

---

## THE IMPACT OF MICROSTRUCTURE AND CORROSION ON THE PIPES OF POWER PRODUCTION IN KEK POWER PLANT NDIKIMI I MIKROSTRUKTURËS DHE KORROZIONIT TË GYPAVE NË PRODHIMIN E ENERGJISË NË TERMOCENTRALIN E KEK-UT

\*MURSEL RAMA<sup>a</sup>, ALI SADIKU<sup>a</sup>, HAMIT MEHMETI<sup>a</sup>, RRAHIM MAKSUTI<sup>a</sup>, MILAJETE SHALA-MEHMETI<sup>a</sup>, AVNI BEQIRI<sup>b</sup>

AKTET IV, 2: 298-304, 2011

### PERMBLEDHJE

Qëllimi i hulumtimit është përcaktimi i ndryshimeve të mundshme që ndodhin në sistemin e gypave në TC Kosova në Kastriot si rezultat i veprimit të korrozionit në muret e tyre dhe në bazë të këtyre ndryshimeve të ndikojmë në regjimin e punës së blloqeve për prodhimin e energjisë elektrike. Gypat janë të prodhuar nga çeliquet e qëndrueshëm mekanikisht në temperatura të larta të lidhur me krom dhe molibden. Është bërë analiza rëntgenografike e strukturës dhe në bazë të difraktogrameve është vërtetuar prania e  $Fe_2O_3$  dhe  $Fe_3O_4$  në shtresën e ndryshkur. Gjithashtu mostrat janë vërtetuar me mikroskop të dritës. Në mikrofotografitë digjitale është bërë matja e trashësisë së shtresës së ndryshkur. Duke u bazuar në rezultatet e fituara gjatë hulumtimit të korrozionit kemi konstatuar ndikimin e korrozionit dhe mikrostrukturës në efikasitetin e punës së pajisjeve termoenergetike në TC Kosova .

**Fjalët kyçe:** gyp, korrozion, mikrostrukturë, mostër, shtresë.

### SUMMARY

The purpose of this research is the determination of possible change that happens on tubes system on TC Kosova in Kastriot as a result of corrosion on the surface of tubes and on base of these changes we influence on working rate of blocks for producing electrical energy. The pipes are made of mechanic steel resistant on high temperatures linked with chromium and molybdenum. We made X-ray diffraction analyses of structure and it was proved the presence  $Fe_2O_3$  and  $Fe_3O_4$  on corroded layer. The samples were observed with light microscope too. It was measured the thickness of corroded layer from digital micro photos. Based on gained results, during the research we noticed the influence of corrosion and microstructure on work efficiency and efficacy on thermoenergetic equipment of TC Kosova .

**Key words:** corrosion, layer, microstructure, pipe, sample.

---

### HYRJE

Gjatë prodhimit të energjisë elektrike shfrytëzimi maksimal i pajisjeve në termocentrale që punojnë me lëndë djegëse fosile, mund të rritet nëse rriten temperatura dhe shtypja e avullit që hyjnë në kaldajë. Për këtë qëllim janë prodhuar çelique të veçanta të cilët përdoren për punë në kushte të vështira (çelique të qëndrueshëm mekanikisht në temperatura dhe shtypje të larta) [3], të cilët janë të përshtatshëm për punë efikase gjatë prodhimit të energjisë elektrike. Prandaj, detyrë

afatgjate e instituteve shkencore në botë si në Evropë, Japoni [4], etj. që merren me hulumtime në lëminë e shkencës së materialeve është prodhimi i markave të reja të çeliqueve për punë në kushte super kritike (temperaturë të avujve në rreth  $650^{\circ}C$  dhe shtypje deri në 350 bar) [4]. Çeliquet ferrite me përbërje prej 1-12% krom dhe 0,5-1% molibden përdoren në termocentralet bashkëkohore me qymyr, të cilat punojnë në temperaturat nën  $600^{\circ}C$ . Me rritjen e temperaturës së avullit mbi  $600^{\circ}C$ , mund të rritet

edhe shkalla e shfrytëzimit, ndërsa shkalla e emetimit të CO<sub>2</sub> zvogëlohet [2]. Çelieqet konvencional në bazë të kromit dhe molibdenit nuk posedojnë qëndrueshmëri të mjaftueshme ndaj shkarjes dhe nuk kanë rezistencë të mjaftueshme ndaj oksidimit në temperatura mbi 600°C[3]. Për këtë shkak gjatë viteve të fundit janë prodhuar si dhe janë aplikuar në termocentralet bashkëkohore çelieqe me shumë Cr si p.sh: P92-X10CrWMoNb 9 2 dhe P122-X12CrWCuMoVNbN 11 2 1) [1] [10], në të cilat çelieqe Mo është zëvendësuar pjesërisht ose plotësisht me W. Përdorimi i këtyre çelieqeve mundëson që temperatura e avullit të arrijë 650°C ose më shumë. Kësaj është përmirësuar efikasiteti i pajisjeve si dhe është zvogëluar emetimi i CO<sub>2</sub> në raport me termocentralet ekzistuese [2].

#### MATERIALE DHE METODAT

Gypat e hulumtuar janë të prodhuar prej çelieqeve të markave të ndryshme dhe të qëndrueshëm mekanikisht në temperatura të larta [3], kryesisht çelieqet: St35-8, St 35-4, 13Mo3, 13CrMo 4 4, 10CrMoV810, 14CrMoV63 [10].

Metodat kryesore në hulumtimin e ndikimit të korrozionit dhe mikrostrukturës së materialit të gypave në TC e KEK janë mbështetur në:

- vrojtimit vizuale,
- përcaktimin e sasisë dhe llojit të shtresës së depozituara në gypa,

- ndryshimi i mikrostrukturës së materialit të gypave, dhe

- ndryshimi i vetive mekanike të çelieqeve para dhe pas eksploatimit

Hulumtimi i mostrave është bërë në laboratorin qendror të UP.

Mostrat janë ndarë në dy grupe. Për matjen e masës së produkteve të korrozionit mostrat janë gërryer, ndërsa mostrat tjera janë përgatitur për hulumtimin e mikrostrukturës. Mostrat metalografike janë përgatitur në formë tërthore dhe gjatësore[9].

Nga mostrat e gërryera është larguar shtresa e korroduar dhe është bërë matja e masës në peshore analitike me saktësi deri në 0.1mg për njësi të sipërfaqes. Kësaj është caktuar masës specifike e shtresave të brendshme të korroduar në gypa për pozicione dhe kuota të ndryshme. Gjithashtu këto shtresa janë hulumtuar në difraktometër me rreze rëntgen për ta caktuar përbërjen fazore të shtresës së korroduar. Këndet e hulumtimit 2θ janë nga 20 - 80°.

Mostrat metalografike kanë kaluar nëpër këto faza përgatitore:

- Prerja në makinën universale me disqe nga SiC,
- Smerilimi me letra abrazive Nr 320, 500 dhe 800,
- Polirimi me Sprey Diamanti me madhësi të kokrrizave prej 6, 3, dhe 1 μm si dhe në Lecka DUR, NAP dhe MOL, dhe
- Brejtur me metodën e kimike, 2% HNO<sub>3</sub> në etil alkool

Simboli i çelikut	C %	Si %	Mn %	Cr %	Mo %	Pmax %	Smax %	Rm N/mm <sup>2</sup>	A <sub>5</sub> %	Kv J
St 35-8	Deri 0.17	0.10-0.35	Deri 0.40	-	-	0.05	0.05	340-440	25	
St 35-4	Deri 0.22	0.10-0.35	Deri 0.40	-	-	0.05	0.05	440-540	21	
13 Mo 3	0.12-0.20	0.15-0.35	0.50-0.80	-	0.25-0.35	0.04	0.04	440-570	22	48
13CrMo 4 4	0.10-0.18	0.15-0.35	0.40-0.70	0.7-1.0	0.40-0.50	0.04	0.04	440-570	22	48
10CrMoV8 10	Deri 0.15	0.15-0.50	0.40-0.60	2.0-2.5	0.9-1.1	0.04	0.04	440-590	20	

**Tabela 1.** Përbërja kimike dhe vetitë mekanike të çelieqeve para eksploatimit

Sipërfaqja e mostrave të përgatitura është hulumtuar me mikroskop të dritës portativ[10] dhe statik[9] ndërsa mikrostrukturat e bëra janë shfrytëzuar edhe për llogaritjen e trashësisë së shtresës së korroduar.

Në tab. 1 është pasqyruar përbërja kimike dhe vetitë mekanike të çeliqueve për punë në temperatura të larta, të qëndrueshëm mekanikisht dhe që përdoren në TC [3] [10].

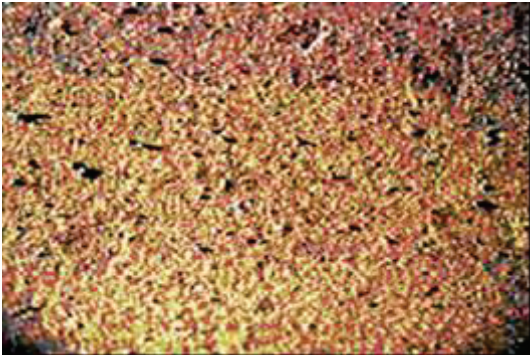


Figura 1. Shtresa e brendshme në mostrën nr. 5

**REZULTATET EKSPERIMENTALE**

Nga gjithsej 20 mostrat e përgatitura janë përzgjedhur mostrat 5, 8 dhe 15 si më reprezentative dhe më kualitative.

Pamja e shtresës së brendshme për mostrën Nr-5 është treguar në fig. 1 ndërsa masa e shtresës së korroduar dhe të depozituara, për mostrën Nr. 5, është llogaritur të jetë rreth 2,29mg/cm<sup>2</sup>.

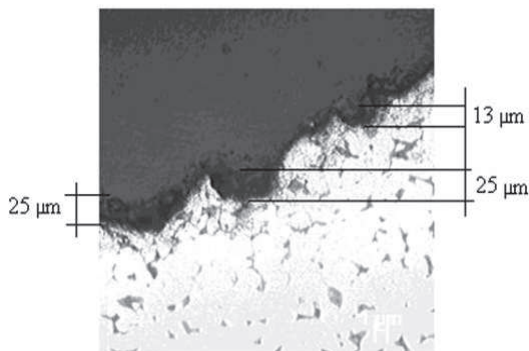


Figura 2. Mikrostruktura e mostrës nr. 5

Figura 2 paraqet mikrostrukturën e prerjes tërthore të murit të gypit bartës të kaldajës, shihet se struktura e materialit të gypave është

ferrito perlite dhe nuk vërehen dëmtime. Gjithashtu mund të konstatojmë se shtresa e korroduar është relativisht e hollë: 13 deri 25μm. Nga mikrofotografi shohim prerjet tërthore të korrozionit në formë “shpellave”, gjë që tregon mekanizmin e korrozionit.

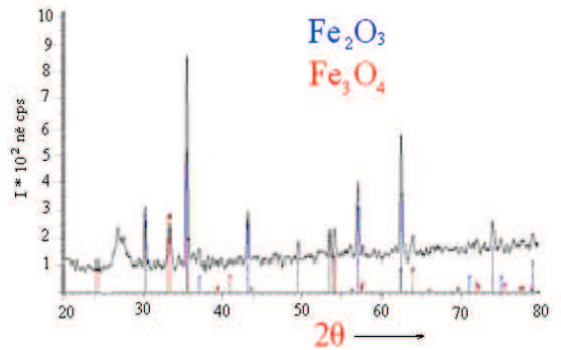


Figura 3. Difraktogrami për mostrën nr. 5



Figura 4. Shtresa e formuar për mostrën nr. 8

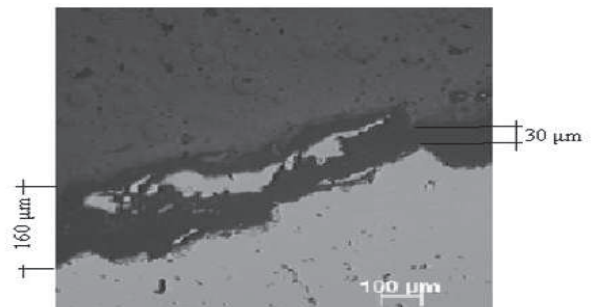
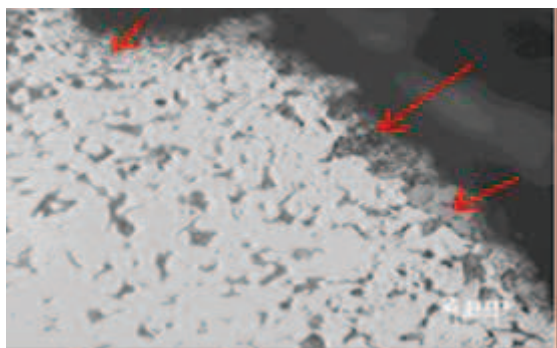


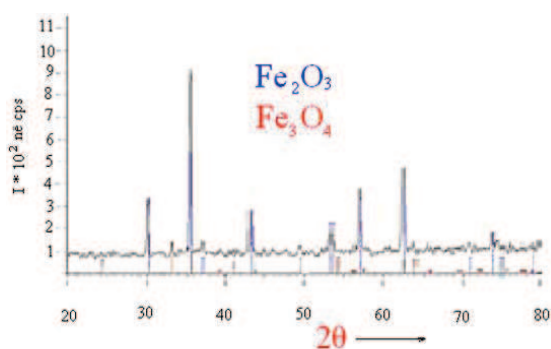
Figura 5. Pamja e shtresës për mostrën tërthore nr. 8

Difraktogrami i kësaj mostre, (fig. 3) tregon se produktet e korrozionit janë oksidet të cilat

formohen në temperatura më të vogël se 570 °C[5] pra  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dhe  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .



**Figura 6.** Mikrostruktura e mostrës nr. 8



**Figura 7.** Difraktogrami i mostrës nr. 8

Pamja e shtresës në sipërfaqes së brendshme të mostrës 8 është treguar në fig. 4. Në fotografi mund të vërehen pore në shtresën e korroduar. Masa e produkteve të korrozionit e shtresës së korroduar është  $6.03\text{mg}/\text{cm}^2$ . Ndërsa në fig. 5 është paraqitur mikrofotografia e kësaj mostre. Nga fig. 5 shihet se shtresa e korroduar ka trashësi të ndryshme prej  $30\text{-}160\mu\text{m}$ . Gjithashtu shihet se vije deri ke harxhimi-ndarja e materialit të gypave paralelisht me sipërfaqen e murit të gypave gjë që na tregon se këtu kemi të bëjmë me formën e korrozion të shkaktuar si rezultat i veprimit të sforcimeve ose ngarkesave - korrozioni nën tension (stress corrosion [5]). Fig. 6 tregon se struktura e materialit të gypave është ferrito-perlite. Difraktogrami i kësaj mostre fig. 7 tregon se produktet e korrozionit janë oksidet  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dhe  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

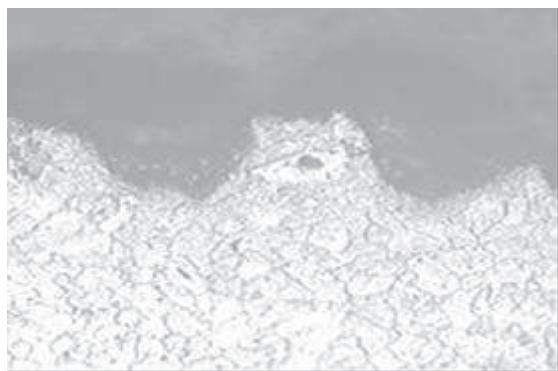
Figura 8 tregon pamjen e shtresës për mostrën Nr-15. Trashësia e shtresës së korroduar është përcaktuar nga mikrofotografia e treguar në fig. 9 dhe 10.



**Figura 8.** Shtresa e brendshme e mostrës nr. 15



**Figura 9a.** Shtresa e korroduar



**Figura 9b.** Mikrostruktura e gypave për mostrën nr. 15

Trashësia e shtresës së korroduar sillet nga  $22\text{-}97\mu\text{m}$ . Në mikrofotografi vërehen të çara të cilat janë paralel me sipërfaqen e gypave gjë që

tregon se ato janë krijuar si rezultat e korrozionit nën tension[6].

Gjithashtu vërehet se ka ndodhur ndryshim i mikrostrukturës së materialit të gypave – përgjatë sipërfaqes së brendshme të gypave, struktura e materialit është ferrite. Si rezultat i tejnxehjeve lokale të materialit të gypave zhvillohet procesi i dekarbonizimit të materialit. Ky fenomen shkakton edhe zvogëlimin e vetive mekanike [7] [8] të gypave (tab. 3) si dhe

zvogëlon qëndrueshmërinë ndaj korrozionit të gypave. Gjithashtu, është vërtetuar se shtresa e korrozionit përbëhet prej oksideve të hekurit të llojit  $Fe_2O_3$  dhe  $Fe_3O_4$ .

Hulumtimi i vetive mekanike për gypat mbajtës (ngritës-lëshues) të ECO në kuota, pozicione dhe dimensione të ndryshme janë dhënë në tab. 2. Në mënyrë eksperimentale (tab. 3) kemi hulumtuar ndryshimin e fortësisë së gypave bartës dhe furnizues.

	D <sub>0</sub> mm	B <sub>0</sub> mm	L <sub>c</sub> mm	L <sub>u</sub> mm	Re N/mm <sup>2</sup>	Rm N/mm <sup>2</sup>	A %	Kv J	Z %
Gypi ngritës Ø38x5 mm- I	5.12	20	80	100	263.4	459,2	28.7	48	51.8
Gypi lënës Ø38x5 mm- II	5.10	20	80	100	266	461	29	49	52
Gypi Ø38x5 mm pozicioni V13 kuota 35 m Materiali 15Mo3	5.1	20	80	100	270	456	27.5	40	50
Gypi Ø38x5 mm pozicioni V14 kuota 35 m Materiali 15Mo3	5.1	20	80	100	271	455	27	39	49.5
Gypi lidhës Ø44.5x4 mm kuota 28 m në mes kolektorit	4.2	20	80	100	316.6	480	22.5	36	40.7
Gypi tavanor Ø 45.5x4 mm kuota 54 m Materiali 15Mo3	4.2	20	80	100	315	530	25	43	45.5
Gypi Ø38x5 mm kuota 43 m	5.13	20	80	100	284	526	26.8	40	48
Gypi Ø38x5 mm kuota 43 m Gypat mbajtës të ECO	5.11	20	80	100	288	518	25	38	45.5
Gypi Ø38x5 mm kuota 45 m Gypat mbajtës të ECO-nxehësi i ujit	5.1	20	80	100	285	514	26	39	47
Gypi i kolektorit hyrës Ø44.5x4 mm Materiali 15Mo3	4.19	20	80	100	326	449	22.5	38	40.8

**Tabela 2.** Vetitë mekanike të gypave për pozicione dhe kuota të ndryshme në TEC e KEK-ut

Mostra	Gypa të pa deformuar HV	Zgjatja e mureve HV	Ngushtimi i mureve HV	Ndryshimi mes pozicioneve 1, 2 dhe 3 (vlera mesatare) HV
1	148-156	240-244	180-189	90 dhe 32.3
2	149-153	225-230	188-192	76.5 dhe 39
3	150-158	245-248	180-195	92.5 dhe 33.5
4	144-149	239-242	175-181	94 dhe 29.5
5	150-155	235-240	188-197	85 dhe 40
6	147-156	244-250	186-194	95.5 dhe 28.5

**Tabela 3.** Ndryshimi i fortësisë së gypave të lakuar

### DISKUTIMI I REZULTATEVE

Gjatë hulumtimit të pjesëve në TC të KEK përkatësisht i sistemit të gypave në kaldaje janë vërejtur ndryshime të cilat formohen gjatë eksploatimit të tyre. Këto ndryshime pasqyrohen:

- Në shtresën e korrozionit,
- Në ndryshimin e makrostrukturës, edhe
- Në paraqitjen e gabimeve në mure të gypave.

Shtresa e formuar kryesisht përbëhet nga përzjerja e oksideve  $Fe_2O_3$  dhe  $Fe_3O_4$ . Në bazë të pamjes së dëmtimeve nga korrozioni konstatohet se ato janë krijuar si rezultat i veprimit të korrozionit shpellor ose korrozionit nën tension ose edhe të kombinuara. Në rastin e hulumtimit të gypave tek të cilat kemi vërejtur plasaritje, ato janë krijuar gjatë veprimit të korrozionit nën tension dhe është e qartë se gjatë eksploatimit të këtyre gypave do vije deri ke zgjerimi i të çarave të cilat do shkaktojnë edhe shkatërrimin e tyre. Gjithashtu tek disa mostra kemi vërejtur se si rezultat i tejnxeheve lokale ndryshon edhe mikrostruktura e materialit të gypave nga ferrito-perlite në ferrite.

### PERFUNDIMI

1. Në mostrat e hulumtuara mbizotëron korrozioni shpellor dhe ai nën tension i gypave, ndërsa formohet shtresë e cila kryesisht përbëhet prej  $Fe_2O_3$  dhe  $Fe_3O_4$
2. Në gypat tek të cilët janë lajmëruar plasaritje si rezultat i veprimit të korrozionit nën tension, ekziston rreziku nga rritja dhe zgjerimi i plasaritjeve e më këtë edhe i shkatërrimit të tyre.

3. Në një numër të caktuar të mostrave, si rezultat i tejnxeheve lokale shkaktohet dekarbonizimi i mureve të brendshme të gypave e më këtë edhe ndryshime në mikrostrukturën ferrito-perlite në ferrite.

4. Procesi i ndryshkjes nuk është i mundur të ndërpritet por ai vetëm mund të ngadalësohet. Pra tek sistemet ujë-avull vështirë është monitorimi ose pengimi i korrozionit të gypave. Që të zvogëlohen pasojat e veprimit të korrozionit nevojitet të aplikohen metoda të shumta dhe bashkëkohore gjatë prodhimit të ujit me kualitet përkatës e i cili ka ndikim minimal në procesin e korrozionit.

5. Gjatë vitit 2009 si rezultat i rrjedhjes së ujit në kaldaje (veprimit të korrozionit) në të gjitha blloqet e TC A dhe B në KEK kishte 20 herë ndërprerje mesatarisht.

### BIBLIOGRAFIA

1. Abe, F & Tabuchi, M. Microstructure and Creep Strength of Weldsin Advanced Ferritic Power Plant Steels, National Institute for Materials Science (NIMS), 1-2-1 Sengen, Tsukuba 305-0047, Japan
2. Albert, S.K, et al., (2002) Microstructural investigations on type IV cracking in a high Cr stele, ISIJ International, Vol. 42, No. 12, pp. 1497-1504
3. Filetin T., Kovacicek F. & Indof J. (2002) Svojstva i primjena materiala, Udzbenici Sveucilista-Zagreb
4. Francis, J.A., Mazur W., Bhadeshia, H.K.D.H, (2006) Type IV cracking in ferritic power plant

steels, *Materials Science and Technology*, Vol. 22, No.12 , pp. 1387-1395

5. Paolucci, G. M. "Leksione të METALURGIJË", përktheu A. Deshiri, Vëll.1, Botimi i 2<sup>të</sup>, Botuar në Itali më 2006, Faqe 350, Fig. 10.3

6. Capelle, J, Gilgert, J, Dmytrakh I, Pluvinage, G (2009) Hydrogen effect on fatigue and fracture resistance of a pipe stele, UDC:621.643.027:669.15:539.431, *Structural integrity and life* Vol.9 No1, pp.9-14

7. Maksuti, Rr. Mehmeti, H. Baum H. Rama M. Çerkini N. (2009) Correlation of microstructure and toughness of the welded joint of pipeline steel X65, *Damage and fracture mechanice, Failure Analysis of Engineering Materials and Structures*, Publisher Springer Netherlands, DOI 10.1007/978-90-481-2669-9\_33,63 Chapters 31-40, pp 315-322.

8. Rama M, Maksuti Rr., Mehmeti H, Mehmeti-Shala M, (2009) "Hardness and microstructural changes during repaired welding of the pipes of power plant Kosova" *Medwell Journals «Journal of Engineering and Applied Sciences»*, 4(5-6):348-352, (ISSN 1816-949X), (Print) ISSN: 1818-7803 (Online-Open Access), Pakistan

9. Rama, M (2009) "Metodat hulumtuese në Laboratorin Qendror të Universitetit të Prishtinës"-*"Untersuchungsmethoden in CLU-UP*, Seminar profesional-Weiterbildungs-seminar, Prishtinë

10. Shahini R, (2009) Gjendja aktuale në KEK dhe nevoja për bashkëpunim të ngushte me Institutin Inkos dhe laboratorët e UP, Seminar profesional – Weiterbildungsseminar, Prishtinë, 24-25.09.2009.