

# Analiza prostorne distribucije smetnji u TK mreži uz uporabu GIS alata

## Sažetak:

Smetnje u telekomunikacijama predstavljaju konstantan problem pri održavanju TK mreže i izravno utječu na njenu raspoloživost. Kako svaka smetnja ima i izravne ekonomske posljedice (troškovi popravka, izgubljeni promet i sl.) od posebnog je značaja njihovo pravovremeno uklanjanje odnosno prevencija i sanacija faktora koji ih mogu prouzročiti.

Analiza nastajanja smetnji, mogućnost analize njihove prostorne distribucije te predikcija mjesta nastanka smetnje sa određenim faktorom sigurnosti uz uporabu GIS alata predstavlja značajnu pomoć službama koje svakodnevno rade na detekciji i otklanjanju smetnji.

## 1. Uvod

Telekomunikacijska mreža je jedan od glavnih elemenata komunalne infrastrukture gradskih područja. Naglim razvojem i izgradnjom telekomunikacijske mreže posljednjih godina značajno je povećana njena ukupna duljina odnosno područje obuhvata. U takvoj mreži svakodnevno se događa veliki broj promjena u pogledu ukopčanja i iskopčanja novih pretplatnika, rekonstrukcije njenih pojedinih dijelova i investicijske izgradnje, te sigurno predstavlja najkompleksniji dio telekomunikacijskog sustava. Kako se TK mreža gradi godinama njen sastav nije homogen ni u koncepcijskom, ni u tehnološkom smislu. Svi navedeni elementi značajno utječu na nastanak i tijek smetnji koje su normalna pojava u eksploataciji TK mreže.

Svaki telekom operator odgovoran za razvoj, eksploataciju i održavanje TK mreže nastojat će minimizirati pojavu smetnji na svom području i ukoliko je to moguće predvidjeti potencijalne lokacije za nastanak novih smetnji, te poduzeti odgovarajuće korake kako bi spriječio, odnosno skratio vrijeme trajanja smetnje.

Jasno je da je u procesu obrade smetnje ključni element koji definira efikasnost njenog rješavanja ispravna i uvijek raspoloživa tehnička dokumentacija kabela mreže koja omogućava ekipama zaduženim za otklanjanje smetnji, brzo pronalaženje lokacije i uzroka nastanka smetnje, a time i njeno uklanjanje.

U posljednjih je nekoliko godina u HPT-u napravljen veliki pomak u pogledu automatizacije i prezentacije tehničke dokumentacije odnosno uvođenja GIS tehnologija, te su time ostvareni nužni preduvjeti da se (barem u većim TK centrima) iskoriste prikupljeni i sređeni prostorni i atributni podaci, u cilju kvalitetnije analize, obrade i saniranja smetnji u TK mreži .

## 2. O smetnjama ...

Prema važećim standardima smetnje u tk mreži možemo grupirati na tri osnovne skupine:

- smetnje prema vrsti
- smetnje prema mjestu nastanka
- smetnje prema uzroku nastanka

Smetnje prema vrsti sačinjavaju: prekid, kratki spoj, dotik, odvod, strana struja, zamjena grana, blokada, izolirano, nema signala, zagušenje, preslušavanje, “po ispitivanju dobro” i ostalo.

Mjesta nastanka smetnje su definirana kao: ATC, razdjelnik, kabel, izvod, instalacija, uređaj, aparat i ostalo. Unutar svake od ovih skupina postoje i finije podjele (npr. kod aparata imamo kućište, brojčanik vrpcu itd.), no one nisu u ovom trenutku predmet našeg razmatranja.

Kao uzroci smetnji mogu se pojaviti slijedeći slučajevi: nepoznato, mehaničko oštećenje, dotrajalost, korozija, nesolidna izvedba, viša sila, uređaj, radovi servisa, radovi ekipe redovnog održavanja i radovi drugih.

Kao ilustraciju navedenih grupa smetnji dajemo podatke za područje grada Rijeke u obliku tabela i grafova (razdoblje godine dana):

NAZIV CENTRALE	UKUPNO SMETNJI	NEDOSTUPNO	ATC	RAZDJELNIK	KABEL	IZVOD	INSTALACIJA	APARAT	UREDJAJI	JAVNA GOVOR.	ZAMJENA AATA RATA	OTVORENAPA RAT
CENTAR - ARF I AXE	2722	155	29	381	830	145	255	304	271	2	64	6
KOZALA - AXE	1436	70	48	33	137	125	223	278	232	3	46	12
MARTINA KONTUŠA	175	6	8	8	26	17	29	19	31	0	7	0
PODMURVICE	1223	37	60	121	249	107	183	148	109	2	34	4
POTOK	25	2	1	3	4	6	1	2	1	0	3	0
SUŠAK I	825	57	45	42	131	42	148	109	106	0	38	8
SUŠAK II - AXE	2036	127	81	61	273	147	334	302	383	1	72	7
TRANSADRIA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ZAMET - AXE	209	3	6	49	25	24	33	30	6	0	10	0
ZAMET DVORIŠTE	353	8	12	7	47	57	76	83	15	0	18	1
ZDRAVKA KUĆIČA	22	2	0	1	0	1	3	3	1	0	1	0



### 3. O službama ...

Obrada i saniranje smetnji u TK mreži uključuje više službi u okviru TK centra. Najvažnija je naravno, služba 977 koja predstavlja izvor i odredište svih informacija koje kolaju u procesu nastanka i sanacije smetnje. Rad službe podržava posebna aplikacija ('977') koja omogućava praćenje svih relevantnih momenata (vrijeme prijave, obrade, odjave smetnje, zaduženja službi itd.) koji nastaju u tehnološkom procesu obrade smetnji. Kako bi ga pojasnili biti će predstavljen načelan slučaj smetnje sa glavnim procedurama koje se pojavljuju u tijeku rješavanja.

Pretplatnik prijavljuje smetnju službi "977". Prijavom smetnje u aplikaciji se kreira slog smetnje sa svim podacima o pretplatniku kao i inicijalni opis smetnje dobiven od strane pretplatnika ("nema signala", "krči", itd). Nakon toga se informacija o smetnji prosljeđuje ispitnom stolu koji obavlja prvo ispitivanje dobivene smetnje. Ako ispitni stol utvrdi da smetnje nema (uzrok smetnje je možda bila neka prijelazna pojava koja je u međuvremenu nestala) smetnja se odjavljuje, u suprotnom se za smetnju zadužuju u ovisnosti o pretpostavljenom mjestu nastanka smetnje (ATC, kabel, izvod, instalacija, aparat):

- razdjelnik/centrala
- grupa redovnog održavanja – rajonski monter
- grupa redovnog održavanja – ekipa kablskih montera
- grupa za sekundarnu opremu
- grupa za popravak aparata
- kućne uređaje

Nakon prvog zaduženja ispitni stol ne obavlja nikakve aktivnosti sve dok od zadužene lokacije ne primi odjavu smetnje. Po primljenoj odjavi ispitni stol ponovno ispituje tp za kojeg je prijavljena smetnja te:

- ako je smetnja otklonjena (ispitivanjem nije utvrđena) ispitni stol konačno odjavljuje smetnju upisom utvrđenog uzroka i mjesta smetnje
- ako smetnja nije otklonjena ispitni stol upisuje samo odjavu smetnje i zadužuje smetnju prema nekoj drugoj lokaciji. Ovaj postupak se ponavlja sve dok ispitni stol ne utvrdi da je smetnja otklonjena i konačno je ne razduži

Nakon otklanjanja kvara ili utvrđivanja da kvar nije u ingerenciji zadužene lokacije, svaka lokacija je dužna pravovremeno odjaviti smetnju ispitnom stolu, koji onda odlučuje o daljnjem tijeku obrade smetnje. Dozvoljeno je i da se pojedine lokacije međusobno zadužuju (npr. ako rajonski monter utvrdi da je za otklon kvara potrebno zadužiti grupu kabl montera, on ih direktno kontaktira radi dogovora o otklonu kvara, a zatim odjavljuje smetnju za svoju lokaciju. Ispitni stol potom upisuje odjavu za rajonskog montera i zadužuje ekipu kabl-montera.) odnosno da prema potrebi aktiviraju i druge službe TKC (Mjernu ekipu i sl.) koje će pomoći u lokalizaciji i otklanjanju smetnje.

Za efikasnu obradu smetnji potrebno je da sve navedene službe u okviru TKC imaju odgovarajući dostup do svih alfanumeričkih i grafičkih podataka koji su im potrebni.

#### 4. O GIS –u ...

Glavni izvori podataka potrebnih za obradu smetnji su TIS<sup>1</sup> i DIS<sup>2</sup>. Alfanički podaci pohranjeni su u TIS bazi podataka, dok je njihovo povezivanje sa dokumentacijskim i GIS podacima realizirano u DIS –u.

U okviru tehničke dokumentacije pohranjeni su podaci (alfanumerički, grafički u obliku ACAD shema i situacionih prikaza, te GIS podaci) o osnovnim elementima TK mreže (ATC, razdjelnici, kabeli i izvodi), dok podaci o konekciji između izvoda i pretplatničkog priključka uglavnom nisu dokumentirani i u domeni su lokalnog montera. Isto tako, podaci o električnim mjerenjima kvalitete vodova dostupni su samo za ograničen broj pretplatnika i trenutno nisu dio standardne dokumentacije. Automatizacija postojeće tehničke dokumentacije (svi podaci pohranjeni su u elektronskom obliku na WEB poslužiteljima) detaljno je razrađena i implementirana čime je osigurana njena 24 satna raspoloživost svim zainteresiranim službama.

Kako smo vidjeli u poglavlju o smetnjama najproblematičnije smetnje su one koje nastaju na podzemnom dijelu TK instalacija i tu je od posebnog značaja posjedovanje točnih podataka o njihovom prostornom rasporedu. Prema internim istraživanjima značajan broj prekida i smetnji kod izvođenja radova nastaje zbog nedovoljno precizne ili pogrešno interpretirane dokumentacije.

Iako su svi poslovni subjekti koji izvode zahvate u prostoru dužni zatražiti suglasnost za izvođenje radova, često su radovi većeg opsega od predviđenog, mijenjaju se trase, i to onda ugrožava postojeće podzemne tk kabele. Djelatnici tehničke dokumentacije nastoje uvijek biti prisutni na lokacijama gdje se izvode radovi kako bi se zabilježile nastale promjene i ažurirala dokumentacija. Svi TK centri nemaju organizirane geodetske službe koje su u stanju brzo načiniti nove izmjere, no pojavom novih GPS tehnologija, moguće je dobiti precizne podatke bez izlaska geodeta na teren. Općenito danas postoji intencija ka povećanoj upotrebi elektroničkih instrumenata i računalne tehnologije u procesu akvizicije geodetskih podataka. Takav pristup smanjuje “papirologiju” i mogućnost pogrešaka kod unosa, te osigurava konzistentnost podataka.

Točnost svih navedenih tipova podataka nužan je preduvjet za izradu GIS sustava koji će omogućiti službama koje rade na otklanjanju smetnji brzo i efikasno pronalaženje lokacije i svih potrebnih alfanumeričkih podataka.

GIS sustavi koriste kompleksne strukture podataka kako bi mogli opisati relacije između prostornih objekata. Na ovom mjestu ne bi dublje zalazili u problematiku GIS -a, već ćemo spomenuti da su za prostornu lokaciju smetnji potrebni sljedeći osnovni slojevi prostornih podataka:

- skanirane podloge
- digitalizirane podloge
- adresni model promatranog područje
- kabelska mreža

---

<sup>1</sup> Telekomunikacijski Informacijski Sustav

<sup>2</sup> Dokumentacijski Informacijski Sustav

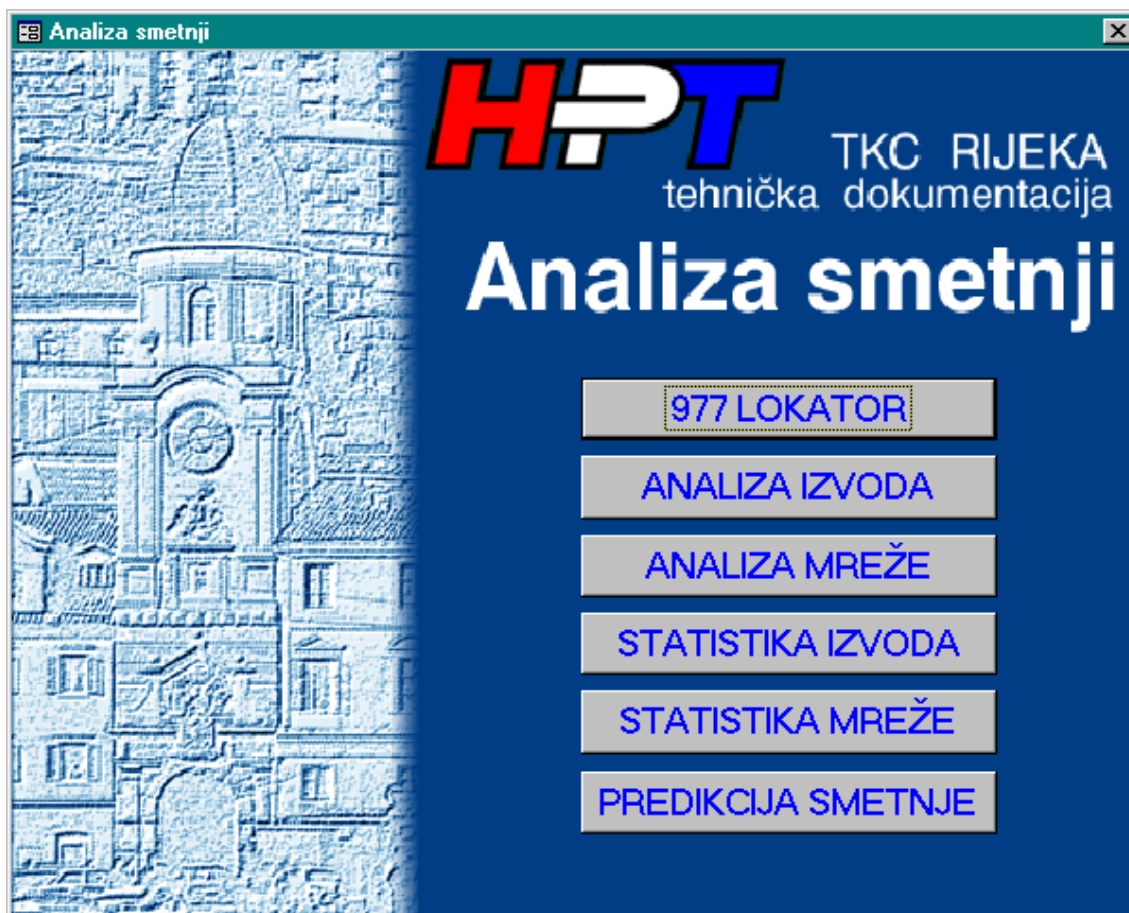
Iako su digitalizirane podloge najoptimalnije za korištenje u GIS aplikacijama, očigledno je da će se zbog velikih finansijskih troškova i potrebnog vremena za digitalizaciju još duže vrijeme koristiti skanirane i kalibrirane podloge različitih mjerila, te je jedan od najvećih poslova upravo sređivanje i organizacija rasterskih podloga za čitavo područje TKC. Digitalizirane podloge sadrže podatke o parcelama, načinima korištenja prostora i sl.

Sloj adresnog modela sadrži prostorne lokacije kućnih brojeva obično reprezentirane centroidima objekata. Objekti sa više ulaza reprezentirani su sa većim brojem točaka. Kako se samo na području Primorsko – goranske županije nalazi preko 100.000 objekata, jasno je da će izrada adresnog modela regije potrajati još neko vrijeme (zasad je kompletirano područje grada Rijeke i neka manja naselja).

Sloj kableske mreže sačinjen je od dvaju osnovnih klasa podataka linija i čvorova. Linije predstavljaju trase kabela, dok čvorovi predstavljaju lokaciju ATC, zdenaca, izvoda i sl. Osim prostornih podataka sloj uključuje i atributne podatke za vezu ka vanjskim relacijskim bazama.

## 5. O aplikaciji ...

U skladu sa prethodnim u okviru Odjela kableske mreže TKC Rijeka razvijena je GIS aplikacija, *slika 1*, koja omogućava direktan pristup do svih relevantnih podataka koji su potrebni za obradu smetnje.



Slika 1. Ulaz u aplikaciju

Specifičnost GIS podatkovnih struktura jest da su one optimizirane za prezentaciju prostornih podataka. Odabrano programsko rješenje mora podržavati jednostavno baratanje i brzo pretraživanje svih tipova podataka, te njihovu konzistentnu prezentaciju korisnicima. Operator može po zaprimljenoj prijavi smetnje odnosno telefonskom broju prostorno locirati pretplatnika i sve elemente TK mreže na putanji od pretplatnika do centrale, *slika 2 i 3*. Mjerenjem od strane ispitnog stola može se odrediti približna lokacija mjesta smetnje te se onda može isprintati situacioni prikaz tk objekata na danoj lokaciji, shematski prikaz kablanske mreže i potrebni alfanumerički podaci.

**977 LOKATOR**

CENTRALA KOZALA - AXE PK 1 PD 16 ID 1-1-16 ID\_GIS 044306.3

MJESTO RIJEKA ULICA MIČI VOLJAK KBR 3 MONT. RAJON 14

OBJEKAT Primarni kablanski izvod OPREMA Kab. orm. na zidu bez osig. RASP\_PAR 5121-5140

KAP.PRIM 20 KAP. SEK 0 SLOBODNE 0 ZAUZETE 19 UKVARU UREZERVI 0

ZOOM: 9,11141249754861E-03

**PRETPLATNICI NA IZVODU**

TF_BRO	NAZIV
519098	FILIPOVIĆ MELITA
227245	BIČANIĆ MILAN
512740	MRNJAVAC EDNA
512694	BABIĆ FRANJO
512634	MIKULIČIĆ MIRANDA
512662	ROGOVIĆ FRANJO
512640	TOLJAN BRANKO
512717	GALOVIĆ NIKOLA
510106	BABELI NIKOLA
516917	ČUK MIRKO
512707	GARKOVIĆ STANKO
519893	ANČIĆ MATE
512635	JELIĆ DUBRAVKA
512759	STANKOVIĆ KATICA
512728	ZELENOVIĆ ĐURO INŽ
512673	FOČIĆ NADA
512828	PAOLOVIĆ DRAGICA
510893	JANJANIN ĐURĐICA
512659	BORČIĆ BORIS
510098	MARINAC MIROSLAV

SHEMAT SITUACIJA

**Slika 2.** Modul za lociranje pretplatnika – pogled u situaciju

977 LOKATOR

CENTRAL: KOZALA - AXE PK: 1 PO: 16 ID: 1-1-16 ID\_GIS: 044306.3

MJESTO: RIJEKA ULICA: MIČI VOLJAK KBR: 3 MONT. RAJON: 14

OBJEKAT: Primarni kabelski izvod. OPREMA: Kab. om. na zidu bez osig. RASP. PAR: 5121-5140

KAP. PRIM: 20 KAP. SEK: 0 SLOBODNE: 0 ZAUZETE: 19 UKVARU: 0 UREZERVI: 0

ZOOM: 9,11141249754861E-03

PRETPLATNICI NA IZVODU

TF_BRO	NAZIV
519098	FILIPOVIĆ MELITA
227245	BIČANIĆ MILAN
512740	MRNJAVAC EDNA
512694	BABIĆ FRANJO
512634	MIKULIČIĆ MIRANDA
512662	ROGOVIĆ FRANJO
512640	TOLJAN BRANKO
512717	GALOVIĆ NIKOLA
510106	BABELI NIKOLA
516917	ČUK MIRKO
512707	GARKOVIĆ STANKO
519893	ANČIĆ MATE
512635	JELIĆ DUBRAVKA
512759	STANKOVIĆ KATICA
512728	ZELENOVIĆ ĐURO INŽ
512673	FOČIĆ NADA
512828	PAOLOVIĆ DRAGICA
510893	JANJANIN ĐURĐICA
512659	BORČIĆ BORIS
510098	MARINAC MIROSLAV
510098	MARINAC MIROSLAV

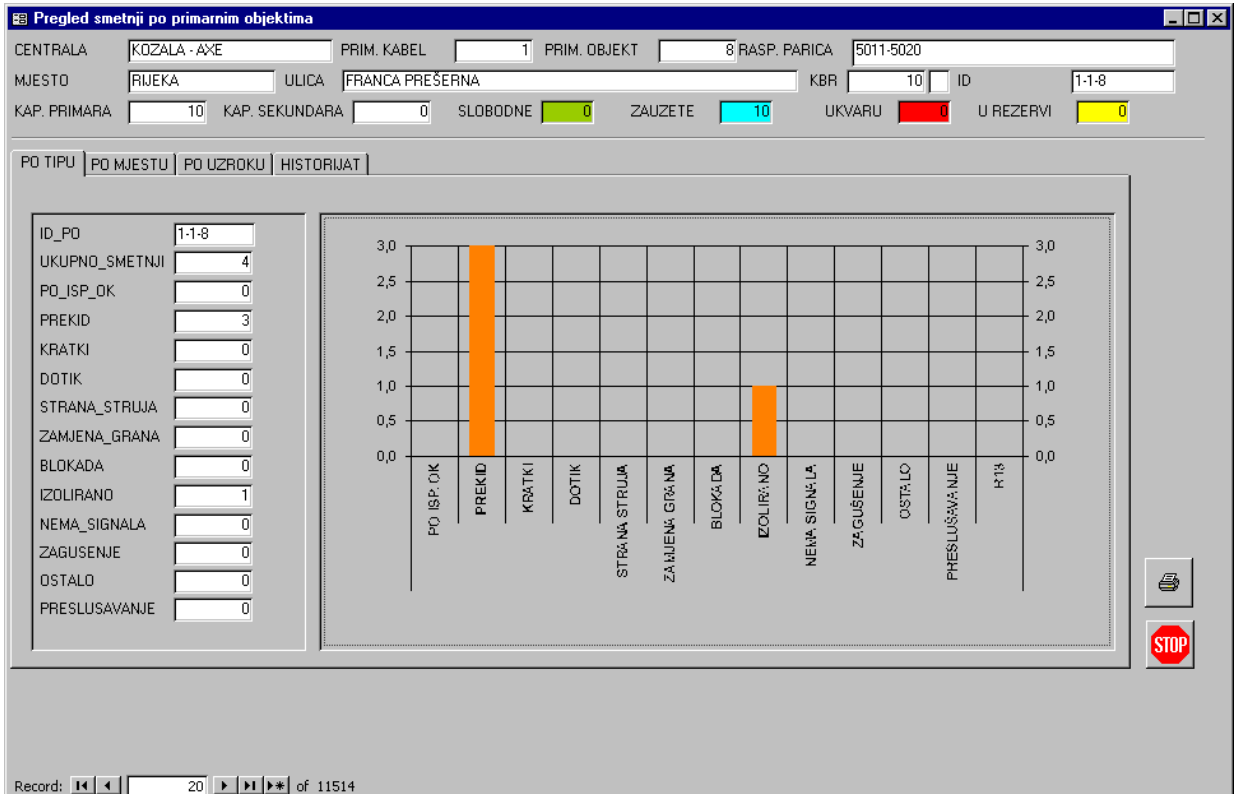
SHEMAT | SITUACIJA

Record: 7 of 11581

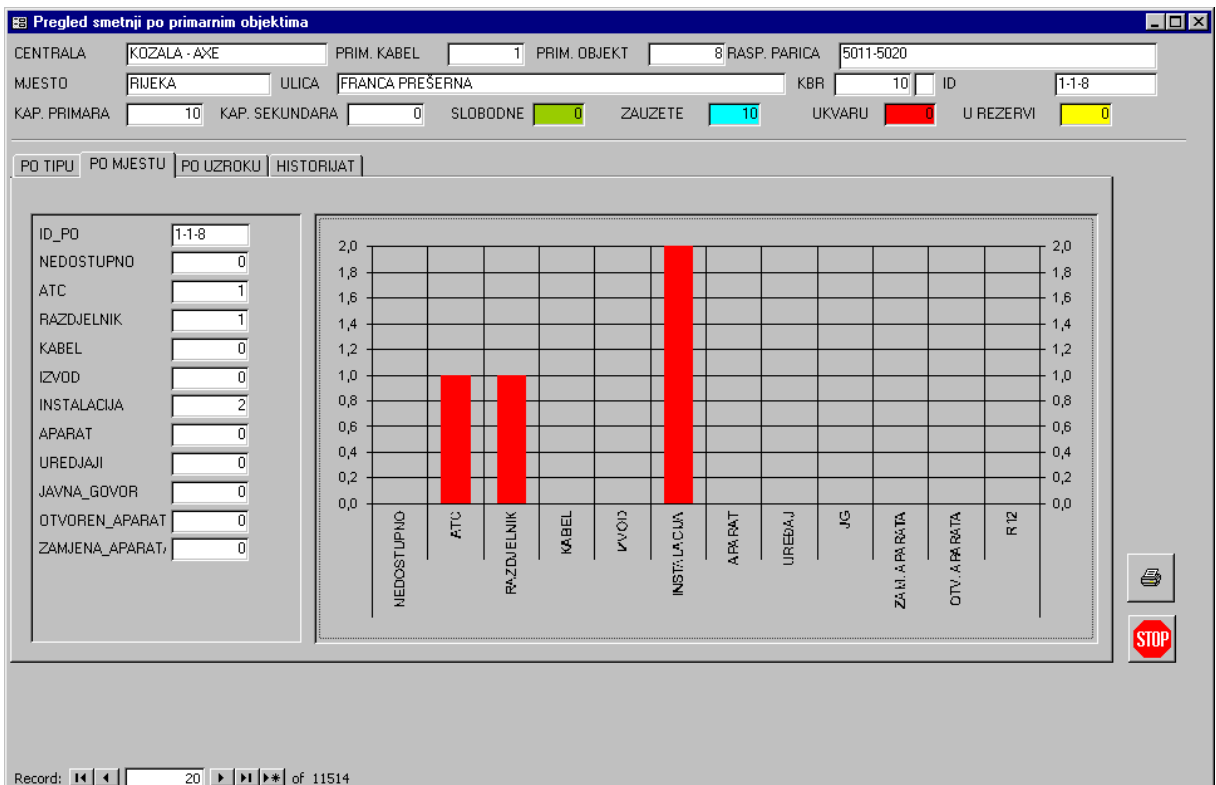
Slika 3. Modul za lociranje pretplatnika – pogled u shemu

U modulu za analizu izvoda, slike 4, 5, 6, 7 mogu se dobiti detaljni podaci o promatranom izvodu sa historijatom nastanka i tipom smetnji i u tekstualnom i grafičkom obliku.

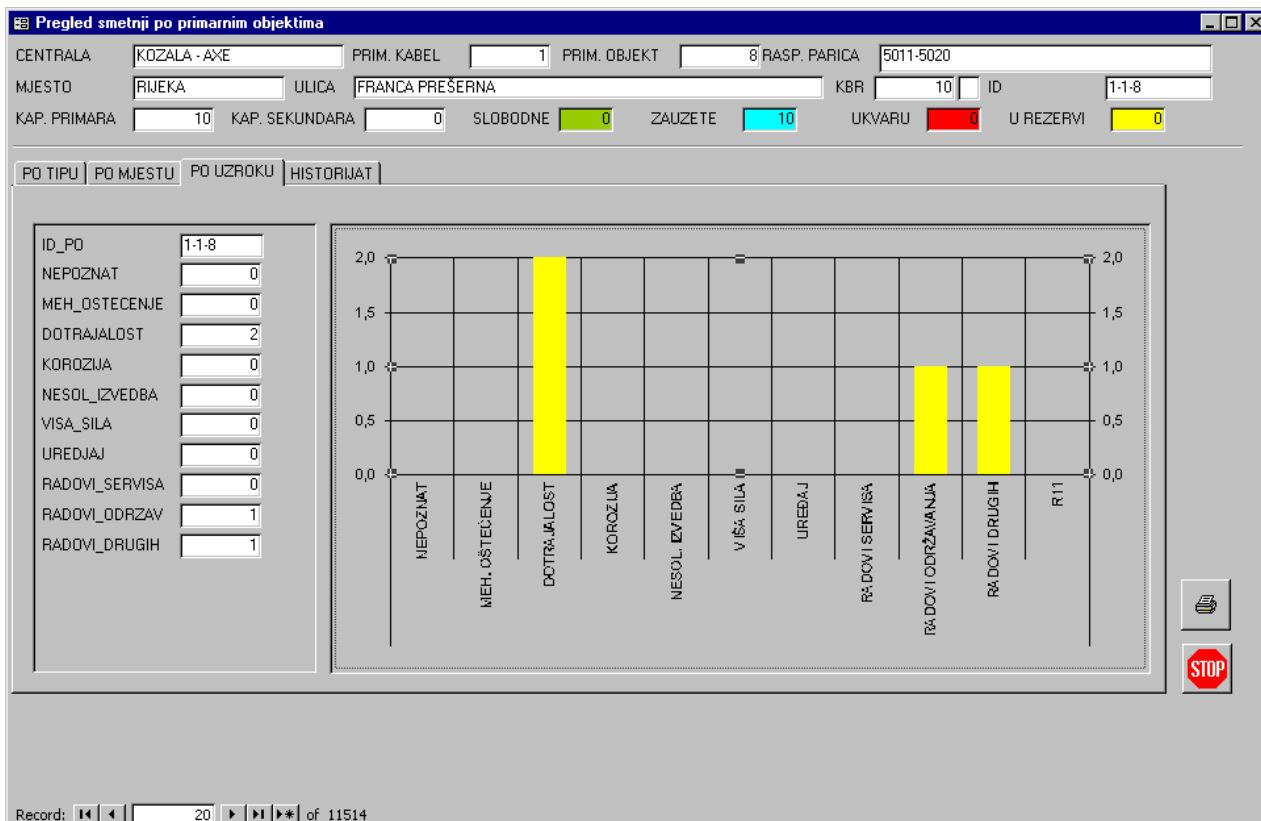




Slika 4. Analiza izvoda po tipu smetnje



Slika 5. Analiza izvoda po mjestu smetnje



Slika 6. Analiza izvoda po uzroku smetnje

**Pregled smetnji po primarnim objektima**

CENTRALA: KOZALA - AXE PRIM. KABEL: 1 PRIM. OBJEKT: 8 RASP. PARICA: 5011-5020  
 MJESTO: RIJEKA ULICA: FRANCA PREŠERNA KBR: 10 ID: 1-1-8  
 KAP. PRIMARA: 10 KAP. SEKUNDARA: 0 SLOBODNE: 0 ZAUZETE: 10 UKVARU: 0 U REZERVU: 0

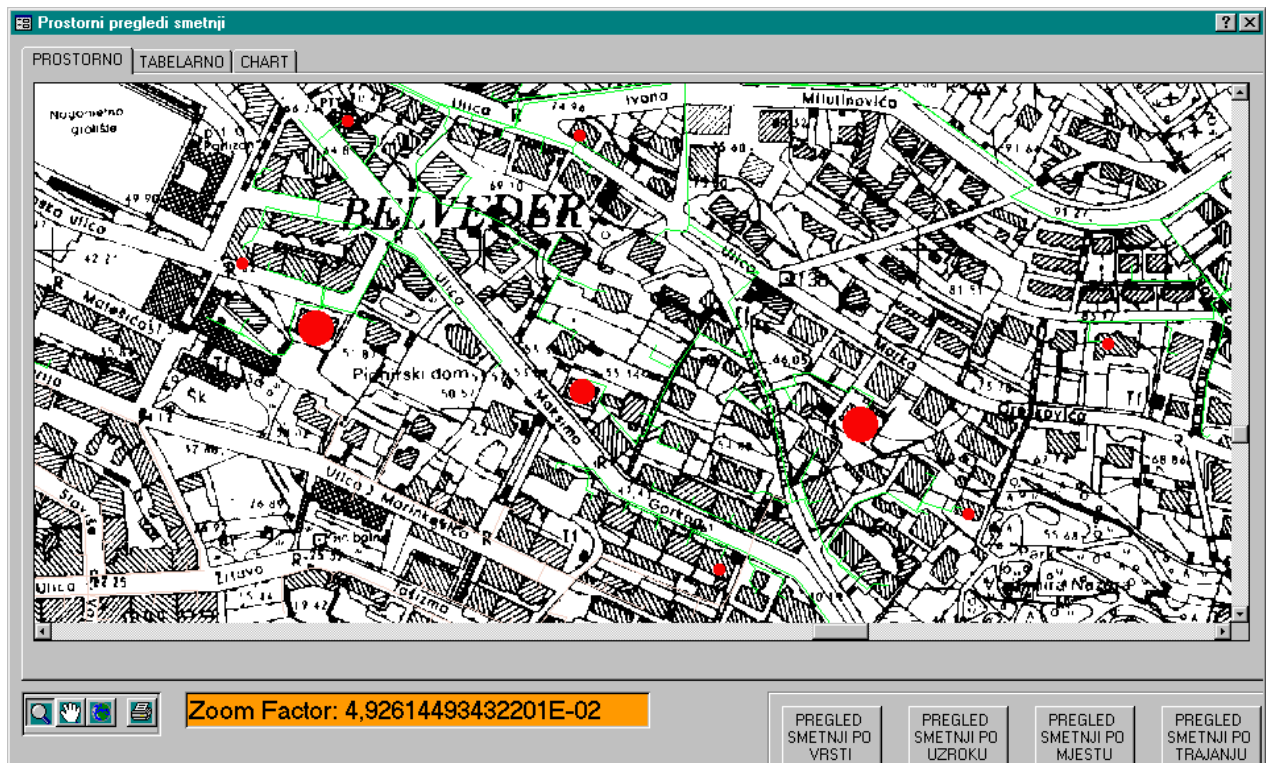
PO TIPU | PO MJESTU | PO UZROKU | HISTORIJAT

HISTORIJAT SMETNJI

TF_BROJ	NAZIV_PRETPL	VRSTA_SMETNJE	MJESTO_SMETNJE	UZROK_SMETNJE	DAT_ZAD	VRIJ	DAT_OD	VRIJ
510636	MIČIĆ RADOMIR	prekid	UZEMLJENJE	radovi drugih	980421	1711	980422	1027
517776	MIČIĆ RADOMIR	prekid	UZEMLJENJE	dotrajalost	980421	1712	980422	1048
517776	MIČIĆ RADOMIR	prekid	GLAVNI RAZDJELNIK	radovi ekipe redovnog c	980721	1036	980721	1117
226057	"X-ACTIVE PRODUCTIONS"	blokada	RSS	dotrajalost	980729	1240	980729	1317
*								1-1

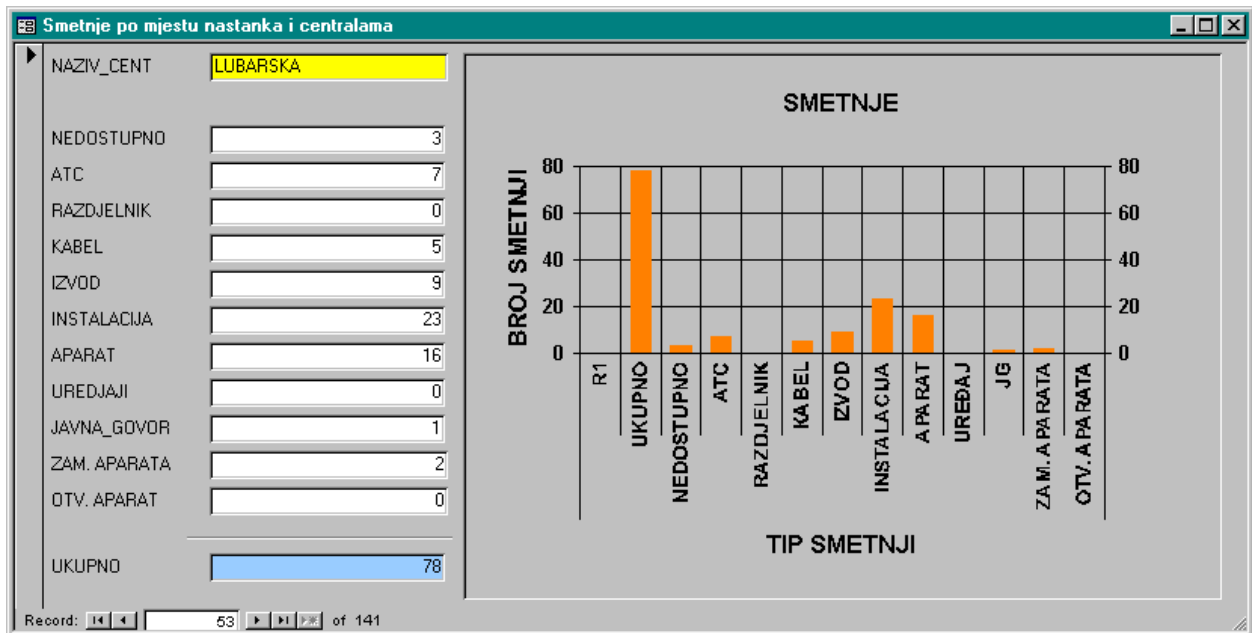
Record: 20 of 11514

Slika 7. Prikaz historijata smetnji po izvodu



**Slika 8.** Pregled smetnji na širem području

Modul za analizu mreže omogućava pogled u šire područje (tipično područje ATC ili kabela) i preglede prema tipovima smetnji opisanim u poglavlju 2, *slika 8*. Moduli za statistiku daju sintetički tekstualni i grafički prikaz smetnji u proteklom razdoblju, *slika 9*.

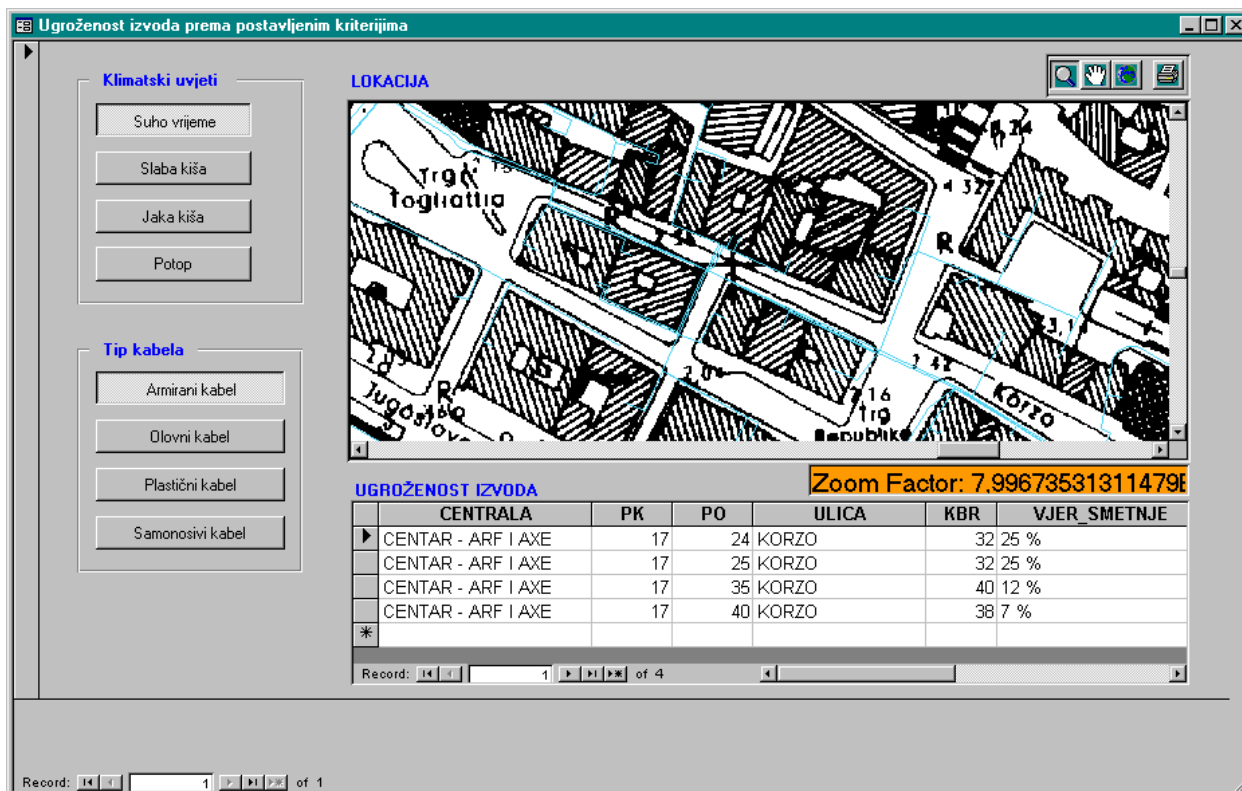


**Slika 9.** Statistika smetnji po centrali

Modul za predikciju smetnji, *slika 10*, daje ispis procjene najugroženijih lokacija za potencijalni nastanak smetnje na osnovu analize i korelacije faktora :

- ukupan broj smetnji na promatranom objektu
- pojava smetnji u korelaciji sa registriranim meterološkim uvjetima
- pojava smetnji u korelaciji sa registriranim radovima
- pojava smetnji u korelaciji sa tipom kabela

Algoritmi za predikciju mjesta nastanka smetnje predmet su posebnog istraživanja, te će prema tamo prikupljenim saznanjima biti uključeni u novije verzije aplikacije.



**Slika 10. Modul za analizu ugroženosti izvoda prema postavljenim uvjetima**

## 6. Zaključak

Prezentirani projekt pokazao je mogućnost efikasnog prikazivanja i pretraživanja prostornih i alfanumeričkih podataka, statističkih pregleda i izvještaja, te elementarne predikcije nastanka smetnji u telekomunikacijskoj mreži. Daljnje aktivnosti na njegovom razvoju biti će usmjerene na povezivanje sa ostalim informacijskim sustavima TK centra prije svega IS nadzora i upravljanja, kako bi se izgradio integralni sustav za praćenje ključnih sustava TK centra. Kakav će biti njegov utjecaj na povećanje efikasnosti rada službi koje se njime koriste ili će se koristiti, pokazati će vrijeme, no jedno je sigurno, "kopanje po prašnjavom papiru" nepovratno je stvar prošlosti.

**Damir.Medved@hpt.hr**  
**Koraljka.Brlas@hpt.hr**  
**HPT TKC RIJEKA**  
 Odjel kabela mreže  
 Grupa za tehničku dokumentaciju  
*Erazma Barčića 5, Rijeka*  
**Tel: 051 200-071 Fax: 051 200-185**