

Andrzej Żaboklicki

Konstrukcyjne rozwiązania zabezpieczania i wzmacniania drewnianych stropów w zabytkowych obiektach architektury

Ochrona Zabytków 37/3 (146), 187-191

1984

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.

KONSTRUKCYJNE ROZWIĄZANIA ZABEZPIECZANIA I WZMACNIANIA DREWNIANYCH STROPÓW W ZABYTKOWYCH OBIEKTACH ARCHITEKTURY

Drewniane stropy w zabytkowych obiektach architektury są na ogół w stanie poważnego zniszczenia, zarówno w wyniku działania czynników biologicznych, jak i technicznych.

Prace remontowe muszą uwzględniać potrzebę przywrócenia im poprzedniej wartości użytkowej, która niejednokrotnie z uwagi na zmiany funkcjonalne musi być podwyższona. Poddawane zabiegom remontowym stropy muszą spełniać ponadto wymogi przeciwpożarowe, bez umniejszania wartości zabytkowej nie tylko elementów konstrukcyjnych, ale również wystroju tynkarsko-sztukatorskiego i malarskiego. Istniejące sposoby konstrukcyjnego wzmocnienia i zabezpieczania drewnianych stropów są nieliczne i dotyczą przeważnie prostych rozwiązań budownictwa mieszkaniowego. Brak rozwiązań zabezpieczania i wzmocnienia skomplikowanych układów stropowych przy równoczesnym spełnieniu wymogów konserwatorskich uzasadnia potrzebę podjęcia tego tematu w sposób kompleksowy.

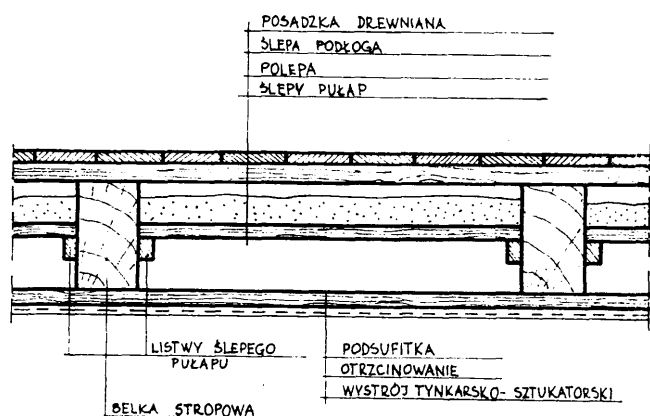
Charakterystyka i rodzaje zniszczeń drewnianych konstrukcji stropów

Stropy drewniane w zabytkowych obiektach architektury mają dość zróżnicowany charakter pod względem konstrukcyjnym. Wiąże się to zarówno z ich rozpiętością, jak też usytuowaniem. Istniejące rozwiązania sprowadzić można do dwóch schematów:

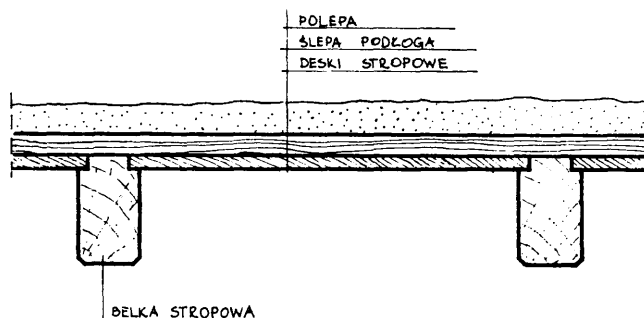
- stropy belkowe z podsufitką, najczęściej z bogatym wystrojem tynkarsko-sztukatorskim;
- stropy belkowe „nagie”, najczęściej z dekoracją malarską.

Rozwiązania powyższe uwzględniają typowe w budownictwie zabytkowym elementy stropów.

Na il. 1 przedstawiony jest najczęściej spotykany drewniany strop belkowy z podsufitką, występujący zarówno jako strop międzykondygnacyjny, jak rów-



1. Strop drewniany z podsufitką
1. A wooden ceiling with soffit boards



2. Strop belkowy „nagi”
2. A „bare” wooden ceiling

nież strop strychowy, oddzielający pomieszczenia użytkowe od przestrzeni dachowej.

Głównymi elementami konstrukcyjnymi są tutaj drewniane belki. Podsufitkę stanowią deski otrzcinowane oraz wystrój tynkarsko-sztukatorski, niejednokrotnie z elementami polichromii. Warstwy podłogowe składają się ze ślepej podłogi oraz drewnianej posadzki. Drewniane posadzki, niekiedy ozdobne, podlegają demontażowi i po konserwacji oraz uzupełnieniu mogą zostać ponownie zamontowane. Likwidacji ulegają zniszczone warstwy ślepej podłogi oraz ślepy pułap wraz z polepą stanowiącą warstwę ocieplającą i dźwiękochronną.

Na il. 2 przedstawiono najczęściej występujący w budownictwie zabytkowym drewniany strop belkowy „nagi”, który przeważnie stanowi przegrodę oddzielającą pomieszczenia użytkowe od przestrzeni strychowej. Z uwagi na niewystępowanie obciążeń użytkowych są to stropy o znacznej rozpiętości konstrukcyjnej belek, niejednokrotnie o bogatym, cennym wystroju malarskim. Przy zabezpieczeniu tych stropów likwidacji ulega warstwa polepy, a ewentualnej wymianie podlega ślepa podłoga w wypadku poważnego jej zniszczenia biologicznego.

Na ogół w obydwu tych stropach brak jest paroizolacji oraz izolacji przeciwwilgociowej. Pomijając względy konstrukcyjne i związane z nimi zagadnienia nośności, poważnym mankamentem takich stropów jest ich duża akustyczność oraz niespełnianie warunków przegrody przeciwpożarowej.

Omówienie konstrukcji charakterystycznych dla budownictwa zabytkowego stropów drewnianych stanowi punkt odniesienia dla rozwiązań konstrukcyjnych obejmujących zabezpieczanie i wzmocnienie ich elementów nośnych.

Jak stwierdzono we wstępie, długoletni okres użytkowania stropów przy równoczesnym często występującym braku zabezpieczeń przed wilgocią i wodą opadową spowodował nadmierne ich osłabienie.

Zniszczenie elementów konstrukcyjnych oraz wypełniających stropów drewnianych można usystematyzować w następującej kolejności:

a) osłabienie przekroju elementów konstrukcyjnych będące wynikiem działania korozji biologicznej, szczególnie dotyczy to końcówek belek osadzonych w murze oraz miejsc, w których występowały przecieki wody;

b) nadmierne odkształcenia belek będące wynikiem przeciążenia konstrukcji daleko poza wartości dopuszczalne, w związku z czym nastąpiły trwałe odkształcenia elementów nośnych i wypełniających;

c) głębokie spęknięcia drewnianych belek będące wynikiem naturalnych procesów starzenia się materiału poddanego stałemu działaniu sił.

Przyjęta systematyka narzuca odpowiednie rozwiązania konstrukcyjne, zmierzające do przywrócenia stropom ich pierwotnych własności, a w pewnych konkretnych wypadkach umożliwiają nawet wzrost nośności, jak też wprowadzenie nowych rozwiązań technologicznych związanych np. z ognioodpornością.

Konstrukcyjne rozwiązania zabezpieczenia i wzmocnienia drewnianych stropów zabytkowych

Rozwiązania konstrukcyjne zabezpieczenia i wzmocnienia drewnianych stropów zabytkowych usystematyzowano w trzech grupach:

- niezależne wzmocnienie konstrukcyjne stropów,
- podwieszony układ konstrukcyjny przy zabezpieczeniu stropów,
- wzmocnienie stropów współpracujące z istniejącym układem konstrukcyjnym.

Przy projektowaniu zabezpieczenia i wzmocnienia drewnianych stropów należy wybrać jeden ze sposobów powiązania nowych elementów konstrukcyjnych z istniejącym układem stropowym.

Wybór ten uzależniony jest od:

- sposobu wykonania konstrukcji stropu drewnianego (strop belkowy „nagi”, strop belkowy z podsufitką),
- usytuowania stropu w obiekcie (stropy międzykondygnacyjne, stropy strychowe),
- stanu zachowania elementów konstrukcyjnych i wypełniających,
- stanu zachowania i wartości historycznych wystroju tynkarsko-sztukatorskiego lub malarskiego.

1. Niezależne wzmocnienia konstrukcyjne

Rozwiązania takie stosujemy na ogół wówczas, gdy stan zachowania elementów konstrukcyjnych stropu drewnianego jest ogólnie dobry. Elementy drewniane wymagają jedynie zabiegów dezynfekcyjno-impregacyjnych.

Wprowadzony nowy układ konstrukcyjny stropu ma za zadanie:

- przejęcie obciążeń użytkowych niejednokrotnie większych od poprzednich w wyniku zmiany funkcji pomieszczeń;
- usztywnienie poziome obiektu mogące mieć znaczny wpływ na stateczność ścian nośnych;
- przyjęcie roli przegrody przeciwpożarowej, co przy wprowadzeniu nowych funkcji użytkowych jest warunkiem nieodzownym;
- poprawne rozwiązanie izolacji przeciwwilgociowych i dźwiękochronnych.

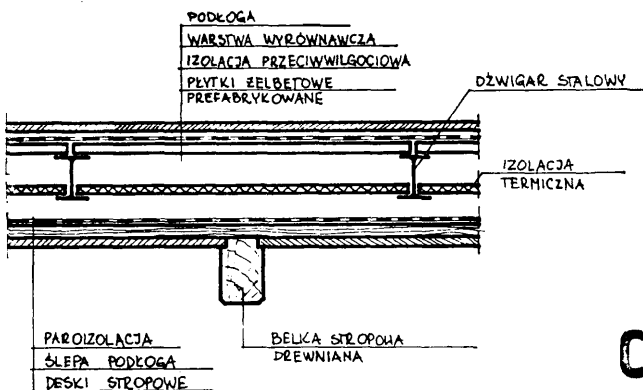
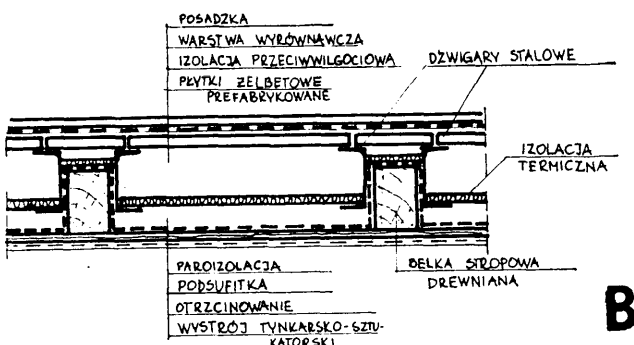
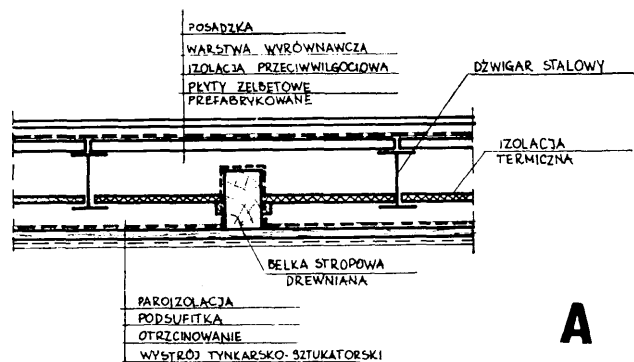
Proponowane rozwiązania techniczne nie naruszają oryginalnej substancji zabytkowej i ograniczają do

minimum demontaż cennego zabytkowego wystroju sufitów.

Rozwiązanie niezależnego wzmocnienia konstrukcyjnego zabytkowego stropu drewnianego z podsufitką przedstawione na il. 3A zaleca się stosować przy rozpiętościach belek stropowych do 6 m. Dźwigary stalowe są tutaj umieszczone pomiędzy drewnianymi belkami i jedyne ich usztywnienie poprzeczne stanowią prefabrykowane płyty żelbetowe.

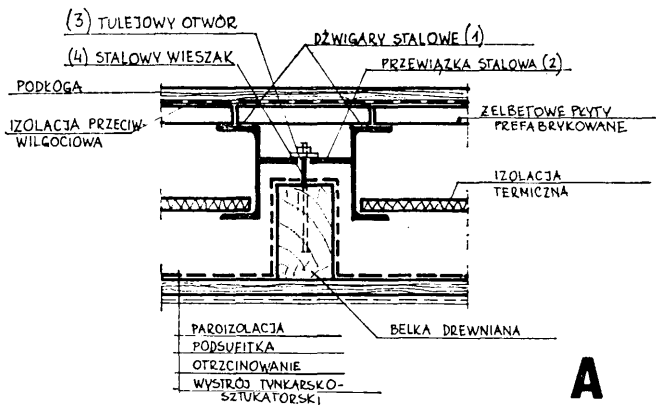
Przy rozpiętościach powyżej 6 m właściwsze jest rozwiązanie przedstawione na il. 3B. Usytuowanie dźwigarów stalowych zmniejsza przypadające na nie obciążenia oraz stwarza możliwość dodatkowego usztywnienia poprzecznego, będącego jednocześnie elementem utrzymującym warstwy izolacji termicznej.

Przykładowe rozwiązanie niezależnego wzmocnienia

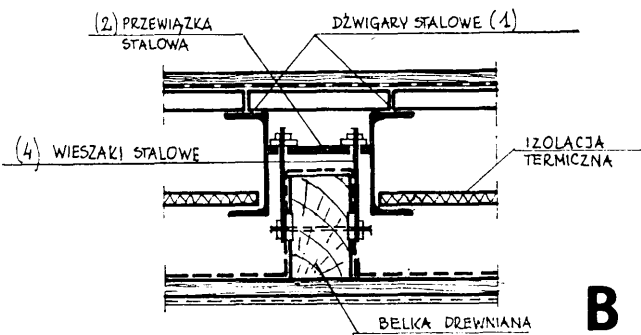


3. Niezależne wzmocnienie stropu drewnianego z podsufitką: A — przy rozpiętości do 6 m, B — powyżej 6 m; C — niezależne wzmocnienie stropu drewnianego „nagięgo”

3. An independent strengthening of a wooden ceiling with soffit boards: A — with a span of up to 6 m, B — over 6 m, C — independent strengthening of a „bare” wooden ceiling



A



B

4. Podwieszenie stropu drewnianego, gdy istnieje możliwość zwiększenia jego grubości: A — 1 wieszak, B — 2 wieszaki

4. The uplifting of a wooden ceiling when it is possible to increase its thickness: A — 1 suspension rod, B — 2 suspension rods

konstrukcyjnego drewnianego stropu „nagiego” przedstawione jest na il. 3C.

Rozmieszczenie belek stalowych nie musi pokrywać się z rozstawem belek drewnianych, co daje większą swobodę przy projektowaniu nowego układu konstrukcyjnego.

Szczegółowe rozwiązania oraz dobór przekrojów konstrukcyjnych stalowych dźwigarów winny wynikać z obliczeń statystycznych przeprowadzonych na podstawie PN-80/B-03200.

Powyższe rozwiązania przewidują zabezpieczenia drewnianych elementów stropu przed wilgocią oraz poprawiają warunki akustyczne. Spełniane są również wymogi stawiane przeciwogniowym przegrodom budowlanym.

2. Podwieszone układy konstrukcyjne

W sytuacji, gdy elementy nośne drewnianych stropów są tak dalece zniszczone, że nie spełniają stawianych im wymogów i nie są zdolne przenieść nawet ciężaru własnego, zachodzi konieczność wykonania konstrukcji odciażającej (il. 4, 6, 7).

Najistotniejsze dla tego rozwiązania jest powiązanie nowego układu konstrukcyjnego z istniejącym stropem drewnianym.

Zasadą winno być takie zaprojektowanie podwieszenia belek drewnianych, które przekaże obciążenia własne na nowy układ konstrukcyjny. Gwarantuje to całkowitą niezależność zabytkowego stropu od oddziaływania nowej konstrukcji w wyniku użytkowania (drgania i ugięcia).

Proponowane rozwiązania konstrukcyjne charakterystyczne dla podwieszonego układu wzmacniania stro-

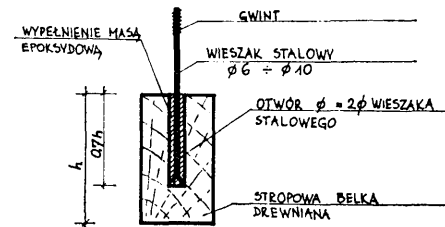
pów spełniają wymogi określone w pkt. 1 oraz dodatkowo podtrzymują istniejącą konstrukcję stropu drewnianego.

Podwieszenie stropu według schematu na il. 4 może mieć zastosowanie do stropów belkowych z podsufitką w wypadku, gdy istnieje możliwość zwiększenia jego grubości. Ma to miejsce wówczas, gdy nie ma przeciwwskazań konserwatorskich co do zmniejszenia wysokości użytkowej pomieszczeń. Rozwiązanie podwieszenia belki drewnianej przedstawiono w dwóch wariantach, przewidując możliwość podwieszenia przy użyciu pojedynczych wieszaków rozmieszczonych w osi belki (il. 4A) oraz stosując wieszaki parami (il. 4B). Konstrukcja obciążająca złożona z dwóch dźwigarów stalowych (1) połączona jest przewiązką stalową (2) z tulejowym otworem (3), przez który przechodzi stalowy wieszak (4), zamocowany w belce drewnianej i zakończony na górze śrubą z podkładką.

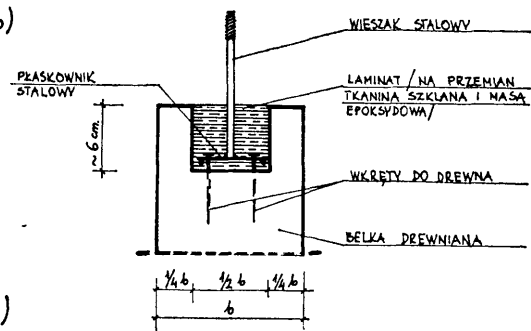
Ugięcie konstrukcji stalowej nie ma wpływu na dociążenie stropu drewnianego, gdyż układ w tym kierunku jest niezależny. W wypadku dalszego osłabienia belek drewnianych naprężenia z tego tytułu zostaną przejęte przez wieszaki stalowe (4). Zamocowanie wieszaków ma istotne znaczenie dla trwałości tej zespolonej konstrukcji i powinno być wykonane szczególnie starannie. Przewiduje się trzy warianty rozwiązań (il. 5).

Wariant (a) ma zastosowanie wówczas, gdy drewno belek jest w stanie dobrym, umożliwiającym pod-

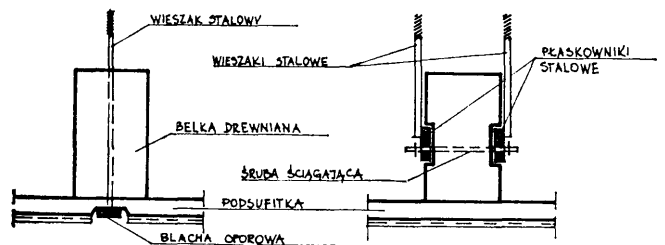
(a)



(b)



(c)



5. Sposób mocowania wieszaków do belek drewnianych
5. A technique of fastening the racks to wooden beams

wieszanie go za pomocą stalowych kotew. Wieszaki stalowe mocowane są punktowo w uprzednio wywierconych otworach i utwierdzone przy użyciu masy epoksydowej; rozstaw kotew od 0,8 do 1,2 m w zależności od obciążenia.

Wariant (b) ma zastosowanie, gdy drewno belek jest zniszczone w stopniu znacznym. Stosowane do mocowania wieszaków laminaty zapewniają równomierne podwieszenie belek oraz wzmacniają osłabiony materiał drewniany.

Jeżeli zniszczenie belek drewnianych jest znaczne w całym ich przekroju, stosujemy wariant (c). Mocowanie wieszaków można wykonać wówczas za pomocą blachy oporowej umieszczonej w podsufitce lub za pomocą osadzonych w belkach płaskowników ściągniętych śrubą. Wskazane jest również wcześniejsze wykonania impregnacyjnego wzmocnienia drewna epoksydem.

W wypadku gdy nie ma możliwości zwiększenia grubości stropu, np. wówczas, gdy istnieje cenny wystrój architektoniczno-malarski wewnątrz, proponuje się rozwiązanie przedstawione na il. 6. Konstrukcja odciążająca złożona jest z dwóch dźwigarów stalowych

dwuteowych (1), co uzasadnione jest koniecznością zwiększenia ich nośności, połączonych w sposób przegubowy przewiązką przechodzącą przez drewnianą belkę. Przewiązka złożona jest z pręta stalowego (2) oraz dwóch płaskowników (3), sprowadzonych w górnej części do przekroju okrągłego i zakończonych gwintem. Do środków stalowych dźwigarów przyspawane są specjalne uchwyty (4) z tulejowymi otworami, przez które przechodzą ramiona przewiązki. W wypadku nadmiernego ugięcia belki drewnianej obciążenia przejmie stalowa konstrukcja odciążająca.

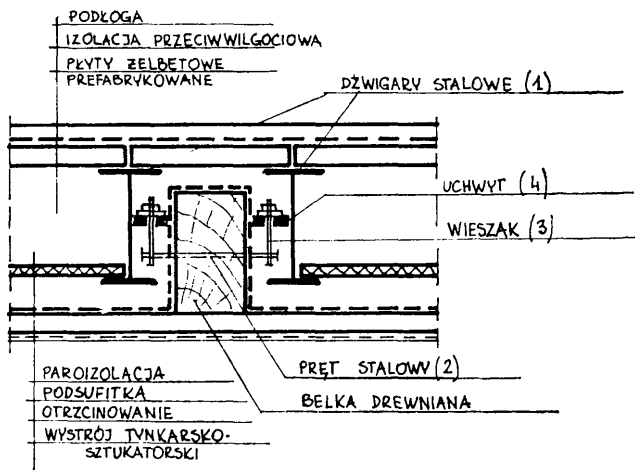
Sposób zabezpieczania drewnianych stropów „nagich” stanowiących najczęściej konstrukcję stropów strychowych stwarza większe możliwości swobodnego projektowania nowego układu konstrukcyjnego. Na il. 7 podano przykładowe rozwiązanie podwieszenia drewnianych belek „nagiego” stropu do konstrukcji odciążającej. Zastosowano tutaj stalowy wieszak nożycowy (1), mocowany na stałe w drewnianej belce za pomocą epoksydu. Górne końce wieszaka przechodzą swobodnie przez otwory w blasze (2) i zakończone są gwintem z nakrętką (3). Wieszaki stalowe oraz ich mocowanie można również wykonywać w sposób pokazany na il. 5.

Prowadząc prace związane z zabezpieczaniem drewnianych stropów zabytkowych poprzez zastosowanie podwieszonego układu konstrukcyjnego należy zwrócić uwagę na konieczność wstępnego dociążenia stropu, które należy wykonywać zgodnie z zasadami obowiązującymi przy obciążeniach próbnymi. Obciążenie zastosowane w okresie montażu powinno być co najmniej równe pełnemu obciążeniu użytkowemu. Pod założonym obciążeniem należy wykonać regulację śrub wieszaków, tak aby w okresie eksploatacji panowała pełna zgodność obciążeń z ugięciami elementów nośnych.

3. Wzmacnianie stropów współpracujące z istniejącym układem konstrukcyjnym

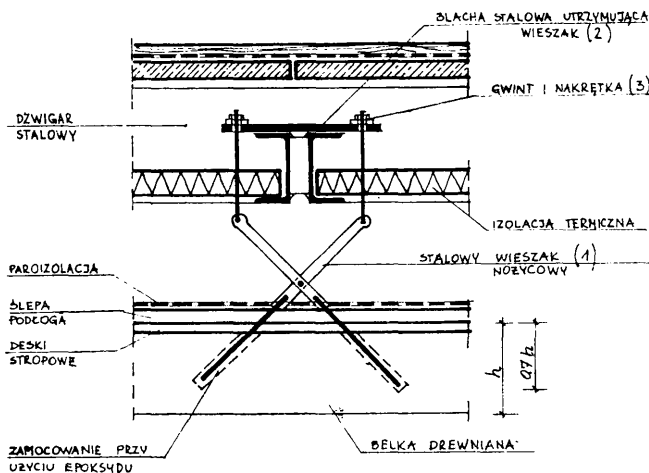
Istota tego rozwiązania polega na połączeniu istniejących elementów nośnych belkowego stropu drewnianego z nowo projektowanymi elementami konstrukcyjnymi. Stosujemy je wówczas, gdy stan materiału drewnianych belek stropowych jest ogólnie dobry, a nastąpił wzrost obciążeń użytkowych w wyniku zmiany funkcji pomieszczeń. Mogą występować również nadmierne ugięcia belek drewnianych, które należałoby zmniejszyć lub zlikwidować. Przy prostowaniu drewnianych belek stropowych trzeba pamiętać o bezpieczeństwie wystrój tynkarsko-sztukatorskiego (w wypadku stropów z podsufitką) oraz wystrój malarskiego (w wypadku stropów „nagich”). Wcześniejsza opinia o stanie zachowania wystrój, a szczególnie jego przypiętości do podłoża powinna stanowić podstawę do decyzji o zakresie prac mających na celu likwidację lub zmniejszenie ugięcia drewnianych belek stropowych. Sposób wzmocnienia drewnianej konstrukcji stropu belkowego z podsufitką poprzedzony likwidacją nadmiernego ugięcia przedstawiono na il. 8.

Rysunek pokazuje dwie fazy prac. W fazie pierwszej następuje likwidacja istniejącego ugięcia belek drewnianych, w fazie drugiej — stabilizacja wymuszonego układu. Prace polegają na równoczesnym dokręcaniu przechodzących przez całą wysokość belek śrub (2), w wyniku czego następuje zmniejszenie lub



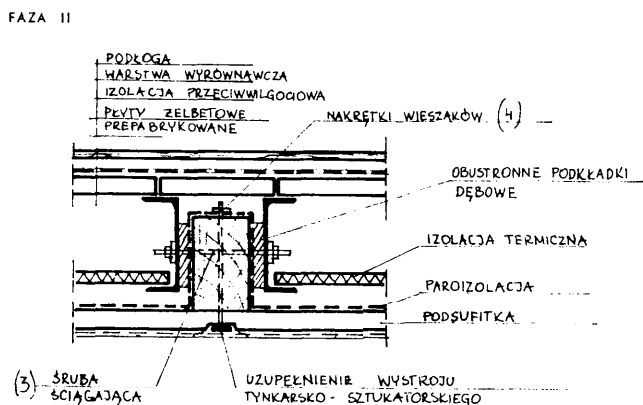
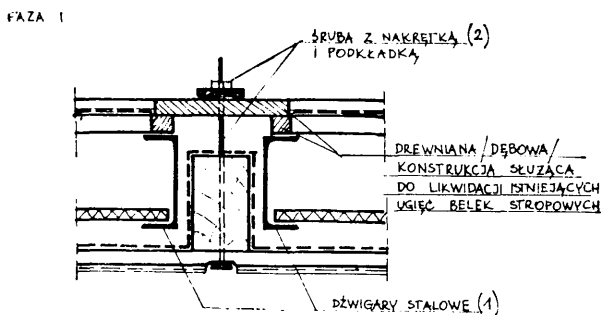
6. Podwieszenie stropu drewnianego w wypadku, gdy nie jest możliwe zwiększenie jego grubości

6. The needling of a wooden ceiling when it is not possible to increase its thickness



7. Rozwiązanie podwieszenia drewnianego stropu „nagiego” przy użyciu wieszaków nożycowych

7. A technique of suspending a „bare” wooden ceiling by means of „scissors” suspension rods

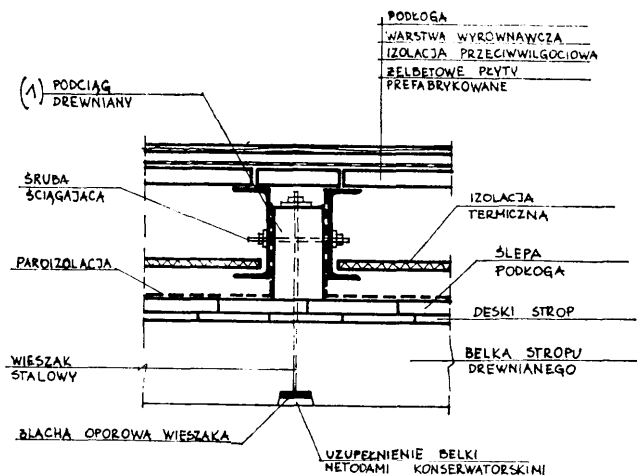


8. Wzmocnienie drewnianego stropu z podsufitką współpracujące z istniejącym układem konstrukcyjnym

8. The strengthening of a wooden ceiling with soffit boards supporting the existing constructional system

całkowita likwidacja ugięcia przy niewielkim poddaniu się dźwigarów stalowych (1). W momencie, kiedy wymuszony układ osiągnie swoją docelową wielkość, zakładamy i mocujemy poziome śruby ściągające (3), co ostatecznie stabilizuje konstrukcję stropu. Wystające wieszaki ucinamy i zabezpieczamy nakrętkami (4), mocując tym samym podsufitkę do konstrukcji nośnej.

Wzmacnianie drewnianych stropów belkowych „nagich” współpracujące z istniejącym układem konstrukcyjnym przedstawia il. 9. Ponieważ nie ma możliwości wprowadzenia nowej konstrukcji pomiędzy istniejący układ belek stropowych drewnianych, dźwigary stalowe muszą być usytuowane prostopadłe do osi drewnianych belek i znajdować się ponad nimi. Dodatkowym elementem konstrukcyjnym są tutaj drewniane podciągi (1), których zadaniem jest podwieszenie, a następnie współpraca z istniejącymi belkami stropowymi. Wzmocnienie wykonujemy w sposób podany na il. 8, rozróżniając również dwie fazy prac. Stosując wzmocnienie stropów współna-



9. Wzmocnienie drewnianego stropu „nagiego” współpracujące z istniejącym układem konstrukcyjnym

9. The strengthening of a „bare” wooden ceiling supporting the existing constructional system

cujące z istniejącym układem konstrukcyjnym, należy pamiętać również o uwadze zamieszczonej w punkcie 2, a dotyczącej konieczności wykonywania prac pod pełnym obciążeniem użytkowym. W wypadku, gdyby drewniane belki stropowe wykazywały znaczne miejscowe osłabienia spowodowane korozją biologiczną, należy przeprowadzić wcześniej impregnacyjne wzmocnienie drewna epoksydem.

Wnioski

Zabezpieczanie i wzmacnianie drewnianych stropów belkowych w zabytkowych obiektach architektury wymaga zastosowania rozwiązań uwzględniających:

- stopień zniszczenia elementów konstrukcyjnych,
- usytuowanie stropu w obiekcie,
- rodzaj konstrukcji stropu, w tym charakter jego wystroju.

Przedstawione opracowania usystematyzowano w odniesieniu do:

- rozwiązania niezależnego wzmocnienia konstrukcyjnego,
- rozwiązania podwieszonego układu konstrukcyjnego,
- rozwiązania wzmacniania współpracującego z istniejącym układem konstrukcyjnym.

W rozwiązaniach powyższych wzięto pod uwagę nowe warunki techniczno-wytrzymałościowe przewidziane dla nowej, często zmienionej funkcji użytkowej, z uwzględnieniem warunków przeciwpożarowych oraz wymogów konserwatorskich.

mgr inż. Andrzej Żaboklicki
PP PKZ — Oddział w Kielcach

CONSTRUCTIONAL SOLUTIONS OF THE PROTECTION AND STRENGTHENING OF WOODEN CEILINGS IN HISTORIC ARCHITECTURAL STRUCTURES

In this report methods of protecting and strengthening wooden ceilings in historic architectural structures have been systematized according to:

- the character of the construction of individual layers of the ceiling,
- kind and degree of the decay of bearing elements,

— conservation requirements conditioning techniques of the protection of exposed ceiling elements. Constructional solutions of protection cover the strengthening of wooden beams by means of relieving steel constructions in an independent, suspended and cooperating way.