

Raspoloživost linkova u SDH mreži EES BiH

Igor Tadić

Služba informacionih sistema i telekomunikacija
Nezavisni operator sistema u Bosni i Hercegovini
Sarajevo, Bosna i Hercegovina
i.tadic@nosbih.ba

Vladimir Milošević

Katedra za telekomunikacije i obradu signala
Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka
Novi Sad, Republika Srbija
tlk_milos@uns.ac.rs

Sadržaj — U radu su opisane i analizirane najčešće korišćene metode zaštite u SDH mrežama nove generacije, kao i primjenjene metode zaštite u SDH mreži elektroenergetskog sistema Bosne i Hercegovine. Za ovu složenu SDH mrežu, izvršeno je evidentiranje otkaza svih linkova u toku jedne godine. Ova evidencija pored trajanja sadrži i dijagnostiku otkaza. Na osnovu mjerenja izračunata je raspoloživost linkova, kao i srednja raspoloživost mreže u cjelini. Dobijeni rezultati, pružaju uvid u kritične segmente mreže i omogućavaju donošenje mjera za podizanje kvaliteta, odnosno raspoloživosti mreže.

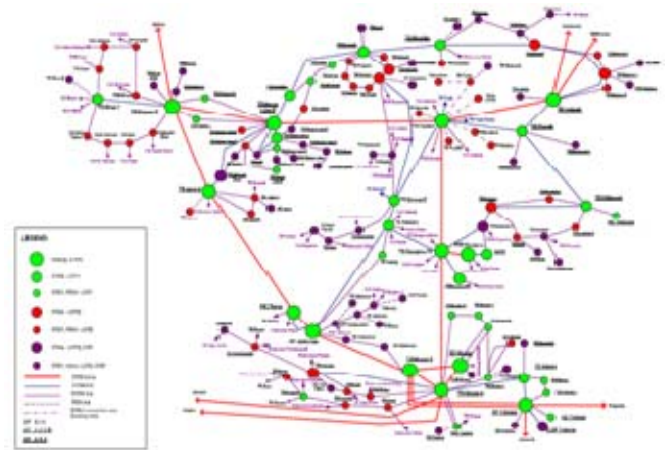
Ključne riječi – SDH; zaštita; raspoloživost mreže;

I. UVOD

SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*) mrežna tehnologija, zastupljena je danas u mnogim telekomunikacionim mrežama u svijetu. SDH mreža omogućava prenos podataka velikim brzinama na pouzdan i fleksibilan način. Telekomunikaciona mreža elektroenergetskog sistema BiH je od velike važnosti za većinu kompanija u elektroenergetskom sektoru (Elektroprenos BiH, Elektroprivredu Republike Srpske (ERS), Elektroprivredu Hrvatske zajednice Herceg-Bosne (EPHZHB), Elektroprivredu BiH (EPBiH) i Nezavisni operator sistema u BiH (NOSBiH)), gdje svaki prekid može prouzrokovati značajne gubitke. Kako mreža vremenom postaje veća i kompleksnija, broj faktora koji utiču na njenu raspoloživost raste. I za vlasnike i za korisnike mreže, važno je mjerenje raspoloživosti, jer je to parametar kvaliteta, koji pored ostalog, utiče i na organizaciju održavanja i proširivanja mreže.

U ovom radu je prvo prezentovano rješenje implementiranih zaštitnih metoda u SDH mreži EES BiH. Zatim je napravljena analiza koja ima za cilj prepoznavanje i razumjevanje faktora koji su neophodni za proračun raspoloživosti linkova na nivou mreže. Obezbeđene su mape SDH mreže za TK mrežu EES BiH i dokumentacija TNMS (*Telecommunication Network Management System*) sistema za nadzor mreže na osnovu koje je rađena analiza log fajlova sa TNMS sistema.

II. SDH MREŽA



Slika 1. SDH/PDH mreža EES BiH

Telekomunikaciona mreža EES BiH se sastoji od 147 čvorova lociranih u objektima EES BiH. Ova mreža je realizovana kroz prenosnu i multipleksnu SDH i PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) opremu, međusobno povezanu optičkim vlaknima OPGW (*Optical Ground Wire*) i UGC (*Underground Cable*). Na Sl. 1 data je šema telekomunikacione mreže EES BiH.

SDH mrežu čine Siemens Surpass hit 7070 Single Core Multiplexeri u većim čvorovima (koji imaju linkove STM-16) i Surpass hit 7050 Compact Core Multiplexeri na svim ostalim lokacijama. PDH mrežu čine Siemens Flexible Multiplexers FMX2R3 i CMXC (*Cross-connect multiplexers*).

Preko SDH opreme implementirani su sljedeći servisi: STM-16 (*STM-Synchronous Transport Module*) (kapacitet 2.5 Gb; najvećim dijelom predstavljaju "backbone" konekciju, mada je implementirana i van "backbone"-a), STM-4 (kapacitet 622Mb), STM-1 (kapacitet 155Mb), 2Mbps G.703 konekcije i Ethernet konekcije. [1]

S obzirom na veliki broj čvorova, velike kapacitete i opremu koja se koristi bilo je potrebno instalirati efikasan centralni upravljački sistem NMS (*Network Management System*), koji u svakom trenutku omogućava kontrolu i pristup svakom pojedinom mrežnom elementu, te upravljanje cjelokupnom mrežom sa centralnog mjesta. Centralni sistem upravljanja mrežom je smješten u sjedištu NOS BiH-a –

Nezavisni operator sistema (*ISO – Independent System Operater*) u Sarajevu.

NMS je sastavljen iz dva dijela:

- TNMS (Telecommunication Network Management System) – NMS za SDH dio mreže,
- ACI (Access Integrator) – NMS za PDH dio mreže.

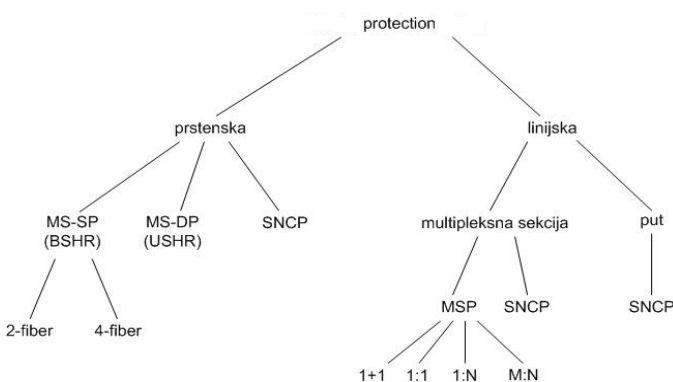
Oba NMS sistema su bazirana na klijent/server arhitekturi. Radi efikasne zaštite oba sistema su s redundansom. TNMS se sastoji od CORE servera, NET servera i TNMS klijenta, te njihovih backup-a. Kod ACI-ja imamo jedan radni sistem (ACI klijent + ACI server) i njegov, identičan, backup sistem. Oba sistema su vezana za svoje gateway-e preko kojih pristupaju uređajima u mreži. Za TNMS, SDH mrežni elementi se ponašaju kao gateway uređaji, dok su za ACI potrebni posebni gateway-i, tzv. SISA GK-E uređaji (*Supervisory and Information System for local and remote Areas-Rack Concentrator-the Ethernet interface*).

Preko tih gateway-a, kroz DCN (*Data Communication Network*), oba NMS-a imaju pristup do svakog pojedinog elementa. Preko ovog opisanog sistema se razmjenjuju kontrolni i upravljački podaci između NMS-a i svih mrežnih elemenata. Kako bi se zaštitio pristup DCN-u, gateway-i su povezani s ruterima koji se nalaze u regionalnim centrima (TS Banja Luka 6, TS Tuzla 4, TS Sarajevo 10, DC Mostar), te u sjedištu NOS BiH. Ti ruteri su povezani u prsten (*ring*), tako da je osigurana komunikacija sa mrežnim elementima i u slučaju višestrukih kvarova na opremi, linkovima ili ruterima. [2]

III. ZAŠTITA SAOBRAĆAJA

U SDH mreži generalno se koristi metod zaštite i restauracije.

Zaštita: Za potrebe zaštite predviđa se rezervisanje dijela mrežnih resursa. U slučaju nastanka kvarova, predviđeni mrežni resursi će se iskoristiti za prenos korisničkih podataka i nesmetan rad mreže. Za pravilno realizovanje ovakve zaštite, potrebno je pretpostaviti moguće kvarove, te na taj način rezervirati mrežne kapacitete. Ovo predstavlja najčešće korišten metod zaštite u SDH mrežama danas, te će on i biti razmatran u daljem tekstu, Sl.2.



Slika 2. Metode zaštite saobraćaja u SDH mreži

Obnova (restauracija): predviđa da se viškovi resursa ne rezervišu unaprijed, nego da se u slučaju kvara mreža dinamički prekonfiguriše i prilagodi promjenama u cilju eliminisanja posljedica kvara. Ova metoda još uvijek nije masovno zastupljena u SDH mrežama i nisu razvijeni zadovoljavajući mehanizmi za njenu adekvatnu realizaciju u prihvatljivom vremenu.

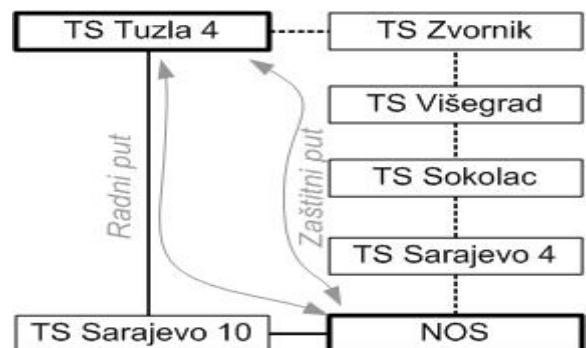
Zaštite saobraćaja u SDH mreži se obično dijele na prstenske (*ring protection*) i linijske zaštite (*linear protection*).

A. SNCP (Subnetwork Connection Protection)

Kao što se vidi na Sl. 3, SNCP predstavlja zaštitu koja se može realizovati na raznim nivoima i topologijama mreže.

SNCP predstavlja jedan od najfleksibilnijih načina primjene zaštite saobraćaja u SDH mreži. SNCP je moguće primijeniti na nivou puta (*end-to-end protection*) ili dijela puta u onim dijelovima mreže u kojim je moguće između dva mrežna elementa, između kojih se želi zaštititi put, kreirati pored radnog (*working*) još jedan put (ili dio puta) (*protecting*). Ukoliko posmatramo put ili dio puta i pretpostavimo unidirekcionu komunikaciju, mrežni element koji šalje podatke predstavlja *head-end* (glavu), a element koji prima *tail-end* (rep). *Head-end* šalje simultano podatke preko oba puta i ukoliko u mreži nema kvarova, *tail-end* prima podatke preko oba puta, ali odabire samo primljene preko radnog puta. U slučaju kvara na radnom putu, *tail-end* detektuje kvar i prebacuje se na zaštitni put. Dakle, u slučaju unidirekcionu komunikacije, prebacivanje na zaštitni put se vrši samo na prijemnoj strani na osnovu alarma (generisanih iz kvaliteta prijemnog signala – LOS (*Loss of Signal*), SD (*Signal Degraded*) itd.) bez korištenja APS-a i bez potrebe o informisanju *head-end*-a. U slučaju bidirekcionu komunikacije, prebacivanje je neophodno izvršiti u oba smjera istovremeno, tako da je korištenje APS protokola obavezno. Kao što se vidi, SNCP se može realizovati isključivo kao 1+1 pri čemu je najčešće tip zaštite *non-revertive*. Takva zaštita se koristi i u mreži EES BiH i to realizovana za bidirekcionu komunikacije. Pošto se realizuje na nivou puta, SNCP se može koristiti i za puteve višeg i nižeg nivoa, a pošto nisu isključive, ove dvije metode se mogu i kombinovati.

U mreži elektroenergetskog sistema BiH, SNCP se koristi isključivo kao zaštita na nivou puta.



Slika 3. SNCP (SubNetwork Connection Protection)

SNCP je realizovan za veliki broj puteva, te je put NOS – TS Tuzla 4 (LO put, 2 Mbps) naveden kao primjer na Sl. 3.

Radni put je prikazan punom linijom, a zaštitni isprekidanom. Radni put je realizovan preko HO puteva NOS – TS Sarajevo 10 i TS Sarajevo 10 – TS Tuzla 4. U slučaju kvara na nekom linku ili ispadu čvora TS Sarajevo 10, komunikacija će se nastaviti obavljati preko zaštitnog puta (NOS – TS Sarajevo 4 – TS Sokolac – TS Višegrad – TS Zvornik – TS Tuzla 4). Očigledno, zbog nepreklapanja radnog i zaštitnog puta, te međusobne nezavisnosti, u slučaju bilo *link failure-a* i/ili *node failure-a* na radnom putu, komunikacija će biti zaštićena. Ukoliko postoje mogućnosti za kreiranje dva nezavisna puta, te dovoljan kapacitet u mreži, SNCP predstavlja logičan izbor.

B. Prstenske zaštite

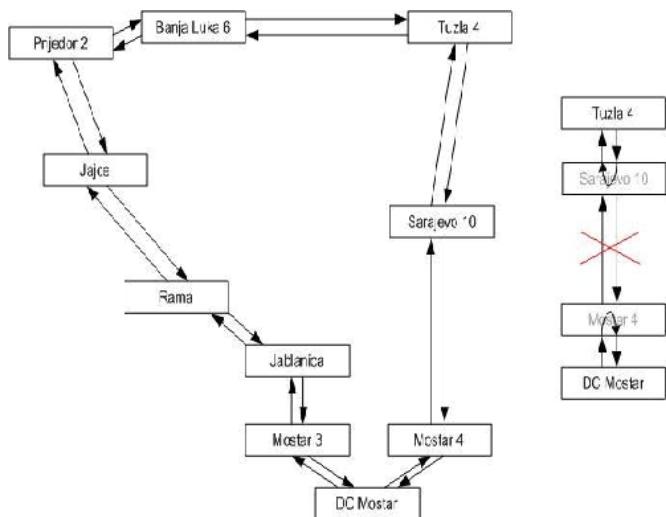
Kao što je rečeno, u mrežama sa topologijom prstena se pored SNCP-a koriste još MS-SPR (*Multiplex Section-Shared Protection Ring*) i MS-DPR (*Multiplex Section-Dedicated Protection Ring*) zaštite.

MS-SPR se u literaturi naziva još i BSHR (*Bidirectional Self Healing Ring*), a MS-DPR još i USHR (*Unidirectional Self Healing Ring*).

Zavisno od broja vlakana u prstenu između dva susjedna čvora, postoje dva podtipa MS-SPR-a: 2-fiber i 4-fiber. U suštini, sve ove metode su slične, te pošto se samo 2-fiber MS-SPR koristi u mreži EES BiH, samo ćemo tu metodu razmatrati.

MS-SPR 2-fiber prsten se može posmatrati kao dva unidirekciona prstena u kojima se podaci šalju različitim smjerovima. Sav raspoloživi kapacitet u oba prstena se dijeli na dva dijela, tako da se 50% kapaciteta rezerviše za radni, a 50% za zaštitni saobraćaj.

U slučaju da na prstenu nema kvara, podaci se šalju po definisanom putu (u onom smjeru u kojem je put kraći).



Slika 4. MS-SPR realizovan u mreži EES BiH

U slučaju *link failure-a*, dva čvora koja graniče sa linkom na kojem se desio kvar će izvršiti vraćanje (*loopback*) saobraćaja sa radnog puta u jednom smjeru na zaštitni put u drugom smjeru. Na ovaj način saobraćaj će doći do odredišta s druge strane prstena. Očigledno, MS-SPR predstavlja zaštitu na nivou multipleksne sekcije.

Na Sl. 4 je prikazan MS-SPR realizovan u mreži EES BiH. MS-SPR se koristi na *backbone-u* mreže realizovanom na STM-16. MS-SPR se može koristiti i u slučaju *node failure-a*, međutim zbog načina dizajna mreže neće doći do zaštite saobraćaja. Naime, kako je već rečeno, u mreži su HO putevi realizovani kao putevi između dva susjedna čvora, a LO putevi su realizovani preko njih. Npr. LO put TS Sarajevo 10 – TS Banja Luka 6 je realizovan preko HO puteva TS Sarajevo 10 – TS Tuzla 4 i TS Tuzla 4 – TS Banja Luka 6. U slučaju kvara na čvoru TS Tuzla 4 nijedan od ova dva HO puta se neće moći realizovati (jer je čvor TS Tuzla 4 nedostupan), a time nijedan LO put realizovan preko njih, pa ni posmatrani LO put. Znači, iako su dva krajnja čvora dostupna, te iako postoji način za ostvarivanje komunikacije sa druge strane prstena, saobraćaj se neće moći ostvariti u slučaju ispada čvora zbog specifičnog dizajna HO puteva. Ukoliko bi postojao HO put TS Sarajevo 10 – TS Banja Luka 6 i LO put bio realizovan preko njega, tada bi posmatrani LO put bio zaštićen.

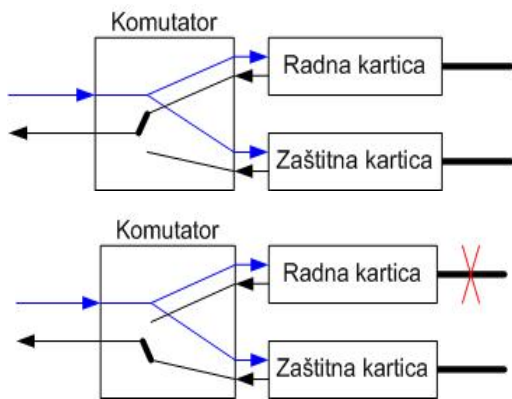
Očigledno, MS-SPR predstavlja u ovom slučaju rješenje za slučaj *link failure-a*, ali ne i *node failure-a*, te se zbog toga ova zaštita kombinuje sa već spomenutom SNCP.

C. MSP (*Multiplex Section Protection*)

MSP se koristi kao linijska zaštita na nivou multipleksne sekcije. To znači da se MSP realizuje između dva susjedna čvora u SDH mreži. MSP koji se koristi u mreži EES BiH je realizovan isključivo kao 1+1 *non-revertive*. Ovaj metod je najjednostavniji za implementaciju i pogodan je ako nema potrebe za prenosom saobraćaja nižeg prioriteta. U suštini, metod je sličan SNCP-u realizovanom između dva susjedna čvora. Za realizaciju ove metode, neophodno je da između dva mrežna elementa postoje dva fizička linka. Da bi se postigla zaštita i u slučaju kvara kartice (*card failure*), linkovi se obično dovode na dvije različite kartice. Funkcionisanje MSP je prikazano na Sl. 5.

Prilikom komunikacije, mrežni element šalje iz komutatora (*switching fabric*) podatke na obje kartice, a time i oba fizička linka. U slučaju kvara na optičkom linku ili na radnoj kartici, komutatori u oba čvora će preći na zaštitni link. Zbog bidirekcionih veza, za prelazak na zaštitu koristi se APS. Očigledno, MSP zahtjeva redundansu opreme i optičkih vlakana, te je ovaj metod isplativ samo u onim dijelovima mreže u kojim se ne može realizovati neki drugi metod zaštite.

U mreži EES BiH, MSP se koristi na vezi između TS Mostar 3 i RP Trebinje. Da bi se obezbijedila što veća pouzdanost u mreži i zadržale komunikacije prema i preko čvora RP Trebinje na toj multipleksnoj sekciji je realizovan MSP. [3]



Slika 5. Realizacija MSP

IV. RASPOLOŽIVOST SDH MREŽA

Korisnici telekomunikacionih usluga, postali su veoma zavisi od efikasnog prenosa informacija. Zato je raspoloživost telekomunikacionih mreža postala važnija nego ikada ranije. U mnogim slučajevima, gubitak servisa može imati katastrofalne posljedice. Zbog toga, mnogi korisnici telekomunikacionih usluga traže garanciju za kontinuitet usluge i zato su spremni dodatno da plate. Upotrebom SDH uređaja i njihovom ugradnjom u mrežu u skladu sa dobro isplaniranom arhitekturom koja će joj obezbjediti "resilience" i "survivability", operatori mreže mogu odgovarati na ovakve zahtjeve i tako ostvarivati još povoljnije finansijske efekte. Prema tome, topologija mreže mora biti takva da se u slučaju ispada bilo kog spojnog puta ili čvora, brзом rekonfiguracijom mreže, odnosno promjenom saobraćajnih tokova, obezbjedi nesmetano zadovoljenje zahtjeva svih korisnika mreže.

Kada govorimo o *visoko raspoloživim mrežama*, mislimo na mreže čija koncepcija i arhitektura, a naravno i njeni elementi, obezbjeđuju ostvarivanje veza visoke raspoloživosti.

Jedan od načina definisanja raspoloživosti mreže je sljedeći: postotak vremena u kojem mreža opslužuje servisima podjeljen sa vremenom za koje se očekuje da će mreža opsluživati servisima.

Vrijeme zastoja se definiše kao vrijeme u kojem mreža ne opslužuje servisima.

"Pet devetki" se odnosi na procentualnu vrijednost 99,999% koja se već dugo koristi pri ispitivanjima i koja se smatra zahtjevnim ciljem za raspoloživost u mnogim mrežama. "Pet devetki" odgovara vrijednosti od pet minuta zastoja, odnosno nerada mreže u godini.

Često se preporučuje proračun raspoloživosti. Za proračun raspoloživosti mreža se izdijeli na zavisne komponente kao što su, hardver, softver, fizičke konekcije, sistem za napajanje itd. Za većinu opreme proizvođač obezbjeđuje informacije o očekivanoj raspoloživosti opisanoj kao MTBF (*Mean Time Between Failure*). Za one komponente mreže za koje ne postoje ovi podaci, koriste se statistički podaci i proračuni. Očekivano vrijeme za popravku svake komponente mreže se proračunava. Ono se naziva MTTR (*Mean Time To Repair*).

Raspoloživost za svaku komponentu se proračunava prema sljedećem obrascu:

$$\text{Availability} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

Za proračun ukupne raspoloživosti mreže, sumira se raspoloživost svih komponenti. [4]

V. MJERENJE RASPOLOŽIVOSTI SDH MREŽA

Ocjenu kvaliteta jedne mreže, mnogo je pouzdanije izvršiti na osnovu mjerenja a ne izračunavanja njene raspoloživosti. U nastavku ovog rada, dat je prikaz postupka mjerenja raspoloživosti SDH mreže EES BiH.

A. Nadzor i statistika

Svaki mrežni element neprekidno komunicira sa TNMS sistemom za nadzor mreže.

TNMS obezbjeđuje statistiku za brojne unaprijed definisane SDH parametre koji se skladište u bazi podataka za unaprijed definisane periode.

B. Log fajlovi sa TNMS sistema

Pri ispitivanju određenog mrežnog elementa, TNMS može kreirati log fajl, uključujući odabrane parametre, za sve linkove koji su vezani na mrežni element. U log fajlovima se memorišu vrijednosti zadatih parametara za 24-časovni period.

Fajlovi su u TSF formatu. U tabeli 1. opisan je sadržaj svakog polja. [5]

TABELA I. FORMAT SADRŽAJA LOG FAJLA SA TNMS SISTEMA

"Time (Local)"	vrijeme snimanja log fajla
"NE"	naziv mrežnog elementa
"Port"	port na kojem se mjeri
"TP"	završna tačka mjerenja
"PMP"	početna tačka mjerenja
"Tmp [sec]"	mjerni interval (u našem slučaju 24h, tj. 86399s)
"EB"	errored block
"ES [sec]"	errored second
"SES [sec]"	severely errored second
"UAS [sec]"	unavailable second

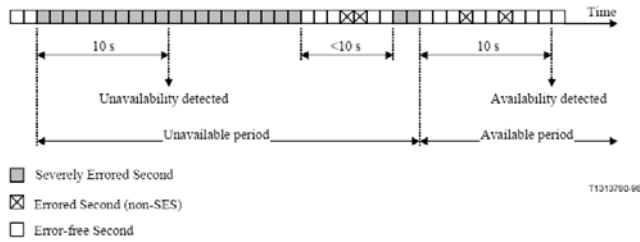
C. ITU-T standard G.826

ITU-T je definisao set standarda imajući u vidu procedure, ciljeve i oblasti za linkove u međunarodnim SDH mrežama. Standard koji pokriva izračunavanje performansi i mjerenje raspoloživosti je G.826: *End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections*.

G.826 standard definiše brojne SDH parametre koji se koriste prilikom mjerenja raspoloživosti. Ti parametri formiraju podskup parametara UAS (*Unavailable Seconds*), a to je parametar koji predstavlja vrijeme zastoja (takođe se

zove i vrijeme nerasploživosti) za SDH linkove, u zadatom vremenskom intervalu. Prethodno navedeni parametri su:

- Block: blok je definisan kao set uzastopnih bitova povezanih putem, gdje svaki bit pripada jednom i samo jednom bloku,
- Errored Block (EB): blok u kojem su jedan ili više bitova pogrešni,
- Errored Second (ES): period od jedne sekunde sa jednom ili više grešaka u blokovima,
- Severely Errored Second (SES): period od jedne sekunde koji obuhvata $\geq 30\%$ pogrešnih blokova.



Slika 6. Grafički prikaz UAS definicije

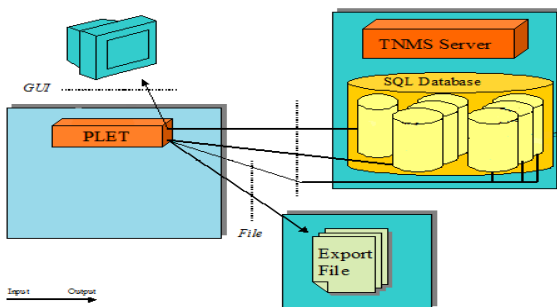
UAS počinje slučajem od 10 uzastopnih SES. Ovih 10 sekundi se smatraju dijelom nerasploživog vremena. Ovo vrijeme nerasploživosti završava događajem od 10 uzastopnih non-SES. Na Sl. 6 je grafički prikazana UAS definicija. [6]

D. Alat za eksportovanje logova sa performansama i metoda za proračun raspoloživosti

Ovaj alat je dizajniran za automatsko eksportovanje podataka o performansama sa TNMS Core Systema. Operator na TNMS sistemu definiše set logova sa performansama koji se žele mjeriti za određene servise ili određene mrežne elemente. Ovaj alat omogućava korisniku da konfigurira automatsko eksportovanje logova, kao ulaznih podataka prema različitim aplikacijama i sistemima.

Podaci o performansama su memorisani u fajlovima SDF formata koji se nalaze u direktoriju određenom od strane operatera.

Na Sl. 7 prikazana je arhitektura ovog alata. [7]



Slika 7. Arhitektura alata za eksportovanje logova sa performansama

U skladu sa standardom ITU-T G.826, parametri će biti mjereni po linku, tako da će i raspoloživost biti proračunavana po linku.

UAS je definicija za vrijeme zastoja, a raspoloživost izražena u procentima se računa prema sljedećem obrascu:

$$\text{Availability} = \frac{\text{MeasuredTime} - \text{UAS}}{\text{MeasuredTime}} * 100$$

Nezavisno od proučavanja raspoloživosti po linku, interesantno je i proučavanje raspoloživosti linkova za cijelu mrežu EES BiH. Srednja vrijednost raspoloživosti svih linkova u mreži se izračunava sabiranjem pojedinačnih vrijednosti (pojedinačne vrijednosti se dobijaju množenjem broja linkova sa njihovom procentualnom vrijednošću raspoloživosti) linkova, a zatim dijeljenjem sa ukupnim brojem linkova. [8]

VI. REZULTATI

Rezultati mjerenja raspoloživosti, pojedinačnih linkova i proračun raspoloživosti svih linkova u mreži za period od 10.06.2011. godine do 10.06.2012. godine prikazan je u tabeli 2.

TABELA II. REZULTATI ANALIZE RASPOLOŽIVOSTI LINKOVA U MREŽI

Broj nerasploživih linkova	Neraspoloživost linkova [sec]	Raspoloživost linkova [%]
Četiri (4)	3720	99,988
Pet (5)	896040	97,158
Pet (5)	4418400	85,989
Dvadeset četiri (24)	66600	99,788
Četrdeset pet (45)	5880	99,981
Četrdeset sedam (47)	45600	99,855
Ukupan broj nerasploživih linkova u mreži	Ukupan broj linkova u mreži	Srednja vrijednost raspoloživosti linkova u mreži [%]
Stotinu i trideset (130)	Pet stotina i osamdeset četiri (584)	99,833

Iz tabele 2 se vidi da je za jednogodišnji period mjerenja (365 dana = 31536000 sekundi), od 10.06.2011. godine pa do 10.06.2012. godine, od ukupnog broja od 584 linka u mreži:

- 4 linka su bila nerasploživa 3720 [sec] (procentualna raspoloživost je 99,988%),
- 5 linkova je bilo nerasploživo 896040 [sec] (procentualna raspoloživost je 97,158%),
- 5 linkova je bilo nerasploživo 4418400 [sec] (procentualna raspoloživost tih 5 linkova je 85,989%),
- 24 linka su bila nerasploživa 66600 [sec] (procentualna raspoloživost je 99,788%),
- 45 linkova je bilo nerasploživo 5880 [sec] (procentualna raspoloživost je 99,981%),

- 47 linkova je bilo neraspoloživo 45600 [sec] (procentualna raspoloživost je 99,855%) i
- 58 linkova je bilo neraspoloživo 6240 [sec] (procentualna raspoloživost je 99,98%).

Srednja vrijednost raspoloživosti svih linkova u mreži, iz tabele 2, iznosi 99,833%.

Razlozi neraspoloživosti linkova su sljedeći:

- nestanak mrežnog napajanja i pražnjenje baterija,
- kvarovi na napojnim karticama i drugim karticama na samom SDH uređaju i
- prekid na optičkim vlaknima.

VII. ZAKLJUČAK

U mreži EES BiH koristimo zaštitu kao metod povećanja njene raspoloživosti. Budući da od mnogo faktora zavisi koji mehanizam zaštite će se koristiti, prilikom dizajniranja mreže, vodilo se računa o tome gdje je i koji vid zaštite najbolje implementirati, a na nekim mjestima su se koristila i kombinovana rješenja.

U ovome radu, opisana je mrežna infrastruktura i implementirani mehanizmi zaštite, definisani su parametri raspoloživosti te način njihovog prikupljanja. Dat je proračun raspoloživosti linkova i mreže u cjelini.

Analizom i proučavanjem karaktera otkaza najosjetljivijih segmenata mreže, moguće je unaprijeđenjem održavanja postojeće opreme i ulaganjem u novu opremu značajno povećati raspoloživost, odnosno kvalitet kompanijske SDH mreže.

LITERATURA

- [1] Igor Tadić, Dubravko Boban, "Prikaz telekomunikacione mreže elektroenergetskog sistema Bosne i Hercegovine", INFOTEH, Vol. 8, Ref. B-II-1, p. 135-138, Jahorina Mart 2009.
- [2] Igor Tadić, Dubravko Boban, Darko Sinanović, Goran Karimović "Sistem za upravljanje telekomunikacionom mrežom elektroenergetskog sistema Bosne i Hercegovine", IX SAVJETOVANJE BOSANSKOHERCEGOVAČKOG KOMITETA – BH K CIGRE, NEUM Septembar 2009.
- [3] Darko Sinanović, Goran Karimović, "Zaštite saobraćaja u SDH mreži elektroenergetskog sistema u BiH", INFOTEH, Vol.8, Ref. B-III-5, p. 209-213, Jahorina Mart 2009.
- [4] Evan Marcus, "Blueprints for High Availability" Wiley, 2003.
- [5] Siemens, "TNMS Core/CDM Operator Guidelines"
- [6] International Telecommunication Union (ITU-T), "Standard G.826: End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit rate digital paths and connections".
- [7] Nokia Siemens Networks "TNMS Core/Performance Log Export Tool"
- [8] Hawkins Michael, "Availability: Requirements and Measurement" InformIT, Oct 19, 2001.

ABSTRACT

In this paper we described and analyzed the most used methods of protection in SDH networks the new generation as well as the methods of protection applied in the SDH network of Electric power system in Bosnia and Herzegovina. We made record failure of all links for this complex SDH network during one year. This record contains the addition diagnostics of failure. We calculated the availability of links and the average availability as well as the network as a whole based on measurements. The obtained results provide insight into the critical network segments and allows the adoption of measures to increase the quality and availability of the network.

AVAILABILITY OF LINKS IN THE SDH NETWORK EES BIH

Igor Tadić, Vladimir Milošević