

METODYKA POMIARÓW POLA-EM W ROZDZIELNIACH WYSOKIEGO NAPIĘCIA I W OTOCZENIU LINII WYSOKIEGO NAPIĘCIA DLA POTRZEB OCENY NARAŻENIA PRACUJĄCYCH W ŚRODOWISKU PRACY

Celem pomiarów jest wyznaczenie lokalnych wartości maksymalnych natężeń pola-E i pola-M oraz ustalenie granic stref ochronnych w zdefiniowanej przestrzeni pracy przy wszystkich czynnych źródłach pola-EM o częstotliwości 50 Hz, a także wyliczenie wskaźników dziennego narażenia ogólnego W , jako kryterium oceny tymczasowości narażeń.

Wyniki pomiarów mają służyć użytkownikowi źródeł pola-EM we wdrożeniu skutecznego programu stosowania środków ochronnych.

1 SPOSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARÓW

1.1 Przygotowanie formalne do pomiarów

Stacje elektroenergetyczne mają znaczenie strategiczne dla bezpieczeństwa energetycznego w skali regionu i kraju; są obiektami zamkniętymi i monitorowanymi, a praca na ich obszarze regulowana jest specyficznymi przepisami. Przed przystąpieniem do pomiarów należy:

- zgłosić swoje przybycie dyżurnemu stacji (personelowi dopuszczającemu) i uzyskać zgodę na wejście (wjazd) na teren stacji,
- na żądanie okazać dowody osobiste i aktualne świadectwa kwalifikacyjne SEP odpowiednie do zakresu napięć występujących na obiekcie (na uprawnieniach SEP znajduje się także numer dowodu osobistego),
- potwierdzić u dyżurnego stacji elektroenergetycznej wcześniejsze ustalenia co do zakresu (praca bez fizycznego dostępu do aparatury elektrycznej bez konieczności wyłączenia pola stacji) i czasu wykonania prac; na czas pomiarów wymagane jest określenie stanowisk osoby dopuszczającej i nadzorującej, oraz wpisanie ich w poleceniu na pracę
- sprawdzić, czy nie ma nieplanowanych wyłączeń, które mogłyby uniemożliwić realizację zleconego zakresu pomiarów (z uwagi na bezpieczeństwo nie wskazane jest przebywanie w polu, gdzie wykonywane są czynności łączeniowe),
- uzyskać polecenie na wykonanie swoich prac, a następnie potwierdzić u dyżurnego dopuszczenie do ich wykonywania,
- oryginał polecenia na wykonanie swoich prac zabieramy ze sobą na miejsce badań i oddajemy go po podpisaniu dyżurnemu/obsłudze stacji na zakończenie pracy (zamknięcie polecenia),
- odebrać szkolenie stanowiskowe potwierdzane podpisami,
- zapoznać się z obszarem prowadzenia badań i drogami ewakuacji.

Uwaga: Z uwagi na specyficzne miejsce badań obsługa stacji ma prawo zażądać od ekipy pomiarowej posiadania własnej odzieży ochronnej tj. co najmniej kaski i kamizelki identyfikujące jednoznacznie firmę, którą dane osoby reprezentują. W czasie wykonywania pomiarów i oględzin kaski powinny być na głowie personelu pomiarowego.

W przypadku dostępu do dużych obiektów energetycznych komplet dokumentów jak świadectwa kwalifikacyjne SEP czy dane personalne osób wysyła się wcześniej wraz z prośbą o dopuszczenie do prac na stacji z odpowiednim

wyprzedzeniem czasowym. Większość stacji jest bezobsługowa i zapewnienie dostępu do stacji musi być zaplanowane z dużym wyprzedzeniem.

Niedopuszczalne są oględziny obiektu oraz praca ekip pomiarowych bez uprzednio wypełnionego polecenia na pracę.

1.2 Kontrola bieżąca mierników i przygotowanie formularzy do zapisów z badań

Od strony technicznej, przed przystąpieniem do pomiarów należy:

- sprawdzić prawidłowość działania swojej aparatury pomiarowej (zgodnie z osobną procedurą/instrukcją roboczą kontroli bieżących), przyrządy powinny być kondycjonowane – to znaczy przez co najmniej 10 minut powinny przebywać w warunkach, w jakich będą wykonywane pomiary,
- przygotować formularze (ew. w formie elektronicznej) do zapisu wyników pomiarów, numerów pionów pomiarowych oraz nazw i właściwości źródeł pola-EM.
- sprawdzić zgodność z rzeczywistością rozmieszczenia źródeł pola-EM i innych istotnych elementów, zaznaczonych na otrzymanym wcześniej wyskalowanym planie sytuacyjnym,
- w przypadku braku takiego planu należy go sporządzić schematycznie na miejscu i zwymiarować za pomocą posiadanych narzędzi pomiaru odległości.

1.3 Parametry techniczne źródeł pola-EM

Identyfikacji źródeł dokonuje się:

- poprzez zapoznanie się z planem stacji – zwykle znajduje się on w formie graficznej w nastawni; na planie tym zaznaczone są poszczególne urządzenia oraz ich parametry (np. moc transformatora, prądy na przekładnikach prądowych czy typy urządzeń),

- zapoznanie się z dokumentacją stacji – jeżeli plan stacji jest tylko poglądowy (np. naniesiono tylko fundamenty) lub schematem elektrycznym połączeń na stacji,

- oględziny na terenie obiektu – większość aparatury jest zaopatrzona w czytelne tabliczki znamionowe z nazwą urządzenia i jego parametrami technicznymi.

Po identyfikacji badanych źródeł pola elektromagnetycznego notuje się ich parametry techniczne, takie jak napięcie i prąd znamionowy oraz określa się charakter pracy (stały, okresowy, impulsowy)

1.4 Identyfikacja przestrzeni pracy przy źródłach pola-EM

W trakcie eksploatacji rozdzielni napowietrznych i wewnętrznych, na ich terenie nie ma stałych stanowisk pracy. Cały dostępny dla personelu obszar traktuje się jako przestrzeń obsługi, ponieważ jest regularnie wizytowany przez dyżurnych pracowników, w ramach tzw. obchodów. W czasie trwania obchodu personel może znaleźć się w sąsiedztwie każdego spośród kilkunastu czy kilkudziesięciu czynnych urządzeń typu przekładniki, wyłączniki, odłączniki czy ograniczniki przepięć, które są źródłami pola-EM. Należy szczególnie pamiętać o miejscach, gdzie może być wymagany dłuższy dostęp np. szafy czy wskaźniki.

Na podstawie karty stanowiskowej albo informacji uzyskanych od użytkownika określa się dzienny czas pracy przy włączonym urządzeniu – w celu ustalenia wielkości T_g czyli tzw. współczynnika krotności czasu narażenia ogólnego w stosunku do

8 godzin. Zapisuje się również funkcję i nazwisko osoby, która udzieliła tych informacji.

O ile jest to możliwe, sporządza się dokumentację fotograficzną każdej sytuacji pomiarowej. Do określania odległości pionów pomiarowych od źródeł pola-EM, wysokości punktów pomiarowych oraz innych koniecznych wymiarów liniowych wykonuje się pomiary za pomocą dalmierza laserowego (zalecane) lub taśmy mierniczej (taśmy mierniczej nie zbliża się do aparatury elektrycznej – wymiarowanie najlepiej robić do betonowych fundamentów lub elementów dielektrycznych. Zaleca się stosowanie dielektrycznych niematalizowanych taśm mierniczych); i wyniki te zapisuje się wraz z wynikami odpowiadających im pomiarów natężeń pól na przygotowanych wcześniej kartach zapisów z badań i planach sytuacyjnych.

1.5 Wyznaczenie pionów i punktów pomiarowych

Źródła pola-EM na terenie rozdzielni napowietrznych i wewnętrznych rozmieszczone są w większości ponad głowami pracowników, tam też występują największe wartości natężeń pól. Do określenia maksymalnego narażenia ogólnego wystarczy pomiar na wysokości 2,0 m nad poziomem ziemi. Określanie narażenia miejscowego dla kończyn jest zbędne. W przypadku niektórych urządzeń rozdzielczych, takich jak transformatory i podejścia kablowe, czy też obudowane urządzenia rozdzielni wewnętrznych źródła pola magnetycznego zlokalizowane są na wysokości nóg, tułowia i głowy człowieka; dlatego wyznacza się punkty pomiarowe w pionie na całej wysokości od 0 do 2,0 m. Dodatkowo na stacjach występują także często pola o podejściu podziemnych kablowym, a nie tylko napowietrznym. W tym wypadku pomiar wykonuje się na wysokości 0,3 do 1 m, ale warto pamiętać, że wartości maksymalne będą występować w miejscu maksymalnego skupienia kabli oraz na ich zagięciach. W przypadku słupów kablowych zwykle kable są osłonięte metalową osłoną do wysokości co najmniej 2 m.

Wszystkie piony pomiarowe muszą być ponumerowane, opisane i przyporządkowane do konkretnego urządzenia rozdzielczego oraz naniesione na plan sytuacyjny (rysunek) rozdzielni. Przy wyznaczaniu i opisywaniu pionów pomiarowych uwzględnia się trójfazowy charakter budowy źródeł pola-EM (fazy są oznakowane zwykle, jeśli nie kolorami, to tabliczkami – najczęściej na bramce na wejściu liniowym na stację, symbole L1, L2, L3 odpowiadające fazom R,S,T).

Pomiary pola elektrycznego i magnetycznego wykonuje się oddzielnie.

1.6 Wykonanie pomiarów natężenia pola-E

Pomiary wykonuje się przy użyciu miernika natężenia pola elektrycznego. lub elektromagnetycznego z przypisaną sondą na częstotliwości 50 Hz

W celu wyznaczenia wartości maksymalnych pola-E obserwuje się lokalny gradient pola.

Sondę pomiarową przemieszcza się w wielu pionach pomiarowych, lecz zapisuje się tylko wybrane wskazania, dotyczące wartości maksymalnych i wartości granicznych stref ochronnych.

Do prawidłowego odczytu wartości natężenia pola-E należy chwilowo zatrzymać ruch sondy. Sondę dystansuje się od tułowia osoby wykonującej pomiar na odległość konieczną dla uniknięcia zaburzeń pola-E (nie mniej niż 1,6 m wraz z długością ręki).

W obszarach oddziaływania jednoimiennych faz prądowych można się spodziewać większych wartości natężenia pola-E. Wyniki pomiarów natężenia pola-E zapisujemy w kV/m lub V/m.

W trakcie pomiarów notujemy warunki pogodowe: temperaturę i wilgotność względną

powietrza.

1.7 Wykonanie pomiarów natężenia pola magnetycznego M

Pomiary wykonuje się przy użyciu miernika indukcji magnetycznej (natężenia pola magnetycznego), lub miernika pola elektromagnetycznego z przypisaną sondą do pomiarów pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz. Z uwagi na bliskość źródeł wskazane jest używanie sondy izotropowej.

W celu wyznaczenia wartości maksymalnych pola-M obserwuje się lokalny gradient pola.

Sondę pomiarową przemieszcza się w wielu pionach pomiarowych, lecz zapisuje się tylko wybrane wskazania, dotyczące wartości maksymalnych i wartości granicznych stref ochronnych. Do prawidłowego odczytu wartości natężenia pola-M należy chwilowo zatrzymać ruch sondy.

W odróżnieniu od pomiarów pola-E, dla pola-M dystansowanie sondy od osoby wykonującej pomiar nie jest niezbędne. Wyniki pomiarów natężenia pola-M zapisujemy w A/m lub μT (w protokole, wyniki zapisane w μT przelicza się na A/m).

W trakcie pomiarów notuje się warunki pogodowe: temperaturę i wilgotność względną powietrza.

1.8 Wyznaczenie granic stref ochronnych

Ilość i usytuowanie pionów pomiarowych muszą być wystarczające do wyznaczenia wartości maksymalnych natężeń pola-EM przy urządzeniach rozdzielczych oraz ustalenia granic stref ochronnych z rozdzielczością nie gorszą niż 0,5 m. W trakcie ustalania zasięgu stref sondę pomiarową przesuwa się na stałej wysokości w taki sposób, aby w momencie pojawienia się wartości granicznej danej strefy możliwe było dokładne określenie położenia tego punktu - np. przez pomiar odległości od innych charakterystycznych punktów w przestrzeni pracy.

Należy pamiętać o specyficznych warunkach pracy urządzeń i w przypadku rozdzielni wewnętrznych warto kierować się układem kabli i oszynowania oraz umiejscowieniem aparatury elektrycznej przy wstępnym wybieraniu miejsc do pomiaru.

1.9 Rejestracja warunków pracy badanych źródeł pola-EM

Po zakończeniu pomiarów lub w trakcie ich trwania zapisuje się aktualne napięcia i prądy robocze, dotyczące badanych urządzeń. Informacje te są niezbędne do oceny typowości warunków pracy źródeł w czasie pomiarów i ewentualnego szacowania wartości pola-E i pola-M przy wystąpieniu większych wartości napięć (źródła pola-E) i prądów roboczych (źródła pola-M).

Prądy i napięcia są zwykle rejestrowane w dzienniku stacji przez dyżurnego stacji. Nie zawsze jednak dane o prądzie na stacji są dostępne lub nie są dostępne wprost – może być np.. dostępna jedynie informacja o mocy czynnej/biernej. W tym przypadku trzeba przeliczyć te parametry na prąd, pamiętając o tym, że są to urządzenia 3-fazowe.

2 OPRACOWANIE SPRAWOZDANIA Z BADAŃ

2.1 Minimalna zawartość opracowania

W sprawozdaniu umieszcza się:

- określenie obiektu badań (np. nazwę i adres stacji elektroenergetycznej czy rozdzielni, napięcie znamionowe), datę wykonania pomiarów, dane zleceńodawcy, nazwiska wykonujących badania, itp.
- charakterystykę przyjętej metody badawczej,
- opis badanych źródeł pola-EM wraz z podaniem niezbędnych danych technicznych,
- warunki pracy źródeł pola elektromagnetycznego – napięcie i prąd na poszczególnych polach stacji,
- identyfikację przestrzeni pracy i przestrzeni obsługi oraz określenie ew. obszarów wyłączonych z przestrzeni pracy (np. tereny wygradzone na rozdzielni ze względu na niebezpieczeństwo porażenia prądem),
- zestawienie miejscowych wartości natężenia pola-E i pola-M, powiązanych z ich lokalizacją w przestrzeni pracy – w formie opisowej (tabelarycznej) i graficznej – z numeracją punktów pomiarowych, zaznaczonych na wyskalowanym planie sytuacyjnym rozdzielni,
- zestawienie rozpoznanych zasięgów stref ochronnych pola-EM w formie opisowej oraz graficznej – wyrysowanych ze źródłami pola-EM na wyskalowanym planie sytuacyjnym rozdzielni,
- dokumentację fotograficzną badanych obiektów,
- ocenę stopnia narażenia pracowników na działanie pola-EM,

Wyniki pomiarów natężenia pola-E i pola-M podaje się z precyzją 2 miejsc znaczących; zasięgi stref określa się na podstawie wyników pomiarów bez uwzględniania ich niepewności.

2.2 Ocena stopnia narażenia na działanie pola-EM od badanych źródeł

Ocenę stopnia narażenia ludzi na działanie pola elektrycznego i magnetycznego przeprowadza się w oparciu o wskaźnik dziennego narażenia ogólnego W (sposób obliczenia wartości wskaźnika podano w załączniku do procedury – zgodnie z częścią III załącznika 3 do Rozporządzenia [1]).

Jeśli $W < 1$ to narażenie ogólne na pole-EM jest narażeniem tymczasowym i kontrolowanym - dopuszczalnym na stanowiskach pracy. Jeśli $W > 1$ narażenie jest niedopuszczalne.

W przypadku pomiarów pola-EM na terenie rozległych powierzchniowo rozdzielni napowietrznych czy wewnętrznych dopuszcza się wyliczanie wskaźnika W tylko w miejscach stwierdzenia największych wartości natężenia pola elektrycznego i magnetycznego – w ramach obszaru danego pola rozdzielczego.

Metodyka opracowana przez I. Haśca (Z.P.B.E. Energopomiar-Elektryka Gliwice) uzupełniona i uzgodniona z Instytutem Medycyny Pracy w Łodzi (H. Aniołczyk), Instytutem Energetyki w Warszawie (P. Papliński, H. Śmietanka) i Pracownią Ochrony Środowiska Elektromagnetycznego Politechniki Wrocławskiej (P. Bieńkowski)