

mr.sc. Saša Kraljević, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split
sasa.kraljevic@hep.hr

Josip Letica, dipl.ing.el.
HEP – ODS d.o.o., Elektrodalmacija Split
josip.letica@hep.hr

ISKUSTVA RJEŠAVANJA PROBLEMA ISPADA I OŠTEĆENJA VP 10 kV U TS 35/10 kV “MAKARSKA” USLIJED ATMOSFERSKIH PRENAPONA NA KABELU ZA NAPAJANJE ODAŠILJAČKOG OBJEKTA “BIOKOVO”

SAŽETAK

Problematika zaštite kablenskog voda za napajanje TS 10/0,4 kV Biokovo, odnosno odašiljača Hrvatske radiotelevizije na vrhu Sv. Jure (1762 m) javlja se već puna četiri desetljeća. Na Sv. Juri su česta atmosferska pražnjenja koja dovode do pojave prenapona na opremi i kabelu, pa su česti kvarovi i ispadi samog kabela, ali i veća oštećenja vodnog polja Biokovo unutar TS 35/10 kV “Makarska”.

Cilj ovog rada je dati pregled dosadašnjih aktivnosti i poduzetih tehničkih rješenja na zaštiti spomenutog kabela, s posebnim naglaskom na kvarove unutar TS 35/10 kV “Makarska”, pokazati učinkovitost dosadašnjih poduzetih mjera i dati prijedlog za daljnje aktivnosti.

Ključne riječi: atmosferski prenaponi, uzemljenje, odvodnici prenapona, kvarovi i ispadi.

EXPERIENCES IN SOLVING PROBLEM OF BREAKDOWN AND DAMAGES OF OUTGOING FIELD 10 kV IN TRANSFORMER SUBSTATION 35/10 kV “MAKARSKA” DUE TO ATMOSPHERIC OVERVOLTAGES ON THE SUPPLY CABLE FOR TELEVISION TRANSMITTER “BIOKOVO”

SUMMARY

Solving the problem of protection of the medium voltage cable which supplies transformer substation 10/0,4 kV Biokovo, respectively, HRT television transmitter on the „Sv.Jure“ peak, has been an issue for over four decades. „Sv.Jure“ peak (1762 m) is oftenly thunderstorm-tossed, causing the appearance of the overvoltages on switchgear and supply cable which leads to malfunctions and breakdowns of the cable, and also have an effect on 35/10 kV transformer substation „Makarska“ where they cause the breakdown of the „Biokovo“ outgoing field.

The goal of this paper is to summarize undertaken activities and technical measures on protection of mentioned cable with particular emphasis on breakdowns and malfunctions in transformer substation 35/10 kV „Makarska“, to show efficiency of undertaken measures and to suggest further activities in solving the problem.

Key words: atmospheric overvoltages, earthing, surge arresters, malfunctions and breakdowns

1. UVOD

Atmosferski prenaponi nastaju uslijed atmosferskih pražnjenja i najčešći su uzrok smetnji i kvarova u elektroenergetskim postrojenjima. Područje Makarske, prema izokerauničkoj karti Hrvatske, spada u područja sa najviše grmljavinskih dana u godini. Dugogodišnji prosjek grmljavinskih dana za područje Makarske iznosi 40 dana godišnje, a prosjek za zadnjih 10 godina je 42,1. Zbog tako velikog broja grmljavinskih dana izražen je problem učestalijih kvarova i stradanja opreme u elektroenergetskim postrojenjima.

Poseban problem na području Pogona Makarska je vodno polje "Biokovo" u TS 35/10 kV Makarska, koje služi za napajanje TS 10/0,4 kV Biokovo u sklopu odašiljača Hrvatske radiotelevizija na vrhu Sv. Jure (1762 m). Za vrijeme grmljavinskog nevremena dolazi do znatnih oštećenja spomenutog vodnog polja, ali se kvarovi u nekim slučajevima prenose i na druga 10 kV polja unutar trafostanice, što za posljedicu ima ispade većeg broja potrošača.

Svi kvarovi imaju za posljedicu dugotrajan prekid napajanja odašiljača HRT-a, ali isto tako i potrošača na drugim vodovima pogođenim ovim kvarovima. Kako je dužnost HEP ODS-a d.o.o. osigurati kvalitetno i sigurno napajanje električnom energijom svim potrošačima na mreži poduzimaju se tehničke mjere da se broj kvarova i dužina trajanja kvarova svedu na najmanju moguću mjeru.

Problem ispada i kvarova VP Biokovo i kabela za napajanje TS Biokovo na Sv. Juri pokušava se riješiti već dugi niz godina, ali do sada bez konkretnog poboljšanja.

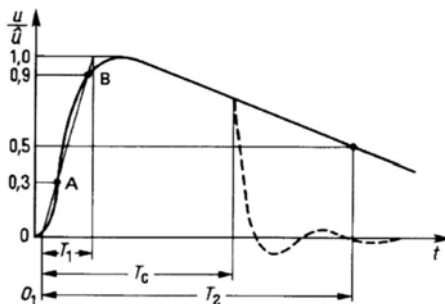
U ovom radu su iznesene sve dosadašnje aktivnosti na rješavanju problema atmosferskih prenapona, počevši od prvih pokušaja 1968. godine pa do najnovijeg rješenja čija se realizacija očekuje kroz veljaču 2010. godine.

2. PROBLEMATIKA ATMOSFERSKIH PRENAPONA

2.1. Atmosferski prenaponi

Pod atmosferskim pražnjenjem podrazumijevaju se složene pojave koje se javljaju u grmljavinskom oblaku, između samih oblaka i između dijelova oblaka i zemlje. Oprema elektroenergetskih postrojenja stalno je izložena smetnjama koje uzrokuju atmosferska pražnjenja odnosno pojava atmosferskog prenapona uslijed grmljavinskog nevremena. Općenito, prenapon je svaki napon između faznog vodiča i zemlje ili između dva fazna vodiča, čija je vršna vrijednost veća od odgovarajuće vršne vrijednosti najvišeg podnosivog napona opreme. Atmosferski prenaponi mogu nastati na dva načina, uslijed izravnog udara groma u neki dio postrojenja i kao inducirani prenapon uslijed udara groma u blizinu nekog dijela postrojenja. Pri direktnim atmosferskim pražnjenjima u elemente elektroenergetskih postrojenja pojavljuju se vrlo velike struje koje izazivaju visoke napone na objektima, od kojih se oprema u postrojenjima mora štititi. U slučaju atmosferskog pražnjenja u blizinu elektroenergetskog objekta dolazi do induciranih prenapona, koji mogu biti opasni u mrežama srednjih i niskih napona. Visina atmosferskih prenapona ovisi o energiji atmosferskog pražnjenja, premda se primjenom odgovarajućih zaštitnih mjera mogu ograničiti na niže vrijednosti. Zaštita od direktnog udara izvodi se gromobranima ili zaštitnim užetima dok se zaštita od putnih valova uglavnom provodi odvodnicima prenapona.

Atmosferski prenapon karakteriziran je maksimalnom (tjemenom) vrijednošću \hat{u} , vremenom trajanja čela T_1 i vremenom T_2 u kojem hrbat vala pada na 50% maksimalne vrijednosti. Uobičajen je udarni napon 1,2/50, čije je vrijeme trajanja čela $T_1=1,2 \mu s (\pm 30\%)$ i polovice hrba $T_2=50 \mu s (\pm 20\%)$. Atmosferski se prenapon, dakle, ubraja u skupinu prijelaznih prenapona brzog porasta čela (slika 1).



Slika 1. Oblik atmosferskog prenapona

Jedna od metoda pri projektiranju zaštite od atmosferskih prenapona je i proučavanje izokerauničkih karata iz kojih je vidljiv prosječan broj grmljavinskih dana u godini za neko područje. Za područje Republike Hrvatske, izokeraunički nivo iznosi od 15 do 50 dana godišnje, a prosjek iznosi 28 dana. Jedno od područja koja su izloženija grmljavinskom nevremenu je i makarsko područje (tablica I).

Tablica I. Prosječan broj grmljavinskih dana na području Makarske

god.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zbroj
1999.	3	5	2	5	3	8	5	4	2	5	5	4	51
2000.	1	2	1	3	4	6	2	1	4	3	6	6	39
2001.	5	1	4	3	6	3	2	4	6	2	5	2	43
2002.	1	1	2	3	4	1	7	12	9	3	2	3	48
2003.	8	.	.	1	3	6	1	1	3	3	5	.	31
2004.	5	2	3	3	5	1	4	3	.	4	2	4	36
2005.	.	4	2	2	3	4	5	8	7	2	6	4	47
2006.	1	2	2	3	6	3	9	9	3	2	3	.	43
2007.	5	2	6	2	4	6	1	3	5	2	3	2	41
2008.	2	1	5	5	4	8	4	1	2	3	6	1	42
prosječno	3.1	2.0	2.7	3.0	4.2	4.6	4.0	4.6	4.1	2.9	4.3	2.6	42.1

2.2. Odvodnici prenapona

Prenaponska zaštita na području Republike Hrvatske nije identična u svim distribucijskim područjima što je i logično s obzirom na različiti izokeraunički nivo pojedinih područja. Ipak, opći zaključci i pravila mogu se utvrditi za sva područja.

Osnovna zaštita od atmosferskih prenapona provodi se odvodnicima prenapona. Stara rješenja su provođena upotrebom zaštitnih iskrišta, ali su takva rješenja imala niz nedostataka:

- nakon prorade iskrišta pojavljuje se luk podržavan strujom 50 Hz, a za čije je gašenje potrebno uključiti jedan ciklus APU-a,
- nastajanje trajnih kvarova zbog vanjskih uzroka premoštenja rogova iskrišta; ptice, lišće, inje,
- rizik pojave visokog napona lokalnih uzemljivača zbog dugotrajnog luka koji je nakon prolaska prenapona podržan strujom 50 Hz.

Pojavom odvodnika prenapona gornji problemi su otklonjeni. Prva rješenja su klasični silicij-karbidni (SiC) odvodnici prenapona. Njihova primjena nije se pokazala osobito uspješna. Naime, ti odvodnici su često ostajali u stanju zemljospoja bez vidljivih tragova, pa su umjesto obavljanja zaštitne funkcije bili jedan od najčešćih uzroka kvarova u mreži. To je dovelo do djelomičnog povratka upotrebe iskrišta, samih ili u kombinaciji sa odvodnicima.

Nakon uvođenja u primjenu metaloksidnih odvodnika prenapona, početkom devedesetih godina, zaštita postrojenja od prenapona je značajno poboljšana, a smanjenjem cijene u odnosu na silicij-karbidne odvodnike prenapona, počinje njihova široka primjena. U početku su se koristili isključivo odvodnici prenapona sa porculanskim kućištima, a danas su u pravilu kućišta odvodnika od sintetičkih materijala (polimeri).

U početku primjene odvodnici prenapona su se koristili u prijenosnoj mreži, ali su se postupno sve više počeli uvoditi u primjenu i u distribucijskoj mreži. Uvjeti ugradnje u distribucijskoj mreži su stroži nego u prijenosnoj mreži jer je potrebno osigurati dovoljno nizak iznos otpora uzemljenja zbog niže izolacijske razine.

Pri odluci o ugradnji MO odvodnika prenapona i definiranju ekonomskih kriterija za primjenu treba sagledati dva aspekta isplativosti i opravdanosti ugradnje:

- štete na opremi distribucijskih postrojenja uzrokovane atmosferskim prenaponima,
- štete zbog neisporučene električne energije uslijed kvarova na postrojenjima izazvane atmosferskim prenaponima.

Ipak, na današnjem stupnju tehnološkog razvoja, metaloksidni odvodnici prenapona su najpouzdanija i najraširenija metoda zaštite elektroenergetskih postrojenja od prenapona.

2.3. Uzemljenje

Svrha uzemljenja je da se njime osigura dovoljno mali otpor kako bi se struja kvara, određene prijelazne pojave te struja groma odvele u zemlju. Pod uzemljenjem, dakle, podrazumijevamo vodljivi spoj neke točke mreže, koja iz bilo kojih razloga može doći pod napon, sa zemljom.

Otpor uzemljenja je otpor zemlje između uzemljivača i neke dovoljno udaljene točke uzemljivača u kojoj je potencijal zemlje jednak nuli. Ovisi o obliku uzemljivača i o otporu zemlje, koji je ovisan o sastavu tla, njegovoj vlažnosti i temperaturi.

Promatrajući valni oblik koji se pojavljuje uslijed pojave atmosferskog prenapona uočava se da se isti sastoji od visokofrekventnog i niskofrekventnog dijela. Karakteristika visokofrekventnog dijela atmosferskog prenapona je vrlo strm porast čela te je značajan za induktivnu komponentu impedancije uzemljenja. Niskofrekventni dio atmosferskog prenapona ima dugo opadajući karakter struje i značajan je za oslobađanje energije na elementima radnog karaktera. Zbog navedene induktivne komponente, sustav uzemljenja mora osiguravati i maksimizirati disipaciju energije u zemlju pri proradi odvodnika prenapona. Iz svega navedenog uočava se da osim dovoljno niskog radnog otpora, za učinkovit sustav uzemljenja, moramo osigurati i dovoljno nisku impedanciju uzemljenja.

Kapacitivnost uzemljivačkog sustava manifestira se pri samoj pojavi atmosferskog prenapona, osiguravajući put u zemlju visokofrekventnom dijelu prenapona. Da bi kapacitivnost bila veća, potrebno je koristiti plosnate trake umjesto vodiča obliha profila budući mogu na sebe preuzeti veću količinu naboja.

Induktivitet uzemljivačkog sustava bitan je kod vrlo brzih promjena struje u vremenu budući se pri tome pojavljuje inducirani napon koji može porasti na vrijednost dostatnu da dođe do preskoka napona s uzemljivačkog sustava na zdravu fazu. Uzimajući navedene činjenice u obzir, potrebno je dakle, osigurati što nižu vrijednost induktiviteta uzemljivačkog sustava. Kao i kod kapacitivnosti, niža vrijednost induktiviteta uzemljivačkog sustava, može se postići upotrebom plosnatih traka.

Radni otpor uzemljenja osigurava sigurno odvođenje energije u zemlju za vrijeme opadanja vala atmosferskog prenapona. Pri tome je bitno da je njegova vrijednost što manja.

Uočavajući važnost svih komponenti uzemljivačkog sustava, zaključuje se da mjerenje otpora uzemljenja s klasičnim mjernim instrumentima, koji nam daju veličinu samo radnog otpora uzemljenja, nisu meritorni i ne daju nam dobar podatak o tome da li je uzemljivački sustav dobro dimenzioniran, odnosno izveden. Impedancija uzemljenja mjeri se instrumentom kojim se u zemlju injektiraju struje visokih frekvencija te se mjeri efektivna vrijednost impedancije uzemljenja u rasponu frekvencije od 63 kHz do 1 MHz što propisuju norme zaštite od munje (HRN EN 50164 i HRN EN 62305). Ako uzemljivački sustav ima:

- a) $Z_{ef} < 10 \Omega$: uzemljenje je izvrsno
- b) $10 \Omega < Z_{ef} < 30 \Omega$: uzemljenje je dobro
- c) $30 \Omega < Z_{ef} < 40 \Omega$: uzemljenje je prihvatljivo
- d) $Z_{ef} > 40 \Omega$: uzemljenje je slabo [1]

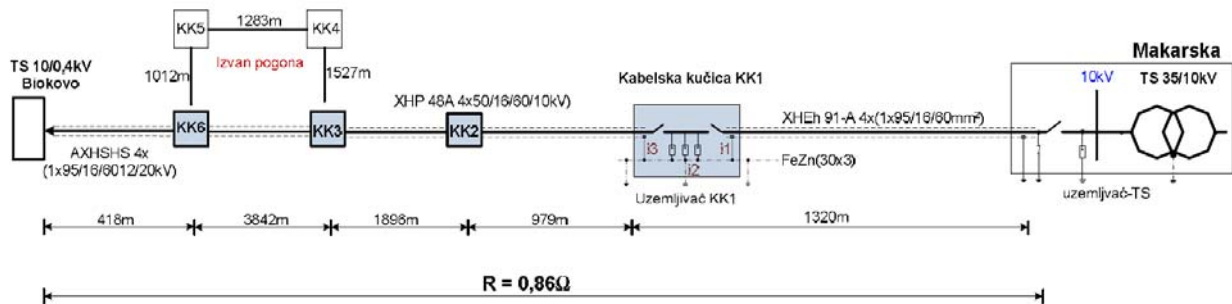
Proučavajući dosad poduzete mjere na rješenu problema napajanja odašiljačkog objekta „Biokovo“, uočeno je da su izvršena mjerenja otpora uzemljenja u kabelskoj kućici KK1. Prema iskazanim rezultatima, vrijednost otpora uzemljenja iznosi 0,86 Ω . Budući da prilikom mjerenja nije izmjerena impedancija, a uzevši u obzir gore navedene činjenice, ovaj rezultat treba uzeti sa rezervom.

3. PRIKAZ DOSADAŠNJIH PODUZETIH MJERA

Zaštita kabelskog voda za napajanje TS 10/0,4 kV Biokovo, odnosno odašiljača Hrvatske radiotelevizije na vrhu Sv. Jure (1762 m) planine Biokovo pitanje je koje se javlja već puna četiri desetljeća različitim intenzitetima, ali do danas još uvijek nije uspješno riješeno.

Prvo rješenje tadašnjeg Instituta za elektroprivredu dano je 1968. godine, a sastojalo se u sekcioniranju 10 kV kabelskog voda TS 35/10 kV Makarska – TS 10/0,4 kV Biokovo, duljine 8,3 km na ukupno 7 sekcija različitih duljina (od 400 m do 1600 m) određenih proračunom, ali i situacijom na samom terenu koji je vrlo nepristupačan [2].

Na slici 2. je shematski prikaz kabelske trase od TS 35/10 kV Makarska do TS 10/0,4 kV Biokovo nakon sekcioniranja kabela i ugradnje kabelskih kućica [3].



Slika 2. Shematski prikaz trase napojnog kabela za TS 10/0,4 kV Biokovo

Na spojevima sekcija postavljeno je 6 kabela kućica, limene izvedbe, unutarnjih dimenzija tlocrta 1,18x1,68 m i unutarnje visine 1,98 m. Kabela kućice su označene KK1-KK6 i u njima su ugrađene sabirnice, kabelski završeci, jednopolni rastavljači i odvodnici prenapona. Tada odabrani i ugrađeni odvodnici prenapona su tipa H410m 10, Siemens. Uz kućice su izvedeni uzemljivači od pocinčanih traka u obliku prstena oko kućice i sa četiri kraka.

To prvo rješenje prenaponske zaštite dalo je stanovite pozitivne rezultate-smanjen je broj kvarova na kabeu, uglavnom na kabela spojcama.

Međutim, tadašnja tehnološka razina i znanje o prenaponskoj zaštiti nisu omogućavali da se postigne posve djelotvorna zaštita, što se posebno pokazalo kod neadekvatnog odabira energetskih svojstava odvodnika prenapona, pa su se počele događati eksplozije samih odvodnika prenapona, ali i drugi kvarovi na kabeu.

Zato se već 1971. godine mijenjaju postojeći odvodnici prenapona novim, tipa XAL 13s, ASEA, sa boljim energetskim svojstvima. Uz to je tada promijenjena izolacijska razina kabela završetaka, ali su i predloženi neki zahvati na uzemljivačima, rastavljačima, potpornim izolatorima i u napojnoj mreži (uvođenje APU).

Iduća intervencija na razmatranoj trasi je zamjena gornje polovine kabela (od KK6 do KK3 ukupne dužine 3842 m) ugradnjom novog tipa jednožilnog kabela nazivnog napona 20 kV odgovarajuće veće izolacijske razine, tipa AXHSHS 4x(1x95/16/60) mm². Tada su ujedno iz upotrebe izbačene kabela kućice KK4 i KK5, a u svim preostalim kabela kućicama ostaju ugrađeni odvodnici prenapona XAL 13, ASEA klasične izvedbe s iskrištima. Ovo rješenje napajanja TS Biokovo je u pogonu od 1978. godine.

Nema točnih podataka o broju i vrsti kvarova te o broju i trajanju ispada u tom razdoblju. Ipak očito je da su kvarovi i dalje bili učestali, posebno na odvodnicima prenapona, pa je 1994. godine izvršena ugradnja prvih metaloksidnih (MO) odvodnika prenapona, tipa EXLIM P 18, ABB, i to po dva u paraleli.

I nakon te zadnje izmjene i dalje se javlja veliki broj prorade relejne zaštite, ali i kvarova na opremi. Kvarovi se sada više ne događaju na trasi kabela dionica (kako novog kabela tako i starog) već su lokalizirani u kabela kućicama. Posebno zabrinjava veliki broj kvarova na odvodnicima prenapona, pa i onim novim MO tehnologije. Očito je da se samim izborom klase odvodnika prenapona nije riješio problem u potpunosti, jer je ustanovljeno nekoliko pucanja porculanskih kućišta, pa i potpunih eksplozija novih odvodnika prenapona. Drugo veliko izvoriste kvarova i oštećenja opreme je izolacijska razina i dopuštene udaljenosti unutar kabela kućica. Naime, kabela kućice nisu posebno projektirane za ovu namjenu, već su iskorištene metalne kućice dobivene od HŽ, vjerojatno radi smanjenja troškova. Problem u tako odabranim kućicama su razmaci opreme od kućišta, pojava kondenzacije, pa se pokazalo da odabir kućica nije bila ispravna odluka.

Zato je Hrvatska televizija, Odašiljači i veze, 1996. godine naručila izradu elaborata od Instituta za elektroprivredu i energetiku d.d. koji je u lipnju 1997. godine izradio Analizu problematike napajanja el. energijom odašiljača HRT Sv. Jure na Biokovu. U Analizi su detaljno obrađeni postojeće stanje opreme na trasi kabela, mjerenja uzemljenja po kabela kućicama, stanje uzemljenja na samom odašiljačkom objektu na Sv. Juri, analizirani su mogući uzroci kvarova, izbor odvodnika prenapona, ostale zaštitne mjere i dan je prijedlog sanacije u tri varijante.

Među ostalim mjerama za sanaciju predloženo je ukidanje KK6, uklanjanje pregrada i sabirnica unutar kućica radi povećanja izolacijskog stupnja, zatim zamjena potpornih izolatora istih gabarita, ali povećanom strujnom stazom, ugradnja novih odvodnika prenapona (jedan po fazi) i zamjena starog kabela PP 45 3x50 mm².

Od svih predloženih mjera izvedena je jedino zamjena postojećeg kabela novim, tipa XHP 48A 4x50/16/60 10 kV. Također su sve kableske armature vezane na uzemljivački sustav.

Nakon provedenih radova i dalje se broj kvarova i ispada nije smanjio. Novi problem koji se pojavio je što se broj kvarova povećao unutar ćelije 10 kV VP Biokovo u TS 35/10 kV Makarska. Problem ispada napajanja TS Biokovo zbog prekida na kabelu (kableske spojnice) i kvarova u kabelskim kućicama sada je sve učestalije problem ispada kabela zbog kvarova u VP unutar TS 35/10 kV Makarska. Osim pucanja odvodnika prenapona u ćeliji VP Biokovo dolazi i do težih havarija, kad se nastali luk širi na sabirnice, pa dolazi do ispada više polja unutar TS Makarska.

S opravdanjem se počelo sumnjati na kvalitetu uzemljenja u kabelskim kućicama, ali rezultati mjerenja su davali više nego dobre rezultate za iznose otpora uzemljenja. Upitno je kako su ta mjerenja izvedena, u kojim uvjetima i kojim metodama, jer su rezultati više nego dobri, pogotovo ako znamo o kakvom se terenu radi (svi rezultati su manji od 1Ω). Nadalje, trebalo je provjeriti i koordinaciju zaštite u samoj TS 35/10 kV Makarska kako je već bilo predloženo u studiji Instituta iz 1997. godine.

Idući pokušaj rješavanja problema je zamjena postojećeg kabela 10 kV, tipa XHP 48A 4x50 mm² novim 20 kV kabelom sa dodatnom električnom zaštitom tipa XHEh 91-A 4x(1x95/16/60) mm². Novi kabel ima vanjski oplet od pokositrenih bakrenih žica pa je cijelom svojom dužinom uzemljen.

Radovi na polaganju novog kabela su započeli u prvom mjesecu 2005. godine, u pušten je u pogon u trećem mjesecu iste godine. Za očekivati je bilo da se broj kvarova, odnosno atmosferskih pražnjenja unutar ćelije VP Biokovo smanji ako ne i svede na nulu.

Tablica II. Pregled kvarova i prekida u VP Biokovo

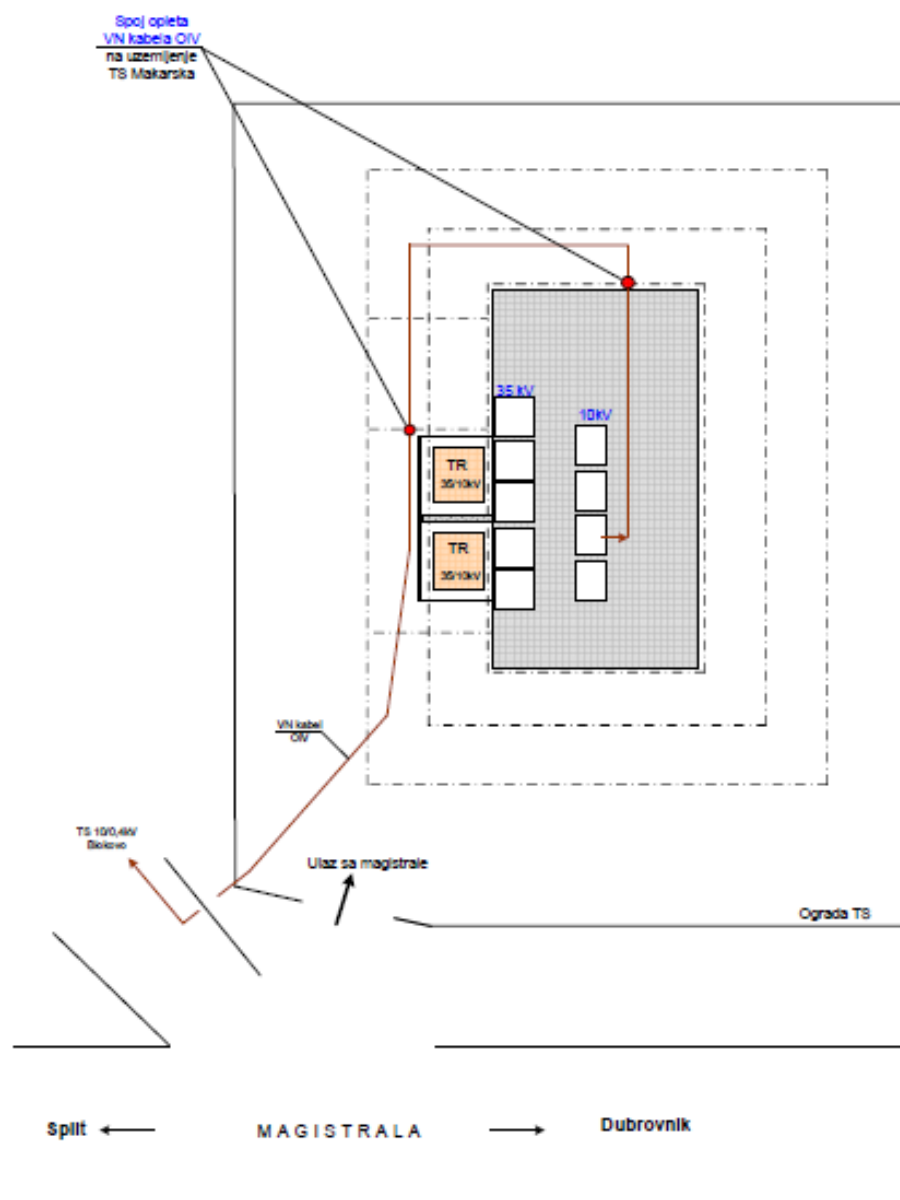
DATUM ISPADA	VRIJEME ISPADA	PONOVNI UKLOP	TRAJANJE PREKIDA
16.09.2006.	9:45	13:30	3h 45min
21.10.2006.	8:30	12:15	3h 45min
21.11.2006.	16:25	18:33	2h 8min
25.02.2007.	8:40	9:08	28min
07.03.2007.	11:10	12:37 (08.03)	25h 27min
20.03.2007.	3:15	13:43	10h 28min
28.03.2007.	15:40	16:00	20min
13.04.2007.	12:45	13:40	55min
28.05.2007.	22:45	10:28 (29.05)	11h 43min
26.09.2007.	2:10	7:50	5h 40 min
14.11.2007.	13:43	10:27 (15.11)	20h 44min
14.01.2008.	9:15	11:30	2h 15min
14.01.2008.	10:10	11:15	1h 5min
05.02.2008.	10:15	11:15	1h
26.01.2009.	23:45	17:30 (27.01)	17h 45min
24.03.2009.	20:07	11:05 (25.03)	14h 58min
03.05.2009.	7:00	10:00 (04.05)	27h
21.06.2009.	8:30	10:30	2h
14.09.2009.	1:45	18:45 (15.09)	45h
09.11.2009.	16:25	8:35 (10.11)	16h 10min

Iz prikazane tablice II vidljivo je da se broj kvarova nije smanjio i od tada počinje traženje novog rješenja za stalni problem ispada i kvarova na predmetnom vodu kod svake ozbiljnije grmljavine na Biokovu.

Ovdje treba napomenuti da smo prilikom obilaska trase kabela, u sklopu izrade ovog referata uočili jedan detalj koji je pobudio sumnju u ispravnost izvedenog rješenja. Naime, novo položeni kabelski vod ima rezervnu žilu čiji je vodič s jedne strane spojen u KK1 direktno na uzemljenje kableske kućice i plašteve ostalih kabela, a s druge strane na uzemljenje unutar ćelije VP Biokovo u TS Makarska, gdje su spojeni odvodnici, vanjski čelični oplet kabela i bakreno uže. Time je ostvarena direktna vodljiva veza od KK1 do uzemljenja unutar ćelije VP Biokovo u TS Makarska.

U ljeto 2009. godine Odašiljači i veze d.o.o. kao vlasnik odašiljača na Biokovu izrađuje projekt "Rekonstrukcija VN kablaskog izlaza 10/12 kV (vodno polje 4)- Biokovo" [4]. U projektu je izvršen proračun odvodnika prenapona i dan je prijedlog zamjene postojećih uz ugradnju novih na portalu ispred ulaza u zgradu TS 35/10 kV Makarska. Time se predviđa da će se pražnjenja zadržati van same ćelije i na taj način izbjeći havarije unutar TS Makarska.

Na slikama 3 i 4 su prikazani postojeće stanje i novo rješenje predloženo u [4].



Slika 3. Postojeće stanje uzemljenja i spoja kabela unutar TS 35/10 kV Makarska

Očekujemo da će zadnje mjere, koje se još uvijek provode prije zaključenja ovog rada, riješiti problem ispada kabela uslijed atmosferskih prenapona, a u najmanju ruku da će spriječiti atmosferska pražnjenja unutar postrojenja TS 35/10 kV Makarska i na taj način spriječiti havarije i veća oštećenja opreme u VP Biokovo, a samim time i dugotrajne ispade i prekide predmetnog polja.

Prijedlog daljnjih radova na predmetnom kabelu je mjerenje iznosa impedancije uzemljenja duž cijele trase, posebno uzemljenja kabelskih kućica uz praćenje događanja na novoinstaliranoj opremi i njen utjecaj na smanjenje broja kvarova.

Ukoliko ni ovo zadnje mjere ne dovedu do rješenja problema potrebno je sa strane HEP-a napraviti jednu sustavnu i cjelovitu analizu problema, koristeći i strana iskustva, te dati konačno rješenje koje bi onda bilo tipsko rješenje za sve slične objekte.

LITERATURA

- [1] D. Jakovčić, D. Mišković, D. Gambaletta: "Iskustva upotrebe linijskih odvodnika prenapona u svrhu smanjenja atmosferskih prenapona na srednjenaponskim nadzemnim vodovima", CIGRE savjetovanje, Cavtat, studeni 2009.
- [2] S. Banić, S. Bojić, A. Sekso, J. Mužny, J. Kučak: "Analiza problematike napajanja el. energijom odašiljača HRT Sv. Jure na Biokovu", Institut za elektroprivredu i energetiku d.d., Zagreb, lipanj 1997.
- [3] M.Huskić: "Mjerenje otpora uzemljenja na trasi VN kabela 10/20 kV TS 35/10 kV Makarska-Biokovo", listopad 2009.
- [4] M.Huskić: "Rekonstrukcija VN kabelskog izlaza 10/12 kV (vodno polje Biokovo) - Proračun odvodnika prenapona, Zagreb, srpanj 2009.