

Jedan model za poređenje različitih tipova upravljanja opštom TK mrežom

Milan Mraović¹, Vladimir Milošević², Nataša Gospić³

Sadržaj: U ovom radu definisani su odgovarajući tipovi upravljanja TK mrežom preko dva aspekta: upravljačke arhitekture i načina prenosa upravljačke informacije. Korišćenjem ovih aspekata i odgovarajućih karakteristika upravljanja definisan je kvantifikator upravljanja, putem kojeg je izvršeno poređenje različitih tipova upravljanja.

Ključne reči: centralizovana arhitektura, hijerarhijska arhitektura, in-band, kvantifikator upravljanja, out-of-band, TK mreža, upravljanje

I) UVOD

Cilj upravljanja TK mrežom je obezbeđenje neprekidnog rada TK opreme i visokog kvaliteta TK servisa. Nove generacije TK mreža projektovane su za upravljanje korišćenjem odgovarajućih mreža za nadzor i upravljanje.

Razlikujemo više tipova i aspekata upravljanja. U ovom radu **tip upravljanja** je određen sa dva aspekta upravljanja: *upravljačkom arhitekturom* (razmatrane su centralizovana i hijerarhijska), i *načinom prenosa upravljačke informacije* (in-band ili out-of-band). Opis upravljačkih arhitektura može se naći u [1] i [2].

Osnovni načini prenosa upravljačkih informacija su:

- **in-band** - način kod koga se kontrolni i upravljački podaci prenose *putem mreže čiji rad kontrolišu*, odnosno putem mreže kroz koju se prenose korisnički podaci. Ovde se koriste postojeći (regularni) kanali.
- **out-of-band** - način kod koga se kontrolni i upravljački podaci prenose *posebno mrežom nezavisnom od mreže čiji rad kontrolišu*, odnosno nezavisnom od mreže kroz koju se prenose korisnički podaci. Ovde se koriste rezervisani upravljački kanali. Pri tome razlikujemo sledeće out-of-band slučajeve: **in-fiber**, gde se prenos upravljačkih podataka obavlja na posebnoj talasnoj dužini ili posebnim TDM kanalom u istom prenosnom medijumu u kome se prenose i korisnički podaci, i **out-of-fiber**, gde se prenos upravljačkih podataka vrši preko posebnog prenosnog medijuma fizički odvojenog od prenosnog puta upravljive mreže.

Za svaki od aspekata upravljanja razmatrane su sledeće *karakteristike upravljanja*: brzina prenosa upravljačkih informacija između sistema za upravljanje i upravljivih mrežnih elemenata, skalabilnost kapaciteta, raspoloživost,

¹ Milan Mraović, JP Elektromreža Srbije - Pogon prenosa Novi Sad, Bul. Oslobođenja 100/V, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: mmraovic@nadlanu.com

² Vladimir Milošević, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija, E-mail: tlk_milos@uns.ns.ac.yu

³ Nataša Gospić, Saobraćajni fakultet, Univerzitet u Beogradu, Vojvode Stepe 305, 11000 Beograd, Srbija, E-mail: n.gospic@sf.bg.ac.yu

cena implementacije, kompleksnost implementacije, i sigurnost (bezbednost). Sledi njihov kratak opis.

Brzina prenosa upravljačke informacije je određena sa kašnjenjem isporuke ove informacije. Kašnjenje isporuke paketa podataka od predajne do prijemne strane u opštem slučaju predstavlja zbir transmisionog kašnjenja, propagacionog kašnjenja i kašnjenja usled obrade.

Transmisiono (emision) kašnjenje je vreme potrebno da se na prenosni medijum pošalje jedan paket. Ono zavisi od digitalnog protoka na prenosnom putu i definiše se kao:

$$\text{Transmisiono kašnjenje} = \frac{\text{veličina rama [bit/paket]}}{\text{brzina linka [bit/sekund]}}$$

Propagaciono kašnjenje je vreme potrebno paketu da putuje po medijumu od predajne do prijemne strane. Propagaciono kašnjenje zavisi od tipa i trenutnog stanja prenosnog medijuma, kao i od dužine relacije predajnik-prijemnik. Generalno, brzina prenošenja signala je velika, bez obzira da li je u pitanju optički, žični ili radio prenos.

Kašnjenje usled obrade je vreme potrebno da se podaci prime, memorišu, obrade (iščitaju, zaštite, otkloni greška, doda ili oduzme sadržaj) u samom čvoru mreže, što zavisi od tehnološke realizacije čvornog uređaja.

Skalabilnost kapaciteta predstavlja meru sposobnosti upravljanja nad upravljivim sistemom čija se veličina povećava u pogledu broja opreme i količine informacija. Ona praktično određuje koliko mrežnih elemenata može da bude upravljano sa jednim sistemom za upravljanje. Skalabilnost uređaja za upravljanje je važan faktor u upravljanju. Npr. neki uređaji mogu da vrše upravljanje nad 256 čvorova, dok drugi samo nad 16. **Raspoloživost** nekog sistema je povezana sa pouzdanošću sistema i ona se definiše kao količnik MTBF/(MTBF+MTTR), gde je MTBF srednje vreme između kvarova, tj. srednje vreme korektnog funkcionisanja, a MTTR srednje vreme potrebno za popravku.

Pouzdanost nekog sistema je verovatnoća njegovog ispravnog funkcionisanja u datom vremenskom intervalu, pri definisanim uslovima rada (kada se koristi na propisan način i pod specificiranim nivoima opterećenja).

Ako je sistem pouzdaniji onda će i MTBF biti veće, pa će i raspoloživost biti veća.

Cena implementacije mreže za upravljanje predstavlja zbir cene softvera i cene hardvera mreže za upravljanje. *Cena softvera* je određena sa cenom razvojnog softverskog alata i troškovima razvoja softvera. *Cena hardvera* mreže za upravljanje je određena sa cenom hardvera računara za upravljanje, cenom radnih stanica i cenom mreže za prenos upravljačkih podataka.

Kompleksnost upravljačke mreže je direktno zavisna od složenosti softvera i hardvera (složeniji softver ujedno zahteva i složeniji hardver), od broja upravljačkih komponenti i ostvarivanja interoperabilnosti između njih.

Bezbednost podrazumeva meru sposobnosti savladavanja pretnji sigurnosti, koje bi se manifestovale u neovlašćenom pristupanju i/ili namernoj ili nenamernoj modifikaciji upravljačkih podataka. U budućim okruženjima sa povećanom interkonektivnosti, glavni rizik sigurnosti u svakoj organizaciji sa TK mrežom biće u funkcionisanju njenog sistema za upravljanje.

Cilj ovog rada je da prikaže jedan način poređenja različitih tipova upravljanja TK mrežom i nalaženja odgovarajućeg optimalnog rešenja.

II) POREĐENJE UPRAVLJAČKIH ARHITEKTURA

Brzina prenošenja upravljačke informacije je veća kod centralizovane nego kod hijerarhijske arhitekture.

Kod *centralizovane* arhitekture koristi se jedna lokacija za posmatranje svih događaja i alarma i za pristup svim aplikacijama i informacijama za upravljanje mrežom. Ovde sistem za upravljanje pristupa mrežnim uređajima direktno preko celog prenosnog puta da bi došao do podataka bitnih za upravljanje. Upravljački podaci se prenose grupno i nefiltrirani, tako da se prenosi veći broj podataka, ali se oni ne obrađuju u međučvorovima.

Kod *hijerarhijske* arhitekture dobar deo poslova upravljanja obavlja se u distribuiranim sistemima za upravljanje na nižim hijerarhijskim nivoima. Ovde je najveći deo saobraćaja mreže za upravljanje u lokalnu, jer se samo filtrirani i usaglašeni događaji i informacije prosleđuju ka centralnom upravljačkom sistemu. Međutim, ovde glavni sistem za upravljanje prikuplja informacije od upravljivih uređaja i šalje upravljačke informacije ka njima, u dužem periodu nego kod centralizovane arhitekture i to zbog kašnjenja u regionalnom sistemu za upravljanje, koje postoji usled obrade primljenih podataka i daljeg slanja odgovarajućih podataka.

Skalabilnost kapaciteta je veća kod hijerarhijske nego kod centralizovane arhitekture. Kako se elementi upravljive TK mreže dodaju, tako veličina i složenost upravljive mreže raste. Povećava se i broj prenošenih podataka, zbog čega odgovarajuće mrežne konekcije kod centralizovane arhitekture mogu postati zagušene. *Skaliranje* (modifikacija radi unapređenja) ovog sistema za upravljanje, zbog rešavanja problema upravljanja povećanim saobraćajem upravljačkih informacija, može biti teže ili skuplje u odnosu na hijerarhijsku arhitekturu, jer je kod hijerarhijske arhitekture ovaj saobraćaj podeljen na domene upravljanja.

U pogledu **raspoloživosti** hijerarhijska se ponaša bolje nego centralizovana arhitektura. Kod *centralizovane* arhitekture je *raspoloživost mala*, zato što centralni sistem (jedan) za upravljanje predstavlja potencijalnu kritičnu tačku za kvar, i ako on otkáže onda se gubi kontrola nad celom mrežom, pa se radi postizanja pune redundantnosti zahteva još jedan rezervni sistem. U slučaju da upravljački računar ne padne, ali da se desi prekid komunikacije sa jednim delom mreže (podmrežom), odsečeni deo mreže biće ostavljen bez funkcionalnosti upravljanja.

Kod *hijerarhijske* arhitekture greška u regionalnom sistemu za upravljanje ne utiče na upravljanje ostalim delom mreže, a u slučaju otkaza centralnog sistema može se pristupiti regionalnom sistemu radi dobijanja informacija o upravljanju odgovarajućim domenom. Ovim je postignuta nezavisnost upravljanja od jednog sistema za

upravljanje, a time i veća pouzdanost. Centralni server takođe zahteva svoju rezervu u vidu udvajanja hardversko-softverske platforme, zbog redundantnosti, ali je ta potreba manje kritična nego kod centralizovane arhitekture.

Cena implementacije je u opštem slučaju, gde upravljivi uređaji podržavaju obe arhitekture, veća kod hijerarhijske nego kod centralizovane arhitekture, zbog većeg broja hardverskih i softverskih komponenti. Pri tome je uzeto u obzir da se cena upravljačkog dela unutar upravljivog uređaja u praksi uračunava u cenu uređaja, a ne u cenu sistema za upravljanje. Što je broj hijerarhijskih nivoa upravljanja veći, to su finansijski troškovi veći.

Kompleksnost implementacije je veća kod hijerarhijske nego kod centralizovane arhitekture, jer je kod hijerarhijske arhitekture potrebno implementirati mrežu sa većim brojem komponentata i obezbediti njihovu interoperabilnost.

Sigurnost je veća kod centralizovane nego kod hijerarhijske arhitekture. U centralizovanoj arhitekturi je lakše održavati bezbednost u odnosu na ostale tipove arhitekture za upravljanje, zbog lociranosti upravljačkog sistema na jednom mestu. Na taj način se ostvaruje bolja kontrola pristupa sistemu za upravljanje.

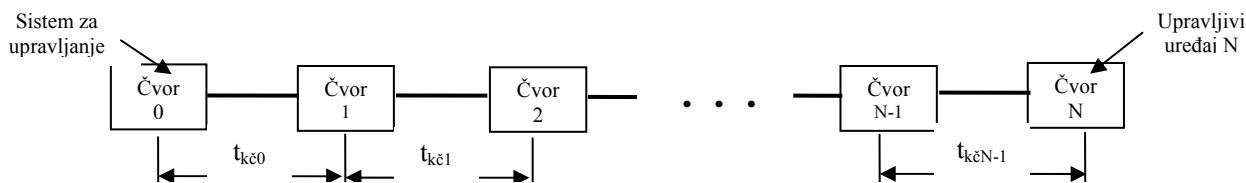
III) POREĐENJE NAČINA PRENOSA UPRAVLJAČKIH INFORMACIJA

Brzina (kašnjenje)

Kod **in-band pristupa** upravljački podaci se prenose redom od jednog do drugog uređaja glavne (upravljive) mreže, tako da se bitno razlikuju ukupna kašnjenja pri razmeni upravljačkih informacija između sistema za upravljanje i upravljivih resursa lociranih u uređajima na različitim lokacijama. Ako je upravljivi uređaj udaljeniji od sistema za upravljanje i od njega se upravljački podaci prenose kroz veći broj tranzitnih uređaja upravljive mreže (međučvorova) i veći broja deonica, to rezultuje u većem vremenu ukupnog kašnjenja pri dostavljanju upravljačkih podataka. Pri tome se u čvoru, pored obrade upravljačkih podataka, vrši obrada i ostalih podataka iz zaglavlja paketa i korisničkih podataka.

Kod **out-of-band pristupa** upravljački podaci se prenose do svakog upravljivog uređaja preko odgovarajuće posebne mreže za prenos podataka, koja omogućava direktan i paralelan prenos informacija između sistema za upravljanje i više upravljivih resursa. Ovde nema tranzitiranja upravljačkih podataka kroz uređaje upravljive mreže. Sve ovo dovodi do smanjivanja razlike između vremena ukupnog kašnjenja pri razmeni upravljačkih informacija sa upravljivim uređajima na različitim lokacijama. Ovde kašnjenje prvenstveno zavisi od tehnološke implementacije posebne mreže za upravljanje, koja u opštem slučaju sadrži manji ili jednak broj međučvorova do upravljivog uređaja u odnosu na in-band pristup ($N_{in-band} \geq N_{out-band}$). Kao primer se može navesti da se na lokaciji nekog čvora glavne mreže umesto upravljačkog međučvora može naći samo regenerator ili fizički spoj prenosnih medijuma koji tu lokaciju povezuju sa susednim lokacijama.

Opšta šema puta između sistema za upravljanje i odgovarajućeg upravljivog uređaja prikazan je na sl. 1. Ukupno kašnjenje na posmatranom putu dobija se kao:



Sl. 1. Opšti slučaj putanje prenosa upravljačke informacije

$$t_{k, \text{ukupno}, N} = \sum_{i=0}^{N-1} t_{k, \text{č}i} = \sum_{i=0}^{N-1} (t_{k, \text{emisije}, i} + t_{k, \text{propagacije od } i \text{ do } i+1} + t_{k, \text{obrade}, i+1})$$

$$= t_{k, \text{ukupno}, \text{emisije}} N + t_{k, \text{ukupno}, \text{propagacije}} N + t_{k, \text{ukupno}, \text{obrade}} N$$

gde je $t_{k, \text{č}i}$ kašnjenje pri prenosu od čvora i do čvora $i+1$.

Uvode se sledeće pretpostavke: $t_{k, \text{emisije}, i} = t_{k, e} = \text{const}$, za svaki čvor; upravljački signali kod *in-band* i kod *out-band* slučaja prenose se po istoj trasi (istim deonicama), tako da važi $t_{k, \text{ukupno}, \text{propagacije}, \text{in-band}} \approx t_{k, \text{ukupno}, \text{propagacije}, \text{out-band}}$;

$t_{k, \text{obrade}, i, \text{out-band}} < t_{k, \text{obrade}, i, \text{in-band}}$, jer se kod *in-band* pristupa pored obrade upravljačkih podataka, vrši obrada i korisničkih podataka, kojih u opštem slučaju ima znatno više od upravljačkih. Tada razlika između ukupnih kašnjenja za *in-band* i *out-band* slučaj, kada se koriste iste veličine paketa i brzina linka, iznosi:

$$(N_{\text{in-band}} - N_{\text{out-band}}) \cdot t_{k, e} + (t_{k, \text{obrade}, \text{ukupno}, \text{in-band}} - t_{k, \text{obrade}, \text{ukupno}, \text{out-band}}) > 0$$

Na osnovu ovoga sledi da je $t_{k, \text{ukupno}, \text{in-band}} > t_{k, \text{ukupno}, \text{out-band}}$.

Pouzdanost i raspoloživost

Kod *out-of-band* pristupa (i *in-fiber* i *out-of-fiber* varijanta), kad se javi greška u čvoru glavne (upravljive) mreže omogućava se administratoru da daljinski sprovedi analizu upravljanja greškama i pristupi tom čvoru radi izvođenja korektivnih akcija, bez uticaja na aplikacije koje se koriste u posmatranoj upravljivoj mreži. Time se postiže veća pouzdanost rada upravljive mreže u odnosu na *in-band* upravljanje, a samim tim i veća raspoloživost.

Ako se javi prekid u nekom prenosnom putu glavne mreže to uzrokuje da neki čvor postane nedostupan, i onda se u *in-fiber* slučaju ne može vršiti daljinsko upravljanje, a u *out-of-fiber* slučaju koristi se nezavisna upravljačka mreža tako da je moguće daljinski preduzeti odgovarajuće korektivne akcije. Dakle, pouzdanost je veća kod *out-of-fiber* pristupa nego kod *in-fiber* pristupa.

Upotrebom *out-of-band* mreže, rutinsko održavanje i funkcije upravljanja glavnom mrežom mogu se izvoditi iz udaljenog centra i nezavisno od glavne mreže, što je naročito značajno pri kritičnim situacijama u mreži. O njima se efikasno obaveštava operativno osoblje, čime se smanjuje vreme njihovog odziva, a time i MTTR, što povećava pouzdanost glavne mreže. Greške se mogu locirati i identifikovati iz centra. Ovim se obezbeđuje smanjenje broja odlazaka na teren, što smanjuje operativne troškove održavanja.

U slučaju otkaza čvora upravljačke mreže onemogućava se daljinsko upravljanje, odnosno gubi se kontrola nad odgovarajućim delom upravljive mreže, koja nastavlja svoj rad, a sistem za upravljanje može pristupiti ostalim delovima upravljive mreže.

Out-of-band mreža za upravljanje je najčešće znatno jednostavnija od mreže kojom ona upravlja. Manja kompleksnost poboljšava njenu pouzdanost, a time i raspoloživost za izvođenje upravljanja u kriznim situacijama. Ovde pouzdanost upravljanja zavisi od pouzdanosti posebne upravljačke mreže.

Novija in-band i out-of-band rešenja omogućavaju da ako se radi rešavanja problema neki deo upravljivog

uređaja ne može rekonfigurisati, onda se on može daljinski isključiti zbog sprečavanja širenja poremećaja u ostalom delu mreže. Neka od ovih rešenja omogućavaju i daljinsko resetovanje mrežnog uređaja.

Kod **in-band pristupa** ako mrežni element izgubi svoju mrežnu konekciju, aplikacije za upravljanje sistemom obaveštavaju administratora da to sredstvo više nije na raspolaganju, ali obezbeđivanje dodatnih specifičnih detalja o tom problemu zavisi od mrežne infrastrukture.

Kod *in-band* upravljanja ako otkaze neki deo upravljive mreže, onda ni korisnički ni odgovarajući upravljački podaci ne mogu se razmenjivati sa njim i drugim elementima mreže koji slede u putanji iza njega, ukoliko ne postoji alternativni put. Dakle, u slučaju nepostojanja alternativnih prenosnih puteva, javlja se nemogućnost daljinskog upravljanja, konfigurisanja ili oporavka mrežnog elementa tokom kritičnih stanja u mreži (prekidi, mrežna zagušenja ili drugi poremećaji). U slučaju ovih stanja operativno osoblje mora da ode na lokaciju radi otklanjanja problema. Ovaj proces je skup i vremenski zahtevan, i naziva se **lokalno upravljanje**.

U slučaju postojanja alternativnih prenosnih puteva moguće je pri prekidu osnovnog prenosnog puta vršiti daljinsko upravljanje kritičnim delom mreže, ali ako je čvor nedostupan (ako je kvar u samom čvoru mreže takav da se ne može izvršiti primopredaja i/ili obrada prenošenih informacija) onda se ne može vršiti upravljanje tim čvorom. Kada treba povećati raspoloživost mreže, obično se vrši udvajanje modula linijske opreme u čvorovima mreže, ali to uvećava kompleksnost i cenu implementacije.

Jasno je da u *in-band* slučaju pouzdanost upravljanja zavisi od pouzdanosti upravljive mreže.

Skalabilnost kapaciteta je kod *out-of-band* upravljanja veća nego kod *in-band* upravljanja, jer *out-of-band* koristi nezavisan prenosni kapacitet, tako da se povećanje upravljačkog saobraćaja može bolje regulisati. Uz to, proširenje kapaciteta i nadgradnja opreme upravljačke mreže može se vršiti jednostavnije bez direktnog uticaja na upravljivu mrežu i njen tekući saobraćaj.

Cena implementacije upravljanja mrežom sa *out-of-band pristupom* je veća nego kod *in-band upravljanja* istom mrežom, i to zbog potrebe obezbeđivanja posebnog prenosnog puta (u *in-fiber* pristupu posebnog dela propusnog opsega) i prateće opreme.

Kompleksnost implementacije je kod *out-of-band* pristupa veća nego kod *in-band upravljanja*, jer se u *out-of-band-u* koristi dodatna mreža, koja ima svoju opremu, softver i svoje specifičnosti u odnosu na glavnu mrežu, te treba ostvariti i posebnu interoperabilnost ove dve mreže.

Kod *out-band* pristupa izmeštanje saobraćaja za upravljanje iz glavne mreže obezbeđuje veću **sigurnost (bezbednost)** u odnosu na *in-band*.

Out-of-band pristup omogućava da oprema za upravljanje bude fizički izolovana na posebnoj lokaciji što doprinosi boljoj kontroli pristupa mreži za upravljanje.

TABELA 1: NALAZENJE OPTIMALNOG REŠENJA ZA UPRAVLJANJE UPRAVLJIVOM TK MREŽOM

Tip upravljanja			Karakteristike							
Upravljačka arhitektura	Prenos upravljačke informacije	Broj tipa	Brzina	Skalabilnost	Raspoloživost	Cena	Kompleksnost implementacije upravljačke mreže	Sigurnost	KKU	Redni broj po optimalnosti
centralizovana	In-band	T1	□□•	□•	□•	□•	□•	□□•	9 x ²	2.
	Out-band	T2	□□••	□••	□□••	□□••	□□••	□□••	16 x ²	1.
hijerarhijska	In-band	T3	□•	□□•	□□•	□□•	□□•	□•	4 x ²	3.
	Out-band	T4	□••	□□••	□□••	□□••	□□••	□••	9 x ²	2.

Uticao upravljačke arhitekture:

- – manja veličina
- – veća veličina

Uticao prenosa upravljačke informacije:

- – manja veličina
- – veća veličina

Ovde, za razliku od in-band pristupa, ne postoji rizik od interferencije upravljačkih podataka sa podacima iz glavne mreže, i bitno se smanjuje verovatnoća greške prenosa.

Kod in-band pristupa korisnici usluga glavne mreže, ako imaju određena dodatna znanja i terminalnu opremu, mogu na odgovarajući način da neovlašćeno pristupaju i upravljačkim podacima. To može dovesti do ozbiljnih problema u funkcionisanju glavne mreže.

Ako se kao out-band rešenje koristi namenjena mreža za upravljanje onda se sigurnost upravljačke mreže može obezbediti putem rutera (liste kontrole pristupa), firewall-ova (filtriranja paketa) i/ili virtualnih privatnih mreža (autentifikacije, šifriranja i tunelovanja). Što su sigurnosni mehanizmi kompleksniji to su kašnjenje isporuke podataka i cena implementacije veći.

U delu III korišćena je literatura [3] i [4].

IV) KVANTIFIKATOR UPRAVLJANJA

Da bi se tipovi upravljanja mogli na neki način uporediti, potrebno je uvesti odgovarajuće kvantifikatore koji opisuju cilj izbora optimalnog upravljanja. Cilj optimalnog upravljanja je da se postigne maksimizacija karakteristika kao što su brzina, skalabilnost, raspoloživost i sigurnost, a istovremeno i minimizacija cene i kompleksnosti implementacije. Pri tome se uglavnom ne može postići istovremeno maksimizacija, odnosno minimizacija svih odgovarajućih karakteristika. Formiranjem odgovarajućeg kvantifikatora, tzv. **količnika uticaja karakteristika upravljanja (KUKU)**, dobijaju se potrebni podaci za procenu. Ovaj količnik sadrži deljenik koji predstavlja proizvod kvantifikacionih pondera karakteristika za maksimizaciju i delioc formiran proizvodom kvantifikacionih pondera karakteristika za minimizaciju. Upravljanje je bolje i kvalitetnije ukoliko je KUKU veći. **Kvantifikacioni ponder karakteristike** predstavlja proizvod faktora značaja te karakteristike i pondera uticaja odgovarajućeg faktora upravljanja na posmatranu karakteristiku (|karakteristika|), za koji je usvojeno da može imati vrednosti x ili xx. U tabeli 1, ponderi uticaja različitih faktora upravljanja predstavljeni su sa različitim oznakama (□, •) (videti legendu).

Optimalan tip upravljanja je onaj koji ima maksimalan količnik uticaja karakteristika upravljanja.

$$KUKU = \text{Količnik uticaja karakteristika upravljanja} = \frac{(f1 \cdot |brzina|) \cdot (f2 \cdot |skalabilnost|) \cdot (f3 \cdot |raspoloživost|) \cdot (f4 \cdot |sigurnost|)}{(f5 \cdot |cena|) \cdot (f6 \cdot |kompleksnost|)}$$

$$= C \cdot KKU$$

gde su: **KKU = Karakteristični količnik upravljanja** = $\frac{|brzina| \cdot |skalabilnost| \cdot |raspoloživost| \cdot |sigurnost|}{|cena| \cdot |kompleksnost|}$,

C=(f1·f2·f3·f4)/(f5·f6), f_j(j=1,...,6) faktori značaja pojedine

topologija upravljive mreže, upravljivi elementi mreže i kapaciteti prenosne mreže fiksni (konstantni).

V) POREĐENJE TIPOVA UPRAVLJANJA

Pri poređenju različitih tipova upravljanja posmatran je slučaj upravljive mreže bez redundantnih prenosnih puteva i redundantne linijske opreme, i uzete su u obzir sledeće realne *pretpostavke*: f_j su *konstantne vrednosti*, tako da je C=const, pa poređenja KUKU različitih tipova upravljanja ne zavise od C; upravljačka arhitektura i prenos upravljačke informacije imaju *isti značaj* pri izračunavanju KKU i međusobno su nekorelisani (nezavisni).

U tabeli 1 svaki od znakova □ i • može se zameniti znakom x, tako da se veličina uticaja na pojedinu karakteristiku dobija kao ukupan broj znakova u određenom polju tabele. Upotrebljena je logika unije nezavisnih skupova (događaja): A U B = A + B. To znači da je npr. za polje *skalabilnosti* za tip T4 u kome stoji □□••, veličina uticaja 4x, tako da se KKU za tip T4 može izračunati na sledeći način:

$$KKU = \frac{(3x) \cdot (4x) \cdot (4x) \cdot (3x)}{(4x) \cdot (4x)} = (3x) \cdot (3x) = 9 x^2$$

Optimalni KKU ima vrednost 16x², i to za tip T2.

ZAKLJUČAK

Na osnovu vrednosti u poslednjoj koloni tabele 1 vidi se da je, u opštem slučaju, **optimalno rešenje upravljanja TK mrežom** tip upravljanja koji je određen sa centralizovanom upravljačkom arhitekturom i out-band načinom prenosa upravljačke informacije.

LITERATURA

- [1] M.Mraović, N.Gospić, V.Milošević, "Management and monitoring of telecommunication system in Electric Power Transmission Company"
- [2] M. Lal, S.V.K. Gaddam, R. Chakka, "Critical issues and solutions in network management architectures"
- [3] www.mrv.com/library/library.php?ctl=MRV-AN-SFOOBM
- [4] J.Pbrenkosh, E.L.Witzke, B.R.Kellogg, R.R.Olsberg, "Enhancing Network Survivability with out of band"

ABSTRACT

In this paper, several types of TC network management were defined in regard with two aspects: management architecture and methods of management information transfer. By using of these aspects and appropriate management characteristics, management quantificator is defined. The paper presents how this quantificator is used for comparison of different management approaches.

TITLE:

MODEL FOR COMPARISON OF DIFFERENT TC NETWORK MANAGEMENT APPROACHES

Authors: Milan Mraović¹, Vladimir Milošević², Nataša Gospić³