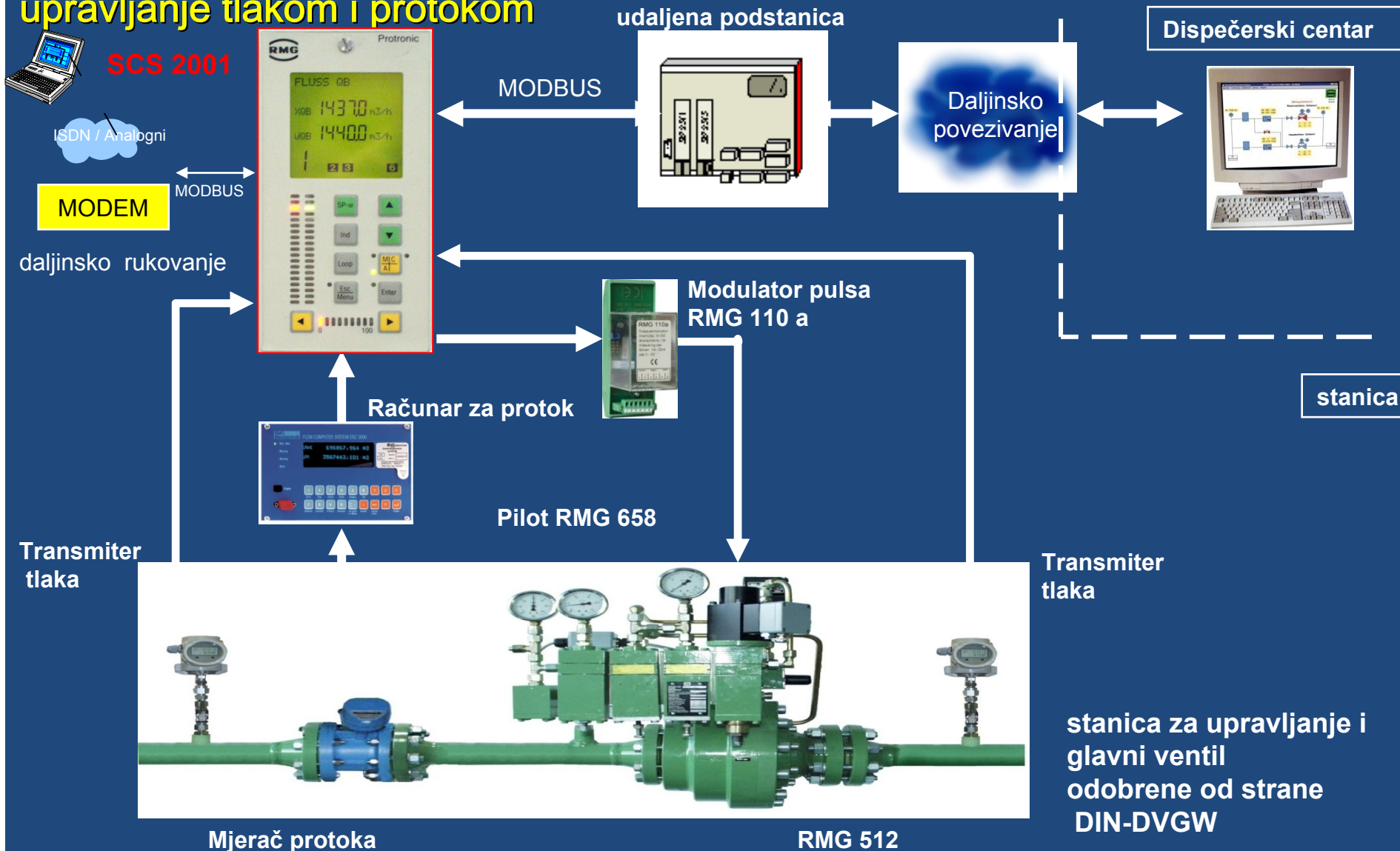
# Tehnologija automatizacije

## Kategorije sistema automatizacije

- **Stanica - Upravljanje - Sistem SCS 2001 (oko 2000 sistema instalirano)**
  - da bi se kontrolirao protok, tlak i temperatura plina u jednom nizu.
  - **Hardvereska osnova: industrijski više-kanalni elektronski kontroler PLC**
- **Stanica - Upravljanje - Sistem SCS 2510 (PC sa osnovom PLC)**
  - da bi se kontrolirao protok, tlak i temperatura plina u jednom nizu ili upotpunio više-linijske stanice, SCADA (Nadziranje, upravljanje i sticanje podataka) funkcije mogu biti primjenjene,
  - **Hardverska osnova: Industrijski PC sa displejom osjetljivim na dodir-osjetljivi - PLC**
- **Stanica - Upravljanje - Sistem SCS 2500**
  - **Nadzorni i upravljački sistem za srednje i velike plinske stanice**
  - **Proces nadgledanja sa SCADA softverom WinCC or PCS 7**
  - **Hardverska osnova: Siemens Simatic S7 300/400**

**Softver za sve sisteme razvijen od strane RMG - a**

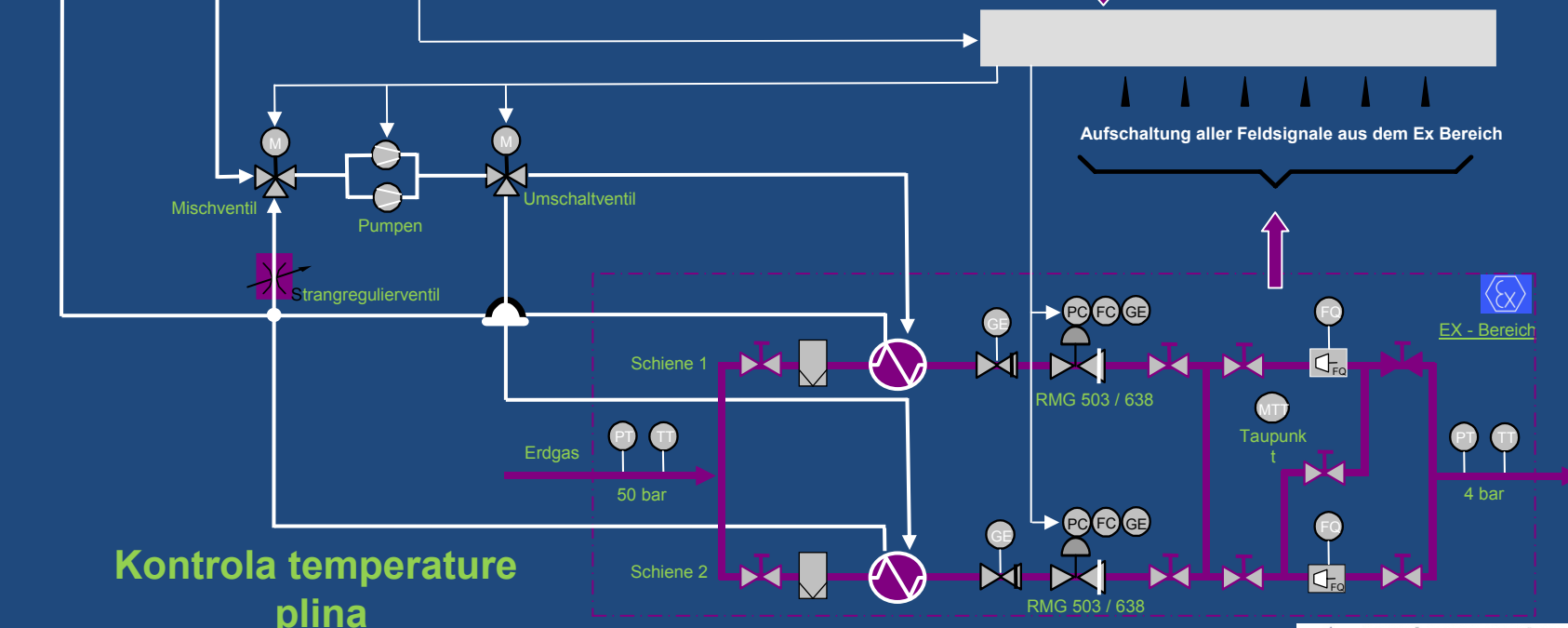
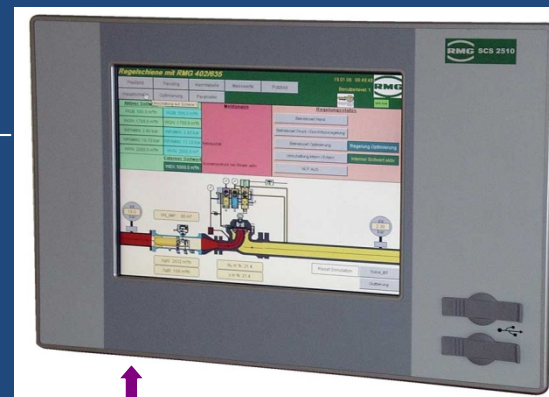
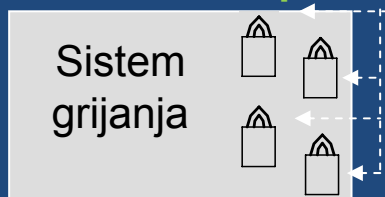
# Stanica- Upravljanje - Sistem SCS 2001 za upravljanje tlakom i protokom





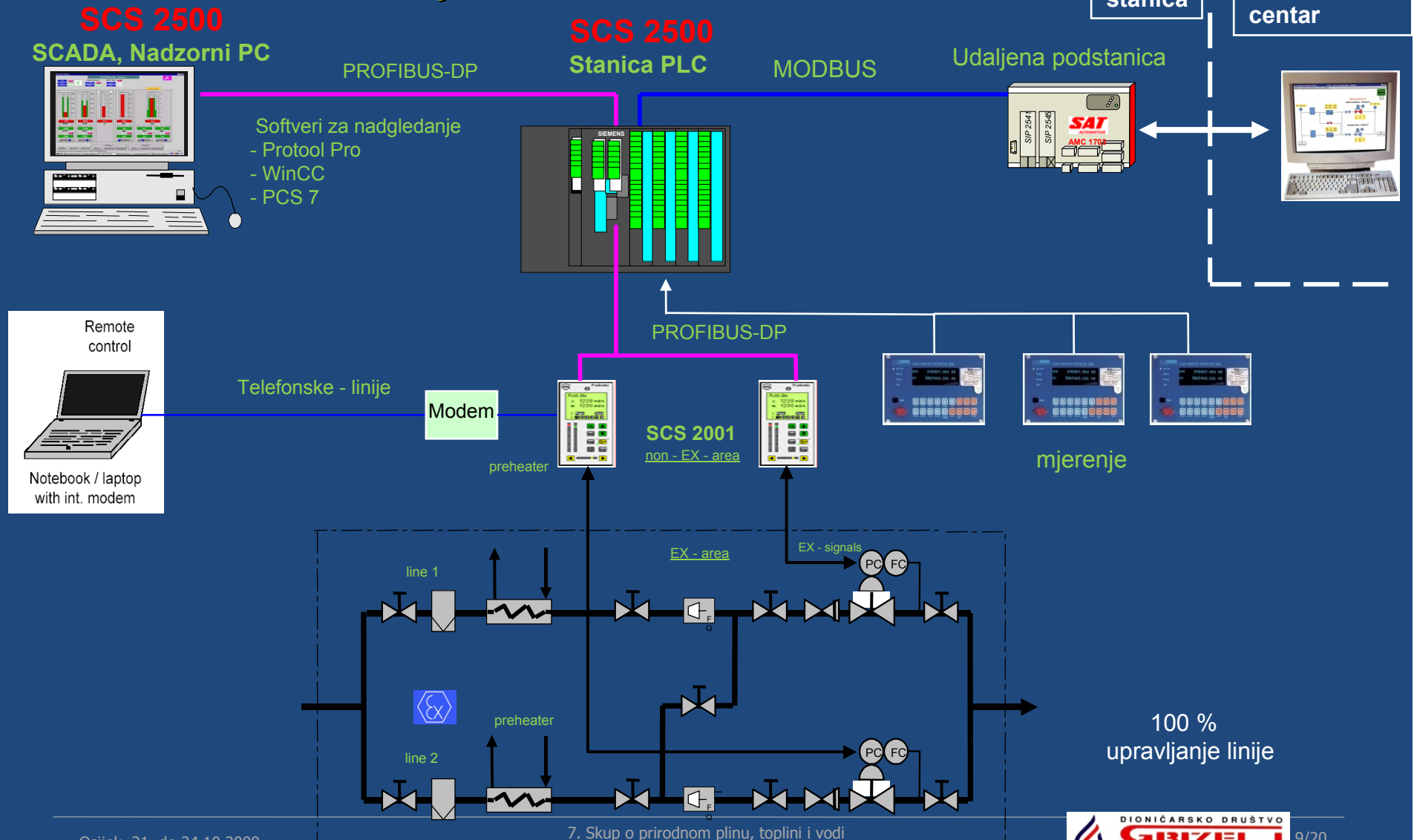
# Stanica - Upravljanje - Sistem SCS 2510

## Kontrola temperature sistema grijanja





# Stanica- Upravljanje - Sistem SCS 2500 decentrična automatizacijska struktura





# Tehnologija automatizacije

## Tipovi ventila za upravljanje protokom i tlakom

**1. Upravljanje tlaka i protoka plina sa elektro-pneumatskim upravljačima (aktuatorima) na instalaciji,**

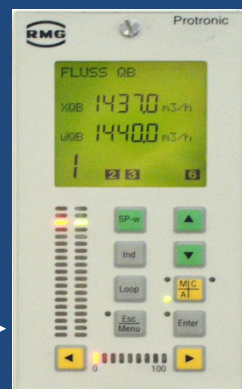
**2. Upravljanje tlakom i protokom plina sa upravljačima (aktuatorima) na instalaciji,**

**3. Daljinsko upravljanje tlakom sa upravljačima (aktuatorima) na instalaciji.**



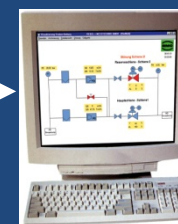
## Upravljanje tlaka i protoka plina sa elektro-pneumatskim upravljačima - aktuatorima

SCS 2001  
kontroler



Upravljačka stanica i glavni ventil  
odobrene od strane DIN-DVGW

Modbus RTU



Dispečerski  
centar

Računar za  
protok



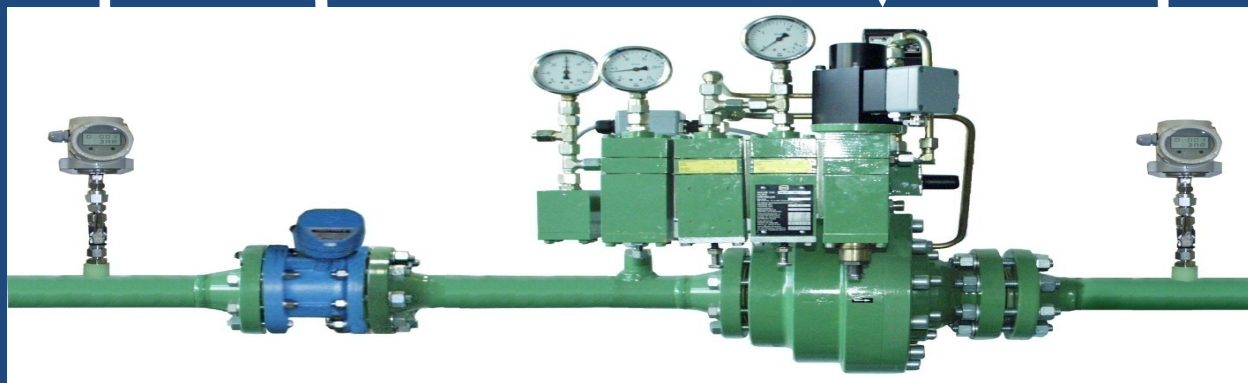
Upravljač RMG 658



Modulator pulsa  
RMG 110 a

stanica

Transmitter  
tlaka



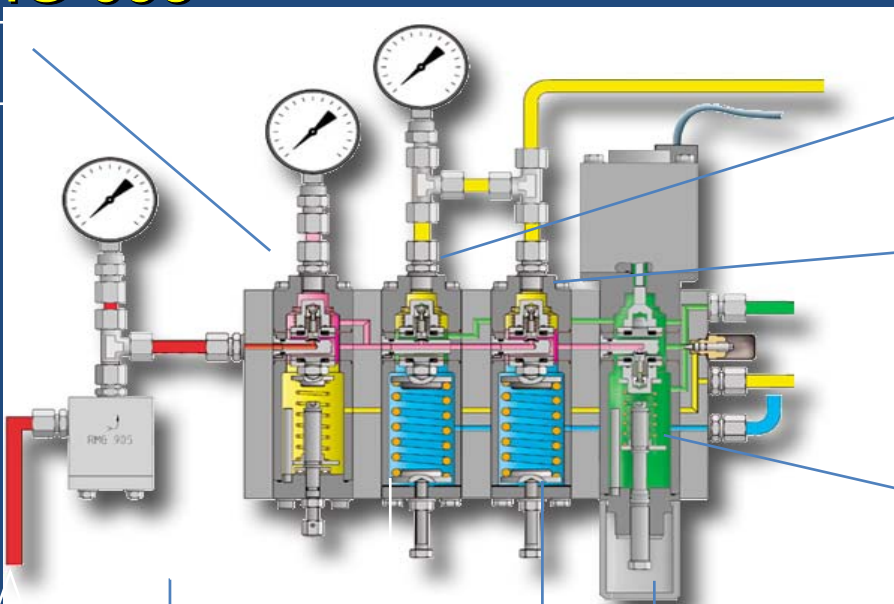
Transmitter  
tlaka

Mjerač protoka

RMG 512

# Funkcija elektro-pneumatskih upravljača RMG 658

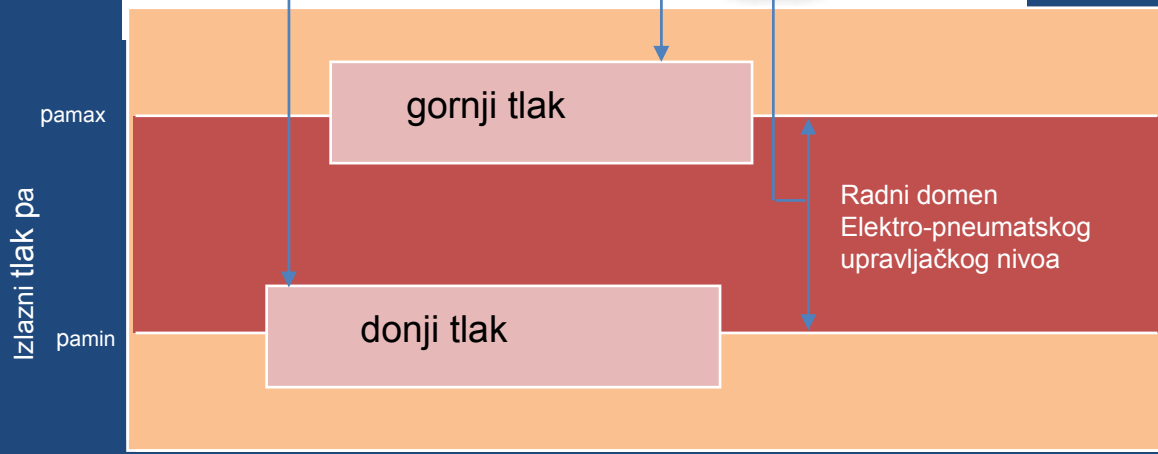
nivo ograničenog  
punjena



upravljanje nivo I  
 $p_{amin}$

upravljanje nivo II  
 $p_{amax}$

elektr./pneumatski  
upravljački nivo







## Tehnologija automatizacije

### Upravljanje tlaka i protoka plina sa elektro-pneumatskim aktuatorima

#### Prednosti:

**Velika preciznost upravljanja tlakom i protokom plina**

**RMG 658 sa aktuatorima garantuje minimum i maksimum tlaka u cijevovodu bez električnog napajanja 220V/50Hz**

**Kratko odzivno vrijeme da dostigne podešene vrijednost.**

**Električno napajanje 24 V DC (akumulatorsko)**

#### Nedostaci:

**Pneumatski ventili zahtjevaju da djeluje minimalni diferencijalni tlak (0.5 - 2 bar, zavisno od tipa ventila)**



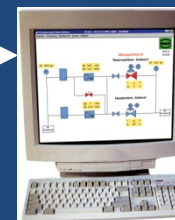
# Upravljanje tlaka i protoka plina aktuatorima

SCS 2001  
kontroler



Modbus RTU

Upravljač i glavni ventil  
odobrena od strane DIN-DVGW



Dispečerski  
centar

stanica

transmitter  
tlaka



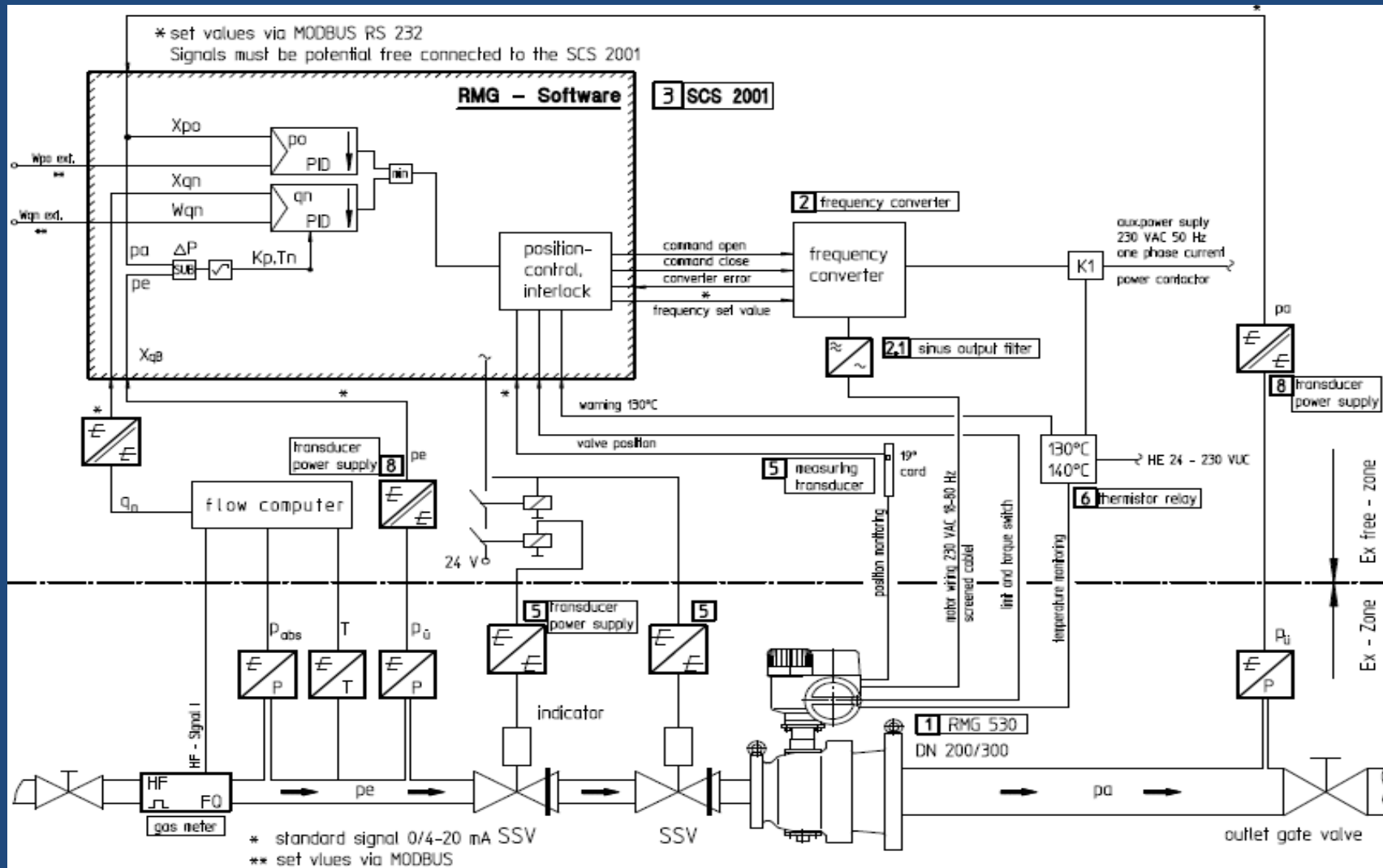
transmitter  
tlaka

ventil za upravljanje protoka





# Upravljanje tlaka i protoka plina aktuatorima





# Tehnologija automatizacije

## Upravljanje tlakom i protokom plina aktuatorima

### Prednosti:

**Velika preciznost upravljanja tlaka i protoka plina**

**Neophodan veoma mali diferencijalni tlak**

**Poništavanje zaštite protoka sa upravljačkim softverom**

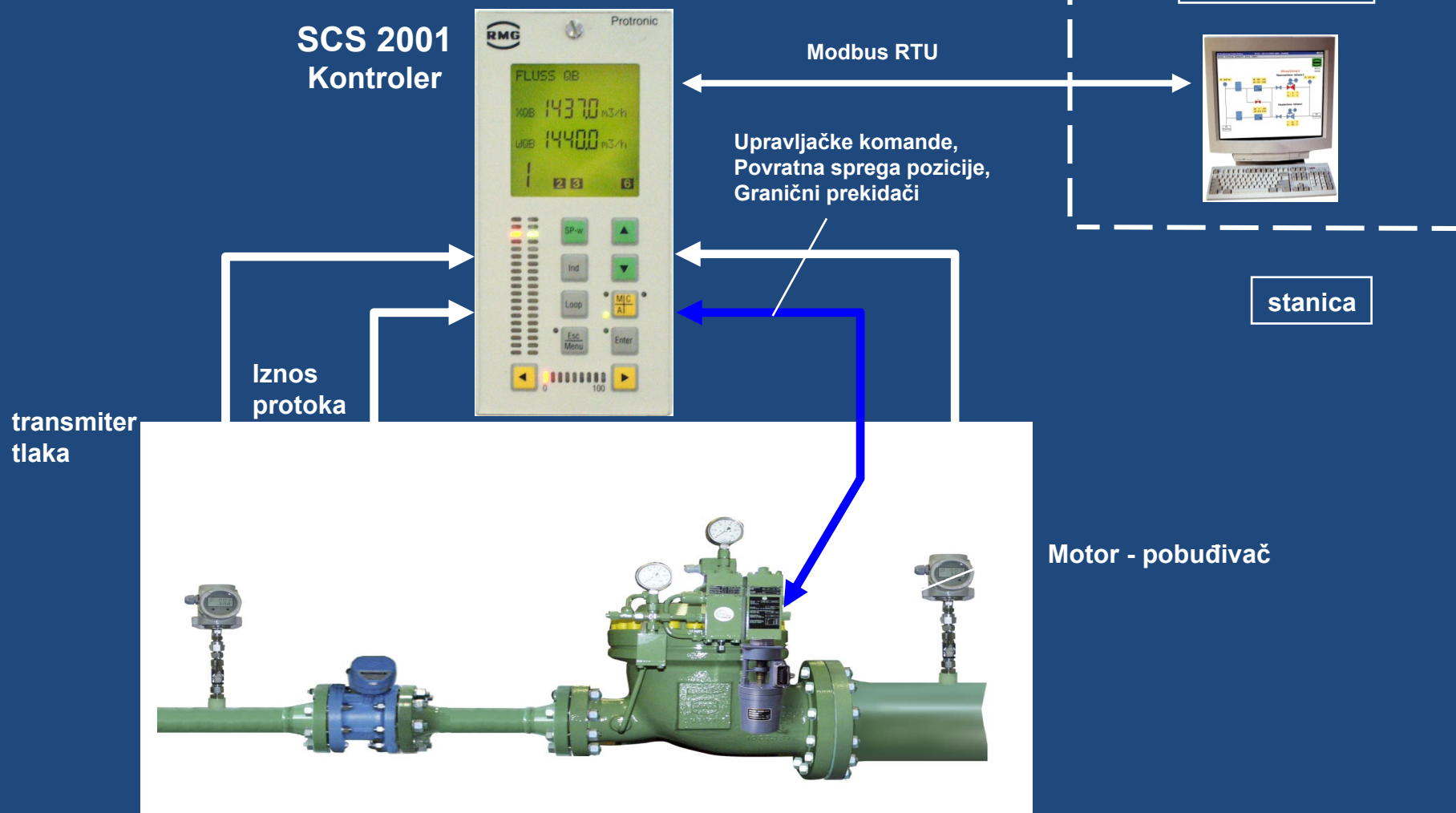
**Protok može biti ostvaren u dva pravca**

### Nedostaci:

**Relativno dugo odzivno vrijeme do postizanja podešene vrijednost, (minimalno udarno vrijeme da se otvori ventil od 0 - 100 %, potrebno je od 1 do 5 min, zavisno od veličine ventila)**

**Ventili za upravljanje protokom zahtjevaju veće geometrijske zapremine u izlaznom cijevovodu nego standardni pneumatski ventili.**

## Daljinsko upravljanje tlaka sa motorno-pobuđenim pneumatskim upravljačima na pneumatske ventile





## Tehnologija automatizacije

### Daljinsko upravljanje tlaka sa motorno-pobuđenim aktuatorima

#### Prednosti:

**Velika preciznost upravljanja protoka**

**U slučaju nestanka el. energije, posljednja podešena vrijednost je zagarantovana**

**Sistem može direktno napojiti elektrane, turbine i plamenike za sagorijevanje plina.**

#### Nedostaci:

**Upravljanje protokom ne može biti dovršeno, jedino zaštita mjerača protoka.**



# Tehnologija automatizacije

## Elektronsko upravljanje temperature plina

Neophodno za plinske stanice sa velikim diferencijalnim tlakom i dinamičnim promjenama iznosa protoka.

### Dužnosti upravljanja:

#### 1.) Izlazno upravljanje temperature sa promjenom pregrijavačkog opticanja vode

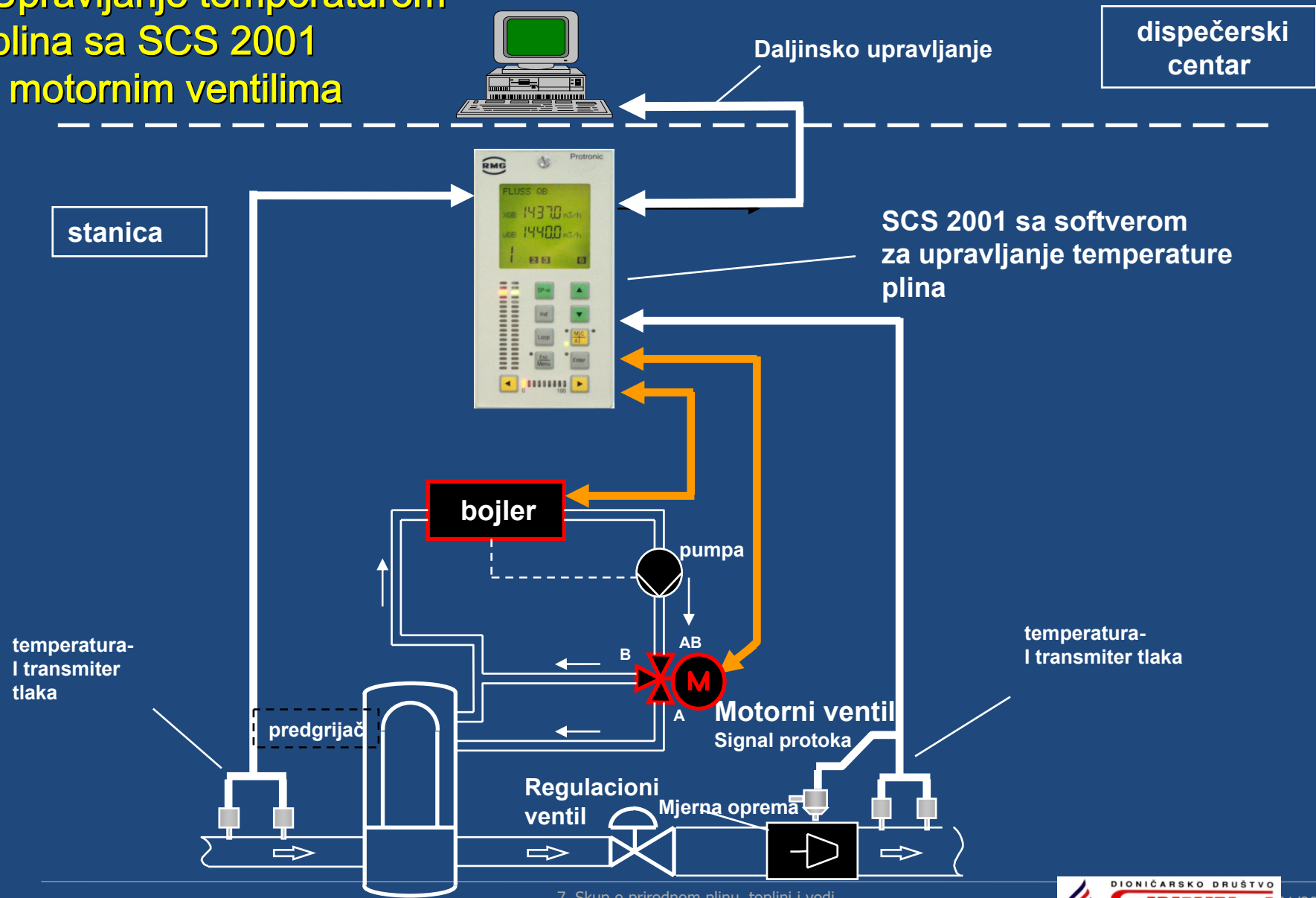
- koristeći ventile za upravljanje temperaturom
- koristeći pumpe za upravljanje frekvencijom

#### 2.) Provodnost temperature bojlera uzimajući u obzir Joule-Thomson - ov efekat, koji ovisi o iznosu propuštanja protoka i tlaka.

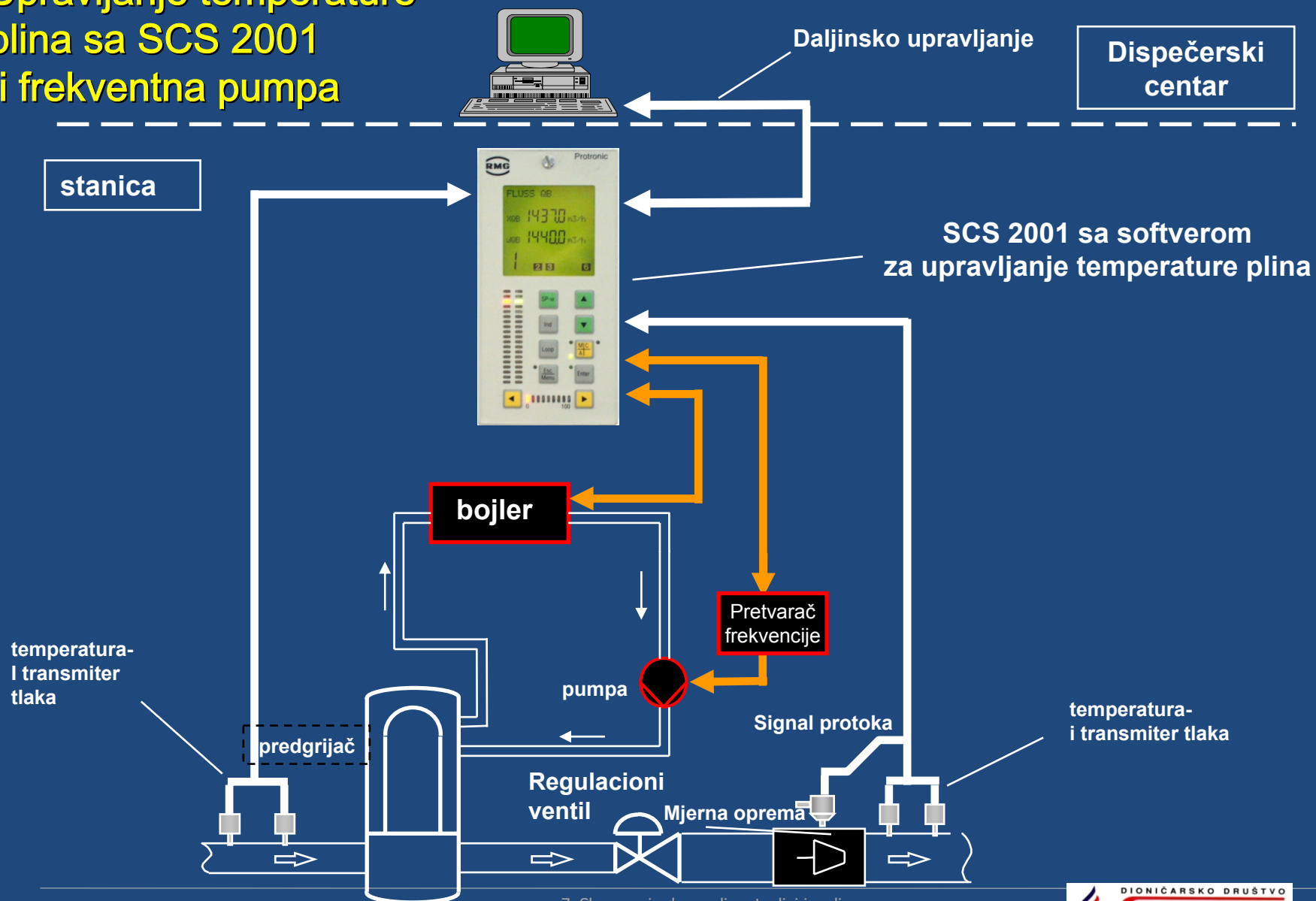
**Prednosti:** - smanjenje upotrebe vlastite energije iz sistema bojlera sa opadajućom temperaturom bojlera i predgrijača u slučaju malih potreba energije (mali protok i/ili mali propušteni tlak)

- dinamično upravljanje temperaturom plina sa velikom preciznošću
- dodatno korištenje transmitera spriječava kondenzaciju vode u izlaznom cijevovodu.

# Upravljanje temperaturom plina sa SCS 2001 i motornim ventilima



## Upravljanje temperature plina sa SCS 2001 i frekventna pumpa





## Reference sistema upravljanja u stranim zemljama

(U Njemačkoj više od 1000 sistema u radu)

- Austrija, Oberösterreichische Ferngas, TIGAS, Linz AG (12 Stanica)
- Belgija (1 Stanica)
- Kina, BHNG Tongzhou (1 Stanica)
- Češka Republika, SMP, VCP (10 Stanica)
- Danska, DONG (15 Stanica)
- Grčka, Depa Athens (1 Stanica)
- Mađarska, Budapest (3 Stanice)
- Indonezija, Panaran (1 Stanica)
- Luksemburg, Service du Gas (15 sistema upravljanja)
- Holandija, Gasunie, Maasvlakte (2 stanice)
- Poljska (1 stanica)
- Portugal (4 stanice)
- Rumunija, Transgas, Distrigas (4 stanice)
- Republika Slovačka, Nitra (1 Stanica)
- Švicarska, EGZ, GVM, IBC, Gaznat (25 Stanica)
- Turska, Ankara (2 stanice)



# **Nominacija potrošnje i alokacija - stanje i iskustva iz Mađarske -**

**Istvan Gyerman**

**Sveučilište u Pečuhu**

**Ekonomski fakultet**

**Doktorska škola za regionalnu politiku i ekonomiju**

# Zakonska pozadina

- Zakon o tržištu plina (2008)
- Vladina uredba 19/2009
- Uredba Ministarstva gospodarstva 96/2003.
- Pravilnik o organiziranju tržišta plina (stupio na snagu 1. siječnja 2004. god., modificiran u travnju 2009. god.)

## Nominacije:

- Na transportni sustav
- Na distributivni sustav
- Na skladišni sustav

# Opće karakteristike nominacije

- Plinski dan, tjedno (ponedjeljak-nedjelja)
- Ulazne-izlazne točke (transportnog, skladišnog, distributivnog sustava)
- Ugovor o korištenju sustava
- Nominacija, renominacija
- Profilirani potrošači
- Cilj: uravnoteženje sustava

# Opća pravila nominacije

- IP, mail fax, telefon - dan prije plinskog dana
- Dnevna
  - Do 12:00 – slanje nominacije
  - Do 13:00 – greške
  - Do 14:00 – dopuna
  - Do 18:00 – povratna informacija
- Tjedna
  - Četvrtak do 12:00 – slanje nominacije
  - Do 14:00 - greške
  - Do 15:00 - dopuna

# Opća pravila nominacije – II.

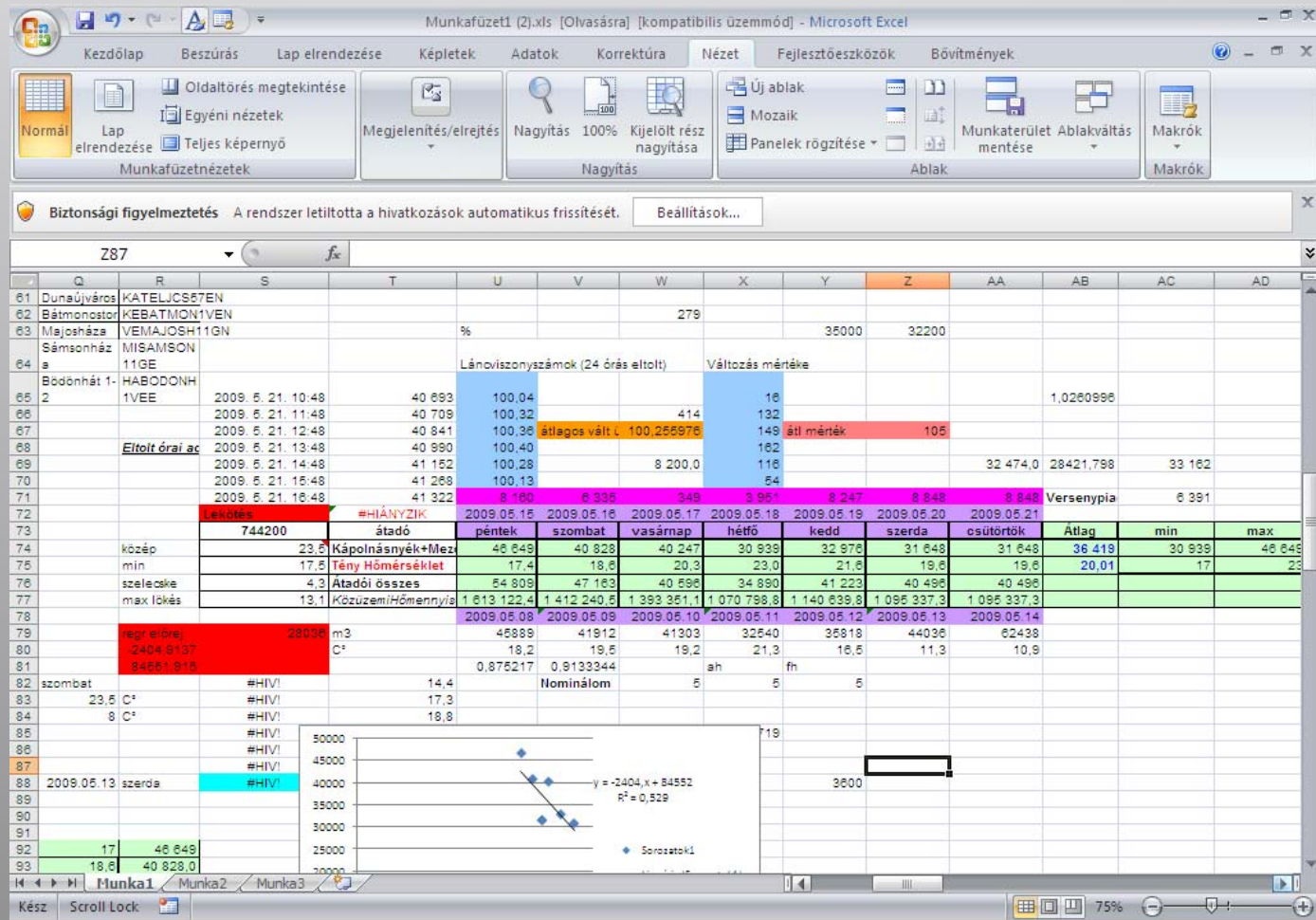
- Renominacija
  - Prije plinskog dana
    - Do 21:00 – renominacija
    - Do 22:00 – greške
    - Do 23:00 – dopuna
    - Do 01:00 – povratna informacija
  - Na plinski dan
    - Sat vremena – temeljem obavjesti transportera

# Raspoložive informacije

- Meteorološki podaci
  - Prognoza temperature i vjetra DHZ za naredna 72 sata (svakog dana do 13.00)
  - Prognoza temperature DHZ za naredna 24 sata (svakog dana do 18.00, “update” dnevnih podataka)
- Alokacije za svaku primopredajnu stanicu i mjesto potrošnje za prethodni dan
- Nominacija potrošača sa angažiranim kapacitetom iznad 500 m<sup>3</sup>/h (svakog dana poslije 18.00)
- Satna potrošnja primopredajnih stanica
- Interne informacije, povijest podataka

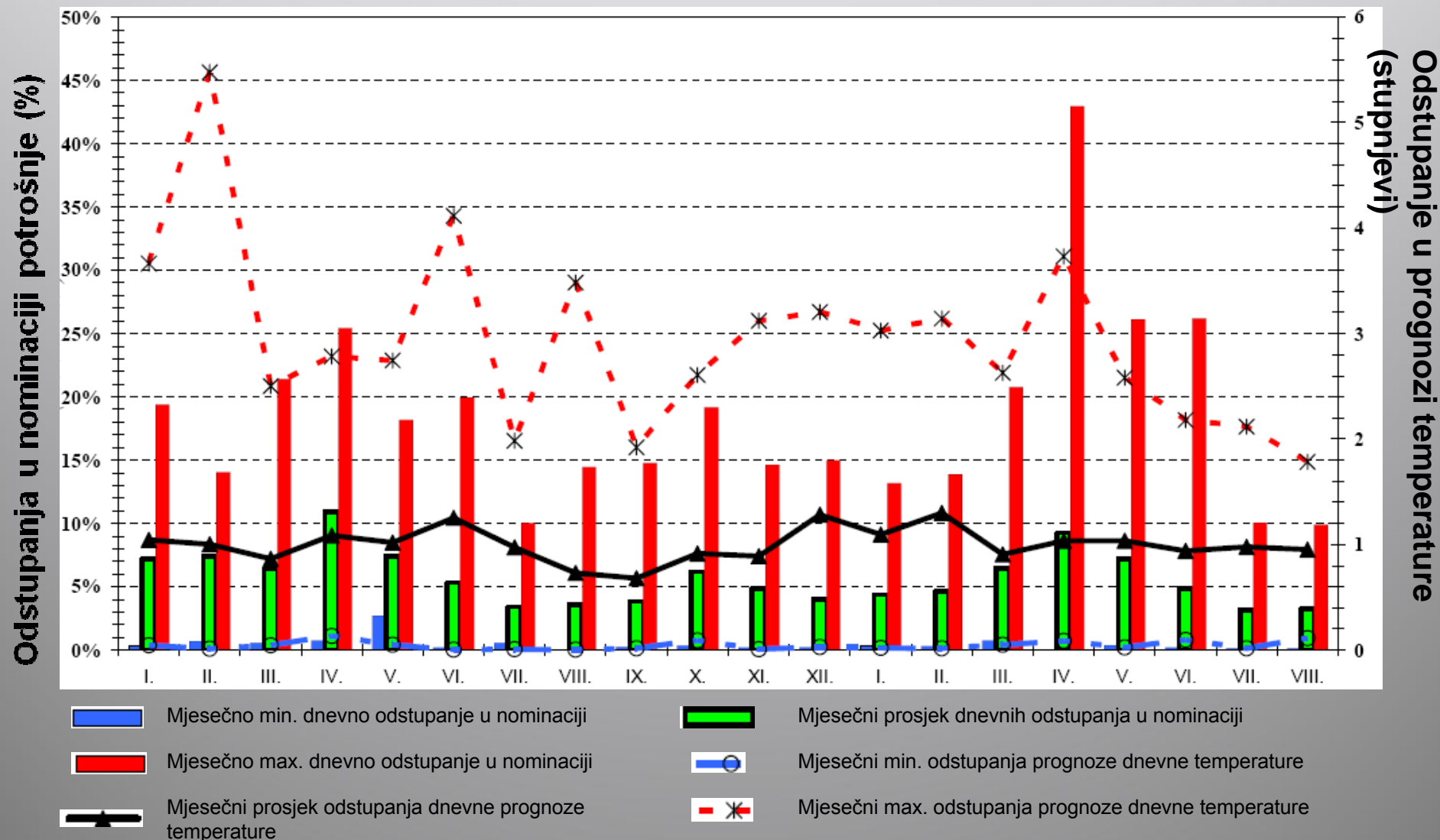
# Moguća metodologija

- Multilinearna regresija temeljem podataka o temperaturama, vjetru, satnoj potrošnji na stanicama i temeljem alokacija prethodnog dana – temperaturno ovisno razdoblje
- Alokacija prethodnog dana i slični dani u tjednu – temperaturno neovisno razdoblje
- Pronalaženje sličnog dana pomoću algoritama
- Excel podloga Visual Basic makroi

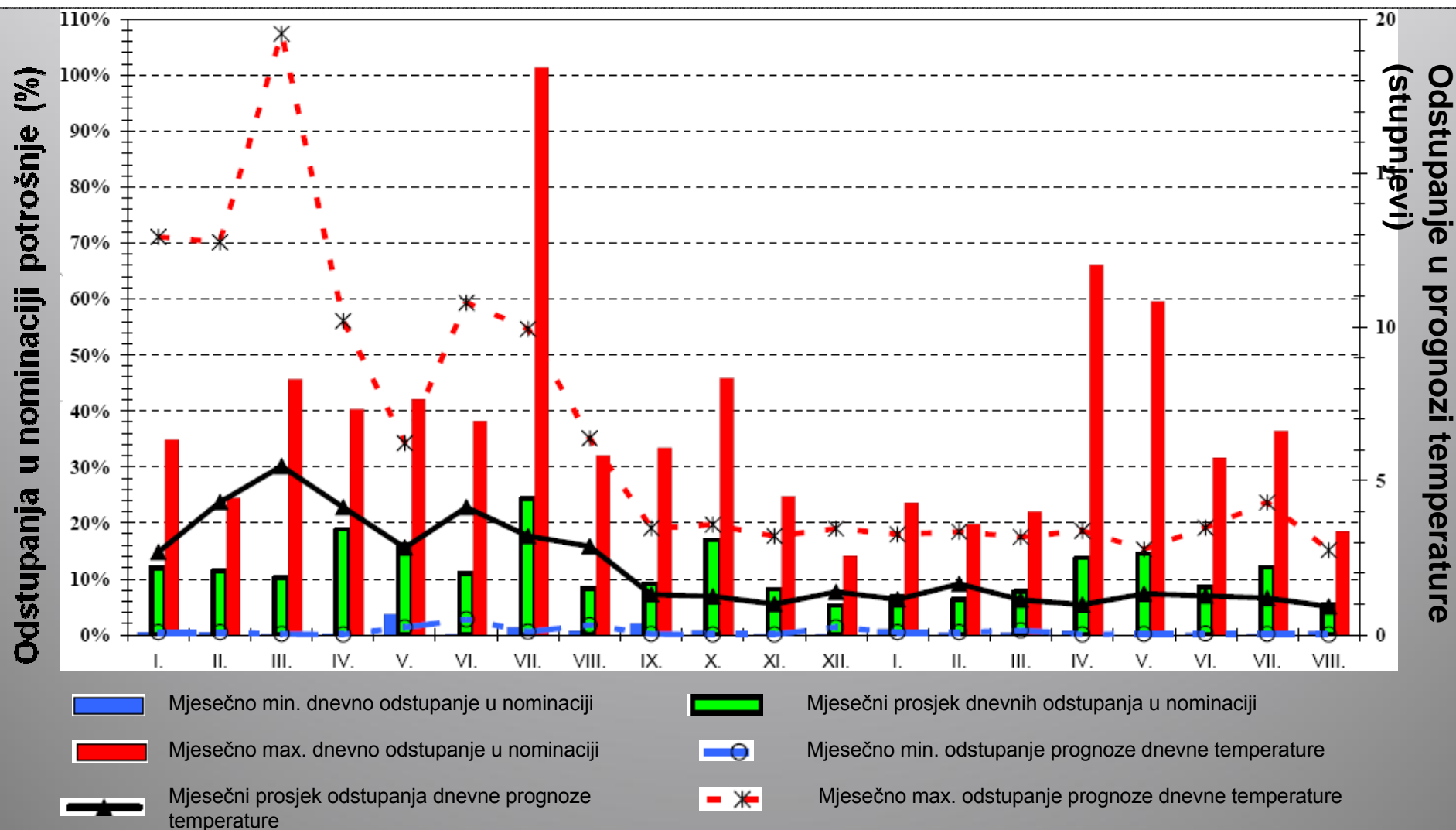




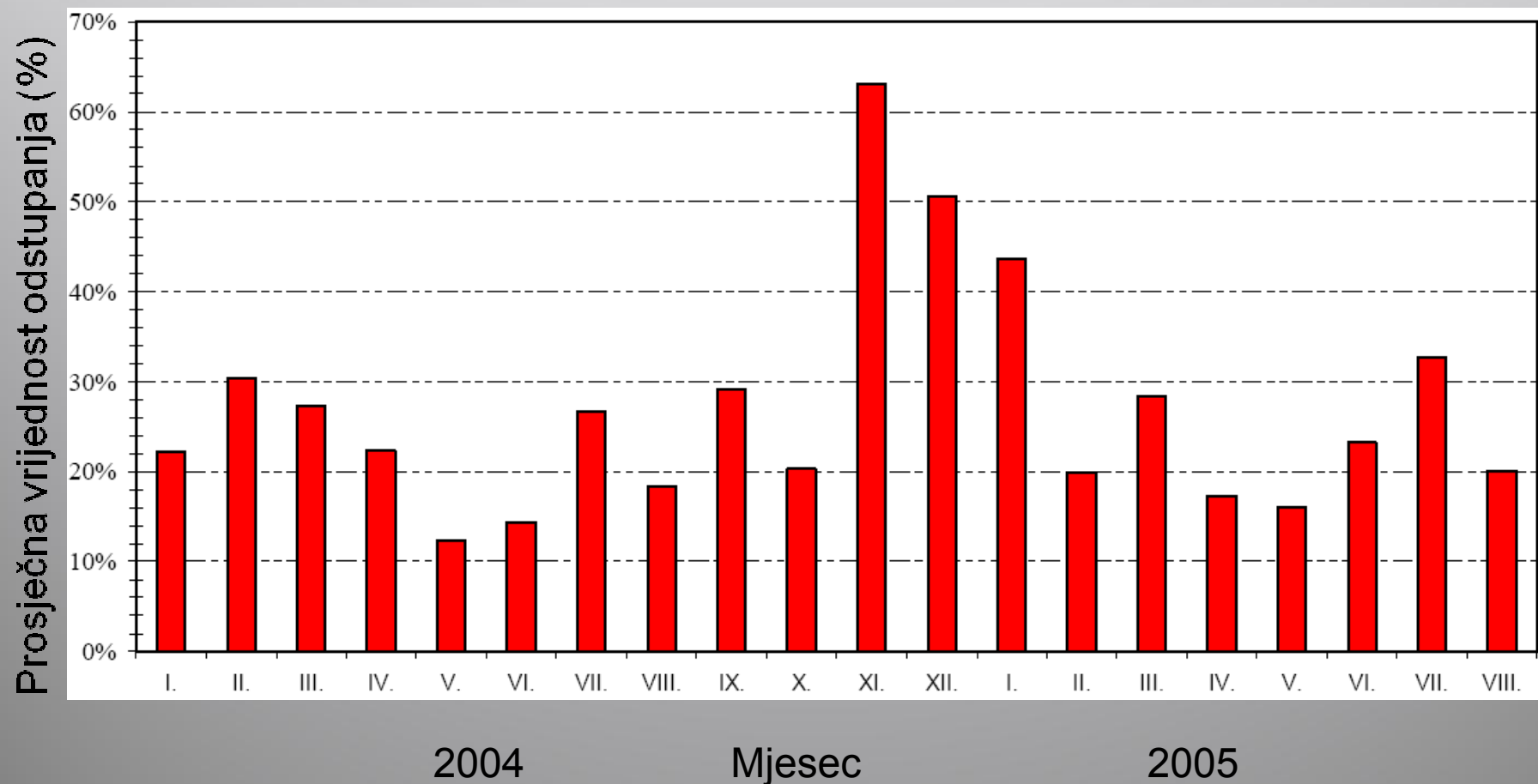
# Prikaz odnosa odstupanja u nominaciji potrošnje (%) i odstupanja u prognozi temperature (stupnjevi) na razini društva (2004-2005)



# Prikaz odnosa odstupanja u nominaciji potrošnje (%) i odstupanja u prognozi temperature (%) na razini društva (2004-2005) za slučaj temperaturno ovisne potrošnje



# Mjesečni prosjek dnevnih odstupanja u nominaciji potrošača koji troše iznad 500 m<sup>3</sup>/h (ukupno 36 potrošača i 49 mjesta potrošnje)



# Zaključci - problemi

- Veliki potrošači svoju potrošnju planiraju na bazi m<sup>3</sup>, a ne na bazi MJ
- Vrijeme koje je na raspolaganju za preciziranje nominacija u plinskom danu je prekratko
- Nepouzdana mailovi. Događa se da mailovi stignu kasno
- Preveliki broj stanica, premalo ljudi
- Greške se ne penaliziraju

# Hvala na pozornosti!

**Sveučilište u Pečuhu**

Ekonomski fakultet

Doktorska škola za regionalnu politiku i ekonomiju

Istvan Gyerman, prof.

[istvan.gyerman@externet.hu](mailto:istvan.gyerman@externet.hu)

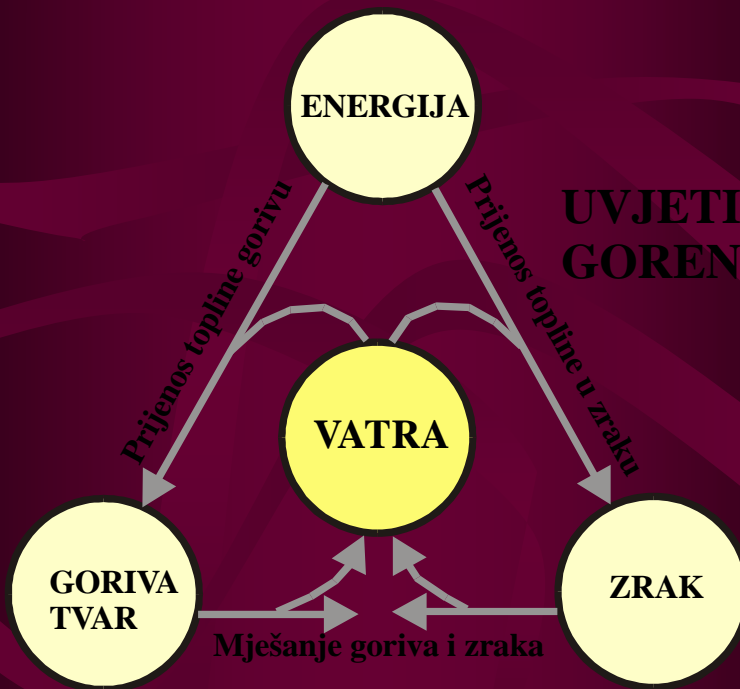
+36 20 228 32 35

+385 91 450 2461

# Zaštita od požara i plinska postrojenja

## 7. Skup o prirodnom plinu, toplini i vodi

# Uvjeti gorenja



## Principi zaštite od požara

- Sprečavanje nastanka požara:
  - Primarna preventiva djelovanjem na gorivu tvari i zrak, te smjese
  - Sekundarna preventiva djelovanjem na energetska vrela i mogućnosti interakcije sa smjesama goriva sa zrakom
- Smanjenje štete od nastalih požara:
  - Tercijarna preventiva
  - Intervencije



## Primarna preventiva

- Djelovanje na gorivu tvar
  - Zamjena gorive ne gorivom ili manje gorivom
  - Smanjenje količine gorive tvari
- Djelovanje na zrak
  - Smanjenje koncentracije kisika u zraku
- Djelovanje na smjese
  - Odvajanje goriva od zraka
  - Smanjenje koncentracije goriva u zraku

## Učini primarne prevencije

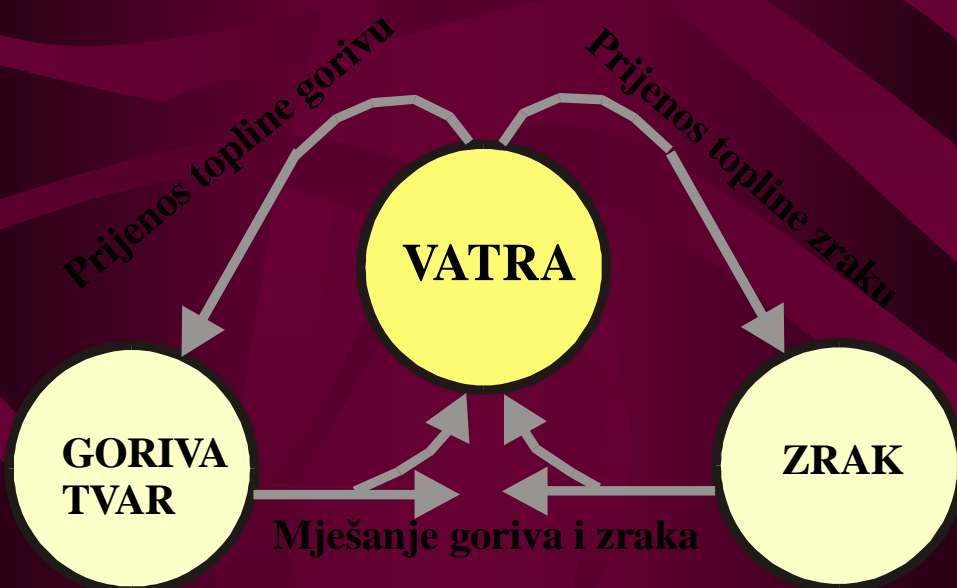
- Prostori s povećanom opasnosti od požara:
  - Granice prostora
  - Označavanje
  - Požarna opterećenja
- Prostori ugroženi od nastanka eksplozivnih smjesa:
  - Definiranje izvora opasnosti
  - Definiranje ventilacije
  - Određivanje zona Plinovi 0, 1, 2; prašine 20, 21, 22

## Sekundarna prevencija

- Provodi se u zonama opasnosti od nastanka požara i zonama ugroženosti od eksplozivnih smjesa
- Djeluje se na:
  - Otklon svih izvora paljenja
  - Smanjenja njihove jačine
  - Otklon mogućeg dodira izvora sa tvarima ili smjesama

# Nastanak štetnog događaja

## PROCES GORENJA



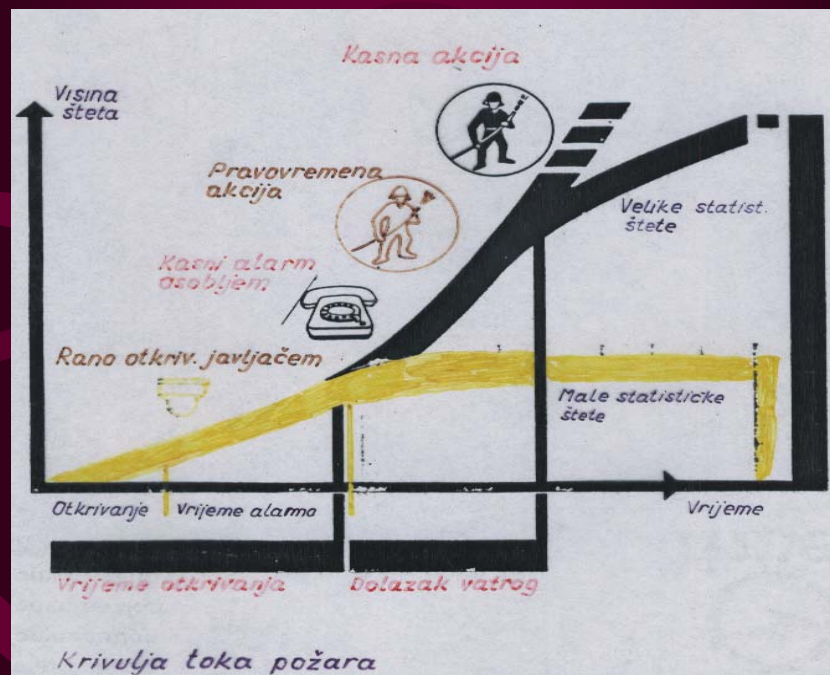
## Tercijarna prevencija

- Građevinske mjere zaštite
- Instalacije i uređaji za dojavu požara
- Stabilne instalacije za gašenje
- Vatrogasni aparati
- Posebne instalacije za vatrogasce
- Instalacije za hlađenje konstrukcija i spremnika

## Građevinske mjere zaštite

- Lokacija:
  - Utvrđivanje požarnih područja
  - Sprečavanje požarnih “mostova”
- Objekti:
  - Izvedba otporna na požar
  - Izvođenje požarnih prepreka u cilju stvaranja požarnih sektora
  - Instalacije za odvod dima i topline nastalih u požaru

# Dojava požara



## Stacionarni sustavi gašenja

- Hidrantska mreža
  - Mokra ili suha
  - Vanjska ili unutrašnja
- Uređaji za gašenje
  - Sprinklerski uređaji
  - Drenčeri, vodene zavjese, tuševi
- Uređaji za gašenje plinom
  - CO<sub>2</sub> uređaji
  - Halonski uređaji
- Specijalni uređaji



# Označavanje



POŽARNI  
TELEFON

H

HIDRANT



VATROGASNI  
APARAT



POŽARNI  
ALAT

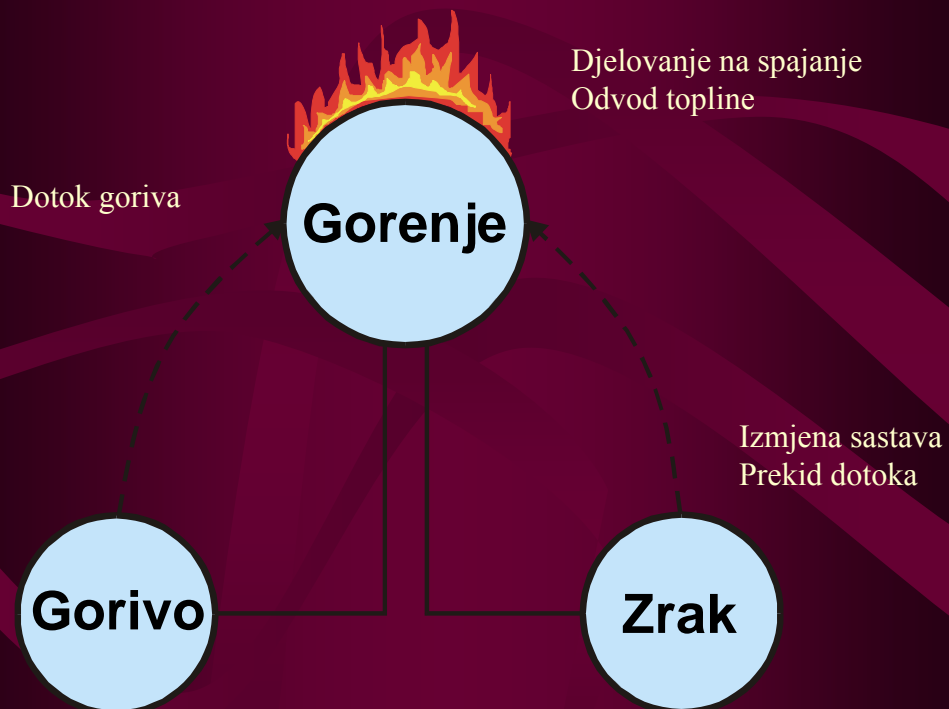


POŽARNE  
LJESTVE



VATROGASNI  
PRISTUP

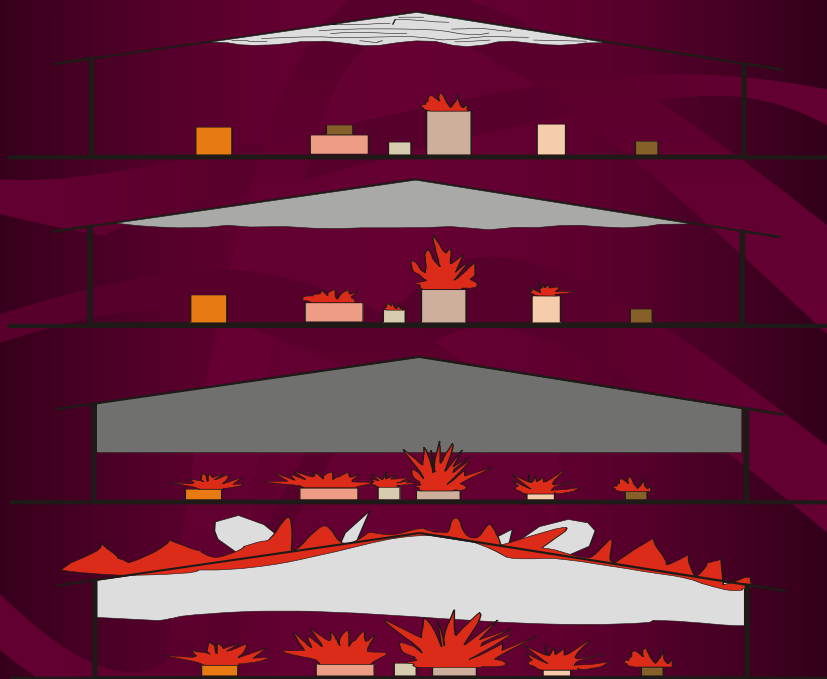
# Prekid gorenja



## Požari u manjim prostorima

- Početno gorenje se širi u prostoru i troši kisik
- Smanjenje koncentracije u zraku je zbog trošenja i pojave plinova potpunog izgaranja
- Nastanak nepotpunog izgaranja, pojava ne izgorjelih plinova, dima i čađi
- Gorenje može posve prestati ili tinjati

# Požari velikih prostora



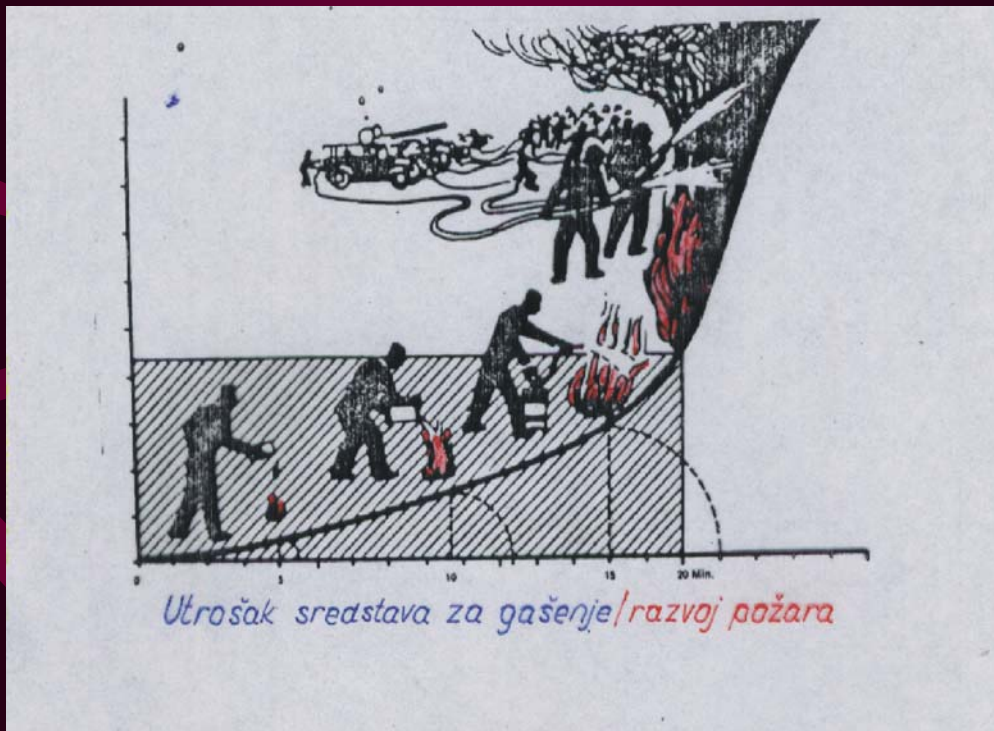
# Razvoj požara



## Proces u požaru



# Uspješnost gašenja



# Intervencije

- Podjela intervencija
  - Evakuacija ljudi i životinja
  - Spašavanje ako nije moguća evakuacija
  - Gašenje-prekidi procesa gorenja
- Taktike gašenja
  - Gašenje požara na osobama
  - Sprečavanje širenja požara
  - Aktivno gašenje požara
  - Nadzor nad zgarištem



## Plinska postrojenja

- Eksplozije u plinskim postrojenjima
  - Male količine plina u smjesi s zrakom
  - Razaranje postrojenja
  - Ugrožavanje ljudi i okoline
  - Analize rizika
- Požari u plinskim postrojenjima
  - Mogu nastati iza eksplozija
  - Velike količine gorivih tvari
  - Posebni postupci gašenja

## Sprečavanje nastanka eksplozije

- Analiza postupaka primarne prevencije:
  - Hermetizacija i njezina pouzdanost
  - Utvrđivanje zona ugroženosti od nastanka eksplozivnih smjesa
  - Definiranje rizika
- Primijenjeni postupci sekundarne prevencije
- Sustavi održavanja i eksploatacije

## Smanjenje šteta

- Lokacija ugroženih postrojenja
- Konstrukcija protiv eksplozijska izvedba
- Sustavi odušavanja produkata eksplozije na sigurna mjesta
- Sustavi gušenja ili gašenja
- Automatizacija i smanjenje broja ljudi u rizičnim područjima

# Požari plinskih postrojenja



## Uzroci požara

- Nekvalitetan projekt i izvedba
- Ne pridržavanje tehnoloških zahtjeva
- Loše održavanje
- Prometni udesi
- Nemarnost
- Namjera
- Vanjska djelovanja

Stjepan Pavliša, ing.el.  
PAVLIŠA OBJEKTI d.o.o.  
Dubrovčan 33B  
49214 Veliko Trgovišće

Tema : Primjena mjera sigurnosti za elektrotehničke instalacije  
niskog napona u sustavima katodne zaštite

Sažetak:

Sustav katodne zaštite je specifična niskonaponska električna instalacija koja osim funkcionalnih zahtjeva mora zadovoljavati i niz mjera za sprečavanje štetnog djelovanja električne energije u radu njene opreme.

Kao i kod svakog drugog postrojenja ili sustava koji koristi električnu energiju postoji opasnost od strujnog udara i opasnost od nastajanja i širenja požara. Budući da se često u praksi sustavi katodne zaštite podrazumijevaju samo kao sustavi za zaštitu od korozije metalnih konstrukcija, mnogi projektanti u projektima daju samo funkcijska rješenja sustava katodne zaštite bez osnovnih mjera za zaštitu ljudi i imovine kod uporabe električne energije.

Stoga je ovaj rad posvećen promatranju pojedine opreme za katodnu zaštitu s kratkim opisom funkcije, te s opisom opasnosti koje mogu pri njihovom radu nastati uslijed nepravilnog izbora i dimenzioniranja opreme i instalacije ili njenog održavanja, kao i opis mjera koje treba poduzimati da se spriječi nastajanje neželjene opasnosti ; strujni udar, požar ili zagađenje okoliša.

Potrebno je spriječiti da se u tijeku rada na katodno šticećenim čeličnim konstrukcijama (cjevovodima) ne pojave nedopušteni povišeni naponi, a u instalaciji sustava katodne zaštite da prevelika strujna opterećenja ne izazovu požar.

Djelovanje sustava katodne zaštite je ujedno i mjera za zaštitu okoliša, međutim treba voditi brigu da i sama oprema, odnosno materijali koji se u sustavima katodne zaštite ugrađuju, budu takvi da njihovo uklanjanje po završenoj funkciji ili trošenju u tijeku rada ne ugrožava okoliš.

Topic: Appliance of safety measures for low voltage electric installation in cathodic protection system

Abstract:

Cathodic protection system is specific low voltage electric installation which, besides functionality demands, must fulfill line of prevent steps in order to avoid harmful electric effects.

Cathodic protection system, as well as any other electrically powered facility may cause electric shock or fire outspread. Regarding the fact that often in praxis cathodic protection is considered only as a corrosion protection of metallic structures, significant number of design engineers avoids to include safety precautions as a part of cathodic protection design.

This paper intention is to observe cathodic protection equipment with short functionality description, description of dangerous situation when malfunction occurred, and undertaken measures as a prevention of electric shock, fire, or environment pollution.

While cathodic protection running, it is necessary to prevent high voltage loads on protected pipeline, and in cathodic protection installation to avoid high current loads → may cause fire.

Corrosion protection, implemented as a cathodic protection system is at the same time environment protection. However, it is an obligation to take care that equipment materials, integrated in cathodic protection system must be harmless, once they pass their life time.

## **Horizontalan i vertikalni slijed propisa i normi**

Projektiranje, gradnja i održavanje bilo kojeg dijela građevine osim u cilju zadovoljenja funkcija moraju se primijeniti mjere za rad na siguran način kako za radnike tako i za okoliš. Međutim često mnogi sudionici građenja daju prioritet funkciji pojedine instalacije ili dijela građevine bez provjere da li ona svojim radom narušava neki od osnovnih zahtjeva za sigurnost same građevine. Kada je riječ o očuvanju stabilnosti metalne konstrukcije koja je katodno štíćena i neminovno ima veću sigurnost rada, sam sustav katodne zaštite također mora raditi na siguran način. Odnosno svojim radom ne smije izazvati strujni udar ili požar u vlastitoj instalaciji ili u okruženju. Dakle, osoba koja će odlučiti da se na građevini primjeni sustav katodne zaštite sa stanovišta stabilnosti uporabom protiv-korozivne zaštite, mora projektiranje i izvedbu sustava katodne zaštite povjeriti elektrotehničarima zbog elektrotehničke instalacije i opreme sustava katodne zaštite. Potrebno je poštivanje propisa u horizontalnom slijedu, odnosno tehnički propisi građevinske i/ili strojarke struke (konstrukciju treba zaštititi od korozije), moraju se nadopunjavati primjenom propisa iz elektrotehnike (katodna zaštita – elektrotehničke instalacije), odnosno primjenjivati strukovne norme.

Slijedom pravila zaštite na radu, zaštite od požara i zaštite okoliša kod konstruiranja instalacije i oprema (uređaja) katodne zaštite isti trebaju zadovoljiti najmanje slijedeće kriterije :

- da svojim radom ne stvore opasnost za strujni udar
- da električna struja ne stvara prekomjerno zagrijavanje instalacija i elemenata, to jest ne izazove požar ili ne pospješuje njegovo širenje
- da svojim radom ne zagađuju okoliš
- da poduzete mjere zaštite imaju predviđeni vijek trajanja i propisane postupke održavanja.

### **Mjesta izvora opasnosti za strujni udar**

U sustavu katodne zaštite kao i u svakoj drugoj elektrotehničkoj instalaciji svaki mogući direktni ili slučajni kontakt s metalnom masom može biti ujedno i dodir dijelova pod naponom.

Metalne mase se trebaju uzemljiti, odnosno zbog primjene električne energije na opremi i instalaciji katodne zaštite treba primijeniti mjere za zaštitu od direktnog i indirektnog strujnog udara.

U punoj primjeni treba biti Pravilnik o normativima za električne instalacije niskog napona (HRN SL. broj 53/88, 54/88 i NN broj 5/02).

Zbog navedenog, opremu katodne zaštite treba ugrađivati u kućišta od elektronevodljivih materijala, koristiti izolirane vodiče i mali radni napon preko odvojno-zaštitnih transformatora zbog mogućeg izravnog dodira katodno štíćene konstrukcije. A ako su kućišta za opremu katodne zaštite od metala ista se moraju uzemljiti.

Dodatnu opasnost za pojavu povišenog napona dodira na čeličnim ukopanim i neuzemljenim cjevovodima mogu izazvati okolna visokonaponska elektroenergetska postrojenja ili atmosferska pražnjenja. Ti naponi se automatski prenose i na kabele mjernih mjesta katodne zaštite koji su spojeni na cjevovod.

Odnosno, sabirnice s kabelima u kućištima po mjernim mjestima mogu biti trajno ili povremeno na povišenom naponu koji može biti iznad razine dozvoljenog dodirnog napona što predstavlja potencijalnu opasnost za ispitivača-održavatelja (ali i prolaznika). Stoga se mjerni stupići i spojne kutije mjernih mjesta trebaju izrađivati od elektronevodljivih materijala odnosno u skladu s propisima za elektroenergetske samostojeće razvodne ormare.

Za smanjenje trajnih i kratkotrajnih pojava povišenih (induciranih) napona na čeličnim cjevovodima sustave katodnih zaštita treba dopuniti s dodanom instalacijom i opremom sukladno Pravilniku za zaštitu cjevovoda od utjecaja elektroenergetskih postrojenja - norma HRN NC.O 105 i prema normi HRN EN 12954 Katodna zaštita ukopanih čeličnih konstrukcija- primjena na cjevovode.

Na samim cjevovodima često se nalazi pogonska oprema: pumpe, zasuni i sl. koje pokreću elektromotorni pogoni, pa i s te strane prijeti opasnost za strujni udar. Ako ne postoji galvansko

odvajanje elektromotornog pogona od cjevovoda koji je katodno štićen, kućište motora ne smije biti spojeno s neutralnim vodičem mreže već uzemljeno preko posebne opreme katodne zaštite, odnosno mora se primjenjivati TT sustav mreže.

### **Mjesta izvora opasnosti za nastajanje i širenje požara**

U elektrotehničkim instalacijama mjesta nastajanja požara su definirana kao prekomjerno zagrijavanje vodiča, sabirnica, kontaktnih spojeva i dijelova uređaja odnosno razvoda.

U sustavima katodne zaštite ispravljači – napojne stanice najčešće koriste klasični elektroenergetski razvod NN do 0,4 kV, a potom sam ispravljač, odnosno pretvarač postaje izvor istosmjerne struje sa svojim razvodom. Pravila za zaštitu od prekomjernog zagrijavanja u istosmjernim razvodima su nešto složenija od pravila za instalacije izmjeničnih struja. Razred zagrijavanja vodiča je viši, odnosno za istu razinu efektivne vrijednosti termičkog naprezanja kod istosmjernih struja, u odnosu na izmjenične, treba koristiti vodiče većeg presjeka za najmanje jedan red. Kako se istodobno radi i o korištenju napona do 50 V AC/DC, odnosno raspoloživ napon i izlaznog otpora ispravljača za slučaj kratkog spoja daju nešto složenije odnose za primjenu nadstrujnih zaštita – prekidača u odnosu na izmjenične sustave NN (0,4 kV). Presjeke kabela treba odrediti u odnosu na nazivnu struju  $I_n$  i maksimalnu struju kratkog spoja  $I_k$ , naravno uz predviđeno vrijeme prorade nadstrujne zaštite koje ne smije biti duže od dozvoljenih vremena isključenja kratkog spoja u sustavu.

$$S_{\min} = c_1 I_k t^2 / \text{mm}^2 = \text{minimalni presjek vodiča}$$

gdje je;

$c_1 = 8,7$  = koeficijent za bakar i instalacijske vodiče (tipske oznake P...)

$I_k$  = struja kratkog spoja,

$t$  = trajanje opterećenja vodiča u sekundama

Pritom  $t$  može biti do 10s napose kod drenažnih uređaja sa spojevima na tračnice HŽ-a ili tramvaja, a ukupni pad napona u vodiču uz nazivnu struju opterećenja ne smije biti veći od 5%.

Osim samih ispravljača – napojnih stanica pojava iskre kao uzročnik požara može biti svako mjesto spoja kabela na mjernom mjestu katodne zaštite ako se isto nalazi u prostoru s eksplozivnom atmosferom, stoga instalacije i opremu katodne zaštite koja može biti uzročnik paljenja treba instalirati izvan takvih prostora ili ih smjestiti u posebno izvedena kućišta.

Stoga norma HRN EN 12954:2001 posebno poziva paralelno na primjenu normi za prostore s eksplozivnom atmosferom. Isto tako postoje posebne izvedbe sustava katodnih zaštita i unutar prostora ugroženim eksplozivnom atmosferom ali sa žrtvenim anodama.

Slijedom opisa opasnosti svaka sabirnica za kabele katodne zaštite mjernih mjesta, pretvarači i ostala oprema katodne zaštite trebala bi biti smještena u kućišta od elektronevodljivih materijala, otporna na gorenje i širenje požara, odnosno tipizirana za IP zaštitu u odnosu na ostale utjecaje okoline.

### **Mjesta izvora opasnosti za zagađenje okoliša**

Specifičnost rada sustava katodne zaštite jest njen ogromni doprinos u sprečavanju korozije, odnosno ona ima posebno mjesto u mjerama sigurnosti cjevovoda i spremnika s opasnim tekućinama i plinovima jer zaustavljanjem korozije sprečava nastajanje korozijskih šupljina odnosno mjesta za neželjeno i nekontrolirano istjecanje opasnih tvari u okoliš.

Međutim, sustavi katodnih zaštita u svom radu koriste anode i mjerne sonde napravljene od različitih materijala koje se u tijeku rada otapaju i ulaze u okolno tlo. Razina zagađenje je pritom neusporedivo manja od onih opasnosti koje vrebaju da katodne zaštite nema, ali i o tome valja voditi računa. Stoga su tehnolozi razvili čitav niz novih materijala za anode (MMO) koji se ne otapaju, a membrane referentnih elektroda daleko manje ispuštaju sadržaj elektroda u okolinu.



U katodnoj zaštiti dugo godina su u primjeni prenaponski zaštitni uređaji tzv. polarizacijske ćelije sa KOH lužinom koja predstavlja izravnu opasnost za zdravlje radnika i okoliš, te umjesto njih treba ugrađivati prenaponske sklopove s poluvodičima (poluvodičke ćelije).

Materijali za kućišta i za samu opremu imaju kao i kod ostale elektrotehničke opreme svoje suprotnosti u zahtjevima. S jedne strane moraju biti postojani i otporni na vanjske utjecaje i povećana zagrijavanja, požar i sl., a s druge strane se zahtjeva njihova laka razgrađivost u procesima recikliranja. Međutim taj dio nije predmet ovog članka.

### **Zaključak :**

Odluka i ugradnja sustava katodne zaštite samo s aspekta sprečavanja korozije kao tehnološko rješenje za dotičnu konstrukciju samo je na prvi pogled dovoljna, jer instalaciju i opremu katodne zaštite treba pravilno dimenzionirati uz primjenu svih mjera za rad na siguran i pouzdan način. Sustav katodne zaštite osim svoje funkcijske zaštite čelične konstrukcije od korozije, treba koristiti električnu energiju na siguran način, odnosno svojim radom ne smije izazvati strujni udar, požar ili zagađenje okoliša.

Umjesto zaključka sastavio sam jednu tabelu opreme za katodnu zaštitu s opisom opasnosti i opisom zaštitnih mjera uz primjenu određene norme iz popisa norma. Broj u okrugloj zagradi naznačuje broj ispred norme u popisa norma.

Redni broj:	Opis mjesta/opreme	Uzrok opasnosti	Vrsta opasnosti	Mjera zaštite
1	Napojna stanice – električni pretvarač AC/DC strana napajanja	Priključni napon 230 V ili 300 V AC	Strujni udar i požar u el. instalaciji	Zaštita od direktnog i slučajnog dodira dijelova pod naponom (2,4,6,22,23) i zaštita opreme i vodiča od preopterećenja kratkog spoja (2,4,5,7)
2	Napojne stanice / izlazni krug – katodna zaštita - napon na cjevovodu	Napon napajanja uređaja	Strujni udar i požar u el. instalaciji	Obvezna uporaba zaštitno-odvojnog transformatora sa izlaznim naponom <50V-AC (2,4,7,21,22) i selektivne zaštite od preopterećenja i kratkog spoja (2,4,5,7)
3	Napojne stanice sa uljnim hlađenjem	Prolijevanje ili hlapljenje opasnih tvari u okoliš u tijeku rada	Opasno za zdravlje ljudi, zagađenje okoliša	Sukladno pravilima za zaštitu okoliša – poduzimati zaštitne mjere, osigurati tankvane ili koristiti uređaje sa zračnim hlađenjem (3,6)
4	Elektroenergetski razvod od napojne stanice	Električna energija	Nastajanje i širenje požara	Dimenzioniranje presjeka kabela i zaštita od preopterećenja i kratkog spoja (2,4,5,7) Sva mjesta spajanja kabela u krugu rada napojne stanice i napojna stanica ne smiju biti unutar prostora s eksplozivnom atmosferom – u protivnom moraju biti u "Ex" izvedbi. (6,9 i 10)
5	Mjerna mjesta i dostupni dijelovi cjevovoda	Inducirani naponi na cjevovodu i munje	Strujni udar	Rukom dostupni dijelovi cjevovoda moraju biti uzemljeni direktno ili preko naprava u sustavu katodne zaštite. Krajevi kabela katodne zaštite na mjernim mjestima moraju biti unutar kućišta od elektro nevodljivog materijala, a ako su od metala kućišta (spojne kutije) moraju biti uzemljena. (6,7,12,13,23, 30 i 32)
6	Kabeli vezani mjernih mjesta	El. struja -zagrijavanje	Nastajanje i širenje požara	Dimenzioniranje kabela sukladno pravilima za el. instalacije NN Kućište i oprema od materijala koji ne gore i ne podržavaju gorenje Sva mjesta spajanja kabela mjernog mjesta ne smiju biti unutar prostora s eksplozivnom atmosferom – u protivnom spojna kutija mora biti u "Ex" izvedbi. (5,6,7,9,10, 23, 30 i 32)

Redni broj:	Opis mjesta/opreme	Uzrok opasnosti	Vrsta opasnosti	Mjera zaštite
7	Prenaponske zaštite cjevovoda i polarizacijske ćelije	Inducirani naponi na cjevovodu i munje	Strujni udar	Kućište poliestera, a ako je metalni mora biti uzemljen . (7,23) Otpor uzemljivača unutar propisanih granica i pravilan oblik izvedbe – norme za zaštitu od munje.(12,13) Napon na krajevima prenaponske zaštite ili ćelije ne smije preći 50V u trajanju dužem od 0,4 sek (7,22)
8	Kabeli vezani uz prenaponske zaštite cjevovoda i polarizacijske ćelije	Inducirani naponi na cjevovodu i munje	Nastajanje i širenje požara	Dimenzioniranje kabela sukladno pravilima za zaštitu od munje .(12,13) Kućište i oprema od materijala koji ne gore i ne podržavaju gorenje(5,7,23) Ako je prenaponska zaštita ili polarizacijska ćelija smještena unutar prostora s eksplozivnom atmosferom spojna kutija ili ćelija mora biti u "Ex" izvedbi. .(5,6,7,9,10, 23, 30 i 32)
9	Polarizacijske ćelije sa KOH lužinom i sl.	Prolijevanje ili hlapljenje opasnih tvari u okoliš u tijeku rada	Opasno za zdravlje ljudi, zagađenje okoliša	Sukladno pravilima za zaštitu okoliša – poduzimati zaštitne mjere, osigurati tankvane ili koristiti prenaponske zaštite u tkzv. suhim izvedbama ili s poluvodičima sa zračnim hlađenjem (2,3)
10	Materijali za zaštitna kućišta - ormarići, spojna oprema , komponente i dijelovi	Prerani gubitak zaštitnih svojstava	Opasno za zdravlje ljudi, zagađenje okoliša	Sukladno pravilima za zaštitu okoliša - poduzimati zaštitne mjere, osigurati da oprema ne gubi svoja svojstva zbog utjecaja okoliša, UV zračenja sunca povećana temperatura okolišnog zraka, ulaz prašine i vode- strogo definirana svojstva projektom (2,3)
11	Materijali za zaštitna kućišta - ormarići, spojna oprema , komponente i dijelovi	Onemogućena reciklaža	Opasno za zdravlje ljudi, zagađenje okoliša	Sukladno pravilima za zaštitu okoliša – izborom materijala poslije uporabe osigurati reciklažu ili doradama vratiti mu početna svojstva (2,3)
12	Referentna elektroda Cu/CuSO <sub>4</sub>	Izlučivanje CuSO <sub>4</sub>	Opasno za zdravlje ljudi, zagađenje okoliša	Sukladno pravilima za zaštitu okoliša – minimalizirati funkcijsko zagađenje okoliša uporabom GEL-a umjesto otopine i smanjiti poroznost membrana, a time i raspoložive količine otopine unutar ref.elektrode. (2,3)

## **Popis propisa i norma u primjeni ;**

1. Zakon o normizaciji (NN br. 163/03 )
2. Zakon o prostornom uređenju i gradnji NN br. 76/07)
3. Zakon o zaštiti okoliša (NN br.110/07)
4. Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96 i 114/03)
5. Zakon o zaštiti od požara (NN br.58/93 i 33/05)
6. Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN br 108/95)
7. Pravilnik o tehničkim normativima za električne instalacije niskog napona (HRN-SL br. 53/88, 54/88 i NN br. 5/02)
8. Pravilnik o tehničkim mjerama za pogon i održavanje elektroenergetskih postrojenja (HRN-SL.br.19/68)
9. Pravilnik o temeljnim zahtjevima za opremu, zaštitne sustave i komponente namijenjene eksplozivnoj atmosferi plinova, para, maglica i prašine (NN 69/98, 148/99, 4/00 i 1/01)
10. Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN br. 36/06 i 106/07)
11. Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (HRN-SL br. 62/73)
12. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN broj 87/08 )
13. Pravilnik o tehničkim propisima o gromobranima (SL. 13/68, 21/90) s djelomičnom u primjenom
14. Tehnički propisi o gromobranima na nadzemnim mjestima ugroženim od eksplozivnih smjesa (HRN.-SL br.18/67 i 28/70)
15. Pravilnik o tehničkim uvjetima zaštite podzemnih metalnih cjevovoda od utjecaja elektroenergetskih postrojenja br.07-1773/1 (HRN-N.CO.105 –S.L. br.68/86)
16. Pravilnik o tehničkim mjerama i uvjetima za zaštitu čeličnih konstrukcija od korozije (HRN.- SL br. 32/70 i 42/87)
17. Pravilnik o tehničkim uvjetima i normativima za siguran transport tekućih i plinovitih ugljikovodika ..... (HRN - SL br. 26/85)
18. HRN IEC (6) 1024-1: - Zaštita od munje, 1. dio: Opća načela,
19. HRN IEC (6) 1024-1-1: - Zaštita od munje, 1. dio: Opća načela, 1. odjeljak: Upute A- Odabir razine zaštite, prosinac 1997., te novija izdanja (novije izdanje 02. 1999.)
20. EN 50164-2: Komponente sustava zaštite od munje (LPS), 1. dio: Zahtjevi za vodiče i uzemljivače 08.2002.g.
21. HRN N.B.2. 754 Uzemljenje i zaštitni vodiči
22. HRN N.B.2. 741/89 Zaštita od električnog udara.
23. HRN N.A5.070/82 Stupnjevi zaštite električne opreme ostvarene pomoću zaštitnih kućišta
24. HRN N.A9. 001/80 Klasifikacija elektronskih i električnih uređaja s obzirom na zaštitu od električnog udara
25. HRN N.B2.730/84 Opće karakteristike i klasifikacija električnih instalacija
26. HRN CEN/TC 262/SC 2: Katodna zaštita
27. HRN ISO/TC 156/WG 10: Katodna zaštita ukopanih i uronjenih metalnih objekata
28. HRN EN.12501-1:1996:Zaštita metalnih materijala od korozije-Korozivska vjerojatnost u tlu-Prvi dio: Općenito
29. HRN EN 12068:1998: Katodna zaštita –Vanjske organske prevlake za zaštitu od korozije ukopanih ili uronjenih čeličnih cjevovoda za istodobnu upotrebu s katodnom zaštitom - Trake i skupljajući materijali
30. HRN EN.12954:2001:Katodna zaštita ukopanih ili uronjenih metalnih objekata - Opća načela i primjena za cjevovode
31. HRN EN.13509:2004: Mjerne metode u katodnoj zaštiti
32. API 651 Katodna zaštita nadzemnih naftnih spremnika

**7. skup o prirodnom plinu, toplini i vodi  
PLIN 2009  
21.-24. listopada 2009.  
Osijek, Croatia**

**POSTUPCI ISPITIVANJA VRELOVODA  
univ.spec. Božo Madunić, dipl.ing.**

HEP-Toplinarstvo d.o.o. Pogon Osijek, rukovoditelj Odsjeka za mreže, Cara Hadrijana  
3, HR-31000 Osijek, T: 031/244-784, F: 031/207-139, E: bozo.madunic@hep.hr

**prof.dr.sc. Ivan Vitez**

Strojarski fakultet Slavonski Brod, Zavod za inženjerstvo materijala, Trg I.B.  
Mažuranić 2, HR-35000 Sl. Brod, T: 035/446-188, F: 035/446-446 E: Ivan.Vitez@sfsb.hr

**Ključne riječi:** ispitivanje, vrelovod, zavarivanje, predizolirane čelične cijevi

## **SAŽETAK**

U radu su opisani postupci ispitivanja vrelovoda koji se provode s ciljem osiguranja izgradnje i održavanja pouzdanog sustava. Postupci ispitivanja provode se sustavno od faze proizvodnje komponenti vrelovoda, preko faze montaže, zatim i kroz fazu eksploatacije, odnosno kroz čitav životni vijek vrelovoda. Također se mogu vršiti i različita laboratorijska ispitivanja koja mogu pružiti važne informacije kako za poslove održavanja vrelovodnog sustava tako i pri projektiranju novih vrelovoda.

## **1 UVOD**

Centralizirani toplinski sustav grada Osijeka (CTS) sastoji se iz parnog i vrelovodnog podsustava. Parni sustav opskrbljuje tehnološkom parom uglavnom tvornice u istočnoj industrijskoj zoni grada dok se iz vrelovodnog sustava grije stanovništvo i razne kategorije poslovnih potrošača.

Toplinski sustav grada Osijeka, osim CTS-a čine i blokvske kotlovnice u kojima se osim za potrebe grijanja priprema i topla potrošna voda.

Centralizirani toplinski sustav u Osijeku, počeo je s radom 1963. godine kada su se kao izvori topline koristili parni kotlovi. Danas je glavni toplinski izvor u Osijeku kogeneracijski blok na Zelenom polju. U kogeneracijskom procesu se proizvodi električna energija uz istovremenu proizvodnju toplinske energije s čime se povećava učinkovitosti. U tablici 1 navedeni su osnovni podaci o toplinskom sustavu Pogona Osijek.

Sustave daljinskog grijanja čine toplinski izvor, spremnik goriva, uređaji za pripremu vode i održavanja tlaka, toplinske mreže, toplinske stanice i kućne instalacije centralnog grijanja.

Tablica 1 Osnovni podaci o toplinskom sustavu Pogona Osijek (stanje 31.12.2008.)

Red. br.	Toplinski sustav	Priključna snaga MW	Duljina toplinske mreže (km)	Broj toplinskih stanica
1	2	3	4	5
1.	PAROVODNI	30,035	9,2	18
2.	VRELOVODNI	156,512	45,7	631
3.	BLOKOVSKKE KOTLOVNICE	3,542	1,74	21
4.	UKUPNO	190,089	56,64	670

Za potrebe daljinskog grijanja grada Osijeka izgrađeni su veliki toplinski izvori na dvije lokacije:

1. Termoelektrana – toplana (TE-TO) na lokaciji Zeleno polje istočno od grada,
2. Toplana uz rijeku Dravu smještena na mjestu nekadašnje «Munjare» (prikazana na slici 1).



Slika 1 Pogon Toplane uz rijeku Dravu [1]

Izvori toplinske energije su međusobno povezani magistralnim vrelovodom (duljine 5,5 km i nazivnog promjera NO 550) i magistralnim parovodom (nazivnog promjera NO 200, NO 300 i NO 400) koji se granaju preko raspleta i priključaka do toplinskih stanica, odnosno potrošača.

Na CTS-u grada Osijeka vrelovodni sustav ima veći značaj, kako zbog broja potrošača i ekonomskog značaja tako i zbog dužine mreže. Kada govorimo o vrelovodnom sustavu naročito je važno održavanje vrelovodne mreže stoga je u izradi ovog rada naročita pažnja posvećena ispitivanjima vrelovoda.

## **2 PODJELA POSTUPAKA ISPITIVANJA VRELOVODA**

Kako bi se osigurala uredna isporuka toplinske energije vrše se mnogobrojna ispitivanja vrelovnog sustava u cjelini odnosno pojedinih komponenti vrelovoda kako slijedi:

- ispitivanja vrelovoda u fazi proizvodnje komponenti vrelovoda,
- ispitivanja vrelovoda prije puštanja u pogon,
- ispitivanja vrelovoda tijekom eksploatacije,
- laboratorijska ispitivanja.

## **3 ISPITIVANJA VRELOVODA U FAZI PROIZVODNJE**

Prilikom isporuke materijala za radnu čeličnu cijev redovno se prilažu i UVJERENJA O PREUZIMANJU (atesti materijala) u kojima se nalaze podaci poput kemijskog sastava, vlačnih svojstava itd.

Pošto predizolirane cijevi osim radne čelične cijevi čine i poliuretanska pjena kao toplinski izolator, polietilenska zaštitna cijev kao hidroizolator te vodiči za detekciju vlage (kada je riječ o nordijskom nadzornom sustavu u cijevi su ugrađene dvije bakrene žice od kojih je jedna pokositrena kako bi se olakšalo prepoznavanje vodiča prilikom montaže odnosno spajanja) potrebno je izvršiti provjeru i tih komponenti predizoliranih cijevi. Iz tog razloga obavlja se ispitivanje sirovina (PUR i PE) koje obavljaju ovlašteni laboratoriji od strane Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo. O rezultatima ispitivanja sastavljaju se potvrde o ispitivanju. Tvornica za proizvodnju predizoliranih cijevi vrši završno ispitivanje te izdaje uvjerenje o kvaliteti. Za proizvode koji udovoljavaju zahtjevima određenih normi ovlaštena ustanova izdaje i Certifikat sukladnosti.

## **4 ISPITIVANJE VRELOVODA PRIJE PUŠTANJA U POGON**

Uobičajeni plan kontrole ispitivanja vrelovnih cijevi obuhvaća slijedeće aktivnosti:

- vizualna kontrola postupaka zavarivanja i ulijevanja spojnica,
- radiografska kontrola zavarenih spojeva (RTG),
- tlačna proba (ispitivanje vrelovoda na čvrstoću i nepropusnost),
- kontrola nadzornog sustava.

### **4.1 Vizualna kontrola**

Vizualna kontrola se provodi prije zavarivanja, tijekom zavarivanja i nakon zavarivanja. Prema hrvatskim normama tijekom cijelog procesa zavarivanja potrebno je provoditi vizualnu kontrolu na svim vrstama spojeva s ciljem utvrđivanja prihvatljivosti (slika 2 prikazuje kvalitetan zavareni spoj).



*Slika 2 Prikaz zavarenog spoja [1]*

Vizualna kontrola prije zavarivanja podrazumijeva:

- čistoću cijevi,
- obradu spoja,
- čišćenje spoja,
- centriranje cijevi.

Tijekom zavarivanja prate se:

- propisana vrsta elektrode,
- parametri zavarivanja,
- tehnika rada zavarivača,
- pridržavanje propisanog rasporeda zavarivanja.

Nakon zavarivanja kontrolira se:

- geometrija zavara,
- izgled zavara,
- površinske pogreške zavarenog spoja.

Slika 3 prikazuje kontrolu količine poliuretanske smjese koja je izašla iz spojnice nakon završene reakcije unutar spojnice.



*Slika 3 Vizualna kontrola ulijevanja poliuretanske smjese [1]*



Vizualni nadzor ulijevanja spojnica podrazumijeva kontrolu kvalitete svih termoplastičnih spojeva i postupaka ulijevanja spojnica te radnji koje se na njih odnose. Stoga se vizualna kontrola vrši stalno počevši od čeličane (prate se čistoća i hrapavost cijevi koje su bitne za prijanjanje uljevenog poliuretana na čeličnu površinu), u tvornici za predizolaciju kontroliraju se parametri ulijevanja, a na gradilištima se prati montaža navedenih elemenata.

## 4.2 Radiografska kontrola (RTG)

Radiografska kontrola zavara podrazumijeva kontrolu zavarenog spoja koja se obavlja pomoću radioaktivnih izotopa, tj. X – zraka ili  $\gamma$  – zraka [2]. Nastali film se zove radiogram ili snimka. RTG kontrola se provodi u svrhu pronalaženja diskontinuiteta u zavarenim spojevima, odnosno bilo kakvih nepravilnosti u zavaru. Radiografska ispitivanja se provode u skladu s odgovarajućim normama koje ih opisuju.

Radiografska kontrola zavarenih spojeva na trasama vrelovoda provodi se defektoskopom s izotopom Ir 192 (iridij) i  $\gamma$  - zračenjem, čime se dobivaju kvalitetni radiogrami. Slika 4 prikazuje uređaj za radiografsku kontrolu.



*Slika 4 Defektoskop [1]*

Djelatnici za radiografska ispitivanja stručno su osposobljeni i posjeduju odgovarajuće certifikate. Zavari se obilježavaju na način da se jednoznačno prikaže redoslijed spojeva na vrelovodu, a samim time i redoslijed na radiogramima (do zabune može doći kod većih promjera cijevi jer se jedan zavar prikazuje na dva, tri i više radiograma).

Radiogram mora biti čist i neoštećen da se ne dovede u sumnju ispravnost ocjenjivanja zavara ili kvaliteta izvedenog zavara. Radiogram mora sadržavati sve potrebne oznake za identifikaciju (oznaku cjevovoda, podatke o zavarivaču i eventualno oznaku popravka). Ocjenjivanje radiograma može vršiti samo ovlaštena ustanova. Na slici 5 prikazan je radiogram zavara u kome je uočena nepravilnost.



*Slika 5 Radiogram zavarenog spoja [3]*

Opseg primjene radiografske kontrole ovisi o lokacijskim čimbenicima vrelovoda. Snima se od 10% do 100% zavarenih spojeva, a opseg snimanja ovisi o potrebnoj kvaliteti kontrole (ukoliko nije moguće neke zavare ispitati na nepropusnost hladnom tlačnom probom, takvi zavari se obavezno radiografski snimaju).

### **4.3 Tlačna proba**

Po završetku zavarivačkih radova uobičajeno se vrši tlačna proba. Nastoji se ispitati cijelu dionicu jednom hladnom tlačnom probom. Ukoliko to nije moguće tlačne probe se provode odvojeno, ali je tada neophodno montažne zavare između pojedinih dionica ispitati radiografskim snimanjem. U toplinarstvu je uobičajeno da se instalacije (parovodi, vrelovodi, toplovodi, toplinske stanice i kućne instalacije) tlače na tlak 50% veći od radnog tlaka [4]. Pošto je radni tlak vrelovoda 12 bara, hladna tlačna proba se vrši na 18 bara u trajanju od 3 sata.



*Slika 6 Izvođenje tlačne probe [1]*

Nakon punjenja cjevovoda vodom, povećava se tlak (brzina prirasta tlaka ovisi o dužini i promjeru dionice koja se tlači pa je kod malih priključaka uobičajeni prirast tlaka 1 bar/min, dok se prilikom tlačenja magistralnih dionica zabilježe prirasti tlaka manji od 1

bar/h), dok se ne postigne propisana vrijednost ispitnog tlaka. Neposredno nakon tlačenja provodi se odzračivanje kako bi se iz cjevovoda ispustio zarobljeni zrak. Tlak se zatim poveća na ispitni tlak (p), ispitna dionicu se odvaja od crpke za postizanje ispitnog tlaka. Detektiranje mjesta propuštanja ispitnog medija može se osim vodom, vršiti i pomoću ekološki prihvatljive boje. Postignuti ispitni tlak od 18 bara promatra se 3 sata. Vrijednosti ispitnog tlaka očitavaju se i bilježe u nekoliko navrata uz istovremeno pregledavanje zavora.. Svaki zavar se pregleda vizualno i dodirrom po cijelom obodu (kako bi se otkrilo rošenje). Zavareni spojevi mogu se blago udarati čekićem kako bi se ustanovilo postojanje grešaka unutar zavarenog spoja.

Na kraćim dionicama i manjim promjerima vrelovoda obje cijevi se tlače skupa pomoću zajedničke odašiljačke glave za punjenje jer se brzo postigne ispitni tlak.

#### 4.4 Kontrola nadzornog sustava

Po završetku izgradnje predizoliranog vrelovoda vrši se stalan nadzor vrelovoda. Neprekidnost bakrenih vodiča ispituje se po završetku proizvodnje predizoliranih cijevi i fazonskih elemenata u tvornici kako bi se spriječila ugradnja neispravnog dijela. Nakon polaganja u rov i spajanja žica na mjestima spojeva ponovno se vrši provjera neprekidnosti i provjera prisutnost vlage. Ispitivanje se obavlja pomoću uređaja prikazanih na slikama 7 i 8.



Slika 7 Prijenosni uređaj [1]



Slika 8 Stacionarni uređaj [1]

Uređaj koji radi na principu mjerenja otpora između ugrađenih vodiča i radne čelične cijevi ima mogućnost detektiranja prekida detekcije ili prisutnosti vlage u poliuretanskoj izolaciji te dodira vodiča s radnom cijevi. Slika 9 prikazuje prekid detekcije.



Slika 9 Prekid detekcije [1]

Uređajima za detekciju vlage omogućuje se grubo kontroliranje dionica, tj. moguće je samo odrediti dionicu koja nije ispravna. Za preciznije praćenje detekcije razvijeni su posebni programski paketi koji uz pomoć prijenosnog računala određuju prekid detekcije, prodor vlage ili dodir žice s radnom cijevi s točnošću  $\pm 1\text{m}$ .

## **5 ISPITIVANJA VRELOVODA TIJEKOM EKSPLOATACIJE (Pogonska ispitivanja)**

U svrhu pogonskih ispitivanja oštećenja vrelovoda mogu se primijeniti metode ispitivanja bez razaranja ili s razaranjem materijala. Vrelovodna postrojenja se ne mogu isključivati tijekom sezone grijanja u svrhu ispitivanja pa se uglavnom primjenjuju metode ispitivanja bez razaranja. Na CTS-u grada Osijeka najčešće se koriste slijedeće metode:

- a) ispitivanje detekcije vlage,
- b) ultrazvučno ispitivanje,
- c) termografsko ispitivanje,
- d) mjerenje tlaka u karakterističnim točkama vrelovodne mreže,
- e) praćenje učestalosti hitnih intervencija,
- f) praćenje dnevnih gubitaka pogonske vode iz sustava,
- g) praćenje gubitaka topline.

Metode ispitivanja mjerenjem tlaka u karakterističnim točkama, praćenje učestalosti hitnih intervencija, praćenje gubitaka pogonske vode i topline su čisto analitičke metode iz kojih se može utvrditi poremećaj vrelovodnog sustava u promatranom razdoblju usporedbom promatranih vrijednosti, ali se ne može preciznije locirati vrsta poremećaja. Stoga su najvažnije pogonske metode ispitivanja vrelovoda detekcija vlage, ultrazvučno ispitivanje i termografsko ispitivanje.

### **5.1 Ultrazvučno ispitivanje vrelovoda**

Ultrazvučno ispitivanje se temelji na vibracijama koje se u objektu ispitivanja stvaraju ili unose, a frekvencije se kreću od zvučnih do ultrazvučnih. Ultrazvučnu metodu karakterizira prilagodljivost, osjetljivost i pouzdanosti rezultata [5].

Ultrazvuk je mehaničko titranje frekvencijom većom od 20 kHz. U biti ultrazvuk ima ista svojstva kao i čujni zvuk (16 do 20 kHz), samo se ultrazvukom može prenositi mnogo veća energija [2].

Ultrazvučno ispitivanje istrošenosti vrelovodne cijevi se zasniva na mjerenju debljine stjenke čelične cijevi. Za potrebe ispitivanja na ispitnom predmetu se ukloni oštećena izolacija, korozijske kraste i druge neravnine kako bi se osiguralo prijanjanje mjerne sonde za predmet ispitivanja. Ponekad se predmet ispitivanja čisti do metalnog sjaja premda to nije

neophodno jer ultrazvučni valovi prodiru kroz površinske nečistoće. Kako bi se pospješilo prijanjanje na mjestu doticanja sonde i ispitnog predmeta cijev se premaže tankim slojem silikonske paste. Mjerna sonda promjera 10 mm podijeljena je na prijemni i predajni dio. Prijemni dio odašilje ultrazvučne valove, a predajni dio ih prikuplja i na temelju njih vrši mjerenje. Prilikom ispitivanja važno je obratiti pozornost da linija koja dijeli prijemni i predajni dio bude okomita na os cijevi koja se ispituje kako bi se dobili točniji rezultati. Prije ispitivanja potrebno je poznavati vrstu ispitnog materijala i na uređaju podesiti tabličnu vrijednost širenja ultrazvuka kroz taj materijal. Nakon toga mjerna sonda se pritisne na ispitni materijal i na displeju se očita preostala debljina stjenke cijevi. Rezultati se prikazuju u milimetrima s jednim decimalnim mjestom.

Ukoliko nije poznata vrsta materijala odnosno brzina širenja ultrazvuka kroz ispitni materijal, ista se može odrediti pomoću uređaja. Pomičnim mjerilom se izmjeri točna debljina stjenke. Izmjerena vrijednost se ručno podesi na uređaju, mjerna sonda se prisloni na ispitni materijal i uređaj prikaže brzinu ultrazvuka kroz ispitani materijal. Nakon toga se mogu izvršiti ispitivanja na ranije opisani način bez obzira što nam nije poznata vrsta materijala.

Rezultati mjerenja su posebno precizni za veće promjere cijevi. Kod najmanjih promjera cijevi teško je izvesti ispitivanja jer mjerna sonda zbog velike zakrivljenosti cijevi ne ostvaruje dobar dosjed sa ispitnim materijalom. Slika 10 prikazuje uređaj za ultrazvučno ispitivanje debljine stjenke.

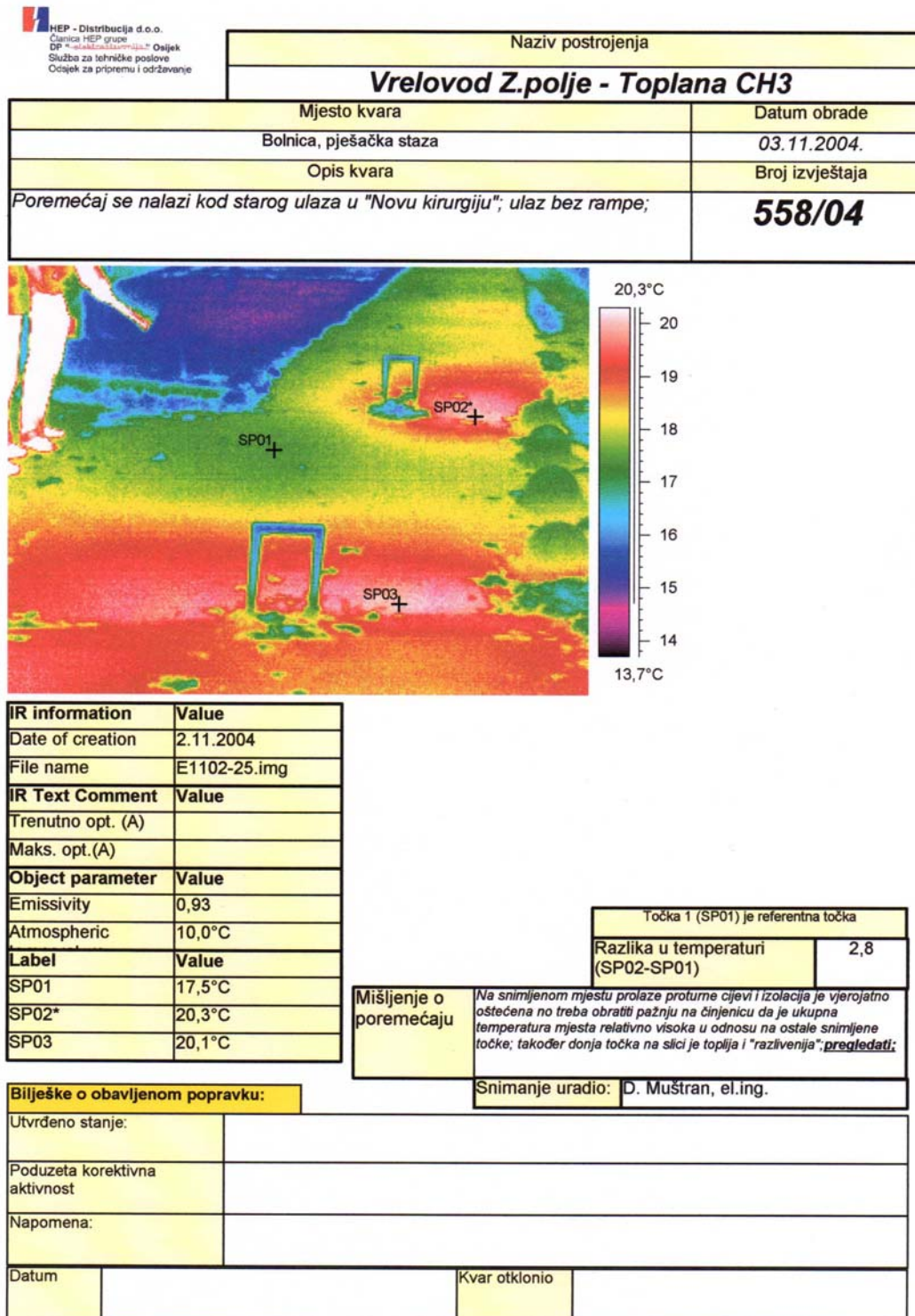


*Slika 10 Uređaj za ultrazvučno ispitivanje debljine stjenke [1]*

Nedostatak ove metode je što radna cijev mora biti pristupačna pa nije primjenjiva za ispitivanje predizoliranih cijevi ili cijevi zaliveni u plubit. Ova metoda se najviše primjenjuje za ispitivanje klasičnih vrelovoda položenih u armiranobetonske kanale i za ispitivanja parovodne mreže.

## 5.2 Termografsko ispitivanje vrelovoda

Najveći nedostatak mnogih metoda ispitivanja razaranjem ili bez razaranja je taj što se mora osigurati nesmetani pristup objektu ispitivanja što kod termografije nije slučaj. Budući da su u gradu Osijeku položeni desetci kilometara toplinskih mreža konvencionalna ispitivanja gube smisao. Kao najprihvatljivije ispitivanje nametnulo se termografsko ispitivanje. Termografijom se vrši ispitivanje na način da se kamera vrši snimanje željene dionice. Kamera bilježi temperaturne razliku od 0,1 K i transformira ih odgovarajućom bojom na slici (slika 11).



Slika 11 Termografski snimak magistralnog vrelovoda [6]

Bez obzira na dubinu položenog vrelovoda i tehnologiju polaganja (u AB kanal, u AL kanal zaliven plubitom, predizolirani vrelovod bez i s detekcijom vlage) dobiju se vrijedni rezultati.

Hladne boje (zelena i plava) označavaju područje niže temperature, dok se povišena temperatura prikazuje toplijim bojama (počevši od žute do raznih nijansi crvene boje). Za termografska ispitivanja nije bitno o kojoj se vrsti vrelovoda radi.

Prilikom snimanja uređaj za termografsko ispitivanje označava točke ekstremnih temperatura koje su jasno naznačene na kasnije ispisanom izvješću.

Uzrok povećane temperature je zasigurno puknuće vrelovodne cijevi ili oštećenje toplinske izolacije. Nedostaci ove metode su utjecaj atmosferskih čimbenika na rezultate ispitivanja (neophodno je stabilno hladnije vrijeme, bez sunca i padalina), ispitivanja je moguće vršiti samo tijekom eksploatacije, a uređaj za ispitivanje je relativno skup.

## 6 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Kada je riječ o laboratorijskim ispitivanjima vrelovoda mogu se primijeniti slijedeće metode:

- ispitivanje kemijskog sastava,
- metalografska ispitivanja,
- mjerenje mikrotvrdoća.

Za potrebe ispitivanja odabrani su ispitni uzorci koji su izrezani iz čelika koji je uslijed dotrajalosti tijekom eksploatacije istrošen do pojave curenja i iz čelika nove predizolirane cijevi kako bi se rezultati ispitivanja mogli usporediti. Slika 12 prikazuje izrezani prsten iz dotrajalog čelika. Na slici se vidi smanjenje debljine stjenke na različitim dijelovima presjeka.



Slika 12 Prsten izrezan iz starog čelika

## 6.1 Ispitivanje kemijskog sastava

Ispitivanje kemijskog sastava provodi se na uređaju spektrometar, a zasniva se na stvaranju električnog naboja odnosno iskre koja „spali“ dio površine ispitnog materijala. Tako se materijal uzorka za ispitivanje pretvara u plinovito stanje u zaštiti inertnog plina argona. Pri povratku u kruto stanje svaki kemijski element emitira svjetlo sa karakterističnim valnim duljinama. Na temelju valnih duljina uređaj određuje u kojem je postotku pojedini element zastupljen u ispitnom materijalu. Rezultati se prikazuju u postocima s tri decimalna mjesta. Slika 13 prikazuje uređaj za ispitivanje kemijskog sastava.



Slika 13 Uređaj za ispitivanje kemijskog sastava

Očekivalo se da neće biti značajnijih razlika u kemijskom sastavu ispitnih uzoraka što je pokazala kasnija analiza kemijskog sastava prikazana u tablici 2. Predviđalo se da je stari materijal Č.0370, odnosno St.37-2 (S235JR), a novi St.37.0 (S235TR). U oba slučaja uređaj je pokazao da se radi o materijalu St.37-2, W.Nr.1.0037 (S235JR). Ako se usporede propisani kemijski sastavi ova dva čelika gotovo i nema razlike o čemu svjedoči i oznaka ovih čelika po europskoj normi. Jedina razlika u propisanom kemijskom sastavu je manja količina nečistoća P i S u čeliku St.37.0 (S235TR) što je dokazano i ispitivanjem.

Tablica 2 Usporedba rezultata ispitivanja kemijskog sastava [7]

Ispitni uzorak	Utvrđeni kemijski sastav ispitnih uzoraka u %				
	C	Si	Mn	P	S
Predizolirana cijev	0,085	0,181	0,474	0,000	0,030
Stara čelična cijev	0,097	0,103	0,434	0,000	0,046



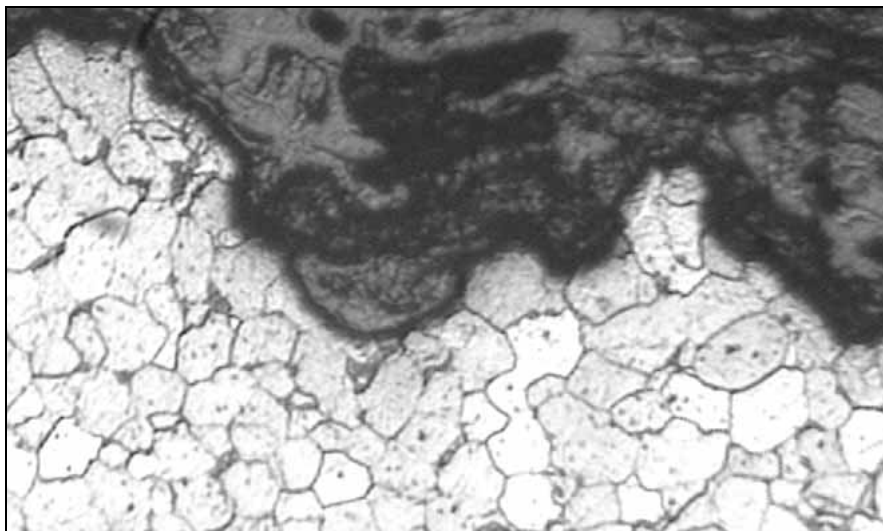
## 6.2 Metalografska ispitivanja

Kada je riječ o metalografskom ispitivanju naročito je zanimljivo promatrati uzorak izrezan iz starog čelika. Ispitni uzorci se pripreme na propisani način (zaliju se u specijalnu trokomponentnu polimernu masu na bazi akrilnih smola), nakon skrućivanja mase pločice se bruse, poliraju i promatraju pod mikroskopom. Slika 14 prikazuje ispitni uzorak izrezan iz najtanjeg dijela čeličnog prstena zaliven u polimernu masu.



*Slika 14 Ispitni uzorak zaliven u polimernu masu [7]*

Na makroskopskom prikazu uočljiv je intenzivan gubitak debljine stjenke (stjenka je stanjena sa 4,5 na 1,3 mm) koji je posebno izražen s vanjske strane u obliku korozijskih zajedaja. S unutarnje strane nema velikih korozijskih zajedaja što znači da se gubitak dimenzije pretežno odvija sa ruba vanjske stjenke prema unutrašnjosti materijala. Uz ovako tanku stjenku materijala uslijed visokih radnih tlakova na mjestima ekstremnih korozijskih zajedaja dolazi do probijanja stjenke i curenja ogrjevnog medija.



*Slika 15 Struktura uzorka uz vanjski rub pločice (250:1) [7]*

Na slici 15 zamjetan je opći gubitak kristala uslijed interkristalne korozije. Budući da se nečistoće talože na granicama zrna izvjestan je brzi napredak interkristalne korozije koja okruži cijelo kristalno sve dok se kristalno zrno ne odvoji od ostatka materijala i otpadne. Na slici se uočava feritno perlitna struktura sa veličinom kristalnih zrna  $7 \div 8$ . Iz cjelokupne metalografske analize može se zaključiti da na ispitnim uzorcima procesi transformacije i rekristalizacije strukture nisu zamjetni što se prvenstveno može argumentirati

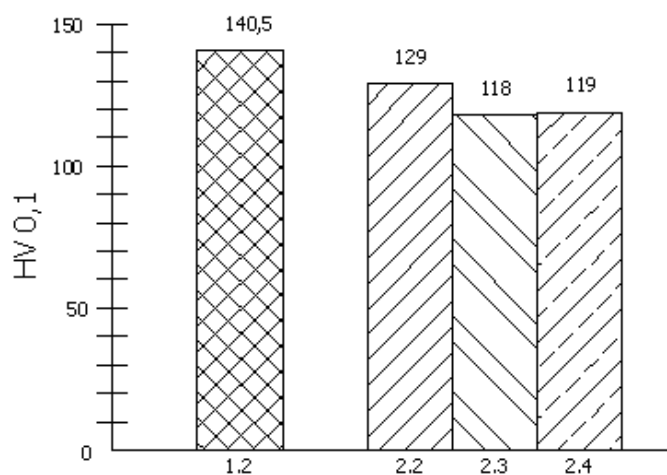
ujednačenom veličinom kristalnih zrna na svim ispitnim uzorcima. Procesi gubitka dimenzije stjenke vezani su uz procese niskotemperaturne korozije (ispod 150 °C) koja počinje s vanjske strane i kreće se ka unutarnjoj. Korozija je interkristalnog mikrostrukturnog oblika koji dovodi do gubitka debljine stjenke sve do potpunog nestajanja odnosno prošupljenja. Za niskotemperaturnu koroziju karakteristična je pojava rošenja koja nastaje zbog vruće unutrašnjosti cijevi i hladne okoline. Uslijed toga dolazi do stalnog kondenziranja kapljica vode na vanjskom dijelu čeličnih cijevi koje dovode do korozijskih produkata i zajeda. Ova pojava je posebno izražena kod vrelovoda položenih u AB kanale na kliznim nosačima koji predstavljaju tzv. „hladne mostove“.

Na unutarnjem dijelu ispitnih uzoraka uočeno je trošenje površine uzrokovano tribokorozijom. Na tim mjestima vidljivi su znatno manji gubici dimenzije u odnosu na vanjske stjenke što je utvrđeno i prije metalografskih ispitivanja mjerenjem unutrašnjeg i vanjskog promjera.

Budući da se razvoj korozije na čeličnim cijevima ne može spriječiti prilikom projektiranja uzima se u obzir korozijski dodatak koji je znatno veći kod klasičnih čeličnih cjevovoda u odnosu na predizolirane cjevovode. Iz tog razloga debljina stjenke starog čelika je 4,5 mm dok je debljina stjenke nove predizolirane cijevi 3,6 mm iako se radi o istom nazivnom promjeru cijevi NO100.

### 6.3 Mjerenje mikrotvrdoća

Mjerenja tvrdoće su izvršena Vickersovom metodom HV 0,1 sa opterećenjem od 100 g ( $\approx 1N$ ) pomoću mikrotvrdomjera „DURIMET“. Slika 16 histogramski prikazuje usporedbu prosječnih mikrotvrdoća HV 0,1 ispitnih uzoraka (srednja vrijednost svih mjerenja). Novi čelik (uzorak 1.2) ima najveću prosječnu vrijednost mikrotvrdoće. Od ispitnih uzoraka izrezanih iz starog čelika najveću tvrdoću ima ispitni uzorak 2.2 (izrezan iz područja gdje je stjenka gotovo neoštećena), dok ispitni uzorci 2.3 (srednja debljina stjenke) i 2.4 (minimalna debljina stjenke) imaju podjednake vrijednosti mikrotvrdoće koje su ujedno i najmanje.



Slika 16 Histogramski prikaz prosječnih mikrotvrdoća HV 0,1[7]

Na kraju se može zaključiti da su izmjerene vrijednosti mikrotvrdoća u dijelu korozijske agresije niže nego u području bez intenzivnih korozijskih djelovanja. Uzrok tome može biti sama korozijska aktivnost ili gubitak dimenzije s čime su ujedno i značajno niža vlačna svojstva (čvrstoća i granica razvlačenja).

## **7 ZAKLJUČAK**

U svrhu smanjenja ispada i osiguranja uredne opskrbe toplinskom energijom potrebno je vršiti stalna ispitivanja vrelovodnih cijevi od procesa proizvodnje, izgradnje i montaže sve do same eksploatacije. Kroz ovaj rad može se vidjeti napredak tehnologija ispitivanja vrelovoda od vizualne kontrole, preko radiografske do naprednih ultrazvučnih i termografskih metoda ispitivanja. Važna saznanja mogu se dobiti iz laboratorijskih ispitivanja naročito kada je riječ o projektiranju novih vrelovoda.

Budući da je cilj produžiti životni vijek cjevovoda, kada se radi o predizoliranim vrelovodima za očekivati je da će se uz uobičajene metode ispitivanja dosta pažnje posvetiti i ispitivanju termoplastičnih spojeva jer je praksa pokazala da u poslovima održavanja toplinskih mreža osnovni problem predstavlja prodor vlage u izolaciju cijevi, a upravo je uloga termoplastičnih spojeva spriječiti tu pojavu kod predizoliranih cijevi.

Navedena ispitivanja vrelovoda tijekom proizvodnje i montaže u kombinaciji sa modernim termografskim ispitivanjima trebali bi rezultirati visokom kvalitetom i pouzdanosti vrelovodnog sustava kao cjeline uz korištenje saznanja dobivenih laboratorijskim ispitivanjima.

## **8 LITERATURA**

- [1] B.Madunić: Interna arhiva fotografija sa gradilišta. Osijek; HEP – Toplinarstvo d.o.o. Pogon Osijek. Osijek; 2005 ÷ 2008.
- [2] B. Kraut: Strojarski priručnik. Tehnička knjiga. Zagreb; 1982.
- [3] \*\*\*: Rezultati ispitivanja. TPK Zavod – Laboratorij za ispitivanje bez razaranja. Zagreb; 2007.
- [4] \*\*\*: Pravilnik o tlačnoj opremi. Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva. Zagreb; 2003.
- [5] V. Krstelj: Ultrazvučna kontrola. Fakultet strojarstva i brodogradnje Zagreb. Zagreb; 2003.
- [6] \*\*\*: Izvješća o termovizijskoj kontroli vrelovoda na trasi Z. Polje – Toplana CH3, studeni 2004. HEP – Distribucija d.o.o. DP Elektroslavonija. Osijek; 2005.
- [7] B.Madunić: Završni specijalistički rad: Tehnologija proizvodnje, polaganja i ispitivanja vrelovodnih cijevi. Strojarski fakultet Slavonski Brod. Slavonski Brod; 2008.

# 7. SKUP O PRIRODNOM PLINU TOPLINI I VODI OSIJEK 2009.



HEP PLIN d.o.o.

## PETOGODIŠNJI PLAN RAZVOJA PLINOVODNOG SUSTAVA HEP-Plin-a d.o.o

### Quinquennial Development Plan of HEP-Plin Ltd.'s Gas Distribution System

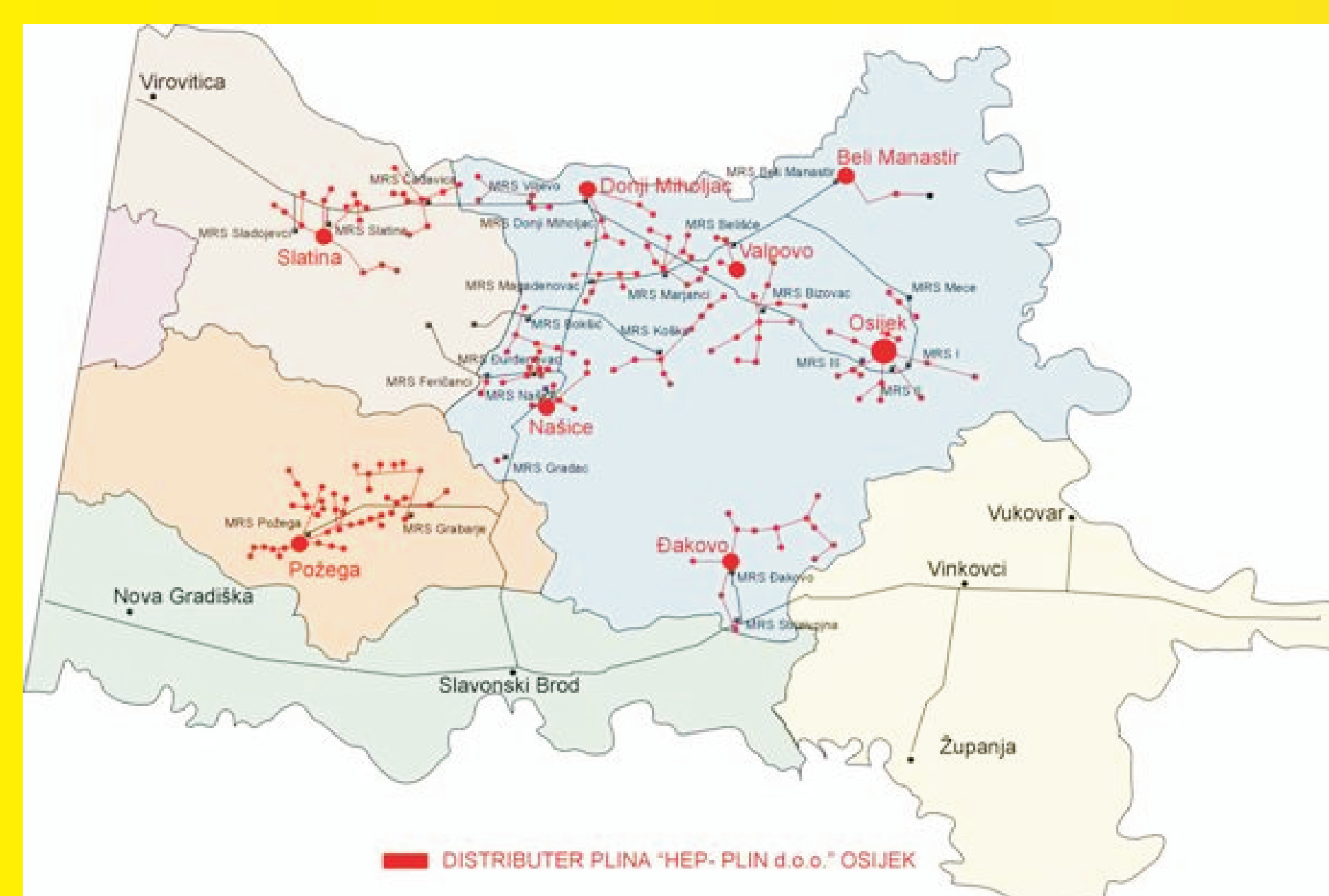
Zoran Pul, dipl.ing.  
HEP Plin d.o.o.  
Cara hadrijana 7, 31000 Osijek

Branko Markovčić, dipl.ing.  
HEP Plin d.o.o.  
Cara hadrijana 7, 31000 Osijek

Distribucijska i opskrba djelatnost obuhvaća područje tri županije (priložak: karta s mrežom). U te tri županije naše distribucijsko i opskrbno područje prostire se na 4.349 km<sup>2</sup>, gdje ima 115.993 kućanstava, a obuhvaća s danom 31.12.20007. godine 66.486 kupaca plina, i to:

Red. br.	Distribucijsko i opskrbno područje	Površina* km <sup>2</sup>	Mreža km	Broj* kućanstava	Broj kupaca	% plinificir.
1.	Osječko-baranjska županija	3.156	1.618	97.778	55.741	57
2.	Požeško-slavonska županija	868	321	12.440	7.237	58
3.	Virovitičko-podravaska županija	325	194	5.775	3.508	61
4.	<b>UKUPNO</b>	<b>4.349</b>	<b>2.133</b>	<b>115.993</b>	<b>66.486</b>	<b>57</b>

\*Izvor: Popis stanovništva 2001. g.



U 2008. godini u odnosu na prethodnu godinu dužina mreže povećana je za 5%, a broj kupaca je povećan za 4% i u posljednjih pet godina prosječno se godišnje povećavao za 4,2%. Ukupni postotak plinificiranosti na cijelom opskrbnom području povećao se za 2% i sada iznosi 57%.

Do 1990. kao materijal građenja plinovoda koristile su se čelične cijevi, a zatim i polietilen koji je značajno olakšao samu izgradnju plinske mreže. Ukupna dužina plinske mreže zaključno s 2008.godinom iznosi 2 133 km mreže. Procijenjena dužina svih priključaka 398 km uz izgrađenu 51 redukcijisku stanicu i 26 odorizacijskih stanica.

OPIS	Godina izgradnje	Materijal	Ukupna dužina plinovoda m	Broj priključaka	Ukupna dužina priključaka - m
<b>PLINOVODI - ukupno</b>	1975. - 2008.	ČE / PE-HD	2.133.156		
a) čelični plinovodi	1975. - 1990.	ČE	471.864		
b) plastični plinovodi	1975. - 2008.	PE-HD	1.661.292		
<b>REDUKCIJSKE STANICE - DRS-e</b>	1975. - 2008.		51 kom		
<b>ODORIZACIJSKE STANICE</b>	1975. - 2008.		26 kom		
<b>PRIKLJUČCI</b>	1975. - 2008.	ČE / PE-HD		66.486	398.916
<b>SVEUKUPNO 2008. g.</b>					

NASELJE -ULICA	Ukupna dužina plinovoda m	Predviđeni troškovi izgradnje i rekonstrukcije - kn
<b>PLAN ZA 2009. godinu</b>		
PRIPREMA I IZGRADNJA	148.400	26.780.000
REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA	9.000	3.550.000
<b>SVEUKUPNO 2009. god.</b>	<b>157.400</b>	<b>30.330.000</b>
<b>PLAN ZA 2010. godinu</b>		
PRIPREMA I IZGRADNJA	158.600	26.170.000
REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA	4.300	3.500.000
<b>SVEUKUPNO 2010. god.</b>	<b>162.900</b>	<b>29.670.000</b>
<b>PLAN ZA 2011. godinu</b>		
PRIPREMA I IZGRADNJA	80.600	9.160.000
REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA	7.000	1.400.000
<b>SVEUKUPNO 2011. god.</b>	<b>87.600</b>	<b>10.560.000</b>
<b>PLAN ZA 2012. godinu</b>		
PRIPREMA I IZGRADNJA	120.500	14.550.500
REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA	7.000	1.400.000
<b>SVEUKUPNO 2012. god.</b>	<b>127.500</b>	<b>15.950.500</b>
<b>PLAN ZA 2013. godinu</b>		
PRIPREMA I IZGRADNJA	48.000	5.600.000
REKONSTRUKCIJA I REVITALIZACIJA	7.000	1.400.000
<b>SVEUKUPNO 2013. god.</b>	<b>55.000</b>	<b>7.000.000</b>

U 2005. i 2006. godini HEP-PLIN je na javnome nadmetanju dobio neke nove koncesije. Za sada na nekim od tih koncesijskih područja ne obavljamo opskrbu kupaca plinom, a na drugima se obavlja tek djelomično. Preuzetim koncesijskim obvezama napravljen je petogodišnji plan razvoja plinske mreže

Daljnjom izgradnjom plinske mreže ostvaruju se preduvjeti za nova priključenja kupaca plina.

Godina	Podaci o broju priključaka potrošača/kupaca i procjena novih priključaka				
	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
Kućanstva	63.388	65.290	67.250	69.270	71.350
Poduzetništvo	4.700	4.840	4.985	4.985	5.135
<b>UKUPNO</b>	<b>68.088</b>	<b>70.130</b>	<b>72.235</b>	<b>74.255</b>	<b>76.485</b>

Sva ova nastojanja da se proširi plinska mreža na nova područja rezultirat će i povećanjem potrošnje prirodnog plina u kućanstvima i poduzetništvu.

Godina	Procjena godišnjih potreba plina				
	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
<b>m3/godinu</b>	<b>175.000.000</b>	<b>179.000.000</b>	<b>183.000.000</b>	<b>186.000.000</b>	<b>190.000.000</b>

OSIJEK, 21.-23. Listopada 2009.

---

# POSTROJENJA BIOPLINA

Osijek, 21.-24.10. 2009

**REHAU d.o.o.**

Franje Lučića 34  
HR 10090 ZAGREB  
T +385 1 3444 711  
F +385 1 3444 712  
[www.rehau.hr](http://www.rehau.hr)

**DRAŽEN HUBAK dipl. ing.**  
direktor prodajnog ureda

# O TVRTKI

## SVOJIM IDEJAMA NA BAZI POLIMERA - JEDINSTVENI



- internacionalno vodeća vrhunska marka za rješenja na bazi polimera
- osnovana 1948 u Rehau (pokrajina gornji Franken)
- 15'000 djelatnika na preko 170 lokacija, više od 80 proizvodnih pogona

### GRADNJA

Tehnika prozora i vrata, tehnika u zgradarstvu, opskrba, sanacije, niskogradnja, tehnika za ekologiju i oborinske vode, grijanje, vodovodni sistemi, elektroinstalacije...

### INDUSTRIJA

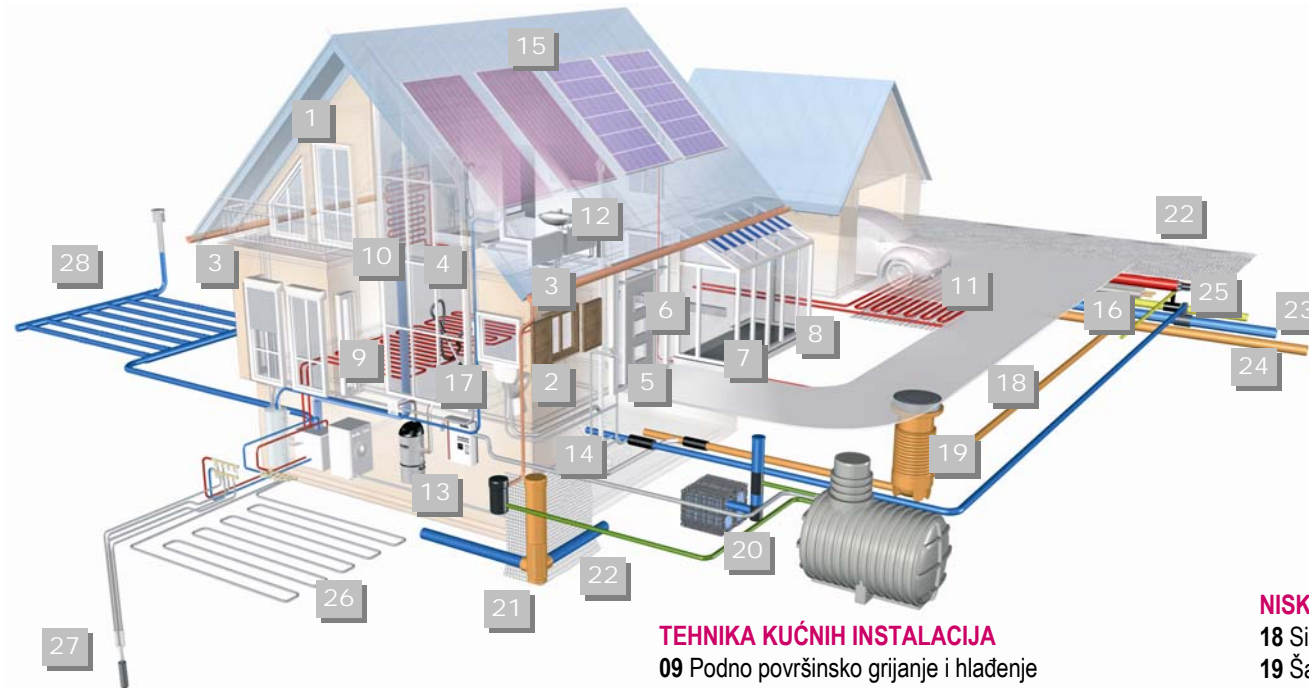
Dizajn za namještaj, sistemi za terase, crijeva, elastomeri, industrija kućanskih aparata, proizvodi za industriju, mineralne sirovine...

### AUTOMOTIVI

Sa svojom kompetencijom na području polimera, REHAU surađuje sa svim poznatim proizvođačima kao Full Service dobavljač proizvoda za exteriore, kontrolu vode, zraka, brtvljenju...

# ENERGETSKI UČINKOVITA GRADNJA

## POVEZANOST SISTEMA JE MISAO POKRETAČ ZA REHAU



### SISTEMI PROZORA I FASADA

- 1 Profili za prozore
- 2 Prozorske klupice
- 3 Rolete i grilje
- 4 Profili za fasade
- 5 Profili za kućna vrata
- 6 Ispune vrata
- 7 Sistemi za zimske vrtove
- 8 Podizno-klizni sistemi

### TEHNIKA KUĆNIH INSTALACIJA

- 09 Podno površinsko grijanje i hlađenje
- 10 Zidno površinsko grijanje i hlađenje
- 11 Grijanje vanjskih površina
- 12 Sistemi kućnih instalacija RAUTITAN (voda, grijanje, hlađenje)
- 13 Centralni usisavač VACUCLEAN
- 14 Niskošumni sistem kanalizacije RAUPIANO
- 15 Solarni kolektor SOLECT
- 16 Sistemi prjenosa topline
- 17 Sistemi električnih instalacija

### NISKOGRADNJA

- 18 Sistemi kanalizacije AWADUKT
- 19 Šahtovi AWASCHACHT
- 20 Zbrinjavanje i odvodnja oborinskih voda
- 21 Drenažne cijevi
- 22 Geosintetika RAUMAT, RAUGRID, ARMAPAL
- 23 Cijevi za vodu iz PVC, PE, PE-Xa
- 24 Cijevi za plin iz PE und PE-Xa
- 25 Cijevi za telekomunikaciju
- 26 Kolektor geotermije RAUGEO collect
- 27 RAUGEO geotermička sonda
- 28 Geotermičko grijanje i hlađenje zraka

# BIOENERGIJA – BESPLATNA ENERGIJA

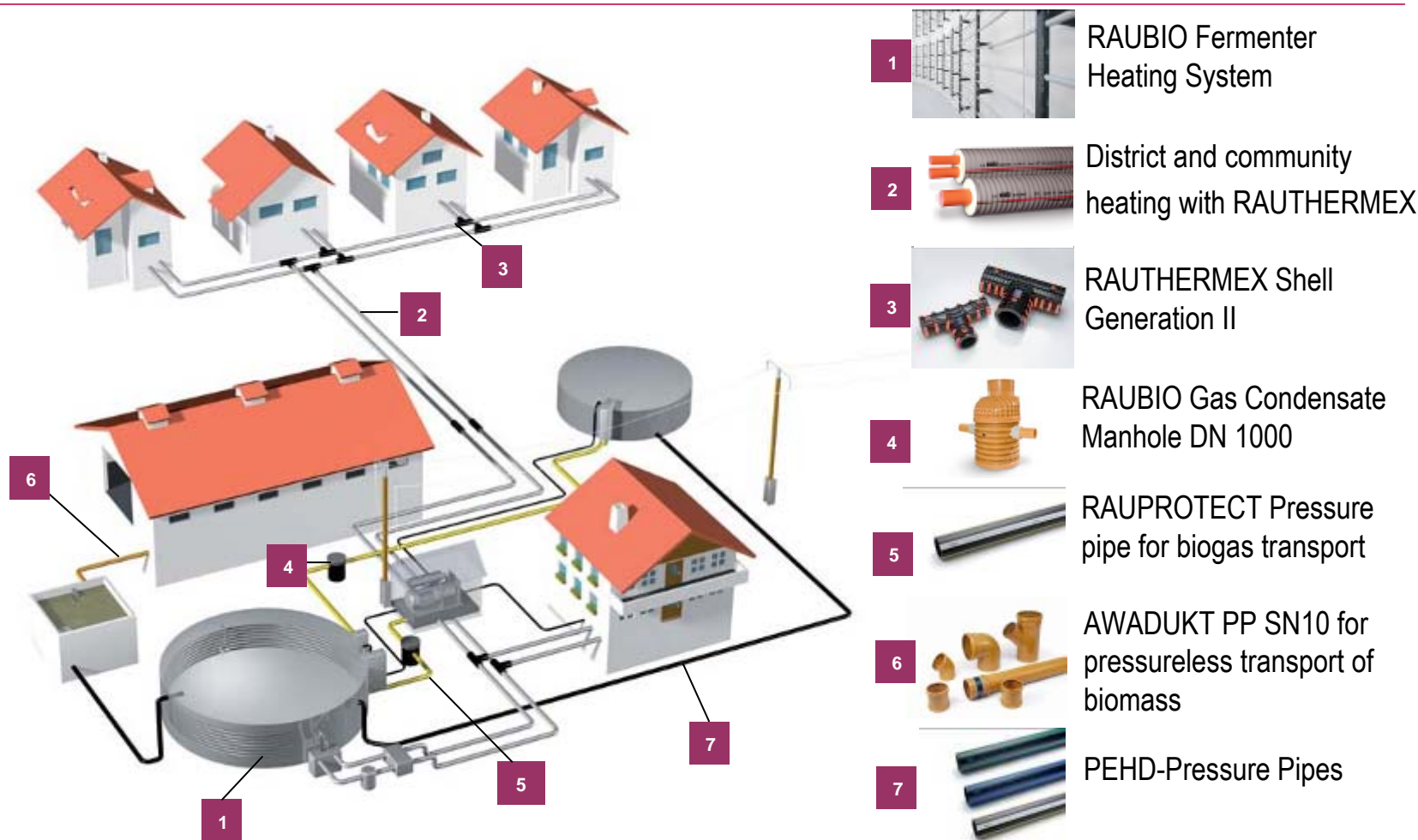
## PRIMJENA SISTEMA NA PRIMJERU FARME BIOPLINA





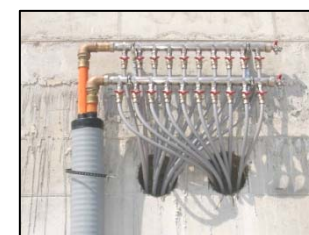
# CJEVNI SISTEMI ZA BIOPLIN

## REHAU NUDI CJELOVITA RJEŠENJA



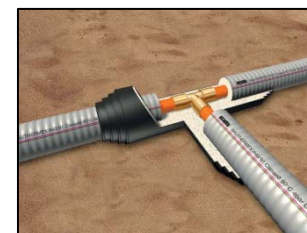
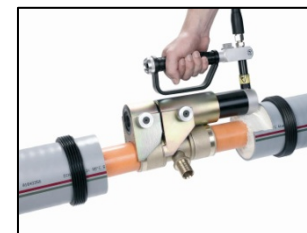
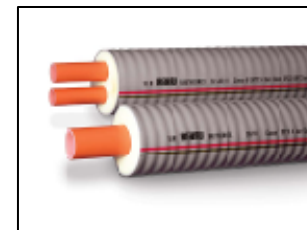
# BIOENERGIJA I TOPLINA

## SISTEMI ZA FERMENTATORE



# BIOENERGIJA I TOPLINA

## SISTEMI TOPLOVODNIH MREŽA



# ENERGIJA JE SVUDA OKO NAS

BUDUĆNOST JE ZAPOČELA, BROJNA RJEŠENJA  
SU VEĆ U POGONU



# PRAKTIČAN PRIMJER

## REHAU DAJE PODRŠKU OPĆINI GÜSSING (AT)



- korištenje obnovljivih energija za grijanje, proizvodnju el. Energije, biodizel
- koriste se sirovine iz vlastite regije
- ispitivanje novih tehnologije

### Prednosti

- Energetska neovisnost
- predvidljivi troškovi za energiju
- Europski Centar za obnovljive energije
- Eko-turizam
- Nezaposlenost 0% (in 1990: 70%!)



[www.eee-info.net](http://www.eee-info.net)



# PRVI PROJEKTI BIOPLINA U HRVATSKOJ

## PZ OSATINA JE KRENULA U ZELENU BUDUĆNOST



# PRVI PROJEKTI BIOPLINA U HRVATSKOJ

## PZ OSATINA JE KRENULA U ZELENU BUDUĆNOST



Farma Ivankovo



Farma Tomašanci

Projekt: David Voršič

Gradnja: Wolf System GmbH

- korištenje biomase za grijanje, proizvodnju metana, el. energije, humusa
- prodaja el. energije
- inženjering

# VODA JE BLAGO

## PRAVILNO ZBRINJAVANJE VODE



pitka voda



zbrinjavanje kišnice



zbrinjavanje  
otpadnih voda



pročišćavanje  
otpadnih voda





# NAŠA PLANETA JE JEDINSTVENA

NAŠIM ENERGETSKI UČINKOVITIM KONCEPTIMA ZA BUDUĆNOST  
ŠALJEMO JASNU PORUKU



## HVALA NA PAŽNJI

Drazen HUBAK dipl. ing.  
drazen.hubak@rehau.com



# MJEŠALIŠTA PLINA

## Zašto miješani plin ?

- svojstva izgaranja **mješavine UNP/zrak** jednaka su prirodnom plinu
- nema modifikacija na plamenicima
- izmjena sa prirodnog plina na mješavinu – izvodi se u hodu, nije potrebno propuhivanje ili sl.
- emisija UNP-a slična je prirodnom plinu, nema čađi kao kod loživog ulja
- UNP spremnici ne propuštaju, zahtijevaju stalni nadzor od strane IPPT-a (spremnici loživog ulja nemaju nadzora i mogu propuštati)
- **mješavina UNP/zrak** je lagan kao i prirodni plin, nema taloženja na ventilima, kao kod EL ulja
- mješavina prolazi kroz iste cijevi prirodnog plina, te nije potrebna dodatna instalacija
- rezervno gorivo kao lož ulje i čisti UNP ne koriste se za više od jednog ili dva plamenika zbog promjene plamenika ili dizni
- UNP se može dobiti stalno na tržištu, dok prirodni plin nije uvijek dostupan
- cijene prirodnog plina se stalno mijenjaju i mogu biti vrlo nestabilne

## DFV

### model DFV2.5-5 do DFV14-8

- Miješa UNP sa zrakom u oblik sličan prirodnom plinu
- 100% pretvorba
- Za upotrebu na niskim temperaturama
- Zračni prigušivač za tihi rad ( 80dB na 3m udaljenosti )
- Kapacitet ostaje isti za propan i UNP
- Siguran i pouzdan
- Stalna opskrba plinom na svim temperaturama
- Osigurava da Vaši potrošači nikada ne ostanu bez plina
- Uređaj je eksplozivno ispitan i posjeduje tvornički znak koji to dokazuje
- Potrošnja energije ispod 1A

## XPV

### model XPV2.5 do XPV28.0

- Kompletna zamjena za prirodni plin, za upotrebu u komercijalne svrhe i u maloj industriji
- Omogućuje Vam da imate plin, kada ga drugi nemaju
- Kombinacija ASDI POWER® XP električnog isparivača i VAPORAIRE® mješališta
- Samostalna jedinica štedi na instalacijama i omogućuje maksimalnu pouzdanost i pogodnost
- Dimenzije manje od 1,6 m<sup>2</sup>
- Protueksplozivni dizajn dozvoljava postavu bilo gdje
- Mogućnost proizvodnje sintetičkog plina u manje od jedne minute
- Posjeduje spremnik i prigušivač buke

