

Jadran Franotović, dipl. inž.  
Željko Stefanović, dipl. inž.  
Končar - Inženjering za energetiku i transport

4-05

## ULOGA STANIČNOG RAČUNALA U BUDUĆEM RAZVOJU VOĐENJA POGONA POSTROJENJA

### SAŽETAK

Klasično rješenje sustava sekundarne opreme karakteriziralo je potpuno sklopovsko i programsko odvojeno djelovanje sustava zaštite, nadzora, upravljanja i mjerenja. Funkcije vođenja svodile su se na uvid u uklopno stanje i upravljanje. Moderni integrirani sustavi uključuju instalaciju staničnog računala u postrojenje čiji snažan programski sustav omogućava ostvarivanje niza funkcija koje lokalno vođenje postrojenja diže na bitno višu razinu. Posebno treba istaknuti aplikacije kojim se ostvaruje sve veća automatizacija pogona. Daljnjim razvojem uređaja mikroprocesorske zaštite oni prerastaju u računala polja koji zajedno u postrojenju čine globalnu mrežu procesnog informacijskog sustava.

Ključne riječi: Postrojenje, trafostanica, sustav vođenja, sustav zaštite, sustav mjerenja, integrirani sustav, numerički releji

## ROLE OF STATION COMPUTER IN THE FUTURE DEVELOPMENT OF PLANT MONITORING AND CONTROL

### ABSTRACT:

The conventional solution of secondary equipment was characterized by entirely isolated actions of protection, monitoring, control and measuring systems. Control functions consisted only in the indication of switching condition and control. Modern integrated systems include the installation of a station computer in the plant. Its powerful programme system makes possible the realization of a number of functions, thus raising the local control of the plant to a considerably higher level. The applications used to achieve the higher automation of plant operation should be specially pointed out. By the further development of microprocessor protection devices they become bay computers which make a global network of process information system in the plant.

Key words: Plant, transformer station, monitoring and control system, protection system, measuring system, integrated system, numerical relays

## 1. UVOD

Razvoj sustava zaštite i sustava vođenja elektroenergetskih objekata tekao je odvojenim putovima. Energetska oprema se u početku štitila osiguračima, a zatim primarnim okidačima. Prvi složeniji sustav zaštite bila je elektromehanička zaštita, a naslijedila ju je modernija elektrostatička zaštita. Primaran zadatak elektromehaničke i elektrostatičke zaštite bilo je šticeenje polja (ili ćelije), a zaštita cjelokupnog objekta ostvarivala se kompliciranim međuožičenjima zaštitnih releja.

Za nadzor i upravljanje postrojenjem u početku su korišteni instrumenti, signalizacija i tipkala na samoj ćeliji. Kasnije su se informacije potrebne za vođenje cjelokupnog objekta dovodile na središnju komandnu ploču. Razvojem uređaja daljinskog prijenosa informacija, komandna ploča se seli u nadređeni centar i objekt se vodi daljinski. Uvođenjem procesnih računala komandne ploče zamjenjuju računalni SCADA sustavi. Kako se razvijala računalna tehnika tako su se i usavršavale i proširivale funkcije SCADA sustava.

Integrirani sustavi zaštite i upravljanja su nastali kao logična posljedica razvoja elektroničkih uređaja, posebice mikroprocesorskih i njihove primjene u uređajima sekundarne opreme elektroenergetskih postrojenja. Sustav je skup sklopovske i programske opreme koji ostvaruje dva vida integracije:

- integracija funkcija, dakle kordinaciju zaštite, upravljanja, mjerenja i signalizacije
- integracija sklopovlja, djelomična fizička integracija prije navedenih funkcija u jedinstveno sklopovlje

Komponente koje čine integrirani sustav zaštite i upravljanja na razini distributivnog postrojenja su:

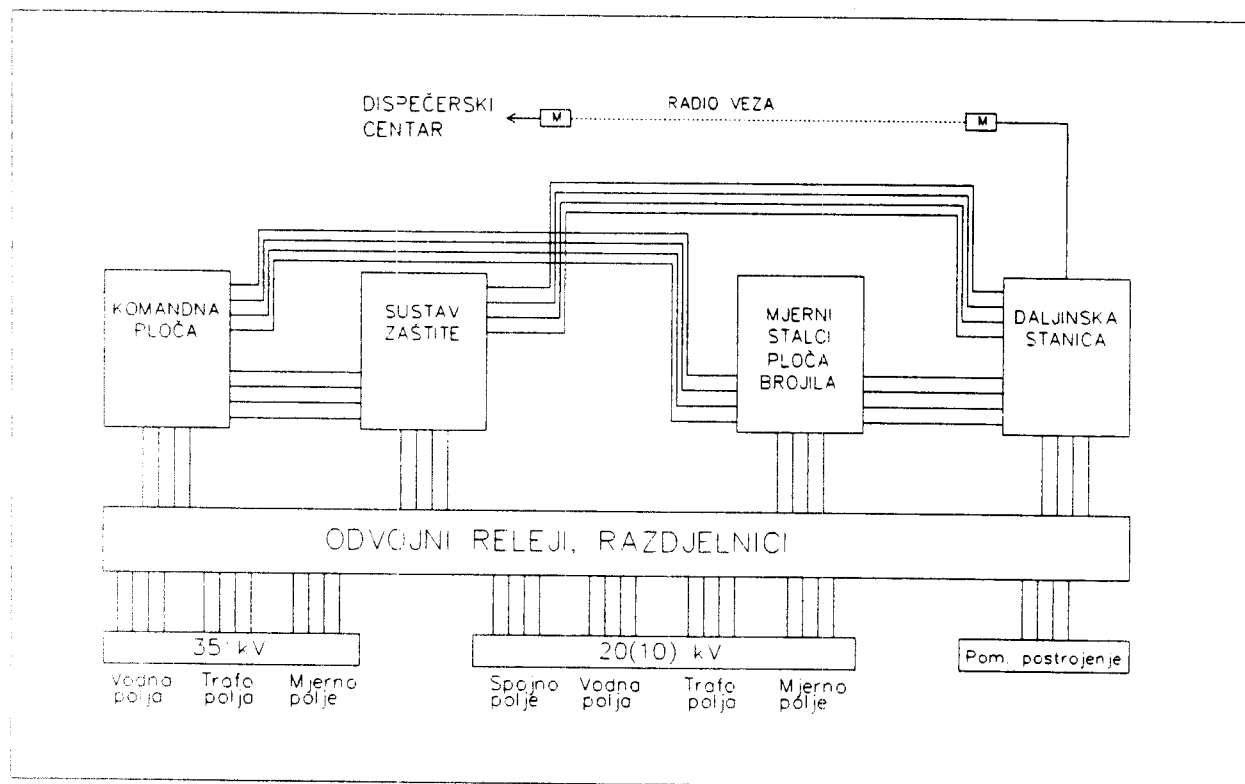
- mikroprocesorska (digitalna) zaštita koja osim funkcija zaštite u sebi implementira i funkcije prikupljanja podataka za potrebe vođenja
- stanično računalo koje je po izvornoj namjeni centralana uklopnica postrojenja, a po evoluciji ostvarenih funkcija pravi lokalni centar vođenja postrojenja
- komunikacijski uređaji koji kontroliraju protok informacija kako unutar lokalnog sustava tako i prema nadređenim centrima (centar pogona, dispečerski centar, centralni ured odjela zaštite)

## 2. KLASIČNO RJEŠENJE SUSTAVA SEKUNDARNE OPREME U POSTROJENJU

Distributivna postrojenja 110/x i 35/10 kV u klasičnom rješenju izvedbe pretpostavljaju strogo centralizirane i potpuno odvojene funkcije zaštite, mjerenja i upravljanja. U ćelijama su smješteni samo visokonaponski elementi (prekidač, rastavljači, mjerni transformatori), a na izlazu ćelije nalazi se poslužni ormarić sa slijedećim namjenama:

- ugrađena tipkala omogućavaju uključivanje/isključivanje aparata s lica mjesta
- ampermetar i voltmetar izravno priključeni na mjerne transformatore daju osnovni uvid u pogonsko stanje ćelije
- u unutrašnjosti ormarića nalaze se redne stezaljke na koje su dovedeni svi podaci potrebni za sustav sekundarne opreme:
  - strujne i naponske grane s mjernih transformatora
  - pomoćni kontakti za signalizaciju stanja aparata
  - izvodi sa sklopnika za upravljanje aparatima
  - ostali podaci potrebni za daljinski prijenos (lokalno upravljanje poljem, stanje pomoćnih napona i sl.)

Sustav sekundarne opreme smješten je u centralnoj uklopnici. Mjerni uređaji su na pločama brojila, zaštita je na stalcima ili u ormarima, za lokalno upravljanje služi komandna ploča, a za daljinski prijenos instalirana je daljinska stanica koja u većim postrojenjima ima i funkciju lokalnog kronološkog registratora događaja.



Slika 1. Klasično rješenje sustava sekundarne opreme

Pošto su uređaji sekundarne opreme strogo odvojeni redoviti je slučaj da istu informaciju zahtijevaju dva ili više uređaja (mjeranja trebaju lokalni instrumenti i daljinski prijenos, stanje prekidača treba zaštita, lokalni prikaz i daljinski prijenos itd). Stoga se informacije koje se kabelima dovode iz ćelija u centralnu uklopnicu najprije dovode na razdjelnu opremu (razdjelnici i odvojni releji) koja ima dvojaku funkciju:

- umnožavanje informacija za spajanje na više uređaja
- prilagođavanje naponskih nivoa: pomoćni napon postrojenja obično je veći od onoga koji zahtijevaju ulazni/izlazni/krugovi uređaja sekundarne opreme

Karakteristike klasičnog rješenja sustava sekundarne opreme, a koje će se u odnosu na moderna integrirana rješenja pokazati kao nedostaci, su:

- veliki broj kabela i komplicirano kabliranje
- velika količina i gabariti opreme u centralnoj uklopnici što rezultira većim prostorom za centralnu uklopnicu
- poseban uređaj za besprekidno napajanje sekundarne opreme pošto ona ne radi na pomoćnom naponu postrojenja
- ostvarene samo osnovne funkcije upravljanja
- nemogućnost daljinskog nadzora uređaja zaštite, a time i česti pregledi

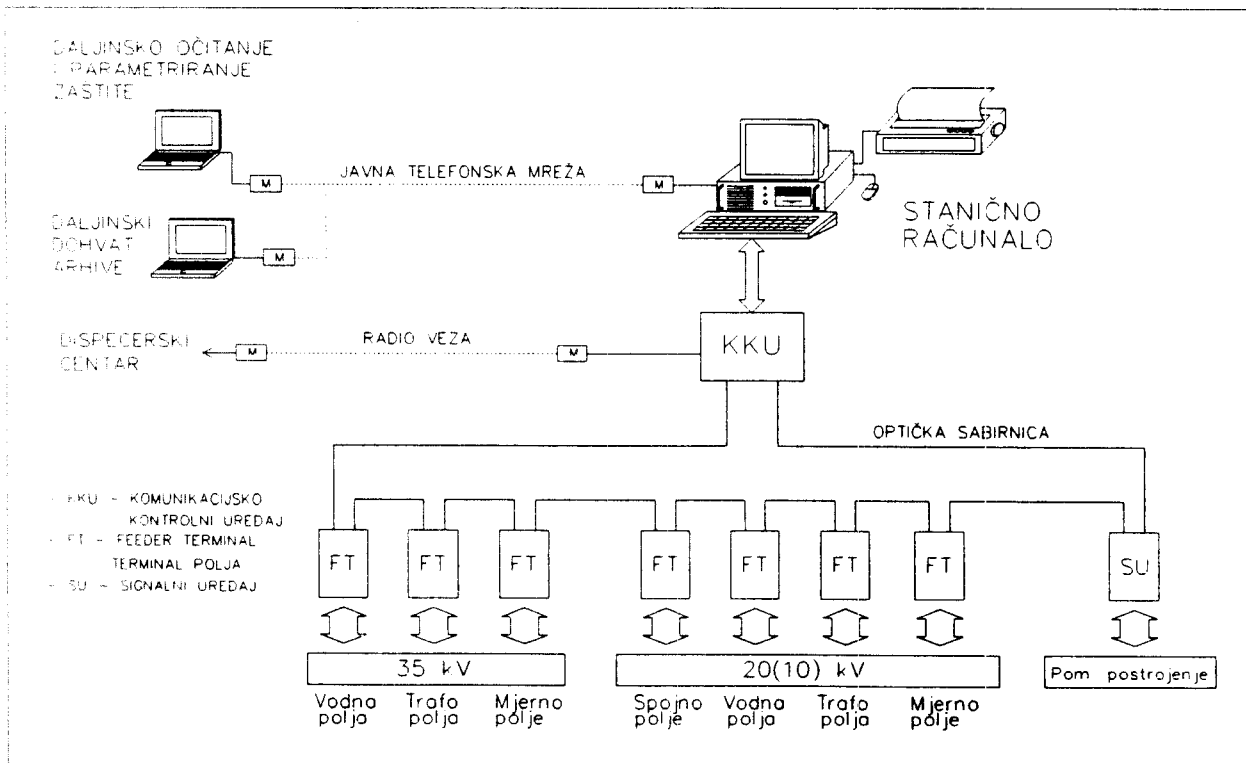
Navedene karakteristike upućuju da je klasično rješenja sustava sekundarne zaštite složeno za izgradnju i održavanje, neracionalno i neekonomično. Naravno da sve ovo treba staviti u kontekst razvoja tehnologije jer ovo je rješenje niz godina korektno obavljalo svoje funkcije vođenja pogona postrojenja.

### 3. OPIS INTEGRIRANOG SUSTAVA ZAŠTITE, NADZORA, UPRAVLJANJA I MJERENJA

Izbor opreme integriranog sustava zaštite, nadzora, upravljanja i mjerenja treba riješiti na tri nivoa: nivo polja, nivo objekta i nivo nadređenog centra. Odabrano rješenje ovisi o opremljenosti objekta (novi objekt ili rekonstrukcija), o energetskej važnosti objekta, o izgrađenosti sustava vođenja, o financijskoj konstrukciji. Na slici 2. je prikazano jedno rješenje integriranog sustava.

Mikroprocesorska zaštita može biti isporučena u obliku pojedinačnih releja ili kao jedinstveni uređaj za cijelo polje - terminal polja (feeder terminal). Terminal polja osigurava prikupljanje svih informacija iz polja, a sadrži i signalno-upravljački modul pa se sve više preferira kao modernije rješenje.

Funkcije vođenja na nivou trafostanice ostvaruje stanično računalo. Sastoji se od industrijskog PC s kolor monitorom i pisača. U njega je instaliran SCADA programski sustav za vođenje energetskog sustava u realnom vremenu. Većina distributivnih područja ima u svojim dispečerskim centrima instaliran SCADA sustav. Za područja koja nemaju opremljene DC, u objektu treba pripremiti sustav za komunikaciju s budućim DC.



Slika 2. Integrirani sustav zaštite, nadzora, upravljanja i mjerenja

Nadzor komunikacijskih tokova, prikupljanje i distribuciju podataka te prosljeđivanje i kontrolu upravljačkih naloga vrši komunikacijsko-kontrolni uređaj. On vrši konverzije komunikacijskih protokola i usklađivanje različitih formata poruka. Poželjno je da rješenje bude takvo da komunikacijsko kontrolni uređaj radi neovisno od staničnog računala što s jedne strane povećava pouzdanost, a s druge strane omogućava izvedbe bez staničnog računala.

Karakteristike integriranog rješenja pokazuje sve prednosti koje ono ima u odnosu na klasično rješenje:

- pošto uređaji zaštite integriraju u sebi i funkcije vođenja nema potrebe za umnažanjem informacija na više uređaja

- mikroprocesorska zaštita je dizajnirana tako da ju je najpovoljnije instalirati distribuirano u ćelije pa je s centralnom uklopnicom veže samo optička sabirnica, a ne mnoštvo signalnih kabela
- moderni zaštitni uređaji su rađeni za široki raspon napajanja uređaja i ulazno/izlaznih krugova pa ne trebaju posebnih sustava besprekidnog napajanja
- najnovija generacija uređaja mikroprocesorske zaštite ima posebnu komunikacijsku petlju za daljinsku komunikaciju ili je ona moguća preko staničnog računala

#### 4. STANIČNO RAČUNALO - LOKALNI CENTAR VOĐENJA POSTROJENJA

Kao centralna uklopnica, a po funkcijama je i bitno više od toga, na sustav mikroprocesorske zaštite se nadograđuje stanično računalo s implementiranim programskim SCADA sustavom. Hardversku osnovu čini osobno računalo (PC) u industrijskoj izvedbi. Na računalo može biti priključen i pisač. Računalo mora biti predviđeno za 24-satni rad i priključeno na besprekidno napajanje. U vremenu kad nema posade u stanici ekran može biti ugašen. Stanično računalo se u većim objektima smješta u posebnu komandnu prostoriju, a u manjim u samo postrojenje u poseban ormar.

U računalo je implementiran programski sustav sa SCADA i komunikacijskim software-om što uključuje:

- prikaz jednopolne sheme postrojenja
- prikaz stanja aparata, zaštite i statusa signala u postrojenju
- prikaz mjerenja struja, napona i snaga iz postrojenja
- upravljanje prekidačima
- liste događaja i alarma
- krononološku registraciju događaja
- arhiviranje
- komunikacija s mikroprocesorskim relejima zaštite
- komunikacija prema nadređenom DC-u
- udaljena komunikacija s relejima zaštite preko staničnog računala
- lokalne automatske funkcije

Nadzor i upravljanje sustavom odvija se preko ekranskih prikaza: jednopolnih shema, tabela i listi na sličan način kao i u DC-u. Važna funkcija staničnog računala je i pohranjivanje kronološke liste događaja. Sustav omogućava kreiranje i izdavanje izvještaja. Treba biti ugrađena preklopka lokalno/daljinski za jasno razgraničenje nadležnosti u sustavu.

Preko serijskog porta računala i modema moguća je vanjska veza na komutiranu telefonsku liniju. Preko te linije se pomoću udaljenog PC-a s jedne strane mogu očitavati podaci (npr. liste) iz zaštite bez prekida komunikacije kao u slučaju kad se to izvodi s lokalno spojenim notebook računalom.

#### 5. FUNKCIJE VOĐENJA STANIČNOG RAČUNALA I TREND RAZVOJA

Čemu uopće ugradnja staničnih računala pogotovo u ona postrojenja manjeg energetskog značaja, a koja ionako nemaju stalnu posadu? Zašto distribuirati funkcije vođenja kad se odluke donose u centru? Kako ono doprinosi razvoju vođenja kad operateri rade s njim samo povremeno?

Kad bi stanično računalo bilo samo u funkciji zamjene komandne ploče, već bi tada opravdalo investiciju u njega. Operaterima je, baš zato što u trafostanicu dolaze tek povremeno,

olakšana manipulacija ako u objektu imaju sličan sustav onom u dispečerskom centru. Trend razvoja daje naglasak na funkcijama lokalne automatike, upravo onim koji ne zahtijevaju prisustvo operatera.

Uloga staničnog računala najbolje se uočava kroz funkcije koje ono ostvaruje. Funkcije možemo podijeliti u četiri velika skupa:

- dispečerske funkcije
- funkcije arhiviranja
- funkcije daljinskog očitavanja i parametriranja
- funkcije lokalne automatizacije postrojenja

Dispečerske funkcije podrazumijevaju sve ono što klasični SCADA programski sustav pruža operateru za sigurno i efikasno vođenje procesa. Navedene su u opisu staničnog računala u prethodnoj točki.

Pošto se zbog optimalnog vođenja cjelokupnog energetskog procesa jednog područja traži da se u dispečerski centar prenosi samo skup izabranih informacija, a povremeno može doći do prekida komunikacije, važno je sve događaje u postrojenju ne samo zabilježiti i prikazati nego i arhivirati za naknadnu analizu. Arhivski podaci mogu se ili analizirati na samom objektu ili preko posebne linije prenijeti tehničkim službama u centru. Među arhivskim podacima od posebnog je značaja kronološka lista čija se vjerodostojnost mora osigurati sinkronizacijom na GPS sustav distribucije točnog vremena.

Daljinsko očitavanje i parametriranje uređaja mikroprocesorske zaštite tema je za posebnu diskusiju. Samo treba napomenuti da ukoliko se ova funkcija provodi kroz stanično računalo to ni u kojem slučaju ne smije ometati komunikaciju s dispečerskim centrom.

Kao što je rečeno sve veći se značaj daje automatizaciji postrojenja. Sve jači uređaji koji se ugrađuju u polja omogućuju implementiranje automatskih funkcija, a i stanično računalo je apsolutno pogodno za razvoj aplikacija lokalne automatike. Gdje će funkcije biti implementirane ovisi o namjeni, složenosti i zahtjevima na sigurnost. Osnovne postavke su:

- u principu je povoljnije da funkcije budu implementirane čim bliže postrojenju jer se time smanjuje utjecaj kvara elementa u mreži na ostvarenje funkcije (na primjer automatska regulacija napona mora biti u polju transformatora)
- mjesto implementiranja nekih funkcija određeno je rješenjem drugih funkcija (ako je u ćeliju ugrađen terminal polja s upravljačkim modulom, funkcije blokade moraju biti izvedene u polju, a ako nema lokalnog upravljanja blokade mogu biti izvedene u staničnom računalu)
- neke funkcije od globalnog značaja za postrojenje moraju se izvesti u staničnom računalu (na primjer automatsko rasterećenje trafostanice ili uključenje nakon raspada sustava)
- funkcije mogu biti ili potpuno automatske na temelju ulaznih podataka ili dispečer (operater) može dati nalog za pokretanje automatske sekvence

Koji su daljnji trendovi razvoja sustava sekundarne opreme? Najnoviji uređaji mikroprocesorske zaštite idu u smjeru sve veće programske snage, sve manje sklopovske određenosti funkcija i sve većeg programskog konfiguriranja. Osim ostvarenja zaštite vlastitog polja uređaj je s uređajima u drugim poljima spojen u lokalnu mrežu s mogućnošću pune izmjene informacija. Vjerojatno će razvoj teći sa sve većim seljenjem funkcija iz staničnog računala u uređaje u poljima (bay computer). Stanično računalo postaje operatorsko mjesto i komunikacijski distributor s nadređenim nivoima. Konceptcija novih dispečerskih centara u odnosu na centre pogona je da dosadašnju serijsku komunikaciju centar - podcentar zamijeni stapanje u zajedničku mrežu s distribuiranim funkcijama i bazama podataka (WAN - wide area network). Za pretpostaviti je da će se ta konceptcija u budućnosti proširiti dalje na objekte tako da će cjelokupni procesni informacijski sustav predstavljati jednu globalnu mrežu. Ovakav razvoj se uvjetuje modernizacijom telekomunikacijskog sustava.

## 6. ZAKLJUČAK

Lokalno vođenje trafostanice se po klasičnim rješenjima svodilo samo na nužne uklopničarske intervencije. Integrirani sustav sa staničnim računalom promijenio je shvaćanje lokalnog vođenja posebno s obzirom na automatizaciju pogona. Tendencija je da buduća energetska oprema (sklopni blokovi) bude isporučivana kao kompaktan proizvod koji će se s jedne strane priključivati na energetske vodove, a s druge na informacijsku sabirnicu (mrežu).

Ovakva rješenja su za našu praksu idealizirana jer pretpostavljaju ili izgradnju novih postrojenja ili potpunu rekonstrukciju postojećih. U prijelaznom razdoblju je velika uloga staničnog računala kao nezavisnog sustava koji s jedne strane može u jedan sustav ujediniti opremu više proizvođača i nadzirati komunikaciju po različitim protokolima, a s druge strane pruža mogućnost razvoja automatskih funkcija.

## 7. PITANJA ZA DISKUSIJU

- Da li i kako integriranje funkcija utječe na pouzdanost zaštite postrojenja?
- Kakva treba biti stručna osposobljenost radnika za rukovanje sustavom i kako je provesti?
- Kako optimalno konfigurirati sustav za najbolji odnos ulaganja i vraćenih ušteda?
- Stalno je prisutno pitanje nadležnosti nad elementima sustava i pristupa modifikaciji parametara. Kako to riješiti?

## 8. LITERATURA

- [1] A. Marušić: "Digitalna relejna zaštita" *Zbornik radova za seminar: Relejna zaštita u EES*, izdavač Elektrotehničko društvo Zagreb, studeni 1990.
- [2] D. Karavidović, B. Filipović-Grčić: "Temeljnja obilježja koordiniranih sustava zaštite, nadzora i upravljanja" *CIGRE, prvi simpozij sustava vođenja EES-a HEP-a*, Cavtat 1994.
- [3] G. Šagovac "Mikroprocesorski uređaji za zaštitu, upravljanje i nadzor, te moguća primjena u distributivnoj TS" *CIGRE, drugo savjetovanje Sekcija III*, Šibenik 1995
- [4] M. Jurković, S. Vištica, J. Franotović, B. Kozulić: "Integrirani sustavi zaštite i upravljanja u distributivnim trafostanicama - pogonska iskustva" *CIGRE, drugi simpozij sustava vođenja EES-a HEP-a*, Cavtat 1996.