

mr.sc. Ivica Radetić, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektroprimorje Rijeka
ivica.radetic@hep.hr

dr.sc. Vitomir Komen, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektroprimorje Rijeka
vitomir.komen@hep.hr

LEDOLOM U GORSKOM KOTARU 2014. – ANALIZA SANACIJE I MODERNIZACIJE DISTRIBUCIJSKE ELEKTROENERGETSKE MREŽE

SAŽETAK

U veljači 2014. distribucijska elektroenergetska mreža Gorskog kotara, teritorijalno u nadležnosti Elektroprimorja Rijeka, pretrpjela je jednu od najvećih mirnodopskih šteta u povijesti Hrvatske elektroprivrede – oštećenja vodiča i stupova nadzemne niskonaponske i sredjonaponske mreže uzrokovana četverodnevnom ledenom kišom. Pristupilo se hitnoj sanaciji mreže radi ponovne uspostave opskrbe, prilikom koje su angažirani značajni resursi HEP ODS-a, te pokrenuti i razrađeni planovi obnove i unaprjeđenja predmetne mreže unutar zasebnog investicijskog programa HEP ODS-a.

Namjera je ovog referata dati opis izvršenih zahvata u mreži, usporediti stanje mreže prije, tijekom i nakon izvršene sanacije s naglaskom na tehničke karakteristike mreže s novougrađenim elementima, analizirati postignuta unaprjeđenja u proteklom četverogodišnjem razdoblju i opisati nova iskustva i problematiku u pogonu distribucijskih mreža mješovite izvedbe.

Glavne riječi: Gorski kotar, ledolom, sanacija, unaprjeđenje

2014. ICE BREAKDOWN IN GORSKI KOTAR – THE ANALYSIS OF DISTRIBUTION POWER NETWORK REMEDIATION AND IMPROVEMENT

SUMMARY

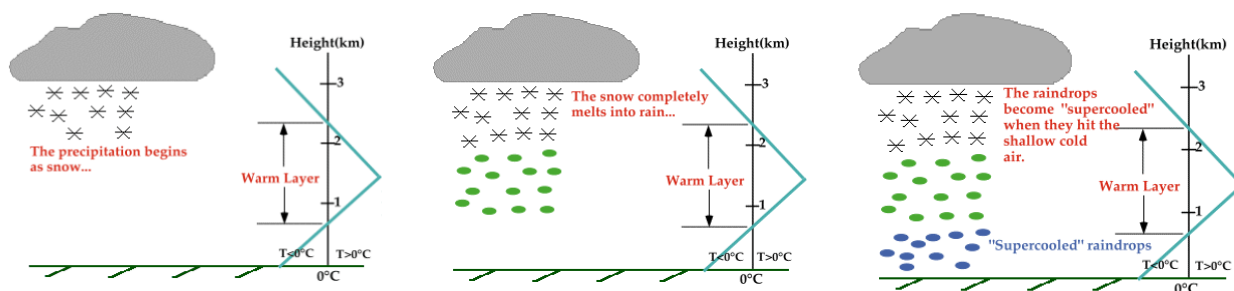
In February 2014, the distribution network of Gorski kotar, territorially under the Elektroprimorje Rijeka jurisdiction, suffered one of the biggest peace damages in the history of HEP - damage to the conductors and poles of the low voltage and medium voltage overhead network caused by a four-day ice-crust. The emergency network repair to re-establish the power supply was carried away promptly, upon which significant HEP ODS resources were engaged, and plans for renewal and improvement of the subject network were initiated and elaborated within a separate HEP ODS investment program.

The purpose of this paper is to provide a description of the performed network repairs, to compare the state of the network before, during and after remediation with emphasis on the technical characteristics of the network with the newly-built elements, to analyze the improvements achieved over the past four years and to describe new experiences and issues in the mixed character distribution network.

Key words: Gorski kotar, ice breakdown, remediation, improvement

1. UVOD

Ledena kiša kakva se zbila u veljači 2014. godine u Gorskom kotaru nije nepoznata meteorološka pojava u gorskim krajevima Republike Hrvatske. To je vrsta padalina koja započinje kao snijeg, koji se na putu od formiranog oblaka do zemlje otopi dok prolazi kroz sloj zraka sa temperaturom preko 0°C , a potom prođe kroz sloj zraka hladnijeg od 0°C . Kapljice ledene kiše se ohlade ispod točke smrzavanja, ali se ne zalede sve dok ne padnu na tlo ili predmete s vlastitom temperaturom ispod 0°C (npr. dalekovodi, putovi i sl.), prema slici 1. Ono što je iznimka je trajanje te pojave, koja se zbog specifičnih klimatskih uvjeta uobičajeno javlja u periodu od nekoliko sati [1], za razliku od ovog perioda kad se neprestano odvijala u periodu od najmanje 36 sati, s daljim povremenim pojavljivanjem u slijedećih 48 sati (prema službenim podacima DHMZ-a, temperatura u Delnicama, na 681 m nadmorske visine, od 27. siječnja 2014. godine pa sve do 5. veljače 2014. godine kretala se u rasponu od -5 do $-1,6^{\circ}\text{C}$). Takvi slučajevi se ponavljaju jednom u 20 do 25 godina te uzrokuju brojne neposredne posljedice na pogođenom području.



Slika 1. Shema procesa nastanka ledene kiše

U mrežama nadzemne izvedbe predmetna je pojava iznimno opasna. Zbog niske temperature i pogodnog oblika električnog vodiča slojevi leda se trenutačno pojavljuju oko samog vodiča te velikom brzinom šire. Pothlađene kapljice ledene kiše tada stvore homogeni sloj leda debljine i po nekoliko milimetara, a u ovom slučaju radilo se o centimetrima. Na slici 2. prikazane su fotografije vodiča s jednog srednjonaponskog nadzemnog voda s područja Grada Čabra fotografirane u jutarnjim satima 2. veljače 2014., gdje je vidljiv asimetrični sloj leda oko vodiča od 95 mm.

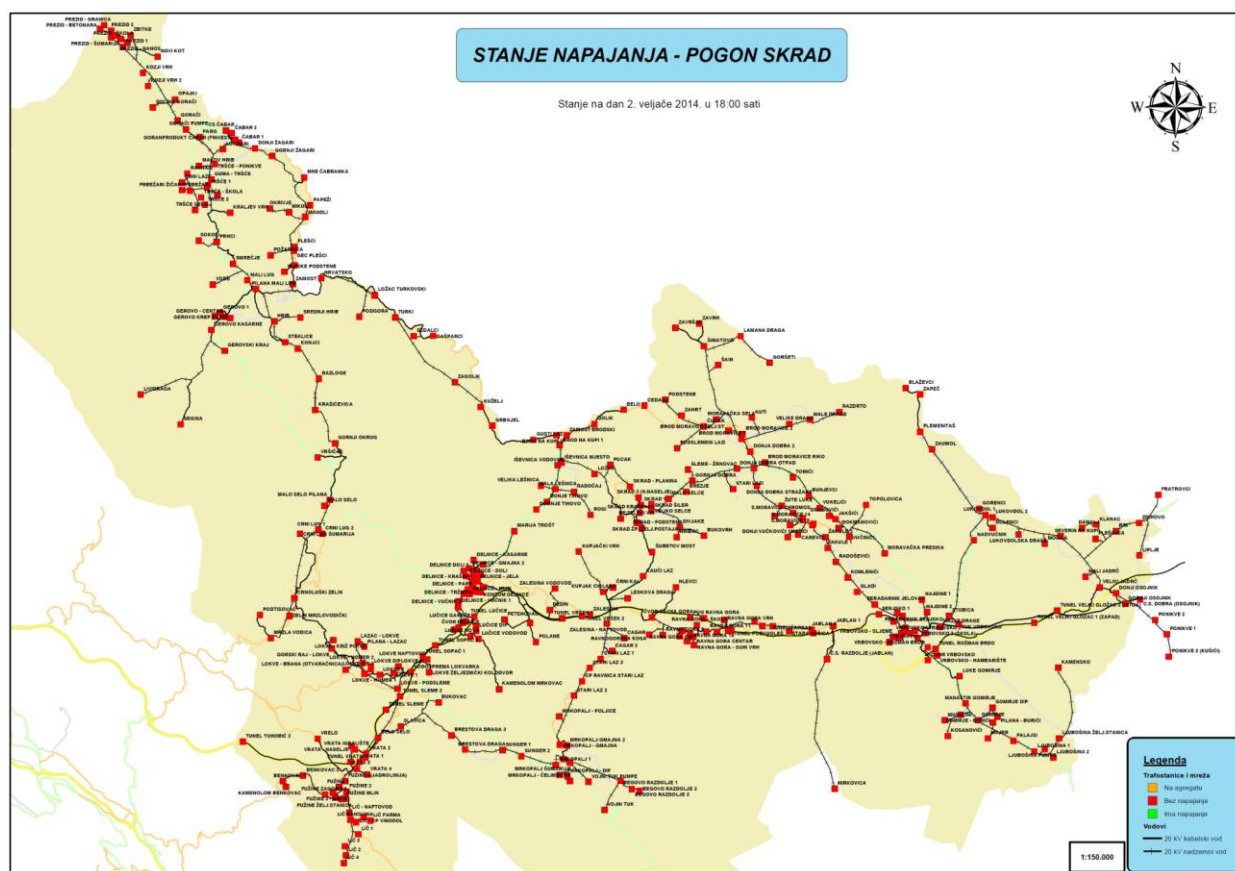


Slika 2. Sloj leda oko vodiča uslijed ledene kiše

Po procjenama, u pitanju su mehanička opterećenja faktora sigurnosti od približno 22, koja ne može podnijeti niti jedan nadzemni vod u Hrvatskoj, s obzirom da se isti ne projektiraju i izvode s tako uvećanim maksimalnim faktorom sigurnosti.

2. STANJE EE MREŽE NAKON HAVARIJE

Već je 30. siječnja 2014. u večernjim satima bilo jasno da je ledena kiša natprosječnog intenziteta i trajanja te da će nadzemna elektroenergetska mreža na području Gorskog kotara snositi određene posljedice. Razmjeri oštećenja su bili iznimno veliki sa slijedećim pokazateljima u određenom trenutku: 35 kV mreža (ukupne dužine 93 km) 100% izvan pogona, nadzemna 20 kV mreža (291 km) 80% izvan pogona i niskonaponska nadzemna mreža (367 km) 50% izvan pogona. Zbog utvrđene predmetne elementarne nepogode u periodu od 30. siječnja do 2. veljače 2014., dana 4. veljače 2014. godine proglašeno je i stanje elementarne nepogode za cijeli Gorski Kotar. Ujedno je prioritarno navedena potreba za hitnom uspostavom minimalne opskrbe kupaca električnom energijom. Procijenjeno je da je bez opskrbe električnom energijom bilo u početnom stanju nakon havarije ukupno preko 15.000 korisnika mreže, a da je, zbog dugotrajnog prekida napajanja sjeverozapadnog područja, prosječno trajanje prekida napajanja iznosilo sedam dana, unatoč činjenici da je promptno instalirano oko 20 mrežnih agregata (snage veće od 100 kVA) i veći broj agregata manjih snaga. Ukupna neisporučena energija procijenjena je na više od 1.500 MWh [2]. Odmah se pristupilo sanaciji mreže na svim naponskim razinama, u jednoj od najvećih mirnodopskih akcija u povijesti HEP-a, posebice distribucijske djelatnosti.



Slika 3. Stanje 20 kV mreže Gorskog kotara 2. veljače 2014

Kako je vidljivo na slici 3., stanje je 2. veljače 2014 bilo iznimno teško. Zbog prekida 110 kV napajanja pojne TS 110/35 kV Delnice, u jednom je trenutku kompletno područje Gorskog kotara bilo u prekidu opskrbe električnom energijom. Nakon brze uspostave tog napajanja, naselja uz autocestu Rijeka – Zagreb, gdje je egzistiralo pouzdano 20 kV napajanje zbog položenih podzemnih energetske kabele po trasi autoceste, imala su normalizirano stanje opskrbe. U tablici I. navedena je statistika pogođenog područja nakon te uspostave, prema podacima iz posljednjeg popisa stanovništva.

Tablica I. Statistički pokazatelji prekida opskrbe po jedinicama lokalne samouprave

Jedinica lokalne samouprave	Ukupan broj stanovnika	Broj stanovnika pogođenih prekidom opskrbe	Postotak
Grad Čabar	4.387	4.387	100%
Grad Delnice	6.262	3.767	60%
Grad Vrbovsko	8.047	1.557	19%
Općina Brod Moravice	985	597	61%
Općina Fužine	1.855	1.738	94%
Općina Lokve	1.120	1.073	96%
Općina Mrkopalj	1.407	1.202	85%
Općina Ravna Gora	2.724	277	10%
Općina Skrad	1.333	647	49%
UKUPNO :	28.120	15.245	54%

3. TIJEK SANACIJE I STANJE NAKON SANACIJE

Sanacija predmetne elektroenergetske mreže se može podijeliti u tri temeljne faze [3]:

- nulta faza – hitna ponovna uspostava opskrbe električnom energijom,
- prva faza – sanacija elektroenergetske mreže,
- druga faza – dovođenje elektroenergetske mreže u konačno stanje definirano planom unaprjeđenja.

U nultoj fazi sanacije pristupilo se hitnoj zamjeni stupova i vodiča, kao i sanaciji manje oštećenih stupnih mjesta na većini dionica. Nulta faza sanacije se provodila prema slijedećim načelima:

- sanacija SN vodova na kojima postoji mogućnost pristupa i rada, i razina oštećenja je manja od 75%,
- uspostava agregatske mreže,
- privremena kabelska rješenja za SN vodove sa razinom oštećenja većom od 75%.

Na slici 4. prikazano je stanje 20 kV mreže tijekom nulte sanacije na dan 14. veljače 2014.

Prva faza sanacije obuhvatila je izgradnju ukupno 16 km 35 kV i 45 km 20 kV kabelskih elektroenergetskih vodova, čijom su realizacijom zamijenjene nadzemne dionice koje su u potpunosti uništene i čije je dovođenje u ispravno stanje tehnički i ekonomski neopravdano, a neophodne za osiguravanje napajanje predmetnog područja. Dijelom je obuhvaćala i ukopavanje privremenih kabelskih rješenja, koja su bila dio izvedbe nulte faze sanacije.

Druga faza sanacije, definirana i kroz postojeće jednogodišnje, trogodišnje i desetogodišnje planove HEP-ODS-a obuhvaća izgradnju približno 35 km 35 kV podzemnih vodova i 100 km 20 kV podzemnih vodova, čijom se realizacijom zamjenjuju nadzemne dionice koje su dovedene u ispravno stanje (privremenim ili trajnim zahvatima) ili je njihova izgradnja potrebna zbog povećanja sigurnosti napajanja. Ova je faza dugotrajnog karaktera i podložna je promjenama u skladu s trenutnim zahtjevima u opskrbi kao i naknadnim pogonskim događajima koji su dali naglasak na pojedine nužne zahvate u mreži.

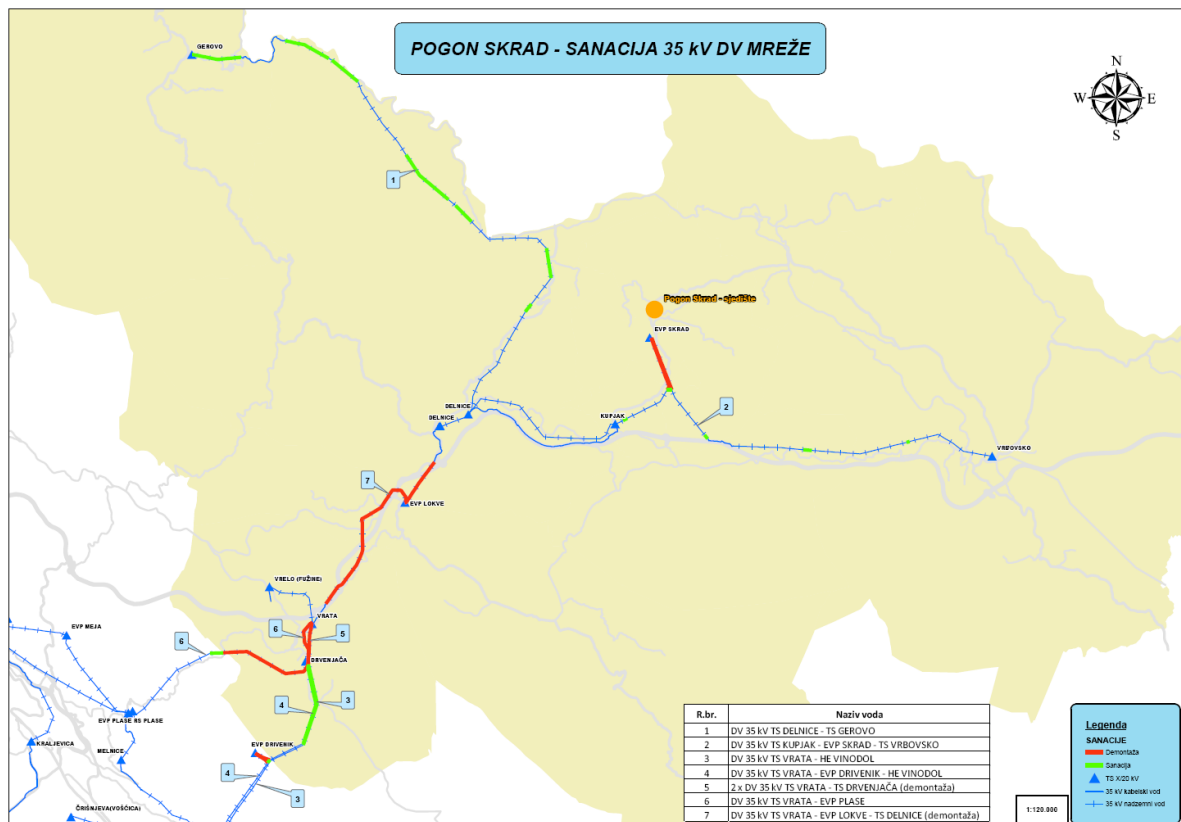


Slika 4. Stanje 20 kV mreže Gorskog kotara 14. veljače 2014

35 kV mreža je pretrpjela velika oštećenja zbog svoje dominantno nadzemne izvedbe (gotovo kompletno izvedena s čelično-rešetkastim stupovima). Prvenstveno se to odnosi na elektroenergetsko područje TS 35/20 kV Gerovo i TS 35/20 kV Vrata, gdje su vodovi bili oštećeni u tolikom obimu da nije bila moguća njihova sanacija u takvom opsegu da se u kratkoročnom ili srednjoročnom roku uspostavi prijašnje stanje. U nultoj fazi sanacije nužnim zahvatima osposobljeni su slijedeći vodovi: TS 110/35 kV Delnice -- TS 35/20 kV Delnice , TS 110/35 kV Delnice -- TS 35/20 kV Kupjak , TS 35/20 kV Kupjak - EVP 35/3 kV Skrad, EVP 35/3 kV Skrad -- TS 35/20 kV Vrbovsko. Ostali vodovi, TS 110/35 kV Delnice -- TS 35/20 kV Gerovo, TS 35/20 kV Vrata -- EVP 35/3 kV Drivenik – HE Vinodol i TS 35/20 kV Vrata -- TS 35/6 kV Drvenjača – HE Vinodol, zbog težine devastacije, nisu bili predviđeni za sanaciju u nultoj fazi. Kroz analizu oštećenja proizašlo je definiranje ukupnog zahvata obnove i/ili rekonstrukcije 35 kV vodova, kroz koji je obrađeno kabliranje pojedinih nadzemnih dionica, prije svega onih iz TS Vrata i TS Gerovo [4]. Navedeno je prikazano na slici 5.

20 kV mreža u Gorskom Kotaru do trenutka elementarne nepogode bila je mješovite vrste (38% kabelska, 62% nadzemna). Nadzemne dionice su izvedene pretežito na drvenim stupovima, što je za posljedicu imalo velike štete na gotovo svim 20 kV nadzemnim dionicama. Posebno su teška oštećenja bila na cijelom području Grada Čabra, Općina Lokve, Fužine i Mrkopalj, te u zapadnom dijelu Grada Delnica, južnom dijelu Grada Vrbovsko i centralnom dijelu Općina Skrad i Brod Moravice.

NN mreža je također iznimno teško oštećena, s procjenom od 50% ukupno oštećene duljine mreže. Već je napomenuto da je kroz nultu fazu sanacije velik dio postojećih NN mreža barem u nekom obimu saniran (ponovno pričvršćenje - dizanje SKS-a, zamjena oštećenih drvenih i betonskih stupova, izrada dijelova NN mreže izvedenih SKS-om, itd.).



Slika 5. Sanacija 35 kV mreže Gorskog kotara

Ne ulazeći detaljno u pojedine pravce, odnosno srednjonaponske vodove koji su obuhvaćeni s nekom od faza sanacije, u tablici II. je dan prikaz izmjene izvedbe mreže, stanje prosinac 2017.

Tablica II. Prikaz izmjene kategorije 35 i 20 kV mreže

Faza sanacije	Naponska razina 35 kV		Naponska razina 20 kV	
	Nadzemne dionice km (%)	Podzemne dionice km (%)	Nadzemne dionice km (%)	Podzemne dionice km (%)
prije havarije	93 (86 %)	15 (14 %)	291 (62 %)	180 (38 %)
1. faza	87 (74 %)	31 (26 %)	253 (52 %)	230 (48 %)
2. faza	69 (51 %)	66 (49 %)	183 (36 %)	330 (64 %)

Iz tablice je vidljivo da je i prije ledoloma, za razliku od 35 kV mreže dominantno nadzemne izvedbe, 20 kV mreža bila tipično mješovite vrste, međutim gotovo da nije bilo pravca napajanja koji nije bio mješovite kategorije, te su nadzemne dionice bile uzrokom ispada predmetnih vodnih polja iz pojmih TS 35/20 kV. Već je prva faza sanacije značajno utjecala na izvedbu mreža, dok se očekuje da druga faza postiže ujednačenost u 35 kV mreži, odnosno potpuni preokret udjela nadzemnih i podzemnih dionica u 20 kV mreži u odnosu na stanje prije 2014.

Ova se promjena odrazila i na druge tehničke karakteristike pogona mreže: povećanje udjela kableske mreže je doveo do povećanja kapacitivne struje u 20 kV mreži. Posljedično su povećane i struje jednopolnog kratkog spoja, pa se u svim TS 35/20 kV na području Gorskog kotara provodi ili se već proveo projekt uzemljenja 20 kV zvjezdista pojmih transformatora 35/20 kV izvedbom paralelnog spoja otpornika i prigušnice za potrebe ograničenja struja jednopolnog kratkog spoja. S druge strane, negativni demografski procesi uzrokuju pad potrošnje električne energije, te se nerijetko u noćnim satima javljaju

problemi s visokim naponima na pojnim 20 kV sabirnicama u predmetnim TS. Isti su trenutno na rubu propisanih granica. U tijeku je razrada tehničkog rješenja kompenzacije navedenog povećanog kapaciteta 20 kV mreže.

4. ANALIZA MODERNIZACIJE MREŽE

Za potrebe analize stvarnog unaprjeđenja mreže odabrana su tri karakteristična 20 kV vodna polja iz tri pojne TS na područjima s najintenzivnijim vremenskim nepogodama i značajnim zahvatima u sve tri navedene faze sanacije: vodno polje Hrib u TS 35/20 kV Gerovo, vodno polje Mrkopalj u TS 35/20 kV Kupjak i vodno polje Gomirje u TS 110/20 kV Vrbovsko. Sva tri vodna polja su prije ledoloma bila dominantno nadzemne izvedbe, a u sanaciji su kritične dionice zamijenjene kabelskim vodovima. U slučaju vodnih polja Gomirje i Hrib u pitanju je zamjena početnih dionica, gledana iz pravca pojne točke, a u slučaju Mrkopalj o krajnjim dionicama.

U tablici III. daje se pregled pogonskih događaja po predmetnim vodnim poljima, u tri godine prije ledoloma, u godini ledoloma i tri godine nakon ledoloma. Izvor su kronološke liste događaja iz SCADA sustava Elektroprimorja Rijeka. Radi preglednosti, zajednički su obuhvaćeni kvarovi po temeljnoj karakteristici prolaznosti/trajnosti kvara (bez raščlanjivanja na jednopolne ili višepolne kvarove), odnosno otklanjanja kvara sustavom automatskog ponovnog uklopa ili definitivnog isklopa vodnog polja uslijed trajnog karaktera kvara. Većina promatranih trajnih kvarova je bilo uzrokom prekida opskrbe do 30 minuta, izuzev onih tijekom razdoblja većih elementarnih nepogoda.

Tablica III. Statistika pogonskih događaja na karakterističnim vodnim poljima

Vodno polje	Prolazni kvarovi						Trajni kvarovi					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Hrib (TS Gerovo)	32	34	58	17	11	4	14	17	25	7	3	4
Mrkopalj (TS Kupjak)	25	27	43	16	12	14	13	12	15	7	7	5
Gomirje (TS Vrbovsko)	32	47	65	22	27	19	10	11	18	5	3	6

TS Gerovo je ključna pojna točka sjeverozapadnog dijela (područje lokalnih samouprava Grada Čabra i sjeverni dio Grada Delnica). Tijekom ledoloma je plato TS bio lokacija izvedbe privremene agregatske farme, sistemom jedan agregat po pojedinom postojećem vodnom polju. Uspostavom te farme se nakon osam dana od početka ledoloma uspjelo opskrbiti električnom energijom većinu kupaca tog kraja. Predmetna je TS u međuvremenu, tijekom 2016. i 2017. godine, kompletno rekonstruirana novom primarnom i sekundarnom opremom, uključujući i izvedbu sustava uzemljenja zvjezdista pomoću paralelnog spoja fiksne prigušnice s otcjepima, te je rekonstrukcija značajno poboljšala pouzdanost i raspoloživost elektroenergetske mreže tog područja. Vidljivo je da je kabliranje kritičnih dionica na vodnom polju Hrib, od TS Gerovo do doline izvora rijeke Kupe, kasnije i u kombinaciji s visokom pouzdanošću novih postrojenja prosječno smanjilo pojavu prolaznih kvarova za 75% (prosjeak perioda 2012.-2014. u odnosu na prosjeak perioda 2015.-2017.), a trajnih kvarova za 82%. Ono što ova statistika ne pokazuje je trajanje prekida, što je na ovom vodnom polju poseban problem zbog iznimno teškog terena trasa svih dionica, kao i otežanog pristupa, što produljuje minimalno vrijeme za ponovnu uspostavu napajanja.

TS 35/20 kV Kupjak i TS 110/20 kV Vrbovsko su transformatorske stanice s modernim sustavom daljinskog upravljanja, rekonstruirane sredinom 2000.-ih, te je kompletna analiza stanja mreže predmetnih TS bila dostupna. Vodno polje Mrkopalj je specifično po tome da su kritične dionice na samom kraju ovog radijalnog smjera napajanja, te se realizacijom zamjene tih nadzemnih dionica s podzemnim pojava prolaznih kvarova smanjila za 56%, a trajnih za 52%.

TS Vrbovsko ima ugrađen po jedan shunt prekidač na dvije 20 kV sekcije, koji služi za eliminaciju prolaznih jednopolnih kvarova kratkotrajnim direktnim uzemljenjem kvarne faze radi gašenja luka na mjestu kvara. Iz navedenog je jasno da statistika prolaznih kvarova uključuje i proradu shunt prekidača, tijekom čijeg djelovanja je funkcija automatskog ponovnog uklopa blokirana. Ova se tehnologija pokazala izuzetno uspješnom u toj TS, te već godinama daje dobre rezultate u eliminaciji prekida opskrbe električnom energijom uzrokovanih prolaznim kvarovima. Ujedno je i razlog zamjetno veće evidencije prolaznih kvarova od prosječne. Pojava prolaznih kvarova se u periodu 2015.-2017. godine smanjila za 53%, a trajnih za 65% u odnosu na period 2012. – 2014. godine.

Interesantan je i omjer prolaznih i trajnih kvarova. Gledajući period 2012. – 2014. godine, omjeri su redom: 54 : 46 za vodno polje Hrib, 58:42 za Mrkopalj, 73:27 za Gomirje. Samo je vodno polje Gomirje unutar statističkih granica omjera prolaznih i trajnih kvarova, prema generalnoj statistici kvarova [5]. Period 2015.-2017. ima omjere: 57:43, 53:47, odnosno 65:35. Očito je da su kablirane dionice bile podložne prolaznim kvarovima, što je očekivano s obzirom na njihovu geografsku pozicioniranost. Već je utvrđeno da su zahvati na SN mreži smanjili broj i prolaznih i trajnih kvarova, ali gotovo proporcionalno, pa je i dalje zamjetan neuobičajeno visok udio trajnih kvarova u odnosu na prolazne. S druge strane, što je najvažnije, analizirani podaci očekivano pokazuju znatno poboljšanje u svim promatranim vodnim poljima, kao i u niz drugih koji nisu u ovom referatu detaljnije obrađeni.

Niz je tehničkih karakteristika koji su zbog izvedenih zahvata na unaprjeđenju mreže postale izražen(ije). Prije svega značajno je porastao iznos i udio kapacitivne struje u 20 kV mreži. Ako se upotrijebi podatak proizvođača, da se po kilometru položenog kablenskog voda izvedenog od kabela s izolacijom od umreženog polietilena, s aluminijskim vodičem standardnog presjeka od 185 mm², kapacitivna struja povećava u rasponu od 1,9 do 2,1 A po km voda, ovisno o podacima različitih proizvođača, jasno je da je značajna dužina dosad položenih dionica povećalo struju za oko 250 A. Prije svega se navedeno odnosi upravo na promatrana područja TS Gerovo, TS Kupjak i TS Vrbovsko, koje već imaju adekvatno riješene sustave uzemljenja nul-točke srednjonaponske mreže za potrebe ograničenja struja jednopolnog kvara (paralelna kombinacija fiksne prigušnice s otcjepima i malooskog otpornika u TS Gerovo i Kupjak, odnosno kućni transformator s namotom za uzemljenje zvjezdista u kombinaciji sa shunt prekidačem na sabirnicama u TS Vrbovsko).

Već spomenuti negativni demografski procesi su također vrlo izraženi. Opći pad potrošnje električne energije ima za posljedicu promijene tokova jalove snage u elektroenergetskoj mreži do kojih dolazi zbog značajki potrošnje te potreba elemenata mreže za jalovom snagom. Pojedina vodna polja su opterećena s dalekom manjom snagom od prirodne snage vodova na pripadnom vodnom polju, što posljedično uzrokuje znatna povišenja napona u mreži, gotovo na propisanoj granici. U pitanju su redovito noćni sati (od 1 do 5 sati ujutro), a posebno su izraženi u radnim danima. Prijenos značajnih količina jalove snage u mreži povećavaju gubitke djelatne snage, smanjuju ekonomičnost djelovanja elektroenergetske mreže te povećavaju investicije za gradnju mreže. Zbog navedenog, i srednjonaponska mreža je u ozbiljnim razmatranjima za izvedbu kompenzacijskih rješenja na SN sabirnicama čvorišta s problematičnim tokovima snaga.

Ujedno treba spomenuti i uočene promjene na 35 kV mreži, prije dominantno nadzemnoj, a sada mješovite izvedbe. Prije svega, u pitanju je mreža izvedena na čelično-rešetkastim stupovima, projektirana za najteže vremenske uvjete (vrlo visok faktor sigurnosti) i redovito pregledavana i održavana, i samo je elementarne nepogode mogu onesposobiti. Predmetna je havarija dala odgovor na pitanje dionica najizloženijih teškim vremenskim uvjetima, i te su dionice u potpunosti ili djelomično rekonstruirane ili zamijenjene s kablskim dionicama, te su otad čvrsti elementi mreže. Izdvojen je problem (još uvijek) radijalnog nadzemnog 35 kV napajanja TS 35/20 kV Gerovo, voda s vrlo teškim, nepristupačnim lokacijama stupnih mjesta u gustoj i bjelogoričnoj i crnogoričnoj šumi, mjestimice blizu poznatih klizišta kupske doline, kao i velikih raspona među stupovima. Navedena se problematika postepeno rješava izgradnjom dodatnog 35 kV podzemnog voda radi povećanja raspoloživosti i pouzdanosti napajanja ove TS.

5. ZAKLJUČAK

Prvi veći „test“ srednjonaponske elektroenergetske mreže Gorskog kotara nakon ledoloma zbio se u siječnju 2015., dominantno na području Skrada, Brod Moravica i Vrbovskog, kad su velike količine snježnih padalina u kombinaciji s olujnom burom stvarale velike probleme na nadzemnim dionicama. Kompletna opskrba je uspostavljena za 36 sati. Procjene su bile da bi u pitanju bio značajno duži period da se u međuvremenu nisu dionice kompletno sanirale ili zamijenile. Nakon toga, snježni nanosi krajem

2015. i početkom 2016. ponovno su bili znatni, ali bez značajnijeg utjecaja i posljedica po mrežu. Tek je olujno jugo u prosincu 2017. ponovno pokazalo svu nepredvidljivost i moć nepovoljnih meteoroloških pojava, a u suženom obimu i obilan snijeg krajem siječnja 2018. Ponovno gotovo da nije bilo pravca napajanja koji nije bio mješovite izvedbe, te su nadzemne dionice tih pravaca bile uzrokom ispada pripadnih vodnih polja iz pojmih TS. Bez obzira na značajnu izmjenu vrste mreže - ujednačenost nadzemnih i podzemnih dionica u 35 kV mreži, odnosno potpuni preokret udjela nadzemnih i podzemnih dionica u 20 kV mreži u odnosu na stanje prije 2014., nemoguće je kompletno eliminirati kvarove na nadzemnim dionicama. Navedene značajnije vremenske nepogode su i razlog što nije još uvjerljivije izražena razlika u ispadima pojedinih dijelova elektroenergetske mreže prije i nakon 2014. godine. Općenito se može dati ocjena da su izvršeni zahvati bili svrsihodni i efikasni za kvalitetniji daljnji pogon srednjonaponske elektroenergetske mreže.

Očito je da usporedno s općim klimatskim promjenama, uočljivih na globalnoj razini, intenzitet ekstremnih lokalnih klimatskih pojava ne jenjava, te je za očekivati daljnju izloženost elektroenergetske mreže istima, što se uz dobro planiranje i pravovremeno izvođenje nužnih zahvata u najvećoj mjeri može izbjeći. Sam zahvat eliminacije kritičnih nadzemnih dionica, uz značajne koristi donosi i nove tehničke izazove koje treba razriješiti. Svakako treba pronaći optimum između zadržavanja mješovite kategorije mreža i izazova efikasnog održavanja zadržanih nadzemnih dionica u teškim lokacijskim i klimatskim uvjetima kakvi su redovita pojava u našoj gorskoj regiji s jedne strane, nasuprot jednostavnosti kablskih rješenja pojedinih dionica s druge strane. Navedeni zahtjevi postaju svojevrstan zahtjev ravnoteže kojeg treba pomno držati na održivim razinama.

6. LITERATURA

- [1] [http://ww2010.atmos.uiuc.edu/\(Gh\)/guides/mtr/cld/prcp/zr/prcs/ice.rxml](http://ww2010.atmos.uiuc.edu/(Gh)/guides/mtr/cld/prcp/zr/prcs/ice.rxml), "Ice-Crystal Mechanisms, the formation of freezing rain", University of Illinois, 2012.
- [2] I. Radetić, A. Jursić, "Izveštaj o radovima u Gorskom kotaru po fazama i naponskim razinama", HEP-ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka, rujan 2014.
- [3] V. Komen, „Sanacija EE mreže nakon elementarne nepogode Gorski kotar veljača 2014.“, prezentacija CIRED 2014., Trogir, svibanj 2014.
- [4] „Program otklanjanja šteta u Pogonu Skrad“, HEP-ODS d.o.o., Elektroprimorje Rijeka, veljača 2014.
- [5] I. Radetić, „Analiza otklanjanja prolaznih jednopolnih kvarova u srednjonaponskoj mreži“, magistarski rad, FER, Zagreb, svibanj 2009.