

## **Awaria we Włoszech z 28 września 2003 r. - raport**

**Autorzy: Jacek Biedrzycki Departament Integracji Europejskiej i Studiów Porównawczych URE; Krzysztof Wiśniewski Departament Promowania Konkurencji URE**

**(„Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki” – nr 4/2004)**

Raport na temat awarii z 28 września 2003 r. której następstwem była separacja włoskiego systemu elektroenergetycznego od systemu UCTE<sup>1)</sup>, jest wynikiem prac prowadzonych wspólnie przez regulatora włoskiego - AEEG<sup>2)</sup> i francuskiego - CRE<sup>3)</sup>. Informacje i dane zawarte w raporcie były opracowane we współpracy z operatorami włoskiego oraz francuskiego systemu elektroenergetycznego. Dodatkowa pomoc w opracowaniu technicznych aspektów awarii była udzielona przez ekspertów z Politechniki w Mediolanie. Dane i informacje dotyczące awarii opierają się na odpowiedziach z kwestionariusza, rozesłanego do operatorów systemów przesyłowych krajów, których awaria dotyczyła bezpośrednio bądź pośrednio. W początkowym etapie prac nad raportem brali również udział przedstawiciele regulatora szwajcarskiego - SFOE. Jednakże współpraca została przerwana po odmowie przekazania danych zebranych przez SFOE odzwierciedlających zachowanie się szwajcarskiego systemu elektroenergetycznego podczas awarii. W efekcie SFOE, bazując na raporcie UCTE<sup>4)</sup>, opublikował niezależnie raport pt.: „Raport o awarii zasilania we Włoszech 28 września 2003 r.”<sup>5)</sup>. Po odmowie współpracy przez SFOE, AEEG oraz CRE wystosowały do Swiss Electric - organizacji zrzeszającej szwajcarskich operatorów systemów przesyłowych - pismo z prośbą o przekazanie stosownych informacji, jednakże spotkały się z odmową. Mimo braku tych informacji, opierając się na danych zebranych od krajowych operatorów, AEEG oraz CRE zdecydowały się na kontynuowanie prac. Ich efektem jest raport, który stanowi część większego opracowania analizującego awarię z 28 września 2003 r. we Włoszech, która doprowadziła do całkowitej separacji włoskiego systemu elektroenergetycznego od systemu UCTE.

### **Stan połączonych systemów elektroenergetycznych bezpośrednio przed awarią**

Ta część raportu przedstawia stan połączonych systemów przed zdarzeniami, które doprowadziły do odizolowania półwyspu włoskiego od reszty sieci UCTE (godz. 3:00).

Po stronie włoskiej wszystkie linie przesyłowe, z wyjątkiem pięciu wyłączonych planowo do konserwacji, znajdowały się w ruchu. Przestoje te były uwzględnione w ocenach bezpieczeństwa wg kryterium N-1<sup>6)</sup> na dzień następnny i planach operacyjnych.

Po stronie francuskiej poza jednym transformatorem i czterema liniami, wszystkie linie przesyłowe pracowały prawidłowo. Operatorzy sąsiednich systemów byli poinformowani o wyłączeniach linii, zgodnie z zasadami UCTE. Oprócz prac przy transformatorze, reszta robót prowadzona była przy liniach odległych od granicy francusko-włoskiej, a zatem wyłączenie tych linii miało ograniczony wpływ na przepływy w tej części sieci. Stan szwajcarskiego systemu nie jest dokładnie znany, bowiem tamtejsze przedsiębiorstwa elektroenergetyczne odmówiły przekazania danych.

Transakcje handlowe w obrocie międzysystemowym w odniesieniu do importu na terytorium Włoch<sup>7)</sup>, pomiędzy godz. 3:00 a 4:00 dnia 28 sierpnia, miały następujące wielkości:

- na granicy francusko-włoskiej 2 650 MW przy NTC (*Net Transfer Capacity*<sup>8)</sup>) równym

2 650 MW;

- na granicy szwajcarsko-włoskiej 3 058 MW przy NTC 3 050 MW;
- na granicy austriacko-włoskiej 223 MW przy NTC 220 MW;
- na granicy słoweńsko-włoskiej 467 MW przy NTC 480 MW.

Przekroczenia mocy po stronie importu, które na granicy szwajcarsko-włoskiej wynosiły 8 MW były zbyt małe, by mogły mieć znaczący wpływ na wyizolowanie systemu włoskiego.

### **Przebieg wypadków w czasie awarii**

W dniu 28 sierpnia 2003 r. o godz. 3:00 stan połączonego systemu elektroenergetycznego, z małymi wahnięciami, zgodny był z prognozą a chwilowy dodatkowy import na północnej granicy Włoch (ok. 300 MW) nie mógł być główną przyczyną przeciążenia<sup>9)</sup> linii San Bernardino.

Zgodnie z omawianym raportem separacja włoskiego systemu elektroenergetycznego została zapoczątkowana wyłączeniem linii tranzytowej do Włoch EHV (*Extra High Voltage*) 380 kV Lukmanier leżącej na terenie Szwajcarii. Zdaniem autorów automatyczne wyłączenie było spowodowane znacznym przeciążeniem tej linii. Linie tego typu są projektowane do temperatury około 40°C. Z powodu przeciążenia, temperatura linii wynosiła ponad 100°C. Spowodowało to wydłużenie się przewodów (dopuszczalny maksymalny zwis przewodów był projektowany na 17,9 metra; jak wykazały badania w chwili zwarcia wynosił 20,86 metra), kontakt z gałęziami drzew i w efekcie zwarcie. Awaria ta doprowadziła także drugą szwajcarską linię tranzytową 380 kV San Bernardino do pracy w przeciążeniu. Próba przekierowania na nią **całego** tranzytu energii (bezpośrednio po wyłączeniu linii Lukmanier) podjęta przez operatora szwajcarskiego ETRANS doprowadziła do jej automatycznego wyłączenia. Zatem, wg raportu, wyłączenia obydwu linii były spowodowane niedotrzymaniem przez ETRANS kryterium bezpieczeństwa N-1.

Z uwagi na fakt, że awaria linii Lukmanier wydarzyła się w Szwajcarii, zgodnie z zasadami UCTE i trójstronnymi procedurami pomiędzy operatorami włoskim, szwajcarskim i francuskim, obowiązek podjęcia działań w celu przywrócenia bezpieczeństwa systemu spoczywał na Szwajcarach. OSP z Włoch i Francji musieli sprawdzić, czy ich sieci byłyby w stanie poradzić sobie ze stratą jakiegokolwiek elementu, rozpatrując przepływy rzeczywiste po wyłączeniu linii Lukmanier. Należy zaznaczyć, że włoski operator (GRTN) nie zaobserwował takiej zmiany przepływów, która mogłaby zachwiać warunkiem bezpieczeństwa N-1, tak więc działania mające na celu opanowanie sytuacji podjął dopiero na prośbę strony szwajcarskiej<sup>10)</sup>.

Francuski operator RTE zwrócił uwagę, że obserwowane przepływy energii elektrycznej spowodowały przeciążenie w jego sieci. Uwzględniając aktualną w tym momencie sytuację sieciową RTE zastosowało procedury operacyjne adekwatne do zaistniałej sytuacji. Francuski operator nakazał, o godz. 3:02, dwóm elektrowniom (Brevieres i Malgovert) podnieść poziom produkcji. Posunięcie to polegające na zmianie miejsca wprowadzania wytworzonej energii do systemu przyniosło pożądane efekty pomiędzy godz. 3:05 a 3:10. Następnie RTE zmodyfikowało układ pracy podstacji 22 kVB w La Saussaz w celu uniknięcia ograniczeń sieciowych w sieciach najwyższych i wysokich napięć. Operacja ta była zakończona o godz. 3:11.

Tymczasem Szwajcarzy ograniczyli się do skierowania prośby do Włochów o wyłączenie

pomp w elektrowniach szczytowo-pompowych. Pozostałe podjęte przez nich działania okazały się nieskuteczne, a na dodatek niezgodne z procedurami zarówno krajowymi, jak i ustalonymi przez UCTE. Szwajcarski operator stracił ok. 9 minut próbując nieskutecznie ponownie włączyć nieczynną linię Lukmanier. Ponadto nie mając wcześniejszej zgody GRTN na zmianę programu pracy włoskich elektrowni szczytowo-pompowych, powinien zapobiegawczo zmodyfikować konfigurację wytwarzania energii elektrycznej w Szwajcarii w celu skutecznego zniwelowania przeciążenia. Działanie to powinno być wdrożone czasowo aż do przywrócenia linii Lukmanier do pracy, bądź do czasu znaczącej zmiany poboru energii lub wytwarzania po stronie włoskiej (w efekcie współpracy z operatorami z Włoch i Szwajcarii). Trudno jest jednak powiedzieć, czy ten środek zaradczy został podjęty, albowiem tak, jak wcześniej wspomniano, szwajcarska energetyka odmówiła współpracy przy postępowaniu wyjaśniającym przyczyny zdarzenia.]

Po upływie 9 minut szwajcarski operator doszedł do wniosku, że ponowne włączenie linii uniemożliwiły zjawiska fizyczne zachodzące w sieci. W efekcie, nowa sytuacja spowodowała przeciążenie kolejnej linii (San Bernardino). Zgodnie z techniczną analizą przeprowadzoną w raporcie, środki, które można było podjąć w celu redukcji przepływów energii w szwajcarskich sieciach, polegające na:

- czasowej modyfikacji przepływów celem zmniejszenia kąta fazowego z  $42^\circ$  do  $30^\circ$ , co umożliwiłoby ponowne włączenie linii, bądź
- zmniejszeniu przepływów przez Szwajcarię, najprawdopodobniej nie zostały podjęte.

W kolejnym kroku szwajcarski OSP wystąpił do włoskiego operatora o ograniczenie importu o 300 MW w celu powrócenia do uzgodnionego grafikiem programu wymiany. Warto zauważyć, że włoski OSP został poproszony jedynie o zmniejszenie wymiany energii na północnej granicy, nie zaś wprost o zaprzestanie pompowania w elektrowniach szczytowo-pompowych. Co warto podkreślić, Szwajcarzy nie byli w stanie ani uruchomić linii Lukmanier, ani złagodzić przeciążenia linii San Bernardino nawet po spełnieniu ich prośby przez Włochów. Ponadto prawa fizyki spowodowały, że redukcja przez Włochów importu o 300 MW rozłożyła się na wszystkie połączenia międzysystemowe. W efekcie tylko mała część z redukcji importu o 300 MW została wykorzystana do obniżenia przeciążenia występującego w linii San Bernardino.

### **Izolacja włoskiego systemu elektrycznego od reszty sieci UCTE**

O godzinie 3:21:00 import do włoskiego systemu elektroenergetycznego był zredukowany o 300 MW, co nie zapobiegło jednak przeciążeniu i w konsekwencji wyłączeniu linii San Bernardino o godz. 3:25:22 a następnie linii 220 kV Mettlen-Airolo (3 sek. później). Chwilę potem inna szwajcarska wewnętrzna linia 220 kV została unieruchomiona, co spowodowało odizolowanie południowej części tego kraju od reszty szwajcarskiego systemu. Od tego momentu ta część Szwajcarii zaopatrywana była przez włoski system elektroenergetyczny. Doprowadziło to do wyłączenia pozostałych jeszcze pracujących linii łączących system włoski ze szwajcarskim. To z kolei było przyczyną przeciążenia połączeń na granicy Włoch z Francją. Przeciążenie na tej granicy spowodowało gwałtowny spadek napięcia na niektórych francuskich podstacjach. Połączenie niskiego napięcia z wysokim natężeniem spowodowało wyłączenie francuskiej linii 380 kV Albertville-La Coche-Praz o godz. 3:25:32.

Awaria ta wraz z postępującą desynchronizacją<sup>11)</sup> włoskiego systemu spowodowały (2 sek. później) odizolowanie Włoch od Francji. Zaraz potem działać przestały linie przesyłowe pomiędzy Włochami a Słowenią. Do godziny 3:26:24 włoski system elektroenergetyczny

utrzymywał asynchroniczne połączenie z resztą systemu UCTE jedynie poprzez jedną linię 220 kV i lokalne połączenia ze Słowenią (132 kV). Od tej pory nastąpiła całkowita izolacja włoskiego systemu elektroenergetycznego.

### **Ocena podjętych działań**

Zintegrowane szwajcarskie przedsiębiorstwa elektroenergetyczne nie były w stanie przedstawić dowodów, że zaprojektowały efektywny i osiągalny system środków zaradczych, które w razie zdarzeń mogących zagrozić pracy połączonych sieci były przewidywalne, a których konsekwencje dla stanu połączonych sieci były łatwe do oceny z wyprzedzeniem. Wydarzenia spowodowane awarią pokazały, że przedsiębiorstwa te nie wdrożyły omawianych środków a próby podjętych przeciwdziałań nie były efektywne. Właśnie z tych przyczyn, wg autorów raportu, szwajcarski system elektroenergetyczny nie spełniał kryterium N-1 już przed wyłączeniem linii Lukmanier.

W podsumowaniu raportu autorzy stwierdzają, że po awarii linii Lukmanier szwajcarski operator podjął szereg błędnych decyzji operacyjnych:

- przez 9 minut usiłował ponownie włączyć linię, która nie mogła być uruchomiona, co mogło być prosto przewidziane w drodze planowania z dobowym wyprzedzeniem,
- wdrożył środki zapobiegawcze niewystarczające do przywrócenia bezpieczeństwa systemu,
- poprosił Włochów jedynie o redukcję o 300 MW całego włoskiego importu i polegał na środkach korygujących wdrażanych poza obszarem jego działania, które nie były wcześniej ustalone,
- nie przestrzegał własnych procedur awaryjnych. Dodatkowo szwajcarski operator nie zastosował się do procedury na wypadek zagrożeń, określonej i przyjętej wspólnie w 2001 r. przez Włochy, Francję i Szwajcarię.

Ponadto szwajcarski operator zbyt późno powiadomił swoich partnerów o zaistniałej sytuacji, co uniemożliwiło im odpowiednio zareagować i przywrócić bezpieczeństwo pracy połączonych sieci. Wydaje się, że zarówno Włosi jak i Francuzi nie byli w stanie podjąć skutecznych działań w celu zapobieżenia tej katastrofie. Wynika to po pierwsze z faktu, że jej przyczyna znajdowała się poza ich systemami elektroenergetycznymi, po drugie niewystarczająca współpraca ze strony szwajcarskiej uniemożliwiła podjęcie próby opanowania sytuacji.

### **Rekomendacje wynikające z raportu**

Autorzy raportu formułują kilka zaleceń, których realizacja powinna w przyszłości ograniczyć możliwość wystąpienia zjawisk takich, jak opisane powyżej:

- Zasady UCTE powinny być uszczegółowione i sprecyzowane.
  - Stosowanie się do zasad UCTE powinno stać się dla państw członkowskich prawnie obowiązujące.
  - Powinna zostać wprowadzona w życie niezależna ocena i kontrola przestrzegania zasad UCTE wraz z prowadzeniem monitoringu zdarzeń sieciowych.
  - Współpraca operatorów w zakresie planowania pracy i bieżącej eksploatacji połączonych sieci powinna zostać wzmocniona.
  - W kontynentalnej części Europy powinny zostać wdrożone w życie ramy prawne i regulacyjne spójne z prawodawstwem UE w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracy sieci oraz dostaw energii elektrycznej.
-

Analiza awarii we Włoszech daje okazję do refleksji natury bardziej ogólnej. Ograniczenia zdolności przesyłowych wymiany międzysystemowej, szczególnie w systemach na granicach, gdzie występują przepływy kołowe, mogą, zdaniem niektórych ekspertów, stanowić największą barierę funkcjonowania wspólnego rynku energii. Doświadczenie włoskie wskazuje, że kraj, którego bezpieczeństwo energetyczne w znacznym stopniu zależy od importu energii elektrycznej, w sytuacji kryzysowej staje się nadmiernie uzależniony od zjawisk zachodzących w systemie kraju tranzytowego i działań operatorów, na które nie ma żadnego wpływu.

W związku z zaistniałą sytuacją rząd włoski przyjął dekret o budowie nowych mocy wytwórczych (55/02). Na lata 2004-2008 planuje się budowę 17 elektrowni o łącznej mocy 11 915 MW, w tym 3 projekty o mocy 2 185 MW są już w stanie zaawansowanym. Planuje się też budowę 3 nowych połączeń międzynarodowych:

- Włochy-Szwajcaria (S. Fiorano-Robbia),
- Włochy-Austria (Cordignano-Lienz),
- Włochy-Słowenia (Udine-Okroglo).

Mając na względzie poprawę bezpieczeństwa energetycznego kraju postanowiono również rozbudować sieć połączeń krajowych, gdyż tzw. „wąskie gardła” w tej sieci spotęgowały skutki blackoutu. GRTN przygotowuje trzyletni plan rozwoju sieci, który będzie poddany ocenie przez rząd i władze regionalne. Na lata 2003-2005 zaplanowano inwestycje na sumę 1 100 mln EURO. W ich skład ma wejść rozbudowa sieci wysokich napięć o długości 2 035 km i budowa 45 nowych stacji.

---

1) *Report on the Events of September 28<sup>th</sup>, 2003 Culminating in the Separation of the Italian Power System from the Other UCTE Networks.*

2) AEEG - *Autorita per l'energia elettrica e il gas.*

3) CRE - *Commission de Regulation de l'Energie.*

4) UCTE - *Union for the Coordination of Transmission of Electricity*- Unia koordynacji przesyłu energii elektrycznej.

5) *Report on the black-out in Italy on September 28<sup>th</sup>.*

6) Zgodnie z zasadami UCTE, w uproszczeniu, od OSP wymaga się, aby utrzymywali własne systemy elektroenergetyczne tak, by funkcjonowały one prawidłowo przy awarii każdego pojedynczego elementu (linii przesyłowej czy stacji).

7) Włochy są jednym z większych producentów energii w Europie. Produkcja energii elektrycznej w 2001 r. wyniosła 273 TWh. Głównym wytwórcą energii elektrycznej we Włoszech jest ENEL. Źródła ciepłe stanowią 64% produkcji, kolejne 18% to elektrownie wodne, 2% stanowią źródła odnawialne (w tym geotermiczne - 5 TWh, wiatrowe i słoneczne). Aż 16% energii elektrycznej pochodzi z importu.

System sieciowy we Włoszech nie jest bardzo rozbudowany i znajduje się w nim wiele przewężeń. Linie elektroenergetyczne wysokiego napięcia opasują kontur kraju (bardzo mało połączeń poprzecznych), bardziej rozbudowana sieć znajduje się na północy. Długość linii wysokiego napięcia wynosi około 65,8 tys. km, w tym linie 380 kV - 9,8 tys. km, 220 kV - 12 tys. km i 150-132 kV - 44 tys. km.

8) NTC - zdolności przesyłowe netto określają wielkości maksymalnej dopuszczalnej mocy wymiany międzysystemowej pomiędzy dwoma obszarami, realizowanej zgodnie z obowiązującymi kryteriami niezawodności z uwzględnieniem marginesu bezpieczeństwa.

9) Różnice pomiędzy sumą rzeczywistych przepływów mocy w liniach transgranicznych łączących systemy elektroenergetyczne a sumą wymiany mocy przewidzianą harmonogramem często mogą osiągać 300 MW i więcej, w obydwu kierunkach, jako wartości chwilowe bądź jako średnia z kilka minut z powodu stałej czasowej wtórnej regulacji częstotliwości.

10) Wtedy też zredukował on import o 425 MW, tj. o 125 MW więcej niż prosiła strona szwajcarska.

11) Spowodowana spadkiem częstotliwości do 47,5 Hz, to zaś doprowadziło do automatycznego odłączania się generatorów elektrowni.