



WYDAWNICTWO WYDZIAŁU TECHNICZNEGO  
T. K. N.

---

---

KSAWERY GNOIŃSKI  
INŻYNIER.



# PIORUNOCHRONY BUDYNKOWE



WARSZAWA.

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska 3/5.

—  
1916.

Cena kop. 60.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299676

WYDAWNICTWO WYDZIAŁU TECHNICZNEGO  
T. K. N.


---

---


KSAWERY GNOIŃSKI  
INŻYNIER.



# PIORUNOCHRONY BUDYNKOWE

  
Z 26 rysunkami.

---



WARSZAWA.

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska 3/5.

—  
1916.

RADCA BUDOWNICTWA  
INŻ. I. STELLA SAWICKI  
AUTOR. INŻYNIER CYWILNY  
KONCES. BUDOWNICZY.

WYDZIAŁ INŻYNIERSTWA

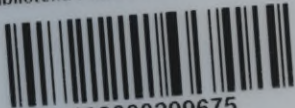
KRAJOWA

8033



Gprüft und freigegeben durch die Kais. Deutsche Presseabteilung  
Warschau den 1. 9. 1916. T. № 2518. Dr. № 143.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299675

Akc. Nr. 808/52



## PRZEDMOWA.

Brak w naszej literaturze książki, wyjaśniającej współczesne poglądy i przepisy o urządzeniach zabezpieczających budynki od uszkodzeń, spowodowanych wyładowaniami atmosferycznymi, skłonił mnie do napisania tego dziełka. Powstało ono z wykładów moich na Wydziale Technicznym Towarzystwa Kursów Naukowych i nakładem tegoż Wydziału zostało wydane.

Przeznaczone ono jest do użytku osób bezpośrednio zajmujących się zakładaniem piorunochronów, jako też dla tych, którzy mają do czynienia z ich projektowaniem i sprawdzaniem, a mianowicie dla elektrotechników i budowniczych.

Sądzę, że brakowi znajomości działania i budowy piorunochronów należy przypisać tak małe u nas zastosowanie tych urządzeń, które przytem przeważnie wykonywane bywają nieprawidłowo.

Nowoczesne badania wykazały, że racjonalne piorunochrony mogą być urządzone względnie małym kosztem, gdyż, stosowane poprzednio, kosztowne, złożone ostrza można skutecznie zastąpić metalowymi przykryciami kominowymi, części metalowe dachu i rynny mogą być zużytkowane jako przewodniki łączące części odbiorcze z uziemieniem, zaś rury wodociągowe podziemne lub płytko zakopany drut odpowiedniej długości — jako uziemienie. Tym bardziej więc urządzenia piorunochronne zasługiwałyby na większe roz-

powszechnienie, szczególnie w gęsto zabudowanych i krytych słomianą strzechą wsiach naszych, które wskutek piorunów ponoszą corocznie tak znaczne straty.

Przy pisaniu posiłkowałem się głównie wydaniami przez Związek Niemieckich Elektrotechników przepisami i wskazówkami, oraz dziełami F. Findeisena, prof. S. Ruppel'a, F. Braun von Braunthal'a, D-ra K. Kählera i innych.

Korzystam ze sposobności, żeby wyrazić podziękowanie p. architektowi T. Tołwińskiemu za wskazówki co do terminologii architektonicznej i rysunków, a inż. St. Twardowskiemu za łaskawie przeprowadzoną korektę.

*Ksawery Gnoiński.*

Warszawa  
w sierpniu r. 1916.

## I. Elektryczność atmosferyczna i rodzaje jej wyładowania.

Poczynając od doświadczenia Franklina (r. 1752), pomimo licznych i długotrwałych badań nad powstawaniem ładunków elektrycznych w atmosferze i ich rozmieszczeniem, przyczyna zjawiska tego dotychczas nie jest jeszcze wyjaśniona. Do r. 1900 istniało już przeszło 30 różnych hipotez, dotyczących powstawania tych ładunków. Między innymi przypuszczano, że jest ono w związku z wytwarzaniem się pary wodnej na powierzchni ziemi, co nie zostało jednak dowiedzione. Istniała również hipoteza, że powstawanie ładunków elektrycznych w atmosferze jest w związku z wydzielaniem przez roślinność kwasu węglowego. Jako potwierdzenie tej hipotezy wskazywano na większą ilość burz elektrycznych w okolicach podzwrotnikowych, obdarzonych bujną roślinnością. W ostatnich czasach zjawiała się hipoteza, że elektryzacja atmosfery jest w związku z zawartością w powietrzu substancji radioaktywnych: Radium, Thoru i Aktinium oraz z działaniem promieni ultrafioletowych.

Pierwotne przypuszczenie, że napięcie pola elektrycznego atmosfery wzrasta w miarę oddalania się od powierzchni ziemi, zostało obalone, dzięki doświadczeniom wykonanym z balonów i ze szczytów gór. Obalone zostało również przypuszczenie o niezmiennem położeniu ładunków elektrycznych w atmosferze i o ich rodzaju dodatnim lub ujemnym, stwier-

dzono tylko, że ziemia posiada przeważnie ładunek ujemny, w atmosferze zaś znajdują się przeważnie ładunki dodatnie.

Nie będziemy się więc dłużej zatrzymywali nad dociekaniami przyczyn powstawania i rozmieszczania ładunków elektrycznych w atmosferze, lecz odrazu przystąpimy do rozpatrzenia wywołanych przez nie zjawisk, a mianowicie tych, które nas w danym razie specjalnie obchodzą: wyładowań elektrycznych.

Wyładowaniem elektrycznym nazywamy mniej lub więcej gwałtowne wzajemne wyrównanie ładunków elektrycznych między dwoma punktami.

Wyładowanie to może mieć miejsce, tak dobrze między dwoma punktami atmosfery, jak między atmosferą i powierzchnią ziemi oraz znajdującymi się na niej przedmiotami.

O ile różnica napięć pola elektrycznego jest znaczna, wyładowanie takie odbywa się bardzo gwałtownie i jest połączone ze zjawiskiem optycznym—błyskawicy, oraz akustycznym—grzmotu. Ponieważ szybkość światła wynosi 300 tys. *km* na sek., szybkość zaś dźwięku w powietrzu tylko  $\frac{1}{3}$  *km* na sekundę,—w czasie więc gwałtownego wyładowania elektryczności atmosferycznej widzimy z początku błyskawicę, a później dopiero słyszymy grzmot.

Rozróżniamy kilka rodzajów zjawisk wyładowań elektrycznych, z których najczęściej spotykana jest t. zw. błyskawica *zygzakowata*. Badania fotograficzne wykazały, że błyskawica jest właściwie wynikiem nie pojedynczego, lecz kilkakrotnego wyładowania, czyli że jest spowodowana wyładowaniem oscylacyjnym. Kształt błyskawicy przytem jest bardzo rozmaity. Czas trwania wynosi zaledwie ułamek sekundy. Przestrzeń, którą przebiega błyskawica od chmury do ziemi, wynosi często kilka kilometrów, a nawet były już obserwowane błyskawice pomiędzy chmurami o długości 50 *km*. Barwa światła błyskawicy bywa różna: żółta, różowa, niebieska, fioletowa i modro-zielona. Natężenie prądu, wywołanego takim wyładowaniem, waha się w szerokich granicach, dochodząc do 20 000 amp.

Oprócz błyskawicy *zygzakowatej* wyładowanie elektryczne przybiera też postać *błyskawicy powierzchniowej*, widzianej nie w postaci smugi, lecz szerokiego pasa. Tak zwana błyskawica „na pogodę“ nie jest bezpośrednim przejawem wyładowania, lecz tylko odbiciem na chmurach dalekiej błyskawicy.

Oprócz powyższych dwóch postaci błyskawicy: zygzakowatej i powierzchniowej, zdarza się i trzecia, choć jest zjawiskiem bardzo rzadko obserwowanem, jest to błyskawica *kulista*, występująca jako kula płomienna wielkości pięści lub głowy i pękająca niekiedy z wielkim hukiem. Jeszcze rzadziej obserwowana była błyskawica *perlista* w postaci sznura takich kul. Błyskawica ta wydaje się stopniem przejściowym od błyskawicy zwykłej zygzakowatej do kulistej.

Pokrewnem zjawiskiem, gdyż również opartem na działaniu elektryczności atmosferycznej, jest spokojne wyładowanie nagromadzonego ładunku elektrycznego, znane pod nazwą *Ogni świętego Elma*. Zjawisko to w postaci świetlnych promieni lub iskierek daje się zauważyć, zwłaszcza w czasie burz, na szpiczastych zakończeniach budynków, a na wierzchołkach gór nawet na kamieniach i ludziach.

Najniebezpieczniejszą postacią gwałtownego wyładowania elektryczności atmosferycznej tak dla budynków, jak dla ludzi i zwierząt jest wyładowanie zachodzące między obłokami i ziemią, które nosi u nas nazwę *piorunu lub gromu*.

W celu zabezpieczenia budynków od niszczącego działania piorunów urządzone są t. zw. *piorunochrony*. Aby racjonalnie zbudować piorunochron, nieodzownem jest zapoznanie się z wynikami badań nad przebiegiem i skutkami uderzeń piorunów.

## II. Przebieg zjawiska i skutki uderzenia piorunu.

Jeżeli uderzenie piorunu następuje w pustą powierzchnię ziemi o gruncie piaszczystym, to jedynym widowym śla-

dem działania piorunu są t. zw. u nas „strzałki piorunowe“ czyli fulguryty: stopiony piasek w postaci rurek o małej średnicy, lecz częstokroć dużej długości. Jeżeli piorun uderzy w grunt skalisty, pozostawia on ślady w postaci nadtopionej powierzchni kamieni, lub też je rozłupuje. Zjawiska te wskazują, że energia cieplna, wytwarzana przez piorun, jest bardzo znaczna.

Względnie często podlegają porażeniu przez pioruny drzewa, zwłaszcza stojące w odosobnieniu. Najczęściej piorun uderza w topole, dęby, brzozy, natomiast rzadziej w buki, przyczem skutek uderzenia piorunu jest poniekąd zależny od gatunku drzewa. Niektóre gatunki drzew, jak np. dęby, bywają przeważnie rozszczepione, inne, jak np. świerki, zupełnie zmiażdżone, na innych wreszcie zostaje tylko nadwyrężona kora; wreszcie spaleni ulegają tylko zupełnie wyschłe drzewa.

Śmiertelne porażenia ludzi zdarzają się rzadko. Względnie najczęstsze bywają wypadki z ludźmi, którzy w czasie burzy ukrywają się od deszczu pod drzewami. Częściej zdarzają się porażenia nie bezpośrednie, lecz t. zw. wtórne, z powodu indukcji. W tych jednak wypadkach często można porażonego przywrócić do zmysłów zapomocą oddychania sztucznego. Zwierzęta w równej mierze są narażone na niebezpieczeństwo porażenia, jak i ludzie.

Co się tyczy budynków, dla których zabezpieczenia urządzone są piorunochrony, to szczególnie na uderzenie piorunów narażone są budowle stojące na wzniesieniu, oraz w miejscu odosobnionem tak od innych budynków, jak i od drzew.

Piorun, jak to poprzednio było wyjaśnione, jest wynikiem wzajemnego wyładowania, czyli połączenia się nagromadzonych mas elektryczności w atmosferze—na chmurach i na ziemi.

*Sila* takiego wyładowania, stosownie do prawa Coulomb'a, jest wprost proporcjonalna do iloczynu mas, nagro-

madzonych ładunków elektrycznych, a odwrotnie proporcjonalna do drugiej potęgi odległości. Prawdopodobieństwo nastąpienia takiego wyładowania i jego siła wzrastają więc szybko, w miarę zmniejszania się odległości między punktami wyładowania. Ponieważ chmury w czasie burzy przepływają względnie blisko ziemi, często nie wyżej jak na paręset metrów ponad nią, więc zależnie od swego położenia różne części budynku znajdują się w odmiennych warunkach pod względem prawdopodobieństwa uderzenia piorunu. Punkt uderzenia jest przytem zależny od kierunku piorunu, który zależnie od miejsca nagromadzenia elektryczności w atmosferze, często bywa nie pionowy, lecz ukośny, do czego przyczynia się również kierunek deszczu i wiatru, czyli t. zw. fali.

Widzimy więc, że na uderzenie piorunu są narażone nie tylko najwyższe punkty budynków, jak wieże, kominy i t. p., lecz w pewnych warunkach i inne ich części, jak kipa (kalenica) dachu, narożniki, kanty i t. p.

Najczęstszem miejscem uderzenia piorunu jest wierzch budynku, a zwłaszcza znajdujące się na nim wystające części, jak: wieże, kominy, chorągiewki, ostrza i t. p. Zdarza się przytem, że cienkie części metalowe, a w tej liczbie i ostrza piorunochronów, bywają stopione. Najczęściej uderza piorun w kominy, czy to fabryczne, czy też domowe, szczególnie w te z nich, które są czynne. Z opowiadań nieraz się słyszy, że „piorun wpadł przez komin“. Daje się to objaśnić dobrem przewodnictwem sadzy, oraz pośredniczącą działaniem dymu, wydostającego się z komina i rozchodzącego się wysoko ponad budynkiem.

Z badań nad budynkami, w które uderzył piorun, stwierdzono, że dalsza droga jego z miejsca uderzenia prowadzi ku ziemi, ze szczególnem uwzględnieniem przewodów metalowych, jak np. rynien, rur wodociągowych i t. p.

Tak np. często były obserwowane uderzenia piorunu w najwyższą część budynku: wierzchołek wieży, pręt chorąg-

giewki i t. p., następnie piorun przechodził po kancie dachu na rynnę, przelatywał po rynnie poziomej na rynnę pionową i z tej ostatniej—do ziemi. W pewnym wypadku piorun, uderzywszy w wieżę kościelną, wpadł do jej wnętrza na mechanizm zegarowy i po metalowej przekładni zegara przebiegł na niższą kondygnację, z której wypadł na rynnę i za pośrednictwem tejże spłynął do ziemi. W innym znowu wypadku piorun uderzył w górną część dachu, stamtąd przeskoczył na szczyt domu, a ponieważ dom był otynkowany t. zw. sposobem rabcim (t. j. tynk na siatce metalowej), wyładowanie do ziemi nastąpiło za pośrednictwem siatki, druty zostały nadtopione, a tynk odleciał; poza tem większych uszkodzeń domu piorun nie wyrządził.

Tym sposobem sam przebieg obserwowanych zjawisk piorunu wskazuje, które części budynku należy użytkować przy urządzeniu instalacji piorunochronnej i jaki kierunek nadawać przewodom piorunochronu.

Stwierdzono również, że znaczny wpływ na kierunek drogi wyładowania mają masy metalowe, nawet odosobnione, a tem bardziej tworzące zamknięte linie, idące w kierunku ziemi. Obserwowano przytem, że piorun przeskakuje nieraz między przedmiotami metalowymi odstępów długości metrowej. W braku dobrych przewodników elektryczności, jakimi są metale, piorun za drogę obiera ciała, posiadające względnie najmniejszy opór, jak np. wilgotne drzewo, powierzchnie zwilżone deszczem i t. p.

Skutki uderzenia piorunu w budynek, nie zaopatrzony w prawidłowo wykonany piorunochron, bywają różnorodne. Naogół działanie piorunu polega na tem, że niszczy on znajdujące się na drodze złe przewodniki, rozrzuca np. dachówki, cegły i t. d., natomiast części metalowe o tyle tylko uszkadza, o ile przewodnictwo ich nie jest dostateczne w stosunku do wywołanego natężenia prądu, tak np. topi cienkie pręty żelazne, lub rozbija rynny blaszane, w miejscu złącz oddzielnych rur, jeżeli te złącza nie są szczelne.



Pod określeniem „dobre przewodnictwo części metalowych“ należy w danym razie rozumieć nie tylko mały opór t. zw. omiczny, t. j. zależny od materiału, lecz i indukcyjny, zależny głównie od formy przewodnika.

### III. Systemy piorunochronów budynkowych.

Od czasu badań nad wyładowaniami atmosferycznymi Franklina, zasady budowy piorunochronów, w zależności od wyników obserwacji skutków i przebiegu zjawiska uderzeń od piorunów, ulegały stopniowemu przeobrażeniu. Stosowane dotychczas systemy piorunochronów można podzielić na cztery kategorie: 1) Franklina-Gay-Lussaca, 2) Melsensa, 3) Faradaya i 4) Findeisena-Ruppela.

Pierwsze piorunochrony budowane były według systemu *Franklina-Gay-Lussaca*. System ten zalecał umieszczanie na budynkach wysokich prętów metalowych, połączonych zapomocą przewodników metalowych z ziemią. W celu zabezpieczenia od utlenienia pręty te były zaopatrzone w złoczone ostrza, którym przypisywano dwojakie własności, a mianowicie: 1) miały one przedstawiać dogodne punkty dla wyładowań atmosferycznych i ułatwiać odprowadzenie elektryczności do ziemi, oraz 2) ułatwiać powolne wyładowanie w atmosferę elektryczności, nagromadzonej w danym miejscu powierzchni ziemi i zapobiegać tym sposobem wyładowaniu gwałtownemu. Wiara w skuteczność tego rodzaju urządzenia była tak zakorzenioną, że określano nawet wielkość przestrzeni, która miała być zabezpieczona takim piorunochronem. A mianowicie twierdzono, że piorunochron o jednym ostrzu zabezpiecza przestrzeń, określoną stożkiem, którego wysokość równa się odległości ostrza od ziemi, a promień podstawy — tejże wysokości.

Belgijski badacz piorunochronów *Melsens* doszedł do przekonania, że takie zabezpieczenie jest niedostateczne, co zresztą zostało potwierdzone przez wypadki uderzenia piorunu w budynki tuż u podstawy pręta piorunochronu. Celem zwiększenia własności wyładowawczej ostrzy, *Melsens* zaleca, zamiast ostrzy pojedynczych, stosować większą ich liczbę, oddzielne pręty zaopatrywać w kilka ostrzy i dawać większą liczbę uziemień. Oczywiście doszedł on do przekonania, że własność wyładowawcza pojedynczego ostrza jest zbyt mała, żeby mogła zaważyć przy wyładowywaniu takiej masy elektryczności, jaka tu wchodzi w grę. Położył on również nacisk i na drugie zadanie piorunochronu, a mianowicie: możliwie jaknajlepsze odprowadzenie do ziemi elektryczności nagromadzonej przez wyładowanie. W tym celu, z jednej strony radzi umieszczać ostrza odbiorcze na wszystkich wydatniejszych punktach budowli, z drugiej— przez liczniejsze przewodniki łączące i uziemiające, starać się osiągnąć lepsze połączenie z ziemią. Dzięki temu typ piorunochronów *Melsens*'a zbliża się do trzeciego z kolei systemu piorunochronów, mianowicie *Faraday*'a, który pod względem działania bezwarunkowo jest najbardziej pewnym ze znanych dotąd.

*Piorunochron Faraday*'a zbudowany został na zasadzie doświadczenia wykonanego przez tego uczonego z klatką metalową, które wykazało, że klatka taka, dobrze uziemiona, stanowi rodzaj ekranu, nie przepuszczającego do swego wnętrza ładunków elektrycznych. Zasada ta, przy urządzeniu piorunochronów dla budynków, najbardziej narażonych na niebezpieczeństwo w razie uderzenia piorunu, z powodu nagromadzenia materiałów wybuchowych, jak np. składy prochu, dynamitu i t. d., stosowana jest z dobrym skutkiem i dotąd. Instalacja piorunochronów według systemu *Faraday*'a ma jednak tę wadę, że jest bardzo kosztowną.

W ostatnich czasach zaczął się rozpowszechniać system uproszczonych piorunochronów według metody *Findeisen*'a-

*Ruppel'a*. System ten został przyjęty również przez Związek Niemieckich Elektrotechników jako podstawa do opracowania przepisów, które wyrażają nowoczesne poglądy na kwestyę urządzenia piorunochronów.

Rozumowanie, na którym oparty jest ten system, wychodzi głównie z założenia, że *ostrza nie stanowią dostatecznej i niezbędnej części odbiorczej piorunochronów*.

Nie są one dostateczne, gdyż oprócz wierzchołka częstokroć bywają narażone w równej mierze i inne części budynku. Nie są również niezbędne, gdyż wiele budynków same przez się posiada części, które mogą być zużytkowane, jako części składowe urządzenia piorunochronnego, a nawet mogą zastąpić ostrza.

Dzięki takiemu założeniu zmieniła się i technika wykonania piorunochronów. Dawniej instalacje piorunochronne były wykonywane przeważnie szablonowo i składały się nieodzownie ze złożonych (często z zakończeniem platynowym) ostrzy, osadzonych na wysokich prętach, z przewodnika (najczęściej pojedynczego) i uziemienia—zapomocą pojedynczej płyty.

Obecnie przed budową piorunochronu dla każdego budynku musi być opracowany oddzielny projekt takiego urządzenia, gdyż przytem należy uwzględnić kształty budynku oraz rozmieszczenie mas metalowych nie tylko na powierzchni, lecz i w jego wnętrzu. Pomimo, że opracowana na nowoczesnych zasadach instalacja piorunochronna jest daleko skuteczniejsza, koszt jej częstokroć będzie mniejszy. Szczególnie będzie to miało miejsce wówczas, gdy urządzenie piorunochronne zostanie z góry przewidziane przez budowniczego, co przy uwzględnieniu niektórych warunków urządzenia już przy projektowaniu budowy może wpłynąć w znacznej mierze na ułatwienie roboty i zmniejszenie kosztów instalacji piorunochronów.

#### IV. Szkody, wyrządzane przez pioruny, i wykaz budowli, które przedewszystkiem powinny być zaopatrzone w piorunochrony.

Wieloletnie doświadczenie wykazało skuteczność urządzeń piorunochronnych. Można to było stwierdzić szczególnie na niektórych kościołach i zamkach, znanych z tego, że czy to ze względu na położenie, czy też na kształty budowli stale były uszkodzane przez pioruny. Po założeniu piorunochronów na tych budynkach, wprowadzie zdarzały się w czasie burz wyładowania piorunowe, lecz nie powodowały uszkodzeń, jak to poprzednio prawie zawsze miało miejsce. Faktów tego rodzaju zarejestrowano dużą liczbę.

Szkody, wyrządzane przez pioruny, są względnie znaczne, jak tego dowodzą chociażby niżej przytoczone dane co do liczby pożarów, wzniesionych w obrębie Królestwa Polskiego przez pioruny w r. 1911 i 1912 (zaczepnięte z Rocznika Statystycznego Królestwa Polskiego r. 1914):

Liczba pożarów wzniesionych przez pioruny	Królestwo Polskie	Gub. Kaliska	Gub. Kielecka	Gub. Lubelska	Gub. Łomżyńska	Gub. Piotrkowska	Gub. Płocka	Gub. Radomska	Gub. Siedlecka	Gub. Suwalska	Gub: Warszawska
w r. 1911 . . .	334	49	22	62	5	52	15	52	27	19	31
„ 1912 . . .	468	45	43	45	31	40	37	45	50	53	79
% w stosunku do ogólnej liczby pożarów											
w r. 1911 . . .	6,6	7,4	3,9	13,4	2,0	6,1	4,4	11,5	7,7	4,4	4,1
„ 1912 . . .	11,3	9,1	9,9	12,7	19,0	6,3	13,0	12,7	16,1	12,2	12,1

Z zestawienia powyższego widzimy, że w r. 1912 liczba pożarów, wzniesionych przez pioruny, wynosiła 11,3% ogólnej

liczby pożarów, co już jest odsetkiem bardzo znacznym. Straty spowodowane przez pożary w Królestwie Polskiem w r. 1912 były ocenione na 3749666 rb. Straty zaś spowodowane przez pożary od piorunów, stanowiły 9,1% ogólnej sumy strat, a więc wyniosły 341219606 rb. Jeżeli do tego dodamy wypadki porażenia ludzi, zwierząt, oraz uderzenia w budynki, gdy wprawdzie pożaru nie było, lecz nastąpiły uszkodzenia, połączone często ze znacznymi stratami materyalnemi, to dojdziemy do wniosku, że urządzenia piorunochronów powinny znaleźć u nas większe zastosowanie niż dotychczas. Stosuje się to przedewszystkiem do naszych wsi i małych miasteczek z dachami krytymi łatwopalnym materyałem, na które przypada główna część strat, wyrządzanych przez pioruny.

Według przepisów Związku Niem. Elektr. przedewszystkiem następujące kategorye budynków powinny być zaopatrzone w piorunochrony:

a) Budynki, w których bywa większe nagromadzenie ludzi, jak np. koszary, szpitale, teatry, fabryki i t. d.

b) Budynki, w których mieszczą się składy lub fabryki łatwopalnych, lub wybuchowych materyałów: prochownie, zbiorniki benzyny, spirytusu i t. d.

c) Budynki, mieszczące zakłady użyteczności publicznej, jak: elektrownie, gazownie, stacje wodociągów i t. d.

d) Budynki, mające wysoką wartość historyczną, naukową lub artystyczną, jak np. muzea, biblioteki i t. d.

e) Budynki, które, z powodu swej wysokości, lub wzniesionego i odosobnionego położenia, są szczególnie wystawione na niebezpieczeństwo uderzenia piorunu, jak np. wieże, wiatraki, kominy fabryczne i t. d.

f) Budynki, posiadające dachy pokryte materyałem łatwopalnym, zwłaszcza takim, który nie może być uodporniony na działanie ognia, przez odpowiednie nasycenie.

g) Budynki, które już raz ucierpiały od piorunu lub są położone w okolicy, często przez pioruny nawiedzanej.

Do kategorii f) należy przede wszystkim zaliczyć budynki wiejskie, kryte przeważnie materiałem łatwopalnym.

Natomiast mniej niezbędne są piorunochrony na domach miejskich, tworzących zwarte zespoły, zwłaszcza, gdy one nie posiadają zbyt wielu wystających części i są kryte blachą metalową oraz zaopatrzone w takżeż rynny, połączone z kanalizacją, albowiem w tym ostatnim razie same przez się są dostatecznie zabezpieczone.

## V. Części składowe piorunochronów budynkowych.

Instalacje piorunochronne składają się z następujących części zasadniczych:

- a) części odbiorczych i ochronnych;
- b) przewodów łączących powyższe części z uziemieniami;
- c) uziemień.

a) **Części odbiorcze i ochronne piorunochronów** pod względem działania zastępują stosowane dawniej ostrza, umieszczane na wysokich prętach. Części odbiorcze piorunochronu są wyłącznie przeznaczone dla przyjęcia uderzenia, ochronne zaś służą dla zabezpieczenia najbardziej narażonych części budynku od bezpośrednich uderzeń i są zarazem częściami składowymi sieci przewodu piorunochronu. Badania bowiem wykazały, że uderzenie nie koniecznie następuje w najwyższy punkt dachu, gdyż piorun już w punkcie uderzenia ma dążenie do obrania sobie najlepszej (t. j. o najmniejszym oporze) drogi do ziemi. Z tego powodu niektóre części dachu są w równej mierze zagrożone jak jego wierzchołek i powinny być również zabezpieczone.

Jako części odbiorcze mogą być użytkowane wszelkie, wystające nad budynkami części metalowe, oraz znajdujące

się na ich wierzchu także: płyty, pręty lub druty. Chodzi tylko o to, żeby przedmioty te były dobrymi przewodnikami elektryczności i posiadały dostateczny przekrój, a mianowicie taki, by w czasie wyładowania piorunu nie uległy stopieniu. Muszą też one być dobrze połączone metalicznie z resztą urządzenia piorunochronnego. Jeżeli na budynku znajdują się: blaszane nasady kominowe, metalowe przykrycie kipy dachu, takąż chorągiewka i t. p. i jeżeli przekrój ich, pod względem przewodnictwa elektrycznego, jest wystarczający, to mogą one być użytkowane jako urządzenia odbiorcze.

Krzyże metalowe, także pręty chorągiewek i t. p. ostrza metalowe, znajdujące się na dachu, powinny być w każdym razie użytkowane jako części odbiorcze piorunochronów, przyczem wystarcza w tym celu połączyć metalicznie ich podstawę z ogólną siecią piorunochronu (rys. 1).

Kominy, sięgające do kipy dachu lub przewyższające ją, powinny być zaopatrzone w część odbiorczą piorunochronu. W tym celu mogą jednak być użytkowane istniejące części metalowe, jak np. siatka kominowa, blacha, nasada kominowa lub płyta metalowa, przykrywająca komin (rys. 2). Dla kominów o niedużym przekroju, w ekonomicznych instalacjach piorunochronnych, wystarcza przeprowadzenie po jego wierzchu zwykłego przewodnika piorunochronnego. Wskazaniem jest jednak zastosowanie w tym celu specjalnej części odbiorczej w postaci płyty metalowej, ramki z żelaza kąтового, lub obicia wierzchołka komina blachą żelazną cynowaną lub obołowioną. Jeżeli komin jest zaopatrzony w nasadę blaszaną, to może być ona użytkowana jako część odbiorcza piorunochronu (rys. 3), przez włączenie jej do ogólnej sieci za pomocą szczelnego owinięcia o nią przewodnika piorunochronnego.

Liczba części odbiorczych piorunochronów powinna być dostosowana tak, iżby odległość między nimi nie przewyższała 15 do 20 m. O ile po nad powierzchnię dachu nie wystają

specyalne występy, to za najbardziej narażone na uderzenie piorunu można uważać następujące części dachu: przede-wszystkiem końce kipy, następnie samą kipę, dalej krawędzie dachu od kipy do okapu, nakoniec sam okap, zwłaszcza przy budynkach odosobnionych, o dachu płaskim.

Wszystkie narożniki i krawędzie dachów powinny być zabezpieczone przewodnikami ochronnymi, włączonymi w ogólną sieć piorunochronu, a przy odosobnionych budynkach nie tylko dachy, lecz również i narożniki samych budynków powinny być w nie zaopatrzone.

Wierzch szczytu domu, oraz kipa dachu zawsze powinny być zaopatrzone w części odbiorcze piorunochronu. Przy dachach spadzistych oddzielne zabezpieczenie szczytu i okapów nie jest koniecznem. Jeżeli jednak dach ma spadek, nie przewyższający  $25^{\circ}$ , winny być zastosowane oddzielne przewodniki odbiorcze dla szczytu i dla okapów.

Na dachach łatwopalnych, jak np. strzechach słomianych, lub na budynkach zawierających materiały łatwopalne, gdzie chodzi o to, by uderzenie piorunu nastąpiło możliwie dalej od dachu, części odbiorcze piorunochronów powinny być umieszczone w pewnej odległości od powierzchni budynku (dla zwykłych budynków wystarcza odległość 20 cm). W tym celu, jako części odbiorcze piorunochronów, mogą być również stosowane ostrza. Bardziej racjonalnem przytem jest zastosowanie większej liczby niskich prętów, niż mniejszej i wysokich. Ostrza te mogą być żelazne, lecz dla zabezpieczenia od rdzewienia, winny być cynowane, lub pociągnięte lakierem.

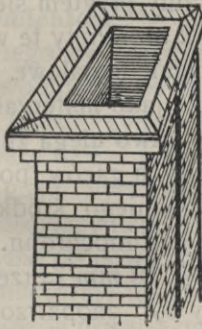
Ostrza złożone, z końcówkami z metali szlachetnych, są w każdym razie zbyteczne. Połączenie przewodnika z prętem może być wykonane zapomocą zacisku. Do wnętrza pręta rurowego wprowadzać przewodnika nie należy.

Dla pewnych rodzajów budowli, jak: kominy fabryczne, świątynie, wiatraki i t. p., najbardziej narażonych na uderzenia piorunów, niezależnie od podanych powyżej, istnieją specjalne przepisy Związku Elektrotechników Niemieckich.





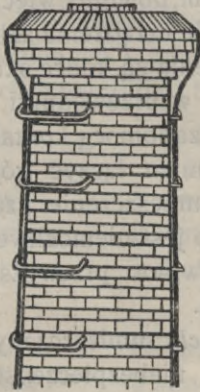
Rys. 1.



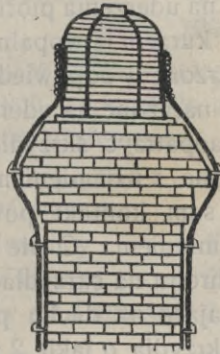
Rys. 2.



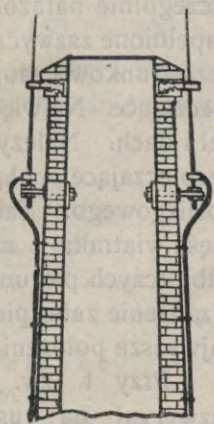
Rys. 3.



Rys. 4.



Rys. 5.



Rys. 6.

Na *kominach fabrycznych* oprócz płyt (rys. 4) lub istniejących nasad lub siatek metalowych (rys. 5) mogą być stosowane pełne pręty żelazne, jednak w liczbie nie mniejszej niż po dwa na każdym kominie, umieszczone po bokach tegoż (rys. 6). Pręty te mogą wystawać ponad komin na wysokość jednego metra, lecz powinny przytem sięgać w dół od wierzchołka nie mniej, niż na 2 m. Pręty te winny być zaopatrzone między sobą w połączenie metalowe.

W tym razie miedź, jako materiał do wyrobu prętów, nie jest wskazana, gdyż łatwo ulega zniszczeniu przez gazy kominowe. Od wpływu tych gazów powinny być zabezpieczone zapomocą odpowiedniego środka (np. asfaltowane) również i części żelazne piorunochronu. Pręty powinny posiadać conajmniej grubość 10 mm i przekrój 250 mm<sup>2</sup>. \*).

*Świątynie* powinny być zaopatrzone w urządzenia odbiorcze piorunochronne tak na wieżach, jak i na nawie, gdyż piorunochron na samej tylko wieży nie ochrania dostatecznie całego budynku. Piorunochrony umieszczone na wieżach i na nawie powinny być dobrze połączone między sobą.

*Wiatraki*, jako budynki stojące w odosobnieniu są szczególnie narażone na uderzenia piorunów; są one przytem napełnione zazwyczaj kurzem łatwopalnym, powinny więc być bezwarunkowo zaopatrzone w odpowiednie urządzenia zabezpieczające. Najwięcej narażone na uderzenia są końce skrzydeł i dach. Należy zaopatrzyć skrzydła w przewodniki zabezpieczające, połączone z uziemieniem zapomocą kontaktu poślizgowego. Taki sam kontakt powinien łączyć górną część wiatraka z uziemieniem. O ile umieszczenie części odbiorczych piorunochronu na skrzydłach jest niemożliwe — urządzenie zabezpieczające na dachu powinno przewyższać najwyższe położenie skrzydła o jakie 2 m.

Przy t. zw. *turbinach wiatrowych*, umieszczanych zazwyczaj na rusztowaniu żelaznym, niebezpieczeństwo

---

\*) Należy unikać uziemień w pobliżu podziemnych kanałów dymowych.

uszkodzenia budowli przez wyładowania atmosferyczne jest dużo mniejsze. Należy jednak uziemić dolną część konstrukcji żelaznej dla zabezpieczenia od porażenia, mogących się tam znajdować ludzie.

**b) Przewody, łączące części odbiorcze i ochronne piorunochronów z uziemieniem.**

Materyał, z którego wykonane są przewody, powinien posiadać dobre przewodnictwo elektryczne, dla tego też należy stosować miedź, żelazo i cynk.

Zasadniczo należy dawać przewodnikom tym możliwie dużą powierzchnię, gdyż wyładowanie piorunowe ma własność wyładowania oscylacyjnego, t. j. że wywołany przez nie prąd płynie głównie po powierzchni przewodnika. Z tego powodu przewód formy taśmowej lub linkowej jest odpowiedniejszy od pełnego drutu okrągłego.

Najmniejsze dopuszczalne przekroje przewodników są wskazane w poniższej tablicy:

	Przekroje przewodników			
	miedzia- nych	żelaz- nych	cynko- wych	ołwia- nych
dla rozgałęzionego przewodu 25		50	75	100 mm <sup>2</sup>
dla pojedynczego . . .	50	100	150	300 „

Najodpowiedniejsze więc wymiary dla przewodników miedzianych i żelaznych, ze względu na zachowanie powyższych przekrojów, będą następujące:

	Przewodniki miedziane	
	pojedyncze	rozgałęzione
Drut . .	8 mm średnicy	7 mm średnicy
Taśma . .	2 mm × 25 mm	2 mm × 15 mm
Linka . .	7 drutów z 3,4 mm śr.	7 drutów z 2,3 mm śr.

Przewodniki żelazne		
Drut . .	11 mm śr.	8 mm śr.
Taśma . .	3 mm × 30 mm	2 mm × 20 mm
„ . .	3 mm × 35 mm	2,5 mm × 20 mm
Linka . .	12 drutów z 3,3 mm śr.	7 drutów z 3,3 mm śr.

Jako taśma żelazna może być zastosowana t. zw. be-  
dnarka, o wymiarach 25 mm szerokości i 2 mm grubości.

Żelazo powinno być dobrze ocynkowane, i oprócz tego,  
dla zabezpieczenia od rdzy, co pewien czas malowane. Cynk  
i ołów stosowane są tylko przy zużytkowaniu istniejących  
części budowlanych z tych metali.

Dla uniknięcia zbyt wielkiej liczby połączeń przewodni-  
ki powinny być możliwie długie. Przy umocowaniu prze-  
wodników należy unikać części izolujących: rolek i t. d.

*Przewodniki powinny być prowadzone w takim kierun-  
ku, iżby nie tylko służyły do łączenia części odbiorczych  
piorunochronu z uziemieniem, lecz ażeby i same były zużytko-  
wane jako części odbiorcze.* W tym celu należy je pro-  
wadzić w miejscach najbardziej narażonych na uderzenia  
piorunu, a mianowicie: wzdłuż kipy, na kantach dachu,  
przy okapie, przy szczycie domu, na attykach i frontach, ze  
szczególnem uwzględnieniem strony wystawionej na wiatry,  
t. j. ze strony t. zw. fali, która jest u nas przeważnie od  
zachodu.

O ile kipa jest dłuższa niż 20 m, to odległość między  
przewodnikami łączącemi kipę z uziemieniami nie powinna  
przewyższać 15 do 20 m. Jeżeli spadek dachu jest mniej-  
szy niż 35°, to zwiększa się niebezpieczeństwo uderzenia  
piorunu w płaszczyznę dachu, i wówczas należy ją odpowie-  
dnie zabezpieczyć przez zastosowanie mniejszej odległo-  
ści między przewodnikami, przez dodanie przewodników  
równoległych do kipy i t. p.

*Przewodniki mogą być przymocowane zazwyczaj bez-  
pośrednio do dachu i do ścian budynku; należy tylko unikać  
zbyt raptownych zmian kierunku, stosując łagodne łuki na  
krzywiznach,* by zapobiedz t. zw. przeskakowaniu piorunów.

Na dachach łatwopalnych, jak np. strzechach słomia-  
nych, trzcinowych i t. p. należy umieszczać przewodniki na  
podkładkach tak, ażeby odległość od strzechy wynosiła co  
najmniej 20 cm. Podkładki te mogą być drewniane. Jeżeli

na tych dachach są części metalowe, to powinny być włączone w sieć piorunochronu; mogą być one przytem zużytkowane zamiast przewodników, o ile mają odpowiednie położenie i przekrój. W razie niedostatecznego przekroju tych części należy je wzmocnić do przepisanej normy, przez włączenie równoległego z nimi przewodnika.

Jeżeli na budynku kipa, kanty dachu, przeguby (holkiele), okapy, gzymsy i t. p. są pokryte blachą metalową, to wszystkie te części metalowe należy połączyć między sobą jakoteż z częściami odbiorczymi. W tych razach, o ile części rzeczone posiadają dostateczne przekroje i dobrze są połączone między sobą, wszelkie dodatkowe przewodniki dachowe są zbyteczne. Jeżeli zaś posiadają przekroje za małe, należy je wzmocnić przez dodanie odpowiednich przewodników. Dotyczy to zwłaszcza dachów krytych blachą lub posiadających wiązania żelazne. W każdym razie wszelkie większe masy metalowe, znajdujące się na dachu lub przy nim, powinny być połączone z siecią piorunochronu.

*Każdy budynek powinien być zaopatrzony co najmniej w dwa uziemienia.* Odległość między dwoma uziemieniami przy jednym budynku nie powinna przewyższać 20 m. Na wysokich kominach i wieżach należy umieścić po dwa przewodniki uziemiające, z których jeden powinien znajdować się po stronie najwięcej narażonej na wiatry. *Rynny metalowe o dostatecznym przekroju mogą być z korzyścią używane jako przewodniki uziemiające.* Należy tylko sprawdzić, czy styki poszczególnych rur są szczelne, i w razie potrzeby polepszyć ich przewodnictwo przez przylutowanie płytek metalowych.

Wszelkie większe masy metalowe, znajdujące się na zewnętrznych ścianach budynku, w kierunku od dachu do ziemi, mogą być zużytkowane jako przewodniki uziemiające i w każdym razie powinny być połączone z siecią piorunochronu.

*W budowlach żelbetowych* należy połączyć szkielet że-

lazny z piorunochronem. Ze względu na należyte wewnętrzne połączenie metalowe całego szkieletu wystarczą przyłączyć przewodniki piorunochronu w każdej oddzielnej części budynku tylko do pojedynczej wkładki żelaznej. W celu ułatwienia tych połączeń zaleca się przeznaczone do tego pręty żelazne już w czasie budowy, pozostawiać wypuszczone z betonu.

*Rury ogrzewania centralnego, wodociągowe i gazowe, o ile dochodzą do górnego piętra, należy połączyć z siecią przewodników ochronnych, znajdujących się na dachu, jak również na dole, z przewodnikiem uziemiającym.\*)*

*Przewodniki uziemiające przy wejściu do ziemi powinny być zabezpieczone od uszkodzeń na wysokości 2,5 m. ponad powierzchnią i 30 cm pod powierzchnią gruntu.*

c) **Uziemienia** powinny być wykonane z wielką starannością. Jeżeli *rury gazowe lub wodociągowe* znajdują się w pobliżu przewodników uziemiających piorunochronu (nie dalej jak o 10 m od przewodnika), to *należy je koniecznie zużytkować jako uziemienie*. Przy pojedynczym przewodniku takie uziemienie jest wystarczające i nie wymaga uziemień dodatkowych. W razie większej liczby przewodników uziemiających, należy wykonać uziemienia w kilku miejscach; mogą one być przytem między sobą połączone przewodnikami. Dla przewodników uziemiających mogą być zastosowane te same materiały i przekroje, co i dla przewodników ochronnych. W razie trudności dojścia do wody gruntowej, uziemienie może być uskutecznione w warstwie górnej, czyli zastosowane t. zw. *uziemienie powierzchniowe*. Uziemienia tego rodzaju, często obecnie stosowane, oparte są na obserwacji, że o ile tylko piorun dostanie się chociażby pod wierzchnią warstwę gruntu, już z niego nie wyskakuje. Zjawisko to wy-

\*) Rury te są zazwyczaj doskonale uziemione i z tego powodu przedstawiają dobrą drogę dla wyładowań atmosferycznych. W czasie burzy zetknięcie się z nimi jest niebezpieczne.

jaśniono faktem, że suchy nawet grunt posiada opór elektryczny, wielokrotnie mniejszy od oporu powietrza. Długość przewodnika dostateczna dla osiągnięcia dobrego uziemienia powierzchniowego wynosi w odpowiednim gruncie (żywna ziemia lub glina) 10 do 15 m na każde uziemienie. Jeżeli grunt jest nieodpowiedni, t. j. suchy, piaszczysty, należy cały budynek otoczyć pod ziemią na głębokość nie mniej 30 cm przewodnikiem w odległości 1,5 do 2 m od muru i porobić wachlarzowato rozchodzące się odgałęzienia. W celu ulepszenia uziemienia należy również połączyć je z pompami, rowami i t. p., o ile te znajdują się bliżej niż 15 m od budynku. Jeżeli uziemienie jest możliwe do skutecznienia w wodzie gruntowej, to jednostronna powierzchnia przewodnika lub płyty uziemiającej, jak również rury, szyny, siatki i t. p., nie powinna być mniejsza niż  $\frac{1}{2}$  m<sup>2</sup>. Grubość płyt miedzianych (koniecznie pocynkowanych) nie mniejsza niż 1 mm, żelaznych (również koniecznie pocynkowanych) — 2 mm. *Płyta powinna być wykonana z tego samego metalu, co przyłączony do niej przewodnik.*

Zamiast płyt jednolitych, mogą być również stosowane siatki metalowe z drutu 4 mm średnicy, z otworami o powierzchni nie przenoszącej 100 mm<sup>2</sup>. Siatki metalowe przy tej samej wadze zużytego materiału dają większą powierzchnię kontaktową niż płyty.

Nie należy zwijać płyt spiralnie, lecz co najwyżej cylindrycznie.

*Płyty należy umieszczać nie w studniach, lecz w mokrym gruncie, bo czysta woda jest złym przewodnikiem, płyty zaś, szczególnie miedziane, mogłyby zepsuć wodę.*

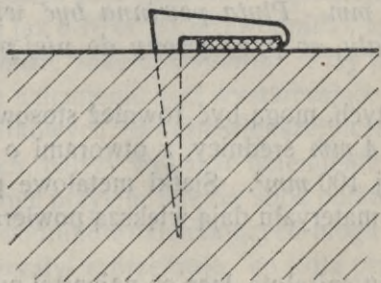
Przy wyborze miejsca odpowiedniego dla urządzenia uziemienia piorunochronu należy szczególnie uwzględnić grunt, który stale pozostaje wilgotny, co można rozpoznać dzięki bujnej roślinności. Jeżeli nie wszystkie części metalowe, skierowane ku ziemi, są przyłączone do uzie-

mienia, to można je zużytkować jako przewodniki pomocnicze, łącząc je z krótkimi (3—5 m długości) przewodnikami umieszczonymi w gruncie, służącymi za uziemienia powierzchniowe.

## VI. Montaż piorunochronów.

Montaż piorunochronów zasadza się głównie na trwałym przymocowaniu tak przewodników, jak i części odbiorczych piorunochronu do budynku, oraz połączeniu ich za pomocą złącz między sobą, jako też z uziemieniami i ze znajdującymi się w pobliżu materiałami przewodniemi.

a) **Przymocowanie przewodników.** W instalacjach dawnego typu przymocowanie przewodników uskuteczniało się za pomocą specjalnych haków, zaopatrzonych w zaciski, a nawet czasem w rolki izolacyjne (dla przewodników piorunochronnych zupełnie bezcelowe, a nawet szkodliwe).



Rys. 7.

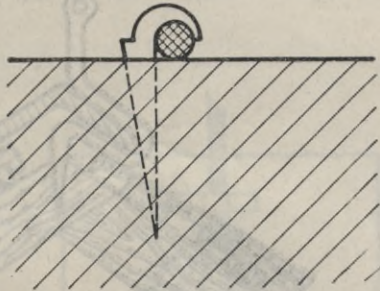
Ponieważ w instalacjach nowego typu przewodniki umieszczone bywają przeważnie wprost na powierzchni budynku, do przymocowania ich wystarczają zwykłe haki z odpowiednimi główkami (rys. 7 i 8).

Dla przymocowania do muru praktyczne są haki z grubego drutu (rys. 9), wmurowane na cement w otwór formy stożkowej. Dla przymocowania przewodników do dachówek stosowane są specjalne haczyki, wskazane na rys. 10 i 11. *Wszystkie przymocowania metalowe, celem zabezpieczenia od rdzy, winny być pocynowane.*

Przewodniki uziemiające prowadzone na kominach fabrycznych, mogą leżeć bezpośrednio na murze, przyczem je-



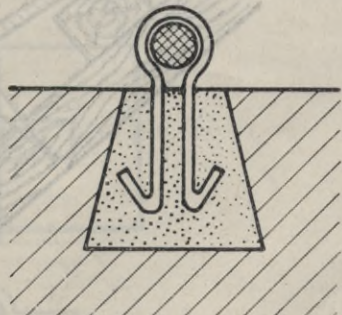
den z nich może być przymocowany za pomocą zacisków wprost do klamer żelaznych, służących do wchodzenia. W ten sposób unika się szeregu przymocowań na murze, i równocześnie klamry żelazne zostają włączone w obwód piorunochronu.



Rys. 8.

b) **Złącza.** Przymocowanie przewodników sieci piorunochronu do części metalowych budynku, i złącza z płytami uziemiającymi powinny być szczególnie starannie wykonane i zabezpieczone od uszkodzeń, gdyż od tego głównie zależy trwałość i skuteczność urządzenia. Tyczy się to w pierwszym rzędzie połączenia przewodników uziemiających z płytami i drutami uziemiającymi, gdyż te jako znajdujące się w ziemi i przytem w miejscu wilgotnem, najczęściej narażone są na psucie się głównie z powodu utlenienia.

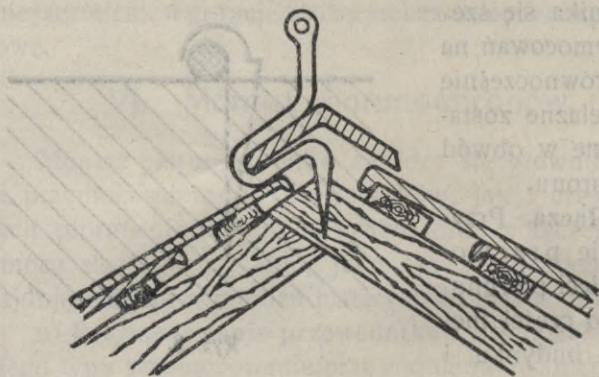
Przewodnik uziemiający należy połączyć z płytą lub siatką tak, by miał jak największą powierzchnię kontaktową. W tym celu można wykonać połączenia sposobem wskazanym na rys. 12 i 13.



Rys. 9.

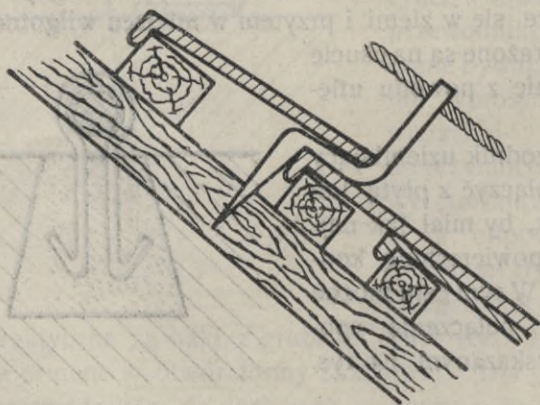
Przewodniki formy taśmo-wej powinny być połączone z częściami żelaznymi budowli za pomocą śrub lub nitów z podkładką z miękkiego metalu, przytem tak, ażeby długość kontaktu stanowiła mniej więcej 10 cm. Przewód prowadzony na powierzchni dachu blasza-

nego może być przymocowany wprost do blachy za pomocą zwykłych, przylutowanych do niej skobelków (rys. 14). Przy-



Rys. 10.

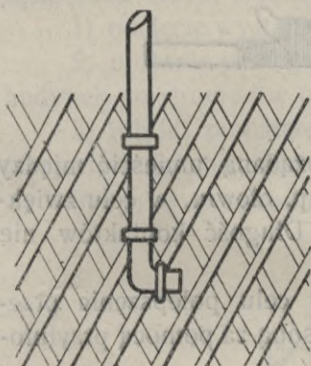
łączenia przewodników do rur powinny być wykonane za pomocą specjalnych zacisków z podkładką z miękkiego metalu.



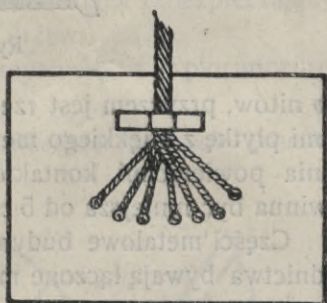
Rys. 11.

Budowa tych zacisków musi być dostatecznie mocna, tak, iżby przez przyśrubowanie można było osiągnąć dobre połączenie kontaktowe.

Przy wykonywaniu połączeń przewodników pomiędzy sobą, należy zwracać szczególną uwagę na wytrzymałość tychże i na zabezpieczenie ich od utlenienia. W tym celu



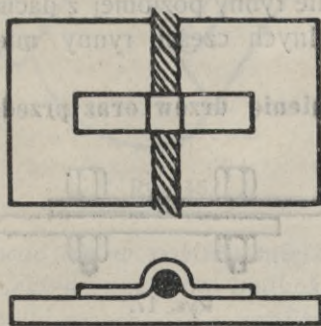
Rys. 12.



Rys. 13.

należy pokryć miejsca złączy warstwą farby, odpornej na wpływy atmosferyczne.

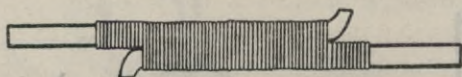
Forma i sposób wykonywania złączy są rozmaite w za-



Rys. 14.

ależności od materiałów i kształtu przewodników. Przewodniki okrągłe łączą się między sobą przez proste skręcanie

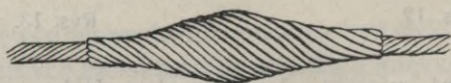
lub związywanie drutem przewiazkowym (rys. 15); linki metalowe bywają splatane (rys. 16) lub łączone specjalnymi mufkami. Szyny są zmcowywane za pomocą sworzni (rys. 17)



Rys. 15.

lub nitów, przyczem jest rzeczą pożądaną umieścić między nimi płytkę z miękkiego metalu, np. ołowiu, w celu zwiększenia powierzchni kontaktowej. Długość kontaktów nie powinna być mniejsza od 5 cm.

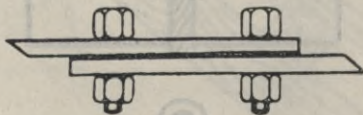
Części metalowe budynku, w celu polepszenia przewodnictwa bywają łączone między sobą za pomocą przyluto-



Rys. 16.

wanych do nich drutów lub płytek. Na rys. 18 wskazane jest takie połączenie rynny poziomej z dachem, a na rys. 19 połączenie oddzielnych części rynny między sobą, oraz z ziemią.

c) Uwzględnienie drzew oraz przedmiotów metalo-



Rys. 17.

wych, znajdujących się w pobliżu budynku, na którym ma być urządzony piorunochron.

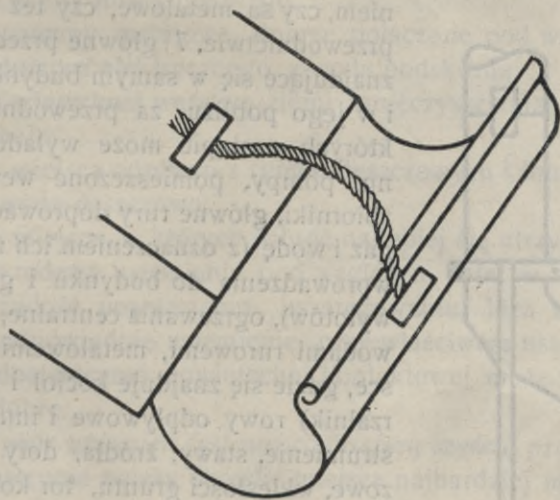
Budynek należy zabezpieczyć nie tylko od uderzeń bezpośrednich piorunu, lecz również od wyładowań, które mogą

nastąpić za pośrednictwem pobliskich drzew lub przewodników.

Zmniejszenie niebezpieczeństwa, zachodzącego wskutek sąsiedztwa drzew, można osiągnąć przez:

- 1) odcięcie wystających w stronę budynku gałęzi;
- 2) ułożenie jednego z przewodników zabezpieczających budynek po stronie i w pobliżu drzew;
- 3) lub też zaopatrzenie samych drzew w piorunochrony (oczywiście jaknajprostsze).

*Jeden z przewodników zabezpieczających powinien*



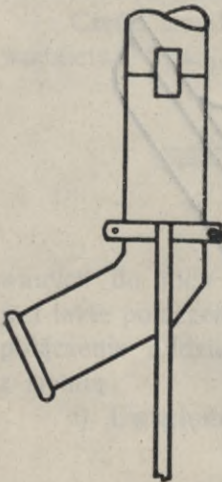
Rys. 18.

*również znajdować się w pobliżu miejsca wprowadzenia przewodników elektrycznych do budynku i w miejscach, gdzie te przewodniki przechodzą w pobliżu budynku.*

*Jeżeli jeden z przewodników elektrycznych jest uziemiony, to należy go równocześnie przyłączyć do sieci piorunochronu.*

## VII. Opracowanie projektu urządzenia piorunochronnego.

Chcąc opracować projekt urządzenia piorunochronnego, należy przede wszystkim (według wskazówek Zw. N. El.) zebrać następujące dane, które winny być oznaczone na planie budynku, a mianowicie: 1) wymiary budynku, 2) kształty dachu, 3) rodzaj przykrycia, 4) części przykrycia, wykonane z metalu, 5) rynny deszczowe poziome i pionowe, 6) części wznoszące się ponad pokrycie dachu, z oznaczeniem, czy są metalowe, czy też o złym przewodnictwie, 7) główne przedmioty, znajdujące się w samym budynku, jak i w jego pobliżu, za przewodnictwem których nastąpić może wyładowanie, np. pompy, pomieszczone wewnątrz, zbiorniki, główne rury doprowadzające gaz i wodę (z oznaczeniem ich miejsca wprowadzenia do budynku i górnych wylotów), ogrzewania centralne, z przewodami rurowymi, metalowymi (miejsce, gdzie się znajduje kocioł i rozszerzalnik) rowy odpływowe i inne, oraz strumienie, stawy, źródła, doły nawozowe, wklęsłości gruntu, tor kolejowy, długie metalowe ogrodzenia i t. p.; 8) przewodniki i inne znajdujące się w pobliżu przedmioty, które mogą wpłynąć na przebieg uderzenia piorunu, jak: drzewa, przewodniki elektryczne i t. d.; 9) kierunek północny.



Rys 19.

Na podstawie powyższych dokładnych danych można przystąpić do opracowania projektu.

W tym celu należy określić, gdzie mają być zrobione uziemienia, uwzględniając najodpowiedniejsze ku temu miejsca, oraz warunki budowlane.

Za najodpowiedniejsze miejsca, które mogą być użytkowane dla uziemień, należy uważać:

- 1) przewody rurowe wodne i gazowe;
- 2) większe powierzchnie wody stojącej lub płynącej (jeziora, stawy, rzeki, kanały, rowy połączone z większymi zbiornikami wody, płytka woda podskórna);
- 3) nieobmurowane doły nawozowe i doły przeznaczone dla pomyj;
- 4) miejsca błotniste i grunt przesiąknięty pomyjami i innymi nieczystymi odplywami;
- 5) szyny toru kolejowego;
- 6) pompy metalowe, dobrze połączone pod względem przewodnictwa elektrycznego, z wodą podskórna;
- 7) wierzchnią warstwę ziemi zanieczyszczonej i gleby urodzajnej;
- 8) miejsca odpływu z rynien deszczowych i inne, przesycone wodą deszczową;
- 9) miejsca, w których wilgoć najlepiej się utrzymuje.

Te rodzaje uziemienia pod względem zalet w zasadzie czynią zadość powyższemu uszeregowaniu, lecz niekiedy i mniej odpowiednie uziemienie, przy właściwem ustosunkowaniu dostatecznej powierzchni kontaktowej może być zupełnie dobre.

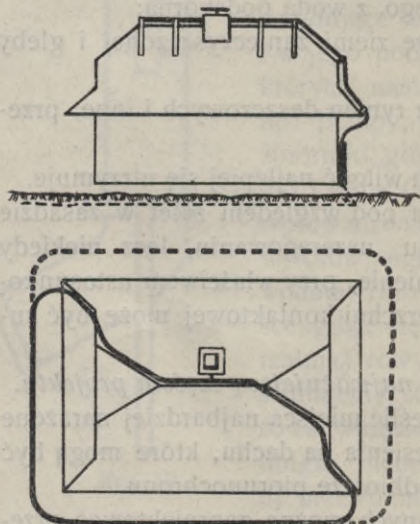
*Wybór uziemień jest najważniejszą częścią projektu.*

Następnie należy określić miejsca najbardziej narażone na uderzenia, oraz te wzniesienia na dachu, które mogą być użytkowane, jako części odbiorcze piorunochronu.

Na podstawie tych danych można zaprojektować przewodniki dachowe, uwzględniając przede wszystkim materiały, stanowiące część składową budynku. Należy przytem sprawdzić, czy tak zaprojektowana sieć przewodników nie wymaga uzupełnienia przez powiększenie ilości przewodników dachowych, przewodników uziemiających, uziemień, przyłączeń wewnętrznych lub zewnętrznych mas metalowych lub przez przyłączenie miejsc bardziej oddalonych, służą-

cych dla wyładowania, i wogóle, czy instalacja odpowiada przepisom.

*Projektowana instalacja powinna być dostosowana do rodzaju budynku, który ma zabezpieczać:* dla budowli mało wartościowych — celowa lecz jaknajtańsza, dla kosztowniejszych — bardziej udoskonalona. Tak np. urządzenie piorunochronne chaty wiejskiej przedewszystkiem powinno być tanie i proste w wykonaniu, tem niemniej jednak skuteczne. Należy więc do tego rodzaju instalacji zastosować jako materiał taśmę lub drut żelazny. Całą instalację można wykonać, jak wskazuje rys. 20, za pomocą pojedynczego



Rys. 20.

przewodnika żelaznego, który służy równocześnie za przewodnik ochraniający i uziemienie, i połączonego z nim kawałka blachy żelaznej na kominie — jako urządzenia odbiorczego. Koszt takiego urządzenia nie przeniesie kilkunastu rubli.

Dla grupy budynków może być zaprojektowana wspólna instalacja, a mianowicie: wspólne, połączone ze sobą przewodniki ochronne na dachach i wspólne uziemienia połączone z temi przewodnikami w odstępach mniej więcej 20-metrowych. Instalacje takie są tańsze od osobnych i skuteczniejsze.

Dla bardziej cennych budowli urządzenie może być droższe, lecz zato powinno być trwałe i odpowiadać nie tylko względom bezpieczeństwa, lecz i estetyki.



Należy zaznaczyć, że przy zaprowadzaniu nowoczesnych urządzeń piorunochronnych *odpowiednie opracowanie projektu jest jedną z najważniejszych czynności, gdyż koszt urządzenia może zmniejszyć się do minimum.* A mianowicie, jeżeli będą wykorzystane: istniejące przewody rurowe wodociągu — jako uziemienia; rynny pionowe — jako przewodniki uziemiające; blaszane przykrycia dachowe, rynny poziome i t. p. — jako przewodniki, a metalowe przykrycia kominów — jako części odbiorcze piorunochronu, to *częstokroć dla wykonania prawidłowej instalacji piorunochronnej, wystarczy tylko zabezpieczenie dobrego połączenia poszczególnych części metalowych między sobą i z uziemieniem* i co najwyżej zwiększenia ich przewodnictwa, w razie gdyby niektóre z przekrojów okazały się niedostatecznymi.

Dla przykładu, jak się przedstawia kosztorys na piorunochron budynkowy, opracowany według współczesnych poglądów, podaję poniżej wzory dwóch kosztorysów: jednego na jaknajprostsze urządzenie piorunochronu dla chaty włościańskiej, drugiego bardziej udoskonalonego, lecz droższego — dla dworu.

W kosztorysach tych podałem ceny katalogowe, przedwojenne, gdyż w chwili wydania tej książki ceny materiałów były bardzo zmienne.

## KOSZTORYS I.

**na urządzenie piorunochronu dla chaty włościańskiej  
dwiuibowej, drewnianej, krytej słomą (rys. 20).**

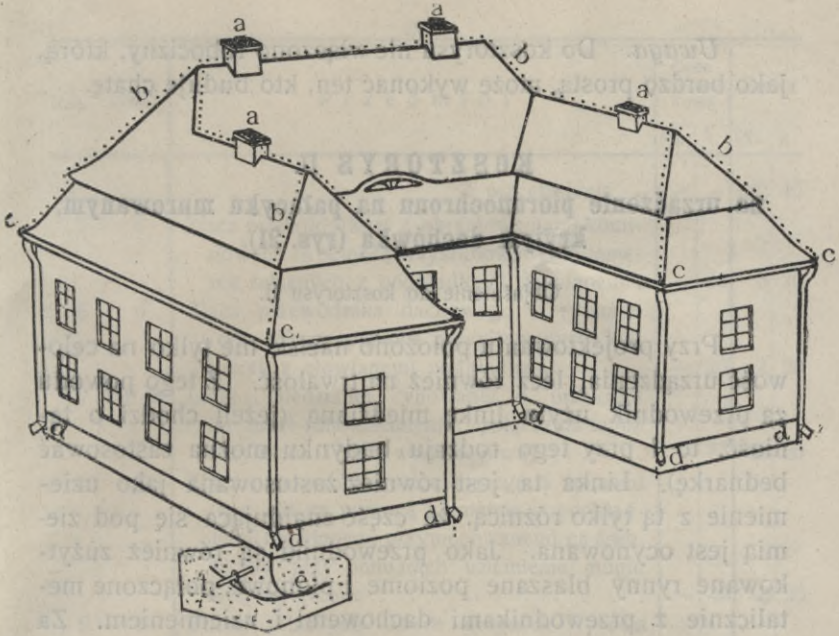
Objaśnienie do kosztorysu I.

Przy projektowaniu piorunochronu dla chaty włościańskiej należy mieć na względzie, oprócz celowości urządzenia, przede wszystkim: taniość materiału, możliwość dostania go w najbliższym miasteczku, oraz prostotę wykonania, tak, ażeby sam włościanin mógł sobie piorunochron zmontować. Za system wybrano ustrój wskazany na rys. 20, składający się

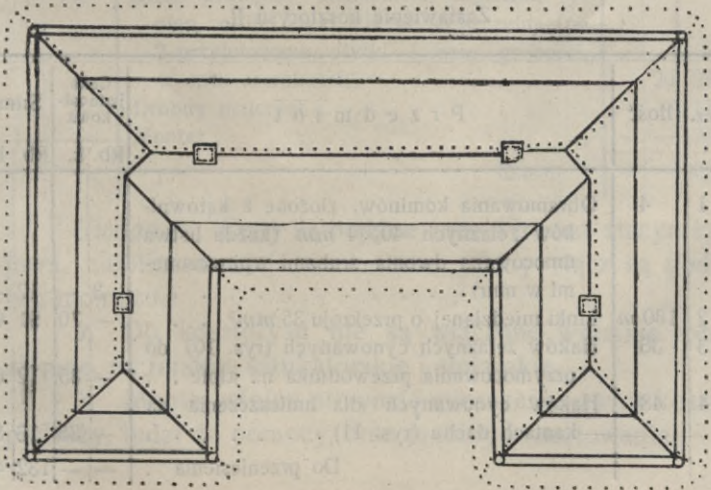
z przewodnika pojedynczego, zużytkowanego jako przewodnik ochronny i jako uziemienie, oraz z przykrycia kominowego blachą, która służy za część odbiorczą piorunochronu. Za materiał na przewodnik do tego rodzaju budynków nadaje się najlepiej wspomniana już wyżej bednarka, 25 mm szerokości i 2 mm grubości. Dla zabezpieczenia od rdzy, żelazo winno być pocynowane, w razie jednak, gdyby to było niemożliwym, przewodnik znajdujący się na powietrzu może być zabezpieczony farbą olejną, smołą i t. p., część zaś przewodnika, znajdującą się pod ziemią, o ile nie może być pocynowana, należy pozostawić w stanie naturalnym w celu zachowania dobrego kontaktu z ziemią. Jeżeli chata jest kryta słomą (jak wskazano na rysunku), to należy, przy umocowaniu przewodnika, unikać przebicia strzechy podpórkami, gdyż to mogłoby wywołać zacieki. Z tego powodu, zamiast zwykłych podpórek wskazanem jest zastosowanie drewnianych kozłów, jakie używane są w niektórych okolicach dla zabezpieczenia słomy od rozwiewania. Część przewodnika znajdująca się na ścianie, a zatem dostępna dla zetknięcia się, powinna być zabezpieczona korytkiem drewnianem.

Zestawienie kosztorysu I.

Poz.	Ilość	P r z e d m i o t	Cena jednostkowa		Suma	
			Rb.	k.	Rb.	k.
1	1 szt.	Blacha żelazna cynkowana, 0,15 mm grubości, 1/2 arkusza do obicia komina . . .	—	—	3	—
2	1 pud.	Bednarka, 25 mm × 2 mm . . . . .	—	—	3	—
3	20 szt.	Haki żelazne do przymocowania bednarki, w odstępach co 1,5 m . . . . .	—	10	2	—
4	—	Drobny materiał: gwoździe do przymocowania blachy, nity i podkładki ołowiane do 3-ch złącz, podpórki i korytko drewniane .	—	—	4	—
		Razem .	—	—	12	—



Rys. 21. *a* — płyta metalowa na kominie, *b* — przewodnik, *c* — połączenie przewodnika z rynną, *d* — połączenie rynny z uziemieniem, *e* — przewodnik podziemny, *f* — rura wodociągowa.



*Uwaga.* Do kosztorysu nie włączono robocizny, którą, jako bardzo prostą, może wykonać ten, kto buduje chatę.

## KOSZTORYS II.

### na urządzenie piorunochronu na pałacyku murowanym, krytym dachówką (rys. 21).

Objaśnienie do kosztorysu II.

Przy projektowaniu położono nacisk nie tylko na celowość urządzenia, lecz również na trwałość. Z tego powodu za przewodnik użyto linkę miedzianą (jeżeli chodzi o taniść, to i przy tego rodzaju budynku można zastosować bednarkę). Linka ta jest również zastosowana jako uziemienie z tą tylko różnicą, że część znajdująca się pod ziemią jest ocynowana. Jako przewodniki są również zużytkowane rynny blaszane poziome i pionowe, połączone metalicznie z przewodnikami dachowymi i uziemieniem. Za części odbiorcze piorunochronów służą obramowania żelazne wierzchołków kominów.

Zestawienie kosztorysu II.

Poz.	Ilość	P r z e d m i o t	Cena jednostkowa		Suma	
			Rb.	k.	Rb.	k.
1	4	Obramowania kominów, złożone z kątowników żelaznych 40×4 mm (każda listwa umocowana dwoma śrubami wpuszczonymi w mur) . . . . .	3	—	12	—
2	130 m	Linki miedzianej o przekroju 35 mm <sup>2</sup> . . . . .	—	70	91	00
3	36	Haków żelaznych cynowanych (rys. 10) do przymocowania przewodnika na kípie . . . . .	—	35	12	60
4	48	Haków cynowanych dla umieszczenia na kantach dachu (rys. 11) . . . . .	—	35	16	80
		Do przeniesienia . . . . .	—	—	132	40

Poz.	Ilość	P r z e d m i o t	Cena jcdnost- kowa		Suma	
			Rb.	k.	Rb.	k.
		Z przeniesienia .	—	—	132	40
5	8	Złącz przewodników z obramowaniami komi- nowemi za pomocą przyśrubowanych klame- rek żelaznych z podkładkami ołowianemi .	—	40	3	20
6	6	Złącz przewodnika dachowego z rynnami (rys. 18) za pomocą przynitowanych klame- rek z ołowianemi podkładkami . . . . .	—	20	1	20
7	150 m	Linki miedzianej cynowanej o przekroju 35 mm <sup>2</sup> (dla uziemienia i połączenia tegoż z rynnami i rurą wodociagową) . . . . .	—	75	112	50
8	8	Złącz przewodnika uziemiającego z rynnami (rys. 19) za pomocą klamek z podkład- kami ołowianemi przymocowanemi na śrubki, by przy pomiarach uziemienie mogło być wyłączane . . . . .	—	40	3	20
9	8	Rurek żelaznych 0,5 m długości, <sup>3</sup> / <sub>4</sub> cala średnicy dla ochrony uziemień . . . . .	—	20	4	80
10	10	Złącz przewodnika podziemnego (linki, po sple- ceni u zlutowane i zalane masą asfaltową) .	—	40	4	—
11	140	Złącz pomiędzy oddzielnymi częściami ry- nien, o ile styki ich nie są szczelne (po 2 przylutowane płytki 1 mm grubości, 40 mm szerokości). . . . .	—	20	28	—
12	—	Drobny materyał . . . . .	—	—	15	70
13	—	Montaż . . . . .	—	—	75	—
		Razem .	—	—	380	—

*Uwaga 1.* Ceny są podane loco i franco stacya kolejowa, najbliższa miejsca montażu. Ceny złącz są podane bez montażu.

2. Do kosztorysu nie są włączone wszelkie roboty ziemne, murarskie, sztukatorskie i stolarskie.

3. Monter winien otrzymać mieszkanie, zwrot kosztów podróży, ludzi do pomocy, oraz drabiny i rusztowania.

W powyższych dwóch przykładach były podane urządzenia piorunochronów dla budynków wiejskich, gdyż 90% wypadków uderzeń piorunów przypada na wieś. Kosztorys dla budowli miejskich jest zresztą zbliżony do kosztorysu II, przyczem urządzenie jest częstokroć prostsze dzięki możliwości zastąpienia przewodnika uziemiającego istniejącym połączeniem rynien z kanalizacją i zużytkowania przykrycia dachu blaszanego zamiast zastosowania przewodników specjalnych.

### VIII. Badania i pomiary instalacji piorunochronnych.

Odbiór, sprawdzenie i pomiary piorunochronów mogą być prawidłowo wykonane tylko przez osoby, mające odpowiednie wykształcenie techniczne i doświadczenie.

Badania te powinny być uskuteczniiane kilkakrotnie, a mianowicie: 1) przedewszystkiem zaraz po wykończeniu instalacji, 2) po każdej przeróbce, 3) po uderzeniu, 4) w stałych odstępach czasu, np. dla ważniejszych budowli co 2 lata, dla pozostałych — co 5 lat.

Przy dokonywaniu badania, zwłaszcza pierwszy raz po wykończeniu lub po przeróbkach, należy określić: a) czy znajdujące się na budynku części metalowe są w dostatecznej mierze uwzględnione i zużytkowane; b) czy miejsca narażone na uderzenia, zaopatrzone są w części ochronne; c) czy liczba przewodników uziemiających i uziemień jest dostateczna. Należy też sprawdzić, czy wskutek dokonanych zmian i przeróbek budynku nie należy wykonać odpowiedniej naprawy piorunochronu.

Najlepszym środkiem w tym celu, jak również dla zbadania przewodników dachowych i uziemiających jest *dokładne obejrzenie instalacji*.

*Pomiary oporu nie dają dostatecznego wyobrażenia o stanie piorunochronu.* Stwierdzono mianowicie, że czasem w piorunochronie, który wskazywał przy pomiarach duży opór, z powodu wadliwego kontaktu przewodów, przy zbliżaniu się burzy, opór się zmniejszał, w czasie zaś uderzenia piorunu urządzenie działało prawidłowo, gdy tymczasem niektóre piorunochrony, wykazujące mały opór omiczny, działały nieprawidłowo z powodu zbyt dużego oporu indukcyjnego lub zbyt kanciastej formy przewodników. Natomiast pomiary mogą być użyteczne dla sprawdzenia stanu uziemień oraz innych mało dostępnych części instalacji piorunochronnej.

Przy wykonywaniu pomiarów należy użytkować jako uziemienie przewody rurowe (wodne albo gazowe), o ile znajdują się one w pobliżu; w pozostałych wypadkach jest rzeczą niezbędną zastosować uziemienie sztuczne.

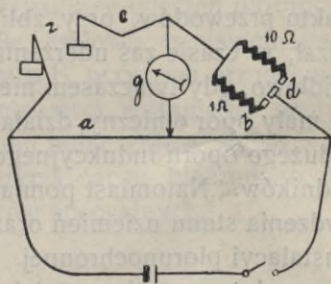
Jeżeli jako ziemię użytkowano przewody rurowe wodne lub gazowe, to opór uziemienia nie powinien przewyższać 1 oma. Przy uziemieniach powierzchniowych za pomocą przewodników lub płyt, siatek, rur, opór bywa różny, w zależności od powierzchni kontaktowej, stanu gruntu, wysokości wody podskórnej i t. d. Opór waha się w granicach od 5 do 25 omów, lecz przy szczególnie niekorzystnych warunkach gruntu, nawet jeszcze większy opór może być uważany za dopuszczalny.

Przy gruncie normalnym i przewodnikach podziemnych uziemiających 25 do 40 m długości w ziemi urodzajnej, lub przy siatce metalowej w wodzie podskórnej, można osiągnąć opór nie przewyższający 5 do 15 omów.

Jakkolwiek wprawdzie trudno oznaczyć, jaki może być największy dopuszczalny opór, należy jednak wymagać, by otrzymany opór uziemienia instalacji względnie do oporów, dających się osiągnąć w danej miejscowości, był najmniejszy.

*Przy pomiarze oporu uziemienia, należy mieć na uwadze, że opór ten jest zmienny, zależnie od pory roku*

*i stanu pogody.* Również obniżanie się wody zaskórnej może wywoływać duże zmiany oporu, zwłaszcza w wypadkach zastosowania płyt ziemnych.



Rys. 22.

Do pomiarów używane są przyrządy różnych konstrukcyi, oparte przeważnie na układzie połączeń mostka Wheatstone'a, przyczem jako instrument mierniczy najczęściej stosowany bywa telefon, włączony zamiast galwanometru (rys.22). W jedno ramię mostka włączona

jest ziemia, w drugie — opór 1 lub 10 omów, opory zaś  $a$  i  $b$  mogą być dowolnie zmieniane za pomocą przesuwanego kontaktu. W razie ustalenia się stosunku  $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$ , prąd przez telefon nie przepływa, wskutek czego szum ustaje i poszukiwany opór  $c = d \frac{a}{b}$ .

Jakkolwiek telefon jest bardzo czułym instrumentem mierniczym, dogodniej jest jednak stosować galwanometr, gdyż dokładność pomiarów za pomocą telefonu jest zależna od wrażliwości słuchu, i w razie postronnych hałasów pomiary są utrudnione. Do pomiarów stosowany jest prąd zmienny, otrzymywany przy pomocy samoczynnego przełącznika z ogniw galwanicznych. Prąd stały do takich pomiarów się nie nadaje, gdyż wywołuje polaryzację płyt ziemnych.

Rys. 23 wskazuje jeden z typów przyrządu używanego do mierzenia oporów piorunochronów. Rys. 24 przedstawia praktyczny zacisk do łączenia przewodnika mierniczego z rurami i innymi częściami metalowymi sieci piorunochronu lub uziemienia.



Przed przystąpieniem do pomiarów oporu uziemienia, należy zmierzyć opory przewodników, łączących instrument mierniczy z ziemią i instalacją. Przewodniki te powinny być łączone z uziemieniem i z instalacją za pomocą specjalnego



Rys. 23.

zacisku (rys. 24), zabezpieczającego możliwie mały opór kontaktowy.

Przy pomiarach uziemień pomocniczych, o ile niema przewodu rurowego wodnego, który jest najlepszem uziemieniem naturalnem, są stosowane płyty metalowe lub rury.

Prof. Ruppel radzi w tym celu stosować drut miedziany ocynowany 1 mm średnicy (używany do wiązania przewodników). Drut taki po rozwinięciu należy zakopać

w wierzchniej warstwie gruntu (na głębokość 10 *cm*). Jeżeli grunt ma złe przewodnictwo, długość drutu musi być większa, i czasem zachodzi nawet potrzeba polania gruntu wodą, ewentualnie roztworem sody lub soli. Przy długości mniej więcej 8 *m* takiego drutu opór uziemienia wynosi średnio 30 omów.

Pomiary bywają zazwyczaj wykonywane przy instalacjach piorunochronnych, których uziemienia znajdują się w następujących warunkach: 1) w pobliżu instalacji istnieje dobra ziemia (np. wodociąg), z którą instalacja jest połączona; 2) instalacja nie jest połączona wprost z takim uziemieniem, lecz znajduje się ono w pobliżu; 3) instalacja nie posiada dobrego uziemienia i nie znajduje się ono w pobliżu.

W pierwszym wypadku pomiar jest bardzo łatwy, gdyż ogranicza się do pomiaru oporu kontaktu rury z przewodnikiem w miejscu, gdzie instalacja jest przyłączona do rury wodociągowej. W tym celu jeden z przewodników mierniczych zostaje połączony z rurą, drugi — z przewodnikiem uziemiającym. Opór ten nie powinien przewyższać 0,1 do 0,5 omów. Jeżeli istnieje kilka przewodników uziemiających i chcemy sprawdzić opór kontaktowy każdego z nich, to musimy przy powierzchni gruntu odłączyć go od sieci ogólnej i zmierzyć opór między przewodnikiem wchodzącym do ziemi i rurą wodociągową, do której jest przyłączony. Jeżeli tym sposobem określone opory poszczególnych przewodników uziemiających oznaczymy przez  $r_1, r_2, \dots, r_n$ , to ogólny opór uziemienia wyniesie

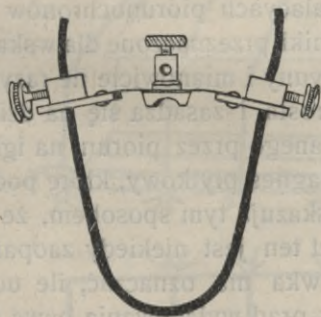
$$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}}.$$

W drugim wypadku, t. j. gdy w pobliżu instalacji znajduje się wprawdzie dobra ziemia, np. w postaci rury wodociągowej, a instalacja nie jest z nią połączona, lecz zaopatrzona w uziemienia specjalne, należy, jak w wypadku po-

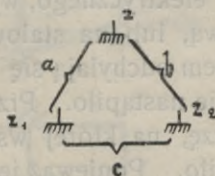
przednim, mierzyć opór izolacji między przewodnikami uziemiającymi i przewodem rurowym wodociągu.

Nakoniec w trzecim wypadku, t. j. kiedy niema w pobliżu dobrego naturalnego uziemienia, które można zużytkować dla pomiarów, należy zastosować uziemienie sztuczne za pomocą płyt, rur lub drutu miedzianego. W tym wypadku zwykle jeden pomiar nie wystarcza i dla każdego przewodnika uziemiającego należy wykonać trzy pomiary, a mianowicie:

zmierzyć opory między tym punktem i każdym z dwóch uzień oraz pomiędzy uziemieniami (nie



Rys. 24.



Rys. 25.

zapominając odliczyć od otrzymanych rezultatów oporów przewodników mierniczych). Przy takich pomiarach otrzymujemy (rys. 25):

opór  $r_1$  = oporowi uziemienia  $a$  instalacji + opór uziemienia próbnego  $z_1$ .

Opór  $r_2$  = oporowi  $b$  + opór uziemienia próbnego  $z_2$ .

Opór  $r_3$  = oporowi pomiędzy uziemieniem próbnym  $z_1 + z_2$ .

Z powyższych równań otrzymamy poszukiwany opór:

$$R = \frac{r_1 + r_2 - r_3}{2}$$

W razie, jeżeli dla każdego przewodnika uziemiającego są zastosowane oddzielne uziemienia, można się posiłko-

wać przy pomiarach temi uziemieniami, zamiast uziemień sztucznych.

Niektóre instrumenty, np. systemu Christensena, dozwolają wykonywać te trzy pomiary odrazu, i wynik może być wprost odczytywany, bez potrzeby obliczeń dodatkowych.

## IX. Liczniki uderzeń piorunów.

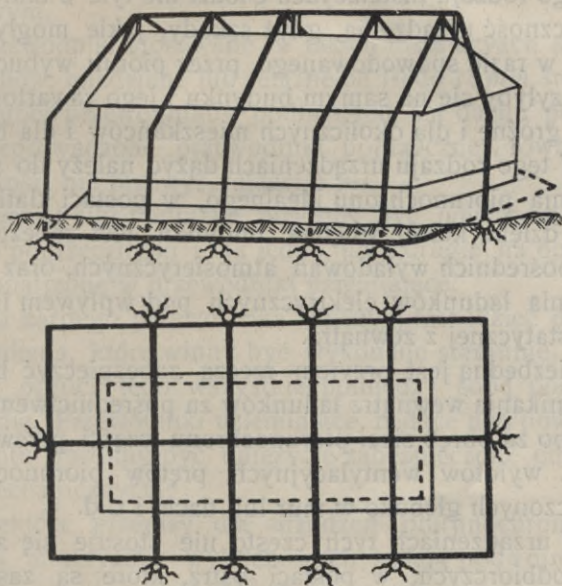
Przy ważniejszych instalacjach piorunochronów umieszczane bywają niekiedy liczniki, przeznaczone dla wskazywania, czy piorunochron był czynny i mianowicie ile razy. Budowa takich liczników jest prosta i zasadza się na działaniu prądu elektrycznego, wywołanego przez piorun, na igłę magnesową, lub na stalowy magnes płytkowy, które pod jego wpływem odchylają się i wskazują tym sposobem, że wyładowanie nastąpiło. Przyrząd ten jest niekiedy zaopatrzony w tarczę, na której wskazówka ma oznaczać, ile uderzeń nastąpiło. Ponieważ jednak prąd wyładowania bywa często bardzo silny, więc zdarza się, że już po jednym uderzeniu magnes się przemagnetyzuje, lub traci magnetyzm. Z tego powodu działanie tych przyrządów nie jest pewne; po każdej burzy winny być one sprawdzane i w razie potrzeby naprawione. Przyrządy te przymocowuje się bezpośrednio do przewodnika uziemiającego.

## X. Urządzenia piorunochronne dla składów prochu, dynamitu i innych materiałów wybuchowych.

Składy prochu i dynamitu, zbiorniki benzyny i nafty oraz inne budynki, w których materiały wybuchowe i łatwopalne znajdują się w większej ilości, podlegają specjalnym przepisom.

Ze względu na różnorodność tych budynków wskazane są poniżej tylko dodatkowe urządzenia piorunochronne, pożądane dla zbiorników naftowych (lub benzynowych, gazowych i t. p.), oraz przytoczone główne przepisy dla składów materiałów wybuchowych.

Dla zbiorników nafty np. celem jest umieszczenie przynajmniej 5 ostrzy lub innych części odbiorczych na



Rys. 26.

wierzchu (cztery na obwodzie i jeden pośrodku), połączonych między sobą i zaopatrzonych przynajmniej w 4 przewodniki uziemiające, które powinny być u góry i u dołu połączone metalicznie z kołnierzami zbiorników. Uziemienia przytem winny być zrobione nie przy samych zbiornikach, gdyż w tem miejscu zwykle ziemia bywa przesycona naftą (względnie benzyną i t. p.) i z tego powodu posiada złe przewodnictwo.

Dla urządzeń piorunochronnych na budynkach, zawierających materiały wybuchowe, wydawane są zwykle przez władze wojskowe dokładne przepisy.

Przepisy te różnią się między sobą pod względem szczegółów, w zależności od kraju, gdzie są wydane, oraz stosownie do rodzaju materiału wybuchowego, dla którego budynek jest przeznaczony, zasady ich jednak są wspólne. Przy tego rodzaju instalacjach chodzi nie tyle o taniść, jak o skuteczność urządzenia, gdyż szkody, jakie mogłyby wyniknąć w razie spowodowanego przez piorun wybuchu, nie ograniczyłyby się na samym budynku i jego zawartości, lecz byłyby groźne i dla okolicznych mieszkańców i dla budowli.

W tego rodzaju urządzeniach dążyć należy do urzeczywistnienia piorunochronu idealnego, w postaci klatki Faraday'a, dzięki której wewnątrz budynku jest zabezpieczone od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych, oraz od powstawania ładunków elektrycznych pod wpływem indukcji elektrostatycznej z zewnątrz.

Niezbędną jest przytem rzeczą zabezpieczyć budynek od przenikania wewnątrz ładunków za pośrednictwem wystających po za obręb sieci piorunochronu części przewodnich, jak np. wylotów wentylacyjnych, prętów piorunochronów (wpuszczonych głęboko w mur lub dach) i t. d.

W urządzeniach tych często nie stosuje się zupełnie części odbiorczych, w postaci ostrz, które są zastąpione wyłącznie przewodnikami ochronnymi. Również bywa pomijany ogólny przepis przyłączenia do sieci piorunochronu wszystkich mas metalowych, znajdujących się w budynku, ze względu, że masy te są częstokroć w zetknięciu z pociskami metalowymi, zawierającymi materiały wybuchowe.

Urządzenie piorunochronne na budynkach, zawierających materiały wybuchowe, w ogólnych zarysach składa się z gęstej sieci symetrycznej, złożonej z przewodników metalowych, którą cały budynek jest przykryty, przyczem sieć ta musi być dobrze uziemiona (rys. 26).

Przewodniki piorunochronowe prowadzone są w pewnym oddaleniu od budynku. Tak np. przewodnik idący wzdłuż budynku nad kipą dachu, pośrodku tegoż, jest bardziej wzniesiony (do 2 *m* nad kipą), a przy końcach obniża się, lecz odległość od dachu nie może być mniejsza niż 0,5 *m*. Przewodnik ten jest podtrzymywany za pomocą drewnianych podpórek, do których bywa przywiązany drutem przewiazkowym.

Przewodniki stosowane w takich instalacjach są zwykłych typów: miedziane lub żelazne od 10 do 15 *mm* średnicy.

Oprócz przewodników podłużnych, na dachu powinny być przeprowadzone przewodniki poprzeczne, równoległe, w odległości nie przewyższającej 5 *m*.

Przewodniki podłużne powinny być powiązane metalicznie z poprzecznymi i tak jedne, jak i drugie na obu końcach zaopatrzone w przewodniki uziemiające.

Dla każdego przewodnika należy przewidzieć oddzielne uziemienia, które winny być wykonane starannie. Mogą one być oprócz tego wszystkie pomiędzy sobą połączone pod ziemią. Przewodniki uziemiające, będące nad powierzchnią gruntu powinny być należycie zabezpieczone od uszkodzeń mechanicznych.

Niektóre przepisy dla urządzeń piorunochronów na składach materiałów wybuchowych żądają podwójnej sieci ochronnej: jednej zewnętrznej, która ma za zadanie przyjąć wyładowanie atmosferyczne zdala od budynku i odprowadzić je do ziemi, drugiej — znajdującej się bezpośrednio na budynku, która ma go dodatkowo ochronić od wyładowań, mogących się przedostać przez sieć zewnętrzną.





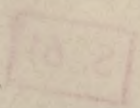


## SPIS RZECZY.

---

	<i>Str.</i>
Przedmowa . . . . .	III
I. Elektryczność atmosferyczna i rodzaje jej wyładowania . . .	1
II. Przebieg zjawiska i skutki uderzenia piorunu . . . . .	3
III. Systemy piorunochronów budynkowych . . . . .	7
IV. Szkody wyrządzone przez pioruny i wykaz budynków, które przedewszystkiem powinny być zaopatrzone w piorunochrony .	10
V. Części składowe piorunochronów budynkowych . . . . .	12
a) Części odbiorcze i ochronne . . . . .	12
b) Przewodniki łączące powyższe części z uziemieniem	17
c) Uziemienia . . . . .	20
VI. Montaż piorunochronów . . . . .	22
a) Przymocowanie przewodników . . . . .	22
b) Złącza . . . . .	23
c) Uwzględnienie przy urządzeniu piorunochronów drzew i przedmiotów metalowych, znajdujących się w pobliżu budynku . . . . .	26
VII. Opracowanie projektu urządzenia piorunochronu . . . . .	28
a) Zasady projektów . . . . .	29
b) Kosztorysy . . . . .	31
VIII. Badania i pomiary urządzeń piorunochronów . . . . .	36
IX. Liczniki uderzeń piorunów . . . . .	42
X. Urządzenia piorunochronów dla składów prochu, dynamitu i innych materiałów wybuchowych . . . . .	42

---



# SPIS TREŚCI

24		Przedmowa	
1		I. Znaczenie sanatoryjne i rola jej wylądowań	
3		II. Podział sanatoryjny i ogólne warunki sanatoryjne	
7		III. Wyższe sanatoryjne i sanatoryjne	
10		IV. Sanatoryjne i sanatoryjne w sanatoryjnych	
13		V. Sanatoryjne i sanatoryjne	
17		VI. Sanatoryjne i sanatoryjne	
20		a) Sanatoryjne	
20		b) Sanatoryjne	
22		c) Sanatoryjne	
23		d) Sanatoryjne	
24		e) Sanatoryjne	
25		f) Sanatoryjne	
26		g) Sanatoryjne	
27		h) Sanatoryjne	
28		i) Sanatoryjne	
29		j) Sanatoryjne	
30		k) Sanatoryjne	
31		l) Sanatoryjne	
32		m) Sanatoryjne	
33		n) Sanatoryjne	
34		o) Sanatoryjne	
35		p) Sanatoryjne	
36		q) Sanatoryjne	
37		r) Sanatoryjne	
38		s) Sanatoryjne	
39		t) Sanatoryjne	
40		u) Sanatoryjne	
41		v) Sanatoryjne	
42		w) Sanatoryjne	
43		x) Sanatoryjne	
44		y) Sanatoryjne	
45		z) Sanatoryjne	



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

8033

L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

SPIS  
opracowanych przez członków

*Mieczysław Pożaryski.*

**ktrotechniki** łącznie z zasadami pomiarów, z 42 7rysunkami. Cena Rb. 2.40.

*H. Czopowski.* **Mechanika teoretyczna.** Tom I-szy. Kinematyka, statyka i podstawy rachunku wektorowego. Cena Rb. 3. Tom II, część 1-sza. Dynamika punktu. Cena Rb. 1. Tom II, część 2-ga. Dynamika brył. Cena Rb. 1.

*Ed. Autenrieth.* **Mechanika techniczna.** Przełożył Stanisław Patschke. Z 327 figurami w tekście. Stron 613 + XXIX. Cena Rb. 2.40.

*Stefan Jurkowski.* **Żelbetnictwo** z 63 rysunkami w tekście, str. 127 + IX. Cena Rb. 1.50.

*P. Stephan.* **Nauka o wytrzymałości materiałów.** Ze 123 rysunkami i 74 przykładami. Tomaczył I. Radziszewski. Cena Rb. 1.80.

*Stanisław Płużański.* **Silniki spalinowe.** Część I. Wiadomości pomocnicze i teoretyczne. Paliwa. Gazownie. Cena Rb. 2.90. Str. 226 + X.

*Stanisław Patschke.* **Zasady termodynamiki.** Stron 173 + VIII. Cena Rb. 1.20.

*K. Gnoiński.* **Piorunochrony budynkowe.** Cena kop. 60.

„ **Poczta pneumatyczna.** Cena kop. 60.

„ **Urządzenia elektryczne w nowym teatrze Polskim i w teatrach wogóle.** Cena kop. 50.

KURSY LITOGRAFOWANE:

*A. Humnicki.* **Dźwignice.**

*M. Sikorski.* **Wzory urządzeń elektrycznych.**

*K. Gnoiński.* **Elektrotechnika prądów słabych.**

W DRUKU:

*H. Mierzejewski.* **Wzory urządzeń elektrycznych.** Część I-sza.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299676







Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-8033**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299676