

Mgr inż. Marcin Flakus,
mgr inż. Marek Rutka,
mgr inż. Tomasz Semla
ZPrAE Sp. z o.o. Siemianowice Śląskie

CO TO JEST PROJEKT OBWODÓW WTÓRNYCH STACJI, GDZIE ZACZYNA SIĘ, A GDZIE KOŃCZY WYKONANIE SZAF ORAZ CO OBEJMUJE URUCHOMIENIE ICH NA OBIEKCIE

Streszczenie

ZPrAE Sp. z o.o. od lat projektuje, produkuje i dostarcza energetyce szafy układów zabezpieczeń, pomiaru energii, sygnalizacji, rejestracji zakłóceń etc., dla rozdzielni WN, 110÷400 kV. Posiada kadrę osób z uprawnieniami projektowymi i kierowników budów. Artykuł ten ma na celu podzielić się doświadczeniami zdobytymi w pracach na projektach przekazanych przez inwestora/głównego wykonawcę, wraz z uwagami, co do jakości i podejścia do tych projektów i późniejszej realizacji szaf obwodów wtórnych i uruchomień tych szaf.

1. Co to jest projekt obwodów wtórnych stacji

W ostatnim czasie spotykamy się z różną jakością projektów obwodów wtórnych stacji. Jeśli chodzi o operatora systemu przesyłowego, którym są Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A. to dopracowanie i uszczegółowienie projektów w ostatnich latach wzrosło do takiego poziomu, iż późniejsze przygotowanie prefabrykacji szaf obwodów wtórnych na ich podstawie nie przysparza większych problemów. Projekty obwodów wtórnych dla mniejszych stacji, jak np. GPZ-ty znacznie częściej powodują problemy podczas przygotowania prefabrykacji szaf. Wpływa to na czas prefabrykacji, ale przede wszystkim na późniejsze uruchomienie szaf w obiekcie, jak też zadowolenie inwestora z realizacji danej inwestycji

Co to jest w ogóle projekt?

Projekt, według definicji, jest tymczasowym przedsięwzięciem, które ma na celu stworzenie unikalnej usługi lub produktu, gdzie charakterystyka tymczasowości określa, że to przedsięwzięcie ma bardzo ściśle określony początek i koniec, zaś unikalność oznacza, że usługa lub produkt w zauważalny sposób są całkowicie inne niż wszystkie podobne usługi bądź produkty. Pojęcie projektu wymaga sprecyzowania głównych cech. Należą do nich: cel, niepowtarzalność, złożoność, określoność, zmienność, zaangażowanie zasobów ludzkich, ograniczoność czasowa.

Od czego zatem projektant powinien rozpocząć prace projektowe po zapoznaniu się z zakresem projektu? Wydaje się, że od wizji lokalnej obiektu. Tak jednak często nie jest, czego efektem mogą być sytuacje, w których na etapie realizacji pojawiają się problemy np. z prowadzeniem kabli, wynikające z braku kablowni, brakiem możliwości transportu szaf do istniejących budynków (szerokość drzwi). Ewidentnie świadczy to o braku odbycia takiej wizji przez projektanta.

W tym miejscu chcielibyśmy omówić kilka kluczowych punktów, które powinien zawierać projekt, a o których projektanci często zapominają lub podchodzą do nich bez należytej uwagi. Zbyt nonszalanckie podejście projektantów do zadania może powodować problemy podczas prefabrykacji szaf, a początkowe błędy i brak uzgodnień z inwestorem mogą prowadzić do znacznych opóźnień podczas prac obiektowych, w tym uruchomień i odbiorów końcowych Inwestycji.

Jedną z pierwszych, kluczowych rzeczy, jaką powinien wykonać projektant jest schemat strukturalny (jednokreskowy) poszczególnych rozdzielni stacji. Na schemacie tym powinny zostać naniesione uzgodnione nazwy oraz numery poszczególnych pól oraz typy aparatury WN. Schemat ten powinien zostać zatwierdzony przez inwestora. Inwestor powinien także (o ile to możliwe na tym etapie) zatwierdzić przekładnie przekładników prądowych, które są szczególnie ważne dla późniejszej realizacji i prac uruchomieniowych. Uzgodniony schemat powinno się

umieścić w poszczególnych tomach dokumentacji, a o ewentualnych zmianach powinny być powiadamiane wszystkie osoby związane z daną inwestycją. Zdarza się, iż w projektach nie jest zamieszczany schemat funkcjonalny lub w różnych tomach jest zamieszczany schemat różniący się nazwami pól lub przekładniami. Błędny schemat ma wpływ na konfigurację zabezpieczeń, np. zabezpieczenia szyn zbiorczych i lokalnej rezerwy wyłącznikowej, a wyjaśnianie różnic zajmuje czas wykonawcy.

Drugą kluczową rzeczą, z jaką się często borykamy, to plan nastawni. Zamieszczane w projektach plany nastawni nie zawierają tak kluczowych informacji, jak wymiary szaf oraz kierunki otwierania drzwi i ram uchylnych. Dodatkowym błędem, jaki się pojawia i jest związany z ustawieniem szaf to niezgodność odwzorowania synoptyki rozdzielni. Niezgodność ta objawia się tym, iż kierunek „rysowania” synoptyki na szafach zabezpieczeń jest inny niż na zatwierdzonym schemacie stacji. Dotyczy to także niespójności pomiędzy synoptykami szaf zabezpieczeń (SSiN) a synoptyką w szafach LCC rozdzielnicy GIS. Wydaje się, że dobrym pomysłem jest przyjęcie standardu system 1 nad 2, pole o najmniejszym numerze po lewej stronie.

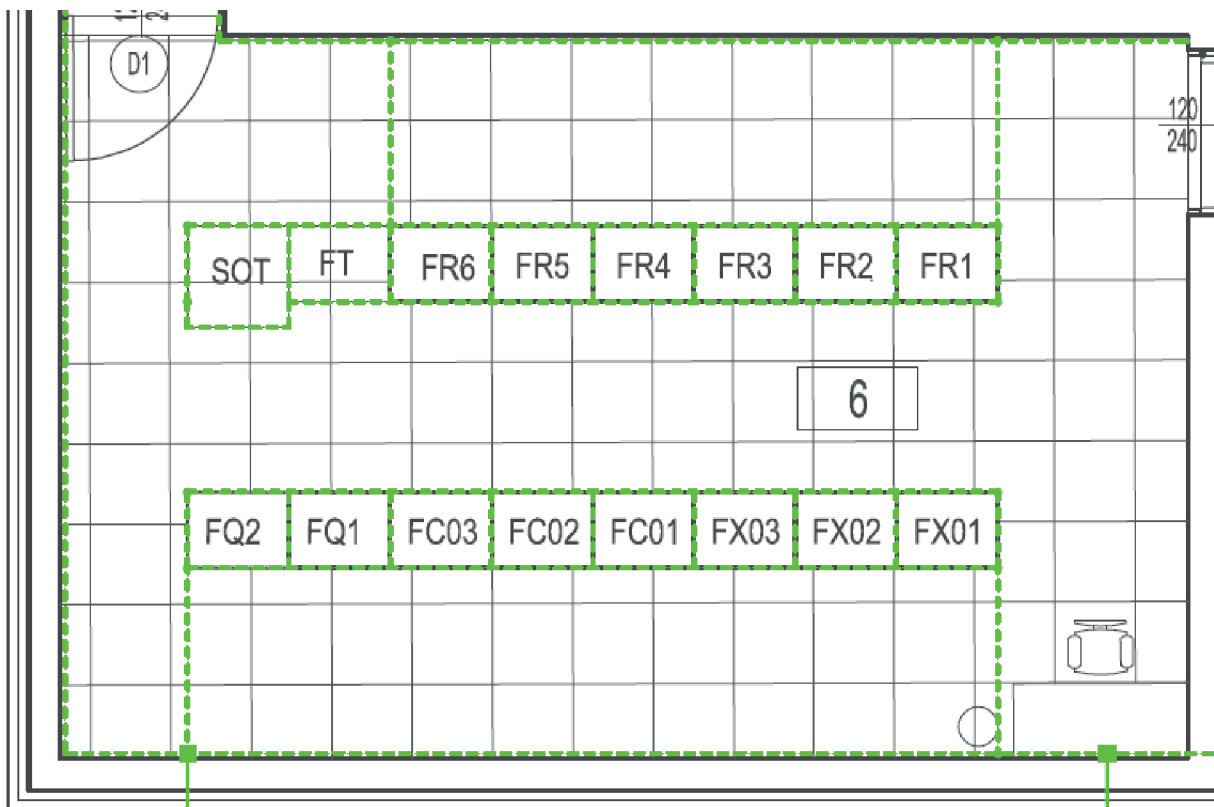
Brak zaznaczonych kierunków otwierania drzwi i ram uchylnych szaf powoduje wstrzymanie prefabrykacji szaf. Dodatkowo, jeśli w pozostałych częściach projektu (elewacjach, zestawieniach materiałów) wyspecyfikowane kierunki otwierania drzwi lub też wymiary szaf wzajemnie się wykluczają, powoduje to czasochłonne dodatkowe uzgadniania z zamawiającym i inwestorem. Jest to dość poważny problem, ponieważ w gotowej szafie z wydrukowanymi urządzeniami na ramie uchylniej nie da się zmienić kierunku jej otwierania, co może być powodem negatywnego odbioru końcowego obiektu. Podczas zaznaczania na planie kierunków otwierania drzwi szaf obwodów wtórnych powinno się wziąć pod uwagę przede wszystkim kierunek ewakuacji. Podczas ewakuacji uciekająca osoba powinna zamykać drzwi szaf. Na rysunku nr 1 przedstawiono przykładowy plan nastawni, który nie zawiera ww. informacji. Uzupełnienie i zatwierdzenie wszystkich potrzebnych informacji zajęło w tym przypadku kilka tygodni, co znacznie wydłużyło czas prefabrykacji szaf. Ponadto podczas uzgadniania okazało się, iż szafy mają wymiar 800x800, a nie jak sugeruje plan 800x600.

Kolejną podstawową rzeczą, na którą zwracamy uwagę, i która wstrzymuje cały proces realizacji zadania jest uzgodnienie z inwestorem i zapisanie w dokumentacji wykonawczej kolorystyki przewodów dla obwodów prądowych, napięciowych oraz pozostałych. Zdarza się, iż inwestorzy mają swoje przyzwyczajenia do kolorystyki przewodów. Brak sprecyzowania kolorystyki przewodów powoduje przyjęcie dowolnej kolorystyki przewodów przez producentów szaf, co może spotkać się z krytyką inwestora. Ponadto, w przypadku prefabrykacji szaf obwodów wtórnych przez różne firmy, brak tej informacji może spowodować różnorodność kolorystyki przewodów w szafach na jednej stacji. Ustalona kolorystyka przewodów powinna zostać opisana w opisie technicznym oraz w dokumentacji montażowej (konkretne obwody, które należy wykonać określoną kolorystyką przewodu). Osobną kwestią jest to, iż na dokumentacji montażowej oprócz kolorystyki przewodów projektant powinien zaznaczyć przekroje poszczególnych przewodów.

Jednoznaczne określenie typu i producenta zacisków wraz z osprzętem w poszczególnych obwodach jest kolejnym kluczowym zadaniem w ramach prac projektowych. Dla poszczególnych zacisków, niektórzy producenci posiadają osprzęt w różnych kolorach. Uzgodnione zestawienie zacisków powinno zostać udostępnione wszystkim projektantom zaangażowanym w dane zadanie inwestycyjne, a ci powinni wskazać uzgodnione zaciski w poszczególnych zestawieniach materiałów, łącznie z aparaturą dodatkową. Takie podejście spowoduje, iż w każdej szafie będziemy mieć zestawione zaciski tego samego typu, co na dzień dzisiejszy nie jest takie oczywiste.

Prawidłowe zestawienie materiałów wykonane przez projektanta może zaoszczędzić dziesiątki godzin pracy podczas przygotowania prefabrykacji szaf. Zdarza się jednak, iż projektanci wykonują zestawienia materiałów niestarannie. Nie zestawiają wszystkich aparatów, nie zestawiają aparatury dodatkowej do zacisków, nie podają numerów katalogowych urządzeń, nie podają producentów poszczególnych aparatów lub myślą ilości poszczególnych aparatów.

Brak numerów katalogowych, w których jest zaszyte dodatkowe wyposażenie lub szczegółowe wykonanie, np. napięcie zasilania, jest szczególnie niebezpieczne, ponieważ zakupiony aparat może nie spełniać wymagań inwestora lub projektu. W skrajnych przypadkach może nawet dojść do uszkodzenia aparatu. Dokładne wyspecyfikowanie danego aparatu powinno należeć do obowiązku projektanta.



Rys. 1. Przykładowy plan nastawni

Poza kwestiami czysto technicznymi brak precyzyjnie wyspecyfikowanej aparatury może spowodować poważne rozbieżności podczas przygotowania wycen gotowych szaf. Część oferentów może przyjąć urządzenia z uboższym wyposażeniem, co może mieć wpływ na cenę gotowego urządzenia, a w konsekwencji na jego wykonanie i ewentualne uruchomienie szaf w obiekcie. Skrajnym przypadkiem jest zestawienie w opisie, zestawieniu materiałów, dokumentacji ideowo-montażowej w takich samych obwodach aparatury różnych producentów i o różnych parametrach, co wskazuje na składanie dokumentacji projektowej z różnych wcześniejszych projektów innych stacji.

Kolejną rzeczą, na którą projektanci powinni zwrócić uwagę to elewacje szaf. Przed zaprojektowaniem elewacji szaf powinno się uzgodnić z inwestorem rozmieszczenie zacisków. Część inwestorów preferuje rozmieszczenie zacisków na listwach pionowych, a część na listwach poziomych. Uzgodnienie to powinno zostać udostępnione wszystkim projektantom poszczególnych tomów. Zdarza się, iż szafy zabezpieczeń linii posiadają listwy poziome, a szafy zabezpieczeń transformatorów pionowe. Na elewacjach powinny się znaleźć wszystkie zaprojektowane aparaty łącznie z ich symbolem montażowym oraz listwy zaciskowe. Wszystkie aparaty muszą być rysowane w tej samej skali, a długość listew zaciskowych nie powinna być tylko wynikiem ilości zacisków i ich szerokości, ale powinna zawierać także szerokości ścianek rozdzielających, końcowych oraz blokad końcowych.

Zdarza się, że po narysowaniu listew zaciskowych w skali odpowiadającej pozostałym elementom szafy, zaciski w ułożeniu pionowym sięgają kanału kablowego. Dodatkowo na elewacji powinny być zaznaczone wymiary szaf (wysokość, szerokość, głębokość) oraz kierunki otwierania drzwi, zgodne z zatwierdzonym planem nastawni. Dobrą praktyką jest także

zestawienie wszystkich szaf danego typu – np. zabezpieczeniowych – na jednym rysunku. Możemy wtedy porównać, czy poszczególne aparaty są montowane na tej samej wysokości, np. te same typy zabezpieczeń, mierniki, przełączniki, synoptyka. Takie podejście do rysowania elewacji usprawni przygotowanie szaf do prefabrykacji oraz zmniejszy ilość uzgodnień z zamawiającym/inwestorem, które powinny być wykonane przez projektanta już na etapie projektu wykonawczego.

Dodatkowo, należy starać się ujednolicić typy wykorzystanych obudów szafowych jednego producenta, przynajmniej w zakresie jednego pomieszczenia, lub rzędu szaf. Pozwala to na uniknięcie problemów z mocowaniem szaf na obiekcie (np. wykonaniem podłogi technologicznej i posadowieniem szaf - temat cokołów, ich wysokości lub mocowania do przygotowanej konstrukcji).

Ostatnią rzeczą, którą powinien zawierać projekt z punktu widzenia prefabrykacji szaf obwodów wtórnych, to dokumentacja montażowa. Dokumentacja montażowa powinna zawierać wszystkie aparaty wraz z ich adresami przyłączeniowymi, zaznaczoną uzgodnioną kolorystyką przewodów dla poszczególnych adresów oraz przekrojami przewodów. Schemat montażowy listew zaciskowych powinien pokazywać typ zacisków dla poszczególnych złączy. Dokumentacja ta powinna obrazować rzeczywiste rozmieszczenie aparatury w szafie.

W ww. częściach projektu nie wspomniano o części ideowej dokumentacji, na którą projektanci poświęcają najwięcej czasu, która niewątpliwie jest najważniejszą częścią dokumentacji i na jej podstawie są wykonywane pozostałe tomy dokumentacji, jakimi są dokumentacja montażowa, zestawienia materiałów, elewacje szaf. Bez niej nie da się sprawdzić i uruchomić szaf na obiekcie. Dokumentacja ideowa powinna być przygotowana z należytą starannością zgodnie z najnowszą wiedzą techniczną i oparta o konkretne urządzenia. Dokumentacja ideowa dodatkowo powinna zawierać połączenia obwodów komunikacyjnych z rozrysowanymi dokładnie portami komunikacyjnymi, co w dzisiejszych czasach jest istotnym elementem działania stacji.

Przygotowanie z należytą starannością i wg powyższych wytycznych kluczowych elementów, które składają się na projekt obwodów wtórnych stacji spowoduje, że skrócimy czas poświęcony na prefabrykację szaf. Unikniemy błędów w ich wykonaniu (np. z błędnymi kierunkami otwierania drzwi), błędów w zamówieniach aparatury, które mogą skutkować uszkodzeniem aparatury, lub dostawą nowego urządzenia, która może w dzisiejszych trudnych pod względem dostaw czasach, trwać nawet kilka miesięcy. To wszystko z kolei może opóźnić całą inwestycję. Dzięki rzetelnie opracowanej dokumentacji wykonamy szafy zgodnie z życzeniami i przyzwyczajeniami inwestora, wraz z preferowaną kolorystyką przewodów, preferowanymi złączkami itd. Każde odstępstwo od takiego schematu może spowodować konieczność dodatkowych, uzgodnień z inwestorem, co w konsekwencji opóźni prefabrykację szaf, a pominięte w dokumentacji elementy mogą dodatkowo spowodować problemy podczas uruchomienia szaf w obiekcie lub podczas odbiorów końcowych. Dobry projekt będzie także towarzyszył inwestorowi przy eksploatacji szaf oraz wyeliminuje możliwość błędów eksploatacyjnych wpływających na prace urządzeń oraz zdrowie i życie ludzkie.

2. Gdzie zaczyna, a gdzie kończy wykonanie szaf

Biorąc pod uwagę większe lub mniejsze problemy z otrzymanym projektem, rozpoczynamy wykonanie szaf. Dobrą praktyką głównego wykonawcy jest współpraca projektanta ze służbami projektowo – wykonawczymi wykonawcy szaf. Nie zawsze jest to jednak możliwe, w szczególności gdy projektant wykonuje projekt dla inwestora przed wyborem wykonawcy. W takim przypadku powinien on we własnym zakresie zdobyć podstawową wiedzę i praktykę związaną z wykonywaniem szaf. Producenci i firmy prefabrykujące szafy bardzo często oferują wsparcie techniczne lub szkolenia dla projektantów ukierunkowane na jak najlepsze i optymalne projektowanie obwodów oraz mechaniki szaf dla projektantów. ZPrAE dla zainteresowanych projektantów takie szkolenia przeprowadza.

Istotną kwestią jest to, czy wykonanie szaf jest tylko wykonaniem montażu do przygotowanej obudowy, czy też wymianą uwag, co do zauważonych błędów i nieścisłości z

wykonawcą stacji lub inwestorem. Jeżeli dokumentacja montażowa zawiera błędy, to powstaje pytanie, czy z tymi błędami należy szafę zmontować, np. przewody prądowe wykonać linką/drutem o zbyt małym przekroju? Wydaje się być dobrą praktyką powiadomienie o wszelkich zauważonych błędach lub nieścisłościach głównego wykonawcę lub inwestora i z jego akceptacją wprowadzenie poprawek do dokumentacji. Jest to ostatni moment na poprawę wszystkich niedociągnięć projektu. Późniejsze poprawianie błędów projektowych generuje niepotrzebne koszty i wydłuża czas potrzebny na uruchomienie urządzeń.

Jaki powinien być zakres sprawdzeń sprefabrykowanej szafy? Czy zakres sprawdzeń szafy dotyczy jedynie sprawdzenia pomontażowego, czy też sprawdzeń funkcjonalnych oraz ewentualnej konfiguracji zabezpieczeń/urządzeń?

Dobłą praktyką części inwestorów są testy FAT według zatwierdzonych programów odbiorów. Testy takie odbywają się już od dawna przy wykonywaniu wszelkich szaf dla PSE S.A., elektrowni, a także dla części zakładów energetycznych. Na podstawie naszych doświadczeń, jako producenta szaf i aparatury zabezpieczeniowej, możemy jednoznacznie stwierdzić, że poprawnie przeprowadzone testy FAT już na etapie prefabrykacji szaf oraz ew. konfiguracji zabezpieczeń pozwalają na wyeliminowanie błędów oraz wyjaśnienie z inwestorem szeregu szczegółów, niezgodnionych na etapie projektowym. Ponadto, testy FAT pozwalają na pełną weryfikację poprawności wykonania szaf/urządzeń, zgodności z projektem, poprawności współpracy z SSiN, w tym wymuszenia i sprawdzenia sygnałów, itd. Obligatoryjne testy FAT spowodowałyby dostosowanie się wszystkich firm projektowych i produkcyjnych prefabrykujących szafy do odpowiednio wysokiego poziomu, pozwalającego na doprowadzenia do pozytywnego odbioru technicznego w fabryce.

Pomimo trudnej sytuacji związanej ze stanem epidemii nasza firma nieprzerwanie prowadzi testy FAT w systemie zdalnym, z wykorzystaniem platformy np. *MS Teams*.

3. Czym jest uruchomienie?

Prace uruchomieniowe EAZ oraz obwodów wtórnych to jeden z ważniejszych, jeżeli nie najważniejszy etap budowy lub modernizacji stacji elektroenergetycznej. Poprawnie skonfigurowana i działająca automatyka zabezpieczeniowa ma kluczowy wpływ na późniejszą pracę całej stacji elektroenergetycznej oraz na bezpieczeństwo obsługi. W celu rzetelnego przeprowadzenia prac obiektowych konieczne jest posiadanie odpowiedniej wiedzy technicznej, skompletowanie potrzebnych dokumentacji oraz kart nastawień i sygnałów, posiadanie odpowiednich narzędzi, tj. wymuszalniki prądowo-napięciowe, testery napięcia, testery izolacji itp. Należy zadać sobie pytanie, czy niedoświadczony pracownik lub firma jest w stanie przeprowadzić samodzielnie konfigurację i uruchomienie zabezpieczeń na obiektach WN i NN? Czy dla każdego uruchomienie znaczy dokładnie to samo?

Ważnym aspektem prac uruchomieniowych jest określenie zakresu uruchomienia oraz podziału tych zakresów pomiędzy grupę rozruchową obiektu, podwykonawców oraz producentów/dostawców automatyki zabezpieczeniowej. Główny wykonawca powinien tak zaplanować prace uruchomieniowe, żeby każdy z uczestników tego etapu wiedział gdzie kończy się jego zakres, zaś kierownik rozruchu w pełni koordynował te prace. Często zdarza się, że uruchomienie danego zabezpieczenia nie kończy się na sprawdzeniu poprawności konfiguracji i wymuszeniu sygnałów do ośrodków nadrzędnych w ramach jednego przyjazdu do obiektu, ale konieczny jest jeszcze współdział w dodatkowych sprawdzeniach technicznych z inwestorem.

Poprawna konfiguracja zabezpieczeń wraz ze skorelowaniem jej z obwodami zewnętrznymi jest szczególnie ważnym elementem. Określenie, kto jest odpowiedzialny za skonfigurowanie i wprowadzenie nastawień do zabezpieczenia już na etapie zamówień, pozwoli na ustrzeżenie się od niepotrzebnych zaskoczeń. Z jednej strony za konfigurację zabezpieczenia odpowiedzialny może być producent urządzenia, co pozwoli na skrócenie czasu pracy w obiekcie. Z drugiej strony, konfigurację i uruchomienie zabezpieczenia może realizować grupa rozruchowa wykonawcy podczas prac obiektowych.

Kolejnym zagadnieniem, jest przygotowywanie programów prób i testów SAT zabezpieczeń. Generalnie za przygotowanie tych dokumentów odpowiedzialny jest główny

wykonawca, który może scedować to zadanie na podwykonawcę lub dostawcę urządzenia. Ważne jest, żeby takie kwestie uzgadniane były już na etapie zamówień. W zależności od tego, kogo główny wykonawca przewiduje do współudziału w sprawdzeniach, odpowiedzialność za przygotowanie odpowiednich dokumentów powinna być wcześniej uzgodniona

Na koniec należy się zastanowić nad rzetelnością wykonanych sprawdzeń i prac uruchomieniowych, jak też wydanych protokołów z tych prac. Wiele razy zdarzało się nam spotykać się z protokołami z wymuszeń sygnałów, które były albo nie wykonane, lub wykonane nie rzetelnie. Po latach, jak ostatnio miało to miejsce przy badaniach okresowych urządzeń wykonywanych dla jednego z ZE, stwierdzano błędy konfiguracyjne, a nawet projektowe, na przykład: źle skonfigurowane ZSZ i LRW lub zła współpraca tych urządzeń z obwodami zewnętrznymi. W czasie uruchomienia ZSZ i LRW przez grupę rozruchową zabezpieczenia te sygnalizowały już błędne podłączenia do obwodów wtórnych, które zostało zlekceważone i wykryte dopiero kilka lat później, przy badaniach okresowych. Tanie prace skutkują czasami po prostu przepisaniem protokołów bez wykonania wszystkich koniecznych prób.

Podsumowując, odpowiednia jakość i rzetelność wykonanych prac na każdym z etapów: projektowym, montażowym, wykonawczym, rozruchowym ma decydujący wpływ na czas realizacji zadania, zadowolenie inwestora, a przede wszystkim na długi czas bezawaryjnej eksploatacji urządzeń i obiektów.