

Zenon Hirsch

Ochrona odgromowa zabytkowych drewnianych budowli sakralnych

Ochrona Zabytków 25/2 (97), 77-85

1972

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

OCHRONA ODGROMOWA ZABYTKOWYCH DREWNIANYCH BUDOWLI SAKRALNYCH

1. WSTĘP

Zabytkowe drewniane budowle sakralne należą do cennych obiektów kultury narodowej, a ze względu na bardzo nietrwały materiał powinny być otoczone największą troską. Jednym z ważniejszych czynników, decydujących o ich zachowaniu, jest ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi. Dodatkowy występujący tu problem, to zapewnienie bezpieczeństwa ludziom przebywającym w budynku. Przy zabytkowym charakterze budowli ważne jest ze względów estetycznych takie rozwiązanie instalacji piorunochronnych, aby były one możliwie jak najmniej widoczne.

W pracy niniejszej omówiono ochronę odgromową drewnianych budowli sakralnych, jak kościoły, cerkwie, dzwonnice i kaplice, jest ona uzupełnieniem artykułu opublikowanego w tym numerze. Wykorzystuje się tutaj zasady ochrony odgromowej dla budowli drewnianych wymienione we wspomnianym artykule, stosując odnośniki opatrzone gwiazdką.

1.1. ZAGROŻENIE PIORUNOWE ZABYTKOWYCH BUDOWLI SAKRALNYCH

Obliczenie zagrożenia piorunowego wykonuje się według załącznika nr 1 do PN-55/E-05003. Przy ustalaniu zagrożenia brane są pod uwagę skutki oraz prawdopodobieństwo uderzenia pioruna w budowlę.

Wskaźnik zagrożenia piorunowego oblicza się wg wzoru:

$$W_z = \sqrt{A \cdot B \cdot C \cdot D \cdot E \cdot F \cdot G}$$

Wyznaczenie współczynników wg tabel pomocniczych:

A = 8 do 10 dla zabytków architektonicznych,
B = 1,7 do 4 dla wyposażenia budynków administracyjnych lub materiały palne jak drewno,

C = 3 do 4 dla ścian i dachu z materiałów palnych,

D = 3,6 do 4,7 dla wysokości 18 do 20 m i powierzchni 100 do 500 m²,

E = 0,6 do 1 dla budowli otoczonych drzewami i stojących samotnie,

F = 1 do 3 dla budowli usytuowanych w dolinie lub na wzgórzu,

G = 0,16 do 0,39 przyjmując średnią liczbę dni z burzą 16 do 26, czas trwania 1 do 1,5 godz.

Dla minimalnych wartości współczynników W_z min. = 5 i jest większe od 2.

Przy założeniu najbardziej korzystnej sytuacji dla budowli stwierdzamy duże zagrożenie piorunowe (gdyż W_z większe od 2), oznaczające konieczność wykonania urządzenia piorunochronnego.

Wskaźnik zagrożenia piorunowego dla niezabytkowych kościołów drewnianych wynosi około 3, co także oznacza konieczność wykonania urządzenia piorunochronnego.

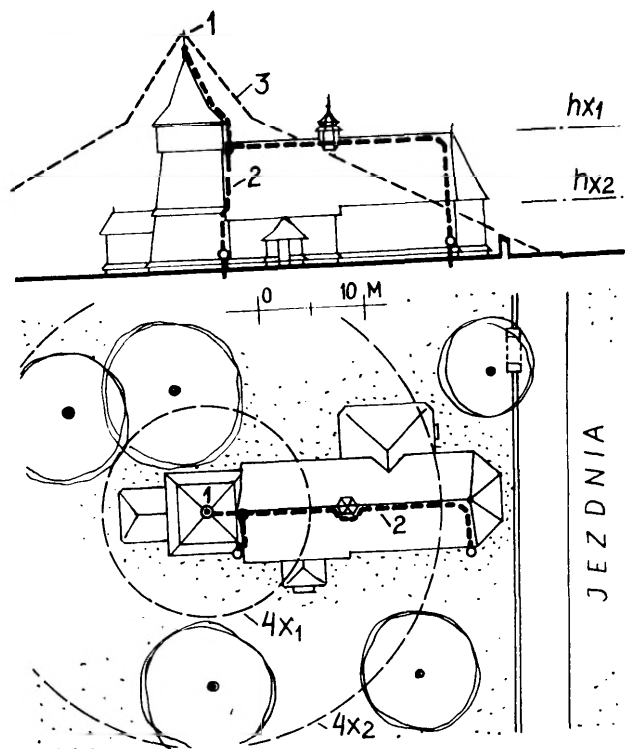
1.2. OBECNA OCHRONA ODGROMOWA DREWNIANYCH KOŚCIOŁÓW

Krótką oceną założonych już urządzeń piorunochronnych na kościołach wykonana została dla kilkunastu wyrywkowo wybranych przykładów na Podhalu. W niektórych kościołach stwierdzono duże odchylenia od zaleceń polskiej normy, stwarzające nawet niebezpieczne sytuacje. Niektóre z tych odchyień to:

— Brak urządzenia piorunochronnego (np. kościoły w Zakopanem, Jurgowie, kaplica na Jaszczurówce).

— Za małą liczbą zwodów, stąd nieobjęcie strefą osłonową całej budowli. Przykładem może być kościół w Białce, gdzie brakuje zwodu na sygnaturce pomimo tego, że nie jest ona w strefie chronionej przez zwód umieszczony na wierzchołku wieży (il. 1). Poziomy przewód odprowadzający prowadzony wzdłuż kalenicy nie spełnia funkcji zwodu poziomego niskiego, gdyż jest ukryty pod wystającą warstwą gontów; brak jest połączenia z krzyżem nad prezbiterium.

Przykładami takimi są też: kościół w Harklowej i kościół cmentarny św.



1. Istniejąca ochrona odgromowa na kościele w Białce: 1 — zwód na wieży, 2 — przewody odprowadzające, 3 — strefa osłonowa w przekroju pionowym, 4 — strefy osłonowe w rzucie poziomym na wysokości h_{x1} i h_{x2}

1. The existing lightning conductor system on the church in Białka: 1 — lightning rod mounted on the tower, 2 — down conductors, 3 — vertical section of the zone of protection, 4 — horizontal projection of the zones of protection at the heights h_{x1} and h_{x2}

Anny w Nowym Targu, gdzie jeden zwód umieszczony na wieży także nie obejmuje strefy osłonowej całych kościołów.

— Za mało przewodów odprowadzających od zwodu umieszczonego na wieży. Polska Norma (rozdz. 4.4) nakazuje prowadzić z wież co najmniej dwa przewody odprowadzające po przeciwległych stronach, z tym że dopuszcza się prowadzenie jednego przewodu odprowadzającego wewnątrz wieży. Niektóre kościoły mają tylko jeden przewód odprowadzający od zwodu umieszczonego na wieży (np. kościół cmentarny św. Anny w Nowym Targu).

— Przesadnie wysokie wsporniki, które wraz ze zwodem są jednym z ważniejszych elementów w sylwetce kościoła, szpecą zabytkowy charakter budowli (il. 2). Według wskazań normy (rozdz. 3.2.2.b) wystarczający jest odstęp 8 cm między przewodem a pokryciem dachowym z gontów.

— Prowadzenie zwodów poziomych niskich w strefie osłonowej wież i sygnaturek, co niepotrzebnie zwiększa widoczność instalacji.

— Prowadzenie przewodów odprowadzających na wspornikach po pokryciu blaszanym na wieżach i sygnaturkach (np. kościół na Obidowej), co powoduje, podobnie jak poprzednio, zwiększenie widoczności urządzenia piorunochronne-

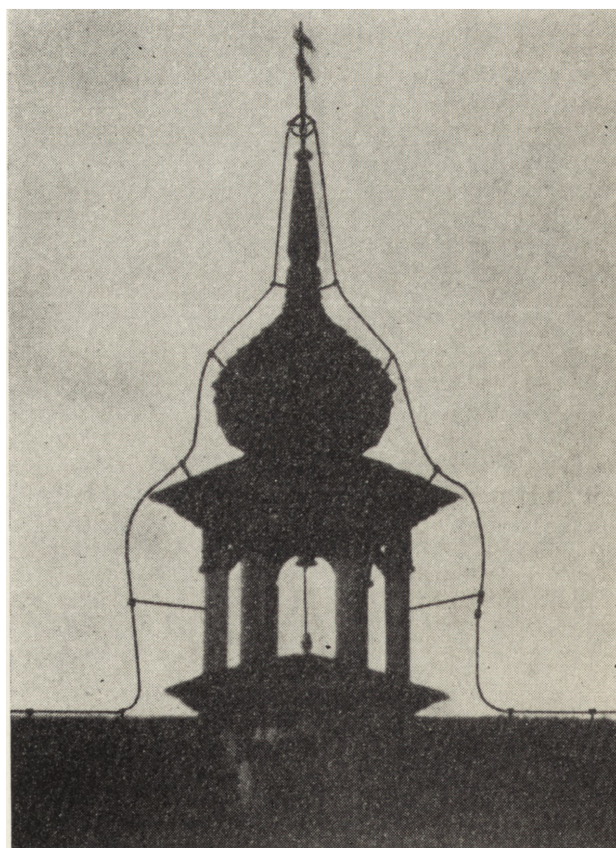
go. Pokrycie blaszane może być wykorzystane jako zwód niezależnie od grubości blachy (PN rozdz. 3.2.1), a przewody odprowadzające należy przyłączyć do najniższych krawędzi pokrycia blachą (PN rozdz. 3.4),

— Brak zabezpieczenia przed iskrami wtórnymi od drzew stojących przy budowli (np. kościoł w Rabce, Obidowej, Białce). Stwierdzono, że gałęzie drzew często dotykają pokrycia dachowego i że brak jest nakazanego przez normę (rozdz. 3.8) prowadzenia w pobliżu przewodu odprowadzającego lub że gałęzie drzew w odległości 3 m od pokrycia nie są obcięte.

Wnioski z pobieżnego przeglądu kilkunastu kościołów wykazują zdarzające się przykłady nieprzestrzegania podstawowych zasad bezpieczeństwa w myśl obowiązujących przepisów oraz lekceważenie zasad estetycznego prowadzenia instalacji odgromowych na obiektach zabytkowych.

2. CYKL OPRACOWANIA PROJEKTU OCHRONY ODGROMOWEJ

Przystępując do opracowania projektu ochrony odgromowej należy przygotować nie tylko plan



2. Istniejąca ochrona odgromowa na sygnaturce kościoła w Harendzie

2. The existing lightning conductor system on the spire of the church in Harendza

chronionego obiektu (rzut poziomy, elewacje oraz obrysy głównych przekroi), lecz także dokładny plan sytuacyjny otoczenia budowli z naniesionymi drzewami, sąsiadującymi wysokimi budowlami, masztami lub słupami wraz z ich wysokościami, plan instalacji elektrycznej oraz rozmieszczenie większych przedmiotów metalowych (instalacji rurowych, linek metalowych, łańcuchów zyrandoli itp.). Konieczne jest sprawdzenie aktualności planów i ewentualne ich uzupełnienie.

Wykonując projekt należy rozpatrzyć:

- wybór rodzaju zwodów,
- rozmieszczenie zwodów i wyznaczenie stref osłonowych,
- wybór sposobu i miejsc prowadzenia przewodów odprowadzających,
- plan prowadzenia uziorów,
- sprawdzenie i zapobieganie możliwości wystąpienia iskier wtórnych,
- koordynacje instalacji elektrycznych.

Rozpatrując kompleksowo wymienione dyspozycje w ścisłym powiązaniu z planami budowli można wykonać poprawny projekt ochrony odgromowej.

2.1. RODZAJE URZĄDZEŃ PIORUNOCHRONNYCH

Do ochrony odgromowej budowli sakralnych można zastosować zwody pionowe:

- umieszczone obok budowli — zwody odizolowane,
- umieszczone na budowli — zwody nieodizolowane.

Do pierwszej grupy zaliczymy zwody pionowe umieszczone na drzewach oraz zwody usytuowane na wysokich budowlach, słupach lub ma-

sztach znajdujących się w pobliżu chronionego obiektu, niekiedy specjalnie projektowanych. W drugiej grupie wymienić należy zwody umieszczone na budowlach przy wykorzystaniu istniejących metalowych, wysoko usytuowanych części, jak zakończenia wież i sygnaturek, krzyże, oraz zwody nowo zakładane. Podział zwodów pionowych pokazano na il. 3.

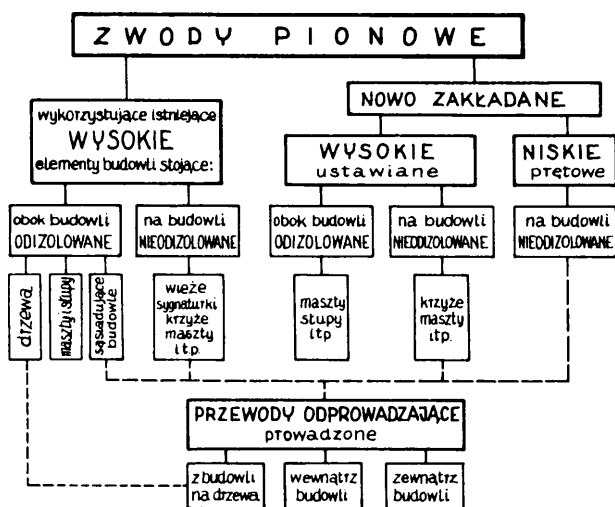
Zwody usytuowane na drzewach przy budowlach sakralnych przeważnie mają rolę uzupełniającą z powodu wież, których wysokości są zbliżone lub wyższe od drzew. Zasady zakładania zwodów na drzewach podano w rozdz. IV. p. 6 i 7*.

Zwody nowe w postaci niskich zwodów prętowych można założyć na tych częściach budowli, które nie są w strefie osłonowej zwodów w postaci istniejących części metalowych. Kształt, wysokości rozstaw oraz zamocowania tych zwodów wykonać należy według wskazówek podanych w rozdz. V p. 11 i 13*.

Wykorzystując jako zwody wysoko usytuowane metalowe części, jak np. krzyże, należy sprawdzić, czy wystarczający jest ich przekrój poprzeczny (zob. rozdz. V p. 11*) oraz sprawdzić ich połączenie z ewentualnie znajdującym się poniżej blaszanym pokryciem dachu. Jeżeli przekrój poprzeczny części metalowych jest za mały, to należy elementy te wzmocnić przez odpowiednie pogrubienie, nie zmieniając ogólnego kształtu. W niektórych wypadkach (po uzgodnieniu z konserwatorem zabytków) można powiększyć lub podwyższyć istniejące metalowe elementy, jak krzyże, albo zaprojektować nowe zwody pionowe w postaci metalowych krzyży lub ozdobników.

2.2. ROZMIESZCZENIE ZWODÓW I WYZNACZANIE STREF OSŁONOWYCH

Ustalając rozmieszczenie zwodów należy (o ile pozwala na to sytuacja) dążyć do stosowania zwodów odizolowanych, bez zakładania zwodów na chronionej budowli. Jeżeli celu tego nie można osiągnąć, to należy ograniczyć do minimum liczbę zwodów, szczególnie nowo projektowanych, na samej budowli. Można w tym celu założyć piorunochrony na znajdujących się w pobliżu drzewach lub wysokich budowlach, tak ażeby powstał zespół wysokich zwodów pionowych chroniących niższe części budowli (szczególnie szerokich). W ten sposób unikniemy zakładania piorunochronów na niższych częściach. Gdy brak jest wysokich drzew, można ustawić w pewnym oddaleniu maszt lub słup, tworząc zespół dwóch lub więcej zwodów pionowych współpracujących z wieżą lub wysokim drzewem. Słup taki można ukryć między niższymi drzewami lub ustawić na terenie przy-



3. Podział zwodów w ochronie odgromowej drewnianych budowli sakralnych oraz przewodów odprowadzających

3. Kinds of lightning conductors and down conductors in the lightning protection of the wooden sacral buildings

* Zob. odnośny rozdział i punkt w pracy S. Szpora i Z. Hirscha „Ochrona odgromowa zabytkowych budynków drewnianych” w niniejszym numerze.

ległym do terenu otaczającego budowlę. Zasady wyznaczania stref osłonowych dla zwodów pionowych podano w rozdz. II.*

2.3. PRZEWODY ODPROWADZAJĄCE

Przewody odprowadzające prowadzimy bezpośrednio na materiałach budowlanych wewnątrz lub na zewnątrz budowli, bez wsporników, przestrzegając założeń ogólnych i przekrojów omówionych w rozdz. V. p. 9 do 11 oraz 14*

Prowadząc przewody na zewnątrz budowli można ukryć je między belkami, deskowaniem, lub na gontach z odstępem 1–3 mm. Stwierdzono gnicie drewna pod ściśle przylegającym przewodem odprowadzającym po kilku latach i dlatego zaleca się dawać minimalny odstęp.

Przykład małego kościoła z minimalną liczbą przewodów odprowadzających przedstawiono na ilustracji 4. Dążąc do zmniejszenia spadków napięć należy prowadzić minimum dwa przewody odprowadzające z wieży. Zwód na sygnaturce można połączyć z poziomym przewodem odprowadzającym pod lub na kalenicy za pomocą jednego przewodu. Wskazane jest prowadzenie dwóch przewodów odprowadzających, szczególnie gdy do sygnaturki dochodzi instalacja elektryczna.

Niskie zwody prętowe łączymy poziomym przewodem łączącym lub szyną pod kalenicą (zob. rozdz. V. p. 13*). Poziomy przewód łączący prowadzony pod lub na kalenicy łączymy z przewodami odprowadzającymi od zwodu umieszczonego na wieży. Prowadząc ten przewód na zewnątrz budowli można go ukryć pod wysuniętym nad kalenicą rzędem gontów. Przewody odprowadzające powinny być rozmieszczone wokół budowli w odstępach około 7 do 10 m, lecz nie mniej niż cztery na budowlę. Przy wolno stojących wieżach, dzwoniczach i kaplicach należy prowadzić minimum dwa przewody odprowadzające.

W budowlach, gdzie nie ma podłóg drewnianych, a są posadzki kamienne na gruncie, przewody odprowadzające należy wypuścić na zewnątrz budowli co najmniej 3 m nad poziomem terenu.

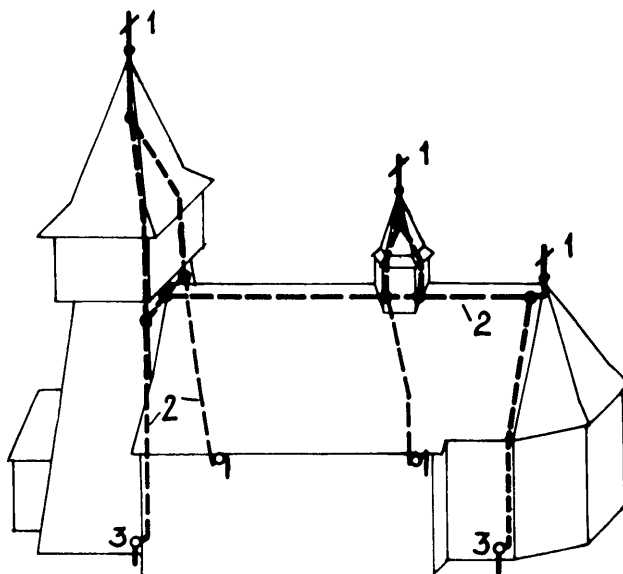
Zaciski kontrolno-pomiarowe można usytuować według wskazówek zawartych w rozdz. V p. 14* lub pod dodatkowym okapem nad fundamentem, stosowanym w niektórych budowlach.

Znajdujące się na chronionym obiekcie rynny i rury spustowe można wykorzystać jako przewody odprowadzające.

2.4. UZIOMY

Zaleca się stosować uziomy poziome otokowe wg zaleceń PN i opisów zawartych w rozdz. IV p. 8 i r. V p. 15*.

W miejscach, w których może zaistnieć niebez-



4. Przykład rozmieszczenia minimalnej ilości przewodów odprowadzających wewnątrz budowli: 1 — zwody, 2 — przewody odprowadzające, 3 — zaciski kontrolno-pomiarowe

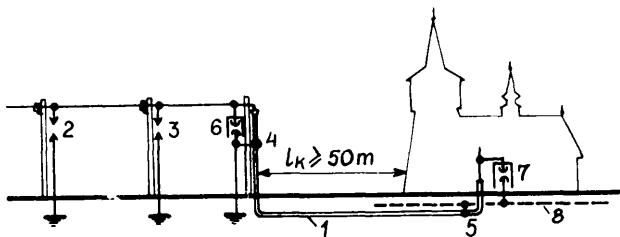
4. Example of distribution of the minimum of down conductors inside the buildings: 1 — lightning conductors, 2 — down conductors, 3 — control terminals

pieczeństwo porażenia dotykowego (np. przy połączeniach przewodów odprowadzających z systemem uziomów), wskazane byłoby wykonanie ekwipotencjalizacji przez założenie siatki z materiału, jaki był użyty na uziomy, w postaci równoległych elementów w odstępach około 30 cm, na głębokości około 20 cm pod ziemią i około 2 m w obie strony od uziomu. Siatkę taką należałoby połączyć z uziomem co najmniej na dwóch przeciwnych stronach.

W budowlach sakralnych, w których posadzka kamienna ułożona jest bezpośrednio na ziemi, należy zwrócić szczególną uwagę na system uziomów i jego oporność, ażeby wewnątrz budowli w chwili uderzenia pioruna nie wystąpiły porażenia od napięć krokowych. Zagadnienia napięć krokowych i dotykowych omówiono w rozdz. VII*.

2.5. ZABEZPIECZENIA PRZED ISKRAMI WTÓRNYMI

Przewody odprowadzające należy prowadzić tak, ażeby nie wystąpiła możliwość przeskoku iskry do znajdujących się wewnątrz budowli metalowych części, jak rury (wodociągowe lub inne), dłuższe poręcze, zbiorniki, instalacje elektryczne itp. Należy przestrzegać minimalnej odległości „x” między wymienionymi częściami metalowymi a przewodami instalacji odgromowej, obliczanej wg wskazówek w rozdz. VI p. 18*. Gdy występują trudności przy zachowaniu minimalnej odległości „x”, zaleca się połączyć masy metalowe (np. dzwony) z urządzeniem piorunochronnym w miejscu największego zbliżenia.



5. Zasilanie energią elektryczną za pomocą podejścia kablowego: 1 — kabel elektryczny, 2, 3 — iskierniki, 4, 5 — połączenie płaszczka kabla z uziomem słupa oraz z systemem uziomów — 8 obiektu chronionego, 6, 7 — odgromniki

5. Electric power supply by means of the cable section: 1 — electric cable, 2, 3 — spark gaps, 4, 5 — joint of the cable jacket with the earth electrode of the pole, and with the system of the earth electrodes 8 of the protected object, 6, 7 — lightning arresters

Niebezpieczeństwo przeskoku iskry (podczas uderzenia pioruna w budowlę) od żyrandola do człowieka stojącego pod nim na posadzce przewodzącej występuje wtedy, gdy łańcuch, na którym jest zawieszony żyrandol ma przez ściąg lub kotwy metalowe połączenie z przewodami odprowadzającymi albo zwodami. Może też ono wystąpić gdy łańcuch tylko zbliża się do wymienionych elementów. Minimalną odległość „x” można tu zastosować z dużym obostrzeniem, sprawdzając odstęp od głowy stojącego człowieka do żyrandola.

Zdarza się, że do uruchamiania dzwonów (np. w sygnaturce) używa się cienkiego kabla lub linki elektrycznej. Kabel taki zamocowany jest u góry do dzwonu połączonego z systemem przewodów odprowadzających, na dole do ściany we wnętrzu kościoła na wysokości około 1 m. W czasie burzy osoba stojąca przy takim kablu może zostać porażona. Należy więc wymienić linkę metalową na linkę nieprzewodzącą (np. konopną lub nylonową).

Przy prowadzeniu przewodów odprowadzających pod pokryciem dachowym istnieje możliwość przeskoku iskry od gałęzi drzew znajdujących się w pobliżu dachu. Aby nie niszczyć drzew przez obcinanie gałęzi, trzeba założyć na nich piorunochrony.

2.6. KOORDYNACJA INSTALACJI ELEKTRYCZNYCH

Odstępy instalacji elektrycznych od przewodów instalacji odgromowej omówiono w punkcie poprzednim. Napowietrzne zasilanie obiektów zabytkowych przez stojaki dachowe lub wejścia na ścianach należy wymienić na podejścia kablowe pod ziemią, tak ze względów estetycznych, jak i ze względu na niebezpieczeństwo występowania isker wtórnych. Koordynacja instalacji elektrycznych z jednym przewodem fazowym oraz zerowym omówiona jest w rozdz. VI p. 16 i 17*.

W kościołach stosuje się przeważnie zasilanie trójfazowe z przewodem zerowym. Zmiana podejść napowietrznych na kablowe powinna być przeprowadzona co najmniej 50 m przed budowlą chronioną (il. 5). Na słupach podejścia napowietrzego (2, 3) stosuje się iskierniki z przerwą iskrową 5 do 10 mm lub uziemienie trzonów izolatorów przy oporności udarowej uziomów mniejszej lub równej 10 omów. Płaszcz kabla należy połączyć z systemem uziomów przy wejściu do budowli (5) oraz połączyć z uziomem ostatniego słupa linii napowietrznej (4). Oporność wymienionych uziomów powinna być nie większa niż 5 omów. Na końcach kabla można założyć odgromniki wydmuchowe połączone z uziomem ostatniego słupa (6) oraz z systemem uziomów chronionej budowli (7).

3. PRZYKŁADY OCHRONY ODGROMOWEJ BUDOWLI SAKRALNYCH

W przykładach podano kilka z możliwych wersji ochrony odgromowej, biorąc pod uwagę usytuowanie zwodów oraz prowadzenie przewodów odprowadzających. Wyodrębniono przykładowo grupy budowli z ochroną odgromową, gdzie zastosowano zwody pionowe:

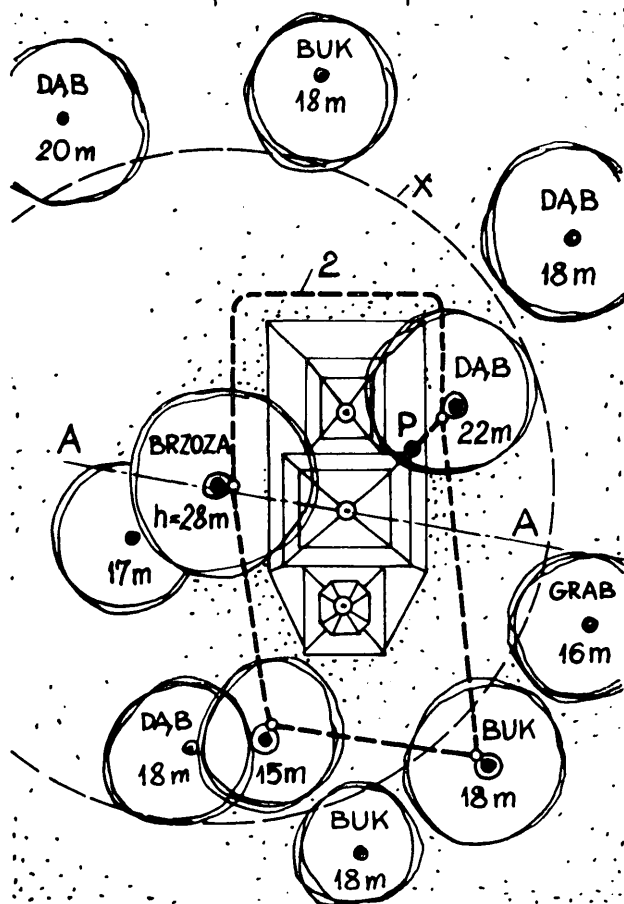
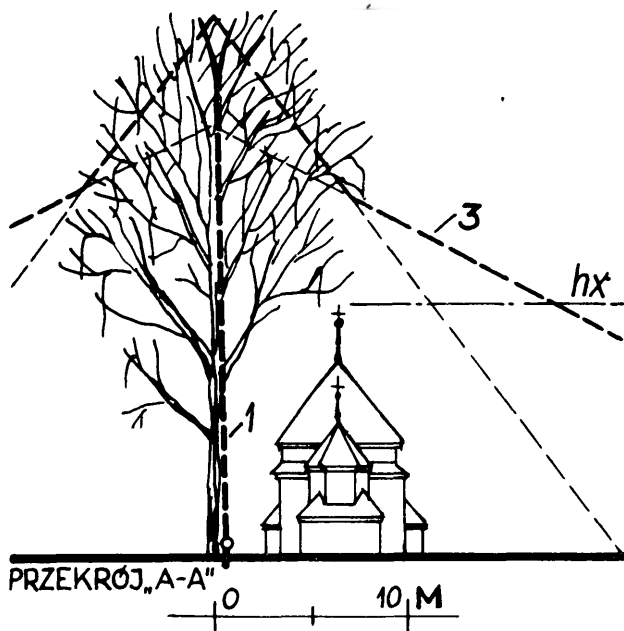
- odizolowane na drzewach,
- nieodizolowane, wykorzystujące wysoko usytuowane części metalowe, z przewodami odprowadzającymi wewnątrz lub na zewnątrz budowli,
- nowo zakładane niskie prętowe, łączące różne rodzaje zwodów umieszczanych na wysokich obiektach, znajdujących się w pobliżu, tworząc zespół zwodów pionowych umieszczonych na wieży oraz projektowanym słupie odgromowym lub na sąsiadującej wysokiej budowli i drzewach.

Wymienione w dalszej części przykłady ochrony odgromowej budowli opracowane są na podstawie szkiców i orientacyjnie przyjętych danych i służą tylko do ilustracji wymienionych typów ochrony. Nie omówiono zabezpieczeń przed iskrami wtórnymi oraz koordynacji instalacji wewnętrznych.

3.1. OCHRONA ODGROMOWA ZA POMOCĄ ZWODÓW NA DRZEWACH

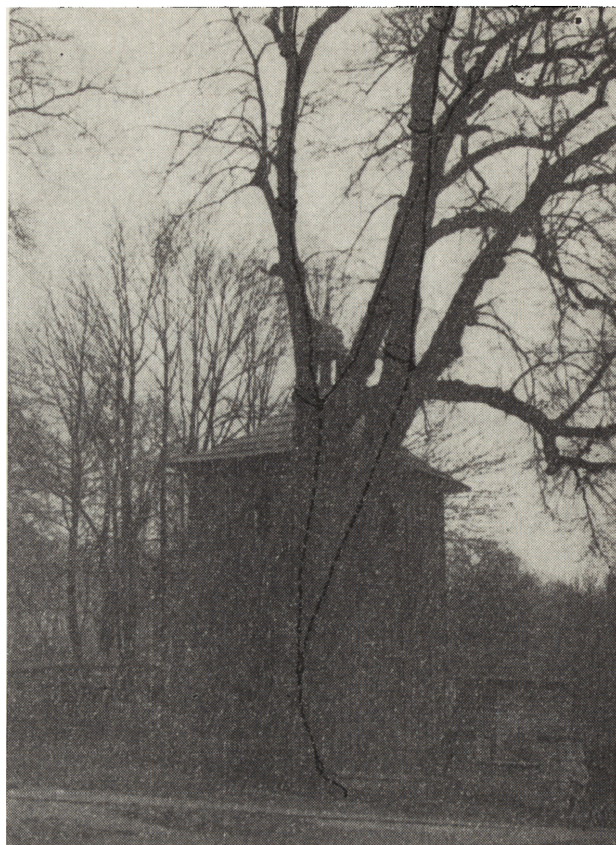
Ten typ ochrony stosować możemy wtedy, gdy drzewa są wyższe od chronionej budowli, a strefa osłonowa wyznaczona przez zwody na drzewach, obejmuje całą budowlę.

Na ilustracji 6 pokazano plan sytuacyjny cerkwi z Grąziowej na terenie Muzeum Budownictwa Ludowego w Sanoku. Zwody zaprojektowano na najbliższych otaczających cerkiew drzewach. Strefę osłonową sprawdzono przy założeniu, że istnieje tylko zwód na brzozie o wysokości 28 m. Wykazuje ona, że cała budowla jest chroniona. Założenie zwodów na innych sąsiadujących drzewach poprawia ochronę oraz zabezpiecza przed iskrami wtórnymi. Zastosowano uziom



6. Przykład ochrony odgromowej na drzewach, cerkiew z Grąziowej w Muzeum Budownictwa Ludowego w Sanoku: 1 — zwód na drzewie, 2 — uziom, 3 — strefa osłonoowa w przekroju „A-A”, x — strefa osłonoowa w rzucie poziomym na wysokości h_x

6. Example of the lightning protection on trees, Orthodox Church from Grąziowa in the Museum of Folk Architecture in Sanok: 1 — lightning conductor on the tree, 2 — earth electrode, 3 — (A-A) section of the zone of protection, x — horizontal projection of the zone of protection at the height h_x



7. Przykład ochrony odgromowej dzwonnicy zwodem umieszczonym na drzewie, Modlnica, pow. Kraków

7. Example of the lightning protection of the belfry by the lightning conductor mounted on a tree, Modlnica near Cracow

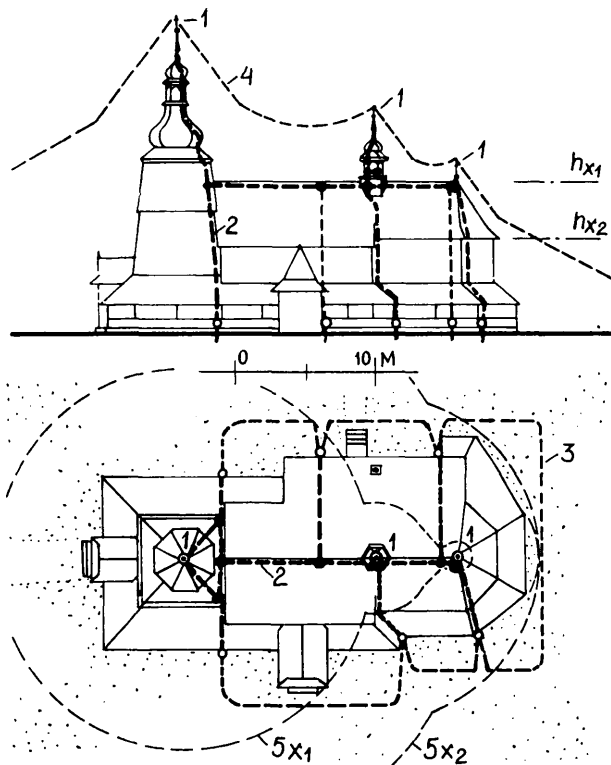
otokowy poziomy wokół budowli. W punkcie „P” proponuje się przyłączenie przewodu zerowego instalacji niskonapięciowej z uziemieniem piorunochronu oraz miejsce na założenie odgromnika niskonapięciowego wydmuchowego.

Mniejsze budowle, np. dzwonnice (il. 7), bramy wjazdowe i cmentarne, kaplice itp., można także zabezpieczyć piorunochronami założonymi na sąsiadujących drzewach. W każdym przypadku należy sprawdzić strefę osłonoową.

Brak piorunochronu na sąsiadujących drzewach grozi pożarem przy przeskoku iskry podczas uderzenia pioruna z drzewa do budowli lub uszkodzeniem mechanicznym przy rozerwaniu pnia drzewa lub gałęzi. Z tych powodów należałoby chronić zabytkowe drzewa, które często są uszkodzane w czasie burzy. Zaznaczyć tu należy, że niektóre kraje wprowadziły obowiązek ochrony odgromowej zabytkowych drzew.

3.2. OCHRONA ODGROMOWA ZE ZWODAMI WYKORZYSTUJĄCYMI WYSOKO USYTUOWANE CZĘŚCI METALOWE BUDOWLI

Jako przykład użycia wyłącznie tego typu zwodów może służyć kościół w Harendzie pod Za-



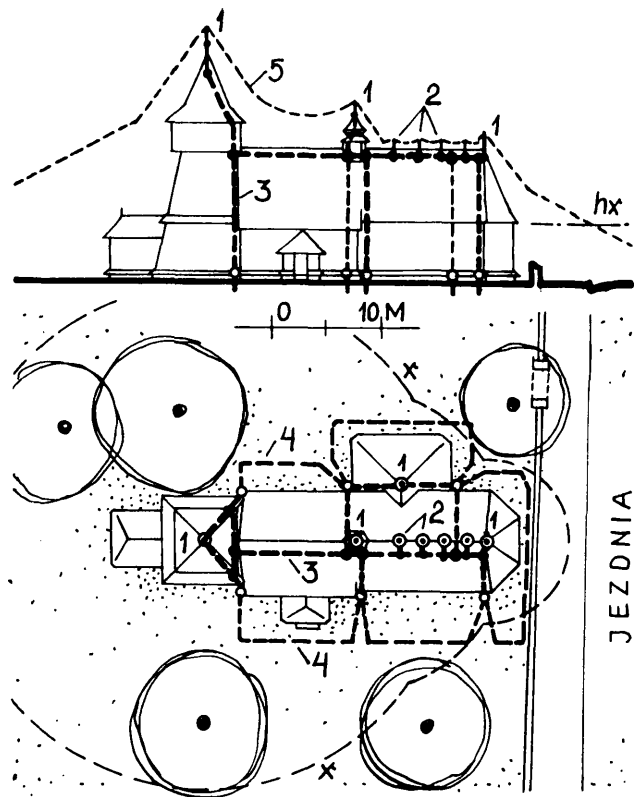
8. Przykład ochrony odgromowej zwodami w postaci wysoko usytuowanych części metalowych na budowli, kościół w Harendzie: 1 — zwody, 2 — przewody odprowadzające, 3 — uziomy, 4 — strefa osłonowa w przekroju pionowym, 5 — strefy osłonowe na wysokości h_{x1} i h_{x2}

8. Example of the lightning protection by the lightning electrodes in form of highly located metal parts of the building, church in Harenda: 1 — lightning electrodes, 2 — down conductors, 3 — earth electrodes, 4 — vertical section of the zone of protection, 5 — the zones of protection at the heights h_{x1} and h_{x2}

kopaniem. Jak już wspomniano, obecnie wykonana instalacja jest wyjątkowo niekorzystna ze względów estetycznych. Kościół usytuowany jest w dolinie, w pobliżu nie ma wysokich drzew ani budowli. Trzy metalowe krzyże znajdujące się na wieży, sygnaturce oraz na końcu kalenicy nad prezbiterium tworzą zespół istniejących zwodów pionowych, których strefa osłonowa obejmuje całą budowlę (il. 8). Przewody odprowadzające wskazane byłoby prowadzić we wnętrzu budowli. Zastosowano otokowy uziom poziomy, z pominięciem strony od głównego wejścia, ze względu na niebezpieczeństwo napięć krokowych. Istniejące napowietrzne podejście instalacji elektrycznej należy zmienić na podejście kablowe.

3.3. STOSOWANIE NISKICH ZWODÓW PRĘTOWYCH

W budowlach, które nie mają wysokich części lub w których zwody wykorzystując istniejące wysoko usytuowane części metalowe nie obejmują strefą osłonową całej budowli, można stosować dodatkowe niskie zwody pionowe w po-



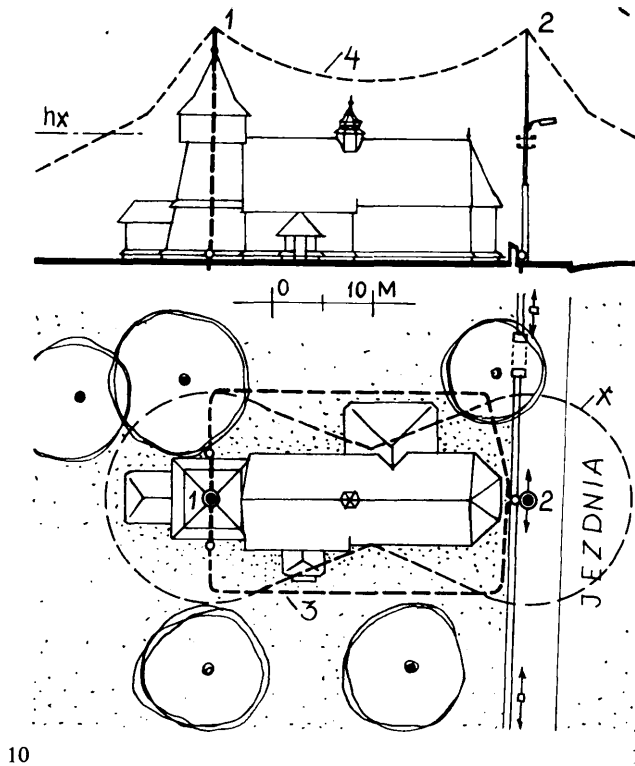
9. Zastosowanie niskich zwodów prętowych na przykładzie kościoła w Białce, wersja I: 1 — zwody w postaci istniejących metalowych krzyży, 2 — projektowane niskie zwody prętowe, 3 — przewody odprowadzające, 4 — uziomy, 5 — strefa osłonowa w przekroju pionowym, x — strefa osłonowa w rzucie poziomym na wysokości h_x

9. The use of low lightning rods exemplified by the church in Białka, version I: 1 — lightning rods in form of the existing metal crosses, 2 — designed low lightning rods, 3 — down conductors, 4 — earth electrodes, 5 — vertical projection of the zone of protection, x — horizontal projection at the height h_x

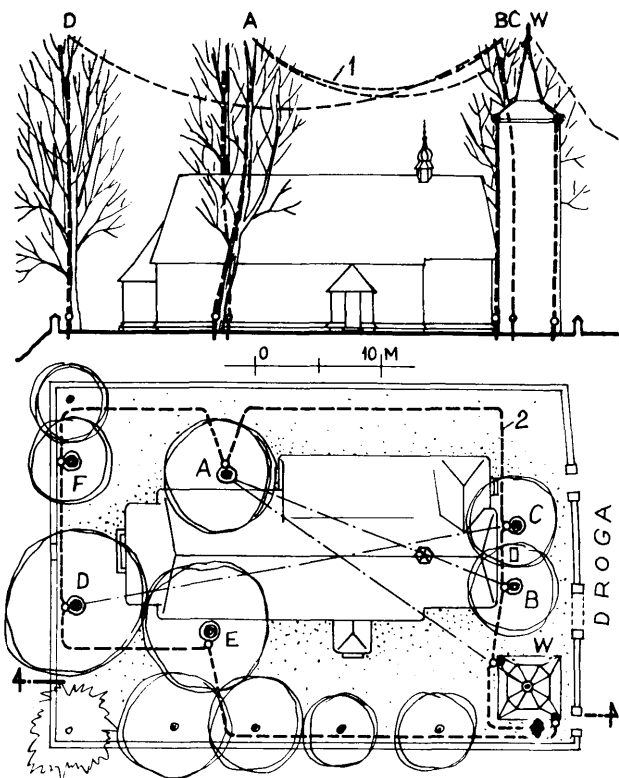
staci prętów na kalenicy. Przykładem może być kościół w Białce, na którym w ten sposób projektowane zwody pokazano na ilustracji 9.

3.4. ZESPÓŁ DWÓCH ZWODÓW, ZAMOCOWANYCH NA WIEŻY I NA PROJEKTOWANYM SŁUPIE

Utworzenie systemu dwóch zwodów pionowych, z tym że jeden jest istniejący, np. na wieży, a drugi projektowany, może dać korzystną strefę osłonową obejmującą nawet takie części, jak sygnaturki. Projektowany słup lub maszt wykonujemy wtedy, gdy brak jest w pobliżu odpowiedniego wysokiego obiektu lub drzewa. Ilustracją takiego rozwiązania może być kościół w Białce w drugiej wersji ochrony odgromowej (il. 10). Jeden ze zwodów umieszczony jest na wieży kościoła, drugi na projektowanym słupie usytuowanym na chodniku przylegającej ulicy, w przedłużeniu kierunku kalenicy. Słup ten może być wykorzystany jako jeden ze słupów przebiegającej tu linii elektrycznej napowietrznej na słupach żelbetowych. Słup ten powinien mieć wysokość równą wysokości wieży i może



10



11

10. Zastosowanie dodatkowego zwodu pionowego w postaci projektowanego słupa na przykładzie kościoła w Białce, wersja II: 1 — zwód pionowy na wieży, 2 — nowy słup odgromowy, 3 — uziomy, 4 — strefa ostonowa w przekroju pionowym, x — strefa ostonowa w rzucie poziomym na wysokości h_x

10. The use of an additional vertical lightning rod in form of a designed pole as exemplified by the church in Białka, version II: 1 — vertical lightning rod on the tower, 2 — new lightning pole, 3 — earth electrodes, 4 — vertical section of the zone of protection, x — horizontal projection of the zone of protection at the height h_x

11. Ochrona odgromowa z wykorzystaniem drzew oraz sąsiadującej wysokiej budowli na przykładzie kościoła w Jurgowie. W — zwód na sąsiadującej murowanej wieży, od A do F — zwody na drzewach, 1 — strefy ostonowe, 2 — uziomy

11. Lightning conductor system with use of trees and of a high building in the neighbourhood at the example of the church in Jurgów: W — lightning rod on the brick tower in the neighbourhood, from A to F — lightning conductors on trees, 1 — the zones of protection, 2 — earth electrodes

12. Przykład prowadzenia przewodu odprowadzającego z budowli na sąsiadujące drzewo, Białka

12. Example of laying the down conductor from the building to a tree in the neighbourhood, Białka



(rysunki autora) 12

być wykonany z rur stalowych o zmiennych przekrojach poprzecznych. Usytuowany poza murem okalającym kościół, wśród drzew i innych słupów na ulicy, jest poza obszarem zajęty przez zabytek. Strefa osłonowa obejmuje całą budowlę. Dwa przewody odprowadzające z wieży oraz projektowany słup połączone są z uziomem otokowym poziomym.

3.5. ZESPÓŁ ZWODÓW NA DRZEWACH Z WYKORZYSTANIEM SĄSIADUJĄCEJ WYSOKIEJ BUDOWLI

Sytuację, w której sąsiadujące wysokie budowle można włączyć w system zwodów pionowych chroniących budowlę przedstawia kościół w Jurgowie (il. 11). Budowla położona jest w dolinie, otoczona wysokimi drzewami, w pobliżu stoi murowana wieża. Na kościele znajduje się niska sygnaturka. Obecnie brak piorunochronów. Zwody należy założyć na sąsiadującej wieży oraz na drzewach. Strefa osłonowa obejmuje całą budowlę. Projektowany jest uziom poziomy otokowy wokół budowli. W miejscach, gdzie złącza kontrolno-pomiarowe są w pobliżu głównych dojsć do kościoła należałoby wykonać ekwipotencjalizację, dla uniknięcia napięć dotykowych.

** Wyrażam podziękowanie prof. dr Stanisławowi Szporowi za inicjatywę, uwagi oraz korektę tej pracy.

3.6. PROWADZENIE PRZEWODÓW ODPROWADZAJĄCYCH Z BUDOWLI NA DRZEWO

W sprzyjających warunkach, gdy gałęzie sąsiadujących drzew dochodzą do wysokich części budowli, np. do wieży, której wierzchołek nie jest w strefie chronionej przez otaczające drzewa, przewód odprowadzający można poprowadzić od zwodu umieszczonego na niej po gałęziach drzewa do uziomu. Na ilustracji 12 przedstawiono proponowane rozwiązanie. Przewód odprowadzający prowadzony jest wewnątrz wieży do kalenicy, skąd dalej prowadzony jest do gałęzi sąsiadującego drzewa, a po nim do uziomu. Podobnie postąpić można przy gałęziach dotykających niższych części hełmów sygnaturek pokrytych blachą. Unikamy w ten sposób prowadzenia przewodów odprowadzających na lub wewnątrz budowli.

3.7. WNIOSKI

Kilka przedstawionych przykładów częściowo obrazuje różne możliwości wyboru rodzaju zwodów na chronionej budowli. Niektóre sytuacje wskazują na zastosowanie tylko jednej wersji ochrony, inne pozwalają na zastosowanie kilku wersji i dokonania wyboru najbardziej korzystnej. Dokładna analiza i wybór wersji pozwolą wykonać instalację, która będzie spełniała swe zadanie — ochronę przed wyładowaniami atmosferycznymi, a jednocześnie nie będzie szpeciła zabytku obcymi elementami.**

mgr inż. arch. Zenon Hirsch
Instytut Matematyki Politechniki Gdańskiej
Gdańsk

THE LIGHTNING PROTECTION OF MONUMENTAL WOODEN SACRAL BUILDINGS

This paper gives the principles of designing lightning conductor system for wooden sacral buildings i.e. churches and chapels. The new method of mounting the down conductors directly on inflammable materials was presented in the article of prof. dr St. Szpor and arch. Z. Hirsch entitled „The Protection of Monumental

Wooden Buildings” published in this number of „Ochrona Zabytków”.

Much attention has been given to designing the lightning conductor system as invisible as possible — a very important fact for monumental buildings.