

Jan Zbigniew Lenard

Przesuwanie budynków zabytkowych w Warszawie : Rogatka Grochowska, kościół p. w. Nawiedzenia N. M. P. na Lesznie

Ochrona Zabytków 16/2 (61), 13-29

1963

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.

JAN ZBIGNIEW LENARD

Artykuł napisany został w oparciu o materiały autora projektów mgr inż. Władysława Makowieckiego

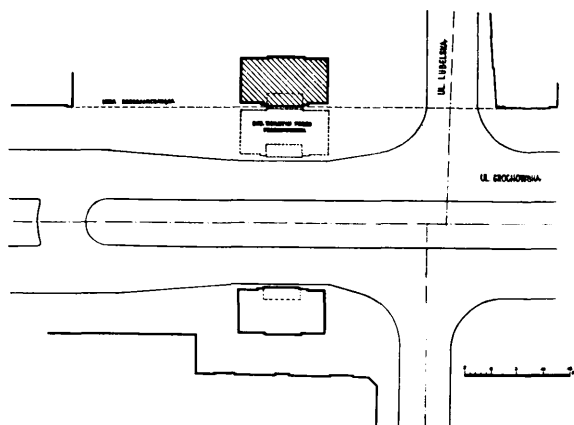
PRZESUWANIE BUDYNKÓW ZABYTKOWYCH W WARSZAWIE (ROGATKA GROCHOWSKA, KOŚCIÓŁ P. W. NAWIEDZENIA N.M.P. NA LESZNIE)

Problem przesuwania budynków nie jest nowy, jednak dopiero w końcu XIX w. obserwujemy częstsze przykłady tego rodzaju realizacji w USA, Francji i Rosji. Od 1936 r. natomiast datuje się wielki rozwój techniki przesuwania domów, spowodowany przebudową i rozbudową Moskwy. W latach 1936—1941 dokonano translokacji 22 budynków o łącznej kubaturze 300.000 m³. Powstała właściwie nowa gałąź techniki budowlanej, dysponująca specjalnymi urządzeniami i mechanizmami oszczędzającymi siłę ludzką, materiały budowlane i znacznie przyspieszająca proces wykonawstwa.

W Polsce problem przesuwania budynków poza drewnianymi, aż do lat ostatnich właściwie nie istniał. Zagadnienie to było w zasadzie obce naszej kadrze inżynierjno-technicznej. W praktyce codziennej powszechnie stosowano zasadę rozbierania budynków, przeszkadzających w regulacji i wytyczeniu nowych tras komunikacyjnych w miastach, nie rozważając możliwości ich przemieszczenia. Wprawdzie stosowano z powodzeniem przesuwanie poszczególnych elementów konstrukcyjnych o znacznym ciężarze (konstrukcje mostowe), jednak dopiero regulacja ul. Grochowskiej w W-wie stworzyła konieczność zastosowania tej metody do budynków.

Obiektem uniemożliwiającym prawidłowy przebieg ulicy była jedna z rogatek grochowskich, która, wg nowej konfiguracji poszerzonej ulicy, blokowała chodnik. Budynki rogatki, wzniesione w 1823 roku według projektu Jakuba Kubickiego, ocalały z pożogi wojennej w stanie niemal nienaruszonym. Zachowanie ich jako obiektów zabytkowych, oznaczających dawne granice miasta, stało się bardzo istotnym zagadnieniem dla służby konserwatorskiej. Dokonano szczegółowej analizy ekonomicznej. Rozebranie zabytkowej rogatki i wykonanie rekonstrukcji na nowym miejscu okazało się nieekonomiczne. Większy koszt i znaczna strata czasu na procesy budowlane oraz uzyskanie w efekcie kopii pozbawionej walorów autentyzmu, zdecydowały o przystąpieniu do przesunięcia. Wydaje się, że na przyjęcie najwłaściwszej w danym wypadku metody konserwatorskiej nie miały wpływu wywarła chęć uzyskania odpowiednich doświadczeń technicznych w pracach tego rodzaju. Dla resortu budownictwa, w miarę rozwoju i porządkowania naszych miast, problem dyslokacji budynków staje się zagadnieniem coraz bardziej aktualnym.

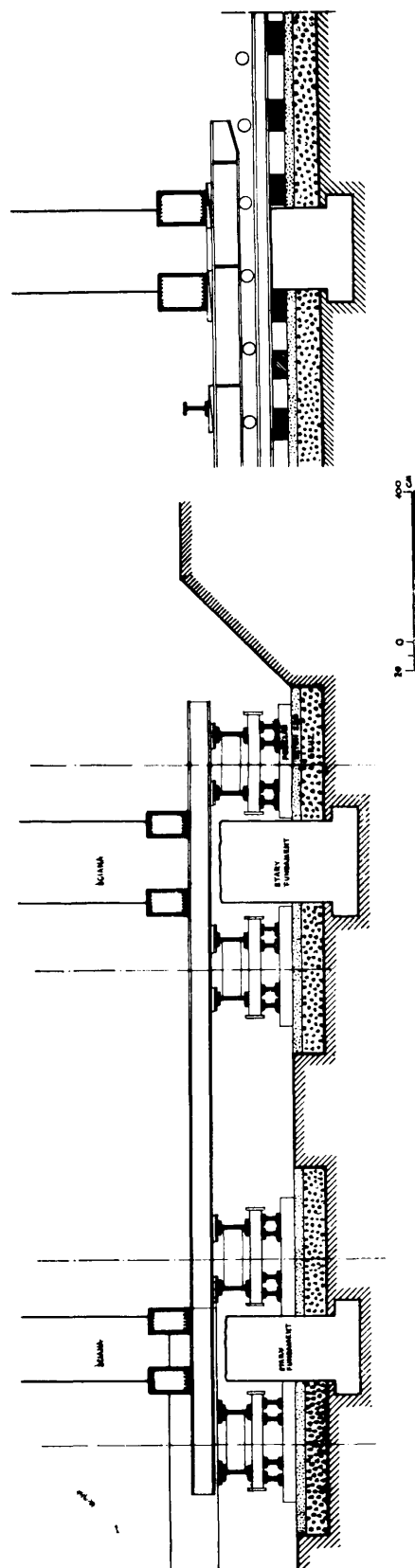
Projekt przesunięcia rogatki opracował mgr inż. Władysław Makowiecki z Biura Studiów i Projektów Konstrukcji Stalowych „Mosto-



Ryc. 1. Warszawa, rogatka Grochowska, plan sytuacyjny (opr. autor)

stal” w Warszawie. Budynek pomimo stosunkowo niewielkich wymiarów (8,5 m × 16 m i 7,6 m wys.) i ciężarze około 600 ton stanowił trudny problem techniczny. Zbudowany z cegły na zaprawie wapiennej, wykazywał liczne spękania, przebiegające przez całą wysokość budynku i grubość ścian. Spękania te, powstałe zapewne na skutek nierównomiernego osiadania, dzieliły budynek na sześć części. Cegła w murze, pod izolacją poziomą, była całkowicie zmurszała. Przed przystąpieniem do przesuwania należało więc wymienić całkowicie mury fundamentowe pod budynkiem na wysokości 80 cm oraz założyć ściągi stalowe, zabezpieczające przed dalszymi spękaniem w czasie prowadzenia prac przygotowawczych i ruchu budynku.

Projektant przewidywał wykonanie pod wszystkimi ścianami żelbetowych wieńców, utworzonych z dwóch równolegle biegnących belek o wym. 30 × 40 cm, obejmujących ścianę z obydwu stron. Belki te, wtopione były połową swej grubości w ścianę i powiązane pomiędzy sobą żelbetowymi przewiązkami w odstępach 1 — 1,5 m. Belki wieńcowe po stężeniu betonu utworzyły sztywną ramę, na której spoczywał budynek w czasie transportu. Rama ta miała również zadanie łagodzenia wpływu ewentualnych wstrząsów na całość przesuwanego ustroju budowlanego. Pod wieńcem przeprowadzono 9 torów, każdy utworzony z dwóch belek dwuteowych wys. 200 mm o rozstawie 50 cm w osiach. Belki te umocowano śrubami na podkładach drewnianych, spoczywających na specjalnie przygotowanym podłożu betonowym. Na torach założono urządzenie do przetaczania, składające się z szeregu wałków stalowych \varnothing 10 cm roz-



Ryc. 2. Warszawa, rogatka Grochowska, detale konstrukcyjne rusztu i urządzenia do przetaczania (wg projektu mgr inż. Wł. Makowieckiego opr. autor)

mieszczonych co 60 cm, oraz posuwnic (I 200) powiązanych przeponami z blachy co 1,1 m. Ciężar budynku przeniesiono na urządzenie do przetaczania za pomocą klinów stalowych, wbitych pomiędzy główki belek posuwnic i belki wieńca żelbetowego. Po odcięciu budynku od starych fundamentów obiekt gotowy był do przetaczania. Jako siłę pociągową zastosowano cztery wciągarki o łącznej mocy 20 ton. Szybkość posuwu budynku wynosiła średnio około 10 cm na minutę. W czasie 106 minut budynek przebył drogę 10,56 m. i stanął nad uprzednio przygotowanymi nowymi fundamentami. Odniesiono pełny sukces, gdyż szczegółowe pomiary prowadzone przez cały czas przez ekipy geodezyjne nie wykazały powstania jakichkolwiek nowych uszkodzeń ścian i stropów, a stare uszkodzenia nie powiększyły się. Roboty przygotowawcze łącznie z przesuwaniem i wymianą fundamentów trwały 82 dni robocze. Podmurowanie w nowym miejscu i demontaż konstrukcji stalowych — 14 dni roboczych. Stała załoga budowy składała się z jednego cieśli i 9 robotników niewykwalifikowanych, a tylko przyuczonych do robót betonarskich i murarskich.

Przesunięcie rogatki Grochowskiej stało się praktyczną szkołą dla projektanta i wykonawcy (Miejskie Przedsiębiorstwo Robót Inżynierskich w Warszawie). Nabyte doświadczenie pozwoliło na przystąpienie do opracowania projektu przesunięcia drugiego, znacznie większego, budynku zabytkowego — kościoła na Lesznie¹.

*

W 1960 r. aktualna staje się przebudowa Al. Świerczewskiego, jednej z głównych arterii miasta, a węzłowym jej problemem — przesunięcie na odległość 21 m bryły zabytkowego kościoła, wchodzącego w gabaryt szerokości nowo projektowanej ulicy.

Zasadniczą konstrukcję nośną kościoła stanowią sześć filarów o przekroju 3×3 m. i wy-

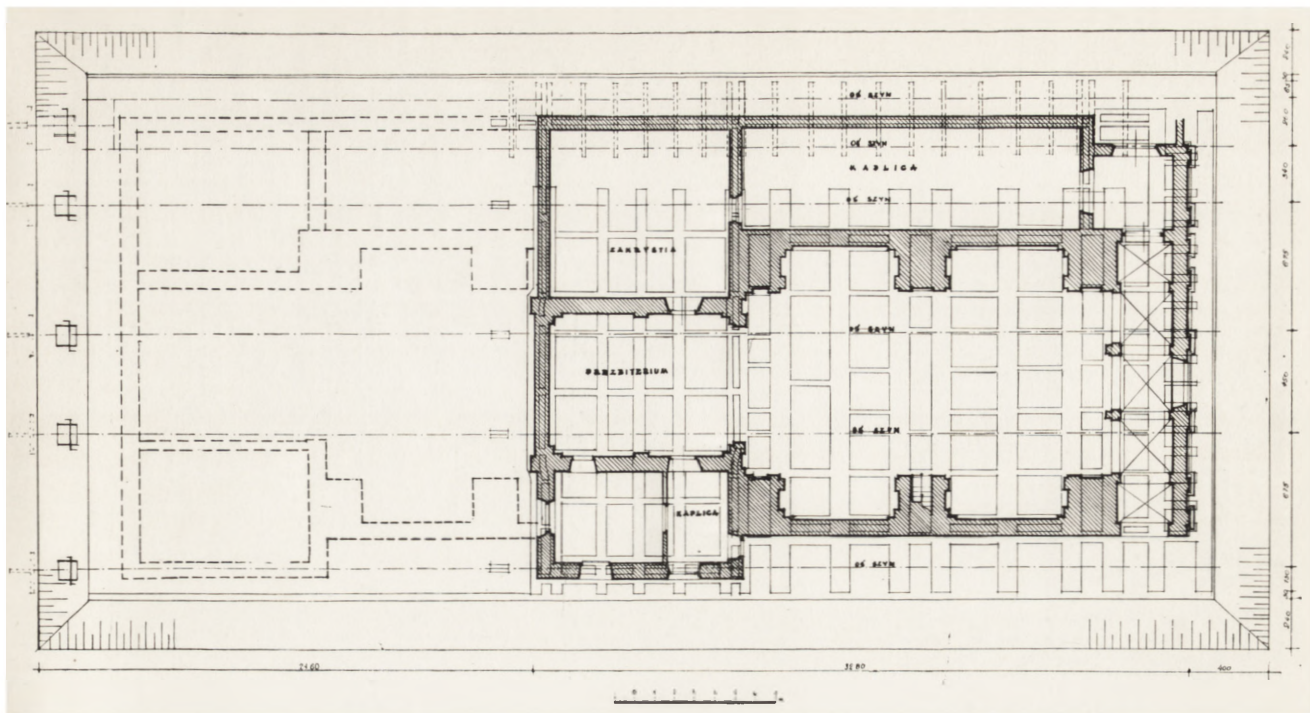
sokości 15 m. Filary te podtrzymują półkolistą sklepienie kolebkowe (grubości 15 cm) z lunetami, wzmocnione co kilka metrów żebrami o grubości około 30 cm. Grubość ścian poprzecznych i podłużnych wynosi około 100 cm. Więźba dachowa drewniana, pokryta dachówką. Całkowity ciężar przesuwanego obiektu wynosił około 6800 ton. Nowość problematyki i trudności techniczne wynikały głównie z charakteru konstrukcji przesuwanej bryły. Było to w zasadzie trzecie w praktyce światowej przesunięcie budowli, niepowiązanej wewnątrz szeregiem stropów i ścian, jak to ma miejsce np. przy obiektach mieszkalnych².

Głównym problemem przy tego rodzaju pracach jest właściwe przygotowanie budowli do transportu. Bryła budynku 33 m długości, 22 m szerokości i 18 m wysokości wymaga nader dokładnego przebadania stanu technicznego elementów konstrukcyjnych i zastosowania odpowiednich usztywnień przeciwstawiających się naprężeniom deformacyjnym w fazie ruchu, kiedy do budowli zostają przyłożone znaczne siły zewnętrzne. W konkretnym przypadku kościoła na Lesznie liczne rysy na ścianach i sklepieniu świadczyły o naruszeniu stabilności istniejącego ustroju. Budowla wymagała gruntownego wzmocnienia. Popękane sklepienie rozpierające filary, należało trwale podwiesić do wykonanej płyty żelbetowej krzyżowo-zbrojonej, grubości 10 cm. Płyta ta podwieszona jest do żelbetowych belek poprzecznych o przekroju 20×80 cm, przebiegających zgodnie z krzywizną sklepienia i powiązanych w kierunku podłużnej osi kościoła czterema stężeniami belkowymi. Belki poprzeczne i podłużne przebiegają przez całą grubość murów i wtopione są w wieńiec żelbetowy o przekroju poprzecznym 15×45 cm, opasujący budynek na wysokości 13,5 m powyżej poziomu posadzki kościoła. W ten sposób uzyskano powiązanie w jedną całość filarów, ścian i sklepienia, tworząc tarczę sztywną w górnej części kościoła. Przed ułożeniem płyty żelbetowej sklepie-

¹ Kościół wraz z zabudowaniami klasztorными wzniesiony został na potrzeby zakonu Karmelitów tzw. „Trzewiczkowych” w latach 1683—1731. W roku 1853 przeprowadzono na koszt rządu gruntowną restaurację i rozbudowę nie zmieniając w zasadzie pierwotnej jego formy. W okresie niewoli carskiej pomieszczenia klasztorne wykorzystywane były na więzienie polityczne, w którym przebywał m. in. Walerian Łukasiński. Po kasacie zakonu w 1863 r. kościół spełnia rolę parafialnego. Wrzesień 1939 roku nie przyniósł większych szkód, natomiast w toku likwidacji Powstania Warszawskiego kościół został

zbombardowany. Zniszczeniu uległa sygnaturka z umieszczonym na jej szczycie zegarem. Spłonęła znaczna część dachu. Spalone i zrujnowane zostały budynki klasztorne, oraz ogrodzenie. Po wyzwoleniu zabezpieczono zniszczone sklepienia i dach kościoła.

² Pierwsze dwa wypadki dotyczyły przesunięcia w 1915 r. kościoła w Pittsburgu o łącznej wadze 4000 ton na odległość 6 m 10 cm i soboru w Chicago (1929 r.) o wadze 9000 ton. Sobór ten przetransportowano na odległość 84 m z jednoczesnym obrotem o 90°.

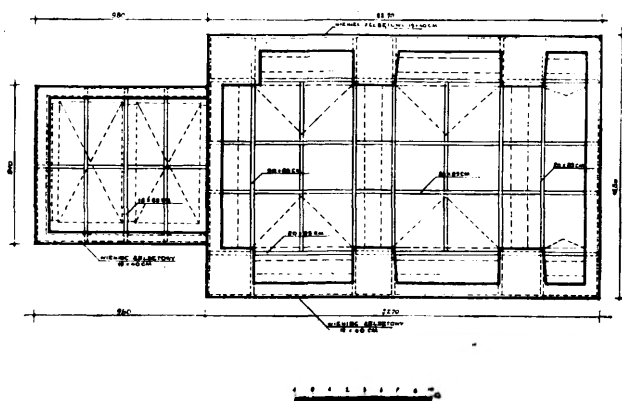


Ryc. 4. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, rzut nośnego rusztu żelbetowego (opr. mgr inż. Wł. Makowiecki)

zono również w płaszczyznach nawowych pięć par ściągow stalowych, przekątnych, Φ 28 mm, zakotwionych u góry w ruszcie stalowym, a u dołu w żelbetowym. Ściągą naciągano za pomocą śrub rzymskich. Ściany kościoła opasano stalowymi ściągami w kilku poziomach. Na narożnikach zakotwiono je w specjalnie skonstruowanych uchwytach z kątowników o wymiarach 100×100 mm.

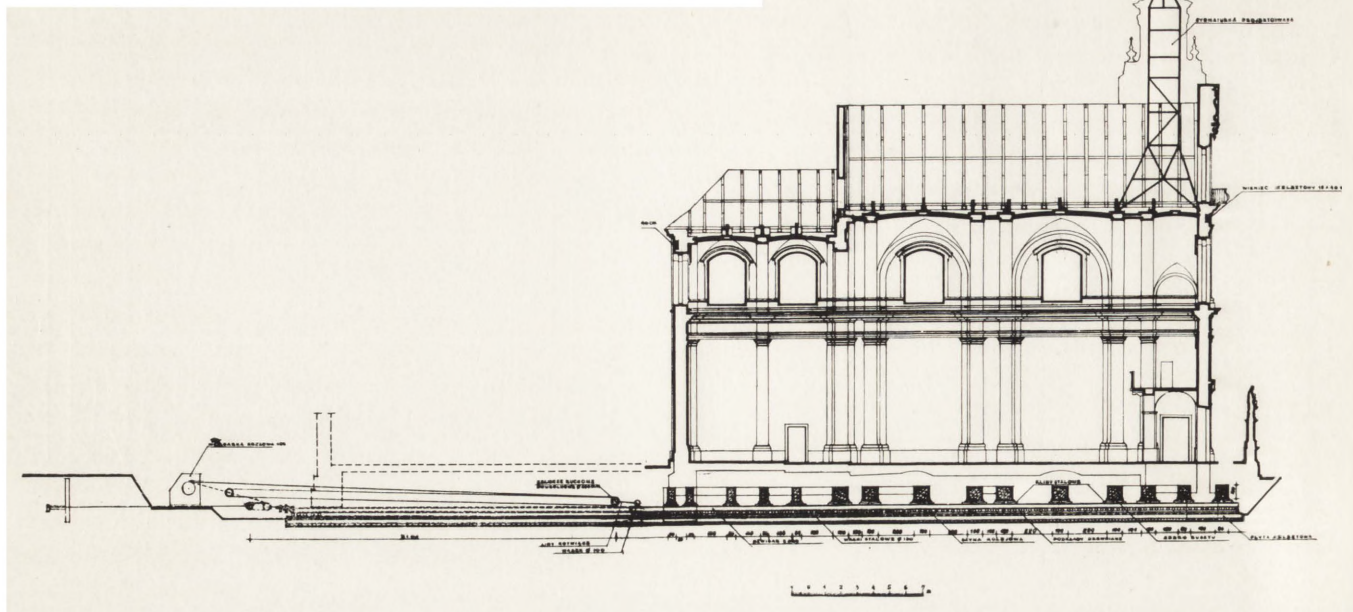
Najważniejszą jednak konstrukcją zabezpieczającą kościół w czasie przesuwania jest ruszt żelbetowy, ułożony pod całą budowlą. Ruszt ten składa się z potężnych żeber poprzecznych o przekroju 100×100 cm i długości 20 m, przebiegających w poprzek nawy głównej kościoła oraz podłużnych belek stężających, o przekroju 35×50 cm, z których część jest założona pod ścianami podłużnymi w postaci podwalin, wykonanych w bruzdach wykutych w tych ścianach. Sposób wykonania podwalin należy uznać za rozwiązanie nowatorskie ze względu na łatwość montażu. Żebra rusztu policzono jako belki ciągłe z uwzględnieniem nierównego osiadania podpór. Należało się bowiem liczyć z możliwością różnego osiadania poszczególnych podpór, co było wywołane zarówno sprężystością gruntu podłoża, jak również sprężystością samych belek. W tych warunkach momenty powstające w że-

brach mogą znacznie odbiegać od obliczonych. Wobec wielu, bliżej nie dających się ustalić okoliczności jakie mogły występować w czasie przesuwania kościoła, obliczenia statyczne traktowane być musiały jedynie jako orientacyjne. Belkę taką należało uzbroić w sposób zapewniający uzyskanie na całej jej długości stałego wskaźnika wytrzymałości i możliwości przenoszenia przez nią, w każdym przekroju, maksymalnych naprężeń. W rzeczywistości, również siły poprzeczne znacznie różnić się



Ryc. 5. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, rzut płyty i żeber wzmacniających sklepienie (opr. mgr inż. Wł. Makowiecki)

Ryc. 6. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, przekrój po dłuży z uwidocznieniem urządzenia do przesunięcia (opr. mgr inż. Wł. Makowiecki)



mogą od obliczonych teoretycznie. Aby i w tym zakresie przystosować belki żelbetowe do ewentualnych odchyłeń od wyników obliczeń — dla przeniesienia naprężeń głównych — stosowano gęsto rozmieszczone strzemiona wieloramienne z prętów, o średnicach znacznie większych od przeciętnie stosowanych. Konstrukcje takie w znacznym stopniu upodobniają się do konstrukcji francuskich, w których często nie stosuje się wkładek ukośnie odgiętych, gdyż natężenia główne są przyjmowane przez odpowiednio dobrane strzemiona.

Drugą, równie ważną konstrukcją są podtorza z ułożonymi na nich szynami. Podtorza wykonano jako płyty żelbetowe podwójnie zbrojone, o grubości 40 cm i szerokości 3 m dla torów środkowych i 2,6 m dla torów skrajnych. Do przetoczenia budynku na nowe fundamenty zaprojektowano sześć torów, cztery dla głównego korpusu budynku, a dwa dla przybudówki od strony wschodniej. Na podtorzu ułożono podkłady sosnowe o grub. 5 cm, szer. 20 cm, w rozstawie 50 cm. Na tych podkładach umocowano za pomocą śrub Φ 16 mm, wkotwionych w płycie podtorza, szyny kolejowe typu S — 49. Na szynach poukładano rolki stalowe o Φ 13 cm i wadze 80 — 200 kg. Na nich spoczywały tzw. posuwnice, wykonane z kilku dźwigarów stalowych, dwuteowych I 300 mm.

Pomiędzy posuwnicami, a belkami żelbetowymi rusztu powstała szczelina 5 cm. W szcze-

linę tę wbito kliny stalowe z odpowiednio dospawaną blachą grubości 3 mm, ułatwiającą montaż. Podklinowanie rozpoczęto od środka budowli na boki. Po założeniu klinów można było przystąpić do ostatecznego odcięcia budynku od fundamentów. Wykuto mur budynku pomiędzy żebrami rusztu a szynami, do poziomu poniżej wałków tocnych. Odcinanie budynku przeprowadzono również zgodnie z zasadą od środka na boki.

Roboty prowadzone w podziemiach kościoła odbywały się w bardzo trudnych warunkach, ze względu na niską wysokość i brak miejsca (wysokość starych piwnic wynosiła zaledwie 165 cm); robotnicy pracowali w pozycji leżącej i kłęczącej. Zakładanie rusztu żelbetowego i wybudowanie torowisk naruszało statyczność ścian, które musiały być podtrzymywane prowizorycznymi podporami. Niektóre, kilkumetrowe odcinki torów budowano pod ścianami. W murach fundamentowych znajdowały się kamienie o średnicy dochodzącej do 1 m, które utrudniały przebijanie otworów i odcinanie budynku od fundamentów. Rozbijano je na drobne bryły przez nawiercanie otworów i wbijanie klinów stalowych młotami pneumatycznymi. Usunięto w ten sposób około 600 kamieni. Do nawiercania otworów konieczne było zaprojektowanie odpowiedniego świdera. Otwory wiercono również dla przepuszczenia przez mury ściągów.

We wnętrzu kościoła założono konstrukcje wzmocniające nie przerywając funkcjonowania obiektu³.

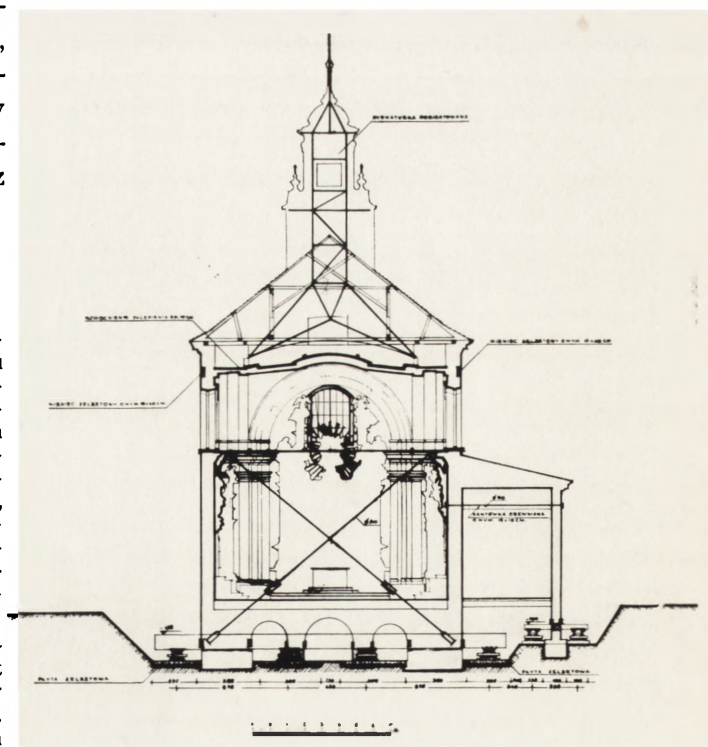
Przez cały czas robót specjalna ekipa geodetów pod kierunkiem mgr inż. Czesława Szelaża wykonywała szczegółowe pomiary osiadania i odkształceń budowli, umożliwiając kontrolę jej stanu w każdej chwili. Tylko dzięki temu zespołowi można było bezpiecznie prowadzić roboty i wykonać je z wymaganą precyzją.

Na wykonanie całej konstrukcji do przesunięcia, zużyto łącznie około 900 m³ żelbetu; stanowi on trwałe wzmocnienie budynku kościoła. Dla zmontowania urządzeń do przemieszczenia wbudowano około 250 ton stali, która po przesunięciu zostanie odzyskana i będzie mogła być wykorzystana przy następnych pracach. Budynek został przygotowany do przemieszczenia niemal w całości, tak że na nowym miejscu zachodziła konieczność wykonania jedynie ław fundamentowych z przewidzianym jednocześnie pogłębieniem piwnic do 3,3 m. Urządzenie do przeciągania kościoła składało się z pięciu wciągarek koźlowych, dziesięciotonowych, o napędzie ręcznym oraz lin i zbrocz. Przy każdej wciągarence pracowało czterech ludzi. W przeddzień głównej operacji dokonano próby. Przyłożona siła pociągowa zanotowana przez specjalne czujniki, założone przez Instytut Organizacji i Mechanizacji Budownictwa, wynosiła 180 ton przy znacznym zanieczyszczeniu torowiska. Przejechano w czasie próby 7,5 cm. Po oczyszczeniu torowisk siła pociągowa wynosiła około 80 ton przy ruszeniu, oraz średnio około 60 ton w czasie jazdy.

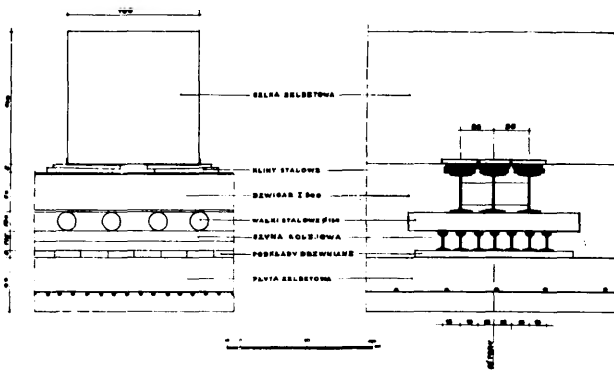
³ Figura M. B. wraz ze schodami została zdemontowana. Powróciła na miejsce po przesunięciu kościoła. Przedsiónek kościoła podpiwniczono. W kaplicy oraz zakrystii, gdzie brak podpiwniczenia — rozebrano posadzkę. Ołtarze w tych pomieszczeniach zabezpieczono przed uszkodzeniem i zanieczyszczeniem. W czasie prowadzenia prac ziemnych wokół kościoła, wykopano dużą ilość szkieleatów, trumnę cynową, oraz dwa dzwony kościelne, ukryte w czasie ostatniej wojny. Podczas odcinania kościoła od fundamentu natrafiono na ukryty w murze akt erekcyjny wypisany na blasze, częściowo uszkodzony. Akt ten został przekazany do odczyszczenia i konserwacji.

⁴ Inwestorem jest Stołeczny Zarząd Dróg i Mostów, a wykonawcą Miejskie Przedsiębiorstwo Robót Inżynieryjnych w Warszawie. Kierownikiem budowy mgr inż. Jerzy Twardo, kierownikiem robót inż. Zygmunt Kotarski. Komisja konsultantów fachowych pod kierunkiem mgr inż. Stanisława Zelenta w składzie prof. Władysław Danilecki, prof. Stefan Hojarczyk, mgr inż. Edmund Hera czuwała nad przebiegiem prac projektowych i realizacją.

Przesuwanie kościoła rozpoczęto 1 grudnia 1962 r. o godz. 0,55. Jazda trwała 227 minut, średnia szybkość wynosiła 93 mm na minutę. Budynek przesuwiał się równomiernie, zarówno przy ruszeniu jak i w czasie jazdy. Grupa pomiarowa I.O.M.B. i Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem prof. Lazariniego śledziła całą drogę kościoła. Osiadanie maksymalne jakie zanotowano wynosiło 0,47 cm, wobec przewidywanego — 0,51 cm. Zboczenie z osi kościoła wyniosło około 13 cm dla narożnika płn.-zachodniego i 1 cm dla narożnika płd.-wschodniego. Nie zaobserwowano powstania nowych spękań murów. Stare, istniejące szczeliny nie powiększyły się. W czasie jazdy kościół był oświetlony i mógł być użytkowany. Przy torowiskach i wciągarkach trwała intensywne praca. Na sześciu torach zwalniane z tyłu wałki o wadze kilkuset kilogramów, należało szybko przenieść do przodu i ułożyć pod nasuwające się przesuwnice. O godz. 4.42 kościół zakończył wędrówkę przejeżdżając 21 m. Sukces był całkowity; osiągnięto najmniejszą siłę pociagową ze wszystkich znanych w tego rodzaju przedsięwzięciach. Projekt mgr inż. Władysława Makowieckiego z Biura Studiów i Projektów Konstrukcji Stalowych „Mostostal” w Warszawie aktualizowany następnie na budowie oraz realizację⁴ należy uznać za w pełni udane.



Ryc. 7. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, przekrój poprzeczny z uwidocznieniem konstrukcji stężających i torowisk (opr. mgr inż. Wł. Makowiecki)



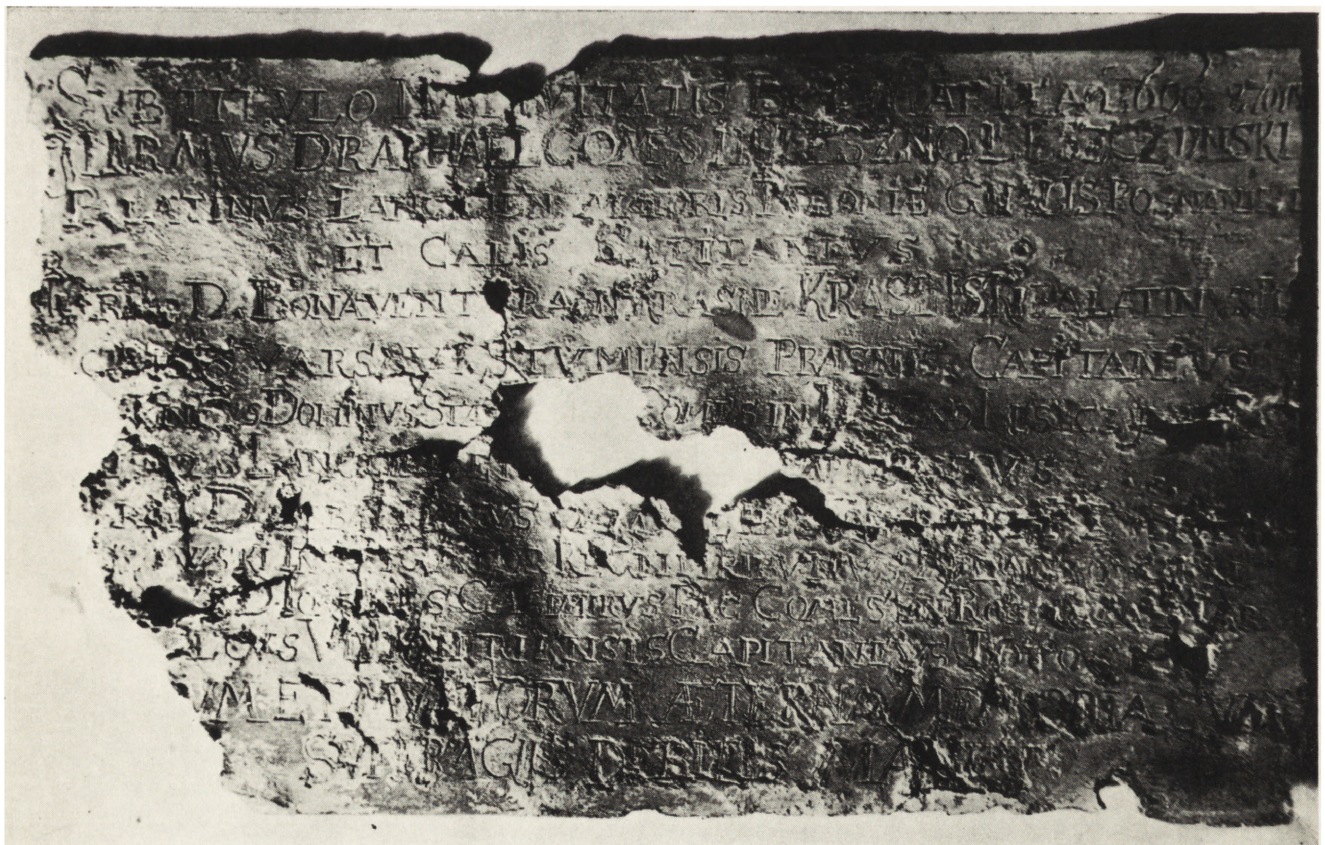
Ryc. 8. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, szczegół podklinowania belek rusztu i widok toru (opr. mgr inż. Wł. Makowiecki)

Po dokonaniu przesunięcia wykonuje się podmurowanie ścian i demontaż konstrukcji stalowych. Dalsze prace przewidują rekonstrukcję sygnaturki, odnowienie elewacji kościoła, uporządkowanie otoczenia i rekonstrukcję ogrodzenia. Udana operacja przesunięcia

kościół zostanie upamiętniona zaznaczeniem w jezdni pierwotnego jego zarysu oraz pozostawieniem fragmentu torowiska.

Ekonomiczna analiza zastosowania opisanej metody wskazuje na znaczne korzyści. Koszt przeprowadzonych prac nie przekroczył 50% kosztu wzniesienia budynku nowego, o tej samej kubaturze. Metoda ta znaleźć może pełne zastosowanie nie tylko wobec budynków zabytkowych, lecz również i innych, które nie utraciły swej wartości użytkowej, a których pozostanie na miejscu jest z różnych względów niemożliwe. Szczególną zaletą tej metody jest możliwość ciągłego użytkowania budynku w czasie prowadzenia prac, co w efekcie podnosi znacznie jej walory ekonomiczne. Należy oczekiwać dalszego rozwoju tego typu realizacji.

mgr inż. Jan Zbigniew Lenard
Prezydium WRN Warszawa



Ryc. 9. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, akt erekcyjny, stan po odczyszczeniu

(fot. Jerzy Kotarski)

TRANSPORT DE DEUX BÂTIMENTS À D'AUTRES PLACES À VARSOVIE (LA PORTE DE VILLE DE GROCHÓW ET L'ÉGLISE DE VISITATION DE LA VIERGE À LESZNO)

En 1961—62 deux bâtiments historiques à Varsovie furent transportés à d'autres places — la porte de ville de Grochów et l'église à Leszno.

La porte de ville de Grochów aux dimensions suivantes: 8,5 m \times 16,5 et 7,6 m de hauteur, en tout 1000 m cubes de volume, est faite en briques au mortier. Elle n'avait des caves que sous certaines parties. Son état de conservation indiquait une importante déformation des murs portatifs (craquelures) ainsi que des briques des fondements entièrement pourries. Il était absolument nécessaire de changer complètement les fondements. Avant de transporter le bâtiment il a été ceint de bandes en acier à trois niveaux. La construction devant servir au transport consistait de couronnes en béton armé sous chaque mur; ces couronnes étaient composées de deux poutres en acier, parallèles (30 \times 40 cm), fondues à 15 cm dans le mur des deux côtés et unies par des bandes en béton armé. Ensuite on a préparé 9 voies de poutres en acier posées sur des traverses en bois, attachées à une fondation en béton. Le matériel pour faire rouler le bâtiment consistait de cylindres en acier à 105 mm de diamètre et de pousoirs de poutres en double té de 200 mm. Pour transporter le bâtiment sur le matériel à faire rouler on a enfoncé des coins en acier. Au poids du bâtiment de 600 tonnes on a employé la force de 20 tonnes (4 entraîneurs à 5 tonnes). La vitesse de roulement s'élevait à 10 cm par minute et la distance était de 10,56 m. Les préparations du bâtiment pour le transport par une équipe d'un charpentier et de 9 ouvriers ont pris 82 jours de travail. Les mesurages de contrôle, faits par des équipes de géodésiens, n'ont relevé aucun endommagement du bâtiment.

L'église à Leszno a présenté un problème beaucoup plus difficile à cause de ses dimensions (33 m de longueur, 22 m de largeur et 18 m de hauteur) et du fait que le bâtiment n'est pas uni horizontalement par des plafonds. En plus certains éléments de construction ont subi des déformations importantes pendant les hostilités de la dernière guerre. Le bâtiment devait être particulièrement soigneusement préparé au transport et il devait être raffermi. On a commencé par renforcer la voûte en berceau aux lunettes

en l'accrochant à une plaque en béton armé en croix, épaisse de 10 cm, aux côtes portatives en longueur et en largeur, liées par une couronne ceinte autour du bâtiment. Sous tout le bâtiment on a mis un gril de côtes transversales puissantes de 100 \times 100 cm, unies en longueur par des poutres raidissantes. Ces côtes ont été calculées comme des poutres continues en tenant compte d'un affaissement inégal. Ce gril transportait le poids du bâtiments sur des pousoirs à double té de 300 mm qui s'appuyaient sur des roulettes. On a fait six voies. La construction d'une voie consistait d'une plaque doublement armée, épaisse de 40 cm, et sur cette plaque les rails étaient posés sur des traverses en bois de pin. Le système de raidissement des murs et du volume du bâtiment consistait en un „plafond artificiel” d'une grille de tuyaux et en des cloisons grillées à travers la grande nef de l'église. On a posé aussi 5 installations de contracteurs en acier diagonaux. Le bâtiment était ceint de bandes contractantes à plusieurs niveaux. Le travail était fait dans des conditions très difficiles. Dans les murs du fondement il y avait environ 600 grandes pierres qu'il fallait briser avec des marteaux pneumatiques. 900 m cubes de béton armé et 250 tonnes d'acier ont été employés pour protéger le bâtiment. Tout l'acier a été récupéré.

On s'est servi en moyenne de 60 tonnes de force pour pousser 6800 tonnes. Le roulement durait 227 minutes à une vitesse moyenne de 93 mm par minute. L'église roulait uniment; pendant le roulement elle était éclairée et pouvait être ouverte. La distance du transport montait à 21 m. Dans ce cas la traction la moins puissante fut appliquée de tous les cas connus de ce genre. On n'a trouvé aucune nouvelle craquelure dans les murs de l'église. La déviation du bâtiment de son axe longitudinal est de 8 cm.

L'analyse économique des méthodes appliquées démontre une grande économie. Les frais des travaux exécutés n'ont pas excédé 50% des frais d'un bâtiment nouveau de même cubature. Le bâtiment pouvait être normalement utilisé pendant tout le temps. Cette méthode permet aussi d'économiser les matériaux et elle réduit le temps de l'opération.



Ryc. 10. Warszawa, perspektywa Al. Świerczewskiego przed przesunięciem kościoła (fot. Jerzy Kotarski)



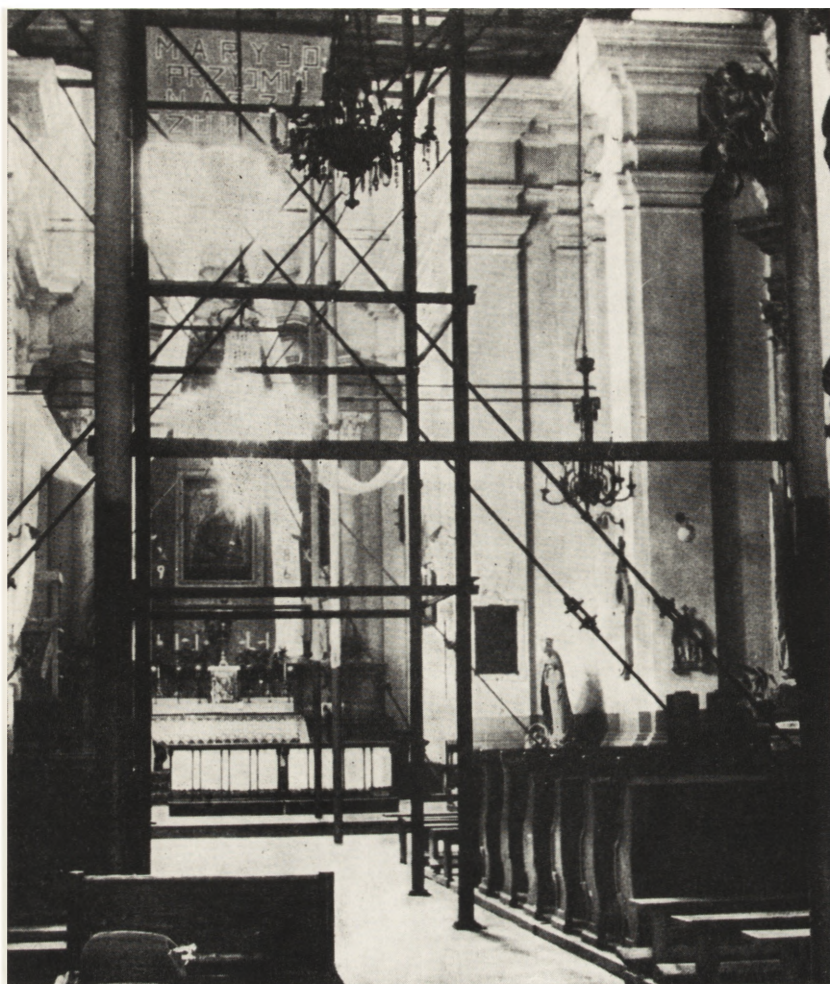
Ryc. 11. Warszawa, perspektywa Al. Świerczewskiego po przesunięciu kościoła (fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 12. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, widok od strony zachodniej przed przesunięciem
(fot. Jerzy Kotarski)

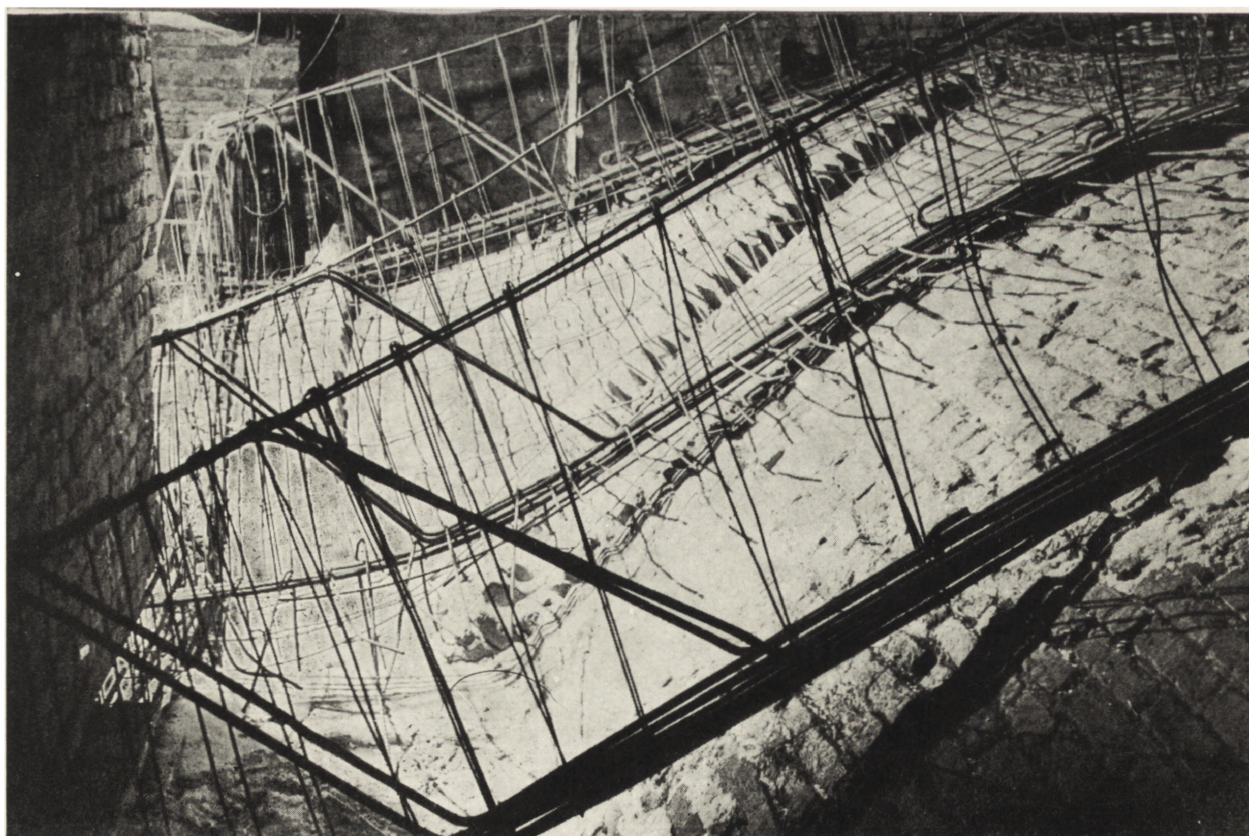


Ryc. 13. Warszawa kościół NMP na Lesznie, widok od strony zachodniej po przesunięciu (fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 14. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, wnętrze z uwidocznieniem konstrukcji stężających (fot. Jerzy Kotarski)

Ryc. 15. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, zbrojenie płyty i żeber wzmocniających sklepienie (fot. Jerzy Kotarski)





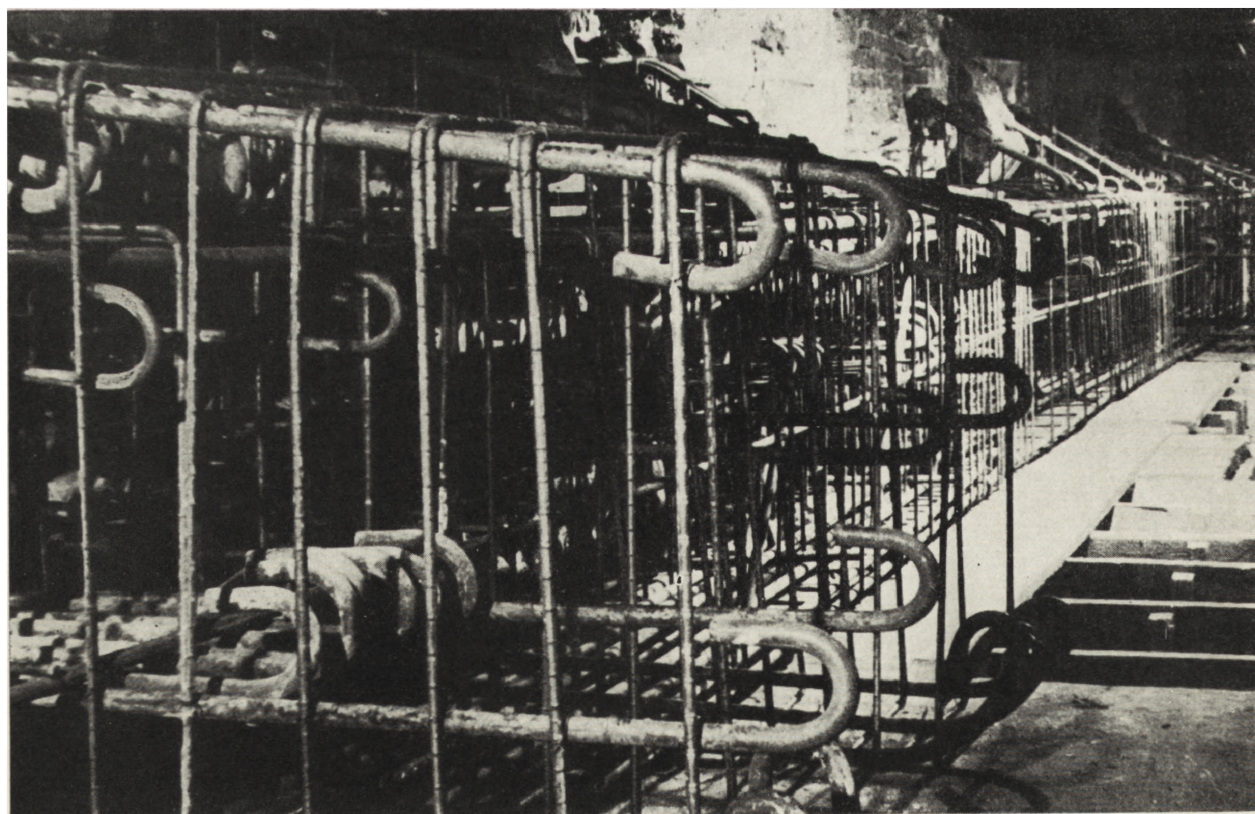
Ryc. 16. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, wydobywanie kamieni z murów fundamentowych (fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 17. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, podkopywanie kamienia pod filarem (fot. Jerzy Kotarski)

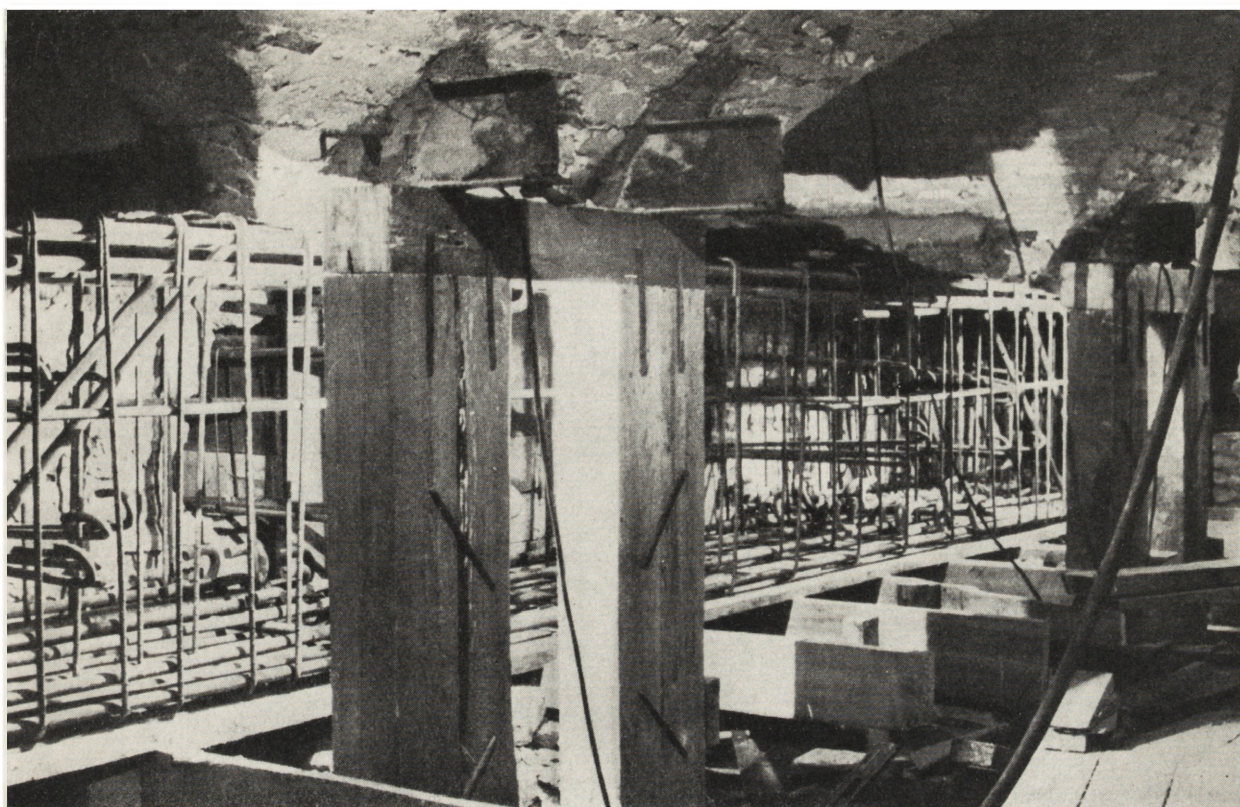


Ryc. 18. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, rozłupywanie kamienia przy użyciu młotów pneumatycznych (fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 19. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, zbrojenie żeber rusztu

(fot. Jerzy Kotarski)



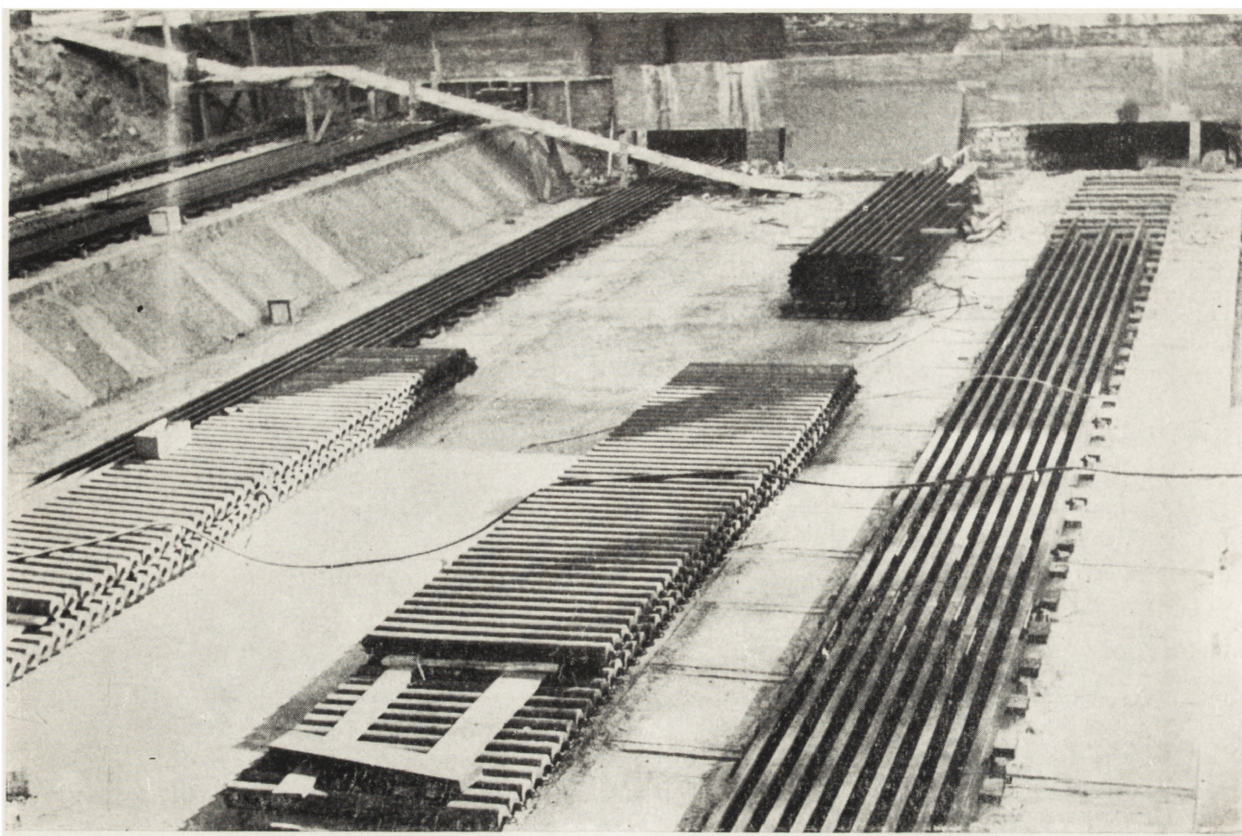
Ryc. 20. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, zbrojenie żebra pod flarami

(fot. Jerzy Kotarski)



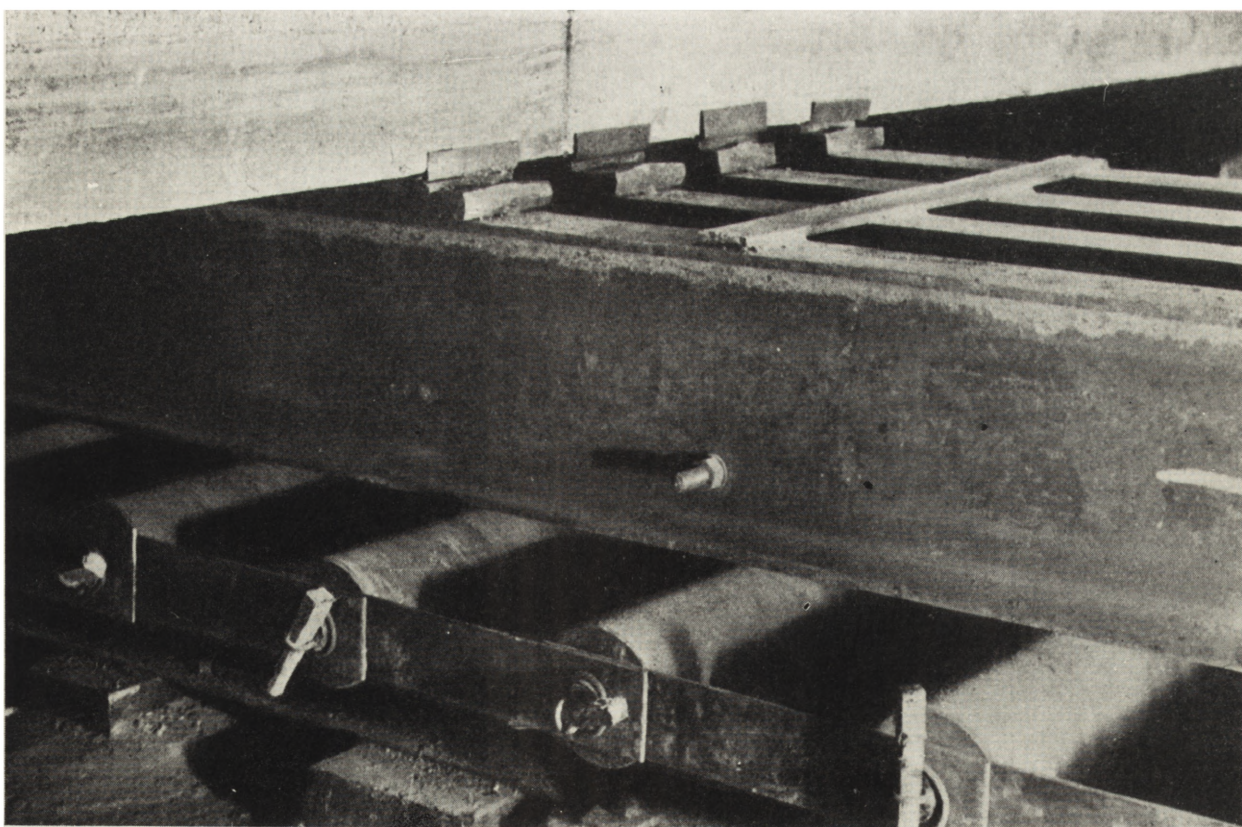
Ryc. 21. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, żebro po zabetonowaniu

(fot. Jerzy Kotarski)



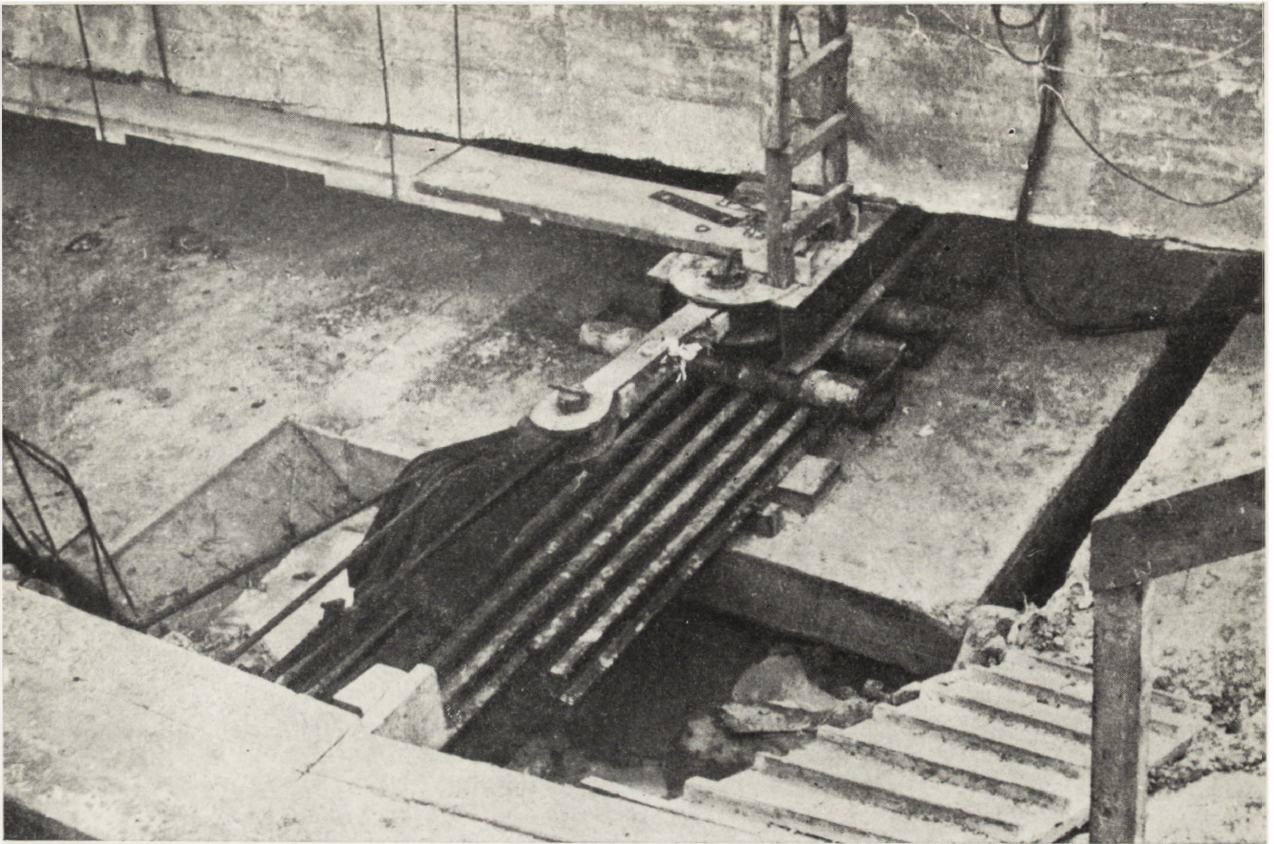
Ryc. 22. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, tory jezdne w czasie montażu

(fot. Jerzy Kotarski)



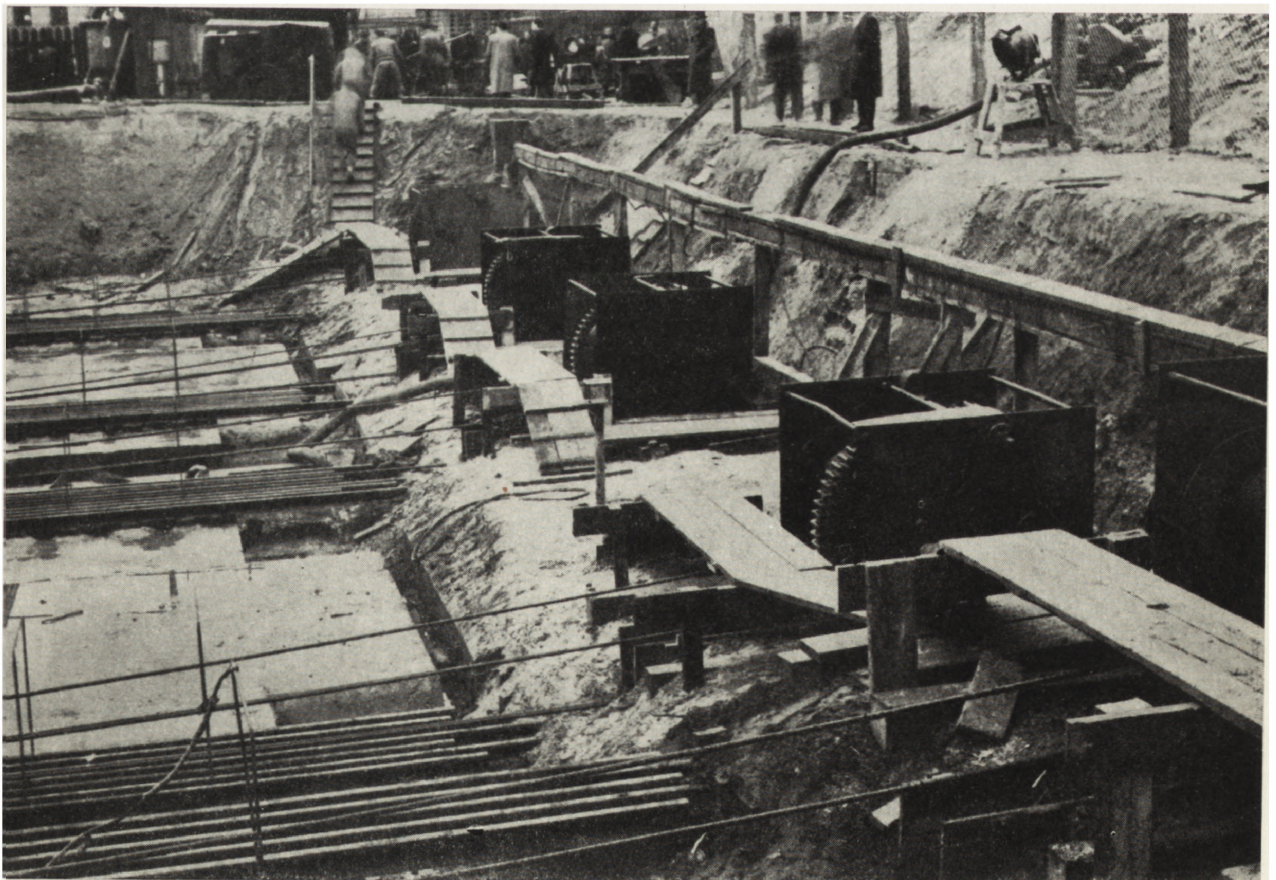
Ryc. 23. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, fragment urządzenia do przetaczania

(fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 24. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, widok zbloca i zaczepu

(fot. Jerzy Kotarski)



Ryc. 25. Warszawa, kościół NMP na Lesznie, widok wciągarek kozłowych

(fot. Jerzy Kotarski)