

# DZIAŁ TECHNICZNY \*)

PROF. DR. INŻ. STEFAN BRYŁA.

## BUDOWNICTWO ŻELBETOWE

Nowoczesne warunki życia gospodarczego, powodujące coraz większe zagęszczenie ludności, oraz wzrost cen gruntu w miastach spowodowały konieczność coraz wyższych budowli. Zaznaczyło to się już w latach siedemdziesiątych wieku XIX w Ameryce Północnej, gdzie w tym czasie poczęto budować coraz wyższe t. zw. „drapacze chmur“, które dzisiaj dochodzą tam w poszczególnych wypadkach do 50 i nawet 60 pięter. Drugi i trzeci dziesiątek lat wieku XX przeniósł je również na grunt europejski. U nas w Polsce doszły one do około 10 — 12 pięter; projektuje się jeszcze wyższe. W przeciwieństwie do dzisiaj budowanych domów, wykonywanych z cegły, muszą one być z innych materiałów.

Cegła jest bowiem materiałem dopuszczającym stosunkowo małe naprężenie wedle polskich przepisów M. R. P. Powoduje to, że przy większych wysokościach budynku wymiary filarów od pewnej granicy zaczynają rosnać wprost proporcjonalnie do obciążeń, a więc niemal w prostym stosunku do wysokości. Wskutek tego zmniejszają się z jednej strony wymiary wewnętrznych ubikacyj, z drugiej zaś redukuje się coraz bardziej możliwość stosowania większych otworów, które potrzebne są najczęściej właśnie w najniższych piętrach. Do tego dochodzi znacznie większy ciężar własny, a tem samem znacznie większe ciśnienie na podziały, a więc utrudnienie i podrożenie fundamentów.

Z murem ceglany można wogóle dojść do 10 pięter; jeżeli jednak chodzi o kalkulację, a więc o koszty z jednej strony, zaś o należyte rozmieszczenie i rozmiary ubikacyj, zwłaszcza w dolnych piętrach z drugiej strony, to można w jej zastosowaniu dojść do 5 — 7 pięter, a i to z wyłączeniem kondygnacyj, wymagających większych otworów. W każdym razie filary winny być wykonane tu na cement, a przynajmniej na półcement, nie tylko ze względów wytrzymałościowych, ale także z uwagi na osiadanie muru.

Dla większych wysokości wchodzi w grę konstrukcja żelbetowa lub żelazna. Mówiąc o tych dwu materiałach budowlanych, używa się nieraz słowa „konkurencja“. Słowo to jest jednak słuszne tylko w pewnym ograniczonym zakresie. Każdy bowiem z tych materiałów ma zalety tak pod względem wytrzymałościowym, jako też konstrukcyjnym, które uzdalniają go do zastosowania w pewnych wypadkach, a utrudniają i czasem nawet uniemożliwiają w innych. Dotyczy to zresztą wszystkich materiałów konstrukcyjnych i systemów budowlanych wogóle, zaś inżynier konstruktor, mając przed sobą określone zadanie, winien rozważyć wszystkie okoliczności dotyczące budowy: cel jej i charakter, okres jej trwania, wymiary budynku, porę budowy, stosunek kosztów i wszystkie inne względy, jakie mogą

w danym razie rolę odgrywać i na ich podstawie wybrać ten materiał i ten system, jaki w danym wypadku będzie najbardziej wskazany. Tem samem inżynier konstruktor nie może się ściśle i ciasno ograniczyć do jakiejś wyłącznej specjalności, ale musi swobodnie poruszać się we wszystkich polach konstrukcji inżynierskiej. Nie powinien być „Eisenbetonmensch'em“ ani „Eisenmensch'em“, ale musi być wszechstronnie orjentującym się konstruktorem.

Taki punkt wyjścia usuwa słowo „konkurencja“, np. żelbetu z żelazem, a na jego miejsce kładzie: „najwłaściwsze w danych okolicznościach — rozwiązanie“. Aby to najwłaściwsze rozwiązanie znaleźć, należy przede wszystkim rozważyć najważniejsze własności materiałów ze stanowiska konstruktora.

Wytrzymałość i wypływające z niej naprężenie dopuszczalne są dla żelaza znacznie wyższe niż dla betonu. W elementach ściskanych najbardziej miarodajnych w wysokich domach wynoszą one: w słupach żelbetowych (w przekroju sprowadzonym, t. j. z uwzględnieniem żelaza) dla normalnego cementu do 50 kg/cm<sup>2</sup>, dla lepszych cementów naszych do 60—70 kg/cm<sup>2</sup>; dla żelaza bez uwzględnienia wybożenia zasadniczo 1200 do 1400 kg/cm<sup>2</sup>, z uwzględnieniem tegoż około 800—900 kg/cm<sup>2</sup> (mowa tu o warunkach najczęściej zdarzających się w wysokich domach). (W elementach zginanych przedstawiają się te warunki inaczej, jednakowoż rezultat ostateczny jest zbliżony).

Zaznaczyć zresztą trzeba, że wysokowartościowe elementy mogą otrzymać jeszcze wyższe — i to nieraz o wiele wyższe — naprężenie i że wytrzymałość ich rośnie znacznie szybciej niż wytrzymałości żelaza.

Nie jest to wzgląd jedyny. Musi rozważyć się możliwości wykonania w lecie i w zimie, szybkość wykonania, która dla nowszych gatunków cementu (ciment fondu) coraz bardziej rośnie, ogniotrwałość i długotrwałość konstrukcji, oraz inne względy, które w poszczególnych wypadkach każą odstąpić od reguły i zdecydować wybór pewnej określonej konstrukcji.

Wogóle jednak decydować będzie bazowany na wytrzymałości materiałów, oraz na motywach ekonomicznych, wzgląd na koszty.

Wzajemne ustosunkowanie się cen konstrukcji żelaznej i żelbetowej w okresie powojennym podlegało wogóle dużym wahaniom, odpowiednio do zmiennych koniunktur życia gospodarczego. Rozmaity stosunek, w jakim wzrastały koszty poszczególnych materiałów i koszty robocizny, zwłaszcza w okresie dewaluacji marki, ale także i w okresie złotowym, objawiał się na nich w sposób również rozmaity. Wogóle jednak, stosunek kosztów konstrukcyj i danych do konstrukcyj żelbetowych, przesunął się wybitnie na korzyść tych ostatnich. Jest to zresztą dalszy ciąg ewolucji, jaka zaczęła się jeszcze przed wojną. Obecnie konstrukcja

\*) W dziale niniejszym zamieszczamy referaty, zgłoszone z opóźnieniem na III Zjazd P. B.

żelazna przechodzi wybitną metamorfozę, wprowadzając spawanie w miejsce nitowania, co może odegrać przełomową rolę w konstrukcjach inżynierskich wogóle, a specjalnie wprowadzić duże zmniejszenie kosztów konstrukcyj żelaznych.

Ponieważ u nas przemysł hutniczy jest skoncentrowany w jednym miejscu, przeto cena jednostkowa konstrukcji żelaznej waha się w granicach bardzo znacznych, w miarę transportu, a więc w miarę odległości od Śląska. Przeciwnie — przy konstrukcji żelbetowej ogromna część kosztów jest uzależniona od robocizny (szalowanie, gięcie żelaza, betonowanie i t. d.) oraz od materiałów, które są wogóle rozrzucone po ca-

O ile weźmiemy pod uwagę budownictwo wysokich domów, to można postawić zasadę:

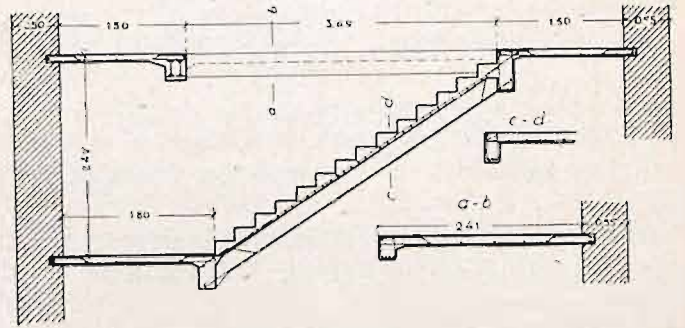


Fig. 3. Górny szczegół klatki schodowej Domu Akadem. w Warszawie.

Poczynając od 5—7 pięter przestają się opłacać konstrukcje wyłącznie murowane. Dla większych wysokości wchodzi w grę konstrukcja żelazna lub żelbetowa.

Abstrahując też od poszczególnych wypadków, w których można mówić wyłącznie o jednym rodzaju

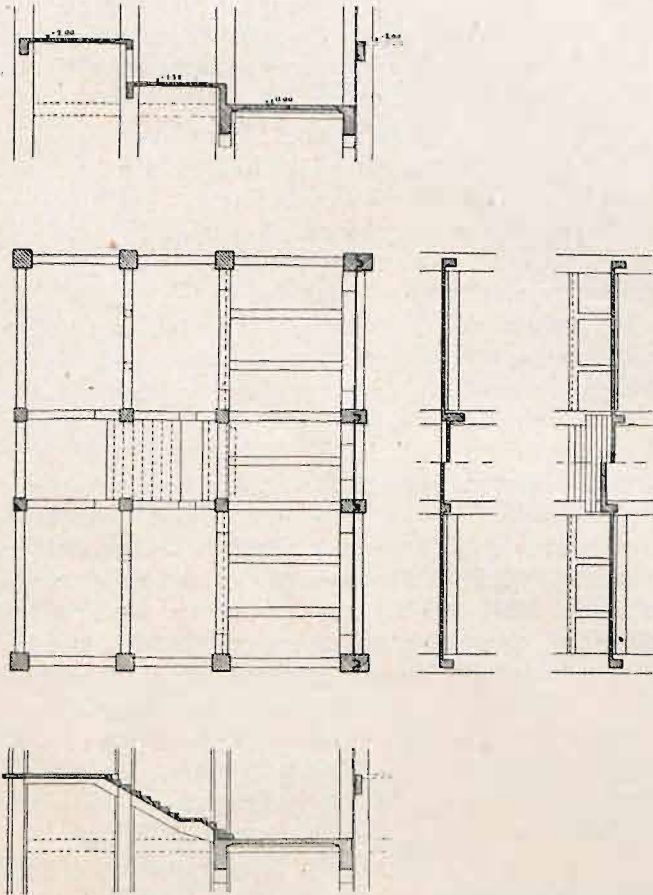


Fig. 1. Szczegół klatki schodowej i dylatacji konstrukcji Domu Akademickiego w Warszawie.

lej Polsce (kruszywo, drzewo na deskowanie); wyłącznie cena cementu, uzależniona od odległości od stacji Łazy, oraz cena żelaza waha się w zależności od odległości.

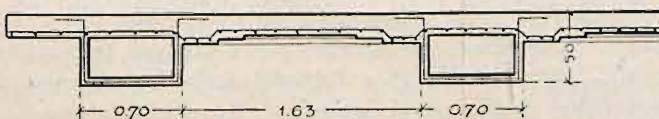


Fig. 2. Szczegół stropów Domu Akadem. w Warszawie.

Stąd pochodzi, że ceny obu materiałów są nietylko różne w poszczególnych okolicach państwa, ale, że przedewszystkiem wzajemny ich stosunek jest również w nich różny.

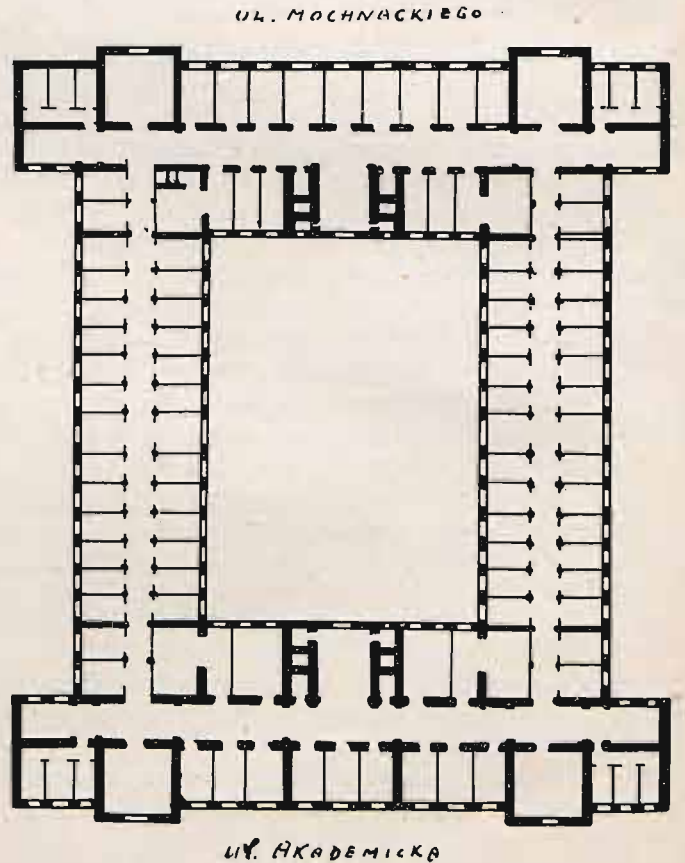


Fig. 4. Dom Akademicki w Warszawie.

konstrukcji, konstrukcja żelbetowa kalkuluje się lepiej dla konstrukcyj niższych i średnich, gdyż:

a) są one mniej obciążone, a więc mają mniejsze przekroje;

b) koszt  $1m^3$  elementów konstrukcji żelbetowej (słupów, stropów) rośnie dla wyższych pięter.

Granice są mniej więcej następujące:

W Warszawie, mającej droższe żelazo, a natomiast b. dobre firmy żelbetowe, konstrukcje żelbetowe opłacają się mniej więcej do 10 pięter w stosunku do konstrukcji żelaznej nitowanej.

W Katowicach, znajdujących się w odmiennych warunkach, konstrukcja żelazna zaczyna się opłacać już przy 7—8 piętrach.

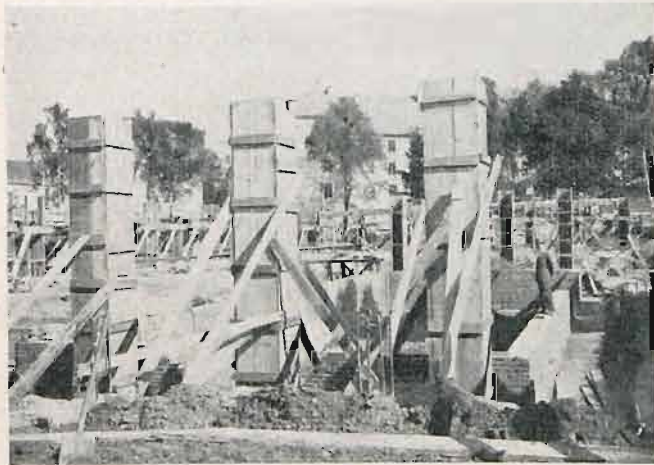


Fig. 5. Budowa domu Akademickiego w Warszawie.

Stąd wynikają wnioski na pozostałe okolice państwa.

Zasadniczym typem budowli tego rodzaju są konstrukcje t. zw. szkieletowe. Są to konstrukcje złożone z zewnętrznych i wewnętrznych szeregów słupów, na których wspierają się stropy przy pomocy podciągów i belek, rozmieszczonych zasadniczo w ten sam sposób w poszczególnych piętrach. Mogą być wykonane zasadniczo z żelaza lub żelbetu. Ponieważ specjalny dłuższy referat o żelaznych budowlach opracował prof. Kunicki, przeto w niniejszym krótkim szkicu ograniczę się do budynków szkieletowych żelbetowych, podkreślając, że ogólne zasady ustroju, obliczenia, dalej instalacje wewnętrzne, wreszcie wypełnienie ścienne są dla obu materiałów niezmiernie zbliżone, a najczęściej nawet wprost identyczne.

Ustroje żelbetowe stosowane dla budynków wielopiętrowych są zasadniczo następujące:

a) Słupy wewnętrzne i stropy są żelbetowe, ściany zewnętrzne murowane. Ustrój dobry dla budynków od 3—6 pięter, jeżeli filary wykonywa się na cement a przynajmniej półcement, aby działanie było jak najmniej, gdy nie chodzi o duże otwory okienne (wystaw sklepowych), gdy są dopuszczalne odpowiednie grubości filarów murowanych.

b) Aby uniezależnić roboty betonowe od murar-

skich i szkielet żelbetowy wykonać prędko, umieszcza się w ścianach zewnętrznych słupy żelbetowe, dźwigające wyłącznie ciężary stropowe, murów wewnętrz-



Fig. 7. Dom Akademicki w Warszawie.

nych, zwykle działowych (i ciężar własny); mury służą tylko jako okładzina szkieletu żelbetowego, dźwigająca się sama. Konstrukcja wogóle nieekonomiczna, stosowana rzadko.

c) Dla większych wysokości ponad 4 — 7 pięter wykonywa się najczęściej wszystkie ściany, wewnętrzne i zewnętrzne, jako szkieletowe, złożone ze słupów i podciągów żelbetowych, wypełnione cegłą, względnie innym materiałem izolacyjnym. Sposób używany prawie wyłącznie dla wyższych budynków mieszkalnych, oraz dla budynków fabrycznych i magazynów. Pozwala na najlepsze wyzyskanie miejsca i w stosunku do innych najekonomiczniejsze, tem bardziej, że pozwala na najlepsze wyzyskanie materiałów zastępczych.



Fig. 6. Budowa Domu Akademickiego w Warszawie.

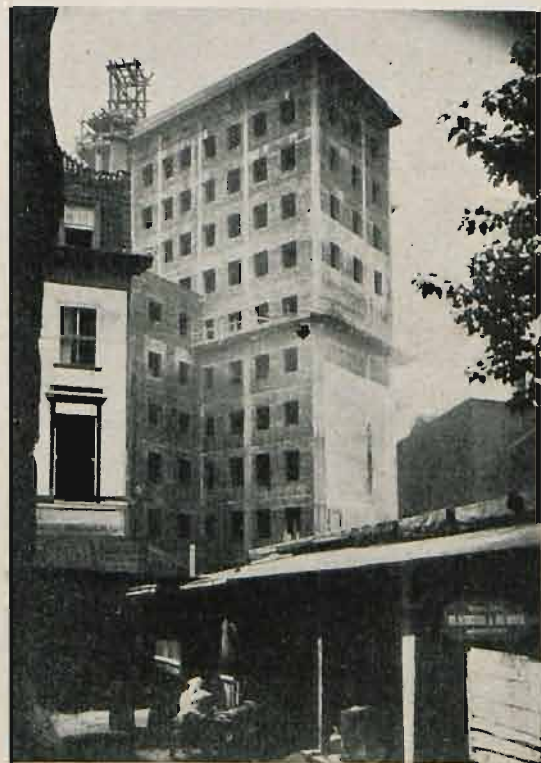


Fig. 8. Budowa gmachu P. Z. U. W. w Warszawie.

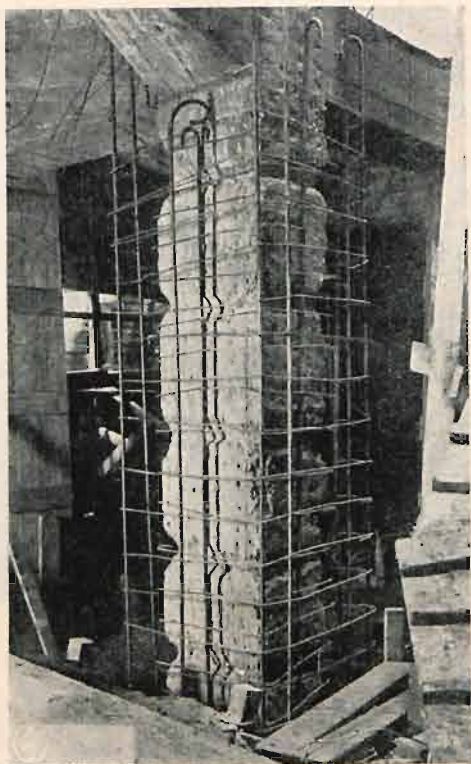


Fig. 9. Budowa gmachu P. Z. U. W. w Warszawie.

Wykonanie żelbetowej budowli szkieletowej jest niezmiernie proste; słupy znajdują się nad sobą w ciągach pionowych, w wysokości poszczególnych stropów są one połączone podciągami, dźwigającymi wypełnienie ścian oraz belki stropowe.

Przy większych wymiarach budynków należy przewidzieć przerwy dylatacyjne. Wedle przepisów polskiego M. R. P. należy przerwy takie umieścić w budynkach dłuższych niż 60 m. w odstępach przynajmniej 50 m. Cyfry te uważać należy za wskaźniki, od których można i trzeba czynić odstępstwa tam, gdzie tego wymagają warunki lokalne. Trzeba brać bowiem pod uwagę nie tylko budynek po wykończeniu, zamknięty ścianami i oknami i ogrzewany, ale także budynek w trakcie wykonywania, gdy konstrukcja żelbetowa musi nie raz przetrwać zimą, zupełnie odkryta i narażona bezpośrednio na zmiany temperatury, sięgające kilkudziesięciu stopni. Są to niejednokrotnie momenty nieprzewidziane w planie robót, a występujące dopiero w ich trakcie na skutek np. braku środków finansowych w pewnej chwili i t. p. Tembardziej należy przy wykonywaniu projektu uwzględnić możliwości ich wystąpienia. Przerwy dylatacyjne wykonać można różnie. Najbardziej celowe są w budowlach szkieletowych podwójne słupy (fig. 1) oraz dylatacje wspornikowe.

Stropy budowli żelbetowych szkieletowych wykonywane są również jako żelbetowe. Wchodzą tu w grę:

a) Stropy żebrowane odsłonięte, w których belki żelbetowe drugorzędne leżą na podciągach w odstępach, dyktowanych rozpiętościami, obciążeniami i wzajemnym ustosunkowaniem się cen materiałów i robocizny.

b) Stropy płytowe ewentualnie zbrojone dwukierunkowo (krzyżowo), pomiędzy podciągami idącymi w dwu kierunkach prostopadłych od siebie. Ustrój ten można uważać w pewnym tego słowa znaczeniu,

za szczególny wypadek ustroju a) przy maksymalnym odstępnie żeber.

c) Stropy żebrowane o dolnej płaszczyźnie gładkiej, a więc zasłonięte dołem. Uzyskać to można przez zastosowanie stropów dranicowych, używanych w województwach środkowych, stropów Wayssowskich w województwach południowych i częściowo zachodnich, stropów pustakowych (przy zastosowaniu pustaków betonowych albo ceglanych), wreszcie rozmaitych stropów gotowych, które są możliwe w budynkach szkieletowych, ale niepraktyczne w nich. Stropy pustakowe posiadają dużo zalet, ale są ciężkie i przy większych rozpiętościach niekorzystne. Stropy dranicowe pozwalają na najłatwiejsze dostosowanie się do warunków miejscowych, — trzeba pamiętać, że grzyb w nich jest możliwy i łatwy. Stropy Wayssowskie są w Warszawie zbyt mało znane i niedoceniane w swych walorach (prostota wykonania i zasługują na większe zastosowanie.

d) Stropy grzybkowe zajmują stanowisko pośrednie między żebrowanymi, a gładkimi dołem, dają bowiem wogóle strop gładki, jednakże wymagają głowic o stosunkowo b. znacznych rozmiarach. Walory ich są zresztą dość wybitne, a niedoceniane: łatwiejsze deskowanie, łatwiejsze zbrojenie (gięcie żelaza), mniejsze wysokości konstrukcyjne, pozwalające w konsekwencji na mniejszą wysokość ogólną budynku, lepsze uzyskanie miejsca w magazynach.

W budynkach o charakterze t. zw. użytkowym (magazynach, fabrykach i t. p.) używa się stropów a), b) lub d). Wybór między stropami a) i b) zależy w pierwszym rzędzie od wzajemnego ustosunkowania się cen materiałów oraz robocizny. Tania robocizna, wysokie ceny na żelazo powodują wogóle mniejszy dostęp belek stropowych leżących na podciągach (drugorzędnych) i naodwrot.

W budynkach mieszkalnych używa się zwykle stropów c) dołem gładkich. W razie budowli o charakterze



Fig. 11. Gmach P. Z. U. W. w Warszawie.

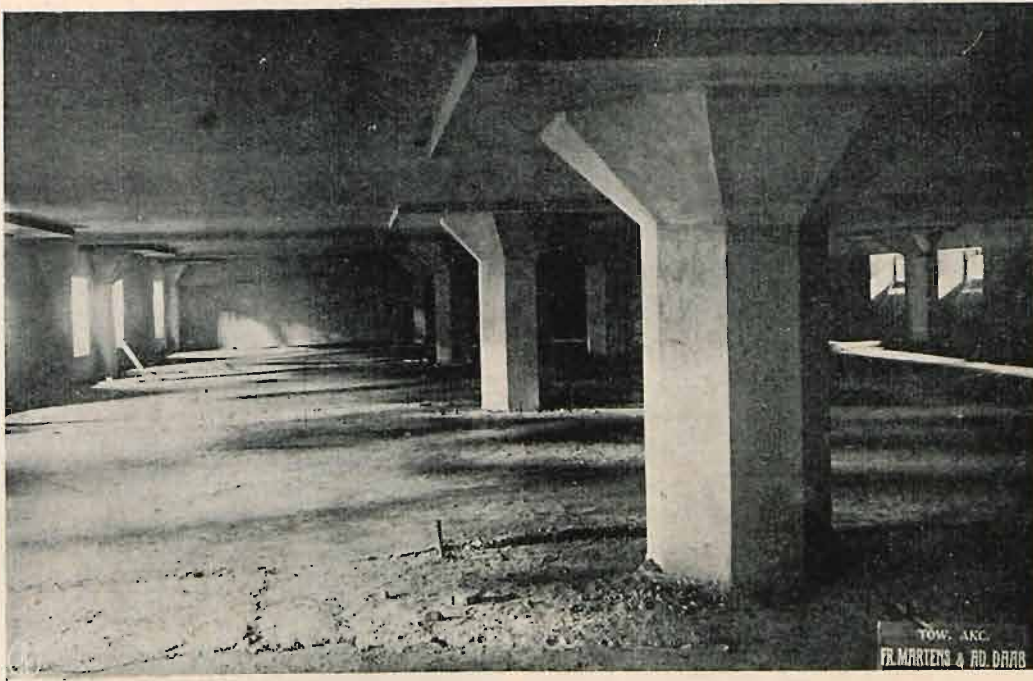


Fig. 10. Budowa gmachu P. Z. U. W. w Warszawie

hotelowym, mających mieć szereg niewielkich stosunkowo pokoi obok siebie, zazwyczaj z nieszerokim korytarzem wewnątrz, możliwe jest zastosowanie systemu b). W tym wypadku na belkach stropowych poprzecznych spoczywają ścianki działowe, wystające zaś dołem żebra schowane są w ściankach działowych dolnych. Żebra te przechodzą też przez korytarz, psując jego perspektywę. Aby to ominąć, możliwe jest zastosowanie belek wyłącznie w traktach bocznych, przerwanie ich zaś w korytarzu, tembardziej, że w wąskim stosunkowo korytarzu występują nieraz momenty ujemne o nieznaczącej wielkości. Wkładki żebrowe należy w odpowiedniej ilości przeprowadzić nawskroś przez płytę korytarzową.

Ustrój ten został np. zastosowany w części gmachów Domu Akademickiego przy ul. Grójeckiej w Warszawie.

Przy b. lekkich ściankach działowych od strony korytarza możliwe jest w dalszym rozwinięciu powyższej myśli opuszczenia także żebrowych podłużnych, łączących słupy środkowe przy dostatecznie grubej płycie oraz

odpowiedniemu rozmieszczeniu mocnych wkładek, tak podłużnie wzdłuż ciągu słupów, jako też i poprzecznie przez korytarz. Ustrój ten jest możliwy oczywiście przy małych obciążeniach.

Stropy i słupy mogą być potraktowane architektonicznie bardzo ozdobnie (Fig. 2).

Dach wykonywa się stosunkowo często z żelbetu, zwłaszcza, gdy jest płaski, a zawsze, gdy na nim umieszczony jest taras. Należy pamiętać o możliwie doskonałej izolacji tegoż i podwójnej płycie żelbetowej. O ile pomiędzy najwyższym stropem a dachem jest jakieś pomieszczenie podrzędne, np. strych, to wystarczy na dach płytka pojedyncza. Wogóle jednak różnica kosztów dachu drewnianego i dachu żelbetowego jest niewielka i dlatego zazwyczaj nie warto przy wielkiej budowie stosować dachowej konstrukcji z drzewa.

Pozostałe elementy konstrukcyjne, jak fundamenty, schody i t. p., wykonywa się również z żelbetu.

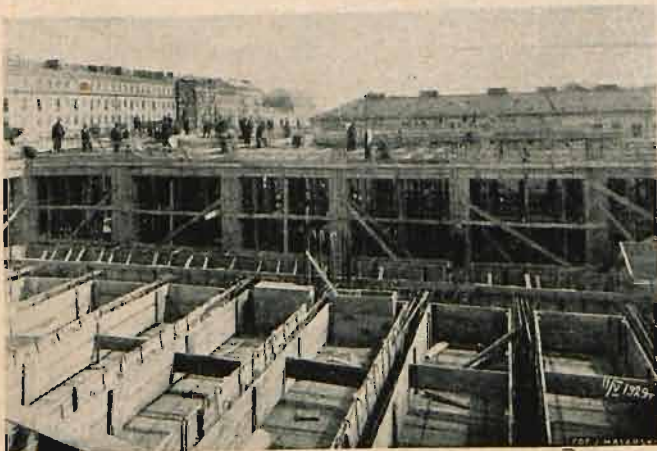


Fig. 12.

Budowa gmachu B. G. K. w Warszawie.

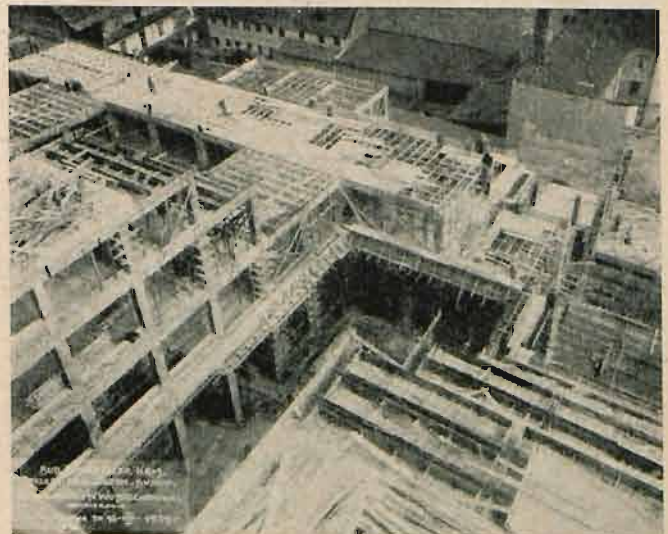


Fig. 13.

W ten sposób powstałe konstrukcje stanowiące we wszystkich swych elementach jednolitą całość monolitową, tak monolitową, jak w żadnym dotychczas stosowanym innym materiale konstrukcyjnym. Monolitość ta powoduje współdziałanie wszystkich elementów konstrukcji, jako części jednej całości, co w wybitnym stopniu zwiększa walory wytrzymałościowe i statyczne budowli. Jeżeli nawet dokładne rachunkowe wyzyskanie tej monolityczności jest stosunkowo żmudne, to jednak przy założeniu pewnych uproszczeń nie przedstawia ono wyjątkowych trudności. W wykonaniu zaś istnieje ona w każdym razie.

Dla pewnych elementów konstrukcji możliwe jest zastosowanie tak specjalnych systemów żelbetowych (uzwojenie, dusza żeliwna), jako też nawet żelaznych, które zupełnie integralnie dadzą się połączyć z żelbetem (fig. 3).

W razie konieczności wykonania w dolnych piętrach większych ubikacyj, można zastosować podciągi kratowe lub wiszące; te ostatnie są nawet w wykonaniu żelbetowym niemal identyczne z kratowymi przy opuszczeniu pewnych prętów, co jest zazwyczaj dopuszczalne przy budowlaach nadziemnych. W Domu Akademickim w Warszawie zastosowano takie podciągi, dźwigające na sobie siedem pięter, przy czem do przedłużenia wkładek w ściągach użyto spawania elektrycznego.

Ścianki działowe powinny zawsze spoczywać na belkach, leżących pod nimi, albo też prostopadle do nich. Natomiast nie jest wogóle dopuszczalne opieranie ich na płycie, równoległe do belek, chyba, aby to zgóry zostało uwzględnione w projekcie. Jeżeli się zdarzy, że w trakcie wykonywania budowy następuje zmiana dyspozycji co do rozmieszczenia ścianek, można je ew. podwiesić na belkach górnych przy pomocy odp. podwieszek żelbetowych. Dolne warstwy cegieł należy wtedy wykonać na cemencie i umieścić między nimi kilka wkładek. Por. np. budowę gmachu Powszechnego Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych w Łodzi.

Celem ochrony od zmian temperatury i wpływów atmosferycznych, wypełnia się ściany zewnętrzne murem z materiałów, które cele te możliwie najlepiej spełniają. Doniedawna używano u nas na ten cel wyłącznie cegły pełnej lub pustej; obecnie poczynają w użycie z wolna wchodzić także i inne materiały t. zw. zastępcze.



Fig. 14. Gmach B. G. K. w Warszawie.

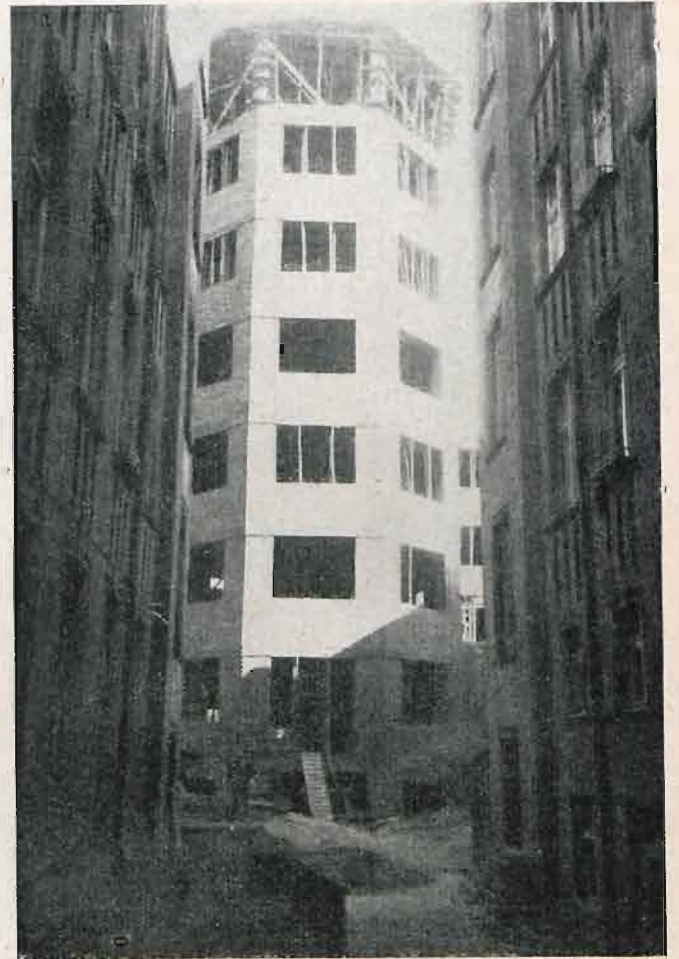


Fig. 15. Gmach P. Z. U. W. w Łodzi.

cze. Ściany wewnętrzne, t. zw. działowe, mają spełniać wyłącznie zadanie podziału budynku na mniejsze ubikacje, oraz izolacji głosowej, dlatego też tu wchodziły już dawniej w grę ścianki gipsowe, drewniane i t. p. Wspomniane materiały zastępcze i tu jednak można skutecznie zastosować.

Istnieją dwie (ewentualnie trzy) grupy materiałów zastępczych: roślinne, mineralne oraz osłony metalowe. Materiały grupy pierwszej mają jednak tę wielką wadę, że gniją w nich przeważnie łatwo robactwo. Przy budowie wysokich domów żelbetowych można zatem mówić przede wszystkim o materiałach mineralnych, do których należą: lekki beton z tucznią tufowego, celolit oraz gazobeton. Nie omawiam szerzej własności tych trzech materiałów, ze względu na referat prof. Kunickiego. Podkreślę jednak, że pierwszy z nich u nas stosowany nie jest i ze względu na koszty przewozu nie będzie, a tylko celolit i gazobeton mogą znaleźć większe zastosowanie. Istota obu polega na wprowadzeniu do betonu podczas mieszania substancji, które wytwarzają w nim mnóstwo drobnych komórek, nie łączących się ze sobą. W celolicie wywołuje ten stan mydło wprowadzone pod ciśnieniem w zaprawę, w gazobetonie odpowiednie chemikalja. Oba materiały o c. g. 300—1200 kg/m<sup>2</sup> mogą być używane jako bloki albo też jako podwójne ściany łączone poprzecznymi stężeniami. Wogóle są to materiały dobre i cenne; nie nadają się jednak na ściany dźwigające, ani też nie można ich używać w stanie świeżym, gdyż występujący

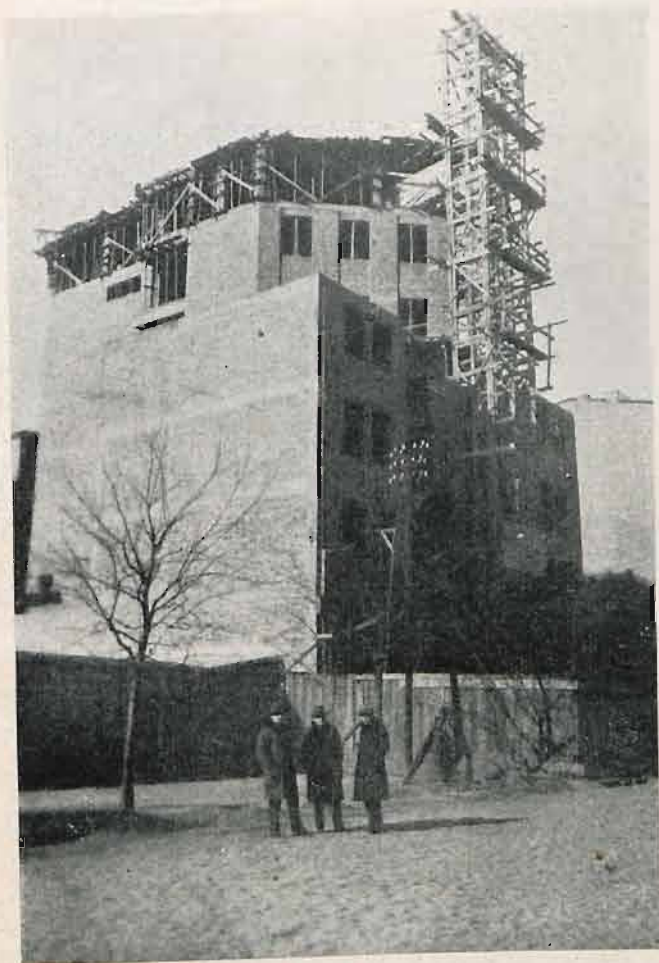


Fig. 16. Gmach P. Z. U. W. w Łodzi.

w nich skurecz powoduje pęknięcie i rysy w ścianach, zwłaszcza o większych wymiarach. W naszych warunkach należałoby z nimi poczynić doświadczenie.

Pamiętać trzeba, że beton przemarza bardzo łatwo, że więc w każdej części konstrukcyjnej nie powinien sięgać przez całą grubość ściany, ale musi być przynajmniej z jednej strony osłonięty.

Na zakończenie dodam niektóre dane dotyczące wysokich budynków szkieletowych, wykonanych w ostatnich latach, jako konstrukcje żelbetowe.

Dom Akademicki przy ul. Grójeckiej w Warszawie (projekt arch. Kazimierza Tołłoczki, projekt konstrukcji żelbetowej mój) składa się z kilku budynków, stanowiących jeden kompleks. Budynek główny ma 10 pięter; zabudowany jest w prostokąt z podwórzem wewnątrz (fig. 4). Na dolnych kondygnacjach mieszczą się większe ubikacje (jak jadalnia i t. d.); na wyższych systemem korytarzowym rozmieszczone są pokoiki; wskutek tego zaszła potrzeba zastosowania podeciągów kratowych (wiszących), por. wyżej. W budynku zastosowano dylatację w obu kierunkach, dzieląc go nią na cztery części. Fundamenty żelbetowe na palach. Stropy wykonano jako płytowe pojedyncze; w większych salach jako kasetonowe. Tarasy mają stropy z podwójną płytą. Wypełnienie ścian cegłą przeważnie pustą. Fig. 6, 7 i 8 przedstawiają budowę w trakcie wykonywania.

Gmach Powsz. Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych przy ul. Kopernika Nr. 36 w Warszawie (proj. arch.

Jawornicki, wykonała firma Martens i Daab, nadzór mój), wykonany został w części środkowej, dziewięciopiętrowej — jako szkieletowy. Fundament żelbetowy płytowy musiał być częściowo rozszerzony z powodu zmiany programu budowy; również część słupów musiała zostać wzmocniona<sup>1)</sup>. Stropy dranicowe. Wypełnienie ścian cegłą. Na szczycie wieży taras na podwójnym stropie. Boczne skrzydła trzypiętrowe wykonano z cegły. Fig. 8 przedstawia konstrukcję żelbetową w trakcie wykonywania, fig. 9 i 10 wzmocnienie fundamentów, fig. 11 budynek wykończony.

Gmach Banku Gospodarstwa Krajowego przy zbiegu Alei Jerozolimskich i Nowego Świata w Warszawie jest ośmiopiętrową budowlą szkieletową (projekt arch. prof. Świeczyńskiego, projekt konstrukcyjny wykonał inż. Tylbor, firma wykonywająca: najpierw P. T. B., potem Sosonko i Wojciechowski). Fundamenty żelbetowe płytowe. Stropy dranicowe. Wypełnienie ścian cegłą pustą. Fig. 12, 13 i 14 przedstawiają budynek w trakcie wykonywania.

Gmach Powsz. Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych przy ul. Kościuszki w Łodzi jest budowlą siedmiopiętrową (proj. arch. Rytteł, proj. konstr. mój, wykonywa firma Konstruktor w Łodzi), która musiała zostać zaprojektowana jako żelbetowa nawet nie tyle ze względu na wysokość, co na różnicę rzutów poziomych pięter niższych i wyższych. Fundamenty żelbetowe, częściowo płytowe, częściowo oddzielne, częściowo ciągłe. Stropy dranicowe. Płaskie dachy mają stropy podwójne. Z powodu zmiany układu wewnętrznego w trakcie roboty trzeba było dwie ściany podwiesić. Fig. 15 i 16 przedstawiają budynek w trakcie wykonywania.

Gmach Powsz. Zakładu Ubezpieczeń Wzajemnych w Tarnopolu (proj. arch. Rytteł, proj. konstr. inż. Kuszewski, wykonała firma Więzar z Krakowa) został wykonany jako szkieletowy mimo nieznacznej wysokości (3 pięter) ze względu na wielkie różnice rzutów poszczególnych pięter (Fig. 17).

Podane przykłady z najrozmaitszych budowli dają należyte wyobrażenie o budowlach szkieletowych żelbetowych. Przeważna część większych budowli w Polsce w ostatnich czasach została w ten sposób wykonana.

<sup>1)</sup> Por. mój artykuł p. t. „Rekonstrukcje budowli żelbetowych” Czas. Techn. 1929.



Fig. 17. Gmach P. Z. U. W. w Tarnopolu.