

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

„Piorun” - stanowisko z cewką Tesli

Opis przedmiotu zamówienia

Planetarium Śląskie jest na etapie modernizacji i rozbudowy w ramach projektu Planetarium - Śląski Park Nauki. Projekt przewiduje popularyzowanie trzech dziedzin nauki: astronomii, sejsmologii i meteorologii. Jednym z elementów Parku Nauki ma być prezentacja wyładowania atmosferycznego – pioruna.

Zamówienie dotyczy zaprojektowania i wykonania stanowiska z cewką Tesli zgodnie z załączoną ekspertyzą. W pomieszczeniu oddzielnym od zwiedzających szybą oraz siatką Faradaya wykonaną zgodnie z ekspertyzą, umieszczony będzie generator wysokiego napięcia, cewka Tesli, wyzwalający co pewien czas wyładowanie elektryczne wewnątrz pomieszczenia. Na podłodze wewnątrz siatki Faradaya należy umieścić makietę miasta. Makieta musi posiadać poza domkami, także wysokie elementy zabudowy takie jak: wieże np. kościoła czy ratusza, kominy i maszty. Powinien się tam znaleźć również fragment linii wysokiego napięcia. Wszystkie elementy wysokie makiety muszą być zaopatrzone w uziemione piorunochrony. Elementy uziemione makiety, stanowić będą elektrody przyjmujące wyładowanie z torusa Tesli. Cewka Tesli zostanie zamocowana do górnej części (sufitu) klatki Faradaya, torusem w dół. Na torusie zostaną zamocowane elektrody kierunkowe („piloty”), skierowane do dołu. Odległość elektrod kierunkowych od najwyższych elementów makiety powinna wynosić około 1,7 metra - jest to odległość jaką musi pokonać iskra w wyładowaniu cewki Tesli.

Transformatory (cewki) Tesli, to generatory wysokiego napięcia wysokiej częstotliwości. Pozwalają w dość znacznym zakresie na dostrojenie częstotliwości wyładowań do potrzeb użytkownika. Należy się spodziewać, że cewka imitująca wyładowanie atmosferyczne będzie jednocześnie generować dźwięk pioruna o dość znacznym natężeniu.

Transformator zostanie zamocowany w klatce Faradaya o oczkach nie większych niż 10x10 cm. Klatka Faradaya musi mieć kształt opisany poniżej. Klatkę należy zamknąć w szczelnym „akwarium”. Odległość szyb od klatki jest określony głębokością wnikania pola magnetycznego poza klatkę i określony w ekspertyzie. Szyby klatki mogą być napylone cienką warstwą metalu i uziemione. Konstrukcja ramy nośnej „akwarium” powinna być jak najmniej przeszkadzająca w obserwacji wyładowań we wnętrzu klatki. Szyby zewnętrznej obudowy klatki Faradaya mogą być nieco przyciemniane, ale przejrzystość szyb musi być wystarczająca aby iskra wyładowania oraz makieta były dobrze widoczne. Rozmiary zewnętrzne podstawy „akwarium” nie mogą przekroczyć 5x5 m. Wysokość hali ekspozycyjnej wynosi 3,8 m. Maksymalna wysokość „akwarium” musi zostać tak dobrana, aby konstrukcja akwarium nie dotykała sufitu hali. Makieta miasta ustawiona wewnątrz klatki Faradaya zajmie centralne miejsce i będzie miała rozmiary około 3x3 m. Otoczenie makiety aż do brzegu klatki może być niezagospodarowane.

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

Istotne z punktu widzenia użytkownika są względy bezpieczeństwa, które pozwolą użytkować transformatora Tesli w sposób nie zagrażający życiu i zdrowiu ludzi znajdujących się w otoczeniu i obserwujących wyładowania.

Wymagania jakie musi spełnić stanowisko z cewką Tesli zostały określone w ekspertyzie.

I. Zasilanie

1. W celu minimalizacji zagrożeń zastosować należy dedykowany system zabezpieczeń służący do ochrony układu zasilającego przed przepięciami występującymi od strony obwodu pierwotnego Transformatora Tesli oraz zabezpieczający przed przenoszeniem składowych wysokoczęstotliwościowych do sieci zasilającej.
2. W oddzielnej szafce zasilającej stanowisko należy zabudować przeciwzakłóceniaowy dławik uziomowy.
3. Nie należy stosować wyłączników różnicowoprądowych. Prąd doziemny przy każdym wyładowaniu spowoduje wyłączenie obwodu co zwiększy ryzyko uszkodzenia transformatora.
4. Transformator Tesli powinien być zasilany z odrębnego wydzielonego obwodu.
5. Przewody zasilające transformatora powinny przebiegać poza klatką Faradaya.
6. W celu odizolowania elektrycznego przewód sterujący powinien być przewodem światłowodowym.
7. W obwodzie zasilającym aby zapobiec uszkodzeniu urządzeń, należy zastosować system ochrony przeciwprzepięciowej: instalując ograniczniki przepięć typu 1 i 2 (zgodnie z PN-EN 61643-11) klasy B i C (według DIN VDE 0675). Ograniczniki każdego z typów pełnią ważną i odrębną rolę przy redukcji przepięć. Przewody łączące ograniczniki przepięć typu 1 i typu 1+2 w sieci elektrycznej z szyną wyrównawczą powinny być jak najkrótsze. Zaleca się, aby długość przewodów połączeniowych nie przekraczała 0,5 m. Ze względu na ogromne siły dynamiczne powstające podczas wyładowań, należy pamiętać o solidnym mocowaniu przewodów w zaciskach ograniczników przepięć.
8. Ze względu na eliminację zakłóceń należy wykonać transformator Tesli zasilany trójfazowo – urządzenia z mostkiem prostowniczym i kondensatorem wytwarzają znacznie mniejsze zakłócenia (amplitudy szpilek przebiegu prądu) przy zasilaniu trójfazowym niż jednofazowym. Do tłumienia odkształceń prądu wystarczy wtedy odpowiednio dobrany dławik przeciwzakłóceniaowy
9. Główny wyłącznik zasilania powinien znajdować się poza klatką Faradaya, powinien umożliwiać jego uziemienie i stwarzać widoczną przerwę.
10. Drzwi wejściowe do klatki powinny przy otwarciu automatycznie otwierać i uziemiać wyłącznik zasilania.
11. Obwód powinien być zabezpieczony dodatkowo bezpiecznikami topikowymi.

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

Uziemienie

Transformator Tesli, klatka Faradaya i odgromy makiety powinny być podłączone do wspólnego niezależnego uziemienia wykonanego w czasie budowy nowej części Planetarium.

Ważne jest aby system uziemienia był niepodatny na korozję.

Budowa transformatora

1. Transformator Tesli powinien być wykonany jako transformator DRSSTC, zgodnie z ekspertyzą.
2. Odległość przedmiotów, w które uderza wyładowanie powinna wynosić około 1,7 m.
3. Transformator powinien mieć wysokość około 1,3 m – o jego wysokości decyduje wysokość klatki Faradaya uzależniona od rozmiarów hali.
4. Torus główny transformatora należy wykonać z rurek aluminiowych.
5. Torus powinien zostać wyposażony w odpowiednie ostrza, inicjujące wyładowanie i kierunkujące je w zaplanowane obszary makiety w sposób losowy.
6. Transformator powinien być zaopatrzony w filtr zakłóceń nie pozwalający wprowadzać do sieci zniekształcenia i harmoniczne większe niż wymagania dostawcy energii.
7. Transformator powinien umożliwiać sterowanie długością iskry w zakresie od wyładowań niezupełnych do wyładowania pełnego z wytworzeniem kanału plazmowego
8. Sterowanie powinno umożliwić generowanie krótkich wyładowań z możliwością zaprogramowania przerwy między wyładowaniami.
9. Należy umożliwić zainicjowanie wyładowania poprzez naciśnięcie przycisku przez odwiedzającego lub przez obsługę (z zachowaniem zaprogramowanej przerwy).
10. Jeden z programów sterowania powinien umożliwić „odegranie” krótkiej zaprogramowanej melodii.
11. Musi być możliwość wyłączenia sterowania przez obsługę „na kluczyk”.
12. Interfejs musi pozwalać na zaprogramowanie przez obsługę własnego, niezależnego trybu pracy urządzenia.
13. Uzwojenie pierwotne transformatora należy dodatkowo zabezpieczyć otwartym zwojem podłączonym do uziemienia. Gdyby wyładowanie miało uderzyć w uzwojenie pierwotne, ten zwój przejmie uderzenie. Do uziomu powinien być również podłączony dół uzwojenia wtórnego.
14. Przy wykonywaniu uziemienia należy pamiętać, aby wszystkie przewody były możliwie krótkie, a zaciski i połączenia pewne.

Budowa klatki Faradaya

1. Rozmiary oczek siatki klatki metalowej powinny wynosić około 10 cm. Duże oczka siatki z prętów mogą być uzupełnione drobniejszą siatką z cienkich drutów, umocowaną na zewnętrznej części klatki. Kształt klatki i rozstaw profili stalowych stanowiących konstrukcję nośną klatki Faradaya powinien być dopasowany do rozmiarów szyb zgodnie z załączonym schematem.
2. Średnice prętów powinny być dobrane odpowiednio z uwzględnieniem wytrzymałości

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

mechanicznej klatki i oddziaływań dynamicznych powstających przy uderzeniu wyładowania – istnieje możliwość uderzenia wyładowania bezpośrednio w pręty klatki. Prąd wyładowania przebiegnie przez pręty klatki do uziemienia.

3. Wszystkie połączenia, na każdym skrzyżowaniu powinny być ze sobą zespawane lub zlutowane.
4. Rezystancja między dwoma dowolnymi punktami siatki nie powinna być większa niż $3\ \Omega$.
5. Przed podłączeniem uziemienia, rezystancja klatki odizolowanej od podłoża, ścian i sufitu nie powinna być mniejsza niż $1000\ \Omega$.
6. Rezystancja uziemienia klatki nie powinna być większa niż $10\ \Omega$.
7. W klatce należy przewidzieć drzwi rewizyjne otwierane do wewnątrz (dla obsługi i konserwacji). Styki drzwi z klatką powinny być realizowane poprzez zawiasy i uszczelki sprężynujące (dla zapewnienia skuteczności połączenia). Odcięcie zasilania i uziemienie powinno nastąpić po otwarciu drzwi klatki, gdy obsługa wchodzi do środka klatki w celach konserwacyjnych, pomiarowych lub w celu usunięcia awarii. Wejście do klatki musi być sprzęgnięte z wyłącznikiem napięcia i uziemieniem uniemożliwiające załączenie napięcia bez zamknięcia drzwi. Te same funkcje powinien spełniać wyłącznik awaryjny zamontowany na stanowisku.
8. Drzwi do klatki powinny być zabezpieczone przed wyciekiem pola. W odległości 30 cm od drzwi powinny być zachowane wszelkie wymagania ekranowania klatki (wymagania norm).
9. Należy pamiętać o bardzo dokładnym połączeniu poszczególnych przewodów oraz ich dobrym uziemieniu.

Ochrona antykorozyjna

Ze względu na silne właściwości utleniające ozonu, tlenku azotu i dwutlenku azotu oraz wytwarzanie (śladowych ilości w zależności od wilgotności powietrza) kwasów azotowego i azotawego elementy metalowe muszą być zabezpieczone antykorozyjnie.

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

Założenia dla konstrukcji akwarium

1. Dookoła klatki z prętów należy zbudować szczelne "akwarium", zgodnie z załączonym schematem. Trzy ściany akwarium należy wykonać z szyb ze szkła hartowanego klejonego, z tłumieniem akustycznym, nieprzepuszczające gazów. Szerokość pojedynczej szyby około 2,5 m i wysokość 3 metry. Pozostała, górna część akwarium może być wykonana z innego materiału. Jeśli zastosowane będą szyby metalizowane, wówczas warstwy metalizowane szyb powinny być galwanicznie połączone z ramami i innymi szybami oraz uziemione w sposób jak dla klatki z prętów. Wielkość akwarium (jego rozmiary) określamy na podstawie rozmiarów klatki metalowej i głębokości wnikania pola magnetycznego poza obręb klatki. Akwarium będzie miało kształt prostopadłościanu o podstawie kwadratowej nie większej niż 5x5 m i wysokości 3 m, z „nadstawką” zgodnie z załączonym schematem. Odległość klatki od „akwarium” determinuje głębokość wnikania pola magnetycznego, określona w ekspertyzie.
2. Szyby powinny być maksymalnie duże, a ramy stalowe (jeśli będą niezbędne), zabezpieczone przed agresywnym działaniem gazów. Należy przewidzieć miejsce na drzwi w „akwarium”, otwierane na zewnątrz, współgrające z drzwiami wejściowymi do klatki (drzwi rewizyjne, otwierane do wewnątrz). Akwarium należy wykonać według załączonego schematu.
4. „Akwarium” należy wyposażyć w czerpnię powietrza do pobierania go z wnętrza pomieszczenia. W akwarium należy umieścić otwór do odprowadzenia gazów przez system wentylacyjny. Otwory powinny zostać osłonięte siatką miedzianą o rozmiarach oczka maksymalnie 1 cm połączoną z konstrukcją przez lutowanie. W połączeniu akwarium z systemem wentylacji należy przewidzieć fragment izolowanego przewodu wentylacyjnego dla odseparowania elektrycznego.
5. Szyby akwarium powinny zapewniać tłumienie dźwięku na poziomie 30 dB w całym zakresie częstotliwości w celu spełnienia przepisów wymagań środowiskowych. Poziom natężenia dźwięku na zewnątrz nie powinien przekraczać 80 dB w całym paśmie słyszalnym dla człowieka.
6. W celu ochrony szyb przed uszkodzeniem, dookoła akwarium powinna być zabudowana barierka dystansowa w formie poręczy.
7. Wymagania szczelności elektromagnetycznej całej obudowy cewki Tesli, czyli klatki Faradaya i akwarium łącznie, muszą spełniać wymagania środowiskowe i wymagania wobec implantów medycznych (zgodnie z ekspertyzą).
8. Wymagania szczelności elektromagnetycznej powinny być zachowane także dla wszystkich otworów technologicznych.
9. Należy wprowadzić okładziny akustyczne na tylnej ścianie i na suficie klatki Faradaya.
10. Na tylnej ścianie klatki wykonać grafikę w postaci chmur burzowych. Rodzaj materiału, na którym zostanie przygotowana grafika i jej treść zostaną uzgodnione z Zamawiającym na etapie projektowania.

Klatka Faradaya - wymagania

Wymagania ekranowania dla układu „metalowa klatka– akwarium” należy traktować **łącznie**.

Dopiero połączenie obydwu konstrukcji traktujemy jako klatkę Faradaya. Pomiary pól należy wykonać po wykonaniu stanowiska w odległości określonej barierkami dystansowymi.

Ekranowanie musi zapewnić szczelność dla promieniowania elektromagnetycznego co najmniej dla częstotliwości od 2 kHz do 400 kHz (zgodnie z ekspertyzą)

Założenia dla konstrukcji makiety

1. Makieta powinna zajmować powierzchnię ok. 9 m².
2. W modelach obiektów o największej wysokości zostaną zainstalowane piorunochrony z ostro zakończonymi prętami (ostrzami).
3. Odległość iglic piorunochronów od końców pilotów Torusa powinna wynosić około 1,7 m.
4. Iglice powinny być w miarę możliwości równo rozłożone na powierzchni wyimaginowanej kuli zasięgu, aby uzyskać możliwie równe prawdopodobieństwo uderzeń w poszczególne iglice.
5. Modele na obrzeżach makiety powinny być wyższe niż w pobliżu jej środka. Obszar należy wyznaczyć tzw. metodą toczącej się kuli.
6. Modele instalacji odgromowych należy wykonać w identyczny sposób i na identycznych zasadach jak prawdziwe instalacje (sposób montażu i wykonanie elementów). Przekroje przewodów powinny mieć przekrój przystosowany do przepływającego prądu i jego sił elektrodynamicznych.
7. Najwyższe modele wieżowców powinny mieć wysokość około 50 cm i powinny znajdować się na obrzeżach makiety. Budynki makiety powinny być monochromatyczne – makieta w stylu architektonicznym.
8. Zalecamy by modele budynków w tym wieżowców były modelami budynków, wież, linii przesyłowych, domów, masztów z naszego regionu (w celu uzyskania pozytywnych skojarzeń) np. budynki „Kukurydzy” z os. Tysiąclecia, wieżowce z os. „Gwiazdy”, katowicki Spodek, model Planetarium Śląskiego, Katowicki Drapacz Chmur, Gmach Sejmiku Śląskiego, Katedra itp. Można rozważyć odwzorowanie fragmentu centrum Katowic wraz z układem ulic.
9. Podstawą makiety będzie krata stalowa. Pozostałą powierzchnię kraty poza makieta pozostawić odsłoniętą. Szczegółowy projekt makiety należy uzgodnić z Zamawiającym na etapie projektowania.
10. W pobliżu środka makiety w niezabudowanym miejscu pod przykryciem podwyższenia należy umieścić ukryte ostrza dla symulacji uderzenia pioruna w powierzchnię ziemi. W pobliżu brzegu makiety należy wybudować model „uziemionej” linii energetycznej.
11. Rozmieszczenie modeli musi uwzględniać rozkład pola elektromagnetycznego.
12. Uziemienie odgromów makiety powinno być połączone galwanicznie z metalową konstrukcją klatki i uziemieniem transformatora.

„PIORUN” - STANOWISKO Z CEWKĄ TESLI

13. Makieta powinna być zabezpieczona przeciwpożarowo do stopnia trudno zapalnego.

Stefan Janku

Mike

Maciej Ular

Andrzej Sotek

Waldemar Ogiński

J. Ular

Ular

Ular