

Mr Miroslav Savanović,  
pukovnik, dipl. inž.  
Tehnički opitni centar KoV,  
Beograd  
Novka Mandić,  
inž. inf.  
Vrhovni vojni sud,  
Beograd

## SOFTVERSKO REŠENJE ZA PODRŠKU METROLOŠKOM OBEZBEĐENJU U TEHNIČKOM OPITNOM CENTRU VOJSKE SCG\*

UDC: 551.50 : 681.3.06] : 355.1 (497.1)

### Rezime:

*U radu je predstavljeno softversko rešenje za praćenje merne opreme i podršku metrološkom obezbeđenju u Tehničkom opitnom centru Vojske SCG. Softver omogućava unos i čuvanje svih relevantnih podataka o merilima, brzu izradu svih zahtevanih izveštaja različitih vrsta i planova verifikacije i opravke kao i uvid u istoriju održavanja. Softversko rešenje obuhvata bazu podataka projektovanu na platformi „Paradox“ i softver za rad nad bazom podataka izraden u programskom okruženju „Delphi“.*

*Ključne reči: metrološko obezbeđenje, merna oprema, softver.*

---

## SOFTWARE SOLUTION FOR METROLOGICAL SUPPORT IN THE TECHNICAL PROVING CENTER OF THE ARMY OF SERBIA AND MONTENEGRO

### Summary:

*This paper presents a test equipment monitoring software solution for metrological support in the Technical proving center of the Army of Serbia and Montenegro. The software provides input and saving of all relevant data concerning measuring instruments, quick generation of different kinds of required reports and verification and maintenance plans as well as maintenance history. The software includes a database designed on the „Paradox“ platform and software procedures for data processing coded on the „Delphi“ software platform.*

*Key words: metrological support, measuring equipment, software.*

---

### Uvod

Značaj merenja u ljudskoj delatnosti uopšte, a naročito u nauci i tehnici, uočila su još davno slavna imena nauke, o čemu svedoče njihove misli kao što su: „nauka počinje tamo gde počinju merenja“ Mendeljejeva ili „meri ono što se može meriti i učini merljivim ono što se ne meri“ Galilea Galileja. Budući da bez

kvalitetne i metrološki potvrđene merne opreme nema tačnog merenja, pitanju održavanja jedinstva metrološkog sistema, praćenju stanja merne opreme, njenom metrološkom potvrđivanju, održavanju i uopšte metrološkom obezbeđenju, mora se posvećivati najveća moguća pažnja, naročito u ustanovama kojima je merenje osnovna delatnost.

Tehnički opitni centar KoV Vojske SCG (TOC) čija je osnovna delatnost ispitivanje i ocenjivanje kvaliteta naoružanja

\* Rad je saopšten na naučno-stručnom skupu TOC KoV „Ispitivanje kvaliteta sredstava NVO“, 2. decembra 2003. u Beogradu.

nja i vojne opreme i tehničkih proizvoda i metrološko obezbeđenje Vojske SCG, upravo je ustanova u kojoj je merenje direktno vezano za njenu osnovnu delatnost. Za obavljanje navedene delatnosti koristi se veliki broj odgovarajuće merne opreme za koju mora da postoji precizna i ažurna evidencija koja će omogućiti upravljanje ovim značajnim resursom.

U radu je predstavljeno softversko rešenje za praćenje stanja, planiranje metroloških pregleda i održavanja merne opreme, kao i širu podršku metrološkom obezbeđenju u TOC-u. Demo verzija softvera može se detaljno predstaviti svim zainteresovanim korisnicima uz potrebna objašnjenja.

## Opis problema

TOC je organizovan kao hijerarhijska struktura u kojoj se pod upravom TOC-a na prvom nivou nalaze sektori i poligoni, na drugom nivou odeljenja, a na trećem nivou laboratorije i odseci. Metrološko obezbeđenje TOC-a u okviru ukupnog tehničkog obezbeđenja (TOB) na nivou TOC-a organizuje referent za metrologiju, a na nivou sektora i poligona njihovi referenti metrologije. Referenti metrologije zaduženi su za ažurnost podataka o mernoj opremi, izveštavanje kao i planiranje metroloških pregleda u različitim ovlašćenim metrološkim laboratorijama u Vojsci SCG i izvan nje. O popravci i servisiranju merne opreme brinu načelnici laboratorija ili odseka. Ukupan broj merila u TOC-u iznosi preko 2500 primeraka. Ovoliki broj merila zahteva automatizaciju vođenja podataka, iz-

rade izveštaja, evidencija i planova pregleda i popravki.

Merna oprema može imati tri statusa: u upotrebi, u metrološkoj rezervi i na popravci (ili da posle popravke čeka na verifikaciju).

Metrološki pregledi merne opreme, uključujući i etalone (radne, sekundarne i primarne), vrše se sa različitim periodikom i u različitim ovlašćenim metrološkim laboratorijama u Vojsci SCG, u našoj zemlji ili u inostranstvu. Merna oprema se na metrološke preglede upućuje redovno po isteku vremena važenja verifikacije, vanredno nakon popravke, ili u slučaju sumnje u tačnost po bilo kojem osnovu.

Budući da je planiranje metroloških pregleda svih merila centralizovano i vrši se jednom godišnje, planiranje metroloških pregleda podrazumeva izradu predloga planova pregleda svih merila koja dospevaju za pregled u narednoj godini po metrološkim laboratorijama.

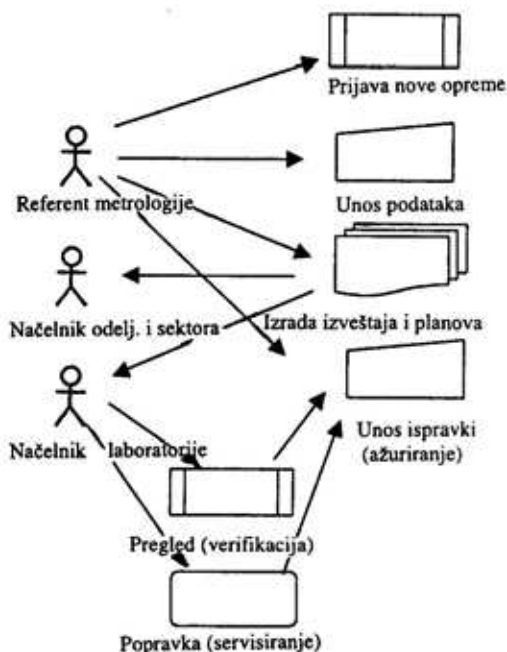
Svako merilo opisano je velikim brojem atributa (36) kao što su: identifikacioni broj, klasifikacioni broj, serijski broj, tačnost, merni opseg, frekventni opseg, najmanji podeljak, proizvođač, status, periodičnost izvršenja pregleda, datum izvršenja pregleda, oznaka ovlašćene metrološke laboratorije u kojoj se vrši verifikacija, cena, itd. Svaki od ovih atributa ima svoj značaj i koristi se kao element pri izradi izveštaja, evidencija i planova pregleda.

Radi unificiranosti izveštaja, evidencija i planova pregleda u metrološkim laboratorijama, Uputstvom [1] definisane su sve forme obrazaca na kojima se oni ručno vode u Vojsci SCG. Pored formi

definisanih u navedenom uputstvu, internim dokumentima sistema kvaliteta kao što je Uputstvo [2], definisane su neke forme specifične za TOC koje služe u svakodnevnom radu.

Zahtev koji je postavljen pred projektante softverskog rešenja ukratko se može opisati kao automatizacija procesa vođenja svih podataka o svakom merilu posebno, sortiranje po definisanim ključevima radi izrade zahtevanih evidencija, izveštaja i planova pregleda u printanoj formi koji se u takvom obliku dostavljaju planskom organu uprave TOC i Tehničkoj upravi. Dodatni zahtevi koje su postavili projektanti su:

– što jednostavniji rad sa softverom koji će u maksimalnoj meri oponašati stari način rada pri kojem se podaci vode ručno;



Sl. 1 – Interakcija korisnika i softvera sa pregledom osnovnih funkcija u procesu praćenja merne opreme TOC-a

– sve jednom unete podatke prenositi u sve forme u kojima se traže;

– na svim mestima gde je to moguće kroz padajuće menije, kombo boksove, ili na drugi način, nuditi mogućnost izbora pri unosu podataka;

– radi, čoveku najlakšeg, „vizuelnog vezivanja“ za svako merilo obezbediti njegovu sliku pri unosu atributa koji ga karakterišu;

– forme dizajnirati tako da budu što ergonomičnije.

Na slici 1 prikazani su korisnici softvera i osnovne funkcije koje softver realizuje.

### Staro rešenje za podršku metrološkog obezbeđenja TOC

Za podršku metrološkom obezbeđenju u TOC-u od 1999. godine postoji rešenje koje se sastoji od baze podataka projektovane u MS Accessu u kojoj su vođeni podaci o svim merilima. Ovakvo rešenje imalo je značajne nedostatke koji su se ogledali u sledećem:

– unos podataka o merilima vršen je direktnim pristupom samoj bazi, a ne kroz definisane forme za unos koje štite konzistentnost podataka u bazi;

– procedure za rad nad bazom podataka nisu bile rešene na odgovarajući način;

– generisanje svih potrebnih evidencija, izveštaja i naročito planova pregleda u Uputstvom [1] definisanim formama, nije bilo efikasno i jednoznačno jer relacije između atributa periodičnost pregleda, vreme izvršenja metroloških pregleda, vreme popravki i vanrednih pregleda nisu bile matematički i logički korektno interpretirane što je onemogućavalo automatsku izradu predloga planova izvršenja pregleda;

– izrada evidencija, izveštaja i naročito planova metroloških pregleda zavisila je od ličnog poznavanja rada referenata metrologije u MS Access okruženju;

– u slučaju odsutnosti referenata bilo je teško „uhvatiti priključak“ i zahtevani posao završiti u kratkom roku. Ovakav rad nije davao garancije da neka od merila nisu izostavljena ili da su napravljeni propusti druge vrste;

– zbog potrebe dorade podaci su često „izvoženi“ iz baze podataka i doradjivani u MS Wordu ili MS Excelu;

– sama baza podataka nije bila strukturirana tako da atributi merila jednoznačno definišu polja baze što je za posledicu imalo nemogućnost izvođenja nekih sortiranja i pretraživanja koja su neophodna za automatsku izradu izveštaja i planova pregleda.

Navedeni nedostaci poslužili su kao osnovni motiv za izradu novog rešenja. Da bi u što većoj meri sačuvali već uloženi trud oko unosa podataka, iz stare baze preuzeti su svi ranije uneti podaci, a stara baza je rekonstruisana prema zahtevima koncepcije novog rešenja.

## Novo rešenje

Sama priroda problema direktno je vezana sa strukturom organizacije TOC-a u kojoj je prvi deo organizacionih celina razmešten u različitim objektima na jednoj lokaciji, a drugi deo organizacionih celina (poligoni) na lokacijama udaljenim više desetina i stotina kilometara. Rešenju ovakvog problema bio bi primeren koncept distribuiranog sistema sa više međusobno povezanih elemenata, od kojih bi prva grupa radila u intranet okruženju, a druga u internet okruženju.

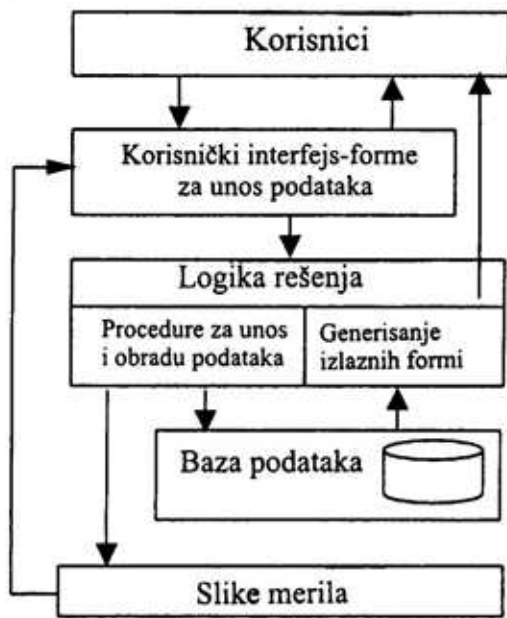
Osnovno rešenje moralo bi da bude bazirano na Web tehnologijama, a rešenje informatičke podrške imalo bi oblik klijent-server aplikacije.

Međutim, hardverska ograničenja koja se ogledaju u nedostatku lokalne računarske mreže između objekata na istoj lokaciji i nemogućnosti izlaska na internet, takođe zbog hardverskih ograničenja i ograničenja zbog bezbednosti, koncept novog rešenja nije mogao biti postavljen na nivo mrežnog distribuiranog rešenja već na nivo komunikacije između računara putem fizičke razmene podataka upisanih na magnetni ili optički medijum.

Novo rešenje moralo je da se ograniči samo na realizaciju nove baze podataka, logiku rešenja sa procedurama za rad nad bazom podataka i interfejs sa korisnicima. Softversko rešenje sa bazom podataka instalira se na izdvojenim mestima na nivou sektora kod referenata metrologije odgovornih za unos i korektnost podataka za merila koja se nalaze u njihovim sektorima. Referent metrologije TOC-a akumulira podatke automatizovanom procedurom koja briše prethodna stanja i kopira nova u objedinjenu bazu podataka TOC-a. Koncept novog rešenja prikazan je na slici 2.

Za realizaciju baze podataka, u svetlu ranije navedenih ograničenja, izabran je program „Paradox“ koji je, sa aspekta korisnika, najjednostavniji jer operiše sa tabelama u obliku posebnih fajlova koji moraju da se kopiraju na diskete radi objedinjavanja podataka.

S obzirom da je u planu izgradnja lokalne računarske mreže na nivou jedne lokacije, gde je smeštena većina organizacionih celina TOC-a, ova baza podataka može se, u okviru dogradnje rešenja,



Sl. 2 – Konceptualni model novog rešenja sa pripadajućim celinama

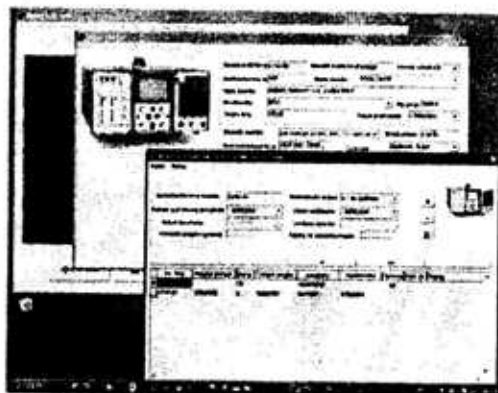
jednostavno prevesti u Microsoft SQL Server okruženje.

*Korisnički interfejs* realizovan je tako da se unos podataka realizuje preko 6 ulaznih formi koje odgovaraju tabelama predstavljenim na slici 4. Osnovna forma „Merila“ služi za unos podataka o svakom pojedinačnom merilu i može se videti na slici 3. Pored mesta predviđenih za unos podataka, na ovu formu i formu „Istorija pregleda“ učitava se i slika merila, čime je njegovo prepoznavanje korisniku znatno olakšano. Na ovaj način unos podataka ne predstavlja samo rad sa nizom slova i brojeva, što je često zamorno, već kod korisnika stvara osećaj bolje veze sa predmetom koji obrađuje. Osim što slika približava korisniku predmet rada, ona služi i kao vid dodatne kontrole kojom se utvrđuje da se uneti podaci odnose na pravo merilo.

Na svim mestima gde je to moguće, u formama se nude padajući meniji i kombo boksovi radi smanjenja mogućnosti nastanka greške prilikom unošenja podataka i skraćanja vremena potrebnog za unos.

Upotreba korisničkog interfejsa ne zahteva nikakvu posebnu obuku korisnika niti prethodna znanja. U slučaju nekih nedoumica, korisnik može da se obrati za pomoć u glavnom meniju za svaku formu, i odmah da dobije željenu informaciju ili detaljnom Uputstvu.

*Logika rešenja* definisana je logičkim modelom koji je izrađen primenom objektnog modeliranja. Logika rešenja definiše komunikaciju između formi za unos podataka i same baze podataka (sl. 2), i organizovana je u dva segmenta. U prvom segmentu definisane su relacije za obradu unetih podataka i priprema za unos u forme definisane za izveštaje, evidencije i planove. U drugom segmentu definisani su obrasci za štampanje izlaznih dokumenata (izveštaja, evidencija i planova) koji su propisani u [1]. Ukupno ih je definisano 10 vrsta, ali budući da su definisani po vrstama merila, ukupan



Sl. 3 – Izgled osnovne forme „Merila“ za unos podataka o svakom merilu



broj definisanih izlaznih formi iznosi 30. Najvažnije izlazne forme su:

- objedinjena evidencija merila – obrazac M-18,
- osnovne evidencije merila, primarnih, sekundarnih i radnih etalona – obrasci M-16, M-13, M-14, M-15 respektivno,
- evidencija „V“ merila na upotrebi,
- evidencija „V“ merila u metrološkoj rezervi,
- evidencija neispravnih merila,
- spisak laboratorijskih merila i pomoćne opreme – obrazac M-9,
- plan periodičnih pregleda merne opreme – obrazac M-20,
- evidencija neispravnih „V“ merila koja čekaju na popravku,
- prijava vanrednih pregleda merila – obrazac M-21,
- spisak merila koja ne podležu pregledu,
- spisak „P“ merila, itd.

Predlozi planova štampaju se po ključu metroloških laboratorija u koje se merila upućuju na preglede, a sve ostale evidencije i izveštaji po osnovi zadatog ključa za pretraživanje po organizacionim jedinicama.

Osnovna karakteristika ovog, srednjeg, sloja aplikacije je veliki broj proce-

dura sa ugrađenim kontrolama kojima se sprečava pogrešan unos podataka.

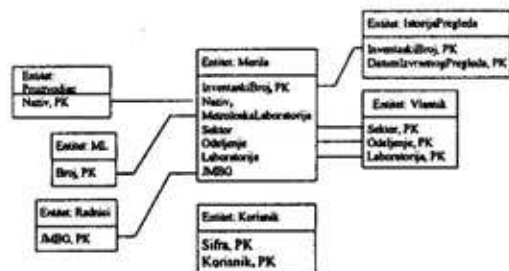
Baza podataka je organizovana u 7 tabela u koje su smešteni podaci o svim entitetima, a to su: Merila (36 polja), Istorija pregleda (9 polja), Vlasnici tj. lica koja su zadužena za merila (4 polja), Radnici tj. svi zaposleni (7 polja), Proizvođači (9 polja), ML tj. metrološke laboratorije (7 polja) i Korisnici programa (3 polja). U poljima su smešteni atributi koji detaljno opisuju sve entitete. Jedino entitet Korisnici programa nema veze sa merilima, već se u njemu registruju korisnici programa tj. referenti metrologije u sektorima i njihove šifre.

Pojednostavljeni model podataka prikazan je na slici 4. Na slici su prikazani uglavnom samo atributi – primarni ključevi preko kojih su ostvarene veze sa ostalim entitetima. Primarni ključevi su označeni oznakom PK. Centralni entitet u bazi podataka je tabela „Merila“.

Slike merila koje se, radi lakšeg prepoznavanja merila, učitavaju u forme „Merila“ i „Istorija pregleda“ organizovane su u posebnom direktorijumu (sl. 2). Slike merila se pre unosa moraju snimiti (skenirati) u „jpg“ formatu i arhivirati u direktorijumu „Slike“. Ovaj format je izabran jer obezbeđuje adekvatnu kompresiju i malo zauzeće memorijskog prostora. Da bi se sprečilo gomilanje više slika za istu vrstu merila, identifikacija slika se vrši davanjem imena fajla po tipu (imenu) merila koje mu daje proizvođač.

## Implementacija

Hardverska ograničenja koja su kratko opisana uslovala su da je softversko rešenje u fazi probnog rada implementirano na 5 mesta, tj. kod referenata



Sl. 4 – Pojednostavljeni prikaz modela podataka koji ističe relaciju između pojedinih entiteta unutar baze podataka

metrologije u 4 sektora i kod referenta metrologije TOC-a. Instalacija rešenja automatizovana je i vrši se sa instalacionog kompaktnog diska. Razmena podataka između korisnika (referentata metrologije) vrši se uz pomoć disketa. Procedura za kopiranje je automatizovana i nudi se u glavnom meniju softverskog rešenja.

Radi smanjenja zauzimanja memorijskog prostora, pri prenosu podataka sa računara na računar, automatski se nudi i mogućnost kompresije podataka alatom WINZIP. Čitavo softversko rešenje urađeno je na platformi „Delphi 5“. Instalacija rešenja ne zahteva prisustvo elemenata „Delphi“ okruženja kao što je BDE (Borland Database Engine) Administrator.

Hardverski zahtevi za računar, na kojem se softversko rešenje instalira, minimalni su i kreću se na nivou personalnog računara sa procesorom serije 486, 64 MB RAM, 500 MB praznog prostora na čvrstom disku, grafičke kartice SVGA sa 2MB RAM (rezolucija 800 x 600) sa operativnim sistemom Windows 95.

Predstavljeno rešenje je instalirano, i nalazi se u fazi verifikacije u TOC-u.

## Zaključak

U radu je ukratko predstavljeno softversko rešenje za praćenje merne opreme i podršku metrološkom obezbeđenju u TOC-u. Iako je problem, koji je pred projektante rešenja postavljen, zahtevao tipično distribuirano rešenje, zbog hardverskih ograničenja rešenje je u praksi realizovano u značajno redukovanoj formi koja isključuje rad u intranet okruženju, čime je značajno umanjeno komfor korisnika u radu.

Osnovni doprinos predstavljenog rešenja je automatizacija rada referentata metrologije na praćenju stanja merne opreme, i izradi planova periodičnih metroloških pregleda merne opreme.

Sa informatičkog stanovišta u izradi rešenja primenjena je tehnika objektnog programiranja na jednom do sada nerešavanom praktičnom problemu u programskom okruženju „Delphi 5“.

Informatizacija jedne značajne praktične funkcije u TOC-u treba da posluži kao put kojim treba krenuti ka informatizaciji i ostalih funkcija (dokumentacija, marketing, delovodstvo, nabavke, finansije i sl.). Njihovom informatizacijom, stvorili bi se uslovi za objedinjavanje svih segmenata u integrisani sistem informatičke podrške poslovanju u TOC-u. Nakon analize zahteva, takav sistem treba projektovati sa ciljem što efikasnijeg iskorišćenja postojeće računarske opreme. Nabavkom nedostajuće, uglavnom mrežne, opreme zaokružili bi se resursi potrebni za funkcionisanje takvog sistema, ali istovremeno i ovog rešenja predstavljenog u radu.

## Literatura:

- [1] Uputstva o sprovođenju odredaba Pravilnika o metrološkoj delatnosti u oblasti odbrane, SVL br. 39/1999.
- [2] Novaković, Ž.: Uputstvo za metrološko obezbeđenje TOC KoV, B.00.008 (interni dokument sistema kvaliteta JUS ISO 9001/96), TOC KoV, Beograd 1999.
- [3] Aleksić, Lj.: Uputstvo za bazu podataka MerSTOC, B.00.026 (interni dokument sistema kvaliteta JUS ISO 9001/96), TOC KoV, Beograd, 1999.
- [4] Dulanović, N.: Koncept informatičke podrške praćenja zdravstvenog stanja pripadnika Vojne akademije u intranet okruženju, Zbornik radova XLVI Konferencije za ETRAN, tom III, Banja Vrućica – Teslić, juli 2002.
- [5] Merdžanović, M.: Koncept informatičke podrške sportskim takmičenjima tipa višeboja zasnovane na Web tehnologijama, Zbornik radova XLVI Konferencije za ETRAN, tom III, Banja Vrućica – Teslić, juli 2002.
- [6] Vrzić, P.; Kržić, M.: Delphi lakoća programiranja i povezivanja, CET, Beograd, 1995.
- [7] Xavier Pacheco: Delphi 5 Developer's Guide, Vol.1 SAMS, 2000.