

# PROBLEMATIKA DJELOVANJA U KRIZNIM SITUACIJAMA PRIJENOSNE MREŽE TRANSMISSION LINE CRISIS MANAGEMENT

Dr. sc. Zorko Cvetković, dipl. ing.,  
Medveščak 55, 10000 Zagreb, Hrvatska  
Zorko Cvetković, PhD,  
Medveščak 55, 10000 Zagreb, Croatia

Višestruki trajni kvar dalekovoda uzrokovan klimatsko-atmosferskim utjecajima stvarnost su koja pogađa mnoge elektroenergetske sustave. Izravne štete zbog tih kvarova vrlo su velike, no marginalne su u odnosu na društvenu štetu uzrokovanu redukcijom potrošnje električne energije. Kako je neekonomično graditi dalekovode otporne na atmosferske utjecaje, treba nastojati preventivnim akcijama što efikasnije sanirati nastale štete, odnosno skratiti rokove popravaka. Radna skupina CIGRÉ (WG B2 13) priredila je Upute za djelovanje u kriznim situacijama temeljenim na iskustvima velikih poremećaja.

I naša iskustva s višestrukim trajnim kvarom dalekovoda kao i značaj naše prijenosne mreže dovode do zaključka da bi bilo mudro da HEP OPS pristupi odgovarajućoj organizaciji preventive u dogovoru s HERA-om. U manjoj mjeri taj se problem odnosi i na sabirnice 400 kV. Multiple failures of transmission lines caused by climatic/atmospheric impact plague many electric power systems. Direct damage from such failures is quite huge, yet it is marginal compared with the social damage caused by the reduction in the supply of electricity. As it is not economical to construct weatherproof transmission lines, preventive actions should be employed the most effective restoration, or to reduce restoration time.

A working group of CIGRÉ (WG B2 13) has prepared emergency guidelines based on the experience of large-scale disruptions. Our experience with multiple transmission line failure, as well as the importance of our power grid, lead to the conclusion that it would be wise for HEP OPS to begin with an appropriate organisation of preventive actions in agreement with HERA.

To a lesser extent, this also applies to 400 kV buses.

**Ključne riječi:** atmosferski utjecaj, identifikacija rizika, najugroženiji mjeseci, scenarij popravka, trajni kvar dalekovoda, ugroženo područje, upute radne skupine CIGRÉ (WG B2 13), višestruki kvar, vjerojatnost kvara

**Key words:** affected area, atmospheric impact, CIGRÉ (WG B2 13) guidelines, identification of risk, most affected months, multiple failures, probability of failure, repair scenarios, transmission line failure





## 1 UVOD

Elektroenergetski svijet se mijenja. Nekoliko velikih sustava, uglednih i vrlo pouzdanih, doživjelo je u posljednjim godinama velik broj raspada. Sam raspad sustava nije ništa novo, to je fenomen prisutan od izgradnje prvog dalekovoda. Međutim, velik broj raspada koje su doživjele upravo zapadne zemlje pripisuje se promjenama elektroenergetskog svijeta. Promjene uključuju deregulaciju energetske tržišta, podjelu djelatnosti proizvodnje i prijenosa, smanjenje ili odgađanje investicija, neočekivane tokove energije zbog trgovačkih transakcija te povezivanje na mrežu većeg broja izvora neredovite energije. Zbog toga prijenosna mreža radi na svojoj tehničkoj granici i u uvjetima koji nisu bili predviđeni kada je ona projektirana. Slijedi da je stupanj sigurnosti smanjen pa i najmanji poremećaj može u stanovitim uvjetima izazivati veliki kolaps elektroenergetskog sustava (EES-a) [1].

U ovom članku riječ je isključivo o trajnim kvarovima dalekovoda i nešto manje trajnim kvarovima rasklopnih postrojenja, no uvodna rečenica je bila potrebna da bi se bolje razumjelo u kakvom okruženju danas radi prijenosna mreža. Prvenstveno treba definirati što je to trajni kvar. To je kvar koji traži izlazak ekipe na teren radi otklanjanja kvara, koje može trajati satima, danima a katkad i mjesecima.

Poznato je da je prijenosna mreža izložena mnogim kvarovima, a osobito su dalekovodi ugroženi od atmosferskih utjecaja. Na žalost u današnjem svijetu ni terorističke akcije ne treba isključiti. S druge strane, iako u manjoj mjeri, vanjska rasklopišta, pogotovo 400 kV, nisu imuna na slične utjecaje čiji uzroci mogu biti identični onima na dalekovodima, ali i vrlo specifični. Poznato je također da gradnja mreže koja bi bila apsolutno sigurna od atmosferskih utjecaja nije ekonomski opravdana. Drugim riječima s trajnim kvarovima dalekovoda treba računati, pa bi se svaki vlasnik prijenosne mreže morao pitati: "Imamo li razrađenu jasnu politiku djelovanja u kriznim situacijama? Može li naša organizacijska struktura efikasno odgovoriti na takve izazove?"

Svrha je ovog članka da pomogne, odnosno da potakne prijenosnu tvrtku u razvijanju vlastitih planova djelovanja u kriznim situacijama, što znači da pripremi odgovarajuću opremu, materijale, alate i radnu snagu koja može efikasno odgovoriti na navedene izazove.

## 1 INTRODUCTION

The world of electric power is changing. Several big systems, with high reputation and reliability, have experienced a great number of breakdowns in the recent years. A breakdown in the system is not a new thing, it is a phenomenon known since the construction of the first transmission line. However, the great number of breakdowns experienced by the countries of the West is put down to changes in the electric power ecosystem. These changes include deregulation of the electricity market, separation between the generation and transmission, reduction or postponement of investments, unexpected power flows owing to trading transactions, and connection to the network of a greater number of irregular sources of electricity. Therefore, power grid is operating at its technical limits and under the conditions that were not envisaged at the time it was designed. Consequently, the security level is lower and even the slightest incident may under particular circumstances cause a major breakdown of the electric power system [1].

This paper addresses solely transmission line failures, and slightly less the failures of switching facilities, but the introduction was necessary to better understand the environment in which transmission networks operate today. Primarily, the concept of the failure should be defined. It is an incident which requires a field intervention by a team, which can last hours, days and sometimes even months.

It is generally known that transmission networks are exposed to many causes of failures, the weather being particularly merciless with transmission lines. Today, terrorist actions are, regrettably, not to be excluded either. On the other hand, though to a lesser extent, outdoor switching stations, particularly the 400 kV ones, are not immune to similar effects whose causes may be identical to those affecting transmission lines, but which can also be very much specific. It is also known that constructing a transmission network which would be absolutely weatherproof is not economically justifiable. In other words, transmission line failures are to be counted with, and each owner of a transmission network should ask himself: "Do we have a clear policy on emergency action in place? Can our organisational structure effectively tackle such challenges?"

The purpose of this paper is to help i.e. encourage the transmission company to develop its own emergency action plans, which means to prepare the appropriate equipment, materials, tools and workforce that can effectively respond to the challenges mentioned.

## 2 NEKA SVJETSKA ISKUSTVA

Iz dugačke liste trajnih kvarova dalekovoda izdvojena su samo tri, i to:

- ledena oluja u mreži BC Hydro 1972.,
- oluja u mreži EdF-a 1999.,
- snježna oluja u mreži RWE 2005.

Taj odabir bi mogao biti znakovit i za naše prilike. Može se naime postaviti pitanje što je centralni problem svih tih havarija. Odgovor se nameće sam od sebe, tj. u svim navedenim slučajevima došlo je prvenstveno do velike redukcije potrošnje električne energije pa su neki potrošači i danima bili bez energije. Nadalje, oluja odnosno ledena oluja kao uzrok havarija bila je i kod nas prisutna u gotovo svim većim kvarovima prijenosne mreže pogotovo uz tzv. južnu magistralu koja se proteže od Gorskoga kotara do Dalmatinske zagore. Konačno, poremećaj u njemačkoj mreži 2005., tj. u godini razvijene tržišne elektroprivrede donosi neka nova saznanja koja upozoravaju na to što budućnost može donijeti. Naime njemački potrošači nisu priznali višu silu već traže odštetu od tvrtke RWE za štetu koju su pretrpjeli od redukcija. Potrošači smatraju da RWE nije dovoljno uložio u povećanje sigurnosti mreže iako ostvaruje dobitke u poslovanju.

Tu se treba malo osvrnuti na pojam štete jer će to pomoći da u sljedećim poglavljima dođemo do korisnih zaključaka. Jedna je šteta koju trpi prijenosna tvrtka ili možda njezin osiguravatelj koja je velika ali marginalna u usporedbi s društvenom štetom koja pritom nastaje. Poznato je da cijena neisporučenoga kWh dostiže i do 100 puta veći iznos od same cijene kWh. Očito da u planiranju strategije djelovanja u kriznim situacijama imaju što reći i prijenosna tvrtka i potrošači prvenstveno preko agencije za regulaciju energetskih djelatnosti (u našem slučaju je to HERA). Budući da smo prihvatili činjenicu da je u razumnim ekonomskim granicama nemoguće izgraditi mrežu otpornu na sve atmosferske utjecaje, treba se okrenuti akcijama koje nastale štete smanjuju. Nije naime isto je li potrošač reduciran 6 sati ili 12 sati, odnosno 6 dana ili 12 dana [2].

Akumulirana svjetska iskustva o potrebnim mjerama mogu se vidjeti iz uputa koje je priredila Radna skupina CIGRÉ (WG B2 13) i koje su predstavljene u sljedećem poglavlju [3].

## 2 INTERNATIONAL EXPERIENCE

From a long list of transmission line failures here are just three cases:

- ice storm in the BC Hydro network in 1972,
- storm in the EdF network in 1999,
- snow storm in the RWE network in 2005.

This selection could be indicative of our situation as well. The question may be posed what is central to all the three breakdowns. The answer is quite ready at hand, i.e. in all three cases there was a large-scale reduction in the supply of electricity, and some consumers went without electricity for days. Furthermore, we have also had storm or ice storm as the cause of almost all major transmission line failures, particularly along the so-called southern arm stretching from Gorski Kotar to Dalmatinska Zagora. Finally, the incident in the German transmission network in 2005, i.e. in the country of developed market-oriented power utilities, disclosed some new things as a warning of what the future may bring. Notably, German consumers are not recognizing Force Majeure, they are claiming damages from the company RWE for the losses suffered from reductions in supply. Consumers hold that RWE did not invest sufficiently into raising the level of security of the grid although the company extracted high profits from its operation.

Here we should consider the concept of damage or loss, because it will help us arrive at useful conclusions in the following chapters. The concept includes the damage suffered by the transmission company or perhaps its insurer, and it is great but marginal compared with the consequent social damage. It is known that the cost of a non-delivered kWh can be as many as 100 times greater than the price of a kWh. Apparently, in emergency planning the transmission company and consumers have a thing or two to say, primarily through the agency for industry regulation (in our case it is HERA). Having reconciled ourselves to the idea that within reasonable economic limits it is not possible to construct a totally weatherproof transmission network, we need to look at the actions to contain the damage. It is not irrelevant whether the consumer remains without electricity for 6 or 12 hours, or for 6 or 12 days [2].

Accumulated international experience concerning the necessary measures may be found in the Guidelines prepared by a CIGRÉ working group (WG B2 13), and they are presented in the next chapter [3].

### 3 UPUTE RADNE SKUPINE CIGRÉ

Radna skupina CIGRÉ priredila je Upute za djelovanje u kriznim situacijama. Odmah na početku javlja se i jedna od glavnih dilema. Naime vlasnici prijenosne mreže umjesto pitanja navedenog u uvodu često se pitaju: "Što nam trebaju svi ti materijali, alati i oprema?" Prevedeno to znači: "Koliki si gubitak prihoda vlasnik prijenosne mreže može dopustiti zbog poremećaja u mreži?" Računica bi naravno bila jednostavna kada bi se zanemarila prije navedena šteta ili gubitak društvene zajednice.

Slijedom takvih razmišljanja lako je zaključiti:

- da vlasnik prijenosne mreže mora imati određena sredstva za djelovanje u kriznim situacijama,
- da ta sredstva postaju, međutim, beskorisna bez detaljnog plana djelovanja u momentu kada su potrebna.

#### 3.1 Priprema plana djelovanja

Ključ za razradu plana djelovanja prihvaćanje je dugoročne politike uprave prijenosne tvrtke o procjeni mogućih kritičnih situacija i načinu kako na njih odgovoriti. Prvi je korak uspostava Organizacije za djelovanje u kriznim situacijama.

Možda je ovdje zgodno navesti dva primjera: RTE francuski operator prijenosnog sustava poslije oluje 1999. osnovao je GIP - Priority Action Group. Ta se jedinica za brzo djelovanje sastoji od sedam timova raspoređenih širom Francuske. Aktivira ju jedinica za upravljanje u kriznim situacijama koja analizira problem i predlaže moguća rješenja koja će omogućiti ponovno napajanje potrošača u roku manjem od 5 dana. GIP ima na skladištu 17 km 400 kV dalekovoda.

BC Hydro u Kanadi je već iza oluje 1972. godine osnovao skladište materijala za brze popravke i tako stvorio prethodnicu današnje organizacije za brzo djelovanje kojom se upravlja centralno. Planirana razina pripravnosti predviđa na primjer do 10 km vodova svake naponske razine za brzu montažu.

#### Organizacija za djelovanje u kriznim situacijama

Na čelu organizacije u koju su uključeni vlastiti stručnjaci s dugogodišnjim iskustvom u djelovanju na terenu treba biti visoko rangirani iskusni menadžer s obzirom na to da je riječ o znatnim sredstvima. Njegov je prvi zadatak da osnuje Tim za strateško planiranje i imenuje njegovoga voditelja, koji vodi tim u obnovi postrojenja. Takav pristup ujedno daje i značaj cijeloj akciji.

### 3 CIGRÉ WORKING GROUP GUIDELINES

A CIGRÉ working group prepared guidelines for emergency action. At the very beginning one of the main dilemmas occurs. The owners of transmission networks, instead of the question posed in the introduction, often wonder: "Why do we need all these materials, tools and equipment?" Translation: "How high a loss of revenues due to grid incidents can the owner afford?" The calculation would be simple, of course, if the above-mentioned damage or loss of the community were not taken into account.

Following such consideration it is easy to conclude that:

- the owner of transmission network must have some funds to act in emergency,
- such funds are, however, useless if there is no detailed plan of action when it is needed.

#### 3.1 Preparing a plan of action

The key to the development of a plan is for the Board of the transmission network owner to adopt a long-term policy on the estimate of possible critical situations and the way to respond to them. The first step is setting up a Crisis Management Organisation.

It is perhaps convenient to mention two examples here: following the storm in 1999, RTE, a French transmission system operator, established GIP - Priority Action Group. This rapid response unit consists of seven teams deployed throughout France. It is activated by the crisis management unit which analyzes the problem and proposes possible solutions to enable restoration of power within less than 5 days. GIP has 17 km of 400 kV power lines in store.

BC Hydro of Canada setup a storage already after the 1972 storm, to allow for quick repairs, thus creating the predecessor of today's centrally-managed crisis management organisation. The planned level of readiness envisages e.g. up to 10 km of lines for quick assembly for each voltage level.

#### Crisis management organisation

The organisation including the company's own experts with many years of field experience should be headed by a high-ranking experienced manager, considering the fact that considerable funds are involved. His or her first task would be to set up a team for strategic planning and appoint a person in charge to lead the team in the restoration of the facility. Such an approach also gives importance to

Imenovani voditelj može biti i na čelu Tima za operativne zahvate.

**Tim za strateško planiranje.** Njegov je zadatak:

- utvrditi potencijalne rizike vlasnika mreže,
- za te rizike razviti različite scenarije obnove,
- odabrati scenarije u skladu s općom politikom tvrtke,
- utvrditi strukturu članova tima,
- operacijsko povezivanje s vanjskim organizacijama,
- operacijsko povezivanje s javnim medijima,
- razvoj programa treninga,
- na bazi stečenih iskustava uvesti poboljšanja.

**Tim za operativne zahvate u obnovi.** Obavlja popravke u skladu s uputama koje donosi Tim za strateško planiranje. Struktura tog tima ovisi o lokalnim prilikama, no svakako treba sadržavati sljedeće ključne funkcije:

- rukovodstvo tima,
- inženjering,
- radove na terenu,
- koordinaciju materijala,
- koordinaciju sigurnosti na radu,
- logistiku, transport i komunikacije,
- koordinaciju komunikacija,
- ugovaranje,
- vlasničke odnose,
- financijsku koordinaciju.

Pokušajmo nabrojiti neke od odgovornosti pojedinih funkcija tima:

Rukovodstvo tima izravno je odgovorno menadžeru na čelu organizacije, brine se za ugovore o međusobnoj pomoći, za odnose s distribucijom i za potrebne dozvole.

Operator sustava određuje prioritete obnove, koordinira zaštitu i stavlja pojedine vodove u ponovni pogon.

Inženjering obavlja procjenu štete, odobrava promjene na licu mjesta, obavlja nadzor radova i osigurava nužnu projektnu dokumentaciju.

Rukovoditelj radova na terenu planira radove i rokove izvršenja, brine se za zaštitu na radu, ugovara koordinaciju s vanjskim timovima i vraća obnovljene vodove u domenu operatora sustava.

Koordinator za materijale brine se za nabavu materijala, njegovu kvalitetu te kontrolu pakovanja i otpreme.

the entire action. The appointed team leader can also head the Restoration Operations Team.

**Strategic Planning Team.** Its task is to:

- establish the potential risks for the transmission network owner,
- develop different restoration scenarios for such risks,
- select scenarios in accordance with the general policy of the company,
- determine team structure,
- operational links to outside organisations,
- operational links to public media,
- training program development,
- introduce improvements based on experience made.

**Restoration Operations Team.** Conducts repairs in accordance with the instructions issued by the Strategic Planning Team. The structure of the team depends on local conditions, but it should by all means include the following key functions:

- management,
- engineering,
- field work,
- material coordination,
- safety-at-work coordination,
- logistics, transport and communication,
- coordination of communication,
- contracting,
- proprietorship,
- financial coordination.

Let us try to mention some of the responsibilities of particular team functions:

Team management reports directly to the manager heading the organisation, takes care of the contracts for mutual assistance, relations with distribution, and for special permits.

System operator determines the reconstruction priorities, coordinates protection and resumes operation on individual lines.

Engineering estimates the damage, approves on-site changes, supervises the works and provides the necessary project documentation.

The field works manager plans the works and deadlines, takes care of safety at work, contracts coordination with external teams and return the restored lines back to the domain of the system operator.

The materials coordinator takes care of materials supply, its quality and packaging and shipment control.

Koordinator za sigurnost na radu brine se za sigurnost, prvu pomoć te za kvalifikacije radnika.

Logistika se brine za transport i prijem opreme, putovanja sudionika, stan i hranu, opremu i alat, sigurnost gradilišta te za telekomunikacijsku opremu.

Koordinator komunikacije brine se za unutarnju i vanjsku komunikaciju te posjete gradilištu.

Ugovaranje podrazumijeva realizaciju i nadzor nad izvršenjem ugovora s trećim licima.

Vlasnički odnosi uključuju kontakt s vlasnicima, dozvole pristupa, prava prolaza te otklanjanje eventualno učinjenih šteta.

Financijska koordinacija odobrava sredstva i obavlja kontrolu troškova.

### **Identifikacija rizika**

Najvažnija zadaća Tima za strateško planiranje je procjena potencijalnih havarija. Pritom se oni oslanjaju na:

- vlastita iskustva s velikim poremećajima,
- aktualno stanje dalekovoda,
- potencijalne prirodne događaje,
- poremećaje izazvane ljudskim djelovanjem.

Među zadaćama te grupe mogu se podvući:

- procjene frekvencije događanja velikih poremećaja i njihovo trajanje, što se prvenstveno odnosi na višestruki kvar dalekovoda,
- procjene otpornosti stupova i opreme, terenski uvjeti i mogućnost pristupa mjestima kvara,
- procjene političkih i ekonomskih posljedica poremećaja.

Ekonomske posljedice uglavnom se kvantificiraju troškom neisporučene električne energije. Kombinacija vjerojatnosti kvara i ekonomskih posljedica kvantificiraju rizik, odnosno nužna sredstva koja tvrtka mora redovito osiguravati kako bi smanjila štete od velikih poremećaja kada do njih dođe.

### **Procjena tipa rizičnih događaja**

Za materijalne i financijske izvore važno je procijeniti vjerojatnost potencijalnih događaja u smislu radi li se o pojedinačnom događaju koji se u nekim intervalima ponavlja ili o velikom broju pojedinačnih događaja koji se pojavljuju istodobno kod velike oluje, sabotaze i sl.

The coordinator for safety at work takes care of safety, first aid and the qualifications of workers.

The logistics takes care of the transport and acceptance of equipment, travelling, board and lodgings, equipment and tools, security of the site, and telecommunications equipment.

Communications coordinator is responsible for internal and external communication and visits to the site.

Contracting includes realisation and monitoring of the fulfilment of third party contracts.

Proprietorship includes contact with owners, access permits, rights of passage, and redressing possible damage.

Financial coordination approves the funds and controls expenditures.

### **Identification of risk**

The most important task of the Strategic Planning team is to make estimates about potential breakdowns. In this the team relies on:

- its own experience with major incidents,
- current state of transmission lines,
- possible natural events,
- incidents caused by human action.

The tasks of this group include:

- estimate of major incident frequency and duration, primarily in case of multiple transmission line failure,
- estimate of the resilience of towers and equipment, field conditions and possibility to access the points of failure,
- estimate of the political and economic effects of the incident.

The economic effects are mainly quantified by means of the cost of non-supplied electricity. The combination of the possibility of failure and the economic effects quantify the risk i.e. the necessary means that the company must regularly provide in order to reduce the damage from major incidents when they occur.

### **Estimate of the type of risk**

For the material and financial sources it is important to estimate the probability of potential events depending on whether it is a single recurrent event or a number of single events occurring simultaneously in the event of great storms, sabotage etc.

### Scenarij popravka

Grupa za strateško planiranje određuje rizik mogućeg poremećaja. Također preventivnim akcijama smanjuje pojedine rizike, na primjer pojačavanjem nekih specifičnih struktura s jedne strane ili s druge strane sporazumom s većim potrošačima da smanje potrošnju ako dođe do potencijalnih poremećaja. Za svaki potencijalni poremećaj razrađuje se scenarij popravka te nužna radna snaga, oprema, materijali, alati i sl. Te su razrade vrlo detaljne i uzimaju u obzir razne aspekte kao na primjer potrebu da materijal na skladištu ne ostari, detalje načina pakovanja za prijevoz helikopterom, nužne treninge radnika u timovima ili detalje vanjske komunikacije.

### 3.2 Plan akcije u kriznim situacijama

Procjena rizika i analiza scenarija osnova su plana akcije koji, među ostalim, mora sadržavati:

#### Nivo akcije u kriznim situacijama

U pravilu plan akcije predviđa tri razine akcije u kriznim situacijama:

- prvu razinu koju u svojem okviru može riješiti lokalni menadžer,
- drugu razinu koju rješava viši menadžer,
- treću razinu koju po svojem opsegu može riješiti viši menadžer u okviru zacrtanog plana popravka odnosno obnove.

#### Brzina akcije

Realizacija popravka može se pospješiti sustavom ranog upozorenja, brzim lokacijama kvara i njegova opsega. Ekipe mogu biti stavljene u pripremu pri najavi lošeg vremena ili nekog političkog događaja koji bi mogao izazvati terorističke akcije.

#### Nužni materijali

Hoće li tvrtka formirati skladište za krizne situacije ili ne, nije bitno - bitno je postojanje plana po kojem se zna komu se treba obratiti za materijalne potrebe. To nisu velike investicije u materijalna dobra već investicije u pravi materijal.

Među mogućim pristupima nabrojimo:

Odvojeno skladište za krizne situacije - materijal se može upotrebljavati i za povremene popravke ili zamjene, ali pod strogim nadzorom višeg menadžera, odgovornoga za krizne situacije.

Neodvojeno skladište za krizne situacije - minimalne zalihe stvaraju se s nakanom da se taj materijal uvijek treba naći negdje u sustavu. Riječ je o manje kritičnom materijalu ili materijalu koji stari.

### Restoration scenario

The strategic planning group determines the risk of the potential disruption. It also reduces particular risks through preventive action, e.g. by reinforcing some specific structures on the one hand, or by reaching agreements with major consumers to reduce their consumption in case of potential incidents on the other. For each potential incident a restoration scenario is developed, as well the necessary labour, equipment, materials, tools etc, in a very detailed manner, taking into account different aspects as for instance the requirement that the material stored should not pass its expiration date, the details of the packaging for helicopter transportation, the necessary training of workers and teams, or the details of external communication.

### 3.2 Emergency plan of action

The estimate of the risk and the analysis of the scenario are the basis for the plan of action which, among other things, must include:

#### Level of emergency action

As a rule, the plan of action envisages three levels of emergency action:

- the first level which can be tackled by the local manager in its scope,
- the second level tackled by a senior manager,
- the third level tackled by a senior manager in its scope within the framework of the established restoration i.e. reconstruction plan.

#### Response time

The repair realisation can be improved through an early warning system, quick location of the failure and the identification of its scope. Teams can be set up and put on alert when bad weather is coming or a political event is announced that could provoke terrorist actions.

#### Necessary materials

Whether the company will establish an emergency storage or not, is not so important; what is important is that there is a plan envisaging who to turn to for material requirements. It is not a matter of a big investment in material goods, but of an investment in the right material.

Possible approaches include:

Separate emergency storage - material can also be used for occasional repairs or replacements, but under a strict supervision of a senior crisis manager.

Non-separate emergency storage - minimum stock created with the intention to always have the material



Dogovor o međusobnoj pomoći - to je ugovor sa susjednim prijenosnim tvrtkama o međusobnom korištenju skladišnih zaliha ili ugovor s poslovnim partnerima. Kod velikih oluja ili višestrukih kvarova ta međusobna pomoć ima i svojih ograničenja.

Komercijalni ugovor s isporučiteljima opreme - taj ugovor podrazumijeva držanje obveznih zaliha za slučaj kriznih situacija.

#### **Radna snaga**

Bez obzira na to koristi li se vlastita radna snaga i oprema ili vanjska ili obje, bitno je da postoji provediv plan. Plan mora odgovoriti na pitanja kao što su: koliko ljudi treba u pripravnosti, koliko ih se mora kratkoročno, a koliko dugoročno angažirati. Može se koristiti:

Vlastita radna snaga - plan mora dati odgovor na pitanja razine radne snage, kvalifikacijske strukture i broja ljudi u pripravnosti.

Vanjska radna snaga - odnose treba regulirati dobrim komercijalnim ugovorima koje treba redovito obnavljati. Upitna je međutim prevelika ovisnost o vanjskoj radnoj snazi [4].

Međusobni ugovori - dogovori sa susjednim prijenosnim tvrtkama trebaju jasno definirati međusobne obveze. I te dogovore valja redovito obnavljati.

#### **Logistika**

Bitno je da se zahtjev s terena za materijalom jasno definira skladištima za kritične situacije. Materijali i alati trebaju biti logično spakirani kako bi se rad na terenu ubrzao. Odgovorna osoba za logistiku mora imati sve prikladne aranžmane za transport do lokacija na kojima se radi. Ako se koristi helikopter, pakiranje mora po volumenu i težini odgovarati dopuštenim mjerama.

#### **Oprema**

Ako prijenosna tvrtka nema strojeve za razvlačenje užadi, zaštitne užadi i optičkih kabela treba to ugovoriti s tvrtkom koja ih posjeduje. Te strojeve i ostale specijalizirane alate koji se mogu rabiti na različitim tipovima terena uzduž trase, ta tvrtka treba održavati u radnom stanju kako bi na osnovi specijalnog ugovora mogla odgovoriti na krizne situacije.

Važan dio opreme je helikopter za prijevoz ljudi i materijala na udaljene lokacije, za pomoć u radu na teškim terenima i za sigurnost osoblja. Kad vrijeme dopušta koristi se također za lokaciju kvarova.

somewhere in the system. This includes critical material or ageing material.

Agreement on mutual assistance - a contract with neighbouring transmission companies on mutual use of storage stock, or a contract with business partners. In the event of major storms or multiple failures such assistance has its limitations.

Commercial contract with equipment suppliers - such a contract includes holding sufficient stock of supplies in the event of emergency.

#### **Labour**

Irrespectively of whether company's own labour or external labour is used, or both, it is important to have an actionable plan. The plan must answer such questions as: how many people need to be on standby, how many of them must be commissioned on a short-term and how many on a long-term basis. Labour may include:

Company's own labour - the plan must provide answers concerning the level of labour, the qualifications and number of people on stand-by.

External labour - relations need to be regulated by good commercial contracts which need to be regularly renewed. However, too great a dependence on external labour is questionable [4].

Mutual agreements - agreements with neighbouring transmission companies need to clearly define mutual obligations. Such agreements should also be regularly renewed.

#### **Logistics**

It is important that the field request for material is clearly defined to emergency storages. Materials and tools need to be logically packaged to speed up field operations. The person in charge of logistics must have all the appropriate arrangements for the transportation to intervention sites. If helicopters are used, the volume and weight of packaging must be as prescribed.

#### **Equipment**

If the transmission company has no machines for stretching cables, protective cables and optic fibre cables, it has to enter into appropriate agreements with a company that does. Such machines and other specialised tools that can be used at different types of ground along the corridor need to be maintained in working order by such a company to be able to respond in emergency pursuant to the special agreement.

An important part of the equipment is a helicopter for transporting men and material to distant locations in support of interventions on difficult ground and for the

## Komunikacije

**Interne komunikacije.** Aspekt planiranja ključan za uspješno djelovanje u kriznim situacijama je komunikacija među raznim jedinicama koje djeluju unutar tima za popravak. Ta komunikacija treba biti izravna sa svim jedinicama uz jasno definirane odgovornosti. Važan je centar za krizne situacije, gdje se skupljaju članovi tima za operativne zahvate. U tom centru bit će omogućena veza sa svim ugovornim partnerima, isporučiteljima i potrošačima. Ovdje se također nalazi i pripremljena dokumentacija.

**Vanjska komunikacija.** Odgovorna osoba ima važnu dužnost da o planu i rokovima popravka obavijesti sredstva javnog informiranja, javnost, ostale servisne organizacije te vladine i nevladine agencije. Važno je da je ta osoba dio tima za operativne zahvate kako bi tekuće informacije bile dostupne vanjskim strankama, a također kako bi i sam tim bio svjestan o vanjskim reakcijama i poslovnim porukama. Ta osoba mora biti jedini kontakt za slanje informacija prema vani.

### 3.3 Trening

Određena tvrtka može izgraditi povjerenje i kompetentnost u svoju spremnost djelovanja u kriznim situacijama kroz redovito vježbanje (trening). Preporuča se trening svih članova tima, uključujući više menadžere kroz simulirane situacije. Monteri trebaju redovito imati teoretsku i praktičnu nastavu kako bi se što bolje pripremili. To može biti i trening kroz rad na gradnji stupova, razvlačenju užeta ili kroz normalno održavanje. Tako se dobro upoznaje oprema i okoliš. Bez redovite uporabe opreme i alata djelatnici se ne mogu osposobiti za rad u kriznim situacijama. I ugovorne tvrtke trebaju biti uključene u trening.

### 3.4 Kontinuirano poboljšanje

Nakon svakoga kriznog događaja Tim za strateško planiranje treba korigirati planove na temelju naknadne analize djelovanja čime se postižu trajna unapređenja. Drugi važan izvor informacija koji služi poboljšanju rada je iskustvo drugih prijenosnih tvrtki.

### 3.5 Zaključak uz Upute radne skupine CIGRE

Efektivni plan djelovanja zahtijeva jasnu korporativnu politiku kao bazu za detaljnu procjenu rizika i planiranje odgovarajućih akcija. Prijenosna tvrtka može procijeniti je li plan u skladu s politikom i financijskim ograničenjima. To može dovesti i do nove definicije kako politike tako i samog plana. Realizacija plana zahtijeva odgovarajuće materijale, opremu i radnu snagu kako

safety of the staff. Weather permitting, it can also be used to locate failure.

## Communications

**Internal communication.** The aspect of planning essential to a successful crisis management is communication between various units of the restoration team. The communication must be direct with all the units, with clearly defined responsibilities. A crisis management centre is important, where members of the Operations Team gather. The centre will have connection to all the contractual partners, suppliers and consumers. This is also where the documentation prepared will be kept.

**External communication.** The person in charge has a very important responsibility to notify the media, the public, other service organisations and governmental and non-governmental organisations about the restoration plan and time. It is important that such a person be part of the Operations Team, so that current information is available to external parties, and that the team itself is aware of external reactions and business messages. This person must be the only contact authorised to disclose information.

### 3.3 Training

A company may build confidence and competence into its readiness for emergency action through regular training. It is recommended that all the team members train together, including senior managers, in simulated situations. Assembly men need regular theoretical and practical training to be as well prepared as possible. It can also be an on-the-job training while erecting towers, stretching cables, or during regular maintenance. This way they get to know the equipment and the terrain real well. Without the regular use of their equipment and tools, the staff cannot be made capable of emergency action. Companies under contract should also be included in the training.

### 3.4 Constant improvement

After each emergency, the Strategic Planning Team should correct the plans on the basis of subsequent analysis of the intervention, to achieve permanent improvements. Another important source of information which serves the purpose of work improvement is experience of other transmission companies.

### 3.5 Conclusion with regard to CIGRE WG Guidelines

An effective plan of action requires a clear corporate policy as the basis for a detailed risk estimate and appropriate action planning. The transmission company can estimate whether the

bi u kriznim situacijama mogli djelovati u skladu s korporativnom politikom. S obzirom na promjene uvjeta treba i politiku i plan redovito podvrgnuti reviziji.

## 4 NAŠA SITUACIJA

### 4.1 Procjena rizika na bazi iskustva

Prijenosna mreža u nadležnosti HEP Operatora prijenosnog sustava (HEP OPS-a) preduvjet je slobodnog tržišta električne energije u Hrvatskoj. Spajanjem sinkronih zona u veliko europsko tržište dovelo je HEP OPS u situaciju da svaki veći poremećaj u njegovoj mreži može ugroziti mreže susjednih zemalja pa i šire. Takva odgovornost naprosto prisiljava HEP OPS da procijeni sve rizike svojeg djelovanja.

#### Dalekovodi

Ne uzimajući u obzir problem terorizma koji je teško predvidiv i po lokaciji i po opsegu štete, činjenica je da su dalekovodi u pravilu izloženi svim klimatskim i atmosferskim utjecajima i da ih nije ekonomično dimenzionirati tako da budu otporni na sve te utjecaje. Potrebno je zato procijeniti vjerojatnost broja dalekovoda koji će biti istodobno u kvaru, trajanje toga kvara, koja su područja najugroženija i u koje godišnje doba je vjerojatnost kvara najveća.

Na osnovi tih procjena moguće je procijeniti i rizik štete zbog neisporučene električne energije potrošačima, odnosno zbog nemogućnosti tranzita među trećim zemljama preko naše prijenosne mreže te zbog nemogućnosti plasiranja energije elektrana na ugroženom području.

Prema našim statistikama osobito ugroženo područje prostire se uz tzv. južnu magistralu i obuhvaća područje od Hrvatskog primorja i Istre preko Gorskoga kotara i Like do Dalmatinske zagore. To je ujedno područje na kojem su locirane elektrane ukupne instalirane snage oko 1 750 MW.

Statistika nadalje pokazuje da vjerojatna frekvencija pojave istodobnih kvarova dalekovoda, s 5 do 8 dalekovoda u kvaru, iznosi u prosjeku 6 godina, dok popravak svih oštećenih dalekovoda do njihova stavljanja u ponovni pogon traje od 8 dana do 7 mjeseci. Statistika pokazuje da su mjeseci studeni, prosinac i siječanj najugroženiji [5].

Iz svega navedenoga može se konstatirati da rizik višestrukih kvarova dalekovoda sa svim svojim posljedicama nije zanemariv. Sva se ta razmatranja odnose na dalekovode koji su redovito održavani i kontrolirani u skladu s međunarodnim

plan is in accordance with the policy and financial limitations. This can also lead to a new definition of both the policy and the plan itself. The realisation of the plan requires appropriate materials, equipment and labour to be ready for emergency action in accordance with the corporate policy. Considering the changes in conditions, the policy and the plan need to be regularly reviewed.

## 4 OUR SITUATION

### 4.1 Risk estimate based on experience

A transmission network operated by HEP Transmission System Operator (HEP OPS) is a prerequisite to a free market for electricity in Croatia. The connection of synchronous zones into the broader European market put HEP OPS in a position that any major incident in its grid may affect the grids of the neighbouring states, or even broader. Such responsibility simply forces HEP OPS to estimate all the risks of its operation.

#### Transmission lines

Excluding the problem of terrorism, which is hardly predictable in terms of location and the extent of damage, the fact is that transmission lines are, as a rule, exposed to all the climatic and atmospheric effects, and that it is not economical to design them resilient to any adverse impact. It is, therefore, necessary to estimate the probability of the number of transmission lines which fail at the same time, the duration of the failure, the most vulnerable areas, and the season in which the probability of failure is the highest.

On the basis of such estimates it is possible to estimate the risk of losses caused by non-supply of electricity to consumers, i.e. because of the failure of transit between third countries through our transmission network and because of the failure to distribute the electricity generated by the power plants in the affected area.

According to our statistics a particularly vulnerable area stretches along the so-called southern arm and includes the territory from Croatian Littoral Region and Istria through Gorski Kotar and Lika to Dalmatinska Zagora. This is also the area in which power plants with total installed output of about 1 750 MW are located.

The statistics further shows that the probable frequency of simultaneous failure of transmission lines (5 to 8 lines) is 6 years on the average, and that their restoration, up to a renewed start-up, would last from 8 days to 7 months. The statistics

preporukama [6], što znači da su uzemljenja, temelji stupova, stupovi, izolatori, vodiči i ovjesni materijal u dobrom stanju. Na žalost, zbog dugogodišnje štednje na krivome mjestu to ne odgovara stvarnosti, što povećava element rizika.

#### **Sabirnice 400 kV**

Besprijekorno stanje sabirnica u postrojenjima 400 kV jedan je od važnih uvjeta sigurnosti EES-a. Prema statistikama u Hrvatskoj su se kvarovi na sabirnicama dogodili u TS Melina zbog bure, u TS Tumbri zbog eolskih vibracija, dok su ratom oštećene sabirnice u TS Ernestinovo i u manjoj mjeri u TS Konjsko. Srećom današnja je situacija zbog niza zahvata koji su izvedeni ili su u tijeku relativno povoljna, no to nije razlog da se uspavamo, već bi bilo korisno procijeniti realne rizike i eventualne akcije.

#### **4.2 Poželjne akcije**

U dosadašnjim trajnim kvarovima dalekovoda ekipe prijenosa (HEP OPS-a) i poslovnih partnera, prvenstveno tvrtke Dalekovod uspješno su se nosile s popravcima, no nema sumnje da bi organiziranim preventivnim akcijama njihovo djelovanje bilo još uspješnije i da bi vrijeme redukcije potrošnje električne energije bilo kraće. Spomenuti primjeri Kanade, Francuske i Njemačke potvrđuju to stajalište. I njihove su ekipe bez sumnje uspješno djelovale, ali ipak se odlučuju na organiziranu preventivu, pogotovo zato što tržište postaje sve zahtjevnije u pogledu sigurnosti napajanja.

Preventivna akcija trebala bi dati odgovor na pitanja:

#### **Dalekovodi**

- koja je vjerojatnost višestrukoga kvara,
- koje je područje najviše ugroženo,
- koje je godišnje doba s najvećom vjerojatnosti kvara,
- koje su posljedice kvara u pojedinim energetske scenarijima,
- kakva je organizacija nužna za djelovanje u kriznim situacijama,
- tko sudjeluje u otklanjanju kvara,
- koji su materijali, alati i oprema nužni i na kojim lokacijama,
- kakve su transportne mogućnosti,
- kako treba izgledati unutrašnja i vanjska komunikacija,
- koje ugovore treba sklopiti s partnerima,
- kako organizirati kontinuirani trening,
- kolika je cijena preventive,
- kakav je vremenski plan realizacije preventive,
- kakav je odnos sa HERA-om.

shows that November, December and January are the most vulnerable months [5].

Consequently, it may be concluded that the risk of multiple transmission line failures with all their consequences is not negligible. All the reviews apply to regularly maintained and controlled transmission lines in accordance with international recommendations [6], which means that grounding, foundations for towers, towers, insulators, conductors and suspension materials are in good condition. Regrettably, due to many years of cutting corners at a wrong end, this is not realistic, which increases the element of risk.

#### **400 kV Buses**

Impeccable state of the buses at 400 kV facilities is one of important prerequisites to the security of electric power system. According to the statistics, in Croatia failures of buses occurred at the Melina Substation due to strong wind (Bora), at the Tumbri Substation due to eolian vibration, whereas the buses at the Ernestinovo Substation were damaged in the war, the same as - to a lesser extent - at the Konjsko Substation. Fortunately, the situation today, owing to a number of interventions conducted or under way, is relatively favourable, which is no reason for us to become lax, but to estimate the real risks and possible action.

#### **4.2 Desirable action**

To date, failures were successfully tackled by the teams of the transmission company (HEP OPS) and its business partners, primarily the company Dalekovod, but there is no doubt that organised preventive actions would make their interventions even more successful and that the duration of reduced electricity supply would be kept even shorter. The above-mentioned examples from Canada, France and Germany support this view. Their teams doubtlessly operated successfully, but they still decided to introduce organised prevention, particularly in the light of the market becoming increasingly demanding with regard to the stability of supply.

Preventive action should answer the following questions:

#### **Transmission lines**

- what is the probability of a multiple failure,
- what area is the most vulnerable,
- what season has the greatest probability of failure,
- what are the effects of failure in particular power supply scenarios,
- what organisation is necessary for emergency action,
- who participates in the restoration,



### Sabirnice 400 kV

- kakva je organizacija nužna za djelovanje u kritičnim situacijama,
- koja je optimalna topologija 400 kV mreže u različitim energetske scenarijima,
- jesu li mehanički proračuni svih sabirnica sređeni,
- je li montaža sabirnica u redu,
- jesu li izabrani optimalni materijali,
- postoje li ugroženija postrojenja,
- kakav je opseg kvara vjerojatan,
- koju opremu i materijale treba imati u rezervi,
- koje ugovore treba sklopiti s partnerima,
- kolika je cijena preventive,
- kakav je odnos sa HERA-om.

### Samo dva praktična primjera

Izabrali smo iz prethodnih popisa jedno pitanje: koju opremu i materijale treba imati i gdje, te ga pokušavamo primijeniti na dalekovode i postrojenja 400 kV.

Dalekovodi. Imamo li relativno lagani, lako prenosivi, vjerojatno sidreni stup za višenaponsku upotrebu? Gdje ga treba skladištiti? Kako ga transportirati i prije svega je li naša ekipa kroz opetovani trening osposobljena da brzo podigne taj stup primjerice u Lici za vrijeme snježnih nepogoda?

Sabirnice 400 kV. Za koliko kompletnih polja 400 kV imamo uskladištenu rezervnu opremu dostupnu u 24 sata? Iako se ne uklapa izravno, isto pitanje traži odgovor i za napone 110 kV i 220 kV.

### 4.3 Jedan od mogućih scenarija

Između brojnih scenarija izaberimo jedan koji se možda neće nikad dogoditi, no može se dogoditi još ove godine jer se uklapa u račun vjerojatnosti. Pretpostavimo, naime, da se kao posljedica ledene oluje zbog višestrukog kvara dalekovoda odvoji od sustava rasklopište koje napaja važnu javnu infrastrukturu kroz razdoblje od dva tjedna, koliko je potrebno vrijeme popravka oštećenih dalekovoda. Štete koje bi zbog tih havarija nastale mogu se podijeliti na izravne koje se odnose na HEP OPS i neizravne koje se odnose na potrošače, prvenstveno na nemogućnost napajanja javne infrastrukture, pa prema tome i na nemogućnost njenog korištenja. Eventualno je moguća i problematika plasmana energije iz obližnje elektrane. Pitanja koja ovakav scenarij otvara su sljedeća:

- jesmo li dalekovode održavali u skladu s međunarodnim preporukama [6] ili smo štedjeli na krivom mjestu,
- ako nismo je li to utjecalo na opseg štete,

- what materials, tools and equipment are necessary and on what locations,
- what transportation options are readily available,
- what are internal and external communication to be like,
- what contracts need to be entered into with partners,
- how to organise constant training,
- what is the price of prevention,
- what is the schedule for the realisation of prevention,
- what is the relation with HERA.

### 400 kV buses

- what organisation is necessary to act in emergency,
- what is the optimum topology of the 400 kV grid in different power supply scenarios,
- have the mechanical calculations for all the buses been done,
- is the assembly of buses OK,
- have the optimum materials been selected,
- are there vulnerable facilities,
- what is the probable scope of failure,
- what equipment and materials need to be in reserve,
- what contracts need to be concluded with partners,
- what is the cost of prevention,
- how is the relation with HERA.

### Just two practical examples

We have chosen one question from the above lists: What equipment and materials are needed and where, and we trying to apply it to transmission lines and 400 kV buses.

Transmission lines. Do we have a relatively lightweight, portable, probably anchored tower for multi-voltage purposes? Where should it be stored? How should it be transported, and above all, has our team become capable, through operative training, of quickly erecting the tower e.g. in Lika during snow storms?

400 kV buses. For how many complete 400 kV fields do we have spare equipment stored and available within 24 hours? Although it is not directly relevant here, the same question needs to be answered in case of 110 kV and 220 kV buses.

### 4.3 A possible scenario

Of the many possible scenarios let us pick one that perhaps will never happen, yet which can happen this year already because it fits the probability calculation. Suppose that as a result of an ice storm causing multiple defects on the transmission lines the switchyard, which supplies some important public

- jesmo li mogli načiniti neke prethodne zahvate u mreži ili na dalekovodnim strukturama koji bi smanjili opseg razaranja,
- je li organizacija popravka mogla biti efikasnija, tj. brža,
- hoće li na primjer nadležni za javnu infrastrukturu tražiti odštetu za dio štete koji se boljom organizacijom mogao izbjeći.

Sve su to pitanja nad kojima se treba zamisliti i na koja bi trebalo naći detaljne odgovore za sve predvidive scenarije, odnosno poduzeti akcije.

#### 4.4 Odnos HEP OPS - HERA

Prema definiciji HEP OPS je monopolistička organizacija. HEP OPS mora domaćim i stranim proizvođačima električne energije omogućiti pristup mreži, osigurati napajanje potrošača te u mogućim granicama osigurati tranzit preko vlastite mreže. Uz to je odgovoran za frekventnu, kutnu i naponsku stabilnost EES-a.

HERA prema definiciji ima prvenstvenu zadaću zaštite potrošača pa ona među ostalim odobrava cijenu usluge prijenosa. No zaštita potrošača ne znači samo brigu o cijeni prijenosa već i brigu o kvaliteti napajanja u čemu dominira sigurnost napajanja. Bilo bi poželjno da HEP OPS predloži kratkoročne i srednjoročne mjere za povećanje sigurnosti napajanja kroz organizaciju preventivne i naravno cijenu takvih mjera. HERA može te mjere prihvatiti, a HEP OPS može preuzeti obvezu realizacije ili ne prihvatiti u kojem će slučaju i nadalje nastojati uspješno djelovati u kriznim situacijama, ali u granicama organizacijskih i materijalnih ograničenja.

To bi trebala biti čista ekonomska kategorija i može se uspješno riješiti samo ako se ne uplete politiziranje.

## 5 ZAKLJUČAK

Pod pritiskom velikih kvarova dalekovoda uzrokovanih atmosferskim utjecajima, ali i zbog straha od terorizma, svjetske elektroprivredne tvrtke kroz Radnu skupinu CIGRE izdale su upute za djelovanje u kriznim situacijama.

S obzirom na značaj i položaj prijenosne mreže u Hrvatskoj i na vlastita iskustva s njezinom ugroženosti osobito u nekim područjima, bilo bi mudro pristupiti odgovarajućoj organizaciji preventivne. Vodeće mjesto u toj organizaciji ima HEP OPS, ali ona uključuje i njegove partnere prvenstveno tvrtku Dalekovod. Sama organizacija

infrastructure, becomes detached from the system for a period of two weeks, the time required for the repair of the damaged transmission lines. Damages caused by such an accident can be divided into direct damage affecting HEP OPS and indirect damage affecting consumers, primarily the impossibility of supplying public infrastructure and thereby of using it. A possible consequence may be restriction in power supply from a nearby plant. The questions posed by such a scenario are:

- have we maintained the transmission lines in accordance with the international recommendations [6] or have we cut corners at a wrong end,
- if not, has it affected the scope of damage,
- could we have undertaken any preliminary interventions in the network or on transmission line structures to reduce the extent of destruction,
- could the organisation of the repair have been more efficient, i.e. quicker,
- will e.g. the public infrastructure authority claim damages for some of the losses which could have been avoided by better organisation.

All these are questions to consider and to find detailed answers to for any foreseeable scenarios, i.e. to act on.

#### 4.4 Relation between HEP OPS and HERA

According to its definition HEP OPS is a monopoly. HEP OPS must provide network access to national and foreign generators of electric power, secure the supply to consumers and, within the limits of what is possible, make possible the transit through its own network. In addition, it is responsible for the frequency, angle and voltage stability of the electric power system.

HERA's primary task is to protect consumers, so among other things it approves the price of the transmission service. However, consumer protection does not only mean managing the transmission price, but also managing the quality of supply, predominantly meaning the security of supply. It would be desirable for HEP OPS to propose short-term and long-term measures to increase the security of supply through the organisation of prevention, and, of course, the cost of such measures. HERA can accept the measures, and HEP OPS can accept the responsibility for the realisation, or not, in which case it will continue its attempts to successfully act in emergency, but within its and material limitations.

This should be a purely economic category which can be successfully settled only if politics is kept away.

je trajna, ali ona nastupa samo u slučaju objave krizne situacije i uključuje radnu snagu koja u međuvremenu djeluje na svojim redovitim radnim mjestima. Ta organizacija, naravno, ima i svoju cijenu prijenosa koju odobrava HERA. HERA i HEP OPS morali bi naći zajedničko rješenje za takvu akciju, koja u krajnjoj liniji najveću korist donosi potrošačima, ali i proizvođačima na ugroženom području.

Ovaj članak koji ne može ulaziti u detalje trebao bi biti poticaj za pokretanje te akcije.

## 5 CONCLUSION

Under the pressure of large-scale failures in transmission lines caused by atmospheric impact, and also because of the fear of terrorism, the world's power utilities have, through the CIGRE Working Group, issued guidelines on how to act in emergency.

Considering the importance and position of the transmission network in Croatia and our own experience of its vulnerability, particularly in some areas, it would be wise to begin to organise appropriate prevention. The leading role in the organisation is played by HEP OPS, but it also includes its partners, primarily the company Dalekovid. The organisation itself is on permanent standby, but it is only to be used in case of emergency, and it includes staff who in the meantime go about their regular business. This organisation, of course, has its transmission prices approved by HERA. HERA and HEP OPS should find a joint solution to such an action which, at the end of the day, brings the most benefit to consumers and to generators in the vulnerable area.

This paper, though unable to go into details, should serve as an incentive to act.

---

## LITERATURA / REFERENCES

- [1] POMEL, F., SOUDRY, I., Simulated reality, ABB Review 2/2005
- [2] RHEBERGEN, B., BOONE, M. J. M., WALTER, R. N., ROGIER, J., Experiences with 400 kV and 150 kV emergency restorations in Belgium and the Netherlands, CIGRÉ Session 22-205, 1998.
- [3] WG B2.13 CIGRÉ, Guidelines for emergency resource planning for overhead transmission line asset owners, ELECTRA 222, listopad 2005.
- [4] SCHWEINER, R. J., TWOMEY, K. E., LINDSEY, K. E., Transmission line emergency restoration philosophy at Los Angeles department of water and power, CIGRÉ Session 22-101, 2002.
- [5] CVETKOVIĆ, Z., Dalekovodi i pouzdanost elektroenergetskog sistema u vezi s raspadom dalmatinskog EES-a 2003. godine, 6. savjetovanje HK CIGRÉ C2-09 Cavtat, studeni 2003.
- [6] WG 22.13 CIGRÉ, Management of existing overhead transmission lines, brošura 175, prosinac 2000.

---

Uredništvo primilo rukopis:  
2006-02-10

Received on:  
2006-02-10

Prihvaćeno:  
2006-03-22

Approved on:  
2006-03-22